



Etude d'impact : Parc éolien en mer des Iles d'Yeu et de Noirmoutier, ses bases d'exploitation et de maintenance et son raccordement au réseau public de transport d'électricité

Document 3 : Impacts et mesures du parc
éolien en mer

Version mai 2017
Complétée en octobre 2017

Sommaire

1	PREAMBULE	15
1.1	Contexte et objectifs du programme	19
1.2	EMYN : maître d'ouvrage pour le parc éolien en mer	21
2	PRESENTATION DES VARIANTES EXAMINEES ET RAISON DU CHOIX DU PROJET	23
2.1	Préambule	27
2.2	Définition de la zone de l'appel d'offres par l'Etat	27
2.3	Scénario « Offre » : construction du scénario de l'offre remise à l'Etat	30
2.4	Scénario retenu : évolution du scénario « Offre »	44
3	ANALYSE DES EFFETS ET DES IMPACTS DU PROJET SUR L'ENVIRONNEMENT ET SUR LA SANTE	57
3.1	Effets attendus	69
3.2	Impacts sur le milieu physique	75
3.3	Impacts sur le milieu naturel	110
3.4	Impacts sur le paysage et le patrimoine maritime et littoral	271
3.5	Impacts sur le milieu humain	306
3.6	Impacts sur l'hygiène, la santé, la sécurité et la salubrité publique	344
3.7	Addition et interaction des effets entre eux	388
4	MESURES PREVUES PAR LE PETITIONNAIRE	403
4.1	Mesures ERC	409
4.2	Engagements (E) du maître d'ouvrage	513
5	ANALYSE DES EFFETS CUMULES DU PROJET AVEC D'AUTRES PROJETS CONNUS	521
5.1	Contexte réglementaire	527
5.2	Définition des impacts cumulés	528
5.3	Liste des projets pris en compte	529

5.4	Composantes environnementales et effets cumulés pris en compte dans l'analyse	536
5.5	Analyse des effets cumulés du projet éolien en mer des îles d'Yeu et de Noirmoutier avec les autres projets connus	538
5.6	Conclusion sur l'analyse des effets cumulés du projet avec d'autres projets connus	593
6	COMPATIBILITE DU PROJET AVEC L'AFFECTATION DES SOLS ET SON ARTICULATION AVEC LES PLANS ET LES SCHEMAS.....	595
6.1	Contexte réglementaire	599
6.2	Articulation du projet avec les schémas, plans et programmes	601
7	PRESENTATION DES METHODES UTILISEES ET DES DIFFICULTES RENCONTREES.....	629
7.1	Principes généraux et organisation de l'étude d'impact	641
7.2	Méthode d'évaluation des enjeux	643
7.3	Méthode d'évaluation des effets et impacts	645
7.4	Méthodologie de l'articulation du projet avec d'autres schémas, plans et programmes ou documents de planification	657
7.5	Détermination des mesures	664
7.6	Méthodologie pour l'évaluation des effets cumulés	666
7.7	Méthodologie des expertises réalisées sur le milieu physique et naturel	674
7.8	Méthodologie d'analyse des sensibilités paysagères	782
7.9	Méthodologie propre au patrimoine	783
7.10	Navigation, sécurité, trafic maritime et servitudes	798
7.11	Analyse socio-économique spécifique à l'activité de pêche professionnelle	807
7.12	Bilan carbone	826
7.13	Difficultés rencontrées et limites de l'étude	827
8	AUTEURS DES ETUDES.....	847
9	BIBLIOGRAPHIE.....	851
10	ANNEXES.....	901
10.1	Annexe 1 : Résultats détaillés des modélisations des risques de collision et des conséquences sur les populations	905
10.2	Annexe 2 : Synthèse des impacts résiduels du projet sur les oiseaux	909

Table des illustrations

CARTES

Carte 1 : définition de la zone d'implantation au sein de la zone de l'appel d'offre	30
Carte 2 : Présentation de l'implantation en fonction de la puissance de l'éolienne (3, 5, 6 et 8 MW)	32
Carte 3 : Comparaison d'implantation entre une tension de câble de 33kv et une tension de câble de 66kv	38
Carte 4 : Prise en compte des contraintes	39
Carte 5 : Evolution de l'implantation des éoliennes depuis l'offre	50
Carte 6 : distances inter-éoliennes et couloirs pour chaque implantation.....	53
Carte 7 : Evolution du plan de câblage depuis l'offre	54
Carte 8 : synthèse de l'évolution du projet : du scénario « offre » (en transparence) au scénario « retenu »	56
Carte 9 : Localisation des éoliennes, du mât de mesures, du poste électrique et des câbles inter-éoliennes sur fond sédimentaire	76
Carte 10 : Positionnement des éléments techniques du projet	111
Carte 11 : Organisation du parc éolien et conséquences sur la perception depuis le littoral	274
Carte 12 : Différences d'angle horizontal apparent suivant la position de l'observateur	278
Carte 13 : Fréquence des visibilitées en fonction des conditions météorologique.....	281
Carte 14 : Superpositions visuelles entre éoliennes et coucher de soleil	283
Carte 15 : Carte d'étape du nombre maximal d'éoliennes visibles	286
Carte 16 : Carte d'étape de la hauteur apparente des éoliennes (angle vertical)	287
Carte 17 : Zone d'impact visuel, carte d'étape de l'emprise horizontale du parc éolien	288
Carte 18 : Zones d'impact visuel (partie terrestre)	289
Carte 19 : Zones d'impact visuel (espace maritime)	291
Carte 20 : Synthèse des impacts paysagers	298
Carte 21 : Implantation des éoliennes et schéma retenus par le maître d'ouvrage à l'issue de la phase de levée des risques	307
Carte 22 : Zone de Délimitation du parc éolien	308
Carte 23 : Zones d'exclusion proposées en phase de construction pour la pêche professionnelle et la plaisance (en rose), ainsi que pour la navigation commerciale (en vert)	309
Carte 24 : Zone d'exclusion à la pêche considérée en phase de construction en regard de l' « aire d'étude activité de pêche VALPENA »	310
Carte 25 : Zone d'exclusion à la pêche en regard du trafic (données SPATIONAV) lié à la pêche sur le dernier trimestre de 2013 (en particulier l'activité des chalutiers sur les accores des roches du plateau des Bœufs)	313
Carte 26 : Distance de contournement du parc pour un navire de commerce (sur l'exemple du trafic observé en novembre 2013)	322
Carte 27 : Trajectoires des sabliers d'extraction de granulats marins pour le mois de novembre 2013.	323
Carte 28 : Trajectoires des sabliers d'extraction de granulats marins au niveau de la bouée des Bœufs – cas d'une zone tampon de 2 milles nautiques autour de la Zone de Délimitation du parc éolien en phase de construction	324
Carte 29 : périmètre du parc éolien en regard du trafic lié à la pêche (exemple sur le dernier trimestre 2013 sur la base des données SPATIONAV)	330
Carte 30 : Schéma représentatif de la zone potentielle d'apparition des réflexions/faux échos radar pour les radars de L'Herbaudière (en haut) et du sémaphore de Saint-Sauveur (en bas)	366
Carte 31 : Distance entre le chenal d'approche et l'éolienne la plus proche	368
Carte 32 : Localisation des récepteurs de calculs des niveaux sonores du projet	382

Carte 33 : Courbes isophones à 2 m de hauteur des niveaux sonores autour du périmètre de mesure du bruit de l'installation	383
Carte 34 : Carte d'isophones du projet à une hauteur de 2m pour une vitesse de vent de 4 m/s.....	384
Carte 35 : Plan de signalisation des structures du parc éolien en mer des Iles d'Yeu et de Noirmoutier	447
Carte 36 : Simulation de couverture radar sémaphorique avec un radar supplémentaire sur l'éolienne B13	450
Carte 37 : Représentation de l'installation d'une station VHF d'appoint dans le parc éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier.....	452
Carte 38 : Installation d'un feu supplémentaire au coin du parc.....	453
Carte 39 : Localisation des projets retenus dans l'évaluation des effets cumulés.....	535
Carte 40 : Simulation de couverture radar grandes cibles (SER : 100 000 m ² , Ht : 25m) du radar de Chemoulin.....	569
Carte 41 : Simulation de couverture radar moyennes cibles (SER : 1 000 m ² , Ht : 10m) du radar de Saint-Sauveur.....	569
Carte 42 : Couverture des radars (mesures compensatoires) prévus pour les projets de parcs des îles d'Yeu et de Noirmoutier et de Saint-Nazaire	570
Carte 43 : Simulation de faux-échos générés par les parcs éoliens de Saint-Nazaire et des îles d'Yeu et de Noirmoutier sur le radar de L'Herbaudière en couverture grandes cibles (SER : 100 000 m ² ; Ht : 25m).....	571
Carte 44 : Emprise des projets retenus sur les fonds marins (habitats EUNIS).....	581
Carte 45 : Emprise des fondations et des câbles sur les fonds marins.....	586
Carte 46 : Importance de l'activité de pêche golfe de Gascogne et zone de référence pour l'étude des effets cumulés	591
Carte 47 : Concessions conchylicoles de la baie de Bourgneuf et de l'Île d'Yeu	626
Carte 48 : Lignes de navigation de l'étude géophysique.....	680
Carte 49 : Localisation des sondages géotechniques	681
Carte 50 : Emprise du modèle numérique	685
Carte 51 : Localisation considérées pour les simulations de dispersion de la partie fine des résidus de forage.....	698
Carte 52 : Localisation des stations de mesure de la qualité de l'eau sur les aires d'étude immédiates	702
Carte 53 : Positions des enregistreurs acoustiques servant à caractériser le bruit ambiant sur les aires d'étude immédiate et éloignée.	714
Carte 54 : Localisation des stations prévisionnelles pour les missions « pêches ».....	727
Carte 55 : Aires d'étude du parc éolien en mer des Iles d'Yeu et de Noirmoutier – Aires dans lesquelles les données SPATIONAV (SAM) utilisées sont extraites.....	799
Carte 56 : Les 7 emplacements sondés lors de la campagnes de levée UXO	805

FIGURES

Figure 1 : les zones du premier et deuxième appel d'offres éolien en mer	28
Figure 2 : synthèse relative à l'éolien posé au large des Pays de la Loire, présentée lors de la réunion de concertation du 27 janvier 2010.....	29
Figure 3 : les trois grands types de fondation.....	35
Figure 4 : Zones de fouling détaillées au tableau précédent.	37
Figure 5 : nombre d'alignement principaux et secondaires entre les deux implantations	51
Figure 6 : photomontage depuis la pointe du but avec l'implantation de l'offre	51
Figure 7 : photomontage depuis la pointe du but avec l'implantation du projet retenu.....	52
Figure 8 : photomontage depuis la plage de Ker Châlon avec l'implantation de l'offre (V1).....	52
Figure 9 : photomontage depuis la plage de Ker Châlon avec l'implantation du projet retenu (V2)	52
Figure 10 : photomontage depuis la pointe du Devin avec l'implantation de l'offre (V1)	52
Figure 11 : photomontage depuis la plage du Devin avec l'implantation du projet retenu (V2).....	52
Figure 12 : processus ayant amené au « scénario retenu »	55
Figure 13 : Principes d'évaluation des impacts.....	70

Figure 14 : Schématisation des fonds marins et de leur recouvrement lors du dépôt des cuttings de forage.....	78
Figure 15 : Concentration maximales de matières en suspension au cours de la simulation d'un dépôt des cuttings (volume de cuttings = 350 m ³) pour l'éolienne placée au sud-est du parc	85
Figure 16 – Différentiel des vitesses au maximum de flot.....	91
Figure 17 – Différentiel des vitesses au maximum de jusant	92
Figure 18 – Différentiel des vitesses au maximum de flot zoomé sur les fondations.....	92
Figure 19 – Différentiel des vitesses au maximum de jusant zoomé sur les fondations.....	92
Figure 20 : évolution de la vitesse du courant (jaune) selon le cycle de marée (en bleu) sur journée de 24 heures	93
Figure 21 : Différentiel des hauteurs significatives à pleine mer (gauche) et basse mer (droite) ; Tempête Joachim	94
Figure 22 : Différentiel des hauteurs significatives à pleine mer (gauche) et basse mer (droite) ; Tempête du 02/01/2016	95
Figure 23 : Transport instantané au maximum de flot pour l'état initial et aménagé – granulométrie 500 µm	96
Figure 24 – Transport instantané au maximum de flot pour l'état initial et aménagé – granulométrie 2000 µm	96
Figure 25 : Transport instantané au maximum de jusant pour l'état initial et aménagé – granulométrie 500 µm	97
Figure 26 : Transport instantané au maximum de jusant pour l'état initial et aménagé – granulométrie 2000 µm	97
Figure 27 : Différentiel du transport instantané au maximum de flot – granulométrie 500 µm	98
Figure 28 : Différentiel du transport instantané au maximum de jusant – granulométrie 500 µm	98
Figure 29 – Différentiel du transport instantané au maximum de flot – granulométrie 2000 µm.....	98
Figure 30 – Différentiel du transport instantané au maximum de jusant – granulométrie 2000 µm.....	98
Figure 31 : Schéma de principe pour le calcul de volume de la couche limite.....	103
Figure 32 : Interaction entre les éléments techniques du projet et des stations hébergeant une espèce menacée (selon DREAL, 2014) : <i>Atrina fragilis</i> à la station N21 (en haut), et <i>Octopus vulgaris</i> à la station N47 (en bas).....	113
Figure 33 : Evolution temporelle de la richesse spécifique totale et moyenne par bloc de béton des blocs coquillés et classiques.....	116
Figure 34 : Bande de fréquence associée aux différentes sources de bruit.....	119
Figure 35 : Caractéristiques de la capacité auditive de certaines espèces de poissons	128
Figure 36 : Graduation des risques biologiques en fonction de l'éloignement à la ou les sources de bruit anthropique.....	130
Figure 37 : Abondance relative des poissons pélagiques sur le site d'Alpha Ventus comparé à l'extérieur avant la construction (avril 2009), pendant (été 2009-printemps 2010) et durant l'exploitation (printemps 2010-automne 2011).....	132
Figure 38 : Limites des empreintes sonores simulées sur l'AEI du parc pour les poissons en phase travaux.....	134
Figure 39 : Distances maximales de modification du comportement pour les poissons exposés par les opérations en phase travaux, sur base des seuils internationaux.....	134
Figure 40 : Audiogrammes de trois espèces de mammifères marins (et de poissons, pour comparaison).....	143
Figure 41 : Graduation des risques biologiques en fonction de l'éloignement à la ou les sources de bruit anthropique.....	145
Figure 42 : Carte des empreintes sonores pour différentes opérations modélisées – Marsouin commun (cétacés hautes fréquences)	148
Figure 43 : Distances minimales, médianes et maximales, en miles nautiques, des zones de perception des bruits des ateliers de construction par les mammifères marins en hiver.....	149
Figure 44 : Estimation du nombre d'individus susceptibles de percevoir les bruits de travaux du parc d'après les modèles issus de la campagne SAMM - Saison été.....	152
Figure 45 : Distances médianes (milles nautiques) des empreintes sonores pour les tortues marines ..	160
Figure 46 : Distances médianes (milles nautiques) des empreintes sonores pour les poissons sans vessie natatoire	163

Figure 47 : Modélisation de l'intensité du champ magnétique induit à l'interface eau-sédiment par différents câbles de raccordement (ensouillés et actuellement en fonctionnement) en fonction de l'éloignement par rapport au câble. Les gammes de valeurs et les moyennes calculées pour les courants alternatifs sont basées sur 10 câbles	198
Figure 48 : Richesse spécifique benthique au sein des parcs éoliens avant et après la première phase de construction, et distinction en fonction des substrats durs (hard) et meubles (soft).	205
Figure 49 : Biomasse de l'épifaune, de l'endofaune, et de la faune fixée de substrats durs sur les parcs éoliens en mer Belges.	206
Figure 50 : Zones de fouling détaillées au tableau précédent.	208
Figure 51 : Biomasses automnales de la faune fixée en fonction du type de fondation. (GBF = gravitaire / Scour protection = protection anti-affouillement).	208
Figure 52 : Illustration schématique de l'effet récif et de l'effet réserve au niveau de la fondation jacket d'une éolienne	211
Figure 53 : Illustration de l'effet récif par des photos prises sur des parcs éoliens existants et des plateformes pétrolières de type jacket	212
Figure 54 : Déviation du parc de Nysted par les oiseaux	251
Figure 55 : Schématisation de la rotondité de la Terre.	277
Figure 56 : Calculs utilisés pour évaluer l'effacement des éoliennes lié à la courbure terrestre (à gauche, Geophom ; à droite, Jean-Marc Vézien).	277
Figure 57 : Champ visuel humain	279
Figure 58 : Effets de l'éloignement entre un observateur et le parc éolien.	280
Figure 59 : Simulations de l'éclairement des éoliennes en fonction de l'heure de la journée (ici, avec un observateur placé au sud des éoliennes)	281
Figure 60 : Perceptions visuelles des éoliennes en fonction de la couleur du ciel en arrière-plan	282
Figure 61 : Empreinte sonore d'un forage d'un pieu de 2,2 m placé au centre de la zone du parc éolien	352
Figure 62 : Création de faux échos par émission / réception au travers des lobes secondaires de l'antenne radar	364
Figure 63 : Atténuation en dB du signal VHF/goniomètre en aller simple derrière un mât d'éolienne de 7m de diamètre.	371
Figure 64 : Erreur angulaire en degré d'un goniomètre en fonction de la distance bateau-éolienne en kilomètre	372
Figure 65 : Le processus de définition des mesures.	408
Figure 66 : Exemple de résultats des enregistrements des caméras thermiques	423
Figure 67 : Exemple de drone pouvant être mis en œuvre	424
Figure 68 : Visualisation des dispositifs du projet SmartPAM	426
Figure 69 : Présentation des mesures de réduction et de compensation en phase de construction.	443
Figure 70 : Présentation des mesures de réduction et de compensation en phase de d'exploitation	444
Figure 71 : Présentation des mesures dédiées à la sécurité maritime en phase d'exploitation	445
Figure 72 : Exemple d'installation radar sur la fondation d'une éolienne. Site radar de Gunfleet Sand (Royaume-Uni). Radar connecté au système VTS de PLA.	449
Figure 73 : Présentation des suivis dédiés au milieu marin	467
Figure 74 : Opérations de baguage en cours	476
Figure 75 : Exemple de capture d'image radar en mode horizontal : les points verts indiquent des contacts d'objets (ici des échos d'oiseaux) qui permettent d'identifier des trajectoires de vol.	479
Figure 76 : Exemple de capture d'image radar en mode vertical : les points bleus indiquent des contacts d'oiseaux en vol (note : dans cet exemple chaque cercle équivaut à une hauteur de 250 m à partir du radar).	479
Figure 77: Variation du niveau d'exposition sonore maximum par coup à un mètre du pieu en fonction de son diamètre	556
Figure 78: Empreinte sonore cumulée d'un atelier de forage avec l'atelier de battage du parc de Saint-Nazaire (SNA)	556
Figure 79 : Ile d'Yeu (Dolmen des Petits Fradets) – Covisibilité avec le projet de parc éolien en mer de Saint-Nazaire.	566

Figure 80 : Iles de Noirmoutier (Noirmoutier-en-l'Île pointe de L'Herbaudière) – Covisibilité avec le projet de parc éolien en mer de Saint-Nazaire.....	566
Figure 81 : Côte urbanisée (Le Pouliguen – Pointe de Penchâteau) – Covisibilité avec le projet de parc éolien en mer de Saint-Nazaire	567
Figure 82: Projet Astrolabe- turbidité induite par la déverse 5h après la fin de l'extraction : simulation par marée de vive eau, vent et houle d'ouest	575
Figure 83 : Trajectoires possibles d'une particule lâchée à différents instants de la marée et suivie sur un cycle de marée	576
Figure 84 : Emprise des fondations du parc éolien en mer de Saint-Nazaire sur les habitats benthiques – Référentiel MNHN.....	585
Figure 85 : Emprise des câbles inter-éoliennes du parc éolien en mer de Saint-Nazaire sur les fonds marins.....	585
Figure 86 : Principe d'itération retenu pour l'élaboration du projet	642
Figure 87: Principes d'évaluation des impacts.....	647
Figure 88 : Approche méthodologique	658
Figure 89 : Maillage global (en haut), et détail du maillage à l'échelle de l'AEI (à gauche) et d'une fondation jacket (à droite).....	686
Figure 90 : Comparaison des cotes d'eau calculées et prédites au niveau du port de l'Herbaudière	687
Figure 91 : Comparaison des cotes d'eau mesurées au droit de l'ADCP et calculés par le modèle TELEMAC-2D	688
Figure 92 : Comparaison des champs de courants calculés par le modèle TELEMAC-2D et issus de l'atlas des courants de marée (SHOM), pour un coefficient 95	689
Figure 93 : Comparaison des roses de courants mesurées par l'ADCP et calculées par le modèle TELEMAC-2D	690
Figure 94 : Variation spatiale de hauteur significative lors de la tempête Joachim à 04 :00 (nord golfe de Gascogne).....	691
Figure 95 : Variation spatiale de hauteur significative lors de la tempête Joachim à 04 :00 (De la presqu'île de Quiberon aux Sables d'Olonne)	692
Figure 96 : Variation spatiale de hauteur significative lors de la tempête du 02/01/2016 à 10:00 (nord golfe de Gascogne).....	692
Figure 97 : Variation spatiale de hauteur significative lors de la tempête du 02/01/2016 à 10 :00 (De la presqu'île de Quiberon aux Sables d'Olonne)	693
Figure 98 : Comparatif entre les prévisions PREVIMER et le modèle TOMAWAC – Tempête Joachim à pleine mer pour l'état initial.....	694
Figure 99 : Comparatif entre les prévisions PREVIMER et le modèle TOMAWAC – Tempête Joachim à basse mer pour l'état initial	694
Figure 100 : Comparatif entre les prévisions PREVIMER et le modèle TOMAWAC – Tempête du 02/01/2016 à pleine mer pour l'état initial.....	695
Figure 101 : Comparatif entre les prévisions PREVIMER et le modèle TOMAWAC – Tempête du 02/01/2016 à basse mer pour l'état initial.....	695
Figure 102 : Méthodologie et moyens mis en œuvre pour l'étude d'impact acoustique.....	709
Figure 103 : Description schématique de la plateforme opérationnelle de prévision des bruits	711
Figure 104 : Position des enregistreurs (en vert) et des émissions actives (en bleu) ayant servi à la calibration	715
Figure 105: Déploiement d'une cage instrumentée.....	715
Figure 106 : Algorithme de calcul des niveaux sonores.	716
Figure 107 : Système Pulse© mis en œuvre.	717
Figure 108 : Gabarit des niveaux de bruit émis par les navires en fonction de la fréquence et de leur catégorie.....	718
Figure 109 : Roses des vents du 10 au 17 décembre 2015 issues de la station Lidar d'EMYN.....	719
Figure 110 : Roses des vents du 3 au 19 mai 2016 issues de la station Lidar d'EMYN	720
Figure 111 : Aperçu 3D de la modélisation CadnaA (CadnaA)	721
Figure 112 : Niveaux de puissances acoustiques des éoliennes en fonction de la puissance unitaire de production électrique et selon des vitesses de vents définies Error! Bookmark not defined.	
Figure 113 : Compartiments, espèces et modalités de traitement pour l'analyse de l'état initial de la ressource (Source : BRLi 2015).....	724

Figure 114: Probabilité de collisions en fonction des options par mois (gauche) et en fonction de la fréquence des résultats (droite)	764
Figure 115 : Graduation des risques biologiques en fonction de l'éloignement à la ou les sources de bruit anthropique.....	773
Figure 116 : Périodes du cycle biologique couvertes par les stations d'enregistrement en 2014 et 2015	777
Figure 117 : Période du cycle biologique couverte par les enregistrements effectués en mer	777
Figure 118: Schéma du support du détecteur d'ultrasons SM2BAT, alimentation et microphone # 2 (©Biotope). Les câbles ne sont pas représentés, sauf sur le microphone.....	778
Figure 119 : Critères et niveaux d'enjeux retenus pour la synthèse des enjeux paysages et patrimoniaux	782
Figure 120 : Les grands principes du calcul	787
Figure 121 : Principe de calcul de l'angle vertical	787
Figure 122 : Principe de calcul de l'angle horizontal	788
Figure 123 : Principe de la synthèse des différents calculs de visibilité.....	789
Figure 124 : descriptif des 7 étapes de la méthodologie employée	807
Figure 125: source des données recueillies pour l'étude des effets socio-économiques	808
Figure 126 : représentation de la filière liée à la pêche professionnelle	809
Figure 127 : les déterminants de la rentabilité globale d'une entreprise de pêche	812
Figure 128 : synthèse des données à collecter.....	813
Figure 129 : les interactions à prendre en compte suite à l'implantation d'un parc éolien en mer	817
Figure 130 : principe de sélection des indicateurs de résultat	818
Figure 131 : le calcul de la VAD	819
Figure 132 : les 3 niveaux de valeur ajoutée	819
Figure 133: principe de sélection des indicateurs de suivi	821
Figure 134 : méthode de calcul de l'évaluation de niveau II selon les scénarios de gestion.....	825

TABLEAUX

Tableau 1 : Type d'éoliennes en mer sur le marché ou annoncées en 2013	31
Tableau 2 : Volume balayé par le rotor en fonction du modèle d'éolienne	33
Tableau 3 : Comparaison des scénarios « choix des éoliennes » au regard des composantes concernées	34
Tableau 4 : Superficies en mètre carrés (m ²) des substrats durs nouvellement disponibles par éolienne selon le type de fondation utilisée au sein des parcs éoliens de Belgique en mer du Nord (N.D = non déterminé).....	36
Tableau 5 : Comparaison des scénarios « choix des fondations » au regard des composantes techniques et environnementales	37
Tableau 6 : Comparaison des scénarios du choix des câbles inter-éoliennes	38
Tableau 7 : concertation au sein des différents groupes de travail de l'ICS (liste arrêtée à mai 2017)....	45
Tableau 8 : Exemple de tableau de synthèse des effets et des impacts	69
Tableau 9 : Exemple de tableau de synthèse des effets et des impacts pour un effet négligeable.....	70
Tableau 10 : Présentation des effets attendus en phases de construction et de démantèlement.....	73
Tableau 11 : Présentation des effets attendus en phase d'exploitation.....	74
Tableau 12 : Superficies sur lesquelles la morphostructure et la nature des fonds sont affectées en phase de construction	77
Tableau 13 : Estimation des concentrations théoriques maximales des différents métaux constituant les alliages (en g L ⁻¹) pour des épaisseurs de couche limite de 1 mm et de 1000 mm	103
Tableau 14 : Estimation des concentrations théoriques maximales (g*L ⁻¹) en Al et en Zn pour une anode en Al/In en fonction de l'épaisseur de la couche limite	104
Tableau 15 : Estimation des (en µg•L ⁻¹) des composés après dilution, à 20 m, pour une concentration initiale correspondant à celle d'une couche limite de 1m.....	105
Tableau 16 : Valeurs guides (en µg•L ⁻¹) des composés pour la protection des espèces (PNECs) en fonction des pourcentages de protection.	106
Tableau 17 : Superficies des fonds affectés en phase de construction.....	112
Tableau 18 : Estimation des superficies détruites pour chaque habitat benthique (P = pourcentage de l'assemblage)	114
Tableau 19 : Niveaux de bruit large bande estimés à leur origine et à la distance de référence de 750 m de leur origine en phase de travaux sur le parc de Yeu-Noirmoutier.....	120
Tableau 20 : Niveaux de référence internationaux pour les seuils de perturbation sonore des poissons	131
Tableau 21 : Niveaux d'impact du bruit perçu estimés en phase de construction sur la zone de projet pour les poissons.....	133
Tableau 22 : Principaux effets des phases de construction/de démantèlement des parcs éoliens en mer sur les mammifères marins	140
Tableau 23 : Niveaux de bruit large bande estimés à la distance de référence de 750 m de leur origine en phase de construction.....	141
Tableau 24 : Synthèse des seuils de perturbation acoustique pour les mammifères marins en fonction de l'énergie sonore	146
Tableau 25 : Niveaux de sensibilité retenus pour l'effet « Modification de l'ambiance sonore sous-marine »).....	147
Tableau 26 : Niveaux de sensibilité aux impacts acoustiques de la phase construction pour les mammifères marins en fonction des ateliers considérés	150
Tableau 27 : Synthèse des impacts acoustiques en phase de construction pour les mammifères marins	154
Tableau 28 : Synthèse des impacts de collision en phase de construction pour les mammifères marins	155
Tableau 29 : Analyse des impacts d'augmentation de turbidité en phase de construction pour les mammifères marins.....	157
Tableau 30 : Niveaux de sensibilité aux impacts acoustiques de la phase construction pour les tortues marines en fonction des ateliers considérés	161
Tableau 31 : Niveaux d'impact acoustique en phase de construction pour les tortues marines – Analyse intégrant le forage de pieux de fondations jacket et le trafic induit	162

Tableau 32 : Niveaux de sensibilité aux impacts acoustiques de la phase construction pour les poissons sans vessie natatoire en fonction des ateliers considérés.....	164
Tableau 33 : Niveaux d'impact acoustique en phase de construction pour les requins et le Poisson-lune – Analyse intégrant le forage de pieux de fondations jacket et le trafic induit	164
Tableau 34 : Niveaux d'impact par collision en phase de construction pour les tortues marines	166
Tableau 35 : Niveaux d'impact par collision en phase de construction pour les requins et le Poisson-lune.....	167
Tableau 36 : Niveaux d'impact par augmentation de turbidité en phase de construction pour les tortues marines	168
Tableau 37 : Principaux effets des parcs éoliens en mer sur l'avifaune.....	171
Tableau 38 : Evaluation des niveaux d'impact – Effet « Modification de trajectoire » en phase de construction	176
Tableau 39 : Synthèse des principaux effets des parcs éoliens en mer sur les chiroptères.....	183
Tableau 40 : Impacts par perturbations lumineuses en phase de construction pour les chiroptères	184
Tableau 41 : Sites Natura 2000 pouvant être affectés par des effets du projet	188
Tableau 42 : Niveaux de bruit large bande estimés en phase d'exploitation sur le parc de Yeu-Noirmoutier	202
Tableau 43 : Superficies en mètre carrés des substrats durs nouvellement disponibles par éolienne selon le type de fondation utilisée au sein des parcs éoliens de Belgique/Mer du nord. N.D = non déterminé	207
Tableau 44 : Niveaux d'impact du bruit perçu estimés en phase exploitation sur la zone du parc éolien (en dB réf. 1µPa ² s)	217
Tableau 45 : Niveaux de bruit large bande estimés à la distance de référence de 750 m de leur origine en phase d'exploitation.....	220
Tableau 46 : Synthèse des impacts acoustiques en phase d'exploitation pour les mammifères marins .	222
Tableau 47 : Synthèse des impacts de perte ou modification d'habitats pour les mammifères marins ..	223
Tableau 48 : Niveaux d'impact magnétique en phase d'exploitation / maintenance pour les mammifères marins	225
Tableau 49 : Analyse des impacts acoustiques en phase d'exploitation pour les tortues marines	226
Tableau 50 : Niveaux d'impact par collision en phase de construction pour les tortues marines	229
Tableau 51 : Analyse des impacts acoustiques en phase d'exploitation pour les grands pélagiques.....	230
Tableau 52 : Evaluation des niveaux d'impact – Effet « Déplacement / Habitats » en phase d'exploitation.....	234
Tableau 53 : Evaluation des nombres de collision probables par an pour les principales espèces.....	239
Tableau 54 : Evaluation des niveaux d'impact – Effet « Collision » en phase d'exploitation.....	242
Tableau 55 : Evaluation des niveaux d'impact – Effet « barrière ».....	251
Tableau 56 : Synthèse de la sensibilité des espèces à la collision/barotraumatisme en phase d'exploitation.....	258
Tableau 57 : Impacts par collision/barotraumatisme en phase d'exploitation pour les chiroptères	260
Tableau 58 : Evaluation des impacts par perturbations lumineuses et perturbations des trajectoires en phase d'exploitation.....	262
Tableau 59 : Distance de l'horizon suivant l'altitude de l'observateur.....	277
Tableau 60 : Visibilités horaires à la station de l'île d'Yeu 2011-2016	280
Tableau 61 : Dates de superposition visuelle entre éoliennes et coucher de soleil	283
Tableau 62 : Pourcentage du territoire avec éoliennes visibles.....	286
Tableau 63 : Pourcentage du territoire selon la hauteur apparente des éoliennes	287
Tableau 64 : Pourcentage du territoire selon l'angle horizontal du parc éolien	288
Tableau 65 : Pourcentage du territoire selon le niveau d'impact visuel.....	289
Tableau 66 : Grille d'appréciation théorique des impacts paysagers	292
Tableau 67 : Evaluation des niveaux d'impact	297
Tableau 68 : Evaluation des niveaux d'impact – Monuments historiques	300
Tableau 69 : Evaluation des niveaux d'impact – Sites protégés.....	302
Tableau 70 : Evaluation des niveaux d'impact – Secteurs sauvegardés et les AVAP	304
Tableau 71 : résultats des évaluations d'impacts économiques du scénario de construction considéré ..	314
Tableau 72 : résultats des évaluations d'impacts sociaux du scénario de construction considéré	315

Tableau 73 : Quantités de polluants atmosphériques émis par le trafic maritime en phase de construction	348
Tableau 74 : Quantités de polluants atmosphériques émis par le trafic maritime en phase de démantèlement.....	349
Tableau 75 : Tableaux des scénarios d'accidents retenus	354
Tableau 76 : Probabilités d'occurrence des scénarios d'accidents retenus.....	355
Tableau 77 : Matrice de criticité associée aux scénarios d'accidents retenus.....	355
Tableau 78 : Synthèse de l'impact sur la détection de chaque radar en fonction du type de cible	358
Tableau 79 : Localisation et caractéristiques des installations VHF portées à l'attention du maître d'ouvrage par le CROSS Etel.....	361
Tableau 80 : Quantités de polluants atmosphériques émis par le trafic maritime en phase d'exploitation.....	377
Tableau 81 : Emissions de GES lors des différentes étapes du cycle de vie du parc éolien en mer	378
Tableau 82 : Facteur d'émission de différentes productions électriques en France	379
Tableau 83 : Présentation des mesures d'évitement.....	410
Tableau 84 : Présentation des mesures de réduction.....	413
Tableau 85 : Impacts résiduels après applications des mesures d'évitement et de réduction	435
Tableau 86 : Présentation des mesures compensatoires	441
Tableau 87 : Présentation des suivis de l'efficacité des mesures ERC.....	465
Tableau 88 : Impacts sur les espèces protégées et implications réglementaires.....	504
Tableau 89: Présentation des engagements du maître d'ouvrage	513
Tableau 90 : Analyse multicritères des projets connus au regard des potentiels effets cumulés avec le projet éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier	531
Tableau 91 : Synthèse des principaux impacts estimés du projet de parc éolien en mer de Saint-Nazaire sur les oiseaux et niveau d'impacts cumulés pressenti avec le parc éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier	541
Tableau 92 : Synthèse des impacts cumulés des projets et demandes d'extraction de granulats marins (EGM) et opérations de dragage / clapage (D/C) avec le projet parc éolien en mer des Iles d'Yeu et de Noirmoutier	550
Tableau 93 : Synthèse des principaux impacts estimés du projet de parc éolien en mer de Saint-Nazaire pour les mammifères marins et niveau d'impacts cumulés pressenti avec le parc éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier.....	553
Tableau 94 : Synthèse des surfaces d'émergence des bruits cumulés du forage de fondation d'éolienne avec le battage de fondation monopieu du parc de Saint-Nazaire	557
Tableau 95 : Impacts cumulés des projets et demandes d'extraction de granulats marins et opérations de dragage / clapage avec le projet de parc éolien en mer des Iles d'Yeu et de Noirmoutier..	561
Tableau 96 : Synthèse des impacts envisagés du projet éolien en mer de Saint-Nazaire par espèce....	563
Tableau 97 : Impacts cumulés des deux parcs éoliens en mer	564
Tableau 98 : Impacts paysagers cumulés	567
Tableau 99 : Comparaison entre les paramètres et les concentrations des deux projets éoliens en mer	577
Tableau 100 : Concentrations en Al et Zn dans le milieu marin, relevées dans la littérature scientifique ou lors de campagne in situ	578
Tableau 101 : Surfaces d'emprise sur les fonds marins des différents projets pris en compte dans le cadre de l'analyse des effets cumulés	580
Tableau 102 : Caractéristiques de la nature des fonds sur l'emprise des projets retenus suivant la nomenclature EUNIS.....	582
Tableau 103 : Surfaces des habitats de substrats durs détruits par les projets éoliens.....	584
Tableau 104 : Surfaces d'emprise des projets à l'origine de restriction / interdiction potentielle de pêche	589
Tableau 105 : Documents retenus pour l'analyse de l'articulation du projet avec les plans, schémas et programmes.....	600
Tableau 106 : Articulation du projet avec le SDAGE Loire-Bretagne 2016-2021	604
Tableau 107 : Articulation du projet avec le PAGD du SAGE du Marais Breton et du bassin versant de la baie de Bourgneuf.....	607
Tableau 108 : Articulation du projet avec le SAGE du bassin de la Vie et du Jaunay	608
Tableau 109 : Articulation du projet avec le PAMM « Golfe de Gascogne »	609

Tableau 110 : Grille d'évaluation des niveaux d'enjeux à utiliser.....	643
Tableau 111 : Exemple de tableau de synthèse des effets.....	645
Tableau 112 : Méthode d'évaluation de l'importance de l'impact (principe 1 avec définition de la sensibilité)	649
Tableau 113 : Méthode d'évaluation de l'importance de l'impact (principe 2).....	650
Tableau 114 : Exemple de tableau de synthèse des effets et des impacts	651
Tableau 115 : Exemple de tableau de synthèse des effets et des impacts pour un effet négligeable	651
Tableau 116 : Synthèse des activités et des pressions sur l'environnement définies par le PAMM	652
Tableau 117 : Synthèse des composantes du bon état face aux pressions, d'après le PAMM	654
Tableau 118 : impacts potentiellement engendrés par les câbles électriques sous-marins	656
Tableau 119 : Analyse des interfaces possibles entre les dispositions, orientations, objectifs des plans, schémas et programmes et le projet de parc éolien en mer	658
Tableau 120 : Documents retenus pour l'analyse de l'articulation du projet avec les plans, schémas et programmes	663
Tableau 121 : Fiche type de présentation des mesures.....	665
Tableau 122 : Sélection des projets à retenir dans l'analyse des effets cumulés.....	669
Tableau 123 : Principales composantes environnementales concernés et effets cumulés associés	672
Tableau 124 : Synthèse des études environnementales réalisées pour le projet de parc éolien en mer des îles d'Yeu et de Noirmoutier	674
Tableau 125 : Paramètres du sondeur multifaisceaux	678
Tableau 126 : Paramètres du profileur de sédiments	678
Tableau 127 : Paramètres de l'appareil de sismique réflexion	678
Tableau 128 : Paramètres du profileur de sédiments	679
Tableau 129 : Paramètres de l'appareil de sismique réflexion.....	679
Tableau 130 : Paramètres du sondeur multifaisceaux	679
Tableau 131 : Récapitulatif des sondages réalisés sur le site du Projet (Horizon)	681
Tableau 132 : Données de base utilisées pour la mise en œuvre des modèles	682
Tableau 133 : Experts intervenus sur la thématique qualité de l'eau et des sédiments, et leurs domaines de compétence	699
Tableau 134 : Synthèse de l'effort d'échantillonnage sur l'aire d'étude immédiate (et ses proches abords) selon le compartiment étudié (eau ou sédiment)	699
Tableau 135 : Liste des paramètres analysés sur le prélèvement d'eau.....	704
Tableau 136 : Niveaux de référence concernant la qualité des sédiments.....	706
Tableau 137 : Définition des classes ou indices de contamination pour les 3 paramètres exprimant la pollution organique (Alzieu, 2003).....	707
Tableau 138 : Limites définissant les classes sédimentaires utilisées	707
Tableau 139 : Coordonnées et dates de mise à l'eau des instruments d'acoustique passive.....	713
Tableau 140 : Données des émissions sonores des éoliennes de différents constructeurs.....	Error!
Bookmark not defined.	
Tableau 141 : Hypothèse des niveaux de puissances acoustiques de l'éolienne de type AD8-180	723
Tableau 142 : Hypothèses des émissions sonores des éoliennes AD8-180 en fonction de la fréquence et des vitesses de vent à 10m	724
Tableau 143 : programme d'échantillonnage lors des campagnes scientifiques sur la ressource halieutique	726
Tableau 144 : Nature des fonds à l'endroit de chaque station d'échantillonnage selon la typologie Eunis	728
Tableau 145 : Grille de notation de l'aire d'étude la plus sollicitée (adultes)	738
Tableau 146 : Grille de notation de l'aire d'étude la plus sollicitée (Frayère)	739
Tableau 147 : Grille de notation de l'aire d'étude la plus sollicitée (nourricerie)	740
Tableau 148 : Grille de notation de l'évolution temporelle	741
Tableau 149 : Description des différents protocoles d'observation visuelle en mer	752
Tableau 150 : Bilan du nombre de sessions et fréquence moyenne des sorties en mer et à la côte (avifaune)	753
Tableau 151 : Bilan du nombre de sessions d'expertises d'observation en mer par période biologique et par année de suivi (deux cycles annuels)	753

Tableau 152 : Note attribuée aux critères des listes rouges utilisés pour déterminer la valeur	755
Tableau 153: Note attribuée pour le critère "Localisation" (oiseaux migrateurs et hivernants)	755
Tableau 154: Note attribuée pour le critère "Localisation" (oiseaux marins nicheurs).....	756
Tableau 155 : Paramètres utilisés dans la modélisation des collisions avec les éoliennes en mer.....	761
Tableau 156 : Description des paramètres des options du modèle de collision	763
Tableau 157: Linéaires et proportion de la distance totale parcourue par gammes bathymétriques, pour les trois protocoles d'observation	767
Tableau 158 : Synthèse des protocoles de mesure acoustique et des résultats attendus	768
Tableau 159: Note attribuée aux critères des listes rouges et autres statuts utilisés	769
Tableau 160: Note attribuée pour le critère "Localisation"	770
Tableau 161: Synthèse des seuils de perturbation sonore pour les mammifères marins et poissons susceptibles d'être présents dans la zone d'étude.....	775
Tableau 162: Note attribuée aux critères des listes rouges et autres statuts utilisés	779
Tableau 163: Informations utilisées pour la notation du critère « Localisation »	780
Tableau 164 : Coefficients pour la définition des sensibilités patrimoniales (monuments historiques)...	785
Tableau 165 : Coefficients pour la définition des sensibilités patrimoniales (sites inscrits, classés, AVAP)	785
Tableau 166 : coefficients pour la définition des sensibilités patrimoniales (monuments historiques) ...	796
Tableau 167 : coefficients pour la définition des sensibilités patrimoniales (sites inscrits, classés, AVAP)	796
Tableau 168 Grille de criticité	804
Tableau 169 : Liste des Equipements	806
Tableau 170: 111 navires des Pays de la Loire concernés par l'« aire d'étude activité de pêche VALPENA »	811
Tableau 171 : présentation des 54 navires échantillonnés.....	814
Tableau 172 : représentativité des données de vente en halles à marée des Pays de la Loire	815
Tableau 173: principales catégories d'acheteurs s'approvisionnant dans les halles à marée des Pays de la Loire.....	816
Tableau 174 : les scénarios de gestion appliqués pour l'analyse de l'impact	824
Tableau 175: Distance de détection, en milieux ouverts et semi-ouverts, des principales espèces de chiroptères de France	841
Tableau 176 : Résultats détaillés des modélisations de collision.....	905
Tableau 177 : Synthèse des niveaux d'impact résiduels à une échelle locale et conséquences des impacts à l'échelle des populations.....	910

PHOTOGRAPHIES :

Photographies 1 : Illustrations des fonds de la station N26	78
Photographies 2 : Anode sacrificielle (gauche) et disposition sur une fondation de type jacket (droite)	101
Photographies 3 : Croissance horizontale de l'ascidie Botryllus schlosserii sur la même face d'un même bloc après 2 et 4 mois d'immersion	117
Photographie 4 : Aperçu d'une fondation gravitaire en béton colonisée sur sa partie supérieure au sein du parc éolien en mer de Thornton Bank (Belgique)	207
Photographie 5 : vue sur les éoliennes avec un rotor orienté face à l'observateur depuis la Guérinière sur l'île de Noirmoutier	274
Photographie 6 : vue sur les éoliennes avec un rotor orienté de profil par rapport à l'observateur depuis la plage de Ker Châlon, sur l'île d'Yeu	275
Photographie 7 : Le parc de Middelgrunden par Yann-Arthus Bertrand.....	276
Photographie 8 : Exemple d'antenne radio goniométrique VHF	360
Photographie 9 : Exemple de dispositif d'enregistrement acoustique avec alimentation par panneau solaire (installé sur un mât treillis)	485
Photographie 10 : Exemple de système de protection du microphone (potence acier).....	485
Photographie 11 : Enregistreur SM3Bat (Wildlife acoustics).....	485
Photographie 12 : Aperçu du navire TZIGANE	700
Photographie 13 : Travail à bord du navire ESTRAN	700
Photographie 14 : Paramétrage du boîtier d'enregistrement de la sonde, et immersion.....	701
Photographies 15 : A gauche, aperçu de la benne « Day », de la colonne de tamis et du conditionnement. A droite, l'allure du sédiment à la station N03.....	703
Photographies 16 : tri et mesure des individus (de gauche à droite : bac de poissons, homard, prise de notes).....	728
Photographies 17: Fileyeur le "Bad Boy" (à gauche au premier plan) et filet à poissons (à droite)	729
Photographies 18: Filage (pose) des filets (à gauche) et Virage (relève) des filets (à droite)	729
Photographies 19 : tri et mesure des individus	729
Photographies 20 : Support nautique utilisé (à gauche) et filage (pose) des casiers (à droite)	730
Photographies 21 : Tri (en haut à gauche) et mesure des crustacés	730
Photographies 22 : Chalutier Déesse de l'Océan (à gauche) et Double filet bongo (à droite).....	731
Photographies 23 : Volucompteur disposé sur l'ouverture du filet (à gauche) et collecteur situé à l'extrémité du filet (à droite).....	731
Photographies 24 : Mise à l'eau des filets et remontée des filets	732
Photographies 25 : Phase de rinçage des filets	732
Photographies 26 : Détail d'un collecteur : jeune poisson recueilli dans le collecteur	732
Photographies 27 : Poste de pilotage, équipement de positionnement du bateau et sonde multi-paramètre	733
Photographie 28 : Bateau utilisé lors des inventaires.....	751
Photographie 29 : Avion Britten-Norman Islander utilisé pour les inventaires	751
Photographie 30 Bateau de pêche sur lequel le dispositif d'enregistrement a été installé.....	777
Photographie 31 Installation du dispositif sur le bateau de pêche).....	777
Photographie 32 : Schéma du montage du détecteur et du microphone # 2 sur la bouée.....	778
Photographie 33 : Dispositif mis en place sur la bouée	778

1 Préambule



1.1	Contexte et objectifs du programme	19
1.2	EMYN : maître d'ouvrage pour le parc éolien en mer	21

1.1 Contexte et objectifs du programme

Le plan de développement des énergies renouvelables de la France issu du Grenelle de l'environnement et présenté le 17 novembre 2008 vise à augmenter de 20 millions de tonnes équivalent pétrole (Mtep) la production annuelle d'énergies renouvelables pour porter la part des énergies renouvelables à au moins 23 % de la consommation d'énergie finale d'ici à 2020.

Cet objectif a été inscrit dans la loi n°2009-967 du 3 août 2009 de programmation relative à la mise en œuvre du Grenelle de l'environnement. Ce plan, décliné par le Grenelle de la mer, prévoit le développement de 6 000 MW d'installations éoliennes en mer et d'énergies marines en France à l'horizon 2020.

Dans ce cadre, et suite à la mise en place d'« instances de concertation et de planification » visant à identifier des zones propices au développement de l'éolien en mer, au regard des enjeux techniques, réglementaires, environnementaux et socio-économiques, le gouvernement a lancé en mars 2013 un second appel d'offres pour la réalisation de parcs éoliens en mer répartis sur deux zones et portant sur une puissance maximale totale de 1 000 mégawatts : Le Tréport et Îles d'Yeu et Noirmoutier.

Le cahier des charges de cet appel d'offres a désigné RTE comme maître d'ouvrage et maître d'œuvre des études, et de la réalisation du raccordement de chaque zone de production, le poste électrique pour chaque projet étant localisé en mer sous maîtrise d'ouvrage du consortium lauréat de l'appel d'offres.

Le 3 juin 2014, le site des îles d'Yeu et de Noirmoutier a été attribué au Consortium pour une puissance nominale de 496 MW. L'autorisation d'exploiter ce projet a été transférée à la société « Eoliennes en Mer des îles d'Yeu et de Noirmoutier » (EMYN).

Ce projet de parc ainsi que les ouvrages nécessaires à son exploitation (raccordement, bases portuaires de maintenance) constituent un programme, soumis à étude d'impact sur l'environnement.

Cette étude d'impact environnemental du programme a été réalisée et organisée en plusieurs documents présentés ci-après :

- ▶ Document 1 : Résumé non technique du Programme ;
- ▶ Document 2 : Description du Programme et état initial commun ;
- ▶ **Document 3 : Impacts et mesures du parc éolien en mer ;**
- ▶ Document 4 : Impacts et mesures du raccordement électrique du parc éolien au réseau public à terre ;
- ▶ Document 5 : Impacts et mesures de la base d'exploitation et de maintenance de Port-Joinville (île d'Yeu) ;
- ▶ Document 6 : Impacts et mesures de la base d'exploitation et de maintenance de L'Herbaudière (île de Noirmoutier) ;
- ▶ Document 7 : Impacts et mesures du Programme.

Conformément aux alinéas 3° à 10° de l'article R.122-5 du Code de l'environnement, dans sa rédaction applicable à la présente étude d'impact, c'est-à-dire antérieure au décret n°2016-1110 du 11 août 2016, l'étude d'impact doit comporter :

- ▶ Une analyse des effets négatifs et positifs, directs et indirects, temporaires (y compris pendant la phase des travaux) et permanents, à court, moyen et long terme, du projet sur l'environnement,
- ▶ Une analyse des effets cumulés du projet avec d'autres projets connus,
- ▶ Une esquisse des principales solutions de substitution examinées par le pétitionnaire ou le maître d'ouvrage et les raisons pour lesquelles, eu égard aux effets sur l'environnement ou la santé humaine, le projet présenté a été retenu ;
- ▶ Les éléments permettant d'apprécier la compatibilité du projet avec l'affectation des sols définie par le document d'urbanisme opposable, ainsi que, si nécessaire, son articulation avec les plans, schémas et programmes mentionnés à l'article R. 122-17, et la prise en compte du schéma régional de cohérence écologique dans les cas mentionnés à l'article L. 371-3 ;
- ▶ Les mesures prévues par le pétitionnaire ou le maître de l'ouvrage pour :
 - éviter les effets négatifs notables du projet sur l'environnement ou la santé humaine et réduire les effets n'ayant pu être évités ;
 - compenser, lorsque cela est possible, les effets négatifs notables du projet sur l'environnement ou la santé humaine qui n'ont pu être ni évités ni suffisamment réduits. S'il n'est pas possible de compenser ces effets, le pétitionnaire ou le maître d'ouvrage justifie cette impossibilité.
- ▶ Une présentation des méthodes utilisées pour établir l'état initial visé au document 2 de l'étude d'impact du programme et évaluer les effets du projet sur l'environnement et, lorsque plusieurs méthodes sont disponibles, une explication des raisons ayant conduit au choix opéré ;
- ▶ Une description des difficultés éventuelles, de nature technique ou scientifique, rencontrées par le maître d'ouvrage pour réaliser cette étude ;
- ▶ Les noms et qualités précises et complètes du ou des auteurs de l'étude d'impact et des études qui ont contribué à sa réalisation ;

Le présent document (Document 3) présente l'ensemble de ces éléments.

1.2 EMYN : maître d'ouvrage pour le parc éolien en mer

La société Eoliennes en mer Iles d'Yeu et de Noirmoutier (EMYN), société par action simplifiée, dont l'actionariat est constitué des sociétés ENGIE, EDP Renewables et de la Caisse des dépôts.



Acteur mondial de l'énergie, Engie est le premier producteur éolien terrestre en France, en Belgique et au Portugal. Il est aussi un acteur des énergies marines renouvelables, tant dans l'éolien en mer (attributaire du projet Mermaid en Belgique – 450 MW) que dans le domaine de l'hydrolien). Producteur de gaz naturel offshore, il dispose d'une expertise dans la construction et l'exploitation d'installations en haute mer.



Premier énergéticien portugais, le groupe EDP (Energias de Portugal) est, via sa filiale EDP Renewables (EDPR), le troisième producteur éolien terrestre en France et dans le monde. Il exploite depuis trois ans un démonstrateur éolien flottant de 2 MW au large du Portugal. Il est développeur et futur opérateur de sites éoliens en mer en Ecosse.



La Caisse des Dépôts et ses filiales constituent un groupe public, investisseur de long terme au service de l'intérêt général et du développement économique des territoires. Sa mission a été réaffirmée par la loi de modernisation de l'économie du 4 août 2008. Reconnu pour son expertise dans la gestion de mandats, le Groupe concentre son action sur quatre transitions stratégiques pour le développement à long terme de la France : les transitions territoriale, écologique et énergétique, numérique et démographique.

EMYN est détentrice de l'autorisation d'exploiter sur le lot n° 2 délivrée suite à l'appel d'offres de l'Etat n°2013/S 054-08841 portant sur la construction et l'exploitation de deux installations éoliennes de production d'électricité implantées en mer en France métropolitaine.

EMYN a pour objet, le financement, la conception, le développement, la construction, la propriété, l'exploitation, l'entretien, la maintenance et le démantèlement d'installations de production d'électricité de source éolienne installées en mer, ainsi que la commercialisation de ladite production d'électricité ; de procéder directement ou indirectement, par voie de prises de participations sous forme de souscription, d'achats de titres ou droits sociaux, de création de sociétés et de groupements nouveaux, d'apport, de commandite, de fusion, d'alliance, d'association en participation ou de prise ou de dation en location ou location-gérance de tous biens et autres droits.

2 Présentation des variantes examinées et raison du choix du projet



Sommaire

2.1	Préambule	27
2.2	Définition de la zone de l'appel d'offres par l'Etat	27
2.3	Scénario « Offre » : construction du scénario de l'offre remise à l'Etat	30
2.3.1	La définition de la zone d'implantation au sein de la zone de l'appel d'offres	30
2.3.2	Le choix de l'éolienne	31
2.3.2.1	Les emprises sur les fonds marins	32
2.3.2.2	Le temps de construction du parc éolien	32
2.3.2.3	Le nombre d'obstacles en mer	33
2.3.3	Le choix des fondations	35
2.3.4	Le choix de la tension du câble	38
2.3.5	Le choix de l'implantation (éolienne, câble, poste de livraison en mer)	39
2.3.5.1	Prise en compte des critères et caractéristiques imposés par le cahier des charges de l'appel d'offres	40
2.3.5.2	Respect de la réglementation en termes de balisage maritime et aéronautique afin d'assurer la sécurité de la navigation maritime et aérienne	40
2.3.5.3	Prise en compte des enjeux du milieu naturel	40
2.3.5.4	Prise en compte des pratiques de pêche et autres activités existantes sur la zone	41
2.3.5.5	Prise en compte des contraintes de sol	42
2.3.5.6	Prise en compte des enjeux paysagers et patrimoniaux	42
2.3.6	La prise en compte des acteurs du territoire tout au long du processus de définition de l'offre	43
2.4	Scénario retenu : évolution du scénario « Offre »	44
2.4.1	Prise en compte des résultats des études de levées de risques	44
2.4.2	Prise en compte des échanges menés dans le cadre de l'Instance de concertation et de suivi	44
2.4.3	Prise en compte des conclusions du Débat public	47
2.4.4	Optimisation du projet	50
2.4.4.1	Evolution du schéma l'implantation des éoliennes	50
2.4.4.2	Insertion paysagère	51
2.4.4.3	Réduction de l'impact sur l'avifaune	53
2.4.4.4	Amélioration de la cohabitation avec les activités de pêche et la sécurité de navigation	53
2.4.4.5	Evolution du plan de câblage	54
2.4.4.6	Synthèse du projet retenu	55

Table des illustrations

CARTES

Carte 1 : définition de la zone d'implantation au sein de la zone de l'appel d'offre	30
Carte 2 : Présentation de l'implantation en fonction de la puissance de l'éolienne (3, 5, 6 et 8 MW)	32
Carte 3 : Comparaison d'implantation entre une tension de câble de 33kv et une tension de câble de 66kv	38
Carte 4 : Prise en compte des contraintes	39
Carte 5 : Evolution de l'implantation des éoliennes depuis l'offre	50
Carte 6 : distances inter-éoliennes et couloirs pour chaque implantation	53
Carte 7 : Evolution du plan de câblage depuis l'offre	54
Carte 8 : synthèse de l'évolution du projet : du scénario « offre » (en transparence) au scénario « retenu »	56

FIGURES

Figure 1 : les zones du premier et deuxième appel d'offres éolien en mer	28
Figure 2 : synthèse relative à l'éolien posé au large des Pays de la Loire, présentée lors de la réunion de concertation du 27 janvier 2010	29
Figure 3 : les trois grands types de fondation	35
Figure 4 : Zones de fouling détaillées au tableau précédent.	37
Figure 5 : nombre d'alignement principaux et secondaires entre les deux implantations	51
Figure 6 : photomontage depuis la pointe du but avec l'implantation de l'offre	51
Figure 7 : photomontage depuis la pointe du but avec l'implantation du projet retenu	52
Figure 8 : photomontage depuis la plage de Ker Châlon avec l'implantation de l'offre (V1)	52
Figure 9 : photomontage depuis la plage de Ker Châlon avec l'implantation du projet retenu (V2)	52
Figure 10 : photomontage depuis la pointe du Devin avec l'implantation de l'offre (V1)	52
Figure 11 : photomontage depuis la plage du Devin avec l'implantation du projet retenu (V2)	52
Figure 12 : processus ayant amené au « scénario retenu »	55

TABLEAUX

Tableau 1 : Type d'éoliennes en mer sur le marché ou annoncées en 2013	31
Tableau 2 : Volume balayé par le rotor en fonction du modèle d'éolienne	33
Tableau 3 : Comparaison des scénarios « choix des éoliennes » au regard des composantes concernées	34
Tableau 4 : Superficies en mètre carrés (m ²) des substrats durs nouvellement disponibles par éolienne selon le type de fondation utilisée au sein des parcs éoliens de Belgique en mer du Nord (N.D = non déterminé)	36
Tableau 5 : Comparaison des scénarios « choix des fondations » au regard des composantes techniques et environnementales	37
Tableau 6 : Comparaison des scénarios du choix des câbles inter-éoliennes	38
Tableau 7 : concertation au sein des différents groupes de travail de l'ICS (liste arrêtée à mai 2017)	45

2.1 Préambule

A l'issue d'un processus de débat national, l'Etat français a adopté, le 17 août 2015, la loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte, dont les grands objectifs finaux sont les suivants :

- ▶ « Réduire les émissions de gaz à effet de serre (GES) de 40% entre 1990 et 2030 » ;
- ▶ « Porter la part des énergies renouvelables à 23% dans notre consommation énergétique finale brute d'énergie en 2020 et à 32% en 2030 » ;
- ▶ « Porter la part du nucléaire à 50% dans la production d'électricité à l'horizon 2025 ».

La France est en effet en capacité de tenir un rôle significatif dans le développement des énergies marines renouvelables. Avec ses trois façades maritimes et 3 500 km de côtes, elle possède le deuxième gisement potentiel d'éolien en mer d'Europe.

Le gouvernement a lancé en 2009 une action de concertation et de planification visant à accélérer le déploiement des énergies marines renouvelables afin d'atteindre 3 000 MW de capacités d'éolien en mer d'ici 2023 et de développer une filière industrielle française.

Quatre projets de parcs éoliens ont été retenus en 2012 au large des côtes françaises lors d'un premier appel d'offres, pour une puissance installée totale de près de 2000 MW (Fécamp, Courseulles-sur-Mer, Saint-Brieuc, Saint-Nazaire). Le projet de parc éolien au large des îles d'Yeu et de Noirmoutier¹ ainsi que celui de Dieppe – Le Tréport ont été attribués au terme d'un 2^{ème} appel d'offres² de l'État en juin 2014, pour une capacité totale de près de 1 000 MW.

2.2 Définition de la zone de l'appel d'offres par l'Etat

Préalablement au lancement du premier appel d'offres, un processus de concertation avait été mené entre 2009 et 2011 sous l'égide des Préfets de région et des Préfets maritimes sur chaque façade maritime (Manche - mer du Nord, Atlantique, Méditerranée)³ afin de déterminer les zones propices au développement de l'éolien en mer en France. Ces instances de concertation ont rassemblé la plupart des parties prenantes : collectivités territoriales, usagers de la mer, associations de protection de l'environnement, représentants de porteurs de projets éoliens, services de l'État, ports autonomes, le Conservatoire du littoral, l'Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer (IFREMER), l'Agence de l'environnement et de maîtrise de l'énergie (ADEME), le Service hydrographique et océanographique de la marine (SHOM) et le gestionnaire du réseau public de transport d'électricité (RTE).

La sélection des zones a été effectuée par l'État, sous couvert des recommandations de la DGEC⁴ et des préfetures, au regard des enjeux techniques, réglementaires, environnementaux et socio-économiques spécifiques à chaque territoire. Une attention particulière a été portée au respect des activités liées à la pêche professionnelle et au tourisme.

¹ La zone entre les îles d'Yeu et de Noirmoutier a été choisie notamment en raison de ses caractéristiques favorables à l'implantation d'un parc éolien en mer : la ressource en vent (environ 9 mètres/seconde à 120 m de hauteur), la bathymétrie (entre - 17 m et - 35 m) et la nature rocheuse du sous-sol marin.

² Appel d'offres n°2013/S054-088441 du 16 mars 2013.

³ Les informations relatives au processus de concertation en Pays de la Loire pour la détermination des zones propices "de moindres contraintes" pour l'éolien en mer se trouvent sur le site internet de la DREAL : <http://www.pays-de-la-loire.developpement-durable.gouv.fr/reunions-de-concertation-r1093.html>

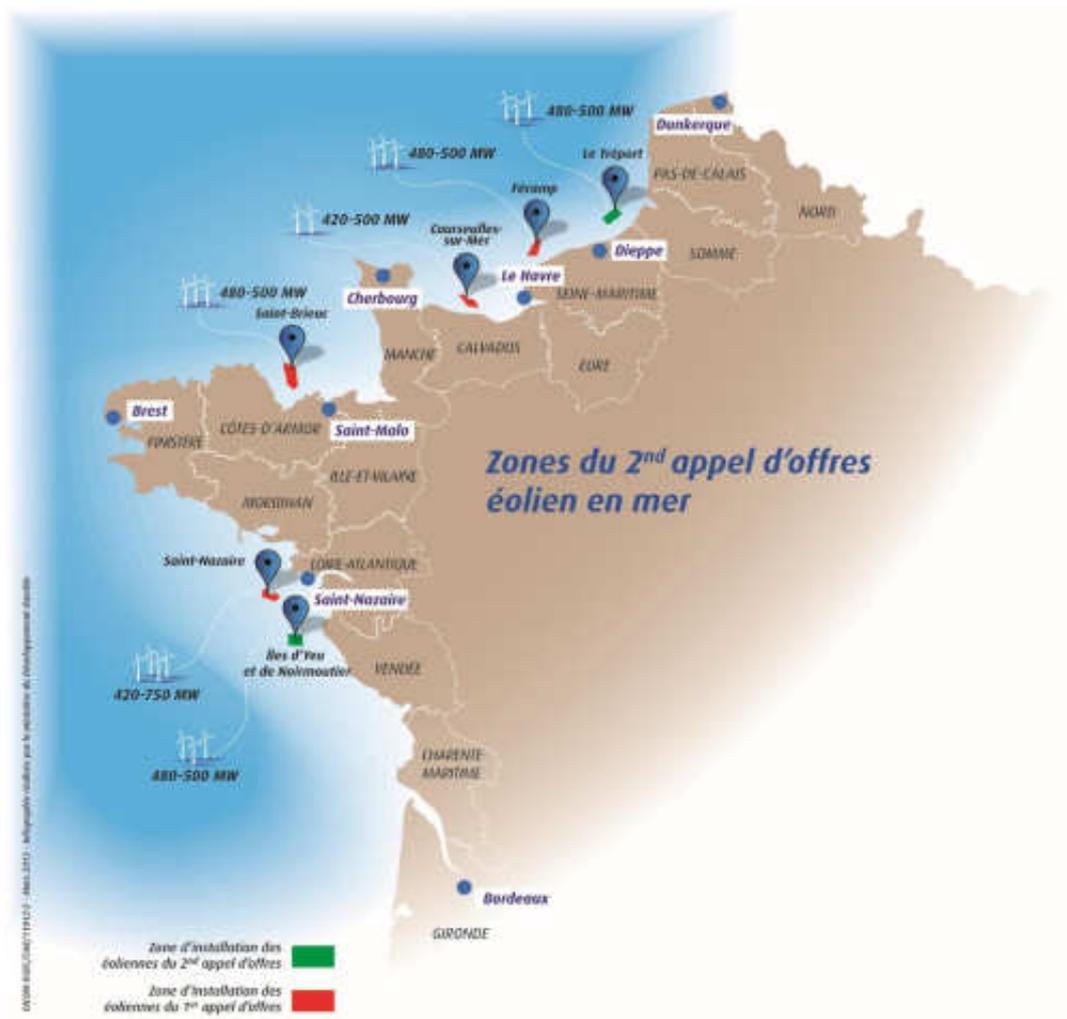
⁴ Direction Générale de l'Energie et du Climat

2. Présentation des variantes examinées et raison du choix du projet

2.2 Définition de la zone de l'appel d'offres par l'Etat

2.3.1 La définition de la zone d'implantation au sein de la zone de l'appel d'offres

Figure 1 : les zones du premier et deuxième appel d'offres éolien en mer



Source : MEEM

L'inventaire de ces enjeux, couplé à une analyse de pondération des contraintes, a permis de déterminer :

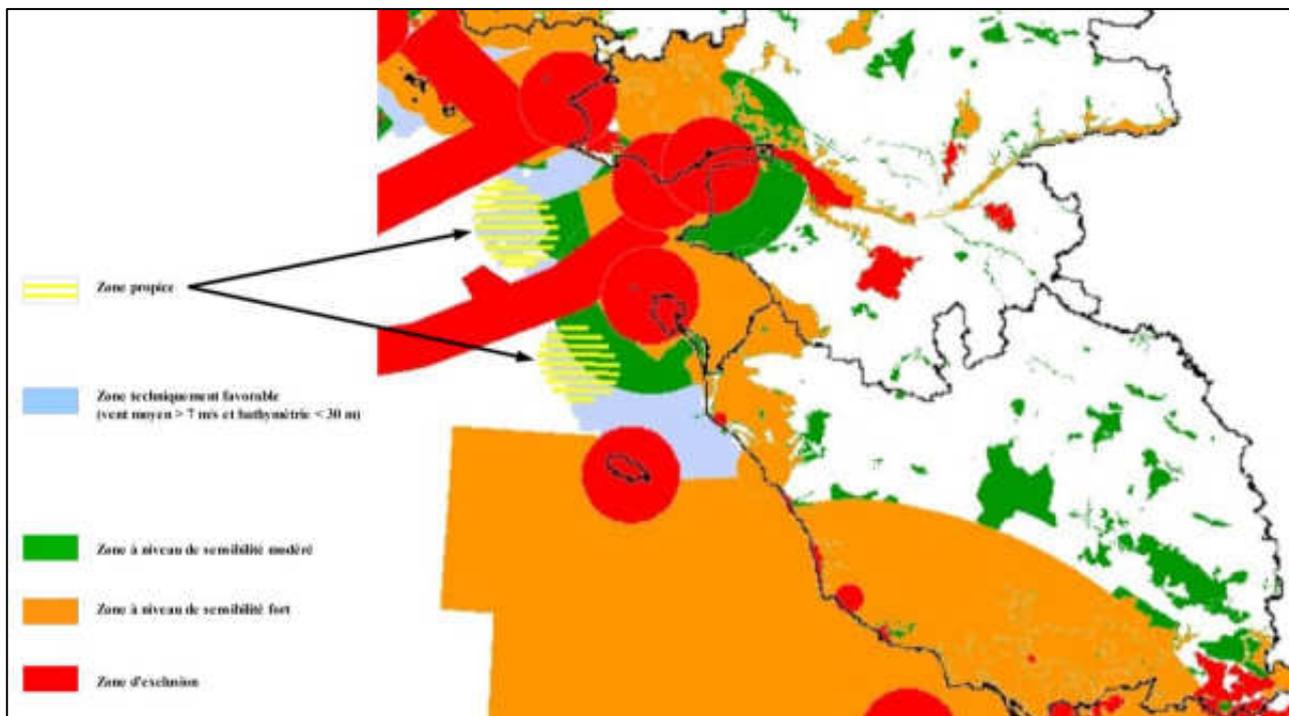
- ▶ Les zones pour lesquelles tout projet éolien est a priori exclu ;
- ▶ Les zones de fort enjeu, c'est-à-dire celles au sein desquelles les contraintes à l'établissement d'un parc sont importantes ;
- ▶ Les zones d'enjeu modéré qui s'apparentent, à un stade préliminaire d'examen, aux zones propices à l'implantation de parc éolien.

Au terme des consultations et dans le cadre du 2^{ème} appel d'offres, les zones au large des îles d'Yeu et de Noirmoutier, ainsi qu'au large de Dieppe et du Tréport, ont été identifiées par l'État comme étant des « zones d'enjeu modéré ».

Le cahier des charges de l'appel d'offres de l'État, établi sur proposition de la Commission de régulation de l'énergie (CRE) et arrêté par le ministre chargé de l'énergie, a fixé des exigences à respecter par les candidats :

- ▶ Le périmètre géographique de la zone : concernant le projet de parc éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier, la zone d'implantation se situe dans l'océan Atlantique, à environ 11,7 km de l'île d'Yeu et 16,5 km de l'île de Noirmoutier, pour une surface de 112 km² ;
- ▶ La puissance du parc : une puissance minimale de 480 MW et maximale de 500 MW à installer (pour chaque parc) ;
- ▶ Les conditions de raccordement au réseau de transport d'électricité (nombre de points et de liaisons) ;
- ▶ Un calendrier de réalisation.

Figure 2 : synthèse relative à l'éolien posé au large des Pays de la Loire, présentée lors de la réunion de concertation du 27 janvier 2010



Source : Dreal Pays de la Loire, 2010

L'attribution du projet éolien en mer des îles d'Yeu et de Noirmoutier confère au lauréat et donc au futur maître d'ouvrage non pas la possibilité de construire son projet, mais une garantie d'achat de l'électricité à un prix fixe pendant 20 ans. Charge au lauréat/maître d'ouvrage d'obtenir par la suite toutes les autorisations nécessaires à sa construction.

Pour aborder ce chapitre sur la présentation des variantes examinées et raison du choix du projet, il faut rappeler que le maître d'ouvrage a remporté un appel d'offres sur la base d'un projet de parc éolien sur une zone définie (donc non modifiable) équipée de 62 éoliennes de puissance unitaire de 8 MW qui lui ont permis de proposer un prix (non modifiable) de vente de l'électricité produite. Les modifications apportées au projet initial, que nous appellerons ici « scénario offre » sont justifiées par les études de levée de risques définies par le cahier des charges de l'appel d'offres.

Dans ce chapitre nous allons par conséquent expliquer de quelle manière le candidat à l'appel d'offres a établi son « scénario offre » et comment au regard des études qu'il a mené le maître d'ouvrage a abouti à un « scénario retenu ».

2. Présentation des variantes examinées et raison du choix du projet

2.3 Scénario « Offre » : construction du scénario de l'offre remise à l'Etat

2.3.1 La définition de la zone d'implantation au sein de la zone de l'appel d'offres



2.3 Scénario « Offre » : construction du scénario de l'offre remise à l'Etat

Le parc est situé à 11,7 km de l'île d'Yeu et à 16,5 km au large des côtes de Noirmoutier. Le projet présente des enjeux environnementaux, paysagers et des activités locales compatibles avec l'implantation d'éoliennes.

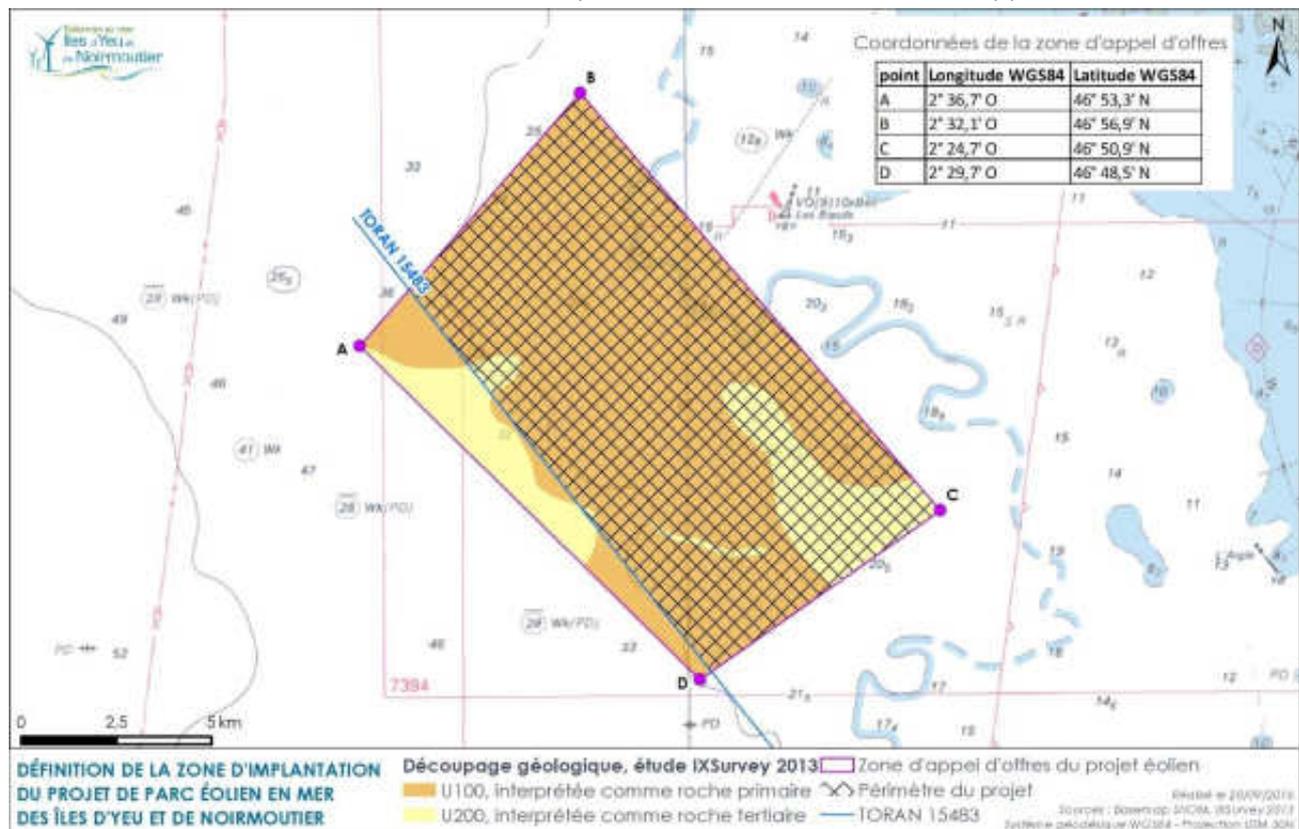
Au regard des caractéristiques techniques identifiées par le Candidat, celui-ci a proposé un projet optimisé qui minimise les impacts sur les activités existantes et l'environnement.

2.3.1 La définition de la zone d'implantation au sein de la zone de l'appel d'offres

Le maître d'ouvrage a dès le départ fait le choix d'éviter la zone située à l'ouest du Toran 15483, réduisant l'emprise de son projet à 83 km² contre les 112 km², soit 74% de la totalité de la surface du lot définie par l'Etat, et ainsi éviter ou réduire certains impacts engendrés par l'installation puis l'exploitation des éoliennes.

Le quadrillage de la carte 28 représente la surface du lot utilisée par le maître d'ouvrage, la zone à forts enjeux de 29 km² située à l'ouest du Toran 15483 est évitée.

Carte 1 : définition de la zone d'implantation au sein de la zone de l'appel d'offre



Ce choix bénéficie à :

- ▶ la pêche professionnelle : en préservant les pratiques de pêche professionnelle au chalut réalisées à l'ouest de cette ligne ;
- ▶ le benthos : en évitant les pertes d'habitats et la destruction des peuplements et habitats benthiques sur substrat meuble ;
- ▶ la dynamique hydrosédimentaire : en évitant la remise en suspension de sédiments durant l'installation des fondations des éoliennes plus importante que sur substrat dur ;
- ▶ l'avifaune : en évitant une zone d'intérêt plus marquée pour l'avifaune, notamment les alcidés (zones de fortes concentrations), l'Océanite tempête et la Mouette pygmée.

2.3.2 Le choix de l'éolienne

En 2013, le maître d'ouvrage (alors candidat) a étudié plusieurs propositions de fournisseur d'éoliennes.

Tableau 1 : Type d'éoliennes en mer sur le marché ou annoncées en 2013

Puissance unitaire (MW)	Nombre de machine nécessaires au projet	Puissance totale (MW)
3	166	498
5	100	500
6	83	498
8	62	496

L'analyse a, dans une première approche, reposé sur la combinaison des paramètres « zone propice », « intervalle de puissance installée imposée », « prise en compte de l'environnement et des activités existantes » et a conduit le maître d'ouvrage à retenir une éolienne ayant la puissance unitaire la plus importante. Cette appréciation a d'ailleurs été prise en compte lors de l'évaluation de l'offre par l'Etat puisqu'une note maximale de 10 points était accordée pour le choix d'une éolienne de puissance unitaire supérieure ou égale à 8 MW.

A titre d'illustration, les cartes ci-dessous présentent de possibles implantations en fonction de la puissance unitaire considérée par éolienne (3 MW, 5 MW, 6 MW et 8 MW).

2.3.2.3 Le nombre d'obstacles en mer

La partie aérienne (émergée) des infrastructures installées a quant à elle des impacts sur le paysage (visibilité), les oiseaux et chiroptères (potentiellement « collision » et « effet barrière ») ainsi que la sécurité maritime (« navigation », potentiellement « collision »).

Le maître d'ouvrage s'est donc rapproché de certains de ses sous-traitants pour étudier l'intérêt de retenir une éolienne de plus forte puissance:

- Concernant l'avifaune, la réduction du nombre d'éolienne sur une même zone autorise un espacement entre éoliennes plus important. Ainsi, les couloirs d'éoliennes ont été espacés de 900 m selon un axe nord-ouest/sud-est et la distance inter-éoliennes est comprise entre 1200 et 1800 mètres. Ces larges couloirs permettent de faciliter le déplacement de ces espèces. Contrairement aux emprises au sol et aux volumes occupés par les fondations, les volumes balayés par le rotor des éoliennes n'ont toutefois pas été réduits. Néanmoins, l'importante hauteur entre le bout de pale et le niveau de la mer (entre 27 et 36 mètres au-dessus du niveau de la mer) permet à de nombreuses espèces volant à faible hauteur (entre 0 et 20 mètres) de ne pas être concernées par le risque de collision.
- Concernant le paysage, l'effet de sillage⁵ impose des espacements entre éoliennes. Cet écartement est d'autant plus grand que le diamètre du rotor est important ce qui a fortiori ne conduit pas à utiliser moins d'espace. Néanmoins la densité d'éolienne est moins importante. Un moins grand nombre d'éoliennes entraîne également une plus grande flexibilité dans leur agencement les unes par rapport aux autres. En outre le balisage aéronautique est réduit puisque le nombre d'obstacles à baliser est moins important. La perception du parc éolien est ainsi améliorée.
- Concernant la sécurité maritime, le fait de réduire le nombre d'éolienne sur une surface dont les limites sont fixes permet de réduire le risque de collisions maritimes non seulement en raison de la réduction du nombre d'obstacles mais aussi en raison des distances plus importantes entre les obstacles facilitant les manœuvres des navires.

Tableau 2 : Volume balayé par le rotor en fonction du modèle d'éolienne

Puissance unitaire (MW)	Type d'éolienne considérée	Hauteur des éoliennes (moyeu) (m)	Diamètre du rotor (m)	Volume balayé par le rotor (m ³)	Nombre d'éoliennes	Volume total (m ³)
3	Siemens SWT-101	120	101	539464	166	89551081
5	Areva M5000	120	135	1288249	100	128824934
6	Siemens SWT-120	120	120	904778	83	75096631
8	Adwen 8 MW	122	180	3053628	62	189324940

⁵ Effet se traduisant par une augmentation des turbulences et une perte de vitesse du vent en aval de la rotation du rotor d'une éolienne.

2. Présentation des variantes examinées et raison du choix du projet

2.3 Scénario « Offre » : construction du scénario de l'offre remise à l'Etat

2.3.2 Le choix de l'éolienne



Tableau 3 : Comparaison des scénarios « choix des éoliennes » au regard des composantes concernées

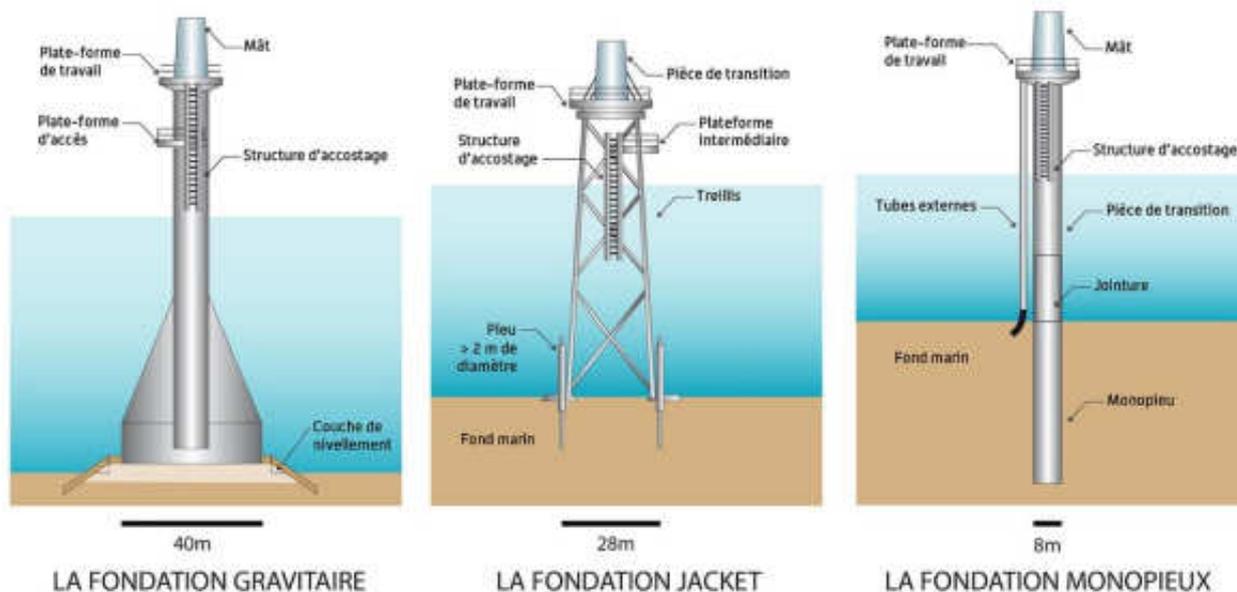
Critère	Variante n°1 Eolienne 3 MW	Variante n°2 Eolienne 5 MW	Variante n°3 Eolienne 6 MW	Variante n°4 Eolienne 8 MW
Nombre d'éoliennes nécessaire	166	100	83	62
Emprise sur les fonds marins	Le nombre élevé de pieux forés (664) augmente la surface détruite	Le nombre élevé de pieux forés (400) augmente la surface détruite	Le nombre moins important de pieux forés (332) minimise la surface détruite	Le nombre moins important de pieux forés (248) minimise la surface détruite
Temps de constructions et durée des perturbations sonores	Estimés à 48 mois	Estimés à 38 mois	Estimés à 30 mois	Estimés à 22 mois
Insertion paysagère	Eoliennes très resserrées, ressenti moins aéré et moins lisible, mais éoliennes plus petites	Eoliennes resserrées et ressenti moins aéré et moins lisible mais éoliennes plus petites	Eoliennes plus aérées et organisation du parc plus lisible mais éoliennes plus grandes	Eoliennes plus aérées et organisation du parc plus lisible mais éoliennes plus grandes
Avifaune	Risque de collision et effet barrière plus important du fait du nombre d'obstacle	Risque de collision et effet barrière plus important du fait du nombre d'obstacle	Risque de collision et effet barrière important malgré le nombre d'obstacle réduit	Risque de collision et effet barrière minimisé du fait du nombre d'obstacle réduit
Usages et sécurité maritime	Très nombreux obstacles en mer et couloirs d'éoliennes resserrés	Très nombreux obstacles en mer et couloirs d'éoliennes resserrés	Nombre d'obstacle moins important permettant d'espacer les couloirs d'éoliennes	Nombre d'obstacle moins important permettant de larges couloirs entre éoliennes

2.3.3 Le choix des fondations

Il existe trois grands types de fondations pour l'éolien en mer posé :

- La fondation monopieu : il s'agit d'un pieu (creux) composé d'acier et enfoncé dans le sol marin. Il a été majoritairement utilisé dans les parcs européens actuellement en exploitation et est adapté pour des profondeurs n'excédant pas 30 mètres. Selon les types de sol et les dimensions des éoliennes, son diamètre varie de 4 à 8 mètres, son emprise est donc relativement faible. En fonction des dimensions du monopieu, des types de sol et des conditions météocéaniques, des protections anti-affouillement de surfaces adaptées doivent être mises en place.
- La fondation gravitaire : il s'agit d'une structure en béton, posée sur le fond marin. Son emprise est importante, entre 30 et 50 mètres de diamètre, et nécessite généralement une préparation du sol ainsi que des protections anti-affouillement.
- La fondation jacket (ou structures en treillis métallique) : il s'agit d'une fondation treillis en acier-tubulaire sur 3 ou 4 pieux (creux). Elle connaît une utilisation croissante, notamment parce qu'elle est adaptée à des éoliennes de forte puissance et à des profondeurs plus importantes (jusqu'à 50 mètres). Son emprise est faible puisque ses pieux sont d'environ 2 mètres de diamètre et ne nécessite pas nécessairement de protections anti-affouillement.

Figure 3 : les trois grands types de fondation



2. Présentation des variantes examinées et raison du choix du projet

2.3 Scénario « Offre » : construction du scénario de l'offre remise à l'Etat

2.3.3 Le choix des fondations



Au cours de la phase d'appel d'offres, le maître d'ouvrage a évalué ces différents types de fondations au regard des critères suivants :

- ▶ Adaptation avec les profondeurs d'eau ;
- ▶ Conformité avec les dimensions (taille et masse) des éoliennes ;
- ▶ Conformité avec les propriétés géotechniques du sous-sol marin et les données météocéaniques ;
- ▶ Maturité des modalités de fabrication, d'installation et de démantèlement ;
- ▶ Enjeux d'approvisionnement ;
- ▶ Compatibilité avec les enjeux environnementaux identifiés ;
- ▶ Compatibilité avec les activités existantes ;
- ▶ Degré de complexité de la maintenance.

Ce type de fondations a l'avantage d'être compatible avec de nombreuses profondeurs et conditions de sol et a déjà été mis en œuvre avec succès sur un certain nombre de parcs éoliens en mer en Europe. Ces parcs présentent des caractéristiques similaires aux projets français en termes de profondeur et de nombre de fondations (alpha ventus, Ormonde, Thornton Bank 2). Les fondations en structures métalliques de type jacket ont donc été retenues pour les 62 fondations d'éoliennes ainsi que la fondation du poste électrique en mer car elles répondaient le mieux aux critères de sélection énoncés ci-dessus. La nature rocheuse des fonds marins implique de les installer par forage.

Le choix de la fondation jacket bénéficie à :

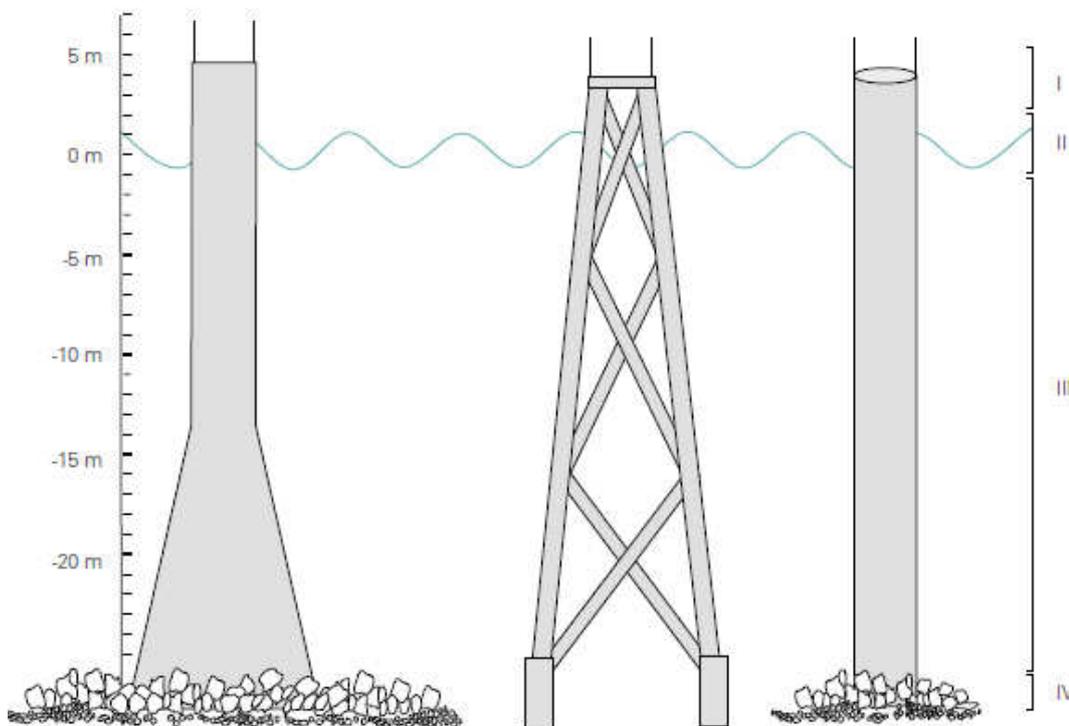
- ▶ L'hydrodynamisme : localement, la structure en treillis métallique limite la modification des conditions d'écoulement à proximité directe des structures immergées.
- ▶ L'effet récif : en zone subtidale, la colonisation est beaucoup plus importante sur fondation jacket que sur fondation gravitaire ou monopieu.
- ▶ Les mammifères marins et faune marine : le diamètre de pieux moins important sur une fondation jacket que sur du monopieu génère des niveaux de perturbations sonores moins importants lors du battage.
- ▶ Benthos : la faible emprise des pieux et l'absence de protection anti-affouillement limite la destruction directe d'habitats et biocénoses benthiques.

Tableau 4 : Superficies en mètre carrés (m²) des substrats durs nouvellement disponibles par éolienne selon le type de fondation utilisée au sein des parcs éoliens de Belgique en mer du Nord (N.D = non déterminé)

Type de fondation	Zonation verticale				
	Zone supratidale (« swash zone »)	Zone intertidale	Zone subtidale	Protection anti-affouillement (blocs grosse dimension)	Protection anti-affouillement (blocs moyenne dimension)
Gravitaire	62	76	671	1866	376
Jacket	N.D	51	1280	0	0
Monopieu	39	58	518	471	82

Source : Degrear et al. ,2013

Figure 4 : Zones de fouling détaillées au tableau précédent.



Source : d'après Degrear et al., 2013

I = zone supratidale / II = zone intertidale / III = zone subtidale / IV = protection anti-affoulement (si présent)

Tableau 5 : Comparaison des scénarios « choix des fondations » au regard des composantes techniques et environnementales

CRITERE	Fondation gravitaire	Fondation Jacket	Fondation monopieux
Bathymétrie	Adaptée aux profondeurs importantes (jusqu'à 50 mètres)	Adaptée aux profondeurs importantes (jusqu'à 50 mètres)	Adaptée aux profondeurs n'excédant pas 30 mètres
Géologie	Adaptée au substrat dur	Adaptée au substrat dur	Adaptée au substrat meuble
Emprise	Emprise très importante et présence de protection anti-affoulement	Emprise faible et généralement absence de protection anti-affoulement	Emprise faible et généralement présence de protection anti-affoulement
Niveau sonore	La fondation est uniquement posée sur le fond marin ce qui permet de réduire les émergences sonores	Le faible diamètre des pieux permet de réduire les émergences sonores	L'important diamètre du monopieux accroît les émergences sonores
Hydrodynamisme	L'important diamètre de la structure accroît les phénomènes de modification des courants localement	La structure en treillis permet de limiter les phénomènes de modification des courants localement	Le diamètre modéré de la structure permet de limiter les phénomènes de modification des courants localement
Effet récif	Colonisation modérée en zone subtidale mais importante au niveau des protections anti-affoulement	Colonisation importante mais uniquement en zone subtidale	Colonisation modérée en zone subtidale et au niveau des protections anti-affoulement

2.3.4 Le choix de la tension du câble

Les câbles électriques inter-éoliennes permettent de transporter l'énergie (courant alternatif ou continu) sous des tensions comprises entre 30 kV et plus de 400 kV. La tension du câble est directement liée à la capacité d'évacuation de l'électricité et donc au nombre d'éolienne qui peut lui être raccordé. Ainsi, un câble de 66 kV permet de raccorder jusqu'à 8 éoliennes au poste électrique en mer alors que celui de 33 kV ne pourrait en relier que 6 au maximum.

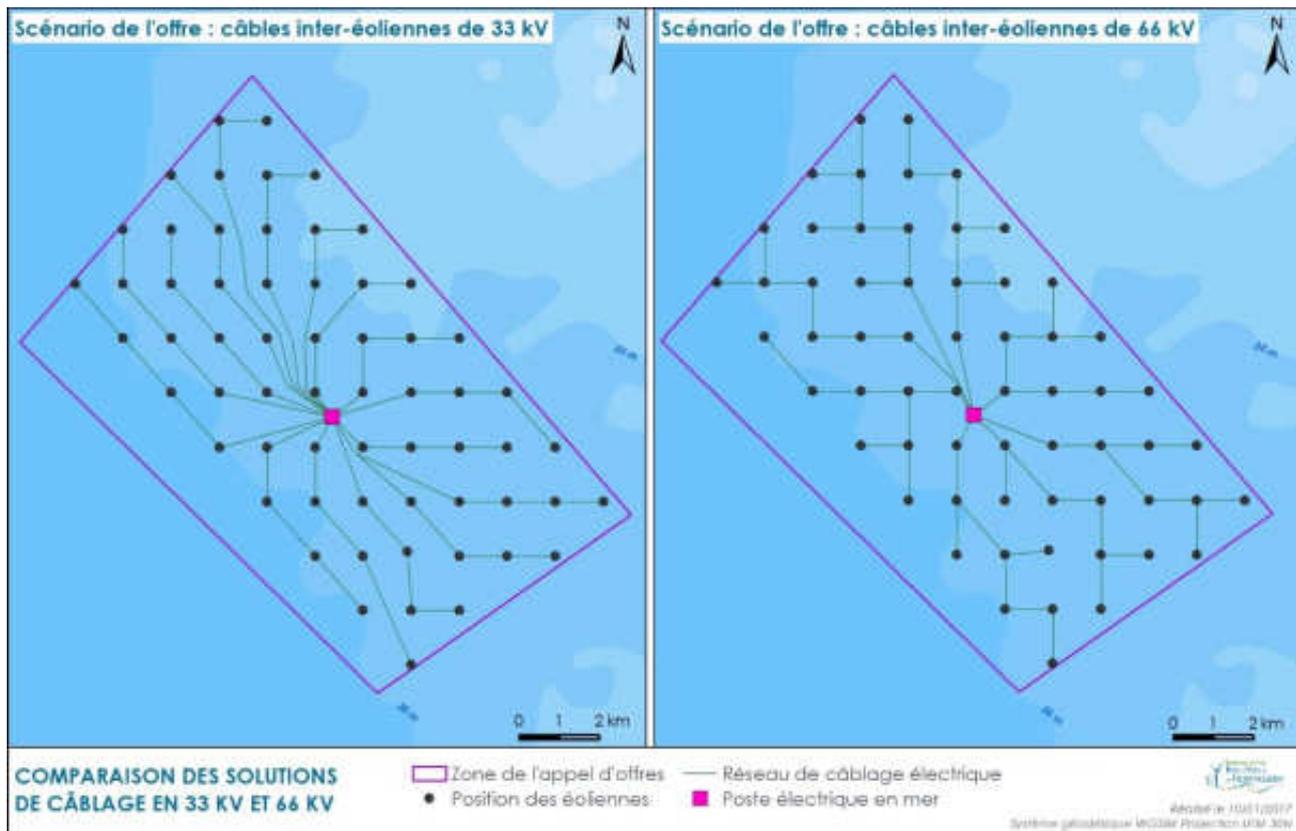
Le candidat a donc fait le choix d'un câble 66kV afin de réduire la longueur totale du câble et donc son emprise. De plus, le nombre moins important de connexions nécessaires minimise le risque de défauts et est en ligne avec la volonté d'adapter autant que possible les caractéristiques du parc éolien aux contraintes de la pêche.

Tableau 6 : Comparaison des scénarios du choix des câbles inter-éoliennes

Tension (kV)	Nombre d'éoliennes interconnectables	Longueur total du câble inter-éolienne (km)
33	4	110,3
66	8	84,9

Ainsi ce choix technique d'une tension de câble de 66 kV permet une réduction de 23% de l'emprise des câbles au sol par rapport à l'utilisation des 33 kV.

Carte 3 : Comparaison d'implantation entre une tension de câble de 33kv et une tension de câble de 66kv



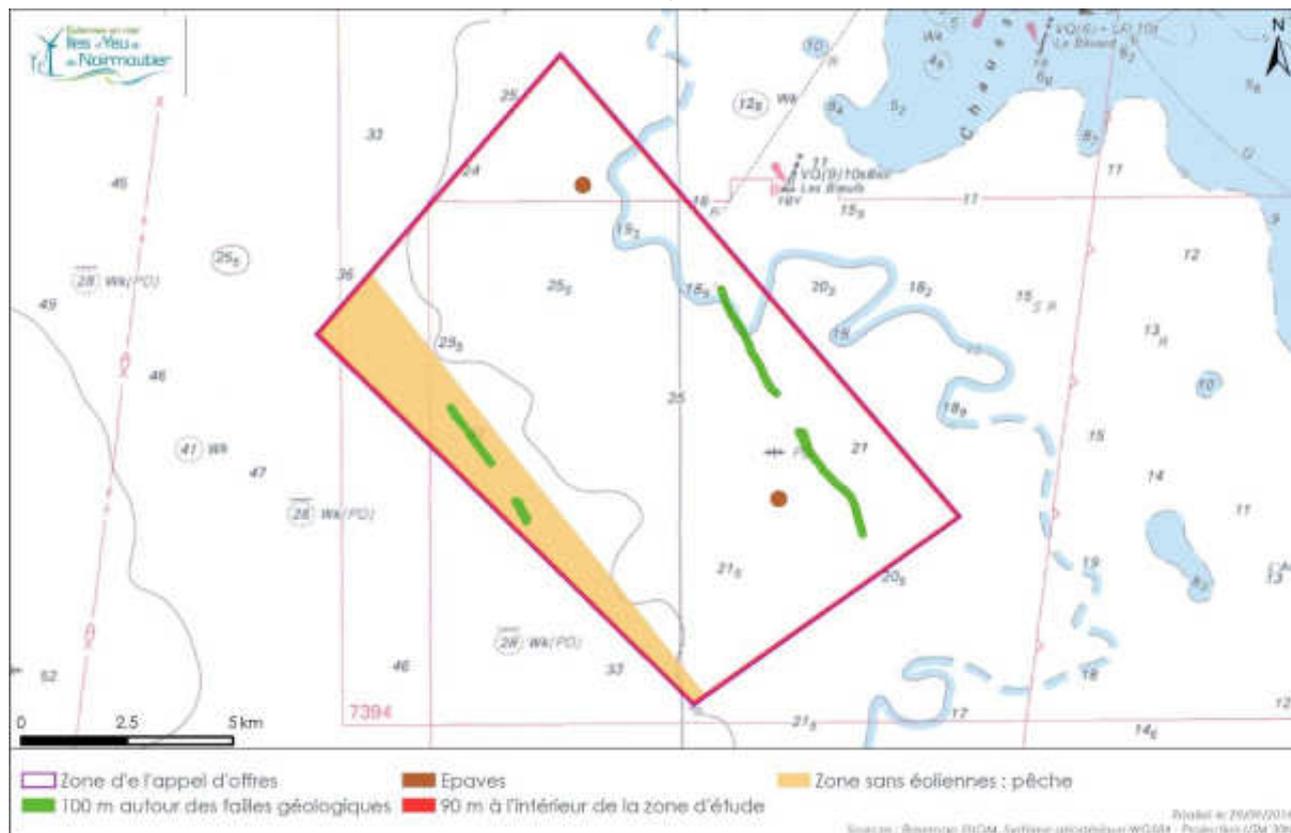
2.3.5 Le choix de l'implantation (éolienne, câble, poste de livraison en mer)

Un certain nombre de données d'entrée du cahier des charges de l'Appel d'Offres ont conditionné l'implantation des éléments du parc.

Les discussions avec les parties prenantes, l'expérience du Candidat et les études techniques et environnementales dont il disposait lui ont permis de structurer l'implantation du parc éolien en mer des Iles d'Yeu et de Noirmoutier selon les éléments suivants :

- ▶ Prise en compte des critères et caractéristiques imposés par le cahier des charges de l'appel d'offres ;
- ▶ Prise en compte de la sécurité de la navigation ;
- ▶ Prise en compte des enjeux du milieu naturel ;
- ▶ Prise en compte des pratiques de pêche professionnelle et autres activités existantes sur la zone ;
- ▶ Prise en compte des contraintes de sol et de sous-sol ;
- ▶ Prise en compte des enjeux paysagers.

Carte 4 : Prise en compte des contraintes



2.3.5.1 Prise en compte des critères et caractéristiques imposés par le cahier des charges de l'appel d'offres

- ▶ L'ensemble de l'installation est strictement situé dans le périmètre du lot, y compris la zone de survol des pales ;
- ▶ L'axe principal d'orientation des lignes d'éoliennes a été défini en tenant compte des études courantologiques et des pratiques de pêche ;
- ▶ Les traversées de câbles entre lignes d'éoliennes ont été minimisées.

2.3.5.2 Respect de la réglementation en termes de balisage maritime et aéronautique afin d'assurer la sécurité de la navigation maritime et aérienne

- ▶ Afin d'assurer la sécurité des usagers de la mer et des utilisateurs de l'espace aérien, le candidat s'est engagé à respecter les réglementations internationales et françaises en vigueur concernant les balisages maritime et aéronautique.

2.3.5.3 Prise en compte des enjeux du milieu naturel

Plusieurs mesures préventives de conception ont été prises en considération afin d'éviter les impacts sur le milieu naturel sur le site des Iles d'Yeu et de Noirmoutier :

- ▶ L'évitement des zones de décrochement rocheux (failles) avec un intérêt halieutique permet de sauvegarder la biodiversité en place ;
- ▶ L'évitement de l'épave sur la zone permet de préserver l'ichtyofaune qui s'y abrite ;
- ▶ La non utilisation de peinture anti-fouling sur les parties immergées des fondations afin de favoriser l'effet récif, ce qui permettra à la flore et la faune benthique de se développer et ainsi d'attirer des prédateurs (poissons et mammifères marins) au pied des éoliennes ;
- ▶ l'utilisation des bacs de rétention pour recueillir les fuites accidentelles permettant de réduire ou supprimer les apports en contaminants chimiques dans le milieu marin et de limiter l'impact biologique et chimique sur les écosystèmes marins lors de pollution accidentelle en mer.

D'autres mesures ont été prises en considération afin de limiter les impacts sur le milieu naturel sur le site des Iles d'Yeu et de Noirmoutier :

- ▶ La protection des câbles par un enrochement peut être à l'origine d'une augmentation non négligeable de la biodiversité locale. Ainsi, la mise en place de roches peut être considérée comme un nouvel habitat potentiel pour les espèces telles que les poissons, mollusques ou autres crustacés ;
- ▶ La réduction du nombre d'éoliennes et leur espacement sur le site permet une empreinte totale réduite et un impact moindre sur le milieu naturel, avec notamment une réduction de la destruction directe sur la faune benthique pendant la phase de construction, une réduction de l'impact des travaux sur l'augmentation de la turbidité, la limitation des effets des structures immergées sur l'hydrodynamisme pendant la phase d'exploitation, la création de couloirs de passage entre les éoliennes, limitant ainsi le risque de collision de l'avifaune avec les éoliennes en fonctionnement et l'effet « barrière » du parc ;
- ▶ Une durée de chantier réduite impliquant un impact acoustique sur les espèces sensibles limité dans le temps et un moindre dérangement de la faune mobile du fait de l'augmentation du trafic maritime entre la base logistique et la zone du projet ;

- ▶ Les lignes d'éoliennes sont orientées selon l'axe principal de migration de l'avifaune et sont suffisamment espacées afin de constituer des couloirs de passage pour les oiseaux au sein du parc et de limiter un possible « effet barrière » ;
- ▶ L'optimisation du balisage lumineux proposée permet de minimiser l'impact sur l'avifaune;
- ▶ Le maître d'ouvrage utilisera un système anticorrosif afin de prévenir les risques d'altération de la qualité de l'eau par corrosion des structures métalliques limitant ainsi l'introduction de contaminants dans le milieu potentiellement néfaste pour les écosystèmes.

2.3.5.4 Prise en compte des pratiques de pêche et autres activités existantes sur la zone

L'arrivée d'une nouvelle activité telle que l'éolien en mer doit trouver sa place au sein d'un espace déjà occupé et ne peut s'envisager sans que des dispositions soient prises pour parvenir à la meilleure cohabitation possible avec les activités préexistantes.

Les pêcheurs professionnels ont été, à partir de 2010, les premières personnes rencontrées par le maître d'ouvrage. 30 réunions se sont ainsi tenues en amont de la remise de l'offre. Le maître d'ouvrage a ainsi appris à connaître et comprendre les enjeux de la filière pêche ce qui l'a amené à décider d'exclure de la zone du projet éolien en mer, l'espace qui était principalement pêché par des professionnels pratiquant le chalutage (à l'ouest du Toran 15 483) et qui était soumis à l'appel d'offres par l'Etat. Il a également proposé une charte de collaboration au COREPEM qui a été discutée après la réponse à l'appel d'offres pour aboutir à une convention.

Les éoliennes sont ainsi implantées sur 74% de la totalité de la surface du lot soumis à appel d'offres. Le nombre réduit d'éoliennes permet de réduire leur emprise totale sur le site pour minimiser l'impact potentiel sur la pêche professionnelle.

Le choix d'une éolienne d'une puissance de 8 MW, permet la réduction du nombre de machines sur le site, ce qui limite l'impact environnemental sur les fonds marins et sur la ressource halieutique, ainsi que le temps de construction du parc :

- ▶ La diminution du nombre de fondations contribue à réduire les perturbations sur le milieu (notamment sur les populations benthiques du fonds marin et sur la ressource halieutique), en particulier pendant la phase de construction ;
- ▶ Le temps de construction du parc éolien sera réduit, ce qui atténuera les pertes d'exploitation pour les navires de pêche fréquentant la zone ;
- ▶ La diminution du nombre de structures et l'augmentation des espaces inter-éoliennes réduisent le risque de collisions des navires.
- ▶ La disposition des éoliennes en lignes dans le sens de la ligne Toran 15480 permet le maintien de la pratique des arts dormants, et l'espacement conséquent entre les éoliennes permettent la mise en place de couloirs de circulation pour faciliter les activités de pêche.

De plus, afin de faciliter la cohabitation avec les activités de pêche, deux zones ont été exclues par le Candidat :

- ▶ La zone de chalutage au nord-ouest du site ;
- ▶ La zone de pêche au filet située à l'ouest de la ligne Toran 15483.

Le choix de la tension des câbles de 66 kV permet une réduction du nombre de liaisons électriques et de la longueur totale des câbles, ce qui réduit le risque de croche.

2. Présentation des variantes examinées et raison du choix du projet

2.3 Scénario « Offre » : construction du scénario de l'offre remise à l'Etat

2.3.5 Le choix de l'implantation (éolienne, câble, poste de livraison en mer)



De plus, les câbles seront protégés par un enrochement d'une hauteur de 0,7 m. Cette méthode permet :

- ▶ D'éviter les risques de croche et permettre les activités de pêche dans la zone ;
- ▶ La création de récifs artificiels, ayant un impact positif sur la biodiversité au sein du parc éolien en mer ;
- ▶ Une protection naturelle ;
- ▶ Un impact moins important pour le sol marin qu'une solution d'ensouillage (turbidité et perturbation du benthos réduites).

Le poste électrique en mer est situé hors des zones de pêche principales identifiées au sein de la zone propice.

Le Candidat s'engage d'autre part à respecter la réglementation en termes de balisage maritime et à mettre en place des mesures pour assurer la sécurité des navires pendant la construction et l'exploitation du parc.

2.3.5.5 Prise en compte des contraintes de sol

L'étude des caractéristiques du sol a révélé la présence de failles géologiques ou d'accidents structuraux à proximité du coin ouest de la zone, délimitant des terrains rocheux de périodes géologiques différentes et traduisant la possibilité de mouvements verticaux liés à la géodynamique locale (le site d'étude est classé en zone sismique modérée).

Aucune éolienne n'est implantée à moins de 100 m des failles et leur localisation précise (et leur évitement) résulte d'une campagne bathymétrique et d'une campagne géophysique réalisées par IX SURVEY en 2013.

Une pré-étude de la typologie du sous-sol a également été réalisée. La nature du sous-sol particulièrement rocheux a influencé le choix du type de fondations et leur modalité d'installation : ainsi les pieux des jackets devront être forés dans le sol.

Avant l'installation des fondations, des sondages géotechniques seront réalisés sur chaque emplacement afin de prendre en compte les contraintes karstiques (effondrements, cavités souterraines).

2.3.5.6 Prise en compte des enjeux paysagers et patrimoniaux

Dans le cadre de projets éoliens, une grande importance est généralement accordée aux questions paysagères et à l'impact visuel potentiel du projet.

L'implantation d'éoliennes avec des dimensions semblables et une organisation géométrique (en plus de l'espacement régulier des éoliennes) permet une perception homogène du parc.

Le candidat respectera la réglementation en vigueur en termes de balisage aéronautique. Celle-ci est susceptible d'évoluer d'ici à la construction de manière notamment à limiter l'impact paysager de ce type de projets. En tout état de cause, la réduction de nombre d'éoliennes contribue à cet objectif.

Par ailleurs, en ce qui concerne le patrimoine sous-marin de la zone, une épave a été identifiée sur le site. Cette épave, sera évitée et un périmètre d'exclusion lui sera affecté.

2.3.6 La prise en compte des acteurs du territoire tout au long du processus de définition de l'offre

Depuis 2011, la perspective d'implantation du parc éolien en mer au large des îles d'Yeu et de Noirmoutier a été envisagée dans le cadre d'un dialogue continu entre le maître d'ouvrage et les services de l'État, les élus des collectivités territoriales, les professionnels de la pêche, les autres usagers de la mer, les organismes environnementaux et les associations, sur les territoires de Vendée et des Pays de la Loire. Ainsi, plus d'une centaine d'acteurs (structures, collectivités, organismes, entreprises,...) ont été rencontrés à la demande des parties prenantes et à l'initiative du candidat, en amont de la remise de l'offre (novembre 2013), dans une vaste démarche d'écoute et d'échanges afin de mener une concertation fructueuse et reconnue par les acteurs locaux.

Celle-ci a tout d'abord permis d'informer et de faire connaître les énergies marines renouvelables et en particulier l'éolien en mer. Elle a ensuite permis de créer un dialogue et de construire progressivement une relation de confiance avec les acteurs locaux pour définir ensemble un projet qui soit en adéquation avec les enjeux partagés par le plus grand nombre.

Le maître d'ouvrage a ainsi réalisé plus de 235 réunions entre janvier 2012 et novembre 2013, avant de déposer son offre. Ces réunions concernaient les acteurs suivants :

- ▶ Les acteurs institutionnels : les élus et fonctionnaires locaux, territoriaux et services de l'Etat disposent d'une vision large des besoins et des attentes du territoire. Ils ont été informés régulièrement de l'avancement du projet et ont accompagné la montée en puissance des projets éoliens en mer régionaux en se structurant pour répondre aux besoins des industriels du secteur.
- ▶ Les usagers de la mer : l'arrivée d'une nouvelle activité telle que l'éolien en mer doit trouver sa place au sein d'un espace déjà occupé et ne peut s'envisager ni se faire que si des dispositions sont prises pour permettre de parvenir à la meilleure cohabitation possible avec les activités préexistantes. Ainsi les professionnels de la pêche, les acteurs portuaires et autres usagers de la mer (SNSM, loisirs en mer) ont été impliqués.
- ▶ Les acteurs socio-économiques : les acteurs de la formation et de l'emploi pour anticiper et préparer l'essor de l'emploi local (CCI, GRETA du Mans, IUT Saint-Nazaire, Pôle Emploi Vendée...), les entreprises locales afin de les impliquer au plus tôt dans la démarche d'identification des entreprises susceptibles de se positionner sur les marchés de sous-traitance locale (CCI, Vendée Expansion, Neopolia...) et les acteurs du tourisme dans une volonté d'intégrer ce futur parc à l'offre touristique existante (Vendée des îles, Vendée Expansion).
- ▶ Les acteurs de la protection de l'environnement : le candidat a également tenu à associer au projet les associations référentes afin d'enrichir sa réflexion environnementale avec les détenteurs de la connaissance sur le territoire (Les Amis de l'île de Noirmoutier, Yeu Demain, France Nature Environnement, La Ligue pour la Protection des Oiseaux...)
- ▶ La participation à des événements locaux : *la Folle nuit* à Noirmoutier, *Viens dans mon île* à l'île d'Yeu...

Ce travail a ainsi été source de nombreux échanges pour le candidat ce qui lui a permis de présenter dans son offre un projet au plus proche des attentes des acteurs concertés.

2.4 Scénario retenu : évolution du scénario « Offre »

Une fois lauréat de l'appel d'offres, le maître d'ouvrage a lancé les études dites de levée de risques afin de pouvoir confirmer les choix technologiques au regard des expertises techniques et environnementales et le cas échéant les modifier.

En parallèle, le maître d'ouvrage a présenté son projet dans le cadre d'un débat public du 2 mai au 7 août 2015 et a également participé aux groupes de travail mis en place dans le cadre de l'instance de concertation et de suivi sous l'égide conjointe du Préfet de Vendée et du Préfet maritime de l'Atlantique.

Le résultat obtenu est le scénario retenu.

2.4.1 Prise en compte des résultats des études de levées de risques

Conformément au cahier des charges de l'appel d'offres, des études dites de levée de risques techniques et environnementaux ont été menées par le maître d'ouvrage. L'objectif poursuivi par la mise en œuvre de ces études, est double :

- ▶ D'une part elles permettent au maître d'ouvrage de garantir à l'Etat la faisabilité technique de son projet ;
- ▶ D'autre part elles permettent de confirmer que l'évaluation environnementale et la prise en compte des activités existantes ont bien été appréhendées ou le cas échéant que les nouvelles informations ont été intégrées pour faire évoluer le projet.

Ces études ont confirmé les hypothèses de l'offre.

2.4.2 Prise en compte des échanges menés dans le cadre de l'Instance de concertation et de suivi

Depuis l'attribution du lot correspondant, le préfet de région (qui a délégué au préfet de Vendée) et le préfet maritime ont installé l'Instance de Concertation et de Suivi (ICS) prévue par le cahier des charges de l'appel d'offres. Cette instance, composée d'une centaine de membres représentatifs de la société civile, est un lieu de dialogue et d'échanges entre les différentes parties prenantes. Elle doit permettre la diffusion de l'information et de la connaissance sur le projet et être un lieu d'expression permettant de mieux prendre en compte les enjeux locaux tout au long de la vie du projet.

Cette instance a vocation à recueillir les demandes, remarques et attentes des parties prenantes concernées sur des problématiques essentielles du projet qui peuvent servir à orienter les études menées par le maître d'ouvrage et à poursuivre une réflexion partagée sur le projet.

A l'instar du rôle de l'instance, sa composition est également décrite dans le cahier des charges de l'appel d'offres. Ce dernier précise qu'« à l'initiative des préfets compétents, cette instance pourra rassembler toutes [les] entités concernées par ces enjeux ».⁶

⁶ Article 6.3.1 du cahier des charges de l'appel d'offres

L'instance est ainsi composée, à minima, des parties prenantes suivantes :

- ▶ le maître d'ouvrage ;
- ▶ les services de l'Etat ;
- ▶ les représentants des organisations professionnelles locales et régionales ;
- ▶ les représentants d'associations de protection de l'environnement ;
- ▶ les collectivités territoriales :
- ▶ l'agence des Aires Marines Protégées ;
- ▶ les représentants de la pêche professionnelle ;
- ▶ les acteurs du tourisme et des activités de loisirs.

La liste des participants, fixée par les préfets référents, a fait l'objet d'ajouts suite aux sollicitations de certains acteurs du territoire ou au relais de demandes par le maître d'ouvrage auprès des services de l'Etat, et continue d'évoluer au gré des demandes. Elle comporte une cinquantaine de participants répartis en 5 collèges⁷.

Pour le projet des îles d'Yeu et de Noirmoutier, le préfet de la Vendée et le préfet maritime de l'Atlantique ont officiellement installé cette instance le 12 novembre 2014. Des réunions plénières sont organisées de façon semestrielle, au cours desquelles sont rappelés les différents jalons du projet, restitués les travaux menés en groupe de travail thématiques et discutées les évolutions éventuelles.

Ces groupes de travail thématiques sont au nombre de trois :

- ▶ Environnement ;
- ▶ Socio-économique. Un sous-groupe Emploi/formation a été créé pour aborder spécifiquement ces sujets ;
- ▶ Usages maritimes. Un sous-Groupe Pêche a été créé afin d'adresser spécifiquement les sujets liés à la pêche professionnelle.

Enfin un comité des procédures, présidé par la préfecture de Vendée, réunit le maître d'ouvrage, l'ensemble des services de l'Etat concernés par l'instruction et l'avancée du projet, ainsi que RTE, en charge du raccordement électrique du futur parc éolien. Tous les sujets liés aux différentes procédures, demandes d'autorisation et au calendrier du projet sont traités en son sein.

Tableau 7 : concertation au sein des différents groupes de travail de l'ICS (liste arrêtée à mai 2017)

Type	Date	Ordre du jour
GT Pêche	11.09.2014	<ul style="list-style-type: none"> • Plan d'implantation des éoliennes • Plan de câblage à l'intérieur du parc • Positionnement des appareils de mesure • Campagne géotechnique
Instance plénière	12.11.2014	<ul style="list-style-type: none"> • Présentation du projet • Installation de l'instance de concertation • Constitution des groupes de travail
GT Environnement	12.01.2015	<ul style="list-style-type: none"> • Présentation globale du parc et du raccordement • Protocoles environnementaux • Calendrier

⁷ Les 5 collèges sont : « Etat et Etablissements Publics », « Collectivités et leurs groupements », « Activités professionnelles et entreprises », « Salariés des entreprises » et « Usagers de la mer et du littoral et associations de protection de l'environnement »

2. Présentation des variantes examinées et raison du choix du projet

2.4 Scénario retenu : évolution du scénario « Offre »

2.4.2 Prise en compte des échanges menés dans le cadre de l'Instance de concertation et de suivi



Type	Date	Ordre du jour
GT Socio-économique	13.01.2015	<ul style="list-style-type: none"> Economie : actions en vue d'identifier les besoins du maître d'ouvrage et de détecter les entreprises susceptibles de se positionner Emploi formation : formations existantes, besoins, information
GT Usages	16.01.2015	<ul style="list-style-type: none"> Inventaire des activités et des usages concernés (loisirs, professionnels) Calendrier
GT Pêche	13.02.2015	<ul style="list-style-type: none"> Etude socio-économique Etude de la ressource halieutique Point raccordement RTE
GT Socio-économique	31.03.2015	<ul style="list-style-type: none"> Point sur le volet socio-industriel (Sous-traitance, Exploitation et Maintenance) Point Emploi-Formation Point sur le volet socio-économique
GT Environnement	02.04.2015	<ul style="list-style-type: none"> Protocole halieutique Avancées des études
GT Pêche	25.09.2015	<ul style="list-style-type: none"> Implantation d'un mât de mesure Schéma d'implantation des éoliennes et de la sous-station électrique Schéma de câblage inter-éoliennes
Instance plénière	12.10.2015	<ul style="list-style-type: none"> Compte rendu du débat public (questionnements, avis et attentes du public, points saillants...)
GT Environnement	17.11.2015	<ul style="list-style-type: none"> Avancées des études et 1ers résultats Approche écosystémique Effets cumulés Point d'étape sur le raccordement RTE
GT Emploi-Formation	11.12.2015	<ul style="list-style-type: none"> Présentation du projet Objectifs et composants de l'exploitation et maintenance Métiers de l'O&M Licence COMO de l'IUT de Saint-Nazaire Formation à la maintenance éolienne du Greta du Maine
GT Pêche	15.01.2016	<ul style="list-style-type: none"> Premiers résultats de l'étude socio-économique Pêche Ajustement du protocole d'étude de la ressource halieutique Schéma de câblage inter-éoliennes
GT Socio-économique	26.01.2016	<ul style="list-style-type: none"> Implications de la loi NOTRE Point Formation Point d'avancement des relations ADWEN/EMYN/entreprises, programme d'action, point sur les AMI, calendrier pré-qualifications Tourisme
GT Usages	26.01.2016	<ul style="list-style-type: none"> Restitution de l'étude sur la surveillance de la navigation Retour sur la Grande Commission Nautique du parc du banc de Guérande Evocation des thèmes abordés en sous-groupe Pêche Attendus de l'AO en termes de sécurité maritime
GT Environnement	01.03.2016	<ul style="list-style-type: none"> Avancées des études et 1ers résultats Evaluation d'incidence Natura 2000 Paysage : ancienne implantation vs nouvelle implantation
GT Environnement	21.06.2016	<ul style="list-style-type: none"> Présentation des choix techniques Avancée des études et premiers résultats Habitats et biocénoses benthiques par IDRA Approche novatrice sur les mesures ERC
GT pêche	08.07.2016	<ul style="list-style-type: none"> 1ers résultats de l'étude sur la ressource halieutique Identification des roues de navigation Echanges sur les règles de navigation

Type	Date	Ordre du jour
GT Socio-économique	16.06.2016	<ul style="list-style-type: none"> • Point d'avancement sur le projet - actions de concertation • Tourisme – actions 2016 • Partie « socio » • Filière industrielle
Instance plénière	06.10.2016	<ul style="list-style-type: none"> • Point d'avancement et actualités du parc éolien • Point d'avancement et actualités du raccordement électrique • Bilan des groupes de travail et perspectives • Prochaines échéances
GT Usages	20.12.2016	<ul style="list-style-type: none"> • Les activités de construction et d'installation • Restitution des travaux sur les aspects de sécurité maritime • Les impacts et mesures du projet sur le milieu humain • Etat d'avancement des réflexions sur les bases exploitation et maintenance
GT Environnement	15.12.2016	<ul style="list-style-type: none"> • Impacts du parc éolien • Mesures du parc éolien • Impacts du raccordement électrique • Mesures du raccordement électrique
GT pêche	24.03.2017	<ul style="list-style-type: none"> • Présentation des scénarios envisageables durant la construction et l'exploitation • Etat d'avancement sur les règles de sécurité maritime • Synthèse de l'étude socio-eco pêche • Synthèse des études sur la ressource halieutique
GT Environnement	12.04.2017	<ul style="list-style-type: none"> • Impacts cumulés
GT Socio-économique	13.04.2017	<ul style="list-style-type: none"> • Etat d'avancement du parc éolien • Filière industrielle • Considérations sociologiques • Enjeux touristiques

2.4.3 Prise en compte des conclusions du Débat public

La société Eoliennes en mer Iles d'Yeu et de Noirmoutier a saisi le 25 novembre 2014, la Commission nationale du débat public (CNDP), d'un projet de parc éolien au large des îles d'Yeu et de Noirmoutier.

Au cours de sa séance plénière du 3 décembre 2014, la CNDP a décidé de l'organisation d'un débat public par une commission particulière du débat public (CPDP) présidée par Jacques ROUDIER⁸.

Lors de la séance du 1^{er} avril 2015, le dossier du maître d'ouvrage et sa synthèse, ainsi que le calendrier et les modalités du débat public ont été approuvés par la CNDP. Le débat public s'est déroulé du 2 mai au 7 août 2015⁹, période au cours de laquelle vingt événements ont eu lieu ; huit réunions publiques, quatre ateliers, six débats mobiles et deux séances d'ateliers lycéens. Le maître d'ouvrage était présent à chacun de ces rendez-vous. Les lieux, dates et thèmes sont détaillés ci-dessous. Lorsque le thème s'y prêtait, les partenaires du maître d'ouvrage (Adwen, RTE) pouvaient être associés à certaines réunions.

⁸ Décision n°2014/38/PEYN/1

⁹ Plus d'informations sur le site du débat public du projet éolien en mer des îles d'Yeu et de Noirmoutier : <https://eolienmer-pyn.debatpublic.fr>

Le débat public du parc éolien en mer des îles d'Yeu et de Noirmoutier s'est terminé le 7 août 2015. Globalement, l'opportunité du projet n'a pas été remise en cause, mais le débat a permis de mettre en lumière des sujets d'intérêts pour le territoire vendéen, essentiellement les enjeux environnementaux, le maintien des activités de pêche professionnelle, les retombées sociales et économiques pour le territoire, l'impact du projet sur le paysage et sur le tourisme, l'équation économique du projet et l'implication des insulaires dans l'élaboration du projet.

Dans la décision du maître d'ouvrage, le maître d'ouvrage a confirmé sa volonté de poursuivre le développement de ce projet, créateur de valeur pour le territoire. Le débat public lui a permis d'affirmer sa compréhension des enjeux locaux et l'a incité à poursuivre un travail de co-construction avec l'ensemble des acteurs concernés : collectivités, acteurs socio-économiques, associatifs et grand public.

Dans sa décision, le maître d'ouvrage propose un plan de concertation locale post-débat public constitué autour de 5 engagements :

► **Reprendre et intensifier la concertation sur le territoire :**

- Poursuivre la participation aux réunions de l'Instance de Suivi et de Concertation présidées par le préfet de Vendée et la préfecture maritime Atlantique ;
- Organiser des « ateliers de proximité » thématiques sur des sujets d'intérêt partagés ainsi que des réunions d'information ouvertes au public, répartis sur le littoral, et les îles d'Yeu et de Noirmoutier ;
- Ouvrir un point d'information local permettant un contact direct, régulier avec le public, au sein duquel chacun pourra venir s'informer sur l'avancée du projet, poser ses questions et trouver des réponses ;
- Renforcer les modalités d'information et d'échanges avec le territoire grâce à un site internet dédié, un journal du projet... ;
- Partager des retours d'expérience de parcs éoliens en mer à l'étranger sur les sujets de la ressource halieutique, de la pêche et du tourisme ;
- Approfondir la réflexion sur l'ouverture du projet au financement participatif.

► **Favoriser le partage des connaissances sur le milieu marin :**

- Présenter au grand public des résultats des études réalisées pour l'élaboration de l'étude d'impact qui sera soumise à enquête publique ;
- Anticiper la mise en place d'un Groupement d'Intérêt Scientifique (GIS) qui accompagnera la mise en œuvre des mesures « éviter, réduire, compenser » et des campagnes de suivi, dont les résultats seront publiés.

► **Prendre en compte l'impact du projet sur le paysage, le tourisme et l'identité du territoire :**

- Être force de proposition auprès des Autorités concernées pour faire évoluer la réglementation aéronautique de façon à réduire l'impact lumineux du projet depuis la côte ;
- Mettre à disposition du public et des acteurs locaux des outils permettant de mieux appréhender l'impact visuel du projet ;
- Contribuer à l'émergence d'initiatives locales de développement touristique autour du parc.

► **Rechercher la meilleure cohabitation possible avec les activités de pêche professionnelle :**

- Travailler au cours du 1er semestre 2016 avec les représentants des professionnels de la pêche et les Autorités concernées par l'emplacement des éoliennes et du câblage au sein de la zone ;
- Affiner la connaissance de la ressource halieutique et des pratiques de pêche et poursuivre à cet effet la mise en œuvre des protocoles d'études halieutiques et socio-économiques avec le comité régional des pêches ;
- Favoriser l'identification et la réalisation par le comité régional des pêches (COREPEM) de projets locaux contribuant à l'exploitation durable des ressources halieutiques pouvant prétendre à un financement au titre des 35 % de la taxe éolienne en mer ;
- Identifier en étroite concertation avec les représentants des professionnels de la pêche, les mesures d'accompagnement de la filière pour une meilleure cohabitation entre le futur parc éolien et les pratiques de pêche existantes.

► **Favoriser la création d'emplois et les retombées sur le territoire :**

- Soutenir les PME locales dans leur montée en compétence pour répondre aux consultations de recherche de sous-traitants pour notre projet et de ses fournisseurs de premier rang ;
- Poursuivre, avec les acteurs de la formation, la promotion des métiers liés à l'éolien en mer, en particulier pour les jeunes ;
- Montrer qu'avant même sa phase de construction, ce projet fait travailler des entreprises vendéennes et régionales, en rendant accessibles les chiffres sur les emplois créés ;
- Échanger avec les acteurs concernés sur les thématiques socio-industrielles (exploitation et maintenance, sous-traitance...) ;
- Participer à des événements locaux liés à l'emploi et à la formation.

Ces nombreux échanges ont eu un impact direct sur le dimensionnement et l'évolution du projet.

2.4.4 Optimisation du projet

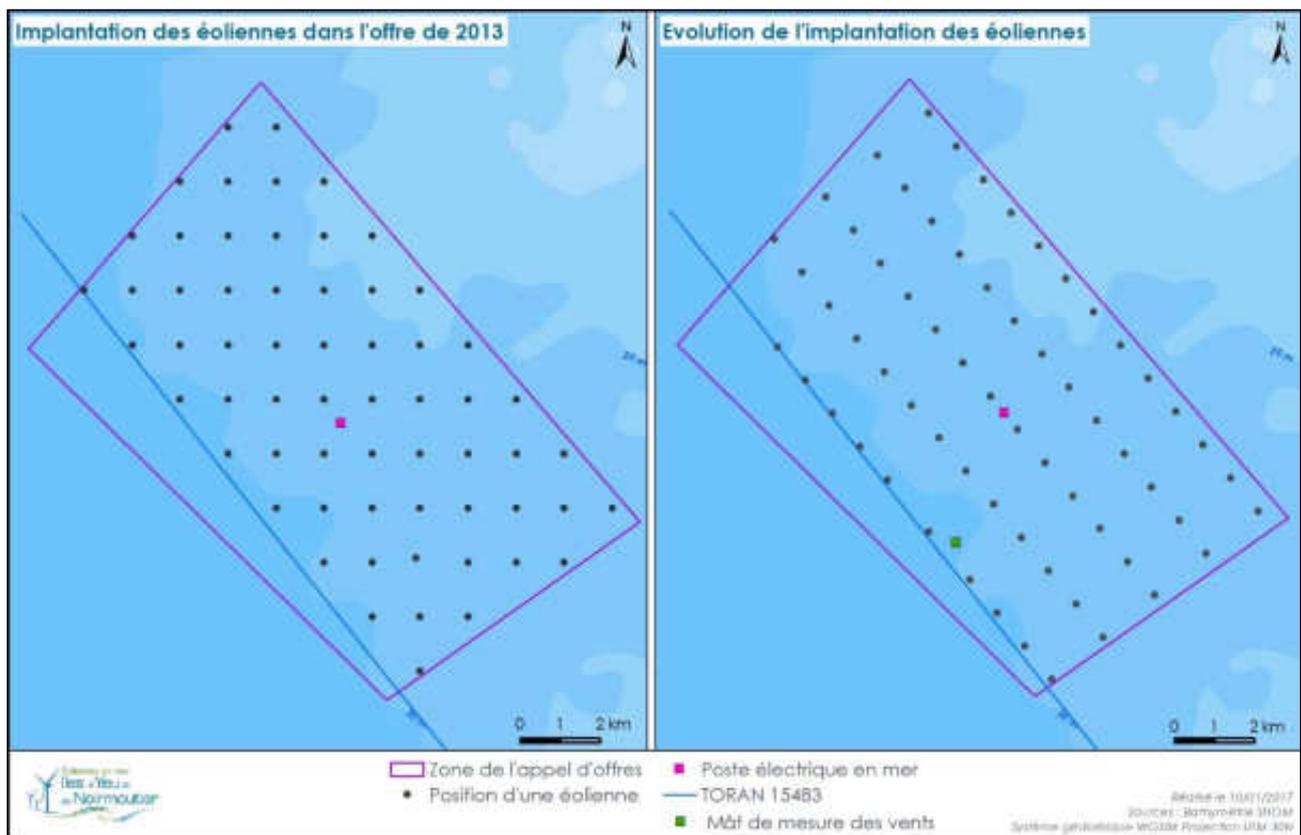
L'Etat avait prévu la possibilité pour le candidat, futur maître d'ouvrage, de pouvoir sous certaines conditions revoir son offre. Par ailleurs le cahier des charges de l'appel d'offres, précise que « Le fait pour un candidat d'être retenu dans le cas de l'appel d'offres ne préjuge en rien du bon aboutissement des procédures administratives qu'il lui appartient de conduire et, en particulier, de celles destinées à obtenir toutes les autorisations nécessaires, notamment celles relatives à l'occupation du domaine public maritime et à la préservation de l'environnement ».

Aussi, capitalisant sur les études effectuées, la richesse des échanges avec le public et les parties prenantes, le maître d'ouvrage a notamment fait évoluer son scénario d'implantation des éoliennes ainsi que son plan de câblage, afin d'aboutir au projet final retenu (Carte 5, Carte 6 et Figure 5).

2.4.4.1 Evolution du schéma l'implantation des éoliennes

Suite aux attentes exprimées pendant le Débat Public en vue de limiter l'impact visuel, améliorer la sécurité de navigation et favoriser la cohabitation avec les activités de pêche professionnelle, le maître d'ouvrage a fait évoluer la disposition des éoliennes au sein de la zone de l'appel d'offres.

Carte 5 : Evolution de l'implantation des éoliennes depuis l'offre



Cette nouvelle implantation favorise l'insertion paysagère du projet, limite l'impact sur l'avifaune et améliore la cohabitation avec les activités de pêche ainsi que la sécurité de navigation.

2.4.4.2 Insertion paysagère

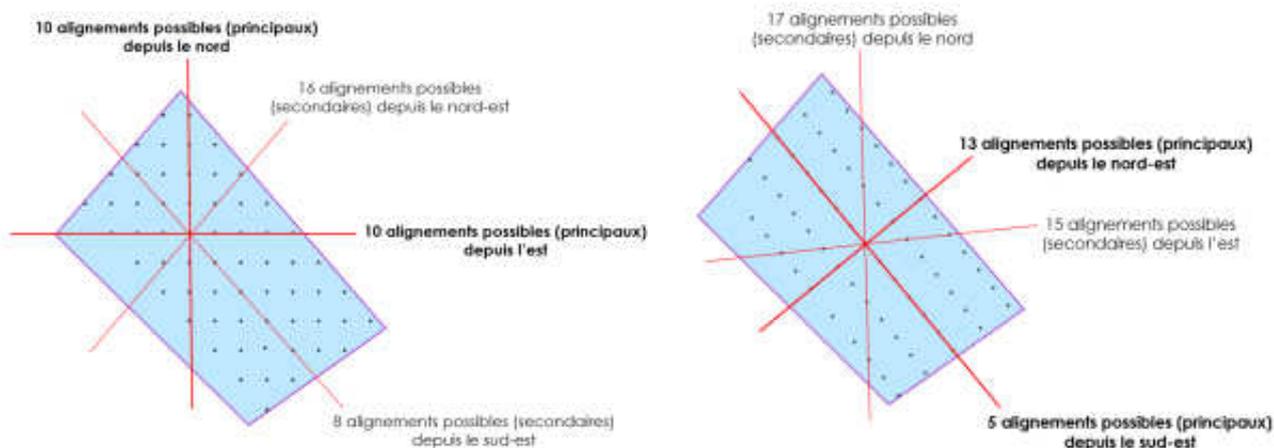
La visibilité générale et les impacts quantitatifs (étendues des zones impactées, nombre d'éoliennes) restent les mêmes, mais les impacts qualitatifs, c'est-à-dire la visibilité effective sur les éoliennes, sont moindres avec cette nouvelle implantation. L'abandon de l'implantation en quinconce pour une implantation en ligne permet en effet de limiter le nombre d'alignements afin de permettre des vues plus lisibles et une structure générale du parc éolien mieux organisée. Ceci est d'autant plus vrai depuis les secteurs nord-est et sud-est, c'est-à-dire depuis les îles de Noirmoutier et de Yeu, les plus fortement impactées d'un point de vue paysager. On passe ainsi de 17 à 13 alignements lisibles depuis Noirmoutier, et de 8 à 5 alignements depuis l'île d'Yeu.

La figure ci-dessous présente le nombre d'alignements principaux et secondaires entre l'implantation de l'offre (à gauche) et l'implantation du projet retenu (à droite).

Les alignements sont d'une manière générale réduits avec la nouvelle implantation, et depuis les secteurs nord-est et sud-est les alignements principaux, c'est-à-dire selon les perpendiculaires, dominant et permettent des vues plus organisées sur le projet.

Les alignements secondaires, selon les diagonales, donnent un aspect plus désorganisé au parc éolien puisque les alignements sont moins lisibles. Ces alignements secondaires sont plus nombreux avec la nouvelle implantation, mais depuis des secteurs de moindre enjeu, au nord et à l'est.

Figure 5 : nombre d'alignement principaux et secondaires entre les deux implantations



Source : Abiès, 2016

Les photomontages présentés ci-dessous ont été zoomés afin d'être lisibles sous ce format. Vous les trouverez à une échelle appropriée dans le cahier de photomontage.

L'emprise du projet est représentée par le trait bleu, tandis que les traits rouges marquent les alignements principaux.

Figure 6 : photomontage depuis la pointe du but avec l'implantation de l'offre



On distingue sur ce photomontage depuis la pointe du but à l'île d'Yeu, 8 lignes d'éoliennes, dont 3 alignements principaux.

2. Présentation des variantes examinées et raison du choix du projet

2.4 Scénario retenu : évolution du scénario « Offre »

2.4.4 Optimisation du projet



Figure 7 : photomontage depuis la pointe du but avec l'implantation du projet retenu



On distingue sur ce même photomontage, suite à l'optimisation de l'implantation, 5 alignements dont deux principaux.

La nouvelle organisation du parc éolien permet ainsi de réduire le nombre d'alignements et ainsi réduire la prégnance visuelle du parc depuis la pointe du But.

Figure 8 : photomontage depuis la plage de Ker Châlon avec l'implantation de l'offre (V1)



On distingue sur ce photomontage depuis la plage de Ker Châlon à l'île d'Yeu, 8 alignements, dont 5 principaux.

Figure 9 : photomontage depuis la plage de Ker Châlon avec l'implantation du projet retenu (V2)



L'optimisation de l'implantation permet de passer à 5 alignements, tous principaux. L'amélioration de la lisibilité du parc et la limitation des impacts sont très nets depuis ce point de vue.

Figure 10 : photomontage depuis la pointe du Devin avec l'implantation de l'offre (V1)



Figure 11 : photomontage depuis la plage du Devin avec l'implantation du projet retenu (V2)



L'optimisation de l'implantation permet de passer à 16 à 13 alignements, et de 7 à 5 alignements principaux. Le nombre d'alignement est donc réduit depuis la côte ouest de Noirmoutier. D'autre part, les alignements principaux situés au centre du parc renforcent son appréciation géométrique.

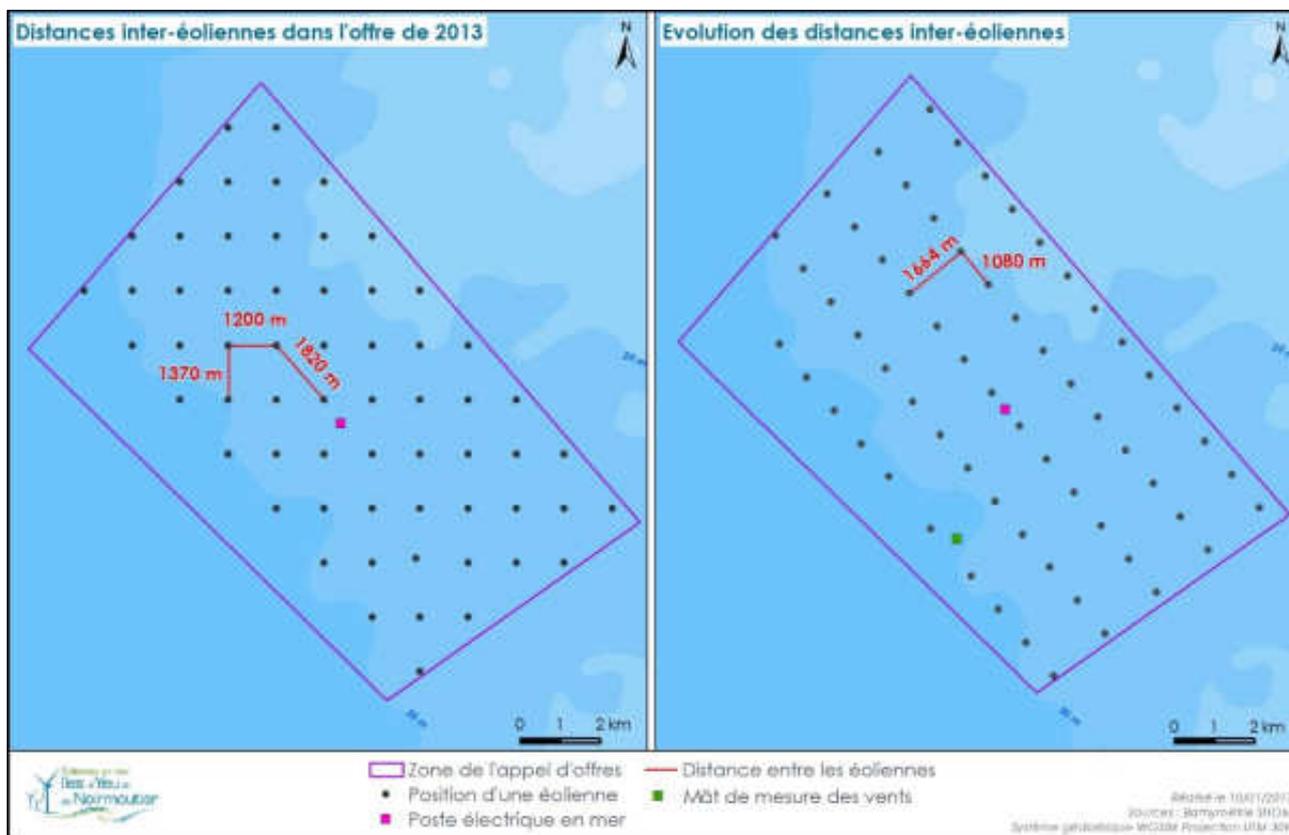
2.4.4.3 Réduction de l'impact sur l'avifaune

Cette nouvelle implantation permet en outre un espacement encore plus important entre chaque ligne d'éolienne, passant de 900 à 1664 m selon un axe nord-ouest / sud-est, bénéfique à l'avifaune puisqu'il permet de minimiser l'effet barrière et les collisions. L'orientation du parc est également conforme aux orientations des vols d'oiseaux observées comme majoritaires à l'échelle locale.

2.4.4.4 Amélioration de la cohabitation avec les activités de pêche et la sécurité de navigation

Cette implantation permet une meilleure visibilité du parc aux professionnels de la pêche et favorise la pratique de leurs métiers dans de meilleures conditions de sécurité, avec l'établissement de couloirs de 1664 m entre chaque ligne d'éoliennes. Au sein des alignements, les éoliennes sont séparées de 1080 m chacune, ce qui faciliterait le passage des bateaux pratiquant les arts dormants.

Carte 6 : distances inter-éoliennes et couloirs pour chaque implantation

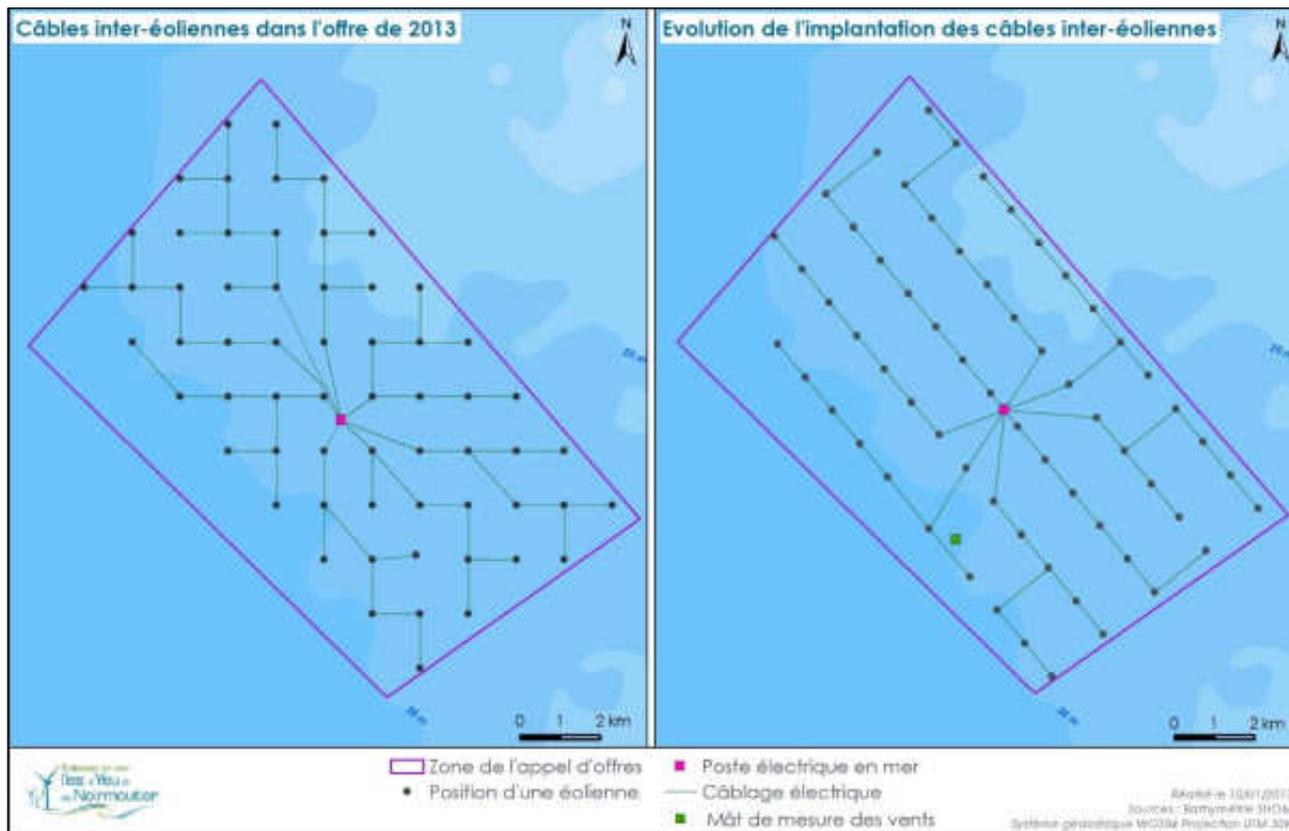


Remarque : le maître d'ouvrage prévoit d'implanter un mât de mesure de vent durant la phase d'exploitation. Celui-ci sera, comme pour les éoliennes et le poste électrique en mer, installé sur une fondation jacket. Sa position a été définie selon les vents dominants ouest / sud-ouest.

2.4.4.5 Evolution du plan de câblage

Les discussions avec le comité régional des pêches depuis le début de la phase de levée de risques ont permis de faire ressortir un sujet de discussion relatif à l'organisation du schéma de câblage. Le maître d'ouvrage l'a donc fait évoluer afin qu'il soit davantage en adéquation avec les pratiques de pêche et améliore la sécurité.

Carte 7 : Evolution du plan de câblage depuis l'offre

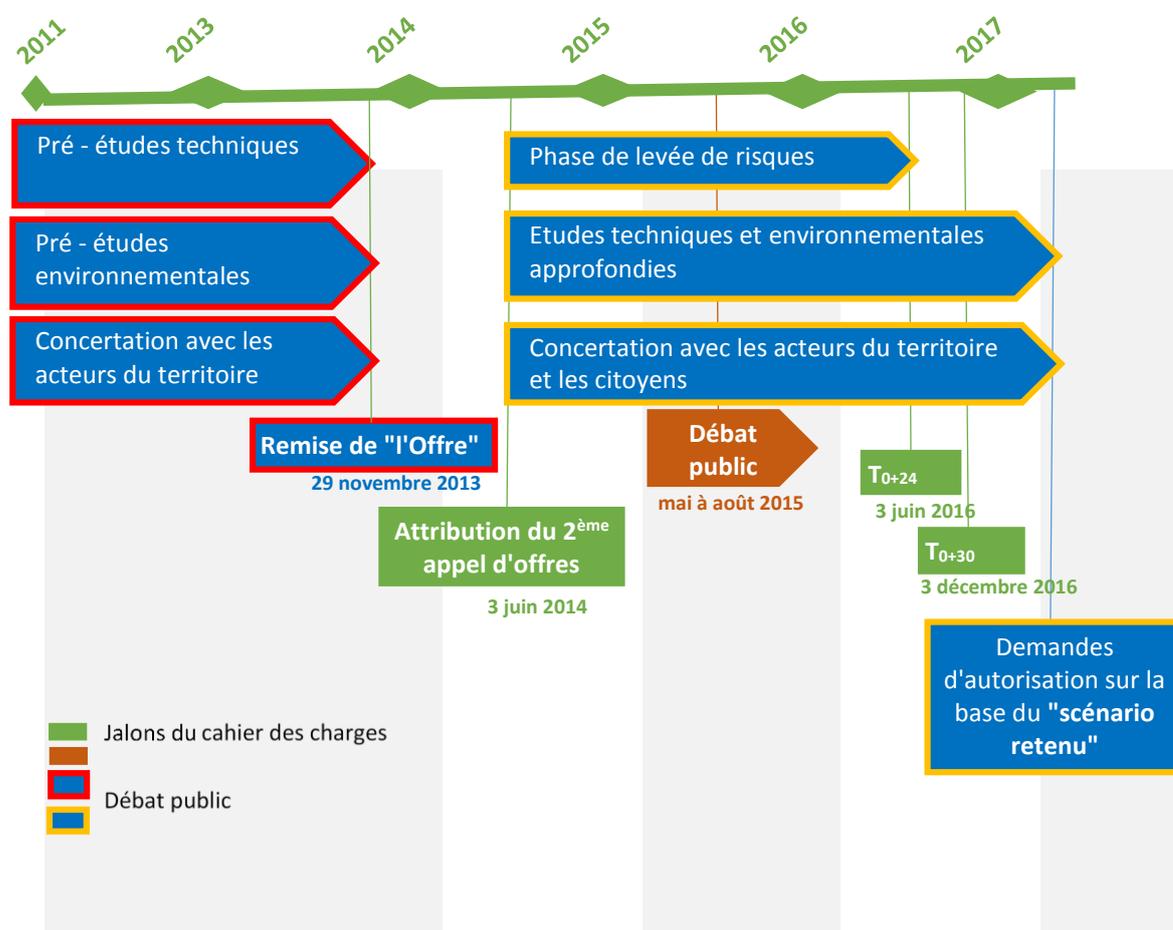


2.4.4.6 Synthèse du projet retenu

Les études techniques et environnementales effectuées ainsi que la richesse des échanges avec le public et les parties prenantes, ont permis au maître d'ouvrage de faire évoluer son projet sur plusieurs aspects, convergents vers une meilleure intégration environnementale du projet ainsi qu'une meilleure cohabitation avec les usages existants.

Le choix d'une éolienne de 8MW, le choix de fondations jacket, l'évolution du schéma d'implantation des éoliennes et du câblage, la concertation avec un large panel d'acteurs du territoire, ont permis d'aboutir à un projet mature et cohérent.

Figure 12 : processus ayant amené au « scénario retenu »



Le projet retenu est issu d'un travail exigeant mené en profondeur depuis 2011 par le maître d'ouvrage, et s'affiche aujourd'hui comme étant le meilleur compromis environnemental, social et économique.

3 Analyse des effets et des impacts du projet sur l'environnement et sur la santé



Sommaire

3.1 Effets attendus	69
3.1.1 Eléments méthodologiques	69
3.1.2 Effets recensés	71
3.2 Impacts sur le milieu physique	75
3.2.1 En phase de construction et de démantèlement	75
3.2.1.1 Géomorphologie	75
3.2.1.1.1 Phase de construction	75
3.2.1.1.2 Phase de démantèlement	80
3.2.1.2 Nature des fonds	81
3.2.1.2.1 Phase de construction	81
3.2.1.2.2 Phase de démantèlement	82
3.2.1.3 Hydrodynamisme marin et côtier	83
3.2.1.4 Dynamique hydrosédimentaire	83
3.2.1.5 Qualité des sédiments marins et des eaux marines et côtières	83
3.2.1.5.1 Phase de construction	83
3.2.1.5.2 Phase de démantèlement	87
3.2.2 En phase d'exploitation	88
3.2.2.1 Géomorphologie	88
3.2.2.1.1 Présentation des effets	88
3.2.2.1.2 Evaluation des impacts	88
3.2.2.2 Nature des fonds	90
3.2.2.2.1 Présentation des effets	90
3.2.2.2.2 Evaluation des impacts	90
3.2.2.3 Hydrodynamisme marin et côtier	91
3.2.2.3.1 Présentation des effets	91
3.2.2.3.2 Evaluation des impacts liés à la modification des conditions de courant	91
3.2.2.3.3 Evaluation des impacts liés à la propagation des vagues	94
3.2.2.4 Dynamique hydrosédimentaire	96
3.2.2.4.1 Présentation des effets	96
3.2.2.4.2 Evaluation des impacts	96
3.2.2.5 Qualité des sédiments marins et des eaux marines et côtières	99
3.2.2.5.1 Présentation des effets	99
3.2.2.5.2 Evaluation des impacts	100
3.2.3 Synthèse des niveaux d'impact pour le milieu physique	109
3.2.3.1 Phase de construction et de démantèlement	109
3.2.3.2 Phase d'exploitation	109
3.3 Impacts sur le milieu naturel	110
3.3.1 En phase de construction et de démantèlement	110
3.3.1.1 Habitats et biocénoses benthiques	110
3.3.1.1.1 Présentation des effets	110
3.3.1.1.2 Evaluation des impacts	111
3.3.1.2 Ressources halieutiques et autres peuplements marins	123
3.3.1.2.1 Présentation des effets	123
3.3.1.2.2 Évaluation des impacts	124

3.3.1.3	Mammifères marins	139
3.3.1.3.1	Principaux effets en phase de construction et de démantèlement	139
3.3.1.3.2	Evaluation des impacts en phase de construction	147
3.3.1.3.3	Evaluation des impacts en phase de démantèlement	157
3.3.1.4	Tortues marines et autres grands pélagiques	159
3.3.1.4.1	Principaux effets en phase de construction sur les tortues marines et autres grands pélagiques	159
3.3.1.4.2	Evaluation des impacts en phase de construction	160
3.3.1.4.3	Evaluation des impacts en phase de démantèlement	169
3.3.1.5	Avifaune	170
3.3.1.5.1	Présentation générale des effets	170
3.3.1.5.2	Sensibilité aux effets	172
3.3.1.5.3	Impacts en phase de construction	175
3.3.1.5.4	Impacts en phase démantèlement	182
3.3.1.6	Chiroptères	182
3.3.1.6.1	Présentation des effets	182
3.3.1.6.2	Evaluation des impacts en phase de construction	184
3.3.1.6.3	Impacts en phase de démantèlement	185
3.3.1.7	Zonages d'inventaire et de protection du patrimoine naturel	186
3.3.1.7.1	Zonages d'inventaires et de protection du patrimoine naturel - hors Natura 2000	186
3.3.1.7.2	Sites Natura 2000	187
3.3.1.8	Continuités écologiques et équilibres biologiques marins	190
3.3.1.8.1	Présentation des effets	191
3.3.1.8.2	Evaluation des impacts	191
3.3.2	En phase d'exploitation	195
3.3.2.1	Habitats et les biocénoses benthiques	195
3.3.2.1.1	Présentation des effets	195
3.3.2.1.2	Evaluation des impacts	195
3.3.2.2	Ressources halieutiques et autres peuplements marins	209
3.3.2.2.1	Présentation des effets	209
3.3.2.2.2	Évaluation des impacts	210
3.3.2.3	Mammifères marins	220
3.3.2.3.1	Principaux effets en phase d'exploitation	220
3.3.2.3.2	Impacts pressentis en phase d'exploitation	220
3.3.2.4	Tortues marines et autres grands pélagiques	226
3.3.2.4.1	Effets en phase d'exploitation	226
3.3.2.4.2	Evaluation des impacts sur les tortues marines	226
3.3.2.4.3	Evaluation des impacts sur les autres grands pélagiques	229
3.3.2.5	Avifaune	232
3.3.2.5.1	Effets en phase d'exploitation sur l'avifaune	232
3.3.2.5.2	Impacts liés aux effets « déplacement » et « habitats » en phase d'exploitation	233
3.3.2.5.3	Impacts par collision en phase d'exploitation	238
3.3.2.5.4	Impacts par effet « Barrière »	250
3.3.2.6	Chiroptères	257
3.3.2.6.1	Impact par mortalité (collision ou barotraumatisme)	257
3.3.2.6.2	Impacts pour les autres effets possibles	261
3.3.2.7	Zonages d'inventaire et de protection du patrimoine naturel	263
3.3.2.7.1	Zonages d'inventaire et de protection du patrimoine naturel – Hors Natura 2000	263
3.3.2.7.2	Sites Natura 2000	264
3.3.2.8	Continuités écologiques et équilibres biologiques marins	265

3.3.2.8.1	Présentation des effets	265
3.3.2.8.2	Evaluation des impacts	266
3.3.3	Synthèse des niveaux d'impact pour le milieu naturel	269
3.3.3.1	Phase de construction et de démantèlement	269
3.3.3.2	Phase d'exploitation	270
3.4	Impacts sur le paysage et le patrimoine maritime et littoral	271
3.4.1	En phase de construction et de démantèlement	271
3.4.1.1	Paysage	271
3.4.1.1.1	Impacts de la phase de construction	271
3.4.1.1.2	Impacts du démantèlement	272
3.4.1.2	Patrimoine et archéologie	272
3.4.2	En phase d'exploitation	273
3.4.2.1	Paysage	273
3.4.2.1.1	Eléments généraux sur la perception du parc éolien en mer	273
3.4.2.1.2	Empreinte visuelle du parc éolien	284
3.4.2.1.3	Impacts paysagers du parc éolien en mer	292
3.4.2.2	Patrimoine et archéologie sous-marine	299
3.4.2.2.1	Monuments historiques	299
3.4.2.2.2	Sites protégés	301
3.4.2.2.3	Secteurs sauvegardés et les AVAP	303
3.4.2.2.4	Archéologie sous-marine	304
3.4.3	Synthèse des niveaux d'impact pour le paysage et le patrimoine	305
3.4.3.1	Phase de construction et de démantèlement	305
3.4.3.2	Phase d'exploitation	305
3.5	Impacts sur le milieu humain	306
3.5.1	En phase de construction et de démantèlement	306
3.5.1.1	Population et biens matériels	306
3.5.1.2	Pêche professionnelle maritime	306
3.5.1.2.1	Présentation des effets	307
3.5.1.2.2	Évaluation des impacts	311
3.5.1.3	Aquaculture	317
3.5.1.3.1	Présentation des effets	317
3.5.1.3.2	Evaluation de l'impact	318
3.5.1.4	Tourisme et loisirs nautiques	319
3.5.1.5	Trafic associé aux activités maritimes commerciales et industrielles	321
3.5.1.5.1	Présentation des effets	321
3.5.1.5.2	Evaluation des impacts	321
3.5.1.6	Transports et loisirs aériens	325
3.5.2	En phase d'exploitation	326
3.5.2.1	Population et biens matériels	326
3.5.2.2	Pêche professionnelle maritime	329
3.5.2.2.1	Présentation des effets	329
3.5.2.2.2	Évaluation des impacts	330
3.5.2.3	Aquaculture	332
3.5.2.3.1	Présentation des effets	332
3.5.2.3.2	Evaluation de l'impact	332
3.5.2.4	Tourisme et loisirs nautiques	333
3.5.2.4.1	Fréquentation touristique	333
3.5.2.4.2	Activités de plaisance, de loisirs nautiques et de plein air	335

3.5.2.5	Trafic maritime associé aux activités maritimes commerciales et industrielles	338
3.5.2.5.1	Présentation des effets	338
3.5.2.5.2	Evaluation des impacts	338
3.5.2.6	Transports et loisirs aériens	340
3.5.2.6.1	Identification des effets	340
3.5.2.6.2	Evaluation des impacts	340
3.5.3	Synthèse des niveaux d'impact pour le milieu humain	342
3.5.3.1	Phase de construction et de démantèlement	342
3.5.3.2	Phase d'exploitation	343
3.6	Impacts sur l'hygiène, la santé, la sécurité et la salubrité publique	344
3.6.1	En phase de construction et de démantèlement	344
3.6.1.1	Navigation et sécurité en mer	344
3.6.1.1.1	Risques maritimes	344
3.6.1.1.2	Servitudes	345
3.6.1.1.3	Moyens de surveillance, de navigation, de communication, de détresse et balisage	346
3.6.1.1.4	Risques technologiques (UXO et TMD)	346
3.6.1.2	Qualité de l'air, odeurs et émissions attendues	348
3.6.1.2.1	Présentation des effets	348
3.6.1.2.2	Evaluation des impacts	348
3.6.1.3	Qualité des eaux de baignade et conchylicoles	350
3.6.1.4	Acoustique aérienne et vibrations	351
3.6.1.4.1	Acoustique aérienne	351
3.6.1.4.2	Vibrations	351
3.6.2	En phase d'exploitation	354
3.6.2.1	Navigation et sécurité en mer	354
3.6.2.1.1	Risques maritimes	354
3.6.2.1.2	Servitudes	357
3.6.2.1.3	Moyens de surveillance, de navigation, de communication, de détresse et balisage	358
3.6.2.1.4	Risques technologiques (UXO et TMD)	375
3.6.2.2	Qualité de l'air, odeurs, résidus et émissions attendues	377
3.6.2.2.1	Polluants issus du trafic maritime	377
3.6.2.2.2	Consommation énergétique	378
3.6.2.3	Qualité des eaux de baignade et conchylicoles	380
3.6.2.4	Acoustique aérienne	381
3.6.2.4.1	Présentation des effets	381
3.6.2.4.2	Evaluation des impacts	382
3.6.3	Synthèse des impacts sur l'hygiène, la santé, la sécurité et la salubrité publique	386
3.6.3.1	Phase de construction et de démantèlement	386
3.6.3.2	Phase d'exploitation	387
3.7	Addition et interaction des effets entre eux	388
3.7.1	Addition des effets	388
3.7.1.1	Milieu physique	389
3.7.1.1.1	Rappel de la synthèse des niveaux d'impacts pour le milieu physique	389
3.7.1.1.2	Additions mises en évidence	390
3.7.1.2	Milieu naturel	390
3.7.1.2.1	Rappel de la synthèse des niveaux d'impacts pour le milieu naturel	390
3.7.1.2.2	Additions mises en évidence	392
3.7.1.3	Paysage et patrimoine	393

3.7.1.3.1	Rappel de la synthèse des niveaux d'impacts pour le paysage et le patrimoine	393
3.7.1.3.2	Additions mises en évidence	393
3.7.1.4	Milieu humain	394
3.7.1.4.1	Rappel de la synthèse des niveaux d'impacts pour le milieu humain	394
3.7.1.4.2	Additions mises en évidence	396
3.7.1.5	Hygiène, santé, sécurité et salubrité publique	396
3.7.1.5.1	Rappel de la synthèse des niveaux d'impacts pour le milieu humain	396
3.7.1.5.2	Additions mises en évidence	397
3.7.2	Interaction des effets	398
3.7.2.1	Interactions potentielle en phase de construction et de démantèlement	398
3.7.2.2	Interactions potentielles en phase d'exploitation	400
3.7.2.3	Interactions mises en évidence	401
3.7.2.3.1	Phase de construction et de démantèlement	401
3.7.2.3.2	Phase d'exploitation	402

Table des illustrations

CARTES

Carte 9 : Localisation des éoliennes, du mât de mesures, du poste électrique et des câbles inter-éoliennes sur fond sédimentaire	76
Carte 10 : Positionnement des éléments techniques du projet	111
Carte 11 : Organisation du parc éolien et conséquences sur la perception depuis le littoral	274
Carte 12 : Différences d'angle horizontal apparent suivant la position de l'observateur	278
Carte 13 : Fréquence des visibilitées en fonction des conditions météorologique.....	281
Carte 14 : Superpositions visuelles entre éoliennes et coucher de soleil	283
Carte 15 : Carte d'étape du nombre maximal d'éoliennes visibles	286
Carte 16 : Carte d'étape de la hauteur apparente des éoliennes (angle vertical)	287
Carte 17 : Zone d'impact visuel, carte d'étape de l'emprise horizontale du parc éolien	288
Carte 18 : Zones d'impact visuel (partie terrestre).....	289
Carte 19 : Zones d'impact visuel (espace maritime).....	291
Carte 20 : Synthèse des impacts paysagers	298
Carte 21 : Implantation des éoliennes et schéma retenus par le maître d'ouvrage à l'issue de la phase de levée des risques	307
Carte 22 : Zone de Délimitation du parc éolien	308
Carte 23 : Zones d'exclusion proposées en phase de construction pour la pêche professionnelle et la plaisance (en rose), ainsi que pour la navigation commerciale (en vert)	309
Carte 24 : Zone d'exclusion à la pêche considérée en phase de construction en regard de l' « aire d'étude activité de pêche VALPENA »	310
Carte 25 : Zone d'exclusion à la pêche en regard du trafic (données SPATIONAV) lié à la pêche sur le dernier trimestre de 2013 (en particulier l'activité des chalutiers sur les accores des roches du plateau des Bœufs)	313
Carte 26 : Distance de contournement du parc pour un navire de commerce (sur l'exemple du trafic observé en novembre 2013)	322
Carte 27 : Trajectoires des sabliers d'extraction de granulats marins pour le mois de novembre 2013 .	323
Carte 28 : Trajectoires des sabliers d'extraction de granulats marins au niveau de la bouée des Bœufs – cas d'une zone tampon de 2 milles nautiques autour de la Zone de Délimitation du parc éolien en phase de construction	324
Carte 29 : périmètre du parc éolien en regard du trafic lié à la pêche (exemple sur le dernier trimestre 2013 sur la base des données SPATIONAV)	330
Carte 30 : Schéma représentatif de la zone potentielle d'apparition des réflexions/faux échos radar pour les radars de L'Herbaudière (en haut) et du sémaphore de Saint-Sauveur (en bas)	366
Carte 31 : Distance entre le chenal d'approche et l'éolienne la plus proche	368
Carte 32 : Localisation des récepteurs de calculs des niveaux sonores du projet	382
Carte 33 : Courbes isophones à 2 m de hauteur des niveaux sonores autour du périmètre de mesure du bruit de l'installation	383
Carte 34 : Carte d'isophones du projet à une hauteur de 2m pour une vitesse de vent de 4 m/s.....	384

FIGURES

Figure 13 : Principes d'évaluation des impacts.....	70
Figure 14 : Schématisation des fonds marins et de leur recouvrement lors du dépôt des cuttings de forage.....	78
Figure 15 : Concentration maximales de matières en suspension au cours de la simulation d'un dépôt des cuttings (volume de cuttings = 350 m ³) pour l'éolienne placée au sud-est du parc	85
Figure 16 – Différentiel des vitesses au maximum de flot.....	91
Figure 17 – Différentiel des vitesses au maximum de jusant	92
Figure 18 – Différentiel des vitesses au maximum de flot zoomé sur les fondations.....	92

Figure 19 – Différentiel des vitesses au maximum de jusant zoomé sur les fondations.....	92
Figure 20 : évolution de la vitesse du courant (jaune) selon le cycle de marée (en bleu) sur journée de 24 heures	93
Figure 21 : Différentiel des hauteurs significatives à pleine mer (gauche) et basse mer (droite) ; Tempête Joachim	94
Figure 22 : Différentiel des hauteurs significatives à pleine mer (gauche) et basse mer (droite) ; Tempête du 02/01/2016	95
Figure 23 : Transport instantané au maximum de flot pour l'état initial et aménagé – granulométrie 500 µm	96
Figure 24 – Transport instantané au maximum de flot pour l'état initial et aménagé – granulométrie 2000 µm	96
Figure 25 : Transport instantané au maximum de jusant pour l'état initial et aménagé – granulométrie 500 µm.....	97
Figure 26 : Transport instantané au maximum de jusant pour l'état initial et aménagé – granulométrie 2000 µm	97
Figure 27 : Différentiel du transport instantané au maximum de flot – granulométrie 500 µm	98
Figure 28 : Différentiel du transport instantané au maximum de jusant – granulométrie 500 µm	98
Figure 29 – Différentiel du transport instantané au maximum de flot – granulométrie 2000 µm.....	98
Figure 30 – Différentiel du transport instantané au maximum de jusant – granulométrie 2000 µm.....	98
Figure 31 : Schéma de principe pour le calcul de volume de la couche limite.....	103
Figure 32 : Interaction entre les éléments techniques du projet et des stations hébergeant une espèce menacée (selon DREAL, 2014) : <i>Atrina fragilis</i> à la station N21 (en haut), et <i>Octopus vulgaris</i> à la station N47 (en bas).....	113
Figure 33 : Evolution temporelle de la richesse spécifique totale et moyenne par bloc de béton des blocs coquillés et classiques.....	116
Figure 34 : Bande de fréquence associée aux différentes sources de bruit.....	119
Figure 35 : Caractéristiques de la capacité auditive de certaines espèces de poissons	128
Figure 36 : Graduation des risques biologiques en fonction de l'éloignement à la ou les sources de bruit anthropique.....	130
Figure 37 : Abondance relative des poissons pélagiques sur le site d'Alpha Ventus comparé à l'extérieur avant la construction (avril 2009), pendant (été 2009-printemps 2010) et durant l'exploitation (printemps 2010-automne 2011).....	132
Figure 38 : Limites des empreintes sonores simulées sur l'AEI du parc pour les poissons en phase travaux.....	134
Figure 39 : Distances maximales de modification du comportement pour les poissons exposés par les opérations en phase travaux, sur base des seuils internationaux.....	134
Figure 40 : Audiogrammes de trois espèces de mammifères marins (et de poissons, pour comparaison).....	143
Figure 41 : Graduation des risques biologiques en fonction de l'éloignement à la ou les sources de bruit anthropique.....	145
Figure 42 : Carte des empreintes sonores pour différentes opérations modélisées – Marsouin commun (cétacés hautes fréquences)	148
Figure 43 : Distances minimales, médianes et maximales, en miles nautiques, des zones de perception des bruits des ateliers de construction par les mammifères marins en hiver.....	149
Figure 44 : Estimation du nombre d'individus susceptibles de percevoir les bruits de travaux du parc d'après les modèles issus de la campagne SAMM - Saison été.....	152
Figure 45 : Distances médianes (milles nautiques) des empreintes sonores pour les tortues marines ..	160
Figure 46 : Distances médianes (milles nautiques) des empreintes sonores pour les poissons sans vessie nataoire	163
Figure 47 : Modélisation de l'intensité du champ magnétique induit à l'interface eau-sédiment par différents câbles de raccordement (ensouillés et actuellement en fonctionnement) en fonction de l'éloignement par rapport au câble. Les gammes de valeurs et les moyennes calculées pour les courants alternatifs sont basées sur 10 câbles	198
Figure 48 : Richesse spécifique benthique au sein des parcs éoliens avant et après la première phase de construction, et distinction en fonction des substrats durs (hard) et meubles (soft).	205

Figure 49 : Biomasse de l'épifaune, de l'endofaune, et de la faune fixée de substrats durs sur les parcs éoliens en mer Belges.....	206
Figure 50 : Zones de fouling détaillées au tableau précédent.....	208
Figure 51 : Biomasses automnales de la faune fixée en fonction du type de fondation. (GBF = gravitaire / Scour protection = protection anti-affouillement).	208
Figure 52 : Illustration schématique de l'effet récif et de l'effet réserve au niveau de la fondation jacket d'une éolienne	211
Figure 53 : Illustration de l'effet récif par des photos prises sur des parcs éoliens existants et des plateformes pétrolières de type jacket	212
Figure 54 : Déviation du parc de Nysted par les oiseaux	251
Figure 55 : Schématisation de la rotondité de la Terre.....	277
Figure 56 : Calculs utilisés pour évaluer l'effacement des éoliennes lié à la courbure terrestre (à gauche, Geophom ; à droite, Jean-Marc Vézien).....	277
Figure 57 : Champ visuel humain	279
Figure 58 : Effets de l'éloignement entre un observateur et le parc éolien.....	280
Figure 59 : Simulations de l'éclairement des éoliennes en fonction de l'heure de la journée (ici, avec un observateur placé au sud des éoliennes)	281
Figure 60 : Perceptions visuelles des éoliennes en fonction de la couleur du ciel en arrière-plan	282
Figure 61 : Empreinte sonore d'un forage d'un pieu de 2,2 m placé au centre de la zone du parc éolien	352
Figure 62 : Création de faux échos par émission / réception au travers des lobes secondaires de l'antenne radar	364
Figure 63 : Atténuation en dB du signal VHF/goniomètre en aller simple derrière un mât d'éolienne de 7m de diamètre.....	371
Figure 64 : Erreur angulaire en degré d'un goniomètre en fonction de la distance bateau-éolienne en kilomètre	372

TABLEAUX

Tableau 8 : Exemple de tableau de synthèse des effets et des impacts.....	69
Tableau 9 : Exemple de tableau de synthèse des effets et des impacts pour un effet négligeable.....	70
Tableau 10 : Présentation des effets attendus en phases de construction et de démantèlement.....	73
Tableau 11 : Présentation des effets attendus en phase d'exploitation.....	74
Tableau 12 : Superficies sur lesquelles la morphostructure et la nature des fonds sont affectées en phase de construction	77
Tableau 13 : Estimation des concentrations théoriques maximales des différents métaux constituant les alliages (en g L ⁻¹) pour des épaisseurs de couche limite de 1 mm et de 1000 mm	103
Tableau 14 : Estimation des concentrations théoriques maximales (g*L ⁻¹) en Al et en Zn pour une anode en Al/In en fonction de l'épaisseur de la couche limite	104
Tableau 15 : Estimation des (en µg•L ⁻¹) des composés après dilution, à 20 m, pour une concentration initiale correspondant à celle d'une couche limite de 1m.....	105
Tableau 16 : Valeurs guides (en µg•L ⁻¹) des composés pour la protection des espèces (PNECs) en fonction des pourcentages de protection.	106
Tableau 17 : Superficies des fonds affectés en phase de construction.....	112
Tableau 18 : Estimation des superficies détruites pour chaque habitat benthique (P = pourcentage de l'assemblage)	114
Tableau 19 : Niveaux de bruit large bande estimés à leur origine et à la distance de référence de 750 m de leur origine en phase de travaux sur le parc de Yeu-Noirmoutier.....	120
Tableau 20 : Niveaux de référence internationaux pour les seuils de perturbation sonore des poissons	131
Tableau 21 : Niveaux d'impact du bruit perçu estimés en phase de construction sur la zone de projet pour les poissons.....	133
Tableau 22 : Principaux effets des phases de construction/de démantèlement des parcs éoliens en mer sur les mammifères marins	140

Tableau 23 : Niveaux de bruit large bande estimés à la distance de référence de 750 m de leur origine en phase de construction.....	141
Tableau 24 : Synthèse des seuils de perturbation acoustique pour les mammifères marins en fonction de l'énergie sonore	146
Tableau 25 : Niveaux de sensibilité retenus pour l'effet « Modification de l'ambiance sonore sous-marine »).....	147
Tableau 26 : Niveaux de sensibilité aux impacts acoustiques de la phase construction pour les mammifères marins en fonction des ateliers considérés	150
Tableau 27 : Synthèse des impacts acoustiques en phase de construction pour les mammifères marins	154
Tableau 28 : Synthèse des impacts de collision en phase de construction pour les mammifères marins	155
Tableau 29 : Analyse des impacts d'augmentation de turbidité en phase de construction pour les mammifères marins.....	157
Tableau 30 : Niveaux de sensibilité aux impacts acoustiques de la phase construction pour les tortues marines en fonction des ateliers considérés	161
Tableau 31 : Niveaux d'impact acoustique en phase de construction pour les tortues marines – Analyse intégrant le forage de pieux de fondations jacket et le trafic induit	162
Tableau 32 : Niveaux de sensibilité aux impacts acoustiques de la phase construction pour les poissons sans vessie natatoire en fonction des ateliers considérés.....	164
Tableau 33 : Niveaux d'impact acoustique en phase de construction pour les requins et le Poisson-lune – Analyse intégrant le forage de pieux de fondations jacket et le trafic induit	164
Tableau 34 : Niveaux d'impact par collision en phase de construction pour les tortues marines	166
Tableau 35 : Niveaux d'impact par collision en phase de construction pour les requins et le Poisson-lune.....	167
Tableau 36 : Niveaux d'impact par augmentation de turbidité en phase de construction pour les tortues marines	168
Tableau 37 : Principaux effets des parcs éoliens en mer sur l'avifaune.....	171
Tableau 38 : Evaluation des niveaux d'impact – Effet « Modification de trajectoire » en phase de construction	176
Tableau 39 : Synthèse des principaux effets des parcs éoliens en mer sur les chiroptères.....	183
Tableau 40 : Impacts par perturbations lumineuses en phase de construction pour les chiroptères	184
Tableau 41 : Sites Natura 2000 pouvant être affectés par des effets du projet	188
Tableau 42 : Niveaux de bruit large bande estimés en phase d'exploitation sur le parc de Yeu-Noirmoutier	202
Tableau 43 : Superficies en mètre carrés des substrats durs nouvellement disponibles par éolienne selon le type de fondation utilisée au sein des parcs éoliens de Belgique/Mer du nord. N.D = non déterminé	207
Tableau 44 : Niveaux d'impact du bruit perçu estimés en phase exploitation sur la zone du parc éolien (en dB réf. 1µPa²s)	217
Tableau 45 : Niveaux de bruit large bande estimés à la distance de référence de 750 m de leur origine en phase d'exploitation.....	220
Tableau 46 : Synthèse des impacts acoustiques en phase d'exploitation pour les mammifères marins .	222
Tableau 47 : Synthèse des impacts de perte ou modification d'habitats pour les mammifères marins ..	223
Tableau 48 : Niveaux d'impact magnétique en phase d'exploitation / maintenance pour les mammifères marins	225
Tableau 49 : Analyse des impacts acoustiques en phase d'exploitation pour les tortues marines.....	226
Tableau 50 : Niveaux d'impact par collision en phase de construction pour les tortues marines	229
Tableau 51 : Analyse des impacts acoustiques en phase d'exploitation pour les grands pélagiques.....	230
Tableau 52 : Evaluation des niveaux d'impact – Effet « Déplacement / Habitats » en phase d'exploitation.....	234
Tableau 53 : Evaluation des nombres de collision probables par an pour les principales espèces.....	239
Tableau 54 : Evaluation des niveaux d'impact – Effet « Collision » en phase d'exploitation.....	242
Tableau 55 : Evaluation des niveaux d'impact – Effet « barrière ».....	251
Tableau 56 : Synthèse de la sensibilité des espèces à la collision/barotraumatisme en phase d'exploitation.....	258
Tableau 57 : Impacts par collision/barotraumatisme en phase d'exploitation pour les chiroptères	260

Tableau 58 : Evaluation des impacts par perturbations lumineuses et perturbations des trajectoires en phase d'exploitation.....	262
Tableau 59 : Distance de l'horizon suivant l'altitude de l'observateur.....	277
Tableau 60 : Visibilités horaires à la station de l'île d'Yeu 2011-2016	280
Tableau 61 : Dates de superposition visuelle entre éoliennes et coucher de soleil	283
Tableau 62 : Pourcentage du territoire avec éoliennes visibles.....	286
Tableau 63 : Pourcentage du territoire selon la hauteur apparente des éoliennes.....	287
Tableau 64 : Pourcentage du territoire selon l'angle horizontal du parc éolien	288
Tableau 65 : Pourcentage du territoire selon le niveau d'impact visuel.....	289
Tableau 66 : Grille d'appréciation théorique des impacts paysagers	292
Tableau 67 : Evaluation des niveaux d'impact	297
Tableau 68 : Evaluation des niveaux d'impact – Monuments historiques	300
Tableau 69 : Evaluation des niveaux d'impact – Sites protégés.....	302
Tableau 70 : Evaluation des niveaux d'impact – Secteurs sauvegardés et les AVAP	304
Tableau 71: résultats des évaluations d'impacts économiques du scénario de construction considéré ..	314
Tableau 72: résultats des évaluations d'impacts sociaux du scénario de construction considéré	315
Tableau 73 : Quantités de polluants atmosphériques émis par le trafic maritime en phase de construction	348
Tableau 74 : Quantités de polluants atmosphériques émis par le trafic maritime en phase de démantèlement.....	349
Tableau 75 : Tableaux des scénarios d'accidents retenus	354
Tableau 76 : Probabilités d'occurrence des scénarios d'accidents retenus.....	355
Tableau 77 : Matrice de criticité associée aux scénarios d'accidents retenus	355
Tableau 78 : Synthèse de l'impact sur la détection de chaque radar en fonction du type de cible	358
Tableau 79 : Localisation et caractéristiques des installations VHF portées à l'attention du maître d'ouvrage par le CROSS Etel.....	361
Tableau 80 : Quantités de polluants atmosphériques émis par le trafic maritime en phase d'exploitation.....	377
Tableau 81 : Emissions de GES lors des différentes étapes du cycle de vie du parc éolien en mer	378
Tableau 82 : Facteur d'émission de différentes productions électriques en France	379

PHOTOGRAPHIES

Photographies 1 : Illustrations des fonds de la station N26	78
Photographies 2 : Anode sacrificielle (gauche) et disposition sur une fondation de type jacket (droite)	101
Photographies 3 : Croissance horizontale de l'ascidie Botryllus schlosserii sur la même face d'un même bloc après 2 et 4 mois d'immersion	117
Photographie 4 : Aperçu d'une fondation gravitaire en béton colonisée sur sa partie supérieure au sein du parc éolien en mer de Thornton Bank (Belgique)	207
Photographie 5 : vue sur les éoliennes avec un rotor orienté face à l'observateur depuis la Guérinière sur l'île de Noirmoutier	274
Photographie 6 : vue sur les éoliennes avec un rotor orienté de profil par rapport à l'observateur depuis la plage de Ker Châlon, sur l'île d'Yeu	275
Photographie 7 : Le parc de Middelgrunden par Yann-Arthus Bertrand.....	276
Photographie 8 : Exemple d'antenne radio goniométrique VHF	360

3.1 Effets attendus

Conformément au 3° de l'article R.122-5 du Code de l'environnement, dans sa rédaction applicable à la présente étude d'impact, c'est-à-dire antérieure au décret n°2016-1110 du 11 août 2016, l'étude d'impact doit comporter une « analyse des effets négatifs et positifs, directs et indirects, temporaires et permanents, à court, moyen ou long terme ».

3.1.1 Eléments méthodologiques

Les aspects méthodologiques relatifs à la définition des impacts sont présentés de façon détaillée dans le chapitre « Présentation des méthodes et des difficultés rencontrées », qu'il est recommandé de lire au préalable.

En substance, l'appréciation des effets et des impacts est réalisée à partir de l'évaluation des enjeux identifiés pour les différentes composantes de l'environnement, dans le cadre de l'état initial. Seules les composantes qualifiées d'un enjeu faible à fort font l'objet d'une évaluation des impacts.

Les effets ou pressions (terme utilisé dans le Plan d'Action pour le Milieu Marin (PAMM) Golfe de Gascogne) sont ensuite identifiés. Un projet interagit inévitablement avec son environnement et modifie de fait certains paramètres environnementaux. L'effet décrit la conséquence objective de cette interaction sur l'environnement.

L'impact est la transposition de cette conséquence sur les différentes thématiques de l'environnement selon une échelle de sensibilité. Sa définition fait appel aux connaissances bibliographiques, aux guides d'évaluation des impacts ou encore aux expériences acquises sur des projets similaires. Ainsi, en plus de l'enjeu, cette définition de l'impact prend en compte les notions de sensibilité des composantes (caractère de résilience et de tolérance à l'effet), de pression ou effet (caractérisé par la durée et la fréquence (temporaire ou permanente), l'étendue et l'intensité).

A la fin de chaque partie d'évaluation des impacts sur une composante, un tableau de synthèse permet de récapituler pour chaque effet « composante » :

- ▶ le niveau d'enjeu associé, déterminé dans la partie « Etat Initial » ;
- ▶ si cela est possible, la sensibilité de la composante « intégrant l'enjeu correspondant » à l'effet, selon le principe 1 de la méthodologie. Si la sensibilité ne peut être déterminée, le principe 2 de la méthodologie est appliqué et la colonne « sensibilité » est alors marquée d'un symbole « / ».
- ▶ le niveau d'effet, sur une échelle de 4 niveaux (de négligeable à fort), et la détermination de ses caractères direct ou indirect ainsi que temporaire ou permanent ;
- ▶ et enfin, le niveau d'impact attendu, également établi sur une échelle de quatre niveaux.

Tableau 8 : Exemple de tableau de synthèse des effets et des impacts

Composante	Nom de l'effet				Impact
	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		
			Niveau d'effet		
Nom de la composante (exemple : Avifaune)	Niveau	Niveau	Direct / Indirect	Temporaire / permanent	Niveau d'impact

A noter néanmoins qu'un effet négligeable n'induit pas l'apparition d'un impact identifiable, aussi, dans ces cas de figure, l'impact n'est pas évalué car aucun impact n'est attendu. Le tableau conclusif relatif à chaque effet « composante » est alors présenté comme suit :

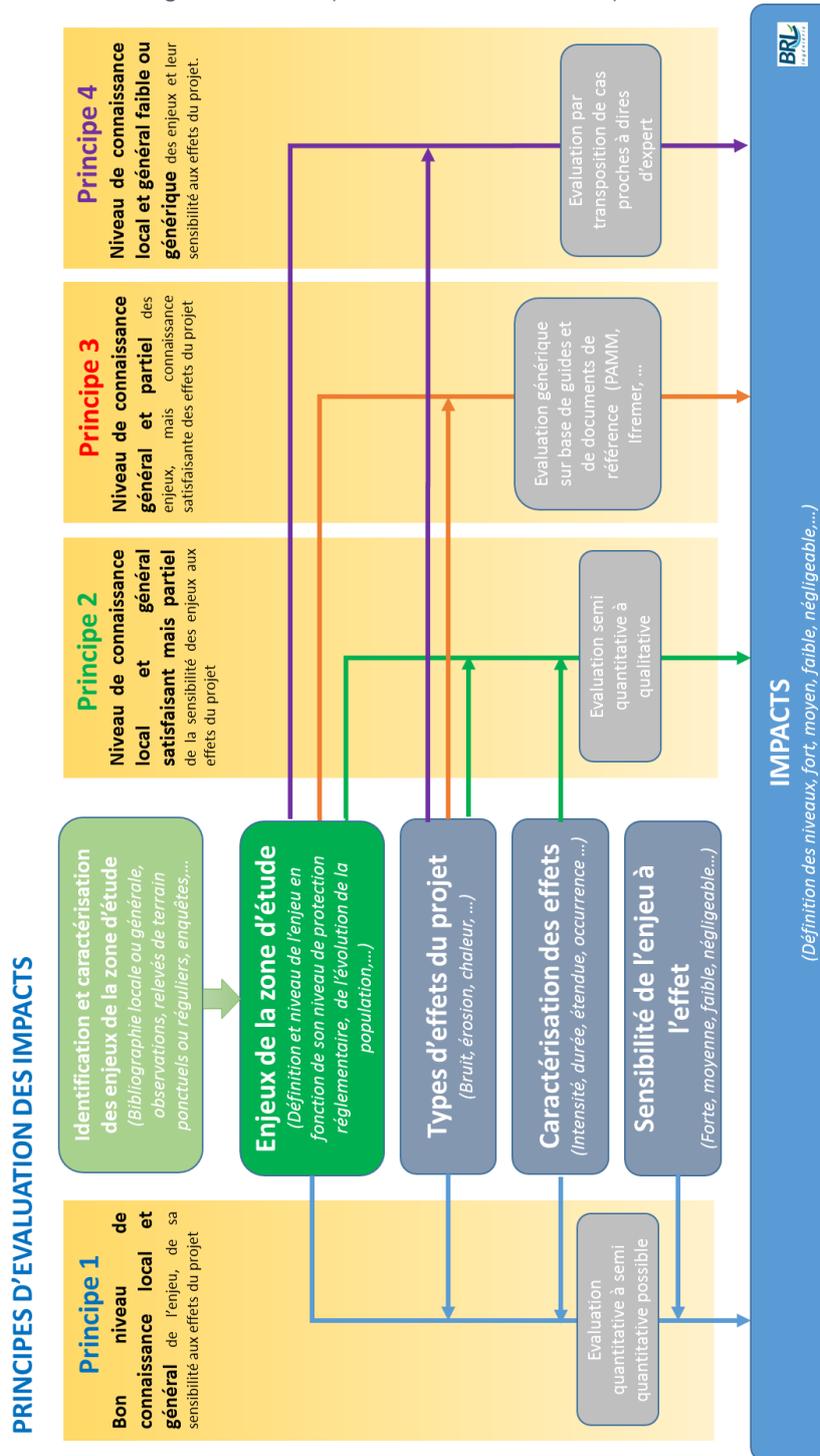
Tableau 9 : Exemple de tableau de synthèse des effets et des impacts pour un effet négligeable

Nom de l'effet			
Composante	Enjeu	Caractérisation de l'effet	Impact
Nom de la composante (exemple : Avifaune)	Niveau	Négligeable	N.Ev.*

*N. Ev : Non évalué

Les principes d'évaluation des impacts selon le niveau de connaissance sont résumés dans le schéma suivant.

Figure 13 : Principes d'évaluation des impacts



Source : BRLi, 2013

3.1.2 Effets recensés

Les effets recensés sont présentés dans les tableaux de synthèse ci-après. Ces tableaux rendent compte des interactions potentielles entre :

- ▶ Les différents compartiments des milieux physique, biologique, paysager et humain, abordés dans l'état initial y compris la consommation énergétique, la commodité du voisinage, l'hygiène, la santé, la sécurité, la salubrité publique ;
- ▶ Les effets ou impacts génériques (conséquences objectives de l'interaction du projet avec l'environnement) liés aux principales phases du projet :
 - les phases de construction / de démantèlement, qui présentent des effets généralement similaires mais sur des durées différentes ;
 - la phase d'exploitation qui correspond à la durée du projet en fonctionnement.

Les effets sont étudiés en prenant en compte l'application des éléments de conception du parc éolien dont certains constituent des mesures d'évitement ME ainsi que des mesures de réduction MR (Chapitre « Mesures prévues par le pétitionnaire »).

Une fois l'évaluation des impacts effectuée, de nouvelles mesures de réduction sont proposées pour contenir ou diminuer l'impact du projet. Le cas échéant, lorsque l'impact n'a pu être évité ni suffisamment réduit, des mesures de compensation sont proposées par le maître d'ouvrage.

En complément des tableaux de synthèse des effets, une description plus détaillée est faite en guise d'introduction à l'évaluation du niveau d'impact pour chaque composante.

Cette partie relative à l'évaluation des effets et des impacts présente donc successivement :

- ▶ Les tableaux de synthèse des effets pour les phases de construction / de démantèlement et la phase d'exploitation (ci-après) ;
- ▶ Par composante puis par phase du projet :
 - La définition détaillée des effets attendus,
 - L'évaluation des impacts,
 - En fin de partie, un tableau de définition du niveau d'impact.

Dans le cadre de l'évaluation des effets et impacts, la « zone du parc éolien » correspond à l'espace incluant les éoliennes et le survol des pales, le poste électrique en mer, les câbles inter-éoliennes et les câbles de raccordement des éoliennes au poste électrique en mer ainsi que le mât de mesure en mer.

Remarque : Les effets sur les sites Natura 2000 ne sont pas indiqués dans ce tableau, du fait d'un dossier d'évaluation d'incidences indépendante. Néanmoins, les conclusions de cette évaluation sont rappelées dans ce chapitre.

Tableau 10 : Présentation des effets attendus en phases de construction et de démantèlement

PHASE DE CONSTRUCTION ET DE DÉMANTÈLEMENT		EFFETS																					
Milieux	Composantes de l'environnement	Modifications géomorphologiques	Destruction des fonds	Modification de la nature des fonds	Mise en suspension de sédiments et augmentation de la turbidité	Contamination par des substances polluantes (pollution accidentelle)	Perte d'habitats et destruction des biocénoses benthiques	Modification d'habitats d'espèces (avifaune, mammifères, ressources halieutiques, chiroptères)	Effet barrière ou modification des trajectoires (avifaune, mammifères, chiroptères, poissons)	Modification de l'ambiance sonore sous-marine	Risque de collision (espèces animales mobiles) ou risques maritime (y compris risque de collision avec des navires)	Covisibilités et prégnance visuelles	Destruction du patrimoine archéologique sous-marin	Modification de la valeur du patrimoine	Modification des cheminements et augmentation du trafic maritime	Modification des activités de pêches et disponibilité de la ressource	Modification de la fréquentation touristique	Modification de la pratique des activités de loisirs	Détonation de charge explosive (UXO)	Emissions de polluants atmosphériques	Perturbation de l'ambiance sonore aérienne et vibrations	Perturbation lumineuse	
Milieu physique	Morphostructure marine																						
	Hydrodynamique marine	Évalué en phase d'exploitation																					
	Dynamique hydrosédimentaire	Évalué en phase d'exploitation																					
	Qualité des sédiments et des eaux																						
Milieu naturel	Habitats et biocénoses benthiques																						
	Ressources halieutiques et autres peuplements marins																						
	Mammifères marins																						
	Tortues marine																						
	Autres grands pélagiques																						
	Avifaune marine																						
	Chiroptères																						
	Zonages d'inventaire et de protection																						
	Continuités écologiques et équilibres biologiques																						
Paysage et patrimoine	Paysage																						
	Patrimoine culturel (Monuments historiques, etc.)																						
	Patrimoine archéologique sous-marin																						
Milieu humain	Populations et biens matériels	Population																					
		Biens matériels et immobilier																					
	Activités et usages préexistants	Pêche professionnelle																					
		Aquaculture																					
		Tourisme et loisirs nautiques																					
		Trafic associé aux activités maritimes commerciales et industrielles																					
	Transports et loisirs aériens																						
		Évalué en phase d'exploitation																					
Hygiène, santé, sécurité et salubrité publique	Navigation et sécurité en mer	Risques maritimes																					
		Servitudes	Évalué en phase d'exploitation																				
		Moyens de surveillance, de navigation, de communication, de détresse et balisage	Évalué en phase d'exploitation																				
		Risques technologiques (UXO et TMD)																					
	Qualité de l'air, odeurs, résidus et émissions attendues, qualité des eaux de baignade et conchylicoles	Qualité de l'air, odeurs et émissions attendues																					
Consommations énergétiques		Évalué en phase d'exploitation																					
Qualité des eaux (baignade et conchylicole)																							
	Acoustique aérienne et vibrations																						

Source : BRLi, 2016

3.2 Impacts sur le milieu physique

L'évaluation des impacts sur le milieu physique repose en grande partie sur les résultats issus des modélisations hydrodynamiques et hydrosédimentaires réalisées par BRLi. La méthodologie mise en œuvre est présentée dans le chapitre « Méthodes utilisées et difficultés rencontrées ».

Chaque effet est étudié selon la phase du projet au cours de laquelle il est le plus susceptible de se produire. Ainsi, les effets générés par la présence des structures s'exprimeront pleinement une fois toutes les structures installées, soit en phase d'exploitation. De ce fait, ces effets seront étudiés pour cette phase même si certains d'entre eux pourront être en partie perceptibles dès la phase de construction.

3.2.1 En phase de construction et de démantèlement

3.2.1.1 Géomorphologie

La géomorphologie (ou forme du relief marin) fait partie de la morphostructure, au même titre que la nature des fonds et la géologie. Cette dernière n'est toutefois pas étudiée dans cette partie car le niveau d'enjeu évalué est négligeable. Pour rappel, le niveau d'enjeu concernant la géomorphologie est estimé à faible.

3.2.1.1.1 Phase de construction

PRESENTATION DES EFFETS

Les principales étapes de la construction (travaux préparatoires, installation des fondations et enrochement des câbles) et les moyens nautiques mis en œuvre sont à l'origine de différents effets qui peuvent affecter la géomorphologie.

Les effets recensés concernent :

- La modification de la géomorphologie lors de la mise en œuvre de protections par enrochements ou lors des opérations de dépôt des cuttings (résidus de la roche-mère issus des forages – se référer au chapitre « Description du projet » pour plus de détails).

De façon générale on notera que les modifications de la bathymétrie sont généralement associées à celles du relief sous-marin, donc plutôt de la morphologie du fait de la mise en œuvre d'enrochements pour la protection des câbles inter-éoliennes. On ne peut pas véritablement parler de modification bathymétrique en ce qui concerne la mise en œuvre des fondations de type jacket. Les effets les plus sensibles pour ces structures concernent la géomorphologie aux abords des fondations ou encore les courants et la propagation des vagues. Ces effets sont abordés dans la phase d'exploitation, qui permet de disposer d'une vision de l'ensemble du parc et des interactions potentielles entre les structures ;

- La destruction des fonds en lieu et place des pieux forés des fondations ;
- L'effondrement de zones karstiques, lors des opérations de forage des fondations ;
- La mise en suspension de particules fines et augmentation de la turbidité lors du dépôt des résidus de forage des pieux. En dehors d'un effet sur la qualité des eaux qui est abordé plus loin (3.2.1.5), la sédimentation des particules, consécutive à cette mise en suspension mais aussi les prélèvements sur le substrat, peuvent affecter la nature des fonds (2.2.1.2). Les éléments fins peuvent provenir de la matrice des substrats ou essentiellement des résidus de forage (cuttings).

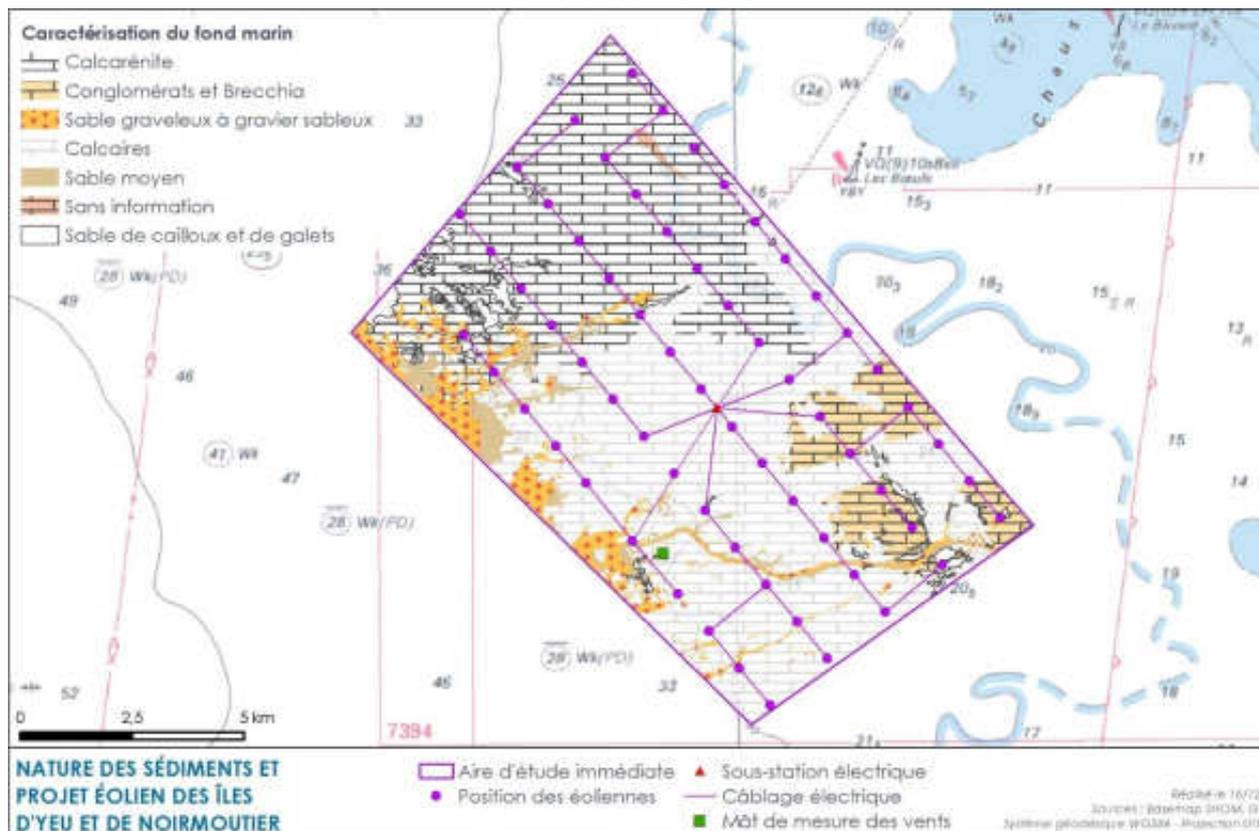
Le positionnement de certaines éoliennes nécessite la réalisation de travaux préparatoires du sol. Ils consistent essentiellement en un déplacement de roches qui, par leur taille, peuvent gêner la mise en place du cadre des 4 pieux des fondations jacket. Ces opérations n'ayant aucune incidence sur la morphostructure, leur effet est ici considéré comme négligeable et n'est donc pas étudié par la suite.

Le maître d'ouvrage a fait le choix de ne pas implanter d'éoliennes dans la zone de substrats meubles située à l'ouest de la zone du parc éolien (Carte 9). Il s'agit d'une mesure d'évitement présentée dans la partie « Mesures prévues par le pétitionnaire » (ME6 - Eviter la zone à fort enjeu à l'ouest du toran 15 483). Cette mesure permet, entre autres, d'éviter une éventuelle remise en suspension des sédiments au sein de la zone du parc éolien.

EVALUATION DES IMPACTS

Avant l'installation des fondations, des sondages géotechniques seront réalisés sur chaque emplacement afin de prendre en compte les contraintes karstiques (risques d'effondrements, cavités souterraines). L'installation des fondations débute par le forage successif des 4 pieux de chacune des 64 jackets. Cette opération affecte directement une surface totale estimée à environ 975 m² (Tableau 12). Ce chiffre correspond au total de la surface des fonds marins détruite de façon permanente par les opérations de forage (fondation des éoliennes, du poste électrique et du mât de mesure comprise).

Carte 9 : Localisation des éoliennes, du mât de mesures, du poste électrique et des câbles inter-éoliennes sur fond sédimentaire



Le forage produit un volume de débris (appelés cuttings) de $\approx 19\,000\text{ m}^3$, qui sont récupérés sur un navire, triés puis déposés au pied des fondations de la même façon que pour un forage sans boues lubrifiantes, soit 300 m^3 par fondation.

Les cuttings sont composés d'une fraction de roche calcaire fragmentée en particules de l'ordre du centimètre ou plus et d'une fraction qui peut être suffisamment fine pour être mise en suspension.

Les opérations de forage seront réalisées en circuit fermé, ce qui permettra de conserver le fluide de type bentonite, qui sert à lubrifier si nécessaire le forage (le circuit est alimenté en eau de mer dans le cas contraire) et de récupérer les cuttings produits. Les quantités de particules fines potentiellement mises en suspension lors du forage sont infimes et n'induisent pas de modification notable de la morphostructure. Les effets relatifs à cette mise en suspension sur la qualité des eaux et des sédiments sont évalués dans la partie 3.2.2.4 Dynamique hydrosédimentaire.

La fraction la plus grossière issue du forage sera déposée au pied des fondations, dans un rayon estimé à 15 m ce qui constituera par fondation une couche de sédiments d'une surface d'environ 700 m² et d'une épaisseur d'environ 50cm.

Tableau 12 : Superficies sur lesquelles la morphostructure et la nature des fonds sont affectées en phase de construction

Opérations	Emprises (m ²)
Installation par forage des 4 pieux des 62 fondations éoliennes (Diamètre D=2,2 m)	943
Installation par forage des 4 pieux de la fondation du mât de mesure (D=1,2 m)	3,4
Installation par forage des 4 pieux de la fondation du poste électrique (D=3 m)	28
Sous total (cases grisées)	974
Moyens nautiques (navires autoélévateurs)	24 970
Dépôt des cuttings au pied des 64 fondations (environ 700 m ² par fondation répartis sur 15 m de rayon et 0,50 m d'épaisseur)	44 800
Protection des câbles inter-éoliennes (9 m x 76,5 km) par enrochements	688 500
Total (cases bleues)	≈759 250 m ²

Source : EMYN et BRLi, 2016

Comme l'illustrent les photographies de la page suivante, les zones de substrats meubles au sein de la zone du parc éolien sont composées de chaos, de Brecchia (fragments de roches calcaires), de crevasses ou de pierres affleurantes. Or, le dépôt des cuttings sur les fonds marins peut potentiellement colmater ces anfractuosités et homogénéiser en partie les fonds marins du fait du dépôt de substrats meubles (Figure 14). Ce dépôt induit donc une modification géomorphologique notable et directe.

A noter que ces anfractuosités jouent un rôle fonctionnel pour une partie de la faune benthique. L'incidence du comblement est abordée en détail dans la partie Habitats et les biocénoses benthiques .

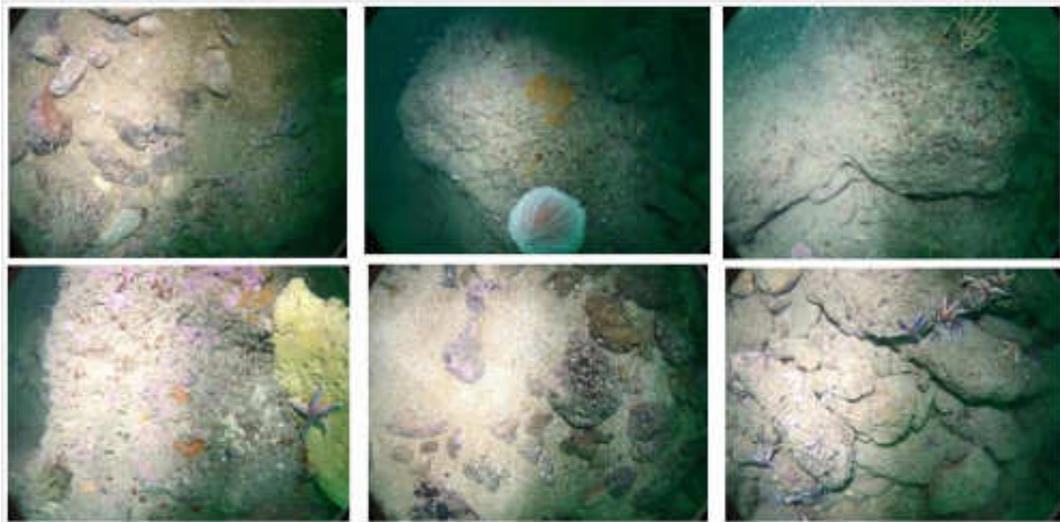
Dans la zone du parc éolien, les fonds marins se structurent notamment sous l'action de l'hydrodynamisme. Les courants suffisamment forts en profondeur empêchent le dépôt de la plupart des sédiments meubles. Ainsi seules des roches nues et quelques plaquages épars de sables apparaissent. L'hydrodynamisme remobilise progressivement les sédiments déposés et recrée les paysages sous-marins originels même s'il demeure difficile de prédire le temps nécessaire au recouvrement de la situation initiale car les phénomènes météorologiques, majoritairement responsables de cette remobilisation (tempêtes, etc.), ne peuvent être anticipés sur plusieurs années. On peut donc considérer que la morphostructure est résiliente au dépôt des cuttings (Figure 14).

3. Analyse des effets et des impacts du projet sur l'environnement et sur la santé

3.2 Impacts sur le milieu physique

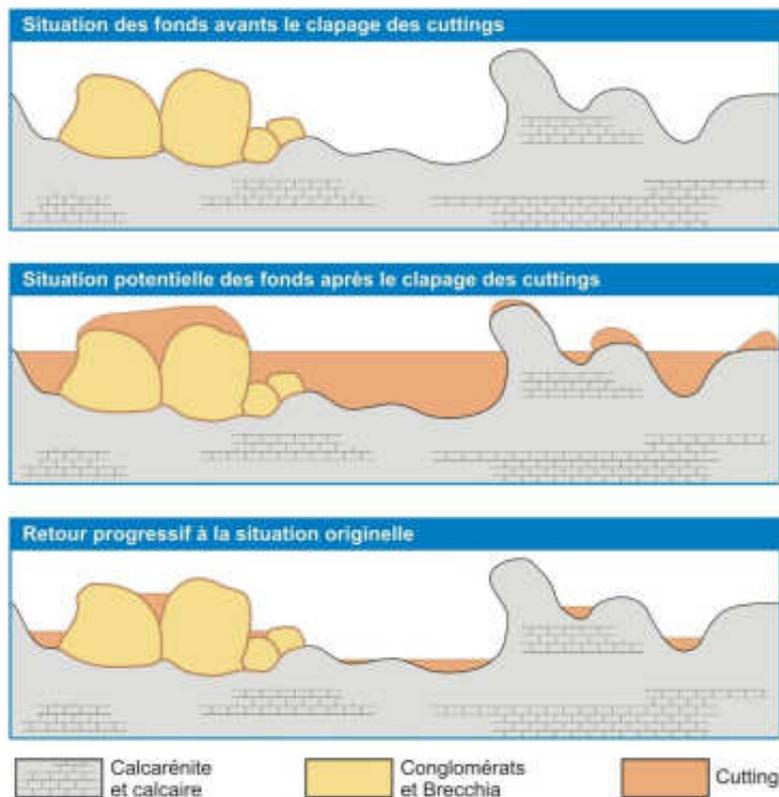
3.2.1 En phase de construction et de démantèlement

Photographies 1 : Illustrations des fonds de la station N26



Source : Idra, 2016

Figure 14 : Schématisation des fonds marins et de leur recouvrement lors du dépôt des cuttings de forage



Source : BRLi, 2016.

La nature majoritairement rocheuse des fonds de la zone du parc éolien (88% de substrat dur), ne permet pas d'ensouffler le réseau de câbles inter-éoliennes. L'intégralité du linéaire de câble (environ 76,5 km), sera donc protégé à l'aide de blocs de roches exogènes¹⁰ mais naturelles (comme conseillé par le rapport OSPAR de février 2009).

¹⁰ Qui est né ou qui a été créé à l'extérieur du lieu (de l'aire) dont il est question.

L'andain mis en place, d'une hauteur d'environ 1,3 m pour 9 m de largeur, modifie la morphologie des fonds. L'enrochement implique une diminution de la profondeur, et une modification du relief naturel des fonds marins. La surface ainsi modifiée s'étend sur environ 688 500 m². Les effets liés à l'installation des câbles sont donc directs sur la morphostructure.

Contrairement aux cuttings, les enrochements sont dimensionnés pour ne pas bouger et protéger de façon efficace et pérenne les câbles. Le retour à la situation initiale ne pourra se faire que lors du démantèlement du parc éolien. Le présent effet est donc permanent. Enfin, compte tenu des faibles superficies mises en jeu, son intensité est considérée comme faible.

Lors de la phase de construction, certains moyens nautiques utilisés ont besoin de se stabiliser en prenant appui sur les fonds marins. Lors de la mise en place des pieux des fondations des éoliennes et du mât de mesure, les navires auto-élévateurs utilisés pour les opérations d'installation déploient 4 à 6 jambes sur le fond marin. Chacune de ces jambes possède une emprise de 25 m² sur le fond. L'installation du poste électrique en mer et de sa fondation fait intervenir quant à elle un navire à positionnement dynamique déployant jusqu'à 8 ancres sur le fond marin. Au total, les moyens nautiques possèdent une emprise totale estimée à 25 000 m² sur le fond. Néanmoins, ni les ancres ni les jambes des navires de construction ne remanient significativement les fonds ni ne provoquent de mise en suspension. Les effets liés aux moyens nautiques sont donc estimés comme négligeables.

En fonction des opérations envisagées on peut retenir les principales conclusions suivantes :

- ▶ Les effets liés à l'installation des fondations sont directs et majoritairement temporaires (pour les plus prégnants). Compte tenu des faibles superficies concernées, l'intensité de ces effets est considérée comme faible ;
- ▶ Les effets liés à la protection du linéaire de câbles sont directs et permanents. Compte tenu des faibles superficies mises en jeu, l'intensité de ces effets est considérée comme faible ;
- ▶ Les effets liés à l'utilisation des moyens nautiques sont estimés comme négligeables.

Géomorphologie – Phase de construction					
Compte tenu de la résilience des composantes évoquées, du caractère majoritairement temporaire des effets et des faibles superficies concernées, notamment dans le cas des effets permanents (Tableau 12), il est estimé que les impacts relatifs à la « modification géomorphologique », « mise en suspension » et « destruction des fonds » sont négligeables.					
Modification géomorphologique					
Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact
Morphostructure marine	Faible	Faible	Faible		Négligeable
			Direct	Permanent	
Destruction des fonds					
Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact
Morphostructure marine	Faible	Faible	Faible		Négligeable
			Direct	Permanent	
Mise en suspension de sédiments et augmentation de la turbidité					
Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact
Morphostructure marine	Faible	Faible	Faible		Négligeable
			Direct	Permanent	

3.2.1.1.2 Phase de démantèlement

PRESENTATION DES EFFETS

Le plan de démantèlement comprend un arasement des pieux des fondations jacket et un retrait des autres structures du parc (enrochements et superstructures) permettant de retrouver un état proche de celui observé en l'état actuel.

Les impacts potentiels sur la morphostructure sont donc liés aux opérations suivantes :

- ▶ Démantèlement des 63 fondations Jacket à 4 pieds et de la fondation à 3 pieds du mât de mesures ;
- ▶ Retrait des câbles électriques inter-éoliennes et de l'enrochement.

Ces opérations peuvent provoquer une modification de la morphologie des fonds marins.

EVALUATION DES IMPACTS

Afin de démanteler les fondations, les pieux des jackets sont découpés au niveau du sol à l'aide d'un ROV¹¹ équipé spécifiquement. Le retrait des câbles inter-éoliennes et des enrochements de protection sera effectué suivant un ordre inverse à la phase de construction. Ces deux opérations s'accompagnent d'une modification géomorphologique directe et permanente des reliefs des fonds marins, mais elles permettent de retrouver une situation proche de celle observée dans l'état initial. Compte tenu de l'étendue des surfaces affectées, l'intensité de cet effet est considéré comme faible.

Le type de navire utilisé pour le démantèlement du parc éolien n'est pas encore connu à ce stade. Toutefois, on peut s'attendre à ce que des navires à positionnement dynamique ou autoélévateurs soient utilisés. Dans les deux cas, les effets attendus sont similaires à ceux observés en phase de construction. Par conséquent, les effets sur la morphostructure peuvent être estimés comme négligeables.

Géomorphologie – Phase de démantèlement

Compte tenu de la résilience de la composante déjà évoquée plus haut, mais aussi des faibles surfaces concernées, du caractère majoritairement temporaire des effets, et du fait que le démantèlement des structures permet un retour aux conditions proches de celles observées dans l'état initial, l'impact sur les modifications géomorphologiques est considéré comme négligeable.

Modification géomorphologique					
Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact
Morphostructure marine	Faible	Faible	Faible		Négligeable
			Direct	Temporaire	

¹¹ De l'anglais Remotely Operated Vehicle, pour engin manœuvré à distance.

3.2.1.2 Nature des fonds

Cette évaluation concerne les modifications susceptibles d'affecter le type de substrats.

3.2.1.2.1 Phase de construction

PRESENTATION DES EFFETS

Les impacts potentiels sur la nature des fonds concernent les opérations suivantes :

- ▶ L'installation par forage des 64 fondations jacket du parc éolien. Ces opérations peuvent provoquer :
 - Une modification de la nature des fonds lors du dépôt des débris de forage au pied des fondations et du scellement des pieux de la fondation à l'aide de ciment ;
 - Une mise en suspension de particules fines produites lors du dépôt des résidus des forages ;
- ▶ La pose des câbles électriques inter-éoliennes, avec une modification de la nature des fonds liée à la pose d'enrochements de protections.

EVALUATION DES IMPACTS

S'agissant de l'installation des fondations des composants du parc éolien, l'hypothèse la plus pénalisante conduit à retenir un changement de nature des fonds sur l'ensemble des fondations. Si la mise en place des fondations conduit à remplacer le substrat dur initial par un autre substrat dur exogène (les fondations), leurs natures respectives sont très différentes. Dans le premier cas il s'agit de roche, dans le second les pieux des fondations sont constituées d'acier et sont scellées à l'aide de béton. Ces travaux correspondent donc à une modification directe et permanente de la nature des fonds. Toutefois, cet effet se limite au niveau des fondations sur une surface d'environ 974 m² soit moins de 0,01% de la surface de la zone du parc éolien (Tableau 12). L'intensité de cet effet peut donc être considérée comme faible.

L'installation des fondations implique également le dépôt au pied des fondations des résidus de forage. Dans ce cas, le substrat dur de la zone du parc éolien est recouvert par des fragments centimétriques de roche sur une surface d'environ 45 000 m². Néanmoins, l'hydrodynamisme local, suffisamment intense pour ne laisser affleurer que des roches, peut remobiliser et disperser ces cuttings. En ce sens, la nature des fonds présente une certaine résilience à l'effet. Un ou plusieurs événements météorologiques de très forte énergie (ex. : tempête Joachim de décembre 2011) peuvent permettre un retour à la situation observée actuellement. En revanche, le temps nécessaire à ce retour ne peut être évalué. L'effet induit par la modification de la nature des fonds, consécutif au dépôt des cuttings est donc direct, mais son caractère temporaire conduit à considérer son intensité comme faible.

Enfin, si les opérations de forage nécessitent l'utilisation d'une boue lubrifiante, ce fluide forage sera utilisé en circuit fermé. Il ne sera donc pas susceptible de produire, au droit des fondations, de particules fines capables d'être mises en suspension puis de modifier la nature des fonds par sédimentation. En revanche, l'effet du panache turbide sur la qualité des eaux et des sédiments lors du dépôt des cuttings, est évalué dans les parties 3.2.1.4 Dynamique hydrosédimentaire.

La mise en œuvre d'enrochements de protection des câbles inter-éoliennes, correspond à une couverture par un substrat dur. L'effet est donc direct et permanent puisque ces structures sont pérennes pendant toute la durée d'exploitation du parc. Le substrat exogène est toutefois composé de roches naturelles (comme conseillé par le rapport OSPAR de février 2009) similaires à celles qui caractérisent les fonds marins de la zone du parc éolien. L'étendue de l'effet est estimée à environ 688 500 m² (9 m de large pour 76,5 km de linéaire de câble). En conséquence, son intensité est considérée comme faible.

Aucun effet notable lié à l'utilisation de moyens nautiques n'est attendu pendant la phase de construction, du fait de la présence de fonds rocheux dominants non-érodables au sein de la zone du parc éolien.

Nature des fonds - Phase de construction

En fonction des opérations envisagées on peut retenir les principales conclusions suivantes :

- Les effets liés à l'installation des fondations sont directs, permanents (dans le cas des fondations) et temporaire (dans le cas des cuttings). Compte tenu des faibles superficies mises en jeu et de la résilience de l'environnement, l'intensité de ces effets présente un niveau faible.
- Les effets liés à la protection du linéaire de câbles sont directs, permanents et faibles.
- Les effets liés à l'utilisation des moyens nautiques sont estimés comme négligeables.

Compte tenu de ces éléments, on considère que l'impact « modification de la nature des fonds » est estimé négligeable en phase de construction.

Modification de la nature des fonds					
Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact
Nature des fonds	Faible	Faible	Faible		Négligeable
			Direct	Permanent	

3.2.1.2.2 Phase de démantèlement

PRESENTATION DES EFFETS

Les impacts potentiels sur la nature des fonds en phase de démantèlement sont liés aux deux opérations suivantes :

- Démantèlement des 63 fondations Jacket à 4 pieds et 1 fondation Jacket à 3 pieds ;
- Retrait des câbles électriques inter-éoliennes et des enrochements.

EVALUATION DES IMPACTS

Le plan de démantèlement réalisé par le maître d'ouvrage devra être ajusté en fonction des intérêts écologiques mis en évidence en fin d'exploitation. On peut en effet supposer que la reconstitution des fonds pendant la période d'exploitation peut être à l'origine de nouveaux milieux susceptibles de présenter un intérêt écologique. Ce plan sera dans tous les cas soumis à l'Etat deux ans avant la fin de l'exploitation du parc.

L'ensemble de l'opération de démantèlement permet de retrouver de façon permanente, un état des fonds marins proche de celui observé actuellement.

Durant cette phase, les modifications de la nature des fonds ne concernent que les surfaces au droit des fondations et des câbles. L'étendue de l'effet est donc estimée à environ 0,689km².

Nature des fonds - Phase de démantèlement					
Compte tenu de la sensibilité de la composante déjà évoquée auparavant, des surfaces mises en jeu, et du fait que le démantèlement des structures permet un retour aux conditions observées dans l'état initial, l'impact relatif à la modification de la nature des fonds est considéré comme négligeable.					
Modification de la nature des fonds					
Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact
Nature des fonds	Faible	Faible	Faible		Négligeable
			Direct	Temporaire	

3.2.1.3 Hydrodynamisme marin et côtier

Les effets sur la modification des conditions de courant et la propagation des vagues apparaissent essentiellement après la mise en œuvre des fondations d'éoliennes. Ces effets, considérés pour l'ensemble du parc, sont abordés dans la phase d'exploitation, même si certains sont susceptibles d'apparaître progressivement dès la mise en œuvre des premières embases.

3.2.1.4 Dynamique hydrosédimentaire

A l'instar des effets sur l'hydrodynamisme, les effets sur l'hydrosédimentaire apparaissent essentiellement après la mise en place des fondations. Ces impacts, considérés à l'échelle du parc sont donc abordés dans la phase d'exploitation, même si certains sont susceptibles d'apparaître progressivement dès la mise en œuvre des premières embases.

3.2.1.5 Qualité des sédiments marins et des eaux marines et côtières

Les impacts sur la qualité des eaux et des sédiments sont abordés au sein d'une même partie du fait des relations directes qui existent entre eux notamment en ce qui concerne la turbidité.

Cette partie traite des effets sur la qualité globale du milieu ; ceux sur la qualité sanitaire (eaux de baignade et eaux conchylicoles) étant abordés dans la partie 3.2.1.5.

Pour mémoire, la qualité de l'eau est globalement bonne tant d'un point de vue chimique qu'écologique, ce qui induit un enjeu moyen. S'agissant des sédiments, ils sont exempts de pollution et représentent un enjeu faible.

3.2.1.5.1 Phase de construction

PRESENTATION DES EFFETS

En phase de construction, seules les opérations de mise en place des fondations, à travers le dépôt des cuttings au pied des fondations induisent une mise en suspension de particules et une augmentation de la turbidité. En revanche, en l'absence de sédiments meubles (et donc de particules fines) au niveau des emplacements des fondations, il n'est pas attendu de remise en suspension ou d'augmentation de la turbidité par les autres opérations de construction.

Les moyens mis en œuvre (navires, foreuse...) sont susceptibles de provoquer une contamination par des substances polluantes en cas de pollution accidentelle aux hydrocarbures (collision, fuite d'huiles...).

Enfin, l'utilisation de béton pour solidariser la fondation jacket aux pieux est susceptible de relarguer des contaminants dans l'environnement.

Si l'utilisation de boues lubrifiantes est nécessaire, les opérations de forage ne provoqueront pas d'émission de fluide de forage dans le milieu (bentonite) du fait d'un recyclage de ce fluide et d'un travail en circuit fermé. Cet effet est donc considéré comme négligeable.

Enfin, les moyens mis en œuvre pour assurer la réalisation d'un chantier propre limiteront le risque de présence de macrodéchets et n'est donc pas étudié ici (effet négligeable).

EVALUATION DES IMPACTS

Mise en suspension et augmentation de la turbidité

La remise en suspension de sédiments lors du forage des 64 fondations, puis du dépôt des cuttings a fait l'objet de modélisations numériques (BRLi, 2016) dont la méthodologie est indiquée dans le chapitre « Présentation des méthodes utilisées et des difficultés rencontrées ».

Si le forage des fondations des éoliennes nécessite l'utilisation de boues lubrifiantes, cette dernière sera utilisée en circuit fermé (récupération du fluide et des cuttings) puis les cuttings seront séparés de la phase liquide pour être stockés de manière temporaire dans un navire avant d'être déposés au pied des fondations. Cette étape peut être génératrice de matières en suspension dans la colonne d'eau. La problématique a donc été étudiée en différents points du parc afin de vérifier les maximums de concentration atteints et l'emprise spatiale du panache durant une marée de vives-eaux (coefficient 95).

Des modélisations ont été réalisées afin d'étudier, sous l'action des courants, le devenir des rejets des particules fines ($D_{50} = 80 \mu\text{m}$) des cuttings déposés aux pieds des fondations. Cette fraction fine est en effet celle qui est la plus susceptible de se répartir à des distances significatives des zones de travaux.

La dispersion des résidus de forage est simulée selon une approche maximaliste (dispersive) pour laquelle leur vitesse de chute dans la colonne d'eau est négligée. Les autres hypothèses majorantes retenues concernent la durée de forage retenue (72h pour les 4 pieux de la fondation) et le pourcentage de particules fines (15% d'éléments fins potentiellement transportés par les courants). Enfin, il est considéré dans les modélisations que les cuttings sont relargués depuis la surface, or le maître d'ouvrage envisage à l'heure actuelle d'effectuer les rejets en utilisant un tube plongeant.

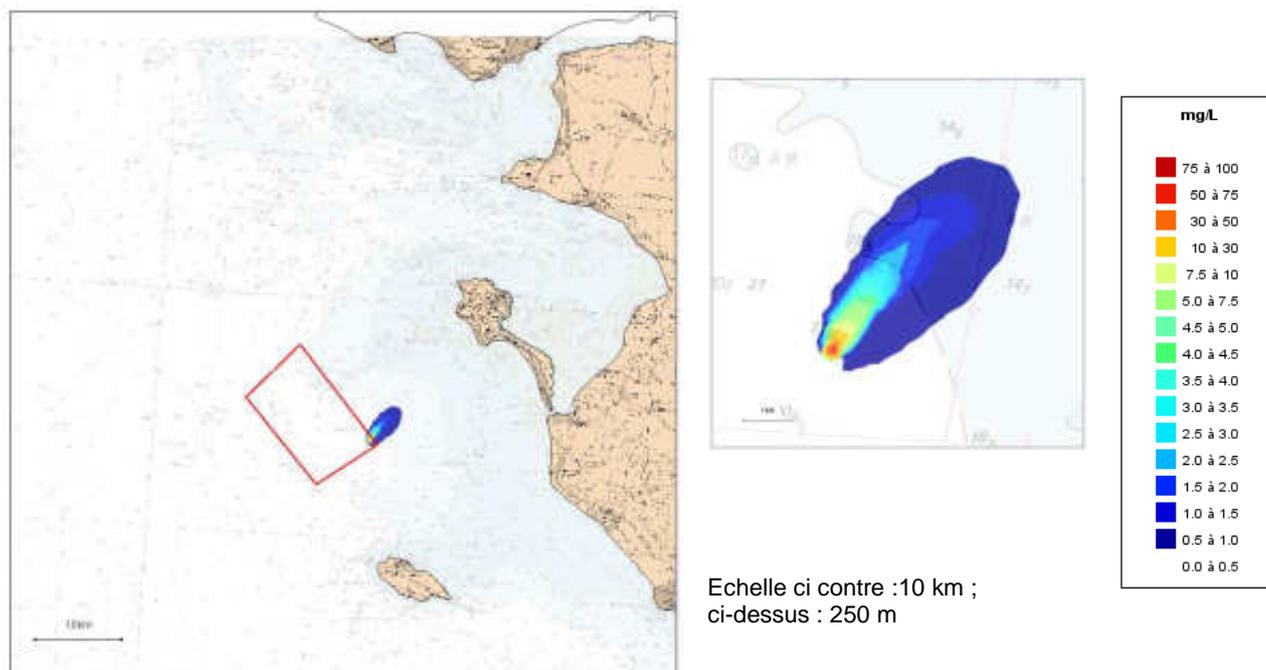
Les résultats présentés ci-dessous permettent d'apprécier les niveaux de turbidité induite et de les comparer au bruit de fond¹². Les impacts peuvent alors être appréciés selon une approche majorante.

En temps normal, le taux de matières en suspension atteint 3 mg/L (5 à 10 mg/L pour les mois le plus turbide, en janvier ; Tessier, 2006), ce qui indique des eaux particulièrement claires. Les mesures de turbidité réalisées sur la zone du parc, de 1 et 1,8 NTU, corroborent cette affirmation. Le panache turbide se déplace dans le sens des courants à savoir de l'est vers l'ouest mais reste toujours très éloigné de la côte.

Les modélisations numériques prennent pour hypothèses qu'un volume de 350 m³ de cuttings sera déposé au niveau de chaque fondation et que 20% des résidus sont constitués de particules fines, à même de rester en suspension et de former un panache turbide. Les 80% restants étant suffisamment grossiers pour chuter rapidement et se déposer sur les fonds. Cette valeur augmentée tient compte d'éventuelles traces de boues de forage.

¹² Turbidité naturelle

Figure 15 : Concentration maximales de matières en suspension au cours de la simulation d'un dépôt des cuttings (volume de cuttings = 350 m³) pour l'éolienne placée au sud-est du parc



Source : BRLi (2016)

Les résultats montrent que les concentrations les plus fortes de MES sont localisées au droit du point d'immersion (jusqu'à 100 mg/l).

A 6 km de distance du point de dépôt, elle est du même ordre de grandeur que celle des mois les moins turbides en conditions naturelles (1 à 4 mg/L). Malgré les concentrations fortes au début du dépôt, ces dernières tendent rapidement vers le bruit de fond de la zone (moins de 6 heures).

Qualité des sédiments marins et des eaux marines - Phase de construction

L'étude conclut à un effet direct, temporaire et faible sur la turbidité du milieu lors des dépôts des résidus de forage. Les valeurs de turbidité de la zone pouvant varier naturellement sous l'effet des conditions météorologiques et hydrodynamiques, la sensibilité du milieu est considérée comme négligeable (sédiments) à faible (eau) du fait de l'absence de pollution dans les sédiments et les cuttings, et de l'hydrodynamisme de la zone responsable de la dispersion.

Les impacts associés sont donc d'un niveau faible pour la qualité des eaux et négligeable pour la qualité des sédiments.

Mise en suspension et augmentation de la turbidité

Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact
Qualité des eaux marines et côtières	Moyen	Faible	Faible		Faible
			Direct	Temporaire	
Qualité des sédiments marins	Faible	Négligeable			Négligeable

Contamination par des substances polluantes

Le risque de pollution accidentelle est par nature imprévisible. Il concerne essentiellement la colonne d'eau, les navires opérateurs se trouvant à la surface et donc éloignés du compartiment sédiment. Il serait principalement dû aux pertes de fluide(s) suite à la collision de deux navires (ou d'un navire avec une structure déjà installée du parc éolien), à une avarie moteur, etc. Il peut être provoqué aussi bien par les moyens nautiques liés à la construction du parc au sein de la zone du projet que par les navires circulant à proximité de la zone des travaux. La contamination peut également provenir d'une perte de fluide de travail issu des engins de levage, d'appareils électriques divers...

A noter que l'arsenic présent à chaque campagne et sur les mêmes stations des taux supérieurs au niveau N1¹³ au sein de l'aire d'étude immédiate du parc, ne présente pas de risque de contamination lors du dépôt des cuttings puisque des analyses de carottage en profondeur ont été menées et attestent de seuils inférieurs au seuil N1. L'arsenic mesuré dans les rares placages sédimentaires au-dessus des roches du plateau des Bœufs est donc d'origine allochtone.

Le risque de collision entre un navire de transport de matières dangereuses et un autre navire (ou une structure déjà installée du parc éolien) entraînant une pollution plus sévère est également considéré.

► Pollution par collision :

L'étude du trafic maritime (« Etat initial de l'environnement » du document 2 et partie 1.6.1.1 du présent document) permet d'affirmer que la zone du parc n'est concernée que par une faible part du trafic commercial de l'aire d'étude éloignée. .

La phase de construction prévoit la présence en simultanée sur la zone de projet de 10 à 15 bateaux tous types confondus (transfert de personne, barge jack-up pour l'installation des fondations, autres bateaux de chantier et de surveillance).

Le chapitre 3.6.1.1.1 relatif aux risques associés au trafic maritime met en évidence le fait qu'un niveau d'impact moyen est affecté aux risques maritimes. Cependant, sur la base du retour d'expérience des projets éoliens en mer étrangers, il apparaît qu'une fermeture totale de la zone de délimitation du parc, ainsi que d'un périmètre d'exclusion autour (qui varie selon les activités en phase de construction (et de démantèlement) pour les bateaux extérieurs n'intervenant pas sur le chantier) réduirait fortement tout risque de collision, quel que soit le type de navire considéré.

En outre, le chapitre 3.6.1.1.4 met en évidence que la présence du parc éolien à l'écart des routes de navigation principale entre les sites industriels sensibles et le DST d'Ouessant implique que le risque associé au transport de matières dangereuses peut être considéré comme faible.

Le déversement de carburant du fait d'une collision entre navires de chantier (ou entre un navire de chantier et une structure déjà installée du parc éolien) est possible, même si le risque est faible étant donné que le maître d'ouvrage mettra en œuvre un Centre de coordination maritime pendant le chantier. Les réservoirs des navires contiennent du gazole pour un volume allant jusqu'à 600 000 m³ pour une barge auto-élevatrice et ce type d'hydrocarbures léger, surnage au-dessus de l'eau car faiblement soluble (Cedre, 2008), ce qui réduit la sensibilité du milieu à une pollution.

Le gazole s'évapore très rapidement sous l'effet de la houle et du vent après une irisation de surface (quelques heures à quelques jours selon la quantité et les conditions atmosphériques et océanographiques). Cette évaporation dépend également de la température de l'air et de l'eau. Une nappe d'hydrocarbure dérive sur l'eau à 3 - 4 % de la vitesse du vent et à 100 % de celle du courant (Cedre, 2009).

¹³ Seuil utilisé dans la réglementation relatives aux opérations de dragage et de clapage de sédiment en mer, mais indiquant également le niveau de contamination (N1= 25 mg/kg)

Une mesure de réduction de l'impact relatif à la contamination par des substances polluantes est prévue par le maître d'ouvrage. Elle consiste en la mise en œuvre de règles relatives à la réalisation d'un chantier propre (application d'un plan d'intervention pollution marine, présence et déploiement d'un kit anti-pollution à partir du bateau intervenant sur le chantier et responsable de la pollution). De ce fait, en cas d'évènement, la diffusion de la pollution et l'atteinte de la qualité de l'eau restent fortement limitées.

► **Pollution par perte de fluide de travail :**

En ce qui concerne le risque lié à la perte de fluide de travail, il est aléatoire et non quantifiable sinon au niveau des volumes déversés dont les quantités peuvent varier de quelques dizaines de litres (cas le plus probable) à quelques centaines de litres en cas de panne importante (600 à 800 litres d'huile par navire ; Cedre, 2009).

► **Contamination par mortier :**

Le scellement des pieux au socle géologique foré puis des parties basses des structures acier des fondations aux pieux sont réalisés à l'aide de béton (≈135 t/fondation et 38 t/pieux respectivement). Le béton est en contact avec l'environnement pendant le coulage et pendant le temps de prise de la seconde opération uniquement (scellement pieux/jacket). Il est considéré que le lessivage du béton lors de ces opérations est de moins de 5%, soit un total de l'ordre de 500 tonnes pour l'ensemble des 64 fondations. Cette quantité sera progressivement libérée en 8 à 12 mois correspondant au temps d'installations des jackets sur les pieux. Les composants potentiellement lessivés au contact de l'eau et notamment sous l'action des courants avant prise du béton, sont des liants minéraux (les ciments sont issus de la cuisson de produits naturels silice, alumine carbonate de chaux) avec pas ou peu d'additifs (moins de 0,1%).

Qualité des sédiments marins et des eaux marines - Phase de construction

Compte tenu des volumes en jeu, de leur étalement dans le temps et de la composition des liants, les effets environnementaux de ces opérations de forage sur la turbidité et la qualité des eaux sont considérés comme négligeables.

Ainsi, l'effet « contamination par des substances polluantes » est principalement dû au risque de pollution accidentelle en cas de collision. Avant prise en charge de la pollution, l'effet est considéré comme direct, temporaire et faible et la sensibilité du milieu faible du fait des caractéristiques du polluant (hydrocarbure léger et flottant, dégradation rapide).

L'effet est négligeable pour les sédiments et l'impact n'est donc pas évalué.

Contamination par des substances polluantes (pollution accidentelle)

Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact
Qualité des eaux marines et côtières	Moyen	Faible	Faible		Faible
			Direct	Temporaire	

3.2.1.5.2 Phase de démantèlement

En phase de démantèlement, les effets sont similaires à ceux attendus en phase de construction (Wilson *et al.*, 2010) et ne seront donc pas étudiés de manière spécifique. Ils sont toutefois de moindre intensité car les opérations de forage et de dépôt des cuttings ne sont pas nécessaires lors du démantèlement. Les superficies affectées se limitent donc au droit des fondations et du linéaire de câble. Les impacts sur la qualité des eaux et des sédiments sont ici considérés comme négligeables.

Par ailleurs, dans un rapport dédié au cas particulier des câbles sous-marins, l'Ifremer (2011) s'interroge sur le fait de laisser certaines structures en place car cette action serait moins impactante que de les retirer. Cette question sera donc étudiée dans l'étude requise avant le démantèlement du parc.

3.2.2 En phase d'exploitation

3.2.2.1 Géomorphologie

3.2.2.1.1 Présentation des effets

En phase d'exploitation, les effets sur la géomorphologie sont liés :

- ▶ A la présence des 62 fondations des éoliennes, de la fondation du poste électrique en mer et de la fondation du mât de mesure ;
- ▶ A la présence des protections par enrochement des câbles inter-éoliennes ;
- ▶ A d'éventuelles opérations de maintenance lourde.

Toutes ces structures induisent une modification géomorphologique des fonds marins. Pour rappel, suite à l'analyse réalisée dans l'état initial, l'enjeu concernant la géomorphologie est estimé comme faible.

3.2.2.1.2 Evaluation des impacts

La présence des fondations se traduit par une modification du champ de vitesses avec pour corollaire une mobilisation sédimentaire autour des ouvrages. Afin d'apprécier ce phénomène, les modélisations numériques réalisées (BRLi, 2016) se basent sur des hypothèses maximalistes qui prennent en compte des conditions de houles extrêmes (tempête Joachim de décembre 2011). Ce choix se justifie par la très forte variabilité des flux solides et par le fait que un ou plusieurs événements de très forte énergie peuvent contribuer à la dynamique sédimentaire autant que plusieurs mois ou plusieurs années de conditions faiblement à moyennement énergétiques.

Les résultats des modélisations montrent qu'il n'y a pas d'impact sur les flux sédimentaires à une échelle régionale et que les impacts sur la dynamique sédimentaire ne sont sensibles qu'à l'intérieur du parc dans un espace réduit localisé autour de chaque fondation. Le substratum, sur lequel sont implantées les fondations, étant rocheux et non érodable, aucun affouillement n'est attendu.

Les variations locales des courants autour des fondations ne sont donc pas de nature à engendrer de modifications significatives des fonds sous forme d'érosion ou d'accrétion pendant la phase d'exploitation (3.2.1.3 Hydrodynamisme marin et côtier).

En ce qui concerne les câbles, la protection par enrochements induit un dénivelé de 1,3 m entre le sommet de la protection et les fonds marins, sur une largeur de 9 m et une longueur totale de 76,5 km. La surface ainsi affectée est estimée à 688 500 m².

Ces protections induisent des modifications géomorphologiques localisées, qui s'inscrivent dans les irrégularités de relief naturellement observées sur les fonds marins. Même si on peut considérer que la protection des câbles induit des irrégularités supplémentaires des fonds marins, elles correspondent aux ordres de grandeur des variations naturelles et sont donc sans incidence majeure sur la rugosité des fonds.

Les opérations de maintenance courante des structures submergées, consistent en une inspection de l'état des fondations et de la protection des câbles à l'aide de robots sous-marins de type ROV. Aussi, elles ne sont pas de nature à altérer la morphostructure. D'après la bibliographie. Les exploitants de câble n'interviennent sur les structures offshore qu'en cas d'avarie (CETMET, 2010).

En revanche, la maintenance lourde concerne les composants majeurs du parc (fondations, câblage, etc.) Il s'agit d'opérations dites « corrective » qui ne peuvent être anticipées. Toutefois, le cas échéant, les effets attendus sont similaires à ceux décrits en phase de construction.

Géomorphologie – Phase d'exploitation

En fonction des structures considérées on peut retenir les conclusions suivantes :

- L'effet lié à la présence des fondations est direct et permanent. Compte tenu par ailleurs des faibles superficies mises en jeu, il est considéré comme faible.
- De même, l'effet lié à la présence des enrochements de protection des câbles est direct, permanent et faible.
- Enfin, l'effet lié à une éventuelle maintenance lourde, similaire à ce qui est attendu en phase de construction est estimé comme direct, permanent et faible.

Compte tenu des sensibilités de la morphostructure vis-à-vis des effets attendus ainsi que des superficies limitées affectées, les impacts liés à une modification géomorphologique en phase d'exploitation sont considérés comme négligeables.

Modification géomorphologique					
Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact
Morphostructure marine	Faible	Faible	Faible		Négligeable
			Direct	Permanent	

3.2.2.2 Nature des fonds

3.2.2.2.1 Présentation des effets

En phase d'exploitation, les effets sur la nature des fonds sont liés :

- ▶ A la présence des 62 fondations des éoliennes, de la fondation du poste électrique et de celle du mât de mesure ;
- ▶ A la présence des protections par enrochement des câbles inter-éoliennes ;
- ▶ A d'éventuelles opérations de maintenance lourde.

Toutes ces structures induisent une modification de la nature des fonds marins. Pour rappel, suite à l'analyse réalisée dans l'état initial, cette thématique est qualifiée par un enjeu de niveau faible.

3.2.2.2.2 Evaluation des impacts

Les effets sur la nature des fonds en phase d'exploitation correspondent en grande partie aux effets initiés en phase de construction et entretenus par la présence des structures pendant la phase d'exploitation du parc (fondations des éoliennes, fondation du poste électrique en mer, fondation du mât de mesure et protection du câblage). Les caractéristiques de ces effets restent donc inchangées.

Par ailleurs, les résultats des modélisations des flux solides montrent qu'il n'y a pas d'impact sur les flux sédimentaires à une échelle régionale et que les impacts sur la dynamique sédimentaire ne sont sensibles qu'à l'intérieur du parc dans un espace réduit localisé autour de chaque fondation. Le substratum sur lequel sont implantées les fondations étant rocheux et non érodable, aucun risque d'affouillement ou d'accrétion n'est attendu. Ainsi, les variations locales des courants autour des fondations ne sont pas de nature à engendrer de modifications significatives de la nature des fonds pendant la phase d'exploitation.

La maintenance lourde concerne les composants majeurs du parc (fondations, câblage, etc.) et peut requérir des interventions sous-marines importantes. Il s'agit d'opérations dites « corrective » qui ne peuvent être anticipées. En cas d'intervention, les effets attendus sont similaires à ceux décrits en phase de construction.

Nature des fonds – Phase d'exploitation

On peut donc retenir les principales conclusions suivantes :

- Les effets liés à l'installation des fondations sont directs, permanents, et évalués comme faibles, compte tenu des faibles superficies mises en jeu et de leur intensité évaluée comme faible.
- Les effets liés à la protection du linéaire de câbles sont directs, permanents et faibles.

Compte tenu des éléments considérés ci-dessus, on peut retenir que l'impact relatif à la modification de la nature des fonds est négligeable en phase d'exploitation.

Modification de la nature des fonds

Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact
Nature des fonds	Faible	Faible	Faible		Négligeable
			Direct	Permanent	

3.2.2.3 Hydrodynamisme marin et côtier

3.2.2.3.1 Présentation des effets

En phase d'exploitation, la présence des fondations du poste électrique en mer, du mât de mesure et des éoliennes s'accompagnent d'une modification de la vitesse du courant et de la hauteur des vagues, soit des conditions hydrodynamiques.

3.2.2.3.2 Evaluation des impacts liés à la modification des conditions de courant

L'évaluation de l'effet lié à la modification des conditions de courants a fait l'objet de plusieurs modélisations numériques. Les résultats sont présentés sous forme de cartes qui permettent d'apprécier les écarts différentiels de vitesses entre l'état initial et aménagé (avec les éoliennes) aux moments des maxima de flot et de jusant pour une marée de vive-eau (coefficient 95). Ces résultats sont présentés à deux échelles spatiales différentes :

- ▶ Une échelle globale qui permet d'apprécier les modifications induites par l'ensemble du parc et des secteurs côtiers alentours (Yeu, Noirmoutier) ;
- ▶ Une échelle locale, regroupant 4 éoliennes qui permet notamment d'appréhender l'effet cumulatif de plusieurs éoliennes.

ECHELLE GLOBALE

Les modifications des conditions de courant à l'échelle globale sont illustrées par la Figure 16 et la Figure 17 ci-dessous.

Ces cartographies montrent que les modifications de courants atteignent des valeurs moyennes comprises entre -0,01 m/s et -0,05 m/s et s'étendent jusqu'à 500 m des fondations. Pour rappel, les conditions de courant au sein de la zone du parc éolien sont régies principalement par la marée. Dans le cas d'une marée de coefficient 95 (vive-eau), les vitesses maximales des courants de flot et de jusant sont de l'ordre de 0,5 m/s.

Figure 16 – Différentiel des vitesses au maximum de flot

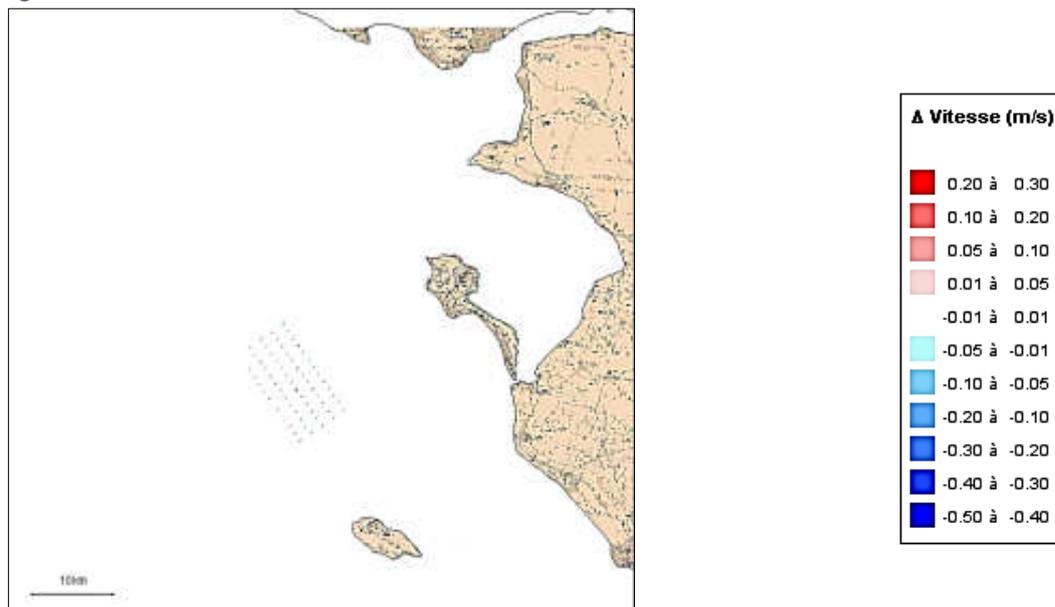
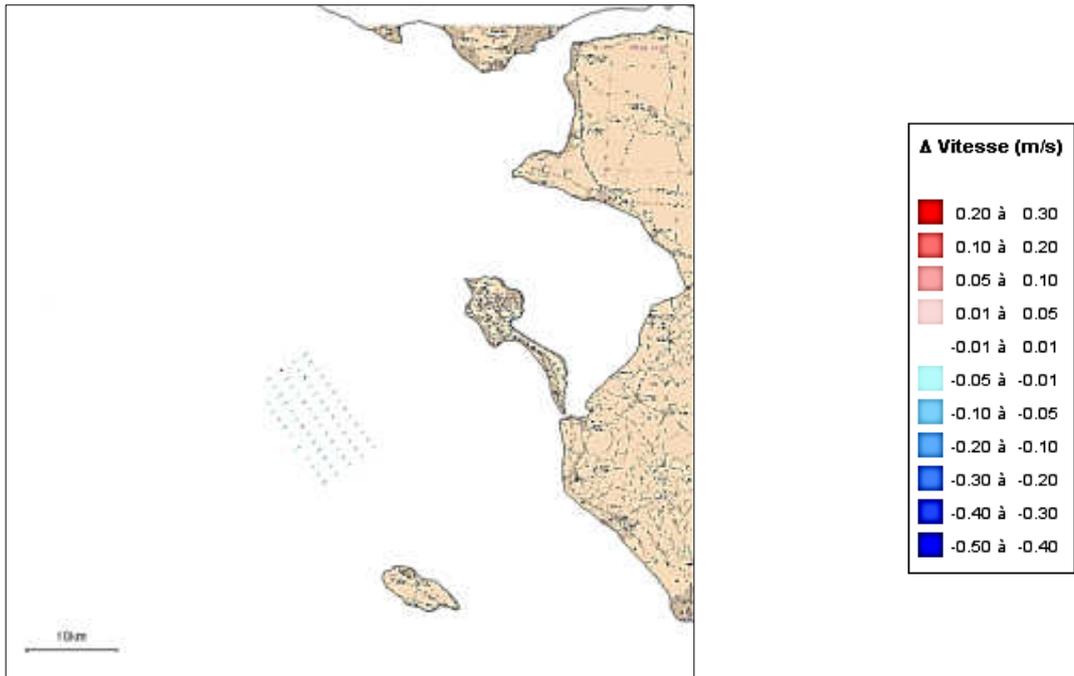


Figure 17 – Différentiel des vitesses au maximum de jusant



Source : BRLi, 2016

Figure 18 – Différentiel des vitesses au maximum de flot zoomé sur les fondations

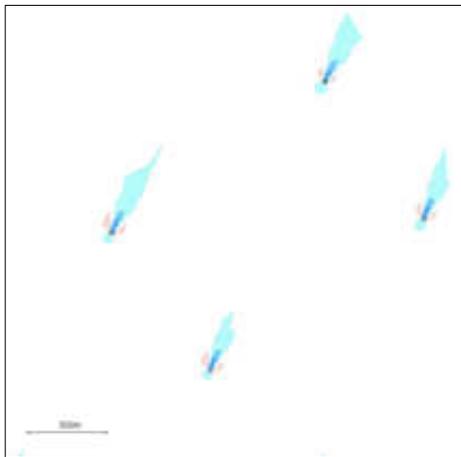
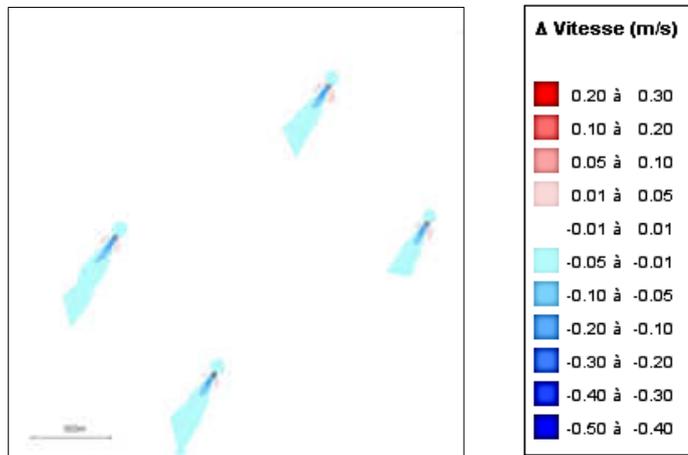


Figure 19 – Différentiel des vitesses au maximum de jusant zoomé sur les fondations



Source : BRLi, 2016

ÉCHELLE LOCALE

A une échelle plus locale les modifications des conditions de courants par les fondations (Figure 18 et Figure 19) peuvent être synthétisées comme suit :

- On observe en aval de chacune des fondations faisant obstacle à l'écoulement, une décélération dont les ordres de grandeur sont de -30% à 50 m de l'éolienne, de -20% à 100 m, -10% à 150 m et -2% à 400 m ;
- On observe également de part et d'autre de l'éolienne, des accélérations très locales dont l'ordre de grandeur est de +2% à 70 m de l'éolienne.

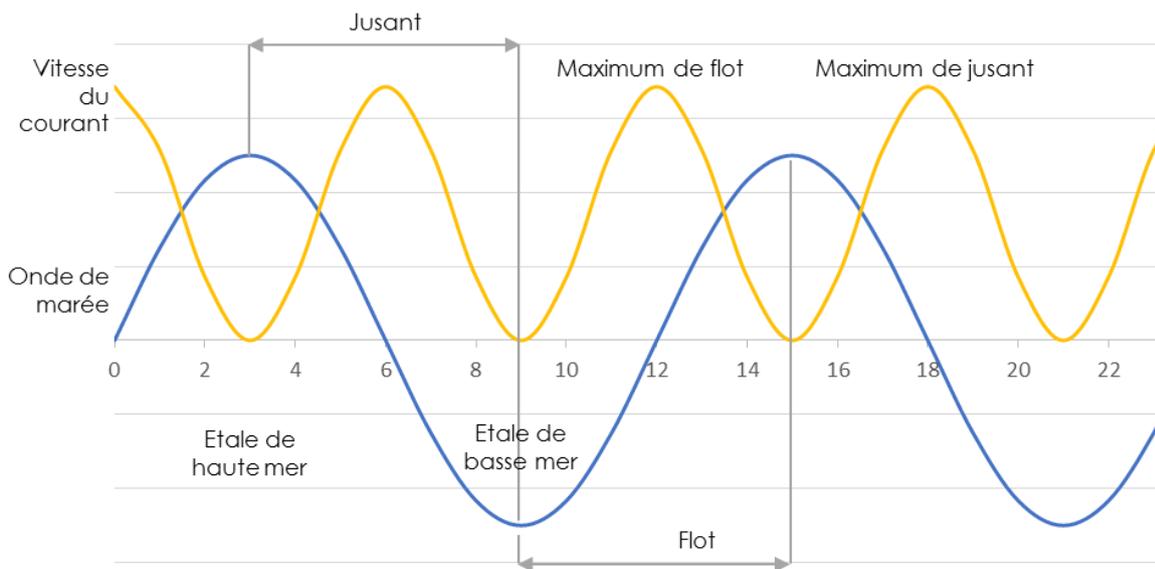
CONCLUSION

L'hydrodynamisme marin est régi en grande partie par des phénomènes astronomiques car la masse considérable de l'océan lui fait subir l'influence des astres solaire et lunaire. Il est donc très peu probable que la mise en place du projet, sans commune mesure avec les phénomènes en question, puisse altérer significativement l'hydrodynamisme marin. Cette composante présente une très grande résistance aux effets liés à l'implantation du parc.

Les effets des fondations sur les conditions de courant, qui sont directs et permanents, restent localisés à l'intérieur du parc. Ces modifications ne sont significatives qu'à proximité immédiate des structures qui font obstacle à l'écoulement. Par ailleurs, les modifications des vitesses de courant sont inférieures à la distance inter-éolienne. Il n'y a donc pas « d'effet de groupe » ou effet cumulatif d'une éolienne avec l'autre.

Enfin, il est important de noter que ces modifications sont appréciées lors des maxima de flot et de jusant (Figure 20), donc selon une approche plutôt maximaliste. Pour les autres instants de la marée (période de flot, de jusant et étales), les courants étant plus faibles, les pertes de quantité de mouvement sont plus faibles.

Figure 20 : évolution de la vitesse du courant (jaune) selon le cycle de marée (en bleu) sur journée de 24 heures



Source : BRLI, 2016

Hydrodynamisme marin et côtier - Phase d'exploitation

Compte tenu des différents éléments présentés ci-dessus, il est possible d'affirmer que l'effet de modification des conditions de courants est d'une intensité faible. En conséquence, l'impact associé est évalué comme négligeable.

Modification des conditions de courants

Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact
Hydrodynamisme marin	Faible	Faible	Faible		Négligeable
			Direct	Permanent	

3.2.2.3.3 Evaluation des impacts liés à la propagation des vagues

Les états de mer de la zone sont caractérisés par des houles provenant en majorité du secteur ouest à nord-ouest. Des événements d'incidence sud-ouest peuvent être néanmoins observés avec des hauteurs significatives relativement importantes. Ce type d'événement est à considérer avec la plus grande attention puisque la côte ouest de Noirmoutier se trouve en aval du parc par rapport à la direction de propagation des vagues.

A partir des sorties du modèle Previmer (Ifremer), deux conditions de tempêtes ont été simulées pour deux niveaux de marée, un niveau de pleine mer de vive-eau et un niveau de basse mer de vive-eau :

- ▶ la tempête Joachim (16/12/2011), de provenance sud-ouest ;
- ▶ la tempête du 02/01/2016, de provenance ouest.

Ces événements ont été simulés pour les deux configurations (état initial et état aménagé).

Les cartes de différentiel du paramètre « Hs » (hauteurs significatives) sont analysées pour les conditions de la tempête Joachim (Figure 21) et celle du 02/01/2016 (Figure 22) à une échelle globale qui permet d'apprécier une diminution de l'énergie des vagues liée à l'ensemble des fondations du parc.

Les diminutions d'énergie des vagues constatées en arrière des fondations correspondent à un différentiel des hauteurs significatives de 0,05 m, soit quelques % des hauteurs de vagues qui se propagent sur le parc pour les deux conditions de tempête. On peut noter un effet d'accumulation de l'ensemble des éoliennes vis-à-vis des pertes d'énergie simulées. Mais cet effet cumulatif reste très faible puisqu'il correspond à une valeur absolue de -0,05 m pour des houles d'amplitude de 6 à 8 m pour l'évènement Joachim, et 5 à 6 m pour l'évènement du 02/01/2016.

Le différentiel de 0,05 m, qui est très faible, est visible jusqu'à environ 10 km de la limite est du parc pour les conditions les plus énergétiques (pleine mer pour chacune des tempêtes).

A l'approche de la côte, les conditions de vagues incidentes ne sont pas modifiées, même pour les événements de tempête exceptionnelle qui ont été considérés.

Figure 21 : Différentiel des hauteurs significatives à pleine mer (gauche) et basse mer (droite) ; Tempête Joachim

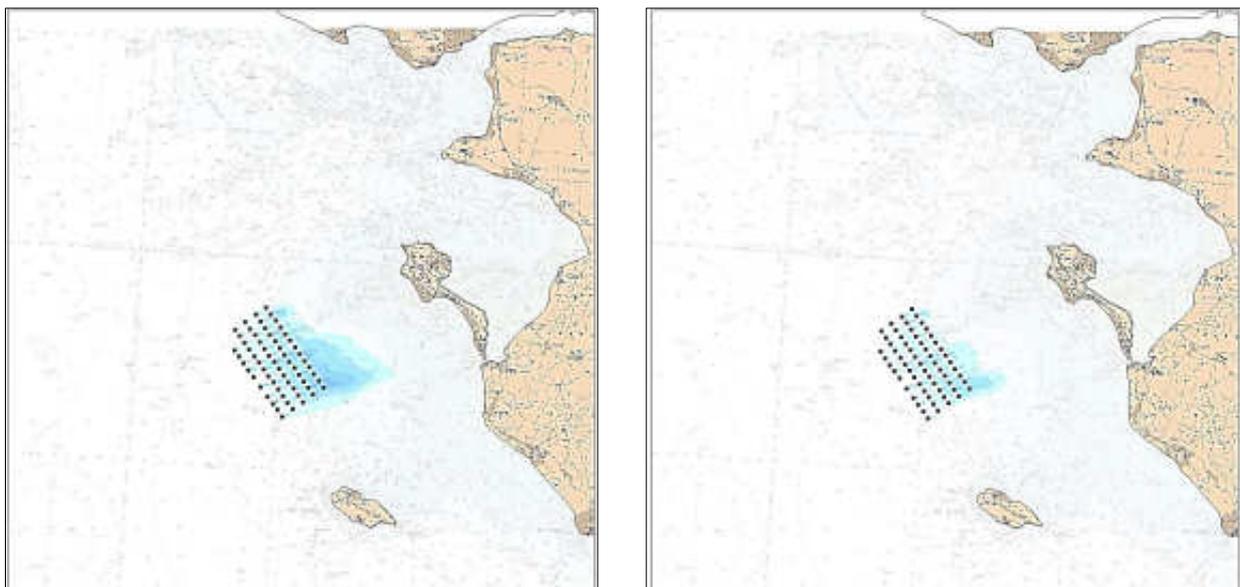
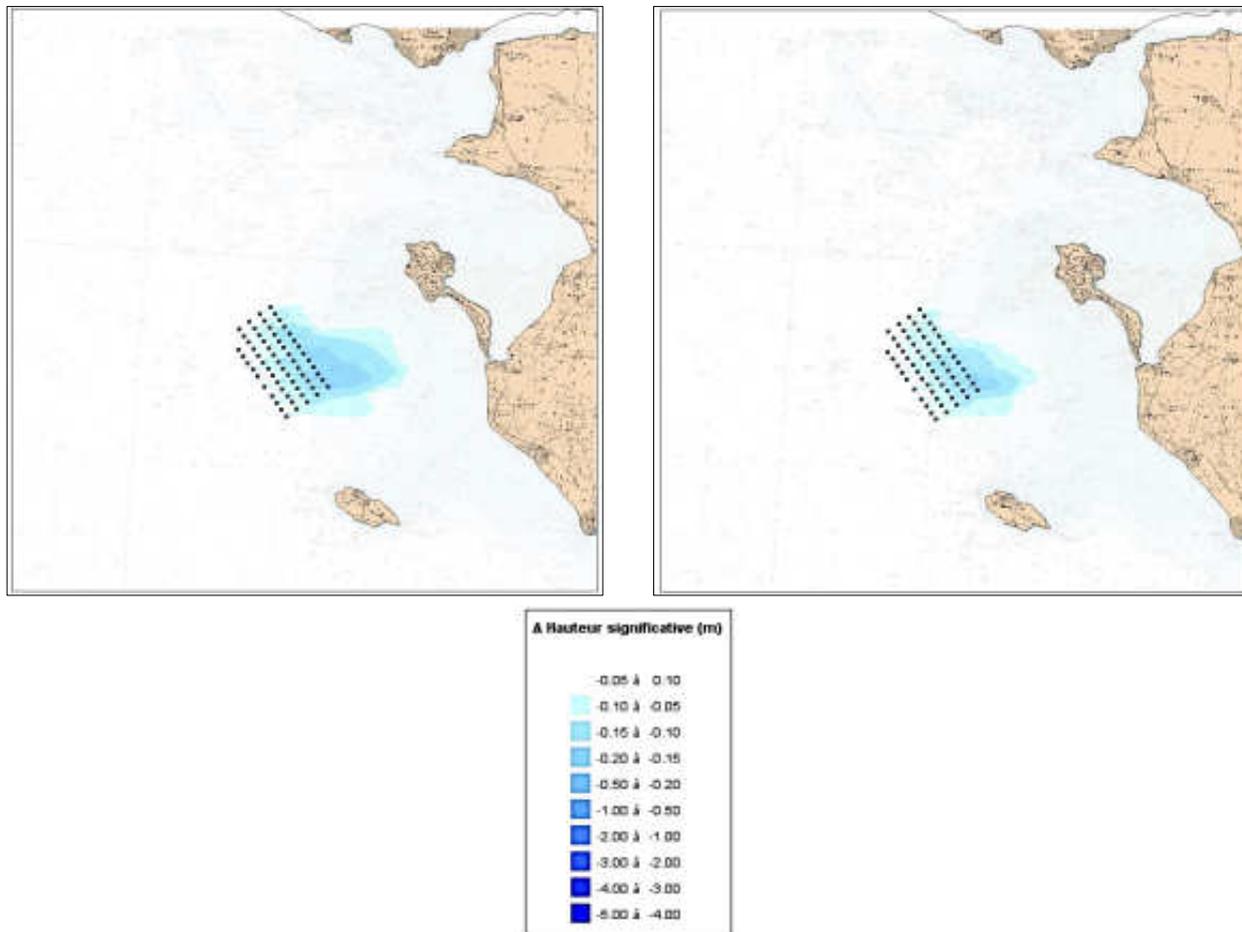


Figure 22 : Différentiel des hauteurs significatives à pleine mer (gauche) et basse mer (droite) ; Tempête du 02/01/2016



Source : BRLi, 2016

En se propageant à travers la zone du parc éolien, les vagues vont subir localement des pertes d'énergie au niveau de chaque fondation. L'éventuel effet cumulatif à l'échelle de l'ensemble des éoliennes atteint selon les modélisations des maximums de -0,20 m pour des houles de hauteur totale de 6 à 8 m pour l'évènement Joachim et 5 à 6 m pour l'évènement du 02/01/2016. Ainsi, même pour des événements de très forte énergie, les modifications des conditions de vagues par le parc éolien sont très peu sensibles en dehors du parc et il n'y a aucune modification des vagues incidentes à la côte.

Hydrodynamisme marin et côtier - Phase d'exploitation

Compte tenu des faibles modifications de propagation des vagues, même pour des événements de très forte énergie, l'effet peut être considéré comme direct, permanent et faible. Compte tenu de l'enjeu de la composante et sa sensibilité (déjà évoquée plus haut), l'impact associé est considéré comme négligeable.

Modification de la propagation des vagues

Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact
Hydrodynamique marine	Faible	Faible	Faible		Négligeable
			Direct	Permanent	

3.2.2.4 Dynamique hydrosédimentaire

3.2.2.4.1 Présentation des effets

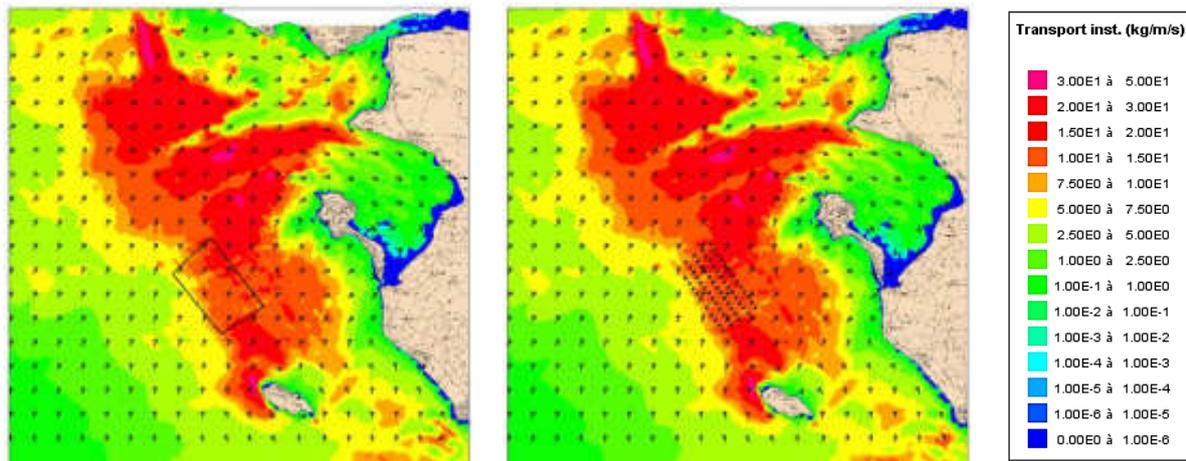
La modification de la vitesse du courant aux abords des fondations implique indirectement une modification de la dynamique hydrosédimentaire. Cet effet est également étudié à l'échelle globale et à l'échelle locale.

3.2.2.4.2 Evaluation des impacts

Les modifications du flux sédimentaire sont évaluées sur la base de modélisations numériques (BRLi, 2016). Les conditions hydrodynamiques prises en compte dans le cadre de ces modélisations résultent d'une combinaison entre une marée de coefficient 95 (vive-eau) et d'une houle caractéristique de l'évènement Joachim (tempête de décembre 2011). Afin de mieux modéliser le flux sédimentaire au sein de l'aire d'étude éloignée, deux classes granulométriques ont été considérées : 500 μm et 2 000 μm .

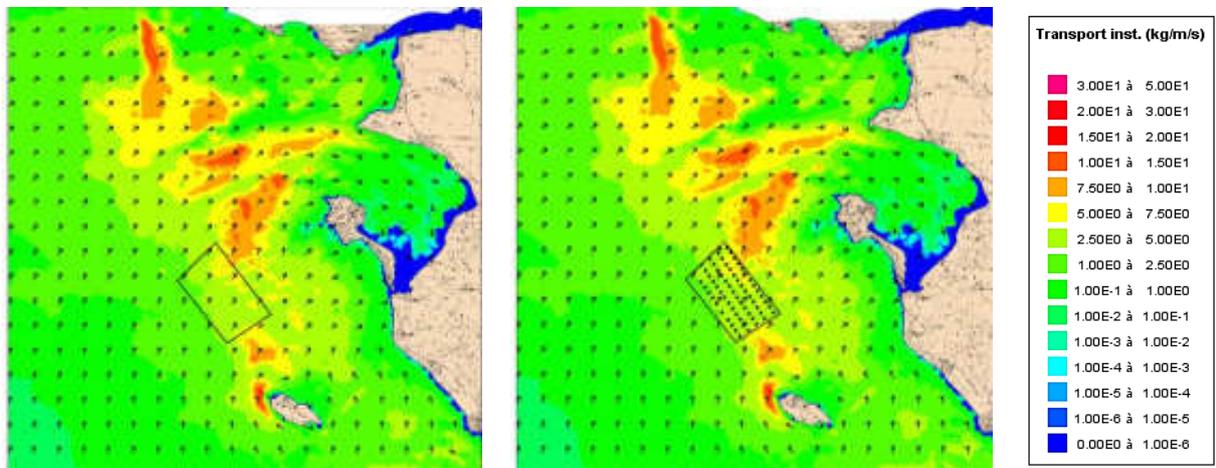
Le transport solide fait l'objet d'une cartographie en « état initial » et « état aménagé », aux moments des maxima de flot (Figure 23 et Figure 24) et de jusant (Figure 25 et Figure 26). Par la suite le différentiel entre ces deux états est présenté (Figure 27 à Figure 30).

Figure 23 : Transport instantané au maximum de flot pour l'état initial et aménagé – granulométrie 500 μm



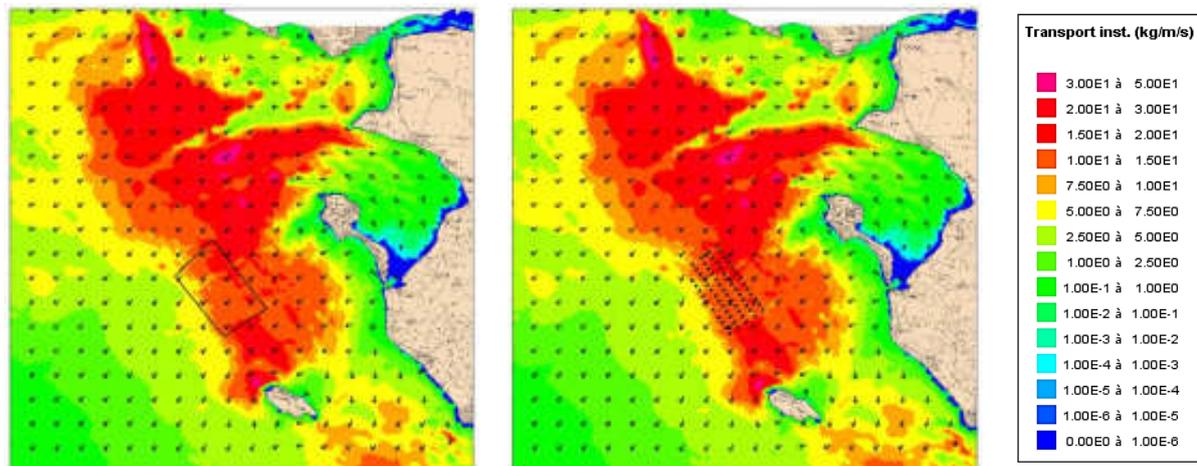
Source : BRLi, 2016

Figure 24 – Transport instantané au maximum de flot pour l'état initial et aménagé – granulométrie 2000 μm



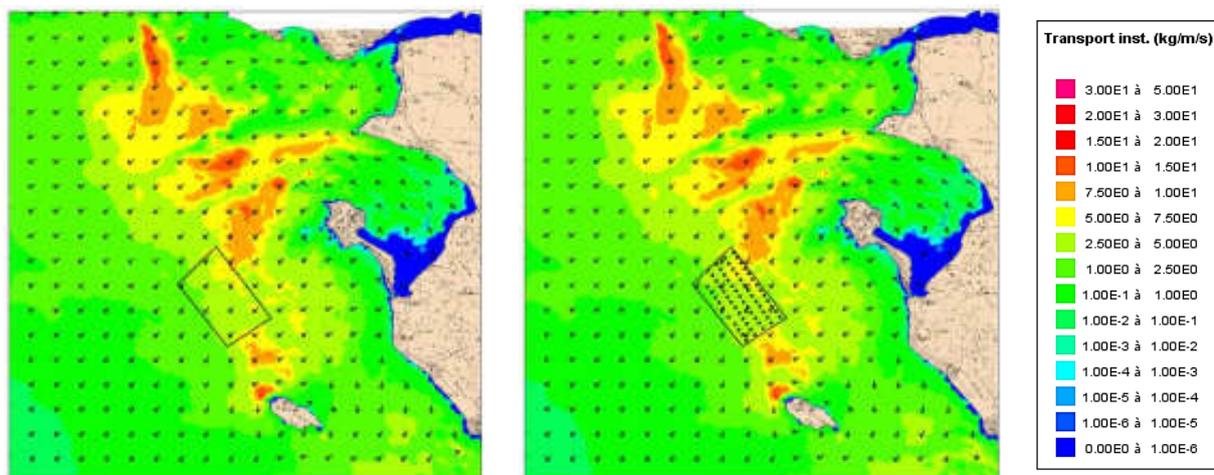
Source : BRLi, 2016

Figure 25 : Transport instantané au maximum de jusant pour l'état initial et aménagé – granulométrie 500 μm



Source : BRLi, 2016

Figure 26 : Transport instantané au maximum de jusant pour l'état initial et aménagé – granulométrie 2000 μm



Source : BRLi, 2016

Figure 27 : Différentiel du transport instantané au maximum de flot – granulométrie 500 μm



Figure 28 : Différentiel du transport instantané au maximum de jusant – granulométrie 500 μm



Figure 29 – Différentiel du transport instantané au maximum de flot – granulométrie 2000 μm

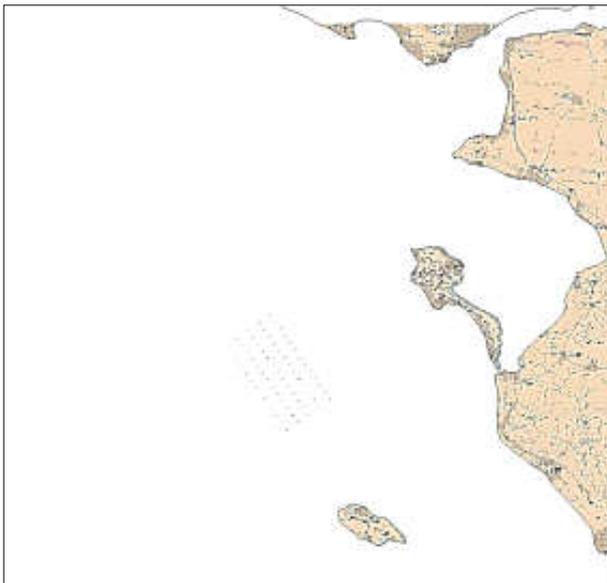
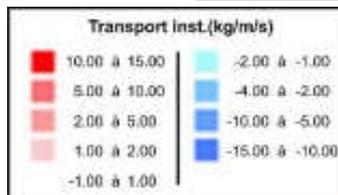
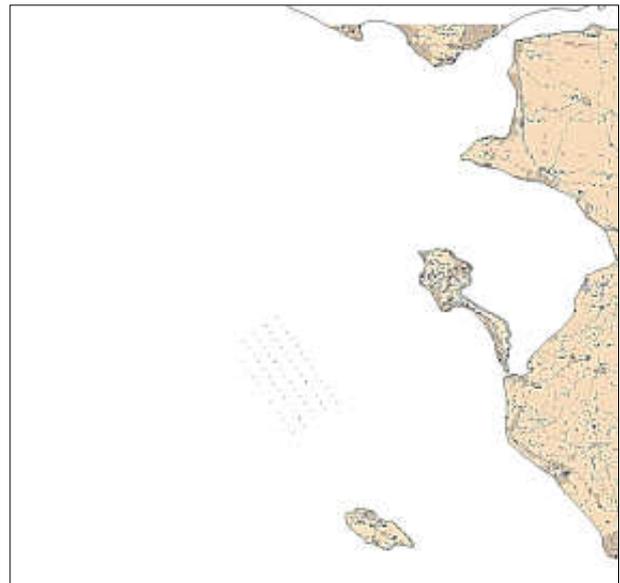


Figure 30 – Différentiel du transport instantané au maximum de jusant – granulométrie 2000 μm



Source : BRLi, 2016

Au sein de la zone du parc éolien, 88 % de la surface correspond à un substratum rocheux non érodable. Les résultats des modélisations réalisées pour des conditions hydrodynamiques très énergétiques, montrent qu'il n'y a pas d'impact du projet sur les flux sédimentaires à une échelle globale et que les impacts sur la dynamique sédimentaire ne sont sensibles qu'à l'intérieur du parc, dans un espace réduit autour de chacune des fondations. Aussi, il n'est pas attendu que le projet ait une influence sur l'évolution du trait de côte, que ce soit sur le continent ou sur les îles d'Yeu et de Noirmoutier.

Par ailleurs, le substratum sur lequel sont implantées les fondations étant rocheux, aucun risque d'affouillement de celui-ci n'est à prévoir.

En outre, comme expliqué dans la partie précédente (3.2.1.3) aucun effet de groupe n'a été identifié par les modélisations numériques.

Dynamique hydrosédimentaire - Phase d'exploitation					
L'effet de modification de la dynamique sédimentaire agit indirectement en s'appliquant au préalable sur l'hydrodynamisme. Il se fait ressentir tout au long de l'exploitation du parc, il est donc permanent. Enfin, compte tenu de son étendue limitée (effet local uniquement), l'intensité de l'effet est évaluée comme faible. En conséquence, l'impact associé est considéré comme négligeable.					
Modification de la dynamique sédimentaire					
Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact
Dynamique hydrosédimentaire	Faible	Faible	Faible		Négligeable
			Indirect	Permanent	

3.2.2.5 Qualité des sédiments marins et des eaux marines et côtières

Les impacts sur la qualité des eaux et des sédiments sont abordés au sein d'une même partie du fait des relations directes qui existent entre eux notamment en ce qui concerne la turbidité.

Cette partie traite des effets sur la qualité globale du milieu ; ceux sur la qualité sanitaire (eaux de baignade et eaux conchylicoles) étant abordés dans la partie 3.5 Impacts sur le milieu humain.

Pour mémoire, la qualité de l'eau est globalement bonne tant d'un point de vue chimique qu'écologique, ce qui induit un enjeu moyen. S'agissant des sédiments, ils sont exempts de pollution et représentent un enjeu faible.

3.2.2.5.1 Présentation des effets

En phase d'exploitation, les effets potentiels concernent :

- ▶ La contamination par des substances polluantes liés à :
 - Une collision faisant intervenir un navire de maintenance ou un navire tiers (y compris un navire de transport de matières dangereuses) ;
 - D'éventuels épanchements accidentels de carburant issus des bateaux de maintenance ;
 - D'éventuelles fuites d'huile au niveau des éoliennes. Néanmoins, des bacs de récupération sont prévus dès la conception du projet pour éviter ce risque (Chapitre « Mesures prévues par le pétitionnaire ») rendant ainsi cet effet négligeable ;
- ▶ La contamination par les anodes sacrificielles induisant un rejet d'éléments dans l'environnement.

3.2.2.5.2 Evaluation des impacts

CONTAMINATION PAR DES SUBSTANCES POLLUANTES (POLLUTION ACCIDENTELLE)

En phase d'exploitation, le risque de pollution accidentelle peut faire suite à une collision entre un bateau et un élément du parc éolien, libérant ainsi sa réserve de carburant ou, dans le cas de navires transportant des matières dangereuses, sa cargaison.

Le chapitre relatif à l'impact sur le trafic maritime, présente les scénarios d'accidents possibles associés au trafic dans le futur parc.

Pour ce qui concerne la navigation commerciale (qui comprend des navires de transport de matières dangereuses), ceux-ci montrent des probabilités d'occurrence très faibles pour ce type d'accidents, avant même la mise en place de règles de navigation au sein du parc, notamment parce que le parc se situe en dehors des chenaux et voies principales de navigation et du fait des mesures d'évitement (de conception) mises en place par le maître d'ouvrage.

Pour le reste du trafic maritime (pêche et plaisance en particulier), du fait notamment des mesures d'évitement (de conception) mises en place par le maître d'ouvrage, là aussi, les probabilités d'occurrence d'une collision sont faibles, avant même la mise en place de règles de navigation au sein du parc.

Par ailleurs, le risque de pollution accidentelle peut aussi faire suite à des épandements accidentels des navires de maintenance. En règle générale, on distingue la « maintenance courante » effectuée directement par les équipes des bases de maintenance à partir des ports de L'Herbaudière et Port-Joinville (3 navires effectuant 1 à 2 allers/retours par jour) et la « maintenance lourde » qui fait appel à des moyens maritimes plus conséquents au départ du Grand port maritime de Nantes-Saint-Nazaire mais qui est imprévisible.

Dans le premier cas, les risques liés à la contamination par des substances dangereuses sont réduits en raison du choix des techniques employées par les utilisateurs (fluides utilisés, consommation, mutualisation des allers/retours, etc.). En cas de pollution, les quantités sont nettement moindres qu'en phase de construction (5 à 20 m³ de carburants embarqués). Dans le second, le raisonnement est similaire à celui employé en phase de construction, le même type de navire étant utilisé. Bien que, le risque s'avère moindre du fait d'un nombre de navire réduit, l'effet en cas de pollution est analogue à la phase de construction avec des quantités équivalentes.

En conséquence, une éventuelle « contamination par des substances polluantes » est estimée comme un effet direct, temporaire et faible.

Qualité des sédiments et eaux marines et côtières - Phase d'exploitation

Compte tenu des faibles probabilités de collision dans la zone du parc, et des techniques employées lors de la maintenance, une éventuelle « contamination par des substances polluantes » est estimée comme un effet direct, temporaire et faible.

Contamination par des substances polluantes (pollution accidentelle)

Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact
Qualité de l'eau	Moyen	Faible	Faible		Faible
			Direct	Temporaire	

CONTAMINATION PAR LES ANODES SACRIFICIELLES

La protection cathodique par l'utilisation d'anodes sacrificielles est une protection électrochimique pour laquelle le courant électrique est obtenu en reliant une électrode (l'anode sacrificielle) à la structure métallique à protéger (la cathode). Elle permet de protéger le métal (les fondations jacket) contre la corrosion. Les anodes envisagées pour le parc auront la composition chimique suivante (en % du poids): aluminium (Al) 94% ; zinc (Zn) : 2,5% à 5,75% ; indium (In) : 0,015% à 0,040% ; silicium (Si) : 0,12% max ; fer (Fe) : 0,09% max ; cuivre (Cu) : 0,003% maximum et cadmium (Cd) : 0,002% au maximum.

Photographies 2 : Anode sacrificielle (gauche) et disposition sur une fondation de type jacket (droite)



Source : www.comsol.com in Yark et al (2016).

Les quantités du projet sont les suivantes :

- ▶ 32 tonnes d'anodes par fondation ;
- ▶ Masse par anode : 1 tonne ;
- ▶ 2048 anodes au total pour une masse de 2048 tonnes réparties de façon régulière dans l'ensemble de l'aire d'étude immédiate. Ce calcul prend en compte les fondations des 62 éoliennes, du poste électrique en mer et du mât de mesure.

La contamination par les anodes est étudiée de deux façons :

- ▶ Etude de la quantité de métaux rejetés dans le milieu avec comparaison aux seuils de rejets R1/R2 et au bruit de fond de l'aire d'étude immédiate du parc ;
- ▶ Analyse locale à l'échelle d'une anode de l'impact environnemental.

Rejets de métaux dans les eaux de surface

La dissolution des anodes par électrolyse entraîne la diffusion d'éléments métalliques dans le milieu environnant.

Cette diffusion, synonyme de rejets dans les eaux de surface (rubrique 2.2.3.0 de la nomenclature- article R 314-1 du Code de l'environnement) peut être comparée aux seuils réglementaires R1 et R2 définis dans le tableau 1 de l'arrêté du 9 août 2006 modifié pour les métaux et métalloïdes.

Les seuils R1 et R2 sont repris dans le tableau suivant :

Paramètres	Niveau R1	Niveau R2
Métaux et métalloïdes (g/j)	30	125

La quantité de métaux libérée par la consommation des anodes du projet est estimée à 9 kg par heure environ, soit l'équivalent de 79 tonnes par an ou 216 kg/j. Cela représente une quantité de l'ordre de 205,2 kg/j d'aluminium et de 10,8 Kg/jour de zinc. Ces valeurs sont au-dessus du seuil R2. Il convient d'analyser l'impact potentiel dans le milieu.

Il apparaît pertinent de comparer les concentrations de ces métaux diffusées dans l'aire d'étude immédiate du parc aux valeurs naturelles mesurées lors des campagnes d'analyses physico-chimiques de la masse d'eau pour évaluer leur incidence sur le milieu.

Afin d'obtenir des concentrations de métaux après dilution, la zone de projet a été considérée comme volume de référence défini par sa longueur, sa largeur et la profondeur moyenne d'eau de l'ordre de 25 m. Après dilution dans le volume défini, le flux de métaux issu du projet est de l'ordre de 0,10 µg/l/j soit environ 0,10 µg/l/j d'aluminium et 0,006 µg/l/j de zinc¹⁴.

Se pose alors la question de l'accumulation de ces flux dans la masse d'eau de la zone du parc pour déterminer les concentrations maximales en métaux lourds issues des anodes. En négligeant l'effet cyclique des marées, il est considéré que l'accumulation n'est conditionnée que par le renouvellement général des eaux entre les îles d'Yeu et de Noirmoutier (courant résiduel associé à l'une des branches du courant général Gulf Stream, localement modifié par la présence des îles, et orienté du nord vers le sud).

Selon les travaux de Salomon et Lazure (1988), la vitesse moyenne du courant général est comprise entre 1 et 4 km/jour entre le goulet de Fromentine et le plateau des Bœufs, soit une moyenne conservatrice de l'ordre de 2 km/jour donc environ 8 jours pour traverser, et ainsi renouveler, la masse d'eau de la zone du parc. On considèrera ainsi que la masse d'eau de l'aire d'étude est renouvelée entièrement quatre fois par mois. La concentration maximale en métaux issus de la consommation des anodes ne peut donc être au maximum que de 0,8 µg/l soit environ 0,8 µg/l d'aluminium et 0,006 µg/l de zinc, avant renouvellement complet. Il s'agit de concentrations inférieures aux seuils de détection instrumentale (1 µg pour l'Al et 1 µg pour le Zn – laboratoire Eurofins).

Si l'on compare ces quantités au bruit de fond à la zone du parc au cours de l'année 2015 (Chapitre « Etat initial de l'environnement »), ces valeurs sont inférieures à celles mesurées à un instant donné sur la zone d'un facteur 5 pour l'Aluminium et d'un facteur supérieur à 100 pour le zinc (concentration en aluminium = 4 µg/l en avril et 3 µg/l en septembre 2015 et concentration en Zinc = <1 µg en avril et 1 µg en septembre 2015), avec des valeurs inférieures aux variations saisonnières relevées.

Cette analyse montre que le projet est un très faible contributeur à la chimie de la masse d'eau de la zone du parc et que son apport est inférieur à la variation saisonnière naturelle, ce qui n'est pas significatif à l'échelle de la masse d'eau. L'incidence globale attendue des métaux dissous au sein de la zone du parc est négligeable à l'échelle de la masse d'eau dans ce volume.

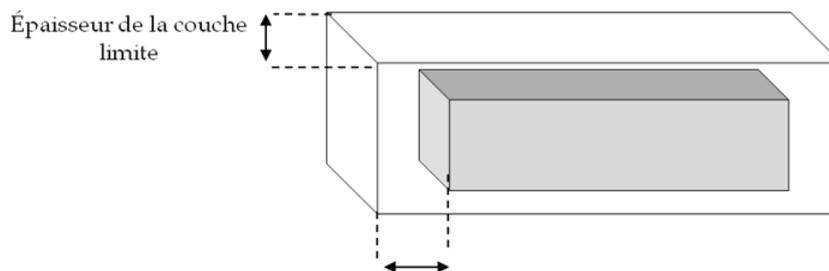
Cette analyse faite en milieu ouvert (la circulation générale des eaux) conduit à considérer des effets négligeables pour la masse d'eau du projet. Les résultats d'une étude à l'échelle de dimensions plus réduites autour des anodes confirment ce résultat, comme présenté ci-après.

¹⁴ La liste des métaux relargués par les anodes sacrificielles est celle des métaux qui les composent (tableau 2). Selon le principe de la corrosion galvanique, la dissolution des anodes sacrificielles entraîne leur libération dans le milieu environnant. Dans le cas de l'aluminium et du zinc (les composés majoritaires des anodes), la corrosion en milieu marin va conduire dans un premier temps à la formation des précipités $Al(OH)_3$ et $Zn(OH)_2$ puis à la libération des ions Al^{3+} et Zn^{2+} en solution (Gouali, 2013). Des travaux effectués en laboratoire sur les impacts potentiels de la dissolution d'anodes sacrificielles (en zinc ou en aluminium) ont permis de mettre en évidence dans un premier temps une augmentation des concentrations des métaux en solution (Rousseau et al., 2009a; Gouali, 2013). Quelques jours plus tard (en général deux semaines à un mois en laboratoire), une diminution des concentrations des métaux dans l'eau est observée par adsorption dans les sédiments et probablement sur les parois.

Concentrations maximales possibles dans la couche limite¹⁵ des anodes sacrificielles

Le but de ce paragraphe est d'estimer les concentrations maximales en métaux qui pourraient être atteintes au contact des anodes, dans la zone appelée « couche limite », qui est la couche d'eau peu ou pas renouvelée au contact de la surface d'un objet.

Figure 31 : Schéma de principe pour le calcul de volume de la couche limite



Légende : en gris une anode assimilée à un parallélépipède rectangle; en blanc une schématisation de la couche limite enveloppant cette anode

Ce calcul de la concentration en métaux est à proximité directe d'une anode en diluant les quantités de métaux libérés par unité de temps calculé ci-avant, dans le volume d'eau de la couche limite. Ce calcul est nécessaire pour estimer différents volumes dans lesquels pourraient se diluer ces métaux pour évaluer les concentrations nécessaires à un avis sur les risques potentiels auxquels sont exposés les organismes aquatiques présents à côté des anodes.

Pour faire ces estimations nous proposons une démarche très conservatrice (ultra protectrice pour l'environnement) en faisant l'hypothèse d'un volume d'eau non renouvelé au contact des anodes pendant une étale de marée, dans lequel les éléments métalliques seraient accumulés sans échange avec l'environnement plus lointain. C'est en effet au moment précis d'une étale de marée que les concentrations maximales sont attendues au contact des anodes. Dans une démarche toujours conservatrice, les concentrations théoriques maximales pour chaque métal ont été calculées en considérant une étale de marée d'une heure et des épaisseurs de couches limites variables entre 1 mm et 1000 mm.

Tableau 13 : Estimation des concentrations théoriques maximales des différents métaux constituant les alliages (en g L⁻¹) pour des épaisseurs de couche limite de 1 mm et de 1000 mm

Concentration en métal total en en g·L ⁻¹	Masse d'anode, 1t Îles d'Yeu et de Noirmoutier Couche limite 1 mm	Masse d'anode, 1t Îles d'Yeu et de Noirmoutier Couche limite 1000 mm
	Anodes en Al/In	Anodes en Al/In
Cuivre (Cu)	0,00008	0,00000003
Cadmium (Cd)	0,00003	0,00000001
Fer (Fe)	0,002	0,00000005
Plomb (Pb)		
Silicium (Si)	0,002	0,00000006
Indium (In)	0,001	0,00000002
Aluminium (Al)	1,57	0,0006
Zinc (Zn)	0,09	0,00003

¹⁵ La couche limite correspond à la zone d'interface entre l'anode sacrificielle et le fluide environnant.

Tableau 14 : Estimation des concentrations théoriques maximales ($g \cdot L^{-1}$) en Al et en Zn pour une anode en Al/In en fonction de l'épaisseur de la couche limite

Epaisseur (mm)	1	2	5	10	20	50	100	250	500	1000
Al	0,8	0,4	0,2	0,08	0,04	0,01	0,01	0,00	0,001	0,0003
Zn	0,05	0,02	0,01	0,005	0,002	0,001	0,0004	0,0001	0,0001	0,00002

Il est intéressant de remarquer que ce calcul théorique, qui permet de balayer une gamme de couches limites et de donner des ordres de grandeur de concentrations maximales atteignables, englobe la valeur de $900 \mu g L^{-1}$ d'Al total mesuré par Deborde et al., (2015) en laboratoire, à quelques centimètres d'anodes sacrificielles plates de 1700 g (surface d'échange de $630 cm^2$). Il faut aussi comparer ces valeurs à ce qui est connu de la chimie de l'aluminium en eau de mer (Angel et al., 2016) : la solubilité maximum de l'aluminium y est d'environ $500 \mu g L^{-1}$ bien que transitoirement elle puisse monter jusqu'à $1250 \mu g L^{-1}$.

Les estimations faites dans les tableaux ci-avant, et qui peuvent paraître élevées, sont du même ordre de grandeur de ce qui peut être mesuré expérimentalement dans les conditions simplifiées mais contrôlées d'un laboratoire. Dans le champ très proche des anodes sacrificielles, et dans une situation d'absence de renouvellement d'eau comme lors d'une étale de marée, on peut donc s'attendre à observer des concentrations élevées des principaux métaux composant les anodes. Ces concentrations seront d'autant plus élevées qu'on sera proche de l'anode. Ce ne sont donc que des organismes vivant au contact proche des anodes qui pourraient être exposés à ces fortes, voire très fortes concentrations. Dès la reprise des courants de marée, ces champs de concentrations seront dissipés, à l'exception par définition, de la couche d'eau à vitesse nulle au contact des structures.

Dilution de l'effluent en champ proche

Afin de circonscrire l'impact potentiel des métaux qui vont être relargués par les anodes sacrificielles, il faut caractériser non seulement les concentrations dans la couche à l'interface anode – eau de mer et les couches limites (paragraphes précédents) mais également les problèmes de dilution et mélange à quelques dizaines de mètres des anodes (à l'intérieur du champ proche). Par hypothèse moyenne très conservatrice, nous avons utilisé un facteur de dilution moyen de 575 à 20 mètres des anodes (correspondant à un courant de marée moyen de $0,15 m s^{-1}$).

Les concentrations obtenues en tenant compte de ce coefficient de dilution sont présentées ci-dessous.

Tableau 15 : Estimation des (en $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) des composés après dilution, à 20 m, pour une concentration initiale correspondant à celle d'une couche limite de 1m

Concentration en métal total en en $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$	Masse d'anode, 1t Îles d'Yeu et de Noirmoutier
	Anodes en Al/In
Cuivre (Cu)	0,00005
Cadmium (Cd)	0,00002
Fer (Fe)	0,00092
Plomb (Pb)	
Silicium (Si)	0,001
Indium (In)	0,0004
Aluminium (Al)	0,96075
Zinc (Zn)	0,05606

L'ensemble de l'analyse menée jusqu'à présent a donc permis d'aboutir à une estimation de concentrations maximales de métaux traces dans l'eau autour des anodes. La démarche suivie tout au long du cheminement a été conservatrice pour l'environnement car à chaque étape nous avons fait les choix les plus pénalisants.

En premier, nous avons fait l'hypothèse que tout le métal libéré était sous une forme toxique. Ensuite, alors que les sites sont dans des zones à forts courants, nous avons fait les calculs pour la période des étales de marées où la dilution va être la plus faible. En fait, nous nous sommes mis dans la situation théorique où il n'y aurait pas de dilution mais une accumulation d'éléments métalliques dissous localement autour des anodes.

Nous allons maintenant comparer ci-dessous les concentrations théoriques maximales obtenues aux valeurs guides données par la littérature.

Évaluation du risque toxique et devenir des métaux dans le milieu marin

Pour connaître la forme des relations « concentration - effet », et plus particulièrement le seuil à partir duquel l'élément commence à avoir des effets délétères, on effectue des essais en laboratoire. Ces tests sont conduits dans des conditions contrôlées, avec des organismes « tests » dont on connaît bien le comportement normal pour déceler plus facilement des changements dans ce comportement.

Comme concentrations « seuils », à comparer aux concentrations prévues de métaux à différentes distances du diffuseur, c'est-à-dire de l'anode, nous avons choisi les lignes directrices pour la qualité de l'eau (substances toxiques) en Australie et en Nouvelle Zélande (Environmental Protection Heritage, 2000) et les données de l'INERIS qui sont du même ordre de grandeur.

Le tableau ci-dessous présente les différentes valeurs de PNECs (en $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) en fonction des pourcentages de protection des organismes¹⁶.

¹⁶ Une protection de 99 % des espèces est nécessaire dans le cas des milieux non impactés, encore dans leur état naturel. Pour un milieu légèrement à modérément perturbé comme les ports et les eaux côtières impactées par des

Tableau 16 : Valeurs guides (en $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) des composés pour la protection des espèces (PNECs) en fonction des pourcentages de protection.

Métal	Protection de 99 % des espèces (CSIRO)	Protection de 95 % des espèces (CSIRO)	Protection de 90 % des espèces (CSIRO)	PNECs INERIS
Cuivre (Cu)	0,3	1,3	3	0,8
Cadmium (Cd)	0,7	5,5	14	≠
Plomb (Pb)	2,2	4,4	6,6	1,3
Aluminium (Al)	2,1	24	69	≠
Zinc (Zn)	7	15	23	7,8

La comparaison entre les seuils de toxicité des différents métaux avec les concentrations effectives, on peut conclure que tous les métaux relargués par le projet présentent en théorie un risque potentiel pour l'environnement dans les premiers millimètres des anodes sacrificielles. A 1 m des anodes sacrificielles, seuls les métaux majoritaires des anodes sacrificielles (Al et Zinc) pourraient présenter un risque pour l'environnement. Enfin, à 20 m des anodes sacrificielles (et pour un facteur de dilution très protecteur de 575), aucun métal constitutif des anodes sacrificielles ne présenterait de risque pour l'environnement.

On voit avec l'ensemble de ces calculs, et les précautions très conservatrices qui ont été prises, que le risque apparaît faible dès qu'on s'éloigne des fondations des éoliennes.

Dès lors que le risque environnemental est possible, il devient nécessaire d'aborder des informations complémentaires pour affiner l'évaluation du risque.

Le devenir des métaux relargués lors de la dissolution des anodes sacrificielles et leurs impacts potentiels sur les organismes marins vont dépendre de leur spéciation. Dans le paragraphe suivant, la spéciation des métaux présentant potentiellement un risque lors de la dissolution des anodes sacrificielles en milieu marin (ici aluminium et zinc) va être abordée.

Effets de la spéciation des éléments

L'aluminium, troisième élément sur Terre ($\approx 8\%$ de l'écorce terrestre), est un métal non essentiel. Il est présent dans les sols et les sédiments sous forme d'aluminosilicates, d'oxydes d'aluminium (Al_2O_3) et de bauxite ($\text{Al}_2\text{O}_3\cdot n\text{H}_2\text{O}$), (Pichard, 2005; Mao et al., 2011; Gabelle et al., 2012). A pression et température ambiante, l'aluminium est présent sous forme d' Al^{3+} dans l'eau (complexe $[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6^{3+}]$). Au pH de l'eau de mer ($\approx 8,1$) l'aluminium est retrouvé à 68% sous forme d' $\text{Al}(\text{OH})_4^-$ et à 32% sous forme d' $\text{Al}(\text{OH})_3^0$ (Golding et al., 2015b). Ces deux formes sont considérées comme probablement toxiques (Gabelle et al., 2012). En mer, lorsque le seuil de solubilité est atteint, l'aluminium reste sous forme particulaire. Dans le cas du projet, on déduit des concentrations calculées pour des épaisseurs de couches limites de 1 et 1000 mm, que l'aluminium libéré par les anodes sacrificielles se trouverait sous ses deux formes, dissoutes et particulaires. Des études spécifiques ont montré que l'aluminium libéré lors de la dissolution d'anodes sacrificielles était à 83 % sous forme particulaire (Deborde et al., 2015). Cette forme particulaire est connue à ce jour pour être la moins biodisponible et la moins toxique pour de nombreux organismes aquatiques.

activités anthropiques, le niveau de protection requis est de 95%. Une protection de 90 % est préconisée pour la protection d'un écosystème perturbé.

Le **zinc** est un métal essentiel naturellement présent dans la croûte terrestre, dans l'eau et dans les sols. Il est présent dans l'eau sous forme dissoute ou en suspension. Son adsorption sur les matières en suspension et son stockage dans les sédiments sont plus importants en eau douce qu'en eau de mer (Brignon and Gouzy, 2015). En effet, le zinc a tendance à former du chlorure de zinc ($ZnCl_2$) dissous en présence d'ions chlorures Cl^- (Agence de l'Eau Seine-Normandie). Les concentrations moyennes en zinc en eau de mer varient de 0,5 à 10 $\mu g \cdot L^{-1}$ (Deslous-Paoli, 1981). Des études réalisées dans les années 1970s ont pu mettre en évidence l'existence du zinc sous trois formes en milieu marin : ionique (ou labile, majoritaire), particulaire et sous forme de complexes (Fukai and Huynh-Ngoc, 1975). Les principales espèces chimiques du zinc retrouvées en milieu marin sont Zn^{2+} , $ZnCl^+$ et $Zn(OH)_2$ (Duursma and Dawson, 1981). A pH de $8,0 \pm 0,5$, le zinc dissous peut précipiter en $Zn(OH)_2$ lorsque sa concentration est supérieure à 1,16 $mg \cdot L^{-1}$ (Rousseau et al., 2009a; Deborde et al., 2015). En comparant cette limite de solubilité aux concentrations maximales calculées pour le projet, on déduit à nouveau que le zinc issu de la dissolution d'anodes sacrificielles serait présent dans l'eau sous les deux formes, dissoutes et particulaires. De même que pour l'aluminium, la forme particulaire est connue à ce jour pour être la moins biodisponible et la moins toxique pour de nombreux organismes aquatiques..

Ce principe de spéciation sous forme particulaire est confirmé par des chercheurs de l'université de Caen-Normandie qui a réalisé un suivi en milieu portuaire sur des anodes à base d'aluminium Al (port du Havre, Gabelle et al., 2012). Des expérimentations ont montré que la dissolution anodique ne conduit pas à l'augmentation de concentration en Al des eaux portuaires malgré leur confinement. Néanmoins, un enrichissement significatif de ce métal a été mesuré dans les sédiments non dragués à proximité des anodes (20m).

L'analyse des effets de la spéciation confirme que les évaluations de toxicité présentées ci-avant sont maximalistes puisque les deux principaux contributeurs sont en fait majoritairement disponibles sous leur forme la moins biodisponible et la moins toxique pour de nombreux organismes aquatiques.

Cas particulier du Cadmium

Dans le cadre de l'application de la DCE, des normes de qualité environnementale (NQE) des eaux de surface ont été définies comme objectifs, afin d'atteindre le bon état écologique des masses d'eaux de l'Union européenne.

Le Cadmium est le seul métal listé par l'arrêté du 07/09/15 modifiant l'arrêté du 8 juillet 2010 établissant la liste des substances prioritaires et des substances dangereuses visées à l'article R. 212-9 du code de l'environnement, et pouvant être détecté dans la composition des anodes sacrificielles, selon la norme AFNOR 12496, 2013.

Dans le cas du Cadmium, les NQE¹⁷ sont fixées à 0,2 $\mu g/L$ en moyenne annuelle (NQE-MA) et de 0,45 à 1,5 $\mu g/L$ en concentration maximale admissible (NQE-CMA). Ces concentrations, qui caractérisent la qualité de toute une masse d'eau, ne peuvent être directement comparées avec le flux représenté par les estimations des concentrations théoriques maximales du tableau 14.

Compte tenu des arguments présentés ci-dessus, (modélisations très conservatrices, hydrodynamisme local et régional, concentrations générées par le projet et très faible contribution du projet aux rejets de métaux dans l'environnement), il n'est pas attendu d'effet notable du projet sur les concentrations de Cadmium de la masse d'eau et sur les objectifs visés par les NQE au titre de la DCE.

¹⁷ Référence : Directive 2013/39/UE du parlement européen et du Conseil du 12 août 2013 modifiant les directives 2000/60/CE et 2008/105/CE en ce qui concerne les substances prioritaires pour la politique dans le domaine de l'eau

Conclusion sur l'impact environnemental de la dissolution des anodes dans le milieu physique

Les recherches bibliographiques indiquent que l'université de Caen-Normandie a réalisé un suivi en milieu portuaire sur des anodes à base d'aluminium Al (port du Havre, Gabelle *et al.*, 2012).

Des expérimentations ont montré que la dissolution anodique ne conduit pas à l'augmentation de concentration en Al des eaux portuaires. Néanmoins, un enrichissement significatif de ce métal a été mesuré dans les sédiments non dragués à proximité des anodes (20m), sans pour autant aborder la notion de risque pour l'environnement.

Dans le cadre du projet, une expertise bibliographique a été réalisée par le CNRS ainsi qu'une évaluation de l'impact environnemental des anodes (Yark & Massabuau, 2016).

Considérant des hypothèses les plus conservatrices possibles pour l'environnement, l'analyse conclut que tous les métaux libérés présentent des risques dans les premiers centimètres proches des anodes, aux étales de marée, lorsque la dilution par les courants n'est pas possible. Au sein d'une zone tampon de 1 m, peu ou pas renouvelée, seuls les métaux majoritaires (Al et Zn) pourraient présenter un risque pour l'environnement. A 20 m des anodes, après dilution avec un courant faible de 0,15 m/sec, aucun métal ne présenterait de risque.

Une étude complémentaire en milieu contrôlé montre l'importance de la MES dans le cycle géochimique de l'Al relargué dans l'eau de mer qui peut capter temporairement l'Al (Deborde, *et al.*, 2015). Après plusieurs semaines toutefois, le taux d'Al diminue en raison du renouvellement de l'eau, de la diminution du taux de dissolution, et de la précipitation. Par extrapolation, en conditions naturelles et relativement aux apports continentaux, la contribution des anodes aux concentrations métalliques de l'eau de mer semble très faible, excepté peut être dans les aires très confinées (milieu portuaire) et sur de courtes périodes. L'étude estime les flux comme négligeables à une échelle régionale. La dissolution des métaux par l'hydrodynamisme évite ainsi de fortes concentrations localisées.

Remarque : l'effet des anodes sacrificielles sur les organismes marins, tant benthiques que pélagiques, sont traités dans les parties dédiées à ces différents organismes (chapitre « Impact sur le milieu naturel »). Par ailleurs, il est rappelé que les effets sur l'environnement marin en général des anodes sacrificielles fixées sur les fondations des éléments d'un parc éolien mais aussi sur les autres structures nécessitant ce type de protection, sont encore mal connus car peu étudiés. Toutefois, ceux-ci seront étudiés et suivis durant l'exploitation du parc éolien.

Qualité des sédiments marins et des eaux marines et côtières - Phase d'exploitation

Par conséquent, l'effet lié à la présence des anodes sacrificielles est considéré comme temporaire et faible. Dans le cas du compartiment eau, l'effet est direct, mais il est indirect dans le cas des sédiments (Gabelle *et al.*, 2012) car la perturbation transite par l'eau avant de les affecter. La sensibilité de ces compartiments est donc faible notamment dû à l'hydrodynamisme.

Contamination par les anodes sacrificielles

Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact
Qualité des eaux marines et côtières	Moyen	Faible	Faible		Faible
			Direct	Permanent	

Contamination par les anodes sacrificielles

Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact
Qualité des sédiments marins	Faible	Faible	Faible		Négligeable
			Indirect	Permanent	

3.2.3 Synthèse des niveaux d'impact pour le milieu physique

3.2.3.1 Phase de construction et de démantèlement

Composantes de l'environnement	Impacts en phase de construction et de démantèlement				
	Modifications géomorphologiques	Destruction des fonds	Modification de la nature des fonds	Mise en suspension de sédiments et augmentation de la turbidité	Contamination par des substances polluantes (pollution accidentelle)
Morphostructure marine	NE	NE	NE	NE	
Hydrodynamique marine	Évalué en phase d'exploitation				
Dynamique hydrosédimentaire	Évalué en phase d'exploitation				
Qualité des sédiments et des eaux				NE à FA	FA

Légende : NE : Négligeable ; FA : Faible ; MO : Moyen ; FO : Fort ; PO : Positif. ; N. Ev. : Niveau d'impact non évalué

3.2.3.2 Phase d'exploitation

Composantes de l'environnement	Impacts en phase d'exploitation						
	Modifications géomorphologiques	Modification de la nature des fonds	Modification des conditions de courant	Modification de la propagation des vagues	Modification de la dynamique sédimentaire (érosion)	Contamination par des substances polluantes (pollution accidentelle)	Contamination par les anodes sacrificielles
Morphostructure marine	NE	NE					
Hydrodynamique marine			NE	NE			
Dynamique hydrosédimentaire					NE		
Qualité des sédiments et des eaux						FA	NE à FA

Légende : NE : Négligeable ; FA : Faible ; MO : Moyen ; FO : Fort ; PO : Positif. ; N. Ev. : Niveau d'impact non évalué

3.3 Impacts sur le milieu naturel

3.3.1 En phase de construction et de démantèlement

3.3.1.1 Habitats et biocénoses benthiques

Cette composante se caractérise par des biocénoses benthiques inféodées au substrat rocheux, dominant sur la zone du parc éolien, et des biocénoses de substrat meuble en partie ouest/sud-ouest (zone de transition meuble/roche).

Aucune espèce protégée n'a été inventoriée et aucun habitat particulier ou sensible comme celui représenté par les laminaires n'a été observé, la bathymétrie étant trop importante. Le niveau d'enjeu est moyen pour le milieu rocheux et faible pour les substrats meubles.

3.3.1.1.1 Présentation des effets

La mise en place des fondations, des éoliennes et des câbles, définis précédemment, induiront pour les habitats benthiques et les biocénoses associées les effets suivants :

- ▶ Perte d'habitats et destruction des biocénoses benthiques par écrasement ou étouffement lors de l'ancrage, du dépôt des cuttings et de la mise en place des enrochements ;
- ▶ Modification de l'ambiance sonore sous-marine notamment pendant les opérations de forage ;
- ▶ Mise en suspension des sédiments et augmentation de la turbidité lors du dépôt des cuttings issus des forages ;
- ▶ Contamination par des substances polluantes, liée aux risques de pollution accidentelle.

En phase de démantèlement, les effets attendus seront moindres et concernent donc la perte d'habitats et la destruction des biocénoses benthiques et le risque de contamination par des substances polluantes.

Le positionnement des éoliennes se faisant uniquement sur le substrat rocheux, l'évaluation des effets et des impacts est réalisée sur les habitats et les biocénoses de substrat dur. A noter toutefois, dans le cas des opérations d'installation des éoliennes en partie ouest/sud-ouest, les trois derniers effets cités peuvent indirectement affecter les zones de substrats meubles voisines.

A noter toutefois, dans le cas des opérations d'installation des éoliennes en partie ouest/sud-ouest, les trois derniers effets cités peuvent indirectement affecter les zones de substrats meubles voisines.

Tableau 17 : Superficies des fonds affectés en phase de construction

Opérations	Emprises (m²)
Installation par forage des 4 pieux des 62 fondations éoliennes (Diamètre D=2,2 m)	943
Installation par forage des 4 pieux de la fondation du mât de mesure (D=1,2 m)	3,4
Installation par forage des 4 pieux de la fondation du poste électrique (D=3 m)	28
Sous total (cases grisées)	974
Moyens nautiques (navires autoélévateurs)	24 970
Dépôt des cuttings au pied des 64 fondations (environ 700 m² par fondation répartis sur 15 m de rayon et 0,50 m d'épaisseur)	44 800
Protection des câbles inter-éoliennes (9 m x 76,5 km) par enrochements	688 500
Total	≈759 250 m²

Source : EMYN et BRLi, 2016

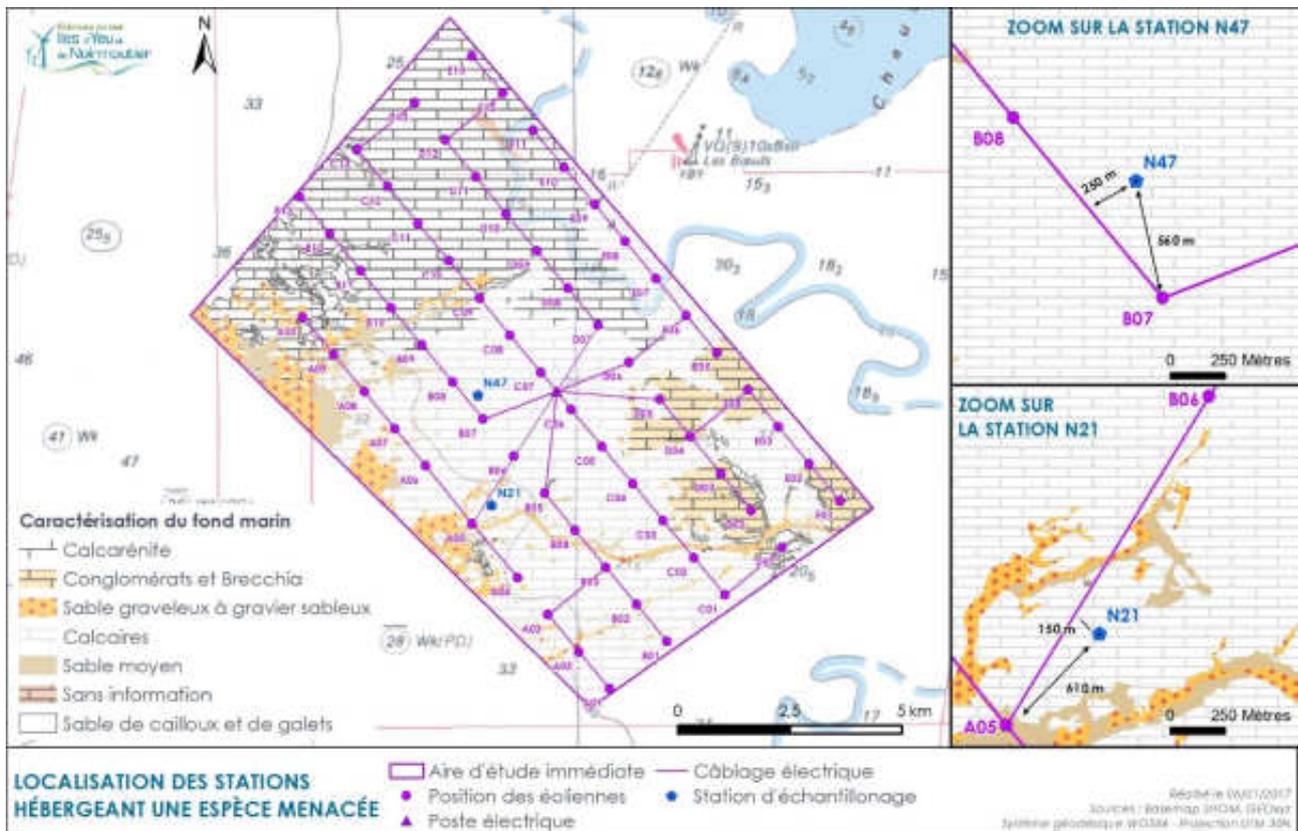
Ainsi, la superficie totale détruite lors de la phase de construction est de 0,8 km². Ceci représente 0,69% de la superficie totale de la zone du parc éolien (112 km²).

Dans un premier temps, un intérêt particulier est porté sur les effets du projet envers les 2 espèces menacées selon le document de la DREAL (2014), que sont les mollusques *Atrina fragilis* et *Octopus vulgaris*, recensés aux stations N21 et N47 respectivement (Figure 32) :

- ▶ Les distances séparant la station N21 des plus proches éléments techniques du projet sont de :
 - 610m pour atteindre l'éolienne A05,
 - 150m pour atteindre le câble reliant cette éolienne et l'éolienne B06.
- ▶ Les distances séparant la station N47 des plus proches éléments techniques du projet sont de :
 - 250m pour atteindre le câble reliant cette éolienne et l'éolienne B08,
 - 560m pour atteindre l'éolienne B07,
 - 1750m pour rejoindre le poste de livraison.

Ces distances sont compatibles avec une préservation de ces 2 espèces *a priori*, sans perturbation majeure de leur habitat pendant la phase de construction. On note que le poulpe, espèce mobile identifiée à la station N47, possède un domaine vital plus ou moins étendu, contrairement à *Atrina fragilis* qui est une espèce fixée. A ce titre, la distance minimale de 250m de la station N47 au premier élément technique du projet rencontré (câble) est une distance *a priori* compatible avec le maintien de ce céphalopode, le risque de destruction directe étant peu probable compte tenu du fait qu'il s'agit de protections par enrochements dont la superficie au fond est très faible (quelques mètres d'emprise). En cas de dérangement, l'espèce est connue pour une capacité d'adaptation particulièrement forte, ce qui permet raisonnablement de statuer quant à une absence d'effets significatifs de la phase de construction sur cette espèce.

Figure 32 : Interaction entre les éléments techniques du projet et des stations hébergeant une espèce menacée (selon DREAL, 2014) : *Atrina fragilis* à la station N21 (en haut), et *Octopus vulgaris* à la station N47 (en bas).



Source : Idra, 2016

Dans un second temps, en ce qui concerne les communautés benthiques, en superposant le réseau de câbles à la cartographie d'habitats benthiques, environ 41,7 km sur 76,3 km de câbles au total se situent sur l'emprise de l'assemblage 3. Près de 30km de câbles sont situés sur l'emprise de l'assemblage 4. Les 3 autres habitats sont concernés par de faibles linéaires cumulés (< 4 km). Par ailleurs, 33 éoliennes sont positionnées sur l'emprise de l'assemblage 3, et 27 sur celle de l'assemblage 4.

Ainsi, il est possible de détailler les superficies impactées par habitat dans le cadre du projet. Au total, les travaux engendrent une destruction inférieure à 0,1% de la superficie de chaque habitat de substrats meubles ; elle est comprise entre 0,17% et 0,35% pour les habitats de substrats rocheux. C'est d'ailleurs sur l'assemblage 5 que l'effet est le plus important en termes de proportion de la superficie (0,35%) en raison du passage du câble entre les éoliennes C03 et C04.

3. Analyse des effets et des impacts du projet sur l'environnement et sur la santé

3.3 Impacts sur le milieu naturel

3.3.1 En phase de construction et de démantèlement



Tableau 18 : Estimation des superficies détruites pour chaque habitat benthique (P = pourcentage de l'assemblage)

Composant	Assemblage 1 M09.01.02.01 - Sables mobiles propres du circalittoral côtier		Assemblage 2 M08.01.02.05 - Sables grossiers et graviers du circalittoral côtier à <i>Branchiostoma lanceolatum</i>		Assemblage 3 Roche circalittorale à algues rouges foliacées et <i>Stolonica socialis</i>		Assemblage 4 R09.01.01.12.04 - Roches et blocs circalittoraux côtiers à faunes et algues encroûtantes avec <i>Spirobranchus triqueter</i> et <i>Alcyonium digitatum</i> épars		Assemblage 5 R09.01.06 - Roches et blocs circalittoraux côtiers à dominance d' <i>Ophiothrix fragilis</i> et/ou <i>Ophiocomina nigra</i> et de Spongiaires	
	Superficie détruite en m ²	P	Superficie détruite en m ²	P	Superficie détruite en m ²	P	Superficie détruite en m ²	P	Superficie détruite en m ²	P
Préparation de sol et mise en place des éoliennes, du poste électrique et du mât de mesure avec utilisation des moyens nautiques	517	0,013%	517	0,005%	17063	0,033%	13961	0,029%	0	0%
Surface affectée par le dépôt des cuttings	677	0,017%	677	0,007%	22355	0,043%	18290	0,038%	0	0%
Câbles protégés par enrochements	16 128	0,41%	17 136	0,18%	375 966	0,73%	277 641	0,58%	2 849	1,96%
Total	17 322	0,44%	18 330	0,19%	415 384	0,80%	309 892	0,65%	2 849	1,96%

Source : Idra, 2016

D'une manière générale, les surfaces d'habitats marins impactées par la mise en place des parcs éoliens restent très faibles proportionnellement à celles impactées par d'autres types d'activités maritimes industrielles. A titre d'illustration, une étude comparative des surfaces impactées par le développement des parcs éoliens en mer au large de la Grande-Bretagne (sur la base de l'hypothèse de la mise en place de l'ensemble des 2414 unités prévues) et de celles associées aux autres activités industrielles existantes (extractions de granulats, immersion de matériaux de dragage et forages pétroliers) montre que la surface des fonds marins impactée par l'éolien représente 14,7 km² contre 144 km² pour l'extraction de granulats, 310 km² pour l'immersion de matériaux de dragage et 1 605 km² pour les déblais de forage de l'industrie des hydrocarbures (OSPAR, 2006 et Foden *et al.*, 2011 in MEDDE, 2012). La surface impactée par le développement éolien représenterait ainsi moins de 1 % de la surface totale impactée par les activités anthropiques sur un plateau continental d'une superficie globale de 870 000 km².

La notion de fréquence des perturbations doit enfin être considérée dans cet exercice de comparaison. Elle est limitée, dans le cadre des EMR, à une intervention en phase de construction et éventuellement une intervention en phase de démantèlement, contrairement à des remaniements fréquents pour des sites de dragage ou de dépôt.

Dans le cas du recouvrement par les matériaux issus des forages, il est toutefois à noter que quelle que soit leur granulométrie, ces matériaux seront amenés à être recolonisés assez rapidement pendant la phase de construction, ou plus tardivement pendant la phase d'exploitation. En effet, selon la nature des matériaux rejetés, la faune colonisatrice pourra varier des cortèges des sables grossiers, aux cailloutis à épibiose sessile, vers des assemblages faunistiques plus typiquement rocheux, comme ceci est le cas sur la majorité de la zone du parc éolien.

Outre la destruction directe d'habitats en phase de construction, des modifications sans destruction des communautés benthiques à proximité des surfaces d'habitats détruites sont attendues.

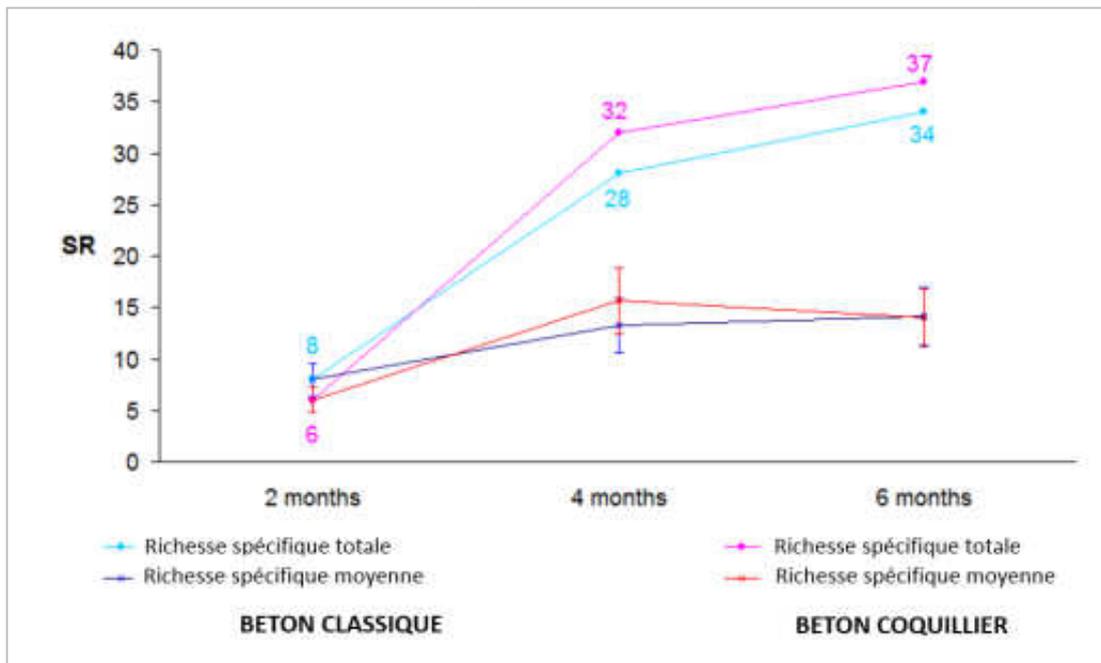
La majorité de la bibliographie disponible sur ce sujet pour les parcs éoliens en mer provient des retours d'expérience sur les parcs en mer du Nord et concerne par conséquent essentiellement les substrats meubles. A titre d'exemple sur les substrats meubles, sur les parcs éoliens en mer de Thornton Bank et Gootebank, les peuplements benthiques étaient similaires sur les sites témoins et au sein de la zone d'implantation du parc avant la construction. Il s'agissait de la communauté dominée par *Nephtys cirrosa*, *Spiophanes bombyx*, et *Urothoe brevicornis*. Des différences significatives ont été décelées en 2008, c'est-à-dire peu de temps après les travaux majeurs de construction. En effet, de fortes densités (dominées par l'annélide *Spiophanes bombyx*) ont été relevées au sein du parc. Cependant, aucun effet à grande échelle n'a été observé : les différences entre les sites témoins et les sites à l'intérieur du parc ont en effet disparu 2 années après. Ceci est confirmé par d'autres sources : pour les substrats meubles, les durées de recolonisation mesurées sont généralement de 2 à 3 ans suivant l'arrêt des opérations de travaux (MEDDE, 2012). Dans l'ensemble, la résilience est donc considérée bonne pour ce type de milieux.

La résilience est plus faible dans le cadre d'habitats rocheux de type récifs (IUCN, 2014). Toutefois, des éléments quant à la cinétique de recolonisation peuvent être apportés, informations valables d'ailleurs pour le paragraphe qui traite de l'effet récif (paragraphe 8.2.2.6). En effet, en France, des études ont été menées par le MNHN de Dinard dans le cadre du projet Interreg RECIF¹⁸ (RECIF, 2015).

¹⁸ Le projet RECIF, sélectionné dans le cadre du Programme européen de coopération transfrontalière INTERREG IV A France (Manche) / Angleterre, a plusieurs objectifs : la valorisation des ressources et coproduits marins (coquilles vides), le développement de matériaux de construction innovants pour récifs artificiels et l'immersion en mer de récifs artificiels pour l'amélioration de la biodiversité et de la production de l'écosystème de la Manche.

Si la problématique se concentre avant tout sur les caractéristiques de colonisation de structures artificielles immergées, elle permet toutefois d'apporter quelques éléments généraux pertinents dans le cadre de cette étude pour apprécier la capacité de recolonisation des fonds remaniés. Des blocs de béton (18 en tout) de deux compositions différentes (béton classique / béton coquillé) ont été immergés dans la baie de Saint-Malo à 5m CM. Bien qu'une telle bathymétrie n'existe pas sur l'aire d'étude immédiate, ce suivi a montré que les blocs ont été rapidement colonisés par la faune et la flore. En un intervalle de 6 mois, ce sont près de 35 espèces au total qui ont colonisé les blocs immergés, les quatre premiers mois étant ceux pour lesquels la cinétique de recolonisation est la plus élevée (Figure 33). Un aperçu de la croissance d'une ascidie est proposé à la Photographies 3, illustrant bien le phénomène.

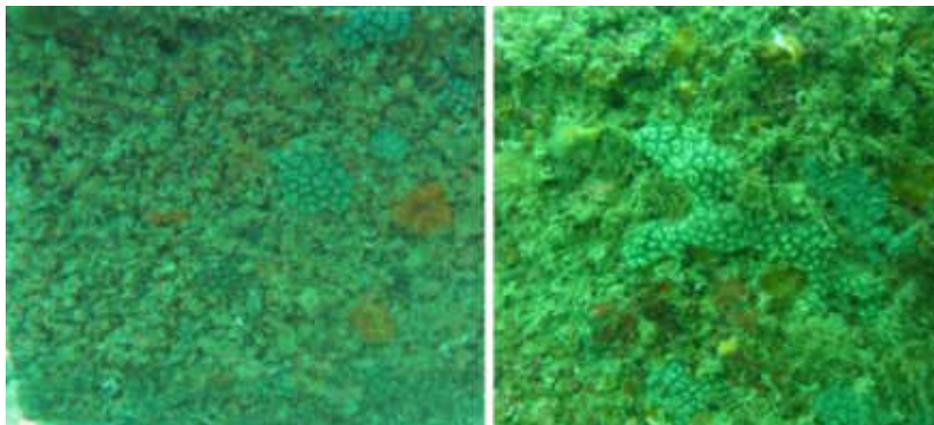
Figure 33 : Evolution temporelle de la richesse spécifique totale et moyenne par bloc de béton des blocs coquillés et classiques



SR = Richesse spécifique – Months = mois

Source : RECIF, 2015

Photographies 3 : Croissance horizontale de l'ascidie *Botryllus schlosserii* sur la même face d'un même bloc après 2 et 4 mois d'immersion



Source : RECIF, 2015

Ainsi, la résilience, certes plus faible que pour les substrats meubles, semble toutefois avérée sur les substrats rocheux au regard des résultats du programme RECIF sans que celui ne précise si les espèces colonisatrices sont fidèles aux peuplements en place sur le site étudié. Ceci s'apprécie en effet par la capacité de colonisation de supports vierges, assimilables à ceux du parc éolien en mer des Iles d'Yeu et de Noirmoutier, à des structures rocheuses de tailles variables (blocs, cailloutis) remaniées voire retournées par les travaux (dépôt des matériaux de forage, etc...).

Malgré cette résilience avérée, il est choisi de conserver un raisonnement conservateur pour l'environnement et de définir une sensibilité forte.

En phase de construction, l'effet est moyen du fait de surfaces impactées raisonnables, direct et permanent, ce qui conduit à un impact moyen.

Habitats et biocénoses benthiques – Phase de construction					
La sensibilité des habitats et des biocénoses de substrat rocheux qui sera détruit est qualifiée de moyenne avec un effet moyen conduisant à un impact de niveau moyen.					
Perte d'habitats et destruction des biocénoses benthiques					
Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact
Habitats et biocénoses benthiques	Moyen	Fort	Moyen		Moyen
			Direct	Permanent	

En phase de démantèlement, la dépose des câbles envisagée consiste à procéder en ordre inverse de la pose avec l'aide d'un navire câblé assisté d'un véhicule sous-marin (ROV) : les effets sont donc similaires. Par ailleurs, le démantèlement des fondations occasionne une superficie de destruction directe d'habitats équivalente à celle de l'emprise des jambes des navires évaluée en phase de construction, soit <math> < 25\,000 \text{ m}^2 </math>, incluant le poste électrique de livraison. Ces superficies seront recolonisées rapidement compte tenu de leur surface unitaire faible (un pied = 25 m²). Néanmoins, elle comprend la destruction des biocénoses installées sur les enrochements des câbles inter-éoliennes. L'effet est donc évalué comme moyen, direct et permanent.

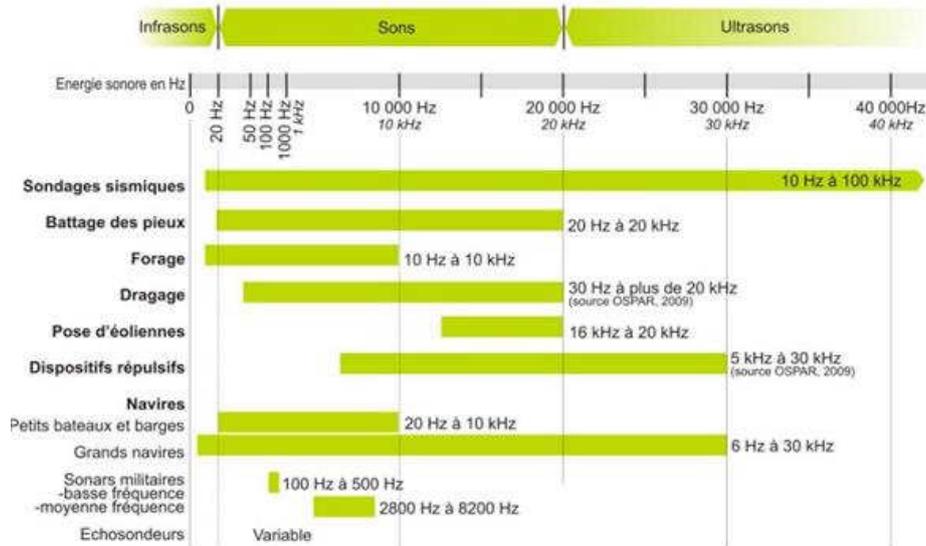
Habitats et biocénoses benthiques – Phase de démantèlement					
La sensibilité des habitats et des biocénoses de substrat rocheux qui seront détruits est qualifiée de moyenne avec un effet moyen conduisant à un impact de niveau moyen.					
Perte d'habitats et destruction des biocénoses benthiques					
Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact
Habitat et biocénoses benthiques	Moyen	Forte	Moyen		Moyen
			Direct	Permanent	

MODIFICATION DE L'AMBIANCE SONORE SOUS-MARINE

L'étude acoustique sous-marine spécifique au contexte du parc éolien en mer des îles d'Yeu et de Noirmoutier, réalisée par Quiet-Oceans en 2015 et 2016, apporte des éléments quant aux niveaux sonores large bande qui seront atteints par la phase de construction.

Les différents types de travaux sont reconnus pour émettre des sons dans des gammes de fréquences spécifiques relativement larges à des basses fréquences.

Figure 34 : Bande de fréquence associée aux différentes sources de bruit



Source : d'après OSPAR, 2009

Durant la construction, différents modes opératoires sont susceptibles d'être mis en œuvre. Aussi, une situation de travaux prend en compte la simultanéité de deux points de forage espacés soit de 1,4 km (situation proche), soit de 7,1 km (situation éloignée).

Les sources de bruits sont classées selon plusieurs catégories de sources de bruits :

- Sources de bruit fixes : bruit quasi continu (forage) avec émission d'énergie principalement venant du fond ;
- Sources de bruit quasi continu mobiles proche de la surface (navire support, trafic induit) ou proche du fond et émise avec une mobilité lente ou quasi mobile (engins et navires lors de la mise en place des enrochements).

De plus en plus, la distance de 750 m sert de référence aux contrôles des niveaux de bruits propagés dans le milieu marin, et trouve son origine dans la réglementation allemande. Aussi, le Tableau 19 compile les estimations des niveaux sonores large bande pour chaque opération considérée. A noter que les travaux d'enrochement des câbles ne présentent pas d'enjeu de bruit car aux profondeurs du site (17-38 m) et aux précisions attendues pour l'enrochement des câbles une opération de dépose des roches au fond sera certainement préférée au clapage de la surface. Les bruits sont donc considérés négligeables.

Les niveaux de bruit des opérations de travaux identifiés intègrent une très large bande de fréquences et ne correspondent pas à un niveau perçu par les espèces marines qui ne sont sensibles qu'à une fraction des fréquences émises. Ils indiquent la quantité totale d'énergie qui se propage dans le milieu marin du point de vue strictement physique.

Par exemple, certains mollusques tels que les ormeaux se montrent très sensibles aux bruits aigus tandis que les huîtres sont plus tolérantes (Moriyasu *et al.*, 2004 in Wilhemson *et al.*, 2010, in MEDDE 2012).

Si l'impact sur les mammifères marins ou les poissons est plutôt bien étudié dans la littérature, il l'est nettement moins sur les autres groupes d'espèces et notamment sur les biocénoses benthiques et les invertébrés marins, notamment par la difficulté liée au nombre d'espèces important à étudier.

Tableau 19 : Niveaux de bruit large bande estimés à leur origine et à la distance de référence de 750 m de leur origine en phase de travaux sur le parc de Yeu-Noirmoutier

Opérations de travaux selon les hypothèses de travaux	Niveaux de bruit large bande introduits dans le milieu à la position de l'opération	Bibliographie ayant servi à l'estimation des niveaux de bruit émis	Niveaux de bruit large bande prédits à 750m des opérations		
			Min	Médiane	Max
			(dB réf. 1µPa ² s)		
Forage de Jacket d'éolienne (2,2 m)	177 dB réf. 1µPa ² s @1m	Beharie & Side, 2011 Nedwell, 2008 Nedwell, 2003	129,8	130,1	130,4
Forage de Jacket du poste électrique (3,0 m)	180 dB réf. 1µPa ² s @1m	Beharie & Side, 2011 Nedwell, 2008 Nedwell, 2003	132,9	133,2	133,4
Forage simultané Jackets d'éoliennes distantes de 1,4 km (2,2 m)	2 sources à 177 dB réf. 1µPa ² s @1m	Beharie & Side, 2011 Nedwell, 2008 Nedwell, 2003	132,4	133,0	134,4
Forage simultané Jackets d'éoliennes distantes de 7,1 km (2,2 m)	2 sources à 177 dB réf. 1µPa ² s @1m	Beharie & Side, 2011 Nedwell, 2008 Nedwell, 2003	130,4	130,6	130,8
Trafic induit par les navires effectuant les travaux et l'assistance constitué d'un navire du type Jackup-rig et d'une barge offshore de travail	3 sources mobiles de 190 dB réf. 1µPa ² s @1m	Wales and Heitmeyer 2002 Hildebrand 2009	Non applicable car sources mobiles sur de grandes distances.		

Source : Quiet -Oceans, 2016

Une étude récente de Solan *et al.* (2016) portée sur la palourde japonaise *Ruditapes philippinarum* et la langoustine *Nephrops norvegicus* met en évidence des résultats plus contrastés. En effet, en conditions de laboratoire expérimentales, ces espèces ont été soumises à différentes sources de bruit. Dans le cas de la langoustine, le bruit entraîne une réduction de sa capacité de locomotion notamment sa capacité d'enfouissement. Pour la palourde, le bruit entraîne une réaction de stress qui consiste à remonter à l'interface eau-sédiment et à fermer leurs valves, empêchant l'activité suspensivore. L'étude ne mentionne pas le comportement des espèces à l'arrêt des expositions au bruit. L'effet est probablement temporaire, mais l'étude ne le précise pas.

En outre, d'autres espèces de bivalves (ex : moules *Mytilus edulis* et bigorneau *Littorina spp*) exposées à un canon à air utilisé dans le cadre d'études sismiques (très fortes émissions sonores, largement supérieures aux forages) à une distance de 0,5 m n'ont montré aucun effet après exposition (Kosheleva, 1992), mais des études complémentaires sont attendues pour confirmer ou infirmer ces résultats. D'autres études plus récentes affichent un effet faible du son sur la moule malgré des expositions sonores supérieures à 170-180 dB ref. µPa² à des distances proches de moins d'un mètre (Spiga *et al.*, 2016).

Habitats et biocénoses benthiques – phases de construction et de démantèlement

Au vu des premières connaissances bibliographiques des impacts acoustiques sur les peuplements benthiques, l'effet est considéré comme faible, direct et temporaire. L'impact associé est qualifié de faible.

Modification de l'ambiance sonore sous-marine

Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact
Habitats et biocénoses benthiques	Moyen	Faible	Faible		Faible
			Direct	Temporaire	

MISE EN SUSPENSION DES SEDIMENTS ET AUGMENTATION DE LA TURBIDITE

Les mécanismes engendrés par la mise en suspension des sédiments et l'augmentation de la turbidité sont étudiés en partie 3.2.1.4. Ils ne concernent que la phase de construction.

Bien que les dernières techniques d'installation et les équipements d'ensouillage ou enrochement modernes réduisent la remise en suspension, l'augmentation de la turbidité peut avoir un impact significatif sur les organismes benthiques et pélagiques (Köeller *et al.*, 2006; Merck et Wasserthal, 2009, in Ifremer 2011).

Les particules remises en suspension peuvent en effet (Ohman *et al.*, 2007, in Ifremer 2011) :

- ▶ Réduire l'énergie lumineuse disponible pour les producteurs primaires (phytoplancton, macroalgues, herbiers de phanérogames) ;
- ▶ Colmater l'appareil respiratoire (les branchies en particulier) des organismes qui ne peuvent échapper au panache turbide, du moins temporairement ;
- ▶ Diminuer la qualité de la nourriture des organismes suspensivores.

Par conséquent, une augmentation de la turbidité peut aussi affecter la croissance de certains organismes, voire leur survie pour les espèces les plus sensibles (Merck et Wasserthal, 2009 ; Jørgensen *et al.*, 2011, in Ifremer 2011).

D'un point de vue global, l'impact sur les biocénoses est souvent considéré comme mineur durant la période d'installation des câbles.

Pour ce qui concerne les fondations, comme cela a été évoqué plus haut pour le milieu physique, les investigations menées sur les parcs éoliens de Belgique mettent en évidence que les augmentations de turbidité sont principalement dues à des événements météorologiques plutôt qu'à la construction des parcs éoliens en mer.

Pour rappel, les modélisations réalisées par l'étude de BRLi (2016) sur la zone du parc mentionnent que l'impact sur la turbidité du milieu lors des opérations de forage et de dépôt des matériaux forés est temporaire. Pour rappel, aucune espèce de macroalgues sensibles à la turbidité (de type laminaire) n'a de plus été recensée sur la zone.

Quant à la remise en suspension de sédiments, elle peut s'accompagner d'un dépôt sur des sites proches des fondations. L'impact serait temporaire sur les communautés faunistiques rocheuses. En effet, bien qu'il soit complexe de trouver des sources bibliographiques adéquates sur l'éventuel effet du dépôt de sédiments sur la roche mère dans ce type de travaux, il est raisonnable de considérer que les particules déposées (sur une épaisseur de quelques millimètres a priori) auront certes pour effet une possible mortalité directe à proximité des fondations par asphyxie, mais peu étendue dans l'espace et dans le temps, les facteurs hydrodynamiques de fond (houle et courants) conduisant à terme à un retour aux conditions d'équilibre initiales, et donc une recolonisation des substrats alors dégagés de cette couche superficielle.

Habitats et biocénoses benthiques – Phases de construction et de démantèlement					
Globalement, la sensibilité du benthos à l'augmentation de turbidité d'une part, et à un éventuel dépôt de sédiments d'autre part, est considérée faible, les macroalgues (ou autres habitats sensibles tels que maërl, herbiers, etc...) étant absentes dans le premier cas, le recouvrement étant temporaire dans le second.					
Mise en suspension de sédiments et augmentation de la turbidité					
Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact
Habitats et biocénoses benthiques	Moyen	Faible	Faible		Faible
			Direct	Temporaire	

CONTAMINATION PAR DES SUBSTANCES POLLUANTES (POLLUTION ACCIDENTELLE)

Les mécanismes d'une contamination du milieu par des substances polluantes sont indiqués en partie 3.2.1.5. Cet effet est induit par une pollution par collision et par perte de fluide de travail ainsi que par l'utilisation de mortier.

Lors d'un déversement d'hydrocarbures dans le milieu, plusieurs types de contaminants sont émis HAP¹⁹, solvants...et sont susceptibles d'être bio-accumulés (accumulation au sein des espèces vivantes via la chaîne trophique). Comme indiqué précédemment, les hydrocarbures attendus en cas de pollution sont légers et très volatiles. Ils se concentrent à la surface et s'évaporent très rapidement sous l'effet de la houle et du vent. Ainsi, l'impact du produit « sur les espèces qui se trouvent plus profondément dans la colonne d'eau ou sur le fond marin reste néanmoins faible » (ITOPF, 2013).

Concernant le mortier/béton, il est raisonnable d'affirmer que le risque de contamination par les substances polluantes est faible compte tenu des retours d'expérience ne relatant pas d'effets similaires à notre connaissance.

Habitats et biocénoses benthiques – Phases de construction et de démantèlement					
En cas de pollution accidentelle, la sensibilité des biocénoses benthiques à un tel évènement est considérée comme moyenne. Néanmoins, les caractéristiques des polluants attendus induisent un effet faible (léger, volatile).					
Contamination par des substances polluantes (pollution accidentelle)					
Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact
Habitats et biocénoses benthiques	Moyen	Moyenne	Faible		Faible
			Direct	Temporaire	

¹⁹ Hydrocarbure Aromatique Polycyclique

3.3.1.2 Ressources halieutiques et autres peuplements marins

L'aire d'étude immédiate du parc se situe sur le plateau des Bœufs, zone propice aux pélagiques, mais aussi aux crustacés, tacauds, vieilles, bars, roussettes, qui sont les espèces les plus capturées lors des campagnes scientifiques. La zone, comme d'autres zones rocheuses du golfe de Gascogne, est une aire de frayère pour les crustacés benthiques résidents (tourteau, homard, araignée de mer) ; les céphalopodes (seiche) ; certains poissons benthodémersaux et certains poissons pélagiques (sprat, sardine, bar). L'enjeu pour les nourriceries est nettement plus à la côte et seuls les crustacés et quelques petits pélagiques (anchois, sardines, sprats) sont concernés. Aucune espèce de poissons amphihalins n'y a été capturée, mais la zone se situe sur le passage de ces espèces lors de leurs migrations fonctionnelles vers le large ou la côte. Ne présentant qu'une infime zone sableuse, la zone du parc n'est pas une zone sensible pour les poissons plats et notamment les soles qui se reproduisent principalement au large en dehors du périmètre. L'enjeu pour la ressource halieutique est donc faible à moyen en fonction des espèces.

3.3.1.2.1 Présentation des effets

La mise en place des fondations (éoliennes, poste électrique, mât de mesure) et des câbles, définis précédemment, induiront pour les ressources halieutiques et peuplements marins associés les effets directs ou indirects suivants :

- ▶ Une perte d'habitats et destruction des biocénoses benthiques par écrasement ou étouffement principalement du dépôt des cuttings, ou de la pose et protection des câbles. Ces pertes, en fonction de leur ampleur, pourraient toucher directement les espèces peu mobiles ou s'alimentant sur la flore et la faune benthique et créer un effet de perte ou altération d'habitat pour les espèces benthodémersales, crustacés, mollusques. Par contre, ces modifications n'affecteront pas les espèces mobiles (poissons, céphalopodes, gros crustacés,...) ;
- ▶ Une mise en suspension des sédiments et une augmentation de la turbidité qui peut, en fonction de la chronicité de la turbidité, affecter les espèces halieutiques présentes ;
- ▶ Une modification de l'ambiance sonore sous-marine notamment pendant les opérations de forage. Cela peut conduire de manière temporaire, en cas de fréquence rapprochée des opérations, à la création d'un effet barrière ou de modification de trajectoire des poissons ;
- ▶ Une contamination par des substances polluantes, inhérentes à tous travaux et fréquentation de navires (pollution accidentelle) ;
- ▶ Une modification des activités de pêche et notamment modification des zones de pêches. Bien que les travaux puissent faire fuir temporairement certaines espèces mobiles, la fermeture totale de l'aire d'étude immédiate à tout prélèvement halieutique durant la phase de construction peut conduire à une modification pour certaines populations halieutiques.

En phase démantèlement, les effets sonores attendus seront moindres, car les pieux creux seront sectionnés au niveau du sol et aucun forage ou battage n'est donc réalisé. Les autres effets seront proches de la phase travaux. La perte et modification d'habitat sera due au retrait des fondations et des câbles inter-éoliennes, colonisés entre temps par une épifaune benthique et qui pouvaient aussi avoir un effet récif pour les ressources halieutiques.

3.3.1.2.2 Évaluation des impacts

Les impacts varient en fonction de la sensibilité et des espèces concernées ou familles d'espèces (poissons, mollusques, crustacés).

PERTE D'HABITATS ET DESTRUCTION DES BIOCENOSSES BENTHIQUES ET MODIFICATION D'HABITATS D'ESPÈCES

Les pertes ou modifications de surfaces occasionnées en matière d'habitats pour la faune benthique sont mentionnées dans le chapitre 3.3.1.1. Sur les 0,69% de la surface de la zone du parc concernée, la plus grande surface modifiée est celle de la protection des câbles par enrochement (rock dumping) mais qui correspond également à une augmentation de substrat rocheux. Cette opération s'effectue en effet sur un milieu à 88% rocheux. La modification des habitats reste donc minime, ce qui est cohérent avec les différents rapports et observations sur d'autres parcs éoliens, dont celui d'East Anglia ONE au Royaume-Uni qui confirme que cet impact est non significatif (Scottish Power et Vattenfall, 2012). La surface affectée par des rejets de forage (cuttings) ne constitue que 0,04% de la surface du parc mais impactera en raison de la hauteur de matériaux (50 cm prévus). Dans le cas du recouvrement par les matériaux issus des forages, il est toutefois à noter que quelle que soit leur granulométrie, ces matériaux seront amenés à être recolonisés assez rapidement pendant la phase de construction, et/ou plus tardivement pendant la phase d'exploitation. La littérature signale, pour les substrats durs, des recolonisations situées entre 1 et 3 ans en fonction des sources (MEDDE, 2012 et Degreax, 2013) ce qui est légèrement moins rapide que pour les substrats meubles (quelques mois à 1 an) (chapitre 3.3.1.1).

L'effet est considéré fort pour les mollusques fixés qui seraient éventuellement présents sur ces zones au moment du forage ou de l'écrasement par enrochement des câbles. L'effet reste faible pour les crustacés qui sont mobiles, compte tenu de la surface impactée au regard de la zone du parc et de l'ensemble du plateau des bœufs en termes de populations de crustacés.

La mobilisation des surfaces rocheuses pour la protection des câbles participe à la création nette de surface rocheuse colonisable estimée à 204 km² (surface des blocs rocheux moins l'écrasement) sur le linéaire des câbles. Dans un milieu rocheux, les travaux vont donc conduire à perturber temporairement le milieu par l'écrasement, mais également à créer de nouvelles surfaces de colonisation (chapitre impact en phase d'exploitation).

La résilience des stocks est donc forte, car l'effet à leur niveau est considéré comme temporaire. La recolonisation des substrats nouveaux ou remobilisés (terrassément, cuttings, jackets enrochement de câble) contribuera au retour des espèces benthiques d'intérêt halieutique fixées (mollusques, crustacés notamment) ou mobiles (raies, espèces démersales). Les poissons et les céphalopodes sont en capacité de s'alimenter durant les travaux sur les espaces adjacents non concernés par l'emprise des travaux (mobilité) et retrouveront une nourriture adaptée sur les substrats recolonisés.

Ressources halieutiques et autres peuplements marins – Phase de construction

Les impacts peuvent donc être considérés comme faibles à l'échelle du parc et du plateau des Boeufs.

En phase de démantèlement, l'impact sur les biocénoses benthiques est faible et le retrait des jackets de l'eau en tant qu'effet récif conduira également à une modification des habitats et à une adaptation rapide des espèces. Aucun impact significatif ne semble pouvoir être mesuré à l'échelle des stocks.

L'effet est considéré temporaire, car la destruction en phase travaux de substrats sera suivie par une recolonisation de substrats identiques (substrats rocheux) même si les surfaces nouvelles créées seront permanentes pour les protections de câbles et considérées comme permanentes pour les jackets jusqu'au démantèlement.

Perte d'habitats et destruction des biocénoses benthiques et Modification d'habitats d'espèces

Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact
Ressources halieutiques et autres peuplements marins	Faible à moyen	Faible	Négligeable (poissons) à Faible (mollusques et crustacés)		Faible
			Direct (mollusques/crustacés)/ Indirect (poissons)	Permanent	

MISE EN SUSPENSION DES SEDIMENTS ET AUGMENTATION DE LA TURBIDITE

Les effets ont été développés dans les parties 3.3.1.1 et 3.2.1.5. Ils sont d'autant plus limités pour la ressource halieutique que les individus mobiles pourront fuir temporairement et facilement les périmètres de travaux concernés.

Le dépôt des cuttings produit des niveaux de concentration de 75-100 mg/l lors du dépôt puis un retour rapide en 2 h à 10 mg/l et au bruit de fond en 6 heures en moyenne. Les dispersions dues aux courants marins expliquent ces retours rapides à la normale. Le panache turbide se déplace dans le sens des courants à savoir est-ouest, mais reste toujours très éloigné de la côte. Les espèces ou stades de vie non mobiles (mollusques fixés, œufs, larves), seront celles qui seront impactées si elles ne supportent pas de hautes teneurs en MES. Lors des opérations de forage et de dépôt, le panache turbide pourra impacter la photosynthèse et donc le plancton présent sur cette zone le temps de la dilution.

Les niveaux de turbidité mentionnés n'impacteront pas les espèces benthiques tels que les crustacés, car ils sont habitués à des niveaux élevés de turbidité. Des études en milieu confiné montrent que 75 % des crustacés survivent 15 jours sous un régime de concentration supérieure à 10 000 mg/l (Wilber et Clark (2001)). Une autre étude de Vavrinec *et al.* (2007) a montré que la survie du crabe n'était pas dépendante de son état d'enfouissement sous des boues de dragage (c'est-à-dire sa position à la surface ou enfouie dans les sédiments).

Des études comparatives en 2008 entre plusieurs parcs éoliens anglais (North Hoyle, Scroby Sands, Barrow et Horns Rev (DECC, 2008) et des études sur Kenttish Flash (Dong, 2011), indiquent que les niveaux sont similaires aux conditions initiales et ne dépassent pas 15 mg/l. Concernant les larves de poissons en général, la littérature présente des références anciennes illustrant une éventuelle capacité de l'augmentation des matières en suspension à colmater les branchies des larves de poisson ce qui aboutirait à la suffocation (De Groot, 1980) alors que d'autres illustrent la capacité des larves à être protégées de la prédation par une eau plus turbide. La présence de larves de lançons, par exemple, est corrélée à des hauts niveaux de particules suspendues (Perez Domingues et Vogel, 2010).

Des études en laboratoire confirment que les œufs de hareng tolèrent des augmentations de matière en suspension jusqu'à 300 mg/l et jusqu'à 500 mg/l durant des expositions de courte durée (Kjørboe *et al.*, 1986). Ils ne subissent pas d'effets négatifs dus à une turbidité supérieure aux niveaux maximums attendus d'activités marines telles que le dragage ou l'extraction de granulats. En effet, les œufs de hareng peuvent éclore à des concentrations de matières en suspension de 7000 mg/l (Messieh *et al.*, 1981). Toutefois la destruction d'habitats de ponte (frayères) peut impacter cette espèce dans le cas de surfaces détruites importantes (zones d'exploitation de granulats). La résistance des œufs pour des espèces de milieux sableux comme les lançons est notable. Leurs œufs peuvent être recouverts par des couches de sables et de vase de quelques centimètres (phénomène de marées) sans que cela affecte le développement normal des œufs. Cela retarde simplement leur éclosion (Winslade, 1971, Hassel *et al.*, 2004). Par contre de très faibles turbidités peuvent provoquer des mortalités importantes chez les larves et surtout les œufs de certaines espèces comme la morue ou les poissons plats (sieigma, 2016).

Les poissons adultes ou juvéniles ont néanmoins la capacité d'éviter ces expositions en maintenant une certaine distance par rapport à des eaux trop turbides (Westerberg *et al.* 1996 ; Knudsen *et al.*, 2006, in Wilhelmsson *et al.* 2010). De récentes études de suivi relatives aux effets d'opérations de dragage nécessaires à la pose de fondations d'éoliennes en mer n'ont ainsi pas révélé d'effet négatif que ce soit sur des juvéniles ou des adultes, dans un rayon de 150 m autour des opérations (Hammar *et al.* 2008, in Wilhelmsson *et al.*, 2010).

Compte tenu de la qualité des sédiments et de l'éloignement des côtes, les remises en suspension ne contribueront pas aux relargages de polluants susceptibles d'affecter les ressources halieutiques.

Ressources halieutiques et autres peuplements marins – Phase de construction

La sensibilité de la ressource halieutique sur la zone à la turbidité se manifestera en période de /dépôt, mais sur des périmètres limités et avec une résilience des espèces liées aux faibles temps d'exposition (forte dispersion due à la courantologie, espacement entre périodes de travaux sur chaque forage) et à la mobilité des espèces concernées. La sensibilité est donc considérée comme faible.

Un impact faible est donc attendu en lien avec la mise en suspension des sédiments en phase de construction et de démantèlement.

Mise en suspension des sédiments et augmentation de la turbidité

Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact
Ressources halieutiques et autres peuplements marins	Faible à moyen	Faible	Faible		Faible
			Direct	Temporaire	

CONTAMINATION PAR LES SUBSTANCES POLLUANTES (POLLUTIONS ACCIDENTELLES)

Cet effet potentiel est développé dans le chapitre 3.2.1.5 « impact sur la qualité des sédiments et des eaux » et 3.3.1 « impacts sur les biocénoses benthiques ». Il concerne les effets induits par une pollution accidentelle par collision voire lors d'utilisation de mortiers.

Les effets des hydrocarbures déversés accidentellement dépendent de leur viscosité, densité, leur composition chimique et l'évolution de ces caractéristiques dans le temps (ITOPF, 2013). Ils dépendent également de la rapidité d'intervention associée aux mesures du plan de gestion des risques mis en place sur les navires et par le projet qui permettent en général de contenir les flux de polluant ou les disperser avant contamination.

Lors d'un déversement d'hydrocarbures dans le milieu, plusieurs types de contaminants sont émis (HAP, solvants) et sont susceptibles d'être bio-accumulés (accumulation au sein des espèces vivantes via la chaîne trophique).

En cas de contact avec des hydrocarbures (pollution accidentelle), les études en laboratoire ont démontré que l'exposition des espèces à la toxicité des composants pouvait entraîner des troubles des fonctions physiologiques : respiration, mouvement ou reproduction. Les œufs, les larves et le plancton sont impactés (mortalité directe ou altération du développement). Les poissons aux stades juvéniles sont sensibles à des concentrations faibles d'hydrocarbures dans la colonne d'eau alors que les adultes sont plus résistants. En revanche, il est difficile de détecter de tels effets sub-létaux sur le terrain et aucun impact massif sur les stocks halieutiques n'a été observé en dehors d'évènement extrême d'explosion de puits pétrolières sous-marin. Les poissons pélagiques évitent activement les hydrocarbures.

Comme indiqué précédemment, les hydrocarbures attendus en cas de pollution sont légers et très volatils. Ils se concentrent à la surface et s'évaporent très rapidement sous l'effet de la houle et du vent. Ainsi, l'impact du produit « sur les espèces qui se trouvent plus profondément dans la colonne d'eau ou sur le fond marin reste néanmoins faible » (ITOPF, 2013).

Les poissons adultes en haute mer sont rarement affectés à long terme par les déversements d'hydrocarbures, car les concentrations déversées atteignent rarement des niveaux suffisants pour être cause de mortalités ou de dommages graves (ITOPF, 2013).

Les mortalités constatées ont été associées à de très fortes concentrations localisées d'hydrocarbure dispersés ou concentrés par les tempêtes à de faibles profondeurs à proximité d'un littoral ou d'un déversement dans les fleuves (ITOPF, 2013). Le projet étant situé au large des côtes, les risques d'accumulation sur les fonds sont faibles.

Le Plan d'Action pour le Milieu Marin (PAMM) indique que les travaux maritimes ont une contribution mineure à la contamination par des substances dangereuses, car les travaux de construction du parc éolien ne mobilisent pas de navires transportant des substances polluantes en grande quantité (ex : navires pétroliers, gaz).

Ressources halieutiques et autres peuplements marins – Phases de construction et de démantèlement

En cas d'éventuelle pollution, les hydrocarbures attendus seront légers et très volatils. Ils se concentreront à la surface et s'évaporeront très rapidement sous l'effet de la houle et du vent. Dans ces conditions, la sensibilité de la ressource halieutique aux pollutions accidentelles et l'effet sur la composante ressource halieutique en phase de construction et démantèlement sur le parc restent faibles.

Contamination par les substances polluantes (pollutions accidentelles)

Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact
Ressources halieutiques et autres peuplements marins	Faible à moyen	Faible à moyenne	Faible		Faible
			Direct et indirect	Temporaire	

MODIFICATION DE L'AMBIANCE SONORE SOUS-MARINE ET EFFET BARRIERE OU MODIFICATION DES TRAJECTOIRES

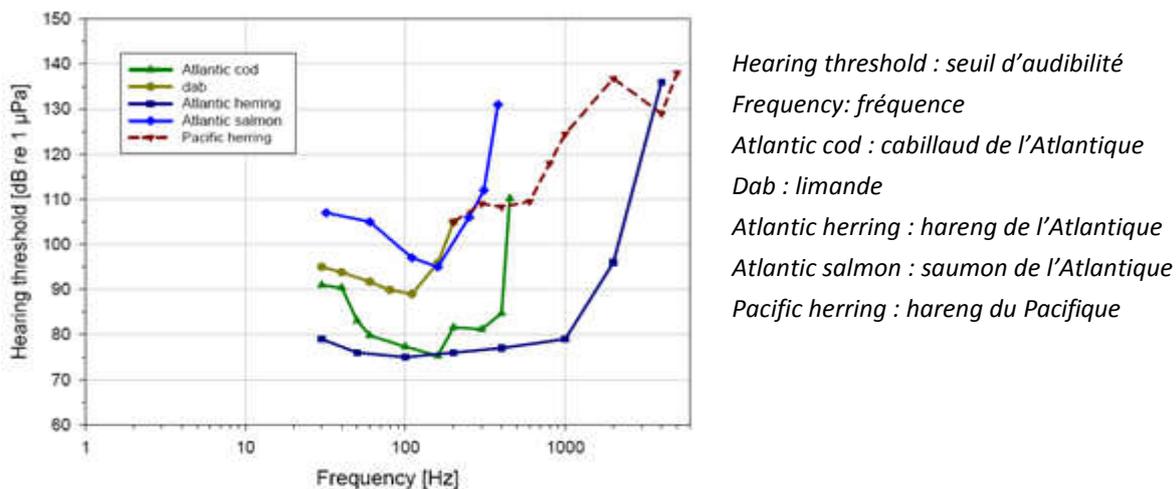
Les analyses des impacts sur les mollusques sont décrites dans le chapitre 3.3.1.1 sur les biocénoses benthiques. Elles soulignent que peu de données existent et qu'à ce jour les études ne témoignent pas de mortalité chez les mollusques fixés. En conséquence, ce chapitre ne traitera que des impacts sur les poissons et le recrutement (œufs et larves) ainsi que sur les crustacés et les céphalopodes.

Les impacts sonores sur les poissons

► Généralités sur les impacts

La connaissance sur les effets du bruit sur les poissons est à un stage d'émergence (Popper & Hastings, 2009) et peu de données existent sur les effets du bruit ambiant sur les poissons. Toutefois plusieurs rapports précisent que la capacité auditive des poissons est généralement comprise entre 30 Hz et 1 000 Hz et jusqu'à 4 000 Hz pour les poissons sans cils sensitifs (MEDDE, 2012). Les capacités auditives sont relativement bien connues pour seulement quelques espèces, dont celles mentionnées dans la Figure 35.

Figure 35 : Caractéristiques de la capacité auditive de certaines espèces de poissons



Source : *Effects of offshore wind farm noise on marine mammals and fish*. COWRIE, juillet 2006

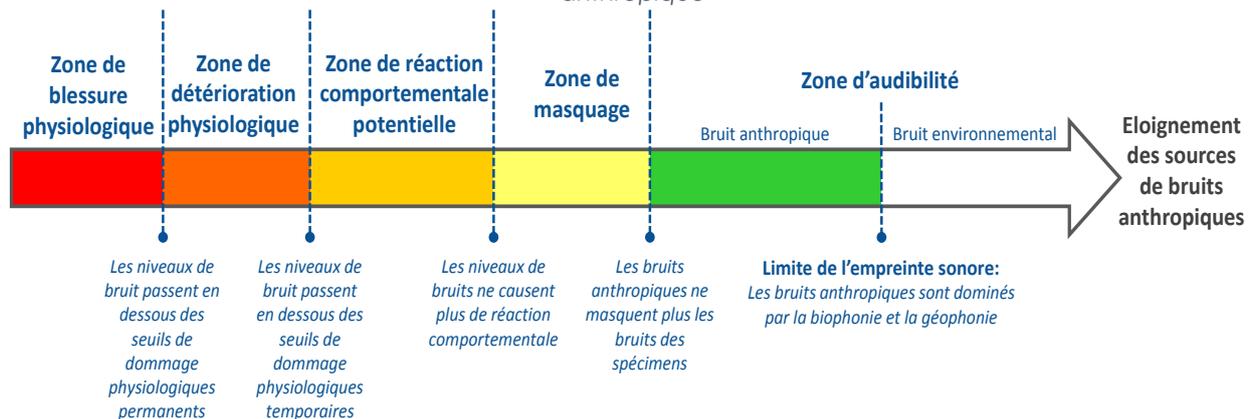
La bibliographie sur les émissions sonores des travaux pour les constructions d'éoliennes indique des valeurs entre 145 et 262 dB réf. 1 µPa à 1 m selon le type d'opération (Ifremer, 2011) et des fréquences entre 15 et 20 000 Hz en majorité. Les niveaux de bruit introduits dans le milieu marin estimés pour le présent projet sont pour leur part situés entre 177 et 180 dB réf. 1 µPa à 1 m pour les opérations de forage.

Les activités anthropiques émettant des sons de basses fréquences (10 à 500 Hz- chapitre 3.3.1.1), les poissons sont donc sensibles à une majorité de bruits d'origine humaine. Les poissons possédant une vessie natatoire sont plus sensibles aux ondes de pression, car celle-ci risque d'être endommagée par une exposition sonore. Les poissons possédant des cils sensitifs sont sensibles aux mouvements de l'eau (ou vitesses des particules).

Les effets potentiels et l'intensité de l'impact varient en fonction du niveau de bruit perçu, de la durée d'exposition au bruit, de la perception et de la sensibilité de chaque espèce au bruit. Les principaux effets sont :

- ▶ une **zone de blessure physiologique** qui correspond à une zone dans laquelle les niveaux de bruit dépassent les seuils de dommages physiologiques permanents, provoquant des lésions irréversibles (PTS : Permanent Treshold Shift); ces lésions peuvent, dans les cas extrêmes, être létales ;
- ▶ une **zone de détérioration physiologique** qui correspond à une zone dans laquelle les niveaux de bruit sont susceptibles de provoquer des dommages physiologiques temporaires provoquant des lésions réversibles (TTS : *Temporary Treshold Shift*). Les cellules retrouvent leur état initial après un certain temps hors d'une exposition importante au bruit ;
- ▶ une **zone de réaction comportementale** qui correspond à une zone dans laquelle les niveaux de bruit sont susceptibles de provoquer une gêne suffisante pour que les individus interrompent leur activité normale pour fuir la zone. Les conséquences ne sont pas directes, mais peuvent provoquer une augmentation de la consommation d'énergie individuelle, d'autant plus critique que l'individu est jeune, une interruption dans leurs activités de chasse ou de socialisation ou bien encore un changement forcé d'habitat. In fine, les impacts peuvent être ressentis à l'échelle des individus et de la population ;
- ▶ une **zone de masquage**, qui intervient lorsque les sons émis et reçus par les spécimens (utiles dans leurs activités de chasse, de communication, de socialisation ou d'évitement des prédateurs) sont couverts par les bruits anthropiques. Ce type d'effet est pertinent pour les bruits continus. Dans cette zone, le rayon d'interaction des spécimens est réduit, ce qui engendre des impacts potentiels à l'échelle des individus et de la population ;
- ▶ une **zone d'audibilité**, qui correspond à une zone dans laquelle les bruits anthropiques, biologiques et naturels sont perçus par les individus, sans pour autant causer d'effet particulier connu.

Figure 36 : Graduation des risques biologiques en fonction de l'éloignement à la ou les sources de bruit anthropique



Source : Quiet-Oceans, 2016

La quantification des risques de dommage physiologique directs temporaires (réversibles) ou permanents (irréversibles) et des risques de modification du comportement est réalisée à partir du guide méthodologique sur l'exposition sonore des poissons publié par la Société Américaine d'Acoustique (Popper *et al.* 2015) issu d'un consensus international. Ils sont valables sur les poissons pour une exposition prolongée aux bruits²⁰. Les seuils sont relativement proches, quelle que soit la physiologie de l'espèce. Le seuil de dommage physiologique temporaire est de 186 dB réf. 1µPa².s lors d'une exposition à un bruit impulsif (comme le battage de pieu par exemple) ou de 158 dB réf. 1µPa pour une exposition à un bruit continu (comme le forage par exemple).

Tableau 20 : Niveaux de référence internationaux pour les seuils de perturbation sonore des poissons

Types d'espèces	Gamme de fréquences de perception	Bruits impulsifs Exprimés en Niveau d'Exposition Sonore Unité dB réf. 1µPa ² s			Bruits continus Exprimés en Niveau de Pression Sonore Unité dB réf. 1µPa s		
		Seuil de réaction	Seuil de dommage temporaire	Seuil de dommage permanent	Seuil de réaction	Seuil de dommage temporaire	Seuil de dommage permanent
Poissons sans vessie natatoire (tous les poissons plats et raies ainsi que les seiches)	< 1kHz	NC	186	219	NC	NC	NC
Poissons ayant une vessie natatoire (tous les pélagiques et démersaux sauf le maquereau)	< 4kHz pour ceux sans cils sensitifs < 1kHz pour ceux avec cils sensitifs	140 pour ceux sans cils sensitifs	186	207 à 210 pour ceux avec ou sans cils	NC	158 pour ceux sans cils sensitifs	NC
œufs et larves de poissons	< 1kHz	NC	NC	210	NC	NC	NC
Invertébrés	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC

NC : non connu à ce jour

Source : BRLi- Quiet-Oceans 2016 d'après Popper, *et al.*, 2015

Le risque de dommage temporaire peut se traduire de multiples façons (Popper *et al.*, 2016), notamment une baisse temporaire de la sensibilité auditive ou cognitive ou des dommages aux nerfs auditifs. Ces troubles sont de durée et de magnitude variables en fonction du temps d'exposition subit : 24h à plusieurs jours (Popper *et al.* 2007) (Smith, 2011). Toutefois, les cellules ciliées sensorielles sont constamment en croissance chez les poissons et sont renouvelées lorsqu'elles sont endommagées (Lombarte *et al.*, 1993 ; Smith, 2012 ; Smith, 2015). Lorsque les poissons subissent ces dommages, ils peuvent avoir une baisse de leur capacité en termes de communication pour se reproduire, pour détecter les prédateurs et les proies et pour évaluer leur environnement à des fins d'orientation notamment. La littérature confirme une baisse d'intensité rapide (logarithmique) avec la distance à la source d'émission. Toutefois, des effets de masquage peuvent se produire sur une portion de l'empreinte sonore et influencer la capacité des poissons à communiquer entre eux, et provoquer une réduction du préavis dans la détection des prédateurs ou des difficultés accrues pour détecter les proies (Fay, 2010).

D'après les connaissances actuelles, les espèces présentent des différences de perception de fréquence (hautes fréquences) en fonction de leur physiologie (espèce avec ou sans vessie natatoire, espèce avec ou sans cellules ciliées). Cependant dans le cas des travaux éoliens, cela les différencie peu, car l'essentiel de l'énergie propagée est contenu dans les basses fréquences (émissions des travaux éoliens). Pour les espèces possédant une vessie natatoire, les oscillations du gaz induites par les ondes acoustiques de forte amplitude et de basse fréquence peuvent causer, à l'extrême, la déchirure de la vessie natatoire (Popper & Hastings, 2009). Tous les bruits sous-marins des opérations de construction introduisent du bruit dans cette bande de

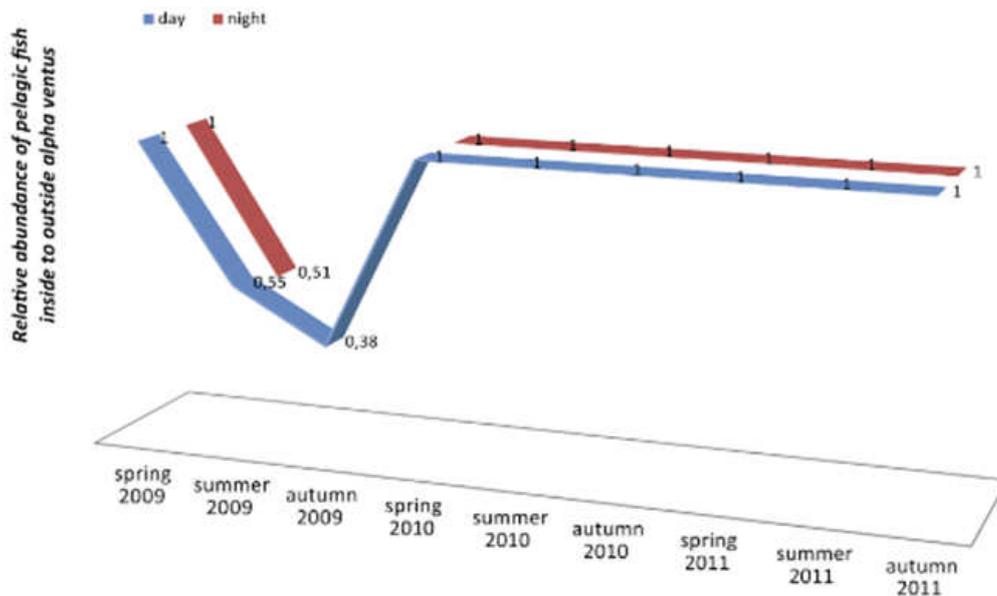
²⁰ Aucun seuil n'est défini pour les invertébrés à ce jour

fréquences de résonance de la plupart des poissons entre 100 et 500 Hz (OSPAR Commission, 2009). Ces impacts doivent également être nuancés par la capacité à fuir des poissons face à une gêne ou une perturbation. Les individus à grande mobilité (pélagiques ou démersaux) et de plus grande taille pourront fuir plus aisément que les autres.

En matière de comportement vis-à-vis du bruit, le comportement d'évitement à grande échelle est démontré dans la littérature sur des études de levés sismiques, sur les taux de capture dans les pêcheries à la palangre et au chalut avec des retours à la normale cinq jours après la fin des émissions sismiques (Engås, Løkkeborg, Ona, & Soldal, 1996 ; Engås & Løkkeborg, 2002). À l'inverse, une étude par observation vidéo directe a montré que des poissons de récif tempéré, non seulement sont restés proches de leur territoire même sous l'effet d'une exposition sonore à des canons à air, mais n'ont pas présenté de réaction comportementale significative (Wardle *et al.*, 2001).

Des campagnes en mer avant, pendant et après la construction sur des opérations de battage confirment ce phénomène d'évitement de la zone de travaux par les poissons pélagiques. Ils reviennent ensuite sur le périmètre du parc, en phase d'exploitation, confirmant l'absence de gêne en phase d'exploitation (Kragefsky S., 2014).

Figure 37 : Abondance relative des poissons pélagiques sur le site d'Alpha Ventus comparé à l'extérieur avant la construction (avril 2009), pendant (été 2009-printemps 2010) et durant l'exploitation (printemps 2010-automne 2011).



Résultats et analyse des simulations d'impacts sonores sur les poissons

Les modélisations²¹ menées sur les opérations envisagées en phase de construction sur la zone du parc confirment une faible différence d'effet entre ces catégories d'espèces. Elles montrent aussi que les empreintes sonores relatives à la perception des bruits du projet pour toutes les catégories de poissons, présentent peu de variabilité entre les saisons.

Tableau 21 : Niveaux d'impact du bruit perçu estimés en phase de construction sur la zone de projet pour les poissons

Scénario de travaux	Références bibliographiques	Bruit large bande introduit dans le milieu marin	Bande de sensibilité (poissons à vessies natatoires sans vils sensitifs)	Estimation des distances de perception ou d'impact entre la source et la limite des seuils définis internationalement (Popper et al. 2015)		
				Damage corporel temporaire (en mètres)	Risque comportemental (changement de trajectoire)	Audibilité des bruits du projet par les poissons
Forage de Jacket d'éolienne (2,2 m)	Beharie & Side, 2011 Nedwell, 2008 Nedwell, 2003	177 dB réf. 1µPa²s @1m	< 4kHz	Jusqu'à 19 m	Jusqu'à 0,1 milles nautiques	Jusqu'à entre 10 et 21 milles nautiques
Forage de Jacket du poste électrique en mer (3,0 m)	Beharie & Side, 2011 Nedwell, 2008 Nedwell, 2003	180 dB réf. 1µPa²s @1m	< 4kHz	Jusqu'à 30 m	Jusqu'à 0,15 milles nautiques	Jusqu'à entre 10 et 40 milles nautiques
Forage simultané Jackets d'éoliennes distantes de 1,4 km (2,2 m)	Beharie & Side, 2011 Nedwell, 2008 Nedwell, 2003	2 sources à 177 dB réf. 1µPa²s @1m	< 4kHz	Jusqu'à 19 m	Jusqu'à 0,14 milles nautiques	Jusqu'à entre 9,8 et 25 milles nautiques
Forage simultané Jackets d'éoliennes distantes de 7,1 km (2,2 m)	Beharie & Side, 2011 Nedwell, 2008 Nedwell, 2003	2 sources à 177 dB réf. 1µPa²s @1m	< 4kHz	Jusqu'à 19 m	Jusqu'à 0,20 milles nautiques (370 m)	Jusqu'à entre 9,8 et 24 milles nautiques
Trafic induit par les navires effectuant les travaux et l'assistance	Wales and Heitmeyer 2002 Hildebrand 2009	3 sources mobiles de 190 dB réf. 1µPa²s @1m	< 4kHz	N/A ; non applicable, car les sources sonores sont mobiles		

Source : BRLi, Quiet-Oceans, 2016

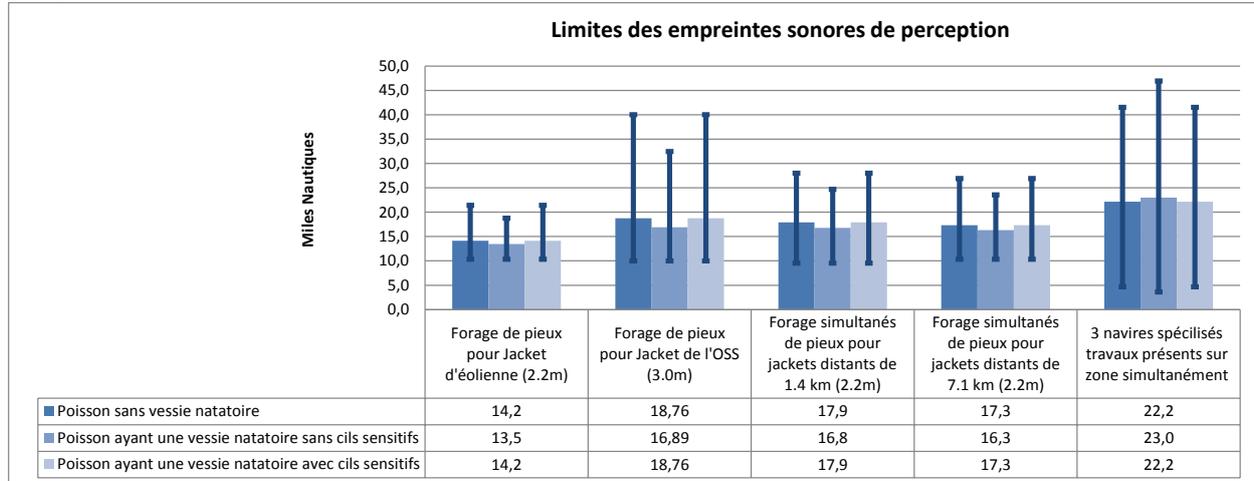
Les résultats montrent que sur la zone du parc, il existe un risque de dommage physiologique direct temporaire (réversible) pour les poissons ayant une vessie natatoire sans cils sensitifs dans un rayon de 18 m à 30 m autour des opérations de forages en fonction des scénarios de travaux et donc de la taille des forages.

Par ailleurs, les simulations effectuées sur la zone du parc indiquent que les poissons sont susceptibles de percevoir les bruits de forage de pieux de 2,2 m sur des distances comprises entre 10 et 21 milles nautiques, soit entre 18,5 km et à 39 km. La géométrie de perception est très variable en raison de la bathymétrie, de la nature des sédiments, de la géomorphologie et la médiane est de 14 milles nautiques (26 km).

Les scénarios de forage en simultané (deux forages en même temps) accroissent les empreintes sonores d'environ 4 milles nautiques, c'est-à-dire de façon relativement limitée, notamment car les empreintes sonores, par effet de masquage, se neutralisent entre elles. Par contre, l'avantage réside dans le fait qu'un tel scénario permet de réduire de moitié la durée d'exposition aux nuisances sonores, car les travaux s'effectuent sur deux fronts en même temps.

²¹ Les modélisations sont limitées à la pression acoustique et ne considèrent pas la vitesse des particules.

Figure 38 : Limites des empreintes sonores simulées sur l'AEI du parc pour les poissons en phase travaux

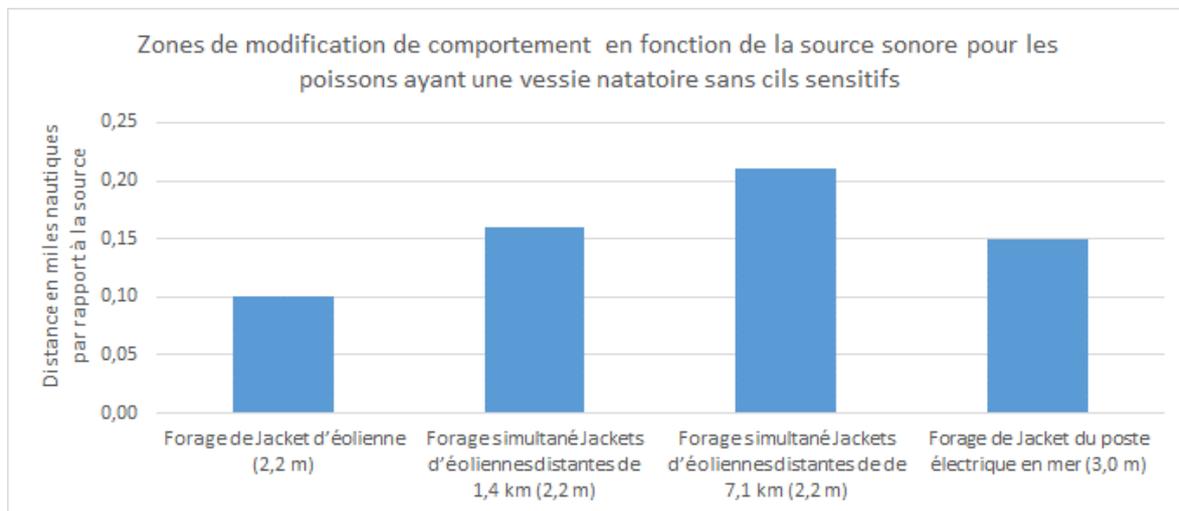


Source : Quiet-Oceans (2016)

Dans ce contexte, les poissons pourront, en fonction de leur gène, dévier leurs trajectoires lors de ces travaux jusqu'à une distance correspondant à un niveau acceptable défini par la limite d'atteinte du seuil de changement de comportement (Popper *et al.*, 2015) (Figure 39).

Les distances médianes à partir desquelles les poissons sont susceptibles de dévier leur trajectoire seront donc variables en fonction des types de travaux et vont de 0,1 à 0,2 milles nautiques (185 à 370 m) autour du poste de forage.

Figure 39 : Distances maximales de modification du comportement pour les poissons exposés par les opérations en phase travaux, sur base des seuils internationaux



Source : Quiet-Oceans 2016

Pour leur part, les bruits générés par le trafic maritime (bruit induit lors des travaux) sur la zone ou proche de la zone du parc, sont généralement inférieurs aux niveaux de bruit impliquant des changements de comportement. Un comportement d'évitement des navires, verticalement ou horizontalement dans la colonne d'eau, a été rapporté pour la morue et le hareng, et a été attribué au bruit des navires (Vabø, 2002 ; Handegard, 2003). Toutefois on constate également des phénomènes d'accoutumance aux bruits continus (Wardle *et al.*, 2001 ; DECC, 2008). Ainsi les effets induits par le trafic maritime seront moins marqués que des opérations de travaux pour les raisons suivantes :

- ▮ les sources de bruit des navires sont mobiles réduisant très significativement la durée d'exposition à risque à quelques dizaines de secondes mêmes si l'affichage de l'empreinte sonore géographique est importante en raison justement de cette mobilité des navires par rapport à une source fixe telle qu'une station de forage ou de battage ;
- ▮ la source de bruit est localisée à proximité de la surface ce qui est défavorable à sa propagation (de fortes pertes sont induites par la présence de la surface du milieu marin), l'addition des émissions sonores avec les navires habituellement présents sur la zone sera limitée du fait de son interdiction d'accès.

Les travaux sur la zone du parc pourront induire des changements de trajectoire lors des migrations fonctionnelles entre la côte et le large sans pour autant empêcher ces migrations ni affecter la survie des espèces. Certains regroupements d'espèces marines pendant la période de reproduction seront certainement impactés comme les céphalopodes, les crustacés, les petits pélagiques si les forages sont réalisés entre avril et août voire septembre, l'araignée pouvant se reproduire jusqu'en automne. Les soles situées en bordure de plateau des Bœufs sur la partie sableuse pourraient légèrement être dérangée dans leur reproduction pour celles les plus proches des rochers en cas de forages entre janvier et avril. Toutefois, leur aire de frayère principale est nettement plus au large au-delà du périmètre d'impact sur le comportement.

Il est difficile de se prononcer sur les comportements et l'effet sur les stocks, car bien que les périmètres de comportement de fuite soient faibles au regard d'un chantier de forage, les bruits seront continus durant de nombreux mois. Ces travaux généreront donc, de par leur durée, un impact ou une gêne pour les espèces halieutiques et peuplements marins bien qu'une majorité d'espèces sensibles soient mobiles. L'évitement temporaire des poissons de la zone limitera la majorité des impacts notamment sur les petits pélagiques. Le comportement de fuite aura pour effet de répartir les individus sur d'autres zones d'équivalence alimentaire ou de fraie qui existent à l'échelle du golfe de Gascogne (Chapitre « Etat initial de l'environnement », partie « continuités écologiques et équilibres biologiques » du document 2).

L'impact sera faible sur les poissons migrateurs amphihalins, car les zones côtières et d'embouchures de fleuves de concentrations potentielles des amphihalins sont localisées au niveau des estuaires (soit à minimum 20 à 24 km de la zone du parc pour le plus proche), ce qui est très distant du lieu de forage et hors des distances d'impact physiologique ou de changement de comportement. Les périodes de forage sont les seules qui pourront conduire éventuellement à des faibles déviations de trajectoire à l'occasion de leurs grandes migrations en Atlantique (décembre jusqu'en mars – avril en Pays de la Loire).

Les impacts sonores sur les œufs et larves

Concernant les œufs et les larves, les études sur l'effet des sons impulsifs (en particulier ceux des canons à air utilisés lors des levés sismiques) sur les œufs et les larves de poissons marins ont permis de mettre en évidence une diminution de la viabilité des œufs, une augmentation de la mortalité embryonnaire, et un ralentissement de la croissance des larves lorsqu'elles sont exposées à des niveaux sonores de 120 dB réf. 1 μ Pa (Kostyuchenko, 1973). Il a aussi été observé des dommages aux cellules nerveuses de larves de Turbot. Sous l'effet de canons à air, des blessures et une mortalité accrue ont été observées à des distances inférieures à 5 m de la source sonore. Les blessures les plus fréquentes et les plus graves se produisent à moins de 1,5 m et pour les premiers stades de la vie lorsque les larves sont les plus vulnérables (Booman, Dalen, Leivestad, Levsen, van der Meeren, & Toklum, 1996). Les juvéniles et les alevins ont une résistance plus faible au passage d'une onde sonore, et sont donc potentiellement plus susceptibles de subir des dommages aux tissus non-auditifs que les poissons adultes (Popper & Hastings, 2009).

Des expériences cherchant à évaluer les effets du bruit acoustique régulier et aléatoire de bruits de navires sur la croissance et le développement de larves de morue de l'Atlantique (*Gadus morhua*) ont été menées (Banner and Hyatt 1973). Le bruit à court terme a causé des réponses d'effarouchement aux poissons nouvellement éclos. Deux jours d'exposition régulière et aléatoire aux bruits ont réduit la croissance, alors que l'exposition régulière au bruit a accéléré l'utilisation des réserves nécessaires au développement des larves dans les premiers jours (sac vitellin). Après 16 jours, la croissance a convergé, bien que les poissons exposés au bruit régulier aient des rapports largeur-longueur plus faibles. Ces résultats suggèrent que le calendrier des perturbations acoustiques peut avoir un impact sur des mesures liées à la survie au cours du développement.

L'effet des travaux sur les œufs et larves susceptibles d'être présents sur la zone ne concernera toutefois que ceux situés dans un rayon très limité à quelques mètres de l'opération de forage ce qui permet d'identifier que l'effet reste faible à l'échelle du plateau des Bœufs et des espèces concernées.

Les impacts sonores sur les céphalopodes

Concernant les céphalopodes, les études restent encore peu nombreuses, mais témoignent de possibles effets létaux en cas d'exposition prolongée et en milieux confinés (très faibles distances). Une étude expérimentale récente a montré que des expositions directes à des niveaux de pression de 175 dB réf. 1 μ Pa, mais prolongées et ciblées sur des ondes sonores basses fréquences inférieures à 400 Hz, sont susceptibles de causer des traumatismes graves pouvant entraîner la mort chez quatre espèces (André, 2011).

En matière de comportement, une étude sur l'impact des sonars sismiques sur des calamars ont démontré leur sensibilité aux bruits impulsifs qui se traduit notamment par une augmentation de la vitesse de nage dès des niveaux perçus de 156-161 dB ref. 1 μ Pa, et de fortes réactions de sursaut à partir de 174 dB réf. 1 μ Pa (McCauley *et al.*, 2003).

Des études complémentaires sont attendues par la communauté scientifique sur ces espèces.

Les impacts sonores sur les crustacés

Les capacités auditives des crustacés sont peu connues et il n'existe pas, à ce jour, d'études dédiées sur les impacts du forage sur les crustacés dans le cadre de parcs éoliens. Toutefois, les fréquences d'émissions sont dans les mêmes ordres de fréquences auxquels les crustacés sont sensibles.

Des études sur les Homards américains (*Homarus americanus*) qui appartiennent au même genre que les homards européens (*H. gammarus*) n'ont pas détecté d'effets sur la mortalité ou la perte de membres après une exposition à des sources sonores très élevées (>220 dB réf. 1µPa) bien que des effets d'évitement puissent apparaître (Payne *et al.*, 2007). Les résultats d'expérience sur l'impact du bruit émis lors d'études sismiques sur des espèces de crabe et de homard (Christain *et al.*, 2003; DFO, 2004) n'ont pas trouvé d'effets significatifs quand ils sont testés sur une variété de paramètres tels que la mortalité, les changements dans les comportements alimentaires, la survie des embryons, le déplacement des larves et les taux de capture de pêche. Cela ne devrait cependant pas interférer avec le comportement normal de ces espèces mobiles qui sont susceptibles de recoloniser les zones peu de temps après la fin d'un forage ou battage.

Les programmes de suivi des effets post-installation (c'est-à-dire après que le battage des pieux ait eu lieu) conduits à Horns Rev (Danemark, mer du Nord), a révélé que la colonisation des structures de protection à la base des fondations des éoliennes par les tourteaux avait été rapide avec jusqu'à 1900 individus observés au km². Comme la colonisation a été rapide et prolifique, ces résultats ont été interprétés comme une indication que le battage des pieux avait eu des effets négligeables sur les populations de tourteaux (Leonhard *et al.*, 2006).

Ressources halieutiques et autres peuplements marins – Phases de construction et de démantèlement

Les effets comme les impacts sont donc négligeables et temporaires sur les crustacés et faibles à moyens pour les poissons et céphalopodes en fonction des comportements de fuites durables ou non durant les travaux et dépendant des phénomènes d'accoutumance aux bruits continus. Ils ne semblent pas pouvoir affecter les populations de crustacés ou de ressource halieutique concernées. La gêne sera certaine pour des populations de pélagiques ou céphalopodes qui souhaiteraient se reproduire sur la zone et qui dévieront leurs trajectoires sur des zones adjacentes propices à la fraie.

Il est à noter que les impacts de la phase de démantèlement seront probablement proches ou légèrement inférieurs en fonction des techniques de sciage des jackets. Les bruits générés par les dispositifs de démantèlement sous-marins sont très mal connus à ce jour, la dépose intervenant dans plusieurs dizaines d'années, les équipements disponibles à cette échéance sont encore inconnus. Le scénario envisagé repose sur le cisaillement des structures métalliques qui induira des bruits inférieurs et de plus courte durée que les forages..

Modification de l'ambiance sonore sous-marine et effet barrière ou modification des trajectoires

Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact
Ressources halieutiques et autres peuplements marins	Faible à moyen	Faible pour crustacés, mollusques,	Faible (crustacés, mollusques)		Faible (mollusques et crustacés)
		Moyen pour les poissons, les céphalopodes et œufs (forage)	Moyen pour les poissons, céphalopodes et œufs		
			Direct	Temporaire	Moyen pour poissons, céphalopodes, et œufs

MODIFICATION DES ACTIVITES DE PECHE ET DISPONIBILITE DE LA RESSOURCE

Les faibles surfaces concernées par l'emprise des travaux sur la zone du parc et l'impact variable du bruit en fonction des espèces sont à prendre en compte dans le cas d'une interdiction de pêche durant la phase de construction.

Par ailleurs, le scénario retenu par le maître d'ouvrage, sur la base d'expériences antérieures, de fermeture totale de la zone du parc à tout prélèvement halieutique, durant la durée des travaux, peut conduire au développement de stocks de crustacés sur une surface non impactée par les opérations de chantier. Cette zone correspondrait à plus de 99% de la zone du parc à condition d'un respect strict des mesures d'interdiction de pêche. Pour les poissons et céphalopodes, en dehors des comportements de fuite lors des travaux à plus fort impact sonore, les espèces pourraient bénéficier de cette suppression de la pression de pêche habituelle sur cette zone (voir chapitre Etat initial et chapitre impact « augmentation du bruit des opérations de chantier »).

Toutefois, ces effets restent difficiles à quantifier, car quelques prélèvements suffiraient à supprimer l'effet. Les effets réserves se mesurent en général plusieurs années après la sanctuarisation d'une zone. Le faible nombre d'années d'application de cette restriction (parc pêchant en phase d'exploitation) risque de rendre la mesure de l'effet difficilement mesurable.

Devant ces incertitudes et le manque de référence sur le sujet, compte tenu de la perturbation de l'effet par le chantier et les émissions sonores, à titre conservatoire, l'impact est affiché comme positif (mais de faible amplitude) pour la ressource halieutique.

Ressources halieutiques et autres peuplements marins – Phases de construction et de démantèlement

La fermeture du parc à la pêche durant les travaux pourrait bénéficier aux ressources halieutiques de la zone, habituellement soumises à une pression de la pêche locale. Compte tenu des incertitudes, des perturbations inhérentes au chantier (bruit...) ou encore de la durée limitée de la restriction de pêche, l'impact est considéré comme positif mais de faible amplitude.

Modification des activités de pêches et disponibilité de la ressource

Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact
Ressources halieutiques et autres peuplements marins	Faible à moyen	Ne s'applique pas dans le cas d'impact positif	Positif (faible amplitude)		Positif (faible amplitude)
			Direct	Temporaire	

3.3.1.3 Mammifères marins

L'analyse des impacts du projet de parc éolien en mer sur les mammifères marins, tortues marines et autres grands pélagiques a été principalement réalisée sur la base des éléments issus des trois expertises spécifiques suivantes :

- ▶ L'étude « Acoustique sous-marine » (Quiet-Oceans, 2016) ;
- ▶ L'étude relative aux mammifères marins, tortues marines et autres grands pélagiques (Biotope, 2016) ;
- ▶ L'étude des impacts hydrodynamique et hydro sédimentaire (BRLi, 2016).

Les retours d'expérience (issus des suivis de parcs éoliens en mer existants notamment au Danemark, Royaume-Uni ou en Belgique), qui sont des données majeures pour l'évaluation des impacts, ont été considérés dans le cadre de ces études.

Pour rappel, le Dauphin commun est, de loin, l'espèce la plus commune et régulière dans l'aire d'étude éloignée. Le Marsouin commun et le Grand Dauphin ont été observés en effectifs plus faibles mais semblent fréquents. La présence du Globicéphale noir et du Dauphin bleu et blanc est jugée occasionnelle d'après les données bibliographiques et les résultats des expertises (pas d'observation certifiée). Les principaux enjeux associés aux mammifères marins sont donc liés à la fréquentation régulière de la zone de projet et de ses alentours par les trois espèces suivantes : le Marsouin commun et le Dauphin commun (enjeu qualifié de fort), ainsi que le Grand dauphin et le Globicéphale noir (enjeu qualifié de moyen). Pour les autres espèces présentes ou suspectées, l'enjeu a été qualifié de faible (Petit Rorqual, Dauphin de Risso, Dauphin bleu et blanc, Phoque gris).

3.3.1.3.1 Principaux effets en phase de construction et de démantèlement

Trois types d'effets concernant les mammifères marins peuvent être envisagés dans le cadre de la construction :

- ▶ Les perturbations pouvant entraîner des phénomènes d'évitement de la zone (réponse physique à des stimuli visuels ou sonores), notamment en lien avec la modification de l'ambiance sonore sous-marine ;
- ▶ Des altérations du milieu pouvant engendrer des atteintes ponctuelles à l'alimentation de certaines espèces (diminution ponctuelle des proies liées à une fuite éventuelle des poissons ou baisse des capacités de pêche des mammifères marins et autres espèces en lien avec un accroissement ponctuel de la turbidité) ;
- ▶ L'augmentation du risque de collisions avec les navires.

Tableau 22 : Principaux effets des phases de construction/de démantèlement des parcs éoliens en mer sur les mammifères marins

Type d'effet	Caractéristiques	Construction	Démantèlement
Modifications de l'ambiance sonore sous-marine	Direct / Temporaire	X	X
Modification des habitats	Direct / Permanent	X	X
Risque de collision (avec les navires)	Direct / Temporaire	X	X

Source : Biotope, 2016

MODIFICATION DE L'AMBIANCE SONORE SOUS-MARINE

Durant la phase de construction, les bruits liés spécifiquement à la construction du parc viendront s'ajouter au bruit initial existant. Les bruits les plus importants pendant la construction résultent de l'installation des fondations.

Niveaux de bruit produits par les travaux

Ces bruits, générés par les différentes techniques mises en œuvre, sont de nature impulsionnelle ou continue. Les principales sources d'émissions sonores potentielles sont les opérations suivantes :

- ▶ Le forage des pieux des fondations jacket (éoliennes, poste électrique, mât de mesure) ;
- ▶ Le trafic induit par l'ensemble des travaux dans ou à proximité du parc, notamment les navires de chantier ;
- ▶ L'enrochement des câbles, réalisé par un navire de surface et un outil spécialisé.

De plus en plus, la distance de 750 m sert de référence aux contrôles des niveaux de bruits propagés dans le milieu marin, même si cette distance reste très arbitraire. Cette distance de référence voit son origine dans la réglementation allemande concernant l'activité spécifique de battage de pieu (Recommandation Federal Environmental Agency Umweltbundesamt, UBA – normes Stük).

Le tableau 23 compile les estimations des niveaux sonores large bande pour chaque atelier considéré qui correspond à une source de bruit immobile. Les niveaux d'exposition sonore prédits sont compris entre 129,8 et 134,4 dB réf. $1\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$ à 750m du pieu en fonction des scénarios. Ces niveaux de bruit intègrent une très large bande de fréquences et ne correspondent pas à un niveau perçu par les espèces marines qui ne sont sensibles qu'à une fraction des fréquences émises. Ils indiquent la quantité totale d'énergie qui se propage dans le milieu marin du point de vue strictement physique.

La géométrie des empreintes sonores large bande est très variable selon les azimuts du fait des conditions de propagation plus favorables vers le large d'une part, et de la présence de la côte et des îles d'autre part. Aussi, la distance médiane de l'empreinte sonore du bruit induit par le forage vertical des pieux de 2,2 m de diamètre pour les fondations jacket est de 14 milles nautiques, avec une distance maximale de 21 milles nautiques dans le secteur sud-sud-ouest et une distance minimale de 10 milles nautiques. Dans le cas de forages réalisés de façon simultanée et du forage de la fondation du poste électrique (OSS), les limites médianes des empreintes sonores augmentent d'environ 4 milles nautiques, avec des variations selon les azimuts plus importantes. En effet, la distance maximale dans le secteur sud/sud-ouest peut atteindre jusqu'à 28 milles nautiques dans le cas où deux forages ont lieu simultanément à une distance de 1,4 km. A noter que les pieux de la fondation du mât de mesure étant de 1,2 m de diamètre, l'empreinte sonore sera plus faible que celle des autres fondations installées sur le parc éolien.

Tableau 23 : Niveaux de bruit large bande estimés à la distance de référence de 750 m de leur origine en phase de construction

Atelier	Typologie	Niveaux de bruit introduits dans le milieu (à 1 m)	Niveaux de bruit large bande prédits à 750 m ²² des opérations (en dB réf. 1µPa ² s)			Distances médianes d'émergence des bruits du projet (large bande) en milles nautiques
			Min	Moyenne	Max	
Forage de Jacket d'éolienne (2,2m)	Source de bruit fixe et quasi-continue dont l'énergie émise est majoritairement proche du fond	177 dB réf. 1µPa ² s @1m	129,8	130,1	130,4	14,4
Forage de Jacket de l'OSS (3,0m)	Source de bruit fixe et quasi-continue dont l'énergie émise est majoritairement proche du fond	180 dB réf. 1µPa ² s @1m	132,9	133,2	133,4	18,8
Forage simultané Jackets d'éoliennes distantes de 1,4 km (2,2m)	Sources de bruit fixes et quasi-continues dont l'énergie émise est majoritairement proche du fond	2 sources de 177 dB réf. 1µPa ² s @1m	132,4	133,0	134,4	18,3
Forage simultané Jackets d'éoliennes distantes de de 7,1 km (2,2m)	Source de bruit fixe et quasi-continue dont l'énergie émise est majoritairement proche du fond	2 sources de 177 dB réf. 1µPa ² s @1m	130,4	130,6	130,8	17,9
Trafic induit par les navires effectuant les travaux et l'assistance constitué de 2 navires du type Jackup-rig et d'une barge offshore de travail	Sources de bruit en manœuvre sur l'aire d'étude immédiate ou mobiles entre l'aire l'étude immédiate et Port-Joinville, et situées à quelques mètres de la surface	3 sources mobiles de 190 dB réf. 1µPa @1m	Non applicable car sources mobiles sur de grandes distances			

Source : Quiet-Oceans, 2016

Sensibilité acoustique des mammifères marins

Les perturbations sonores relèvent des capacités acoustiques des mammifères marins, pour qui l'audition joue un rôle fondamental, notamment dans les relations sociales, les activités de chasse, la localisation des prédateurs et l'orientation. En milieu marin, la vue n'est utile que jusqu'à quelques dizaines de mètres alors que le son peut se propager sur des centaines voire milliers de kilomètres.

La sensibilité acoustique des mammifères marins constitue l'un des critères d'évaluation des niveaux d'impact. La sensibilité générale des mammifères marins est variable selon la puissance sonore, les fréquences et les distances d'empreinte acoustique.

²² La distance de 750 m sert de référence aux contrôles des niveaux de bruits propagés dans le milieu marin.

La sensibilité acoustique des mammifères marins est très variable selon les espèces de mammifères marins, qui peuvent être sensibles à des fréquences sonores très différentes. On distingue ainsi classiquement quatre catégories de mammifères marins selon leur sensibilité acoustique et les niveaux de fréquence auxquels ils sont sensibles :

- ▶ Les cétacés basses fréquences, qui regroupent les grandes baleines (rorquals) ;
- ▶ Les cétacés moyennes fréquences, comme les delphinidés et grands plongeurs ;
- ▶ Les cétacés hautes fréquences, comme le Marsouin commun ;
- ▶ Les phoques sensibles aux basses fréquences (dans l'eau et dans l'air).

Les fréquences entendues par les mammifères marins constituent leur gamme d'audition. La représentation des fréquences audibles pour une espèce en fonction de la pression est l'audiogramme. La pression est généralement exprimée en dB *Sound Pressure Level* (SPL), c'est-à-dire selon une échelle logarithmique correspondant à la pression acoustique reçue en fonction d'une valeur de référence (dans l'eau : $1 \mu\text{Pa}$). Ici, la pression en SPL a donc pour unité le dB réf. $1 \mu\text{Pa}$.

Les capacités auditives des pinnipèdes sont meilleures dans les basses fréquences (100-1000Hz) (Nehls *et al.*, 2007) et sont également bonnes en milieu aérien (Reichmuth *et al.*, 2013).

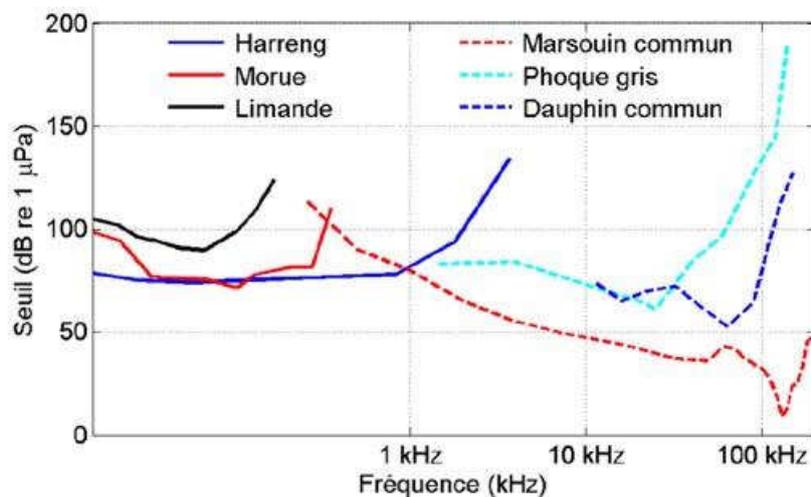
La figure 40 présente l'audiogramme de trois espèces de mammifères marins ; le Marsouin commun, le Dauphin commun et le Phoque gris. On note des différences importantes entre le Marsouin commun, plus sensible dans les hautes fréquences (sensibilité maximale pour des fréquences supérieures à 100 kHz) et le Dauphin commun, plus sensible dans les fréquences proches de 10 kHz).

Le Marsouin commun est principalement sensible aux ondes sonores d'une fréquence comprise entre 1 kHz (seuil de 80 dB réf. $1 \mu\text{Pa}$) et 150 kHz (seuil de 120 dB réf. $1 \mu\text{Pa}$) (Hammond *et al.*, 2002 ; Nedwell *et al.*, 2009).

La sensibilité auditive du Grand Dauphin est comprise entre 0,075 (seuil 130 dB réf. $1 \mu\text{Pa}$) et 150 kHz (seuil 135 dB réf. $1 \mu\text{Pa}$) (Erbe, 2004 ; Hammond *et al.*, 2002), centrée autour de 60 kHz (Houser & Finnerman, 2006).

Les cétacés communiquent généralement par deux types de sons : des sifflements et des clics, ces sons présentant des durées et fréquences d'émissions variables pour une même espèce.

Figure 40 : Audiogrammes de trois espèces de mammifères marins (et de poissons, pour comparaison)



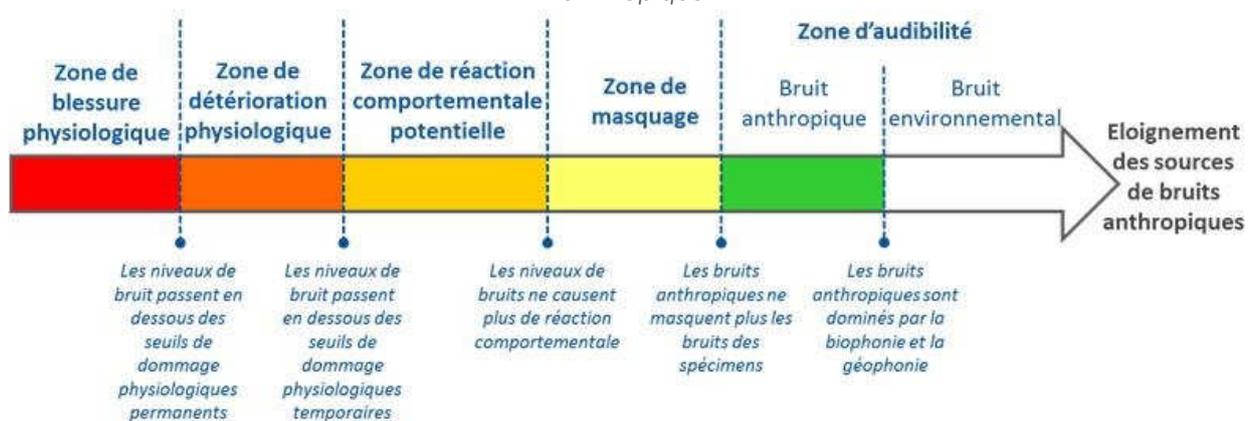
Source : Jolivet *et al.*, 2015

Effets du bruit sur les mammifères marins

Lorsqu'un son est perçu par un mammifère marin, plusieurs conséquences (réactions comportementales notamment) sont possibles selon la puissance sonore perçue. A partir de la littérature et des capacités scientifiques et techniques actuelles (notamment Richardson *et al.*, 1995; Madsen *et al.*, 2006; Dooling & Blumenrath, 2013), une hiérarchisation des risques en lien avec la distance à des sources de bruit intenses a été établie (figure 41). Le passage d'une zone de risque à l'autre correspond au franchissement d'un seuil biologique, variable selon les espèces :

- ▶ une **zone de blessure physiologique** qui correspond à une zone dans laquelle les niveaux de bruit dépassent les seuils de dommage physiologiques permanents, provoquant des lésions irréversibles (PTS : *Permanent Treshold Shift*); ces lésions peuvent, dans les cas extrêmes, être létales ;
- ▶ une **zone de détérioration physiologique** qui correspond à une zone dans laquelle les niveaux de bruit sont susceptibles de provoquer des dommages physiologiques temporaires provoquant des lésions réversibles (TTS : *Temporary Treshold Shift*). Les cellules retrouvent leur état initial après un certain temps hors d'une exposition importante au bruit ;
- ▶ une **zone de réaction comportementale** qui correspond à une zone dans laquelle les niveaux de bruit sont susceptibles de provoquer une gêne suffisante pour que les individus interrompent leur activité normale pour fuir la zone. Les conséquences ne sont pas directes, mais peuvent provoquer une augmentation de la consommation d'énergie individuelle, d'autant plus critique que l'individu est jeune, une interruption dans leurs activités de chasse ou de socialisation ou bien encore un changement forcé d'habitat. In fine, les impacts peuvent être ressentis à l'échelle des individus et de la population ;
- ▶ une **zone de masquage**, qui intervient lorsque les sons émis et reçus par les spécimens (utiles dans leurs activités de chasse, de communication, de socialisation ou d'évitement des prédateurs) sont couverts par les bruits anthropiques. Ce type d'effet est pertinent pour les bruits continus. Dans cette zone, le rayon d'interaction des spécimens est réduit, ce qui engendre des impacts potentiels à l'échelle des individus et de la population ;
- ▶ une **zone d'audibilité**, qui correspond à une zone dans laquelle les bruits anthropiques, biologiques et naturels sont perçus par les individus, sans pour autant causer d'effet particulier connu.

Figure 41 : Graduation des risques biologiques en fonction de l'éloignement à la ou les sources de bruit anthropique



Source : Quiet-Oceans 2016 (d'après Dooling & Blumenrath, 2013).

Il est important de savoir quels sont les types de réaction engendrés par la construction (puis l'exploitation) d'éoliennes en mer sur les mammifères marins. Les gênes acoustiques voire les dommages physiologiques peuvent diminuer les capacités d'écoute dans certaines plages de fréquences, diminuant les capacités à chasser ou à communiquer (Abgrall, 2008).

Seuils d'exposition au bruit

Des seuils de sensibilité acoustique ont été proposés par divers auteurs (notamment Southall et al., 2007, et NOAA, 2013) et sont utilisés pour identifier les effets attendus des niveaux sonores produits sur les différentes espèces (en fonction de leur fréquence, de l'intensité des bruits et de la nature des bruits). A ce jour, la bibliographie fournit pour les différentes classes d'espèces des seuils biologiques relatifs, en fonction d'une part des bruits impulsifs intégrés sur une seconde et, d'autre part, du cumul d'énergie sonore des bruits continus pendant une période de 24 heures sans interruption (Southall et al., 2007 ; Lucke et al., 2009). Des études récentes s'intéressent à l'évolution des seuils en fonction de la durée d'exposition (Kastelein, 2012 ; Popov, 2011).

Southall et al. (2007) ont déterminé des seuils de perte d'audition et de perturbations comportementales pour de grandes catégories de mammifères marins en fonction de la nature du son (pulsé ou non). Les seuils apparaissent plus faibles pour les pinnipèdes que pour les cétacés. Ils varient en fonction de la nature et de la durée du son, mais sont globalement compris autour de 198 dB réf. 1µPa pour les cétacés, de 186 dB réf. 1µPa pour les pinnipèdes sous l'eau et de 144 dB réf. 20µPa pour les pinnipèdes dans l'air pour la perte d'audition. Pour les perturbations comportementales, les seuils passent à 183 dB réf. 1µPa pour les cétacés, 171 dB réf. 1µPa pour les pinnipèdes dans l'eau.

Aux Etats-Unis, l'agence américaine d'observation océanique et atmosphérique (NOAA, 2013) utilise le seuil de perte temporaire de l'audition comme critère déterminant. Ce seuil est fixé à 180 dB réf. 1µPa pour les cétacés et 190 dB réf. 1µPa pour les pinnipèdes. La NOAA a travaillé à une refonte des seuils utilisés, basée en grande partie sur les travaux de Southall et al. (2007) mais aussi sur de nombreuses autres expériences en laboratoire visant à déterminer les TTS.

Les seuils de tolérances ne sont pas connus pour toutes les espèces à ce jour, en particulier les seuils de modification du comportement (réaction).

Tableau 24 : Synthèse des seuils de perturbation acoustique pour les mammifères marins en fonction de l'énergie sonore

Groupes d'espèces	Gamme de fréquences de perception. Seuil de réaction	Bruits impulsifs (1 seconde) exprimés en niveau d'exposition - Unité : dB réf. 1µPa²s			Bruits continus (24 heures) exprimés en niveau de pression - Unité dB réf. 1µPa		
		Seuil de réaction	Seuil de dommages physiologiques temporaires	Seuil de dommages	Seuil de réaction	Seuil de dommages physiologiques temporaires	Seuil de dommages
Cétacés Hautes Fréquences	200Hz-180kHz	145	164	198	NC	224	230
Cétacés Moyennes Fréquences	150Hz-160kHz	NC	183	198	NC	224	230
Cétacés Basses Fréquences	7Hz-22kHz	NC	183	198	NC	224	230
Pinnipèdes dans l'eau	75Hz-75kHz	145	164	198	NC	224	230

N.C : Non connu à ce jour

Source : Quiet Oceans, 2016 d'après Southall et al., 2007, Luck et al., 2009, NOAA, 2013

Niveau de sensibilité acoustique retenue dans le cadre de l'étude

Une contextualisation des niveaux de sensibilité a été réalisée au regard des caractéristiques de travaux envisagés dans le cadre du projet éolien en mer. Les modélisations acoustiques réalisées par Quiet-Oceans dans le cadre de cette étude d'impact (Quiet-Oceans, 2016) servent de base à cette approche.

Ces modélisations permettent, sur la base des données collectées à l'échelle locale et des caractéristiques des travaux et opérations projetés, de disposer d'une évaluation des distances auxquelles seront perçues les différents bruits provoqués, en fonction du bruit ambiant, de la saison et des espèces prises en compte.

Le Tableau 25 présente les niveaux de sensibilité retenus pour les mammifères marins dans le cadre de la présente étude. Ces seuils ont été adaptés aux caractéristiques locales, notamment relatives au bruit ambiant.

Pour beaucoup d'espèces, les seuils de perturbation comportementale ne sont pas connus. Par ailleurs, il est complexe, pour ces espèces très mobiles, de définir des distances limites à partir desquelles les bruits sont susceptibles d'entraîner des effets plus importants (au-delà de la puissance intrinsèque des sons perçus).

Pour l'empreinte sonore, la distance de 6 milles nautiques correspond à 11,7 km soit la distance minimale entre le parc éolien de la côte la plus proche (île d'Yeu) a été choisi comme limite entre le niveau négligeable et faible.

Le seuil de 300 m (soit environ 0,15 mille nautique) a été choisi comme délimitation entre la sensibilité faible et moyenne. Ce rayon de 300 m correspond à la surface qui peut être surveillée de façon efficace en phase de construction par la veille acoustique et visuelle. Etant donnée la très forte mobilité des mammifères marins (ainsi que des requins et tortues marines), un rayon de 300 m autour d'une source de bruit (bruit de forage, par exemple) constitue une distance jugée relativement limitée en cas de sons engendrant des perturbations comportementales (voire des blessures).

Une troisième distance limite a été utilisée pour distinguer les niveaux de sensibilité. Il s'agit de la distance de 5 km (environ 2,7 milles nautiques) qui correspond approximativement à la moitié de la distance entre le parc éolien et la côte la plus proche. Un rayon de plus de 2,5 milles nautiques peut être considéré comme une zone de taille significative, en cas d'effet de fuite induit par des travaux sur les mammifères marins.

Tableau 25 : Niveaux de sensibilité retenus pour l'effet « Modification de l'ambiance sonore sous-marine »)

Niveau de sensibilité évaluée	Critères déterminant le niveau de sensibilité
Forte	Risque de dommages permanents (toutes distances) Et/ou Risques de dommages physiologiques temporaires sur des distances supérieures à 5 km (environ 2,7 milles nautiques).
Modérée	Risques de dommages physiologiques temporaires sur des distances supérieures à 0,15 mille nautique (environ 300 m) mais inférieures à 5 km (2,7 milles nautiques) Et/ou Risques de modifications du comportement sur des distances supérieures à 5 km (2,7 milles nautiques).
Faible	Risques de dommages physiologiques temporaires sur des distances inférieures à 0,15 mille nautique) Risques de changements de comportement sur des distances inférieures à 5 km (environ 2,7 milles nautiques) Et/ou zone d'empreinte sonore de plus de 6 milles nautiques (environ 11,5 km)
Négligeable	Aucun risque de dommages physiologiques Aucun risque identifié de changement de comportement Empreinte sonore de moins de 6 milles nautiques

Source : Biotope, 2016

AUTRES EFFETS POTENTIELS EN PHASE DE CONSTRUCTION

Il existe des risques de collision accidentelle avec les navires utilisés pour la phase de construction (hélice, coque, ancrage). Les principales espèces fréquentant l'aire d'étude immédiate sont des espèces de petite taille, mobiles et rapides donc présentant une sensibilité globalement faible aux collisions. Seul le Petit Rorqual (animal plus massif et lent) présente une sensibilité notable. Les collisions avec les fondations sont peu probables durant cette phase.

Les travaux peuvent de plus être à l'origine de mise en suspension de sédiments (augmentation de la turbidité) ainsi que de pollutions accidentelles (bien que des mesures soient mises en œuvre pour limiter les risques d'occurrence).

Une altération des milieux de vie est possible temporairement.

3.3.1.3.2 Evaluation des impacts en phase de construction

L'évaluation des impacts en phase de construction pour les principaux effets identifiés est fournie dans les paragraphes suivants.

IMPACTS ACOUSTIQUES

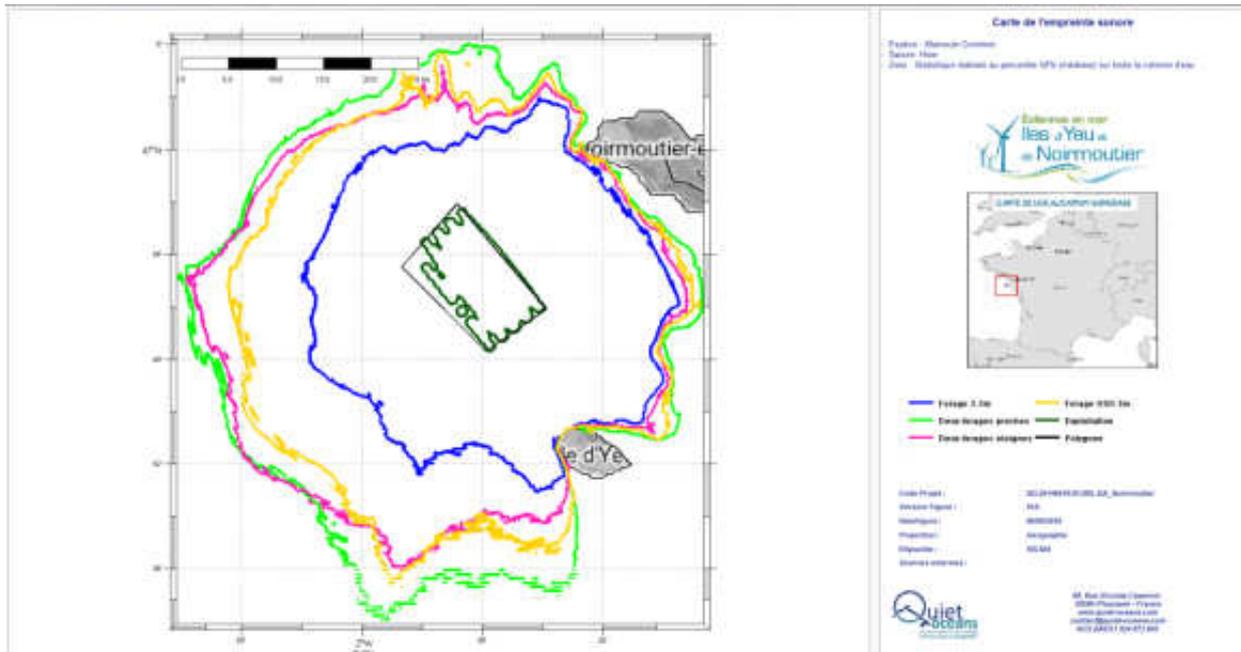
Niveaux de bruit prédits lors de la phase de construction et niveaux de sensibilité

L'analyse acoustique sous-marine de Quiet-Oceans (2016) s'est attachée à caractériser les bruits générés par les différentes opérations de construction (mesures du bruit ambiant et simulations des niveaux sonores et de leur distribution saisonnière) et à en déduire les risques sonores potentiels associés pour les espèces de mammifères marins présentes. Ces risques biologiques sont définis par le dépassement éventuel des seuils de dommages auditifs temporaires ou permanents, seuils liés à la sensibilité auditive des différentes espèces considérées. Les détails méthodologiques de l'évaluation des risques biologiques pour les mammifères marins (sensibilité acoustique...) sont précisés au sein du chapitre « méthodes utilisées et difficultés rencontrées » et des rapports d'étude spécifiques (Biotope, 2016 et Quiet-Oceans, 2016).

Des cartes d'estimation des risques sonores ont ainsi été produites pour chaque groupe acoustique de mammifères marins et pour chaque type d'opération (forage, enrochement...), précisant les limites des zones d'audibilité, des zones de risques de modifications du comportement (pour le marsouin commun) ou encore des zones de risques de dommages physiologiques directs temporaires ou permanents.

La figure 42 présente, pour illustration, les modélisations des zones acoustiques pour le Marsouin commun (carte des empreintes acoustiques selon les opérations de construction).

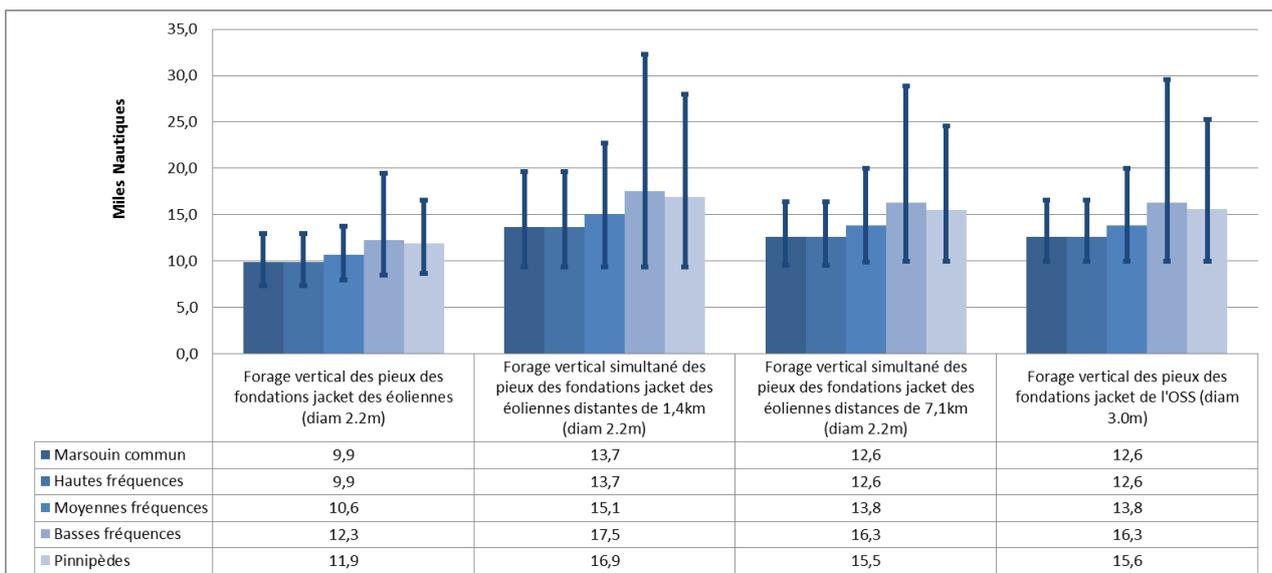
Figure 42 : Carte des empreintes sonores pour différentes opérations modélisées – Marsouin commun (cétacés hautes fréquences)



Source : Quiet-Oceans, 2016

La figure 43 fournit une synthèse des distances médianes, minimales et maximales des empreintes acoustiques (perception des bruits) pour tous les groupes de mammifères marins et les différents scénarios de construction. Des évaluations de l'étendue des zones de perception (d'après les modélisations cartographiques) ont également été réalisées par Quiet-Oceans (2016).

Figure 43 : Distances minimales, médianes et maximales, en miles nautiques, des zones de perception des bruits des ateliers de construction par les mammifères marins en hiver



Source : Quiet-Oceans, 2016

Remarque : les barres indiquent les distances minimales et maximales des empreintes acoustiques d'après les modélisations

Le tableau 26 synthétise l'ensemble des informations permettant d'évaluer les modifications de l'ambiance sonore et la sensibilité acoustique des mammifères marins sur la base des modélisations réalisées par Quiet-Oceans (niveaux de bruits prédits à 1 m, à 750 m et zones des empreintes sonores pour chaque espèce). Les niveaux de sensibilité retenus dans le cadre de cette étude sont déterminés au regard des critères présentés dans le Tableau 26.

Remarque - Le trafic induit par les opérations de construction n'est pas intégré dans ce tableau, le caractère mobile des trois navires empêchant les modélisations des empreintes sonores. L'empreinte sonore perçue liée au trafic induit s'étale naturellement le long de la route de circulation entre le parc et les ports de base (notamment le port de Saint-Nazaire). Le caractère mobile des sources de bruits réduit considérablement la durée de l'exposition sonore (quelques dizaines de minutes).

Tableau 26 : Niveaux de sensibilité aux impacts acoustiques de la phase construction pour les mammifères marins en fonction des ateliers considérés

Cible	Informations (niveaux de bruit - Zones acoustiques)	Forage d'un pieu jacket de 2,2 m	Forage de deux pieux jacket de 2,2 m (proches)	Forage de deux pieux jacket de 2,2 m (éloignés)	Forage d'un pieu jacket de 3 m
Bruits produits	Niveaux de bruit introduits dans le milieu	177 dB réf. 1µPa²s @1m	2 sources de 177 dB réf. 1µPa²s @1m	2 sources de 177 dB réf. 1µPa²s @1m	180 dB réf. 1µPa²s @1m
	Niveaux de bruit large bande prédits à 750m des ateliers (médiane en dB réf. 1µPa²s)	130,1	133,0	130,6	133,2
Marsouin commun (distances médianes des zones acoustiques et sensibilité)	Audibilité	9,9	13,7	12,6	12,6
	Perturbation	0,04	0,04	0,04	0,05
	Dommage	0,02	0,02	0,02	0,02
	Niveau de sensibilité retenu	Faible	Faible	Faible	Faible
Cétacés moyennes fréquences (distances médianes des zones acoustiques et sensibilité)	Audibilité	11,7	17,1	15,7	13,8
	Perturbation	NC	NC	NC	NC
	Dommage	0	0	0	0
	Niveau de sensibilité retenu	Faible	Faible	Faible	Faible
Cétacés basses fréquences (distances médianes des zones acoustiques et sensibilité)	Audibilité	12,3	17,5	16,3	16,3
	Perturbation	NC	NC	NC	NC
	Dommage	0	0	0	0
	Niveau de sensibilité retenu	Faible	Faible	Faible	Faible
Pinnipèdes (distances médianes des zones acoustiques et sensibilité)	Audibilité	11,9	16,9	15,5	15,6
	Perturbation	NC	NC	NC	NC
	Dommage	0	0	0	0
	Niveau de sensibilité retenu	Faible	Faible	Faible	Faible

N.C : Non connu à ce jour ; les distances médianes sont exprimées en milles nautiques

Source : Biotope, 2016 d'après distances médianes extraites de Quiet-Oceans (2016)

Le scénario « forage simultané de deux fondations jacket d'éoliennes proches (1,4 km) » ressort comme le scénario le plus impactant sur le plan de l'étendue des zones acoustiques. Les différences demeurent toutefois relativement limitées avec le scénario « forage simultané de deux fondations jacket d'éoliennes éloignées (7,1 km) ». Ce dernier présente des zones d'empreinte acoustique généralement très proches de celle du scénario « forage d'un pieu de fondation jacket 3 m » (poste électrique en mer).

Le scénario « forage unitaire d'un pieu de 2,2 m (jacket d'éolienne) » ressort comme le moins impactant sur le plan acoustique pour tous les mammifères marins.

Cependant, les distances et surfaces des zones d'audibilité sont globalement assez stables entre les différents scénarii considérés (distances 1,2 à 1,4 fois supérieures en considérant le scénario de forage d'un seul pieu 2,2 m comme base). Il est en ce sens délicat de considérer que les espèces et groupes de cétacés pris en compte présenteront une sensibilité acoustique (générique) plus forte pour un ou plusieurs des scénarii que pour les autres.

Au regard des faibles distances d'émergence et de l'absence de dépassement de seuil de dommage physiologique (à l'exception du Marsouin commun, sur des distances très réduites), les niveaux de sensibilité acoustique des espèces de mammifères marins aux travaux envisagés lors de la phase de construction sont jugés faibles.

Estimation du nombre d'individus potentiellement concernés par les impacts

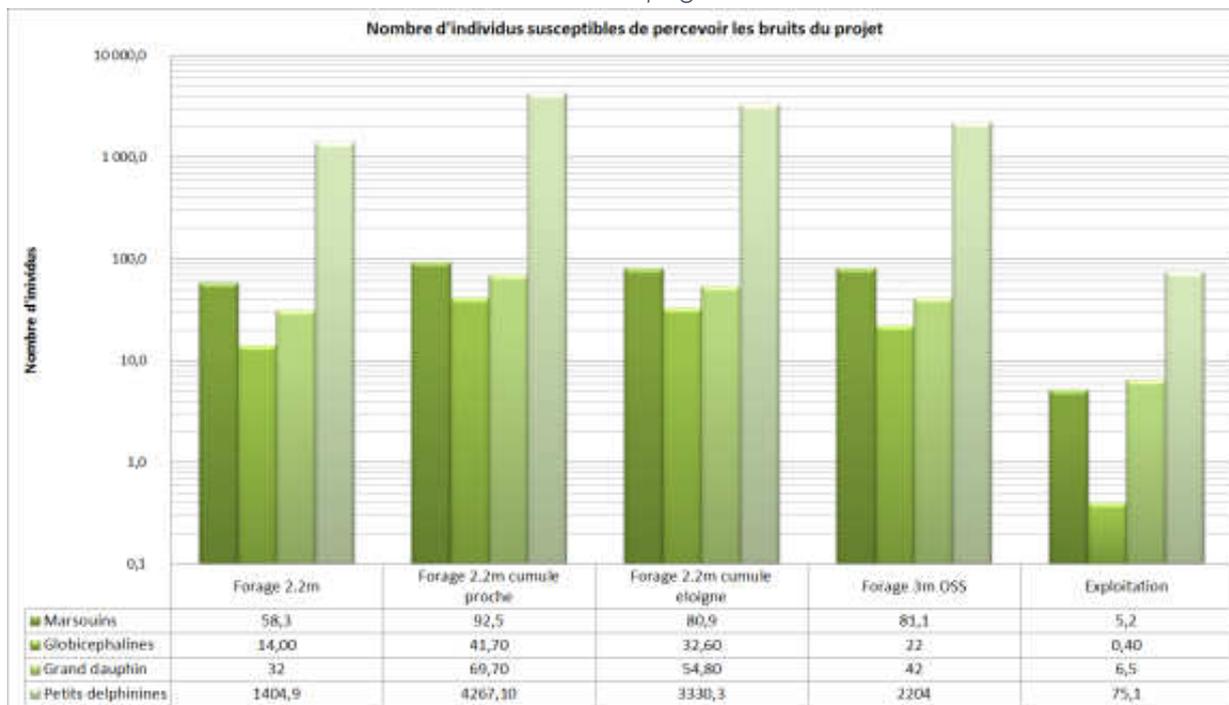
A partir des modélisations de nombre d'individus issues des campagnes SAMM 2011/2012 (Pettex *et al.*, 2016), Quiet-Oceans (2016) a évalué, sur la base des modélisations des empreintes sonores, le nombre d'individus potentiellement présents de façon instantanée dans les zones d'impacts acoustiques calculées (lors des pics de présence). Ces estimations d'effectifs doivent être considérées avec prudence, étant données les hypothèses importantes qu'elles intègrent (représentativité des données obtenues lors de quelques survols des campagnes SAMM, estimations d'effectifs sur la base des modélisations, caractère instantané des effectifs présents n'intégrant pas les comportements de déplacement des mammifères marins en lien avec la gêne acoustique). Ces estimations ne prennent donc pas en compte d'éventuels changements de comportement (fuite notamment) liés à une exposition qui pourrait être prolongée. Il s'agit toutefois des seules données disponibles à cette échelle et permettant une estimation des effectifs potentiellement concernés.

Les étendues des empreintes sonores étant importantes, le nombre de cétacés potentiellement exposés au bruit du projet est très dépendant de la distribution spatiale des espèces, de la densité de fréquentation, de la saison et de la nature des opérations en cours.

La figure 44 fournit, pour illustration, les estimations de nombre de spécimens susceptibles de percevoir les bruits des travaux de façon instantanée, d'après les modélisations de Quiet-Oceans (2016) et les données issues du programme SAMM.

Remarque - Des différences de nombres de spécimens potentiellement concernés sont notés entre l'été et l'hiver (Quiet-Oceans, 2016). Les empreintes sonores étant faiblement variables avec la saison, ces différences sont directement liées aux fortes variations de présence des espèces et/ou des estimations des campagnes SAMM. Seuls les résultats concernant la période estivale, principale période envisagée pour les travaux de construction, sont fournis dans la figure suivante. Les résultats de la saison hivernale sont très similaires et ont été considérés également dans les analyses d'impact.

Figure 44 : Estimation du nombre d'individus susceptibles de percevoir les bruits de travaux du parc d'après les modèles issus de la campagne SAMM - Saison été



Source : Quiet-Oceans, 2016

D'après les modélisations, basées sur une approche instantanée (pas de prise en considération des comportements de fuite des animaux en lien avec les bruits de chantier), entre 120 et 170 Marsouins communs seraient susceptibles de percevoir les bruits de travaux de forage en période hivernale et 60 à 90 individus en période estivale. Le trafic induit par les opérations de construction engendrera des émissions acoustiques nettement plus faibles que le trafic maritime commercial local (peu de navires de petite taille). Ainsi, les émissions sonores induites par les travaux viendront s'ajouter à des perturbations acoustiques déjà présentes, ce qui réduit fortement les risques d'effet du type masquage de communication, qui demeurent délicats à appréhender (Erbe *et al.*, 2016).

D'après les modélisations, les bruits induits par le forage des fondations jacket pourraient être perçus par une cinquantaine d'individus pour le Grand Dauphin et le Globicéphale noir, plusieurs milliers de petits delphinidés (environ 1 000 en été et 3 000 à 4 000 en hiver d'après les estimations issues des campagnes SAMM). Ces estimations ne prennent pas en compte d'éventuels effets attractifs ou répulsifs liés à la présence permanente du parc. Vis-à-vis du Dauphin commun, les nombres élevés d'individus potentiellement susceptibles de percevoir les émissions sonores induites par les travaux sont directement liés aux effectifs importants présents dans le golfe de Gascogne (population estimée à plus de 600 000 individus dans le golfe de Gascogne selon Pettex *et al.*, 2014) et à l'étendue des empreintes sonores dans les fréquences utilisées pour l'audition.

Aucune estimation d'effectifs n'est disponible pour les rorquals ni pour les phoques.

Il convient de préciser que le trafic induit par les opérations de construction engendrera des émissions acoustiques nettement plus faibles que le trafic maritime commercial local (peu de navires de petite taille). Ainsi, les émissions sonores induites par les travaux viendront s'ajouter à des perturbations acoustiques déjà présentes, ce qui réduit fortement les risques de conséquence du type masquage de communication.

Etant données les zones limitées de perturbation comportementale (0,04 à 0,05 mille nautique pour le Marsouin commun, inconnues pour les autres espèces mais jugées similaires par principe de précaution), les opérations de forage et le trafic induit ne devraient déranger qu'un nombre très limité de spécimens (voir aucun). Les modélisations fournissent des résultats inférieurs aux intervalles de confiance.

Evaluation des niveaux d'impact acoustique en phase de construction

Le Tableau 27 fournit la synthèse des impacts acoustiques pressentis lors du déroulement des travaux. L'évaluation a été réalisée en intégrant les bruits émis par les différentes opérations de la phase de construction : le forage des pieux ainsi que le trafic induit. Les niveaux de sensibilité sont déterminés en fonction des critères fournis dans le Tableau 26.

D'après les modélisations et analyses réalisées, le choix de fondations jacket avec installation des pieux par forage limite fortement les risques acoustiques instantanés lors de la phase de construction. Les impacts par modification de l'ambiance sonore en phase de construction sont faibles :

- ▶ Les opérations de forage de pieux de 2,2 m de diamètre sont peu bruyantes (en moyenne 130 dB réf. $1\mu\text{Pa}^2\text{s}$ à 750 m) et présentent des empreintes sonores limitées pour toutes les espèces, même en cas de forage de deux fondations simultanément. Les bruits des opérations de forage seront perçus (sur une base instantanée), selon les espèces par quelques dizaines de spécimens (majorité des espèces) voire quelques centaines de spécimens pour le Dauphin commun.
- ▶ Bien que les seuils de modification comportementale ne soient pas connus pour la majorité des espèces, ils ne seront atteints pour les cétacés hautes fréquences (Marsouin commun) que sur des distances très limitées y compris en cas de deux forages simultanés (de l'ordre de 0,05 milles nautiques soit moins de 100 m autour des points de forage). Il est probable que les seuils de perturbation comportementale ne soient également atteints que sur des distances très faibles (voire nulles) pour les autres espèces de mammifères marins, bien que cela demeure une hypothèse en l'état des connaissances. Il est considéré, par principe de précaution, que des distances de perturbation comportementale similaires à celles du Marsouin commun sont possibles pour les autres espèces de mammifères marins.
- ▶ Les seuils de dommages physiologiques ne seront dépassés que pour le Marsouin commun, à des distances de l'ordre de 0,02 milles nautiques (soit environ 40 mètres) autour du ou des points de forage de pieux de fondations jacket d'éoliennes (diamètre de 2,2 m) du de la fondation jacket du poste électrique en mer (diamètre de 3 m).
- ▶ Le trafic induit par les opérations de construction engendrera des émissions acoustiques nettement plus faibles que le trafic maritime commercial local (peu de navires de gabarit limité). Ainsi, les émissions sonores induites par les travaux viendront s'ajouter à des perturbations acoustiques déjà présentes, ce qui réduit fortement les risques de conséquence du type masquage de communication.

Remarque : Etant donné les différences assez réduites entre les scénarios de travaux (forage simple ou deux forages simultanés), une unique évaluation des niveaux d'impact est réalisée.

3. Analyse des effets et des impacts du projet sur l'environnement et sur la santé

3.3 Impacts sur le milieu naturel

3.3.1 En phase de construction et de démantèlement



Tableau 27 : Synthèse des impacts acoustiques en phase de construction pour les mammifères marins

Espèce	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet	Impact
Marsouin commun	Fort	Faible – Forage de pieux de 2,2 m ou 3 m / forage simultané de deux pieux de 2,2 m (cf. tableau 26)	Faible - Présence régulière en hiver uniquement mais en faibles effectifs. Présence plus occasionnelle au printemps et été. Travaux peu impactant sur le plan acoustique (audition, zone de gêne comportementale très restreinte). Estimation instantanée de 120 à 170 individus susceptibles de percevoir les bruits des travaux en hiver (pic de présence). Probabilités très faibles de perturbation comportementale ou de dommage temporaire (moins de 70 m). Pas de perturbation de zone de chasse ou autre secteur essentiel sur le plan biologique. Pas d'impact notable à l'échelle des populations.	Faible
Dauphin commun	Fort	Faible – Forage de pieux de 2,2 m ou 3 m / forage simultané de deux pieux de 2,2 m (cf. tableau 26)	Faible - Présence régulière à toutes les saisons, mais principalement au large. Travaux peu impactant sur le plan acoustique (perception des travaux). Estimation instantanée de 1000 à 4000 individus susceptibles de percevoir les bruits des travaux selon les scénarios et la saison (plus élevé en hiver). Distances de perturbation comportementale inconnues (évaluées similaires au Marsouin commun). Pas de perturbation de zone de chasse ou autre secteur essentiel sur le plan biologique. Pas d'impact notable à l'échelle des populations (espèce très présente et largement répartie dans le golfe de Gascogne).	Faible
Grand Dauphin	Moyen	Faible – Forage de pieux de 2,2 m ou 3 m / forage simultané de deux pieux de 2,2 m (cf. tableau 26))	Faible - Présence régulière mais en faibles effectifs. Travaux peu impactant sur le plan acoustique (perception des travaux). Estimation instantanée de 30 à 220 individus susceptibles de percevoir les bruits des travaux selon les scénarios et la saison (plus élevé en été). Distances de perturbation comportementale inconnues (évaluées similaires au Marsouin commun). Pas de perturbation de zone de chasse ou autre secteur essentiel sur le plan biologique. Pas d'impact notable à l'échelle des populations (espèce présente principalement au large dans le golfe de Gascogne).	Faible
Globicéphale noir	Moyen	Faible – Forage de pieux de 2,2 m ou 3 m / forage simultané de deux pieux de 2,2 m (cf. tableau 26)	Négligeable à Faible –Présence occasionnelle, effectifs faibles. Travaux peu impactant sur le plan acoustique (perception des travaux) mais les distances de perception seront probablement importantes (fond ambiant peu bruyant dans les fréquences utilisées par l'espèce). Espèce <i>a priori</i> très peu présente localement, très faible activité constatée.	Faible au maximum
Petit Rorqual	Faible	Faible – Forage de pieux de 2,2 m ou 3 m / forage simultané de deux pieux de 2,2 m (cf. tableau 26)	Négligeable à Faible – Présence occasionnelle, effectifs faibles au large. Travaux peu impactant sur le plan acoustique (perception des travaux). Distances de perception des bruits de forage relativement importantes vers le large (sud-ouest) et superficie importante en cas de forages simultanés (plus de 3 000 km ²). Espèce principalement présente en domaine océanique (hors zones d'influence des travaux). Pas d'impact prévisible à l'échelle des populations.	Négligeable
Dauphin de Risso Dauphin bleu-et-blanc Phoque gris	Faible	Faible – Forage de pieux de 2,2 m ou 3 m / forage simultané de deux pieux de 2,2 m (cf. tableau 26)	Négligeable - Présence occasionnelle, effectifs faibles au large. Travaux peu impactant sur le plan acoustique (perception). Pas de dépassement des seuils de dommages acoustiques lors des travaux. Nombre de spécimens percevant les bruits de travaux indéterminés mais jugés très faibles au regard des résultats d'expertise.	N.Ev.

Source : Biotope, 2016

Mammifères marins – Phase de construction					
<p>Les impacts acoustiques sont considérés comme faibles, quelles que soient les opérations de construction envisagées (forage simple ou forages simultanés), pour les trois espèces qui fréquentent régulièrement l'aire d'étude immédiate à savoir le Marsouin commun, le Grand Dauphin et le Dauphin commun. D'autre part, la mise en œuvre de mesures de suivis de la présence de mammifères marins lors des travaux à proximité des forages ainsi que le pilotage des opérations de forage en conséquence (voir MR9 et MR9bis) rend très improbable des gênes comportementales.</p> <p>Les effets sont jugés négligeables à faibles pour le Globicéphale noir et négligeables pour toutes les autres espèces de mammifères marins.</p>					
Modification de l'ambiance sonore sous-marine					
Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact
Mammifères marins	Faible à fort	Faible	Négligeable à faible		Faible au maximum
			Direct	Permanent	

IMPACTS PAR COLLISION EN PHASE DE CONSTRUCTION

Les espèces fréquentant principalement la zone du parc éolien sont des espèces de petite taille, mobiles et rapides, présentant donc une sensibilité globalement faible à l'effet collision, à l'exception du Petit Rorqual (espèce occasionnelle, fréquentant principalement les eaux océaniques). Les impacts de surmortalité liée à des collisions avec les navires de construction et, plus encore, avec les structures du parc éolien (fondations des éoliennes) sont jugés faibles à négligeables pour toutes les espèces, malgré une augmentation relative du trafic pour les opérations.

Tableau 28 : Synthèse des impacts de collision en phase de construction pour les mammifères marins

Espèce	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet	Impact
Marsouin commun	Fort	Faible	Négligeable à Faible – Espèce bien présente localement en hiver. Très forte mobilité et risques de collision limités.	Faible au maximum
Dauphin commun	Fort	Faible	Négligeable à Faible – Espèce très présente localement. Très forte mobilité et risques de collision limités.	Faible au maximum
Grand Dauphin	Moyen	Faible	Négligeable à Faible – Espèce assez présente localement mais forte mobilité.	Faible au maximum
Globicéphale noir	Moyen	Faible	Négligeable – Espèce très peu présente localement.	N. Ev.
Petit Rorqual	Faible	Moyenne	Négligeable – Espèce très peu présente localement.	N. Ev.
Dauphin de Risso Dauphin bleu-et-blanc Phoque gris	Faible	Faible	Négligeable – Espèces très peu présentes localement.	N. Ev.

Source : Biotope, 2016

Mammifères marins – Phase de construction					
Les niveaux d'impacts par collision en phase de construction sont jugés faibles pour le Marsouin commun et le Dauphin commun, négligeables à faibles pour le Grand Dauphin et négligeables pour toutes les autres espèces de mammifères marins.					
Risque de collision					
Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact
Mammifères marins	Faible à fort	Faible à moyenne	Négligeable à faible		Faible au maximum
			Direct	Temporaire	

AUTRES IMPACTS EN PHASE DE CONSTRUCTION

Des modélisations des panaches turbides produits lors du dépôt des cuttings ont été réalisées par BRLi dans le cadre du projet (paragraphe 3.2.1.5). Les résultats montrent une concentration importante au début du relargage pouvant atteindre 100 mg/l. Néanmoins suite à l'action des courants dominants, les concentrations vont rapidement diminuer pour atteindre le bruit de fond du site (moins de 6h après le relargage). Les panaches induits ont une emprise pouvant s'étendre sur une distance de l'ordre de 6 kilomètres.

L'étude spécifique des modifications sédimentaires conclut que l'impact lié aux travaux sur la turbidité du milieu sera faible et temporaire lors du dépôt des cuttings.

Sur la base de ces modélisations et analyses, aucun effet notable n'est prévisible sur les mammifères marins en lien avec l'augmentation temporaire et localisé de la turbidité. Des gênes très limitées sont possibles pour des animaux en déplacement ou en chasse, s'ils sont présents au niveau des zones de relargage des débris de forage (visibilité altérée temporairement).

Comme dans le cadre de tout chantier de construction, des pollutions accidentelles sont possibles notamment en lien avec des relargages inopinés d'hydrocarbures. Les impacts par pollution accidentelle dépendent d'une multitude de facteurs (période de l'année, type de pollution, espèces et effectifs en présence, etc.). Des mesures de prévention des pollutions et des procédures d'urgence en cas de pollution sont prévues dans le cadre du projet. Les effets des pollutions sont hypothétiques et ne sont pas évalués ici. Des mesures seront prises par le maître d'ouvrage afin de limiter et circonscrire toute pollution éventuelle.

Tableau 29 : Analyse des impacts d'augmentation de turbidité en phase de construction pour les mammifères marins

Espèce ou groupe d'espèces	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet	Impact
Marsouin commun	Fort	-	Négligeable	N. Ev.
Dauphin commun	Fort	-		
Grand Dauphin	Moyen	-		
Globicéphale noir	Moyen	-		
Petit Rorqual	Faible	-		
Dauphin de Risso	Faible	-		
Dauphin bleu-et-blanc	Faible	-		
Phoque gris	Faible	-		

Source : Biotope, 2016

Mammifères marins – Phase de construction			
Les effets par augmentation de turbidité en phase de construction sont jugés négligeables pour toutes les espèces de mammifères marins. De même, l'effet lié à une pollution accidentelle (risque hypothétique) est évalué comme négligeable. De plus des mesures de gestion de ces risques sont prévues dans le cadre des travaux. Les niveaux d'impact de ces effets ne sont donc pas évalués.			
Contamination par des substances polluantes (pollution accidentelle) et augmentation de turbidité			
Composante	Enjeu	Caractérisation de l'effet	Impact
Mammifères marins	Faible à fort	Négligeable	N. Ev.

3.3.1.3.3 Evaluation des impacts en phase de démantèlement

Les impacts de la phase de démantèlement n'ont pas été quantifiés dans l'étude acoustique pour les raisons suivantes (Quiet-Oceans, 2016) : les bruits générés par les dispositifs de démantèlement sous-marins sont très mal connus à ce jour, la dépose intervenant dans plusieurs dizaines d'années, les équipements disponibles à cette échéance sont encore inconnus. Le scénario envisagé repose sur du cisaillement des structures métalliques. Aucun retour d'expérience sur le bruit de ces opérations n'est disponible à ce jour. L'impact environnemental des opérations de démantèlement devra être étudié à la fin de l'exploitation en tenant compte de la réglementation en vigueur. Par principe de précaution, des niveaux d'impact acoustique similaire à ceux de la phase de construction ont été envisagés.

Concernant les autres impacts prévisibles, les activités maritimes liées aux opérations de démantèlement engendreront des perturbations sonores accrues et des risques de collision avec les navires. Dans une approche conservatoire (et très probablement surestimée), les niveaux d'impacts pour les opérations de démantèlement sont évalués comme similaires à ceux de la phase de construction.

Mammifères marins – Phase de démantèlement					
Les impacts en phase de démantèlement (tous aspects confondus) sont considérés comme faibles pour les trois espèces qui fréquentent régulièrement l'aire d'étude à savoir le Marsouin commun, le Grand Dauphin et le Dauphin commun. Les effets sont jugés négligeables à faibles pour le Globicéphale noir et négligeables pour toutes les autres espèces de mammifères marins.					
Modification de l'ambiance sonore sous-marine, risques de collision et autres impacts					
Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact
Mammifères marins	Faible à fort	Faible à moyen	Négligeable à faible		Faible au maximum
			Direct	Temporaire	

3.3.1.4 Tortues marines et autres grands pélagiques

3.3.1.4.1 Principaux effets en phase de construction sur les tortues marines et autres grands pélagiques

Les effets possibles des travaux de construction (et de démantèlement) sur les tortues marines, les requins et le Poisson-lune sont relativement similaires à ceux détaillés pour les mammifères marins :

- ▶ Perturbations sonores liées aux bruits lors des travaux (forage, trafic) ;
- ▶ Risques de collision par des navires (spécimens nageant régulièrement en surface) ;
- ▶ Perturbations visuelles lors de relargage de matériaux forés (en lien avec les panaches turbides engendrant une réduction ponctuelle de la visibilité).

EFFETS DU BRUIT SUR LES TORTUES MARINES

Seuls les sons basses fréquences (50 – 1600 Hz) peuvent être détectés par les tortues marines (Nelms *et al.*, 2016). L'ouïe des tortues marines est impliquée dans les déplacements et l'équilibre. D'une manière générale, même si les capacités auditives des tortues marines sont moins bien comprises que chez les mammifères marins (Martin, 2012), des phénomènes de perturbations comportementales, de masquage, d'altération auditive voire de blessures sont possibles selon la puissance perçue du bruit et la sensibilité acoustique des espèces (Popper *et al.*, 2014 – bruits de type impulsif) :

- ▶ Altération temporaire de l'audition (TTS) pour des bruits supérieurs à 175 dB réf. $1\mu\text{Pa}^2\text{s}$;
- ▶ Dommage permanent (PTS) (pouvant entraîner la mort) au-delà de 210 dB réf. $1\mu\text{Pa}^2\text{s}$.

EFFETS DU BRUIT SUR LES AUTRES GRANDS PELAGIQUES

Les espèces sans vessie natatoire sont sensibles à des sons de très basse fréquence (inférieurs à 1 kHz). Les effets du bruit sur les grands pélagiques sont très variables selon les espèces et leur sensibilité acoustique. Comme pour la majorité des espèces, les sons anthropiques puissants peuvent engendrer des réactions de stress, des réactions de fuite voire des lésions tissulaires pour les sons très puissants et proches pouvant engendrer des dommages physiologiques temporaires ou permanents (Popper *et al.*, 2014 ; Jolivet *et al.*, 2015). Des phénomènes de masquage sont également possibles avec, par exemple, une réponse moins importante à la présence de prédateurs (Simpson *et al.*, 2015 in Jolivet *et al.*, 2015), même si les phénomènes de masquage sont actuellement mal connus pour ces espèces (Popper *et al.*, 2014).

Popper *et al.* (2014) indiquent que les poissons sans vessie natatoire présentent les seuils suivants concernant les niveaux sonores d'exposition pour des bruits impulsifs :

- ▶ Altération temporaire de l'audition (TTS) pour des bruits supérieurs à 186 dB réf. $1\mu\text{Pa}^2\text{s}$;
- ▶ Dommage permanent (PTS) (pouvant entraîner la mort) au-delà de 219 dB réf. $1\mu\text{Pa}^2\text{s}$.

COLLISION ET PERTURBATIONS VISUELLES

Les tortues marines utilisent leur vue pour éviter les obstacles, le risque de collision est généralement limité (sauf dans des cas de très forte turbidité). Les risques de collision avec les structures fixes sont considérés très faibles pour les poissons, notamment les requins.

3.3.1.4.2 Evaluation des impacts en phase de construction

IMPACTS ACOUSTIQUES

Tortues marines

La sensibilité acoustique des tortues marines est inférieure à celles de la majorité des mammifères marins : gamme de fréquence plus réduite (moins de 0,9 kHz), seuils de perturbations comportementales et de dommages physiologiques plus élevés.

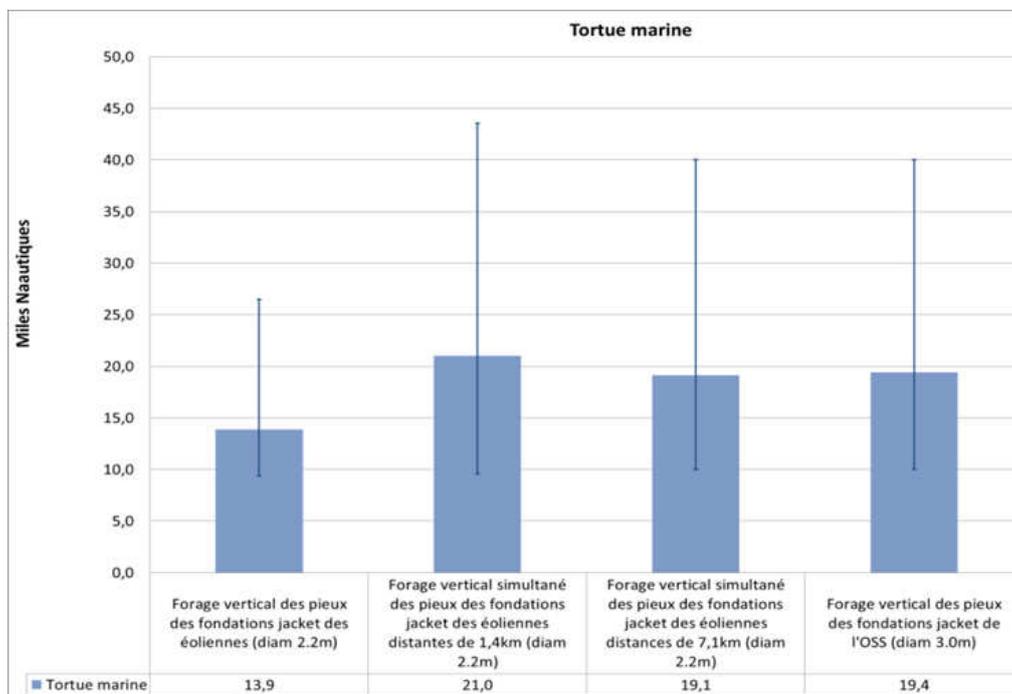
Modélisations des niveaux de bruits induits et distances des zones acoustiques

Les modélisations (Quiet-Oceans, 2016) indiquent que :

- ▶ Pour le forage vertical d'une seule fondation d'éolienne, le bruit induit sera perceptible sur une distance médiane de 13,9 milles nautiques (maximum : 26 milles nautiques) ce qui correspond à une surface d'audibilité de l'ordre de 2 280 km² ;
- ▶ Pour le forage vertical simultané de deux fondations d'éoliennes, le bruit induit sera perceptible sur une distance médiane de 21 milles nautiques (maximum : 44) ce qui correspond à une surface d'audibilité de l'ordre de 4 840 à 6 100 km² selon l'éloignement des ateliers ;
- ▶ Pour les fondations du poste électrique en mer, le bruit induit sera perceptible sur une distance médiane de 19,4 milles nautiques (maximum : 40) ce qui correspond à une surface d'audibilité de l'ordre de 4 850 km².

Les étendues des zones d'audibilité sont plus importantes que pour les mammifères marins (1,5 à 2 fois supérieures selon les groupes d'espèces). La figure 45 présente, pour illustration, les distances de perception (empreintes sonores) des différents ateliers de construction par les tortues marines.

Figure 45 : Distances médianes (milles nautiques) des empreintes sonores pour les tortues marines



Source : Quiet-Oceans (2016)

Remarque : les barres indiquent les distances minimales et maximales des empreintes acoustiques d'après les modélisations

La zone d'audibilité ne constitue pas directement un élément problématique pour les tortues marines en l'absence de dépassement des seuils de gêne comportementale ou de dommage physiologique. Les bruits émis sont toutefois susceptibles d'accroître le fond sonore ambiant, pouvant contribuer à des phénomènes de masquage.

Le tableau 30 reprend les éléments permettant d'évaluer la sensibilité acoustique des tortues marines sur la base des modélisations des zones acoustiques (niveaux de bruits prédits à 1 m, à 750 m et zones des empreintes sonores pour chaque espèce). Les niveaux de sensibilité retenus dans le cadre de cette étude sont déterminés au regard des critères présentés dans le tableau suivant. Les résultats des modélisations (Quiet-Oceans, 2016) indiquent que le risque de perturbation comportementale est négligeable, le dépassement du seuil étant envisagé sur quelques mètres autour des points de forage.

Remarque - Le trafic induit par les opérations de construction n'est pas intégré dans ce tableau, le caractère mobile des trois navires empêchant les modélisations des empreintes sonores. Les niveaux de bruit produits par les navires seront cependant similaires à ceux émis par les navires commerciaux fréquentant le secteur (zones d'audibilité pressenties comme limitées dans l'espace et dans le temps).

Tableau 30 : Niveaux de sensibilité aux impacts acoustiques de la phase construction pour les tortues marines en fonction des ateliers considérés

Cible	Informations (niveaux de bruit - Zones acoustiques)	Forage d'un pieu jacket de 2,2 m	Forage de deux pieux jacket de 2,2 m (proches)	Forage de deux pieux jacket de 2,2 m (éloignés)	Forage d'un pieu jacket de 3 m
Bruits produits	Niveaux de bruit introduits dans le milieu	177 dB réf. 1µPa²s @1m	2 sources de 177 dB réf. 1µPa²s @1m	2 sources de 177 dB réf. 1µPa²s @1m	180 dB réf. 1µPa²s @1m
	Niveaux de bruit large bande prédits à 750m des ateliers (médiane en dB réf. 1µPa²s)	130,1	133,0	130,6	133,2
Tortues marines (distances médianes des zones acoustiques et sensibilité)	Audibilité	13,9	21	19,1	19,4
	Perturbation	0	0	0	0
	Dommage	0	0	0	0
	Niveau de sensibilité retenu	Faible	Faible	Faible	Faible

Remarque : les distances médianes sont exprimées en mille nautique

Source : Biotope, 2016 d'après distances médianes extraites de Quiet-Oceans (2016)

Tableau 31 : Niveaux d'impact acoustique en phase de construction pour les tortues marines – Analyse intégrant le forage de pieux de fondations jacket et le trafic induit

Espèce ou groupe d'espèces	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet)	Impact
Tortue luth	Moyen	Faible	Faible – L'espèce est présente de façon occasionnelle à assez régulière, en faibles effectifs (transit). Les zones d'audibilité sont relativement limitées (13 à 21 milles nautiques selon les opérations). Aucune perturbation comportementale n'est prévisible.	Faible
Tortue caouanne	Moyen	Faible	Faible – L'espèce est présente de façon occasionnelle à assez régulière, en faibles effectifs (transit). Les zones d'audibilité sont réduites. Aucune perturbation comportementale n'est prévisible.	Faible
Tortue de Kemp	Moyen	Faible	Négligeable – L'espèce est présente de façon occasionnelle à exceptionnelle.	N. Ev.
Tortue verte	Faible	Faible	Négligeable – L'espèce est présente de façon exceptionnelle.	N. Ev.

Source : Biotope, 2016

Tortues marines – Phase de construction

Les effets acoustiques sont considérés comme faibles, quel que soit le scénario de construction envisagé (forage simple ou forages simultanés), pour les deux espèces les plus fréquentes dans le golfe de Gascogne (Tortue luth et Tortue caouanne). L'effet étant considéré négligeable pour la Tortue verte et la Tortue de Kemp, l'impact n'est pas évalué.

Modification de l'ambiance sonore sous-marine

Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet	Impact
Tortues marines	Faible à moyen	Faible	Négligeable à faible	Faible au maximum
			Direct	

Autres grands pélagiques

La sensibilité acoustique des requins et du Poisson-lune (poissons dénués de vessie natatoire) est globalement plus faible que la majorité des autres espèces de vertébrés marins : gamme de fréquence plus faible (moins de 1 kHz), seuils de perturbations comportementales et de dommages physiologiques assez élevés.

Les modélisations (Quiet-Oceans, 2016) indiquent que :

- Pour le forage vertical d'une seule fondation d'éolienne, le bruit induit sera perceptible sur une distance médiane de 13,5 milles nautiques (maximum : 25 milles nautiques) ce qui correspond à une surface d'audibilité de l'ordre de 2 150 km² ;
- Pour le forage vertical simultané de deux fondations d'éoliennes, le bruit induit sera perceptible sur une distance médiane de 20,3 milles nautiques (maximum : 43) ce qui correspond à une surface d'audibilité de l'ordre de 4 540 à 5 630 km² selon l'éloignement des ateliers ;
- Pour les fondations du poste électrique en mer, le bruit induit sera perceptible sur une distance médiane de 18,8 milles nautiques (maximum : 40) ce qui correspond à une surface d'audibilité de l'ordre de 4 540 km².

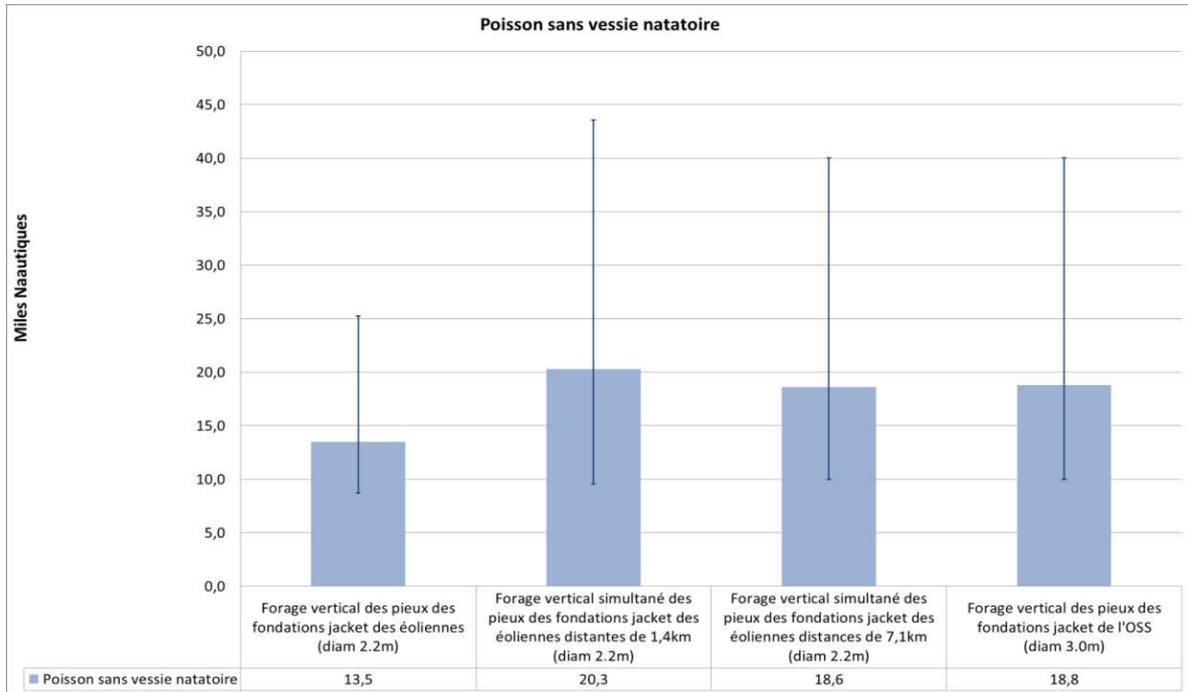
3. Analyse des effets et des impacts du projet sur l'environnement et sur la santé

3.3 Impacts sur le milieu naturel

3.3.1 En phase de construction et de démantèlement



Figure 46 : Distances médianes (milles nautiques) des empreintes sonores pour les poissons sans vessie natatoire



Source : Quiet-Oceans (2016)

Remarque : les barres indiquent les distances minimales et maximales des empreintes acoustiques d'après les modélisations

Les risques de perturbation comportementale ne peuvent pas être évalués (seuil non connu). Les résultats des modélisations (Quiet-Oceans, 2016) indiquent que les seuils de dommage temporaire ou permanent ne sont pas atteints pour les opérations envisagées.

Tableau 32 : Niveaux de sensibilité aux impacts acoustiques de la phase construction pour les poissons sans vessie natatoire en fonction des ateliers considérés

Cible	Informations (niveaux de bruit - Zones acoustiques)	Forage d'un pieu jacket de 2,2 m	Forage de deux pieux jacket de 2,2 m (proches)	Forage de deux pieux jacket de 2,2 m (éloignés)	Forage d'un pieu jacket de 3 m
Bruits produits	Niveaux de bruit introduits dans le milieu	177 dB réf. 1µPa²s @1m	2 sources de 177 dB réf. 1µPa²s @1m	2 sources de 177 dB réf. 1µPa²s @1m	180 dB réf. 1µPa²s @1m
	Niveaux de bruit large bande prédits à 750m des ateliers (médiane en dB ref 1µPa²s)	130,1	133,0	130,6	133,2
Requins et Poisson-lune (distances médianes des zones acoustiques et sensibilité)	Audibilité	13,5	20,3	18,6	18,8
	Perturbation	NC	NC	NC	NC
	Dommage	0	0	0	0
	Niveau de sensibilité retenu	Faible	Faible	Faible	Faible

N.C : Non connu à ce jour ; les distances médianes sont exprimées en mille nautique

Source : Biotope, 2016 d'après distances médianes extraites de Quiet-Oceans (2016)

Tableau 33 : Niveaux d'impact acoustique en phase de construction pour les requins et le Poisson-lune – Analyse intégrant le forage de pieux de fondations jacket et le trafic induit

Espèce ou groupe d'espèces	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet	Impact
Requin pèlerin	Moyen	Moyenne	Négligeable à Faible L'espèce est présente de façon occasionnelle, en faibles effectifs (transit). Les zones d'audibilité sont relativement importantes mais aucun impact physiologique n'est attendu.	Faible au maximum
Requin peau-bleue	Moyen	Faible	Négligeable à Faible – L'espèce est présente de façon assez régulière en période estivale, notamment au large. Les zones d'audibilité sont relativement importantes mais aucun impact physiologique n'est attendu.	Faible au maximum
Poisson-lune	Moyen	Moyenne	Faible L'espèce est présente de façon régulière. Les zones d'audibilité sont relativement importantes mais aucun impact physiologique n'est attendu.	Faible

Source : Biotope, 2016

Requins et Poisson-lune – Phase de construction

Les impacts acoustiques sont considérés comme faibles, quel que soit le scénario de construction envisagé (forage simple ou forages simultanés), pour le Poisson-lune, espèce très présente localement.

Les impacts sont jugés faibles au maximum pour les deux espèces de requins considérées.

Modification de l'ambiance sonore sous-marine

Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact
Autres grands pélagiques	Moyen	Faible à moyenne	Négligeable à faible		Faible au maximum
			Direct	Temporaire	

IMPACTS PAR COLLISION

Tortues marines

Les impacts par collision avec les navires de chantier sont possibles lors des travaux, étant donné les caractéristiques de nage des tortues marines (nage lente en surface, faible réactivité des animaux). Les risques d'occurrence sont réduits pour la majorité des espèces (fréquentation occasionnelle de la zone par les tortues marines et augmentation de trafic limitée). Seule la Tortue luth présente une sensibilité *a priori* plus marquée mais faible, aux risques de collision.

Tableau 34 : Niveaux d'impact par collision en phase de construction pour les tortues marines

Espèce ou groupe d'espèces	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet	Impact
Tortue luth	Moyen	Moyenne- Espèce de grande taille, peu mobile, nageant en surface	Négligeable à faible – L'espèce est présente de façon occasionnelle à assez régulière, en faibles effectifs (transit).	Faible au maximum
Tortue caouanne	Moyen	Faible	Négligeable à faible – L'espèce est présente de façon occasionnelle à assez régulière, en faibles effectifs (transit).	Faible au maximum
Tortue de Kemp	Moyen	Faible	Négligeable – L'espèce est présente de façon occasionnelle à exceptionnelle.	N. Ev.
Tortue verte	Faible	Faible	Négligeable – L'espèce est présente de façon exceptionnelle.	N. Ev.

Source : Biotope, 2016

Tortues marines – Phase de construction

Le niveau d'impact par collision lors de la phase de construction est évalué comme faible pour la Tortue luth. Il est faible au maximum pour la Tortue caouanne. L'effet étant considéré négligeable pour les Tortues verte et de Kemp, l'impact n'est pas évalué.

Des collisions de spécimens de Tortue luth avec des navires de chantier ne peuvent être exclus au regard du temps passé en surface par ces animaux et leur faible mobilité. De telles collisions restent cependant hypothétiques au regard de l'augmentation de trafic relativement limitée.

Risque de collision

Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact
Tortues marines	Faible à Moyen	Faible à moyen	Négligeable à faible		Faible au maximum
			Direct	Temporaire	

Autres grands pélagiques

Les impacts par collision avec les navires de chantier sont possibles lors des travaux, étant donné les caractéristiques de nage du Requin pèlerin et du Poisson-lune (nage lente en surface, faible réactivité des animaux). Les impacts de surmortalité liée à des collisions avec les navires de construction et, plus encore, avec les structures du parc éolien (fondations des éoliennes) sont toutefois jugés très faibles, malgré une augmentation relative du trafic. En effet, les risques d'occurrence sont réduits en raison de la présence occasionnelle du Requin pèlerin et du caractère océanique du Requin peau-bleue. Le poisson-lune est l'espèce la plus concernée.

Le tableau 35 présente les impacts par collision en phase de construction. La zone d'effet est restreinte à l'aire d'étude immédiate. L'impact est considéré à court terme.

Tableau 35 : Niveaux d'impact par collision en phase de construction pour les requins et le Poisson-lune

Espèce ou groupe d'espèces	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet	Impact
Requin pèlerin	Moyen	Moyenne	Négligeable à Faible L'espèce est présente de façon occasionnelle, en faibles effectifs (transit).	Faible au maximum
Requin peau-bleue	Moyen	Faible	Négligeable L'espèce est présente de façon assez régulière en période estivale, notamment au large. Très mobile.	N. Ev.
Poisson-lune	Moyen	Moyenne	Négligeable à Faible L'espèce est présente de façon régulière. Nage en surface et faible mobilité la rendant sujette aux risques de collision.	Faible au maximum

Source : Biotope, 2016

Requins et Poisson-lune – Phase de construction

Les évaluations d'impact, menées selon un principe de précaution, amènent à envisager un impact par collision faible pour le Requin pèlerin et le Poisson-lune. L'effet étant évalué à négligeable pour le Requin peau-bleue, l'impact n'est pas évalué. Des collisions de spécimens de Requin pèlerin et de Poisson-lune avec des navires de chantier ne peuvent être exclus au regard du temps passé en surface par ces animaux et leur faible mobilité. De telles collisions restent cependant hypothétiques, notamment pour le Requin pèlerin, au regard de la faible présence relative de ces espèces et d'une augmentation de trafic relativement limitée.

Risque de collision

Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact
Autres grands pélagiques	Moyen	Faible à moyenne	Négligeable à faible		Faible au maximum
			Direct	Temporaire	

IMPACTS DE LA TURBIDITE ET DES POLLUTIONS

Tortues marines

Les produits extraits lors des opérations de forage seront déposés sur le fond marin au pied des fondations. Les modélisations des panaches turbides (BRLi, 2016) indiquent des augmentations de turbidité très ponctuelles dans le temps (quelques heures au maximum) et dans l'espace. Au regard de ces caractéristiques, les augmentations de turbidité par mise en suspension des produits de forage ne sont pas susceptibles d'affecter les tortues marines, dont l'utilisation de la zone du parc éolien est par ailleurs occasionnelle, en transit.

Les impacts par pollution accidentelle dépendent d'une multitude de facteurs difficilement envisageables (période de l'année, type de pollution, espèces et effectifs en présence, etc.). Des mesures de prévention des pollutions et des procédures d'urgence en cas de pollution sont prévues dans le cadre du projet.

Tableau 36 : Niveaux d'impact par augmentation de turbidité en phase de construction pour les tortues marines

Espèce ou groupe d'espèces	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet	Impact
Tortue luth	Moyen	Faible	Négligeable	N. Ev.
Tortue caouanne	Moyen	Faible		
Tortue de Kemp	Moyen	Faible		
Tortue verte	Faible	Faible		

Source : Biotope, 2016

Tortues marines – Phase de construction

Le niveau d'impact par augmentation de turbidité en phase de construction est jugé négligeable pour toutes les espèces de tortues marines.

Le niveau d'impact par pollution accidentelle n'est pas évalué (risques hypothétiques). Des mesures de gestion de ces risques sont prévues dans le cadre des travaux.

Contamination par des substances polluantes (pollution accidentelle) et mise en suspension de sédiments et augmentation de la turbidité

Composante	Enjeu	Caractérisation de l'effet	Impact
Tortues marines	Faible à Moyen	Négligeable	N. Ev.

Autres grands pélagiques

Les produits extraits lors des opérations de forage seront déposés au pied des fondations. Les modélisations des panaches turbide montrent que ceux-ci seront très localisés et de très courte durée. L'augmentation de turbidité, très temporaire et localisée, n'est pas susceptible d'affecter les espèces considérées.

Les impacts par pollution accidentelle dépendent d'une multitude de facteurs difficilement envisageables (période de l'année, type de pollution, espèces et effectifs en présence, etc.). Des mesures de prévention des pollutions et de des procédures d'urgence en cas de pollution importante sont prévues dans le cadre du projet.

Requins et Poisson-lune – Phase de construction

Le niveau d'effet par augmentation de turbidité en phase de construction est jugé négligeable pour toutes les espèces considérées. L'impact associé n'est donc pas évalué.

Le niveau d'effet par pollution accidentelle n'est pas évalué (risques hypothétiques). Des mesures de gestion de ces risques sont prévues dans le cadre des travaux.

Contamination par des substances polluantes (pollution accidentelle) et Msie en suspension de sédiments et augmentation de la turbidité

Composante	Enjeu	Caractérisation de l'effet	Impact
Autres grands pélagiques	Moyen	Négligeable	N. Ev.

3.3.1.4.3 Evaluation des impacts en phase de démantèlement

Les impacts de la phase de démantèlement n'ont pas été quantifiés dans l'étude acoustique pour les raisons suivantes (Quiet-Oceans, 2016) : les bruits générés par les dispositifs de démantèlement sous-marins sont très mal connus à ce jour, la dépose intervenant dans plusieurs dizaines d'années, les équipements disponibles à cette échéance sont encore inconnus. Le scénario envisagé repose sur du cisaillement des structures métalliques. Aucun retour d'expérience sur le bruit de ces opérations n'est disponible à ce jour. L'impact environnemental des opérations de démantèlement devra être étudié à la fin de l'exploitation en tenant compte de la réglementation en vigueur à ce moment. Par principe de précaution, des niveaux d'impact acoustique similaire à ceux de la phase de construction ont été envisagés.

Concernant les autres impacts prévisibles, activités maritimes liées aux opérations de démantèlement engendreront des perturbations sonores accrues et des risques de collision avec les navires.

Dans une approche conservatoire (et très probablement surestimée), les niveaux d'impacts pour les opérations de démantèlement sont évalués comme similaires à ceux de la phase de construction.

Tortues marines – Phase de démantèlement

Les effets en phase de démantèlement (tous aspects confondus) sont considérés comme faibles pour les deux espèces qui fréquentent régulièrement le golfe de Gascogne, la Tortue luth et la Tortue caouanne.

Les effets sont jugés négligeables pour la Tortue de Kemp et la Tortue verte. L'impact associé n'est donc pas évalué pour ces deux espèces.

Modification de l'ambiance sonore sous-marine, risques de collision et autres impacts

Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact
Tortues marines	Moyen	Faible à moyenne	Négligeable à faible		Faible au maximum
			Direct	Temporaire	

Requins et Poisson-lune – Phase de démantèlement

Les effets en phase de démantèlement (tous aspects confondus) sont considérés comme faibles pour le Poisson-lune et le Requin pèlerin et comme négligeables à faibles pour le Requin peau-bleue.

Modification de l'ambiance sonore sous-marine, risques de collision et autres impacts

Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact
Autres grands pélagiques	Moyen	Faible à moyenne	Négligeable à faible		Faible au maximum
			Direct	Temporaire	

3.3.1.5 Avifaune

3.3.1.5.1 Présentation générale des effets

PRESENTATION GENERALE DES EFFETS DES PARCS EOLIENS EN MER SUR L'AVIFAUNE

De nombreuses sources sont disponibles dans la bibliographie et permettent de ressortir quatre principaux effets de la construction puis de l'exploitation des parcs éoliens en mer sur l'avifaune. Afin de fournir une vision globale de cette thématique, l'ensemble de ces effets est présenté ici, même si certains concernent principalement la phase d'exploitation (voir notamment Dierschke *et al.*, 2006 ; Petersen *et al.*, 2006 ; Fox *et al.*, 2006 ; Band, 2012 ; Langston, 2013 ; Schuster *et al.*, 2014 ; Wade, 2015) :

- ▶ **Effet « collision »**. Il s'agit de l'effet direct du mouvement des pales sur des individus, par mortalité. Cet effet concerne principalement la phase d'exploitation (fonctionnement des éoliennes).
- ▶ **Effet « modification de trajectoire »**. Il s'agit de l'influence, variable selon les espèces, de la présence du parc éolien sur la répartition des oiseaux en mer, pour le stationnement, les activités d'alimentation, etc. Cet effet concerne à la fois les phases de construction, d'exploitation et de démantèlement mais est maximal en phase d'exploitation (ensemble des éoliennes et infrastructures du parc). Outre la réaction même à la présence des éoliennes et structures en mer, l'effet déplacement est directement associé aux perturbations sonores et visuelles en phase de travaux.
- ▶ **Effet « habitat »**. Il s'agit de l'influence de la construction et de la présence du parc éolien sur les ressources alimentaires et leur accessibilité. En pratique, il est souvent délicat de distinguer l'effet « habitat » et l'effet « déplacement », tant les notions d'évitement / répulsion ou bien, au contraire, d'attraction peuvent influencer l'utilisation d'un secteur donné : la perte ou, au contraire, le gain de nouvelles zones d'activité (notamment reposoirs et zone d'alimentation) sont très dépendants de la réaction des oiseaux à la présence des éoliennes. Cet effet concerne principalement la phase d'exploitation mais également, dans une moindre mesure, les phases de construction et de démantèlement.
- ▶ **Effet « barrière »**. Il s'agit de l'influence de la présence du parc sur les oiseaux en vol, en migration ou lors de déplacements locaux. Cet effet concerne principalement la phase d'exploitation et dans une moindre mesure, les phases de construction et de démantèlement.

Plusieurs autres effets, plus secondaires dans le cadre du projet éolien étudié, sont possibles. Ils recourent souvent des effets « déplacement » et « habitats » : perturbations sonores ou visuelles lors des travaux, perturbations lumineuses (attraction ou répulsion), mise en suspension de sédiments lors des travaux, pollutions accidentelles lors des travaux.

Le Tableau 37 présente de façon synthétique les principaux effets recensés des parcs éoliens en mer sur l'avifaune (Dierschke *et al.*, 2006 ; Petersen *et al.*, 2006 ; Fox *et al.*, 2006 ; Band, 2012 ; Langston, 2013 ; Schuster *et al.*, 2014 ; Wade, 2015).

Tableau 37 : Principaux effets des parcs éoliens en mer sur l'avifaune

Nom de l'effet	Caractéristiques	Période de vie du projet		
		Construction	Exploitation / maintenance	Démantèlement
Principaux effets documentés				
Modification de trajectoire liée aux infrastructures	Direct / Permanent	(x)	X	(x)
Collision (mortalité)	Direct / Permanent	(x)	X	(x)
Modification / perte d'habitats	Direct / Permanent	X	X	(x)
Effet barrière (perturbation des oiseaux en vol)	Direct / Permanent	(x)	X	(x)
Autres effets (généralement associés aux précédents)				
Perturbations par les activités maritimes	Direct / Temporaire	X	(x)	X
Perturbations sonores	Direct / Temporaire	X	(x)	X
Perturbation lumineuse	Direct / Permanent	X	(x)	X

Légende : X = effets principaux / (x) = effet possible mais généralement d'importance secondaire

Source : Biotope, 2016

EFFETS PRIS EN CONSIDERATION DANS CETTE ETUDE ET PHASES CONCERNEES

Comme précédemment détaillé, quatre principaux effets sont documentés (déplacement, modification d'habitats, collision et barrière) ; ils peuvent être perçus (de façon plus ou moins marquée) lors des trois phases du parc éolien (phases de construction, d'exploitation et de démantèlement).

L'effet « Collision » est considéré comme ressenti presque exclusivement en phase d'exploitation. Il n'est pas traité spécifiquement pour les phases de construction et de démantèlement (bien que des cas de collision accidentelles ne peuvent être exclus avec des navires ou les fondations et éoliennes).

L'effet « Barrière » est considéré comme ressenti progressivement au fur et à mesure de la construction du parc éolien. Cet effet est maximal en phase d'exploitation. Il est analysé, dans cette étude, uniquement en période d'exploitation (cas le plus défavorable).

Dans le cadre de la présente étude, les effets « modification de trajectoire » et « modification d'habitats » sont traités conjointement dans cette étude. Ils sont détaillés :

- ▶ Pour la phase d'exploitation (la présence et le fonctionnement du parc éolien constituent les éléments provoquant ces effets) ;
- ▶ Pour les phases de construction et de démantèlement. Les perturbations sonores et visuelles induites par les travaux sont alors les principaux facteurs engendrant des réactions de déplacement et perte d'habitats. La mise en place progressive des fondations et des éoliennes (lors de la phase de construction) engendre une perception croissante des effets déplacement et habitats jusqu'à la fin de la phase de construction.

3.3.1.5.2 Sensibilité aux effets

Dans le cadre de l'étude, la sensibilité générale des oiseaux aux effets constitue l'un des critères d'évaluation des niveaux d'impact. La détermination des niveaux de sensibilité aux quatre principaux effets étudiés (« Déplacement en phase travaux », « Collision », « Déplacement / modification d'habitats » et « Barrière / perturbations en vol ») s'appuie sur des données bibliographiques compilées ou fournies dans plusieurs références dont voici les principales (Biotope, 2016) :

- ▶ Références principales : Humphreys *et al.* (2015) ; Wade (2015) ; Bradbury *et al.* (2014) ; Furness *et al.*, (2013)
- ▶ Autres références importantes utilisées : Bunsch & Garthe (2016) ; Cook *et al.* (2014) ; Johnston *et al.* (2014) ; Searle *et al.* (2014) ; Furness (2013) ; Langston (2013) ; Walls *et al.* (2013) ; Vanermen *et al.* (2013) ; Driessen (2013) ; Hartmann *et al.* (2012) ; Cook *et al.* (2012) ; Percival (2012) ; Leopold *et al.* (2011) ; Krijgsveld *et al.* (2011) ; Langston (2010) ; Percival (2010) ; Paton *et al.*, (2010) ; Petersen & Fox (2007) ; Perterson *et al.* (2006) ; Garthe & Hüppop (2004).

Les nombreux retours d'expérience récents sur les effets des parcs éoliens en mer sur les oiseaux permettent de disposer d'une base de connaissance conséquente, qui concerne la majorité des espèces d'oiseaux observées dans le golfe de Gascogne.

Les niveaux de sensibilité ont été déterminés pour chaque espèce, selon les effets définis précédemment et sont directement intégrés dans les tableaux d'évaluation des impacts.

Les **procellariiformes** (puffins, Fulmar boréal et océanites) ont une sensibilité très faible à la collision (principalement en raison de leur très faible altitude de vol (Johnston *et al.*, 2014 ; Cook *et al.*, 2012 ; Moray Offshore Renewables Ltd, 2012 ; Driessen, 2013). Leur grande agilité (grande aptitude à utiliser les courants d'airs marins, envergure importante pour une masse faible) contribue à leur très faible sensibilité au risque de collision. Ils sont également très flexibles dans leur habitat d'alimentation ce qui leur confère une sensibilité faible à la perte d'habitat en général. Le Puffin des Baléares présente une situation particulière en période d'estivage puisqu'il s'agit d'une période de mue, lors de laquelle les oiseaux perdent leur agilité en vol et sont plus sensibles aux perturbations. Les puffins et océanites pourraient être attirés par les lumières en mer, notamment continues (Wade, 2015). Il s'agit d'espèces peu sensibles à l'effet déplacement en phase travaux (sensibilité jugée faible, en raison des perturbations lumineuses principalement). Pour ces espèces très mobiles et migratrices, la sensibilité à l'effet barrière est considérée moyenne.

Le **Fou de Bassan** est une espèce dont la sensibilité à la collision fait l'objet d'évaluations parfois contradictoires. En effet, Langston (2010) classe le Fou de Bassan parmi les espèces à risque modéré de collision. Pour Furness *et al.* (2013), cette même espèce fait partie des cinq espèces qui présentent un risque de collision le plus élevé et Bradbury *et al.* (2014) estiment que le risque de collision est élevé pour le Fou de Bassan. Cependant, dans une thèse récente, basée sur de nombreux retours d'expérience et la prise en compte des phénomènes d'évitement en vol (micro-évitement et macro-évitement), Wade (2015) donnant au Fou de Bassan une note de vulnérabilité correspondant à un risque faible. En effet, si le Fou de Bassan présente des caractéristiques de vol (hauteur, pourcentage de temps passé en vol, vols nocturnes, agilité) pouvant être qualifiées de « à risque » pour la collision, la tendance de l'espèce à éviter de s'approcher des parcs éoliens réduit d'autant les risques de collision. Une sensibilité moyenne à forte à la collision a cependant été retenue dans le cadre de cette étude. Le Fou de Bassan est considéré comme modérément sensible à la perte d'habitat (retours d'expérience variables sur ce point) et faiblement sensible aux dérangements par les bateaux et hélicoptères (Wade, 2015 ; Bradbury *et al.*, 2014 ; Furness *et al.*, 2013). La sensibilité de cette espèce à l'effet barrière est considérée moyenne à forte (en lien avec l'évitement des parcs éoliens).

Les **labbes** sont considérés comme modérément sensibles à la collision. Bien que particulièrement agiles, ces espèces volent parfois à des hauteurs à risque notamment le Grand Labbe (Johnston *et al.*, 2014 ; Cook *et al.*, 2012 ; Genesis, 2012 ; RSK Environmental Ltd, 2012), plus particulièrement concerné. Ce groupe est faiblement sensible à la perte d'habitat, puisque ces espèces parasitent d'autres espèces pêcheuses (laridés, sternes...) et ne sont donc qu'indirectement liées à des habitats marins particuliers (associées à la répartition des laridés et sternes). Les labbes sont considérés comme peu sensibles à l'effet barrière.

Les **mouettes** sont considérées comme modérément sensibles à la collision. Cependant, cette évaluation globale masque d'importantes disparités dans l'évaluation du risque de collision issue des différentes publications scientifiques traitant du sujet. Ainsi, Langston (2010) estime que la Mouette tridactyle et la Mouette mélanocéphale présentent un risque modéré tandis que la Mouette pygmée et la Mouette rieuse présentent un risque faible. Pour Furness *et al.* (2013) et Bradbury *et al.* (2014), la Mouette tridactyle et la Mouette mélanocéphale présentent un risque de collision fort et la Mouette pygmée un risque globalement modéré. Enfin, Wade (2015) estime que le risque de collision est très faible pour la Mouette pygmée et faible pour la Mouette tridactyle. Un niveau de sensibilité moyenne à la collision est retenu dans le cadre de cette étude. Un consensus se dégage en revanche pour estimer que ces espèces présentent une sensibilité faible au déplacement et à la perte d'habitat. Ce groupe d'espèces relativement agiles passe la majorité du temps en vol, à des hauteurs de quelques mètres à quelques dizaines de mètres et exploite souvent les ressources liées aux bateaux de pêche (notamment la Mouette tridactyle). La sensibilité de ces espèces à l'effet barrière est considérée faible.

Les **goélands pélagiques** sont considérés comme fortement sensibles à la collision. Il s'agit d'un groupe d'espèces régulièrement observées à des hauteurs de vol élevées, de l'ordre de plusieurs dizaines à quelques centaines de mètres de hauteur (Mendel *et al.*, 2014 ; Driessen, 2013 ; Bergh *et al.*, 2002 ; Johnston *et al.*, 2014...). Combiné à une agilité limitée, à de nombreux vols nocturnes et à une grande proportion de temps passé en vol, ce groupe d'espèces est celui pour lequel la sensibilité à la collision est jugée la plus forte dans la bibliographie. La présence de ce groupe d'espèces en mer est principalement liée à l'activité de pêche ce qui induit une forte flexibilité et donc une très faible sensibilité à la perte d'habitat. La sensibilité de ces espèces à l'effet barrière est considérée faible en règle générale.

Les **alcidés** (Guillemot de Troïl, Pingouin torda) sont très faiblement concernés par des risques de collision, ces espèces volant majoritairement au ras de l'eau (Johnston *et al.*, 2014 ; Cook *et al.*, 2012 ; Vanermen *et al.*, 2013 ; Driessen, 2013). En revanche, ils peuvent être affectés par la modification de trajectoires en vol (effet barrière) mais surtout par les effets « déplacement » et « modification d'habitat », montrant parfois un évitement marqué des abords de certains parcs éoliens (Guillemot de Troïl et Pingouin torda notamment ; Walls *et al.*, 2013 ; Leopold *et al.*, 2011).

Les **sternes et guifettes** sont globalement considérées comme faiblement sensibles aux risques de collision. Malgré le fait qu'elles passent la majorité de leur temps en vol, les hauteurs de vol sont réduites (Vanermen *et al.*, 2013 ; Johnston *et al.*, 2014 ; Cook *et al.*, 2012 ; Paton *et al.*, 2010...) et le groupe présente une très forte agilité. La Sterne caugek et la Sterne caspienne sont cependant des espèces dont les altitudes moyennes de vol sont supérieures aux autres espèces de ce groupe (Johnston *et al.*, 2014 ; Cook *et al.*, 2012 ; Everaert et Stienne, 2007 ; Perrow *et al.*, 2011), leur sensibilité à la collision est donc moyenne. La sensibilité à la perte d'habitat est considérée comme faible, de même que la sensibilité à l'effet barrière notamment en raison de leurs réactions d'évitement réduites vis-à-vis des structures ou des bateaux et hélicoptères.

Les **plongeurs** présentent une sensibilité faible à la collision. En effet, ces espèces volent à des hauteurs généralement faibles en déplacement local (Johnston *et al.*, 2014 ; Walls *et al.*, 2013 ; Paton *et al.*, 2010) mais parfois relativement importantes en migration. Les plongeurs sont très peu agiles en vol. Cependant, ils passent assez peu de temps en vol, ne se déplacent pas de nuit et présentent un fort comportement d'évitement vis-à-vis des structures fixes (Petersen et Fox, 2007 ; Gill *et al.*, 2008 ; Walls *et al.*, 2013). Du fait de cette caractéristique, de leur sensibilité aux dérangements et de leur faible flexibilité en termes d'habitats, ils sont particulièrement concernés par la perte d'habitat d'où une sensibilité générale très forte à cet effet. La sensibilité de ces espèces à l'effet barrière est considérée moyenne.

Les **anatidés marins** (Eiders, Canards) présentent une sensibilité faible à la collision, notamment en raison de leur faible altitude de vol (Walls *et al.*, 2013 ; Johnston *et al.*, 2014 ; Paton *et al.*, 2010 ; Krüger et Garthe, 2001 ; Cook *et al.*, 2012) et de leur évitement marqué des abords des parcs éoliens (Krijgsveld *et al.*, 2011 ; Walls *et al.*, 2013 ; Christensen *et al.*, 2004). Ces réactions ainsi qu'une assez grande spécialisation dans l'habitat utilisé entraînent une sensibilité au déplacement et à la perte d'habitat moyenne à forte en fonction des espèces. La sensibilité de ces espèces à l'effet barrière est considérée moyenne.

Les **cormorans** sont modérément sensibles à la collision du fait principalement de leur hauteur de vol peu élevée en mer (Johnston *et al.*, 2014 ; Cook *et al.*, 2012 ; Vanermen *et al.*, 2013 ; Walls *et al.*, 2013) mais également de leur faible propension à voler de nuit ainsi que du peu de temps passé en vol. Ces espèces sont modérément sensibles à l'effet déplacement (principalement en lien avec les phénomènes d'attraction possibles des fondations, même à des distances de l'ordre de 10 km des côtes – Hartmann *et al.*, 2012 ; Leopold *et al.*, 2011). Les phénomènes d'attraction par effet reposoir sont susceptibles d'influencer les risques de collision. Les cormorans sont modérément sensibles à l'effet barrière.

Les **grèbes** sont peu concernés par les risques de collision. Leur hauteur de vol est toujours très réduite (Vanermen *et al.*, 2013 ; Cook *et al.*, 2012 ; Leopold *et al.*, 2004 ; Paton *et al.*, 2010). Le groupe est considéré fortement sensible à la perte d'habitat. On ne dispose pas de retours d'expérience précis concernant leur sensibilité à l'effet barrière, évaluée comme moyenne.

Les **limicoles** sont considérés comme faiblement sensibles au risque de collision. De nombreuses espèces de ce groupe migrent de nuit parfois à des hauteurs importantes. Il s'agit d'espèces très agiles qui sont, en milieu marin, uniquement observées en vol. Le groupe n'est pas concerné par la perte d'habitat puisque ces espèces ne stationnent pas en milieu marin. En revanche, pour ces espèces migratrices, l'effet barrière peut avoir des conséquences sur les transits migratoires. Aussi, bien que cet aspect soit peu documenté dans la littérature scientifique, ces espèces ont été évaluées comme modérément sensibles à l'effet barrière.

Le dernier cortège regroupe les **espèces terrestres** (groupe des rapaces, ardéidés, passereaux et autres occasionnels) qui ne sont pas concernées par la perte d'habitats en milieu marin (ces espèces n'y sont observées qu'en vol). Les passereaux migrateurs sont considérés comme modérément sensibles à la collision (hauteurs de vol parfois à risques, migration importante de nuit, peu agiles mais peu de temps passé en vol), les rapaces sont considérés comme fortement sensibles à la collision (hauteur de vol plus importantes, retours d'expérience sur les parcs terrestres, plus de temps passé en vol), les ardéidés faiblement sensibles à la collision en contexte marin. Concernant la modification de trajectoires (effet barrière), les suivis terrestres ont montré que ce sont les ardéidés qui sont les plus réactifs à la présence de parc éolien (réaction de contournement) d'où la sensibilité plus forte que pour les rapaces et les passereaux pour lesquels elle est considérée comme faible (hypothèse, de nombreuses incertitudes existent sur les comportements nocturnes).

Tous les groupes sont concernés par la modification de trajectoires. Seuls les groupes migrant de nuit sont concernés par des phénomènes de perturbations lumineuses de type attraction.

3.3.1.5.3 Impacts en phase de construction

EFFET BARRIERE OU MODIFICATION DES TRAJECTOIRES

Les effets en phase de construction sont principalement d'ordre physiologique et physique (dérangement) et sont associés aux perturbations visuelles (présence et mouvements de navires, de barges, construction des fondations, etc.) et sonores (bruit des travaux).

L'ensemble de ces perturbations est traité conjointement, étant donnée la complexité à isoler chaque paramètre (exercice présentant par ailleurs peu d'intérêt biologique).

Les perturbations lumineuses en phase de construction, notamment lors des travaux de nuit (susceptibles de perturber les comportements de certaines espèces), sont également prises en considération dans cette analyse globale.

De nombreuses espèces sont très sensibles aux activités anthropiques, notamment aux objets en mouvement. Des évaluations de la sensibilité aux déplacements de navires et d'hélicoptères de nombreuses espèces d'oiseaux marins ont été réalisées en Europe du Nord (Royaume-Uni, Pays-Bas et Allemagne notamment) (Garthe & Hüppop, 2004 ; Langston, 2010. Langston, 2013 ; Furness *et al.*, 2013 ; Bradbury *et al.*, 2014 ; Humphreys *et al.*, 2015 ; Wade, 2015).

L'effet « déplacement », en lien direct avec les perturbations visuelles, sonores et lumineuses est perceptible durant l'intégralité des travaux, marqués par des activités nautiques importantes (navires de transport, barges) ainsi que des opérations de préparation ou de construction (forage, levage, etc.).

Les espèces d'oiseaux rencontrées toute l'année peuvent donc subir des perturbations durant l'intégralité de la phase de construction.

Les espèces et familles les plus sensibles à cet effet sont cependant des espèces migratrices principalement présentes de manière saisonnière dans les aires d'étude immédiate et éloignée (périodes migratoires et hivernage notamment). Ces espèces ne sont susceptibles de subir ces effets que lors de leurs périodes de présence, variables selon les espèces.

Le tableau 38 présente, suite aux analyses et en l'état actuel des connaissances, les niveaux d'impact par déplacement en phase de construction pour chaque espèce étudiée. Cet impact est considéré comme temporaire durant la totalité de la phase de construction. La zone d'effet correspond à l'aire d'étude immédiate et sa proximité directe.

Tableau 38 : Evaluation des niveaux d'impact – Effet « Modification de trajectoire » en phase de construction

Espèce / groupe d'espèces	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet	Impact
Guillemot de Troïl	Fort	Moyenne	Faible à moyen – La zone du parc éolien est située au sein d'un vaste secteur fréquenté par des effectifs non négligeables d'alcidés entre octobre et avril. La zone du parc éolien se situe cependant en limite d'une vaste zone de forte concentration d'alcidés (principalement Guillemot de Troïl), qui s'étend vers le large, à l'ouest et au sud-ouest de l'île d'Yeu (jusqu'à 50km, sur des fonds de profondeurs 30 à 80m). Les effets de déplacement sont probables pendant les travaux mais concerneront une proportion limitée des populations hivernant localement.	Moyen
Pingouin torda	Moyen	Moyenne	Faible - La zone du parc éolien est fréquentée par des effectifs non négligeables d'alcidés entre octobre et avril, mais le Pingouin torda est largement minoritaire. Les effets de déplacement sont possibles pendant les travaux mais concerneront une proportion très limitée des populations hivernant localement (quelques dizaines à centaines d'oiseaux au maximum)..	Faible
Macareux moine	Moyen	Moyenne	Négligeable - La zone du parc éolien est fréquentée par des effectifs non négligeables d'alcidés entre octobre et avril, mais le Macareux moine a été très rarement observé (espèce très pélagique dans le golfe de Gascogne). A l'occasion de phénomènes météorologiques particuliers (tempêtes d'ouest), des macareux sont susceptibles de se rapprocher des côtes. Toutefois, de tels événements ne conduisent pas à des risques d'impacts particuliers (pas d'importance fonctionnelle particulière de la zone de projet). Les risques de perturbations sont anecdotiques pour cette espèce dans le cadre des travaux.	N. Ev.
Fou de Bassan	Moyen	Faible	Faible à Moyen - Nombreuses activités de l'espèce dans l'AEE, y compris pêche et repos. Pas d'identification de sites de pêche ou repos essentiel au sein de l'AEI. Probabilités réduites de perte / réduction d'utilisation de secteurs de fortes activités à l'échelle locale.	Faible
Océanite tempête	Fort	Faible	Faible – La zone du parc éolien ne constitue pas une zone de regroupement importante pour l'espèce (observée majoritairement au large). Des effectifs plus importants peuvent ponctuellement s'approcher des côtes lors des épisodes de tempête. Des phénomènes d'attraction par les lumières sont possibles (Wade, 2015).	Faible

Espèce / groupe d'espèces	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet	Impact
Puffin des Baléares	Fort	Faible	Faible - Présence régulière mais en effectifs globalement faibles en été et automne. Fréquentation importante de l'AEE en transit migratoire (estivage), les principales zones d'estivage et de regroupement connues localement sont situées au sud Vendée et dans le Mor Braz et sont distantes d'au moins 50 km. Des passages sont possibles par la zone de projet entre ces zones ou, plus largement, par les oiseaux en transit vers des zones d'estivage du nord de la Bretagne, de la Manche et de la Mer du Nord. Les expertises n'ont cependant pas permis l'observation de groupes d'oiseaux posés dans la zone du parc éolien ou ses abords, ce qui traduit a priori une faible activité de l'espèce dans cette zone. Cette espèce est sujette à l'effet déplacement et aux perturbations lors de la période de mue (oiseaux peu mobiles, plus sensibles). Des phénomènes d'attraction par les lumières sont possibles (Wade, 2015). Des perturbations de puffins sont possibles lors des trajets des navires entre le port d'attache et le parc éolien (stationnements d'oiseaux proches des îles).	Faible
Fulmar Boréal / Puffin des Anglais / Puffin cendré / Puffin fuligineux / Puffin majeur / Océanite culblanc	Faible à Moyen	Faible	Négligeable - Pas d'utilisation régulière de la zone du parc éolien en dehors de transit en vol d'individus isolés. Pas d'activité de pêche ni de stationnement observés. Espèces par ailleurs peu sensibles, même si des phénomènes d'attraction par les lumières sont possibles (Wade, 2015).	N. Ev.
Grand Labbe	Faible	Très faible	Faible - Activités régulières, en faibles effectifs, de l'espèce dans l'AEE et la zone du parc éolien, y compris alimentation et repos. Nombre de spécimens concernés limité.	Négligeable
Labbe parasite / Labbe pomarin	Faible à Moyen	Très faible	Négligeable - Pas d'utilisation régulière de la zone du parc éolien en dehors de transit en vol potentiel.	N. Ev.
Goéland argenté	Fort	Très faible	Faible - Présence relativement importante de ces espèces, dans l'AEE et modérément importante dans la zone du parc éolien. Zones de concentration en mer liées aux bateaux de pêche professionnelle (chalutiers), non actifs dans la zone du parc éolien. Observations de grands groupes en mer largement réparties dans l'AEE. Faible sensibilité de ces espèces à l'effet déplacement (pas de perte d'habitat préférentiel).	Faible
Goéland brun	Moyen	Très faible		Négligeable
Goéland marin	Moyen	Très faible		Négligeable
Goéland leucopnée / Goéland bourgmestre	Faible	Très faible	Négligeable - Pas d'utilisation régulière de la zone du parc éolien en dehors de transit en vol d'individus isolés. Pas d'activité de pêche observée. Espèces par ailleurs très peu sensibles.	N. Ev.

3. Analyse des effets et des impacts du projet sur l'environnement et sur la santé

3.3 Impacts sur le milieu naturel

3.3.1 En phase de construction et de démantèlement



Espèce / groupe d'espèces	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet	Impact
Mouette mélanocéphale	Moyen	Très faible	Faible - Espèce peu observée lors des expertises en mer. La zone du parc éolien ne constitue pas un secteur de concentration pour cette espèce, ni de stationnement.	Négligeable
Goéland cendré	Faible	Faible	Négligeable à Faible - Espèce relativement peu observée lors des expertises en mer. La zone du parc éolien ne constitue pas un secteur de concentration, ni de stationnement. Les effectifs présents localement sont jugés faibles. Les risques de perturbations sont très faibles.	Négligeable
Mouette rieuse	Faible	Très faible	Négligeable - Pas d'utilisation régulière de l'AEI par cette espèce très côtière.	N. Ev.
Mouette pygmée	Moyen	Faible	Faible à moyen - Espèce fréquentant l'AEE et la zone du parc éolien en période automnale et hivernale, ponctuellement en effectifs importants. La zone du parc éolien se situe cependant en limite d'une vaste zone de présence, qui s'étend vers le large, à l'ouest et au sud-ouest de l'île d'Yeu (jusqu'à 50 km, sur des fonds de profondeurs 30 à 80 m). Des effectifs plus importants peuvent ponctuellement s'approcher des côtes lors des épisodes de tempête. Les effets de perturbations temporaires lors des travaux sont possibles mais concerneront une proportion limitée des populations.	Faible
Mouette tridactyle	Fort	Faible	Faible - Espèce fréquentant l'AEE et la zone du parc éolien en période automnale et hivernale, ponctuellement en effectifs importants. L'AEI ne constitue pas un secteur de concentration pour cette espèce, dont la présence est notée très largement dans le golfe de Gascogne, principalement au large. Les risques de perturbation / déplacement sont très faibles.	Faible
Sterne caugek	Fort	Faible	Négligeable - Probabilités de perte d'habitats très réduites en lien avec l'absence d'utilisation régulière de la zone du parc éolien par ces espèces nicheuses côtières (pas de perte attendue d'une zone de pêche importante).	N. Ev.
Sterne pierregarin	Moyen	Faible		N. Ev.
Autres sternidés (Sterne hansel, Sterne caspienne, Sterne de Dougall, Sterne arctique, Sterne naine, Guifette noire, Guifette moustac)	Faible à Moyen	Faible	Négligeable - Passage migratoire uniquement. Pas d'utilisation de la zone du parc éolien pour des activités de pêche régulières.	N. Ev.
Plongeon arctique	Faible	Forte	Négligeable - Espèce non observée avec certitude lors des inventaires en mer. Présence probablement anecdotique à occasionnelle.	N. Ev.
Plongeon catmarin	Moyen	Forte	Négligeable à Faible - Espèces assez peu observées dans l'AEE et la zone du parc	Faible à Moyen

Espèce / groupe d'espèces	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet	Impact
Plongeon imbrin	Fort	Forte	éolien, hors épisodes ponctuels. La zone du parc éolien et ses abords ne semblent pas présenter d'intérêt particulier pour les plongeurs en repos et alimentation. Les perturbations potentielles seront très ponctuelles et temporaires. Des perturbations de plongeurs sont possibles lors des trajets des navires entre le port d'attache et le parc éolien (stationnements d'oiseaux proches des îles)	Moyen
Cormoran huppé	Moyen	Moyenne	Négligeable - Pas d'utilisation de la zone du parc éolien actuellement. Possibilité d'attraction du parc éolien de spécimens côtiers mais probabilité très faible en raison de l'importante distance à la côte. Impact sur les spécimens négligeable.	N. Ev.
Grand Cormoran	Faible	Moyenne		N. Ev.
Macreuse noire	Faible	Forte	Négligeable à faible - Pas d'utilisation régulière de la zone du parc éolien par cette espèce côtière. Transits avec stationnement ponctuel possibles.	Faible
Eider à duvet	Moyen	Forte	Négligeable - Pas d'utilisation régulière de l'AEI par cette espèce côtière.	N. Ev.
Bernache cravant	Moyen	Moyenne	Négligeable - Pas d'utilisation régulière de la zone du parc éolien par cette espèce côtière.	N. Ev.
Autres anatidés (Macreuse brune, Fuligule milouinan, Harelde boréale, Tadorne de Belon, Harle huppé)	Faible à Fort	Moyenne à Forte	Négligeable - Pas d'utilisation de la zone du parc éolien par ces espèces rares et/ou très côtières.	N. Ev.
Grèbe huppé / Grèbe esclavon	Faible à Moyen	Moyenne	Négligeable - Pas d'utilisation de la zone du parc éolien par ces espèces très côtières.	N. Ev.
Phalarope à bec large	Moyen	Très faible	Négligeable - Pas d'utilisation régulière de l'AEI en dehors de transit en vol potentiel.	N. Ev.
Barge à queue noire	Fort	Très faible	Négligeable à faible - Pas d'utilisation régulière de la zone du parc éolien par ces espèces. Présence uniquement possible lors de passages migratoires. Aucune perte d'habitats envisageable (pas de stationnement). Des perturbations ponctuelles des oiseaux en migration active sont possibles, notamment de nuit.	Négligeable à faible
Autres limicoles (Avocette élégante, Barge rousse, Bécasseau maubèche, Pluvier doré, Courlis corlieu, Tournepierre à collier, Huîtrier pie)	Faible à Moyen	Très faible		Négligeable
Héron cendré / Aigrette garzette / Faucon crécerelle / Etourneau sansonnet	Faible	Très faible	Négligeable - Espèces terrestres peu ou pas migratrices non susceptibles de fréquenter la zone du parc éolien.	N. Ev.
Passereaux (Martinet noir / Foulque macroule / Alouette des champs / Linotte mélodieuse / Hirondelle de fenêtre / Hirondelle rustique / Bergeronnette grise / Bergeronnette printanière / Pouillot véloce / Pipit farlouse)	Faible	Très faible à faible	Négligeable à faible - Fréquentation possible de la zone du parc éolien par ces espèces uniquement lors de passages migratoires. Aucune perte d'habitats envisageable (pas de stationnement). Des perturbations ponctuelles des oiseaux en migration active sont possibles, notamment de nuit.	Négligeable

Source : Biotope, 2016

Avifaune – Phase de construction

Au regard des niveaux de sensibilité connus pour les espèces étudiées ainsi que des effectifs et activités observés lors des expertises, trois espèces ressortent comme pouvant être affectées de façon notable par effet « Déplacement » en phase de construction : le Guillemot de Troïl (alcidé très présent localement en période hivernale, à enjeu fort et sensibilité moyenne) ainsi que les Plongeurs catmarin et imbrin (espèces à niveau d'enjeu élevé, très sensibles au dérangement mais présentes uniquement en période hivernale).

Effet barrière ou modification des trajectoires

Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact
Avifaune	Faible à fort	Très faible à forte	Négligeable à moyen		
			Direct	Temporaire	Moyen (Guillemot de Troïl Plongeurs catmarin et imbrin)

AUTRES IMPACTS EN PHASE DE CONSTRUCTION

Contamination par des substances polluantes (pollution accidentelle)

Des pollutions accidentelles sont possibles en phase de construction, notamment en lien avec des relargages inopinés d'hydrocarbures. Le cas échéant, plusieurs espèces pourraient être affectées (alcidés, plongeurs, laridés, Fou de Bassan notamment). Des mesures de prévention des pollutions et des procédures d'urgence en cas de pollution sont prévues dans le cadre des travaux.

Les impacts par pollution accidentelle dépendent d'une multitude de facteurs (période de l'année, type de pollution, espèces et effectifs en présence, etc.). Le niveau d'impact potentiel est également variable mais pourrait potentiellement être important notamment en période hivernale (présence d'alcidés). Les effets des pollutions sont hypothétiques et ne sont pas évalués ici.

Mise en suspension de sédiment et augmentation de la turbidité

La mise en suspension de sédiments peut engendrer une altération locale temporaire des conditions de vie des espèces benthiques, notamment les filtreurs, proies de plusieurs espèces d'oiseaux plongeurs (alcidés, plongeurs et Fou de Bassan notamment). Une augmentation importante de la turbidité pourrait entraîner des effets sur les oiseaux plongeurs en limitant la visibilité pour la recherche alimentaire notamment.

Des modélisations des panaches turbides produits lors du dépôt des cuttings ont été réalisées par BRLi dans le cadre du projet (paragraphe 3.2.1.5). Les résultats montrent une concentration importante au début du relargage pouvant atteindre 100 mg/l. Néanmoins suite à l'action des courants dominants, les concentrations vont rapidement diminuer pour atteindre le bruit de fond du site (moins de 6h après le relargage). Les panaches induits ont une emprise pouvant s'étendre sur une distance de l'ordre de 6 kilomètres.

L'étude spécifique des modifications sédimentaires (BRLi, 2016), conclut que l'impact lié aux travaux sur la turbidité du milieu sera faible et temporaire.

Sur la base de ces modélisations et analyses, aucun effet notable n'est prévisible sur les oiseaux marins en lien avec l'augmentation temporaire et localisée de la turbidité. Des gênes très limitées sont possibles pour des oiseaux plongeurs, s'ils sont présents au niveau des zones de relargage des débris de forage (visibilité altérée temporairement). Ces espèces étant cependant sensibles au dérangement, il est probable que les opérations de relargage entraînent plutôt un éloignement temporaire.

Risque de collision

Des collisions avec les navires et structures en construction (éoliennes, fondations) sont possibles lors des travaux, comme avec toute structure fixe ou mobile. Les risques de collision, et niveaux d'impacts associés, sont cependant jugés négligeables (accidentels) pour l'ensemble des espèces étudiées.

Modification de l'ambiance sonore sous-marine

Les perturbations sonores peuvent concerner les oiseaux en surface (en vol ou posés) ainsi que des oiseaux sous l'eau. Les bruits en surface concernent globalement tous les oiseaux localisés à proximité de la source du bruit. Il existe très peu d'études sur les effets potentiels des bruits sous-marins sur les oiseaux (notamment dans le cadre de travaux sous-marins), plus susceptibles de concerner des espèces d'oiseaux plongeurs (alcidés, Fou de Bassan, cormorans et plongeurs notamment).

Dans le cadre de cette étude, les perturbations sonores sont prises en compte dans l'évaluation des effets « déplacement » (oiseaux posés ou en alimentation) et « barrière » (oiseaux en vol). En effet, les niveaux de bruit envisagés en phase de construction et l'absence de bruits impulsifs puissants (bruits de forage uniquement) excluent tous risques d'impacts directs en raison de la puissance sonore. Les bruits des travaux peuvent contribuer, au même titre que la présence des navires, à des phénomènes d'évitement par certaines espèces sensibles.

Avifaune – Phase de construction

Les impacts par augmentation de turbidité en phase de construction sont jugés négligeables pour toutes les espèces d'oiseaux au regard des modélisations des panaches turbides (très localisés et temporaires).

Le niveau d'impact par pollution accidentelle n'est pas évalué (risques hypothétiques). Des mesures de gestion de ces risques sont prévues dans le cadre des travaux.

Les impacts par collision avec des navires sont jugés négligeables pour toutes les espèces et revêtiraient un caractère accidentel.

Autres Impacts

Composante	Enjeu	Caractérisation de l'effet	Impact
Avifaune	Faible à fort	Négligeable	N. Ev

3.3.1.5.4 Impacts en phase démantèlement

Les travaux en phase de démantèlement consisteront principalement à découper les pieux des fondations (à l'aide d'un ROV) et à retirer les fondations, les éoliennes, le mât de mesure et le poste électrique en mer pour les transporter à terre à l'aide de navires et barges.

Les activités maritimes liées aux opérations de démantèlement engendreront des perturbations sonores et visuelles, susceptibles de provoquer des phénomènes d'évitement / fuite d'oiseaux (réactions très variables selon les espèces).

Par principe de précaution, des niveaux d'impacts similaires à ceux de la phase de construction sont envisagés.

Avifaune – Phase de démantèlement

Dans une approche conservatoire, les niveaux d'impacts pour les opérations de démantèlement sont évalués comme similaires à ceux de la phase de construction notamment pour l'effet « déplacement » en phase travaux. En pratique, il est probable que les niveaux d'impact soient légèrement moindres que lors de la phase de construction (nombre plus réduit de navires et engins en mer, techniques moins bruyantes).

Tous types d'impacts confondus

Composante	Enjeu	Caractérisation de l'effet	Impact
Avifaune	Faible à fort	Négligeable	N, Ev

3.3.1.6 Chiroptères

3.3.1.6.1 Présentation des effets

Bien que l'analyse des effets des parcs éoliens sur les chiroptères soit nettement plus développé en milieu terrestre, plusieurs études s'attachent à décrire les effets des parcs éoliens sur les chiroptères en mer, en Europe (entre autres : Ahlèn *et al.*, 2007 ; Ahlèn *et al.*, 2009 ; Jonge Poerink *et al.*, 2013 ; Lagerveld *et al.*, 2014, 2015) mais également aux Etats-Unis (entre autres : Hatch *et al.*, 2013 ; Pelletier *et al.*, 2013 ; Sjollem *et al.*, 2014).

Les effets attendus des projets éoliens en mer peuvent être partiellement calqués sur les effets connus des parcs terrestres bien que certaines spécificités puissent être relevées (phénomènes de migration en mer, absence d'éléments du paysage terrestre, distance des côtes généralement élevée, etc.).

Les éoliennes en fonctionnement peuvent entraîner des mortalités de chiroptères par collision directe avec les pales ainsi que par barotraumatisme (forte dépression à proximité des pales en mouvement entraînant des dommages internes mortels) (Baerwald *et al.*, 2008 ; Cryan & Barclay, 2009 ; Arnett & Baerwald, 2013 ; Schuster *et al.*, 2015). Il s'agit, pour de nombreux auteurs, du principal effet à étudier pour les parcs éoliens en mer.

La perturbation lumineuse est l'un des effets prévisibles des parcs éoliens en mer sur l'activité chiroptérologique. L'éclairage artificiel lors des travaux (matériaux, navires, engins, etc.) pour assurer une sécurité maximale est notablement plus intense lors des périodes de travaux qu'en phase d'exploitation. L'éclairage des zones de travaux peut entraîner des modifications comportementales, soit en créant un comportement de fuite d'une zone normalement non éclairée (espèces lucifuges), soit en créant une attraction vers la zone éclairée (repères et recherche de proies). Des perturbations des trajectoires de vol de spécimens migrateurs sont donc possibles.

La construction d'un parc éolien en mer peut également modifier localement les caractéristiques d'habitats. Cet effet, très complexe à appréhender, intègre la perte, l'altération ou au contraire, la création de milieux attractifs pour les chiroptères en lien avec le projet. Si un projet concerne une zone de chasse fréquentée par les chiroptères (cas peu probable pour des parcs éoliens situés en pleine mer, loin du rivage), il est possible que la construction du parc éolien entraîne une altération de l'attractivité de la zone. A l'inverse, la construction de structures (mâts, fondations) peut favoriser la concentration d'invertébrés en mer et, donc, accroître localement l'intérêt trophique pour les chiroptères (Ahlén *et al.*, 2007, 2009 ; Krone *et al.*, 2015).

Les études en la matière montrent que les impacts durant la phase de démantèlement sont sensiblement les mêmes que lors de la phase de construction (Bergström *et al.* 2014).

Tableau 39 : Synthèse des principaux effets des parcs éoliens en mer sur les chiroptères

Principaux effets	Caractéristiques générales	Phase du projet		
		Construction	Exploitation / maintenance	Démantèlement
Mortalité (collision / barotraumatisme)	Contact direct ou indirect entre les individus et les éoliennes		X	
Attraction lumineuse et perturbations comportementales	Attraction d'individus en milieu risqué et comportement de fuite de la lumière	X	X	X
Modification d'habitat – Effet déplacement	Altération de zones de chasse et de transit potentiel occupé par des travaux ou des éoliennes – Création de nouvelles zones de chasse	?	(X)	?
Perturbations de couloir de vol	Perturbations d'individus en vol par la présence d'éoliennes		?	

Légende : X = effet pressenti / (x) = effet dépendant des caractéristiques du parc éolien / ? = effet suspecté mais non démontré

Source : Biotope, 2016

Seules les principales espèces susceptibles de fréquenter la zone de projet de parc éolien sont traitées en détail dans cette étude. Les autres espèces connues localement (espèces sédentaires ou migratrices régionales ne fréquentant pas régulièrement le milieu marin) sont traitées plus succinctement.

3.3.1.6.2 Evaluation des impacts en phase de construction

En phase de construction, ce sont principalement les perturbations lumineuses, en lien avec les éclairages des zones de travaux, qui sont prévisibles. Eu égard à l'importante distance de la zone du parc éolien à la côte (environ 11,7 km de l'île d'Yeu et 16,5 km de l'île de Noirmoutier, plus de 20 km des côtes vendéennes), seules les espèces migratrices sont susceptibles de subir des perturbations en cas de transit en milieu marin, par attraction (recherche de proies) ou par perturbations (répulsion). Les perturbations lumineuses sont jugées négligeables pour les espèces sédentaires fréquentant l'île d'Yeu, à l'exception de la Pipistrelle commune, qui pourrait subir des phénomènes d'attraction très localisés. Les niveaux d'impact en phase de construction sont jugés négligeables pour toutes les espèces non migratrices, au regard du caractère temporaire des travaux et de la présence ponctuelle et estimée réduite (bien qu'inconnue) des chiroptères en mer.

Tableau 40 : Impacts par perturbations lumineuses en phase de construction pour les chiroptères

Espèce	Enjeu	Sensibilité à l'effet	Caractérisation de l'effet	Impact
Pipistrelle de Nathusius	Moyen	Faible	Faible - Nombreux contacts sur les îles indiquant des passages migratoires (y compris île d'Yeu). Survol de la zone du parc éolien non certifié mais possible (effectifs non connus mais probablement faibles). Possible attraction ponctuelle de migrants pour des activités de chasse ou, au contraire, répulsion localisée de migrants en transit.	Faible
Noctule de Leisler	Moyen	Faible	Négligeable à faible. Quelques contacts sur les îles. Possible survol du milieu marin y compris de la zone du parc éolien. Effectifs inconnus.	Négligeable à faible
Noctule commune	Moyen	Faible	Négligeable à faible. Quelques contacts sur les îles. Possible survol du milieu marin y compris de la zone du parc éolien. Effectifs inconnus.	Négligeable à faible
Pipistrelle commune	Moyen	Négligeable à Faible	Négligeable à faible. Espèce commune localement. Probabilité réduite de survol de la zone du parc éolien, principalement en domaine littoral.	Négligeable à faible
Sérotine commune	Moyen	Négligeable à Faible	Négligeable à faible. Espèce contactée sur les îles. Migratrice régionale pouvant survoler le milieu marin, en effectifs très faibles.	Négligeable à faible
Pipistrelle de Kuhl	Faible	Négligeable à Faible	Négligeable à faible. Espèce assez commune localement. Probabilité réduite de survol de la zone du parc éolien, principalement en domaine littoral.	N. Ev.
Oreillard gris	Faible	Négligeable	Négligeable. Nombreuses données sur les îles, y compris île d'Yeu (espèce sédentaire). Très faible probabilité d'exploitation du milieu marin et d'attraction.	N. Ev.
Autres espèces	Faible à Moyen	Négligeable	Négligeable. Espèces non susceptibles de fréquenter le milieu marin	N. Ev.

Source : Biotope, 2016

Les effets de dérangement (présence physique de navires et engins de construction) ainsi que d'éventuelles gênes dans l'exploitation de l'aire d'étude immédiate (modification des axes de vol) sont considérés négligeables pour toutes les espèces en phase de construction, étant donnée la localisation de l'aire d'étude immédiate (importante distance à la côte).

Chiroptères – Phase de construction					
Les niveaux d'impact concernant les perturbations lumineuses et perturbations des trajectoires de vol sont jugés comme faibles pour la Pipistrelle de Nathusius.					
Ils sont considérés négligeables à faibles pour la Noctule de Leisler, la Noctule commune, la Pipistrelle commune et la Sérotine commune.					
Les impacts sont jugés négligeables pour les autres espèces.					
Impacts par perturbations lumineuses et Effet barrière ou modification des trajectoires					
Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact
Chiroptères	Faible à moyen	Négligeable à faible	Négligeable à moyen		Faible au maximum
			Direct	Temporaire	

3.3.1.6.3 Impacts en phase de démantèlement

Les impacts en phase de démantèlement sont supposés similaires à ceux de la phase de construction, notamment en lien avec la présence de moyens à la mer et d'éclairage.

Ce sont les espèces migratrices, par ailleurs sensibles aux perturbations lumineuses, qui pourraient être concernées par des impacts en phase de démantèlement (perturbations des transits migratoires par attraction ou, au contraire, répulsion).

Par principe de précaution, des niveaux d'impacts similaires à ceux de la phase de construction sont envisagés.

Chiroptères – Phase de démantèlement					
Les niveaux d'impact concernant les perturbations lumineuses et perturbations des trajectoires de vol en phase de démantèlement sont jugés comme faibles pour la Pipistrelle de Nathusius.					
Ils sont considérés négligeables à faibles pour la Noctule de Leisler, la Noctule commune, la Pipistrelle commune et la Sérotine commune.					
Les impacts sont jugés négligeables pour les autres espèces.					
Impacts par perturbations lumineuses et Effet barrière ou modification des trajectoires					
Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact
Chiroptères	Faible à moyen	Négligeable à faible	Négligeable à moyen		Faible au maximum
			Direct	Temporaire	

3.3.1.7 Zonages d'inventaire et de protection du patrimoine naturel

La zone du parc éolien en mer n'intercepte aucun zonage d'inventaire et/ou de protection du patrimoine naturel (enjeu associé considéré comme faible).

Les zonages environnementaux sont en effet majoritairement concentrés en zone côtière et littorale soit pour la plupart d'entre eux à une distance de plus de 12 km du parc éolien. Ils sont très nombreux sur ce secteur côtier puisque, pour rappel, 34 ZNIEFF, 25 sites Natura 2000, 2 sites RAMSAR, 1 Arrêté préfectoral de protection de Biotope, 36 espaces remarquables au titre de la loi Littoral, 2 réserves naturelles, de nombreux espaces boisés classés, 13 sites du conservatoire du littoral, 34 espaces naturels sensibles ou encore 62 zones de préemption des espaces naturels sensibles sont répertoriés au sein de l'aire d'étude éloignée (paragraphe 2.2.1 de l'état initial de la présente étude d'impact).

Les zonages les plus proches de la zone du parc éolien (5 km au plus près) correspondent à des sites Natura 2000 marins qui s'étendent au large depuis les zones d'estuaires, la baie de Bourgneuf ou encore autour de l'île d'Yeu.

3.3.1.7.1 Zonages d'inventaires et de protection du patrimoine naturel - hors Natura 2000

Aucun impact direct du projet n'est attendu en phase de construction et de démantèlement sur les zonages d'inventaires et/ou de protection environnementale compte tenu de leur éloignement à la zone de travaux.

Certains impacts indirects peuvent toutefois être attendus *via* une altération potentielle de la qualité du milieu lors des opérations de mise en place du parc (mise en suspension de particules fines, pollution accidentelle...) et/ou la perturbation (notamment impacts acoustiques) d'espèces ayant motivées la désignation des zones d'inventaire et/ou de protection voisines et susceptibles de fréquenter la zone de projet. Les études sur la qualité de l'eau et notamment l'étude spécifique des modifications sédimentaires (BRLi, 2016), ont toutefois montré l'absence d'impact des travaux sur la qualité du milieu. Ceci en raison d'une dispersion/dégradation rapide du panache turbide ou polluant, qui n'atteint par conséquent pas les sites d'inventaires.

Les impacts du projet sur les différentes espèces sont étudiés dans les parties spécifiques à la faune marine au sein de la présente étude : impacts sur les mammifères marins, sur les tortues marines et autres grands pélagiques, sur l'avifaune marine et sur les chiroptères. Les impacts du projet sur les sites d'inventaires et de protections sont ainsi principalement en lien indirect avec les évaluations d'impact sur ces espèces. Pour la grande majorité des espèces (toutes les espèces de mégafaune marine et de chiroptères et la plupart des oiseaux), les impacts des travaux d'installation ou démantèlement du parc seront faibles à négligeables. Les principaux impacts notables concernent l'effet modification de trajectoire pour quelques espèces d'oiseaux : Guillemot de Troïl et les Plongeurs catmarin et imbrin.

Zonages d'inventaires et de protection du patrimoine naturel – Phase de construction et de démantèlement						
Les phases de construction et de démantèlement du parc éolien auront un impact direct négligeable (compte tenu de la distance à la zone du parc des zonages existants) et un impact indirect faible (notamment en lien avec les perturbations de la faune marine), sur les zonages d'inventaires et de protection du patrimoine naturel.						
Effet sur les zones d'inventaires et de protection du patrimoine naturel						
Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact	
Zonages d'inventaires et de protection du patrimoine naturel	Faible	-	Faible		Négligeable (direct)	A Faible (indirect)
			Direct et indirect	Temporaire et permanent		

3.3.1.7.2 Sites Natura 2000

Compte tenu de la présence de sites Natura 2000 à proximité de la zone de projet et en application du code de l'environnement, une étude d'évaluation des incidences a été réalisée par le bureau d'étude Biotope. Les principaux résultats de cette étude d'incidence, ayant fait l'objet d'un rapport indépendant, sont présentés ci-après. L'étude complète est jointe à la présente étude d'impact sur l'environnement.

Un total de 25 sites Natura 2000 a été répertorié au sein ou à proximité de l'aire d'étude éloignée. Les motivations ayant conduit à la désignation de ces sites Natura 2000 reposent notamment sur des critères patrimoniaux liés à la présence d'avifaune remarquable, de mammifères marins, de chiroptères, de poissons migrateurs amphihalins ou encore d'habitats d'intérêt communautaire (roches et blocs circalittoraux et récifs en particulier).

Parmi ces sites Natura 2000, plusieurs ont été identifiés à la suite de l'étude de l'état initial de l'environnement, comme hébergeant des populations d'espèces pouvant entretenir des relations fonctionnelles avec l'aire d'étude immédiate ou être affectés par des effets du projet.

Concernant **les mammifères marins**, quatre Zones spéciales de conservation (ZSC – dont trois situées à moins de 15 km de l'AEI) ont été prises en compte de façon détaillée dans le cadre de l'évaluation des incidences Natura 2000 (Tableau 41). Cinq ZSC supplémentaires, localisées entre 45 et 65 km de l'AEI, sont prises en considération pour les mammifères marins dans le cadre d'une approche « réseau de sites » (approche fonctionnelle importante pour ces espèces mobiles et à grands domaines vitaux). Trois espèces de mammifères marins de l'annexe II sont concernés par l'évaluation des incidences (Marsouin commun et Grand Dauphin principalement, Phoque gris secondairement). D'autres espèces, notamment le Dauphin commun (annexe IV de la DHFF), sont traités dans l'étude pour information.

Aucune espèce de tortues marines ni d'autres grands pélagiques n'a justifié la désignation des sites Natura 2000 pris en considération, et ne présentent pas d'importance particulière localement.

Concernant **les habitats**, les cinq sites suivants ont été retenus de par leur proximité avec l'aire d'étude immédiate et les effets potentiels sur ceux-ci (Tableau 41). A noter que le site FR522010 « Plateau du Four » n'a pas été retenu du fait de son éloignement et de l'existence du panache de la Loire qui le sépare du projet.

Pour **les poissons**, les deux sites concernant l'estuaire de la Loire ont été retenus pour l'évaluation des incidences.

Concernant l'évaluation des incidences sur **les oiseaux**, trois ZPS sont prises en compte. Elles ont été justifiées par un nombre cumulé d'environ 120 espèces d'oiseaux (espèces de l'annexe I de la directive « Oiseaux » ou espèces migratrices régulières). Dans le cadre d'une approche « réseau de sites » (approche fonctionnelle importante pour ces espèces mobiles, notamment les oiseaux marins et migrateurs) six autres ZPS ont été prises en considération. Environ 50 espèces ont été pré-identifiées comme susceptibles d'entrer en interactions avec le parc éolien.

Aucune ZSC n'a été désignée pour la conservation **de chiroptères** à moins de 50 km de l'aire d'étude immédiate, malgré la présence de la ZSC FR5200653 « Marais Breton, baie de Bourgneuf, île de Noirmoutier et forêt de Monts » située à 14 km en son point le plus proche de l'aire d'étude immédiate. Les liens fonctionnels éventuels entre ce site Natura 2000 et l'aire d'étude immédiate ne peuvent être qu'indirects, concernant uniquement des spécimens d'espèces migratrices au long cours (Pipistrelle de Nathusius, noctules). L'échelle d'approche pertinente pour ce groupe d'espèces dépasse ainsi très largement les sites Natura 2000 situés dans l'aire d'étude élargie.

Tableau 41 : Sites Natura 2000 pouvant être affectés par des effets du projet

CODE	Nom	Mammifères marins	Habitats	Poissons	Oiseaux	Chiroptères
ZSC FR5200653	Marais breton, baie de Bourgneuf, île de Noirmoutier et forêt de Monts		x			
ZSC FR5200654	Côtes rocheuses, dunes, landes et marais de l'île d'Yeu		x			
ZSC FR5202011	Estuaire de la Loire Nord	x	x			
ZSC FR5202012	Estuaire de la Loire Sud - Baie de Bourgneuf	x	x			
ZSC FR5202013	Plateau rocheux de l'île d'Yeu	x	x			
ZPS FR5212009	Marais Breton, baie de Bourgneuf, île de Noirmoutier et forêt de Monts			x	x	x
ZPS FR5212014	Estuaire de la Loire - Baie de Bourgneuf			x	x	
ZPS FR5212015	Secteur marin de l'île d'Yeu jusqu'au continent			x	x	
ZSC FR5202010	Plateau du Four	x				
ZSC FR5300033	Iles Houat-Hoëdic	x				
ZSC FR5300032	Belle Ile en mer	x				
ZSC FR5400469	Pertuis Charentais	x				
ZSC FR5300029	Golfe du Morbihan, côte ouest de Rhuy	x				
ZSC FR5402012	Plateau de Rochebonne	x				

Légende : les cases grisées indiquent des sites Natura 2000 considérés de manière secondaire dans l'analyse, notamment dans le cadre d'une approche « réseau de sites » pour les mammifères marins.

Dans un premier temps, l'évaluation des incidences s'est appuyée sur une première étape d'identification des effets prévisibles du parc éolien sur les groupes biologiques recensés. Dans le cadre de cette approche, un important travail bibliographique (publications scientifiques ainsi que retours d'expérience des impacts de parcs existants notamment) a été réalisé. Ce travail a permis d'identifier la sensibilité des espèces et des habitats considérés dans l'évaluation.

L'évaluation des niveaux d'impacts prévisibles du projet sur chaque habitat naturel et espèce retenue dans l'évaluation a ensuite été réalisée. Cette évaluation détaillée concerne six espèces de mammifères marins (dont trois espèces de l'annexe II de la DHFF) et 21 espèces d'oiseaux (dont neuf espèces de l'annexe I).

La technique de mise en place des pieux de fondations jacket par forage qui limite fortement les risques acoustiques instantanés, est peu perturbante pour les mammifères marins (zones d'impact acoustiques d'étendue très limitée et nettement inférieure à la distance séparant la zone de projet de la ZSC la plus proche et pouvant conduire uniquement à des perturbations comportementales sans dommage physiologique). De même les niveaux sonores générés par le trafic maritime induit ne seront à l'origine d'aucune gêne comportementale.

D'autres effets sont envisageables (pollutions, collisions) mais sont jugés très secondaires. Les éventuels impacts par accroissement de turbidité sont réduits et non significatifs. De plus, étant donné l'intérêt globalement limité des ZSC pour la conservation des mammifères marins (Marsouin commun et Grand Dauphin principalement) ainsi que la distance des ZSC à la zone d'implantation du parc éolien (8 km au plus près), le projet n'est aucunement susceptible d'engendrer d'incidences significatives à l'état de conservation et au bon fonctionnement des sites Natura 2000 désignés pour la conservation des mammifères marins.

Pour les oiseaux, les niveaux d'impacts prévisibles sont variables selon les effets, les espèces et les périodes de l'année (présence saisonnière de nombreuses espèces). Concernant les perturbations potentielles lors des travaux, les alcidés et les plongeurs pourraient éviter les zones de chantier et leurs abords pendant la période hivernale. Ces mêmes espèces sont identifiées comme pouvant montrer des réactions d'évitement des parcs éoliens en exploitation (effet déplacement) bien que les retours d'expérience soient très variables. Dans tous les cas, même dans une approche maximisante, les impacts locaux jugés moyens ne sont pas susceptibles d'affecter les populations locales.

Le projet n'est pas non plus susceptible d'avoir une incidence significative sur les tortues marines, ni sur les espèces et les populations de poissons migrateurs fréquentant les sites Natura 2000.

Sites Natura 2000 – Phase de construction et de démantèlement

L'évaluation des incidences sur les sites Natura 2000 voisins de la zone du parc a permis de conclure que la construction et le démantèlement du parc éolien ne sont pas susceptibles d'affecter l'état de conservation des habitats et des populations ayant justifié de la désignation de ces sites.

3.3.1.8 Continuités écologiques et équilibres biologiques marins

Les équilibres biologiques et le maintien des continuités sont associés aux grandes fonctions biologiques des espèces et à la disponibilité des espaces (lieux de reproduction, de frayère, de nourricerie) ou des ressources pour satisfaire ces fonctions, mais aussi aux possibilités de déplacement des individus entre les différentes zones nécessaires aux phases vitales de leur cycle biologique. La saisonnalité et les comportements de ces espèces sont aussi importants que les interactions et les dépendances qui peuvent exister entre elles (prédateur, proie, espèce clé de voute).

Les continuités écologiques et les équilibres biologiques dépassent les limites de l'aire d'étude éloignée et concernent au minimum les zones entre La Rochelle et Quiberon, mais peuvent s'étendre plus loin si l'on considère les migrations des oiseaux. La zone du parc éolien en mer se situe en effet au sud de la moitié nord du golfe de Gascogne entre les complexes :

- ▶ "Mor Braz et îles morbihannaises" et "Estuaire de la Loire - baie de Bourgneuf", au nord,
- ▶ et "Pertuis charentais - Plateau de Rochebonne", au sud.

Cette zone, en raison de l'ensemble des paramètres environnementaux qui la caractérise, est un écosystème particulièrement riche et productif. Lieu de migration, de reproduction et de nourricerie, cet environnement est ainsi déterminant pour un grand nombre d'espèces marines ou fréquentant le milieu marin.

La proximité d'estuaires (notamment de la Loire), de baies (baie de Bourgneuf, baie de Vilaine, pertuis charentais) ainsi que de marais arrière-littoraux (Marais Breton, marais de Guérande et de Brière) engendre, par le mélange des eaux et l'apport de nutriments, une forte productivité²³ des eaux côtières de la zone comprise entre Quiberon et La Rochelle. Localement, d'importantes populations phytoplanctoniques ont été mesurées entre la baie de Vilaine et le nord de la baie de Bourgneuf (estuaires de la Loire et de la Vilaine).

En lien avec ces apports de nutriments et les zones de production primaire, la bathymétrie au sein de ce vaste secteur est favorable à une forte accessibilité des ressources alimentaires, à de nombreuses espèces (hauts fonds, estrans étendus, marnages importants et vastes zones de bathymétrie comprise entre 0 et 30 m CM). Ces caractéristiques rendent la bande côtière d'un vaste secteur (de Quiberon à La Rochelle) favorable à l'alimentation de nombreuses espèces d'oiseaux marins et côtiers et la voie de migration, qui longe le littoral, dite voie migratoire atlantique, est l'une des voies majeures de déplacement pour beaucoup d'espèce. Il est également important de noter que les secteurs côtiers situés entre Quiberon et le sud de la baie de Bourgneuf, d'une part, ainsi que les pertuis charentais, d'autre part, constituent des zones particulièrement importantes pour plusieurs espèces de poissons (nourriceries côtières).

Les enjeux principaux relatifs à la continuité écologique et aux équilibres biologiques dans le cadre de ce projet s'articulent principalement autour des peuplements ichtyologiques et les ressources halieutiques y compris les grands pélagiques, des oiseaux, des mammifères marins.

Au niveau des oiseaux, des flux prennent place à la fois dans le sens nord-sud (flux majeur de la façade atlantique parallèle au littoral) et dans le sens transversal (échanges biologiques entre le continent et les îles).

Ces caractéristiques ainsi que l'éloignement de la zone du parc éolien par rapport au littoral permettent de définir un enjeu de niveau moyen pour cette composante.

²³ La productivité d'un écosystème traduit la quantité de matière organique produite par les organismes au cours d'une unité de temps donnée. Plus l'écosystème est productif et plus la quantité de matière produite au cours du temps est importante.

3.3.1.8.1 Présentation des effets

En phase travaux, les effets sur les équilibres biologiques peuvent être associés à des pertes ou modifications directes d'habitats (dragage, forage, construction d'ouvrages, mise en suspension de sédiments, protections d'enrochement) ou aux effets indirects des travaux et des ouvrages sur les réseaux trophiques, les sources d'alimentation, les lieux de reproduction ou sur les axes de migration des espèces (effet barrière). Ils peuvent être résumés de la manière suivante :

- ▶ Perte, altération ou modification des habitats qui pourraient affecter certaines populations essentielles pour les équilibres écologiques du golfe de Gascogne ;
- ▶ Augmentation du bruit lié aux opérations de chantier ;
- ▶ Restriction des activités de pêche et notamment modification des zones de pêches. La fermeture totale de la zone du parc à tout prélèvement halieutique durant la phase de construction peut conduire à une modification pour certaines populations halieutiques et leurs implications sur les populations de prédateurs.

En phase démantèlement, les effets sonores attendus seront moindres, car les pieux seront sectionnés au niveau du sol et aucun forage ne sera réalisé, mais cela dépendra des techniques utilisées à ce moment-là. Les autres effets seront proches de ceux de la phase de construction. La perte ou la modification d'habitat sera due à la destruction des structures, colonisées entre temps par une épifaune benthique (partie 3.3.2.1).

Compte tenu des faibles surfaces concernées et de la courantologie présente sur le site, les effets des travaux et de l'augmentation de la turbidité sont considérés très localisés et négligeables au regard des équilibres biologiques (partie 3.2.2.3). Le remaniement du sol lors des relargages entraînera une perturbation localisée au droit de chaque implantation. Il s'agira d'un impact très temporaire sur les matières en suspensions avec un impact moyen sur les œufs et larves à cet endroit qui ne pourront fuir aisément contrairement aux espèces adultes. Ces perturbations temporaires concerneront les espèces benthiques sessiles car les crustacés ne sont pas impactés. La littérature sur les animaux en haut de la chaîne trophique précise qu'il s'agit d'un impact mineur sur les mammifères marins (Dudgeon Offshore Windfarm, 2009) compte tenu de leur grande mobilité, mais aussi en raison de leur utilisation préférentielle de l'écholocation, en particulier en milieu côtier. Le faible impact du projet sur le transport sédimentaire implique que le fonctionnement de l'écosystème au large de la Loire et de la baie de Bourgneuf comme sur la côte ne sera pas affecté. Un effet négligeable à l'échelle du plateau des Bœufs est envisagé sur le plancton (dépôt des cuttings sur les fonds marins au pied des fondations), sur le transport larvaire ou sur la productivité du plateau des Bœufs aussi l'impact ne sera-t-il pas étudié.

3.3.1.8.2 Evaluation des impacts

PERTE D'HABITATS ET DESTRUCTION DES BIOCENOSES BENTHIQUES ET MODIFICATION D'HABITATS D'ESPÈCES POUR LES RESSOURCES HALIEUTIQUES, LES OISEAUX ET LES MAMMIFÈRES MARINS

Le remaniement du sol sur les zones de dépôt des cuttings et de protection par enrochement des câbles entraînera une perturbation localisée et temporaire des fonds (partie 0) ce qui perturbera localement les équilibres biologiques. La majorité des espèces pourront fuir ces zones, mais les œufs, juvéniles et mollusques sessiles ne pourront pas.

Les surfaces mises en jeu relativement à la surface de la zone du parc (inférieures à 1% de la surface de la zone du parc éolien), restent faibles au regard du fonctionnement et des habitats du plateau des Bœufs. Le caractère temporaire de l'impact et la proportion importante de rochers dans cette surface concernée (habitat proche de l'habitat rocheux présent) explique

l'impact faible sur le benthos et les peuplements halieutiques. Ceci est d'autant plus valable qu'on raisonne à l'échelle d'un stock halieutique ou d'une population. Le fait que les points de chantiers (emplacement des éoliennes) soient espacés de plusieurs centaines de mètres conduit également à ne pas rompre la continuité des habitats.

D'un point de vue fonctionnel pour les espèces halieutiques, ceci est d'autant plus vrai que les crustacés s'adaptent bien aux travaux éoliens comme en témoignent, sur d'autres parcs, les colonisations rapides des fondations. De plus, les nouvelles surfaces créées d'habitat rocheux et des jackets seront colonisés et deviendront des supports nouveaux de la chaîne trophique locale (effet récif).

Les nourriceries de poissons sont principalement situées à la côte en dehors la zone du parc alors que de nombreuses zones de frayères sont plus au large (sole notamment). Le plateau des Bœufs reste important en tant que frayère pour les petits pélagiques du golfe de Gascogne et plusieurs autres espèces fraient sur cette zone (seiches, crustacés, bar, petits pélagiques, mollusques). Toutefois cette zone en constitue qu'une zone de frayère parmi d'autres dans le golfe de Gascogne et les espèces disposent de zones de fraies ailleurs sur le plateau des Bœufs ou les autres plateaux rocheux sur lesquels ils pourront se reporter à condition de ne pas être dérangé par le bruit (Chapitre effet cumulés).

Le faible impact sur les populations clés de voute ou situées en bas de la chaîne trophique et les habitats, sur les populations de prédateurs directs qui se déplacent (poissons, céphalopodes), suppose que peu d'impact est attendu au niveau des autres espèces que sont les grands pélagiques, les mammifères marins et les oiseaux marins comme confirmé dans les parties relatives à ces composantes.

Les mammifères marins, les tortues marines ou les grands pélagiques sont peu sensibles à des pertes d'habitat de cette dimension en raison de leur mobilité qui leur permet de se reporter sur d'autres aires de chasse. De plus les requins pèlerins ou de nombreux mammifères marins ne fréquentent cette zone que de manière occasionnelle (zone de transit).

En conséquence, la sensibilité à la perte d'habitat en phase travaux est considérée comme négligeable à faible pour leur impact sur les continuités écologiques.

Continuité et équilibres biologiques - Phase de construction et de démantèlement

Les surfaces mises en jeu sont faibles par rapport à la surface de la zone du parc (inférieures à 1% de la surface de la zone du parc éolien) et au regard du fonctionnement et des habitats du plateau des Bœufs. S'ajoute à cela le caractère temporaire d'un certain nombre d'effets. Les faibles impacts attendus sur les espèces clés de voute, en bas de chaîne trophique et leurs habitats, supposent que les impacts attendus sur la continuité écologique et les équilibres biologiques sont considérés comme faibles.

Perte d'habitats et destruction des biocénoses benthiques et modification d'habitats d'espèces pour les ressources halieutiques, les oiseaux et les mammifères marins

Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact
Continuité et équilibres biologiques	Moyen	Moyenne	Négligeable à Faible		Faible
			Indirect	Temporaire	

MODIFICATION DE L'AMBIANCE SONORE SOUS-MARINE

Aucune information n'existe pour les mollusques et les impacts sur les crustacés sont négligeables. Les impacts sonores sous-marins sur les poissons et mammifères marins constituent les principaux impacts pressentis en phase travaux sur des projets éoliens.

Ici, seul le forage est envisagé en raison de la nature du substrat rocheux de l'aire d'implantation du parc. Les niveaux sonores émis restent mesurés et continus ce qui explique le faible impact sur les espèces halieutiques ou les mammifères marins après analyse approfondie par la société Quiet-Ocean (2016). Les nuisances des trafics maritimes induits étant mobiles ils n'impacteront donc que faiblement les comportements des espèces.

Le choix de fondations jacket avec installation des pieux par forage limite fortement les risques acoustiques instantanés lors de la phase de construction.

D'après les modélisations et analyses réalisées par Quiet-Oceans (2016) :

- ▮ Les opérations de forage de pieux 2,2 m sont peu bruyantes et présentent des empreintes sonores limitées pour toutes les espèces par rapport à d'autres opérations de chantier impactantes (battage, études sismiques,...).
- ▮ Ni les seuils de perturbations comportementales, ni ceux des dommages physiologiques, ne seront atteints lors des travaux envisagés pour les mammifères marins ou les grands pélagiques. Un impact physiologique toutefois réversible est envisagé pour les espèces de poissons dans un espace limité dans un rayon de maximum 20-30 m autour des opérations de forages ce qui est très faible. Ces espèces mobiles seront donc vites à l'abri de tels impacts.

On ne peut exclure des comportements de fuite ou de modifications de trajectoires pour les poissons, mais dans un rayon limité à un maximum de 370 m autour des opérations concernées dans le cas uniquement de forages simultanés (chapitre ressource halieutique). Pour des forages uniques, l'impact sera très moyen avec une distance de changement comportemental dans un rayon inférieur à 170 m. Ce faible impact sur les comportements des espèces marines est confirmé dans le cas de forage dans plusieurs études où seules les opérations de battage induisent des comportements importants de fuite chez les poissons et les marsouins (Kragefsky S., 2014).

Ces spécificités expliquent que les risques de masquage des bruits par les opérations de chantier resteront peu fréquents et dans des périmètres restreints. Les populations conserveront leur capacité à communiquer entre eux, à fuir face aux prédateurs naturels ou pourront s'alimenter sur les territoires hors de la zone de gêne éventuelle sans grand impact sur leur dépense énergétique (absence ou faibles rayons d'impacts comportementaux). Peu de gêne est à envisager pour les regroupements en périodes de reproduction ou pour les nourriceries locales dans ce contexte.

Il en est de même pour les poissons migrateurs qui, bien que percevant le bruit continu du chantier ne seront pas impactés physiologiquement ni en matière de comportement excepté quelques contournements de quelques mètres dans les cas d'individus passant à proximité immédiate et au moment du lancement des opérations de chantier de la journée.

En conséquence l'impact sur la chaîne trophique jusqu'à l'avifaune restera faible ce qui est en ligne avec les conclusions de chacune des composantes des chapitres impacts respectifs.

Continuité et équilibres biologiques - Phase de construction et de démantèlement et de démantèlement

L'augmentation du bruit associée aux opérations de chantier est considérée comme faible compte tenu du caractère localisé et limité (absence de dommages physiologique...) sur les populations en présence.

Augmentation du bruit lié aux opérations de chantier

Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact
Continuité et équilibres biologiques	Moyen	Faible à moyenne	Faible		Faible
			Direct	Temporaire	

MODIFICATION DES ACTIVITES DE PECHEES

L'interdiction de la pêche sur le périmètre du parc (88,42 km²) durant la phase de construction peut conduire certaines espèces habituellement ciblées (crustacés, certains poissons) à se développer ou se réfugier sur ces zones en fonction de leur gêne liée à l'impact sonore compte tenu de la nature des travaux. L'effet d'une restriction de pêche sur une durée supérieure à 1,5-2 ans sur les équilibres biologiques localement n'est pas prévisible mais peut conduire à un effet réserve temporaire. Le développement de cet effet sera toutefois rapidement limité par la recapture de ces espèces dès les premiers jours de l'ouverture du parc en post construction (le parc est considéré comme pêchant en phase d'exploitation).

« L'effet réserve » se définit dans une Aire marine protégée par une augmentation de la biodiversité, une augmentation de taille des captures de pêche, une exportation de la biomasse de prédateurs et d'autres poissons au-delà de la zone protégée qui bénéficie aux pêcheurs (Severin, 2001). Ce dernier est aussi appelé effet de débordement ou spillover. L'effet réserve est particulièrement visible sur les espèces dont le cycle de vie les rend vulnérables à la surexploitation : croissance lente, longévité forte, faible densité des populations et facilité de capture (Roberts, 1998 in Severin, 2001).

Un effet réserve, même s'il est construit sur des dizaines d'années, peut être supprimé en quelques jours ou semaines en cas d'ouverture de la zone à la pêche ou de non-respect des règles de non-prélèvement (De Monbrison et al., 2013 ; Gascuel et Hénichart, 2014).

Compte tenu de la durée des travaux, la consolidation d'un effet réserve sera peu probable et l'impact sur les grands pélagiques, les mammifères sera probablement faible.

Continuité et équilibres biologiques - Phase de construction et de démantèlement

L'impact des restrictions temporaires de la pêche sur la zone de chantier aura un impact négligeable voire positif en lien avec un éventuel effet réserve (limité toutefois par la durée limitée de la restriction d'activité sur la zone).

Modification des activités de pêches

Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact	
Continuité et équilibres biologiques	Moyen	Ne s'applique pas dans le cas d'impact positif	Faible		Négligeable	à Positif
			Indirect	Temporaire		

Continuité et équilibres biologiques - Phase de construction et de démantèlement

En conclusion, au regard de l'expérience et de la nature des travaux envisagés sur la zone du parc, les impacts envisagés de la phase travaux sur les continuités écologiques et les équilibres biologiques apparaissent comme faibles à l'échelle des populations ou des écosystèmes en place.

3.3.2 En phase d'exploitation

3.3.2.1 Habitats et les biocénoses benthiques

3.3.2.1.1 Présentation des effets

Plusieurs effets sont attendus :

- ▶ La présence des câbles sur les fonds marins générera une modification de la température et du champ électromagnétique au niveau de ces câbles ;
- ▶ L'utilisation de moyens nautiques pour assurer la maintenance constituera un risque de pollution accidentelle aux hydrocarbures et une modification de l'ambiance sonore sous-marine ;
- ▶ La présence d'anodes sacrificielles pour la protection des structures acier contre la corrosion induira un rejet de métaux dans l'environnement ;
- ▶ Les structures en place (fondation jacket et enrochements) sont susceptibles de créer un effet récif.

En revanche, il n'est pas attendu de véritable effet réserve.

Selon Degrear *et al.* (2013), l'interdiction des activités de pêche au sein des parcs éoliens en mer est indubitablement le principal impact positif pressenti. En effet, les restrictions possibles d'usages à l'intérieur des parcs dont les fonds subissaient au préalable une altération régulière par des activités telles que la pêche aux arts traînants, peuvent avoir un impact positif sur la vitalité des habitats et la structure des communautés benthiques (Lindenboom *et al.*, 2001, in MEDDE 2012).

Cependant, dans le contexte du parc éolien en mer des îles d'Yeu et de Noirmoutier, l'effet réserve reste négligeable considérant le parc pêchant sur une très grande majorité de sa superficie. Ainsi, l'effet réserve ne sera probablement pas détectable pour le compartiment benthos. Si des effets sont détectés, ils seront assimilables à l'effet récif. Il n'est donc pas étudié ici.

3.3.2.1.2 Evaluation des impacts

MODIFICATION DE LA TEMPERATURE AU NIVEAU DES CABLES

La grande majorité des organismes benthiques vit à l'interface eau-sédiment et jusqu'à 35 centimètres sous la surface du sédiment. Il est supposé qu'une augmentation permanente de la température de la couche superficielle de sédiment peut conduire à des changements dans la physiologie, la reproduction ou la mortalité de certaines espèces benthiques (animales et/ou végétales) (OSPAR, 2008 ; Merck et Wasserthal, 2009 in Ifremer 2011 et Cetmef, 2010), et à une modification de l'activité bactérienne. Un autre impact pourrait être une modification significative de la composition faunistique des communautés benthiques due aux phénomènes d'émigration (d'espèces présentes avant l'installation du câble) et d'immigration (d'espèces allochtones).

Il existe de nombreuses études relatant de l'effet d'une augmentation importante de la température sur les communautés benthiques : on note par exemple la précocité de la maturité sexuelle, un avancement voire un allongement de la période de reproduction dans l'année conduisant parfois à des déséquilibres de populations liés aux fortes abondances de juvéniles (MEEDE, 2012).

Dans le cas précis d'un réseau de câbles, il convient de s'interroger sur l'intensité des variations de température. Des mesures de température *in situ* ont été effectuées dans le parc éolien en mer de Nysted au Danemark, à proximité de deux câbles ensouillés (Alternative Current ; 33 et 132 kV) (Meißner *et al.*, 2007; in OSPAR, 2008). L'augmentation de température n'excédait pas 1,4°C à 20 cm en-dessous du substrat, et 2,5°C à 50cm de profondeur, alors qu'en surface, les écarts de température avec les stations témoin sont réduits à 0,2°C. La nature grossière du substrat sur la zone d'étude a vraisemblablement favorisé la dissipation de chaleur par l'eau interstitielle de façon plus efficace que des sédiments fins ou de la vase. D'autres sources (UICN, 2014) complètent ces éléments en indiquant une augmentation de température de l'eau équivalente à 6.10⁻⁶°C : l'échauffement potentiel est donc considéré comme impossible à détecter par rapport aux fluctuations naturelles dans les sédiments environnants. En tout état de cause, l'ensouillage des câbles est préconisé car il permet d'annuler les impacts liés à la chaleur (UICN, 2014). Dans le cas des protections par enrochements, il n'est pas fait état de retours d'expérience à ce sujet à notre connaissance mais il est raisonnable de conclure à un effet négligeable, ou strictement cantonné au volume de roches protégeant le câble.

Selon l'Ifremer (2011), il n'existe pas d'étude *in situ* détaillée concernant les changements de la communauté benthique ou des processus microbiologiques (activité bactérienne) en réponse à une augmentation de la température du substrat à proximité du câble. Il est donc très difficile d'évaluer l'impact de ce paramètre sur le benthos dans le cas précis d'un câble. Une étude expérimentale menée sur deux espèces d'invertébrés benthiques a montré que le ver polychète *Marenzelleria viridis* (vivant dans un tube jusqu'à 30 cm de profondeur) avait tendance à éviter la zone de sédiment réchauffée, alors que le crustacé *Corophium volutator* (qui vit dans un tube ne dépassant pas 3 cm de profondeur) n'était pas affecté (Borrmann, 2006 ; in OSPAR, 2008).

Il n'existe aucun retour d'expérience sur l'augmentation de la température engendrée par des câbles non ensouillés et protégés par des enrochements mais il est considéré que ces derniers constituent une protection contre cet effet et que la chaleur peut également être vite dissipée par l'eau interstitielle. La sensibilité n'est pas renseignée dans ce cas, l'effet est considéré faible, conduisant à un impact faible.

Habitats et biocénoses benthiques – Phase d'exploitation

Il n'existe aucun retour d'expérience sur l'augmentation de la température engendrée par des câbles non ensouillés et protégés par des enrochements mais il est considéré que ces derniers constituent une protection contre cet effet et que la chaleur peut également être vite dissipée par l'eau interstitielle. La sensibilité n'est pas renseignée dans ce cas, l'effet est considéré faible, conduisant à un impact faible.

Modification de la température au niveau des câbles

Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact
Habitats et Biocénoses benthiques	Moyen	/	Faible		Faible
			Indirect	Permanent	

MODIFICATION DU CHAMP MAGNETIQUE LIE A LA PRESENCE DES CABLES

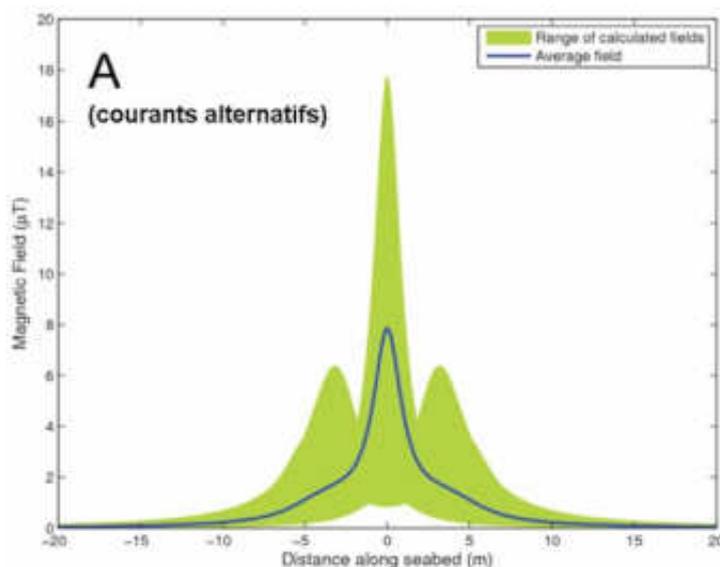
De nombreuses recherches sont entreprises pour évaluer les impacts potentiels des champs électromagnétiques (CEM) sur la faune marine (source : Ifremer, 2011). Mais peu de recul scientifique permette d'évaluer la nature et le degré réel des impacts potentiels.

L'acheminement de l'électricité produite par les éoliennes se fait à l'aide de câbles sous-marins. Dès lors qu'ils sont mis sous tension (de même que tout appareil fonctionnant ou produisant de l'électricité), les câbles émettent un champ électrique et un champ magnétique à 50 Hz. Toutefois, du fait de leurs dispositions constructives (présence d'un écran métallique extérieur, relié à la terre et d'une isolation), les câbles inter-éoliennes ne produisent pas de champ électrique (*champ électrique produit*). Cependant le courant alternatif qui est acheminé crée un champ magnétique alternatif à l'extérieur du câble qui génère lui-même (selon les lois de Maxwell) un champ électrique induit alternatif, de très faible amplitude (de l'ordre de quelques $\mu\text{V}/\text{m}$) indépendant de la profondeur d'enfouissement (Moura *et al.*, 2010). La suite de la présente étude ne se concentrera donc que sur l'étude du champ magnétique (C.M).

L'impact potentiellement négatif vient du fait qu'à proximité d'un câble, l'intensité de ce C.M peut être comparable (voire plus importante) à celle des C.M présents naturellement dans le milieu marin. Or, de nombreuses espèces animales marines sont capables de détecter et d'utiliser les C.M pour s'orienter ou repérer d'autres individus (dans les relations de prédation et de reproduction). Cela concerne notamment les élastombranches, les mammifères marins, les tortues marines, certains poissons osseux et des grands crustacés (langoustes), qui utilisent le champ magnétique terrestre pour se déplacer (Lohmann *et al.*, 1995 ; Kirschvink, 1997).

Les modélisations des champs magnétiques de câbles (de tension de 33 à 345 kV) de raccordement de parcs éoliens en mer montrent des amplitudes variables à la surface du sédiment à l'aplomb du câble. Ces amplitudes peuvent aller jusqu'à 18 μT pour les courants alternatifs (Normandeau Associates, Inc *et al.*, 2011). A titre de comparaison, le champ magnétique terrestre est d'environ 47 μT sur la zone d'étude (ESA.DTU Space, 2014).

Figure 47 : Modélisation de l'intensité du champ magnétique induit à l'interface eau-sédiment par différents câbles de raccordement (ensouillés et actuellement en fonctionnement) en fonction de l'éloignement par rapport au câble. Les gammes de valeurs et les moyennes calculées pour les courants alternatifs sont basées sur 10 câbles



Source : Normandeau Associates, Inc. *et al.*, 2011

Concernant les invertébrés benthiques, des expérimentations ont été menées sur d'autres modèles biologiques (la crevette grise *Crangon crangon*, le crabe *Rhithropanopeus harrisii*, le crustacé isopode *Saduria entomon*, la moule *Mytilus edulis*) en utilisant des champs magnétiques d'intensité moindre (Bochert et Zettler, 2004, in Ifremer 2011). Ces organismes ont été exposés pendant plusieurs semaines à un champ magnétique statique de 3700 µT. Les résultats n'ont révélé aucune différence (en termes de taux de survie) avec les groupes témoin.

Selon le MEDDE (2012), les observations d'impacts sur les invertébrés restent assez peu développées : les impacts potentiels seraient à déterminer à partir de la sensibilité de l'espèce à ces champs et des fonctions vitales que supportent son système électro ou magnéto sensoriel. Il reste donc difficile d'en déterminer les effets (UICN, 2014).

Les suivis existants semblent indiquer une sensibilité négligeable, par mesure de précaution, la sensibilité et l'effet associé sont considérés faibles, conduisant à un impact faible.

Habitats et biocénoses benthiques – Phase d'exploitation					
Les suivis existants semblent indiquer une sensibilité négligeable, par mesure de précaution, la sensibilité et l'effet associé sont considérés faibles, conduisant à un impact faible.					
Modification du champ magnétique lié à la présence des câbles					
Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact
Habitats et biocénoses benthiques	Moyen	Négligeable	Faible		Faible
			Indirect	Permanent	

CONTAMINATION PAR LES ANODES SACRIFICIELLES

La contamination par les anodes sacrificielles a été abordée en 2.2.2.5.2 qui indique les conclusions de l'expertise bibliographique réalisée par le CNRS d'Arcachon, spécifiquement dans le cadre du projet (Yark & Massabuau, 2016).

Dans la mesure où les retours d'expérience mettent en évidence la colonisation des anodes sacrificielles par les organismes marins comme les moules, il est légitime de s'interroger sur les conséquences possibles des rejets de métaux lourds au contact direct de ces organismes. En outre, leur rôle essentiel à la base des réseaux trophiques marins d'analyser avec attention les possibles effets par contamination voire bioaccumulation des anodes sacrificielles.

Concernant les espèces benthiques, cette étude s'appuie sur une publication récente de Gomiero *et al.* (2015) qui ont réalisé des analyses écotoxicologiques pendant 3 ans sur des moules *Mytilus galloprovincialis* vivant à côté d'anodes sacrificielles, sur des plateformes d'extraction de gaz en mer Adriatique. Les résultats ne montrent pas de contamination statistique sur les plateformes par rapport aux sites de référence mais une augmentation sur tous les sites, référence et plateforme, au cours du temps. Néanmoins les auteurs écrivent que les concentrations de zinc dans les tissus des moules étaient souvent plus élevées chez les bivalves collectés près des plateformes suggérant une contribution des anodes sacrificielles comme source possible.

Selon cette étude, l'ensemble des résultats démontre une pollution faible ou nulle des plateformes gazières étudiées avec une faible perturbation biologique des organismes sentinelles. Ce dernier travail, récent (2015), est le seul argument direct trouvé dans la littérature, suggérant un rôle des anodes sacrificielles dans la contamination de la faune associée aux plateformes offshore.

Il n'existe pas à notre connaissance d'étude sur les valeurs guides pour le zinc en eau de mer semblable à celle décrite ci-dessus pour l'aluminium. Par contre la toxicité du zinc est connue pour différentes espèces du biote. La libération de zinc par les anodes sacrificielles peut donc

constituer une contrainte pour les organismes proches de ces anodes (Jelmert, 2000²⁴). La toxicité du zinc sur le biofilm a été observée lors d'études sur les impacts des anodes sacrificielles dans le cadre de la protection de ballast de bateaux (Wagner, et al. 1996²⁵). Le zinc libéré par les anodes sacrificielles peut moduler les activités de défense du système immunitaire sur *Crassostrea gigas* (l'huître majoritairement cultivée sur les côtes françaises) pour une concentration de 0,5 mg·L⁻¹, et causer une mortalité si la concentration atteint 10 mg·L⁻¹ (Mottin et al, 2012²⁶). Les concentrations calculées selon les différentes couches limites montrent qu'à un mètre d'une anode sacrificielle, il est possible d'atteindre une concentration maximale de 0,3 mg·L⁻¹ lors d'une étale de marée. On est donc ici aux limites des problèmes de toxicité pour cette espèce. Caprat et al (2010) ont étudié la toxicité du zinc libéré par des anodes sacrificielles à des concentrations écologiquement réalistes sur des embryons et du sperme d'oursin et ont conclu à un effet faible ou nul.

L'équipe de Caplat et al. (2012) s'est intéressée à l'accumulation du zinc par l'huître *Crassostrea gigas* en conditions de laboratoire : leurs travaux concluent à une forte capacité de ce bivalve à accumuler ce métal relargué par les anodes. L'étude indique la nécessité de suivre les concentrations en zinc dans le milieu provenant des anodes sacrificielles notamment pour cette espèce afin d'évaluer les éventuels effets sur la consommation humaine. Enfin, l'étude de Gabelle et al. (2012) qui s'intéressait aux milieux portuaires et dont certains résultats ont été développés plus haut pour les compartiments eau et sédiments, confirme que davantage de travaux doivent être menés pour étudier la potentielle bioaccumulation et la toxicité sur les organismes benthiques de l'aluminium mobile issu des anodes sacrificielles en milieu portuaire.

Il existe très peu de d'analyses *in situ* des niveaux de contamination par les métaux d'espèces ayant colonisées structures en mer équipées d'anodes sacrificielles, comme des plateformes pétrolière ou gazière. Deux articles montrent néanmoins une bioaccumulation faible ou nulle.

Bascom et al. (1976) ont étudié la vie sous deux plateformes pétrolières californiennes à quatre reprises en 1975 (92 plongées). Ils ont conclu à la présence d'une vie très riche, en bonne santé apparente et sans indication de contamination. Pour le propos qui nous intéresse, ils ont réalisés des dosages de métaux (argent, cadmium, chrome, cuivre, molybdène, nickel, bore, vanadium, zinc) sans trouver aucune concentration anormale²⁷.

Gomiero et al (2015²⁸) ont étudié plus spécifiquement l'impact que pouvait avoir des anodes sacrificielles sur des moules collectées sur les plateformes d'extraction de gaz en mer Adriatique. Ils ont prélevé pendant 3 ans des moules *Mytilus galloprovincialis* sur les structures portant 3 plateformes, à une profondeur de 6 m, à côté et à 30 m d'anodes galvaniques. Différents métaux traces étaient dosés : Pb, Zn, Ni, As, Hg, Cr, Cu et Cd dans les corps mous et une large palette de tests biologiques a été réalisée. Les résultats ne montrent pas de contamination statistiquement significative sur les plateformes par rapport aux sites de référence mais une

²⁴ Jelmert, A. Research Note Harming Local Species or Preventing the Transfer of Exotics ? Possible Negative and Positive Effects of Using Zinc Anodes for. Science 2000, 34 (6), 1937–1940.

²⁵ Wagner, P.; Little, B.; Hart, K.; Ray, R.; Thomas, D.; Trzaskoma-Paulette, P.; Lucas, K. Environmental Fate of Sacrificial Zinc Anodes and Influence of a Biofilm. International Biodeterioration & Biodegradation 1996, 37 (3-4), 151–157.

²⁶ Mottin, E.; Caplat, C.; Latire, T.; Mottier, A.; Mahaut, M. L.; Costil, K.; Barillier, D.; Lebel, J. M.; Serpentine, A. Effect of Zinc Sacrificial Anode Degradation on the Defence System of the Pacific Oyster, *Crassostrea Gigas*: Chronic and Acute Exposures. Marine Pollution Bulletin 2012, 64 (9), 1911–1920.

²⁷ Dans leur publication initiale le vanadium apparaissait plus important sous les plateformes que sur les sites témoins. Ce fait a été repris dans plusieurs articles citant ce travail sans trouver d'explication logique à l'observation. Suite à notre sollicitation, un des auteurs, A.J. Mearns, nous a dit qu'il s'agissait d'une erreur de décimal et que le vanadium ne devait pas être considéré comme présentant une concentration plus élevée sur les sites qu'il avait étudiés.

²⁸ Gomiero, A.; Volpato, E.; Nasci, C.; Perra, G.; Viarengo, A.; Dagnino, A.; Spagnolo, A.; Fabi, G. Use of Multiple Cell and Tissue-Level Biomarkers in Mussels Collected along Two Gas Fields in the Northern Adriatic Sea as a Tool for Long Term Environmental Monitoring. Marine Pollution Bulletin 2015, 93 (1-2), 228–244.

augmentation sur tous les sites, référence et plateforme, au cours du temps. Néanmoins les auteurs écrivent que les concentrations de zinc dans les tissus des moules « étaient souvent plus élevées chez les bivalves collectés près des plateformes suggérant une contribution des anodes sacrificielles comme source possible ». Ils ajoutent que cette hypothèse est confortée par des analyses au niveau cellulaire : augmentation du contenu cellulaire en métallothionéine, une protéine souvent impliquée dans la défense cellulaire en présence de métaux traces ; déstabilisation des membranes des lysosomes qui sont des organites cellulaires digérant les molécules non fonctionnelles dans la cellule. Malgré tout leur conclusion est que « l'ensemble des résultats démontre une pollution faible ou nulle des plateformes gazières étudiées avec une faible perturbation biologique des organismes sentinelles²⁹».

Ce dernier travail, récent, de 2015, est le seul argument direct trouvé dans la littérature, suggérant un rôle des anodes sacrificielles dans la contamination de la faune associée aux plateformes gazières. Il conforte, en la modulant par des mesures directes, l'approche théorique basée sur une estimation des concentrations qu'on peut attendre dans les premiers mètres autour de ces anodes pendant une étale de marée.

Les sources de pollution potentielle sont probablement plus faibles sur des structures portant des éoliennes que sur des plateformes d'extraction de gaz. Le travail de Gomiero et al (2015) met donc en perspective l'importance de la contamination qu'on peut attendre de la présence d'anodes sacrificielles sur la faune colonisant des fondations jackets de parc éolien. Elle doit être faible, voire très faible.

Constatant le manque de connaissances et d'analyses *in situ* sur la contamination et d'avantage sur la bioaccumulation des métaux lourds dans les organismes et dans le réseau trophique, le maître d'ouvrage s'est engagé mettre en place « une évaluation de l'effet des anodes sacrificielles sur les matrices biote et eau », au travers de mesures des concentrations dans l'environnement et dans des bivalves implantées spécifiquement pour l'expérimentation (voir le chapitre « Mesure » pour plus de détails).

La sensibilité à l'effet est considérée faible car le risque d'une perte du niveau d'enjeu lié aux habitats est réduit voire nul.

En l'absence d'études menées sur des parcs éoliens en mer en exploitation, et par mesure de précaution, l'effet peut être qualifié de moyen, ce qui aboutit à un impact faible sur le compartiment benthique.

Habitats et biocénoses benthiques – Phase d'exploitation					
En l'absence d'études menées sur des parcs éoliens en mer en exploitation, et par mesure de précaution, l'effet peut être qualifié de moyen, ce qui aboutit à un impact faible sur le compartiment benthique					
Contamination par les anodes sacrificielles					
Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact
Habitats et biocénoses benthiques	Moyen	Faible	Moyen		Faible
			Indirect	Permanent	

²⁹ La moule *Mytilus galloprovincialis*.

MODIFICATION DE L'AMBIANCE SONORE SOUS-MARINE

Le fonctionnement du poste électrique en mer, via sa fondation, ne génère pas de bruit sous-marin.

Le fonctionnement simultané des 62 éoliennes sous l'effet du vent, dont le niveau d'exposition sonore large bande émis et transmit par chaque fondation est estimé entre 145 et 149 dB réf. $1\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$ @1m pour une puissance unitaire de 8MW, des vents compris entre 4 et 12 m/s et une fondation jacket. Ces estimations sont dérivées de mesures réalisées sur le site de Horns Rev II en mer du Nord (Betke K., 2006) et transposées à une fondation jacket permettent de définir des niveaux sonores attendus qui ne dépassent pas 133,9 dB réf. $1\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$ (Tableau 42). Le bruit lié au fonctionnement des éoliennes est transmis dans la colonne d'eau depuis la nacelle au travers du mât par la partie immergée de la fondation. Le design de ce type de fondation devrait réduire le bruit rayonné dans le milieu marin par rapport à une fondation monopieu. Les vibrations générées par les pales en rotation se transmettent par le mât à la fondation. Lorsque la fondation est du type monopieu, l'ensemble des vibrations sont transmises dans le milieu marin. Lorsque la fondation est du type jacket, les vibrations passent du mât (large diamètre) aux pieds de la fondation (diamètres plus faibles). Cela a pour effet de filtrer les basses fréquences, et une partie des vibrations ne sont pas (ou moins) transmises dans le milieu marin.

La maintenance du parc éolien par une flotte de navires spécialisés émettra d'après les simulations un niveau d'exposition sonore large bande estimé à 190 dB réf. $1\mu\text{Pa}$ par bateau, car en transit rapide vers le parc ou vers le port d'attache. En effet, afin d'acheminer les personnels, outils et les matériaux sur le parc éolien pour les opérations de maintenance, des navires spécifiques circuleront dans ou à proximité de la zone du parc depuis les ports de Port-Joinville et L'Herbaudière. Les fréquences de rotations hebdomadaires sont prises en compte.

Tableau 42 : Niveaux de bruit large bande estimés en phase d'exploitation sur le parc de Yeu-Noirmoutier

Opérations en phase d'exploitation	Quelques données de références bibliographiques	Niveau de bruit prédit à 1 m	Niveaux de bruit large bande prédits à 750m des opérations dans la zone du parc		
			Min	Moyenne	Max
			(dB réf. $1\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$)		
Maintenance (navires de chantier)	160-175 dB réf. $1\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$ (analyse multi-parcs)	2 sources mobiles indépendantes de 190 dB réf. $1\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$ @1m (Wales and Heitmeyer 2002) (Hildebrand 2009)	133,9	134,4	134,8
Fonctionnement des éoliennes	109-127 dB réf. $1\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$ mesuré à 14-20 m sur un parc en Suède (Tougaard et al. 2009) 122 à 147 dB réf. $1\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$ mesurés à des distances entre 15 et 275m (Nedwell, 2007)	145 à 149 dB réf. $1\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$ @1m	113,0	114,7	116,6

Source : Tougaard et al. 2009, MEDDE, 2012, BRLi, Quiet-Ocean, 2016

La géométrie des empreintes sonores large bandes englobent à la fois l'empreinte physique du parc en la débordant de 0,16 à 1,9 mille nautique pour l'exploitation des éoliennes en fonction du vent et du bruit ambiant. Autrement dit, le bruit des éoliennes en fonctionnement domine le bruit sous-marin ambiant existant dans l'ensemble du périmètre du parc et s'étale au plus jusque 1,9 mille nautique au droit des éoliennes périphériques. Ces résultats issus de modélisations sont en accord avec des mesures réalisées sur plusieurs parc au Danemark et en Suède (Tougaard et al. 2009) qui rendent compte de niveaux compris entre 109-127 dB réf. $1\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$ à des distances de 14 à 20m des fondations et qui estime (sans modèle) des distances d'empreinte de l'ordre de quelques kilomètres, pour des puissances unitaires d'éolienne comprises entre 450kW et 2 MW et pour des fondations monopieu. Des niveaux de 122 à 147 dB réf. $1\mu\text{Pa}$ mesurés à des distances entre 15 et 275m d'une fondation monopieu (Nedwell et al. , 2007).

A l'instar de la phase de construction, il existe peu d'éléments étayant des effets avérés du bruit de fond des parcs éoliens sur la faune benthique. D'après les paragraphes précédents provenant des études menées par les équipes belges, les augmentations de richesses spécifiques et de biomasses relevées en phase d'exploitation ne vont pas dans le sens d'un effet négatif du bruit sur le benthos.

Les travaux de l'Ifremer (2011) concluent sur la difficulté de statuer quant à un impact significatif et mesurable du bruit sur le comportement des espèces.

Concernant l'impact des navires de maintenance le même raisonnement que celui intégré pour la phase de construction est donc appliqué, si ce n'est le caractère permanent de l'effet, mais nettement plus faible du fait que le bruit engendré provient des bateaux de maintenance et non pas d'opérations de forage ou battage beaucoup plus génératrices de bruit. Ce bruit régulier et mobile n'induirra pas d'impact pour les ressources halieutiques.

Habitats et biocénoses benthiques – Phase d'exploitation

Le caractère de l'effet est permanent, mais nettement plus faible du fait que le bruit engendré provient des bateaux de maintenance et du fonctionnement des éoliennes et non pas d'opérations de forage ou battage beaucoup plus génératrices de bruit.

Modification de l'ambiance sonore sous-marine

Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact
Habitats et biocénoses benthiques	Moyen	Faible	Faible		Faible
			Indirect	Permanent	

CONTAMINATION PAR DES SUBSTANCES POLLUANTES (POLLUTION ACCIDENTELLE)

En phase d'exploitation, la contamination par des substances polluantes est principalement due à un risque de collision entre un bateau et un élément du parc éolien libérant du carburant.

Cet effet est étudié dans la partie relative aux impacts sur la qualité de l'eau et des sédiments en phase de construction et de démantèlement (partie 2.2.2.5.2).

En cas d'accident, que ce soit en phase de construction /démantèlement ou d'exploitation, les caractéristiques de l'impact seront de même nature. Ils seront toutefois moindres en phase d'exploitation du fait de plus faibles volumes de carburant au sein des bateaux de maintenance.

Habitats et biocénoses benthiques – Phase d'exploitation					
En cas de pollution accidentelle, la contamination par des substances polluantes est donc indirecte, temporaire et faible sur les habitats et les biocénoses benthiques.					
Contamination par des substances polluantes (pollution accidentelle)					
Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact
Habitats et biocénoses benthiques	Moyen	Moyenne	Faible		Faible
			Direct	Permanent	

EFFET RECIF

A l'échelle d'un parc éolien en mer

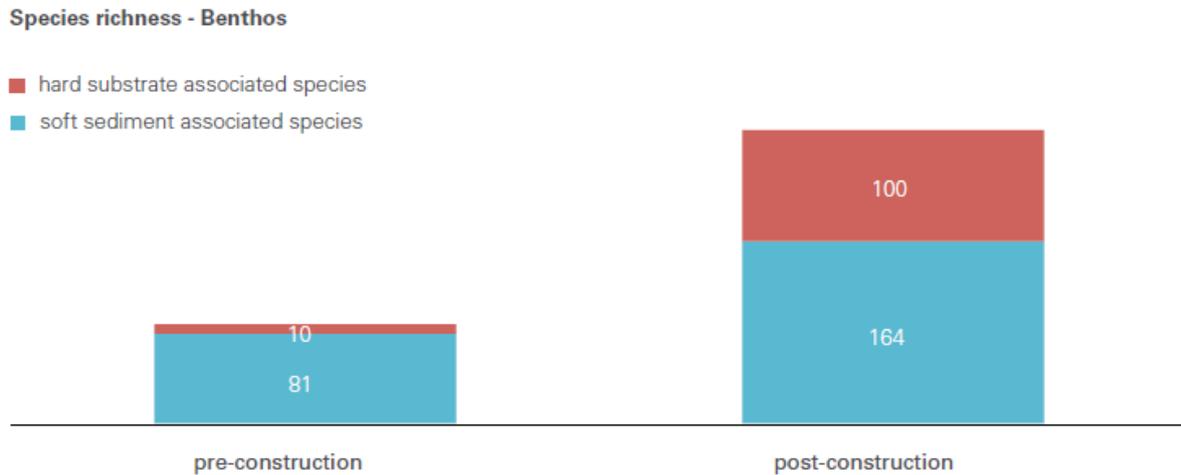
Il est généralement fait état d'un accroissement de la biomasse marine autour des structures immergées. Cet « effet récif » est aussi bénéfique pour les espèces commerciales, avec un éventuel effet de débordement vers les zones adjacentes (UICN, 2014).

Les travaux de Degrear *et al.* (2013) détaillent les évolutions de richesse spécifique sur l'ensemble des zones accueillant des parcs éoliens, installés sur des substrats meubles (Figure 71) :

- ▶ Il est montré que le nombre d'espèces de substrats durs a été multiplié par 10, par l'introduction de nouveaux supports favorisant leur développement relativement aux plus rares éléments grossiers et débris coquilliers des fonds meubles en présence limitant leur expansion avant l'installation des éoliennes. Cet effet sera probablement limité voire inexistant étant donné la dominance des substrats rocheux sur la zone du parc ;
- ▶ Concernant les espèces de substrats meubles, dont le nombre a doublé après construction, l'étude mentionne précisément 3 sources probablement responsables de cette évolution :
 - L'exclusion des activités de pêche, ce qui n'est pas envisagé pour le projet de parc éolien en mer des îles d'Yeu et de Noirmoutier,
 - L'enrichissement des sédiments en matière organique à proximité des éoliennes dû notamment à l'augmentation de fèces des espèces fixées, effet qui sera peu quantifiable dans le cadre de la présente étude compte tenu de la dominance des substrats rocheux,
 - L'effort d'échantillonnage supérieur après la construction, qui introduit un biais dans l'analyse des résultats.

Selon ces travaux, sur les 284 espèces benthiques recensées, seules 4 ne faisaient pas partie des inventaires précédents connus dans la partie belge de la mer du Nord, mais étaient en revanche recensées dans les eaux environnantes anglaises, françaises ou néerlandaises.

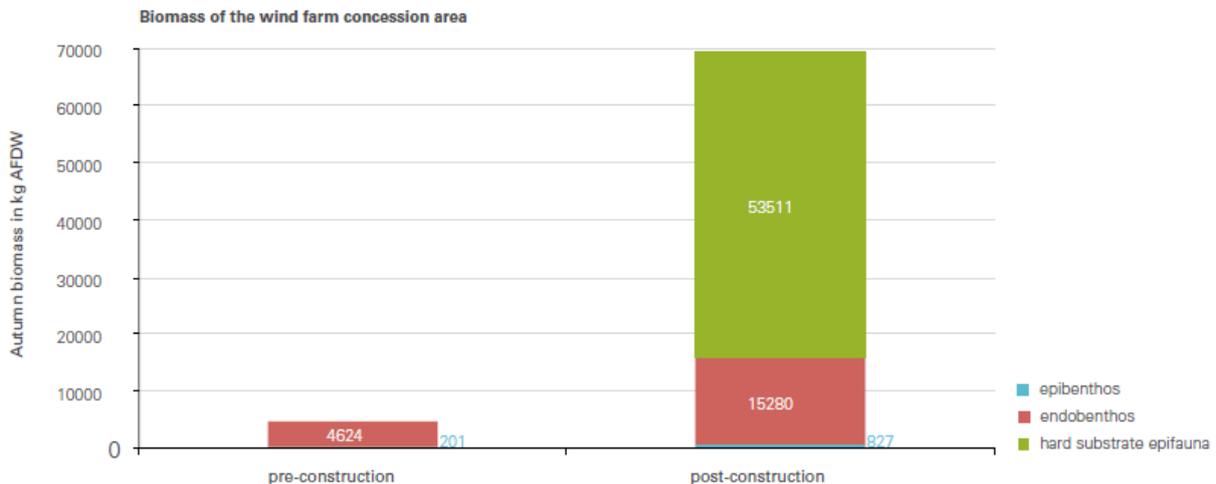
Figure 48 : Richesse spécifique benthique au sein des parcs éoliens avant et après la première phase de construction, et distinction en fonction des substrats durs (hard) et meubles (soft).



Source : Degreear et al, (2013)

Au-delà de la richesse spécifique, la biomasse a été évaluée avant les phases de construction et après l'implantation du parc de Thornton Bank (Belgique). Malgré les imprécisions relevées dans les méthodes d'échantillonnage et reconnues par les auteurs eux-mêmes, leurs conclusions mènent à affirmer une augmentation nette de la biomasse après la construction, en particulier celle inféodée aux substrats durs (fondations) (Figure 72). L'étude précise d'ailleurs que cette augmentation sert de nourriture pour les espèces de poissons, notamment le tacaud et la morue attirée après la construction du parc, et indirectement celles d'oiseaux trouvées autour de ces nouveaux supports artificiels. Des conclusions similaires ont été relevées sur le parc éolien en mer hollandais OWEZ (Ifremer, 2011).

Figure 49 : Biomasse de l'épifaune, de l'endofaune, et de la faune fixée de substrats durs sur les parcs éoliens en mer Belges.



Source : Degreear et al., 2013

L'épifaune benthique peut également être positivement impactée, comme ceci a été montré sur le parc de Thornton Bank par l'équipe de Vandendriessche *et al.* (in Degreear, 2013), où une augmentation de la biomasse épibenthique a été détectée après les travaux de construction. Sur le parc de Bligh Bank, les densités de l'étoile de mer *Asterias rubens*, d'oursins (*Psammechinus miliaris*) ou de bernard l'hermite (*Pagurus bernhardus*) ont augmenté, évolution attribuée à la présence de substrats durs depuis l'implantation des éoliennes, donc de leur nourriture préférentielle pouvant s'y fixer (algues, bryozoaires, hydrides, balanes, etc...).

Les éléments ci-après émanent essentiellement de retours d'expérience liés à des structures gravitaires ou monopieu, qui constituent un support quantitativement et qualitativement différent des fondations Jacket (en treillis métalliques). Les principes généraux sont toutefois transposables aux fondations de type « jacket ».

D'après une étude par Lüdeke (2015), les données récoltées sur les 13 premiers parcs éoliens en mer d'Allemagne notamment sur le projet Alpha Ventus mettent en évidence une création de nouveaux habitats pour la faune benthique des substrats durs. En effet, après la construction des fondations des éoliennes, la richesse spécifique et la biomasse des espèces qui y sont fixées ont augmenté amenant d'ailleurs de nouvelles espèces qui n'étaient pas présentes sur les sites étudiés, auparavant dominés par la faune benthique de substrats meubles. Ceci semble se confirmer par les travaux de De Mesel (in Degrear, 2013), qui se sont intéressés au « fouling » sur les fondations et les protections anti-affouillement des 2 sites éoliens de Bligh Bank et Thornton Bank implantés sur des substrats meubles ; ce qui n'est pas le cas de ce présent parc éolien. Il est ainsi raisonnable de penser que la colonisation sera réalisée par les mêmes espèces que celles déjà présentes sur site. Il apparaît que les communautés subtidales sur les fondations et les protections se forment essentiellement pendant les 2 premières années. Des différences de communautés apparaissent selon le parc étudié, qui seraient expliquées par une différence des masses d'eau entre les 2 sites, et du type de substrat disponible, à savoir du béton pour le parc de Thornton Bank, et de l'acier pour celui de Bligh Bank, ce dernier contribuant à une richesse spécifique moindre bien que les abondances et biomasses ne soient pas nécessairement différentes (Bergström *et al.*, 2014). Il apparaît que la richesse spécifique sur les fondations est inférieure à celle relevée sur les protections anti-affouillement. Globalement, la faune inventoriée sur les fondations est similaire à celle qui colonise les parois verticales des épaves. Cependant, dans le contexte spécifique de la mer du Nord, les études menées par l'équipe de Degrear *et al.* (2013) mettent en garde sur le risque accru d'installation d'espèces non indigènes, ou opportunistes (UICN, 2014). On note à ce sujet que la problématique des espèces invasives sur le site des Iles d'Yeu et de Noirmoutier est réduite à ce jour (Chapitre « Etat initial de l'environnement ») limitant a priori ce risque.

Photographie 4 : Aperçu d'une fondation gravitaire en béton colonisée sur sa partie supérieure au sein du parc éolien en mer de Thornton Bank (Belgique)



Source : Degrear, *et al.*, 2013

Bien que les notions de récifs fassent souvent intervenir des volumes de matériaux disponibles, les travaux de Degrear s'intéressent par ailleurs à comparer les différentes surfaces colonisées en fonction du type de fondation pour une bathymétrie de 25 m environ. Il apparaît ainsi que les fondations jacket sont celles qui engendrent le plus de superficie potentielle de colonisation dans la partie subtidale, avec environ 2 fois plus de surface disponible que pour le cas des fondations gravitaires ou monopieu. En revanche, l'absence de protection anti-affouillement dans le cas des jackets ne constitue pas de nouvelles surfaces créées par l'implantation de la

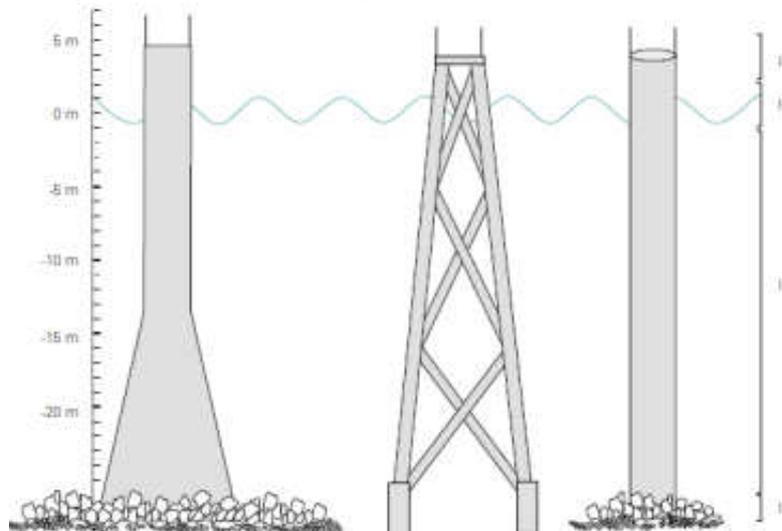
structure. Ainsi, sur la zone immergée selon ce tableau (dont protection anti-affouillement quand elle existe), les fondations monopieu et jacket sont les moins génératrices de supports nouveaux au niveau de la zone immergée (subtidale), à savoir 1071 m² et 1280 m² respectivement, la fondation gravitaire est au contraire celle qui en engendre le plus (2913 m²).

Tableau 43 : Superficies en mètre carrés des substrats durs nouvellement disponibles par éolienne selon le type de fondation utilisée au sein des parcs éoliens de Belgique/Mer du nord. N.D = non déterminé

Type de fondation	Zonation verticale				
	Zone supratidale (« swash zone »)	Zone intertidale	Zone subtidale	Protection anti-affouillement (blocs grosse dimension)	Protection anti-affouillement (blocs moyenne dimension)
Gravitaire	62	76	671	1866	376
Jacket	N.D	51	1280	0	0
Monopieu	39	58	518	471	82

Source : Degreear, et al., 2013

Figure 50 : Zones de fouling détaillées au tableau précédent.

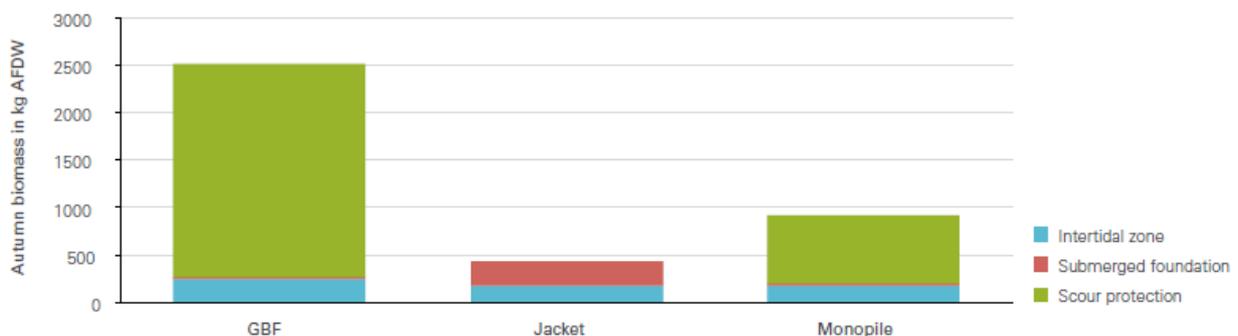


Source : d'après Degreear et al., 2013

I = zone supratidale / II = zone intertidale / III = zone subtidale / IV = protection anti-affouillement (si présent)

Ces mêmes travaux montrent par ailleurs, que la biomasse est corrélée à la surface créée par la protection anti-affouillement. En effet, malgré une superficie subtidale plus importante pour les fondations jacket, la biomasse y est plus faible.

Figure 51 : Biomasses automnales de la faune fixée en fonction du type de fondation. (GBF = gravitaire / Scour protection = protection anti-affouillement).



Source : Degreear, et al., 2013

Enrochement des câbles et résidus de forage

- Dans le cas des enrochements de protection des câbles, les données techniques du projet indiquent une emprise sur une largeur de 9m et une hauteur de 1,3m. Il est très probable que par leur structure ou la nature du matériau, les protections constituent sur une échelle de temps courte (quelques mois) des supports de fixation pour la faune sessile, voire des zones d'abris pour les grands crustacés (tourteaux, homards, etc...). En effet, ceci est comparable aux protections anti-affouillements détaillées ci-dessus.
- Quant aux matériaux des résidus de forage qui seront soit dispersés au pied des éoliennes soit sur les fonds au sein de la zone du parc, la recolonisation pourra avoir lieu soit de manière identique aux assemblages en place si les matériaux apportés sont similaires en termes de taille (blocs et cailloutis dans l'ensemble), soit vers une trajectoire différente si des sédiments plus fins sont dispersés. Dans ce deuxième cas, le milieu serait colonisé davantage par des espèces de substrats meubles inféodées aux graviers, sables grossiers, sables moyens, les particules plus fines étant absentes de la zone d'après les données granulométriques des 7 stations récoltées dans cette étude. Ainsi, il est raisonnable de penser que dans tous les cas, le milieu sera colonisé par des espèces éventuellement opportunistes dans un premier temps, avec par exemple des espèces des groupes écologiques IV et V pour les substrats meubles et certaines algues sur les substrats rocheux (*Polysiphonia, spp., Heterosiphonia japonica, etc...*). Sur le plus long terme et suite à la dispersion des résidus, des cortèges d'espèces proches des peuplements équilibrés observés à ce jour sur l'AEI coloniseront le milieu, qu'il s'agisse d'une faune benthique de substrats meubles ou rocheux, ou à la limite entre les deux (graviers et cailloutis à épibiose sessile par exemple, ou roche soumise à influence sédimentaire).

Habitats et biocénoses benthiques – Phase d'exploitation

Ces changements ou recolonisations ne participent pas nécessairement à une bonification des habitats et biocénoses benthiques, mais à un retour vers les conditions initiales, synonyme d'une bonne résilience des habitats en place.

La sensibilité à cet effet est considérée comme faible car le risque de perte du niveau d'enjeu actuel pour le compartiment benthique est faible (ex : installation permanente d'espèces opportunistes ou invasives par exemple). L'effet est également considéré faible, compte tenu de la bonne résilience a priori des habitats en place, minimisant les risques de transformation d'habitat. L'impact est considéré comme faible, voire positif pour certaines espèces benthiques.

Effet récif						
Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact	
Habitats et biocénoses benthiques	Moyen	Ne s'applique pas dans le cas d'impact positif	Faible		Faible	A positif
			Direct	Permanent		

3.3.2.2 Ressources halieutiques et autres peuplements marins

3.3.2.2.1 Présentation des effets

Plusieurs effets peuvent être attendus sur les ressources halieutiques en fonction des sites et des modalités de gestion en phase d'exploitation :

- ▶ Les structures en place (structure jacket et enrochements de câbles) sont susceptibles de créer un effet récif ;
- ▶ La possibilité de création d'un effet réserve éventuel bien qu'avec un parc pêchant, les espaces de restrictions à la pêche soient peu importants. Il s'agira de vérifier si l'effet récif et l'effet réserve se confondent ou s'additionnent sur le parc ;
- ▶ La modification du champ électromagnétique lié à la présence des câbles est susceptible d'influer sur certaines espèces ;
- ▶ La modification de l'ambiance sonore sous-marine due aux éoliennes et à l'exploitation du parc ;
- ▶ Contamination par la présence d'anodes sacrificielles pour la protection des structures acier contre la corrosion induira un rejet de métaux dans l'environnement. L'utilisation de moyens nautiques pour assurer la maintenance constituera un risque de pollution accidentelle aux hydrocarbures.

En revanche, il n'est pas attendu d'impact significatif de la température au niveau des câbles qui seront protégés sous une épaisseur de roche de 130 centimètres. L'effet sera négligeable pour les poissons et autres espèces benthos-démersales. En surface du benthos, les écarts de températures dans plusieurs expériences ne sont que de 0,2°C au droit des câbles ensouillés (Meißner *et al.*, 2007; in OSPAR, 2008). Les protections par ensouillage et enrochement sont préconisées par l'UICN, car ils permettent d'annuler les impacts liés à l'augmentation de la température (UICN, 2014). Cet effet ne sera pas traité pour cette composante.

3.3.2.2.2 Évaluation des impacts

EFFET RECIF ET MODIFICATION D'HABITATS D'ESPECES

Il est difficile de prévoir l'influence qu'aura la présence des fondations pour les espèces et les peuplements. Les distances entre structures sont importantes (plus d'un km) et les modélisations hydrodynamiques indiquent qu'en substrat dur (88% de l'aire d'étude immédiate du parc n'est pas érodable), les modifications en matière d'affouillement (chapitre 3.2.2.4) seront négligeables. Ces deux paramètres permettent de penser que les éoliennes ne constitueront pas de gêne pour les espèces qui se reproduiront sur cette zone (crustacés, poissons,...) ou s'y nourriront.

Pour mémoire, l'emprise au sol des fondations est d'environ 974 m² alors que les surfaces créées nette sont de 204 m² rien que pour les enrochements de protection des câbles et de 0,29 km² sur la structure des éoliennes elles-mêmes. L'ensemble de ces éléments représente 50061 m² de supports pour la colonisation par des biocénoses benthiques elle-même support à une chaîne trophique (possible effet récif).

Les fondations de type jacket n'ont pas de surfaces anti-affouillement, mais disposent des surfaces dans la colonne d'eau colonisables les plus importantes par rapport à d'autres types de fondations ce qui peut avoir un rôle sur l'effet récif.

Effet récif / Effet réserve

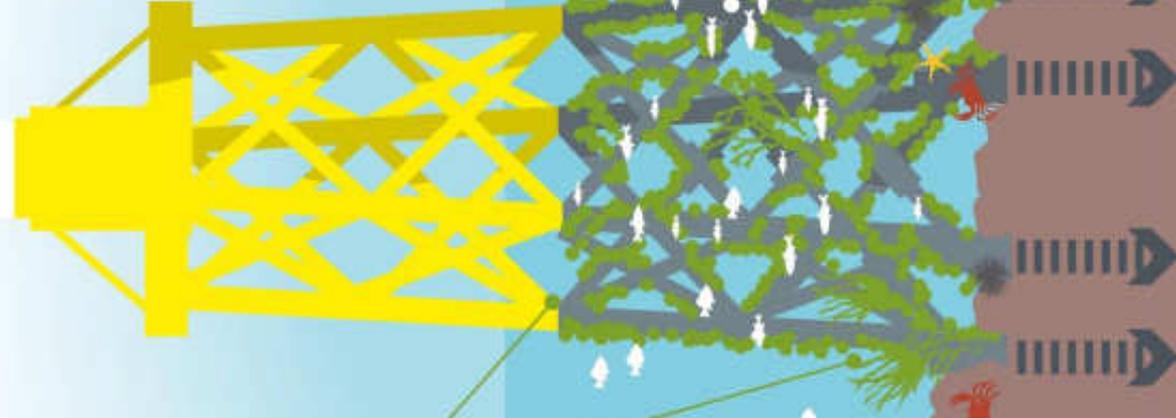
Effet récif

Création d'une biomasse*
sur la fondation

Effet réserve

Présence de vie marine au sein
du treillis de la fondation et aux
alentours immédiats (-50 mètres)

* Biomasse : organismes vivants

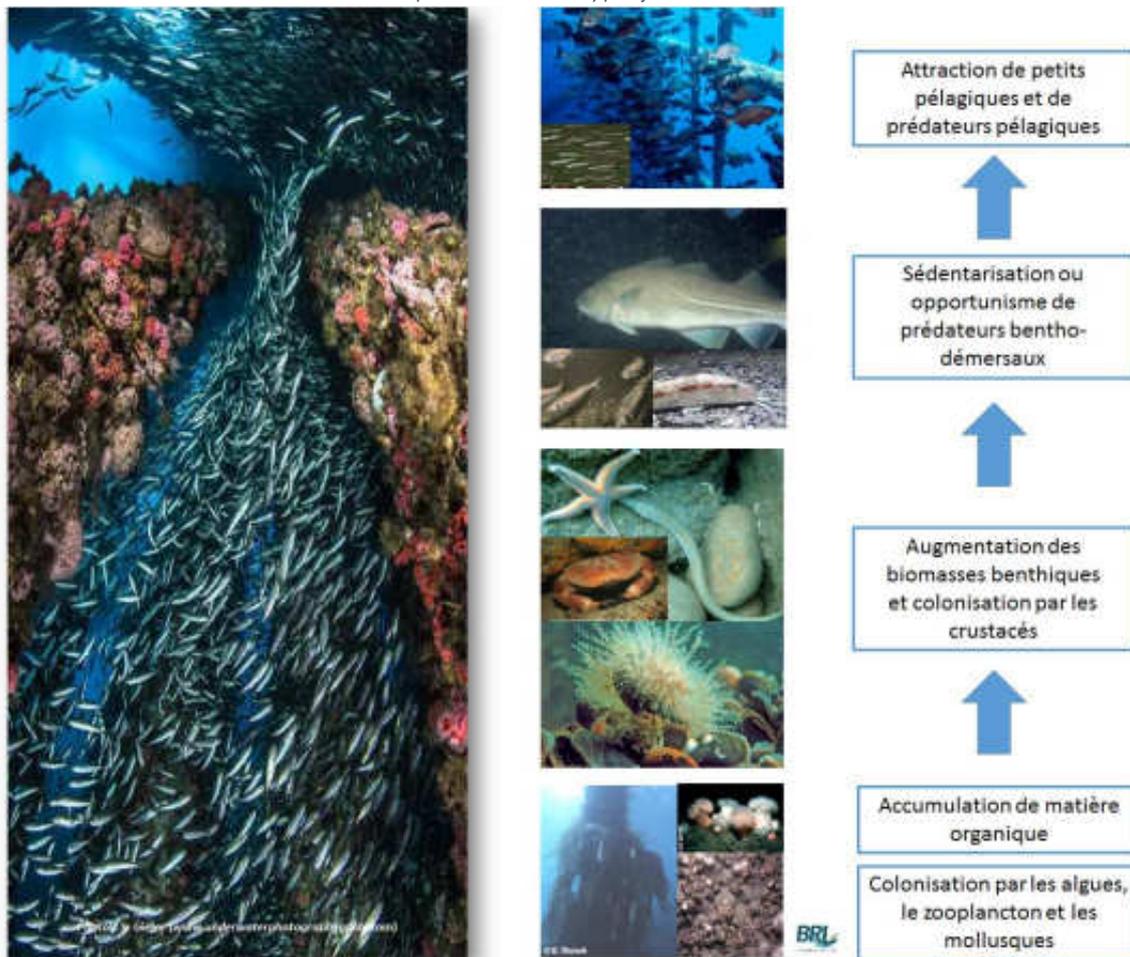


À l'effet de refuge et d'abris offert par les structures complexes des ouvrages et des communautés en place, les structures verticales telles que les fondations d'éoliennes offrent par exemple une série d'habitats de profondeur variable, aptes à soutenir différents stades de développement et différentes espèces de poissons (MEDDE, 2012).

Les retours d'expériences des parcs éoliens en mer en Europe du Nord ont montré que les fondations des éoliennes peuvent significativement accroître l'abondance de poissons démersaux et de crabes (Wilhelmsson et al, 2006 ; Maar et al, 2009 in Wilhelmsson et al, 2010). Linley et al. (2007) ont suggéré que l'introduction de structures en lien avec un parc éolien en mer pourrait étendre l'aire de distribution de certains crustacés mobiles comme les crabes et les homards, en conséquence de l'augmentation de l'habitat disponible. À Horns Rev, par exemple, il a été démontré au cours des études de suivi post-construction que le parc éolien en mer était utilisé par les tourteaux comme nourricerie (Leonhard and Pedersen 2005). Sur ce parc, les analyses pré et post construction ont permis de démontrer que l'introduction des structures sous-marines avait multiplié par 60 la disponibilité de nourriture pour les poissons et autres organismes au sein du parc en comparaison des conditions de l'état initial (Leonhard & Pedersen 2005).

Les structures seront colonisées et de nouvelles chaînes alimentaires se créeront jusqu'à atteindre un nouvel équilibre. À la faveur de la complexification des habitats créée, d'autres peuplements viendront accroître sensiblement la biodiversité comme observée sur plusieurs parcs.

Figure 53 : Illustration de l'effet récif par des photos prises sur des parcs éoliens existants et des plateformes pétrolières de type jacket



Source : BRLi 2016, d'après plusieurs études dont Hiscock et. al., 2002 et Kragefsky, S., 2014

Un réseau trophique se créera avec l'installation de prédateurs : oursins, étoiles de mer, poissons tels bars, tacauds, vieilles, congres... Les enrochements sur les câbles offriront des cavités qui serviront d'abris pour les crabes, congres, vieilles, ...). Les céphalopodes y trouveront des supports pour la fixation des œufs. Les jackets offrent des supports et des habitats sur toute la colonne d'eau, et pourront également agir comme dispositifs d'attraction et de concentration de poissons (DCP = Dispositif de concentration des Poissons) pélagiques notamment (attraction par la forme, l'effet d'ombre portée, les modifications localisées des courants, etc.). Anderson *et al.* (2009) ont comparé la colonisation épi-benthique des fondations en béton et en acier à des zones naturelles en échantillonnant des assemblages de poissons. L'étude a montré une abondance plus élevée et un nombre d'espèces plus important sur et autour des fondations (avec aucune différence constatée entre le béton et l'acier) en comparaison des habitats sablo-vaseux environnants. Un effet récif a été détecté sur des espèces telles que les gobies nageurs à deux points (*Gobiusculus flavescens*) et les Cténolabres rupestres (*Ctenolabrus rupestris*). De très récentes études sur le site Alpha Ventus confirment l'augmentation des abondances et des tailles moyennes des espèces de poissons et de crustacés capturées près des éoliennes par rapport à des sites témoins (Kragefsky S., 2014).

D'autres travaux de suivi sur bases de campagnes au filet et au chalut n'ont pas révélé de différences significatives en termes d'abondance et de distribution pour un certain nombre d'autres espèces démersales (incluant la sole, la morue, grondins, barbu, mais aussi les lançons parmi d'autres) et pélagiques (hareng, sprat, maquereau, chinchard...) entre le site et les zones de contrôle. Par ailleurs, la diversité des espèces a augmenté à proximité de la base des fondations (Leonhard *et al.*, 2011, Stenberg *et al.*, 2011).

Les études sur l'abondance de poissons au sein de parcs éoliens en mer, menées dans plusieurs pays européens et au Japon concluent donc soit à l'absence de différence significative dans les assemblages et les abondances, soit à un accroissement de l'abondance (Wilhelmsson *et al.*, 2010). Ces études ne concluent pas à des effets négatifs même si elles ont du mal à statuer sur le caractère négatif ou positif d'une modification des habitats avec augmentation des indices de diversités. Les capacités de ces structures à réellement accroître les stocks à l'échelle d'une pêcherie restent toutefois limitées.

Finalement, ces études ne permettent pas d'affirmer si l'impact sera pour les poissons une concentration de la biomasse sur la zone du parc (simple déplacement des peuplements vers le parc lié à un phénomène d'attraction) ou si le parc permettra une réelle production de biomasse nette (installation pérenne de peuplement) par rapport à l'existant. Les récentes publications sur les récifs artificiels tendent toutefois à répondre par l'affirmative quant à l'effet de production nette d'un récif artificiel (Cepralmar, 2016) même si le sujet reste discuté. La majorité des auteurs et des publications scientifiques s'accordent sur les bénéfices écologiques des récifs artificiels, notamment de l'augmentation locale de la biodiversité, des abondances et des biomasses (Cepralmar, 2016).

Par ailleurs, le phénomène d'attraction des jackets pour les petits pélagiques (effet DCP : Dispositif de concentration de Poissons) pourra conduire à une concentration de la ressource au-delà d'un effet récif de production. Aussi, dans un contexte de parc éolien pêchant et en absence de mesures de gestions, l'amélioration de l'efficacité de pêche induite par l'accès des chaluts pélagiques à proximité des éoliennes, pourra accentuer la pression sur cette ressource (Bergstrom *et al.*, 2014).

Ressources halieutiques et autres peuplements marins – Phase d'exploitation

L'effet est considéré positif, mais de faible à moyenne amplitude compte tenu des faibles surfaces nouvelles créées au regard des stocks concernés. Dans ce contexte les impacts attendus sont globalement plutôt positifs au regard de la création de supports additionnels et du potentiel d'augmentation de l'abondance et de la biomasse. En effet, l'effet récif sera partiellement assuré par la définition d'une zone de restriction de prélèvement (zone de sécurité définie comme sur d'autres parcs) autour des éoliennes défini à ce jour à 150 m autour des fondations des éoliennes, du poste électrique en mer et du mât de mesures en mer.

Effet récif et Modification d'habitats d'espèce

Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact	
Ressources halieutiques et autres peuplements marins	Faible à moyen	Ne s'applique pas dans le cas d'impact positif	Positif		Négligeable	A positif
			Direct	Permanent		

EFFET RESERVE

Un effet réserve pourrait se former pendant la phase d'exploitation. Son ampleur ou son effet sera dépendant des mesures de gestion et des restrictions d'usage éventuellement décidées par la Préfecture Maritime et notamment sur les activités de pêche au sein du parc. Une zone exploitée sans forte restriction d'accès et de prélèvement ne peut conduire à un effet réserve.

« L'effet réserve » et l'exportation de biomasse (spillover) sont définis dans le chapitre sur la continuité en phase travaux (chapitre 0).

L'interdiction totale de prélèvement par la pêche sur les parcs éoliens d'autres pays a démontré que l'effet réserve était complexe à mesurer (augmentation ou modification non significative des abondances au sein des parcs (voir chapitre sur l'effet récif). On note toutefois dans une étude récente sur les effets réserves et une autre sur les pêcheries de lançons dans les parcs éoliens des concentrations de navires à l'extérieur du périmètre des parcs. Ceci indique indirectement un intérêt pour la pêche de s'y concentrer et de bénéficier de l'export de biomasse (effet de débordement comme cela a pu être observé sur d'autres AMP - Gascuel et al., 2014). Bien que le nombre d'études sur cet effet spillover (effet débordement) ait augmenté ces dernières années, les mécanismes à l'origine de ces mouvements restent encore peu connus (Gascuel D. et Hénichart M., 2014). Plus que le phénomène de débordement, la diffusion des larves à l'extérieur d'une AMP-réserve peut contribuer à la limitation du risque d'effondrement des stocks et à l'amélioration des rendements de certaines pêcheries. Ainsi, à l'échelle d'une population, l'effet du transport (exportation) de larves et d'œufs est généralement plus impactant que l'effet spillover (déplacements d'adultes et de juvéniles) (de Monbrison et al., 2013 ; Gascuel D et Henichart L.M., 2014). Ces mêmes revues de l'état de l'art signalent que des petites zones de protection combinées avec des zones de pêche gérées sont parfois plus performantes qu'une seule réserve intégrale.

Dans le cas du projet des îles d'Yeu et de Noirmoutier, la définition d'un parc pêchant prévoit à ce stade peu de restrictions totales d'accès (150 m d'exclusion autour des éoliennes, du poste électrique en mer et du mât de mesures). Les zones réserves de la zone du parc en phase d'exploitation concernent une surface d'environ 4,5 millions de m² soit seulement 4% de la zone du parc et un volume dans la colonne d'eau d'environ 86 millions de m³.

Un parc pêchant de jour comme de nuit, sans autre restriction, verra donc l'effet réserve se confondre avec l'effet récif et rester de faible ampleur. La capacité d'attraction des jackets pour les pélagiques pouvant également renforcer la capacité de pêche sur ces espèces et ne plus devenir un effet réserve, mais un effet DCP.

L'effet réserve en phase exploitation est positif (faible pour les espèces capturées au filet car présence petits métiers et de niveau faible à moyen³⁰ pour les petits pélagiques en fonction du niveau de pêche au sein du parc).

Ressources halieutiques et autres peuplements marins – Phase d'exploitation					
Dans le cas du projet des îles d'Yeu et de Noirmoutier, la définition d'un parc pêchant prévoit à ce stade peu de restrictions totales d'accès. Les zones réserves devraient donc se confondre avec l'effet récif, et devrait être, bien que positif, de faible ampleur.					
Effet réserve					
Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact
Ressources halieutiques et autres peuplements marins	Faible à moyen	Ne s'applique pas pour les effets positifs	Positif		Positif (de niveau faible à moyen)
			Indirect	Permanent	

MODIFICATION DU CHAMP MAGNETIQUE LIE A LA PRESENCE DES CABLES

Dans le milieu marin, certaines espèces de poissons, crustacés disposent d'organes sensoriels basés sur l'électricité ou le magnétisme, leur servant pour se nourrir (requins, raies), survivre aux prédateurs, pour se reproduire ou encore se déplacer (homard blanc, crabes, poissons migrateurs amphihalins).

Parmi les espèces magnéto-sensibles et magnéto-sensibles présentes dans les eaux du golfe de Gascogne, on compte les élasmobranches (requins et raies), les agnathes (lamproie fluviatile et marine), les téléostéens (anguille, morue, plie, saumon atlantique), les crustacés (homards, crabes et crevettes) et les mollusques (gastéropodes, bivalves et céphalopodes).

D'une manière générale l'exposition des ressources halieutiques aux champs magnétiques (C.M) des câbles seront fortement diminuées, car recouverts par de l'enrochement de protection. La barrière physique des substrats a pour effet de diminuer l'exposition des espèces magnétosensibles aux champs magnétiques les plus puissants (OSPAR, 2008). Les considérations s'appliquant aux parcs éoliens anglais reconnaissent que les effets résiduels des champs magnétiques au cours de l'exploitation d'un parc ne sont pas significatifs si des mesures de réduction d'impact sont réalisées comme l'utilisation de câbles renforcés et d'ensouillage à une profondeur suffisante de 1 à 3 m (DECC, 2011).

Le rayonnement potentiel à la source est donc défini dans le cadre de ce projet, à hauteur de 18 µTesla à 1 m, soit très nettement inférieurs au champ magnétique naturel terrestre sur la zone d'études (47 µTesla d'après ESA.DTU Space, 2014). Ceci est en accord avec les références internationales qui confirment que les niveaux des C.M pour les câbles ensouillés à 1 m sont inférieurs à 18 µTesla).

De nombreuses recherches sont entreprises pour évaluer les impacts potentiels des champs magnétiques sur la faune marine (source : Ifremer, 2011). Mais globalement, on dispose de peu de recul scientifique pour évaluer la nature et le degré réel des impacts potentiels qu'il soit attractif ou non.

³⁰ faible à moyen en fonction des espèces concernées et des niveaux de pêche autorisés au sein du parc.

Pour les élasmobranches, espèces les plus sensibles, les expériences de laboratoire n'ont pas pu déterminer si les C.M émis par les câbles d'alimentation électrique avaient un impact sur les espèces étudiées (Gill and Taylor 2001 ; Gill *et al.*, 2005; Gill *et al.*, 2009; CMACS 2003; COWRIE 2009). D'autres études ont montré que les roussettes étaient susceptibles de se trouver dans la zone d'émission de CEM et des raies bouclées (*Raja clavata*) ont augmenté leur mobilité autour du câble quand mis sous tension. Ces réponses étaient cependant imprévisibles, ne se sont pas toujours renouvelées et sont apparues comme étant basées sur une espèce en particulier.

Sur la base de ces résultats, une récente synthèse publiée par les autorités anglaises (MMO, 2014), précise que « sur la base des résultats des programmes de suivi conduits à ce jour, il n'y a pas de preuve suggérant que les CEMs soient une menace significative pour les élasmobranches à l'échelle d'un site ou d'une population...Des recherches ciblées utilisant du matériel de haute définition n'a pas permis de définir à quels niveaux ils sont attirés ou repoussés. Les CEM émis dans l'industrie du câble pour les parcs éoliens en mer sont peu susceptibles de faire fuir les élasmobranches au-delà de quelques mètres de la source si ensouillée à une profondeur suffisante (1- 5m) ».

Le programme de suivi du parc éolien en mer de Burbo-Bank a impliqué des études spécifiques sur les CEM dont une analyse des contenus stomacaux de plusieurs espèces d'élasmobranches. Les poissons capturés sur le site du câble (et donc exposés à des C.M) étaient bien nourris. Aucun effet négatif sur les populations de poissons ne fut constaté (MMO, 2014).

Pour certains crustacés, des réactions ont été observées pour certains types de champs, (Boles and Lohmann, 2003) et récemment pour le homard américain sur la base de courant continu à forte intensité, sans rapport avec les émissions des câbles (une source de champs magnétiques de 1,1 mT) (Woodruff *et al.*, 2013³¹). Les preuves indirectes issues de programmes de suivi post-construction dans des parcs éoliens en exploitation (forte présence de crustacés à proximité de câbles et colonisation par les moules) ne suggèrent pas que la distribution des espèces de crustacés ou de mollusques sensibles aux champs magnétiques ait été affectée par la présence de câbles électriques et du champ magnétique induit.

Concernant les poissons migrateurs amphihalins, les expériences réalisées sur l'anguille ont montré les mêmes conclusions (Westerberg *et al.*, 2007 in Gill & Bartlett, 2010). Une étude sur le saumon Atlantique (*Salmo salar*), la truite de mer (*Salmo trutta*), et l'anguille d'Europe (*Anguilla anguilla*) a démontré qu'ils semblent avoir la capacité de détecter les niveaux d'magnétisme associés à des câbles électriques cependant les données ne permettent pas de déterminer à ce jour si ces champs ont un effet sur ces espèces (Gill, A.B. et Bartlett, M, 2010).

En mer Baltique, les suivis migratoires des anguilles d'Europe (espèce non communautaire, mais amphihaline), ont montré que la présence des câbles n'empêche pas la migration des individus dont la migration restait globalement inchangée. Seuls de légères déviations ou un retard étaient observés ((Öhman *et al.*, 2007, Westerberg & Lagenfelt, 2006 ; in Gill et Bartlett, 2010). D'autres études indiquent qu'au sein d'un parc éolien, les populations d'anguilles étaient perturbées sans pour autant en connaître la raison (champs magnétiques ou bruits émis par les éoliennes ?). Une absence totale d'effet a été observée à plus de 500 m des parcs.

Par ailleurs pour ces espèces, la détection des champs magnétiques n'est pas le seul mécanisme utilisé pour s'orienter ; la vision, l'ouïe, l'odorat et les informations hydrographiques peuvent également être utilisés pendant la migration (Öhman *et al.*, 2007; Stabell, 1984). La littérature suggère que le saumon et la truite de mer adulte migrent généralement dans les couches supérieures de la colonne d'eau avec des plongées peu fréquentes vers les eaux plus profondes (Sturlaugsson & Thorisson, 1997 ; Aas *et al.*, 2011; Malcolm *et al.*, 2010).

³¹ Woodruff DL, Cullinan VI, Copping AE et Marshall KE, 2013. *Effects of electromagnetic fields on fish and invertebrates. Task 2.1.3 : Effects on aquatic organisms fiscal year 2012 progress report. Environmental effects of marine and hydrokinetic energy.* U.S. Department of Energy. 62p.

Ressources halieutiques et autres peuplements marins– Phase d'exploitation

Les niveaux de sensibilité à l'effet sont considérés négligeables à faibles. Les C.M émis sont de plus, nettement inférieurs aux émissions terrestres naturelles sur le site et diminuent rapidement à distance du câble. On peut donc considérer que les impacts sont faibles et même négligeables pour les crustacés et les poissons migrateurs amphihalins ou pour les espèces majoritaires présentes sur la zone qui sont non-sensibles. Il en est de même peu après la sortie du poste électrique en mer à partir de l'endroit où il sera recouvert de rochers. L'impact C.M sera limité à le faible tronçon qui sera ou non protégé à ce niveau.

Modification du champ magnétique lié à la présence des câbles

Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact	
Ressources halieutiques et autres peuplements	Faible à moyen	Négligeable à Faible	Faible		Négligeable	A faible
			Direct	Permanent		

MODIFICATION DE L'AMBIANCE SONORE SOUS-MARINE

En phase d'exploitation les navires de maintenance comme la rotation des pales des éoliennes contribuent à la modification de l'ambiance sonore. Sur la zone du parc, les niveaux sont estimés à 190 dB réf. $\mu\text{Pa}^2.\text{s}$ à 1 m et de 116,6 dB réf. $\mu\text{Pa}^2.\text{s}$ à 750 m pour la perception du bruit des éoliennes transmis sous l'eau. Ces valeurs sont en rapport avec les références de parcs existants.

Tableau 44 : Niveaux d'impact du bruit perçu estimés en phase exploitation sur la zone du parc éolien (en dB réf. $1\mu\text{Pa}^2\text{s}$)

Scénario de travaux	Références bibliographiques	Bruit large bande introduit dans le milieu marin	Bande de sensibilité (poissons à vessies nataoire sans vils sensitifs)	Estimation des distances de perception ou d'impact entre la source et la limite des seuils définis internationalement (Popper et al. 2015)		
				Domage corporel temporaire	Risque comportemental (changement de trajectoire)	Audibilité des bruits du projet par les poissons
Maintenance (navires de chantier) (Bruit continu)	Tougaard et al. 2009, Nedwell et al, 2007	145 – 149 dB réf. $1\mu\text{Pa}^2.\text{s}$	< 4kHz	Aucun	N/A : Non applicable, car les sources sont mobiles	N/A : Non applicable, car les sources sont mobiles
Eoliennes en fonctionnement (bruit continu)	(Wales and Heitmeyer 2002) (Hildebrand 2009)	190 dB réf. $1\mu\text{Pa}.\text{s}$	< 4kHz	Aucun	Aucun	1,45 à 1,55 milles nautiques

Source : BRLi, Quiet Oceans, 2016

Les mesures réalisées sur des parcs existants indiquent des variations de bruit perçu situés entre 122 et 147 dB réf. $1\mu\text{Pa}$ (bruit ambiant mesuré à 15m sur Scorby Sands) et/ou des bruits qui ne dépassent pas 20 décibels par rapport au bruit ambiant existant. En termes de fréquences, des augmentations légères par rapport au bruit ambiant sont constatées dans des niveaux de basses fréquences entre 10 et 100 Hz aux distances de mesure (Nedwell et al., 2007, Niras Consulting Engineers, 2008). De plus hautes fréquences peuvent être perçues plus près du parc.

La géométrie des empreintes sonores perçues par les poissons englobe à la fois l'empreinte physique du parc en la débordant au plus de 1,1 à 1,4 mille nautique lors de l'exploitation des éoliennes en fonction de la physiologie des poissons. Autrement dit, le bruit des éoliennes en

fonctionnement domine le bruit ambiant existant dans l'ensemble du périmètre du parc et s'étale jusqu'à 1,1 à 1,4 milles nautiques (2-2,7 km) au droit des éoliennes périphériques.

Ces résultats issus de modélisations sont en accord avec des mesures réalisées sur plusieurs parcs au Danemark et en Suède (Tougaard *et al.*, 2009) qui rendent compte de niveaux compris entre 109-127 dB réf. 1µPa².s à des distances de 14 à 20m des fondations et qui estime (sans modèle) des distances d'empreinte de l'ordre de quelques kilomètres, mais pour des puissances unitaires de l'éolienne comprises entre 450kW et 2 MW et pour des fondations monopieu. Ces résultats sont aussi en accord avec (Kikuchi *et al.*, 2010) qui a estimé que les bruits d'exploitation devraient pouvoir être détectables à des distances comprises entre 1 et 4 km selon les espèces.

L'empreinte sonore perçue liée au trafic de maintenance s'étale naturellement le long de la route de circulation entre le parc et Port-Joinville, port de base principal. La domination des bruits liés à ce trafic dépend de la fréquence des allers-retours, la vitesse de navigation des navires et du temps passé sur la zone du parc. On peut estimer que la proportion du temps de domination de ces bruits sur le bruit ambiant passe de 10% actuellement à environ 20% dans la zone entre la zone du parc et Port-Joinville.

Les résultats des modélisations obtenus montrent que la probabilité d'un risque de dommage physiologique direct (réversible ou non) pour ces espèces est nulle.

Les poissons sont susceptibles de s'acclimater à un bruit opérationnel relativement continu, comme cela peut être observé dans de nombreuses zones portuaires ou côtières très fréquentées par les bateaux (pêche, plaisance, etc.). Ainsi, la récurrence du bruit proche des éoliennes en période de vent pourra certainement conduire à une accoutumance chez les poissons et les autres espèces benthodémersales.

Une synthèse des effets écologiques de courts termes du parc éolien en mer de Egmond aan Zee (OWEZ) aux Pays Bas, sur la base de deux années de suivi post-construction comme d'autres études au Royaume Uni ont démontré :

- ▶ des effets mineurs sur les assemblages de poisson, spécialement près des éoliennes ; le rapport suggère que des espèces comme les morues trouvent refuge au sein du site (Lindeboom *et al.*, 2011). D'autres études confirment qu'il n'y a pas de phénomène d'évitement (Winter *et al.*, 2010) et que les poissons autour des monopieux (chinchard, morues) montrent des comportements relativement stationnaires en groupe épars plutôt qu'en bancs denses (Couperus *et al.*, 2010) ;
- ▶ le résultat des programmes de suivi entrepris dans les parcs éoliens en mer au Royaume-Uni ne suggère pas de changements majeurs dans la composition, distribution, et abondance des espèces de poissons. Certaines espèces ont montré une variabilité qui était également constatée dans les zones adjacentes. Les espèces les plus abondantes étant la limande, le merlan et la petite roussette (Cefas, 2009).

Ressources halieutiques et autres peuplements marins – Phase d'exploitation

Aucun effet négatif de long terme sur les espèces halieutiques n'est identifié comme en témoignent les fortes colonisations de crustacés des embases des éoliennes (enrochements anti-affouillement) mesurées sur la majorité des parcs. Les études sur les espèces inféodées aux milieux sableux tels que les poissons plats et les lançons (Stenberg *et al.*, 2011 ; Linley *et al.*, (2007)) confirment également l'absence de changements significatifs ou d'effets négatifs de la présence des fondations d'éoliennes. L'impact sonore est donc considéré faible.

Modification de l'ambiance acoustique sous-marine

Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet	Impact
	Faible à moyen	Faible	Faible à Négligeable	Faible

Ressources halieutiques et autres peuplements			Direct	Permanent	
--	--	--	--------	-----------	--

CONTAMINATION PAR DES SUBSTANCES POLLUANTES (POLLUTION ACCIDENTELLE) ET CONTAMINATION PAR LES ANODES SACRIFICIELLES

Le chapitre 3.3.1.1 sur les biocénoses benthiques détaille les niveaux d'enjeux et d'impacts pour les mollusques et espèces sentinelles. Les niveaux de sensibilité sont faibles et les impacts également. À noter que pour les poissons, céphalopodes et crustacés, les temps de résidences à proximité des sources d'émission sont moindres et les effets de dispersion sont tels qu'ils sont encore moins exposés.

La sensibilité est donc considérée comme faible et les effets et impacts également.

En pleine eau, loin des côtes, les risques de pollutions accidentelles aux hydrocarbures restent ponctuels. Les effets et impacts sont réduits par les mesures des plans de gestion des risques mis en place. Il s'agit uniquement de risques liés à un accident de navire d'exploitation (petite taille) ou de collision. Ils sont évalués dans la partie 3.6.1.1.1.

Les impacts sont identiques à eux de la phase démantèlement soit considérés comme faibles dans le cas d'accident de navire d'exploitation.

Ressources halieutiques et autres peuplements marins – Phase d'exploitation					
Etant des espèces mobiles, les poissons, céphalopodes et crustacés passeront un temps très limité à proximité directe des fondations, et seront donc exposés de façon occasionnelle à une éventuelle contamination par les anodes sacrificielles, elles-mêmes très rapidement dispersées. Les risques de pollutions accidentelles sont quant à eux réduits par les plans de gestion mis en œuvre.					
Contamination par substances polluantes (pollution accidentelle)					
Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact
Ressources halieutiques et autres peuplements marins	Faible à moyen	Négligeable à Faible	Négligeable (poissons) à Faible (mollusques)		Faible au maximum
			Direct	Temporaire	
Contamination par les anodes sacrificielles					
Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact
Ressources halieutiques et autres peuplements marins	Faible à moyen	Négligeable à Faible	Négligeable (poissons) à Faible (mollusques)		Faible au maximum
			Indirect	Temporaire	

3.3.2.3 Mammifères marins

3.3.2.3.1 Principaux effets en phase d'exploitation

Les principaux effets associés à l'exploitation d'un parc éolien en mer sont :

- ▶ Les perturbations acoustiques (fonctionnement des éoliennes, navires de maintenance) ;
- ▶ Les modifications d'habitats suite aux travaux et en lien avec la présence des fondations ;
- ▶ Les champs magnétiques (câbles de transport d'énergie).

3.3.2.3.2 Impacts pressentis en phase d'exploitation

MODIFICATION DE L'AMBIANCE SONORES SOUS-MARINES

Niveaux de bruit prédits pour le fonctionnement des éoliennes et la maintenance

Le tableau 45 synthétise les données issues des modélisations de bruit large bande émis par le fonctionnement des éoliennes et les opérations de maintenance (Quiet-Oceans, 2016).

Tableau 45 : Niveaux de bruit large bande estimés à la distance de référence de 750 m de leur origine en phase d'exploitation

Opération	Typologie	Niveaux de bruit introduits dans le milieu (à 1 m)	Niveaux de bruit large bande prédits à 750 m ³² des opérations (en dB réf. 1µPa ² s)			Distances médianes d'émergence des bruits du projet (large bande) en milles nautiques
			Min	Moyenne	Max	
Maintenance	Sources de bruit en manœuvre sur l'aire d'étude immédiate ou mobiles entre la zone du parc et Port-Joinville ou L'Herbaudière, et situées à quelques mètres de la surface	1 à 3 navires mobiles. Source de 190 dB réf. 1µPa @1m	133,9	134,4	134,8	Non évaluable
Eoliennes en fonctionnement (structure jacket)	Sources de bruit fixes et quasi-continues dont l'énergie émise est majoritairement proche du fond	145 à 149 dB réf. 1µPa ² .s @1m	108,5	109,2	110,7	De 0,16 à 2,3 (selon vent et bruit ambiant)

Source : Quiet-Oceans (2016)

³² La distance de 750 m sert de référence aux contrôles des niveaux de bruits propagés dans le milieu marin.

Etendues des zones de risques biologiques

Quiet-Oceans (2016) a réalisé, de la même manière que pour les opérations de construction, des modélisations pour la phase d'exploitation (fonctionnement des éoliennes notamment). Les modélisations ont considéré des situations de fonctionnement des éoliennes depuis un fonctionnement à basse puissance (vent de 4 m/s) et un fonctionnement maximum (puissance nominale à 12 m/s).

Les étendues des zones d'audibilité sont très faibles pour les éoliennes en fonctionnement, puisqu'elles dépassent du bruit ambiant au maximum sur des distances de 1,5 à 1,9 milles nautiques selon les espèces. Les bruits des éoliennes en fonctionnement ne seront perçus que par quelques rares spécimens à quelques dizaines de spécimens pour le Dauphin commun selon les modélisations dérivées des campagnes SAMM.

Ces résultats issus de modélisations sont en accord avec des mesures réalisés sur plusieurs parcs éoliens au Danemark et en Suède (Tougaard et al., 2009) qui rendent compte de niveaux compris entre 109-127 dB réf. $1\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$ à des distances de 14 à 20 m des fondations et qui estiment (sans modèle) des distances d'empreinte de l'ordre de quelques kilomètres, mais pour des puissances unitaires d'éolienne comprises entre 450kW et 2 MW et pour des fondations monopieu. Des niveaux de 122 à 147 dB réf. $1\mu\text{Pa}$ mesurés à des distances entre 15 et 275 m d'une fondation monopieu (Nedwell et al., 2007). Ces résultats sont aussi en accord avec Kikuchi et al. (2010) qui ont estimé que les bruits d'exploitation devraient pouvoir être détectables à des distances comprises entre 1 et 4 km selon les espèces.

L'empreinte sonore perçue par les mammifères marins liée au trafic de maintenance s'étale naturellement le long de la route de circulation entre le parc et Port-Joinville, port de base principal. Le trafic de maintenance quotidien (un à trois allers-retours par jour) est minime par rapport à la navigation localement, notamment en été.

Le fonctionnement des éoliennes n'est pas susceptible d'engendrer de gêne comportementale ni de dommages physiologiques pour toutes les espèces considérées. En effet, les seuils de modification comportementale ne sont pas atteints pour le Marsouin commun, qui est l'espèce la plus sensible.

D'après les données collectées et les résultats de l'étude acoustique (Quiet-Oceans, 2016), la phase de fonctionnement du parc éolien ne laisse pas présager d'impacts acoustiques particuliers sur les mammifères marins (étendue très réduite des zones d'audibilité, pas de bruit susceptible d'entraîner des perturbations comportementales ni de dommage physiologique).

Estimation des effectifs concernés par les impacts acoustiques

D'après les modélisations issues des campagnes SAMM (Quiet-Oceans, 2016), les empreintes sonores des éoliennes en fonctionnement pourraient être perçues par quelques individus (Marsouin commun, Grand Dauphin, Globicéphale) voire quelques dizaines d'individus pour les petits delphinidés.

Il convient de préciser que le trafic induit par les opérations de maintenance engendrera des émissions acoustiques nettement plus faibles que le trafic maritime commercial local (peu de navires de petite taille) et diffus depuis le port de base.

Le fonctionnement des éoliennes et le trafic de maintenance n'engendreront pas de perturbations comportementales ni de dommages physiologiques.

Evaluation des impacts acoustiques en phase d'exploitation

D'après les modélisations acoustiques réalisées par Quiet-Oceans dans le cadre de cette étude d'impact (Quiet-Oceans, 2016), les étendues des zones d'audibilité sont très faibles pour les éoliennes en fonctionnement (de l'ordre de 1,5 à 2 milles nautiques) pour toutes les espèces. Les empreintes sonores relatives au trafic de maintenance sont localisées au niveau des zones de transit entre le port d'attache et le parc éolien (sources de bruit mobiles). Les bruits émis par les navires de maintenance seront plus faibles que ceux du trafic maritime existant. Aucun dommage physiologique n'est possible en phase d'exploitation pour toutes les espèces étudiées. Aucune perturbation comportementale n'est pressentie.

Le niveau de sensibilité retenu pour la phase d'exploitation est négligeable au regard des modélisations réalisées par Quiet-Oceans (2016).

Tableau 46 : Synthèse des impacts acoustiques en phase d'exploitation pour les mammifères marins

Espèce	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet	Impact
Marsouin commun	Fort	Négligeable	Négligeable à Faible – L'espèce est présente principalement en automne et hiver. Les zones d'audibilité à ces périodes sont très réduites. Aucune perturbation comportementale n'est prévisible.	Négligeable à Faible
Dauphin commun	Fort	Négligeable	Négligeable à Faible – L'espèce est présente régulièrement mais les perturbations sonores sont très réduites (perception uniquement sur des distances très limitées, sans perturbations comportementales)	Négligeable à Faible
Grand Dauphin	Moyen	Négligeable	Faible – L'espèce est présente régulièrement, bien que principalement au large. Perturbations acoustiques diffuses et limitées.	Négligeable
Globicéphale noir	Moyen	Négligeable	Faible – Présence occasionnelle de l'espèce, individus en transit. Perturbations acoustiques diffuses et limitées.	Négligeable
Petit Rorqual Dauphin de Risso Dauphin bleu-et-blanc Phoque gris	Faible	Négligeable	Faible – Présence occasionnelle de ces espèces, individus en transit. Perturbations acoustiques diffuses et limitées.	Négligeable

Source : Biotope, 2016

Mammifères marins – Phase d'exploitation

Les impacts acoustiques en phase d'exploitation sont considérés comme négligeables à faibles pour le Marsouin commun et le Dauphin commun.

Les impacts sont jugés négligeables pour toutes les autres espèces de mammifères marins.

Modification de l'ambiance sonore sous-marine

Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact
Mammifères marins	Faible à fort	Négligeable	Négligeable à faible		Faible au maximum
			Direct	Permanent	

MODIFICATION D'HABITATS D'ESPECES

Il n'existe pas, à l'heure actuelle, de solutions simples pour qualifier et quantifier l'impact à long terme de l'exploitation (pouvant entraîner des dérangements) et de la présence d'infrastructures en mer sur les populations de mammifères marins (NRC, 2005 ; Harwood *et al.*, 2014).

Les impacts par perte et modification d'habitat peuvent être dus à la fois aux modifications directes de l'habitat lors des travaux de construction ou aux perturbations indirectes des réseaux trophiques, notamment des proies (effets en cascade). La présence des fondations entraîne souvent un effet « récif », en créant une discontinuité physique sur le fond. Les fondations de type jacket fournissent ainsi des supports potentiels sur l'ensemble de la colonne d'eau entre le fond marin et la surface, pouvant être colonisés par une multitude de micro-organismes, d'algues et d'invertébrés, permettant l'installation progressive de réseaux vivants complexes.

Les sensibilités à la perte d'habitat sont évaluées au regard de la flexibilité écologique de chaque espèce. Cette flexibilité est considérée a priori comme très importante du fait de la forte mobilité des mammifères marins. Par ailleurs, la zone du parc ne semble pas jouer, en l'état des connaissances, de rôle prépondérant pour l'accomplissement de phases clés du cycle biologiques de certaines populations (pas de zone de reproduction ou mise-bas identifiée, activités de chasse classiques pour ces espèces exploitant des zones très étendues).

Etant donnée ces éléments, la sensibilité des espèces de cétacés à la perte d'habitats est jugée faible dans le cadre de cette étude et pour ce secteur du golfe de Gascogne. La sensibilité générale des pinnipèdes (Phoque gris) est jugée moyenne (flexibilité plus limitée dans le choix des habitats).

Le tableau 47 synthétise les impacts par perte et modification d'habitats. La zone d'impact est restreinte à la zone du parc éolien. L'impact est considéré à court et moyen termes. Une évolution des effets ressentis est probable au cours de l'exploitation du parc éolien (évolution des milieux, développement des cortèges benthiques sur les fondations jacket). Il n'est ainsi pas impossible que les effets deviennent positifs à moyen ou long terme (en cas d'effet récif favorisant la concentration de proies au niveau du parc éolien en mer).

Tableau 47 : Synthèse des impacts de perte ou modification d'habitats pour les mammifères marins

Espèce	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet	Impact
Marsouin commun	Fort	Faible	Faible - Fréquentation assez régulière de l'aire d'étude immédiate et de l'aire d'étude éloignée lors de la période hivernale. Activités de chasse constatées (acoustique).	Faible
Dauphin commun	Fort	Faible	Faible – Fréquentation régulière de l'aire d'étude immédiate et de l'aire d'étude éloignée (toute l'année). Activités de chasse constatées (acoustique).	Faible
Grand Dauphin	Moyen	Faible	Négligeable à Faible – Fréquentation assez régulière de l'aire d'étude immédiate et de l'aire d'étude éloignée. Pas d'activités importantes notées localement. Pas d'activités de chasse constatées.	Négligeable à Faible
Globicéphale noir	Moyen	Faible	Négligeable - Très faible activité observée. Pas de rôle notable de l'AEI pour l'espèce	N. Ev.
Petit Rorqual Dauphin de Risso Dauphin bleu-et-blanc	Faible	Faible	Négligeable - Très faible activité observée. Pas de rôle notable de l'AEI pour l'espèce	N. Ev.
Phoque gris	Faible	Moyenne	Négligeable - Très faible activité observée. Pas de rôle notable de l'AEI pour l'espèce	N. Ev.

Source : Biotopie, 2016

Mammifères marins – Phase d'exploitation

Les impacts par altération et modification d'habitats sont considérés comme initialement faibles pour le Marsouin commun et le Dauphin commun, négligeables à faibles pour le Grand Dauphin et négligeables pour toutes les autres espèces de mammifères marins.

Les effets pourraient, à moyen ou long terme, devenir neutres voire positifs en cas d'augmentation des cortèges de proies localement (par effet récif), le fonctionnement du parc éolien ne laissant pas présager de gêne particulière pour les mammifères marins.

Modification d'habitats d'espèces

Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact
Mammifères marins	Faible à fort	Faible à moyenne	Négligeable à faible		Faible au maximum
			Direct	Permanente	

AUTRES IMPACTS EN PHASE D'EXPLOITATION

Risque de collision (avec des navires)

Les espèces fréquentant principalement la zone du parc éolien sont des espèces de petite taille, mobiles et rapides.

Les risques de surmortalité liée à des collisions avec les navires de maintenance et avec les structures du parc éolien (fondations des éoliennes) sont jugés comme négligeables à faibles pour toutes les espèces, malgré une augmentation relative du trafic liée aux opérations de maintenance. Des niveaux d'impacts similaires à la phase de construction sont retenus par principe de précaution.

Mammifères marins – Phase d'exploitation

Le niveau d'impact par collision en phase d'exploitation est jugé faible pour le Marsouin commun et le Dauphin commun, négligeable à faible pour le Grand Dauphin et négligeable pour toutes les autres espèces de mammifères marins.

Risque de collision (avec des navires)

Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact	
Ressources halieutiques et autres peuplements	Faible à fort	Faible à moyenne	Négligeable à faible		Négligeable	A faible
			Direct	Permanent		

Emission de champ magnétique (câbles)

Certains auteurs (Dolman *et al.*, 2003, Inger *et al.*, 2009) ont mis en évidence qu'une grande majorité des cétacés présents sur nos côtes sont sensibles aux stimuli magnétiques alors qu'aucune preuve n'a été apportée pour les phocidés.

L'exposition des animaux aux champs magnétiques des câbles sera fortement diminuée par l'enrochement de protection. La barrière physique des substrats a pour effet de diminuer l'exposition des espèces magnéto-sensibles aux champs magnétiques les plus puissants (OSPAR, 2008).

La sensibilité des mammifères marins aux champs électriques et magnétiques est principalement basée sur des études théoriques (Normandeau Associates Inc. *et al.*, 2011), les mammifères marins sont potentiellement sensibles aux changements de champs magnétiques, susceptibles d'engendrer des perturbations des directions de nage notamment en migration (Walker *et al.*, 2003 ; Gill *et al.*, 2005 ; Jarvis, 2005 ; Normandeau associates Inc. *et al.*, 2011). Aucune magnéto-sensibilité nette n'a toutefois été relevée (Normandeau associates Inc. *et al.*, 2011).

D'après la littérature, les cétacés présentent un seuil de détection de champ magnétique continu de l'ordre de 0,05 μ Tesla (Kirschvink, 1990). Les champs magnétiques émis par des câbles de raccordement électrique de parcs éoliens (de l'ordre de 10 μ Tesla en moyenne, jusqu'à 18 μ Tesla d'après Normandeau associates Inc. *et al.*, 2011) seraient ainsi susceptibles d'être perçus à quelques mètres des câbles (au maximum 20 mètres), placés sous un enrochement d'environ 70 cm d'épaisseur.

La puissance du champ magnétique et les très faibles distances de perception (quelques mètres) amènent à retenir un niveau de risque négligeable à faible pour les champs magnétiques au sein du parc éolien (pas de risques de perturbation de zones de transit).

Tableau 48 : Niveaux d'impact magnétique en phase d'exploitation / maintenance pour les mammifères marins

Espèce	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet	Impact
Marsouin commun	Fort	Faible	Négligeable à Faible – Espèce assez régulière. Les distances de perception des champs magnétiques seront très limitées et les perturbations peu probables.	Faible
Dauphin commun	Fort	Faible	Négligeable à Faible – Espèce régulière. Les distances de perception des champs magnétiques seront très limitées et les perturbations peu probables.	Faible
Grand Dauphin	Moyen	Faible	Négligeable à Faible – Espèce assez régulière. Les distances de perception des champs magnétiques seront très limitées et les perturbations peu probables	Négligeable à Faible
Globicéphale noir	Moyen	Faible	Négligeable – Espèce très peu active localement	N. Ev.
Petit Rorqual Dauphin de Risso Dauphin bleu-et-blanc	Faible	Faible	Négligeable – Espèces très peu actives localement	N. Ev.
Phoque gris	Faible	Faible	Négligeable – Espèce très peu active localement	N. Ev.

Source : Biotope, 2016

Mammifères marins – Phase d'exploitation

Les impacts d'ordre magnétique sont jugés faibles pour le Marsouin commun et le Dauphin commun, négligeables à faibles pour le Grand Dauphin et négligeables pour toutes les autres espèces de mammifères marins.

Modification du champ magnétique liée aux câbles

Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact
Mammifères marins	Faible à fort	Faible	Négligeable à faible		Faible au maximum
			Direct	Permanent	

3.3.2.4 Tortues marines et autres grands pélagiques

3.3.2.4.1 Effets en phase d'exploitation

Les principaux effets associés à l'exploitation d'un parc éolien en mer sont :

- ▶ Les perturbations acoustiques (fonctionnement des éoliennes, navires de maintenance) ;
- ▶ Les modifications d'habitats suite aux travaux et en lien avec la présence des fondations ;
- ▶ Les champs magnétiques (câbles de transport d'énergie).

3.3.2.4.2 Evaluation des impacts sur les tortues marines

MODIFICATION DE L'AMBIANCE SONORE SOUS-MARINE

Les modélisations acoustiques (Quiet-Oceans, 2016) amènent à envisager des zones d'empreinte acoustique très réduites, de l'ordre de 76 km² (soit une distance médiane de perception des bruits d'éoliennes en fonctionnement de l'ordre de 620 mètres autour des éoliennes - 0,4 mille nautique). Le bruit des éoliennes en fonctionnement ne sera donc perçu que très localement.

L'empreinte sonore perçue par les tortues marines liée au trafic de maintenance s'étale naturellement le long de la route de circulation entre le parc et Port-Joinville, port de base principal. Le trafic de maintenance quotidien (un à trois allers-retours par jour) est minime par rapport à la navigation localement, notamment en été. Le caractère mobile des sources de bruit réduit considérablement la durée de l'exposition sonore.

Le fonctionnement des éoliennes n'est pas susceptible d'engendrer de gêne comportementale ni de dommages physiologiques pour toutes les espèces considérées.

Le niveau de sensibilité retenu pour la phase d'exploitation est négligeable au regard des modélisations réalisées par Quiet-Oceans (2016), d'après les critères du Tableau 49.

Tableau 49 : Analyse des impacts acoustiques en phase d'exploitation pour les tortues marines

Espèce ou groupe d'espèces	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet	Impact
Tortue luth	Moyen	Négligeable	Faible – L'espèce est présente de façon occasionnelle à assez régulière, en faibles effectifs (transit). Les zones d'audibilité sont très réduites. Aucune perturbation comportementale n'est prévisible.	Négligeable
Tortue caouanne	Moyen	Négligeable	Faible – L'espèce est présente de façon occasionnelle à assez régulière, en faibles effectifs (transit). Les zones d'audibilité sont très réduites. Aucune perturbation comportementale n'est prévisible.	Négligeable
Tortue de Kemp	Moyen	Négligeable	Négligeable - L'espèce est présente de façon occasionnelle sinon exceptionnelle. Les zones d'audibilité sont très réduites (perception uniquement, sans perturbations comportementales)	N. Ev.
Tortue verte	Faible	Négligeable	Négligeable - L'espèce est présente de façon occasionnelle sinon exceptionnelle. Les zones d'audibilité sont très réduites (perception uniquement, sans perturbations comportementales)	N. Ev.

Source : Biotope, 2016

Les impacts acoustiques pressentis en phase d'exploitation sont considérés comme négligeables pour les tortues marines. Ces émissions acoustiques émergeront faiblement du fond sonore ambiant et seront d'un niveau inférieur à celles produites par les navires de commerce notamment (proximité de voies maritimes). Le fonctionnement des éoliennes n'est pas susceptible d'engendrer de perturbations acoustiques ni même d'être perceptible à des distances de plus de quelques kilomètres du parc éolien.

Tortues marines – Phase d'exploitation					
Les impacts acoustiques en phase d'exploitation sont jugés négligeables pour toutes les espèces de tortues marines.					
Modification de l'ambiance sonore sous-marine					
Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact
Tortues marines	Faible à moyen	Négligeable	Négligeable à faible		Négligeable au maximum
			Direct	Permanent	

MODIFICATION D'HABITAT D'ESPECES

Les impacts par perte et modification d'habitat peuvent être dus à la fois aux modifications directes de l'habitat lors des travaux de construction et aux perturbations indirectes des réseaux trophiques, notamment des proies (effets en cascade).

Les sensibilités à la perte d'habitat sont évaluées au regard de la flexibilité écologique de chaque espèce. Cette flexibilité est considérée a priori comme très importante du fait de la forte mobilité des tortues marines. Par ailleurs, l'aire d'étude immédiate ne semble pas jouer, en l'état des connaissances, de rôle prépondérant pour l'accomplissement de phases clés du cycle biologique de ces populations (présence d'individus en transit voire en alimentation).

Les risques de subir des effets négatifs liés aux pertes et modifications d'habitats sont considérés comme négligeables pour les tortues marines.

Tortues marines – Phase d'exploitation					
Les impacts par altération ou modification d'habitats en phase d'exploitation sont jugés négligeables pour toutes les espèces de tortues marines.					
Modification d'habitat d'espèces					
Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact
Tortues marines	Faible à moyen	Négligeable	Négligeable à faible		Négligeable
			Direct	Permanent	

RISQUE DE COLLISION (AVEC DES NAVIRES)

Les tortues marines sont sensibles aux risques de collision, en raison de leur nage lente en surface.

Toutefois, la faible fréquentation relative de l'aire d'étude éloignée amène à considérer les risques de collision comme très faibles à négligeables, malgré une augmentation relative du trafic pour les opérations de maintenance. Par principe de précaution, des niveaux d'impact similaires à la phase de construction sont retenus.

Tortues marines – Phase d'exploitation					
Les impacts par collision en phase d'exploitation sont évalués comme faibles pour la Tortue luth, négligeables à faibles pour la Tortue caouanne et négligeables pour les Tortues verte et de Kemp.					
Risque de collision (avec des navires)					
Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact
Tortues marines	Moyen à faible	Faible à moyenne	Négligeable à faible		Faible au maximum
			Direct	Temporaire	

EMISSION DE CHAMP MAGNETIQUE (CABLES)

Les tortues marines sont sensibles aux champs géomagnétiques (Normandeau *et al.*, 2011). Les tortues marines sont capables de percevoir l'angle d'inclinaison et l'intensité du champ magnétique terrestre. Cette faculté leur permet notamment de s'orienter à travers les océans. Les Tortues caouannes utilisent, par exemple, principalement le champ magnétique terrestre pour l'orientation lors des déplacements de longue distance (migration) (Lohmann *et al.* 2004 ; Lohmann *et al.*, 2008). Une étude de Fuxjager *et al.* (2008) indique que les tortues luth ne répondent pas de façon automatique à des champs magnétiques perçus mais les exploitent dans le cadre de leurs migrations dans l'océan Atlantique (en suivant, ou non, volontairement les champs perçus).

Les champs magnétiques émis par des câbles de raccordement électrique de parcs éoliens (de l'ordre de 10 µTesla en moyenne, jusqu'à 18 µTesla) seraient probablement susceptibles d'être perçus uniquement à quelques mètres des câbles (au maximum 20 mètres), placés sous un enrochement d'environ 70 cm d'épaisseur.

Les suivis existants semblent indiquer une sensibilité faible mais ces conclusions méritent d'être approfondies par une recherche plus adaptée à l'évaluation des impacts de l'magnétisme. La puissance du champ magnétique et les très faibles distances de perception (quelques mètres) amènent à retenir un niveau de risque négligeable à faible pour les champs magnétiques au sein du parc éolien (pas de risques de perturbation de zones de transit).

Tableau 50 : Niveaux d'impact par collision en phase de construction pour les tortues marines

Espèce ou groupe d'espèces	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet	Impact
Tortue luth	Moyen	Faible	Négligeable à Faible – L'espèce est présente de façon occasionnelle à assez régulière, en faibles effectifs (transit). Les distances de perception des champs magnétiques seront très limitées et les perturbations peu probables.	Négligeable à Faible
Tortue caouanne	Moyen	Faible	Négligeable à Faible – L'espèce est présente de façon occasionnelle à assez régulière, en faibles effectifs (transit). Les distances de perception des champs magnétiques seront très limitées et les perturbations peu probables.	Négligeable à Faible
Tortue de Kemp	Moyen	Faible	Négligeable – L'espèce est présente de façon occasionnelle à exceptionnelle.	N. Ev.
Tortue verte	Faible	Faible	Négligeable – L'espèce est présente de façon exceptionnelle.	N. Ev.

Source : Biotope, 2016

Tortues marines – Phase d'exploitation					
Les impacts magnétiques (câbles de transport d'électricité) sont jugés négligeables à faibles pour la Tortue luth et la Tortue caouanne et négligeables pour les autres espèces.					
Modification du champ magnétique liée aux câbles					
Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact
Tortues marines	Faible à moyen	Faible	Négligeable à faible		Faible au maximum
			Direct	Permanent	

3.3.2.4.3 Evaluation des impacts sur les autres grands pélagiques

MODIFICATION DE L'AMBIANCE SONORE SOUS-MARINE

Les modélisations des empreintes sonores réalisées par Quiet-Oceans (2016) pour la phase d'exploitation (trafic induit par la maintenance et fonctionnement des éoliennes) étudient les poissons sans vessie natatoire, qui comprennent les requins et les Poisson-lune.

Les étendues des zones d'audibilité sont plus importantes que pour les mammifères marins et légèrement inférieures à celles des tortues marines.

Les modélisations acoustiques (Quiet-Oceans, 2016) amènent à envisager des zones d'empreinte acoustique très réduites, de l'ordre de 52 km² (soit une distance médiane de perception des bruits d'éoliennes en fonctionnement de l'ordre de 520 mètres autour des éoliennes - 0,3 mille nautique). Le bruit des éoliennes en fonctionnement ne sera donc perçu que très localement.

L'empreinte sonore perçue par les poissons sans vessie natatoire liée au trafic de maintenance s'étale naturellement le long de la route de circulation entre le parc et Port-Joinville, port de base principal. Le trafic de maintenance quotidien (un à trois allers-retours par jour) est minime par rapport à la navigation localement, notamment en été. Le caractère mobile des sources de bruit réduit considérablement la durée de l'exposition sonore.

Le fonctionnement des éoliennes n'est pas susceptible d'engendrer de gêne comportementale ni de dommages physiologiques pour toutes les espèces considérées.

Le Tableau 51 présente, en l'état actuel des connaissances et analyses, les impacts acoustiques en phase d'exploitation (fonctionnement et maintenance étant traités conjointement).

Cet impact est considéré comme permanent au contraire de la phase de construction.

Tableau 51 : Analyse des impacts acoustiques en phase d'exploitation pour les grands pélagiques

Espèce ou groupe d'espèces	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet	Impact
Requin pèlerin	Moyen	Négligeable	Négligeable à Faible – L'espèce est présente de façon occasionnelle, en faibles effectifs (transit). Les zones d'audibilité sont très limitées	Négligeable
Requin peau-bleue	Moyen	Négligeable	Négligeable à Faible – L'espèce est présente de façon assez régulière en période estivale, notamment au large. Les zones d'audibilité sont très limitées	Négligeable
Poisson-lune	Moyen	Négligeable	Faible – L'espèce est présente de façon régulière. Les zones d'audibilité sont très limitées	Négligeable

Source : Biotope, 2016

Requins et Poisson-lune – Phase d'exploitation

Les niveaux d'impacts acoustiques en phase d'exploitation sont jugés négligeables pour les espèces de requins et le Poisson-lune.

Les bruits émergeront faiblement du fond sonore ambiant et seront d'un niveau inférieur à celles produites par les navires de commerce notamment (proximité de voies maritimes). Le fonctionnement des éoliennes n'est pas susceptible d'engendrer de perturbations acoustiques ni même d'être perceptible à des distances de plus de quelques kilomètres du parc éolien.

Modification de l'ambiance sonore sous-marine

Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact
Autres grands pélagiques	Moyen	Négligeable	Négligeable à faible		Négligeable
			Direct	Permanent	

MODIFICATION D'HABITAT D'ESPECE

Les impacts par perte et modification d'habitat peuvent être dus à la fois aux modifications directes de l'habitat lors des travaux de construction et aux perturbations indirectes des réseaux trophiques, notamment des proies (effets en cascade). Les sensibilités à la perte d'habitat sont évaluées au regard de la flexibilité écologique de chaque espèce. Cette flexibilité est considérée *a priori* comme très importante du fait de la forte mobilité des requins et de la Môle. Par ailleurs, la zone du parc ne semble pas jouer, d'après les données bibliographiques et les observations de terrain, de rôle notable pour l'accomplissement de phases clés du cycle biologiques de ces populations (présence d'individus en transit voire en alimentation).

Les risques de subir des effets négatifs liés aux pertes et modifications d'habitats sont considérés comme négligeables pour ces espèces.

Requins et Poisson-lune – Phase d'exploitation					
Les impacts par altération ou modification d'habitats en phase d'exploitation sont jugés négligeables pour les espèces de requins et le Poisson-lune.					
Modification d'habitat d'espèce					
Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact
Autres grands pélagiques	Moyen	Négligeable à faible	Négligeable à faible		Négligeable
			Direct	Permanent	

RISQUE DE COLLISION (AVEC LES NAVIRES)

Le Requin pèlerin et le Poisson-lune sont sensibles aux risques de collision, en raison de leur nage lente en surface. Toutefois, la faible fréquentation relative de l'aire d'étude éloignée amène à considérer les risques de collision comme très faibles à négligeables, malgré une augmentation relative du trafic pour les opérations de maintenance. Par principe de précaution, des niveaux d'impact similaires à la phase de construction sont retenus.

Requins et Poisson-lune – Phase d'exploitation					
Les évaluations d'impact, menées selon un principe de précaution, amènent à envisager un impact par collision faible pour le Requin pèlerin et le Poisson-lune, et négligeable pour le Requin peau-bleue.					
Risque de collision (avec des navires)					
Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact
Autres grands pélagiques	Moyen	Négligeable à faible	Négligeable à faible		Négligeable
			Direct	Temporaire	

EMISSION DE CHAMP MAGNETIQUE (CABLES)

Les requins sont potentiellement sensibles aux champs géomagnétiques (Normandeau Associates Inc. *et al.*, 2011) et magnétosensibles. Les potentiels effets des modifications de champs magnétiques sur ces espèces concernent leur orientation et leurs déplacements.

Les champs magnétiques émis par des câbles de raccordement électrique de parcs éoliens (de l'ordre de 10 μ Tesla en moyenne, jusqu'à 18 μ Tesla d'après Normandeau Associates Inc. *et al.*, 2011) seraient probablement susceptibles d'être perçus uniquement à quelques mètres des câbles (au maximum 20 mètres), placés sous un enrochement d'environ 70 cm d'épaisseur. Ces valeurs sont considérées par principe de précaution (par analogie avec les mammifères marins).

Les suivis existants semblent indiquer une sensibilité négligeable mais ces conclusions méritent d'être approfondies par une recherche plus adaptée à l'évaluation des impacts de l'magnétisme. La puissance du champ magnétique et les très faibles distances de perception (quelques mètres) amènent à retenir un niveau d'effet négligeable à faible pour les champs magnétiques au sein du parc éolien (pas de risques de perturbation de zones de transit).

Requins et Poisson-lune – Phase d'exploitation					
Les impacts d'ordre magnétique sont jugés négligeables pour toutes les espèces considérées.					
Modification du champ magnétique liée aux câbles					
Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact
Autres grands pélagiques	Moyen	Faible	Négligeable à faible		Négligeable
			Direct	Permanent	

3.3.2.5 Avifaune

3.3.2.5.1 Effets en phase d'exploitation sur l'avifaune

Les principaux effets en phase d'exploitation sont les effets « Modification des trajectoires » (traité conjointement, dans le cadre de cette étude, avec l'effet « Habitats »), l'effet « Collision » et l'effet « Barrière » (perturbations des oiseaux en vol). Ces effets ont été décrits dans le chapitre 2.1.1.3.1, de même que la sensibilité générale à ces effets des principales espèces et groupes d'espèces traités.

Les chapitres suivants décrivent et évaluent les impacts prévisibles du projet de parc éolien en mer sur les oiseaux en phase d'exploitation.

L'évaluation des impacts a été menée sur 73 espèces pour lesquelles les niveaux d'enjeu ont été déterminés comme *a minima* faibles (Biotope, 2016). Toutes les espèces observées avec certitude lors des expertises en mer ont été traitées ainsi que les espèces présentant un enjeu de conservation local au titre de Natura 2000 notamment (espèces citées dans les FSD des ZPS les plus proches de la zone du parc).

3.3.2.5.2 Impacts liés aux effets « déplacement » et « habitats » en phase d'exploitation

IMPACT DIRECT, PERMANENT, A COURT, MOYEN ET LONG TERME

Les réactions de déplacement sont variables suivant les espèces mais sont schématiquement regroupées en trois catégories : évitement (répulsion), attraction ou neutralité et font l'objet de nombreuses études (voir notamment Langston, 2010, 2013 ; Furness *et al.*, 2013 ; Furness, 2013 ; Vanermen *et al.*, 2014 ; Wade, 2015 ; Busch et Garthe, 2016).

Le tableau 52 présente les niveaux d'impact par effet déplacement et habitat pour chaque espèce étudiée. Cet impact est considéré comme permanent durant la totalité de la phase d'exploitation. La zone d'effet correspond à la zone du parc et ses abords (distance d'éloignement variable selon les espèces, une diminution significative des densités ayant parfois être observée sur plusieurs kilomètres pour les espèces très sensibles). Les effets du projet peuvent être ressentis sur des durées plus ou moins importantes (court, moyen ou long terme) selon les capacités d'adaptation des espèces, leur flexibilité dans le choix des habitats, leur opportunisme et l'évolution des milieux. Les effets sont initialement négatifs mais peuvent ainsi, sur la durée, s'atténuer voire atteindre une relative neutralité pour certaines espèces.

Les éléments utilisés pour caractériser l'effet sont les suivants :

- ▶ Les périodes de présence de l'espèce dans la zone du parc et l'importance des populations ;
- ▶ Les activités réalisées dans la zone du parc et ses abords directs (stationnements prolongés ou ponctuels, importance des effectifs observés, importance des activités de recherche alimentaire) ;
- ▶ Les effectifs potentiellement concernés par l'effet ainsi que les implications pressenties sur les populations.

La perte directe de surface liée à l'implantation des éoliennes est considérée comme négligeable par rapport à l'ensemble des secteurs utilisés en pêche par les oiseaux. Pour rappel, cet effet intègre les effets des perturbations lumineuses (balisage) sur le stationnement et les activités des oiseaux (hors perturbations des oiseaux en vol, traités dans l'effet barrière).

3. Analyse des effets et des impacts du projet sur l'environnement et sur la santé

3.3 Impacts sur le milieu naturel

3.3.2 En phase d'exploitation



Tableau 52 : Evaluation des niveaux d'impact – Effet « Déplacement / Habitats » en phase d'exploitation

Espèce / groupe d'espèces	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet	Impact
Guillemot de Troïl	Fort	Moyenne	Moyen – La zone du parc éolien est fréquentée par des effectifs non négligeables d'alcidés entre octobre et avril. La zone du parc éolien se situe cependant en limite d'une vaste zone de forte concentration d'alcidés (principalement Guillemot de Troïl), qui s'étend vers le large, à l'ouest et au sud-ouest de l'île d'Yeu (jusqu'à 50 km, sur des fonds de profondeurs 30 à 80 m). Des effets de déplacement sont probables mais concerneront une proportion limitée des populations hivernant localement.	Moyen
Pingouin torda	Moyen	Moyenne	Faible - La zone du parc éolien est fréquentée par des effectifs non négligeables d'alcidés entre octobre et avril, mais le Pingouin torda est largement minoritaire. Les effets de déplacement sont possibles pendant les travaux mais concerneront une proportion très limitée des populations hivernant localement.	Faible
Macareux moine	Moyen	Moyenne	Négligeable à Faible – La zone du parc éolien est fréquentée par des effectifs non négligeables d'alcidés entre octobre et avril, mais le Macareux moine a été très rarement observé (très pélagique dans le golfe de Gascogne). Les risques de perturbations sont très limités pour cette espèce.	Faible
Fou de Bassan	Moyen	Moyenne	Faible - Activités importantes de l'espèce dans l'AEE et a zone du parc éolien. Pas d'identification de sites de pêche ou repos essentiel au sein de la zone du parc. Probabilités réduites de perte / réduction d'utilisation de secteurs de fort intérêt à l'échelle locale. Pas d'atteinte à l'état de conservation des populations locales.	Faible
Océanite tempête	Fort	Très faible	Faible - Présence régulière en automne, parfois en effectifs importants. La zone du parc éolien ne constitue pas une zone de regroupement importante pour l'espèce (observée majoritairement au large). Des effectifs plus importants peuvent ponctuellement s'approcher des côtes lors des épisodes de tempête. Le balisage est très peu susceptible d'engendrer des phénomènes d'attraction (ou de perturbation).	Faible
Puffin des Baléares	Fort	Très faible	Négligeable à faible - Présence régulière mais en effectifs faibles en été et automne. Les principales zones d'estivage et de regroupement connues localement sont situées au sud Vendée et dans le Mor Braz et sont distantes d'au moins 50 km. Des passages sont possibles par la zone de projet entre ces zones ou, plus largement, par les oiseaux en transit vers des zones d'estivage du nord de la Bretagne, de la Manche et de la Mer du Nord. Les expertises ont conduit à l'observation uniquement d'oiseaux en vol et en très faibles effectifs, ce qui traduit a priori une faible activité de l'espèce dans cette zone. Des stationnements ponctuels restent possibles. Espèce très peu sujette à l'effet déplacement. Le balisage est très peu susceptible d'engendrer des phénomènes d'attraction (ou de perturbation).	Négligeable à faible

Espèce / groupe d'espèces	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet	Impact
Fulmar Boréal / Puffin des Anglais / Puffin cendré / Puffin fuligineux / Puffin majeur	Faible à Moyen	Très faible	Négligeable - Pas d'utilisation régulière de l'AEI en dehors de transit en vol d'individus isolés. Pas d'activité de pêche observée. Espèces par ailleurs très peu sensibles.	N. Ev.
Grand Labbe	Faible	Très faible	Faible - Activités régulières, en faibles effectifs, de l'espèce dans l'AEE et la zone du parc éolien, y compris alimentation et repos. Nombre de spécimens concernés limité. Les retours d'expérience indiquent des réactions comportementales très variées.	Négligeable
Labbe parasite / Labbe pomarin	Faible à Moyen	Très faible	Négligeable - Pas d'utilisation régulière de la zone du parc éolien en dehors de transit en vol potentiel.	N. Ev.
Goéland argenté	Fort	Très faible	Faible - Présence relativement importante de ces espèces, dans l'AEE et modérément importante dans la zone du parc éolien. Zones de concentration en mer liées aux bateaux de pêche professionnelle (chalutiers), non actifs dans la zone du parc éolien. Observations de grands groupes en mer largement réparties dans l'AEE. Faible sensibilité de ces espèces à l'effet déplacement (pas de perte d'habitat préférentiel).	Faible
Goéland brun	Moyen	Très faible		Négligeable
Goéland marin	Moyen	Faible		Faible
Goéland leucopnée / Goéland bourgmestre	Faible	Très faible	Négligeable - Pas d'utilisation régulière de la zone du parc éolien en dehors de transit en vol d'individus isolés. Pas d'activité de pêche observée. Espèces par ailleurs très peu sensibles.	N. Ev.
Goéland cendré	Faible	Faible	Négligeable à Faible - Espèce relativement peu observée lors des expertises en mer. La zone du parc éolien ne constitue pas un secteur de concentration pour cette espèce, ni de stationnement. Les effectifs présents localement sont jugés très faibles. Les risques de déplacement / pertes d'habitats sont très faibles.	Négligeable
Mouette mélanocéphale	Moyen	Très faible	Négligeable à Faible - Espèce peu observée lors des expertises en mer. La zone du parc éolien ne constitue pas un secteur de concentration pour cette espèce, ni de stationnement. Les risques de déplacement sont très faibles.	Négligeable
Mouette pygmée	Moyen	Faible	Faible à Moyen - Espèce fréquentant l'AEE et la zone du parc éolien en période automnale et hivernale, ponctuellement en effectifs importants. La zone du parc éolien se situe cependant en limite d'une vaste zone de présence, qui s'étend vers le large, à l'ouest et au sud-ouest de l'île d'Yeu (jusqu'à 50 km, sur des fonds de profondeurs 30 à 80 m). Des effectifs plus importants peuvent ponctuellement s'approcher des côtes lors des épisodes de tempête. Les effets de déplacement et modifications d'habitats sont possibles mais concerneront une proportion limitée des populations présentes localement (les zones de fortes densités ont été observées à distance de la zone du parc éolien, vers l'ouest).	Faible

3. Analyse des effets et des impacts du projet sur l'environnement et sur la santé

3.3 Impacts sur le milieu naturel

3.3.2 En phase d'exploitation



Espèce / groupe d'espèces	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet	Impact
Mouette tridactyle	Fort	Très faible	Faible - Espèce fréquentant l'AEE et la zone du parc éolien en période automnale et hivernale, en effectifs ponctuellement importants. La zone du parc éolien ne constitue pas un secteur de concentration pour cette espèce. Les risques de perturbation / déplacement sont très faibles.	Faible
Mouette rieuse	Faible	Très faible	Négligeable - Pas d'utilisation régulière de la zone du parc éolien par cette espèce très côtière.	N. Ev.
Sterne caugék	Fort	Faible	Négligeable à Faible - Probabilités de perte d'habitats très réduites en lien avec l'absence d'utilisation régulière de la zone du parc éolien par l'espèce (pas de perte attendue d'une zone de pêche importante).	Faible
Sterne pierregarin	Moyen	Faible	Négligeable - Probabilités de perte d'habitats très réduites en lien avec l'absence d'utilisation régulière de la zone du parc éolien par l'espèce (pas de perte attendue d'une zone de pêche importante).	N. Ev.
Autres sternidés (Sterne hansel, Sterne caspienne, Sterne de Dougall, Sterne arctique, Sterne naine, Guifette noire, Guifette moustac)	Faible à Moyen	Faible	Négligeable - Passage migratoire uniquement. Pas d'utilisation de la zone du parc éolien pour des activités de pêche régulières.	N. Ev.
Plongeon arctique	Faible	Forte	Négligeable - Espèce non observée avec certitude lors des inventaires en mer. Présence probablement anecdotique à occasionnelle.	N. Ev.
Plongeon catmarin	Moyen	Forte	Faible - Espèces assez peu observées dans l'AEE et la zone du parc éolien, hors épisodes ponctuels. La zone du parc éolien et ses abords ne semblent pas présenter d'intérêt particulier pour les plongeurs en repos et alimentation. Des incertitudes demeurent sur l'importance des populations transitant par le secteur géographique considéré (biais méthodologiques importants pour la détection de ces espèces). Les perturbations potentielles seront <i>a priori</i> très ponctuelles et temporaires, et n'affecteront pas les populations hivernantes locales.	Moyen
Plongeon imbrin	Fort	Forte		Moyen
Cormoran huppé	Moyen	Moyenne	Faible - Pas d'utilisation de la zone du parc éolien actuellement. Possibilité d'attraction du parc éolien de spécimens côtiers (Léopold <i>et al.</i> , 2011 - Wade, 2015) par utilisation des fondations comme reposoirs notamment. Impact négligeable sur les populations.	Faible
Grand Cormoran	Faible	Moyenne		Faible
Mouette rieuse / Goéland cendré	Faible	Faible	Négligeable à Faible (- Espèces relativement peu observées lors des expertises en mer. La zone du parc éolien ne constitue pas un secteur de concentration pour cette espèce, ni de stationnement. Les effectifs présents localement sont jugés très faibles. Les risques de déplacement / pertes d'habitats sont très faibles.	Négligeable
Macreuse noire	Faible	Forte	Négligeable à faible - Pas d'utilisation régulière de la zone du parc éolien par cette espèce côtière. Transits avec stationnement ponctuel possibles.	Faible
Eider à duvet	Moyen	Moyenne	Négligeable Pas d'utilisation régulière de la zone du parc éolien par ces espèces côtières. Très rarement observées	N. Ev.

Espèce / groupe d'espèces	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet	Impact
Bernache cravant	Moyen	Moyenne	lors des expertises (près des côtes). Pas d'effet déplacement ni de perte d'habitat envisageable	N. Ev.
Autres anatidés (Fuligule milouinan, Harelde boréale, Tadorne de Belon, Harle huppé)	Faible à Moyen	Moyenne à Forte	Négligeable - Pas d'utilisation régulière de la zone du parc éolien par ces espèces rares et/ou très côtières. Pas d'effet déplacement ni de perte d'habitat envisageable.	N. Ev.
Grèbe huppé / Grèbe esclavon	Faible à Moyen	Moyenne	Négligeable - Pas d'utilisation de la zone du parc éolien par cette espèce très côtière.	N. Ev.
Limicoles (Avocette élégante, Barge à queue noire, Barge rousse, Bécasseau maubèche, Pluvier doré, Courlis corlieu, Tournepiere à collier, Huîtrier pie)	Faible à Fort	Très faible (en mer)	Négligeable - Fréquentation possible de la zone du parc éolien par ces espèces uniquement lors de passages migratoires. Aucune perte d'habitats envisageable (pas de stationnement). Des perturbations des oiseaux en migration active sont possibles, notamment de nuit. Cet impact est traité dans les perturbations des oiseaux en vol / effet barrière.	N. Ev.
Héron cendré / Aigrette garzette	Faible	Très faible (en mer)	Négligeable - Fréquentation possible de la zone du parc éolien par ces espèces uniquement lors de passages migratoires. Aucune perte d'habitats envisageable (pas de stationnement). Des perturbations des oiseaux en migration active sont possibles, notamment de nuit. Cet impact est traité dans les perturbations des oiseaux en vol / effet barrière.	N. Ev.
Passereaux et rapaces (Martinet noir / Faucon crécerelle / Foulque macroule / Alouette des champs / Linotte mélodieuse / Hirondelle de fenêtre / Hirondelle rustique / Bergeronnette grise / Bergeronnette printanière / Pouillot véloce / Pipit farlouse / Etourneau sansonnet)	Faible	Très faible (en mer)		N. Ev.

Source : Biotope, 2016

Avifaune marine – Phase d'exploitation

Au regard des niveaux de sensibilité connus pour les espèces étudiées ainsi que des effectifs et activités observés lors des expertises, trois espèces ressortent comme pouvant être affectées de façon notable (niveau d'impact évalué comme moyen) par effet « Déplacement » en phase d'exploitation : le Guillemot de Troïl (alcidé très présent localement en période hivernale, à enjeu fort et sensibilité moyenne) ainsi que les Plongeurs catmarin et imbrin (espèces à niveau d'enjeu élevé, très sensibles au dérangement mais présentes uniquement en période hivernale).

Modification de trajectoire

Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact	
Avifaune	Faible à fort	Très faible à moyenne	Négligeable à faible		Négligeable	à moyen
			Direct	Permanente		

3.3.2.5.3 Impacts par collision en phase d'exploitation

Les risques de collision sont fortement dépendants des caractéristiques des éoliennes et de leur fonctionnement, des conditions météorologiques, des caractéristiques de l'espèce considérée (envergure, hauteur de vol, temps passé en vol, manœuvrabilité) ainsi que d'autres phénomènes comme l'évitement des éoliennes à longue distance (macro-évitement) ou à courte distance (micro-évitement) (Cook *et al.*, 2012 ; Furness *et al.*, 2013 ; Cook *et al.*, 2014 ; Johnston *et al.*, 2014 ; Masden, 2015 ; Schuster *et al.*, 2015 ; Wade, 2015 ; Masden et Cook, 2016). Les collisions avec les structures fixes (mât, fondations) sont considérées comme marginales par rapport aux collisions avec les pales par de nombreux auteurs, ce qui se traduit notamment par le fait que les modèles d'évaluation des collisions ne prennent que rarement en compte ces éléments dans les modélisations.

L'évaluation des mortalités effectives en milieu marin est particulièrement complexe, en l'absence de possibilité de rechercher des cadavres, malgré le développement de projets R&D de surveillance automatisée comme des radars ou caméras thermiques (Hill *et al.*, 2014) qui comportent toutefois des limites quant aux résultats produits.

Les impacts par collision pour chaque espèce ont été analysés en s'appuyant sur les caractéristiques du parc éolien (nombre, taille, disposition et modalités de fonctionnement des éoliennes notamment) et les caractéristiques de vol de chaque espèce (hauteur de vol, temps passé en vol, importance des vols nocturnes, agilité en vol, etc.). Cet impact est considéré comme permanent durant la totalité de la phase d'exploitation (même s'il est négligeable lorsque les pales des éoliennes ne sont pas en rotation). La zone d'effet correspond à l'emprise du parc éolien.

Les éléments utilisés pour caractériser l'effet sont les suivants :

- ▶ Les périodes de présence de l'espèce dans la zone du parc ;
- ▶ Les activités de vol dans la zone du parc (simple transit migratoire et/ou déplacements locaux réguliers, recherche alimentaire) ;
- ▶ Le comportement et les caractéristiques de vol (altitude de vol, temps passé en vol, type de vol, importance des activités de vol de nuit) ;
- ▶ Les résultats des modélisations des risques de collision ainsi que les évaluations des conséquences de ces collisions prédites sur l'état de conservation des populations ;
- ▶ Le lien avec des activités de pêche professionnelle.

RESULTATS DES MODELISATIONS ET INTERPRETATION DES CONSEQUENCES

Résultats des modélisations

Le Tableau 53 présente les évaluations du nombre de collisions probable par an et à l'échelle du parc éolien pour 21 espèces représentatives et/ou à plus fort enjeu. Des paramètres permettant d'estimer la finesse et la variabilité des modélisations sont également présentés (écart-type et erreur-type).

Sur la base de l'ensemble des résultats issus des itérations des modèles (500 itérations par espèce pour des paramètres données) des choix ont été réalisés sur les évaluations de collisions pertinentes à retenir :

- ▮ Les jeux de données présentant des nombres d'informations insuffisants n'ont pas été considérés comme réalistes (espèces peu fréquentes dans le nord du golfe de Gascogne, comme le Goéland cendré, ou le Puffin des Baléares) ;
- ▮ Les espèces non traitées dans la bibliographie anglo-saxonne ont été adaptées à partir des espèces proches (Mouette mélanocéphale à partir des données de Mouette rieuse et Puffin des Baléares à partir des données concernant le Puffin des Anglais) mais défavorisées par rapport aux données locales ;
- ▮ Quand les jeux de données des deux sources (données locales et données internationales) sont recevables, les données locales ont été privilégiées (Option 4).

Remarques importantes – Le nombre de cas de mortalité (par an et à l'échelle du parc éolien) a été retenu selon une approche de précaution. L'estimation est systématiquement arrondie au nombre entier supérieur.

L'option ou les options retenues dans le cadre de l'étude sont surlignées en vert. Il s'agit de celles fournissant les résultats les plus fiables au regard des données disponibles et fiabilité des analyses (notamment importance de l'écart-type et de l'erreur-type).

Dans le cas où deux options du modèle ont fourni des résultats jugés plausibles, l'option 4 a été privilégiée pour les espèces pour lesquelles les données d'observation lors des expertises menées sur site sont nombreuses (« analyse locale »). A contrario, l'option 3 a été privilégiée pour les espèces pour lesquelles le faible nombre d'observations d'oiseaux en vol lors des expertises fragilise les analyses. Enfin, lorsque les résultats des options 3 et 4 fournissent des résultats proches et plausibles, l'estimation maximale de nombre de collisions probables par an a été retenue, par principe de précaution.

Tableau 53 : Evaluation des nombres de collision probables par an pour les principales espèces

Espèce	Option du modèle utilisée	Nombre de collisions estimé par an (parc éolien)	Ecart-type	Erreur type	Evaluation des résultats	Evaluation du modèle	Mortalité retenue (par an)
Guillemot de Troïl	4	0,164	0,048	0,002	★★★	★★★★	0,2
Pingouin torda	4	0,0002	0,000	0,000	★★	★★★★	0
Macareux moine	4	0.000	0.000	0.000	①	★	0
Fou de Bassan	3	9,460	3,684	0,165	★★★	★★★★	10
	4	9,706	2,838	0,127	★★★	★★★★	10
Océanite tempête	4	0.000	0.000	0.000	②	★★★★	0
Puffin des Anglais	4	0.000	0.000	0.000	②	★★★★	0
Puffin des Baléares	4	0.000	0.000	0.000	②	★★★★	0
Goéland argenté	3	4,568	2,476	0,111	★★★	★★★★	5
	4	5,931	1,803	0,081	★★★	★★★★	7
Goéland brun	3	9,430	7,103	0,318	★★★	★★★★	10
	4	8,368	2,704	0,121	★★★	★★★★	9
Goéland marin	3	11,744	5,731	0,256	★★★	★★★★	12
	4	14,844	5,051	0,226	★★★	★★★★	16

3. Analyse des effets et des impacts du projet sur l'environnement et sur la santé

3.3 Impacts sur le milieu naturel

3.3.2 En phase d'exploitation



Espèce	Option du modèle utilisée	Nombre de collisions estimé par an (parc éolien)	Ecart-type	Erreur type	Evaluation des résultats	Evaluation du modèle	Mortalité retenue (par an)
Goéland cendré	3	4,125	2,021	0,090	★★★	★★★	5
	4	7,247	2,613	0,117	★★★	★★★	8
Mouette mélanocéphale	4	0.000	0.000	0.000	①		0
Mouette pygmée	4	6,109	3,083	0,138	★★★	★★	7
Mouette tridactyle	3	5,261	1,948	0,087	★★★	★★★	6
Mouette rieuse	4	0,158	0,086	0,004	★★★	★★★	0,2
Grand Labbe	4	1,087	0,266	0,012	★★★	★★★	2
Sterne caugek	4	1,408	0,619	0,028	★★★	★★★	2
Sterne pierregarin	4	0,005	0,002	0,000	★★★	★★	0,01
Grand Cormoran	4	0,006	0,004	0,000	★★★	★★★	0,01
Cormoran huppé	3	1,187	1,133	0,051	★★★	★★★	2
Macreuse noire	3	0.000	0.000	0.000	①	★★★	0

Evaluation des résultats : appréciation portant sur la pertinence du résultat obtenu par rapport à l'écart-type et l'erreur type (sur les 500 itérations réalisées). L'appréciation est ici portée indépendamment des résultats de l'analyse :

- ★ Modèles montrant une grande variabilité dans les résultats
- ★★ Modèles montrant une variabilité acceptable dans les résultats
- ★★★ Modèles montrant une faible variabilité dans les résultats
- ① Nombre de données de terrain insuffisant pour le modèle
- ② Altitudes de vols trop faibles pour estimer des collisions.

Evaluation des modèles : appréciation portant sur la pertinence du modèle utilisé (nombre de données disponible, hypothèses de calculs...). L'appréciation est ici portée indépendamment des résultats de l'analyse :

- ★ Modèles les moins plausibles par rapport aux paramètres.
- ★★ Modèles plausibles par rapport aux paramètres.
- ★★★ Modèles les plus plausibles par rapport aux paramètres.

Source : *Biotope*, 2016

Les options 1 et 2 (modèles simples) montrent des taux de collisions plus élevés et semblent moins pertinents que les modèles étendus. Les options 3 (modèle étendu avec données internationales) et 4 (modèle étendu avec données locales) sont généralement proches et fournissent les résultats les plus probables. Seuls les résultats des options 3 ou 4 ont été retenus comme évaluations des nombres probables de cas de collisions par an.

Remarque concernant les résultats des modélisations

Les modèles d'évaluation des risques de collision constituent des outils d'aide à l'évaluation des niveaux d'impact par collision. Bien qu'ils ne puissent être directement considérés comme une prédiction absolue, l'utilisation des modèles de collision présente un intérêt certain pour évaluer un niveau de mortalité relatif d'un parc éolien en mer, par rapport à d'autres parcs similaires.

Dans le cadre de cette approche comparative, il est important de souligner que les modélisations des risques de collision réalisées pour le parc éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier fournissent des estimations relativement faibles en comparaison à d'autres parcs éoliens en mer ayant fait l'objet de modélisations :

- ▶ Pour le parc éolien en mer de Saint-Nazaire, les modélisations fournissaient, pour les espèces les plus concernées, des évaluations de quelques dizaines de cas de collision par an (Fou de Bassan, Mouette tridactyle, Goéland argenté, Goéland brun), voire potentiellement plus de 100 cas pour le Goéland marin (Nass&Wind, Créocéan, 2015). Le modèle utilisé est celui de Band (2012) qui n'intègre pas les incertitudes (au contraire de l'adaptation par Madsen de 2015) ;
- ▶ Pour le parc éolien en mer de Saint-Brieuc (In Vivo, 2014), les modélisations réalisées avec le modèle de Band et des taux d'évitement classiquement utilisés (98% à 99%) ont conduit à des estimations de moins de 20 cas de collision par an pour le Goéland brun, le Goéland argenté, le Fou de Bassan et une soixantaine de cas pour le Goéland marin ;
- ▶ Pour le parc éolien de Courseulles-sur-Mer (Natural Power, 2014), seule la Mouette tridactyle et le Plongeon arctique ont fait l'objet de modélisations avec le modèle de band (2012) qui conduisent à envisager une dizaine de cas de collision de Mouette tridactyle par an.

Le projet de parc éolien en mer des îles d'Yeu et de Noirmoutier apparaît ainsi comme *a priori* relativement peu mortifère.

Évaluation des conséquences sur les populations nicheuses

Des analyses du PBR et de la surmortalité naturelle ont été menées pour les 21 espèces d'oiseaux pour lesquelles des évaluations de nombre de collisions annuelles ont été déterminées (Biotope & Periscope, 2016).

Ces évaluations ne concernent que les oiseaux adultes nicheurs. Par ailleurs, deux zones d'analyse ont été retenues :

- ▶ Les oiseaux nicheurs locaux, c'est-à-dire les effectifs d'oiseaux adultes nicheurs fréquentant les colonies éloignées du parc éolien d'une distance inférieure ou égale à leur rayon de recherche alimentaire (*foraging range*) ;
- ▶ Les oiseaux nicheurs en France, soit les effectifs d'oiseaux adultes nicheurs en France pour l'espèce, sur la base des derniers recensements disponibles.

Pour ces deux ensembles, les calculs sont réalisés pour le PBR (avec trois variantes de calcul) et pour la surmortalité selon les critères 1% et 5%.

EVALUATION DES NIVEAUX D'IMPACT PAR COLLISION

Le tableau 54 fournit l'évaluation de synthèse des niveaux d'impact pressentis concernant l'effet collision pour chaque espèce.

Remarque : Les modélisations de collision présentées précédemment constituent l'une des données d'entrée pour évaluer ces niveaux d'impact. Il s'agit, comme précédemment expliqué, d'outils fournissant des indications qui ne peuvent toutefois pas s'interpréter seules.

Rappel : le modèle de collision mis en œuvre intègre les comportements en vol ainsi que les activités de vol de nuit (proportion connue d'activité nocturne).

Tableau 54 : Evaluation des niveaux d'impact – Effet « Collision » en phase d'exploitation

Espèce / groupe d'espèces	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet	Impact
Guillemot de Troïl	Fort	Très faible	Négligeable - Espèces très régulièrement observées dans l'AEE et la zone du parc éolien entre octobre et avril. La zone du parc éolien est située en limite d'une vaste zone de très forte présence de l'espèce.	N. Ev.
Pingouin torda	Moyen	Très faible	Risques de collision très faibles au regard des caractéristiques de vol de l'espèce (estimations maximalistes de 0,2 cas de collision par an à l'échelle du parc éolien pour le guillemot, proche de 0 cas par an pour le Pingouin torda).	N. Ev.
Macareux moine	Moyen	Très faible	Négligeable - Espèce peu observée dans l'AEE et la zone du parc éolien (période internuptiale). Risques de collision très faibles au regard des caractéristiques de vol de l'espèce (estimation de 0 cas de collision par an).	N. Ev.
Fou de Bassan	Moyen	moyenne à fort	Faible à moyen - Présence relativement importante de l'espèce, dans l'AEE et modérément importante dans la zone du parc éolien, activités de vol et de pêche. Effectifs très fluctuants. Espèce initialement considérée comme sensible aux risques de collision mais montrant des taux d'évitement (micro-évitement notamment) très importants. Estimations d'environ 10 cas de collision probables par an à l'échelle du parc éolien (modélisations). Pas d'implication sur les populations nicheuses françaises. Mortalité susceptible d'affecter des migrateurs et immatures principalement.	Faible à Moyen
Océanite tempête	Fort	Très faible	Négligeable - Présence régulière en automne, parfois en effectifs importants. Hauteurs de vol rendant les collisions très improbables. Estimations de 0 cas de collision par an (modélisations des collisions avec les pales). Collisions avec les fondations non prises en compte dans le modèle mais jugées très improbables et accidentelles.	N. Ev.
Puffin des Baléares	Fort	Très faible	Négligeable - Présence régulière mais en effectifs faibles en été et automne. Pas de fréquentation prolongée de la zone du parc éolien, individus observés en transit. Hauteurs de vol rendant les collisions très improbables. Estimations de 0 cas de collision par an (modélisations des collisions avec les pales). Collisions avec les fondations non prises en compte dans le modèle mais jugées très improbables et accidentelles.	N. Ev.
Fulmar boréal / Puffin des Anglais	Moyen	Très faible		N. Ev.

Espèce / groupe d'espèces	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet	Impact
Puffin cendré / Puffin fuligineux / Puffin majeur / Océanite culblanc	Faible	Très faible	Négligeable - Pas d'utilisation régulière de la zone du parc éolien en dehors de transit en vol d'individus isolés. Espèces par ailleurs très peu sensibles aux collisions en raison de leurs comportements et hauteurs de vol très réduites.	N. Ev.
Grand Labbe	Faible	Moyenne	Négligeable à Faible - Activités régulières, en faibles effectifs, de l'espèce dans l'AEE et la zone du parc éolien, y compris en transit et alimentation. Les retours d'expérience indiquent des taux d'évitement (micro-évitement) importants. Les hauteurs de vol observées lors des expertises sont généralement inférieures à la hauteur des pales. Estimations d' 1 à 2 cas de collision probables par an à l'échelle du parc éolien (modélisations). Pas d'implication sur les populations.	Négligeable à Faible
Labbe parasite	Moyen	Moyenne	Négligeable - Pas d'utilisation régulière de la zone du parc éolien en dehors de transit en vol potentiel.	N. Ev.
Labbe pomarin	Faible	Moyenne		N. Ev.
Goéland argenté	Fort	Forte	Faible - Présence modérément importante de cette espèce, dans l'AEE et dans la zone du parc éolien, activités de vol et de pêche. Effectifs très fluctuants. Les modélisations de collision fournissent un nombre d'environ 7 collisions probables par an à l'échelle du parc éolien. Même en envisageant des nombres de collisions légèrement supérieurs (prise en compte des oiseaux suiveurs), les effectifs concernés sont nettement inférieurs aux seuils affectant les populations, y compris population nicheuse locale (les PBR se positionnent à respectivement 280 et 480 individus pour les populations locales, avec des facteurs de rétablissement précautionneux de 0,3 et 0,5). Les impacts sur les populations à l'échelle nationale ou européenne sont très faibles, même si cette espèce doit faire l'objet d'une certaine vigilance (diminution des effectifs).	Moyen
Goéland brun	Moyen	Forte	Faible à moyen - Présence relativement importante de cette espèce, dans l'AEE et modérément importante dans la zone du parc éolien, activités de vol et de pêche. Effectifs très fluctuants. Les modélisations de collision fournissent un nombre d'environ 10 collisions probables par an à l'échelle du parc éolien. Même en envisageant des nombres de collisions légèrement supérieurs (prise en compte des oiseaux suiveurs et forte présence de l'espèce), les effectifs concernés sont nettement inférieurs aux seuils affectant les populations, y compris population nicheuse locale (les PBR se positionnent à respectivement 545 et 910 individus pour les populations locales, avec des facteurs de rétablissement précautionneux de 0,3 et 0,5). Les impacts sur les populations à l'échelle nationale ou européenne sont très faibles, même si cette espèce doit faire l'objet d'une certaine vigilance (diminution des effectifs).	Moyen

3. Analyse des effets et des impacts du projet sur l'environnement et sur la santé

3.3 Impacts sur le milieu naturel

3.3.2 En phase d'exploitation



Espèce / groupe d'espèces	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet	Impact
Goéland marin	Moyen	Forte	Moyen à Fort - Présence modérément importante de cette espèce, dans l'AEE et dans la zone du parc éolien, activités de vol et de pêche. Les modélisations de collision indiquent un nombre probable de collision de l'ordre de 16 spécimens par an à l'échelle du parc éolien. Les impacts sur les populations locales pourraient être notables (dépassement des 1% de surmortalité naturelle) si tous les individus impactés étaient nicheurs localement (hypothèse pessimiste). Les calculs des PBR pour les populations locales ne conduisent pas à envisager d'impact, dans la dynamique actuelle de l'espèce (augmentation) : avec un facteur de rétablissement précautionneux de 0,5, des atteintes sur les populations locales sont supposées au-delà de 60 cas de collision par an. Les impacts sur les populations à l'échelle nationale seront a priori très faibles (dynamique favorable de l'espèce, atteinte du seuil PBR avec facteur (0,5) pour plus de 375 cas de surmortalité par an). L'approche très précautionneuse de la « Surmortalité 1% » conduit cependant à une relative vigilance (11 cas par an). L'effet est considéré comme « Moyen ». Toutefois, les points de vigilance émanant de calculs de surmortalité 1% conduisent à afficher, dans une approche précautionneuse, un effet potentiellement « fort ». Les impacts sur les populations à l'échelle nationale sont faibles (dynamique favorable de l'espèce).	Moyen à Fort
Goéland leucophaé	Faible	Forte	Négligeable - Espèce non observée avec certitude lors des expertises en mer. La zone du parc éolien ne constitue pas un secteur de concentration pour cette espèce, ni de stationnement. Les risques de collision sont négligeables.	N. Ev.
Goéland bourgmestre	Faible	Forte	Négligeable – Espèce anecdotique localement. Probabilités de collision très limitées.	N. Ev.
Goéland cendré	Faible	Forte	Faible - Espèce relativement peu observée lors des expertises en mer. Effectifs présents localement jugés faibles. Estimations d'environ 8 cas de collision probables par an à l'échelle du parc éolien (principalement entre janvier et mars d'après les modélisations). Les éventuelles mortalités par collision ne sont pas susceptibles d'impacter les populations (échelle européenne).	Faible
Mouette mélanocéphale	Moyen	Moyenne	Négligeable - Espèce peu observée au large durant les expertises. Présence côtière importante (colonies). Probabilités de collision de spécimens très faibles (estimation de 0 cas de collision par an), sans implication sur les populations.	N. Ev.
Mouette de Sabine	Faible	Moyenne	Négligeable - Pas d'utilisation régulière de la zone du parc éolien en dehors de transit en vol d'individus isolés. Probabilités de collision de spécimens très faibles, sans implication sur les populations.	N. Ev.

Espèce / groupe d'espèces	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet	Impact
Mouette pygmée	Moyen	Moyenne	Faible - Espèce fréquentant l'AEE et la zone du parc éolien en période automnale et hivernale, ponctuellement en effectifs importants. Les modélisations de collision indiquent environ 7 collisions probables par an à l'échelle du parc éolien. Les impacts sur les populations à l'échelle nationale ou européenne sont délicats à estimer (populations migratrices mal connues) mais ces niveaux de mortalité ne sont pas de nature à porter atteinte aux populations.	Faible
Mouette tridactyle	Fort	Moyenne	Faible à Moyen - Espèce fréquentant l'AEE et la zone du parc éolien en période automnale et hivernale, ponctuellement en effectifs importants. Les modélisations de collision indiquent environ 6 collisions probables par an à l'échelle du parc éolien. Les impacts prévisibles concernent la période internuptiale et probablement des oiseaux migrateurs et hivernants. La petite population nicheuse du phare des Barges pourrait être impactée significativement en cas de mortalité de spécimens nicheurs locaux (probabilité très faible au regard des modélisations). Les impacts sur les populations migratrices et hivernantes à l'échelle nationale ou européenne sont délicats à estimer (populations migratrices mal connues) mais ces niveaux de mortalité ne sont pas de nature à porter atteinte aux populations (effectifs très importants).	Moyen
Mouette rieuse	Faible	Moyenne	Négligeable - Espèce très peu observée en mer, fréquentant quasi exclusivement le littoral. Possible transit de spécimens au large, pouvant entraîner des risques de collision modérés pour les spécimens (hauteurs de vol à risque). Estimations d'environ 0,01 cas de collision probable par an à l'échelle du parc éolien (modélisations). Impacts éventuels sur les populations jugés très faibles (pas d'atteinte des populations locales d'après les modélisations).	N. Ev.
Sterne caugék	Fort	Faible	Négligeable à Faible - Espèce assez peu observée au large, présence principalement près des côtes. Passages occasionnels d'individus au large, avec risques de collision jugés faibles. Estimations d'environ 1 à 2 cas de collision probables par an à l'échelle du parc éolien (modélisations). Impacts éventuels sur les populations jugés très faibles.	Faible
Sterne pierregarin	Moyen	Faible	Négligeable - Espèce rarement observée au large, présence principalement près des côtes. Passages occasionnels d'individus au large, avec risques de collision jugés faibles. Estimations d'environ 0,01 cas de collision probable par an à l'échelle du parc éolien (modélisations). Impacts éventuels sur les populations jugés très faibles	N. Ev.
Guifette noire	Moyen	Moyenne	Négligeable - Passage migratoire uniquement, concernant des effectifs inconnus mais probablement limités. Les axes principaux de migration des sternes et guifettes sont majoritairement situés près des côtes.	N. Ev.

3. Analyse des effets et des impacts du projet sur l'environnement et sur la santé

3.3 Impacts sur le milieu naturel

3.3.2 En phase d'exploitation



Espèce / groupe d'espèces	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet	Impact
Autres sternidés (Sterne hansel, Sterne caspienne, Sterne de Dougall, Sterne arctique, Sterne naine, Guifette moustac)	Faible à Moyen	Faible à Moyenne	Négligeable - Passage migratoire uniquement, concernant des effectifs inconnus mais probablement limités. Les axes principaux de migration des sternes et guifettes sont majoritairement situés près des côtes voire en milieu terrestre.	N. Ev.
Phalarope à bec large	Moyen	Moyenne	Négligeable - Passage occasionnel d'individus en migration en domaine pélagique. Hauteurs de vol généralement très faibles. Risques de collision très réduits en l'état des connaissances.	N. Ev.
Plongeon arctique	Faible	Faible	Négligeable - Espèce non observée avec certitude dans l'AEE et la zone du parc éolien mais transit migratoire possible. Hauteurs de vol et niveau de présence impliquant des risques de collision très faibles pour les spécimens en vol localement.	N. Ev.
Plongeon catmarin	Moyen	Faible	Négligeable à Faible - Espèces peu observées dans l'AEE et la zone du parc éolien mais transit migratoire possible. Hauteurs de vol généralement faibles impliquant des risques de collision faibles, sauf lors des migrations. Aucun impact potentiel sur l'état des populations hivernantes. Aucun cas de collision prévisible avec le rotor d'après les modélisations.	Négligeable à Faible
Plongeon imbrin	Fort	Faible	Collisions avec les fondations improbables pour ces espèces mais ne pouvant être totalement exclues en cas de mauvais temps (espèces très peu agiles en vol). Aucun impact potentiel sur l'état des populations hivernantes.	Faible
Cormoran huppé	Moyen	Moyenne	Négligeable à Faible - Espèce non observée au large durant les expertises. Probabilités très réduites de présence dans la zone du parc éolien (potentiellement en cas d'attraction par le parc éolien - effet déplacement). Les hauteurs de vol sont généralement très faibles. Estimations d'environ 1 à 2 cas de collision probables par an à l'échelle du parc éolien (modélisations). Impacts éventuels sur les populations jugés très faibles (pas d'atteinte des populations nicheuses locales d'après les modélisations).	Faible
Grand Cormoran	Faible	Moyenne	Négligeable - Espèce non observée au large durant les expertises. Probabilités très réduites de présence dans la zone du parc éolien (potentiellement en cas d'attraction par le parc éolien - effet déplacement). Les hauteurs de vol sont généralement très faibles. Seule une attraction du parc éolien comme reposoir (peu probable vu les distances) pourrait engendrer des risques de collision. Estimations d'environ 0,01 cas de collision probable par an à l'échelle du parc éolien (modélisations). Impacts éventuels sur les populations jugés très faibles (pas d'atteinte des populations locales d'après les modélisations).	N. Ev.

Espèce / groupe d'espèces	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet	Impact
Anatidés (Macreuse noire, Macreuse brune, Fuligule milouinan, Harelda boréale, Eider à duvet, Bernache cravant, Tadorne de Belon, Harle huppé)	Faible à Fort	Très faible à Faible	Négligeable - Espèces non observées dans la zone du parc éolien et à proximité durant les expertises, pour certaines très rares à exceptionnelles. Présence principalement près des côtes. Possibles vols de transit en mer mais les risques de collision sont très faibles au regard des caractéristiques de vol de ces espèces. Aucun cas de collision prévisible avec le rotor d'après les modélisations. Collision avec les fondations très improbables.	N. Ev.
Grèbe huppé, Grèbe esclavon	Faible / Moyen	Très faible	Négligeable - Espèce non observée en mer durant les expertises. Probabilités très réduites de migration loin au large (spécimens isolés). Hauteurs de vol en mer généralement très faibles.	N. Ev.
Barge à queue noire	Fort	Faible	Négligeable à Faible - Espèce non observée en mer durant les expertises. Migration certifiée de spécimens au cœur du golfe de Gascogne mais risques de collision très faibles et activités concernant une part probablement faible de la population. Migre à très haute altitude (plusieurs centaines de mètres voire jusqu'à 2 km).	Faible
Courlis corlieu	Moyen	Faible	Négligeable à Faible - Espèce non observée en mer durant les expertises. Migrateurs fréquentant les côtes et îles vendéennes. Migration possible de spécimens au cœur du golfe de Gascogne mais risques de collision très faibles au regard des hauteurs de vol.	Négligeable à Faible
Barge rousse	Faible	Faible	Négligeable à Faible - Espèce non observée en mer durant les expertises. Migration certifiée de spécimens au cœur du golfe de Gascogne mais risques de collision très faibles et activités concernant une part probablement faible de la population. Migre à très haute altitude (plusieurs centaines de mètres voire jusqu'à 2 km).	Négligeable
Autres limicoles (Avocette élégante, Bécasseau maubèche, Pluvier doré, Barge rousse, Tournepierre à collier, Huitrier pie)	Faible à Moyen	Faible	Négligeable Espèces non observées en mer durant les expertises. Probabilités très réduites de migration loin au large (spécimens isolés). Hauteurs de vol très réduites.	N. Ev.
Héron cendré, Aigrette garzette	Faible	Faible	Négligeable - Espèces non observées en mer durant les expertises. Probabilités très réduites de migration loin au large (spécimens isolés).	N. Ev.
Etourneau sansonnet / Foulque macroule	Faible	Faible	Négligeable - Espèces non observées en mer durant les expertises. Probabilités très réduites passage loin au large (spécimens isolés).	N. Ev.
Faucon crécerelle	Faible	Moyenne à Forte	Négligeable - Espèce non observée en mer durant les expertises. Probabilités très réduites de migration loin au large (spécimens isolés).	N. Ev.

3. Analyse des effets et des impacts du projet sur l'environnement et sur la santé

3.3 Impacts sur le milieu naturel

3.3.2 En phase d'exploitation



Espèce / groupe d'espèces	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet	Impact
Martinet noir, Alouette des champs, Linotte mélodieuse, Hirondelle de fenêtre, Hirondelle rustique, Bergeronnette grise, Bergeronnette printanière, Pouillot véloce, Pipit farlouse	Faible	Moyenne	Négligeable à Faible Espèces terrestres susceptibles de migrer en mer (phénomènes concernant vraisemblablement une part réduite des populations). Hauteurs de vol en mer mal connues, potentiellement variables (quelques mètres à plusieurs dizaines de mètres de hauteur). Des cas de collision sont possibles mais ne sont pas susceptibles de concerner des effectifs importants.	Négligeable à Faible

Source : Biotope, 2016

Les risques de collision en phase d'exploitation constituent l'un des aspects les plus importants à anticiper mais également l'un des plus complexes. Sur la base des niveaux de sensibilité connus pour les espèces étudiées, des effectifs et activités observés lors des expertises et des résultats des modélisations des risques de collision, plusieurs espèces ressortent comme pouvant être affectées de façon notable (niveau d'impact évalué comme moyen voire moyen à fort pour le Goéland marin) par effet « Collision » en phase d'exploitation.

Remarque : l'évaluation des effets et impacts provoqués par ce « risque de collision » à l'échelle des populations d'oiseaux est proposée en annexe 1 du présent document.

Avifaune marine – Phase d'exploitation

Les modélisations des risques de collision font ressortir des nombres de collision probables non négligeables pour quelques espèces seulement. Il s'agit des espèces les plus probablement concernées par cet effet.

Les impacts par collision sont considérés moyens à forts pour le Goéland marin, moyens pour le Goéland argenté, le Goéland brun, la Mouette tridactyle.

Les impacts par collision sont considérés comme faibles à moyens pour le Fou de Bassan.

Les impacts par collision sont considérés comme faibles pour le Goéland cendré, la Mouette pygmée, la Sterne caugek, le Plongeon imbrin, le Cormoran huppé, la Barge à queue noire.

Les impacts par collision sont considérés comme négligeables à faibles pour le Grand Labbe, le Plongeon catmarin, le Courlis corlieu et les passereaux migrateurs.

Ils sont considérés négligeables pour toutes les autres espèces.

Risque de collision

Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact	
Avifaune	Faible à fort	Très faible à Moyenne	Négligeable à fort		Négligeable	A fort
			Direct	Permanente		

Détails sur les principales espèces concernées

Le **Goéland marin** est l'espèce montrant les risques de collision les plus importants sur le plan numérique (de l'ordre de 16 cas de collision probables par an à l'échelle du parc éolien). Bien que l'espèce n'ait pas été observée en grand nombre lors des sessions d'expertises en mer, elle est présente toute l'année et montre des comportements de vol à risque par rapport aux éoliennes (peu de macro-évitement, altitudes de vol, envergure importante...). Par rapport aux populations nicheuses en France, les colonies locales sont importantes, avec d'importantes colonies dans l'archipel de Houat-Hoëdic et une présence sur la quasi-totalité des colonies mixtes de grands laridés dans le nord du golfe de Gascogne. Il est important de noter que le rayon de recherche alimentaire (*foraging range*) du Goéland marin n'est pas disponible dans la bibliographie. Cette valeur, nécessaire pour estimer la taille de population en interaction avec le parc, a été estimée à partir des informations des autres espèces de grands goélands. Cette valeur a été définie entre 70 et 80 km, soit incluant l'archipel Houat-Hoëdic et Belle-Ile-en-Mer au nord-ouest et excluant l'Île de Ré au sud. Les méthodes utilisant les surmortalités montrent des impacts sur les nicheurs locaux et potentiellement à l'échelle française si les collisions concernent des adultes reproducteurs. Les calculs des PBR pour les populations locales ne conduisent pas à envisager d'impact, dans la dynamique actuelle de l'espèce (augmentation) : avec un facteur de rétablissement de 0,5, des atteintes sur les populations locales sont supposées au-delà de 60 cas de collision par an. Les impacts sur les populations à l'échelle nationale seront a priori très faibles (dynamique favorable de l'espèce, atteinte du seuil PBR avec facteur ($f = 0,5$) pour plus de 375 cas de surmortalité par an). Seule l'approche très pessimiste de la « Surmortalité 1% » conduit à une relative vigilance à l'échelle locale (2 cas par an) et nationale (11 cas par an). Ces résultats s'expliquent par la forte présence des Goélands marin dans le secteur biogéographique avec une importante proportion de la population française au nord du projet de parc éolien. Le goéland marin est présent toute l'année, sans montrer de pics de présence à une période particulière, ce qui augmente le risque d'interaction avec le parc. Les grands laridés sont décrits comme ayant une relative neutralité par rapport à la présence des parcs éoliens : l'évitement n'est pas marqué mais l'attraction, en l'absence de reposoirs disponibles, ne l'est pas non plus. Ces résultats sont concordants avec les résultats obtenus sur le parc éolien en mer de Saint-Nazaire (Fortin *et al.*, 2014). Bien que la méthodologie diffère (les méthodes de modélisations ont été développées, coefficients d'évitements ajustés par les retours d'expériences plus importants, évaluations des impacts des collisions plus développés...), cette espèce est la seule qui ressort avec un impact de collision notable pour ce parc éolien en mer.

Les **Goélands bruns et argentés** montrent des nombres de collisions globalement faibles (respectivement 10 et 7 collisions probables par an à l'échelle du parc éolien) et sont, d'après les analyses réalisées, supportables par les populations. Il est cependant à noter la régression constante de ces deux espèces à l'échelle de la façade Atlantique. La mortalité induite par la présence du parc éolien sera donc difficile à estimer sur la dynamique décroissante actuelle, mais peut contribuer à accentuer ce déclin.

Le **Fou de Bassan** est une espèce qui montre un nombre de collision globalement limité (de l'ordre de 10 cas de collision probables par an à l'échelle du parc éolien). Bien que les résultats ne montrent pas de menace directe pour la population à l'échelle du parc, cette espèce très mobile est susceptible d'être impactée par l'ensemble des parcs éoliens à l'échelle de l'ensemble de sa zone de distribution (Manche, Atlantique et mer du Nord).

La **Mouette tridactyle** montre un nombre de collision faible (de l'ordre de 6 cas de collision probables par an à l'échelle du parc éolien). Les analyses PBR et de surmortalité font ressortir des alertes à l'échelle locale en cas d'impact par mortalité sur des nicheurs locaux. Cependant, ces résultats constituent un artefact induit par la très petite taille de colonie isolée du phare des Barges (d'une quinzaine de couples). En effet, en lien avec l'observation de cette espèce uniquement en période hivernale, les modélisations des collisions montrent que les collisions auront essentiellement lieu en hiver, lors de la présence des individus migrateurs issus de colonies plus nordiques.

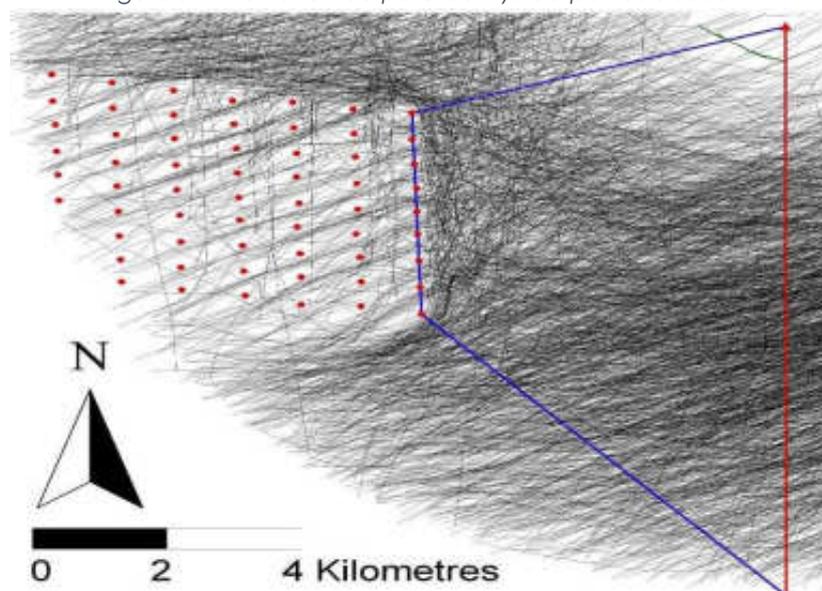
La **Mouette pygmée** montre un nombre de collision faible (de l'ordre de 7 cas de collision probables par an à l'échelle du parc éolien). Aucune estimation n'est cependant réalisée à l'échelle des populations puisque l'origine exacte des populations et la taille de celles-ci sont largement inconnues. L'espèce est plutôt pélagique et est observable sur le site de manière relativement irrégulière, vraisemblablement en fonction des aléas climatiques et météorologiques.

A l'exception du Goéland marin qui doit faire l'objet d'une attention particulière, les autres espèces seront vraisemblablement impactées de manière supportable par les populations. Les autres espèces étudiées présentent des niveaux d'impact évalués comme faibles voire négligeables. Le cas particulier des limicoles et passereaux migrateurs est complexe à étudier. Même si les probabilités de collision semblent réduites vu la distance à la côte, des phénomènes de mortalité ponctuelle ne peuvent être exclus en cas de perturbations des transits migratoires par des conditions météorologiques défavorables. Ces éventuels cas de collision n'impacteront pas les dynamiques de populations.

3.3.2.5.4 Impacts par effet « Barrière »

L'effet barrière peut engendrer des changements comportementaux (changement de zone d'alimentation, modifications des trajets migratoires) et des dépenses énergétiques accrues (dues à l'allongement des trajets) pouvant entraîner l'affaiblissement des individus (Fox *et al.*, 2006 ; Masden *et al.*, 2010b ; Furness, 2013 ; Wade, 2015). La figure suivante illustre les déviations des trajectoires des oiseaux au niveau du parc éolien en mer de Nysted.

Figure 54 : Déviation du parc de Nysted par les oiseaux



Source : Pettersen, 2005 in Abiès, 2011

Le tableau 55 présente les principaux impacts par effet barrière pour chaque espèce. Cet impact est considéré comme permanent durant la totalité de la phase d'exploitation. Il ne concerne que les oiseaux en vol, la sensibilité générale à cet effet étant par ailleurs très variable selon les espèces. La zone d'effet correspond à l'emprise du parc éolien et ses abords (phénomènes de macro-évitement des parcs éoliens).

Les éléments utilisés pour caractériser l'effet sont les suivants :

- ▶ Les périodes de présence de l'espèce dans l'aire d'étude immédiate ;
- ▶ Les activités de vol dans l'aire d'étude immédiate (transit migratoire et/ou déplacements locaux réguliers, recherche alimentaire depuis des colonies proches) ;
- ▶ Le comportement et les caractéristiques de vol (altitude de vol, temps passé en vol, type de vol, importance des activités de vol nocturnes) ;
- ▶ Le lien avec des activités de pêche professionnelle (mouvements pendulaires depuis la côte vers le large).

Remarque : Seules les principales espèces et groupes d'espèces considérés dans l'étude sont présentés dans le tableau.

Tableau 55 : Evaluation des niveaux d'impact – Effet « barrière »

Espèce / groupe d'espèces	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet	Impact
Guillemot de Troïl	Fort	Moyenne	Moyen - Espèce très régulièrement observée dans l'AEE et la zone du parc éolien entre octobre et avril. La zone du parc est située en limite d'une vaste zone de très forte présence de l'espèce. Nombreuses activités de vol (déplacements locaux et transits migratoires) dans l'AEE et la zone du parc éolien. Les principales zones de concentrations et d'activités ont cependant été notées en dehors de la zone du parc éolien.	Moyen
Pingouin torda	Moyen	Moyenne	Faible - Espèce assez régulièrement observée dans l'AEE et la zone du parc éolien entre octobre et avril (mais nettement moins fréquente que le Guillemot). La zone du parc est située en limite d'une vaste zone de très forte présence d'alcidés. Nombreuses activités de vol (déplacements locaux et transits migratoires) dans l'AEE et la zone du parc éolien. Les principales zones de concentrations et d'activités ont cependant été notées en dehors de la zone du parc éolien.	Faible
Macareux moine	Moyen	Moyenne	Négligeable à Faible - Espèce peu observée dans l'AEE et la zone du parc éolien (période internuptiale). Possibilités de transits migratoires locaux avec pics de passage ponctuels. Les éventuelles perturbations d'oiseaux en vol ne sont pas susceptibles de concerner une part importante des populations (espèce très pélagique). Possibilités de transits migratoires locaux avec pics de passage ponctuels, ou de présence occasionnelle lors de tempêtes d'ouest (oiseaux du large poussés vers les côtes). Les éventuelles perturbations d'oiseaux en vol ne sont pas susceptibles de concerner une part importante des populations (espèce très pélagique et pour laquelle la zone du parc éolien et ses abords ne semblent pas présenter d'importance fonctionnelle particulière).	Faible

3. Analyse des effets et des impacts du projet sur l'environnement et sur la santé

3.3 Impacts sur le milieu naturel

3.3.2 En phase d'exploitation



Espèce / groupe d'espèces	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet	Impact
Fou de Bassan	Moyen	Moyenne à forte	Faible à Moyen - Présence relativement importante de l'espèce, dans l'AEE et modérément importante dans la zone du parc éolien, activités de vol et de pêche. Effectifs très fluctuants mais potentiellement non négligeables lors de pics de passages migratoires (axes de vol diffus). Nombreux oiseaux en transit migratoire et déplacements locaux.	Faible à Moyen
Océanite tempête	Fort	Moyenne	Faible à Moyen - Présence régulière en automne, parfois en effectifs importants. La zone du parc éolien ne constitue pas une zone de regroupement importante pour l'espèce (observée majoritairement au large) mais nombreux oiseaux en vol (déplacements locaux et migration) susceptibles de traverser la zone du parc éolien. Des afflux d'Océanites tempête sont possibles lors des tempêtes de vent d'ouest dans l'ensemble du golfe de Gascogne. Aucun effet significatif sur les populations n'est cependant prévisible.	Moyen
Puffin des Baléares	Fort	Moyenne	Faible à Moyen - Présence régulière mais en effectifs faibles en été et automne. Les axes de déplacement migratoire de cette espèce sont mal connus mais les côtes vendéennes et le sud Bretagne sont fréquentées, au moins au passage, par une proportion importante de la population mondiale. Les principales zones d'estivage et de regroupement connues localement sont situées au sud Vendée et dans le Mor Braz et sont distantes d'au moins 50 km. Des passages sont possibles par la zone de projet entre ces zones ou, plus largement, par les oiseaux en transit vers des zones d'estivage du nord de la Bretagne, de la Manche et de la Mer du Nord. Les expertises ont conduit à l'observation uniquement d'oiseaux en vol et en très faibles effectifs, ce qui traduit a priori une faible activité de l'espèce dans cette zone. Les flux migratoires ont principalement lieu près des côtes (zones de stationnement) mais des survols de la zone du parc éolien sont possibles lors de passages migratoires. Les impacts éventuels resteront cependant très probablement limités à l'échelle des populations estivantes en Atlantique.	Moyen
Fulmar boréal / Puffin des Anglais	Moyen	Moyenne	Négligeable à Faible - Présence irrégulière et en faibles effectifs. Individus uniquement observés en vol (transit). Traversée de la zone du parc éolien possible par des oiseaux en transit migratoire.	Faible
Puffin cendré / Puffin fuligineux / Puffin majeur / Océanite culblanc	Faible	Moyenne	Négligeable - Espèces très rarement observées (très pélagiques). Des transits ponctuels d'individus en vol sont possibles mais les effets seront très limités.	N. Ev.
Grand Labbe	Faible	Faible	Faible - Activités régulières, en faibles effectifs, de l'espèce dans l'AEE et la zone du parc éolien, notamment en transit et recherche alimentaire. Nombre de spécimens potentiellement concernés limité.	Négligeable
Labbe parasite	Moyen	Faible	Négligeable à Faible - Passage occasionnel d'individus en migration. Effectifs non évalués et axes de migration mal connus mais considérés comme largement étendus en mer.	Faible
Labbe pomarin	Faible	Faible		Négligeable

Espèce / groupe d'espèces	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet	Impact
Goéland argenté	Fort	Faible	Faible à Moyen - Présence relativement importante de ces espèces dans l'AEE et peu importante dans la zone du parc éolien (notamment Goéland brun). Zones de concentration en mer liées aux bateaux de pêche professionnelle (chalutiers), non actifs dans la zone du parc éolien mais à plusieurs kilomètres à l'ouest de celle-ci impliquant des vols de déplacements locaux entre la côte et le large. Les mouvements locaux traversant actuellement la zone du parc éolien peuvent être assez nombreux. En cas d'effet barrière, l'évitement du parc éolien peut contribuer à des surcoûts de dépenses énergétiques pour des oiseaux nicheurs locaux.	Faible à Moyen
Goéland brun	Moyen	Faible		Faible
Goéland marin	Moyen	Faible		Faible
Goéland leucopnée / Goéland bourgmestre	Faible	Faible	Négligeable à Faible - Espèces non ou très rarement observées lors des expertises en mer. La zone du parc éolien ne constitue pas un secteur de présence régulière de cette espèce. Possibilités d'oiseaux en vol (déplacements locaux ou transit migratoire), mais en effectifs limités à l'échelle des populations.	Négligeable
Goéland cendré	Faible	Faible	Négligeable à Faible - Espèce relativement peu observée lors des expertises en mer. L'AEI ne constitue pas un secteur de concentration pour cette espèce. Possibilités d'oiseaux en vol (déplacements locaux ou transit migratoire), mais en effectifs limités à l'échelle des populations.	Négligeable
Mouette mélanocéphale	Moyen	Faible	Faible - Espèce relativement peu observée lors des expertises en mer, principalement près des côtes. La zone du parc éolien ne constitue pas un secteur de concentration pour cette espèce. Possibilités d'oiseaux en vol (déplacements locaux ou transit migratoire), mais en effectifs limités à l'échelle des populations.	Faible
Mouette pygmée	Moyen	Faible	Faible à Moyen - Espèce fréquentant l'AEE et la zone du parc éolien en période automnale et hivernale, ponctuellement en effectifs importants. AEI située en limite d'une vaste zone de très forte présence de l'espèce. Nombreuses activités de vol (déplacements locaux et transit migratoires) dans l'AEE et la zone du parc éolien. Les principales zones de concentrations et d'activités ont cependant été notées en dehors de la zone du parc. Des afflux de Mouette pygmée sont possibles près des côtes lors des tempêtes de vent d'ouest dans l'ensemble du golfe de Gascogne. Aucun effet significatif sur les populations n'est cependant prévisible.	Faible
Mouette tridactyle	Fort	Faible	Faible - Espèce fréquentant l'AEE et la zone du parc éolien en période automnale et hivernale, ponctuellement en effectifs importants. Probabilités faibles à modérées de perturbations des oiseaux en vol localement. Impacts jugés faibles à l'échelle des populations.	Faible
Mouette rieuse	Faible	Faible	Négligeable - Espèce très peu observée en mer, fréquentant quasi exclusivement le littoral. Possible transit de spécimens au large. Probabilités d'impacts par effet barrière réduites (faibles effectifs concernés).	N. Ev.
Sterne caugek	Fort	Faible	Faible- Espèces peu observées au large, présence principalement près des côtes. Passages occasionnels d'individus au large (y compris des	Faible

3. Analyse des effets et des impacts du projet sur l'environnement et sur la santé

3.3 Impacts sur le milieu naturel

3.3.2 En phase d'exploitation



Espèce / groupe d'espèces	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet	Impact
Sterne pierregarin	Moyen	Faible	nicheurs locaux en recherche alimentaire), avec risques de perturbations des axes de vol jugés faibles. Impacts éventuels sur les populations jugées faibles en l'état des connaissances.	Faible
Sterne arctique	Moyen	Faible	Faible - Passage occasionnel d'individus en migration. Effectifs non évalués et axes de migration mal connus mais considérés comme largement étendus en mer.	Faible
Sterne de Dougall, Guifette noire	Moyen	Faible	Négligeable à Faible - Passage occasionnel d'individus en migration possible dans la zone du parc éolien. Effectifs non évalués et axes de migration mal connus mais situés principalement en domaine côtier.	Négligeable à Faible
Autres sternidés (Sterne hansel, Sterne caspienne, Sterne naine, Guifette moustac)	Faible	Faible		Négligeable
Plongeon arctique	Faible	Moyenne	Négligeable - Espèce non observée avec certitude dans l'AEE et la zone du parc éolien mais pouvant transiter en migration depuis le sud du golfe de Gascogne. Perturbations jugées cependant très marginales.	N. Ev.
Plongeon catmarin	Moyen	Moyenne	Négligeable à Faible - Espèces peu observées dans l'AEE et la zone du parc éolien mais pouvant transiter en migration depuis le sud du golfe de Gascogne. La zone du parc éolien et ses abords ne constituent <i>a priori</i> pas une zone d'intérêt particulier mais la zone du parc éolien peut être fréquentée par des oiseaux en vol (déplacements locaux et transits migratoires).	Faible
Plongeon imbrin	Fort	Moyenne		Faible à Moyen
Cormoran huppé	Moyen	Moyenne		N. Ev.
Grand Cormoran	Faible	Moyenne	Négligeable - Pas d'utilisation de la zone du parc éolien actuellement. Possibilité d'attraction du parc éolien de spécimens côtiers. Probabilité très faible. Impact sur les spécimens négligeable.	N. Ev.
Macreuse noire	Faible	Moyenne	Faible- Espèce non observée dans la zone du parc éolien et à proximité durant les expertises. Présence ponctuelle près des côtes. Possibles vols de transit en mer, d'importance réduite pour les populations de cette espèce côtière.	Faible
Macreuse brune / Fuligule milouinan	Moyen / Fort	Moyenne	Négligeable - Espèce non observée en mer durant les expertises, peu communes. Probabilités très réduites de migration loin au large (spécimens isolés).	N. Ev.
Eider à duvet / Bernache cravant	Moyen	Moyenne	Négligeable à Faible - Espèces non observées dans l'AEI et à proximité durant les expertises. Présence ponctuelle près des côtes. Possibles vols de transit en mer, d'importance très limitée pour les populations de ces espèces côtières.	Faible
Autres anatidés (Harelda boréale, Tadorne de Belon, Harle huppé)	Faible	Moyenne	Négligeable - Espèces côtières non observées en mer durant les expertises. Probabilités très réduites de migration loin au large (spécimens isolés).	N. Ev.
Grèbe huppé, Grèbe esclavon	Faible à Moyen	Moyenne	Négligeable - Espèces côtières non observées en mer durant les expertises. Probabilités très réduites de migration loin au large (spécimens isolés).	N. Ev.
Phalarope à bec large	Moyen	Faible	Négligeable - Passage occasionnel d'individus en migration en domaine pélagique. Effectifs non évalués et axes de migration mal connus mais considérés comme largement étendus en mer.	N. Ev.

Espèce / groupe d'espèces	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet	Impact
Barge à queue noire	Fort	Moyenne	Négligeable à Faible - Espèce non observée en mer durant les expertises. Migration certifiée de spécimens au cœur du golfe de Gascogne mais risques de perturbation jugés faibles et activités concernant une part probablement faible de la population.	Faible à Moyen
Avocette élégante, Courlis corlieu, Bécasseau maubèche	Moyen	Moyenne	Négligeable à Faible - Espèces non observées en mer durant les expertises. Migrateurs fréquentant les côtes et îles vendéennes. Migration possible de spécimens au cœur du golfe de Gascogne mais risques de perturbations très faibles au regard des distances entre les éoliennes.	Faible
Tournepieuvre à collier, Huitrier pie	Moyen	Moyenne	Négligeable - Espèces non observées en mer durant les expertises. Probabilités très réduites de vol loin au large (spécimens isolés).	N. Ev.
Pluvier doré, Barge rousse	Faible	Moyenne	Négligeable à Faible - Espèces non observées en mer durant les expertises. Migration certifiée de spécimens dans le golfe de Gascogne mais activités concernant une part probablement faible de la population.	Négligeable à Faible
Héron cendré, Aigrette garzette, Faucon crécerelle	Faible	Moyenne	Négligeable - Espèces non observées en mer durant les expertises. Probabilités très réduites de vol loin au large (spécimens isolés).	N. Ev.
Passereaux (Martinet noir / Faucon crécerelle / Foulque macroule / Alouette des champs / Linotte mélodieuse / Hironde de fenêtre / Hironde rustique / Bergeronnette grise / Bergeronnette printanière / Pouillot véloce / Pipit farlouse / Etourneau sansonnet)	Faible	Faible	Négligeable à Faible - Espèces terrestres susceptibles de migrer en mer (phénomènes concernant vraisemblablement une part réduite des populations). Hauteurs de vol en mer mal connues, potentiellement variables (quelques mètres à plusieurs dizaines de mètres de hauteur). Des cas de perturbations d'oiseaux en vol sont possibles mais ne sont pas susceptibles de concerner des effectifs importants au regard de la configuration du parc éolien (distances importantes entre les éoliennes) et la localisation (éloignement important de la côte et des îles).	Négligeable

Source : Biotope, 2016

Avifaune marine – Phase d'exploitation

Au regard des niveaux de sensibilité connus pour les espèces étudiées ainsi que des effectifs et activités observés lors des expertises, cinq espèces ressortent comme pouvant être affectées d'un niveau d'impact moyen par effet « Barrière » en phase d'exploitation : le Guillemot de Troil (alcidé très présent localement en période hivernale, à enjeu fort et sensibilité moyenne), le Fou de Bassan (espèce montrant généralement des réactions d'évitement des parcs éoliens en exploitation), l'Océanite tempête et le Puffin des Baléares (espèces présentant des enjeux forts et une sensibilité moyenne à l'effet barrière, ponctuellement actives en vol localement en fin d'été et automne) ainsi que le Plongeon imbrin (espèce à niveau d'enjeu élevé, modérément sensible à l'effet barrière mais relativement peu présente localement en période hivernale).

Trois autres espèces présentent des niveaux d'impact estimés comme faibles à moyens (le Goéland argenté, la Mouette tridactyle et la Barge à queue noire) principalement en raison de leur niveau d'enjeu évalué comme fort et d'activités de transit pouvant être localement non négligeables. Les autres espèces étudiées présentent des niveaux d'impact évalués comme faibles voire négligeables.

Effet barrière					
Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact
Avifaune	Faible à fort	Faible à forte	Négligeable à moyen		Négligeable
			Direct	Permanente	

3.3.2.6 Chiroptères

En phase d'exploitation, les principaux effets attendus concernent les phénomènes de mortalité (collision et barotraumatisme) ainsi que les perturbations liées aux balisages. Ces effets ont été présentés dans le chapitre 2.1.1.4.1 et sont détaillés dans les chapitres suivants.

3.3.2.6.1 Impact par mortalité (collision ou barotraumatisme)

Il est généralement admis que les éoliennes en fonctionnement peuvent entraîner des mortalités de chiroptères par collision directe avec les pales ainsi que par barotraumatisme (forte dépression à proximité des pales en mouvement entraînant des dommages internes mortels) (Baerwald *et al.*, 2008 ; Cryan & Barclay, 2009 ; Arnett & Baerwald, 2013 ; Schuster *et al.*, 2015). Il s'agit, pour de nombreux auteurs, du principal effet à étudier pour les parcs éoliens en mer. Les espèces migratrices sont plus vulnérables au risque de mortalité par collision (Kunz *et al.*, 2007 ; Baerwald *et al.*, 2009 ; Dürr, 2015 ; Schuster *et al.*, 2015), en particulier les espèces volant régulièrement en altitude (Bas *et al.*, 2014 ; Cryan *et al.*, 2014 ; Schuster *et al.*, 2015 ; Roemer, Disca & Bas, 2016). Le risque dépend du temps passé en altitude et donc des hauteurs de vol préférentielles des chauves-souris en période migratoire.

L'activité chiroptérologique, et donc le risque de collision, est fortement influencée par des variables météorologiques (Baerwald & Barclay 2011 ; Brickmann *et al.*, 2011 ; Limpens *et al.*, 2013 ; Rodriguez *et al.*, 2015 ; Schuster *et al.*, 2015) : la vitesse du vent, la température et la précipitation ainsi que la pression atmosphérique et l'illumination par la lune. Les études menées sur plusieurs parcs éoliens en mer aux Pays-Bas (Lagerveld *et al.*, 2014, 2015) ont mis en évidence que les activités enregistrées en mer (parcs éoliens OWEZ et PAWP, respectivement à 15 et 23 km des côtes) sont fortement corrélées aux conditions météorologiques : la quasi-totalité des activités enregistrées concernent des périodes avec des vitesses de vent faible et sans pluie.

L'activité saisonnière en été et en automne est également un facteur de mortalité (comportement migratoire), elle-même variable selon les régions. Il est important de noter qu'à ce jour, de très nombreuses questions restent en suspens sur les effets des mortalités de spécimens sur l'état des populations (Niermann *et al.*, 2011 in Rodriguez *et al.*, 2015 ; Schuster *et al.*, 2015). Les altitudes de vol enregistrées lors des déplacements migratoires en mer sont complexes à évaluer, en lien avec la position des enregistreurs à 10 ou 20 m au-dessus du niveau de la mer ainsi qu'en raison des distances de détection réduites des chiroptères (quelques dizaines de mètres) (Ahlén *et al.*, 2007, 2009 ; Lagerveld *et al.*, 2014, 2015).

La sensibilité des espèces à la collision est évaluée à dire d'expert sur la base de données bibliographiques, notamment concernant les hauteurs de vol documentées, les risques de collision avérés (milieu terrestre) ainsi que les activités en mer. La transcription de la sensibilité documentée en milieu terrestre dans un contexte maritime n'est pas évidente, en l'absence de retours documentés sur la sensibilité, en mer, des chiroptères à l'exploitation des parcs éoliens. Des incertitudes importantes existent pour la majorité des espèces, ce qui a conduit à l'utilisation d'une approche précautionneuse dans le cadre de l'évaluation des impacts.

Le tableau 56 synthétise les niveaux de sensibilité utilisés dans le cadre de la présente étude pour les principales espèces de chiroptères présente localement.

Tableau 56 : Synthèse de la sensibilité des espèces à la collision/barotraumatisme en phase d'exploitation

Espèces	Commentaires et référence terrestres	Sensibilité générale évaluée (adaptée au contexte marin)
Pipistrelle de Nathusius	Temps passé en altitude (plusieurs dizaines de mètres) important en milieu terrestre (Roemer <i>et al.</i> , 2016). Régulièrement impactée en milieu terrestre (nombreux cadavres retrouvés sous des éoliennes). Espèce migratrice au long cours. Régulièrement observée en mer, avec des hauteurs de vol <i>a priori</i> faibles. Très fortes incertitudes sur la sensibilité de cette espèce aux collisions en milieu marin.	Moyenne (incertitudes importantes)
Noctule de Leisler	Temps passé en haute altitude très important en milieu terrestre (Roemer <i>et al.</i> , 2016). Espèce migratrice, régulièrement observée en mer (cas général), avec des hauteurs de vol parfois non négligeables (plusieurs dizaines à quelques centaines de mètres de hauteur). Très fortes incertitudes sur la sensibilité de cette espèce aux collisions en milieu marin.	Moyenne (incertitudes importantes)
Noctule commune	Temps passé en haute altitude très important en milieu terrestre (Roemer <i>et al.</i> , 2016). Espèce migratrice, régulièrement observée en mer (cas général), avec des hauteurs de vol parfois non négligeables (plusieurs dizaines à quelques centaines de mètres de hauteur). Très fortes incertitudes sur la sensibilité de cette espèce aux collisions en milieu marin.	Moyenne (incertitudes importantes)
Pipistrelle commune	Espèce non migratrice. Régulièrement impactée en milieu terrestre (nombreux cadavres retrouvés sous des éoliennes) mais peu contactée en mer. Temps passé en altitude modérément important en milieu terrestre (Roemer <i>et al.</i> , 2016).	Faible (Incertitudes assez importantes)
Pipistrelle de Kuhl	Espèce non migratrice. Régulièrement impactée en milieu terrestre (nombreux cadavres retrouvés sous des éoliennes) mais peu contactée en mer. Temps passé en altitude modérément important en milieu terrestre (Roemer <i>et al.</i> , 2016).	Faible (Incertitudes assez importantes)
Sérotine commune	Temps passé en altitude modérément important en milieu terrestre (Roemer <i>et al.</i> , 2016). Assez nombreux cadavres retrouvés sous des éoliennes. Activités observées en mer modérément importantes	Faible (Incertitudes assez importantes)
Oreillard gris	Vol de faible hauteur. Espèce non migratrice. Fréquentation occasionnelle du milieu marin (littoral).	Négligeable à Faible

Source : Biotope, 2016

Le tableau 57 présente les niveaux d'impacts pressentis pour les principales espèces. L'importance des effets ressentis (nombre de spécimens concernés, espèces concernées) ainsi que les implications des mortalités éventuelles sur les populations d'espèces, locales ou migratrices sont, en l'état des connaissances, très complexes à appréhender. Les dynamiques de populations de chiroptères sont, au sens large, mal connues.

Pour prendre en considération ces incertitudes importantes, des hypothèses pessimistes et basses ont également été considérées dans l'évaluation détaillée réalisée par Biotope et Périscope (2016).

L'évaluation des impacts par mortalité prend en compte deux éléments principaux :

- ▶ Les probabilités de collision de spécimens (risques à l'échelle de l'individu), qui peuvent être variables selon les saisons mais sont considérées comme permanentes et stables lors de la durée d'exploitation du parc éolien ;
- ▶ Les implications des collisions de spécimens (impact individuel) sur l'état des populations (impacts populationnels). Il s'agit d'évaluer l'importance de ces effets au-delà du cas strict de la mortalité d'un spécimen. Cet aspect est le plus complexe à appréhender, étant donné les connaissances assez variables sur l'importance des populations et l'impossibilité à distinguer les populations locales des populations migratrices. Dans l'approche retenue, étant donnée la dynamique de populations réduite des chiroptères (faible natalité, espèces longévives), les impacts des mortalités de spécimens sont considérés comme pouvant engendrer des conséquences sur l'état de conservation des populations (positionnement de précaution).

La caractérisation des effets s'attache à estimer l'importance des mortalités en termes d'effectifs impactés, par espèce. Il est impossible de fournir des estimations numériques, en l'état des connaissances. Toutefois, la base de travail suivante est utilisée pour établir une notation :

- ▶ Mortalité d'aucun spécimen ou mortalité anecdotique : 0 ;
- ▶ Mortalité occasionnelle à peu régulière de zéro à quelques spécimens par an (à l'échelle du parc éolien) : 1 ;
- ▶ Mortalité régulière, concernant de nombreux spécimens par an (à l'échelle du parc éolien) : 2 ;
- ▶ Mortalité très régulière, concernant plusieurs dizaines de spécimens par an à l'échelle du parc éolien : 3.

Il est important de noter qu'à ce jour, de très nombreuses questions restent en suspens sur les effets des mortalités de spécimens sur l'état des populations (Niermann *et al.*, 2011 *in* Rodriguez *et al.*, 2015 ; Schuster *et al.*, 2015). Il a été considéré, par principe de précaution, que toute mortalité de chiroptères pouvait avoir des implications sur les populations.

Tableau 57 : Impacts par collision/barotraumatisme en phase d'exploitation pour les chiroptères

Espèce	Enjeu	Sensibilité à l'effet	Caractérisation de l'effet	Impact
Pipistrelle de Nathusius	Moyen	Moyenne (faible à forte)	Hypothèse pressentie : Faible (Mortalité possible de quelques cas par an). Hypothèse pessimiste moyen (mortalité régulière de nombreux cas par an). Nombreux contacts sur les îles indiquant des passages migratoires (y compris île d'Yeu). Survol de l'aire d'étude immédiate non certifié mais possible (effectifs non connus mais probablement faibles). Nombreuses incertitudes sur les risques de mortalité et leur implication sur les populations biogéographiques.	Faible à Moyen
Noctule de Leisler	Moyen	Moyenne (faible à forte)	Négligeable (cas de mortalité anecdotiques) à Faible (mortalité de quelques spécimens par an) Quelques contacts sur les îles. Possible survol du milieu marin y compris de l'aire d'étude immédiate. Effectifs inconnus. Nombreuses incertitudes sur les risques de mortalité et leur implication sur les populations (de nul à modéré).	Faible
Noctule commune	Moyen	Moyenne (faible à forte)	Négligeable (cas de mortalité anecdotiques) à Faible (mortalité de quelques spécimens par an) Quelques contacts sur les îles. Possible survol du milieu marin y compris de l'aire d'étude immédiate. Effectifs inconnus. Nombreuses incertitudes sur les risques de mortalité et leur implication sur les populations (de nul à modéré).	Faible
Pipistrelle commune	Moyen	Faible à moyenne	Négligeable (pas de mortalité pressentie, hors mortalité accidentelle) Espèce commune localement. Probabilité réduite de survol de l'aire d'étude immédiate, principalement en domaine littoral. Impacts sur les populations peu probables. Incertitudes importantes.	Négligeable à faible
Sérotine commune	Moyen	Faible à moyenne	Négligeable (pas de mortalité pressentie, hors mortalité accidentelle) Espèce contactée sur les îles. Migratrice régionale pouvant survoler le milieu marin. Impacts sur les populations peu probables. Incertitudes importantes.	Négligeable à faible
Pipistrelle de Kuhl	Faible	Faible à moyenne	Négligeable (pas de mortalité pressentie, hors mortalité accidentelle) Espèce assez commune localement. Probabilité réduite de survol de l'aire d'étude immédiate, principalement en domaine littoral. Impacts sur les populations peu probables. Incertitudes importantes.	N. Ev.
Oreillard gris	Faible	Négligeable à Faible	Négligeable (pas de mortalité pressentie, hors mortalité accidentelle) Nombreuses données sur les îles, y compris île d'Yeu (espèce sédentaire). Faible probabilité d'exploitation du milieu marin, risques très faibles.	N. Ev.
Autres espèces	Faible à Moyen	Négligeable à moyenne	Négligeable (pas de mortalité pressentie, hors mortalité accidentelle)	N. Ev.

Source : Biotope, 2016

Chiroptères – Phase d'exploitation

L'espèce la plus susceptible de subir des impacts par mortalité est la Pipistrelle de Nathusius, de loin la plus régulière des espèces migratrices fréquentant le grand Ouest de la France. Pour cette espèce, des mortalités occasionnelles voire régulières de quelques individus par an (à l'échelle du parc éolien) sont possibles et ont donc été considérées comme hypothèse principale dans l'évaluation des impacts. En partant d'hypothèses plus pessimistes (Biotope et Periscope, 2016), des niveaux d'impact moyens seraient atteints en cas de mortalité annuelle de nombreux spécimens (voire de quelques dizaines de spécimens) à l'échelle du parc éolien et par an.

Pour les Noctules commune et de Leisler, des mortalités sont possibles mais jugées comme plus occasionnelles et irrégulières. Pour les autres espèces, il n'est pas envisagé de mortalité prévisible du parc éolien en mer, en dehors de cas de collision anecdotiques et revêtant un caractère exceptionnel (notamment pour la Pipistrelle commune, espèce résidente sur l'île d'Yeu ou la Sérotine commune, espèce migratrice régionale).

Mortalité (collision / barotraumatisme)

Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact	
Chiroptères	Faible à moyen	Négligeable à moyenne	Négligeable à faible (à moyen pour 1 espèce selon hypothèse pessimiste)		Négligeable	à moyen
			Direct	Permanente		

3.3.2.6.2 Impacts pour les autres effets possibles

PERTURBATIONS LUMINEUSES ET PERTURBATIONS DES TRAJECTOIRES DE VOL

Les deux aspects « perturbations lumineuses » et « perturbations des trajectoires de vol » sont traités conjointement dans le cadre de cette étude au regard des liens directs entre eux.

Toutes les espèces sont potentiellement sensibles à la présence d'un obstacle aérien ou à la lumière. Néanmoins, il convient de considérer que, dans le cadre du projet éolien en mer, ce sont essentiellement les espèces migratrices (au long cours et régionales), qui volent sur de longues distances en milieux ouverts, qui sont les plus susceptibles de subir des perturbations de trajectoires de vol, en lien avec leur réaction à la lumière artificielle (répulsion ou attraction).

Concernant les perturbations des chiroptères en vol, aucun « effet barrière » à l'échelle du parc éolien n'est considéré comme plausible, en raison des distances importantes entre les lignes d'éoliennes (1 080 m et 1 660 m). Les capacités de détection des chiroptères sont par ailleurs limitées, même pour les espèces migratrices au long cours (quelques dizaines de mètres à environ 150 m). Ainsi, les perturbations potentielles sur les spécimens en vol sont considérées à l'échelle des éoliennes, individuellement.

Le niveau d'impact est jugé moindre qu'en période de construction étant donné les différences des sources lumineuses, notamment le caractère intermittent du balisage.

Cet impact est permanent (bien que temporaire à l'échelle des spécimens) et à long terme.

Tableau 58 : Evaluation des impacts par perturbations lumineuses et perturbations des trajectoires en phase d'exploitation

Espèce	Enjeu	Sensibilité à l'effet	Caractérisation de l'effet	Impact
Pipistrelle de Nathusius	Moyen	Faible	Faible - Nombreux contacts sur les îles indiquant des passages migratoires (y compris île d'Yeu). Survol de l'aire d'étude immédiate non certifié mais possible (effectifs non connus mais probablement faibles). Possible attraction ponctuelle de migrants pour des activités de chasse ou, au contraire, répulsion localisée de migrants en transit.	Faible
Noctule de Leisler	Moyen	Faible	Négligeable à faible. Quelques contacts sur les îles. Possible survol du milieu marin y compris de l'aire d'étude immédiate. Effectifs inconnus. Possible attraction ponctuelle de migrants pour des activités de chasse ou, au contraire, répulsion localisée de migrants en transit.	Négligeable à faible
Noctule commune	Moyen	Faible	Négligeable à faible. Quelques contacts sur les îles. Possible survol du milieu marin y compris de l'aire d'étude immédiate. Effectifs inconnus. Possible attraction ponctuelle de migrants pour des activités de chasse ou, au contraire, répulsion localisée de migrants en transit.	Négligeable à faible
Pipistrelle commune	Moyen	Négligeable	Négligeable. Espèce commune localement. Attraction ou répulsion très peu probable en phase d'exploitation (en raison de la distance importante du parc éolien à la côte).	N. Ev.
Pipistrelle de Kuhl	Faible	Négligeable	Négligeable. Espèce assez commune localement. Attraction ou répulsion très peu probable en phase d'exploitation (en raison de la distance importante du parc éolien à la côte).	N. Ev.
Sérotine commune	Moyen	Négligeable	Négligeable à faible. Espèce contactée sur les îles. Attraction très peu probable en phase d'exploitation. Possible attraction ponctuelle de migrants pour des activités de chasse ou, au contraire, répulsion localisée de migrants en transit.	Négligeable
Oreillard gris	Faible	Négligeable	Négligeable. Nombreuses données sur les îles, y compris île d'Yeu (espèce sédentaire). Attraction ou répulsion très peu probable en phase d'exploitation (en raison de la distance importante du parc éolien à la côte).	N. Ev.
Autres espèces	Faible à Moyen	Négligeable à Faible	Négligeable	N. Ev.

Source : Biotope, 2016

Chiroptères – Phase d'exploitation

Les niveaux d'impact concernant les perturbations lumineuses et perturbations des trajectoires de vol sont jugés comme négligeables pour la majorité des espèces, négligeables à faibles pour les noctules et faibles pour la Pipistrelle de Nathusius.

Perturbations lumineuses et perturbations des trajectoires de vol

Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet	Impact	
Chiroptères	Faible à moyen	Négligeable à faible	Négligeable à faible (à moyen pour 1 espèce selon hypothèse pessimiste)	Négligeable	A faible
			Direct		

MODIFICATION DES HABITATS

D'après les connaissances disponibles, l'aire d'étude immédiate ne constitue pas une zone de chasse pour les chiroptères. Le projet n'entraînera donc aucune altération de milieux préférentiels d'alimentation.

Après construction du parc éolien, des cortèges d'invertébrés sont susceptibles d'être présents ponctuellement ou régulièrement, soit après avoir été entraînés par le vent, soit dans le cas de développement local sur les structures métalliques.

Dans tous les cas, étant donné la distance du parc éolien à la côte, il est improbable que celui-ci devienne une zone de chasse régulière pour des espèces sédentaires. La seule utilisation possible du parc éolien en exploitation comme zone de chasse concernerait des spécimens en migration. Cet aspect rejoint l'effet « Perturbations de trajectoires de vol ».

Chiroptères – Phase d'exploitation

Les impacts pressentis du projet de parc éolien en mer au titre de l'effet « Habitats » sont négligeables pour toutes les espèces.

Modifications des habitats

Composante	Enjeu	Caractérisation de l'effet	Impact
Chiroptères	Faible à moyen	Négligeable	N. Ev.

3.3.2.7 Zonages d'inventaire et de protection du patrimoine naturel

3.3.2.7.1 Zonages d'inventaire et de protection du patrimoine naturel – Hors Natura 2000

Comme vu précédemment pour la phase travaux et démantèlement, tous les zonages environnementaux (hors sites Natura 2000) sont situés à plus d'une dizaine de kilomètres de la zone du parc éolien en mer, en zone côtière. Aucun impact direct n'est par conséquent attendu en phase d'exploitation.

Des impacts potentiels indirects peuvent toutefois, de la même façon qu'en phase travaux, être attendus en phase d'exploitation en lien avec les éventuelles perturbations des habitats et espèces fréquentant la zone du parc et ayant justifiés de la désignation des sites d'inventaires ou de protection voisins (effet déplacement, effet barrière, risque de collision/mortalité, impacts acoustiques,...).

Ces impacts sont détaillés au sein des paragraphes relatifs aux différents groupes d'espèce considérés. Ils sont tous qualifiés de faible à négligeable pour l'ensemble de la mégafaune marine et des chiroptères. Des impacts faibles voire négligeables sont également attendus pour la plupart des oiseaux mais quelques espèces peuvent toutefois être affectées de façon notable par certains effets : par l'effet déplacement (le Guillemot de Troïl, le Fou de Bassan et les Plongeurs catmarin et imbrin), par le risque de collision (le Goéland marin, les Goélands bruns et argenté, le Fou de Bassan, la Mouette tridactyle et la Mouette pygmée) ou encore par l'effet barrière (le Guillemot de Troïl, le Fou de Bassan, l'Océanite tempête, le Puffin des Baléares, le Plongeur imbrin, le Goéland argenté, la Mouette tridactyle et la Barge à queue noire).

L'étude des impacts sur la qualité des eaux et sédiments a conclu à un impact négligeable à faible sur la qualité du milieu.

Zonages d'inventaires et de protection du patrimoine naturel – Phase d'exploitation				
L'exploitation du parc n'aura pas d'impact direct sur les zonages environnementaux compte tenu de leur éloignement. Les impacts indirects, permanents pressentis sont principalement liés aux impacts sur quelques espèces d'oiseaux. L'impact est considéré comme faible.				
Effet sur les zones d'inventaires et de protection du patrimoine naturel				
Composante	Enjeu	Caractérisation de l'effet		Impact
Zonages d'inventaires et de protection du patrimoine naturel	Faible	Faible		Faible
		Indirect	Permanent	

3.3.2.7.2 Sites Natura 2000

Compte tenu de la présence de sites Natura 2000 à proximité de la zone de projet et en application du code de l'environnement, une étude d'évaluation des incidences a été réalisée par le bureau d'étude Biotope. Les principaux résultats de cette étude d'incidence, ayant fait l'objet d'un rapport indépendant, sont présentés ci-après. L'étude complète est jointe à la présente étude d'impact sur l'environnement.

Les sites, espèces et habitats retenus dans l'évaluation d'incidence sont rappelés au paragraphe 3.3.1.7.2 relatif aux impacts sur les sites Natura 2000 en phase de construction.

En phase d'exploitation/de maintenance, les impacts d'ordre acoustiques sur les mammifères marins seront réduits du fait des fondations envisagées (jacket). La phase d'exploitation et de maintenance entraînera des émissions sonores perceptibles (navires de maintenance) mais non perturbants. Les risques de masquage de communication sont jugés faibles au regard des empreintes sonores, des fréquences et des types d'activités concernées (activités nautiques, par ailleurs largement présentes dans ce secteur proche des voies maritimes menant au port de Nantes/Saint-Nazaire). Le fonctionnement du parc n'est aucunement susceptible d'engendrer d'incidences significatives à l'état de conservation et au bon fonctionnement des sites Natura 2000 désignés pour la conservation des mammifères marins.

Pour les oiseaux, les niveaux d'impacts prévisibles sont variables selon les effets, les espèces et les périodes de l'année (présence saisonnière de nombreuses espèces). Concernant les alcidés, la zone du parc se situe en limite nord-est d'une très vaste zone de forte concentration hivernale, qui s'étend sur plusieurs dizaines de kilomètres entre le nord-ouest et le sud-ouest de l'île d'Yeu (y compris dans la ZPS "Secteur marin de l'île d'Yeu jusqu'au continent"). Les alcidés et les plongeurs sont identifiés comme pouvant montrer des réactions d'évitement des parcs éoliens en exploitation (effet déplacement) bien que les retours d'expérience soient très variables. Dans tous les cas, même dans une approche maximisante, les impacts sont jugés moyens et ne sont pas susceptibles d'affecter les populations locales (zone du parc peu exploitée par les plongeurs).

Concernant les impacts par collision, ce sont principalement les laridés pélagiques (notamment les goélands) et le Fou de Bassan qui sont concernés. Des incertitudes importantes existent sur les nombres de spécimens impactés ainsi que sur les implications des surmortalités vis-à-vis de l'état de conservation des populations locales (pour les oiseaux nicheurs locaux) ou plus globales (pour les oiseaux strictement migrateurs/hivernants). Les résultats des modélisations des risques de collision ont montré que les impacts pressentis par collision seraient, à l'échelle du parc éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier peu susceptibles d'impacter fortement l'état des populations.

L'évaluation des incidences sur les sites Natura 2000 voisins de la zone du parc a permis de conclure que l'exploitation du parc éolien n'est pas susceptible d'affecter l'état de conservation des habitats et des populations ayant justifié la désignation de ces sites.

Les effets cumulés à l'échelle des deux projets de parc éolien en mer de Saint-Nazaire et des îles d'Yeu et de Noirmoutier ont été étudiés avec attention. En effet, ces deux parcs éoliens sont susceptibles de concerner les mêmes populations nicheuses et migratrices et, donc, d'engendrer des impacts cumulés plus dommageables.

Les conclusions de cette analyse sont présentées dans la partie « Analyse des effets cumulés du projet avec d'autres projets connus », ci-après. Toutefois, les analyses comparatives indiquent des impacts prévisibles nettement plus faibles pour le parc éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier par rapport à celui de Saint-Nazaire.

Sites Natura 2000 – Phase d'exploitation

L'évaluation des incidences sur les sites Natura 2000 voisins de la zone du parc a permis de conclure que l'exploitation du parc éolien n'est pas susceptible d'affecter l'état de conservation des habitats et des populations ayant justifié de la désignation de ces sites.

3.3.2.8 Continuités écologiques et équilibres biologiques marins

Le chapitre « continuité écologiques et équilibres biologiques marins » du chapitre « Etat initial » détaille les enjeux en la matière.

3.3.2.8.1 Présentation des effets

La phase d'exploitation des éoliennes, est susceptible d'avoir les effets suivants directs ou indirects sur les grands équilibres biologiques :

- ▶ Création d'un effet barrière imposant le contournement du parc lors des migrations de l'avifaune. Cet effet rejoint celui décrit dans la partie impact sur l'avifaune et les principaux éléments sont résumés ci-dessous. Aucun effet barrière n'est attendu pour les espèces marines comme cela est observé sur de nombreux parcs.
- ▶ Effet récif, colonisation des enrochements des câbles et effet réserve qui, en fonction des règles de gestion des activités au sein du parc, créent des modifications d'abondances possibles et des effets indirects sur les différentes espèces.
- ▶ Restriction des zones de pêche.

Les autres effets sont soit négligeables sur les équilibres biologiques et continuités (nuisances sonores, effets barrière-magnétique, température au niveau des câbles...) en rapport avec les chapitres pour chaque composante. Dans le cadre de la configuration de l'aire d'étude immédiate et des techniques envisagées, en l'absence de retours d'expérience concrets sur les impacts des champs magnétiques sur les grands pélagiques, la sensibilité est définie pour l'impact des champs magnétiques comme négligeables à faible.

3.3.2.8.2 Evaluation des impacts

EFFET BARRIÈRE OU MODIFICATION DES TRAJECTOIRES POUR L'AVIFAUNE

En phase d'exploitation, aucun effet barrière relatif aux questions de bruit sous-marin ou de rayonnement magnétique des câbles n'est identifié pour les ressources halieutiques ni pour les mammifères marins.

Par contre l'effet barrière ou de modification de trajectoire existe pour l'avifaune due au phénomène d'évitement de la proximité des éoliennes. Il est clairement décrit dans la partie relative à l'avifaune. L'évitement peut conduire les oiseaux qui volent en formation, à un éclatement du groupe. Les retours d'expérience montrent à ce jour que les parcs ne suppriment pas les axes de migrations et ne modifient pas les destinations des migrations.

Cet effet paraît ainsi souvent négligeable par rapport à l'effort de migration, mais peut devenir un effet cumulatif avec d'autres projets (Chapitre « effets cumulés »). L'effet barrière entraîne un surcoût énergétique dû à l'allongement des trajets, mais qui reste faible (moins de 2% des réserves de graisse). Néanmoins, l'incidence de cette dépense énergétique supplémentaire diffère selon la distance (déjà parcourue en cas de migration ou bien entre la zone d'alimentation et la colonie). Ce surcoût peut entraîner des changements comportementaux et des dépenses énergétiques pouvant entraîner l'affaiblissement des individus notamment en fin de migration. Pour les migrateurs marins qui présentent une aversion marquée envers les parcs éoliens (Plongeurs, alcidés, Fous de Bassan), on soustrait une zone potentielle de halte migratoire où l'espèce peut s'alimenter et se reposer.

Les distances de réaction dépendent de la configuration du parc, de la sensibilité des espèces à la présence d'un obstacle dans leur espace aérien et des conditions météorologiques (vent, visibilité...). Ces phénomènes perturbateurs sont particulièrement connus pour les anatidés, les limicoles ou le Fou de Bassan par exemple. Sur la zone du parc éolien en mer pourront éventuellement être concernés le Guillemot de Troïl (alcidé très présent localement en période hivernale, à enjeu fort et sensibilité moyenne), le Fou de Bassan (espèce montrant généralement une diminution d'activité dans et à proximité des parcs éoliens en mer) ainsi que les Plongeurs catmarin et imbrin (espèces à niveaux d'enjeu élevés, très sensibles au dérangement, mais relativement peu présentes localement en période hivernale).

L'effet collision sur les éoliennes pour l'avifaune est également un facteur additionnel de perturbation notamment quand les seuils dépassent les 1% de mortalité naturelle. Ceci n'est pas le cas même si certains goélands et fous de Bassan ont une sensibilité plus forte à la collision en raison de leurs hauteurs habituels de vols à ces distances de la côte compatibles avec la hauteur des pales. Une attention devra être portée dans les suivis afin de mesurer les effets cumulés et les évolutions des populations nicheuses.

La continuité écologique est donc plus impactée en cas de multiplications de parcs à faible distance l'un de l'autre (chapitre « effets cumulés »).

Continuité et équilibres biologiques - Phase d'exploitation

Du fait de l'existence d'un effet barrière ou modification de trajectoire potentiel sur l'avifaune, susceptible d'engendrer des changements comportementaux voire un affaiblissement de certains individus (allongements des trajets et dépenses énergétiques supplémentaires associée, zone de repos perturbée pour les oiseaux en migration...), les impacts sont considérés comme faible à moyen selon les espèces.

Effet Barrière ou modification des trajectoires (effet barrière pour l'avifaune)

Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact	
Continuité et équilibres biologiques	Moyen	Moyenne	Faible à moyen		Faible	à moyen
			Indirect	Permanent		

EFFET RECIF ET EFFET RESERVE

La présence des fondations entraîne souvent un effet récif, en créant une discontinuité physique sur le fond. Celle-ci va entraîner toute une série de modifications physiques et biologiques du milieu à l'échelle locale autour des jackets (quelques mètres à dizaines de mètres). Le nouveau substrat disponible est alors rapidement colonisé par une multitude de micro-organismes, d'algues et d'invertébrés, permettant l'installation progressive de réseaux vivants complexes. Les populations benthiques (vivant sur le fond) et pélagiques (vivant en pleine eau) sont attirées par cette nouvelle structure par effet d'abris et de nourriture, avec dans un second temps une véritable production de matière organique supplémentaire (biomasse). Ce nouvel habitat est susceptible d'attirer les mammifères marins.

L'effet récif peut ne pas être uniquement un récif de production (le caractère productif des récifs est maintenant démontré même si encore discuté (Cepalmar 2016)). Il peut être également un récif attractif avec un réel effet DCP (dispositif de concentration des poissons). En effet les plateformes pétrolières en métal ressemblent à des structures jacket et font office de DCP actif pour les poissons pélagiques. Ces phénomènes ont également été décrits sur les sites éoliens en mer (chapitre « impact sur la ressource halieutique»). Cet effet attractif peut indirectement conduire à une accentuation de la présence de mammifères marins même si ces effets cascade en chaînes n'ont pas été illustrés précisément dans la littérature.

Le parc sera accessible à tous les métiers de la pêche actuellement pratiqués sur la zone. En l'absence de règles de gestion adaptées, les chalutiers bénéficieront directement de la fonction DCP des jackets ce qui accentuera la pression de pêche sur la ressource de petits pélagiques. La zone large de l'aire d'étude immédiate étant une zone de frayère et nourricerie pour les petits pélagiques, l'effet DCP sur cette zone pourrait avoir un impact. Ceci est d'autant plus vrai si un autre parc éolien est développé à proximité.

L'effet réserve se confondra avec l'effet récif dans la mesure où la pêche serait autorisée au sein du parc. Un effet indirect d'un parc pêchant serait alors l'impact sur l'avifaune et en particulier les Goélands. En effet, les Goélands sont habitués à s'alimenter derrière les navires de pêche. L'autorisation de pêche au sein du parc conduira inévitablement à un impact sur la population de Goélands qui, attirés par la source de nourriture que représente les chaluts, auraient du mal à éviter les éoliennes. Le suivi des populations est donc requis avec un objectif de mesure de cet impact en phase d'exploitation, sur le parc et à proximité (chalutiers de fond).

Continuité et équilibres biologiques - Phase d'exploitation					
La présence du parc aura un impact positif indirect sur les poissons pélagiques (effet récif) et indirectement un impact moyen sur l'avifaune et les Goélands en particulier (attraction par les chalutiers et risque de collision).					
Effet récif					
Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact
Continuité et équilibres biologiques	Faible à moyen	Ne s'applique pas dans le cas d'impact positif	Positif		Positif
			Direct	Permanent	
Effet réserve					
Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact
Continuité et équilibres biologiques	Moyen	Ne s'applique pas dans le cas d'impact positif	Négligeable à positif (faible ampleur)		Moyen
			Indirect	Permanent	
Modification des activités de pêche et disponibilité de la ressource					
Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact
Continuité et équilibres biologiques	Moyen	Faible à Moyen	Faible pour les poissons pélagiques Moyen à Fort pour les Goélands		Faible
			Indirect	Permanent	

En bilan, les impacts sur la continuité et les équilibres biologiques en phase d'exploitation sont principalement liées à :

- ▶ un effet direct, mais considéré moyen sur les migrations de l'avifaune (contournement du parc) et faible, mais positif sur les poissons (effet récif) ;
- ▶ un effet indirect sur les poissons pélagiques et les goélands en particulier qui dépendront des conditions d'application des restrictions de pêche sur le parc.

3.3.3 Synthèse des niveaux d'impact pour le milieu naturel

3.3.3.1 Phase de construction et de démantèlement

Milieu naturel	Mise en suspension de sédiments et augmentation de la turbidité	Contamination par des substances polluantes (pollution accidentelle)	Perte d'habitats et destruction des biocénoses benthiques	Perte ou modification d'habitats d'espèces (avifaune, mammifères, ressources halieutiques, chiroptères)	Effet barrière ou modification des trajectoires (avifaune, mammifères, chiroptères, poissons)	Modification de l'ambiance sonore sous-marine	Risque de collision ou risques maritime (y compris risque de collision avec des navires)	Modification des activités de pêches et disponibilité de la ressource	Perturbation lumineuse
Habitats et biocénoses benthiques	FA	FA	MO			FA			
Ressources halieutiques et autres peuplements marins	FA	FA	FA	FA	FA à MO	FA à MO		PO	
Mammifères marins	N.Ev.	N.Ev.				NE à FA	NE à FA		
Tortues marines	N.Ev.	N.Ev.				NE à FA	NE à FA		
Autres grands pélagiques	N.Ev.	N.Ev.				NE à FA	NE à FA		
Avifaune marine	N.Ev.	N.Ev.			NE à MO	N.Ev.	NE		*
Chiroptères					FA				FA
Zonages d'inventaire et de protection	N.Ev.	N.Ev.			NE à FA	NE à FA	NE à FA		NE à FA
Continuités écologiques et équilibres biologiques			FA	FA		FA		NE à PO	

* : Effets pris en compte dans l'analyse globale de la partie « Effet barrière ou modification des trajectoires »

Légende : NE : Négligeable ; FA : Faible ; MO : Moyen ; FO : Fort ; PO : Positif. ; N. Ev. : Niveau d'impact non évalué (Non évalué selon l'approche méthodologique car effet négligeable)

3.3.3.2 Phase d'exploitation

Milieu naturel	Contamination par des substances polluantes (pollution accidentelle)	Contamination par les anodes sacrificielles	Effets récifs (Colonisation des fondations et des enrochements sur les câbles inter-)	Effet réserve	Modification du champ magnétique lié à la présence des câbles	Modification de l'ambiance sonore sous-marine	Modification de la température au niveau des câbles	Modification d'habitats d'espèces (avifaune, mammifères, ressources halieutiques, chiroptères)	Effet barrière ou modification des trajectoires (avifaune, mammifères,	Risque de collision	Modification des activités de pêches et disponibilité de la ressource	Perturbation lumineuse
Habitats et biocénoses benthiques	FA	FA	FA à PO		FA	FA	FA					
Ressources halieutiques et autres peuplements marins	NE à FA	NE à FA	NE à PO	PO	NE à FA	FA		NE à PO				
Mammifères marins					NE à FA	NE à FA		NE à FA		NE à FA		
Tortues marines					NE à FA	NE		NE		NE à FA		
Autres grands pélagiques					NE	NE		NE		NE à FA		
Avifaune marine								NE à MO	NE à MO	NE à FO		NE à MO
Chiroptères								NE	NE à MO	NE à MO		NE à MO
Zonages d'inventaire et de protection	NE à FA	NE à FA			NE à FA	NE à FA	NE	NE à FA	NE à FA	NE à FA		
Continuités écologiques et équilibres biologiques			PO	MO à PO					FA à MO		FA à MO	

Légende : NE : Négligeable ; FA : Faible ; MO : Moyen ; FO : Fort ; PO : Positif. ; N. Ev. : Niveau d'impact non évalué

3.4 Impacts sur le paysage et le patrimoine maritime et littoral

3.4.1 En phase de construction et de démantèlement

3.4.1.1 Paysage

3.4.1.1.1 Impacts de la phase de construction

Les travaux comprennent deux phases principales : une phase d'assemblage des éléments à terre puis une phase de montage en mer.

A terre, l'impact est considéré comme faible du fait de l'insertion d'un projet industriel dans un site de même type ; il est en outre temporaire puisque le bateau se dirigera vers le large une fois les éléments prêts. Le transport des structures (éoliennes, fondations, poste de livraison) entraînera un surcroît d'activité mais pas de visibilité ou d'impact paysager particulier.

Il est possible que ce type d'activité attire, au moins dans les premiers temps de l'assemblage à terre, les curieux, qui souhaiteraient voir ces convois partant au large.

Les éoliennes seront transportées en cinq parties (le mât, la nacelle sur laquelle le rotor est déjà monté et les trois pales), depuis leur port de chargement jusqu'au site d'installation au moyen d'un navire auto élévateur. Une fois arrivé au droit de la fondation d'une éolienne, le navire installera le mât sur sa fondation déjà en place, puis la nacelle. Les trois pales seront ensuite assemblées une par une sur le rotor de la nacelle.

Concernant la construction proprement dite au large, les impacts sont similaires à ceux du parc une fois construit. Les éoliennes apparaîtront peu à peu à l'horizon avec en supplément les grues, les barges de montage et les bateaux de transport, dont la présence est temporaire.

Depuis le rivage, seront donc visibles les éoliennes à différents stades de montage (mât, nacelle, puis les pales les unes après les autres) accompagnées des structures nécessaires à leur édification.

Ces impacts potentiels sont à moduler selon le nombre de navires en mer présents (au maximum entre 10 et 15 navires), selon le nombre de sous-chantiers (interventions en parallèle sur plusieurs éoliennes ou fondations) et selon le déroulé du chantier. Si le chantier débute par les éoliennes les plus proches, l'impact sera plus important dès le début.

Paysage – Phase de construction

Cette phase de construction présente des impacts négligeables à faibles, limités aux zones portuaires. Ces impacts sont temporaires. Les impacts sont considérés comme négligeables pour les différents enjeux définis dans l'état initial.

Visibilités, covisibilités et prégnance visuelle

Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact
Paysage	Faible	Faible	Faible		Négligeable
			Direct	Temporaire	

3.4.1.1.2 Impacts du démantèlement

Les impacts visuels du démantèlement sont du même ordre que ceux identifiés en phase de construction mais cependant moins étalés dans le temps.

Depuis la côte, les éoliennes, leur fondation ainsi que le poste électrique en mer disparaîtront au fur et à mesure pour ne laisser aucune trace dans le paysage à la fin des opérations.

Paysage – Phase de démantèlement					
Cette phase de démantèlement présente des impacts négligeables à faibles, limités aux zones portuaires. Ces impacts sont temporaires. Les impacts sont considérés comme négligeables pour les différents enjeux définis dans l'état initial.					
Visibilités, covisibilités et prégnance visuelle					
Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact
Paysage	Faible	Faible	Faible		Négligeable
			Direct	Temporaire	

3.4.1.2 Patrimoine et archéologie

Les études bibliographiques et expertises géophysiques et spécifiques à l'archéologie ont révélé la présence de plusieurs cibles (une vingtaine) au sein de l'aire d'étude immédiate. Les études de dimensionnement du projet tiennent compte de ces cibles en faisant en sorte qu'aucune éolienne ou câble inter-éoliennes ne soient localisés dessus ou à proximité directe de ces cibles.

La découverte fortuite d'un patrimoine archéologique demeure possible. Aussi, en cas de découverte, des opérations seront menées en accord avec la réglementation et la Direction des Recherches Archéologiques Sous-marines (DRASSM).

Patrimoine et archéologie – Phase de construction					
Les études de dimensionnement du projet tiennent compte des cibles d'intérêt archéologique potentiel au sein de la zone du projet. En cas de découverte fortuite au droit des éoliennes ou des câbles inter-éoliennes, des opérations seront menées en accord avec la réglementation et le Département des Recherches Archéologiques Sous-marines (DRASSM). L'application de mesure d'évitement conduit à évaluer un niveau d'enjeu faible.					
Destruction du patrimoine archéologique sous-marin					
Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact
Archéologie sous-marine	Moyen	Faible	Moyen		Faible
			Direct	Temporaire	

3.4.2 En phase d'exploitation

3.4.2.1 Paysage

3.4.2.1.1 Éléments généraux sur la perception du parc éolien en mer

La visibilité des éoliennes dépend de plusieurs éléments déterminants quant à l'évaluation des impacts. Cette visibilité dépend du parc éolien lui-même (organisation des alignements d'éolienne, dimensionnement des éoliennes, balisage maritime et aéronautique) mais aussi des conditions d'observation (météorologie, localisation de l'observateur, facteurs culturels). Le lien entre le parc éolien et son environnement paysager, et notamment le rapport d'échelle, est également un facteur d'impact : pour mémoire, l'état initial précise qu'un des enjeux est le « rapport d'échelle verticale avec les éléments terrestres visibles. Il semble plus fort quand la zone du parc éolien est visible simultanément avec d'autres éléments terrestres. Les autres situations présentent des enjeux plus modérés du fait de la moindre présence d'échelles verticales dans les vues ».

INFLUENCE DES CARACTERISTIQUES DES EOLIENNES SUR LA PERCEPTION DU PARC

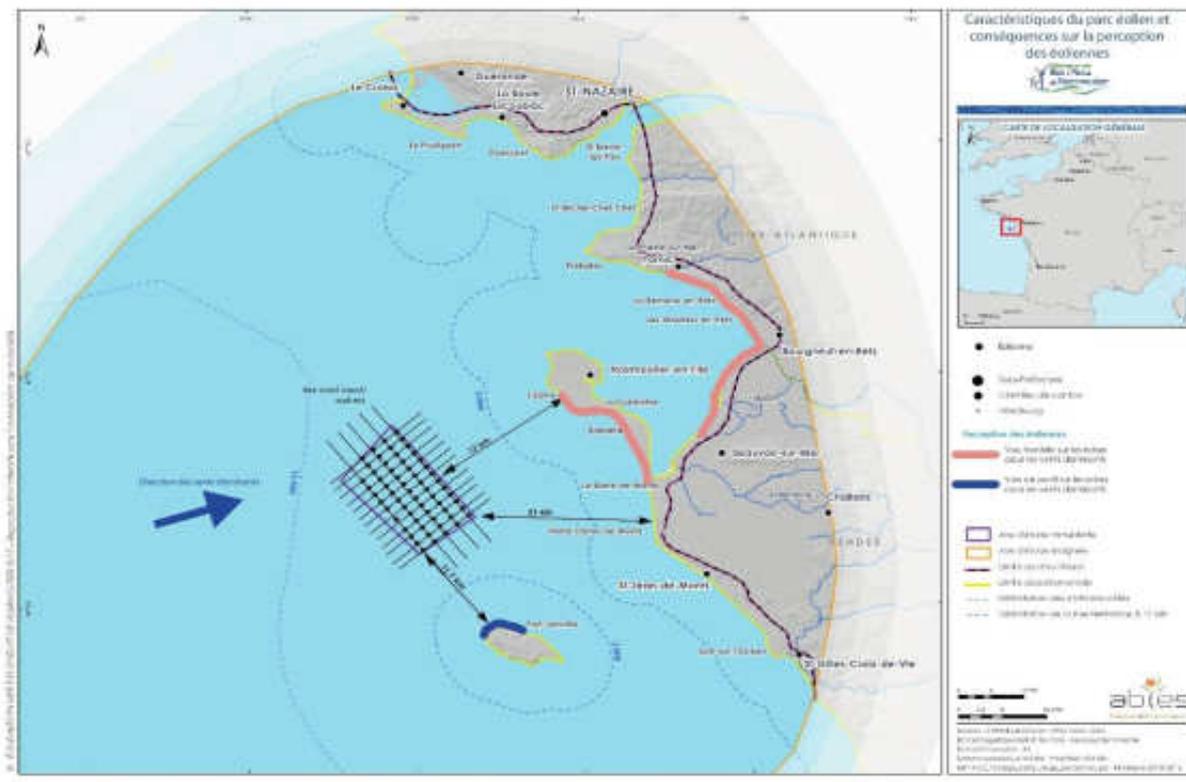
Le parc éolien est placé à 11,7 km des côtes de l'île d'Yeu. A cette distance, sans tenir compte de l'effet de masque créé par la courbure de la Terre, une éolienne de 202 m est comparable à un objet de 1,7 cm placé à 1 m de l'œil. A Noirmoutier (Pointe du Devin), la distance au parc est de 16,5 km, celle-ci correspondra à un objet de 1,2 cm placé à 1 m de l'œil. La distance au continent est de plus de 20 km, les éoliennes seront donc vues comme des objets de taille inférieure à 1 cm placés à 1 m de l'œil.

Les 62 éoliennes sont implantées selon une grille de directions nord-ouest/sud-est (les alignements pointent vers l'île d'Yeu) et sud-ouest/nord-est (les alignements pointent vers Noirmoutier).

Cette organisation présente l'avantage de structurer les éléments constitutifs du parc de manière claire et cohérente, et permet d'améliorer la lisibilité du parc. Ainsi, positionné dans l'axe des alignements, un observateur pourra percevoir ce carroyage et percevoir un nombre d'alignements moins important. A noter qu'en raison d'enjeux environnementaux, le positionnement d'une éolienne (A05) n'a pu être totalement aligné selon cette grille.

Les vents dominants étant de secteur ouest-sud-ouest / est-nord-est, les rotors des éoliennes (qui seront donc perpendiculaires à cet axe) seront vus la plupart du temps de profil depuis l'île d'Yeu. Depuis l'île de Noirmoutier, ils seront à l'inverse plutôt vus de face, augmentant la visibilité des pales. Cette différence d'orientation diminue la visibilité des éoliennes depuis l'île d'Yeu puisqu'elles sont plus visibles quand le rotor est face à l'observateur que quand il est de profil.

Carte 11 : Organisation du parc éolien et conséquences sur la perception depuis le littoral



Au format A3 dans l'atlas

Photographie 5 : vue sur les éoliennes avec un rotor orienté face à l'observateur depuis la Guérinière sur l'île de Noirmoutier



Photomontage n°38 du cahier des photomontages

Note importante : les règles de présentation ne sont ici pas respectées puisque cette simulation doit être présentée sur un double A3

Photographie 6 : vue sur les éoliennes avec un rotor orienté de profil par rapport à l'observateur depuis la plage de Ker Châlon, sur l'île d'Yeu



© 2017 - Tous droits réservés. Toute réimpression ou utilisation non autorisée sans la permission écrite de la DGAC est formellement interdite. Toute réimpression ou utilisation non autorisée sans la permission écrite de la DGAC est formellement interdite.

Photomontage n°48 du cahier des photomontages

Note importante : les règles de présentation ne sont ici pas respectées puisque cette simulation doit être présentée sur un double A3

Conformément aux réglementations en vigueur, les éoliennes feront l'objet d'un balisage aéronautique et maritime, avec des feux présentant différentes intensités.

« Le balisage maritime sera complété par un balisage aérien, à définir par la DGAC en liaison avec le service des Phares et Balises. Les feux sont en général blancs de jour et rouges la nuit, rythmés et synchronisés avec des portées largement plus conséquentes que celles des feux maritimes. L'arrêté du 13 novembre 2009 précise que chaque éolienne a un feu blanc de jour (20 000 candélas soit 2 milles de jour), implanté sur le sommet de la nacelle soit à 90 mètres de hauteur, et un feu rouge la nuit (2000 candélas soit 11 milles) et que tous les feux sont synchronisés. ».

Ainsi, de nuit, le balisage aéronautique situé sur la nacelle de l'éolienne aura une visibilité nocturne notable notamment en raison des flashes lumineux rouges (visibles à 11 milles nautiques soit plus de 20 km) focalisant plus le regard qu'une lumière de même intensité émise en continu. Ce balisage est présenté sur certaines des simulations nocturnes sans toutefois pouvoir rendre compte de l'effet de la fréquence du flash.

Les éoliennes sont organisées suivant une grille homogène. Pour les vents dominants (de secteur ouest / sud-ouest), les rotors des éoliennes seront donc vus la plupart du temps de profil depuis l'île d'Yeu. Sur l'île de Noirmoutier, ils seront plutôt vus de face.

Seul le balisage aéronautique obligatoire et conforme à la réglementation en vigueur engendrera une visibilité nocturne du parc conforme à la réglementation en vigueur.

INFLUENCE DES FACTEURS CONTEXTUELS SUR LA PERCEPTION DES EOLIENNES

Les photomontages sont réalisés à un instant « t », dans une situation qui comporte de nombreux facteurs de variation. Ils correspondent de fait à une représentation ponctuelle de ce que sera le parc éolien en mer une fois construit et durant toute la phase d'exploitation. La description de ces différents facteurs de variation est par conséquent un prérequis indispensable à la compréhension des photomontages et doit permettre d'appréhender la perception globale du parc éolien dans une unité paysagère.

Le paramètre culturel

L'impact visuel perçu par un observateur dépend de la relation de celui-ci avec ce qui est appelé communément le paysage. Sa perception se trouve modifiée ou appréhendée au travers de différents filtres (sa culture, son histoire, ses souvenirs, son attachement au lieu...).

Si les éoliennes s'inscrivent dans une lignée d'équipements créés par l'homme, elles sont un des outils de production d'énergie renouvelable visant à maîtriser le changement climatique et assurer un développement durable pour les générations futures.

La réticence à l'installation de parcs éoliens en mer doit être mise en perspective avec les installations de parcs en mer plus anciennes, dans d'autres pays européens. Au Danemark, pays où le plus ancien parc éolien en mer a été installé (1991), les parcs éoliens en mer sont assumés et plutôt mis en avant. Le plus connu est celui de Middelgrunden, situé à moins de 5 km au large de Copenhague (20 éoliennes), capitale danoise de plus d'un demi-million d'habitants.

Photographie 7 : Le parc de Middelgrunden par Yann-Arthus Bertrand.



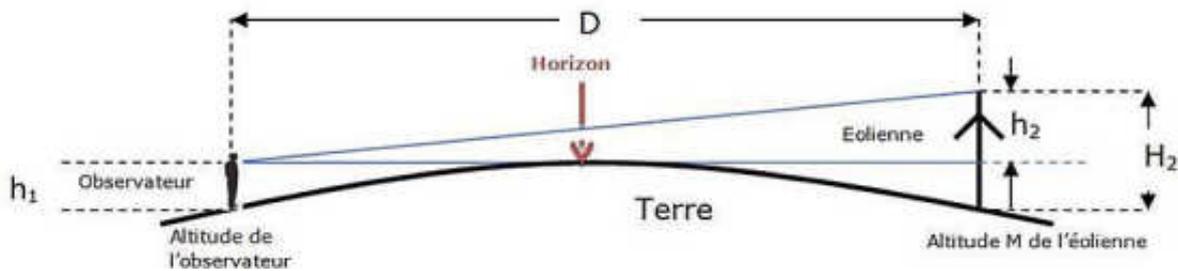
Source : Yann-Arthus Bertrand

La rotondité de la terre et la distance d'observation

La rotondité de la Terre agit directement sur la visibilité des éoliennes et cette influence dépend de l'altitude et de la distance à laquelle se trouve l'observateur par rapport aux objets qu'il regarde. Ce phénomène est d'autant plus marqué que le relief est inexistant et que l'horizontalité prédomine. Ainsi, en fonction de la distance à l'horizon une certaine proportion du bas de l'éolienne est masquée.

Cette distance et donc « cet effacement » d'une partie de l'éolienne peuvent être calculés de plusieurs façons (Figure 55).

Figure 55 : Schématisation de la rotondité de la Terre.



Source : Abiès, 2016

Figure 56 : Calculs utilisés pour évaluer l'effacement des éoliennes lié à la courbure terrestre (à gauche, Geophom ; à droite, Jean-Marc Vézien).

$$d = \sqrt{(2hR + h^2)} \approx h = \frac{d^2}{2R}$$

Pour calculer la hauteur H2, qui correspond à la hauteur masquée par la courbure terrestre, il faut calculer la distance de l'horizon à l'aide de la formule $d1 = \sqrt{2R \cdot h1}$.

Cas 1
Si l'éolienne est éloignée de l'observateur à une distance inférieure à d1, aucun masque n'est créé.

Cas 2
Si l'éolienne est éloignée à une distance supérieure à d1, on calcule⁽¹⁾ que $H = \frac{(d2)^2}{2R}$, d2 étant égal à D-d1. (H et D en km)

(1) : avec une approximation car h est négligé devant 12740

$$\alpha = 2 \times \text{tg}^{-1} \left(\frac{H}{2D} \right)$$

$$\alpha' = 2 \times \text{tg}^{-1} \left(\frac{H'}{2D} \right)$$

$$H' = H - \left(\frac{D}{\sqrt{2R}} - \sqrt{h} \right)^2$$

Source : Geophom et Jean-Marc Vézien

Tableau 59 : Distance de l'horizon suivant l'altitude de l'observateur

Position de l'observateur	Altitude du point (m)	Altitude Observateur (m)	Distance de l'horizon (km)
Plages, ports	0	1,7	4,7
Baie de Bourgneuf	6	7,7	9,9
Dune à Noirmoutier ou en Pays-de-Monts	9	10,7	11,7
Pointe de Congrigoux à Pornichet	14	15,7	14,1
Corniches autour du Pornic	22	23,7	17,4
Kulmino (Château d'eau)	73	74,7	30,8

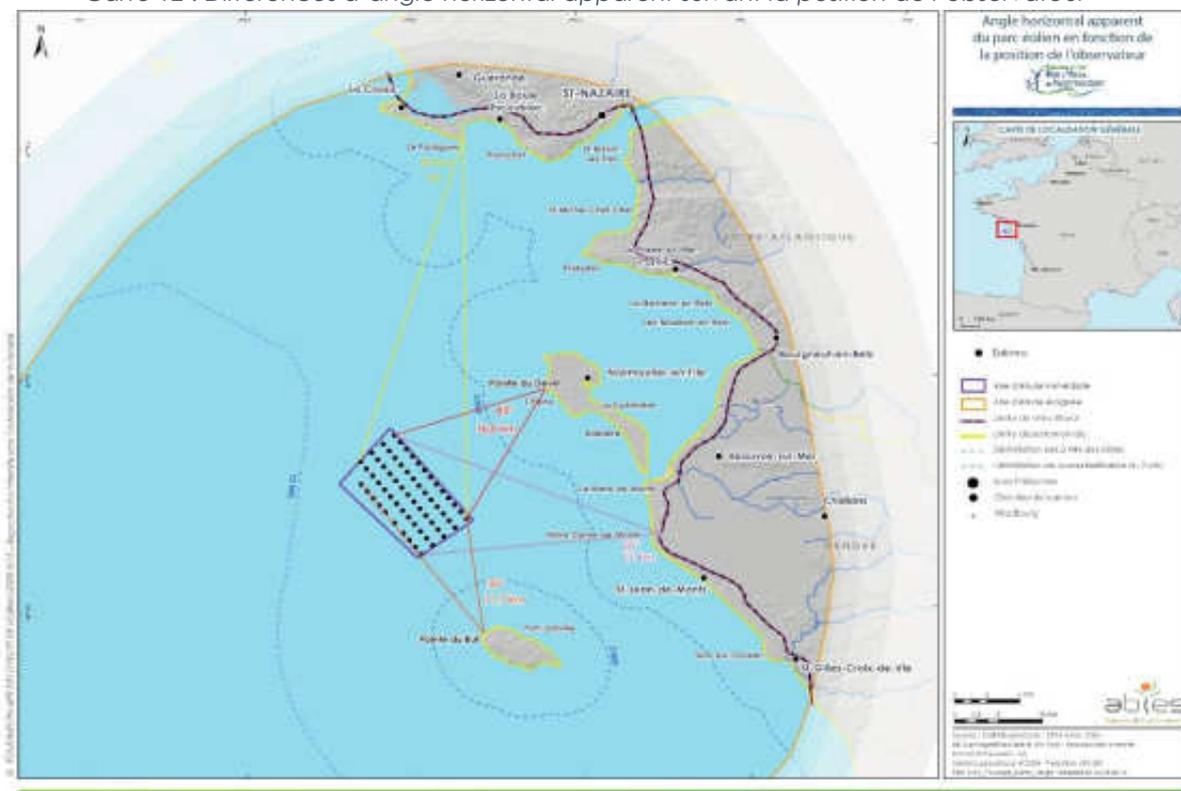
Source : Abiès, 2016

Les altitudes sont faibles (elles dépassent rarement, sur le littoral, les 30 à 40 m) et l'influence de la distance à l'horizon est par conséquent non négligeable, notamment pour les éoliennes les plus éloignées. C'est au niveau de la mer (ports, esplanades, plage) que l'influence de la rotondité de la Terre est la plus marquée. La proportion d'éolienne masquée est précisée sur chacune des simulations visuelles présentées dans le cahier de photomontages annexé au présent document.

Il est possible de déterminer la hauteur équivalente d'un objet placé à 1 m de l'œil en considérant la valeur de l'angle de perception et la distance à l'éolienne (en négligeant ici la rotondité de la Terre décrite plus haut, ce qui maximise légèrement le calcul). Ces calculs ont été réalisés pour plusieurs emplacements et sont présentés sous la forme d'un graphique (Figure 58). Ainsi, au-delà de 11,7 km (Pointe du But), les éoliennes apparaîtront comme des objets de moins de 2 cm placés à 1 m de l'œil et à 39 km (La Baule), elles seront équivalentes à des objets de 5 mm placés à 1 m de l'œil.

L'angle horizontal apparent

Carte 12 : Différences d'angle horizontal apparent suivant la position de l'observateur



Au format A3 dans l'atlas

L'angle horizontal apparent varie entre 15° à Saint-Hilaire-de-Riez et 43° à la Pointe du Devin à Noirmoutier. Le parc sera donc perçu comme équivalent à un objet dont l'emprise horizontale varie entre 26 cm à Saint-Hilaire-de-Riez et 93 cm à la Pointe du Devin à Noirmoutier. Depuis l'île d'Yeu, malgré l'éloignement moins important, l'emprise du parc sera équivalente à un objet de 57 cm de large placé à 1 m de l'œil.

Ces valeurs sont à rapprocher du champ visuel humain qui s'étend sur une soixantaine de degrés pour la discrimination des couleurs et 120° environ pour la vision binoculaire. On remarque que du fait de la forme du parc éolien, l'angle horizontal apparent est plus important depuis l'île de Noirmoutier que depuis l'île d'Yeu, malgré l'éloignement plus important.

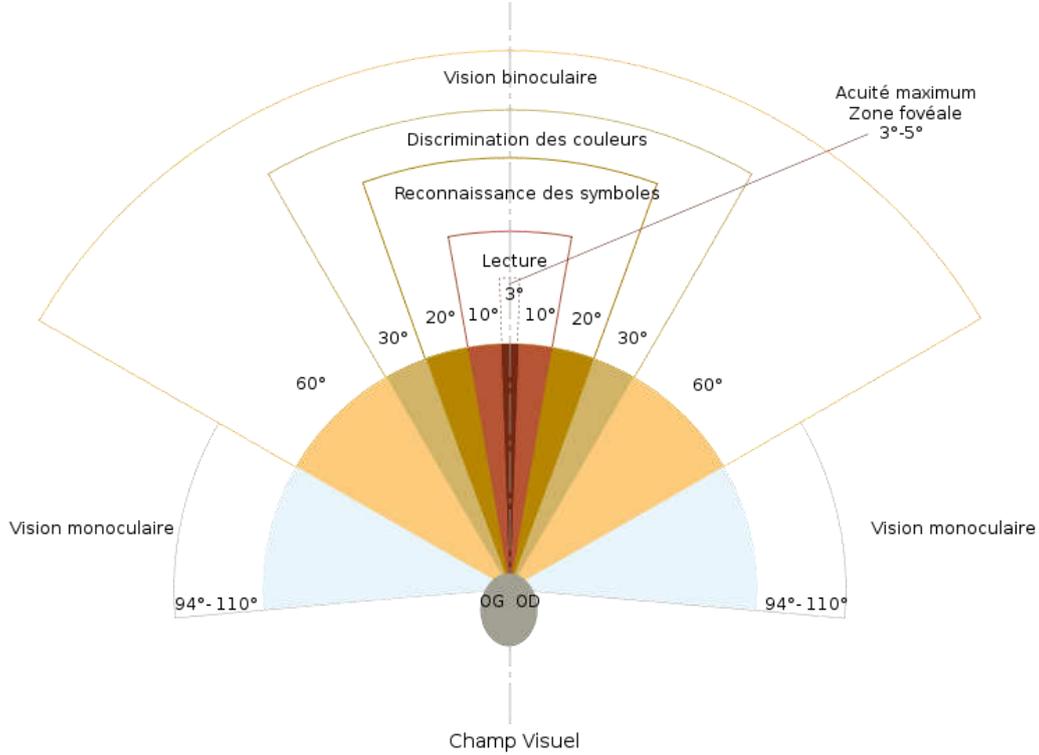
3. Analyse des effets et des impacts du projet sur l'environnement et sur la santé

3.4 Impacts sur le paysage et le patrimoine maritime et littoral

3.4.2 En phase d'exploitation

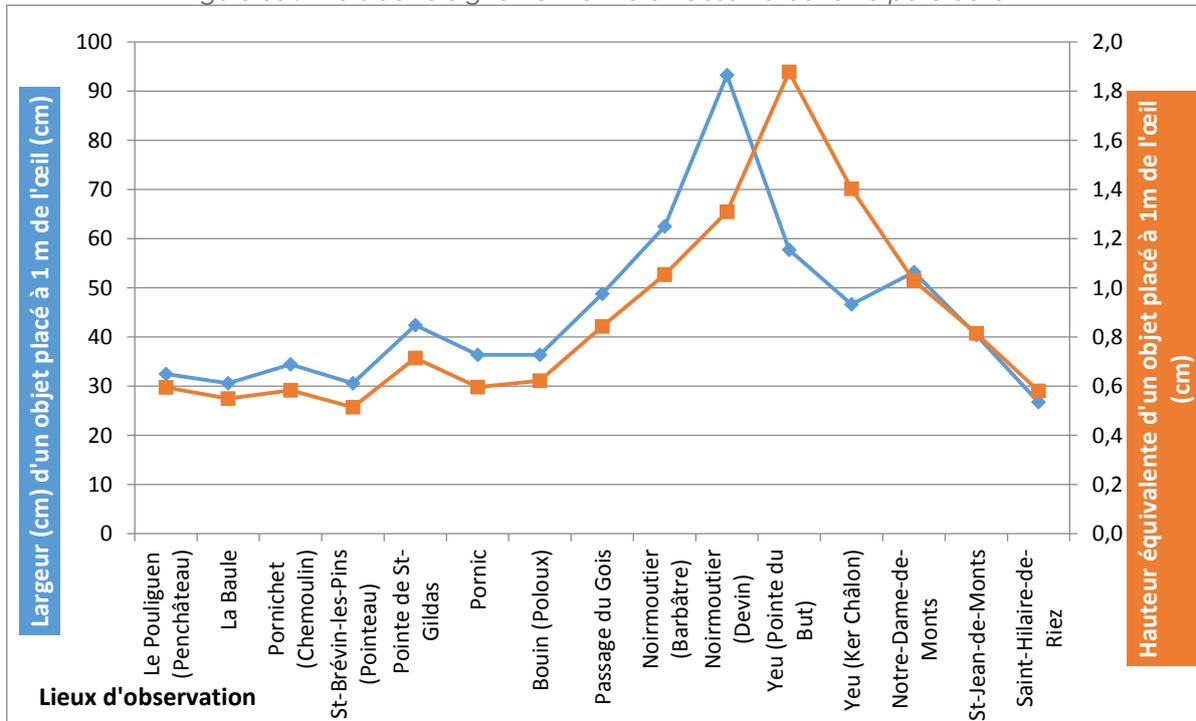


Figure 57 : Champ visuel humain



Source : Rheto, 2016)

Figure 58 : Effets de l'éloignement entre un observateur et le parc éolien



Source : Abiès, 2016

Ainsi l'empreinte visuelle (c'est-à-dire ce qui est vu) dépend de la configuration du parc ET du positionnement de l'observateur.

Les conditions météorologiques

Les conditions météorologiques sont, avec la distance, le principal facteur d'influence sur la visibilité des éoliennes. La transparence de l'air (ou visibilité horizontale) permet ou non de distinguer, plus ou moins nettement, les objets à l'horizon.

Météo France dispose, sur la station de l'île d'Yeu (32 m d'altitude), de données de visibilité vers la mer, issues d'observations toutes les 3 h sur 6 ans de 2011 à 2016. Les résultats sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau 60 : Visibilités horaires à la station de l'île d'Yeu 2011-2016

Visibilité supérieure à (en km)	40	35	30	25	20	16	15	11,5	10	5
% du temps	0,2	0,8	5,7	24,6	49,6	64,3	74,2	79,6	85,1	94,5

Source : Météo France, station de l'île d'Yeu, 2016

D'après ces informations, on considère que la première ligne d'éoliennes sera visible près de 80 % du temps depuis le nord de l'île d'Yeu (11,7 km).

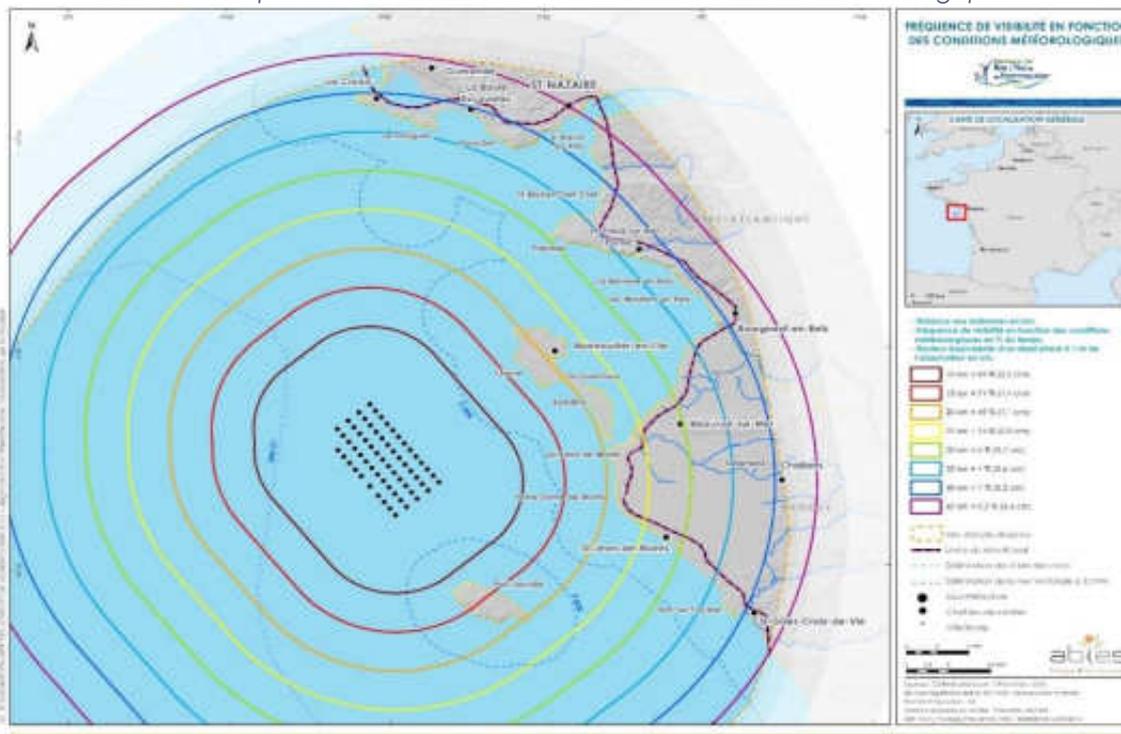
En transposant ces données de visibilité à l'île de Noirmoutier (16,5 km), on estime que la visibilité sur les éoliennes sera effective 64 % du temps.

Depuis le littoral, situé à 20 km minimum du parc éolien (à Notre-Dame-de-Monts par exemple), les éoliennes seront visibles moins de 50 % du temps. A plus longue distance (30 km, comme à la Pointe de Saint-Gildas), ce pourcentage tombe à 5 %.

Sur l'année 2015, la visibilité moyenne par mois est toujours supérieure à 12,9 km (minimum observé en mars). Cette année-là, les mois avec la meilleure visibilité (supérieure à 19 km en moyenne) correspondent aux mois d'avril et de juin à septembre.

La Carte 13 précise les fréquences de visibilité selon la distance, calculées sur la période 2011-2016. Elle permet de spatialiser les données du tableau précédent et de localiser les fréquences prévisibles de visibilité sur le parc éolien en mer sur les différentes parties de l'aire d'étude éloignée.

Carte 13 : Fréquence des visibilités en fonction des conditions météorologiques

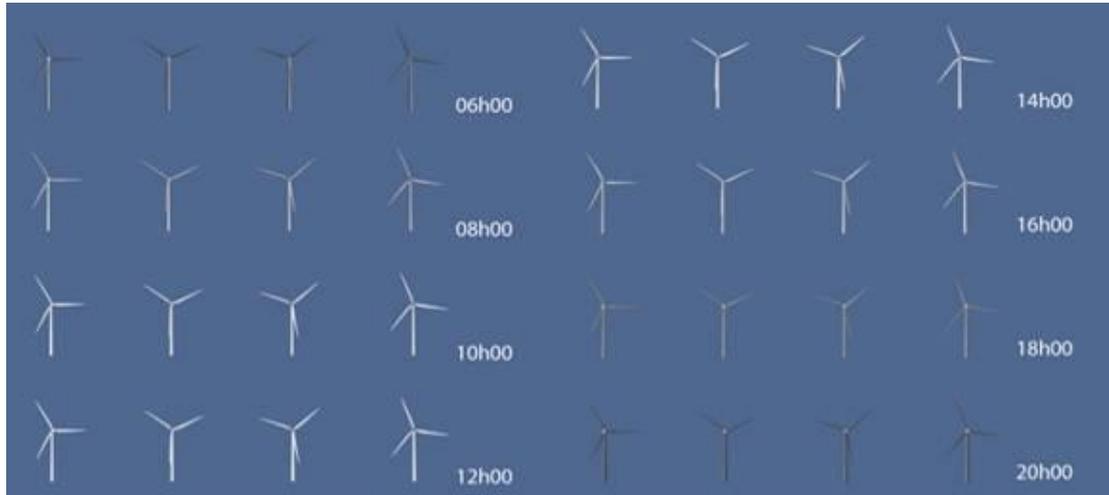


Au format A3 dans l'atlas

La position du soleil et la couleur du ciel

L'éclairage des éoliennes en fonction de l'heure de la journée va modifier la perception visuelle selon la manière dont le soleil frappe les éoliennes. La saison et l'heure qui influent sur la course du soleil sont les facteurs déterminants. Par exemple, les éoliennes apparaissent plus sombres en contre-jour (le soir).

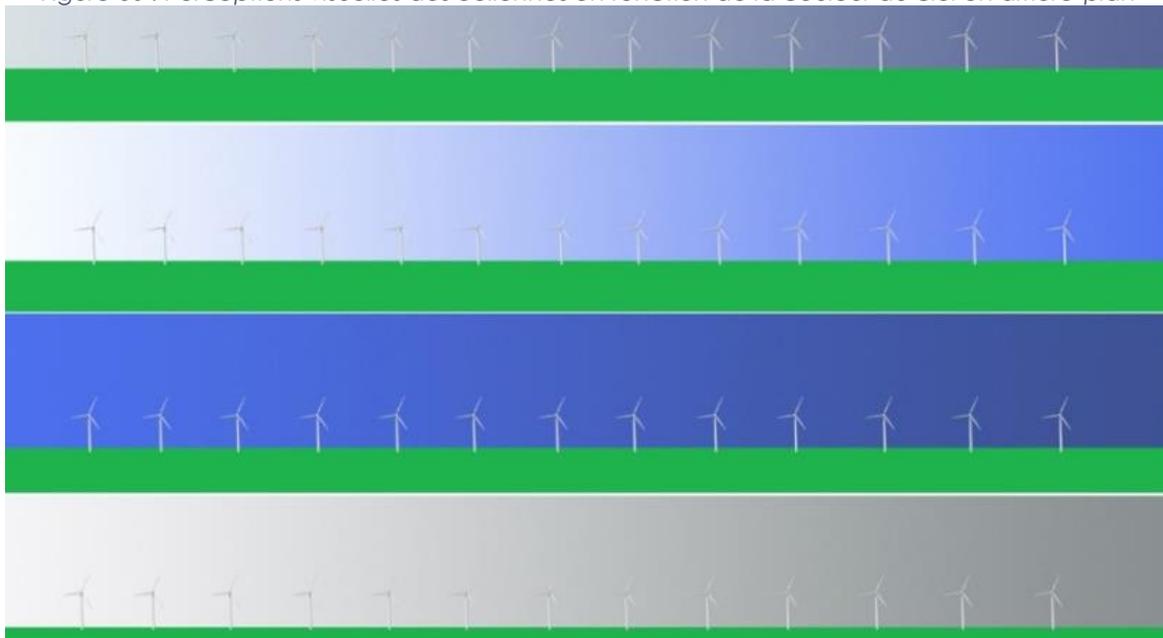
Figure 59 : Simulations de l'éclairage des éoliennes en fonction de l'heure de la journée (ici, avec un observateur placé au sud des éoliennes)



Source : « Guide de l'étude d'impact sur l'environnement des parcs éoliens » (MEDDE, Janvier 2005)

Le contraste entre la couleur de l'arrière-plan et la couleur des éoliennes va aussi directement influencer la perception des éoliennes par l'observateur. En mer, l'arrière-plan constitué par le ciel induit également un contraste faisant plus ou moins ressortir les éoliennes. Les éoliennes seront de couleur blanche (RAL 7035), conformément aux dispositions de l'arrêté du 13 novembre 2009. Les éoliennes apparaissant blanches se détacheront distinctement sur un ciel bleu mais seront peu perceptibles sur un ciel laiteux. De même, les éoliennes apparaissant grises ne seront pas visibles sur fond gris.

Figure 60 : Perceptions visuelles des éoliennes en fonction de la couleur du ciel en arrière-plan



Source : « Guide de l'étude d'impact sur l'environnement des parcs éoliens » (MEDDE, Janvier 2005)

Le coucher de soleil est un moment particulier dans les perceptions vers le large : les couleurs spécifiques et le basculement vers l'obscurité en font un moment privilégié pour les visiteurs. La localisation du parc éolien induit une possibilité de superposition entre l'axe du coucher du soleil et les éoliennes. Ces éoliennes seraient alors éclairées en contre-jour et leur visibilité pourrait être accrue dans de bonnes conditions visuelles. A l'inverse, elles peuvent être moins visibles quand l'éclat du soleil masque les éoliennes. Comme pour le balisage des éoliennes, cet éclairage spécifique est pris en compte dans la modélisation et la représentation des éoliennes sur les photomontages.

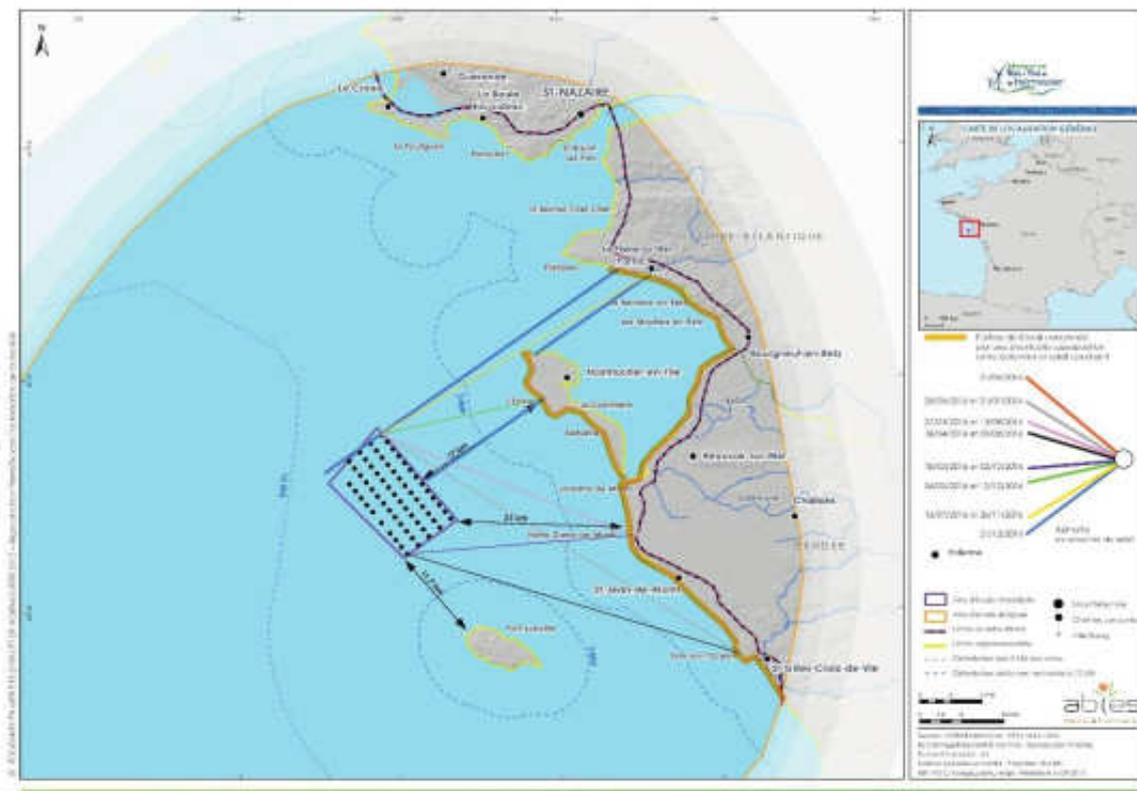
L'étude de la course du soleil suivant les saisons indique les azimuts suivants (le 0° correspond au nord et la rotation se fait dans le sens des aiguilles d'une montre) :

- ▶ 307° au solstice d'été ;
- ▶ 235° au solstice d'hiver.

Cela signifie que tous les secteurs côtiers au nord de Préfailles ne pourront pas avoir les éoliennes devant le soleil au couchant. L'île d'Yeu n'est pas non plus concernée par des superpositions visuelles potentielles avec le coucher de soleil.

L'étude des azimuts sur les secteurs littoraux potentiellement concernés par une superposition visuelle entre le soleil couchant et les éoliennes permet de connaître les dates auxquelles le parc éolien se placera entre l'observateur et le soleil au couchant. Les résultats sont présentés dans le Tableau 61.

Carte 14 : Superpositions visuelles entre éoliennes et coucher de soleil



Au format A3 dans l'atlas

Tableau 61 : Dates de superposition visuelle entre éoliennes et coucher de soleil

Localisation	Dates de superposition entre l'axe du soleil couchant et le parc
Pornic	Superposition entre le 26 novembre et le 16 janvier (51 jours)
Noirmoutier (L'Épine)	Superposition entre le 15 octobre et le 26 février (134 jours)
Notre-Dame-de-Monts	Superposition entre le 10 mars et le 27 avril et entre le 13 août et le 2 octobre (88 jours)
Saint-Hilaire-de-Riez	Superposition entre le 18 avril et le 20 mai et entre le 21 juillet et le 23 août (55 jours)

Source : Abiès, 2016

On notera que cette superposition intervient à Noirmoutier en hiver et non en période estivale.

Ces éléments sont à mettre en relation avec les conditions de visibilité, il est évident qu'avec des conditions nuageuses, le coucher de soleil n'est pas visible. A noter également que c'est un moment très ponctuel et relativement court dans le temps.

L'impact visuel perçu dépend de la relation de l'observateur au paysage. Mais d'autres paramètres physiques viennent influencer l'observation d'un objet à l'horizon :

- ▶ Les éoliennes seront de couleur blanche (RAL 7035), conformément aux dispositions de l'arrêté du 13 novembre 2009 ;
- ▶ La rotondité de la Terre entraîne un éloignement de la ligne d'horizon qui masque le bas de toutes les éoliennes situées au-delà de cette ligne. La distance par rapport à cette ligne d'horizon varie en fonction de l'altitude. Cette distance est à 4,7 km et 17 km respectivement à 0 m et 22 m d'altitude ;
- ▶ L'éloignement au parc éolien induit également, qu'au-delà d'une distance de 11,5 km, les éoliennes apparaîtront comme des objets de moins de 2 cm placés à 1 m de l'œil et qu'à 39 km, elles seront équivalentes à des objets de 5 mm placés à 1 m de l'œil ;
- ▶ Le parc sera donc perçu comme équivalent à un objet variant entre 26 cm de long à Saint-Hilaire-de-Riez et 93 cm de long à la Pointe du Devin à Noirmoutier. Depuis l'île d'Yeu, malgré l'éloignement moins important, le parc sera équivalent à un objet de 57 cm de large placé à 1 m de l'œil ;
- ▶ Les conditions météorologiques qui agissent sur la visibilité des éoliennes.

L'ensemble des portions côtières situées au nord de Préfaillles ne verra pas les éoliennes devant le soleil au couchant. L'île d'Yeu n'est pas non plus concernée par des superpositions visuelles potentielles avec le coucher de soleil. Quant à l'île de Noirmoutier, cette superposition se fera en hiver et non en période estivale.

3.4.2.1.2 Empreinte visuelle du parc éolien

EMPREINTE VISUELLE DEPUIS L'AIRE D'ÉTUDE RETRO-LITTORALE

L'aire d'étude éloignée a fait l'objet d'un calcul de visibilité théorique des éoliennes. Depuis la mer, le projet sera toujours potentiellement visible de façon variable selon la distance et les conditions météorologiques (pas d'obstacles visuels). Les véritables questions d'analyse se portent sur l'ensemble du domaine terrestre où se situe la plus grande partie des activités humaines. Et l'analyse porte donc sur l'aire d'étude rétro-littorale définie dans l'état initial.

Ces calculs sont théoriques et permettent de connaître les grandes tendances géographiques de visibilité : on connaît donc par cette carte, de manière théorique, les zones depuis lesquelles les éoliennes seront potentiellement visibles et surtout les zones depuis lesquelles elles ne le seront

pas. Le choix des simulations visuelles a donc été effectué par rapport à ces zones de visibilité et aux enjeux définis dans l'état initial.

L'évaluation quantitative de la visibilité permet de localiser, quand les conditions météorologiques sont bonnes, les zones depuis lesquelles les éoliennes seront visibles. Pour rappel, le calcul de visibilité tient compte :

- ▮ du nombre d'éoliennes visibles (a) ;
- ▮ de la hauteur visible des éoliennes (b) ;
- ▮ de l'angle horizontal apparent du parc éolien (c) ;

Les principales hypothèses de calcul sont les suivantes :

- ▮ Un pas de 75 mètres pour le modèle numérique de terrain (MNT) (les données topographiques sont disponibles selon un maillage de points équidistants les uns des autres de 75 mètres) ;
- ▮ Les boisements sont pris en compte, mais pas les haies, ni les bosquets (seuls les bois cartographiés sur la carte au 100 000^{ème} ont été pris en compte), ni l'habitat, ni les talus et autres petits reliefs ; globalement, il en résulte une maximisation des impacts visuels. Le point de référence correspond à un observateur dont les yeux se trouvent à 1,70 mètre de hauteur, compromis entre la taille moyenne d'une personne debout et une assise dans son véhicule ;
- ▮ La hauteur totale de l'éolienne (mât et rotor) et le diamètre du mât (à la base) sont pris en compte.

L'intégration de ces différents paramètres et informations dans le modèle cartographique permettent de produire plusieurs cartes intermédiaires (nombre d'éoliennes visibles, angle vertical apparent, angle horizontal apparent du parc) qui, une fois compilées, représentent l'empreinte visuelle finale du parc éolien sur la partie terrestre de l'aire d'étude éloignée. Cette cartographie de synthèse présente une fusion (par multiplication des coefficients précédemment calculés) de ces différentes cartes intermédiaires. Elle maille le territoire en fonction de l'empreinte visuelle du parc éolien.

L'empreinte visuelle en chaque point est issue de la multiplication des coefficients « a », « b » et « c » du point divisée par la multiplication de ces coefficients quand ils sont maximaux sur le littoral (soit coefficient maximum ou de référence). On obtient ainsi un pourcentage de l'empreinte visuelle maximale potentielle, plus facile à cartographier et permettant d'avoir des visibilités relatives au sein d'un même projet.

Chaque carte d'étape est complétée par un tableau précisant les surfaces concernées par les différents niveaux indiqués.

La carte de visibilité est ensuite croisée avec les enjeux évalués lors de l'analyse de l'état initial conduisant à dresser la carte des impacts du parc éolien.

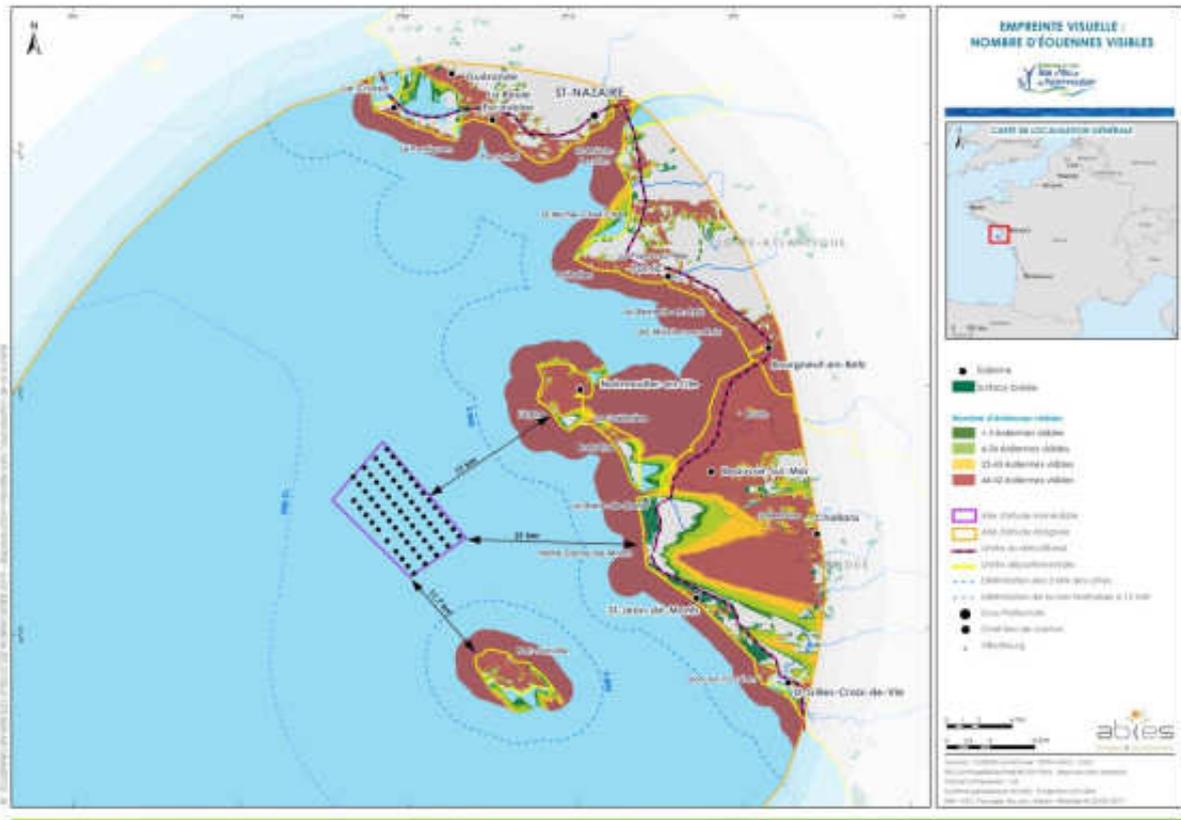
Les trois cartes suivantes sont présentées pour bien comprendre la construction finale de la carte de visibilité, synthèse de ces trois cartes. Ces trois cartes, considérées de façon séparée, représentent des étapes intermédiaires du calcul et seule la carte finale (Carte 18) permet d'apprécier véritablement l'empreinte visuelle des éoliennes.

Nombre d'éoliennes visibles

La Carte 15 indique les espaces où une visibilité théorique sur les éoliennes est possible. Cette carte ne fait pas de distinction entre le fait que l'on puisse voir 1 m d'éolienne ou les 216 m de machine ; elle ne prend pas non plus en compte les obstacles très ponctuels (haies, microreliefs...). Ainsi, le résultat obtenu grâce à cette modélisation cartographique correspond à la situation la plus défavorable (visibilité théorique maximum).

Cette carte ne constitue qu'une étape intermédiaire de calcul.

Carte 15 : Carte d'étape du nombre maximal d'éoliennes visibles



Au format A3 dans l'atlas

Le Tableau 62 précise la part du territoire concernée en fonction du nombre d'éoliennes visibles.

Tableau 62 : Pourcentage du territoire avec éoliennes visibles

	Pourcentage par rapport à la surface totale de l'aire d'étude rétro-littorale	Pourcentage par rapport à la surface totale de visibilité
Surface de visibilité	77,3	100,0
Nombre d'éoliennes		
Moins de 5 éoliennes visibles	2	2,7
De 6 à 24 éoliennes visibles	5,5	7,5
De 25 à 43 éoliennes visibles	6,1	8,3
De 44 à 62 éoliennes visibles	59,9	81,5
Total	73,6	100,0

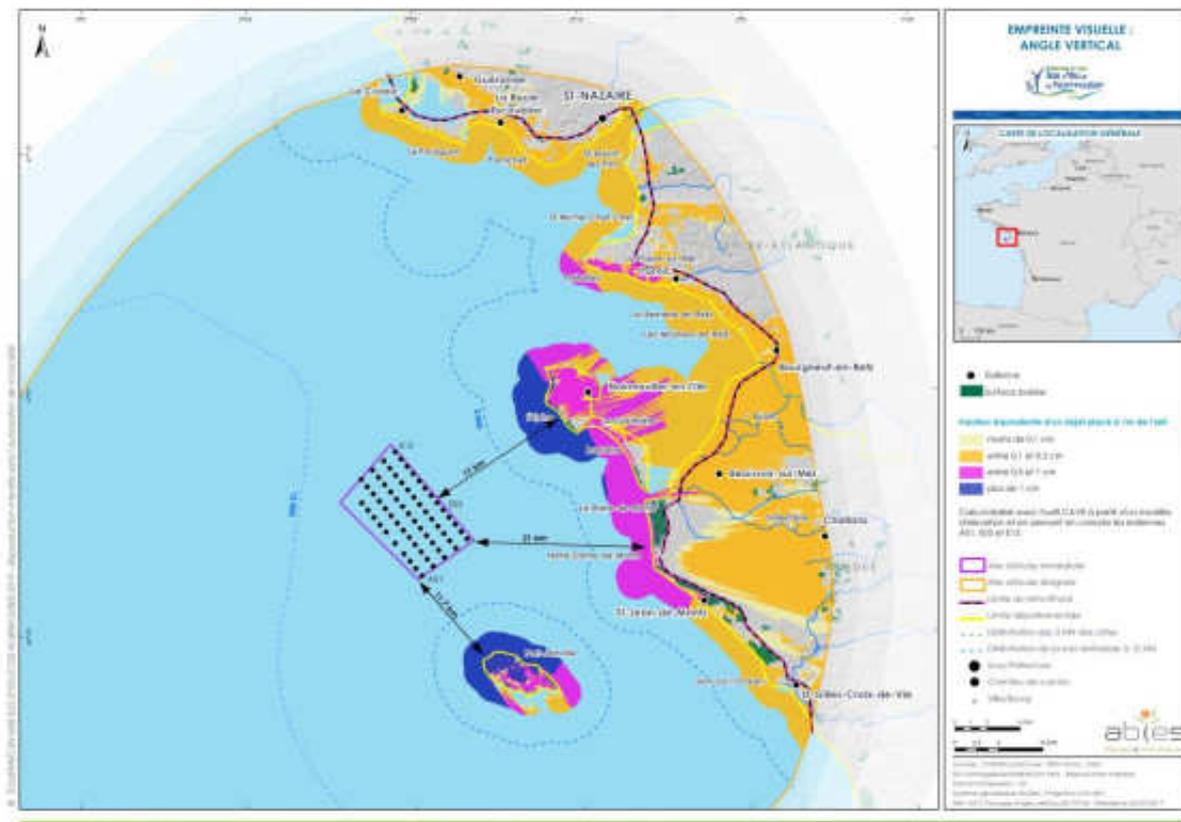
Source : Abiès, 20117

Hauteur apparente des éoliennes (angle vertical apparent)

La Carte 16 précise la hauteur apparente des éoliennes suivant la position de l'observateur. Pour plus de clarté, cette hauteur est ramenée à la hauteur équivalente d'un objet placé à 1 m de l'observateur. Le calcul est réalisé également sur les trois éoliennes situées aux extrémités du parc éolien (A01, E05 et E13).

Cette carte ne peut être lue sans la mettre en relation avec les autres étapes du calcul.

Carte 16 : Carte d'étape de la hauteur apparente des éoliennes (angle vertical)



Au format A3 dans l'atlas

Tableau 63 : Pourcentage du territoire selon la hauteur apparente des éoliennes

	Pourcentage par rapport à la surface totale de l'aire d'étude rétro-littorale	Pourcentage par rapport à la surface totale de visibilité
Surface de visibilité	77,3	100,0
Hauteur équivalente d'un objet placé à 1 m de l'œil		
Moins de 0,1 cm	5,4	7,4
Entre 0,1 et 0,5 cm	49,7	67,5
Entre 0,5 et 1 cm	12,1	16,4
Plus de 1 cm	6,4	8,7
Total	77,3	100,0

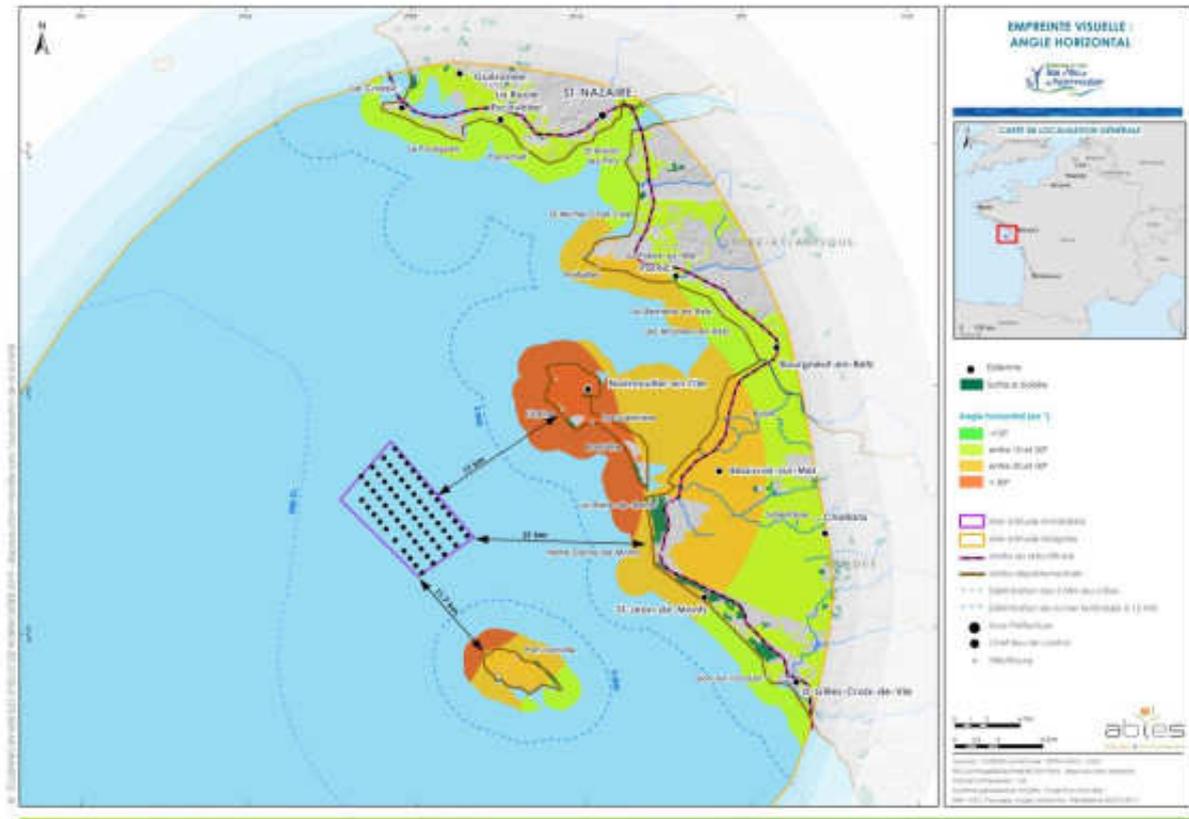
Source : Abiès, 2017

Géométrie des éoliennes (angle horizontal apparent)

La Carte 17 précise l'angle horizontal apparent induit par la géométrie du parc éolien. Elle permet de connaître l'emprise horizontale du parc éolien. Cette valeur est à rapprocher d'un champ visuel humain de 120° (étendue sur laquelle l'observateur aura une vision binoculaire et une différenciation des couleurs).

Cette carte ne constitue qu'une étape intermédiaire au calcul.

Carte 17 : Zone d'impact visuel, carte d'étape de l'emprise horizontale du parc éolien



Au format A3 dans l'atlas

Tableau 64 : Pourcentage du territoire selon l'angle horizontal du parc éolien

	Pourcentage par rapport à la surface totale de l'aire d'étude rétro-littorale	Pourcentage par rapport à la surface totale de visibilité
Surface de visibilité	73,6	100,0
Angle horizontal (en °)		
Inférieur à 10°	0	0
Entre 10 et 20°	35,3	48
Entre 20 et 30°	27,7	37,7
Supérieur à 30°	10,6	14,4
Total	77,3	100,0

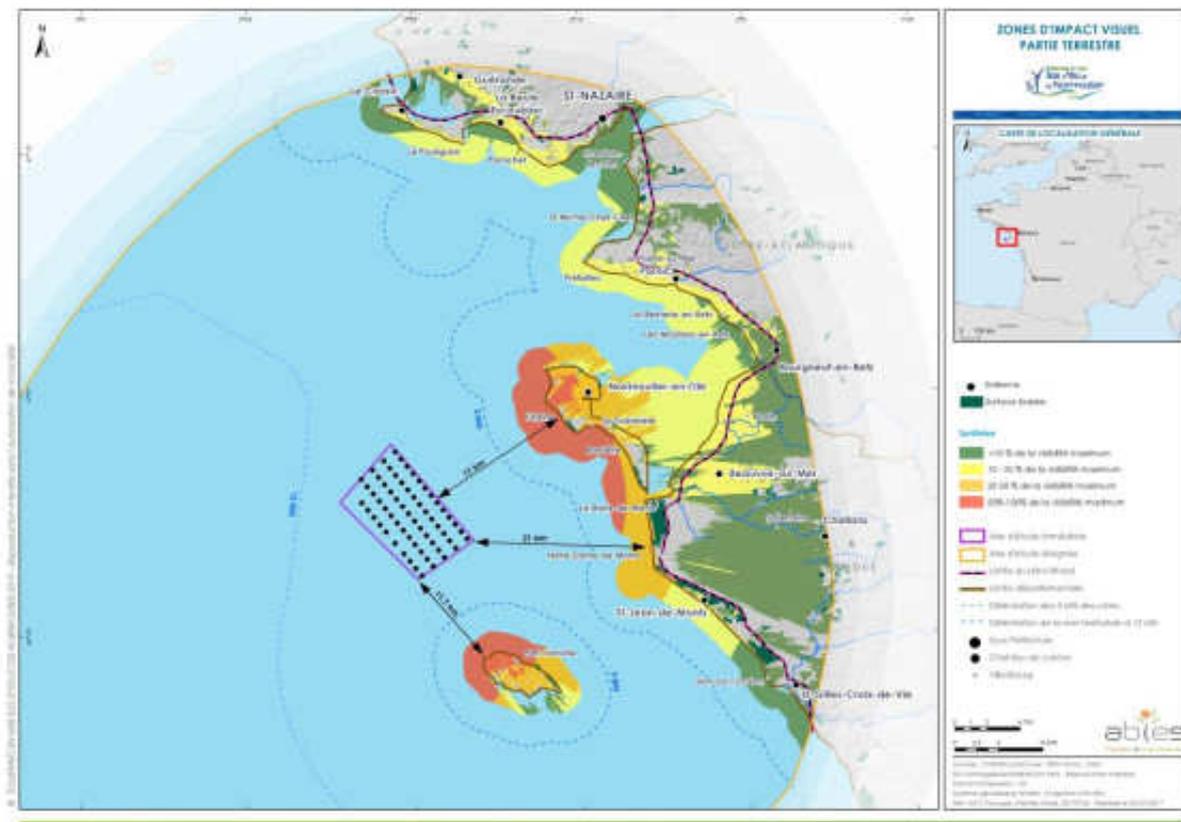
Source : Abiès, 2017

Synthèse de l’empreinte visuelle des éoliennes depuis l’aire d’étude rétro-littorale

Cette carte de synthèse (Carte 18) montre les zones de l’aire d’étude rétro-littorale où l’enjeu lié à la visibilité sera le plus important : ce sont les zones où le nombre d’éoliennes, l’angle vertical apparent et l’angle horizontal apparent sont simultanément les plus importants.

Cette carte est issue de la synthèse des cartes présentées ci-dessus. On constate notamment combien la distance est un fort facteur d’atténuation de la visibilité.

Carte 18 : Zones d’impact visuel (partie terrestre)



Au format A3 dans l’atlas

Tableau 65 : Pourcentage du territoire selon le niveau d’impact visuel

	Pourcentage par rapport à la surface totale de l’aire d’étude rétro-littorale	Pourcentage par rapport à la surface totale de visibilité
Surface de visibilité	77,3	100,0
Synthèse		
Visibilité inférieure à 10 % de la visibilité maximum	32,1	43,6
Visibilité comprise entre 10 – 25 % de la visibilité maximum	24,7	33,6
Visibilité entre 25 et 50 % de la visibilité maximum	8,6	11,7
Visibilité entre 50 % et 100 % de la visibilité maximum	8,2	11,1
Total	77,3	100,0

Source : Abiès, 2017

Les valeurs issues du modèle cartographique sont basées sur un coefficient de visibilité qui correspond au produit, en chaque point de l'aire d'étude éloignée terrestre, des coefficients correspondants au nombre d'éoliennes, à l'angle vertical apparent et à l'angle horizontal apparent) ramené au même coefficient, pris dans les conditions maximales. On obtient ainsi des visibilités relatives (en fonction de la visibilité maximale) qui sont classées suivant différentes classes de visibilité, de négligeable à forte.

Les zones de visibilité terrestre se répartissent comme suit :

- ▶ Visibilité forte (de 50 à 100 % de la visibilité maximale) depuis le littoral de l'île d'Yeu, au niveau de Port-Joinville et de ses abords, au niveau de la frange ouest de l'île de Noirmoutier (8,2 % de l'aire d'étude éloignée terrestre). La majorité des éoliennes seront visibles, la plupart en entier, soit selon un angle vertical apparent équivalent à un objet de plus de 1 cm placé à 1 m de l'œil, selon un angle horizontal apparent de plus de 30°.
- ▶ Visibilité moyenne (de 25 à 50 % de la visibilité maximale) : à l'intérieur de l'île de Noirmoutier et sur la bande littorale entre La Barre-des-Monts et Notre-Dame-de-Monts (8,6 % de l'aire d'étude éloignée terrestre).
- ▶ Visibilité faible (de 10 à 25 % de la visibilité maximale) : en bordure de la frange rétro-littorale (24,7 % de l'aire d'étude éloignée terrestre).
- ▶ Visibilité négligeable (moins de 10 % de la visibilité maximale) : sur les parties littorales dans le secteur du Croisic et à l'intérieur des terres (32,1 % de l'aire d'étude éloignée terrestre).

A noter que cette visibilité doit être reliée à la fréquence des visibilités en fonction des distances d'observation (qui est pour mémoire au maximum de 45 % à 15 km).

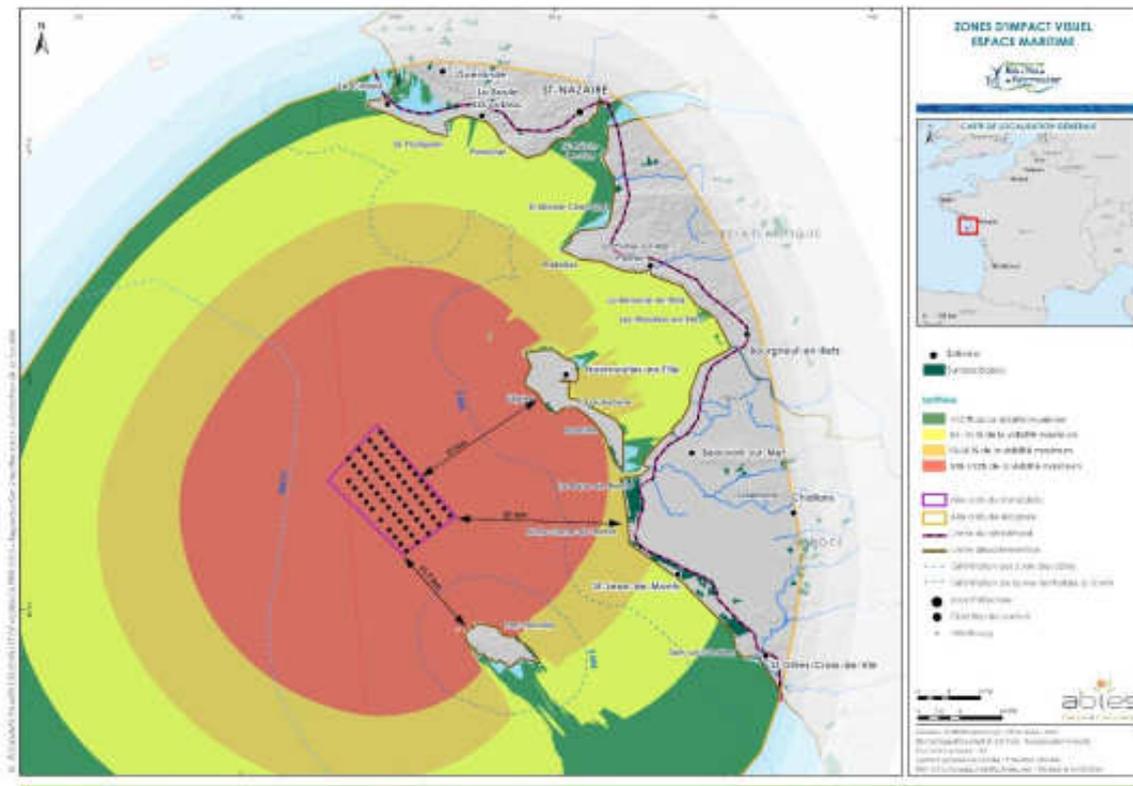
EMPREINTE VISUELLE DU PARC EOLIEN DEPUIS L'ESPACE MARITIME

De la même manière que pour la partie terrestre, les calculs de visibilité ont été réalisés en mer autour du parc. Pour des raisons liées à la lisibilité du document, cette carte de synthèse (Carte 19) n'inclut pas les parties terrestres.

Le calcul de visibilité tient également compte :

- ▶ du nombre d'éoliennes ;
- ▶ de la hauteur visible des éoliennes ;
- ▶ de la géométrie de l'implantation du parc et son étendue ;
- ▶ de la diminution de la visibilité en fonction de l'éloignement au parc.

Carte 19 : Zones d'impact visuel (espace maritime)



Au format A3 dans l'atlas

En milieu maritime, au-delà des îles, aucun obstacle visuel ou événement topographique ne vient modifier la vision sur les éoliennes du parc. L'éloignement est le seul élément entrant en compte pour la visibilité des éoliennes.

La visibilité du parc éolien est jugée forte dans la zone maritime sur un périmètre d'une quinzaine de kilomètres autour du parc.

L'empreinte du parc évaluée sur la base du calcul de visibilité théorique, fait ressortir les différents points suivants :

- ▶ une visibilité forte depuis le littoral de l'Ile d'Yeu, au niveau de Port-Joinville et de ses abords, et au niveau de la frange ouest de l'Ile de Noirmoutier ;
- ▶ une visibilité moyenne à l'intérieur de l'Ile de Noirmoutier et sur la bande littorale entre La Barre-des-Monts et Notre-Dame des Monts ;
- ▶ Une visibilité faible en bordure de la frange rétro-littorale ;
- ▶ Une visibilité négligeable sur les parties littorales dans le secteur de Le Croisic et à l'intérieur des terres ;
- ▶ Une visibilité forte sur l'espace maritime sur une quinzaine de kilomètres autour du parc.

3.4.2.1.3 Impacts paysagers du parc éolien en mer

Les unités géographiques représentent l'échelle de base de l'interprétation du paysage au sein de l'aire d'étude éloignée. Les niveaux d'impacts sont définis à partir :

- Du degré d'enjeu retenu à l'état initial ;
- De la visibilité théorique donnée par le calcul.

Tableau 66 : Grille d'appréciation théorique des impacts paysagers

Enjeu	Visibilité	Impact retenu
Fort	Visibilité entre 50% et 100% de la visibilité maximum	Fort
	Visibilité entre 25 et 50 % de la visibilité maximum	
	Visibilité comprise entre 10 - 25 % de la visibilité maximum	Moyen
	Visibilité inférieure à 10 % de la visibilité maximum	Faible
Moyen	Visibilité entre 50% et 100% de la visibilité maximum	Fort
	Visibilité entre 25 et 50 % de la visibilité maximum	Moyen
	Visibilité comprise entre 10 - 25 % de la visibilité maximum	
	Visibilité inférieure à 10 % de la visibilité maximum	Faible
Faible	Visibilité entre 50% et 100% de la visibilité maximum	Moyen
	Visibilité entre 25 et 50 % de la visibilité maximum	
	Visibilité comprise entre 10 - 25 % de la visibilité maximum	Faible
	Visibilité inférieure à 10 % de la visibilité maximum	
Négligeable	De 0 à 100 % de la visibilité maximale	Négligeable

Source : Abiès, 2016

A ces critères de base, sont ajoutés d'autres plus qualitatifs, afin d'apprécier la concurrence visuelle entre les éoliennes et des repères terrestres (côtes notamment). La possibilité réelle de vues vers le parc éolien est également un facteur qualitatif pris en compte.

CHOIX DES LIEUX DE PRISES DE VUES POUR LES PHOTOMONTAGES

Le travail d'appréciation des impacts s'appuie sur les photomontages réalisés par Geophom. Les lieux de prise de vue ont été choisis en fonction des enjeux définis dans l'état initial. Ils permettent également d'apprécier la diversité des situations de visibilité, notamment d'éclairage, vers les éoliennes.

Ces simulations ont ainsi été réalisées pour montrer le niveau d'impact :

- Les simulations 1 et 2 montrent les impacts, faibles, depuis la côte urbanisée au nord. De même pour le secteur du Marais Breton (placé en impact faible), avec les simulations 7 et 8.
- Les simulations 5 et 6 viennent confirmer l'impact négligeable défini à l'intérieur des terres, autour de La-Plaine-sur-Mer (simulation 5) et le long de la route bleue (simulation 6).
- Les simulations 3 et 4 montrent l'impact, moyen, sur un point à enjeu, la Pointe de Saint-Gildas.

- ▶ De même pour la simulation 9 qui permet d'apprécier, dans un secteur à enjeu plutôt moyen, un impact jugé négligeable, au passage du Gois, point emblématique du territoire.
- ▶ Les simulations 10 à 15 viennent quant à elle présenter les visibilitées dans un secteur à impact moyen, au nord de Notre-Dame-de-Monts.
- ▶ En continuant vers le sud, les simulations 16 à 25 montrent les impacts faibles (très ponctuellement moyens) au sud de Notre-Dame-de-Monts, et notamment autour de Saint-Jean-de-Monts.
- ▶ Depuis l'île de Noirmoutier, les impacts moyens à forts sont présentés sur les simulations 26 à 43. Seule la simulation 26 présente un impact négligeable depuis la face est de l'île. Une vue depuis le Pont de Noirmoutier (simulation 44) est également présentée.
- ▶ Sur l'île d'Yeu, les impacts, majoritairement forts, sont présentés sur les simulations 47 à 58. Seul le port de la Meule (simulation 47) présente un impact négligeable.

Certaines simulations (13, 24, 30, 37, 41, 50, 54, 58) ont été faites la nuit pour illustrer les impacts du balisage aéronautique des éoliennes.

De même, certaines vues ont été réalisées en hiver pour faire varier les conditions de luminosité.

Il est important de souligner que les photomontages ont été majoritairement réalisés dans des conditions de très bonne visibilité (seules quelques-unes présentent des variations d'éclairage et de nébulosité, des conditions moins favorables, afin d'illustrer un maximum de situations) et que les éoliennes ont été simulées de manière à pouvoir les distinguer aisément (rotor toujours visible de face). Il est ainsi indispensable de mettre en perspective les simulations avec les données relatives à la fréquence des visibilitées pondérées par la distance. Ces paramètres sont d'ailleurs explicités pour chacune des simulations.

Le poste électrique en mer est représenté sur les simulations. En revanche, compte tenu de sa taille (120 m) et sa structure (treillis métallique, quasi transparent à plus de 10 km), il n'est pas attendu d'effet notable du mât de mesure en comparaison des éoliennes et du poste électrique. Aussi n'est-il pas représenté sur les photomontages.

IMPACTS DEPUIS L'ÎLE D'YEU

L'analyse de l'état initial a démontré que seul le nord de la partie littorale de l'île d'Yeu offrait des vues vers l'aire d'étude immédiate. Le point terrestre le plus proche étant situé à 11,7 km de la Pointe du But, onze photomontages illustrent les impacts visuels potentiels (PM³³ 47 à 58).

Les impacts forts sont liés à des enjeux initiaux forts et une visibilité forte (plus de 50 % de la visibilité maximale, de 25 à 50 % de la visibilité maximale sur la partie orientale du littoral exposé). Le parc éolien sera toujours vu sous un angle horizontal apparent supérieur à 20° et les éoliennes apparaîtront comme des objets de plus de 1 cm placés à 1 m de l'œil.

L'organisation du parc éolien, visible en 5 lignes de 13 éoliennes depuis l'île d'Yeu (sauf une ligne qui n'en comporte que 10), participe à la minimisation des impacts visuels depuis cette île.

La ligne la plus à l'ouest pointe sur cette partie nord de l'île réduisant la prégnance horizontale du parc.

Depuis Port-Joinville et la plage de Ker Châlon, la vue vers le parc éolien en mer est latérale et non-centrale, avec un éloignement minimal d'une quinzaine de kilomètres.

Le parc éolien étant localisé au nord-ouest de l'île, l'éclairement des éoliennes au fil des jours et des saisons offre moins de situation de contre-jours.

³³ Cf. cahier de photomontage

Depuis le littoral nord de l'île d'Yeu, et notamment à la Pointe du But, les impacts visuels sont forts, liés à un éloignement d'une douzaine de kilomètres des plus proches éoliennes. L'organisation du parc en cinq lignes d'éoliennes pointant sur le nord de l'île permet cependant de minimiser ces impacts.

Sur le reste de l'île, les impacts visuels sont négligeables à nuls.

IMPACTS DEPUIS L'ÎLE DE NOIRMOUTIER

Du fait de l'organisation de l'île et de la présence régulière d'une végétation boisée (absente sur l'île d'Yeu), l'analyse de l'état initial a montré que seule la façade ouest de l'île de Noirmoutier offrait des vues directes vers le parc en mer. L'enjeu a été qualifié de fort entre l'Herbaudière et la Guérinière du fait d'une plus grande proximité avec l'aire d'étude immédiate (16,5 km au plus proche) et de moyen entre la Guérinière et le pont de Noirmoutier (20 kilomètres au moins).

Les impacts forts sont liés à des enjeux initiaux forts et une visibilité forte (plus de 50 % de la visibilité maximale). Le parc éolien sera toujours vu sous un angle horizontal apparent supérieur à 20° et les éoliennes apparaîtront comme des objets de plus de 1 cm placés à 1 m de l'œil (entre 0,5 et 1 cm sur la partie est du littoral concerné). Toutefois, des critères qualitatifs permettent de moduler les impacts, notamment la possibilité de visualiser les éoliennes en même temps qu'un élément côtier est le principal de ces critères.

Dix-huit photomontages (PM 26 à 43) permettent d'apprécier les impacts visuels potentiels.

Si les vues sont directes, elles sont rarement confrontantes, c'est-à-dire qu'elles n'offrent pas de comparaison d'échelle avec des éléments terrestres. L'organisation géométrique du parc éolien apparaît parfois avec des alignements pointants sur le littoral entre l'Herbaudière et la Guérinière. Elle peut permettre, quand elle est perceptible, de minimiser l'impact du parc éolien.

Le principal facteur d'atténuation reste la distance avec un éloignement minimal de 16,5 km pour la plus proche éolienne et plus de 24 km pour la plus éloignée de la Digue du Port Morin.

Les impacts visuels sont forts depuis la moitié nord de la façade ouest de l'île de Noirmoutier, du fait d'une distance de 16,5 km au plus proche, du parc éolien. L'organisation géométrique du parc tend à minimiser cet impact quand elle est perceptible.

Les impacts visuels sont moyens depuis la moitié sud de la façade ouest de l'île de Noirmoutier, avec un éloignement de 20 km au moins du parc.

Depuis le reste de l'île, façades nord et est, les impacts sont négligeables à nuls.

IMPACTS DEPUIS LA FAÇADE LITTORALE BALNEAIRE VENDEENNE

Au sein de la façade littorale du Pays de Monts, la frange comprise entre La-Barre-de-Monts et Notre-Dame-de-Monts constitue la partie « continentale » la plus proche du parc éolien (20 km au minimum) et présente un enjeu moyen. Cette unité paysagère est plus éloignée et présente une valeur patrimoniale un peu moins élevée que l'île de Noirmoutier pourtant proche. Au sud de Notre-Dame-de-Monts l'enjeu est faible, du fait d'un éloignement important par rapport au parc et d'une orientation principale face au sud-ouest (alors que le parc est situé au nord-ouest).

Les impacts moyens sont liés à des enjeux initiaux moyens mais à une visibilité finale comprise entre 25 et 50 % de la visibilité maximale. Le parc éolien sera en effet vu sous un angle horizontal apparent compris entre 20 et 30° et les éoliennes apparaîtront comme des objets de 0,5 à 1 cm placés à 1 m de l'œil. Là aussi, des critères qualitatifs (visibilité, angle horizontal, etc.) permettent de moduler les impacts.

Pour les impacts faibles, les enjeux initiaux étaient plus faibles et la visibilité est également plus faible (moins de 25 % de la visibilité maximale) avec un parc éolien qui sera vu sous un angle horizontal apparent inférieur à 20° ; les éoliennes apparaîtront comme des objets de taille inférieure à 0,5 cm placés à 1 m de l'œil.

Quinze simulations visuelles montrent les impacts visuels potentiels depuis cette côte où alternent espaces urbains et espaces naturels (photomontages PM 11 à PM 25).

Côte sans relief, sauf au sud de Sion-sur-l'Océan, les vues sont possibles seulement depuis le bord de mer et à des altitudes voisines de zéro. La seule exception est le château d'eau panoramique Kulmino distant de 24 km qui offre une vue à 70 m de hauteur vers le parc (PM 16).

Les vues ne sont pas confrontantes avec les îles d'Yeu et de Noirmoutier, il n'y a donc pas de comparaison d'échelle possible (à noter que l'île d'Yeu culmine à 32 m et celle de Noirmoutier à 20 m). En revanche, les intervisibilités sont régulières depuis la frange littorale nord du Pays de Monts. Le principal facteur d'atténuation reste la distance avec un éloignement minimal de 20 km pour la plus proche éolienne et plus de 32 km pour la plus éloignée à La-Barre-de-Monts.

Les impacts visuels sont considérés moyens pour la frange comprise entre La-Barre-de-Monts et Notre-Dame-de-Monts, liés à un éloignement minimal d'une vingtaine de kilomètres, et des vues basses.

Au sud de Notre-Dame-de-Monts, les impacts visuels sont faibles du fait d'un plus grand éloignement par rapport au parc ainsi qu'une façade tournée vers le sud-ouest, alors que le parc est au nord-ouest.

IMPACTS DEPUIS LA LIAISON MARITIME FROMENTINE – YEU

L'impact visuel depuis la liaison maritime entre Fromentine et l'île d'Yeu est faible. Sur cette traversée, l'impact maximal est à l'approche de l'île d'Yeu. C'est en effet à ce niveau que la navette maritime passe au plus près du parc éolien (13 km au minimum) et que l'échelle verticale des éoliennes peut être comparée à celle de l'île puisqu'en situation d'intervisibilité.

Les éoliennes peuvent constituer un repère, voire une curiosité sur ce trajet maritime, pauvre en observations paysagères d'une durée de 45 minutes environ. La vue depuis les navettes est une vision dynamique susceptible de mettre en valeur l'organisation du parc sous la forme d'alignements (photomontages PM 44 et 45).

Les impacts paysagers sont faibles, avec un niveau maximum à l'approche de l'île d'Yeu (passage au plus proche et confrontation des échelles verticales).

Les lignes d'éoliennes constituent des repères sur le trajet dynamique des navettes maritimes.

IMPACTS DEPUIS LA COTE URBANISEE ENTRE LE CROISIC ET BOURGNEUF-EN-RETZ

L'éloignement minimal de 30 kilomètres à l'aire d'étude immédiate explique la faiblesse des enjeux. Sept photomontages permettent d'apprécier les impacts visuels potentiels (PM 1 à 7).

Ces impacts faibles s'expliquent par des enjeux initiaux faibles et une visibilité faible (moins de 25 % de la visibilité maximale) avec un parc éolien qui sera vu sous un angle horizontal apparent inférieur à 20° et des éoliennes qui apparaîtront comme des objets de taille inférieure à 0,5 cm placés à 1 m de l'œil.

Comparées aux autres, les vues depuis la Pointe de Saint-Gildas sont les plus impactantes depuis cette côte (PM 3 et 4). Elles ne sont toutefois pas confrontantes avec des éléments terrestres de comparaison d'échelle verticale. En outre, du fait de l'éloignement et de son altitude, il n'y a pas de réelle situation d'intervisibilité avec l'île de Noirmoutier.

Le projet de parc éolien en mer de Saint-Nazaire sera le point d'appel paysager principal depuis cette côte urbanisée, en particulier depuis le linéaire côtier entre Le Croisic et la Pointe de Saint-Gildas, du fait de sa plus grande proximité. Cependant, des intervisibilités avec les deux parcs éoliens en mer relèvent ponctuellement le niveau des impacts visuels potentiels à moyen.

Selon les données de Météo-France, enregistrées à la station de l'île d'Yeu et généralisées aux parties littorales considérées dans l'évaluation des impacts du présent projet, les conditions de bonne visibilité au-delà de 30 km sont inférieures à 5% du temps.

Les impacts visuels sont globalement faibles liés à un grand éloignement (30 km au plus proche du parc). Les intervisibilités potentielles avec le projet de parc éolien en mer de Saint-Nazaire relèvent ponctuellement le niveau à moyen, comme à la Pointe de Saint-Gildas.

IMPACTS DEPUIS LE MARAIS BRETON

Deux photomontages illustrent les vues potentielles depuis le Marais Breton, vaste territoire où les eaux douces et salées s'affrontent dans un paysage plat façonné par l'homme (PM 08 et 09).

Les impacts faibles s'expliquent par des enjeux initiaux faibles et une visibilité faible (moins de 25 % de la visibilité maximale) avec un parc éolien qui sera vu sous un angle horizontal apparent inférieur à 20° et des éoliennes qui apparaîtront comme des objets de taille inférieure à 0,5 cm placés à 1 m de l'œil.

L'éloignement important (25 km pour le passage du Gois et 33 km pour la pointe des Brochets à Bouin), la rotundité de la Terre et l'écran formé par l'île de Noirmoutier rendent compte d'impacts visuels faibles à négligeables.

Les impacts paysagers sont négligeables à faibles depuis le Marais Breton, liés à l'éloignement important par rapport au parc et à l'obstacle visuel que représente l'île de Noirmoutier.

IMPACTS AU CREPUSCULE ET IMPACTS NOCTURNES

Plusieurs simulations ont été réalisées sur des prises de vue effectuées en fin d'après-midi ou au crépuscule. Le choix des points de vue s'est fait selon la fréquentation tardive des sites par le public (présence d'une esplanade ou d'un front de mer touristique comme à Port-Joinville, Sion-sur-l'Océan, Saint-Jean-de-Monts, etc.). En comparaison avec celles réalisées depuis les mêmes lieux le matin, ces simulations montrent que l'éclairage latéral voire l'éclairage en arrière des éoliennes renforce leur visibilité. Les éoliennes apparaissent généralement plus distinctement sur l'arrière-plan de ciel et sont même très visibles en situation de contre-jour, au coucher du soleil notamment (PM 20, 28, 31, 33 ou 42). Ceci n'est valable que dans des conditions de visibilité satisfaisantes (ciel dégagé ou clair). Dès que des nuages sont présents ou que la brume vient atténuer la présence de la ligne d'horizon, les éoliennes sont nettement moins visibles. Les niveaux d'impact diurne retenus pour chaque secteur géographique sont revus légèrement à la hausse en fin de journée ou au crépuscule.

Huit simulations nocturnes ont été effectuées (photomontages PM 13, 24, 29, 36, 40, 49, 52 et 56) depuis autant de lieux différents. Ces simulations montrent que le balisage aéronautique (obligatoire) a un impact faible à négligeable depuis la plupart des vues, notamment depuis les points de vue ou encore les plages qui ne sont pas spécialement aménagées pour une fréquentation nocturne.

En revanche depuis les fronts de mer aménagés, ce balisage peut modifier l'appel visuel qui se fait actuellement vers les parties éclairées et urbanisées de la côte puisqu'au sein de ces vues les feux à éclats sont susceptibles d'attirer le regard, d'où un impact considéré comme moyen à fort. Inversement, l'éclairage du littoral, beaucoup plus visible depuis la côte, peut atténuer la perception que l'on aura des feux de balisage des éoliennes au large. L'impact de ce balisage est donc moyen depuis la côte.

Le balisage maritime quant à lui ne sera pas visible depuis la côte puisqu'il a une portée limitée à 2 milles nautiques.

Les simulations montrent que les éoliennes seront plus visibles et auront donc plus d'impact en fin de journée et au crépuscule, notamment en situation de contre-jour.

L'impact du balisage aéronautique par feux à éclats depuis la côte est considéré comme moyen. Cet impact est nul en ce qui concerne le balisage maritime.

Le tableau ci-dessous présente les niveaux d'impact retenus pour l'ensemble des unités paysagères mentionnées ci-dessus.

Tableau 67 : Evaluation des niveaux d'impact

Unités paysagères	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet	Niveaux d'impact
Ile d'Yeu	Fort	Fort sur la façade nord entre la Pointe du But et la Pointe des Corbeaux	Fort	Fort
		Négligeable sur la façade sud	Négligeable	N. Ev.
Ile de Noirmoutier	Fort	Fort sur la partie nord de la façade sud-est entre la Pointe de l'Herbaudière et La pointe de la Loire	Fort	Fort
		Moyen sur la partie sud de la façade sud-est entre La Guérinière et le Pont de Noirmoutier	Moyen à Fort	Moyen
		Négligeable sur la façade nord-ouest	Négligeable	N. Ev.
Façade littorale du pays de Monts	Moyen	Moyen entre La-Barre-de-Monts et Notre-Dame-de-Monts	Moyen	Moyen
		Faible entre Notre-Dame-de-Monts et Saint-Gilles-Croix-de-Vie	Moyen au maximum	Faible
Littoral urbanisé	Moyen	Faible entre Le Croisic et Le Pouliguen	Faible au maximum	Faible
		Faible entre Le Pouliguen et Pornichet	Faible au maximum	Faible
		Faible entre Pornichet et l'embouchure de la Loire	Faible au maximum	Négligeable
		Faible entre l'embouchure de la Loire et Tharon-plage	Négligeable	N. Ev.
		Négligeable entre Tharon-plage et St-Gildas	Négligeable	N. Ev.
		Faible entre St-Gildas et Pornic	Faible	Faible
		Faible entre Pornic et Bourgneuf-en-Retz	Faible	Faible
Pays de Retz et Presqu'île de Guérande	Négligeable	Négligeable	Faible au maximum	Négligeable
Marais Breton	Moyen	Faible entre Bourgneuf-en-Retz et passage du Gois	Faible	Faible
		Moyen entre le passage du Gois et La-Barre-de-Monts	Faible au maximum	Moyen au maximum

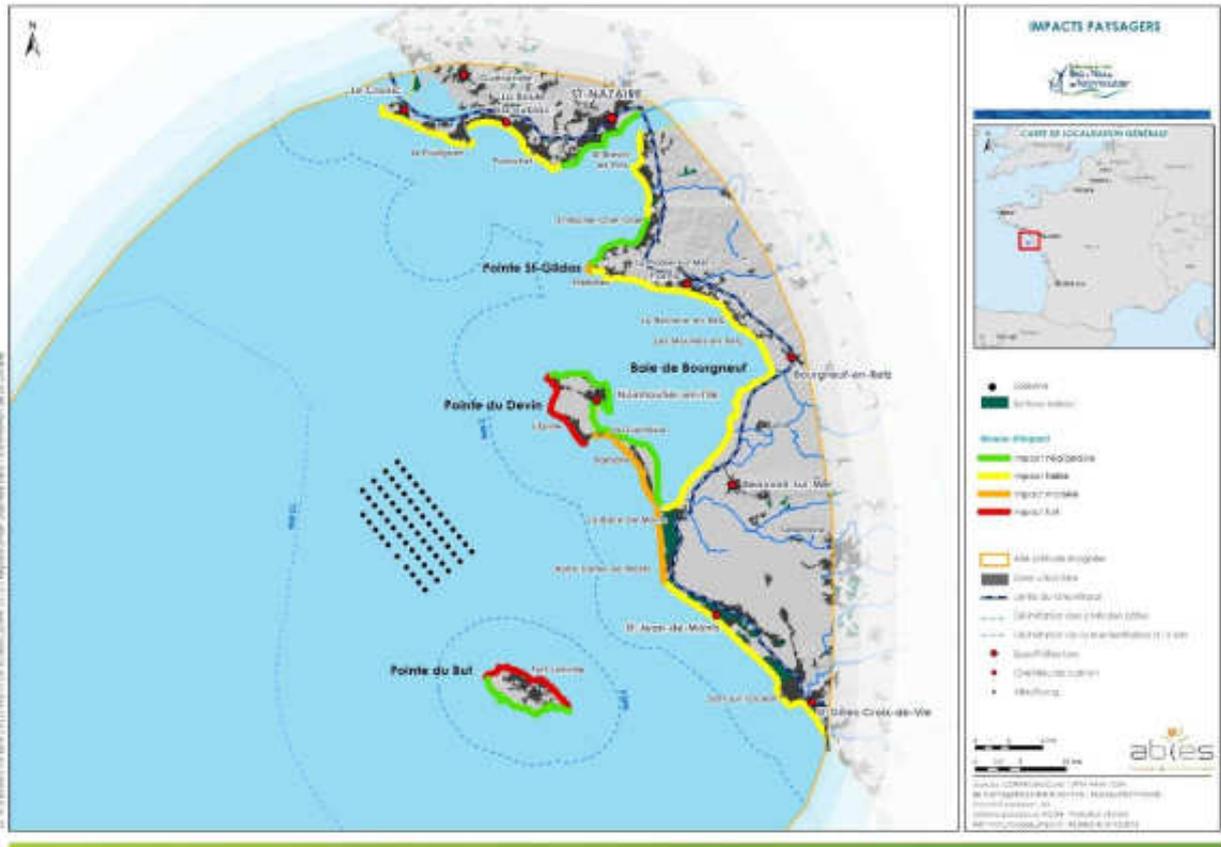
3. Analyse des effets et des impacts du projet sur l'environnement et sur la santé

3.4 Impacts sur le paysage et le patrimoine maritime et littoral

3.4.2 En phase d'exploitation



Carte 20 : Synthèse des impacts paysagers



Au format A3 dans l'atlas

Paysage et patrimoine culturel – Phase d'exploitation

L'impact diffère selon des unités paysagères et des points de vue. La Carte 12 et le **Tableau 67** permettent d'apprécier les différents niveaux d'impact retenus, détaillés également dans le tableau ci-après.

Visibilités, covisibilités et prégnance visuelle

Composante (=unité paysagère)	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet (= visibilité théorique)		Impact
	Négligeable à moyen	Négligeable à forte	Négligeable à fort		
			Direct	Permanent	

3.4.2.2 Patrimoine et archéologie sous-marine

Cette partie fait le lien entre les enjeux patrimoniaux définis dans l'état initial et les niveaux de visibilité détaillés auparavant afin d'évaluer un niveau d'impact pour les différents éléments de patrimoine protégé de l'aire d'étude éloignée. Des renvois aux simulations sont faits, notamment pour les éléments de patrimoine étendus.

Ces impacts ne sont évalués que pour les éléments de patrimoine affectés d'un enjeu moyen à fort dans l'état initial.

3.4.2.2.1 Monuments historiques

L'ILE D'YEU

Trois monuments sont concernés par des enjeux forts ou moyens, tous bénéficiant d'une reconnaissance touristique. Les dolmens de la Planche à Puare et de la Gournaise (ou des Petits Fadets) sont localisés à une douzaine de kilomètres des premières éoliennes sur un littoral tourné vers le nord et le futur parc éolien en mer.

Quatre photomontages illustrent la perception depuis la partie littorale nord de l'île, dont l'un aux abords du Dolmen des Petits Fadets (PM 53 à 56). La vision sur le parc est influencée par l'éclairage et la course du soleil dans le ciel. Le parc étant au nord-ouest, il est plutôt bien éclairé au fil des jours et des saisons, avec peu de contre-jours. La partie du parc éolien la plus à l'ouest des cinq alignements d'éoliennes, apparaît de façon lisible, car elle pointe sur l'île. L'impact visuel est évalué comme fort.

Le Grand Phare de l'île d'Yeu, monument historique inscrit, bénéficie d'une visibilité depuis son sommet, visitable. L'impact visuel est considéré comme fort, du fait de la modification des vues, présentant des visibilités simultanées avec la côte et les éléments bâtis environnants (comme Port-Joinville).

NOIRMOUTIER EN L'ILE

Trois monuments historiques classés sont concernés par des enjeux moyens.

Le Dolmen de L'Herbaudière et la pointe de L'Herbaudière bénéficient d'une série de photomontages (PM 27 à 29). L'éclairage joue un grand rôle dans la perception du parc, du fait de sa localisation au sud-ouest. L'impact visuel est considéré comme moyen, même si la vue est confrontante avec des éléments terrestres.

Le phare du Pilier, sur l'île du Pilier au nord-ouest de l'île de Noirmoutier, bénéficie de vues similaires à celles depuis la pointe de L'Herbaudière mais dans un environnement strictement marin. L'impact visuel est également considéré comme moyen.

Le Dolmen submergé dit « la Table » en baie de Bourgneuf est marqué par un éloignement certain (près de 25 km pour l'éolienne la plus proche) et une basse altitude (0 m). L'île de Noirmoutier fait pour partie écran à la vue sur les éoliennes en mer. L'enjeu visuel est considéré comme faible.

LA BAULE-ESCOUBLAC

D'après l'état initial, un seul monument (inscrit) présente un enjeu moyen, il s'agit du Phare de la Banche. Ce monument est marqué par un éloignement certain (près de 26 km pour l'éolienne la plus proche) et une localisation en pleine mer. L'enjeu visuel est considéré comme faible.

Tableau 68 : Evaluation des niveaux d'impact – Monuments historiques

Composante (=Monument historique)					Enjeu	Visibilité	Impact
Commune	Monument	Protection	Distance (km)	Visibilité			
L'île d'Yeu	Dolmen de la Planche à Puare	Classé	12,1	Visibilité + Covisibilité	Fort	Visibilité	Fort
L'île d'Yeu	Dolmen de la Gournaise ou des Petits Fradets	Classé	12,1	Visibilité + Covisibilité	Fort	Visibilité	Fort
L'île d'Yeu	Le Grand Phare de l'île d'Yeu	Inscrit	13,3	Visibilité depuis le haut du phare	Moyen	Visibilité + covisibilité	Fort
Noirmoutier-en-l'île	Phares du Pilier	Classé	16,9	Visibilité + Covisibilité	Moyen	Visibilité	Moyen
Noirmoutier-en-l'île	Dolmen de l'Herbaudière	Classé	18,8	Visibilité + Covisibilité	Moyen	Visibilité + covisibilité	Moyen
Noirmoutier-en-l'île	Dolmen submergé dit « La Table »	Classé	24,5	Visibilité + Covisibilité	Moyen	Eloignement + altitude + écran	Faible
La Baule-Escoublac	Phare de la Banche	Inscrit	25,8	Visibilité + Covisibilité	Moyen	Eloignement + altitude	Faible

Patrimoine culturel – Monument historique Phase d'exploitation

L'impact diffère en fonction des monuments historiques, leur distance au projet, leur (co)visibilité avec le parc éolien, etc. Les impacts visuels sont qualifiés de forts pour deux dolmens classés monuments historiques de l'île d'Yeu et pour le Grand Phare de l'île d'Yeu. Ils sont qualifiés de **moyens** pour deux monuments historiques à Noirmoutier-en-l'île (phares du Pilier et Dolmen de l'Herbaudière). Ils sont faibles pour deux monuments historiques à Noirmoutier-en-l'île et un à La Baule-Escoublac.

Visibilités, covisibilité et prégnance visuelle

Composante (=unité paysagère)	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact
	Moyen à fort	Non concerné	Faible à fort		
			Direct	Permanent	

3.4.2.2 Sites protégés

L'ÎLE D'YEU

Le site inscrit et classé de « la côte sauvage » a été évalué en enjeu fort du fait de leur relative proximité (moins de 12 km pour la plus proche éolienne), de leur attrait touristique et de leurs franges littorales tournées pour partie vers le futur parc éolien. L'organisation du parc en cinq lignes aériées pointant sur l'île permet une meilleure intégration, qu'il est possible d'apprécier sur les photomontages 53 à 56. L'impact visuel est qualifié de fort.

NOIRMOUTIER EN L'ÎLE

« La plage de Luzeronde et les dunes » est un site inscrit tourné vers le nord-ouest et donc peu orienté vers le parc éolien situé au sud-ouest. Cependant en raison de son attrait touristique et de son éloignement de 16 km de l'éolienne la plus proche, il est classé en enjeu fort. L'impact visuel est qualifié de moyen, la vision sur le parc n'étant pas frontale.

A la différence du précédent, le site inscrit « Le quartier de Banzeau et les marais salants qui l'entourent » est évalué en enjeu moyen en particulier du fait d'un éloignement minimal de plus de 20 km. L'existence de fermetures visuelles et de premiers plans conduisent à retenir un impact visuel faible.

LA GUERINIÈRE ET L'ÉPINE

Le site inscrit « le Bois des Eloux et de la Mougendrie » est localisé à un peu plus de 16 km de la plus proche éolienne ; lieu touristique reconnu, il présente un enjeu fort. Les vues sur le parc en mer étant directes (PM 30 à 36), l'impact visuel est considéré comme fort ; cet impact fort peut être abaissé à l'intérieur des terres et dans le bois lui-même où les visibilitées sont faibles voire nulles.

BARBATRE ET BEAUVOIR-SUR-MER

Le célèbre passage du Gois a été évalué en enjeu moyen. Du fait d'un éloignement certain (près de 22 km au minimum), d'une altitude voisine de zéro et de l'existence de premiers plans, l'impact visuel est considéré comme faible (PM 09).

PORNIC

Deux sites localisés à Pornic (« les grandes vallées et Gourmalon ») et « la corniche Noeveillard ») présentent un enjeu moyen lié d'une part à une visibilité depuis le linéaire côtier sud placé en position dominante et d'autre part, à l'attrait touristique. Cependant du fait de leur éloignement très important (plus de 35 km), l'impact visuel est qualifié de faible. Le photomontage PM 7 illustre la visibilité sur le parc.

SAINT-HILAIRE-DE-RIEZ

Le site classé de « la Corniche vendéenne » à Saint-Hilaire-de-Riez est qualifié d'un enjeu moyen. L'impact visuel est considéré comme faible du fait d'un éloignement minima de près de 37 km limitant les conditions de bonne visibilité, comme le montre le photomontage PM 25.

3. Analyse des effets et des impacts du projet sur l'environnement et sur la santé

3.4 Impacts sur le paysage et le patrimoine maritime et littoral

3.4.2 En phase d'exploitation



Tableau 69 : Evaluation des niveaux d'impact – Sites protégés

Communes	Site	Protection	Distance la plus proche	Distance la plus éloignée	Visibilité	Reconnaissance	Enjeu	Visibilité	Impact
L'Île d'Yeu	L'Île d'Yeu la Côte Sauvage	Classé	11	21,4	Visibilité et covisibilité entre la Pointe du But et Port-Joinville et sur les plages des Ovaires et de la Grande Conche-Nulle au sud et au sud-est	Tourisme ++	Fort	Visibilité (et lisibilité)	Fort
L'Île d'Yeu	L'Île d'Yeu la Côte Sauvage	Inscrit	11,9	19,8	Visibilité et covisibilité sur les parties littorales - Nulle à l'intérieur des terres	Tourisme ++	Fort	Visibilité (et lisibilité)	Fort
Noirmoutier-en-l'Île	La plage de Luzeronde et les dunes	Inscrit	16,2	19,2	Visibilité et covisibilité	Tourisme ++	Fort	Visibilité partielle	Moyen
La Guérinière, l'Épine	Le bois-des-Eloux et de la Mougendrie	Inscrit	16,5	17,5	Visibilité	Tourisme ++	Fort	Visibilité directe	Fort
Noirmoutier-en-l'Île	Quartier de Banzeau et les marais salants qui l'entourent	Inscrit	20,6	22,1	Visibilité	Tourisme ++	Moyen	Ecrans partiels + premiers plans	Faible
Barbâtre, Beauvoir-sur-Mer	Le passage du Gois	Inscrit	21,6	24,8	Visibilité et covisibilité	Tourisme ++	Moyen	Ecrans partiels + premiers plans	Faible
Pornic	Les grandes vallées et Gourmalon	Inscrit	35,5	36,9	Visibilité sur les parties sud - Nulle à l'intérieur des terres	Tourisme ++	Moyen	Eloignement	Faible
Pornic	La corniche Noeuvillard	Classé	36,5	37,2	Visibilité sur les parties sud	Tourisme ++	Moyen	Eloignement	Faible
Saint-Hilaire-de-Riez	La corniche Vendéenne	Classé	36,8	38,5	Visibilité	Tourisme ++	Moyen	Eloignement	Faible

Patrimoine culturel – Sites protégés - Phase d'exploitation

L'impact diffère en fonction des sites protégés, leur distance au projet, leur (co)visibilité avec le parc éolien, etc. (Tableau 69).

Les impacts visuels sur les sites protégés sont qualifiés de forts pour les deux sites de la côte Sauvage à l'île d'Yeu et pour celui du Bois des Eloux et de la Mougendrie à la Guérinière et L'Épine. Ils sont qualifiés de **moyens** pour le site de la plage de Luzeronde à Noirmoutier-en-l'Île. Ils sont faibles pour trois sites à Noirmoutier-en-l'Île, à Pornic et Saint-Hilaire-de Riez. Tous ces sites protégés sont associés à des enjeux touristiques.

Visibilités, covisibilités et prégnance visuelle

Composante (=unité paysagère)	Enjeu		Sensibilité		Caractérisation de l'effet		Impact
	Moyen à fort		Non concerné	Faible à fort		Faible à Fort	
				Direct	Permanent		

3.4.2.2.3 Secteurs sauvegardés et les AVAP

Pour rappel aucun secteur sauvegardé ne présente d'enjeu d'après l'état initial.

NOIRMOUTIER-EN-L'ÎLE

Les visibilitées potentielles depuis les parties littorales de l'AVAP de Noirmoutier-en-l'Île, associées à une forte reconnaissance touristique, conduisent à retenir un enjeu fort.

Si les éoliennes n'impactent pas la qualité du bâti et des vues internes au tissu urbain (l'impact peut donc être considéré comme négligeable au cœur de l'AVAP), les vues depuis le front de mer concernent le parc éolien. Mais la vision sur le parc n'étant pas frontale, l'impact visuel est considéré comme moyen.

L'ÉPINE

Les enjeux de l'AVAP de L'Épine étant similaires à ceux de l'AVAP de Noirmoutier-en-l'Île (éloignement, reconnaissance) ils conduisent de la même façon à retenir un enjeu fort.

En revanche, la localisation à l'intérieur des terres limitant les vues vers la mer conduit à un impact visuel moyen.

LE POULIGUEN

L'enjeu de l'AVAP du Pouliguen présente un niveau moyen.

Du fait d'un éloignement très important (près de 35 km pour la plus proche éolienne), associé à la rareté des bonnes conditions de visibilité, l'impact visuel est qualifié de faible (photomontage PM 01).

BATZ-SUR-MER

L'enjeu de l'AVAP de Batz-sur-mer est identique à celui du Pouliguen. Pour les mêmes raisons, l'impact visuel est qualifié de faible. Le futur parc en mer de Saint-Nazaire constituera le point d'appel paysager principal, le parc des îles d'Yeu et de Noirmoutier étant situé derrière en arrière-plan.

LE CROISIC

L'enjeu de l'AVAP du Croisic est identique à ceux de Batz-sur-Mer et du Pouliguen. Pour des raisons identiques, l'impact visuel est qualifié de faible.

LA BAULE-ESCOUBLAC

L'enjeu de l'AVAP de La Baule – Escoublac est identique à ceux du Croisic, de Batz-sur-Mer et du Pouliguen. Pour les mêmes raisons, l'impact visuel est qualifié de faible.

3. Analyse des effets et des impacts du projet sur l'environnement et sur la santé

3.4 Impacts sur le paysage et le patrimoine maritime et littoral

3.4.2 En phase d'exploitation



Tableau 70 : Evaluation des niveaux d'impact – Secteurs sauvegardés et les AVAP

Commune	Protection	Distance (+ proche) km	Distance (+ éloigné) km	Visibilité	Reconnaissance	Enjeu	Visibilité	Impact
Noirmoutier-en-l'Île	AVAP	16,5	23	Visibilité depuis les parties littorales	Tourisme ++	Fort	Non frontale depuis partie littorale	Moyen
L'Epine	AVAP	16,5	19,5	Visibilité depuis les parties littorales	Tourisme ++	Fort	Présence d'écrans	Moyen
Le Pouliguen	AVAP	34,9	37,8	Visibilité depuis les parties littorales	Tourisme ++	Moyen	Eloignement et conditions de visibilité	Faible
Batz-sur-Mer	AVAP	35,6	38,7	Visibilité depuis les parties littorales	Tourisme ++	Moyen	Eloignement et conditions de visibilité	Faible
Le Croisic	AVAP	37,2	39,3	Visibilité depuis les parties littorales	Tourisme ++	Moyen	Eloignement et conditions de visibilité	Faible
La Baule Escoublac	AVAP	37,2	39,7	Visibilité depuis les parties littorales	Tourisme ++	Moyen	Eloignement et conditions de visibilité	Faible

Patrimoine culturel – Secteurs sauvegardés et les AVAP - Phase d'exploitation

L'impact diffère en fonction des sites protégés, leur distance au projet, leur (co)visibilité avec le parc éolien, etc. (**Tableau 70**). Aucune AVAP n'est considérée en impact visuel fort. Deux AVAP sont considérées en impacts visuels moyens, à Noirmoutier-en-l'Île et L'Epine. Les impacts visuels sont faibles pour quatre AVAP localisées au Pouliguen, à Batz-sur-Mer, au Croisic et à La Baule-Escoublac.

Visibilités, covisibilités et prégnance visuelle

Composante (=unité paysagère)	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact
	Moyen à fort	Non concerné	Faible à fort		
			Direct	Permanent	

3.4.2.2.4 Archéologie sous-marine

Les impacts sur l'archéologie sous-marine sont traités dans le cadre de la phase de construction du parc. Aucun impact n'est attendu sur le patrimoine archéologique sous-marin en phase d'exploitation.

3.4.3 Synthèse des niveaux d'impact pour le paysage et le patrimoine

3.4.3.1 Phase de construction et de démantèlement

Paysage et patrimoine	Visibilités, covisibilités et prégnance visuelle	Destruction du patrimoine archéologique sous-marin
Paysage	Négligeable	
Patrimoine culturel (Monuments historiques, etc.)	Négligeable	
Patrimoine archéologique sous-marin		Moyen

3.4.3.2 Phase d'exploitation

Paysage et patrimoine	Visibilités, covisibilités et prégnance visuelle (ou modification de la perception du paysage)	Destruction du patrimoine sous-marin	Perturbation lumineuse
Paysage	Négligeable à fort		*
Patrimoine culturel (AVAP, MH, etc.)	Faible à fort		
Patrimoine sous-marin		N.Ev	

* : Effets pris en compte dans l'analyse globale de l'effet « Visibilités, covisibilité et prégnance visuelle »

N. Ev. : Niveau d'impact non évalué (Non évalué selon l'approche méthodologique car effet négligeable)

3.5 Impacts sur le milieu humain

3.5.1 En phase de construction et de démantèlement

3.5.1.1 Population et biens matériels

IMPACTS SUR LA POPULATION

En phase de construction et de démantèlement, le projet n'induit aucun déplacement de population et n'affectera aucune variable démographique (effectif des populations, natalité, mortalité...). Les impacts potentiellement les plus importants pour les populations concernent :

- ▶ les visibilités, covisibilités et prégnances visuelles ;
- ▶ les perturbations lumineuses ;
- ▶ la perturbation de l'ambiance sonore aérienne ;
- ▶ la modification de la fréquentation touristique ;
- ▶ la modification de la pratique des activités de loisirs.

Ces impacts sont abordés dans le chapitre 3.4.1.1.1 qui traite des impacts sur le paysage, dans le chapitre 3.6.1.4.1 qui traite des impacts sur l'acoustique aérienne et dans le chapitre 3.5.1.4 qui traite des impacts sur le tourisme et les loisirs nautiques.

IMPACTS SUR LES BIENS MATERIELS ET L'IMMOBILIER

Le projet n'intervient pas de façon directe sur des biens immobiliers ou encore sur le foncier. L'effet le plus important concerne la modification de la valeur du patrimoine qui peut être influencée de façon indirecte par le projet.

Cet impact est apprécié en phase d'exploitation du parc.

3.5.1.2 Pêche professionnelle maritime

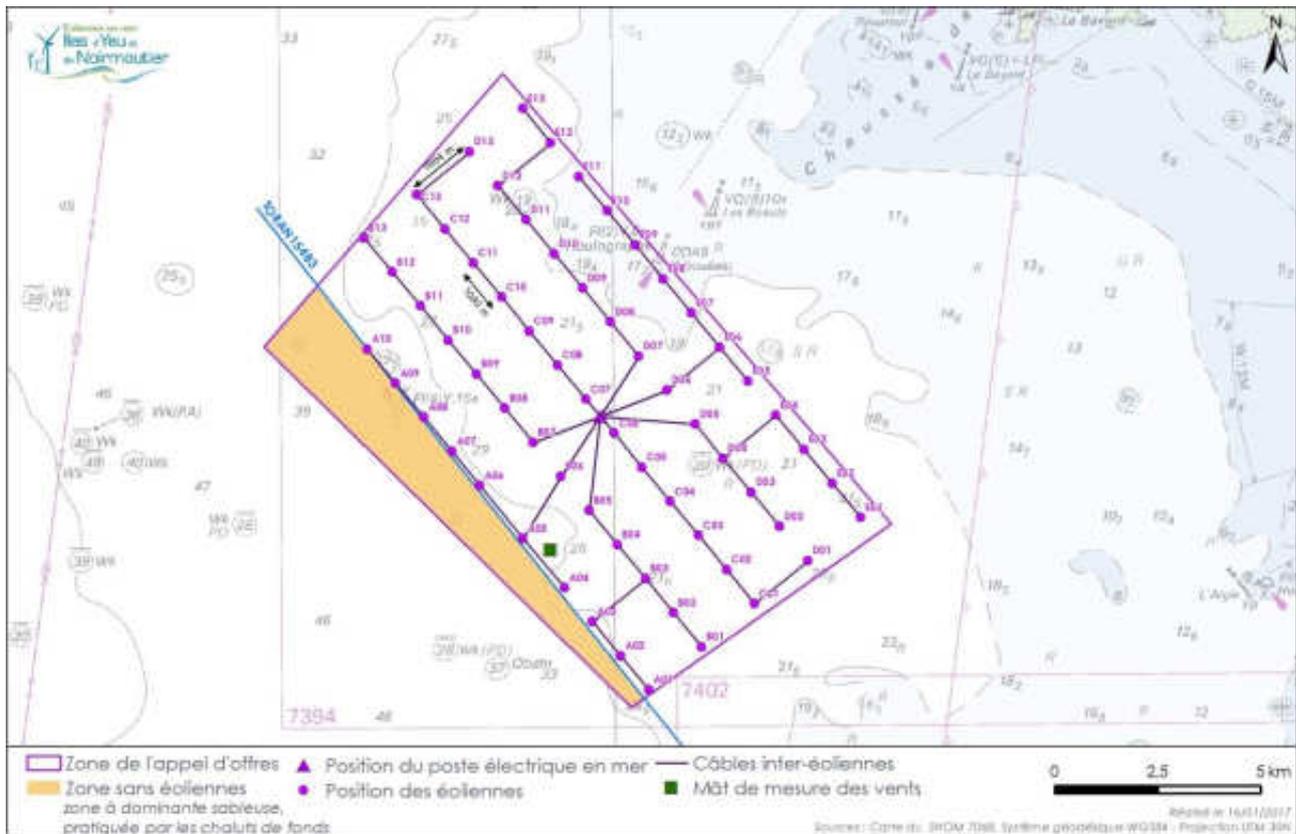
Il revient au Préfet maritime de l'Atlantique de définir, par arrêté, les restrictions d'usages qui s'appliqueront pour la pêche professionnelle dans et à proximité immédiate de la zone d'implantation du parc éolien durant les travaux.

Le schéma d'implantation des éoliennes et celui de câblage, qui ont évolué pour prendre en considération les demandes du Comité Régional des Pêches et des Elevages Marins (COREPEM) des Pays de la Loire, ont pour finalité de rendre compatible le parc éolien avec la pratique des arts dormants.

A l'issue du Débat Public de 2015, de nombreuses discussions avec le COREPEM et d'échanges avec les autorités en charge de la sécurité maritime ont conduit le maître d'ouvrage à définir un schéma d'implantation des éoliennes et des câbles qui comporte :

- ▶ Un alignement des éoliennes ligne à ligne sans décalage une ligne sur deux (quinconce) ;
- ▶ Une réduction du nombre de lignes d'éoliennes (orientée sud-est/nord-ouest) qui passe de 8 à 5 ;
- ▶ Un alignement des câbles sur des lignes d'éoliennes, dans le sens des courants dominants (nord-ouest /sud-est) ;
- ▶ Un positionnement du poste électrique en mer dans un alignement d'éoliennes.

Carte 21 : Implantation des éoliennes et schéma retenus par le maître d'ouvrage à l'issue de la phase de levée des risques



Source : EMYN, 2016

Permettant de répondre également aux enjeux environnementaux et paysagers, ce schéma, qui donne une meilleure lisibilité du parc aux professionnels de la pêche et qui favorise la pratique de leurs métiers dans de meilleures conditions de sécurité, permet l'établissement de couloirs de l'ordre de 1,6 km (environ 0,9 mille nautique - NM) entre chaque ligne d'éoliennes. Au sein des alignements, les éoliennes sont séparées d'environ 1 km (environ 0,58 NM) chacune, ce qui faciliterait le passage des bateaux pratiquant les arts dormants.

L'activité de pêche professionnelle est structurante pour les Pays de la Loire. La zone du parc éolien, très accidentée en termes de relief sous-marin, n'est pas chalutable par les chalutiers de fond (la bordure sud-ouest de la zone est néanmoins en limite des zones pratiquées). Compte tenu du contexte les enjeux sont considérés comme forts pour les arts dormants et moyens pour les arts trainants.

3.5.1.2.1 Présentation des effets

Les dispositions particulières qui seront recommandées en Grande Commission Nautique, quelques mois avant le démarrage de la phase de construction, permettront le cas échéant de proposer la réglementation eu égard à un possible séquençage des travaux. Il reviendra au Préfet Maritime de l'Atlantique de définir, par arrêté, celle qui s'appliquera pour la pêche professionnelle dans et à proximité immédiate de la zone d'implantation du parc éolien durant la phase de construction.

3. Analyse des effets et des impacts du projet sur l'environnement et sur la santé

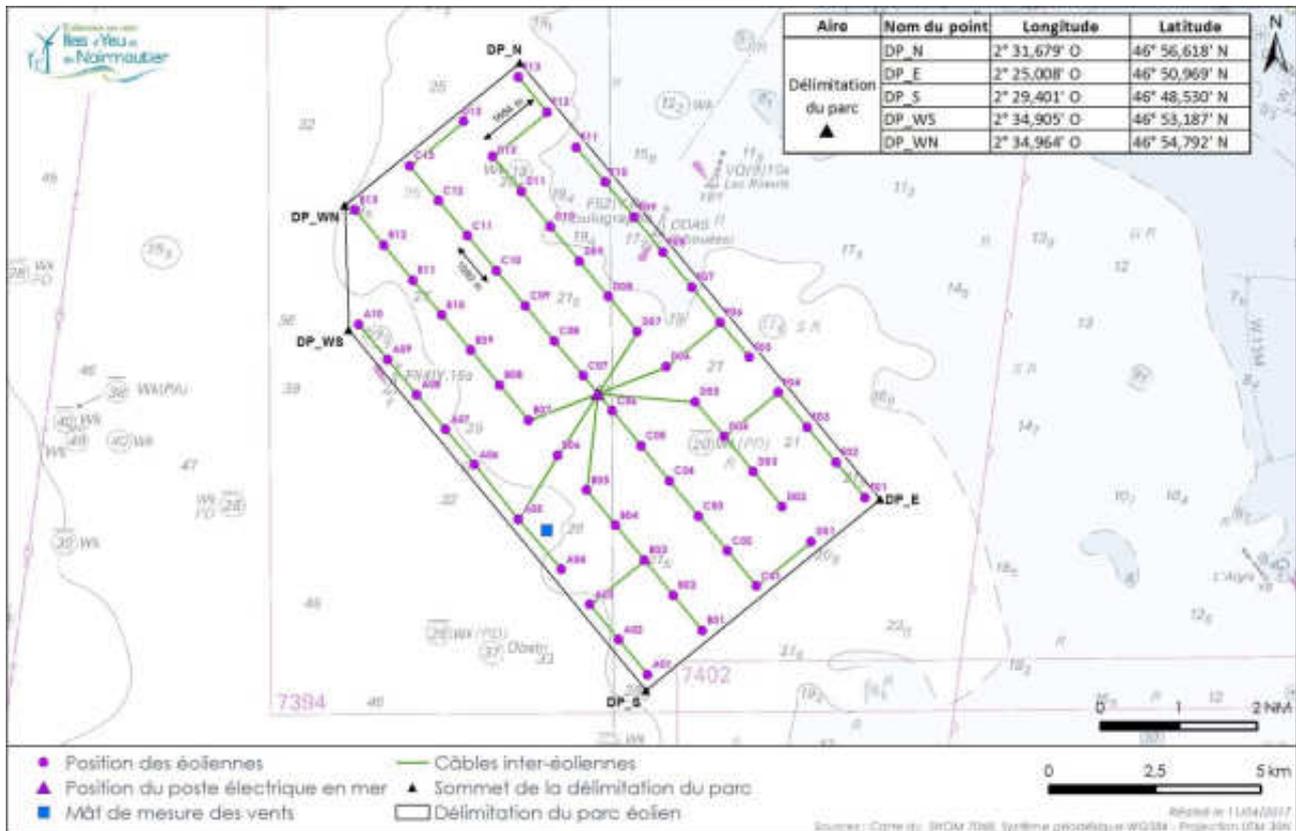
3.5 Impacts sur le milieu humain

3.5.1 En phase de construction et de démantèlement



Le parc éolien est délimité par un polygone à cinq sommets situé à 250 mètres autour du périmètre d'implantation des structures périphériques, comme indiqué dans la figure ci-dessous. Cette Zone de Délimitation du parc permettra le positionnement des navires de construction ou de maintenance lourde autour de chaque structure périphérique à l'intérieur de celle-ci.

Carte 22 : Zone de Délimitation du parc éolien



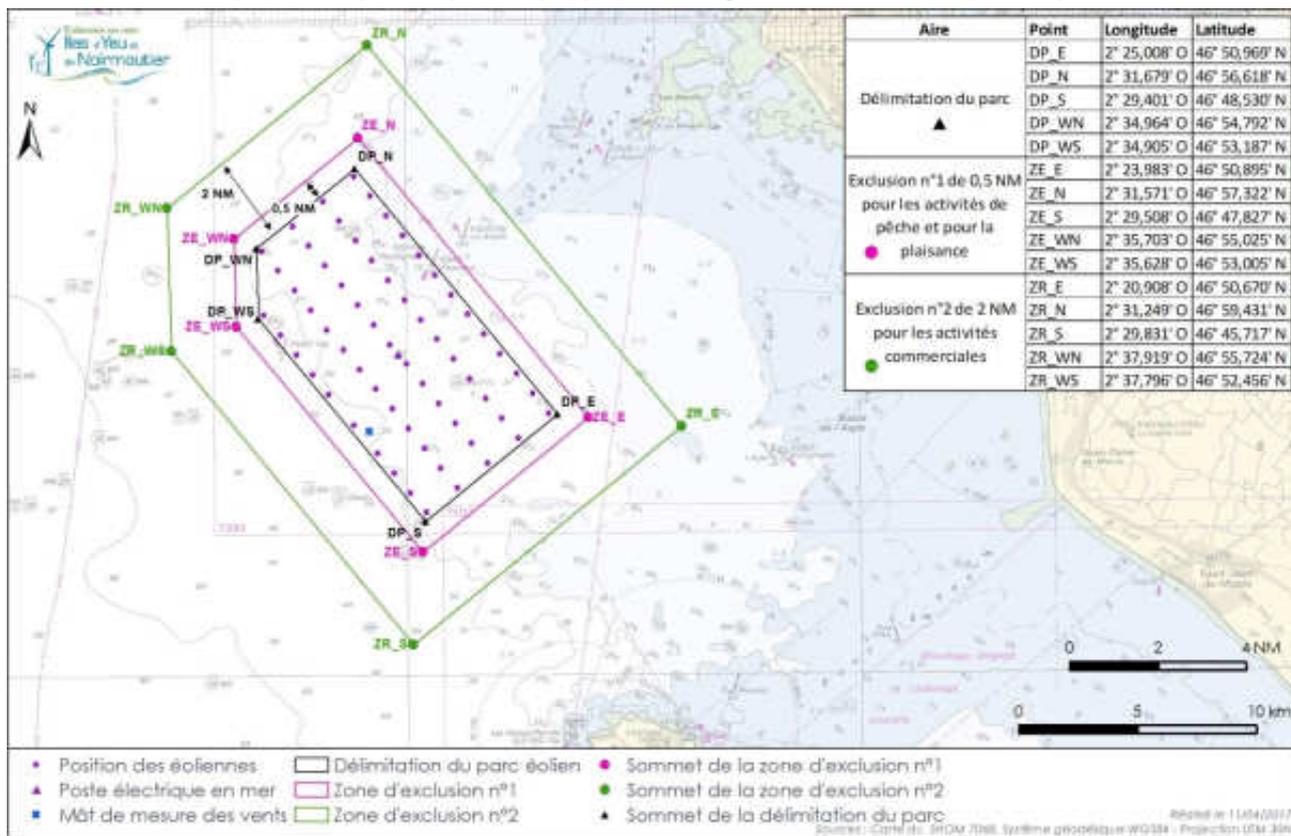
Source : EMYN, 2017

À ce stade, le scénario considéré par le maître d'ouvrage pour l'évaluation des impacts sur les composantes du milieu humain pendant la phase de construction est une interdiction totale de toute navigation et toute pratique de pêche au sein de la Zone de Délimitation du projet, ainsi que dans un périmètre de 0,5 NM (environ 930 m) autour de celle-ci.

Cette zone, appelée « zone d'exclusion à la pêche » par la suite, représentera ainsi une surface de 135 km². Elle correspond au périmètre rose dans la carte suivante.

A noter qu'en parallèle de ce scénario de fermeture totale acté pour le dépôt des demandes d'autorisation, le maître d'ouvrage continue de travailler avec les représentants des professionnels de la pêche, à l'identification de scénarios permettant de réduire les zones et périodes d'exclusion (voir Document 2 Description du Programme et état initial commun).

Carte 23 : Zones d'exclusion proposées en phase de construction pour la pêche professionnelle et la plaisance (en rose), ainsi que pour la navigation commerciale (en vert)



Source : EMYN, 2017

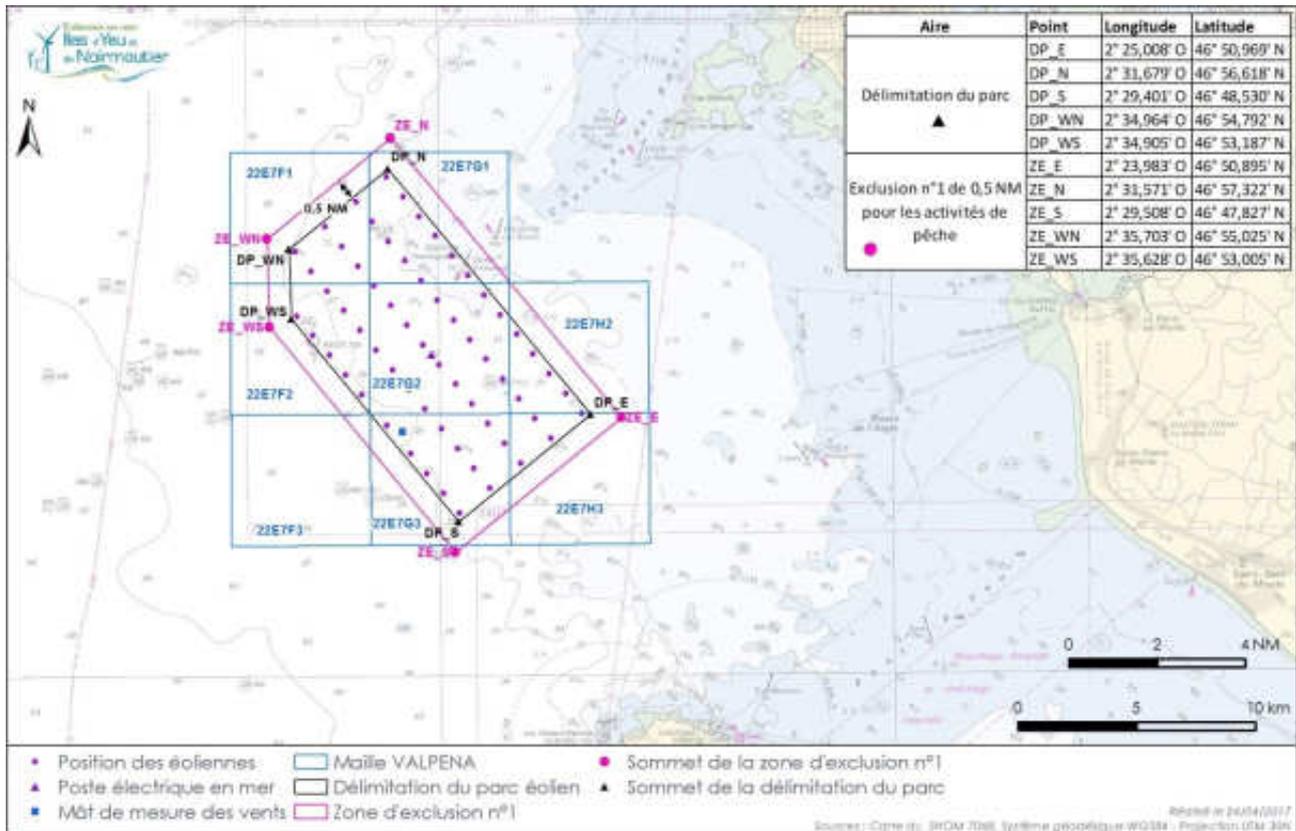
Un balisage spécifique de la Zone de Délimitation du parc (à partir de bouées marquées spécialement) sera mis en place durant la phase de construction, qui durera 22 mois (hors aléas météorologiques). Il sera complété par la présence de navires de surveillance et par la diffusion d'informations (mise à jour des cartes marines pour signaler la Zone de Délimitation et les périmètres d'exclusion, diffusion d'avis aux navigateurs...).

3. Analyse des effets et des impacts du projet sur l'environnement et sur la santé

3.5 Impacts sur le milieu humain

3.5.1 En phase de construction et de démantèlement

Carte 24 : Zone d'exclusion à la pêche considérée en phase de construction en regard de l' « aire d'étude activité de pêche VALPENA »



Source : EMYN

Les effets de ces choix et éléments de conception du projet sur l'activité de pêche sont directs et temporaires durant les 22 mois de durée des travaux³⁴. Les effets potentiellement générés lors de la phase de construction du parc éolien sur la pêche professionnelle sont :

- ▶ Une modification des activités de pêche ;
- ▶ Des restrictions de navigation pour les armements intervenant de manière régulière ou saisonnière sur cette zone ou la traversant (Effet nommé ci-après « Modification des cheminements maritimes ») ;
- ▶ Une augmentation des risques maritimes, et plus spécifiquement du risque de collision (cet effet est traité dans la partie relative à la navigation et la sécurité en mer) ;
- ▶ Les effets générés sur la ressource halieutique (ces effets sont analysés dans la partie relative aux ressources halieutiques et autres peuplements).

En revanche, aucun effet du parc éolien n'est attendu sur la pêche à pied professionnelle (ou de loisir d'ailleurs). En effet, les effets de modification hydrodynamique, de panaches turbides en phase travaux ne concernent que de faibles surfaces et périmètres (jusqu'à 500 m, soit environ 0,27 NM) autour des éoliennes sans influence sur la côte ou la dynamique sédimentaire proche du trait de côte.

³⁴ Hors conditions météorologiques défavorables

3.5.1.2.2 Évaluation des impacts

MODIFICATION DES ACTIVITES DE PECHE

Une analyse socio-économique permettant d'évaluer les impacts du projet sur l'activité de pêche professionnelle a été menée.

Elle s'est basée sur les seules données de fréquentation disponibles en 2015 au sein du COREPEM des Pays de la Loire (datées de 2010 - 2011) concernant l'activité de pêche sur la zone du parc et ses abords (« aire d'étude activité de pêche VALPENA »). Elle s'est basée également sur une analyse socio-économique spécifique à l'activité de pêche professionnelle, menée en commun entre le Réseau d'Informations et de Conseil en Economie des Pêches (RICEP) et BRLi. L'« aire d'étude activité de pêche VALPENA », d'une surface de 260 km², constitue l'aire géographique maritime de référence qui apporte la plus forte fiabilité à cette évaluation (Partie « Etat initial de l'environnement » du Document 2).

L'objectif de cette analyse socio-économique était de mesurer les impacts sociaux et les impacts économiques en termes de pertes de richesses potentielles pour l'ensemble de la filière pêche adossée à l'activité de pêche professionnelle (c'est-à-dire qu'outre la branche « armements » relative aux navires de pêche, les branches portuaires et de distribution qui en dépendent, ont été considérées).

Même si il revient au Préfet Maritime de l'Atlantique de définir, par arrêté, les restrictions d'usages qui s'appliqueront pour la pêche professionnelle dans et à proximité immédiate de la zone d'implantation du parc éolien durant la phase de construction, la présente évaluation a été réalisée en considérant une interdiction d'accès à la navigation et à la pêche professionnelle dans la Zone de Délimitation du parc, ainsi que dans un périmètre de 0,5 mille nautique autour de celle-ci³⁵ pendant toute la durée des travaux³⁶. Ce scénario implique notamment d'empiéter sur la zone sableuse pratiquée par des chalutiers de fonds qui ciblent le poisson et notamment la sole en bordure des roches du plateau des Bœufs (donc à l'ouest du parc). Cela aura ainsi un impact direct sur les activités de pêche pratiquées dans cette zone, en réduisant d'autant la surface de pêche disponible pour les arts trainants (y compris les chaluts de fond) comme pour les arts dormants.

L'« aire d'étude activité de pêche VALPENA », d'une surface de 260 km², concerne environ un tiers des navires de la région soit 111 navires. Les professionnels restent toutefois peu dépendants en moyenne à cette aire d'étude (72% y ont une dépendance inférieure à 5% de leur chiffre d'affaires). Cela masque néanmoins des disparités entre métiers.

Les plus concernés seront les arts dormants qui sont des navires souvent polyvalents (30 ligneurs et palangriers, 26 fileyeurs et 7 caseyeurs). Même si les navires basés à Noirmoutier présentent le plus grand contingent de bateaux pêchant dans « l'aire d'étude activité de pêche VALPENA », les flottilles sont réparties de manière relativement équitable entre les ports de la région. Les principales espèces ciblées sont les crustacés, le merlu, le bar et les céphalopodes (seiche), mais aussi les petits pélagiques. Ces derniers sont capturés sur dérogation par les navires pélagiques qui restent toutefois peu dépendants à cette aire d'étude, car très mobiles comme la ressource.

³⁵ A noter qu'en parallèle de ce scénario de fermeture totale acté pour le dépôt des demandes d'autorisation, le maître d'ouvrage continue de travailler avec les représentants des professionnels de la pêche, à l'identification de scénarios permettant de réduire les zones et périodes d'exclusion (Partie « Description du Programme » du Document 2).

³⁶ L'analyse a considéré une durée de travaux de 22 mois (les éventuels aléas météorologiques n'ont pas été considérés), avec un début au mois de mai.

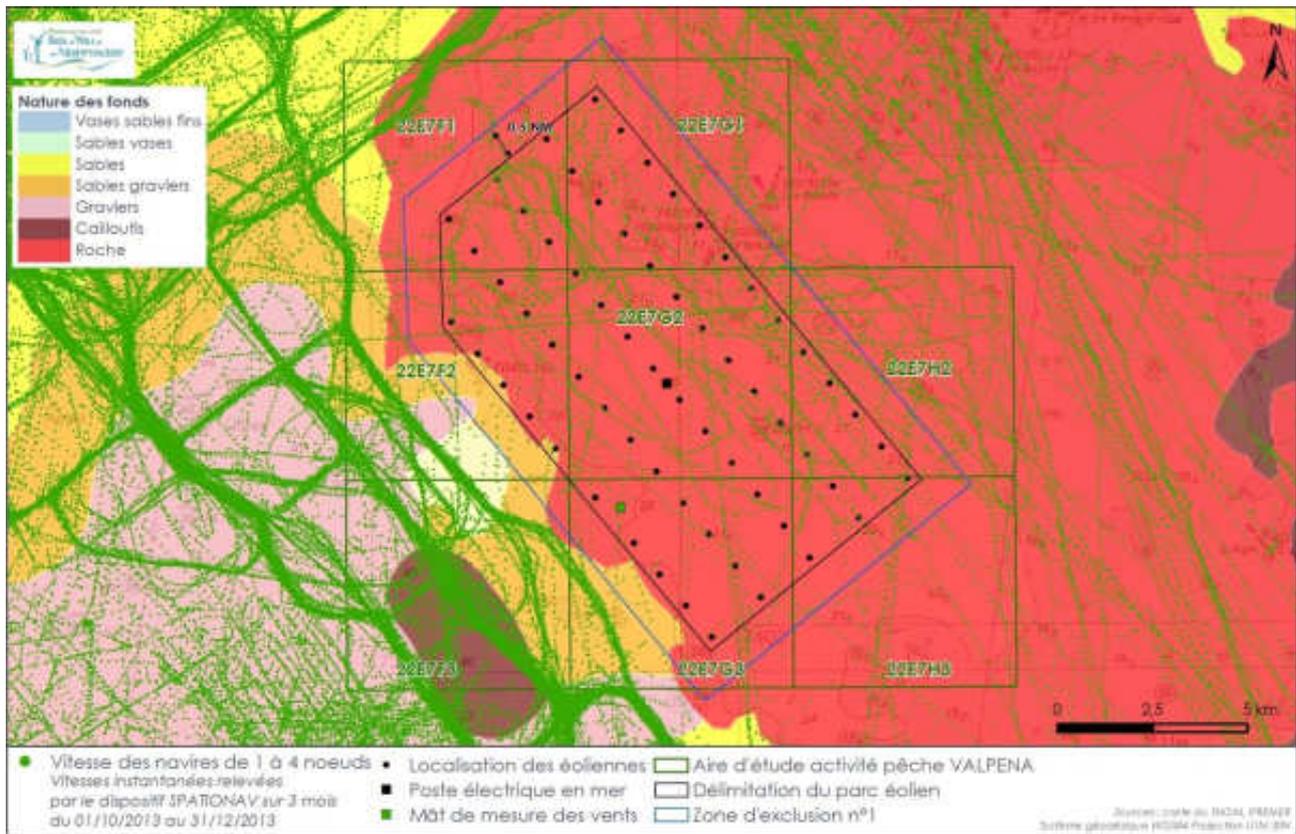
Même si les pêcheurs pratiquent toute l'année, la forte saisonnalité des activités de pêches et des espèces phares doit être prise en compte avec le printemps et l'automne comme pic d'activité :

- ▶ La sole est pêchée toute l'année, mais les chalutiers sont davantage dépendants à « l'aire d'étude activité de pêche VALPENA » en automne et jusqu'en février-mars (qui correspondait au pic de débarquement de la sole en 2010-2011) ;
- ▶ Les fileyeurs sont souvent très présents au printemps puis en automne avec une présence moins marquée mais régulière en été. Ils peuvent cibler également la sole sur l'aire d'étude ;
- ▶ Les caseyeurs seront plus impactés entre mars et fin octobre ;
- ▶ Les métiers de l'hameçon seront plutôt impactés en été et notamment lorsqu'ils ciblent le bar (pic en juillet en 2010) ;
- ▶ De nombreux arts dormants sont polyvalents et ciblent également la seiche et les benthodémersaux en automne (baudroie, merlus).

Les impacts seront donc différenciés au fil du déroulement du chantier et affecteront différents métiers au cours de l'année en fonction de la saisonnalité de leurs pratiques. Les impacts dépendront aussi de la productivité annuelle de la région en fonction des années des travaux. Du point de vue de l'impact sur les zones de pêche au sein du périmètre du parc, les préférés de l'« aire d'étude activité de pêche VALPENA » varient en fonction des années. Les zones les plus régulièrement travaillées restent celles du sud-ouest et de la zone de passage des chalutiers de fond à l'ouest en bordure du parc, comme le montre la carte ci-dessous. Durant les travaux, les arts dormants et les chaluts pélagiques pourront donc se reporter sur des territoires adjacents du plateau des Bœufs qui présentent les mêmes types d'espèces que celles observées au sein du périmètre du parc. Les chalutiers de fond qui ciblent les « accores de roche » en bordure de plateau des Bœufs pourront se reporter sur les zones adjacentes sableuses en périphérie des travaux.

Ces reports peuvent entraîner une augmentation des intrants (carburants, etc). Ce point est traité dans le chapitre relatif aux cheminements maritimes.

Carte 25 : Zone d'exclusion à la pêche en regard du trafic (données SPATIONAV) lié à la pêche sur le dernier trimestre de 2013 (en particulier l'activité des chalutiers sur les accores des roches du plateau des Bœufs)



Source : EMYN

Pour ce qui concerne l'impact économique, les résultats de l'analyse évaluent la perte potentielle de richesses engendrée, à l'échelle de la filière pêche. La situation de référence (Partie « Etat initial de l'environnement » du Document 2) pour déterminer ces pertes potentielles est la richesse créée par la filière pêche à partir de l'activité des 111 navires ligériens sur l'« aire d'étude activité de pêche VALPENA ». Celle-ci a été évaluée entre 2,8 et 2,9 M€ par an pour cette aire d'étude, sur la base des années 2010 et 2011 considérées. Aucun report d'activité des navires sur d'autres zones n'est considéré³⁷ ce qui maximise l'estimation de l'impact direct sur les armements considérés car souvent un report d'activité est observé.

Le Tableau 71 donne les résultats des évaluations d'impacts du scénario de construction pour 22 mois d'activité³⁸.

³⁷ En effet, le manque de données et de références capables d'établir le report d'activité est trop important pour pouvoir être abordé. Par contre, le dispositif de suivi présenté dans le chapitre « Mesures prévues par le pétitionnaire » permettra de fournir des éléments méthodologiques pour un suivi du report d'activité.

³⁸ A noter que l'analyse socio-économique réalisée a également évalué les impacts économiques et sociaux des deux pistes de travail envisagées à ce stade par le maître d'ouvrage et présentée dans la partie « Description du Programme » du Document 2. Ces évaluations ne sont pas détaillées dans le présent document mais apparaissent dans l'analyse socio-économique présente dans le cahier des expertises joint au présent document.

Tableau 71 : résultats des évaluations d'impacts économiques du scénario de construction considéré

Situation de référence VAD (M€) pour 1 année sur l'aire d'étude activité pêche VALPENA		SC1
		Fermeture de la zone sur la durée totale des travaux
		Durée des travaux prévue
		22 mois
2,9 M€ de richesses pour l'ensemble de la filière	Effet du parc des Iles d'Yeu et de Noirmoutier sur la filière pêche	Perte ensemble filière (M€)
		-2,73
		Equivalent par année (M€)
		-1,5
dont 1,6 M€ de richesses apportées par la branche armement		dont perte branche armement (M€)
		-1,6
		dont % absorbé par arts trainants
		46%
		dont % absorbé par arts dormants
		54%
dont 1,3 M€ de richesses apportées par les branches portuaire et distribution		dont perte branches portuaire et distribution (M€)
		-1,2
		dont % absorbé par :
		La Turballe
		11%
		Le Croisic
		13%
		Noirmoutier
		26%
		Ile d'Yeu
		14%
		Saint-Gilles-Croix-de-Vie
		13%
		Les Sables d'Olonne
		22%

Source : RICEP (2017) d'après données INSEE - 2013 et collecte auprès des armateurs

Les modalités associées au scénario de construction (SC) qui interdit toutes activités de pêche au sein du parc (arts traînants comme dormants), génèrerait une perte de richesses potentielle de l'ordre de 1,5 M€ pour la filière pêche globale chaque année, soit environ 2,7 M€ pour les 22 mois de la phase de construction. La branche armement absorberait plus de la moitié (57 %) de cette perte potentielle (0,8 M€ par an). Compte tenu de l'activité historique sur la zone, les arts traînants seraient concernés par 46 % de cette perte et les arts dormants par 54%.

D'un point de vue géographique, du fait d'une réglementation identique pour l'ensemble des pratiques de pêche, l'impact serait diffusé de manière relativement homogène sur le territoire littoral ligérien.

Pour ce qui concerne l'impact social, deux éléments en particulier sont observés : le nombre d'emplois exposés et l'impact sur la rémunération des marins.

Sur la base de l'indicateur PIB par emploi maritime d'environ 81 k€/an sur l'« aire d'étude activité de pêche VALPENA » (Partie « état initial commun » du Document 2), il est possible d'évaluer le nombre d'emplois potentiellement affectés par chaque scénario, de construction ou d'exploitation. L'évaluation des emplois induits sur l'économie de proximité se fait à partir de coefficients multiplicateurs d'emplois déterminés par bassin d'emploi d'après la théorie de la base³⁹.

³⁹ C'est sur cette théorie de la base qu'est fondée la méthode des multiplicateurs d'induction d'emplois. Des personnes employées dans un secteur génèrent d'autres emplois liés à la vie quotidienne dans un espace géographique donné. Le principe méthodologique consiste à distinguer au sein d'un bassin d'emplois les activités dites de base des activités

Tableau 72: résultats des évaluations d'impacts sociaux du scénario de construction considéré

			Emplois directs de marins (ETP)	Emplois indirects portuaires (ETP)	Emplois induits sur l'économie de proximité (ETP)	Total emplois
Situation de référence sur l'aire d'étude activité de pêche VALPENA			17 à 23 emplois ETP	12 à 18 emplois ETP	20 à 25 emplois ETP	50 à 65 emplois ETP
Situation de référence sur l'aire d'étude immédiate			8 à 10 emplois ETP	6 à 8 emplois ETP	8 à 12 emplois ETP	22 à 30 emplois ETP
	Manque à gagner potentiel par an (M€)		Nombre d'emplois directs de marins potentiellement impactés (ETP)	Nombre d'emplois indirects portuaires potentiellement impactés (ETP)	Nombre d'emplois potentiellement impactés sur l'économie de proximité (ETP)	Nombre d'emplois total potentiellement impactés (ETP)
SC1	Fermeture de la zone sur la durée totale des travaux	1,5	11	8	20	31

Source : RICEP (2017) d'après données INSEE - 2013 et collecte auprès des armateurs

Sans la mise en place de mesures compensatoires, le scénario de construction (SC) qui interdit toute activité de pêche au sein de la totalité de la zone d'exclusion à la pêche (arts traînants comme dormants) pourrait impacter 31 emplois (directs, indirects et induits) pendant les 22 mois de la phase de construction. La branche armement absorberait 11 emplois directs.

En réduisant l'activité de pêche, et compte tenu du système singulier de rémunération à la part, le pouvoir d'achat des marins peut potentiellement s'affaiblir si aucun report d'activité n'est possible.

Pour déterminer les salaires, l'entreprise de pêche soustrait au chiffre d'affaires, des frais communs qui sont dépendants de l'activité du navire, et applique à ce résultat (le "net à partager") une clé de répartition pour séparer la part équipage de la part armement. Seule l'évolution du prix du carburant (poste de dépense majeur des frais communs) peut venir modifier le taux de variabilité des frais communs au chiffre d'affaires. Mais en l'occurrence, ce facteur de variabilité étant exogène (cours mondiaux du pétrole) et non lié à l'implantation du parc éolien, on peut considérer les frais communs comme exclusivement variables au chiffre d'affaires⁴⁰. Dans ce cas, l'impact d'une baisse d'activité sur les rémunérations est égal au pourcentage de baisse de chiffre d'affaires. Si l'entreprise perd 1 % de chiffre d'affaires, les rémunérations baissent d'autant.

Au final, pour avoir un ordre de grandeur, il faut garder à l'esprit que, toutes choses égales par ailleurs, la baisse du pouvoir d'achat est égale à la baisse d'activité du navire en termes de chiffre d'affaires.

Il est important de préciser que l'analyse qui précède doit être appréhendée en intégrant différentes limites, inhérentes, soit à la source des données soit à la méthode utilisée. Elles sont présentées au chapitre relatif à la présentation des méthodes utilisées et des difficultés rencontrées.

induites. Le propre des activités de base est d'être très inégalement présentes dans les bassins d'emplois. La pêche est considérée comme une activité de base.

⁴⁰ Il se peut qu'une petite partie des frais communs soit fixe (par exemple les frais de nourriture); dans ce cas la baisse de rémunération peut être légèrement plus importante que la baisse de CA, mais l'écart reste restreint.

Dans la continuité des travaux menés, une poursuite des échanges entre le COREPEM des Pays de la Loire et le maître d'ouvrage sera nécessaire pour réaliser un état 0 de l'activité de pêche avant la construction du parc éolien qui intégrera les variabilités interannuelles pour respecter les spécificités de cette activité.

Compte tenu de la forte variabilité interannuelle des ressources et donc des stratégies de pêche, seuls des suivis à large échelle et sur des pas de temps longs (variabilité interannuelle), peuvent mesurer les impacts des reports d'activité de pêche ainsi que les effets cumulés⁴¹.

Ces reports sur d'autres zones d'activité pourront conduire certains armements à rallonger leurs temps d'accès aux sites de pêche, faire évoluer leurs stratégies pouvant conduire à une consommation supplémentaire de carburant.

L'ensemble de ces éléments contribueront, pour certains armements, à réduire leur marge d'exploitation. Cet impact reste temporaire, mais affectera les métiers les plus dépendants (arts dormants proches du site) et parmi eux ceux qui présentent une santé financière plus fragile.

En phase de démantèlement, les effets pourront être proches de ceux en phase de construction à condition d'avoir les mêmes populations de pêcheurs et les mêmes restrictions qu'aujourd'hui. Dans le cadre d'un parc pêchant, des règles de gestion adaptatives pourraient réguler l'accès, ce qui pourrait conduire une situation « avant démantèlement » nouvelle par rapport à celle d'aujourd'hui et donc à un impact légèrement différent. Après le démantèlement du site, il ne restera aucune obstruction à la pratique de la pêche.

Pêche professionnelle - phase de construction et de démantèlement

Une analyse socio-économique permettant d'évaluer les impacts du projet sur l'activité de pêche professionnelle, en considérant le cas d'une fermeture de la totalité de la zone d'exclusion à la pêche pendant toute la durée des travaux (hypothèse considérée pour l'évaluation des impacts), a été menée sur la base des seules données disponibles (2010 – 2011) au sein du COREPEM des Pays de la Loire. Son objectif était de **mesurer les impacts économiques en termes de pertes de richesses potentielles pour l'ensemble de la filière pêche adossée à l'activité de pêche professionnelle.**

Même si elle doit être appréhendée en intégrant différentes limites, inhérentes, soit à la source des données soit à la méthode utilisée, elle fait apparaître une perte de richesses potentielle de l'ordre de 1,5 M€ pour la filière pêche globale chaque année, soit environ 2,7 M€ pour les 22 mois considérés de la phase de construction. La branche armement absorberait plus de la moitié (57 %) de cette perte potentielle (0,8 M€ par an). Compte tenu de l'activité historique sur la zone, les arts traïnants seraient concernés par 46 % de cette perte et les arts dormants par 54%.

Du fait de la faible dépendance d'une majorité des 111 navires concernés par l'« aire d'étude activité de pêche VALPENA » (72% ont une dépendance inférieure à 5% de leur chiffre d'affaires), du caractère temporaire et de la possibilité de reports, mais aussi du fait que l'« aire d'étude activité de pêche VALPENA » est 3 fois plus grande que la zone propice d'implantation des éoliennes définie par l'Etat, l'impact associé à une fermeture de la totalité de la zone d'exclusion à la pêche pendant la durée des travaux apparaît d'un niveau faible pour les arts traïnants, moyen pour la majorité des armements aux arts dormants et fort pour les quelques cas d'entreprises combinant forte dépendance à l'« aire d'étude activité de pêche VALPENA » et mauvaise situation économique.

⁴¹ Le manque de données et de références capables d'établir le report d'activité est trop important pour pouvoir être abordé. De fait, le dispositif de suivi présenté dans le chapitre « Mesures prévues par le pétitionnaire » permettra de fournir des éléments méthodologiques pour un suivi du report d'activité.

Modification des activités de pêches				
Composante	Enjeu	Caractérisation de l'effet		Impact
Pêche professionnelle maritime	Moyen à Fort	Moyen à Fort pour les arts dormants, Faible pour les chalutiers pélagiques et de fond		Moyen à Fort pour quelques arts dormants
		Direct et Indirect	Temporaire	Faible pour les arts trainants ⁴²

MODIFICATION DES CHEMINEMENTS MARITIMES

Dans le cas d'une interdiction de pêche au sein de la totalité de la zone d'exclusion en phase de construction, les navires amenés à y pêcher ou à la traverser devront, sauf situation d'urgence, la contourner, rallonger leurs temps d'accès aux sites de pêche, faire évoluer leurs stratégies. Ce contournement pourra entraîner une perte de temps, un rallongement des campagnes de pêche des pêcheurs et donc une consommation supplémentaire de carburant. Ces éléments contribueront, pour certains armements, à réduire leur marge d'exploitation. Cet impact reste temporaire puisque le scénario envisagé pour la phase d'exploitation, est celui d'un parc au sein duquel la pratique des arts dormants serait autorisée, mais pendant la phase de construction, ceci pourra impacter sensiblement les entreprises à la santé financière plus fragile et les navires dont les ports d'attache sont les plus proches.

Pêche professionnelle maritime - phase de construction et de démantèlement

L'hypothèse considérée pour l'évaluation des impacts en phase de construction et de démantèlement est celui d'une fermeture à la navigation et à la pêche de la Zone de Délimitation du parc, ainsi que d'un périmètre de 0,5 mille nautique autour, pendant toute la durée des travaux (22 mois).

Le contournement du périmètre des travaux par les armements les plus dépendants à la zone et dont les ports d'attache sont les plus proches conduira à des impacts sur les coûts et marges d'exploitation de cette partie de la flotte de pêche.

Modification des cheminements maritimes				
Composante	Enjeu	Caractérisation de l'effet		Impact
Pêche professionnelle maritime	Moyen	Moyen		Moyen
		Direct et Indirect	Temporaire	

3.5.1.3 Aquaculture

3.5.1.3.1 Présentation des effets

L'état initial indique que les activités conchylicoles (parcs et filières) existantes se situent en mer ouverte et au plus proche à 17 km (environ 9.2 NM) de la zone du parc éolien sur le littoral sud de l'île de Noirmoutier et au nord-est de l'île d'Yeu. Il n'est donc pas attendu d'effets inhérents au trafic maritime généré par le parc éolien en phase de construction (risque de collisions notamment) ni de modification des cheminements maritimes habituellement empruntés par les conchyliculteurs.

⁴² Le niveau d'impact est considéré faible plutôt que négligeable pour prendre en compte l'emprise temporaire des travaux sur la zone de l'accroche des roches potentiellement ciblée par les arts trainants.

Concernant la qualité de l'eau, les suivis de la qualité sanitaire des eaux concernent principalement la recherche de bactéries fécales et de phytoplanctons susceptibles d'émettre des toxines. Les opérations envisagées ne sont pas de nature à rejeter de tels éléments ni à permettre leur dispersion étant donné l'absence de particules fines sur les fonds de la zone du parc éolien.

Ainsi, pour les phases de construction et de démantèlement, le seul effet considéré concerne le risque de pollution des eaux conchylicoles (effet « contamination par des substances polluantes ») du fait de l'existence d'un trafic sur la zone de parc éolien.

3.5.1.3.2 Evaluation de l'impact

Le risque et l'effet d'une pollution accidentelle ont été largement développés dans la partie relative à la qualité de l'eau (partie 3.2.1.5.1).

Aussi, le risque de pollution pour les parcs et filières en mer concerne la propagation de la pollution jusqu'au niveau des îles.

Le scénario considéré par le maître d'ouvrage pour l'évaluation des impacts sur les composantes du milieu humain consiste, pour ce qui concerne la phase de construction qui durera 22 mois, en une interdiction totale de toute navigation et toute pratique de pêche au sein de la Zone de Délimitation du parc, ainsi que dans une zone tampon de 0,5 NM (environ 930 m) autour de celle-ci pour les navires de pêche et de plaisance et de 2 NM pour la navigation de commerce (et plus généralement les navires de plus de 25 m). Dans l'optique de signaler les travaux, un balisage spécifique de la Zone de Délimitation du parc (à partir de bouées marques spéciales notamment) sera mis en place. Il sera complété par la présence de navires de surveillance et par la diffusion d'informations (mise à jour des cartes marines pour signaler la Zone de Délimitation du parc et les zones d'exclusion autour, diffusion d'avis aux navigateurs...).

Il apparaît donc très peu probable qu'une collision entre un navire transportant des matières dangereuses et un navire de chantier (ou une structure déjà installée du parc éolien) puisse avoir lieu. Cela est mis en évidence dans le chapitre 3.6.1.1.1 relatif aux risques maritimes.

Par ailleurs, ce risque est inhérent à tout navire empruntant les chenaux de navigation d'entrée et de sortie aux ports. Dans de telles circonstances, des protocoles existent et seront mis en place (voir Document 2 – Partie relative à la gestion des risques de pollution marine).

Il n'est donc pas attendu de contamination des bivalves ni de la population si consommation en cas de pollution accidentelle. Les coquillages soumis à la marée présentent une sensibilité faible à l'effet de risque de contamination, défini comme indirect, temporaire et faible.

Aquaculture - phase de construction et de démantèlement

Compte tenu du faible risque de pollution, notamment du fait de la mise en place de périmètre d'exclusion autour des travaux à la navigation et à la pêche et compte tenu des protocoles et plans en cas de pollution, l'effet est considéré comme indirect, temporaire et faible.

Contamination par des substances polluantes (pollution accidentelle)

Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact
Cultures marines	Faible	Faible	Faible		Négligeable
			Indirect	Temporaire	

3.5.1.4 Tourisme et loisirs nautiques

Le tourisme et les loisirs en mer correspondent bien souvent à des activités associées que l'on propose de traiter de façon conjointe.

Les effets attendus sur cette thématique sont de plusieurs types :

- ▶ Une modification de la pratique des activités de tourisme et de loisirs nautiques ;
- ▶ Une modification de la fréquentation touristique ;
- ▶ Une modification des cheminements maritimes pour la plaisance ;
- ▶ Une augmentation des risques maritimes (ce dernier effet étant étudié dans la partie relative à la navigation et à la sécurité en mer).

Durant les phases de construction et de démantèlement, les restrictions sur les activités touristiques et de loisirs nautiques se limiteront aux activités pratiquées au sein même du parc et ses abords. On rappellera que le scénario considéré par le maître d'ouvrage pour l'évaluation des impacts sur les composantes du milieu humain en phase de construction (mais aussi de démantèlement) est une interdiction totale de toute navigation au sein du périmètre du projet, ainsi que dans un périmètre de 0,5 mille nautique (environ 930 m) autour de celui-ci.

Des perturbations sont également possibles du fait de l'augmentation locale significative du trafic maritime. Les phases de construction et de démantèlement génèrent en effet la plus importante augmentation de trafic avec un nombre maximum de navires prévus en simultané compris entre 10 et 15 avec :

- ▶ 3 bateaux pour le transfert du personnel ;
- ▶ 3 bateaux pour l'installation des fondations par exemple ;
- ▶ D'autres bateaux si d'autres composants sont installés en même temps (3 navires pour les câbles, 3 navires pour le poste électrique en mer) ;
- ▶ Des navires de surveillance de la navigation destinés à sécuriser le chantier.

Le trafic induit par les allers-retours de navires intervenant sur le chantier peut potentiellement doubler le trafic observé sur la zone d'implantation du parc (entre mai 2012 et mai 2014, en moyenne 9 traversées quotidiennes de l'aire d'étude immédiate ont été observées, tout types de navires confondus). Cette augmentation de trafic est toutefois négligeable à plus large échelle.

Ces restrictions et l'augmentation de trafic, toutes deux temporaires car limitées aux phases de construction et de démantèlement, induisent un impact faible sur la pratique des activités touristiques et de loisirs nautiques. Une analyse détaillée des activités de tourisme et de loisirs concernées par la zone du parc éolien est donnée au sein du chapitre 3.5.2.4 sur les impacts relatifs à la phase d'exploitation du parc.

Durant la phase de construction et de démantèlement, il est également possible que la fréquentation touristique soit affectée de manière positive. Cet effet fait cependant l'objet d'une plus ample démonstration dans le chapitre précité.

La zone du parc éolien se situe à proximité d'un flux de trafic lié à la plaisance particulièrement important durant la saison estivale.

En effet, l'analyse des données AIS, pour la période comprise entre mai 2012 à mai 2014, démontre une activité de plaisance très faible d'octobre à avril (voire inexistante en janvier et février) sur l'aire d'étude immédiate du parc. Par contre, elle se pratique de façon significative de mai à septembre où l'on dénombre une moyenne mensuelle de 65 plaisanciers équipés d' AIS pour ces cinq mois, soit 2 traversées quotidiennes.

Les navires équipés d' AIS ne représentent néanmoins qu'une part très minoritaire des navires de plaisance, généralement non équipés d'un tel dispositif. Ce sont cependant sur des secteurs au-delà des 6 milles nautiques, comme c'est le cas de la zone de projet, que les navires équipés d' AIS sont le plus susceptibles de naviguer.

Si on considère le mois de juillet 2013, pour lequel, durant la période estivale, on observe le plus grand nombre de navires non équipés d' AIS (sans qu'on puisse les répartir entre navires de pêche et de plaisance) –et qu'on émet l'hypothèse que toutes ces pistes radars ont été émises par des navires de plaisance non équipés d' AIS-, on peut estimer un maximum de 11 traversées quotidiennes de l'aire d'étude immédiate par des navires de plaisance (équipés d' AIS et non équipés d' AIS) les mois les plus fréquentés d'été.

Le temps supplémentaire occasionné par le contournement de la zone d'exclusion à la plaisance au regard du temps nécessaire à un trajet entre ports de la façade atlantique (entre Yeu et Belle-Île par exemple) est peu impactant. Cela ne concerne néanmoins a priori qu'une faible proportion des navires de plaisance, la majorité ne naviguant pas jusqu'à cette distance à la côte.

Tourisme et loisirs nautiques – Phase de construction et de démantèlement					
Les restrictions de navigation dans la zone de délimitation du parc et à ses abords ainsi que l'augmentation du trafic mènent à une perturbation directe, temporaire et faible des activités touristiques et de loisirs nautiques. Elles engendrent également une modification des cheminements maritimes liés à la plaisance, pour laquelle l'impact est considéré moyen.					
La fréquentation touristique peut également être affectée, directement et temporairement, mais de manière faible voire positive.					
Perturbations des activités touristiques					
Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact
Tourisme et loisirs nautiques	Moyen	Faible	Faible		Faible
			Direct	Temporaire	
Modification de la fréquentation touristique					
Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact
Tourisme et loisirs nautiques	Moyen	Faible	Faible		Faible
			Direct	Temporaire	Voire Positif
Modification des cheminements maritimes					
Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact
Tourisme et loisirs nautiques	Moyen	/	Moyen		Moyen
			Direct	Temporaire	

3.5.1.5 Trafic associé aux activités maritimes commerciales et industrielles

Ces activités concernent la navigation de commerce, ainsi que la navigation associée aux travaux maritimes (extraction de granulats marins, dragage des sédiments portuaires et leur clapage en mer).

3.5.1.5.1 Présentation des effets

Le principal effet attendu sur cette composante est une modification des cheminements maritimes du fait de la fermeture totale pour la navigation commerciale de la zone de délimitation du parc et d'un périmètre de 2 milles nautiques (3,7 km) autour, pendant les phases de construction et de démantèlement, considérée pour l'évaluation des impacts.

Ces phases impliquent également une augmentation du trafic notamment aux abords du port de Saint-Nazaire ainsi qu'entre ce dernier et la zone de projet.

Par ailleurs, les différents risques maritimes, y compris le risque de collision associé à l'augmentation du trafic, sont traités dans la partie relative aux impacts sur la navigation et la sécurité en mer (3.6.1).

3.5.1.5.2 Evaluation des impacts

Les phases de construction et de démantèlement génèrent la plus importante augmentation de trafic avec un nombre maximum de navires prévus en simultanément compris entre 10 et 15.

La zone du parc éolien est distante des principaux flux de trafic des navires de commerce, ainsi que par des navires de travaux maritimes. Ainsi, sur les 25 mois étudiés, pour la période comprise entre mai 2012 à mai 2014 :

- ▶ Les navires de commerce représentent 29 % du nombre de traversées total des navires équipés d'AIS (tous types d'activités confondus) avec sept bateaux qui traversent la zone du parc éolien tous les 10 jours, dont un pétrolier tous les 6 jours.
- ▶ L'activité des navires de chantier (dragage, clapage et extraction de granulats) représente 10% du nombre de traversées total de la zone du parc éolien par ces mêmes navires. On dénombre environ 1 passage de navire concerné par des chantiers maritimes tous les 4 jours.

Pour ce qui concerne la navigation de commerce, le contournement implique un trajet additionnel que l'on peut estimer à environ 20 minutes pour un navire de type conteneur (à une vitesse de 15 nœuds). Ce temps supplémentaire et le surplus de consommation de carburant associé est peu impactant pour ce type d'activités.

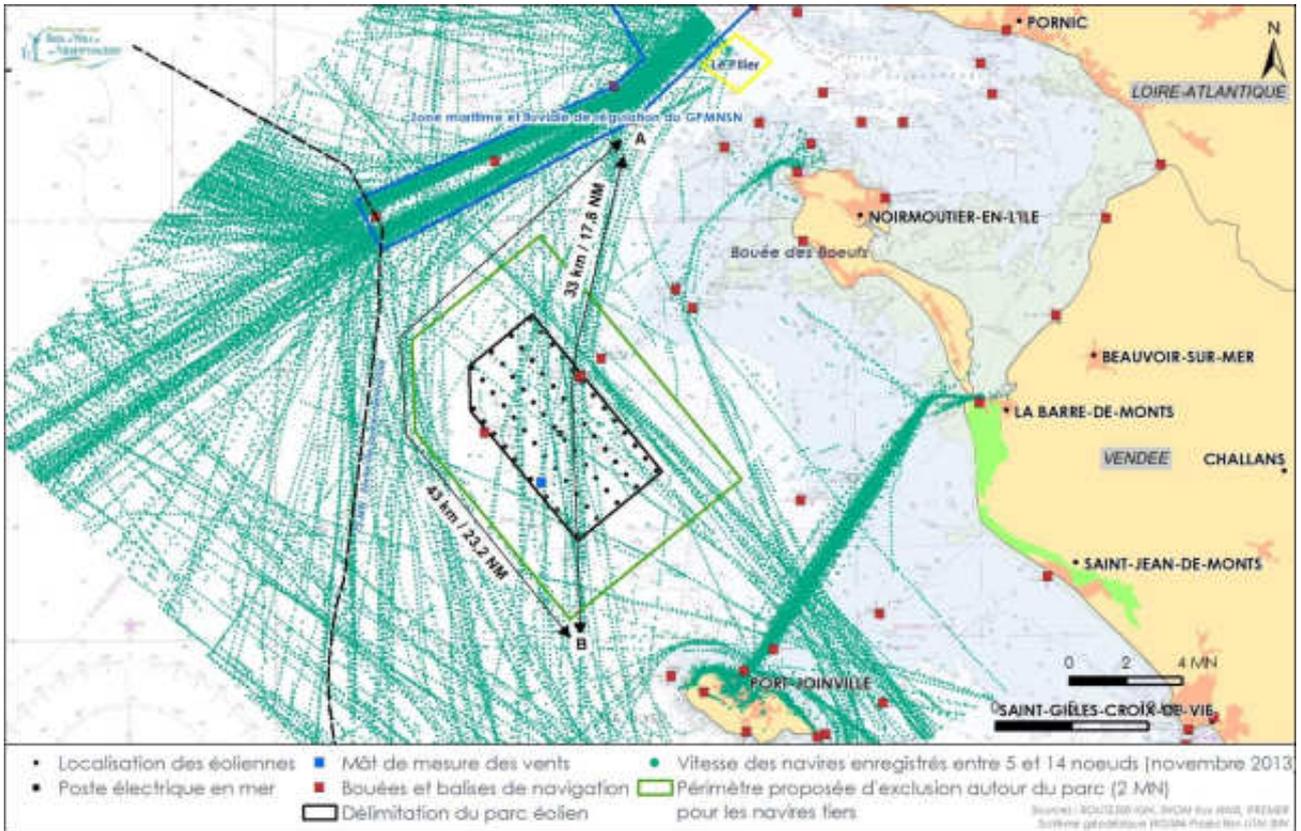
3. Analyse des effets et des impacts du projet sur l'environnement et sur la santé

3.5 Impacts sur le milieu humain

3.5.1 En phase de construction et de démantèlement



Carte 26 : Distance de contournement du parc pour un navire de commerce (sur l'exemple du trafic observé en novembre 2013)

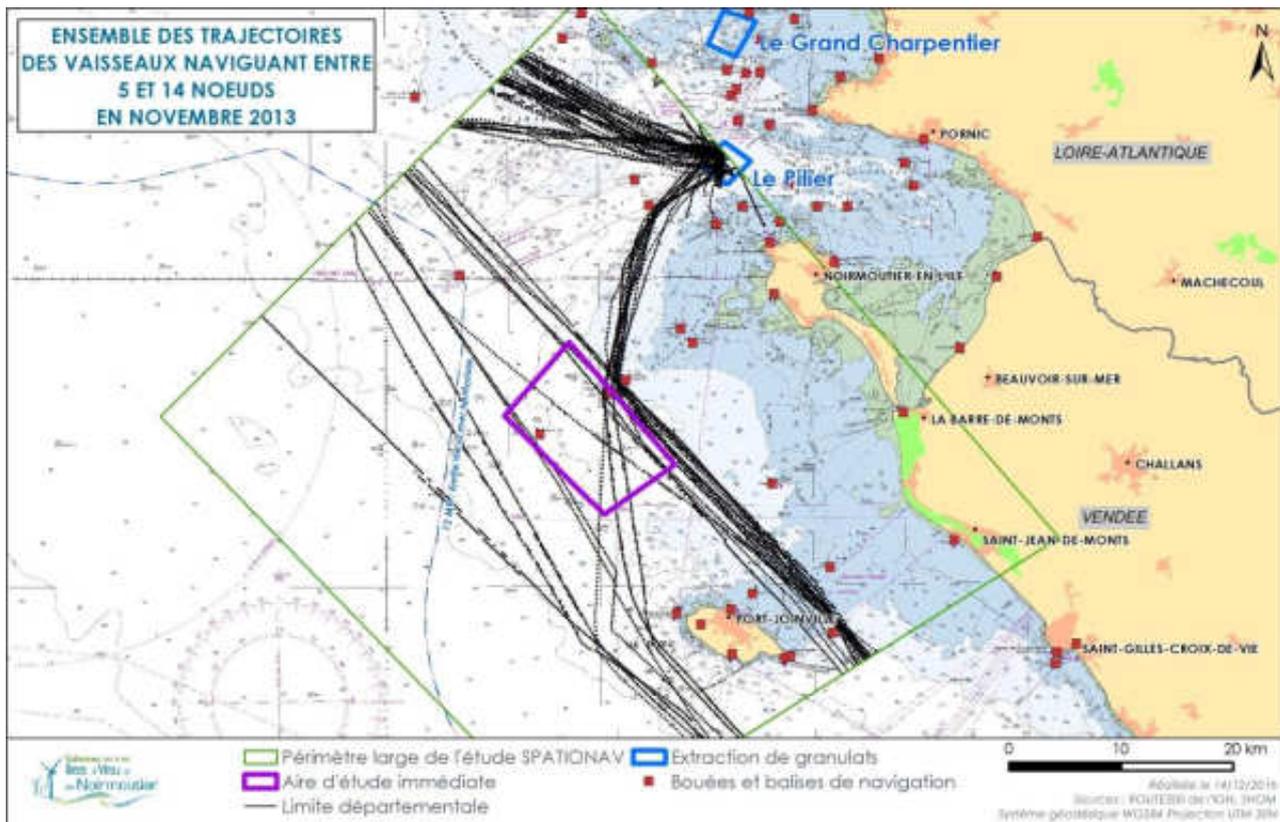


Source : EMYN, 2017

Les zones de clapage des sédiments portuaires sont localisées proches des ports concernés, à des distances importantes de la zone du parc éolien. La plus proche étant celle du port de Port-Joinville à une dizaine de kilomètres au sud-est. Il n'y a donc pas d'effet de modification des cheminements maritimes pour cette activité.

Concernant les activités d'extraction de granulats marins, même si des traversées de la zone du parc sont observées, la majorité de ce trafic passe à l'ouest de la bouée des Bœufs et longe l'est de l'aire d'étude immédiate sans la traverser, comme le montre la carte ci-dessus.

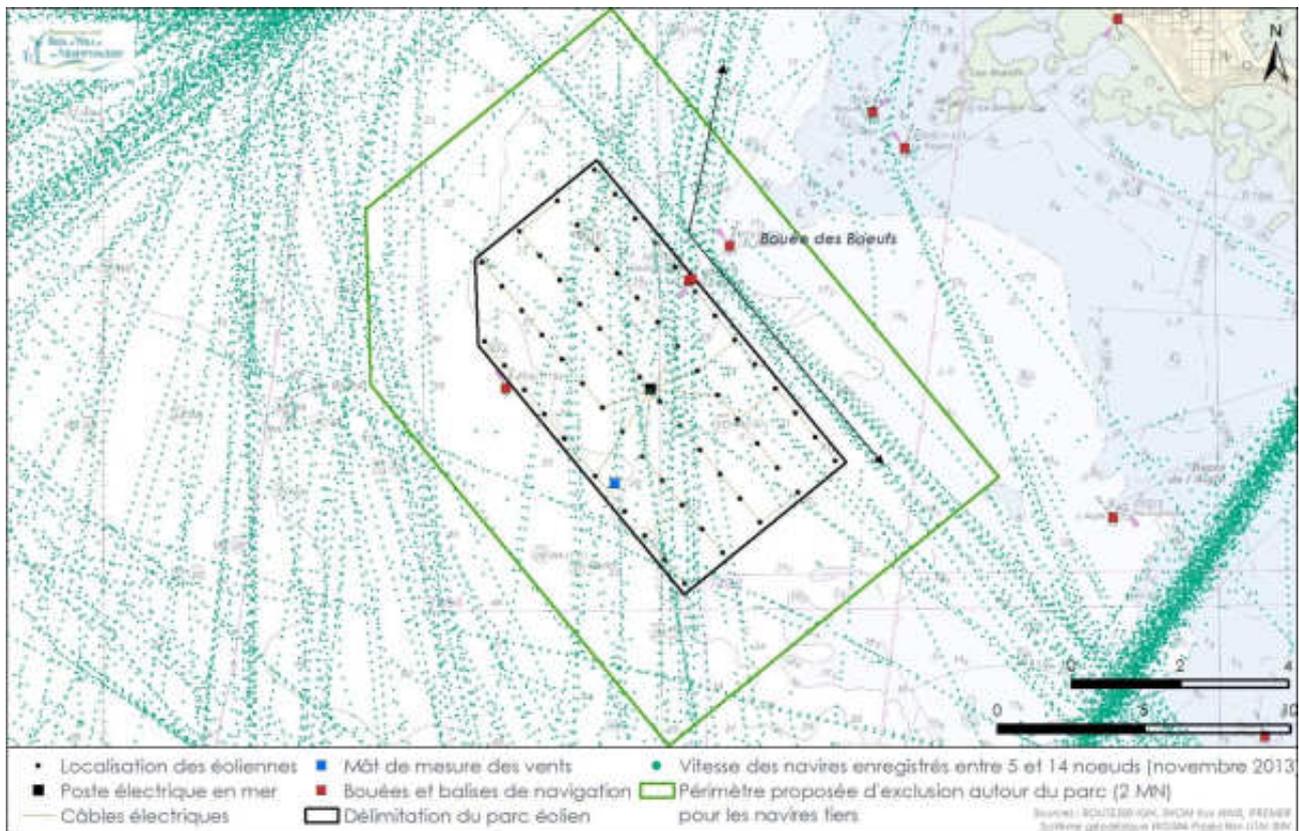
Carte 27 : Trajectoires des sabliers d'extraction de granulats marins pour le mois de novembre 2013



Source : EMYN, 2017

Dans le cas de la mise en place d'une exclusion de 2 milles nautiques autour de la zone de délimitation du parc en phase de construction, la bouée des Bœufs, dans sa position actuelle se trouverait à l'intérieur du périmètre d'exclusion et le trafic lié aux travaux d'extraction de granulats se trouverait fortement perturbé.

Carte 28 : Trajectoires des sabliers d'extraction de granulats marins au niveau de la bouée des Bœufs – cas d'une zone tampon de 2 milles nautiques autour de la Zone de Délimitation du parc éolien en phase de construction



Source : EMYN, 2017

Cependant, des échanges entre le maître d'ouvrage et le Centre d'Etudes et d'expertises sur les Risques, l'Environnement, la Mobilité et les Aménagements (CEREMA) ont fait apparaître qu'un déplacement vers le nord-est de la bouée des Bœufs -qui signale le haut-fond du plateau des Bœufs- est envisagé.

En outre, si le déplacement de la bouée des Bœufs n'était pas suffisant, une discussion entre le maître d'ouvrage, les Autorités et les industriels d'extraction de granulats devra être menée avec pour objectif de définir des règles de navigation spécifiques à ce type de navire, de manière à permettre leur passage entre la Bouée des Bœufs et la Zone de Délimitation du parc éolien. La mise en place d'un couloir spécifique de navigation pour ce type de navires pourra par exemple être étudiée.

A noter que l'exploitation du site d'extraction du Pilier, actuellement à l'origine de la majeure partie du trafic en question, devrait prendre fin en 2018, soit avant la mise en place de la phase de construction.

Pour ce qui concerne l'activité d'extraction de granulats marins, il est donc considéré qu'en phase de construction et de démantèlement, l'effet de modification du trafic et des cheminements maritimes sera direct, permanent (le maître d'ouvrage propose également la fermeture de la Zone de Délimitation du parc et du périmètre de 2 milles nautiques autour en phase d'exploitation) et faible.

Trafic associé aux activités maritimes commerciales et industrielles - Phase de construction et de démantèlement

La phase de construction (et celle de démantèlement), qui pourrait voir la Zone de Délimitation du parc, ainsi qu'un périmètre de 2 milles nautiques autour, interdits à la navigation de commerce (et aux navires de plus de 25 m), ne devrait avoir qu'un effet faible sur les cheminements maritimes des activités maritimes commerciales et industrielles.

En outre, cet effet est considéré comme permanent car, selon les préconisations du maître d'ouvrage, la fermeture de la Zone de Délimitation du parc et du périmètre de 2 milles nautiques autour, persistera en phase d'exploitation pour les navires de commerce, de dragage/clapage ou d'extraction de granulats.

L'impact par modification des cheminements maritimes est donc évalué à faible.

Modification des cheminements maritimes

Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact
			Direct	Permanent	
Trafic associé aux activités maritimes commerciales et industrielles	Moyen	Non concernée	Faible		Faible
			Direct	Permanent	

3.5.1.6 Transports et loisirs aériens

Les impacts liés aux transports et loisirs aériens apparaissent progressivement en phase de construction et atteignent leur maximum en phase d'exploitation. C'est pourquoi ceux-ci sont traités durant cette phase.

Il est toutefois important de noter que des NOTAM⁴³ seront émis, dès érection de la première structure (éolienne, mât de mesure, poste électrique en mer), par la Direction Générale de l'Aviation Civile, afin de prévenir tous les navigants aériens.

⁴³ De l'anglais Notice To Airmen, qui signifie « messages aux navigants aériens ».

3.5.2 En phase d'exploitation

3.5.2.1 Population et biens matériels

IMPACTS SUR LA POPULATION

En phase d'exploitation, le projet n'induit aucun déplacement de population et n'affectera aucune variable démographique (effectif des populations, natalité, mortalité...). Les impacts potentiellement les plus importants pour les populations concernent :

- ▶ La modification de la valeur du patrimoine immobilier ;
- ▶ les visibilité, covisibilité et prégnances visuelles (incluant la modification de la perception du paysage) ;
- ▶ les perturbations lumineuses ;
- ▶ la perturbation de l'ambiance sonore aérienne ;
- ▶ la modification de la fréquentation touristique ;
- ▶ la modification de la pratique des activités de loisirs nautiques.

Exceptée la modification de la valeur du patrimoine immobilier, traitée dans ce chapitre, les autres impacts sont abordés respectivement dans le chapitre 3.4.2.1 qui traite des impacts sur le paysage, dans le chapitre 3.6.2.4 qui traite des impacts sur l'acoustique aérienne et dans le chapitre 3.5.2.4 qui traite des impacts sur le tourisme et les loisirs nautiques.

IMPACTS SUR LES BIENS MATÉRIELS ET L'IMMOBILIER

L'impact sur l'immobilier concerne essentiellement la phase d'exploitation. L'évaluation des impacts attribués à l'implantation d'un parc éolien mer sur le bâti du littoral et de sa proximité reste délicate en l'absence de recul suffisant en France. L'évaluation est donc en grande partie basée sur des retours d'expériences sur des parcs éoliens terrestres français et étrangers. Une enquête de perception a également été menée localement durant l'été 2015.

Etudes sur les proximités de parcs éoliens terrestres

Plusieurs études indépendantes, analysant des centaines voire des milliers de transactions immobilières aux abords de parcs éoliens, ont été conduites à travers le monde. En France, ces études incluent des enquêtes auprès de professionnels de l'immobilier. Toutes concluent à un impact limité en termes de nombre de biens concernés, et à peu de conséquences négatives. Certaines montrent même l'absence d'impacts négatifs quantifiables.

L'étude la plus complète, la plus vaste et la plus rigoureuse a été menée aux USA par le « Lawrence Berkeley National Laboratory », en 2009. Elle a porté sur l'analyse fine de la vente de 7 500 maisons (avec visite de chacune), localisées jusqu'à 16 km de 24 parcs éoliens terrestres dans 9 États différents, en prenant en compte les transactions avant et après l'installation des éoliennes. Les résultats ont été comparés selon différents modèles statistiques pour garantir leur fiabilité.

Bien que les chercheurs n'écartent pas la possibilité que des maisons individuelles aient été ou pourraient être touchées négativement, ils constatent que, dans l'échantillon de foyers analysés, ces impacts négatifs sont trop petits et/ou trop rares pour être statistiquement observables.

Une étude de la London School of Economics de novembre 2013 a tenté de mettre en évidence les effets de la visibilité des éoliennes sur le prix de vente de maisons en Angleterre et au Pays de Galles entre 2000 et 2012. Les chercheurs de cette université britannique ont comparé les changements de prix d'un million de logements.

Les résultats de cette analyse statistique montrent que les parcs éoliens ont tendance à faire baisser les prix de l'immobilier (de 5 à 6 %), principalement pour les logements ayant une visibilité sur les éoliennes dans un rayon de 2 à 3 km autour de celui-ci.

Etude française globale sur 7 années

La seule analyse globale effectuée en France a été réalisée en 2010, dans l'ancienne région Nord-Pas-de-Calais, par l'association Climat Énergie Environnement. Elle a été conduite dans un rayon de 5 km autour de cinq parcs éoliens, avec 10 000 transactions analysées dans 116 communes. Les données ont été collectées sur une période de 7 années, centrées sur la date de la mise en service (3 ans avant construction, 1 an de chantier et 3 ans en exploitation).

Les communes proches des éoliennes n'ont pas connu de baisse apparente de demande de permis de construire en raison de la présence visuelle des éoliennes, ni de baisse des permis autorisés. De même, sur la périphérie immédiate de 0 à 2 km, la valeur moyenne de la dizaine de maisons vendues chaque année depuis la mise en service (3 années postérieures) n'a pas connu d'infléchissement notable.

Climat Énergie Environnement conclut son étude ainsi : « Si un impact était avéré sur la valeur des biens immobiliers, celui-ci se situerait dans une périphérie proche (inférieure à 2 km des éoliennes) et serait suffisamment faible à la fois quantitativement (baisse de la valeur d'une transaction) et en nombre de cas impactés ».

Outre ces recherches sur les parcs terrestres, cette étude a évoqué les parcs éoliens en mer, exprimant que du fait de leur éloignement ceux-ci ne devraient occasionner aucune perte de valeur immobilière sur le littoral.

Etude sur un cas breton

Des étudiants en master d'Économie à l'Université de Bretagne Occidentale ont cherché à évaluer les retombés économiques du parc éolien de Plouarzel (Finistère) sur des activités telles que l'immobilier et le tourisme. Leur travail s'est appuyé sur une première enquête auprès de 101 habitants de la commune, puis sur une seconde étude spécifique auprès de 8 agences immobilières des environs.

L'enquête auprès de la population a montré que 15 % seulement des personnes interrogées sont « tout à fait d'accord » ou « plutôt d'accord » avec l'idée que les éoliennes de Plouarzel ont un effet négatif sur la valeur de l'immobilier. La grande majorité (73 %) n'est cependant « pas du tout d'accord » ou « plutôt pas d'accord » avec cette idée.

Beaucoup remarquent à cet égard que les prix de l'immobilier à Plouarzel sont élevés et que, dans ce cadre, les éoliennes ne semblent pas avoir eu d'influence.

L'effet des éoliennes sur la valeur de l'immobilier et l'attractivité de Plouarzel est considéré comme neutre par cinq agences sur huit. Parmi les trois agences estimant que l'effet est « plutôt négatif », une seule précise qu'elle tient compte de la présence du parc dans ses estimations des biens immobiliers. De plus, pour la majorité des agences (5 sur 8), les éoliennes ne sont que « très rarement » évoquées avec les acheteurs potentiels : deux agences déclarent que c'est « parfois » le cas et une seule « souvent ».

Enfin, la majorité des sept agences ayant eu à vendre une maison ou un appartement ayant vue sur les éoliennes, rapportent qu'il est rare que des réticences soient exprimées. Seules deux agences affirment que de telles réserves se présentent « parfois ».

Les apports de l'enquête locale

Pour amener son analyse au plus près des réalités locales, le maître d'ouvrage a souhaité renforcer les apports des retours d'expérience issus des études à propos de parcs en exploitation par une enquête menée localement à une période de haute fréquentation touristique.

Entre les 12 et 17 août 2015, deux enquêteurs ont interrogé 170 touristes avec un retour de 100% puisque les questionnaires ont été renseignés sur l'ensemble de leurs interrogations (45). Les enquêtes ont été menées en face à face et ont reçu un accueil bienveillant et participatif de la part des personnes enquêtées. Cette enquête s'est déroulée à l'issue du Débat Public sur le projet (2 mai – 7 août 2015), période pendant laquelle résidents permanents et touristes ont pu s'informer et s'exprimer largement à son sujet.

Les sites d'enquête ont été volontairement variés et déployés pour atteindre des publics différents et un spectre de perception plus large.

La perception formulée semble de pas craindre un impact négatif ; près de 75% des enquêtés qualifient d'inexistante à très faible la dévaluation éventuelle impactée au bâti littoral en cas d'implantation du parc éolien en mer.

Plus de 12% perçoivent cette dévaluation potentielle forte à très forte.

De la même façon, plus de 71% des personnes enquêtées perçoivent l'impact du parc sur l'intention d'acheter comme nulle ou très faible.

Près de 13% perçoivent une dissuasion potentielle forte à très forte.

Plus de 88% des personnes enquêtées perçoivent l'impact de l'implantation du parc éolien en mer sur les prix comme nul ou probablement nul.

Plus de 11% perçoivent que l'implantation du parc en mer va peut-être, probablement ou certainement faire monter les prix.

Population et biens matériels - phase d'exploitation

L'évaluation a en grande partie été basée sur des retours d'expériences sur des parcs éoliens terrestres français et étrangers. Tous concluent à un impact limité en termes de nombre de biens concernés, et à peu de conséquences négatives. Certains montrent même l'absence d'impacts négatifs quantifiables.

Par ailleurs, l'enquête locale réalisée, entre le 12 et le 17 août 2015, suite au Débat Public sur le projet, a montré que les touristes ne perçoivent pas l'implantation d'un parc éolien en mer comme un vecteur de dévaluation du bâti littoral et que le projet ne les dissuaderait pas de faire une acquisition si telle était leur intention. Les riverains n'ont toutefois pas été interrogés, cette enquête visant à évaluer l'impact du parc sur la perception des touristes.

Modification de la valeur du patrimoine

Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact
Biens matériels	Moyen	Non concerné	Faible		Faible
			Indirect	Permanent	

3.5.2.2 Pêche professionnelle maritime

3.5.2.2.1 Présentation des effets

En phase d'exploitation du parc éolien et sous réserve de l'autorisation qui sera donnée par le Préfet Maritime de l'Atlantique, celui-ci devrait être pêchant, c'est-à-dire que la pratique sécurisée des activités de pêche pourrait s'y poursuivre en son sein.

Comme précisé ci-avant, le maître d'ouvrage a adapté le schéma d'implantation des éoliennes et celui de câblage inter-éoliennes de manière à tenir compte des exigences du COREPEM des Pays de la Loire et des pêcheurs pour rendre compatible le parc éolien avec la pratique des arts dormants.

À ce jour, les propositions de règles de restriction de navigation émises par le maître d'ouvrage en vue de permettre la pratique sécurisée des arts dormants dans la Zone de Délimitation du parc sont les suivantes :

- ▶ Interdiction de tout type de pêche et toute navigation dans un rayon de 150 mètres autour de chaque éolienne, du mât de mesure et du poste électrique afin d'éviter tout risque d'abordage et de laisser un espace suffisant pour l'accostage des navires de maintenance du parc.
- ▶ Interdiction de la pêche aux arts trainants au sein de la Zone de Délimitation du parc ;
- ▶ Limitation de la vitesse à 12 nœuds ;
- ▶ Interdiction d'accès aux navires de plus de 25 mètres.

Ces propositions de règles seront discutées en grande commission nautique avant avis définitif du Préfet Maritime de l'Atlantique.

Les effets potentiellement générés lors de la phase d'exploitation de parcs éoliens sur la pêche professionnelle sont :

- ▶ Une modification des activités de pêche ;
- ▶ Une augmentation des risques maritimes (y compris du risque de collision avec les navires), des perturbations sur les radars de navigation embarqués, sur l'AIS et les moyens de communications VHF et GSM. Les effets et impacts de ces parties sont traités dans la partie relative à la navigation et à la sécurité en mer.
- ▶ Les effets générés sur la ressource halieutique sont analysés dans la partie relative aux ressources halieutiques et autres peuplements benthiques. A noter que les effets indirects sur la pêche des nuisances sonores continues des éoliennes ou du bruit lié à l'exploitation sont considérés négligeables en phase d'exploitation compte tenu de la littérature et des retours d'expériences sur les parcs éoliens à ce jour. Cet effet ne sera pas pris en compte dans ce chapitre ;
- ▶ Un possible effet récif.

En revanche, aucun effet réserve notable n'est envisagé en raison de l'accès à la majorité de la superficie de la Zone de Délimitation du parc pour la pêche aux arts dormants et ne sera pas traité dans ce chapitre.

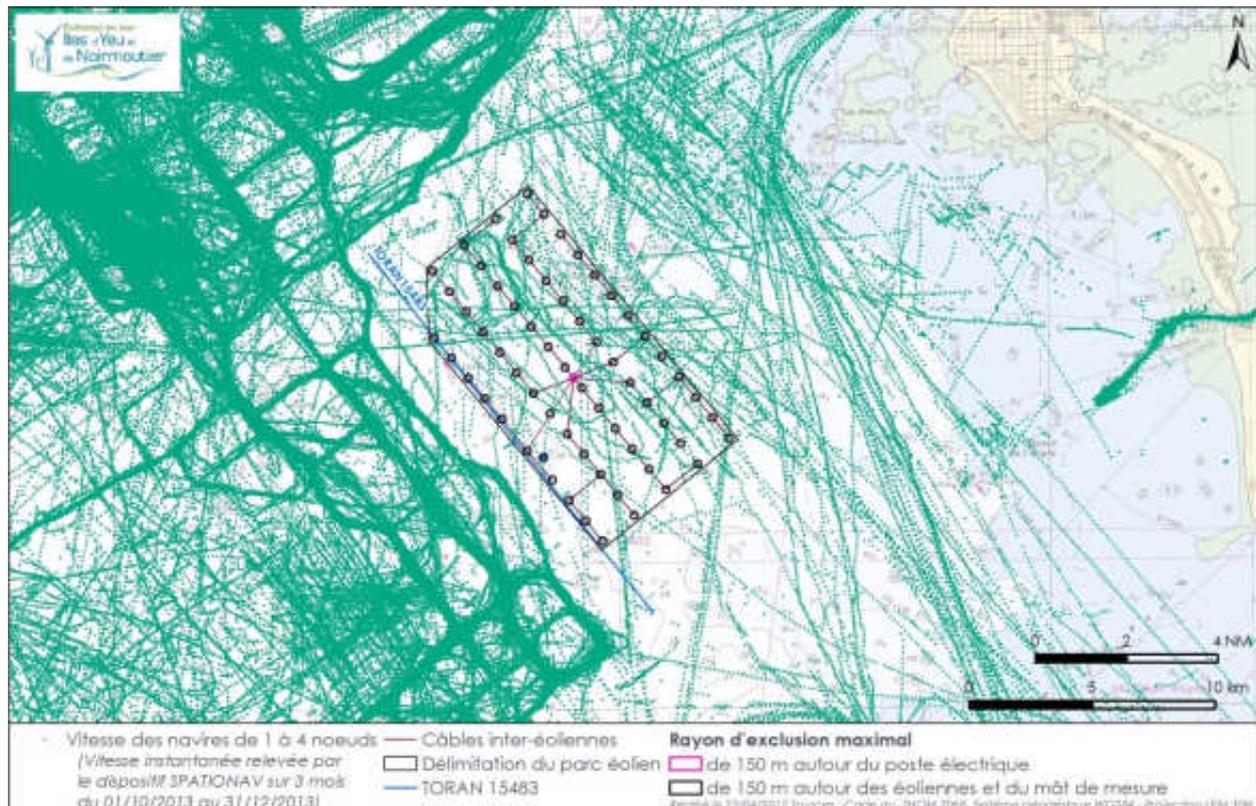
De même, aucune modification des cheminements maritimes n'est attendue en phase d'exploitation, étant donné que le maître d'ouvrage privilégie un maintien de la navigation (pour les navires de moins de 25 mètres).

3.5.2.2 Évaluation des impacts

MODIFICATION DES ACTIVITES DE PECHE

En considérant que la pratique de la pêche sera autorisée pour les arts dormants au sein de la Zone de Délimitation parc (à l'exception des périmètres d'exclusion précités autour des éoliennes, du poste électrique en mer, du mât de mesures), l'impact en phase d'exploitation sur ces métiers sera faible en fonction des armements et des métiers car les pêcheurs concernés auront accès à la majorité de la zone.

Carte 29 : périmètre du parc éolien en regard du trafic lié à la pêche (exemple sur le dernier trimestre 2013 sur la base des données SPATIONAV)



Source : EMYN, 2017

Aucun changement n'est donc envisagé sur les niveaux de chiffre d'affaires ou de marge développés par les armements. Lors des premiers jours d'accès post-construction, les espèces s'étant accoutumées durant les travaux aux bruits du chantier et ayant trouvé un refuge de non prélèvement par la pêche pourraient être capturées temporairement de manière plus abondante. Cependant, aucun retour d'expérience sur cet espace spécifique qu'est le plateau rocheux ne permet de le confirmer ou de l'infirmer.

Comme précisé ci-avant, de leur côté, les chaluts pélagiques sont peu dépendants et pratiquent de façon très épisodique le plateau des Bœufs. Quant à eux, les chaluts de fonds ne pratiquent pas à l'heure actuelle au sein du périmètre du parc (zone trop accidentée en termes de relief). L'interdiction d'accès pour ces navires a donc pas ou peu d'incidences. En effet, en phase d'exploitation, les chalutiers de fond retrouveraient l'accès à la proximité du plateau des Bœufs sur la partie ouest jouxtant les limites de la zone du parc éolien.

L'effet de la phase d'exploitation serait donc considéré négligeable à nul pour ces métiers et faible pour l'ensemble des flottilles.

Pêche professionnelle maritime - Phase d'exploitation

L'impact en phase d'exploitation sera faible.

Pour les arts dormants, pour lesquels la pratique de la pêche serait autorisée au sein du parc, l'impact est uniquement lié aux contraintes de respect des règles de navigation.

Pour ce qui concerne les arts traînants, pour lesquels la pratique de la pêche serait interdite au sein de la Zone de Délimitation du parc, les chaluts de fonds ne pratiquent pas à l'heure actuelle au sein du périmètre du parc et retrouveront l'accès à la proximité du plateau des Bœufs sur la partie ouest jouxtant les limites de la zone du parc éolien. Les chaluts pélagiques sont peu dépendants et pratiquent de façon très épisodique le plateau des Bœufs

L'impact est considéré faible.

Modification des activités de pêches

Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact
Pêche professionnelle maritime	Moyen à Fort	Non concerné	Négligeable à Faible		Faible
			Direct	Permanent	

EFFET RECIF

En considérant que les seules zones non accessibles proposées aujourd'hui par le maître d'ouvrage sont les périmètres de 150 m de rayon autour des éoliennes, du mât de mesure et du poste électrique, un effet récif pourra être observé autour des fondations, qui pourront attirer également les poissons pélagiques.

Ces effets pourront bénéficier aux arts dormants qui auront accès à la zone (création d'une chaîne trophique, voir le chapitre « ressources halieutiques » de la partie « état initial » du Document 2). Rapporté à la surface du parc, l'effet récif restera probablement d'une faible ampleur au regard des captures de la pêche professionnelle sur la zone.

Pêche professionnelle - Phase d'exploitation

En phase d'exploitation, l'effet récif aura un impact considéré positif mais de faible ampleur sur la pêche professionnelle.

Effet récif

Composante	Enjeu	Caractérisation de l'effet		Impact
Pêche professionnelle maritime	Fort	Positif (de faible ampleur à négligeable)		Positif (de faible ampleur)
		Indirect	Permanent	

3.5.2.3 Aquaculture

3.5.2.3.1 Présentation des effets

Les effets possibles en phase d'exploitation concernent la contamination par des substances polluantes par pollution accidentelle au sein de la zone du parc éolien mais également au niveau des zones proches du port de Port-Joinville, désigné comme base de maintenance, et du Grand port maritime de Nantes-Saint-Nazaire, qui pourra être concerné par des moyens nautiques en phase d'exploitation. En effet, le trafic inhérent au port de Port-Joinville se situe à côté des filières conchylicoles de l'île d'Yeu⁴⁴ et celui de Nantes-Saint-Nazaire à proximité d'une zone conchylicole dans l'estuaire.

Concernant les anodes sacrificielles, leur impact a été étudié dans la partie relative à la qualité de l'eau. L'analyse conclut que tous les métaux libérés présentent une toxicité possible dans les premiers centimètres proches des anodes, aux étales de marée, lorsque la dilution par les courants n'est pas possible. La dissolution des métaux par l'hydrodynamisme évite de fortes concentrations localisées. L'effet lié à la présence des anodes sacrificielles est considéré comme temporaire et faible au voisinage des fondations. Les cultures marines étant localisées à plus de 17 km (environ 9,2 NM), aucun impact n'est à évaluer puisque l'effet est négligeable au niveau des îles.

3.5.2.3.2 Evaluation de l'impact

Concernant le risque de pollution généré par un navire de maintenance à proximité des ports de Nantes-Saint-Nazaire ou de Port-Joinville et des zones de cultures marines à proximité, celui-ci est inhérent également à tous les autres navires empruntant les chenaux de navigation de ces ports. Comme détaillé dans le chapitre 3.2.2.5 Qualité des sédiments marins et des eaux marines et côtières, l'analyse des impacts en phase d'exploitation démontre que le risque de collision entre navires ou entre un navire et une structure du parc éolien (et donc le risque d'une pollution accidentelle associée) est très peu probable. Par ailleurs, en cas d'épanchement accidentels de navires de maintenance, les caractéristiques des hydrocarbures permettent de limiter fortement un événement contaminant au niveau des parcs conchylicoles.

Concernant un évènement similaire au sein du parc, la distance par rapport aux zones de cultures marines induit un effet négligeable sur celles-ci.

Aquaculture - phase d'exploitation					
Compte tenu du faible risque d'événement contaminant évalué dans ou à proximité de la zone du parc éolien, l'effet de pollution accidentelle en phase d'exploitation, indirect et temporaire, est considéré comme faible.					
Contamination par des substances polluantes					
Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact
Aquaculture	Faible	Faible	Faible		Négligeable
			Indirect	Temporaire	

⁴⁴ Le port de l'Herbaudière est éloigné des zones de cultures marines de l'île de Noirmoutier

3.5.2.4 Tourisme et loisirs nautiques

En région Pays de la Loire et notamment en Vendée, le tourisme est un secteur économique de premier rang, très dynamique et diversifié. Du fait de la grande variété de paysages naturels (dunes, forêts, îles, côtes rocheuses et sauvages, bocage, marais...) et de la présence de près de 140 km de plages de sable, le littoral constitue un attrait majeur.

Ces atouts ont permis de développer un tourisme balnéaire important et un tourisme vert proposant de nombreuses activités de loisirs en plein air ou de découverte des espaces naturels.

L'effet de covisibilité et d'intrusion visuelle du parc éolien, en lien avec une possible modification de la perception du paysage, est traité dans la partie 1.4 consacrée au paysage.

3.5.2.4.1 Fréquentation touristique

Aucun des retours d'expérience d'implantation de parcs éoliens en mer recensés par le maître d'ouvrage (par exemple : Stiftung Offshore Windenergie, 2013 ; West Michigan Wind Assessment, 2011) ne démontre d'impact négatif sur la fréquentation touristique locale.

On s'attend ainsi à un impact neutre sur la fréquentation de l'ensemble du littoral de la région Pays de La Loire avec une absence de modification de la fréquence et de la nature des visites (y compris le littoral ayant vue sur le parc éolien). La présence d'un parc éolien en mer n'apparaît en effet pas comme un critère majeur de choix d'une destination touristique (enquête menée par l'Université du Delaware aux Etats-Unis).

L'étude de Hübner & Pohl intitulée « L'énergie éolienne offshore : les attentes et les expériences des résidents locaux et des touristes » affirme que la présence d'un parc éolien en mer n'a pas d'influence sur le comportement de réservation des touristes. Cela sous-tendrait qu'il n'est ni une attractivité ni un frein. A ce jour, la présence d'un parc éolien en mer n'est donc pas un critère de sélection assez significatif pour le choix ou le non-choix d'une destination touristique. Dans le pire des cas, celui-ci sera considéré comme une nuisance visuelle mais les vrais critères de choix des touristes sont multiples et semblent plutôt liés à la présence d'espaces naturels, l'offre d'activités Nature, la fréquentation raisonnée de la destination, la proximité avec leur lieu de vie, la facilité d'accès ou encore la présence des îles... Ces derniers ne seront pas modifiés par la présence du parc éolien au large.

Comme précisé dans le chapitre relatif à l'impact sur les biens matériels et l'immobilier, le maître d'ouvrage a souhaité renforcer les apports des retours d'expérience issus des études à propos de parcs en exploitation pour amener son analyse au plus près des réalités locales.

Ainsi, entre les 12 et 17 août 2015, deux enquêteurs ont interrogé 170 touristes avec un retour de 100% puisque les questionnaires ont été renseignés sur l'ensemble de leurs interrogations (45). Cette enquête s'est déroulée à l'issue du Débat Public sur le projet (2 mai – 7 août 2015), période pendant laquelle résidents permanents et touristes ont pu s'informer et s'exprimer largement à son sujet.

Les touristes locaux semblent très sensibles à la nature et à l'environnement. Ils recherchent un environnement paisible et sain. Ces profils sont souvent sensibilisés au développement durable et à la protection de l'environnement. Dans ce cadre, les parcs éoliens en mer peuvent constituer un atout valorisable pour le territoire.

A noter de plus que parmi les 18 millions de visiteurs accueillis en 2013 en région Pays de La Loire, 17% concernaient des clientèles étrangères issues majoritairement du Royaume-Uni, des Pays-Bas et d'Allemagne, clientèle potentiellement sensible au développement durable.

Les retours d'expérience en matière d'éoliennes en mer révèlent également que la présence du parc peut constituer une attraction touristique non négligeable.

Il est ainsi fort probable qu'une hausse ponctuelle de la fréquentation touristique locale soit observée en raison de l'effet de curiosité suscité par l'implantation d'un parc éolien en mer, comme l'a montré une étude du Beacon Hill Institute aux États-Unis⁴⁵. Près de 2/3 des touristes seraient ainsi prêts à visiter une plage différente de celle de leur destination habituelle pour voir un parc éolien en mer, voire même, pour certains d'entre eux, à payer un tour en bateau pour une visite sur site (selon l'étude du Beacon Hill ou encore une étude de l'Université du Delaware).

Une étude, menée en 2013 par V. Westerberg en collaboration avec l'INRA de Montpellier a démontré qu'un parc éolien peut être installé sans perte de revenus touristiques s'il est accompagné d'une ou de plusieurs activités récréatives cohérentes avec la politique de développement durable associée aux parcs éoliens. Les parcs éoliens font ainsi l'objet d'un tourisme écologique, contribuant à l'augmentation de la fréquentation touristique.

La présence du parc constituera un réel potentiel de création d'une nouvelle offre touristique par différents acteurs du territoire, de nature à faire diversifier les retombées du tourisme sur le littoral :

- ▶ Organisation de visites sur le site en mer ;
- ▶ Installation de diverses activités à terre en lien avec le parc éolien (création d'un centre d'information et d'activité...)...

Plusieurs pays européens ont ainsi développé une offre touristique marchande autour de leurs parcs éoliens en mer :

- ▶ Visites de parcs : le parc du banc de Thornton, situé à 30 km du port d'Oostende (Belgique), les parcs de Horns Rev 1 & 2 (Danemark) ou encore le parc de Thanet situé à 12 km au large des côtes du Kent (Royaume-Uni) ;
- ▶ Création d'un centre d'information :
 - l'exploitant du parc éolien de Nysted (Danemark) et les autorités locales ont créé un centre d'information et d'activité, comprenant divers modules interactifs d'information sur le parc et son fonctionnement, ainsi qu'une visite virtuelle du parc en hélicoptère.
 - un centre d'information aux touristes et aux visiteurs a été créé dans le cadre du parc de Scroby Sands (Royaume-Uni). Il accueille chaque année une moyenne de 35 000 visiteurs sur sa période d'ouverture, entre mai et octobre.

Une bonne intégration du parc à l'offre touristique, par le biais d'une campagne d'information ouverte et bien ciblée qui soulignerait les aspects liés aux enjeux climatiques et à l'importance de l'énergie éolienne en mer pourrait contribuer à enrichir l'offre touristique locale.

Les touristes favorables à l'énergie éolienne en mer voient une conformité entre leurs propres valeurs et la gamme des services offerts sur leur destination de vacances. La promotion de la protection active de l'environnement peut conduire à la fidélisation des clients à long terme (Hilligweg et Kull, 2005).

⁴⁵ Etude menée en amont de l'implantation du parc éolien de Cape Cod Delaware

Tourisme et loisirs nautiques - phase d'exploitation					
<p>Les modifications de la fréquentation touristique liées à l'exploitation du parc éolien en mer des îles d'Yeu et de Noirmoutier dépendent principalement de la sensibilité des touristes à la thématique de l'éolien. Les retours d'expérience sur les parcs éoliens en mer européens ne démontrent pas d'impact négatif sur la fréquentation touristique locale, et mettent en avant dans certains cas une augmentation ponctuelle de la fréquentation. Lorsque des initiatives sont mises en place autour du parc éolien, il peut devenir un élément supplémentaire dans l'offre touristique globale existante. Le présent effet, permanent et indirect, est donc évalué à faible, voire positif.</p>					
Modification de la fréquentation touristique					
Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact
Tourisme et loisirs nautiques	Moyen	Faible	Faible		Faible
			Indirect	Permanent	Voire positif

3.5.2.4.2 Activités de plaisance, de loisirs nautiques et de plein air

Les activités touristiques et de loisirs pratiquées sur le littoral sont particulièrement diversifiées. Elles ont majoritairement une vocation « nature » valorisant la fréquentation des espaces naturels et la pratique des sports de plein air. La plaisance y est très développée. Les plages vendéennes offrent en outre des conditions idéales (potentiel de vent, disponibilité de larges espaces...) pour la pratique de nombreuses activités sportives et récréatives littorales (planche à voile, kite-surf, char à voile, kayak, pêche de loisirs, plongée sous-marine...).

Les effets sur les radars de navigation embarqués par les navires de plaisance ainsi que les moyens de communication (GSM, VHF etc.) sont étudiés dans le chapitre 3.6.2.1.3 relatif aux moyens de surveillance, de navigation et de communication. De même, l'effet lié aux risques maritimes (y compris le risque de collision) est traité dans le chapitre 3.6.2.1.1.

PLAISANCE, PLONGEE SOUS-MARINE ET PECHE DE LOISIRS

La plaisance est bien développée sur le littoral de Vendée et de Loire-Atlantique. Ce dernier s'inscrit ainsi dans un des principaux bassins de croisière du littoral atlantique caractérisé par d'importants flux de navigation de plaisance inter-îles.

Les activités de plaisance se concentrent autour des îles d'Yeu et de Noirmoutier qui constituent des pôles majeurs mais s'étendent également vers le Sud-Bretagne et la Charente-Maritime.

Plus de 2 000 bateaux en transit entre l'île d'Yeu et Belle-Ile pourraient ainsi être concernés par an.

De même, parmi les promenades en mer proposées, certaines, depuis Pornic, Le Croisic ou encore Saint-Gilles-Croix-de-Vie jusqu'à l'île d'Yeu, sont susceptibles de concerner la zone du parc éolien.

Le maître d'ouvrage propose que le transit à travers le parc de navires de plaisance puisse être autorisé moyennant la mise en place des propositions de règles de navigation, notamment :

- ▶ Limitation de la taille des navires (autopropulsés et voiliers) à 25 m ;
- ▶ Limitation de la vitesse à 12 nœuds ;
- ▶ Périmètre d'exclusion de 150 m autour des éoliennes, du mât de mesure et du poste électrique.

En outre, le maître d'ouvrage propose que les recommandations suivantes pour la plaisance (autopropulsées et à moteur) soient toujours appliquées :

- ▶ Navigation au sein du parc avec le moteur allumé au point mort ;
- ▶ Interdiction d'accès de nuit ;
- ▶ Interdiction des compétitions au sein du parc ;
- ▶ Interdiction de navigation en cas de système météo ne permettant pas aux navires d'être pleinement manoeuvrant ;
- ▶ Interdiction de mouillage, d'ancrage, d'amarrage et dérive contrôlée⁴⁶.

A noter que de nombreuses régates se déroulent à proximité et au sein de la zone d'implantation du parc chaque année (Course croisière des ports vendéens ...) ou de manière plus épisodique (Vendée Globe, Transgascogne, La Solitaire du Figaro...). L'impact attendu est faible d'autant plus que les itinéraires des régates sont variables et par conséquent peuvent être redéfinis afin de contourner le parc.

Il est toutefois fort probable que la présence du parc en mer, entre les deux pôles de plaisance que sont les îles d'Yeu et de Noirmoutier, constitue un attrait supplémentaire et génère une augmentation de la fréquentation des itinéraires maritimes situés à proximité par les plaisanciers (comme cela a été mis en avant par des études réalisées au Danemark et en Allemagne qui démontrent que les itinéraires maritimes situés à proximité des parcs éoliens en mer sont de plus en plus fréquentés).

Pour ce qui concerne les activités de plongée sous-marines, elles sont principalement localisées autour des plateaux rocheux et des épaves notamment au large de Noirmoutier ou au sud de l'île d'Yeu. Peu fréquentée du fait de sa distance à la côte, la zone du parc compte un seul site de plongée répertorié, au niveau de l'épave du Dryskos. Le maître d'ouvrage, conformément aux recommandations des Grandes Commissions Nautiques des projets éoliens en mer issus du premier appel d'offres de l'Etat, propose que la plongée sous-marine soit interdite au sein du parc : l'accès à l'épave du Dryskos ne serait donc plus possible.

Enfin, la pêche en mer de loisir est également une activité importante localement. Elle se pratique sur de nombreux secteurs du littoral jusqu'à plus de 6 milles nautiques, y compris sur la zone du parc. Toutefois, là encore, le maître d'ouvrage, conformément aux recommandations des Grandes Commissions Nautiques des projets éoliens en mer issus du premier appel d'offres de l'Etat, propose que le mouillage au sein du parc soit interdit. L'impact sera négligeable au vu de l'étendue des zones de pêche disponibles.

46 Hors situation d'urgence et sauf autorisations individuelles spéciales délivrées par la Préfecture Maritime

AUTRES ACTIVITES NAUTIQUES

Peu d'impacts de l'exploitation du parc sont attendus sur les activités nautiques, tant sur le nombre de pratiquants, que sur la qualité des conditions de pratique. Ces loisirs sont en effet limités à la zone des 3 milles nautiques (kitesurfs, planches à voiles, etc.) voire 6 milles nautiques pour certains (ex. : kayaks et avirons de mer non envahissables - Arrêté du 2 décembre 2014 modifiant l'arrêté du 23 novembre 1987 relatif à la sécurité des navires) et, bien qu'il soit proposé de les interdire au sein du parc, la présence de celui-ci à plus de 6 milles nautiques des îles et 11 milles nautiques des côtes vendéennes ne perturbera pas leur pratique. Le risque de tension sur le partage de l'espace est par conséquent limité et la seule gêne éventuelle sera d'ordre visuel.

L'implantation du parc n'est pas de nature à remettre en cause la pratique des sports requérant l'utilisation du vent ou de la houle, dans la mesure où l'espace disponible et la qualité du vent et de la houle sont les premiers critères de choix pour les pratiquants (planche et char à voile, surf, kitesurf). Ces pratiques sportives ne semblent pas devoir ressentir d'impacts négatifs tant en nombre de pratiquants sur le littoral qu'en qualité des conditions de vent et de houle.

LOISIRS DE PLEIN AIR A TERRE

Les nombreux sentiers du littoral vendéen et des îles offrent de nombreuses possibilités de randonnées pédestres, cyclables voire équestres. Ces activités de randonnée devraient être peu impactées :

- ▶ d'une part, du fait de l'éloignement des éoliennes (20 km du continent et 11,7 km de l'île la plus proche) ;
- ▶ d'autre part, car les randonneurs constituent un public particulièrement réceptif à l'implantation des éoliennes en mer (selon l'étude « The economic impact of wind farms on Scottish tourism : a report for the Scottish Government »). 81% d'entre eux (contre 75% en moyenne tous publics confondus) sont favorables ou neutres à l'installation d'un parc éolien en mer même si celui-ci est en vue directe de la côte.

Tourisme et loisirs nautiques - phase d'exploitation

La distance à la côte du parc éolien limite la pratique en son sein de la grande majorité des loisirs nautiques pratiqués sur le littoral concerné.

La phase d'exploitation du parc devrait permettre à la plaisance de s'y poursuivre, moyennant le respect des règles de navigation qui seront mises en place. Néanmoins, les nombreuses régates qui se déroulent à proximité de la zone d'implantation du parc pourraient devoir définir leur parcours de manière à contourner le parc.

Par ailleurs, la plongée sous-marine et la pêche de loisirs (en tout cas le mouillage) devraient y être interdites. Ces activités ne devraient toutefois pas être impactées étant donné qu'elles sont actuellement peu présentes sur la zone de projet et que de nombreux autres sites permettent de les pratiquer.

Ainsi l'effet de modification de la pratique des activités de loisirs, considéré comme permanent, à la fois direct et indirect est évalué comme négligeable.

Modification de la pratique des activités de loisirs

Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact
Tourisme et loisirs en mer	Moyen	Négligeable	Faible		Négligeable
			Direct et indirect	Permanent	

3.5.2.5 Trafic maritime associé aux activités maritimes commerciales et industrielles

3.5.2.5.1 Présentation des effets

Le trafic supplémentaire en phase d'exploitation imputable aux opérations de maintenance est estimé à un maximum de 3 navires, 1 à 2 fois par jour en été lors des pics d'activités (plus un hélicoptère basé en proche littoral).

On distinguera la maintenance courante, associée aux opérations régulières de la maintenance lourde ou maintenance corrective. Les navires envisagés diffèrent en fonction du type de maintenance envisagée :

- ▶ Pour la maintenance courante, il s'agit de navires jusqu'à 30 m de longueur permettant le transport de techniciens à une vitesse de croisière supérieure à 25 nœuds pour de bonnes conditions de mer ;
- ▶ Pour la maintenance lourde, les navires envisagés correspondent plutôt à des bâtiments permettant le levage et/ou le transport de pièce lourde, type barge autoélévatrice ou autre bateau ayant les capacités de levage nécessaires.

Les effets sur les radars de navigation embarqués par les navires de commerce ou de travaux maritimes ainsi que les moyens de communication (GSM, VHF etc.) sont étudiés dans le chapitre 3.6.2.1.3 relatif aux moyens de surveillance, de navigation et de communication. De même, l'effet lié aux risques maritimes (y compris le risque de collision) est traité dans le chapitre 3.6.2.1.1.

3.5.2.5.2 Evaluation des impacts

L'augmentation du trafic au sein de la zone du parc éolien en phase d'exploitation sera faible au regard du trafic actuel qui est estimé⁴⁷ à environ une traversée quotidienne, en moyenne, si on considère le trafic généré par les navires de commerce (0,75 traversée/jour) et par les travaux maritimes (0,25 traversée/jour).

Le maître d'ouvrage considère que la navigation au sein du parc en phase d'exploitation devrait être interdite à tout navire de navigation commerciale, et plus généralement à tout navire de plus de 25 mètres. En outre, le maître d'ouvrage recommande la mise en place d'un périmètre d'exclusion de 2 NM (environ 3,7 km) autour du périmètre du parc éolien pour ce type de navires.

Pour ce qui concerne la navigation commerciale, cela impliquera un contournement avec un trajet additionnel que l'on peut estimer à + 20 minutes pour un navire de type conteneur (à une vitesse de 15 nœuds).

Ce temps supplémentaire et le surplus de consommation de carburant associé est peu impactant pour ce type d'activité.

Pour ce qui concerne les travaux maritimes, il en résulte que la plupart des navires concernés par les activités de dragage, clapage et d'extraction de granulats marins (qui ont en général une longueur supérieure à 80 mètres) devraient également être tenus à une distance de 2 milles nautiques du parc éolien.

Néanmoins, cela ne devrait avoir que peu d'impacts sur ces activités.

En effet, les zones de clapage des sédiments portuaires sont proches des ports concernés, à des distances importantes de la zone du parc éolien. Il n'y a donc pas d'effet de modification des cheminements maritimes pour cette activité.

⁴⁷ Sur la base des 25 mois étudiés, de mai 2012 à mai 2014

Pour ce qui concerne l'activité d'extraction de granulats marins, comme cela a été mis en évidence dans le chapitre relatif à la phase de construction, la majorité du trafic associé passe à l'ouest de la bouée des Bœufs et longe le nord-est de la zone du parc éolien sans la traverser.

Dans le cas de la mise en place d'une exclusion de 2 milles nautiques autour de la Zone de Délimitation du parc en phase de construction, la bouée des Bœufs, dans sa position actuelle se trouverait à l'intérieur du périmètre d'exclusion et le trafic lié aux travaux d'extraction de granulats se trouverait fortement perturbé.

Cependant, des échanges entre le maître d'ouvrage et le Centre d'Etudes et d'expertises sur les Risques, l'Environnement, la Mobilité et les Aménagements (CEREMA) ont fait apparaître qu'un déplacement vers le nord-est de la bouée des Bœufs -qui signale le haut-fond du plateau des Bœufs- est envisagé.

En outre, si le déplacement de la bouée des Bœufs n'était pas suffisant, une discussion entre le maître d'ouvrage, les Autorités et les industriels d'extraction de granulats devra être menée avec pour objectif de définir des règles de restriction de navigation spécifiques à ce type de navire, de manière à permettre leur passage entre la Bouée des Bœufs et la Zone de Délimitation du parc éolien. La mise en place d'un couloir spécifique de navigation pour ce type de navires pourra par exemple être étudiée.

A noter que l'exploitation du site d'extraction du Pilier, actuellement à l'origine de la majeure partie du trafic en question, devrait prendre fin en 2018, soit avant la mise en place de la phase de construction.

Pour ce qui concerne l'activité d'extraction de granulats marins, il est donc considéré qu'en phase d'exploitation, l'effet de modification du trafic et des cheminements maritimes sera direct, permanent et faible.

Les effets en phase d'exploitation sont donc de niveau identique à ceux des phases de construction et de démantèlement à savoir une modification des cheminements maritimes qualifiée de faible. L'impact qui en découle est de niveau faible étant donné le faible trafic naviguant au sein de la zone du parc éolien.

Trafic maritime associé aux activités maritimes commerciales et industrielles - Phase d'exploitation

En phase d'exploitation, le maître d'ouvrage considère que les navires de commerce et de chantiers maritimes -plus généralement, l'ensemble des navires de plus de 25 m- devraient être interdits d'accès au sein de la zone de délimitation du parc, ainsi que dans une zone d'exclusion de 2 milles nautiques (3,7 km) autour.

Les navires de commerce qui traversent actuellement l'aire d'étude immédiate (3 navires tous les 4 jours en moyenne) devront modifier leurs cheminements. Néanmoins, cela impliquera un contournement avec un trajet additionnel que l'on peut estimer à + 20 minutes pour un navire de type conteneur. Ce temps supplémentaire et le surplus de consommation de carburant associé est peu impactant pour ce type d'activité.

Pour ce qui concerne les navires de travaux maritimes, les plus concernés seront les navires d'extraction de granulats marins, qui passent à l'ouest de la bouée des Bœufs et longent l'aire d'étude immédiate. Des échanges avec le CEREMA montrent qu'un déplacement de la bouée des Bœufs est possible. Si cela n'était pas suffisant, la mise en place d'un couloir spécifique de navigation pour ce type de navires pourra par exemple être étudiée.

L'effet de modification des cheminements est donc évalué comme faible, conduisant à un niveau d'impact faible.

Modification des cheminements maritimes					
Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact
Trafic associé aux activités maritimes commerciales et industrielles	Moyen	Non concernée	Faible		Faible
			Direct	Permanent	

3.5.2.6 Transports et loisirs aériens

3.5.2.6.1 Identification des effets

La présence de la zone du parc éolien à proximité d'aérodromes, d'aéroports ou de loisirs aériens peut engendrer une perturbation de la navigation aérienne.

A noter que les effets sur les radars de navigation embarqués par les avions ainsi que les moyens de communication (GSM, VHF etc.) sont étudiés dans le chapitre 3.6.2.1.3 relatif aux moyens de surveillance, de communication et aux radars de navigation.

3.5.2.6.2 Evaluation des impacts

En l'espèce, les informations rassemblées dans le cadre de l'état initial font état de la présence de l'aérodrome de l'île d'Yeu localisé à environ 15 km de la zone du parc éolien.

Par ailleurs, que ce soit au titre des transports commerciaux (notamment liaison par hélicoptère entre Fromentine et l'île d'Yeu) ou des loisirs, les itinéraires de vols sont concentrés sur le littoral et au niveau des îles. Les pratiques actuelles ne concernent donc pas le survol de la zone du parc éolien.

En ce qui concerne la Direction de la Sécurité Aéronautique d'Etat et de la Direction de la Circulation Aérienne Militaire (DIRCAM), elle a fait état du fait que le projet se situe :

- ▶ Dans la zone D18A, dans laquelle se déroulent des missions opérationnelles, des activités d'entraînement des composantes aériennes de la Défense et du tir ;
- ▶ Dans une zone susceptible d'être survolée par des avions en mission de service public (SAR, SAMAR...).

Cependant, il est confirmé qu'aucune objection n'est émise sur ce projet sous réserve de :

- ▶ La mise en œuvre effective des mesures compensatoires proposées dans le cadre de la réduction des impacts du projet sur la veille sémaphorique (voir à ce sujet le chapitre relatif aux moyens de surveillance maritime) ;
- ▶ La mise en place d'un dispositif permettant la détection radar des éoliennes par les avions et les navires

Sur ce dernier point, les dispositifs envisageables sont des balises RACON (RADar beaCON). Cependant, le retour d'expériences des projets lauréats de l'appel d'offres national éolien en mer de 2011 montre qu'en grandes commissions nautiques, les membres de ces instances font le choix de ne pas retenir ce type d'équipements du fait que les éoliennes possèdent déjà une forte signature radar rendant superflu le balisage par RACON. Le maître d'ouvrage ne retient donc pas ce type de dispositif mais s'engage à poursuivre les échanges avec la DIRCAM sur ce sujet et à mettre en place un dispositif qui satisfasse la DIRCAM si cette demande est maintenue.

De même, dans un courrier du 10 février 2016, la Direction Générale de l'Aviation Civile (DGAC) n'émet pas non plus de d'objection à l'élaboration du projet sous réserve de :

- ▶ La publication du projet sur les cartes aéronautiques ;
- ▶ La modification des dossiers techniques et des publications de certaines procédures relatives à l'aérodrome de l'île d'Yeu ;
- ▶ L'application de l'arrêté du 25 juillet 1990 (mis à jour par l'arrêté du 13/11/2009) relatif à la mise en place d'un balisage des éoliennes, en accord avec la Direction Inter-Régionale de la Mer Nord-Atlantique Manche Ouest (DIRM NAMO).

Le maître d'ouvrage s'engage à respecter ces prescriptions.

Enfin, Il est important de noter que des NOTAM⁴⁸ seront émis par la DGAC, afin de prévenir tous les navigants aériens, en cas d'événements le nécessitant durant la phase d'exploitation.

Transport et loisirs aériens - phase d'exploitation					
Au vu des directives strictes émises par la DGAC et la DIRCAM, l'effet de perturbation de la navigation aérienne pour le transport et les loisirs aériens est évalué comme direct, permanent et moyen. L'enjeu étant faible, l'effet qui est évalué à moyen, direct et permanent conduit à un impact faible.					
Perturbation de la navigation aérienne					
Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact
Transports et loisirs aériens	Faible	Non concerné	Moyen		Faible
			Direct	Permanent	

⁴⁸ De l'anglais Notice To Airmen, qui signifie « messages aux navigants aériens ».

3.5.3 Synthèse des niveaux d'impact pour le milieu humain

3.5.3.1 Phase de construction et de démantèlement

Milieu humain		Contamination par des substances polluantes (évaluation accidentelle)	Risque de collision ou risques maritimes (y compris risque de visibilité, covisibilités et prégnance visuelle)	Modification de la valeur du patrimoine	Modification des cheminement maritimes	Modification des activités de pêches	Modification de la fréquentation touristique	Modification de la pratique des activités de	Perturbation de l'ambiance sonore	Perturbation lumineuse
Populations et biens matériels	Population		*				**	**	***	*
	Biens matériels et immobilier	Évalué en phase d'exploitation								
Activités et usages préexistants	Pêche professionnelle		α		MO	FA à FO				
	Aquaculture	NE	α							
	Tourisme et loisirs nautiques		α		MO		FA à PO	FA		
	Trafic associé aux activités maritimes commerciales et industrielles		α		FA					
	Transports et loisirs aériens	Évalué en phase d'exploitation								

Légende : NE : Négligeable ; FA : Faible ; MO : Moyen ; FO : Fort ; PO : Positif. ; N. Ev. : Niveau d'impact non évalué

* : Effets évalués dans la partie « Paysage et patrimoine »

** : Effets évalués dans la partie « Tourisme et loisirs nautiques »

*** : Effet évalué dans la partie « Acoustique aérienne et vibrations »

α : Effet évalué dans la partie « Navigation et sécurité en mer »

3.5.3.2 Phase d'exploitation

Milieu humain		Contamination par des substances polluantes (pollution accidentelle)	Effets récifs (Colonisation des fondations et des enrochements sur les câbles inter-éoliennes)	Effet réserve	Risque de collision	Visibilités, covisibilités et prégnance visuelle (ou modification de la perception du paysage)	Modification des cheminements maritimes	Modification de la valeur du patrimoine	Modification des activités de pêches et disponibilité de la ressource	Modification de la fréquentation touristique	Modification de la pratique des activités de loisirs	Perturbation de la navigation aérienne	Risques maritimes (hors risque de collision)	Perturbation des radars de navigation embarqués	Perturbation sur l'AIS et les moyens de communication VHF et GSM et moyens de détresse	Perturbation de l'ambiance sonore aérienne et vibrations	Perturbation lumineuse	
Populations et biens matériels	Population					*				**	**					***	*	
	Biens matériels et immobilier							FA		**								
Activités et usages préexistants	Pêche professionnelle		FA à PO	N.Ev.	α				FA				α	α	α			
	Aquaculture	NE																
	Tourisme et loisirs nautiques				α	*				FA à PO	NE		α	α	α			
	Trafic associé aux activités maritimes commerciales et industrielles				α		FA							α	α	α		
	Transports et loisirs aériens										**	FA		α	α			

Légende : NE : Négligeable ; FA : Faible ; MO : Moyen ; FO : Fort ; PO : Positif. ; N. Ev. : Niveau d'impact non évalué - N. Ev. : Niveau d'impact non évalué (Non évalué selon l'approche méthodologique car effet négligeable)

* : Effets évalués dans la partie « Paysage et patrimoine »

** : Effets évalués dans la partie « Tourisme et loisirs nautiques »

*** : Effet évalué dans la partie « Acoustique aérienne et vibrations »

α : Effet évalué dans la partie « Navigation et sécurité en mer »

3.6 Impacts sur l'hygiène, la santé, la sécurité et la salubrité publique

3.6.1 En phase de construction et de démantèlement

3.6.1.1 Navigation et sécurité en mer

3.6.1.1.1 Risques maritimes

Les activités en phase de construction et de démantèlement vont générer un trafic supplémentaire qui peut occasionner une augmentation du risque pour la navigation. Le principal effet associé à ce trafic supplémentaire concerne l'augmentation du risque de collision.

Par ailleurs, les données relatives à l'accidentologie dans les parcs éoliens en mer font état de 37 accidents entre 1993 et 2016⁴⁹ quand, dans le même temps, environ 3 200 éoliennes en mer ont été installées, soit près de 11 000 MW. Elles montrent que la phase de construction des parcs éoliens en mer (en ce compris la période de mise en service) est la plus accidentogène.

Les risques liés à la construction du parc éolien concernent essentiellement la chute d'éléments de pales au port ou en mer lors des opérations de construction proprement dites. Les autres risques sont inhérents à la navigation dans une zone de trafic important et à la navigation dans une zone présentant des obstacles (pieds des éoliennes notamment).

Un niveau d'impact moyen a ainsi été défini.

Ce retour d'expérience a conduit le maître d'ouvrage à estimer que la fermeture de la Zone de Délimitation du parc, ainsi que d'un périmètre de 0,5 mille nautique (930 mètres) autour de celle-ci pour les navires de pêche et de plaisance et de 2 milles nautiques (3.7 km) pour la navigation commerciale pendant toute leur durée devait être le scénario à privilégier pour l'évaluation des impacts.

Un balisage spécifique de la Zone de Délimitation du parc (à partir de bouées marques spéciales notamment) sera mis en place durant la phase de construction.

Il sera complété par la présence de navires de surveillance (voir le chapitre relatif aux mesures de réduction) et par la diffusion d'informations (mise à jour des cartes marines pour signaler la Zone de Délimitation et les périmètres d'exclusion, diffusion d'avis aux navigateurs...).

Enfin, l'activité sur le chantier (mais également entre les ports et le chantier) sera coordonnée par un Centre de coordination maritime exploité par le maître d'ouvrage (voir Document 2, chapitre relatif aux bases de maintenance). Un poste d'attaché aux usagers de la mer sera créé (voir le chapitre relatif aux mesures de réduction): il sera l'interlocuteur privilégié des autorités et des usagers de la mer

Des règles de navigation spécifiques aux navires de chantier (limitant la vitesse par exemple) seront définies. Par ailleurs, avant le démarrage des travaux, une préparation méthodique de l'ensemble des opérations afférentes à la construction du parc sera menée. Les opérateurs seront sélectionnés selon le degré d'expertise et de formation nécessaires à la réalisation des activités qui leur sont dédiées.

⁴⁹ L'association « Caithness Windfarm Information Forum » tient à jour une liste détaillée des accidents liés aux parcs éoliens terrestres et en mer, à l'échelle mondiale, les plus anciens remontant aux années 80

Ces mesures et restrictions d'usages proposées n'ont pas été considérées lors de la définition du niveau d'impact.

Risques associés au trafic maritime - Phase de construction et de démantèlement

Le retour d'expérience en matière d'accidentologie, sur la base de données acquises entre 1993 et 2016, montre que la phase de construction est la phase la plus accidentogène d'un parc éolien en mer. Cependant, mis en parallèle du nombre d'éoliennes installées, le nombre d'accidents recensés depuis 1993 est relativement faible.

Un niveau d'impact moyen a ainsi été défini.

Ce retour d'expérience a conduit le maître d'ouvrage à estimer que la fermeture de la zone de travaux à la navigation et à la pêche pendant toute leur durée devait être le scénario à privilégier pour l'évaluation des impacts.

En outre, des mesures de réduction et de maîtrise des risques sont prévues par le maître d'ouvrage de manière à limiter les risques maritimes.

Risque de collision

Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact
Pêche professionnelle Tourisme et loisirs nautiques Trafic associé aux activités maritimes commerciale et industrielles	Moyen	Non concerné	Moyen		Moyen
			Indirect	Temporaire	

Risques maritimes (hors risque de collision)

Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact
Pêche professionnelle Tourisme et loisirs nautiques Trafic associé aux activités maritimes commerciale et industrielles	Moyen	Non concerné	Moyen		Moyen
			Indirect	Temporaire	

3.6.1.1.2 Servitudes

Les éventuels impacts concernant les servitudes apparaissent progressivement en phase de construction mais sont les plus prégnants en phase d'exploitation. Ils sont donc évalués pour cette phase uniquement.

3.6.1.1.3 Moyens de surveillance, de navigation, de communication, de détresse et balisage

Les éventuels impacts concernant les moyens de surveillance maritime apparaissent progressivement en phase de construction mais sont les plus prégnants en phase d'exploitation. Ils sont donc évalués pour cette phase uniquement.

Lors de la phase de démantèlement, les impacts détaillés lors de la phase d'exploitation disparaîtront au fur et à mesure du retrait des éoliennes, pour revenir à la situation analogue à celle évoquée dans l'état initial.

3.6.1.1.4 Risques technologiques (UXO et TMD)

PRESENTATION DES EFFETS

Risque pyrotechnique

Par rapport à la sécurité humaine, en particulier les ouvriers du chantier et autres usagers de la mer, la détonation de charges explosives occasionne un effet de souffle (ou Blast) thermique, de fragmentation ou d'onde choc sous-marine. Les effets sur l'homme sont généralement létaux à proximité de l'explosion. Ces mêmes effets occasionnent en outre des dégâts matériels importants.

En ce qui concerne les peuplements marins, on peut citer les effets suivants :

- ▶ Les poissons. La détonation d'explosifs à l'intérieur ou à proximité des eaux de pêche provoque des ondes de choc de compression postérieures à la détonation caractérisées par l'atteinte rapide d'un pic de pression extrêmement élevé suivi d'une décroissance rapide sous la pression hydrostatique ambiante. Ce déficit de pression est à l'origine de la plupart des effets sur le poisson. Le principal organe touché chez le poisson est la vessie natatoire, sac rempli de gaz qui permet à la plupart des poissons pélagiques de maintenir une flottabilité neutre. Le rein, le foie, la rate et le sinus veineux peuvent également se rompre et provoquer une hémorragie. Les œufs de poisson et les larves peuvent également être détruits ou endommagés ;
- ▶ Les mammifères marins. Une détonation d'explosifs peut provoquer des dommages irréversibles à l'ouïe des mammifères marins, voire être mortelle dans certains cas. Il a été démontré que lorsqu'elle a lieu à proximité de ces animaux, elle entraîne des changements de comportement (Wright, 1982) ;
- ▶ Le benthos. Le nombre de mollusques et de crustacés tués par la détonation d'explosifs serait insignifiant mais peu de données sont disponibles sur la question. Les effets sub-létaux des explosifs sur les mollusques et les crustacés, y compris les modifications de comportement, sont mal connus (Wright, 1982) ;
- ▶ L'habitat du poisson. L'utilisation d'explosifs dans l'habitat du poisson ou à proximité peut également entraîner une altération chimique ou physique de l'habitat. Par exemple, la sédimentation attribuable à l'utilisation d'explosifs peut recouvrir les frayères ou réduire, voire éliminer, les formes de vie benthiques dont le poisson s'alimente. L'ammoniac ou des composés similaires, qui peuvent être toxiques pour le poisson et d'autres biotes aquatiques, comptent parmi les sous-produits de la détonation d'explosifs (Wright, en prép.)

Risque lié au transport de matières dangereuses (TMD)

Il correspond au risque de déversement de matières dangereuses, essentiellement en cas d'accident ou encore d'avaries de navires.

EVALUATION DES IMPACTS

Risque pyrotechnique

Le risque pyrotechnique au niveau du parc éolien présente un niveau d'enjeu faible. Cela est justifié par les conclusions des études bibliographiques mettant en évidence l'absence d'engins explosifs à proximité de la zone de projet et par les résultats des campagnes de reconnaissance magnétique montrant un nombre limité d'anomalies pouvant correspondre à la présence d'engins explosifs (dits UXO – UneXploded Ordnance).

De plus, le principe d'évitement des anomalies magnétiques pouvant représenter un risque UXO considéré lors de la définition du schéma d'implantation du parc, la vétusté des munitions non explosées pouvant être présentes sur site ainsi que la profondeur des fonds marins où reposent ces possibles UXO permettent de caractériser ce risque comme faible.

Risques technologiques - Phase de construction et de démantèlement

L'absence d'engins explosifs à proximité de la zone du projet mise en avant par les études bibliographiques ainsi que le faible nombre d'anomalies magnétiques détectées sur site conduisent à considérer un niveau d'enjeu faible au niveau du parc éolien.

L'évitement, lors de la conception du projet, des anomalies magnétiques détectées permet de caractériser un niveau d'impact faible.

Détonation de charge explosive

Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact
Risque pyrotechnique	Faible	Non concerné	Moyen		Faible
			Indirect / direct	Permanent	

Risque lié au transport de matières dangereuses

Comme précisé dans le chapitre 3.6.1.1.1, un niveau d'impact moyen a été défini pour ce qui concerne les risques maritimes (risque de collision compris).

Pour ce qui concerne le TMD, les sites industriels sensibles classés SEVESO de Saint-Nazaire et Montoir-de-Bretagne ainsi que les voies de navigation entre les pôles industriels littoraux et le DST d'Ouessant représentent les principaux enjeux technologiques liés à cette activité. Ils sont éloignés du parc éolien.

Le risque d'accident maritime impliquant le TMD peut être considéré comme faible.

En outre, le maître d'ouvrage estime que la fermeture de la Zone de Délimitation du parc ainsi que d'un périmètre de 2 milles nautiques (3.7 km) autour à la navigation de commerce pendant toute la durée des travaux contribuerait également à limiter le niveau de risque.

Risques technologiques - Phase de construction et de démantèlement

La présence du parc éolien à l'écart des routes de navigation principale entre les sites industriels sensibles et le DST d'Ouessant implique que le risque peut être considéré comme faible. En outre, l'interdiction proposée de la navigation commerciale au sein de la Zone de Délimitation du parc et dans une zone tampon de 2 milles nautiques autour pendant toute la durée des travaux contribuerait à limiter ce risque.

Contamination par des substances polluantes (pollution accidentelle)

Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact
Risque lié au TMD (Transport de Matière Dangereuse)	Moyen	Non concerné	Faible		Faible
			Indirect	Temporaire	

3.6.1.2 Qualité de l'air, odeurs et émissions attendues

La zone de projet est éloignée de toutes sources de pollution et des habitations. De plus, la qualité de l'air dispose d'un niveau d'enjeu faible.

3.6.1.2.1 Présentation des effets

Quel que soit la phase du projet, les opérations induiront l'émission de divers polluants atmosphériques via le trafic maritime. Les principaux polluants émis par ce trafic peuvent être évalués avec précision.

3.6.1.2.2 Evaluation des impacts

L'ensemble des gaz émis est difficilement quantifiable. Cependant, les émissions de dioxyde de carbone CO₂, de monoxyde de carbone (CO), des oxydes d'azote NO_x, des composés organiques volatils non méthaniques (COVNM), de dioxyde de soufre (SO₂) et des particules fines PM₁₀ et PM_{2,5} ont pu être estimées à partir :

- ▶ des consommations de carburant estimées et utilisées pour la réalisation du calcul des émissions de gaz à effet de serre : la quantité de gasoil est estimée à 4887 tonnes en phase de construction et 3228 tonnes en phase de démantèlement ;
- ▶ des facteurs d'émissions retenus pour le transport maritime en tonne équivalent pétrole (tep).

Tableau 73 : Quantités de polluants atmosphériques émis par le trafic maritime en phase de construction

Polluants	Facteurs d'émission	Unité	Quantité en tep	Quantité de polluants en tonnes
Dioxyde de Carbone (CO ₂)	3,276	t CO ₂ /tep	4 887	16 009
Oxyde d'azote (NO _x)	0,0745	t NO _x /tep	4 887	364
Dioxyde de Soufre (SO ₂)	0,0347	t SO ₂ /tep	4 887	169
Monoxyde de carbone (CO)	0,0084	t CO/tep	4 887	41
Particules fines (PM ₁₀)	0,0042	t PM ₁₀ /tep	4 887	20
Particules fines (PM _{2,5})	0,0012	t PM _{2,5} /tep	4 887	6
Composés Organiques Volatils Non Méthaniques (COVNM)	0,0020	t COVNM/tep	4 887	10

Source : BRLi, 2016 à partir d'Explicit, et Air Normand, 2008 et BRLi, 2015

Tableau 74 : Quantités de polluants atmosphériques émis par le trafic maritime en phase de démantèlement

Polluants	Facteurs d'émission	Unité	Quantité en tep	Quantité de polluants en tonnes
Dioxyde de Carbone (CO2)	3,276	t CO2/tep	3 228	10 575
Oxyde d'azote (NOx)	0,0745	t NOx/tep	3 228	240
Dioxyde de Soufre (SO2)	0,0347	t SO2/tep	3 228	112
Monoxyde de carbone (CO)	0,0084	t CO/tep	3 228	27
Particules fines (PM10)	0,0042	t PM10/tep	3 228	13
Particules fines (PM2,5)	0,0012	t PM2,5/tep	3 228	4
Composés Organiques Volatils Non Méthaniques (COVNM)	0,0020	t COVNM/tep	3 228	6

Source : BRLi, 2016 à partir d'Explicit, et Air Normand, 2008 et BRLi, 2015

Au total et pendant toute la phase de construction, il est attendu l'émission de 16 009 t de CO2, 364 t de Nox, 169 t de SO2, 41 tonnes de CO, 20 t de particules PM10, 6 t de particules PM2,5 et 10 t de COVNM par le trafic maritime.

En phase de démantèlement, il est attendu l'émission de 10 575 t de CO2, 240 t de Nox, 112 t de SO2, 27 tonnes de CO, 13 t de particules PM10, 4 t de particules PM2,5 et 6 t de COVNM par le trafic maritime.

Ce trafic maritime émanera depuis/vers le port du Havre. Il est attendu une consommation de carburant supérieure en phase de construction.

A noter que les émissions de polluants atmosphériques précitées, induites par les bateaux de chantier (entre 10 et 15 en simultané pendant une durée de 22 mois) sont considérées comme directes, limitées à la durée des travaux et faibles au regard de l'ensemble du trafic maritime identifié sur l'aire d'étude large. En effet, 9 000 bateaux de commerce naviguent annuellement vers ou en provenance des cinq ports principaux de l'aire d'étude large (Nantes – Saint-Nazaire, La Rochelle, Les Sables d'Olonne, Lorient et Port-Joinville).

La majorité des polluants seront émis pendant leur trajet en mer, loin de toute habitation. La population ne sera donc pas gênée par les émanations ni par les odeurs. Au regard de la santé, la sensibilité est donc considérée comme négligeable.

Qualité de l'air, odeurs et émissions attendues

Les émissions de polluants atmosphériques induites par les bateaux de chantier (entre 10 et 15 en simultané pendant une durée de 22 mois) sont considérées comme directes, limitées à la durée des travaux et faibles au regard de l'ensemble du trafic maritime identifié sur l'aire d'étude large.

La majorité des polluants seront émis pendant leur trajet en mer, loin de toute habitation. La population ne sera donc pas gênée par les émanations ni par les odeurs. Au regard de la santé, la sensibilité est donc considérée comme négligeable.

Emission de polluants atmosphériques

Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact
Qualité de l'air	Faible	Négligeable	Faible		Négligeable
			Direct	Temporaire	

3.6.1.3 Qualité des eaux de baignade et conchylicoles

Les effets sur la qualité sanitaire de l'eau concernent la qualité des eaux des baignades en bord de plage et celle des eaux conchylicoles en mer et sur le littoral. L'état initial indique que les eaux conchylicoles présentent une classe de qualité A ou B sauf au niveau de la zone la plus proche du chenal de Fromentine (classée C). La qualité des eaux de baignade est excellente à bonne sur l'aire d'étude éloignée depuis 2012.

PRESENTATION DES EFFETS

Les suivis de la qualité sanitaire des eaux (de baignade et conchylicoles) concernent principalement la recherche de bactéries fécales et de phytoplanctons susceptibles d'émettre des toxines. Les opérations envisagées ne sont pas de nature à rejeter de tels éléments ni à permettre leur dispersion étant donné l'absence de particules fines sur les fonds de la zone du parc éolien. Ainsi, pour les phases de construction et de démantèlement, les effets concernent uniquement le risque de pollution des eaux (effet « contamination par des substances polluantes ») du fait de l'augmentation des risques maritimes et du trafic sur la zone de parc éolien.

Par ailleurs, cet effet a été étudié pour les eaux conchylicoles dans la partie 3.5.1.3, aussi seul le cas des eaux de baignade est évalué ici.

EVALUATION DES IMPACTS

Le risque et l'effet d'une pollution accidentelle ou d'une contamination par les anodes ont été largement développés dans la partie relative à la qualité de l'eau.

Comme indiqué précédemment, le risque de pollution du fait d'accidents maritimes sera limité notamment par les restrictions de navigation mises en place en phase de construction par le maître d'ouvrage.

Néanmoins, une pollution non maîtrisée occasionnerait, par la fermeture temporaire de la zone affectée, une atteinte notable à toutes les activités notamment en période estivale du fait de la présence de touristes et de la pratique de la baignade. Un arrêté préfectoral interdisant la consommation des coquillages localisés sur le littoral pourrait alors être pris par le Préfet concerné.

Selon l'ampleur de la pollution, un nettoyage de plage peut s'avérer nécessaire. Ce risque est inhérent à tout bateau empruntant les chenaux de navigation d'entrée et de sortie aux ports. Il sera donc géré comme actuellement.

Le maître d'ouvrage prévoit également une mesure de réduction de l'impact relatif à la contamination par des substances polluantes (chapitre « Mesures prévues par le pétitionnaire »). Elle consiste en la mise en œuvre de règles relatives à la réalisation d'un chantier propre (application d'un plan d'intervention pollution marine, présence et déploiement d'un kit anti-pollution à partir du bateau intervenant sur le chantier et responsable de la pollution). De ce fait, en cas d'évènement, la diffusion de la pollution et l'atteinte de la qualité de l'eau restent fortement limitées.

Qualité des eaux de baignade et conchylicoles – Phase de construction et de démantèlement					
Il n'est pas attendu de contamination des bivalves ni de la population directement ou par consommation des bivalves en cas de pollution accidentelle. Cet effet est évalué comme direct et indirect, temporaire et faible.					
Contamination par des substances polluantes (pollution accidentelle)					
Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact
Population	Moyen	Moyen	Faible		Faible
			Direct/indirect	Temporaire	

3.6.1.4 Acoustique aérienne et vibrations

3.6.1.4.1 Acoustique aérienne

En phase de construction et de démantèlement les effets attendus sur l'acoustique aérienne sont respectivement liés aux opérations de forage et de dépose (par découpe au fond de la mer) des 64 fondations.

Il convient de noter que la source dominante du bruit (la foreuse ou la scie) se situe sous le niveau de la mer lors de cette opération. Or, la différence de milieu de propagation eau-air entraîne une propagation acoustique des sources sous-marines quasi-nulle dans le domaine aérien.

Les principales sources de bruit aériennes sont donc les navires de travaux et considérant la distance entre la zone de travaux et le rivage, les navires n'ont pas d'influence sur l'ambiance sonore au droit des habitations riveraines.

Par conséquent, il est donc possible d'affirmer que l'impact du projet sur l'ambiance sonore, en phase de construction et de démantèlement, peut être considéré comme négligeable.

3.6.1.4.2 Vibrations

Concernant les vibrations, l'effet est uniquement lié à la phase de construction pour laquelle l'utilisation de techniques de forage est envisagée. L'analyse s'efforce d'évaluer dans quelle mesure ces interventions sont susceptibles de propager des vibrations jusqu'aux zones habitées. Les vibrations se propagent dans deux types de milieux : l'eau marine et les formations géologiques.

PROPAGATION DANS L'EAU

D'après la bibliographie, les opérations de forage sont à l'origine de vibrations sur un spectre de fréquences large (10 Hz à 10 kHz), avec des valeurs maximales de niveaux de pressions sonores pouvant atteindre 145 à 190 dB réf 1eq Pa à 1 m de la source (MEDDE, 2012).

Des modélisations numériques réalisées dans le cadre de la présente étude d'impact, ont permis d'évaluer les empreintes sonores⁵⁰ provoquées par les opérations de forage. Ces

⁵⁰ L'empreinte sonore correspond à la zone géographique pour laquelle le bruit généré (ex. forage) est au-dessus du niveau de bruit actuel de l'environnement. Elle représente l'émergence du bruit au-dessus du bruit initial.

3. Analyse des effets et des impacts du projet sur l'environnement et sur la santé

3.6 Impacts sur l'hygiène, la santé, la sécurité et la salubrité publique

3.6.1 En phase de construction et de démantèlement



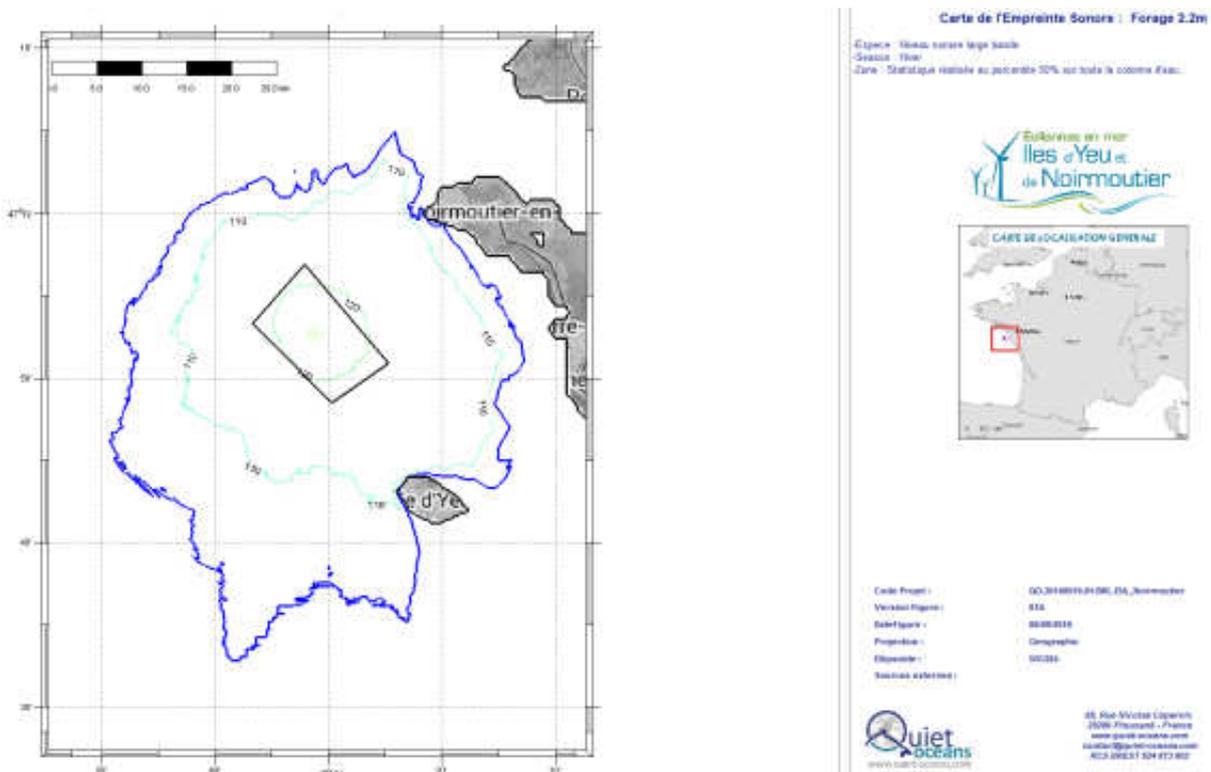
modélisations ont été établies sur des gabarits sonores dérivés de la littérature estimés à 177 dB réf. $1\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$ à 1 m, dans la bande 50Hz à 67kHz pour un pieu de 2,2 m de diamètre (Beharie & Side, 2011, Nedwell, 2003 et 2008).

En considérant les conditions océanographiques, bathymétriques, sédimentologiques et météorologiques spécifiques des aires d'étude du projet, les modélisations ont permis d'estimer le niveau de bruit large bande à 130 dB réf. $1\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$ à 750 m pour le forage d'un pieu de même dimension.

Par ailleurs, elles démontrent que les niveaux de bruit introduits par le projet tendent rapidement vers les niveaux sonores actuels des aires d'étude. La Figure 61 montre en effet, à travers la courbe bleue, que les niveaux de bruit modélisés à la côte s'atténuent et passent en dessous de la valeur médiane du bruit ambiant, générée par le trafic local, et comprise entre 95 et 103 dB réf. $1\mu\text{Pa}^2$ dans l'aire d'étude immédiate.

Une telle atténuation des bruits, et par conséquent des vibrations, dès 750 m et au-delà permet de confirmer l'absence d'impact d'une opération de battage à la côte.

Figure 61 : Empreinte sonore d'un forage d'un pieu de 2,2 m placé au centre de la zone du parc éolien



PROPAGATION DANS LES SOLS

En parallèle de sa propagation sous forme d'ondes de compression dans l'eau, l'énergie d'ébranlement associée aux forages se propage dans les roches des fonds marins sous forme de vibrations (ondes de compression et ondes de cisaillement).

D'après la littérature disponible, la mesure des vibrations émises par un projet de type forage peut être calculée grâce à la formule suivante :

$$PPV_{equip} = PPV_{ref} \times \left(\frac{25}{D}\right)^{1,5}$$

Avec : PPV_{equip} : le pic de vitesse particulière (*Peak particle velocity*).
 PPV_{ref} : le niveau de vibration de référence.

Deux valeurs ont été considérées ici - valeur haute 0,734 in/sec (1,86 cm/sec)
 (à 25 pieds soit 7,62 m) (Hanson et al., 2006⁵¹) - valeur médiane 0,110 in/sec (0,2794 cm/sec)

D : la distance entre l'équipement et le point de réception. Dans le cas présent une distance de 11,7 km a été considérée (distance la plus faible entre le projet et les riverains susceptibles de percevoir les vibrations)

Valeur haute : $PPV_{equip} = 3,1.10^{-4} mm/sec$

Valeur médiane : $PPV_{equip} = 7,2.10^{-5} mm/sec$

Pour qu'un impact soit significatif pour les riverains et les structures (bâtiments), la circulaire du 23 juillet 1986 qui concerne les installations classées pour la protection de l'environnement retient une mesure des vibrations de 2 mm/s dans le cas de sources continues ou assimilées (machines émettant des vibrations continues).

Le calcul des vibrations, d'après la formule ci-dessus démontre qu'à la côte, les riverains ne ressentiront pas les vibrations émises en phase de construction qui sont plus de 1000 fois inférieures aux seuils réglementaires. En réalisant le calcul inverse, on comprend que ce seuil ne pourrait être dépassé que si les riverains se trouvent à une distance inférieure à 33,5 m de la source des vibrations, à savoir la foreuse.

L'effet sur les riverains à côte est donc négligeable, il n'y a pas d'impact de cet ordre provoqué par le projet en phase de construction.

Acoustique aérienne et vibration – En phase de construction et de démantèlement

Avec la distance séparant le projet en mer et les premiers riverains (au moins 11,7 km sur l'île d'Yeu), l'atténuation des ondes acoustiques et des vibrations dans les roches du fond marin, implique que l'effet du projet sur l'acoustique aérienne est faible et négligeable du point de vue des vibrations.

Perturbation de l'ambiance sonore aérienne

Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact
Population	Moyen	Négligeable	Faible		Négligeable
			Direct	Temporaire	
Phénomène vibratoire					
Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact
Population	Moyen	Négligeable	Négligeable		N. Ev.
			Direct	Temporaire	

⁵¹ Hanson Carl E., Towers David A., et Meister Lance D., 2006. *Transit Noise and Vibration Impact Assessment* (Chapitre 8 et 12) U.S. Department of Transportation, Federal Transit Administration 274p.

3.6.2 En phase d'exploitation

3.6.2.1 Navigation et sécurité en mer

3.6.2.1.1 Risques maritimes

IDENTIFICATION DES EFFETS

L'augmentation des risques maritimes est liée à la présence du parc.

EVALUATION DES IMPACTS

Afin d'apprécier ces risques, le maître d'ouvrage a sollicité la réalisation d'une étude d'analyse des risques maritimes spécifique au parc éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier, conformément à la méthodologie du Formal Safety Assessment, telle que définie par l'Organisation Maritime Internationale (OMI).

En outre, l'analyse a été conduite en considérant le trafic de navires dans la configuration où le parc éolien en mer de Saint-Nazaire serait également en phase d'exploitation. En effet, la mise en service de ce parc devrait entraîner une augmentation du trafic du chenal permettant l'accès au port de Nantes Saint-Nazaire par la déviation des navires transitant actuellement sur la zone d'implantation du parc éolien du banc de Guérande.

De manière conservatrice, le nombre de navire naviguant à proximité du parc éolien des Îles d'Yeu et de Noirmoutier a été considéré égal au trafic total en sortie de l'estuaire de la Loire.

Les scénarios d'accidents retenus sont synthétisés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 75 : Tableaux des scénarios d'accidents retenus

N°	Libellé du scénario d'accident
ER1	Collision entre un navire et un élément d'éolienne à la dérive, flottant à la surface ou entre deux eaux, dans ou hors du parc
ER2	Chalutage d'une pale à la dérive flottant entre deux eaux, dans ou hors du parc
ER3	Projection d'une pale sur un navire
ER4	Projection de débris de pales sur un navire
ER5	Effondrement du rotor ou du mât sur un navire
ER6	Incendie d'un navire suite à la chute de débris enflammés
ER7 ⁵²	Collision entre une éolienne (ou le poste électrique en mer ou le mât de mesure) et un navire (ferry, cargo et navire de pêche) à la dérive suite à une avarie de propulsion ou d'appareil à gouverner
ER8	Collision entre une éolienne (ou le poste électrique en mer ou le mât de mesure) et un navire (ferry, cargo et navire de pêche) suivant une route erronée
ER9	Abordage entre deux navires suite à la perturbation de leurs systèmes de navigation par les éoliennes
ER10	Collision entre une éolienne et un moyen de secours (maritime ou aérien)
ER11	Croche d'un câble sous-marin
ER12	Chute ou projection d'un morceau de glace sur un navire

Source : Sonovision, 2016

⁵² L'évènement redouté prend en compte la collision entre une éolienne et un navire à la dérive dans ou hors du parc éolien en mer

Le tableau ci-après synthétise les résultats obtenus :

Tableau 76 : Probabilités d'occurrence des scénarios d'accidents retenus

Scénario d'accident		Probabilité /an dans le parc éolien	Période moyenne de retour
ER1	Collision entre un navire et un élément d'éolienne à la dérive, flottant à la surface ou entre deux eaux, dans ou hors du parc	$<8,0 \cdot 10^{-2}$	>12 ans
ER2	Chalutage d'une pale à la dérive flottant entre deux eaux, dans ou hors du parc	$<8,0 \cdot 10^{-2}$	>12 ans
ER3	Projection d'une pale entière sur un navire	$1,2 \cdot 10^{-5}$	100 000 ans
ER4	Projection de débris de pale sur un navire	$1,0 \cdot 10^{-4}$	10 000 ans
ER5	Effondrement du rotor ou du mât (y compris mât de mesure) sur un navire	$8,4 \cdot 10^{-6}$	>100 000 ans
ER6	Projection de débris enflammés sur un navire	$2,4 \cdot 10^{-4}$	4 200 ans
ER7-1	Collision entre une éolienne et un ferry dérivant	$1,4 \cdot 10^{-3}$	700 ans
ER7-2	Collision entre une éolienne et un cargo dérivant	$8,3 \cdot 10^{-3}$	110 ans
ER7-3	Collision entre une éolienne et un navire de pêche dérivant	$4,0 \cdot 10^{-2}$	25 ans
ER8-1	Collision entre une éolienne et un ferry sur une route erronée	$<.10^{-4}$	<10 000 ans
ER8-2	Collision entre une éolienne et un cargo sur une route erronée	$<.1,2 \cdot 10^{-4}$	<8 000 ans
ER8-3	Collision entre une éolienne et un navire de pêche sur une route erronée	$4,2 \cdot 10^{-3}$	240 ans

Source : Sonovision, 2016

Ces niveaux sont faibles, et ne conduisent pas à une augmentation significative des risques encourus par les navires dans la zone. En outre, le respect des mesures de maîtrise des risques présentées ensuite doit permettre de réduire encore les probabilités d'occurrence des accidents potentiels identifiés.

Les cotations ont conduit à renseigner la matrice de criticité qui suit.

Tableau 77 : Matrice de criticité associée aux scénarios d'accidents retenus

Indice de fréquence FI dans la zone d'étude					
FI	Fréquence	Gravité SI			
		1	2	3	4
		Mineure	Significative	Grave	Catastrophique
7	Fréquent -10				
6	1				
5	Raisonnablement probable - 0,1	ER1; ER2	ER9		
4	0,01			ER7.3	
3	Rare - 0,001			ER6; ER7.1; ER7.2	ER8.3
2	0,0001			ER4	ER3; ER8.1; ER8.2
1	Extrêmement rare - 0,00001		ER12		ER5; ER11

Source : Sonovision, 2016

Légende : vert : criticité acceptable ; jaune : tolérable et rouge : inacceptable.

Certains scénarios d'accident sont compris dans le domaine « tolérable », ce qui signifie que les risques sont considérés comme admissibles, sous réserve de justifier d'une vigilance renforcée pour éviter qu'une dérive ne les conduisent dans le domaine « non acceptable ». La mise en place des mesures de maîtrise du risque devient donc nécessaire.

Sur la base des conclusions de la matrice de criticité, le niveau d'impact est évalué à faible.

Dans cette optique, les principales propositions de règles de navigation au sein du parc émises par le maître d'ouvrage pour le limiter sont les suivantes (ces dispositions ne sont pas prises en compte dans l'évaluation du niveau d'impact) :

- ▶ Interdiction de tout type de pêche et toute navigation dans un rayon de 150 mètres autour de chaque éolienne, du mât de mesure et du poste électrique afin d'éviter tout risque d'abordage et de laisser un espace suffisant pour l'accostage des navires de maintenance du parc ;
- ▶ Interdiction des arts traînants au sein du parc éolien afin d'éviter tout risque de croche des câbles inter-éoliennes ; Par ailleurs, et pour les mêmes raisons, interdiction de la pêche aux arts dormants 50 m de part et d'autres des câbles inter-éoliennes.
- ▶ Limitation de la vitesse à 12 nœuds pour les navires (autopropulsés et voiliers) ;
- ▶ Définition d'une zone tampon de 2 milles nautiques mètres (environ 3.7 km) autour du périmètre du parc éolien pour les navires de plus de 25 mètres.

En outre, la diffusion de l'information, par l'intermédiaire du Centre de Contrôle Opérationnelle, sera effectuée.

Enfin, afin de limiter les risques de sur-accidents lors d'une opération de secours autour ou à l'intérieur du parc éolien, une formation spécifique pourrait être donnée à toutes les personnes susceptibles d'intervenir sur le site. Afin de parfaire cette formation, des exercices réguliers sont nécessaires. Ces exercices doivent être représentatifs d'interventions réelles tant sur le plan des moyens mis à disposition que des paramètres de l'exercice (notamment météorologiques).

En ce qui concerne le risque de croche, dans la mesure où la pratique de la pêche au sein du parc serait autorisée, il apparaît que la fréquence d'un tel accident est extrêmement rare (supérieure à 10 000 ans), mais d'une très forte gravité (catastrophique). L'analyse conduit à retenir un niveau de criticité tolérable suivant la définition donnée ci-dessus. En conséquence, le maître d'ouvrage considère qu'il est souhaitable d'interdire les arts traînants au sein du parc (d'autant plus que ceux-ci ne pratiquent pas ou peu actuellement au sein de la zone de projet).

Navigation et sécurité en mer - Phase d'exploitation

L'impact du parc vis-à-vis des différents risques maritimes est considéré faible étant donné la faible probabilité d'occurrence des différents scénarios d'accidents envisagés.

Le maître d'ouvrage propose la mise en place de règles de navigation, en vue de limiter les risques maritimes.

Risques maritimes

Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact
Trafic maritime	Moyen	Non concerné	Faible		Faible
			Direct	Permanent	

3.6.2.1.2 Servitudes

Les impacts sur les servitudes sont évalués au regard de l'ensemble des réponses formulées par les services détenteurs de servitudes radioélectriques, aéronautiques ou d'autres servitudes (câbles sous-marins, navigation - chenaux d'accès aux ports et zone d'interdiction diverses - les parcs aquacoles et zones d'extraction de granulats marins, les zones minées ou de dépôts temporaires d'engins explosifs) qui ont été consultés par le maître d'ouvrage.

Les servitudes sont des dispositions réglementaires destinées à protéger des installations opérationnelles stratégiques notamment pour la surveillance du territoire maritime, la surveillance des approches aériennes, etc.

Ainsi, l'effet lié à la présence du projet se matérialise par une incompatibilité d'usage avec les détenteurs de servitudes à l'instant où le projet intersecte de telles servitudes.

A la lumière des analyses de servitudes, la zone de projet se trouve en dehors de toute zone grevée de servitude dites de protection. Toutefois, le projet se situe à l'intérieur de zones de servitudes dites de coordination pour les moyens de surveillance de la navigation maritime. Les impacts sur l'aspect opérationnel de ces derniers sont détaillés dans le chapitre suivant.

Par ailleurs, il apparaît en outre qu'un feu (feu de la jetée nord-ouest de Port-Joinville sur l'Île d'Yeu) et deux phares (phare de l'Île du Pilier et Grand Phare de l'Île d'Yeu) seront impactés par le projet. Les impacts sur l'aspect opérationnel de ces derniers sont également détaillés dans le chapitre suivant.

Enfin, comme précisé dans le chapitre relatif aux impacts sur le transport aérien en phase d'exploitation, le projet se situe :

- ▶ Dans la zone D18A, dans laquelle se déroulent des missions opérationnelles, des activités d'entraînement des composantes aériennes de la Défense et du tir ;
- ▶ Dans une zone susceptible d'être survolée par des avions en mission de service public (SAR, SAMAR...).

Cependant, aucune objection n'est émise par la Direction de la Circulation Aérienne Militaire sur ce projet sous réserve de :

- ▶ La mise en œuvre effective des mesures compensatoires proposées dans le cadre de la réduction des impacts du projet sur la veille sémaphorique (voir à ce sujet le chapitre relatif aux moyens de surveillance maritime) ;
- ▶ La mise en place d'un dispositif permettant la détection radar des éoliennes par les avions et les navires.

Sur ce dernier point, les dispositifs envisageables sont des balises RACON (RADar beaCON). Cependant, le retour d'expériences des projets lauréats de l'appel d'offres national éolien en mer de 2011 montre qu'en grandes commissions nautiques, les membres de ces instances font le choix de ne pas retenir ce type d'équipements du fait que les éoliennes possèdent déjà une forte signature radar rendant superflu le balisage par RACON. Le maître d'ouvrage ne retient donc pas ce type de dispositif mais s'engage à poursuivre les échanges avec la DIRCAM sur ce sujet et à mettre en place un dispositif qui satisfasse la DIRCAM si cette demande est maintenue.

Navigation et sécurité en mer - Phase d'exploitation

La zone de projet se trouve en dehors de toute zone grevée de servitude dites de protection. Toutefois, elle se situe à l'intérieur de zones de servitudes dites de coordination pour les moyens de surveillance de la navigation maritime. Elle est également concernée par des servitudes aéronautiques sans pour autant, dès lors que des mesures soient mises en place, que cela n'entraîne d'objection sur le projet.

L'impact est donc évalué à moyen.

Intersection avec des zones de servitudes

Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact
Servitudes	Moyen	Non concerné	Moyen		Moyen
			Direct	Permanent	

3.6.2.1.3 Moyens de surveillance, de navigation, de communication, de détresse et balisage

Les conclusions de ce chapitre ont notamment été émises par la société Signalis en 2015 et 2016 et les réponses des services de l'Etat aux sollicitations du maître d'ouvrage concernant les servitudes.

IDENTIFICATION DES EFFETS

Sur les dispositifs de surveillance de la navigation maritime à terre

Sur la base du plan d'implantation des éoliennes, l'analyse des couvertures permet d'identifier les radars les plus impactés par le parc éolien. D'après le Tableau 78, les 3 radars suivants sont concernés :

- ▶ Radar du sémaphore de Chemoulin ;
- ▶ Radar du sémaphore de Saint-Sauveur ;
- ▶ Radar de L'Herbaudière.

Tableau 78 : Synthèse de l'impact sur la détection de chaque radar en fonction du type de cible

	Détection « petites cibles »	Détection « cibles moyennes »	Détection « grandes cibles »
Surface Equivalente Radar (SER) ; Hauteur (Ht)	SER : 50 m ² ; Ht 3 m	SER : 1 000 m ² ; Ht 10 m	SER : 100 000 m ² ; Ht 25 m
Radar du sémaphore de Saint-Julien	Non impactée	Non impactée	Non impactée
Radar du sémaphore du Talut	Non impactée	Non impactée	Non impactée
Radar du sémaphore de Piriac	Non impactée	Non impactée	Non impactée
Radar du sémaphore de Chemoulin	Non impactée	Non impactée	Impactée
Radar du sémaphore de Saint-Sauveur	Impactée	Impactée	Impactée
Radar du Mindin	Non impactée	Non impactée	Non impactée
Radar de L'Herbaudière	Impactée	Impactée	Impactée
Radar de Lavau-sur-Loire	Non impactée	Non impactée	Non impactée

En grisé les radars impactés

Source : Signalis, 2015

La présence des éoliennes induit trois effets potentiels :

- ▶ Un effet de « désensibilisation » du radar. La forte quantité d'énergie réfléchiée par les éoliennes va engendrer au niveau du traitement du signal sur le récepteur radar, une limitation de l'amplitude du signal. Cette limitation va générer une distorsion du signal et une réduction de la sensibilité du radar. Cet effet peut être pénalisant pour assurer la détection des petites cibles aux abords des éoliennes.
- ▶ Effet d'ombre, induit par la présence des superstructures susceptibles de générer des zones d'ombres du radar.
- ▶ Effet de réflexion – faux échos du radar. C'est l'effet le plus difficile à prévoir et évaluer. Il est toutefois possible de faire des prédictions sur les zones où peuvent apparaître de faux échos.

La rotation des pales des éoliennes impacte fortement les systèmes radar possédant un traitement du signal « doppler ». Ce traitement « doppler » peut créer des pistes radar sur la rotation des pales des éoliennes. Les systèmes radars les plus proches ne possèdent pas de traitement « doppler ». On peut donc prévoir que ces radars ne seront pas perturbés par la rotation des pales des éoliennes.

Sur les radars de navigation embarqués à bord des navires

Pour évaluer l'impact des éoliennes sur les radars embarqués, le maître d'ouvrage s'est basé sur le retour d'expérience du Port of London Authority (PLA) concernant le parc éolien en mer de Kentish Flats.

Ce dernier est situé dans l'estuaire de la Tamise et comprend 30 éoliennes disposées en diamant. Les premières éoliennes se situent à moins d'1 mille nautique (environ 1.9 km) au sud du chenal « Princes Channel » qui connaît un trafic de 40 à 50 navires par jour.

La géométrie globale du parc éolien joue un rôle important concernant les perturbations sur les radars embarqués.

D'après PLA, l'impact sur les radars embarqués est plus significatif que sur les radars fixes.

Les phénomènes susceptibles d'être détectés sur les écrans radar à proximité de la zone d'implantation du parc éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier sont listés ci-dessous par ordre croissant d'importance :

- ▶ Réflexions linéaires dans plusieurs secteurs ;
- ▶ Déformation de secteur ;
- ▶ Images « miroirs » ;
- ▶ Détection de cibles de façon intermittente entre les éoliennes ;
- ▶ Déformations radiales ;
- ▶ Zones d'ombre ;
- ▶ Réflexions – faux échos.

Sur les radars de navigation embarqués à bord des aéronefs qui concourent à l'action de l'Etat en mer

La Direction de la Circulation Aérienne Militaire a confirmé qu'aucune objection n'est émise sur ce projet sous réserve de la mise en place d'un dispositif permettant la détection radar des éoliennes par les aéronefs et les navires.

Sur les moyens de surveillance optiques

Les moyens de surveillance optique présents à proximité des îles d'Yeu et de Noirmoutier sont des composants passifs. C'est-à-dire qu'il n'y a pas de transmission de signaux (lasers ou infrarouges) pour assurer la surveillance optique qui peuvent potentiellement être déviés ou atténués par les éoliennes.

De plus, les fréquences très élevées des ondes électromagnétiques du visible et de l'infrarouge font qu'il n'y a pas d'effet de distorsion ou d'absorption.

Ainsi, le seul type d'impact qui peut être recensé est associé à un effet de zone d'ombre créé par les éoliennes sur la zone de surveillance. Cependant, la distance entre le sémaphore le plus proche, celui de Saint-Sauveur, et les premières éoliennes du parc est de près de 9.7 NM (environ 18 km). A cette distance, il n'est pas possible d'effectuer une identification avec les jumelles jours et thermiques aujourd'hui disponibles.

L'effet sur les moyens de surveillance optique est donc négligeable. L'impact qui en découle n'est donc pas étudié.

Sur les radios goniométriques VHF

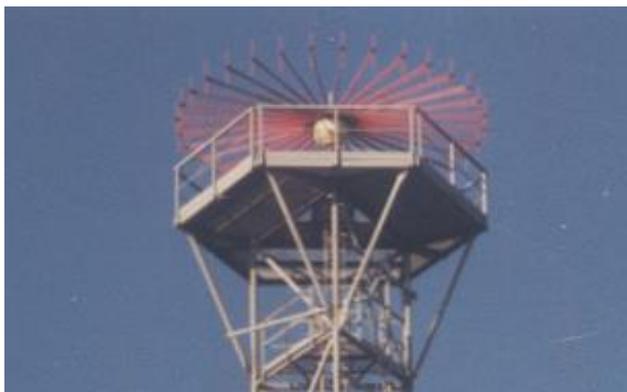
Les radios goniométriques présentes dans les sémaphores sont des composants passifs qui écoutent sur les bandes de fréquence VHF et permettent de détecter la direction des appels VHF. Ce dispositif a pour objectif de détecter la direction de provenance d'un appel VHF (signal VHF).

Une radio goniométrique est connectée à une antenne constituée par un ensemble de dipôles fixes qui sont commutés cycliquement.

Grâce à leur antenne très caractéristique, les radios goniométriques sont donc capables de mesurer l'angle de provenance d'un signal VHF uniquement mais incapables de mesurer la distance entre le point d'émission et l'antenne de réception.

La localisation précise d'un appel VHF ne peut donc s'effectuer que par triangulation et avec au minimum trois radios goniométriques placées à des endroits différents.

Photographie 8 : Exemple d'antenne radio goniométrique VHF



Source : Signalis, 2015

Selon le document « Rapport de la CCE5 n°3 : Perturbations du fonctionnement des radars fixes maritimes, fluviaux et portuaires par les éoliennes - Version 1 du 26/02/2008. » de l'Agence Nationale des Fréquences, les impacts causés par les éoliennes sur les radios goniométriques sont les suivants :

- ▶ Zone d'ombre – Effet de masquage
- ▶ Effet d'erreur de mesure angulaire (multi-trajet)

Par ailleurs, d'après le courrier émanant du CROSS Etel, en réponse aux sollicitations du maître d'ouvrage, il existe 6 installations de ce type qui pourraient être affectées par l'installation du projet (Tableau 79).

Tableau 79 : Localisation et caractéristiques des installations VHF portées à l'attention du maître d'ouvrage par le CROSS Etel

Type de station	Localisation	Caractéristiques techniques	Portées
VHF	Belle-île en mer	Type de station : TAIT Sysoco TB8100 Puissance : 50W	27 NM
VHF	Kerrouault	Type de station : TAIT Sysoco TB8100 Puissance : 50W	33 NM
VHF	Île d'Yeu	Type de station : TAIT Sysoco TB8100 Puissance : 50W	23 NM
VHF	Armandèche – Les Sables d'Olonne	Type de station : TAIT Sysoco TB8100 Puissance : 50W	20 NM
MF/VHF	Saint-Philibert	Type de station : Kenta KHF 2010 Puissance : 550W	128 NM
MF/VHF	Soulac	Type de station : Kenta KHF 2010 Puissance : 550W	127 NM

Source : CROSS Etel, 2016

Sur le système Loran-C

Compte tenu de la distance entre l'émetteur LORAN-C et le parc éolien en mer des îles d'Yeu et de Noirmoutier, les signaux de ce système ne sont pas notablement perturbés. L'effet est donc considéré comme négligeable, et l'impact ne sera pas évalué par la suite.

Sur les GNSS

La propagation du signal GPS ne sera pas perturbée dans le parc. L'effet est donc négligeable. En revanche, le cas particulier du DGPS est exposé ci-après.

Sur les moyens et signaux de détresse (SARSAT-COSPAR, 2182 MHz, etc.)

Des études menées notamment en Grande-Bretagne montrent que, sauf à très courte distance des éoliennes (quelques dizaines de mètres), la propagation des signaux correspondants n'est pas perturbée.

L'effet est donc considéré comme négligeable et l'impact ne sera pas abordé par la suite.

Sur les dispositifs de signalisation maritime

La présence du parc éolien modifie la perception du balisage préexistant sur l'AEE en obstruant le champ de visibilité de ce dernier. Sur la base des informations fournies par les services de l'Etat, il apparaît que le feu de la jetée nord-ouest de Port-Joinville sur l'Île d'Yeu, le phare de l'Île du Pilier et le Grand Phare de l'Île d'Yeu seront impactés par le projet.

EVALUATION DES IMPACTS

Ces différents effets sont susceptibles d'apparaître au fur et à mesure de la construction du parc et de disparaître lors du démantèlement pour revenir à une situation proche de l'état initial. L'analyse des impacts concerne donc uniquement la phase d'exploitation qui prend en compte l'ensemble des effets évoqués auparavant.

Impacts sur les radars de surveillance du trafic maritime à terre : Désensibilisation du radar

La forte réflexion du signal radar engendrée par le parc éolien en mer des îles d'Yeu et de Noirmoutier va opérer un effet de « désensibilisation » sur le traitement du signal radar au voisinage de chaque éolienne. Ce phénomène est provoqué par les systèmes de filtrage du signal radar qui veillent à ce que chaque radar ne soit jamais trop ébloui par de forts échos.

Cet effet aura donc pour conséquence une détérioration de la détection des petites cibles aux abords de chaque éolienne (moins de 300 m).

Cet effet de « désensibilisation » du radar n'impactera pas la détection des gros bateaux, car ayant une forte signature radar, ces navires continueront à être détectés même si le radar réduit ses seuils de détection. Cet effet pourrait cependant impacter la détection des petits bateaux, que seuls les radars de L'Herbaudière et du sémaphore de Saint-Sauveur sont en mesure de détecter au voisinage du parc éolien.

Navigation et sécurité en mer - Phase d'exploitation

L'effet de « désensibilisation » sera potentiellement observable uniquement sur les radars de L'Herbaudière et du sémaphore de Saint Sauveur. Le radar du sémaphore de Chemoulin est trop éloigné du parc éolien pour subir ce type d'effet et il ne détecte pas les petites cibles au voisinage de celui-ci.

Perturbation des radars de surveillance du trafic maritime à terre – désensibilisation du radar

Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact
Moyens de surveillance, de navigation, de communication, de détresse et balisage	Fort	Non concerné	Moyen		Fort
			Indirect	Permanent	

Impacts sur les radars de surveillance du trafic maritime à terre : Effet d'ombre

L'analyse du masquage généré par les éoliennes sur la couverture radar est réalisée en considérant successivement le masquage créé par un mât d'éolienne, puis par une pale et enfin le masquage global.

La présence d'une éolienne est susceptible de créer deux zones de masquage de la couverture radar :

- une zone de masquage constante, de forte atténuation (20 dB et plus) créée par le mât de l'éolienne qui s'étendra sur plusieurs kilomètres derrière l'éolienne et sur un angle vu du radar de l'ordre de quelques centièmes de degré de large ;
- une zone de masquage à éclipse, provenant des pales de l'éolienne, s'étendant sur plusieurs kilomètres en distance derrière l'éolienne sur un angle vu du radar de l'ordre de quelques degrés de large. Ce deuxième masquage est beaucoup moins intense (de l'ordre de 0,34 dB) mais plus large angulairement (de l'ordre de quelques dixièmes de degré).

Dans ces deux cas, la distance sur laquelle ces pertes de détection auront lieu est fonction de la distance éolienne/radar et de la valeur de la surface équivalent radar du navire à détecter.

La zone de masquage à éclipse représente une plus faible atténuation. Plus la taille des navires est importante, plus cette atténuation sera négligeable du fait du signal radar retour plus fort pour les gros navires.

Dans le cadre de cette évaluation, les simulations d'effet d'ombre ont été effectuées en considérant à la fois une zone de masquage de forte atténuation (20 dB et plus) ainsi qu'une zone de masquage à éclipse afin de se positionner dans le cas de figure le plus défavorable et ainsi mieux observer les pertes de pistes radar liées aux zones d'ombre.

Les résultats montrent que l'effet d'ombre généré par le parc éolien sur les radars de l'aire d'étude éloignée peut se classer en deux catégories.

- Les radars très faiblement voire non impactés. Ce cas ne concerne que le radar du sémaphore de Chemoulin.

Les premières éoliennes du parc se trouvent en limite de portée grosses cibles du radar de Chemoulin. Il en résulte un impact quasiment nul sur sa couverture radar. De plus les zones de surveillances opérationnelles du radar de Chemoulin (chenal d'approche et zones de mouillages) se situent dans une zone non impactée.

- Les radars plus impactés, qui correspondent aux radars du sémaphore de Saint-Sauveur et au radar de L'Herbaudière.

La couverture radar de Saint-Sauveur sera impactée par le futur parc éolien qui créera des zones d'ombre à la fois sur les petites, moyennes et grosses cibles, par beau et mauvais temps. Étant donnée sa connexion au système SPATIONAV, l'impact de couverture sur le radar de Saint-Sauveur peut être largement compensé par le radar de L'Herbaudière.

La couverture radar de L'Herbaudière sera elle aussi impactée par le futur parc éolien qui créera des zones d'ombre à la fois sur les petites, moyennes et les grosses cibles, par beau et mauvais temps.

Le radar de L'Herbaudière est à la fois raccordé au système VTS du Grand port maritime de Nantes Saint-Nazaire et au système SPATIONAV ainsi dans le cadre de son exploitation par le système SPATIONAV, l'impact de couverture sur ce radar peut être compensé par le radar de Saint-Sauveur. Dans le cadre de son exploitation par le Grand port maritime de Nantes Saint-Nazaire, l'impact de couverture n'est compensé par aucun radar du Port. Toutefois, le radar de L'Herbaudière est principalement utilisé par le Grand port maritime de Nantes Saint-Nazaire pour la surveillance de la zone de mouillage ainsi que le chenal d'approche. La couverture radar de L'Herbaudière sur ces deux zones ne sera pas impactée.

Ces trois radars ont la mission opérationnelle de surveillance de l'ensemble des activités maritimes sur la côte. Les zones d'ombre créées par les éoliennes impactent donc leur mission principale à différentes échelles selon le type de cible.

Le radar du sémaphore de Saint-Sauveur et le radar de L'Herbaudière sont les deux plus impactés des trois radars car le futur parc éolien créera des zones d'ombre à la fois sur les petites et les grosses cibles, par beau et mauvais temps. Comme dans le cas précédent, la forme très fine des zones d'ombre créées par chaque éolienne n'impactera pas les gros bateaux (dont la longueur est supérieure à 30 m). Il n'y aura pas de perte de détection pour les gros bateaux.

Le problème concerne les petits bateaux (moins de 50 m² de surface équivalent radar, 3 m de hauteur) qui pourront être masqués par les éoliennes.

Navigation et sécurité en mer - Phase d'exploitation

L'effet d'ombre affecte la détection des petites cibles (moins de 50 m² de SER et 3 m de hauteur) du radar du sémaphore de Saint-Sauveur et du radar de l'Herbaudière (le radar de Chemoulin étant très faiblement voire non impacté).

Perturbation des radars de surveillance du trafic maritime à terre - Effet d'ombre

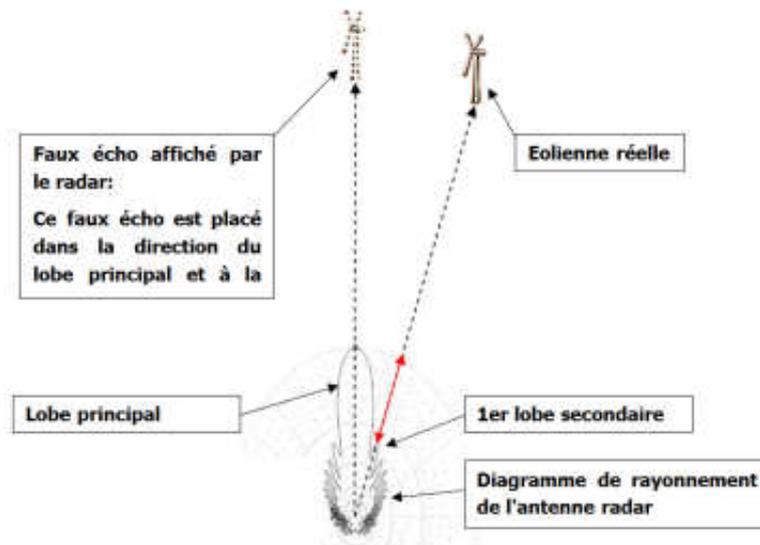
Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact
Moyens de surveillance, de navigation, de communication, de détresse et balisage	Fort	Non concerné	Moyen		Fort
			Indirect	Permanent	

Impacts sur les radars de surveillance du trafic maritime à terre : Réflexion – Faux échos

Les matériaux utilisés pour les mâts des éoliennes (tel que l'acier) sont de bons réflecteurs des ondes électromagnétiques radar. Pour cette raison, les éoliennes ont une très forte signature radar. Il est donc possible que les éoliennes génèrent des échos parasites (ou fausses cibles) selon deux principes :

- Par les lobes secondaires de l'antenne du radar. Ces échos parasites, apparaissent à quelques degrés à droite et à gauche de l'éolienne et à la même distance que celle-ci.

Figure 62 : Création de faux échos par émission / réception au travers des lobes secondaires de l'antenne radar



Source : Signalis, 2015

- Par multi-trajet. Les multi trajets proviennent du fait que l'énergie radar est réfléchi par le mât ainsi que par des objets se situant autour de l'éolienne. Ces multi-trajets vont générer des fausses cibles de bateaux lorsque ceux-ci passeront à proximité des éoliennes.

D'après les résultats de l'analyse, la distance séparant le parc éolien en mer des radars (17 km minimum) permet de conclure que la génération de faux échos par les lobes secondaires est fort peu probable.

Cependant, il est probable que des effets de réflexion/faux échos radar par multi-trajet apparaissent. Ces zones seraient placées dans l'alignement des radars et des éoliennes, derrière les éoliennes (Figure 62).

Les bateaux passant à proximité du parc éolien pourraient potentiellement générer un tel phénomène. La superstructure de ces bateaux favorable ou pas aux réflexions des ondes radar en direction des éoliennes pourrait être en effet à l'origine de ces faux échos.

La génération de faux échos par multi-trajet sera analysée uniquement pour le radar du sémaphore de Saint-Sauveur et le radar de l'Herbaudière. La portée du radar du sémaphore de Chemoulin est trop faible (même pour les grandes cibles) pour générer un effet de faux échos par multi-trajet.

La connexion des deux radars de Saint-Sauveur et de L'Herbaudière au système SPATIONAV permet d'effectuer une corrélation d'information entre eux deux. Ainsi en fonction de l'angle de vue, certains faux échos peuvent être facilement éliminés car non détectés par un radar voisin.

Sur la Figure 62 il est possible de distinguer deux types de zone :

- ▶ une « zone critique » : où les couvertures des radars voisins ne suffisent pas à atténuer l'effet potentiel de faux échos sur un radar donné. Ces couvertures radar étant altérées par les zones d'ombre créées par les éoliennes.
- ▶ une « zone compensée » : où les couvertures des radars voisins peuvent compenser l'effet potentiel de faux écho sur un radar donné et ainsi éliminer les faux échos potentiels.

Navigation et sécurité en mer - Phase d'exploitation

La génération de faux échos par multi-trajet affecte uniquement le radar du sémaphore de Saint-Sauveur et le radar de l'Herbaudière. La portée du radar du sémaphore de Chemoulin est trop faible (même pour les grandes cibles) pour générer un effet de faux échos par multi-trajet.

La connexion des deux radars de Saint-Sauveur et de l'Herbaudière au système SPATIONAV permet d'effectuer une corrélation d'information entre eux deux. Ainsi en fonction de l'angle de vue, certains faux échos peuvent être facilement éliminés car non détectés par un radar voisin.

Perturbation des radars de surveillance du trafic maritime à terre - Faux échos

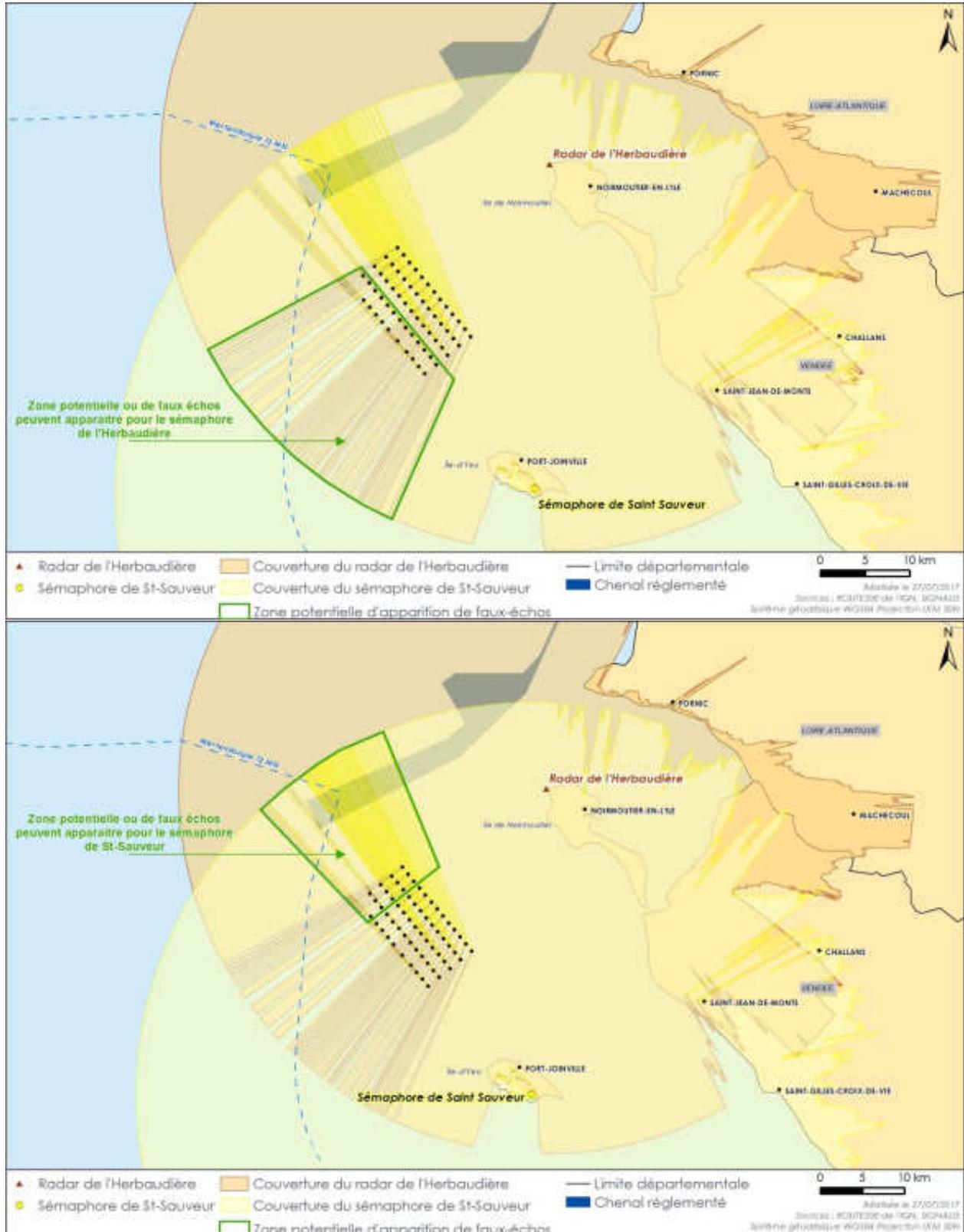
Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact
Moyens de surveillance, de navigation, de communication, de détresse et balisage	Fort	Non concerné	Moyen		Fort
			Indirect	Permanent	

3. Analyse des effets et des impacts du projet sur l'environnement et sur la santé

3.6 Impacts sur l'hygiène, la santé, la sécurité et la salubrité publique
 3.6.2 En phase d'exploitation



Carte 30 : Schéma représentatif de la zone potentielle d'apparition des réflexions/faux échos radar pour les radars de L'Herbaudière (en haut) et du sémaphore de Saint-Sauveur (en bas)



Source : Signalis, 2017

Impacts sur les radars de navigation embarqués : A bord des navires

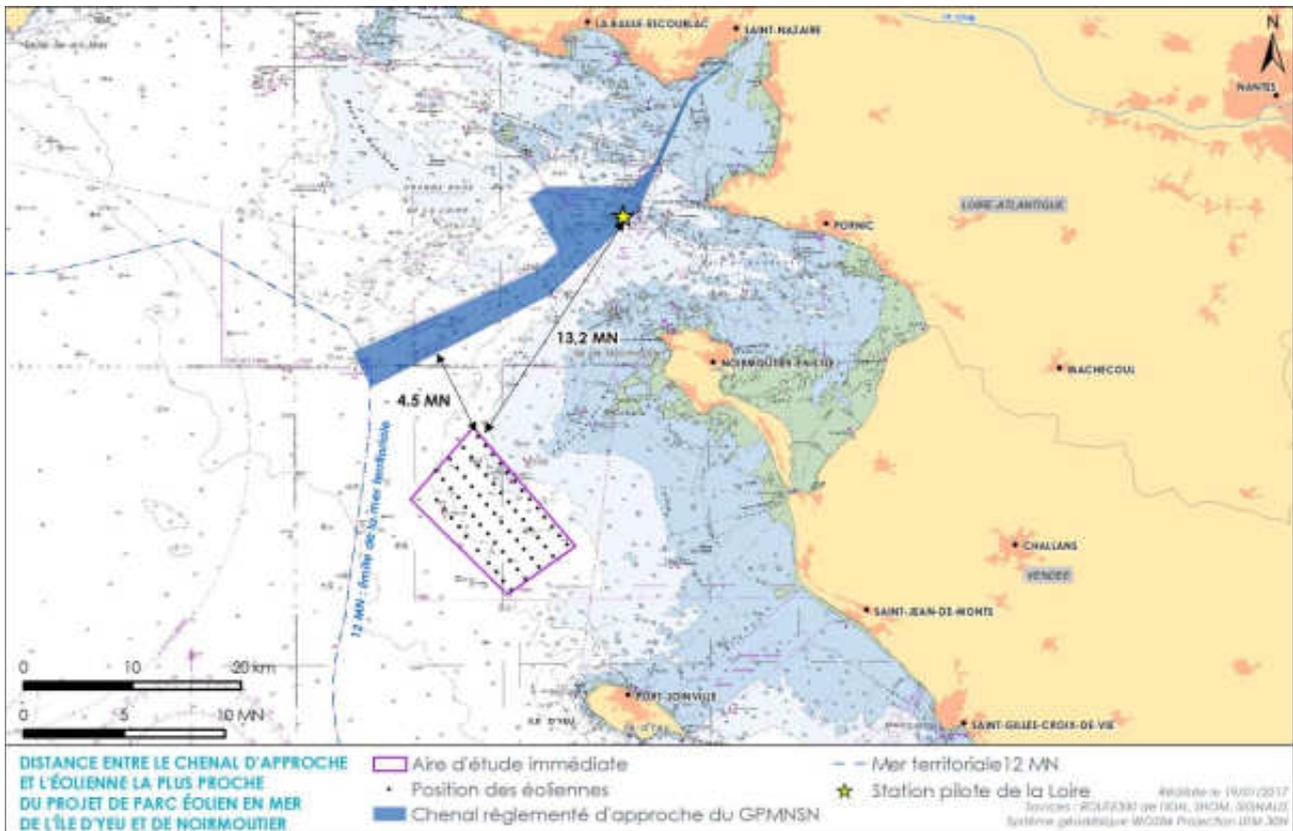
Les phénomènes de réflexions linéaires et de déformations de secteur sont assez difficiles à prévoir. Par contre, il y a de très fortes probabilités d'observer les quatre autres phénomènes qui sont : images « miroirs », détection de cibles de façon intermittente entre les éoliennes, déformations radiales et zones d'ombre.

De tels phénomènes surviendront probablement aux abords du futur parc éolien notamment pour les navires de pêche ou de plaisance équipés d'un radar de navigation.

La navigation de commerce ne devrait pas être perturbée étant donné que la zone d'implantation du parc éolien est relativement loin du chenal d'approche du Grand Port Maritime de Nantes Saint-Nazaire (4,5 milles nautiques, soit environ 8,3 km). Ainsi, les radars de navigation des navires navigants dans le chenal ont peu de risque d'être perturbés par le parc éolien. En outre, une zone tampon de 2 milles nautiques est proposée pour ce type de navires autour du parc éolien en phase d'exploitation.

En revanche, la station-pilote « La Couronnée IV », armée par la station de pilotage de la Loire dispose d'un radar qui lui permet de surveiller le trafic de navigation commerciale à l'approche du chenal de navigation au GPMNSN. Le radar de cette station au large, qui sert de base avancée aux pilotes qui rejoignent les navires en attente de rallier le GPMNSN, a une portée qui va au-delà de l'aire d'étude immédiate du parc et pourrait être impacté par le parc éolien. Cependant, les pilotes de la Loire interviennent sur les navires dont la longueur est supérieure à 75 m et/ou qui transportent des marchandises dangereuses. Ces navires sont aujourd'hui forcément équipés d'un transpondeur AIS class A. La console ARPA de "La Couronnée IV" elle-même équipée d'un transpondeur AIS sera en mesure d'assurer une détection de ces navires en approche même en cas de défaillance du radar.

Carte 31 : Distance entre le chenal d'approche et l'éolienne la plus proche



Source : Signalis, 2015

Les effets de réflexion – faux échos sur les radars embarqués seront certainement beaucoup plus fréquents que dans le cas des radars maritimes au sol. Les phénomènes décrits pour les radars au sol seront donc encore plus effectifs pour les radars mobiles. Ces faux échos radar sont perturbants car leur interprétation par les marins navigants à proximité du parc éolien a des conséquences sur la sécurité maritime.

L'ensemble de ces phénomènes sont largement repris et expliqués dans le document Kentish Flats Radar Study – BWEA – Examining the effect of offshore wind farms on radar navigation dont les conclusions sur l'impact des éoliennes sur les radars embarqués sont les suivantes :

Les effets observés étaient dans certains cas en rapport avec la vitesse des navires passant à proximité du parc éolien.

De faux échos sont souvent apparus provenant des structures métalliques des bateaux conduisant l'étude. Ces phénomènes furent accentués par la forte quantité d'énergie électromagnétique réfléchiée par les éoliennes.

- ▶ Les effets observés étaient dans certains cas en rapport avec la vitesse des navires passant à proximité du parc éolien.
- ▶ De faux échos sont souvent apparus provenant des structures métalliques des bateaux conduisant l'étude. Ces phénomènes furent accentués par la forte quantité d'énergie électromagnétique réfléchiée par les éoliennes.
- ▶ De petits bateaux navigants à proximité du parc éolien furent détectés par le radar embarqué du navire effectuant le test et étant placé de l'autre côté du parc éolien. Le signal radar de retour semblait ne pas trop avoir été perturbé par son passage au travers du parc. Toutefois, les radars équipés d'un réglage du niveau de gain normal ou automatique peuvent effectivement ne pas détecter de très petites cibles.
- ▶ Sur des radars embarqués équipés d'un plotting automatique, des échos de petits bateaux navigants à proximité du parc éolien peuvent s'associer avec de gros échos générés par les éoliennes. Ces effets sont brefs et durent le temps que les bateaux s'éloignent de l'éolienne.

Navigation et sécurité en mer – Phase d'exploitation

Les effets de réflexion – faux échos sur les radars embarqués seront certainement beaucoup plus fréquents que dans le cas des radars maritimes au sol. Les phénomènes décrits pour les radars au sol seront donc encore plus effectifs pour les radars mobiles. Ces faux échos radar sont perturbants car leur interprétation par les marins navigants à proximité du parc éolien a des conséquences sur la sécurité maritime.

Perturbation des radars de navigation embarqués - A bord des navires

Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact
Moyens de surveillance, de navigation, de communication, de détresse et balisage	Fort	Non concerné	Moyen		Fort
			Indirect	Permanent	

Impacts sur les radars de navigation embarqués : A bord des aéronefs qui concourent à l'action de l'Etat en mer

Afin de prévenir tout effet sur les radars de navigation embarqués dans les aéronefs, la Direction de la circulation aérienne militaire (DIRCAM, rattachée à la Direction de la sécurité aéronautique d'état – DSAE) n'émet aucune objection au projet sous réserve notamment de la mise en place d'un dispositif permettant la détection radar des éoliennes par les dits aéronefs.

Sur ce dernier point, les dispositifs envisageables sont des balises RACON (RADar beaCON). Cependant, le retour d'expériences des projets lauréats de l'appel d'offres national éolien en mer de 2011 montre qu'en grandes commissions nautiques, les membres de ces instances font le choix de ne pas retenir ce type d'équipements du fait que les éoliennes possèdent déjà une forte signature radar rendant superflu le balisage par RACON. Le maître d'ouvrage ne retient donc pas ce type de dispositif mais s'engage à poursuivre les échanges avec la DIRCAM sur ce sujet et à mettre en place un dispositif qui satisfasse la DIRCAM si cette demande est maintenue.

Par ailleurs, il faut noter que dès le démarrage des opérations de construction des NOTAM seront délivrés par la Direction Générale de l'Aviation Civile (DGAC) afin de prévenir les navigants aériens de la présence du parc éolien en mer.

Navigation et sécurité en mer – Phase d'exploitation

Il est donc possible de conclure que l'effet du parc éolien sur les moyens de navigation embarqués à bord des aéronefs est considéré comme nul. L'impact associé n'est donc pas évalué.

Perturbation des radars de navigation embarqués – A bord des aéronefs

Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet	Impact
Moyens de surveillance, de navigation, de communication, de détresse et balisage	Fort	Non concerné	Nul	N. Ev.

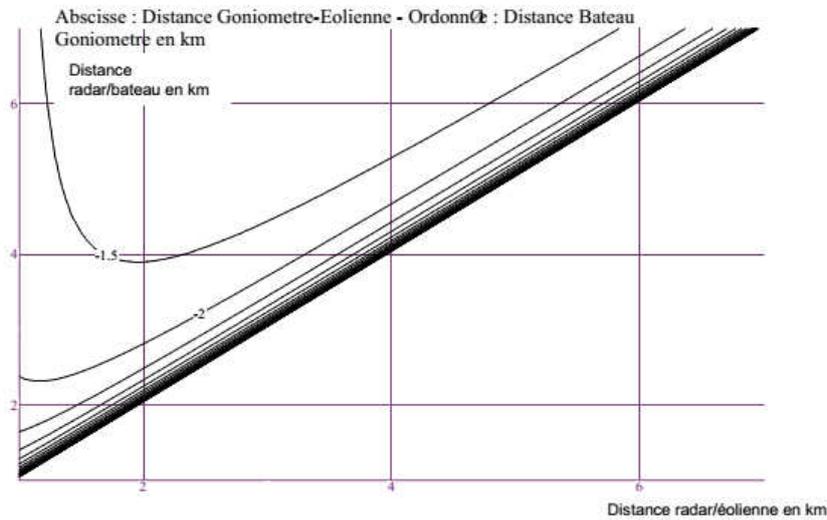
Impacts sur les radios goniométriques VHF : Zone d'ombre – Effet de masquage

L'effet de masquage maximal est obtenu lorsque le bateau émetteur, l'éolienne et le goniomètre seront alignés au mieux à quelques centièmes de degrés près. Dans ce cas, les éoliennes (de par leur très forte signature radar) peuvent réduire l'énergie du signal émis par le bateau au point de masquer ce bateau du point de vue du goniomètre.

Cette réduction de champ va générer une zone où le goniomètre verra sa portée également réduite.

La longueur d'onde de fonctionnement du goniomètre VHF étant de l'ordre de 2 m (118 à 174 MHz), on retrouvera un effet de masquage par le mât des éoliennes qui ne s'appliquera que sur un trajet aller simple et sera d'amplitude beaucoup plus faible que les masquages observés sur le radar.

Figure 63 : Atténuation en dB du signal VHF/goniomètre en aller simple derrière un mât d'éolienne de 7m de diamètre



Source : d'après Signalis, 2015

La Figure 63 montre que les affaiblissements sur le trajet bateau-éolienne sont inférieurs à 2 dB pour :

- ▶ une distance goniomètre éolienne de 5 km ou plus ;
- ▶ une distance bateau éolienne de 500 m ou plus.

De plus, les atténuations affichées dans la Figure 63 constituent des maximums d'atténuations qui correspondent à une situation où le bateau émetteur, l'éolienne et le goniomètre sont alignés au mieux que quelques centièmes de degrés près. Dès que cette condition d'alignement est rompue, aucune atténuation mesurable n'est générée par l'éolienne sur l'onde électromagnétique VHF.

De façon générale, les conclusions du rapport de l'Agence Nationale des Fréquences (ANF 2008), montrent que cet effet de masquage, même dans les pires cas, n'affectera que très marginalement le fonctionnement des goniomètres.

Navigation et sécurité en mer – Phase d'exploitation

Dans le cas de figure du parc éolien en mer des îles d'Yeu et de Noirmoutier, avec une distance de plus de 10 km séparant les éoliennes des goniomètres, l'effet de masquage sera pratiquement nul. L'impact associé n'est donc pas évalué.

Perturbation des radios goniométriques VHF - Zone d'ombre / Effet de masquage

Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet	Impact
Moyens de surveillance, de navigation, de communication, de détresse et balisage	Fort	Non concerné	Nul	Absence d'impact

Impacts sur les radios goniométriques VHF : Effet d'erreur de mesure angulaire (multi-trajet)

Des erreurs de mesure angulaire sont susceptibles d'être générées par l'interférence, sur le goniomètre, des champs électromagnétiques incidents provenant :

- ▶ du trajet direct (bateau émetteur/goniomètre),
- ▶ du multi trajets d'ordre 1 (bateau émetteur/éolienne/goniomètre).

L'étude du rapport de l'Agence Nationale des Fréquences (ANF 2008), permet de mettre en évidence :

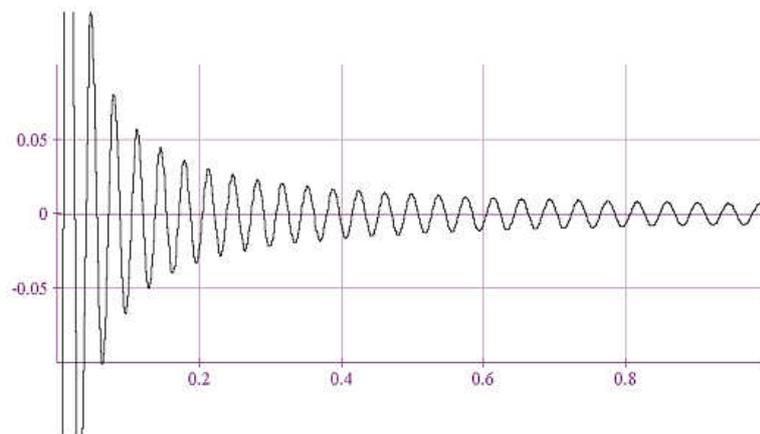
- ▶ des fortes erreurs angulaires : de 1° à plusieurs dizaines de degrés lorsque le bateau se trouve dans un rayon d'environ 200 m autour de l'éolienne ;
- ▶ une décroissance rapide de ces erreurs en-dessous de 0,1° lorsque le bateau est placé à plus de 200 m de l'éolienne.

Du fait des exigences opérationnelles, la perturbation apportée par l'éolienne doit être négligeable devant les 1° de précision intrinsèque des goniomètres des sémaphores.

La Figure 64 ci-dessous fournit un exemple d'évolution de l'erreur angulaire (en degrés entre -0,1° et +0,1°) constatée par le goniomètre en fonction de la distance bateau - éolienne (en kilomètre). Ce cas particulier correspond aux conditions suivantes :

- ▶ Eolienne placée à 5 km du goniomètre ;
- ▶ Trajectoire particulière : bateau s'éloignant de l'éolienne.

Figure 64 : Erreur angulaire en degré d'un goniomètre en fonction de la distance bateau-éolienne en kilomètre



Source : d'après Signalis, 2015

L'erreur générée par la présence de l'éolienne est inférieure à 0,03° lorsque le bateau est placé à plus de 500 m de l'éolienne.

Un calcul similaire réalisé en plaçant le bateau fixe à 10 km du goniomètre et en cherchant la limite inférieure de distance entre le goniomètre et l'éolienne fournit également une distance minimale de 500 m pour une erreur inférieure à 0,03°.

Par conséquent, on peut conclure que l'erreur générée par les multi-trajets parasites sera négligeable dès que les deux conditions suivantes seront remplies en même temps :

- ▶ distance éolienne/goniomètre supérieure à 0,5 km -> condition toujours vraie
- ▶ distance éolienne/bateau émetteur supérieure à 0,5 km.

Navigation et sécurité en mer – Phase d'exploitation

Dans le cas de figure du parc éolien en mer des îles d'Yeu et de Noirmoutier, on peut conclure que l'effet d'erreur angulaire sur les radios goniométriques VHF causé par les éoliennes sera pratiquement nul. L'impact associé n'est donc pas évalué.

Perturbation des radios goniométriques VHF - Effet d'erreur de mesure angulaire

Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet	Impact
Moyens de surveillance, de navigation, de communication, de détresse et balisage	Fort	Non concerné	Nul	N. Ev.

Impacts sur l' AIS et les moyens de communication VHF et GSM

Le document produit par Maritime and Coastguard Agency et QinetiQ (MCA et QinetiQ, 2004) décrit les tests réalisés en grandeur nature dans le parc éolien de North Hoyle (Royaume-Uni) afin d'évaluer les impacts sur les moyens de communication et l' AIS dans et au voisinage du parc causés par les éoliennes. Les transpondeurs AIS utilisent la VHF pour diffuser les informations de positions et d'identités des bateaux. L'analyse des impacts sur la VHF pourra donc être transposée à l' AIS.

Les résultats de ces tests rendent compte des éléments suivants :

■ Concernant les communications VHF :

Les structures de parcs éoliens n'ont aucun effet notable sur les communications VHF à l'intérieur du parc éolien ou à terre.

Cependant, lors de tests de réception VHF réalisés avec une radio goniométrique décrits auparavant, les problèmes de réception se sont résolus une fois que le navire émetteur s'est écarté de 50 m de l'éolienne.

En outre, l'étude MCA et QinetiQ, 2004⁵³ a été réalisée au Royaume-Uni avec des équipements VHF positionnés sur une plage donc proche du niveau 0. La France dispose aujourd'hui d'un dispositif de stations VHF côtières positionnées en altitude. Il n'est donc pas possible de se fier complètement aux conclusions de cette étude de référence pour l'appliquer au cas de figure du parc éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier.

■ Concernant les autres modes de communication :

■ Téléphones portable (GSM) : aucun effet sur les systèmes de communications de téléphonie mobile n'est apparu. A noter en outre que le maître d'ouvrage prévoit l'installation d'un relais GSM au niveau du parc éolien pour faciliter les communications entre le Centre de Contrôle Opérationnel et les équipes de maintenance. Ce dispositif, qui améliorera la couverture du réseau de téléphonie mobile au niveau du site, pourra bénéficier également aux usagers de la mer, au quotidien comme en situation d'urgence.

■ Appel sélectif numérique (DSC) : Les communications du système DSC dans le parc éolien ont été réalisées depuis le navire de test vers les sous-centres de surveillance maritimes Holyhead et Liverpool. Ces communications DSC furent testées avec succès.

⁵³ Results of the electromagnetic investigations and assessments of marine radar, communications and positioning systems undertaken at the North Hoyle wind farm by QinetiQ and the Maritime Coastguard Agency – Reference QUINETIQ/03/00297/1/1 – Reference : MCA MNA 53/10/366 – 22/11/2004

- AIS : Les échanges de données AIS entre les navires ont fonctionné de manière satisfaisante. Le centre des gardes côtes de Liverpool qui recevait aussi les données AIS pendant le test a indiqué que les deux composants VHF et GPS ont fonctionné de manière satisfaisante pendant toute la durée du test.

Navigation et sécurité en mer – Phase d'exploitation

Le test grandeur nature effectué dans le parc éolien de North Hoyle (Royaume Uni) a montré que l'utilisation des moyens de communication VHF et de l'AIS a très peu été impactée par les éoliennes. Aujourd'hui, la plupart des parcs éoliens opérationnels dans le monde utilisent la VHF pour les communications entre les personnels et les navires. Le retour sur expérience concernant l'utilisation de la VHF dans et au voisinage des parcs éoliens est de façon générale très positif.

Il n'est néanmoins pas possible à l'heure actuelle de se fier complètement aux conclusions des études de références réalisées à l'étranger et de les appliquer au cas de figure du parc éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier.

Par mesure de précautions, et compte tenu des informations fournies par le CROSS Etel concernant ses installations VHF à proximité de la zone de projet, l'impact est évalué comme moyen.

Perturbation sur l'AIS et les moyens de communication VHF et GSM

Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact
Moyens de surveillance, de navigation, de communication, de détresse et balisage	Fort	Non concerné	Faible		Moyen
			Direct	Permanent	

Impact sur le balisage préexistant

D'après la subdivision des Phares et Balises de Saint-Nazaire, trois Etablissements de Signalisation Maritime (ESM) sont susceptibles d'être partiellement occultés par le parc. Sont concernés :

- ▶ Le Feu de la jetée nord-ouest du port de Port-Joinville. L'extrémité nord du Secteur blanc de ce feu aidant à l'approche du port de Port-Joinville en provenance de l'estuaire de la Loire, empiète en partie sur l'extrémité sud-est du futur parc éolien sur environ 10 degrés.
- ▶ Le phare du Pilier et le Grand-Phare de l'île d'Yeu. Les feux de ces ouvrages ont des rayonnements de 360° qui seront occultés partiellement par l'implantation des futures éoliennes. Dans le cas de figure d'un fonctionnement normal de ces deux phares, la partie du phare du Pilier masquée par le futur parc sera couverte par le Grand Phare de l'île d'Yeu et inversement. La subdivision des Phares et Balises de Saint-Nazaire préconise la mise en place d'une redondance afin de prévenir les risques en cas de panne.

Les dispositifs demandés par la subdivision des Phares et Balises de Saint-Nazaire comprennent :

- ▶ Le recalibrage du secteur blanc du Feu de la jetée nord-ouest de Port-Joinville afin de ne pas diriger les navires sur le parc ;
- ▶ La mise en place d'un feu blanc pour compenser l'occultation induite par le parc à intégrer dans le cadre du balisage du parc.

Navigation et sécurité en mer – Phase d'exploitation

Trois établissements de signalisation maritime sont susceptibles d'être partiellement occultés par le projet : un feu du port de Port-Joinville, le phare du Pilier et le Grand-Phare de l'île d'Yeu. Compte tenu de l'importance de la signalisation maritime pour la navigation de nuit notamment, l'effet est considéré comme moyen. Des dispositions seront toutefois prises pour compenser l'impact associé, en accord avec les préconisations de la subdivision des phares et balises.

Perturbation de la signalisation maritime

Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact
Moyens de surveillance, de navigation, de communication, de détresse et balisage	Fort	Non concerné	Moyen		Fort
			Direct	Permanent	

3.6.2.1.4 Risques technologiques (UXO et TMD)

RISQUES PYROTECHNIQUES

Comme défini dans le chapitre relatif au risque pyrotechnique en phase de construction et de démantèlement, le risque pyrotechnique au niveau du parc éolien présente un niveau d'enjeu faible.

En phase d'exploitation, la plus faible occurrence de contacts intrusifs avec les fonds marins (limités à l'utilisation de barges, dans le cadre de la maintenance lourde) par rapport aux phases de construction ou de démantèlement, limite encore plus la probabilité d'occurrence de l'effet.

Le niveau d'impact est négligeable.

Navigation et sécurité en mer – Phase d'exploitation

L'évitement, lors de la conception du projet, des anomalies magnétiques détectées, ainsi que la plus faible probabilité d'occurrence de contacts intrusifs en phase d'exploitation (par rapport à la phase de construction) permettent de caractériser le niveau d'impact comme étant négligeable.

Détonation de charge explosive

Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact
Risque pyrotechnique	Faible	Non concerné	Faible		Négligeable
			Direct/Indirect	Permanent	

RISQUES LIES AU TRANSPORT DE MATIERES DANGEREUSES (TMD)

Le risque lié au transport de matières dangereuses en phase d'exploitation est similaire à celui développé dans le cadre du paragraphe 3.6.2.1.1 relatif au risque de collision sur le trafic maritime pendant cette même phase.

En fonction du scénario considéré, les probabilités font état d'une périodicité moyenne comprise, pour un navire de type cargo, entre 110 ans et plus de 8 000 ans.

Ces scénarios d'accident sont compris dans le domaine « tolérable », ce qui signifie que les risques sont considérés admissibles, sous réserve de justifier d'une vigilance renforcée pour éviter qu'une dérive ne les conduisent dans le domaine « non acceptable ». La mise en place des mesures de maîtrise du risque devient donc nécessaire.

A noter que les propositions de règles de navigation au sein du parc formulées par le maître d'ouvrage n'ont pas été considérées dans l'évaluation du risque⁵⁴. Leur mise en place (ou de manière générale, la régulation de la navigation au sein du parc) et la formation des moyens d'intervention et de sauvetage au sein du parc sont les mesures de maîtrise des risques privilégiées par le maître d'ouvrage. L'interdiction d'accès pour ces navires dans une zone tampon de 2 milles nautiques (3.7 km) autour du parc éolien contribue ainsi nettement à réduire le risque.

Navigation et sécurité maritime – Phase d'exploitation					
L'impact du parc vis-à-vis du risque de collision, avec des navires de commerce, susceptibles de créer des pollutions accidentelles graves, est considéré faible étant donné la faible probabilité d'occurrence des différents scénarios d'accidents envisagés.					
Contamination par des substances polluantes (pollution accidentelle)					
Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact
Risque lié au TMD (Transport de Matière Dangereuse)	Moyen	Non concerné	Faible		Faible
			Indirect	Temporaire	

⁵⁴ Contrairement au reste de l'évaluation des impacts sur le milieu humain où les propositions de règles de navigation, comme les mesures d'évitement du projet (qui sont des mesures de conception du projet), ont été considérées pour l'évaluation des impacts, les propositions de règles de navigation précitées n'ont pas été prises en compte dans l'étude d'analyse des risques car un des objectifs de cette étude était justement de s'assurer de la pertinence à les mettre en place.

3.6.2.2 Qualité de l'air, odeurs, résidus et émissions attendues

3.6.2.2.1 Polluants issus du trafic maritime

La zone de projet est éloignée de toutes sources de pollution et des habitations et la qualité de l'air dispose d'un niveau d'enjeu faible.

PRESENTATION DES EFFETS

Quel que soit la phase du projet, les opérations et la maintenance induiront l'émission de divers polluants atmosphériques un trafic maritime. Certains polluants émis par le trafic maritime peuvent être évalués.

IMPACTS EN PHASE D'EXPLOITATION

Le trafic maritime nécessaire à la maintenance concerne 3 bateaux de type navette tous les jours de l'année avec 1 à 2 allers/retours par bateaux.

Pour évaluer les gaz émis, la méthodologie appliquée pour la phase de construction est reprise ici. La consommation de gasoil est estimée à 5800 m³ pour 25 ans.

Tableau 80 : Quantités de polluants atmosphériques émis par le trafic maritime en phase d'exploitation

Polluants	Facteurs d'émission	Unité	Quantité en tep	Quantité de polluants en tonnes
Dioxyde de Carbone (CO ₂)	3,276	t CO ₂ /tep	5 784	18 949
Oxyde d'azote (NO _x)	0,0745	t NO _x /tep	5 784	431
Dioxyde de Soufre (SO ₂)	0,0347	t SO ₂ /tep	5 784	200
Monoxyde de carbone (CO)	0,0084	t CO/tep	5 784	49
Particules fines (PM ₁₀)	0,0042	t PM ₁₀ /tep	5 784	24
Particules fines (PM _{2,5})	0,0012	t PM _{2,5} /tep	5 784	7
Composés Organiques Volatils Non Méthaniques (COVNM)	0,0020	t COVNM/tep	5 784	11

Source : BRLi, 2016 à partir d'Explicit, et Air Normand, 2008 et BRLi, 2015

A l'instar des phases précédentes, la majorité des polluants sont émis principalement en mer, loin de toutes habitations. La population localisée aux abords des ports de Port-Joinville et de L'Herbaudière ne sera donc pas importunée par les émanations de gaz ni par les odeurs. Au regard de la santé, la sensibilité est donc considérée comme négligeable.

Qualité de l'air, odeurs, résidus et émissions attendus – Phase d'exploitation

Les émissions de polluants atmosphériques induites par les bateaux de sont considérées comme directes, permanentes du fait de leur longue durée (25 ans) et faibles au regard de l'ensemble du trafic maritime identifié sur l'AEL.

Emission de polluants atmosphériques

Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact
Qualité de l'air	Faible	Négligeable	Faible		Négligeable
			Direct	Permanent	

3.6.2.2 Consommation énergétique

L'évaluation de la consommation énergétique du parc éolien en mer consiste à évaluer l'ensemble des émissions de gaz à effet de serre (GES) liées, de manière directe et indirecte, à l'existence du parc. Cela concerne donc l'ensemble du cycle de vie du projet, depuis l'élaboration et la préparation du projet, jusqu'à la remise du milieu dans son état initial à l'issue de son exploitation.

Les émissions sont exprimées en tonne équivalent CO₂ (t.éq.CO₂), unité qui permet une conversion des émissions de chaque GES en CO₂, en réalisant une équivalence du pouvoir de réchauffement global de chaque GES par rapport à celui du CO₂.

Le tableau ci-dessous présente l'estimation des émissions de GES provoquées par les différentes étapes du cycle de vie du parc éolien en mer des Iles d'Yeu et de Noirmoutier.

Tableau 81 : Emissions de GES lors des différentes étapes du cycle de vie du parc éolien en mer

Etapes	Détails	En t.éq.CO ₂	En pourcentage	
Etudes préalables	Moyens techniques (navires, avions) utilisés lors des études en phase de développement, les consommables (bureautique), etc.	450	0.06%	0,06%
Fabrication et transport	Fabrication des 62 éoliennes	320 028	40.92%	61.72%
	Fabrication des fondations de type jacket	142 005	18.16%	
	Fabrication du poste	10 288	1.32%	
	Fabrication des câbles inter-éoliennes	10 365	1.33%	1,86%
	Fret terrestre (routier et ferroviaire)	590	0.08%	
	Fret maritime	13 969	1.79%	
Installation (environ 2 ans)	Consommation énergétique en mer : travaux préparatoire, acheminement des éléments et du personnel, installation des fondations, des éoliennes, des câbles, de la sous station	16 756	2.14%	2,16%
	Consommation énergétique à terre (véhicules légers, bâtiments des bases de maintenance)	126	0.02%	
Exploitation & Maintenance	Exploitation pendant 25 années (y compris maintenance qui comprend un renouvellement annuel d'environ 2% des équipements, fonctionnement des bases, etc.)	216 713	27.71%	27.71%
Démantèlement	Opérations de démantèlement (démontage, découpe des éléments, transports mobilisation de personnel)	10 661	1,36%	6.49%
	Fin de vie des matériaux (mise en décharge ou recyclage, ainsi que transport des matériaux)	40 120	5.13%	
Total	Émissions totales des GES du projet de parc éolien en mer	782 071	100%	100%

Source : BRLi, 2016

Afin de réaliser un bilan des émissions totales du parc éolien en mer, la consommation d'énergie et la production d'électricité seront comparées. La production d'électricité est estimée en gramme équivalent Carbone par kWh produit (g.éq.C / kWh)⁵⁵.

D'après l'ADEME, la production d'électricité d'un parc éolien en mer atteint une valeur de 7,3 g.éq.CO₂ / kWh (en tenant compte d'un facteur de charge moyen français), celle des parcs éoliens terrestres varie de 2,8 g et 36,7 g éq CO₂ / kWh.

⁵⁵ Notons que 25 g.éq.C / kWh = 25 kg.éq.C / MWh = 25 t.éq.C / GWh = etc.

Dans le cas du présent projet, le facteur d'émission atteint 16,58 g.éq.CO₂ / kWh. En comparaison, le contenu carbone de l'électricité française est de 85 g.éq.CO₂ / kWh (ADEME). Le parc éolien produira donc une électricité 5,1 fois moins émettrice de GES que cette valeur moyenne. Considérant que le parc éolien produira environ⁵⁶ 1 900 GWh/an, soit 47 500 GWh pour une durée d'exploitation de 25 ans (38 000 GWh pour une durée de 20 ans), il permettra d'éviter l'émission de 129 052 t.éq.CO₂ par an. Une même production d'électricité par une centrale à gaz serait responsable de 24 fois plus d'émission de GES.

De la même manière, il est également possible de comparer le facteur d'émission du futur parc avec les autres moyens de production d'électricité. Les électriciens et d'autres organismes publient régulièrement les facteurs d'émission de chaque moyen de production. Les valeurs basses et hautes des facteurs d'émission de l'électricité française les plus utilisées sont présentées dans le Tableau 82.

Tableau 82 : Facteur d'émission de différentes productions électriques en France

Production électrique	g.éq.CO ₂ / kWh	
	Val. Basse	Val Haute
Facteurs d'émission (incertitude)		
Éolien Terrestre	2,8	36,7
Hydraulique	5	22
Nucléaire	5	70
Éolien en mer	7,3	40,3
Parc éolien en mer des îles d'Yeu et de Noirmoutier (±29%)	11,4	21.8
Géothermie	15,1	55
Photovoltaïque	19	97
Moyenne France	75	93,5
Centrale Gaz	366,7	550
Centrale Fioul	800	998
Centrale Charbon	950	1 036,00

Source : ADEME, 2015.

A noter cependant qu'il existe une incertitude importante liée à la méthode mais aussi aux paramètres considérés (matériaux, énergie nécessaire, etc.), dans le cas présent projet elle atteint ±31% du facteur d'émission calculé pour le parc éolien en mer.

Qualité de l'air, odeurs, résidus et émissions attendues – Phase de construction, d'exploitation et de démantèlement

Compte tenu des résultats de l'estimation de la production de GES par le projet de parc éolien en mer des îles d'Yeu et de Noirmoutier, il est possible d'affirmer que son impact sur la consommation énergétique sera positif.

Participation à la réduction des gaz à effets de serre

Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact
Qualité de l'air, odeurs, résidus et émissions attendues	Faible	Négligeable	Positif		Positif
			Direct	Permanent	

⁵⁶ Hors pertes en ligne, estimé à -10% au niveau des clients finaux- Source : ADEME – Bilan Carbone

3.6.2.3 Qualité des eaux de baignade et conchylicoles

Les effets sur la qualité sanitaire de l'eau concernent la qualité des eaux des baignades en bord de plage et celle des eaux conchylicoles localisées en mer et sur le littoral. L'état initial indique que la qualité des eaux conchylicoles est A ou B sauf au niveau de la zone la plus proche du chenal de Fromentine (classée C) et que la qualité des eaux de baignade est excellente à bonne sur l'aire d'étude éloignée depuis 2012.

PRESENTATION DES EFFETS

Les effets en phase d'exploitation concernent également la contamination par des substances polluantes par pollution accidentelle au sein de la zone du parc éolien mais également au niveau des zones proches des ports de L'Herbaudière et de Port-Joinville, désignés comme bases d'exploitation et de maintenance. Par ailleurs, cet effet a été étudié pour les eaux conchylicoles dans la partie 0, aussi seul le cas des eaux de baignade est évalué ici.

Concernant les anodes sacrificielles, leur impact a été étudié dans la partie relative à la qualité de l'eau. L'analyse conclut que tous les métaux libérés présentent des risques dans les premiers centimètres proches des anodes, aux étales de marée, lorsque la dilution par les courants n'est pas possible. La dissolution des métaux par l'hydrodynamisme évite de fortes concentrations localisées. Par conséquent, l'effet lié à la présence des anodes sacrificielles est considéré comme temporaire et faible et s'applique au voisinage des fondations. Les eaux de baignade étant localisées à plus de 10 km, l'effet sera imperceptible et est donc considéré négligeable. Ces eaux sont en premier lieu sous l'influence des rejets littoraux.

EVALUATION DES IMPACTS

Bien que le nombre de navire et leur taille soient réduits en phase d'exploitation (sauf en cas de maintenance lourde), la démonstration des impacts est considérée similaire à la phase de construction et de démantèlement. Les niveaux d'effet et d'impact sont donc également similaires.

Qualité des eaux de baignade et conchylicoles – Phase d'exploitation					
La contamination par des substances polluantes représente sur les eaux de baignade un effet direct, temporaire et faible du fait de sa faible probabilité d'occurrence. La sensibilité est en revanche considérée comme moyenne en cas d'accident.					
Contamination par des substances polluantes (pollution accidentelle)					
Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact
Population	Moyen	Moyenne	Faible		Faible
			Direct/Indirect	Temporaire	

3.6.2.4 Acoustique aérienne

L'analyse des impacts prévisionnels sur l'acoustique aérienne se déroule en deux phases :

- ▶ Tout d'abord analyser la propagation du bruit autour des éoliennes jusqu'aux riverains les plus proches situés sur la côte en y calculant la contribution sonore du projet ;
- ▶ Puis évaluer les émergences futures liées au projet, estimées à partir de la contribution sonore du projet et des mesures in situ, et ainsi vérifier le respect de la réglementation française en vigueur.

La réglementation applicable pour le bruit de chantier s'appuie sur le décret 2006-1099 du 31 août 2006 - art. 1 JORF 1er septembre 2006. Ce décret est codifié aux articles R. 1334-30 à R. 1334-37 du code de la santé publique. L'Article R. 1334-36 indique : « si le bruit mentionné à l'article R. 1334-31 a pour origine un chantier de travaux publics ou privés, ou des travaux intéressant les bâtiments et leurs équipements soumis à une procédure de déclaration ou d'autorisation, l'atteinte à la tranquillité du voisinage ou à la santé de l'homme est caractérisée par l'une des circonstances suivantes :

- ▶ Le non-respect des conditions fixées par les autorités compétentes en ce qui concerne soit la réalisation des travaux, soit l'utilisation ou l'exploitation de matériels ou d'équipements ;
- ▶ L'insuffisance de précautions appropriées pour limiter ce bruit ;
- ▶ Un comportement anormalement bruyant. »

Les seuils réglementaires admissibles pour l'émergence globale sont :

- ▶ Période de jour (7h-22h) : émergence de 5 dB(A) pour des niveaux ambiants supérieurs à 35 dB(A) ;
- ▶ Période de nuit (22h-7h) : émergence de 3 dB(A) pour des niveaux ambiants supérieurs à 35 dB(A).

Si les niveaux ambiants sont inférieurs à 35 dB(A) il n'y a pas de seuil réglementaire à respecter.

Pour rappel, compte tenu d'une ambiance sonore très calme sur le littoral de l'AEE, le niveau d'enjeu de la présente thématique a été évalué à moyen.

3.6.2.4.1 Présentation des effets

Au cours de cette phase, l'effet attendu sur l'ambiance sonore est lié au bruit généré par les éoliennes en rotation sous l'effet du vent (le point d'émission le plus prégnant se trouve donc au niveau des nacelles).

3.6.2.4.2 Evaluation des impacts

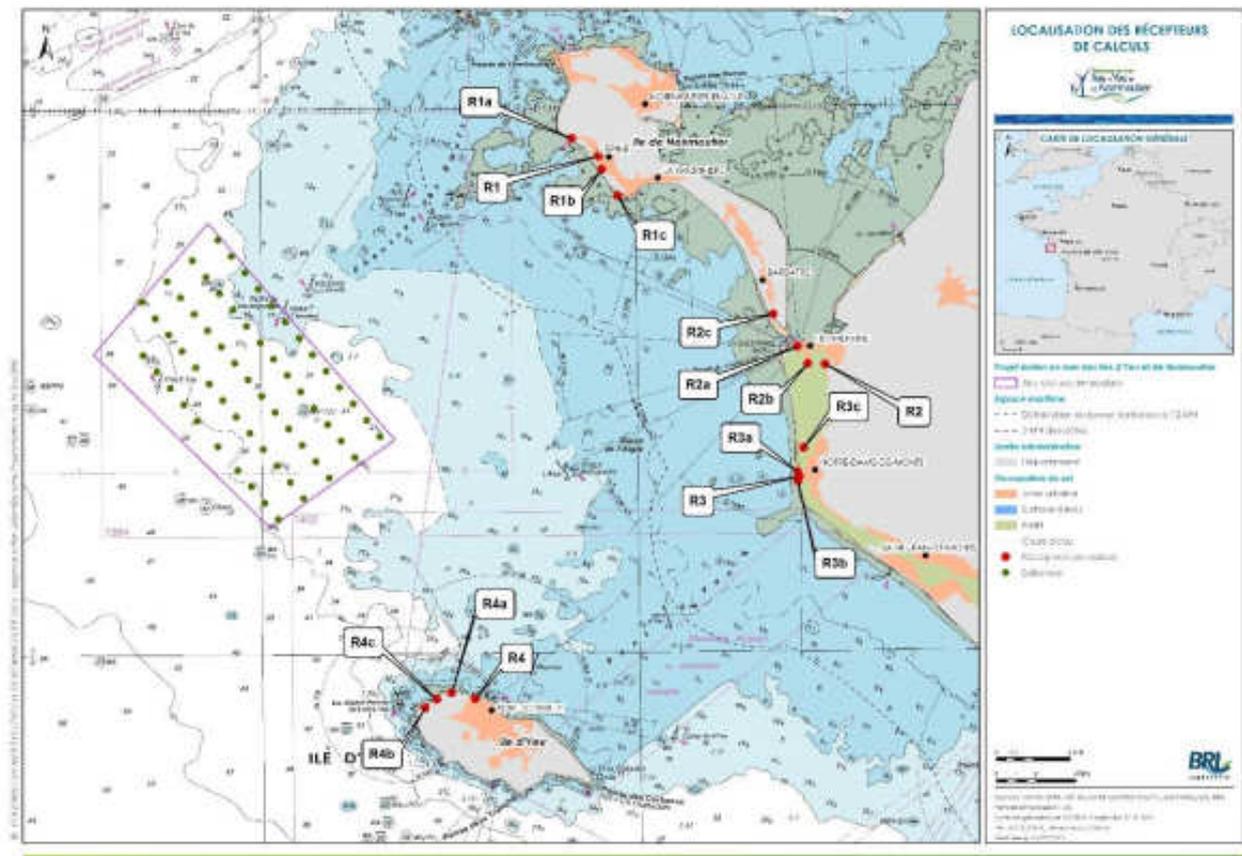
Le niveau de bruit du projet et ses contributions à l'ambiance sonore sont calculés à deux échelles :

- ▶ Au niveau du périmètre de mesure du bruit qui correspond au plus petit polygone dans lequel sont inscrits les disques centrés sur chaque aérogénérateur et de rayon R défini par :
 - $R = 1,2 \times (\text{hauteur du moyeu} + \text{longueur d'un demi-rotor})$
- ▶ Au droit des habitations riveraines, matérialisées dans le modèle par les récepteurs fictifs.

Les niveaux sonores résiduels sont mesurés, à travers les modélisations, au niveau de 16 récepteurs fictifs positionnés, dans le modèle informatique, à proximité des habitations riveraines au projet (à hauteur de 1,8 m du sol).

A noter que les récepteurs sont positionnés de manière à quadriller les habitations les plus exposées au projet éolien. Aucune zone constructible n'est, à la connaissance du maître d'ouvrage, plus exposée au bruit des machines que les habitations considérées.

Carte 32 : Localisation des récepteurs de calculs des niveaux sonores du projet



En A3 dans l'atlas cartographique

AU NIVEAU DU PERIMETRE DE MESURE DU BRUIT

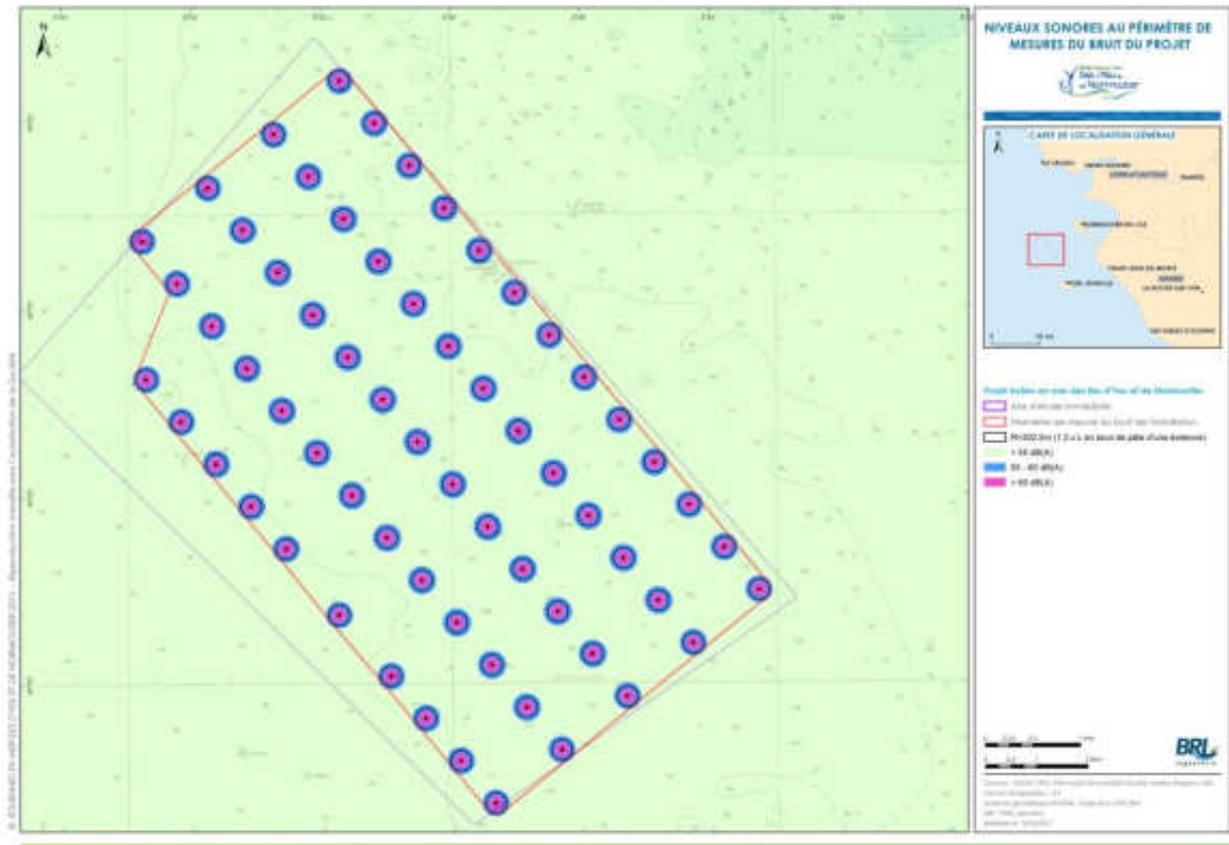
Le niveau de bruit maximal des installations éoliennes, dans le périmètre de mesure du bruit, est fixé à 70 dB(A) pour la période de jour et 60 dB(A) pour la période de nuit dans le périmètre de mesure du bruit.

Pour rappel, les niveaux sonores mesurés lors de l'état initial étaient compris :

- ▶ Entre 31 et 49 dB(A) pour les périodes diurne et nocturne, respectivement, lors de la campagne d'hiver ;
- ▶ Entre 28 et 56 dB(A) quel que soit la période (diurne ou nocturne) pendant la campagne printanière.

Dans le cas du présent projet et en limite de ce périmètre, les niveaux sonores (contribution des machines) varient au maximum entre 55 et 60 dB(A) à 2 m de hauteur pour une vitesse de vent de 10 m/s. Cette vitesse de vent correspond au régime le plus bruyant de l'éolienne et par conséquent au niveau maximal généré par les machines. Ces niveaux sont donc bien inférieurs aux seuils réglementaires de 70 dB(A) de jour et 60 dB(A) de nuit. Il est précisé que ces niveaux correspondent à la contribution propre des machines. La figure suivante illustre les niveaux sonores à l'intérieur du périmètre de mesure du bruit.

Carte 33 : Courbes isophones à 2 m de hauteur des niveaux sonores autour du périmètre de mesure du bruit de l'installation



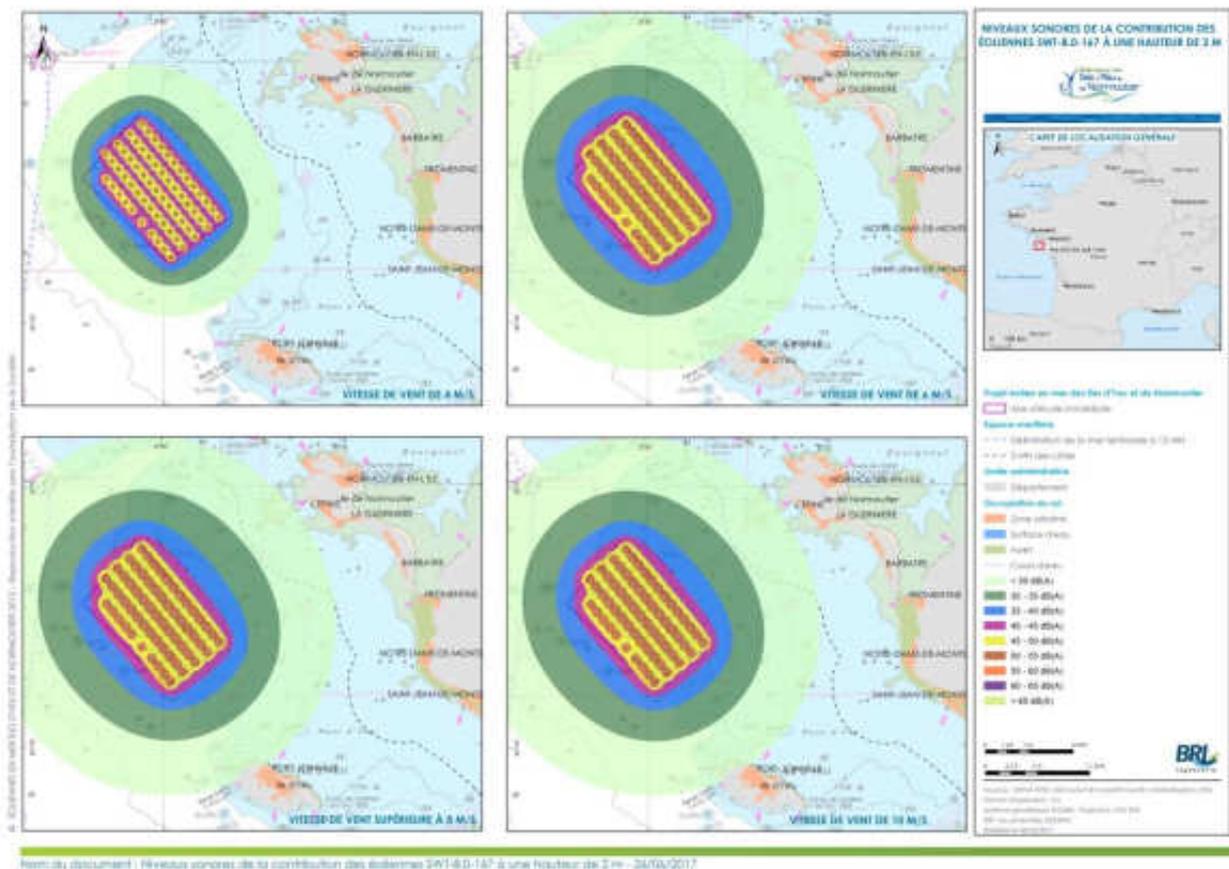
En A3 dans l'atlas cartographique

Ainsi, pour toutes les directions et vitesses de vent, les seuils réglementaires sont respectés en limite du périmètre de mesure du bruit de l'installation.

AU DROIT DES HABITATIONS RIVERAINES

Les simulations informatiques en trois dimensions permettent de déterminer la contribution sonore de l'ensemble du projet éolien selon les vitesses de vent, au droit de récepteurs "fictifs". La Carte 34 présente la propagation dans l'environnement du bruit des éoliennes pour des vitesses de vent de 4, 6, 8 et 10 m/s (V_s à 10 m) à une hauteur de 2 m du sol.

Carte 34 : Carte d'isophones du projet à une hauteur de 2m pour une vitesse de vent de 4,6,8 et 10 m/s



En A3 dans l'atlas cartographique

Les niveaux sonores de la contribution des éoliennes calculés sur les récepteurs les plus proches du projet sont faibles. Les calculs prévisionnels font apparaître des niveaux sonores variables selon la vitesse du vent, les plus élevés atteignant 25,5 dB(A) au maximum, au droit des récepteurs R4a à R4c placés sur l'île d'Yeu, pour une vitesse de vent supérieure à 4 m/s (vitesse standardisée à 10 m du sol).

L'émergence globale à l'extérieur des habitations est calculée à partir des mesures in situ présentées précédemment et du résultat des calculs prévisionnels au droit des habitations. Ainsi l'émergence globale est calculée à partir du bruit résiduel L50 observé lors des mesures (selon analyses bruit/vent) et de la contribution des éoliennes (selon hypothèses d'émissions). Les émergences sont calculées pour des vitesses de vent allant de 3 à 10 m/s à 10 m du sol.

En période non végétative (c'est-à-dire lorsque la végétation est nue), l'analyse des émergences globales ne fait apparaître aucun risque de dépassement des émergences réglementaires en périodes de jour et de nuit. En effet, les émergences calculées sont inférieures au décibel voire nulles. Par exemple, l'émergence maximale calculée est de 0,4 dB(A) aux récepteurs R1a, R1b et R1c aux vitesses de vent de 5 et 6 m/s à 10 m du sol en période de nuit.

En période végétative (lorsque les feuillages sont développés), l'analyse des émergences ne fait apparaître aucun risque de dépassement des émergences réglementaires en périodes de jour et de nuit. En effet, les émergences calculées sont également inférieures au décibel voire nulles. L'émergence maximale calculée est de 0,4 dB(A) au droit des différents récepteurs (placés sur les îles d'Yeu et de Noirmoutier) en période de nuit et pour plusieurs vitesses de vent. En période de jour, l'émergence maximale calculée atteint 0,1 dB(A).

Acoustique aérienne et vibration – En phase d'exploitation

Quelle que soit l'échelle, le projet respecte la réglementation en vigueur. L'impact du projet en phase d'exploitation sur l'ambiance sonore est donc considéré comme négligeable.

Pour rappel, les effets vibrationnels sur la population n'apparaissent qu'en phase de construction et ont été évoqué pour cette phase uniquement.

Perturbation de l'ambiance sonore aérienne

Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact
Population	Moyen	Négligeable	Faible		Négligeable
			Direct	Temporaire	

3.6.3 Synthèse des impacts sur l'hygiène, la santé, la sécurité et la salubrité publique

3.6.3.1 Phase de construction et de démantèlement

Hygiène, la santé, la sécurité et la salubrité publique		Contamination par des substances polluantes (pollution accidentelle)	Risque de collision ou risques maritime (y compris risque de collision avec des navires)	Détonation de charge explosive (UXO)	Emissions de polluants atmosphériques	Perturbation de l'ambiance sonore aérienne et vibrations
Navigation et sécurité en mer	Risques maritimes		MO			
	Servitudes	Évalué en phase d'exploitation				
	Moyens de surveillance, de navigation, de communication, de détresse et balisage	Évalué en phase d'exploitation				
	Risques technologiques (UXO et TMD)	FA		FA		
Qualité de l'air, odeurs, résidus et émissions attendues, qualité des eaux de baignade et conchyliques	Qualité de l'air, odeurs et émissions attendues				NE	
	Consommations énergétiques	Évalué en phase d'exploitation				
	Qualité des eaux (baignade et conchylicole)	FA				
Acoustique aérienne et vibrations						NE

Légende : NE : Négligeable ; FA : Faible ; MO : Moyen ; FO : Fort ; PO : Positif. ; N. Ev. : Niveau d'impact non évalué

3. Analyse des effets et des impacts du projet sur l'environnement et sur la santé

3.6 Impacts sur l'hygiène, la santé, la sécurité et la salubrité publique

3.6.3 Synthèse des impacts sur l'hygiène, la santé, la sécurité et la salubrité publique



3.6.3.2 Phase d'exploitation

Hygiène, la santé, la sécurité et la salubrité publique		Contamination par des substances polluantes (pollution accidentelle)	Intersection avec des zones de servitudes	Risques maritimes (y compris risque de collision)	Perturbation de la signalisation maritime	Perturbation des radars de surveillance du trafic maritime à terre	Perturbation des radars de navigation embarqués	Perturbation des moyens de surveillance optiques	Perturbation des radios goniométriques VHF	Perturbation sur l'AIS et les moyens de communication VHF et GSM et moyens de détresse	Détonation de charge explosive (UXO)	Participation à la réduction des gaz à effets de serre	Emissions de polluants atmosphériques	Perturbation de l'ambiance sonore aérienne et vibrations
Navigation et sécurité en mer	Risques maritimes			FA										
	Servitudes		MO											
	Moyens de surveillance, de navigation, de communication, de détresse et balisage				FO	FO	FO	N.Ev.	N.Ev.	MO				
	Risques technologiques (UXO et TMD)	FA									FA			
Qualité de l'air, odeurs, résidus et émissions attendues, qualité des eaux de baignade	Qualité de l'air et odeurs (polluants)												NE	
	Consommations énergétiques											PO		
	Qualité des eaux de baignade et conchylicoles	FA												
Acoustique aérienne et vibrations														NE

Légende : NE : Négligeable ; FA : Faible ; MO : Moyen ; FO : Fort ; PO : Positif. ; N. Ev. : Niveau d'impact non évalué

3.7 Addition et interaction des effets entre eux

Les paragraphes précédents ont mis en évidence les effets et impacts du projet pris individuellement (ex. remise en suspension de sédiments puis modification de l'ambiance sonore, etc.). Pour compléter ces évaluations, le présent chapitre analyse l'influence croisée de ces effets et impacts sur l'environnement afin de garantir une analyse complète et fine des effets du projet sur l'environnement.

- ▶ Etape 1 : analyse de l'addition des effets de la mise en œuvre du projet sur une même composante environnementale ou un même milieu ;
- ▶ Etape 2 : analyse des interactions entre les effets sur ces différentes composantes. Il existe en effet des interrelations entre les différents éléments de l'environnement (mises en évidence dans le cadre de l'état initial). Un effet sur une composante environnementale peut ainsi entraîner ou renforcer directement ou indirectement un autre effet sur une autre composante.

Les tableaux de synthèse des impacts présentés en conclusion des évaluations par milieu (physique, naturel, paysage et patrimoine, humain, puis hygiène, santé, sécurité, salubrité publique) constituent la base de cette analyse. Suivant ce principe, sont retenus :

- ▶ **Les effets** que l'on peut considérer comme les plus prégnants au vu du nombre de composantes environnementales affectées par l'effet, mais aussi des niveaux d'impacts associés ;
- ▶ Les **composantes de l'environnement** soumises aux effets les plus importants ou les plus nombreux.

Les **interactions potentielles** concernent les effets les plus prégnants identifiés auparavant. L'analyse repose sur un croisement entre ces différents effets et met en évidence dans quelle mesure une interaction s'avère pertinente.

3.7.1 Addition des effets

L'analyse de l'addition des effets est réalisée par milieu (physique, naturel, paysage et patrimoine, humain, puis hygiène, santé, sécurité, salubrité publique) et composantes environnementales et par phase du projet (construction/démantèlement et exploitation).

Pour chaque milieu et chaque phase, cette première étape débute par un rappel du tableau de synthèse des impacts attendus du projet, présentés en conclusion des évaluations réalisées précédemment au chapitre Analyse des effets et des impacts du projet sur l'environnement. Ce tableau permet de visualiser rapidement :

- ▶ Les composantes de l'environnement soumises aux effets les plus importants ou les plus nombreux (lignes du tableau) ;
- ▶ Les effets que l'on peut considérer comme les plus prégnants au vu des niveaux d'impacts associés et/ou du nombre de composantes environnementales qu'ils affectent (colonnes du tableau).

3.7.1.1 Milieu physique

3.7.1.1.1 Rappel de la synthèse des niveaux d'impacts pour le milieu physique

PHASE DE CONSTRUCTION ET DE DEMANTELEMENT

Composantes de l'environnement	Impacts en phase de construction et de démantèlement				
	Modifications géomorphologiques	Destruction des fonds	Modification de la nature des fonds	Mise en suspension de sédiments et augmentation de la turbidité	Contamination par des substances polluantes (pollution accidentelle)
Morphostructure marine	NE	NE	NE	NE	
Hydrodynamique marine	Évalué en phase d'exploitation				
Dynamique hydrosédimentaire	Évalué en phase d'exploitation				
Qualité des sédiments et des eaux				NE à FA	FA

Légende : NE : Négligeable ; FA : Faible ; MO : Moyen ; FO : Fort ; PO : Positif. ; N. Ev. : Niveau d'impact non évalué

PHASE D'EXPLOITATION

Composantes de l'environnement	Impacts en phase d'exploitation						
	Modifications géomorphologiques	Modification de la nature des fonds	Modification des conditions de courant	Modification de la propagation des vagues	Modification de la dynamique sédimentaire ('érosion)	Contamination par des substances polluantes (pollution accidentelle)	Contamination par les anodes sacrificielles
Morphostructure marine	NE	NE					
Hydrodynamique marine			NE	NE			
Dynamique hydrosédimentaire					NE		
Qualité des sédiments et des eaux						FA	NE à FA

Légende : NE : Négligeable ; FA : Faible ; MO : Moyen ; FO : Fort ; PO : Positif. ; N. Ev. : Niveau d'impact non évalué

3.7.1.1.2 Additions mises en évidence

Que ce soit en phase de construction ou d'exploitation du parc, les principaux effets sur le milieu physique concernent la qualité de l'eau du fait d'un risque de pollution accidentelle (pendant les travaux d'installation ou de démantèlement du parc et les opérations de maintenance) ou encore de la présence d'anodes sacrificielles. Une augmentation de turbidité est également attendue mais uniquement en phase de travaux.

La morphostructure marine est affectée dans une moindre part, même si on peut supposer que la modification de la nature des fonds peut être plus importante selon la technique de protection des câbles (protection superficielle de type enrochement, ou ensouillage).

3.7.1.2 Milieu naturel

3.7.1.2.1 Rappel de la synthèse des niveaux d'impacts pour le milieu naturel

PHASE DE CONSTRUCTION ET DE DEMANTELEMENT

Milieu naturel	Mise en suspension de sédiments et augmentation de la turbidité	Contamination par des substances polluantes (pollution accidentelle)	Perte d'habitats et destruction des biocénoses benthiques	Perte ou modification d'habitats d'espèces (avifaune, mammifères, ressources halieutiques,	Effet barrière ou modification des trajectoires (avifaune, mammifères, chiroptères, poissons)	Modification de l'ambiance sonore sous-marine	Risque de collision ou risques maritimes (y compris risque de collision avec des navires)	Modification des activités de pêches et disponibilité de la	Perturbation lumineuse
Habitats et biocénoses benthiques	FA	FA	MO			FA			
Ressources halieutiques et autres peuplements marins	FA	FA	FA	FA	FA à MO	FA à MO		PO	
Mammifères marins	N.Ev.	N.Ev.				NE à FA	NE à FA		
Tortues marine	N.Ev.	N.Ev.				NE à FA	NE à FA		
Autres grands pélagiques	N.Ev.	N.Ev.				NE à FA	NE à FA		
Avifaune marine	N.Ev.	N.Ev.			NE à MO	N.Ev.	NE		*
Chiroptères					FA				FA
Zonages d'inventaire et de protection	N.Ev.	N.Ev.			NE à FA	NE à FA	NE à FA		NE à FA
Continuités écologiques et équilibres biologiques			FA	FA		FA		NE à PO	

* : Effets pris en compte dans l'analyse globale de la partie « Effet barrière ou modification des trajectoires »

Légende : NE : Négligeable ; FA : Faible ; MO : Moyen ; FO : Fort ; PO : Positif. ; N. Ev. : Niveau d'impact non évalué (Non évalué selon l'approche méthodologique car effet négligeable)

3. Analyse des effets et des impacts du projet sur l'environnement et sur la santé

3.7 Addition et interaction des effets entre eux

3.7.1 Addition des effets



PHASE D'EXPLOITATION

Milieu naturel	Contamination par des substances polluantes (pollution accidentelle)	Contamination par les anodes sacrificielles	Effets récifs (Colonisation des fondations et des enrochements sur les	Effet réserve	Modification du champ magnétique lié à la présence des câbles	Modification de l'ambiance sonore sous-marine	Modification de la température au niveau des câbles	Modification d'habitats d'espèces (avifaune, mammifères, ressources halieutiques, chiroptères)	Effet barrière ou modification des trajectoires (avifaune, mammifères,	Risque de collision	Modification des activités de pêches et disponibilité de la ressource	Perturbation lumineuse
Habitats et biocénoses benthiques	FA	FA	FA à PO		FA	FA	FA					
Ressources halieutiques et autres peuplements marins	NE à FA	NE à FA	NE à PO	NE à PO	NE à FA	FA		NE à PO				
Mammifères marins					NE à FA	NE à FA		NE à FA		NE à FA		
Tortues marine					NE à FA	NE		NE		NE à FA		
Autres grands pélagiques					NE	NE		NE		NE à FA		
Avifaune marine								NE à MO	NE à MO	NE à FO		NE à MO
Chiroptères								NE	NE à MO	NE à MO		NE à MO
Zonages d'inventaire et de protection	NE à FA	NE à FA			NE à FA	NE à FA	NE	NE à FA	NE à FA	NE à FA		
Continuités écologiques et équilibres biologiques			PO	MO à PO					FA à MO		FA à MO	

Légende : NE : Négligeable ; FA : Faible ; MO : Moyen ; FO : Fort ; PO : Positif. ; N. Ev. : Niveau d'impact non évalué

3.7.1.2.2 Additions mises en évidence

Les composantes du milieu naturel soumises aux effets les plus nombreux et/ou aux impacts les plus importants concernent les habitats et biocénoses benthiques, les ressources halieutiques et autres peuplement marins, les continuités écologiques ainsi que la faune volante (avifaune et chiroptères). Cette dernière correspond à la composante la plus sollicitée en phase d'exploitation.

Les effets associés aux impacts les plus importants en phase travaux, correspondent :

- ▶ A la perte d'habitats et la destruction des biocénoses benthiques ;
- ▶ A l'effet barrière ou modification des trajectoires (avifaune, mammifères, chiroptères) ;
- ▶ A la modification de l'ambiance sonore sous-marine (qui concerne tous les peuplements marins) lors des opérations de forages.

En phase d'exploitation, la même analyse pointe les effets liés à la modification des habitats d'espèces, à l'effet barrière avec modification des trajectoires et risque de collision (impact moyen à fort sur le goéland marin) ; effet renforcé pour les oiseaux suiveurs (les goélands notamment) si le parc est ouvert à la pêche. Il convient aussi d'ajouter, toujours pour la faune volante, les impacts liés aux perturbations lumineuses.

Pour les phases de construction et d'exploitation, l'analyse souligne la nature temporaire des effets sur les biocénoses benthiques fonction cependant de la résilience des milieux et de la modification de l'ambiance sonore qui prendra fin avec l'arrêt des opérations de forages.

Les effets les plus permanents concernent finalement la faune volante. Elle est soumise à des risques de collisions qui peuvent même atteindre un niveau d'impact fort pour certaines espèces et dans l'hypothèse de l'ouverture du parc à la pêche pour certains métiers.

Les effets bénéfiques mis en évidence concernent principalement la ressource halieutique et les autres peuplements marins avec :

- ▶ Une restriction de pêche plutôt favorable au développement de la ressource pendant la phase de travaux ;
- ▶ Des effets récifs et réserves associés à la présence des structures immergées, assimilables à des dispositifs de concentration des poissons (DCP).

3.7.1.3 Paysage et patrimoine

3.7.1.3.1 Rappel de la synthèse des niveaux d'impacts pour le paysage et le patrimoine

PHASE DE CONSTRUCTION ET DE DEMANTELEMENT

Paysage et patrimoine	Visibilités, covisibilités et prégnance visuelle	Destruction du patrimoine archéologique sous-marin
Paysage	Négligeable	
Patrimoine culturel (Monuments historiques, etc.)	Négligeable	
Patrimoine archéologique sous-marin		Moyen

PHASE D'EXPLOITATION

Paysage et patrimoine	Visibilités, covisibilités et prégnance visuelle (ou modification de la perception du paysage)	Destruction du patrimoine sous-marin	Perturbation lumineuse
Paysage	Négligeable à fort		*
Patrimoine culturel (AVAP, MH, etc.)	Faible à fort		
Patrimoine sous-marin		N.Ev	

* : Effets pris en compte dans l'analyse globale de l'effet « Visibilités, covisibilités et prégnance visuelle »

N. Ev. : Niveau d'impact non évalué (Non évalué selon l'approche méthodologique car effet négligeable)

3.7.1.3.2 Additions mises en évidence

L'addition des effets relatifs au paysage et patrimoine souligne la persistance d'une covisibilité ou prégnance visuelle sur de nombreux enjeux du paysage en particulier sur les îles d'Yeu et de Noirmoutier. Ces effets sont cependant à relativiser considérant les faibles hauteurs visibles des machines depuis le littoral et les effets de masquage.

3.7.1.4 Milieu humain

3.7.1.4.1 Rappel de la synthèse des niveaux d'impacts pour le milieu humain

PHASE DE CONSTRUCTION ET DE DEMANTELEMENT

Milieu humain		Contamination par des substances polluantes (pollution accidentelle)	Risque de collision ou risques maritimes (y compris risque de collision avec des navires)	Visibilités, covisibilités et prégnance visuelle	Modification de la valeur du patrimoine	Modification des cheminements maritimes	Modification des activités de pêches	Modification de la fréquentation touristique	Modification de la pratique des activités de loisirs	Perturbation de l'ambiance sonore aérienne et vibrations	Perturbation lumineuse
				*				**	**	***	*
Populations et biens matériels	Population			*				**	**	***	*
	Biens matériels et immobilier	Évalué en phase d'exploitation									
Activités et usages préexistants	Pêche professionnelle		α			MO	FA à FO				
	Aquaculture	NE	α								
	Tourisme et loisirs nautiques		α			MO		FA à PO	FA		
	Trafic associé aux activités maritimes commerciales et industrielles		α			FA					
	Transports et loisirs aériens	Évalué en phase d'exploitation									

Légende : NE : Négligeable ; FA : Faible ; MO : Moyen ; FO : Fort ; PO : Positif. ; N. Ev. : Niveau d'impact non évalué

* : Effets évalués dans la partie « Paysage et patrimoine »

** : Effets évalués dans la partie « Tourisme et loisirs nautiques »

*** : Effet évalué dans la partie « Acoustique aérienne et vibrations »

α : Effet évalué dans la partie « Navigation et sécurité en mer »

3. Analyse des effets et des impacts du projet sur l'environnement et sur la santé

3.7 Addition et interaction des effets entre eux

3.7.1 Addition des effets



PHASE D'EXPLOITATION

Milieu humain		Contamination par des substances polluantes (pollution accidentelle)	Effets récifs (Colonisation des fondations et des enrochements sur les câbles inter-éoliennes)	Effet réserve	Risque de collision	Visibilités, covisibilités et prégnance visuelle (ou modification de la perception du paysage)	Modification des cheminements maritimes	Modification de la valeur du patrimoine	Modification des activités de pêches et disponibilité de la ressource	Modification de la fréquentation touristique	Modification de la pratique des activités de loisirs	Perturbation de la navigation aérienne	Risques maritimes (hors risque de collision)	Perturbation des radars de navigation embarqués	Perturbation sur l'AIS et les moyens de communication VHF et GSM et moyens de détresse	Perturbation de l'ambiance sonore aérienne et vibrations	Perturbation lumineuse
Populations et biens matériels	Population				*					**	**					***	*
	Biens matériels et immobilier							FA		**							
Activités et usages préexistants	Pêche professionnelle		FA à PO	N.Ev.	α				FA				α	α	α		
	Aquaculture	NE															
	Tourisme et loisirs nautiques				α	*				FA à PO	NE		α	α	α		
	Trafic associé aux activités maritimes commerciales et industrielles				α		FA						α	α	α		
	Transports et loisirs aériens										**	FA		α	α		

Légende : NE : Négligeable ; FA : Faible ; MO : Moyen ; FO : Fort ; PO : Positif. ; N. Ev. : Niveau d'impact non évalué - N. Ev. : Niveau d'impact non évalué (Non évalué selon l'approche méthodologique car effet négligeable)

* : Effets évalués dans la partie « Paysage et patrimoine »

** : Effets évalués dans la partie « Tourisme et loisirs nautiques »

*** : Effet évalué dans la partie « Acoustique aérienne et vibrations »

α : Effet évalué dans la partie « Navigation et sécurité en mer »

3.7.1.4.2 Additions mises en évidence

S'agissant du milieu humain, la phase de construction se distingue de la phase d'exploitation par des impacts plus importants sur la pêche professionnelle en particulier du fait de la modification des activités de pêche étant donné la fermeture de la Zone de Délimitation du parc et d'un périmètre de 0.5 mille nautique autour pendant toute la durée des travaux⁵⁷.

En outre, cette phase entraînera une modification des cheminements maritimes, notamment pour la pêche professionnelle et la plaisance.

En phase d'exploitation, les effets du parc sur le milieu seront associés à des impacts plutôt faibles à positifs.

3.7.1.5 Hygiène, santé, sécurité et salubrité publique

3.7.1.5.1 Rappel de la synthèse des niveaux d'impacts pour le milieu humain

PHASE DE CONSTRUCTION ET DE DEMANTELEMENT

Hygiène, la santé, la sécurité et la salubrité publique		Contamination par des substances polluantes (pollution accidentelle)	Risque de collision ou risques maritime (y compris risque de collision avec des navires)	Détonation de charge explosive (UXO)	Emissions de polluants	Perturbation de l'ambiance sonore aérienne et vibrations
Navigation et sécurité en mer	Risques maritimes		MO			
	Servitudes	Évalué en phase d'exploitation				
	Moyens de surveillance, de navigation, de communication, de détresse et balisage	Évalué en phase d'exploitation				
	Risques technologiques (UXO et TMD)	FA		FA		
Qualité de l'air, odeurs, résidus et émissions attendues, qualité des eaux de baignade et conchylicoles	Qualité de l'air, odeurs et émissions attendues				NE	
	Consommations énergétiques	Évalué en phase d'exploitation				
	Qualité des eaux (baignade et conchylicole)	FA				
Acoustique aérienne et vibrations						NE

Légende : NE : Négligeable ; FA : Faible ; MO : Moyen ; FO : Fort ; PO : Positif ; N. Ev. : Niveau d'impact non évalué

⁵⁷ A noter qu'en parallèle de ce scénario de fermeture totale acté pour le dépôt des demandes d'autorisation, le maître d'ouvrage continue de travailler avec les représentants des professionnels de la pêche, à l'identification de scénarios permettant de réduire les zones et périodes d'exclusion (voir Document 2 Description du Programme et état initial commun).

3. Analyse des effets et des impacts du projet sur l'environnement et sur la santé

3.7 Addition et interaction des effets entre eux

3.7.1 Addition des effets



PHASE D'EXPLOITATION

Hygiène, la santé, la sécurité et la salubrité publique		Contamination par des substances polluantes (pollution accidentelle)	Risque de collision	Intersection avec des zones de servitudes	Risques maritimes (hors risque de collision)	Perturbation de la signalisation	Perturbation des radars de surveillance du trafic maritime à terre	Perturbation des radars de navigation embarqués	Perturbation des moyens de surveillance optiques	Perturbation des radios goniométriques VHF	Perturbation sur l'AIS et les moyens de communication VHF et GSM et moyens de détresse	Détonation de charge explosive (UVX)	Participation à la réduction des gaz à effets de serre	Emissions de polluants atmosphériques	Perturbation de l'ambiance sonore aérienne et vibrations
Navigation et sécurité en mer	Risques maritimes		+		FA										
	Servitudes			MO											
	Moyens de surveillance, de navigation, de communication, de détresse et balisage					FO	FO	FO	N.Ev.	N.Ev.	MO				
	Risques technologiques (UXO et TMD)	FA										FA			
Qualité de l'air, odeurs, résidus et émissions attendues, qualité des eaux de baignade	Qualité de l'air et odeurs (polluants)													NE	
	Consommations énergétiques												PO		
	Qualité des eaux de baignade et conchylicoles	FA													
Acoustique aérienne et vibrations															NE

Légende : NE : Négligeable ; FA : Faible ; MO : Moyen ; FO : Fort ; PO : Positif. ; N. Ev. : Niveau d'impact non évalué

+ : Effet évalué dans l'évaluation globale de l'effet « Risques maritimes »

3.7.1.5.2 Additions mises en évidence

Il n'y a pas véritablement d'addition d'effet en phase de construction, on relèvera une attention particulière par rapport à l'effet risque de collision ou risque maritime.

En phase d'exploitation, l'addition de plusieurs effets pointe la composante relative aux moyens de surveillance, de navigation, de communication, de détresse et de balisage. Les effets concernés traitent tous de la perturbation des moyens de surveillance maritimes, à terre et embarqués.

3.7.2 Interaction des effets

Si la première partie de l'analyse s'est concentrée sur l'identification des composantes environnementales soumises à un cumul d'effets au sein de chacun des milieux analysés, la seconde partie s'intéresse à l'interaction des principaux effets entre ces milieux.

L'interaction des effets est appréciée pour les principaux effets (et composantes) évoqués précédemment et pour lesquels on peut rechercher les interactions potentielles pour les phases de construction et d'exploitation.

Ces interactions potentielles s'illustrent sous la forme de tableaux qui croisent les mêmes effets. Ces tableaux sont présentés ci-dessous. Ils précisent dans quelle mesure les effets potentiels présentés dans la colonne de gauche ont une incidence sur les effets présentés dans la première ligne.

3.7.2.1 Interactions potentielle en phase de construction et de démantèlement

	Mise en suspension de sédiments et augmentation de la turbidité	Contamination par des substances polluantes (pollution accidentelle)	Modification de l'ambiance sonore sous-marine	Risque de collision (espèces marines et faune volante)	Effet barrière ou modification des trajectoires (avifaune, mammifères, chiroptères)
Mise en suspension de sédiments et augmentation de la turbidité	Non	Non	Non	Non	Non
Contamination par des substances polluantes (pollution accidentelle)	Non	Non	Non	Non	Non
Modification de l'ambiance sonore sous-marine	Non	Non	Non	Non	Non
Risque de collision (espèces marines et faune volante)	Non	Non	Non	Non	Oui
Effet barrière ou modification des trajectoires (avifaune, mammifères, chiroptères)	Non	Non	Non	Oui	Non
Risque technologique UXO	Non	Non	En cas d'explosion uniquement	Non	Non
Modification des cheminements maritimes	Non	Non	Localement	Non	Non
Modification des activités de pêches	Non	Non	Non	Non	Non
Risque de collision, risque maritime	Non	Oui. Une augmentation du risque de collision peut s'accompagner d'un risque supplémentaire de contamination accidentelle	Non	Non	Non

3. Analyse des effets et des impacts du projet sur l'environnement et sur la santé

3.7 Addition et interaction des effets entre eux

3.7.2 Interaction des effets



	Risques technologiques (UXO, TMD)	Modification des cheminements maritimes	Modification des activités de pêches	Risque de collision, risque maritime
Mise en suspension de sédiments et augmentation de la turbidité	Non	Non	Non	Non
Contamination par des substances polluantes (pollution accidentelle)	Non	Non	Oui	Oui
Modification de l'ambiance sonore sous-marine	Non	Non	Oui, perturbation de la ressource avec répercussion potentielle sur l'activité pêche	Non
Risque de collision (espèces marines et faune volante)	Non	Non	Non, plutôt sensible en phase exploitation	Non
Effet barrière ou modification des trajectoires (avifaune, mammifères, chiroptères)	Non	Non	Non	Non
Risques technologiques (UXO, TMD)	Non	Oui, peut être à l'origine d'une augmentation du risque de collision de navires en charge de TMD	Non	Oui
Modification des cheminements maritimes	En cas d'instauration de périmètre de protection si l'intégralité de l'emprise du parc n'est pas fermée en phase travaux	Non	Oui, report sur d'autres zones de pêche	Oui. Une modification des cheminements maritimes peut générer une augmentation du risque de collision.
Modification des activités de pêches	En cas d'instauration de périmètre de protection si l'intégralité de l'emprise du parc n'est pas fermée en phase travaux	Oui en cas de restriction d'accès à l'emprise du parc	Non	Potentiellement en fonction des modifications de cheminements maritimes des pêcheurs
Risque de collision, risque maritime	Oui. Un risque accru peut aussi concerner potentiellement les TMD	Oui, peut être à l'origine d'une augmentation du risque de collision	Non	Non

3.7.2.2 Interactions potentielles en phase d'exploitation

	Contamination par les anodes sacrificielles	Contamination par des substances polluantes (pollution accidentelle)	Modification d'habitats d'espèces (avifaune, mammifères, chiroptères, poissons)	Effet barrière ou modification des trajectoires (avifaune, mammifères, chiroptères, poissons)
Contamination par les anodes sacrificielles	Non	Oui, en cas de cumul	Non	Non
Contamination par des substances polluantes (pollution accidentelle)	Oui, en cas de cumul	Non	Oui, potentiellement en cas de pollution	Non
Modification d'habitats d'espèces (avifaune, mammifères, chiroptères, poissons)	Non	Oui, potentiellement en cas de pollution	Non	Oui, très localement
Effet barrière ou modification des trajectoires (avifaune, mammifères, chiroptères, poissons)	Non	Non	Oui, très localement	Non
Risque de collision	Non	Non	Non	Non
Visibilités, covisibilités et prégnances visuelles	Non	Non	Non	Non
Modification des activités de pêche	Non	Non	Non	Non
Ensemble des effets relatifs à la perturbation des moyens de surveillance à terre ou embarqués	Non	Non	Non	Non

3. Analyse des effets et des impacts du projet sur l'environnement et sur la santé

3.7 Addition et interaction des effets entre eux

3.7.2 Interaction des effets



	Risque de collision	Visibilités, covisibilités et prégnances visuelles	Modification des activités de pêche	Ensemble des effets relatifs à la perturbation des moyens de surveillance à terre ou embarqués
Contamination par les anodes sacrificielles	Non	Non	Non	Non
Contamination par des substances polluantes (pollution accidentelle)	Non	Non	Non	Non
Modification d'habitats d'espèces (avifaune, mammifères, chiroptères, poissons)	Oui, du fait de la présence des machines	Non	Non	Non
Effet barrière ou modification des trajectoires (avifaune, mammifères, chiroptères, poissons)	Oui	Non	Non	Non
Risque de collision	Non	Non	Non	Non
Visibilités, covisibilités et prégnances visuelles	Non	Non	Non	Non
Modification des activités de pêche	Oui, si le parc est ouvert à la pêche	Non	Non	Non
Ensemble des effets relatifs à la perturbation des moyens de surveillance à terre ou embarqués	Oui	Non	Oui. Peut potentiellement modifier les activités	Non

3.7.2.3 Interactions mises en évidence

3.7.2.3.1 Phase de construction et de démantèlement

- ▶ Une interaction entre l'effet « Modification de l'ambiance sonore sous-marine » et « risques technologiques de type UXO », un effet cumulatif peut s'observer en cas d'explosion. L'interaction est cependant peu probable considérant l'évitement des anomalies assimilables à des engins potentiellement non explosés.
- ▶ Un accroissement du risque de collision (espèces marines et faune volante) en lien avec l'effet barrière ou modification des trajectoires (avifaune, mammifères, chiroptères) ;
- ▶ Des interactions possibles entre la contamination par des substances polluantes (pollution accidentelle) ainsi que la « modification de l'ambiance sonore sous-marine » avec l'effet « modification des activités de pêches ». Une pollution accidentelle peut potentiellement affecter la ressource et donc l'activité pêche, même si l'analyse fait état d'un impact particulièrement réduit d'une pollution par ailleurs exceptionnelle. La modification de l'ambiance sonore sous-marine peut quant à elle perturber au moins localement la ressource.

En phase travaux, les effets susceptibles d'affecter la pollution des eaux et les perturbations sonores correspondent à une augmentation de la pression sur le milieu pour les espèces marines. L'effet sonore fonctionne cependant plutôt comme un répulsif pour de nombreuses espèces (notamment poissons, mammifères marins...) ce qui permet de limiter l'impact d'une pollution potentielle (du fait de la dispersion des espèces). L'analyse des impacts montre par ailleurs :

- Le caractère exceptionnel d'une pollution, dont l'origine est essentiellement accidentelle,
 - Les faibles quantités associées à ces pollutions soumises de plus à une dispersion dans le milieu du fait des conditions courantologiques (dilution) ;
 - La faible dispersion dans la colonne d'eau des polluants potentiels (hydrocarbures et huiles) et leur nature fortement volatile.
- Une interaction entre la « modification des cheminements maritimes » et la « modification des activités de pêches ». Cette interaction implique un report de l'activité pêche sur d'autres zones.
- Une interaction possible entre le risque de collision entre navires et une contamination du milieu d'origine accidentelle ou encore le transport de matières dangereuses (TMD). Ce risque de collision peut aussi être le fait de la « modification des cheminements maritimes ».

3.7.2.3.2 Phase d'exploitation

- Interaction possible en cas de cumul entre les effets « Contamination par des substances polluantes – pollution accidentelle » et « Contamination par les anodes sacrificielles ».

Concernant la pollution, on notera encore l'interaction potentielle entre la « Contamination par des substances polluantes – pollution accidentelle » et l'effet « Modification d'habitats d'espèces – avifaune, mammifères, chiroptères, poissons » mais aussi l'effet « Modification des activités de pêche ».

Concernant ce volet pollution, on rappellera les éléments évoqués en phase travaux concernant le caractère exceptionnel d'une pollution d'origine accidentelle, les faibles quantités associées, la faible dispersion dans la colonne d'eau des polluants et leur nature fortement volatile.

Les pollutions qui présentent le caractère le plus permanent concernent les anodes sacrificielles. Les analyses soulignent cependant la présence d'une pollution de proximité mais dont le niveau est a priori insuffisant pour contaminer les espèces (en fonction des éléments de connaissances issus pour l'essentiel de la bibliographie).

- Interaction entre « Effet barrière ou modification des trajectoires – avifaune, mammifères, chiroptères, poissons », « risque de collision (pour la faune volante) » et « Modification d'habitats d'espèces – avifaune, mammifères, chiroptères, poissons ». L'interaction traduit des modifications permanentes sur l'utilisation de l'habitat (par la modification des trajectoires) et les types d'habitats du fait de la présence de nouvelles structures sous-marines et aériennes.
- Interactions entre « Modification des activités de pêche » et « Risque de collision ». L'interaction est envisageable dans l'hypothèse où le parc est ouvert à la pêche. Dans ce cas, la présence d'oiseaux suiveurs (notamment les goélands) peut aussi s'accompagner d'une mortalité des espèces par collision avec les éoliennes en fonctionnement.
- Interaction potentielle entre la perturbation des moyens de surveillance embarqués et la modification des activités de pêche.

4 Mesures prévues par le pétitionnaire



Sommaire

4.1	Mesures ERC	409
4.1.1	Mesures d'évitement (ME) des impacts	409
4.1.2	Mesures de réduction (MR) des impacts	411
4.1.2.1	Présentation des mesures de réduction	411
4.1.2.2	Fiches descriptives des mesures de réduction	415
4.1.3	Impacts résiduels	433
4.1.4	Mesures de compensation	441
4.1.4.1	Présentation des mesures compensatoires	441
4.1.4.2	Fiches descriptives des mesures compensatoires	446
4.1.5	Suivi de l'efficacité (SE) des mesures	465
4.1.5.1	Présentation des suivis de l'efficacité des mesures	465
4.1.5.2	Fiches descriptives des suivis de l'efficacité des mesures	468
4.1.5.3	Bilan des mesures compensatoires sur l'avifaune	501
4.1.6	Implication réglementaire des impacts sur les espèces protégées	502
4.1.6.1	Espèces d'avifaune	502
4.1.6.1.1	Rappel des dispositions de protection des oiseaux en France	502
4.1.6.1.2	Impacts sur les espèces protégées et implications réglementaires	503
4.1.6.1.3	Bilan concernant le besoin d'une demande de dérogation	508
4.1.6.2	Espèces de mammifères marins	510
4.1.6.3	Espèces de tortues marines	512
4.1.6.4	Espèces de chiroptères	512
4.2	Engagements (E) du maître d'ouvrage	513
4.2.1	Présentation des engagements du maître d'ouvrage	513
4.2.2	Fiches descriptives des engagements du maître d'ouvrage	514

Table des illustrations

FIGURES

Figure 66 : Exemple de résultats des enregistrements des caméras thermiques	423
Figure 67 : Exemple de drone pouvant être mis en œuvre	424
Figure 68 : Visualisation des dispositifs du projet SmartPAM	426
Figure 69 : Présentation des mesures de réduction et de compensation en phase de construction.....	443
Figure 70 : Présentation des mesures de réduction et de compensation en phase de d'exploitation	444
Figure 71 : Présentation des mesures dédiées à la sécurité maritime en phase d'exploitation	445
Figure 72 : Exemple d'installation radar sur la fondation d'une éolienne. Site radar de Gunfleet Sand (Royaume-Uni). Radar connecté au système VTS de PLA.....	449
Figure 73 : Présentation des suivis dédiés au milieu marin	467
Figure 74 : Opérations de baguage en cours	476
Figure 75 : Exemple de capture d'image radar en mode horizontal : les points verts indiquent des contacts d'objets (ici des échos d'oiseaux) qui permettent d'identifier des trajectoires de vol.	479
Figure 76 : Exemple de capture d'image radar en mode vertical : les points bleus indiquent des contacts d'oiseaux en vol (note : dans cet exemple chaque cercle équivaut à une hauteur de 250 m à partir du radar).....	479

TABLEAUX

Tableau 83 : Présentation des mesures d'évitement.....	410
Tableau 84 : Présentation des mesures de réduction.....	413
Tableau 85 : Impacts résiduels après applications des mesures d'évitement et de réduction	435
Tableau 86 : Présentation des mesures compensatoires	441
Tableau 87 : Présentation des suivis de l'efficacité des mesures ERC.....	465
Tableau 88 : Impacts sur les espèces protégées et implications réglementaires.....	504
Tableau 89: Présentation des engagements du maître d'ouvrage	513

PHOTOGRAPHIES

Photographie 9 : Exemple de dispositif d'enregistrement acoustique avec alimentation par panneau solaire (installé sur un mât treillis)	485
Photographie 10 : Exemple de système de protection du microphone (potence acier).....	485
Photographie 11 : Enregistreur SM3Bat (Wildlife acoustics).....	485

CARTES

Carte 35 : Plan de signalisation des structures du parc éolien en mer des Iles d'Yeu et de Noirmoutier	447
Carte 36 : Simulation de couverture radar sémaphorique avec un radar supplémentaire sur l'éolienne B13	450
Carte 37 : Représentation de l'installation d'une station VHF d'appoint dans le parc éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier.....	452
Carte 38 : Installation d'un feu supplémentaire au coin du parc.....	453

D'après l'article R122-5 du code de l'environnement, dans la conception et la mise en œuvre de leurs projets, le maître d'ouvrage doit définir les mesures adaptées pour éviter, réduire et, lorsque cela est nécessaire et possible compenser leurs impacts négatifs significatifs ou notables sur l'environnement. En effet, certains impacts sont acceptables par le milieu, c'est-à-dire suffisamment faibles pour ne pas devoir nécessairement être compensés.

Les Lignes directrices nationales sur la séquence éviter, réduire et compenser les impacts sur les milieux naturels (Doctrine ERC-octobre 2013) précisent clairement la spécificité et la complexité du milieu marin du fait notamment des difficultés techniques pour acquérir de la donnée qui ne « permettent pas d'atteindre le même niveau de précision d'évaluation qu'en milieu terrestre » et d'un état des connaissances « particulièrement lacunaire ».

Concernant la définition des mesures d'évitement et de réduction en milieu marin, « il est [...] difficile de transposer à la mer les mêmes mécanismes que pour les milieux terrestres ». Aussi, concernant la difficulté d'évaluer les mesures compensatoires, elle indique « qu'il peut être pertinent que le maître d'ouvrage contribue à des programmes d'expérimentations et d'acquisition de connaissances scientifiques, permettant à terme la conception de mesures compensatoires plus adaptées ».

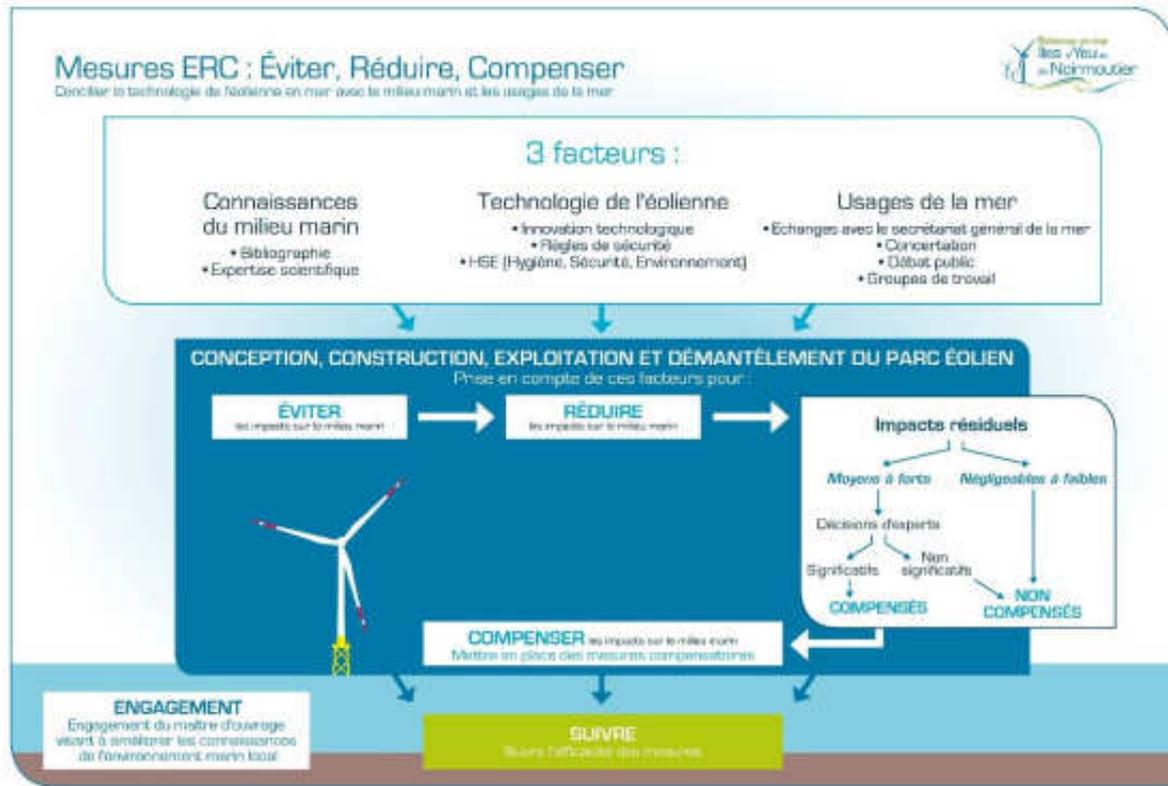
Enfin, elle précise également que « les suivis mis en place doivent permettre à terme de pouvoir développer des mesures expérimentales ».

Ainsi, ce chapitre présente les mesures spécifiques définies à la suite de l'évaluation des impacts sur les différentes composantes. Il intègre les enseignements tirés du débat public qui s'est tenu du 2 mai au 7 août 2015 et les recommandations du Secrétariat Général de la Mer aux Préfets pour l'étude et le suivi des parcs éoliens en mer et le retour d'expériences des autres projets éoliens en mer.

Les mesures d'évitement (ME), de réduction (MR) et de compensation (MC) sont définies ainsi que l'effet attendu de ces mesures et le suivi de leur efficacité (SE), leurs modalités de mise en œuvre et leur coût.

Le maître d'ouvrage s'est également engagé à mettre en place des suivis environnementaux visant à améliorer l'acquisition de connaissance (Engagement-E) dont la supervision sera assurée par un Groupement d'Intérêt Scientifique (GIS) spécifiquement mis en place pour le projet. Il aura vocation à rendre public leurs résultats et à assurer la diffusion des nouvelles connaissances scientifiques.

Figure 65 : Le processus de définition des mesures



Source : EMYN, 2017

Dans les chapitres qui suivent, les mesures, le suivi de l'efficacité de ces mesures et les engagements sont numérotés et listés au sein de tableaux de présentation des mesures. Des fiches présentent ensuite de manière détaillée les MR, MC, SE et E.

Le tableau de présentation des mesures est établi sur le modèle suivant :

N° de la fiche mesure	Description de la mesure envisagée	Composantes concernées	Phases du projet pendant laquelle la mesure s'applique	Type d'impact évité	Coût en € HT	Suivi de l'efficacité de la mesure

4.1 Mesures ERC

4.1.1 Mesures d'évitement (ME) des impacts

Une mesure d'évitement (ou « mesure de suppression ») modifie un projet afin de supprimer un impact négatif identifié que ce projet engendrerait. Le terme « évitement » recouvre généralement trois modalités : l'évitement lors du choix d'opportunité, l'évitement géographique et l'évitement technique. Ces mesures sont mises en place dès la phase de conception du projet et s'appliquent donc à l'ensemble des phases du projet.

Ces mesures peuvent concerner tant le dimensionnement du parc (orientation des lignes, type de fondation, positionnement des fondations,...) que chacune des opérations visant à sa construction, son fonctionnement et son démantèlement.

Dans le cas de ce projet, la définition de la zone propice au développement du parc éolien en mer des îles d'Yeu et de Noirmoutier par l'Etat impose la localisation du projet, la puissance installée et les délais de réalisation. La concertation importante et l'analyse multicritères croisant usages et contraintes menées par les services de l'Etat ont permis d'appliquer la notion d'évitement en identifiant une zone de moindre impact ; celle des îles d'Yeu et de Noirmoutier soumise à l'appel d'offres éolien en mer⁵⁸.

Ces mesures agissent sur plusieurs composantes et évitent différents effets. C'est la raison pour laquelle elles ont été prises en compte lors de l'évaluation des impacts. Le coût de ces mesures en lien avec le dimensionnement technique du projet n'est pas toujours quantifiable, en conséquence l'estimation du coût de certaines mesures d'évitement n'a pu être faite.

Le tableau ci-dessous présente les différentes mesures envisagées pendant toutes les phases du projet :

- ▶ Construction ;
- ▶ Exploitation ;
- ▶ Démantèlement.

Les mesures d'évitement ne sont pas détaillées au sein de fiches individuelles car la plupart d'entre elles sont intrinsèquement liées à la conception du projet.

⁵⁸ Appel d'offres n°2013/S054-088441 du 16 mars 2013

4. Mesures prévues par le pétitionnaire

4.1 Mesures ERC

4.1.1 Mesures d'évitement (ME) des impacts



Tableau 83 : Présentation des mesures d'évitement

Type et N° de la mesure	Description de la mesure	Composantes concernées	Phase(s) du projet pendant laquelle s'applique la mesure	Type d'impact évité	Coût en € HT	Modalités de suivi de l'efficacité de la mesure
ME1	Eviter les épaves	Ressources halieutiques et autres peuplements marins Habitats et biocénoses benthiques Patrimoine archéologique sous-marin	Construction Exploitation	Perte d'habitats, destruction, altération des biocénoses benthiques Perte, altération ou modification d'habitats d'espèces halieutiques Destruction du patrimoine archéologique	Intégré dans le coût du projet	Transmission des coordonnées géographiques des éléments du parc au SHOM
ME2	Eviter les anomalies archéologiques (pouvant en outre être assimilées à des Uxo s'il s'agit d'anomalie magnétique)	Patrimoine archéologique sous-marin	Construction	Destruction du patrimoine archéologique Détonation de charges explosives	Intégré dans le coût du projet (1 300 000€)	Transmission des coordonnées géographiques des éléments du parc au SHOM et respect du protocole de l'INRAP
ME3	Ne pas utiliser de peinture anti-fouling sur les parties immergées des fondations	Qualité de l'eau et des sédiments Habitats et biocénoses benthiques	Construction Exploitation	Contamination par des substances polluantes	Intégré dans le coût du projet (2 750 000€)	Suivi de l'effet récif (suivi efficacité : SE10)
ME4	Mettre en place des bacs de rétention dans les nacelles d'éoliennes (huiles, graisses, hydrocarbures...)	Qualité de l'eau Qualité des sédiments	Construction Exploitation	Contamination par des substances polluantes (pollution accidentelle)	Intégré dans le coût du projet (10 000€)	Tenue d'un registre sur les fuites observées et les quantités d'huile récupérées
ME5	Utiliser un fluide de forage aux composantes biodégradables	Qualité de l'eau et des sédiments	Construction	Contamination par des substances polluantes	Intégré dans le coût du projet	Tenue d'un registre sur les produits et les quantités utilisés lors des travaux
ME6	Eviter la zone à fort enjeu à l'ouest du toran 15 483	Avifaune Habitats et biocénoses benthiques Ressource halieutique Pêche professionnelle	Exploitation	Les impacts liés à l'avifaune Les impacts liés au benthos Les impacts liés à la ressource halieutique Les impacts liés à la pêche professionnelle	Intégré dans le coût du projet	Suivi avifaune (suivi efficacité : SE1) Suivi benthos (suivi efficacité : SE6) Suivi ressource halieutique (suivi efficacité : SE8)

Type et N° de la mesure	Description de la mesure	Composantes concernées	Phase(s) du projet pendant laquelle s'applique la mesure	Type d'impact évité	Coût en € HT	Modalités de suivi de l'efficacité de la mesure
ME 7	Protéger les câbles avec des enrochements	<p>Pêche professionnelle</p> <p>Habitats et biocénoses benthiques</p> <p>Ressources halieutiques et autres peuplements</p> <p>Mammifères marins</p>	<p>Construction</p> <p>Exploitation</p>	<p>Eviter les risques de croche des câbles</p> <p>Emission de champ magnétique lié à la présence des câbles</p> <p>Modification de la température au niveau des câbles</p>	Intégré dans le coût du projet (30 421 000€)	<p>Suivi géophysique (suivi efficacité : SE7)</p> <p>Suivi des biocénoses benthiques (suivi efficacité : SE6)</p> <p>Suivi de la ressource halieutique (suivi efficacité : SE8)</p> <p>Suivi de la modification des CEM et de la température (suivi efficacité : SE9)</p> <p>Evaluation de l'effet récif (suivi efficacité : SE10)</p>

4.1.2 Mesures de réduction (MR) des impacts

4.1.2.1 Présentation des mesures de réduction

Certains impacts du projet éolien n'ayant pu être pleinement évités, des mesures de réduction ont été définies.

A noter que certaines mesures d'évitement pour une composante peuvent aussi agir comme une mesure de réduction sur d'autres composantes.

A l'instar des mesures d'évitement, l'évaluation des impacts a été réalisée en intégrant certaines mesures de réduction notamment celles liées à la phase de conception⁵⁹. Elles figurent en fond bleu dans le tableau suivant.

Le tableau ci-dessous présente les différentes mesures de réduction envisagées pendant toutes les phases du projet :

- ▶ Construction ;
- ▶ Exploitation ;
- ▶ Démantèlement.

Une fiche de présentation détaillée de chaque mesure est donnée à la suite du tableau. Elle intègre la présentation du suivi de l'efficacité de la mesure.

⁵⁹ A noter également que l'évaluation des impacts sur le milieu humain a été réalisée en prenant en compte les propositions de règles de navigation du maître d'ouvrage

Tableau 84 : Présentation des mesures de réduction

Type et n° de la fiche mesure	Description de la mesure	Composantes concernées	Phase(s) du projet pendant laquelle s'applique la mesure	Type d'impact réduit	Coût global en € HT	Modalités de suivi de l'efficacité de la mesure
MR1	Installer des éoliennes de très grande puissance afin de réduire l'ensemble des impacts	Ensemble des composantes	Construction Exploitation Démantèlement	Perte d'habitats, destruction, altération des biocénoses benthiques Effet barrière ou modification des trajectoires, risque de collision Co-visibilités et prégnance visuelle (ou modification de la perception du paysage) Modification de l'ambiance sonore sous-marine Modification des activités de pêche et disponibilité de la ressource Modification des cheminements maritimes Risque de collision (navires)	Intégré dans le coût du projet	Suivi avifaune et mammifères marins (suivi efficacité : SE 1) Suivi acoustique des mammifères marins en phase de construction, exploitation, démantèlement (suivi efficacité : SE 4) Suivi chiroptères en phase d'exploitation (suivi efficacité : SE 5) Suivi des biocénoses benthiques (suivi efficacité : SE 6) Suivi de la ressource halieutique (suivi efficacité : SE 8) Suivi de l'accidentologie (suivi efficacité : SE 11) Suivi socio-économique de l'impact sur l'activité de pêche professionnelle (suivi efficacité : SE 15)
MR2	Mettre en place des câbles de plus grande capacité (66 kV au lieu de 33 kV) pour diminuer leur emprise	Habitats et biocénoses benthiques Ressources halieutiques et autres peuplements Pêche professionnelle	Construction Exploitation Démantèlement	Perte d'habitats, destruction, altération des biocénoses benthiques Modification des activités de pêche et disponibilité de la ressource	Intégré dans le coût du projet	Plan de recollement du parc éolien
MR3	Optimiser l'implantation des éoliennes et du schéma de câblage inter-éoliennes pour permettre la pratique sécurisée de la pêche au sein du parc	Navigation et sécurité maritime Pêche professionnelle	Exploitation	Modification des activités de pêche et disponibilité de la ressource Modification des cheminements maritimes Risque de collision (navire) Autres risques maritimes (notamment risque de croche)	Intégré dans le coût du projet	Suivi de l'accidentologie (suivi efficacité SE 11)
MR4	Garantir un espacement suffisant entre les lignes d'éoliennes et orienter le parc suivant le sens des courants et des principaux axes de vol des oiseaux	Avifaune Chiroptères Pêche professionnelle Navigation et sécurité maritime	Exploitation	Effet barrière ou perturbations des trajectoires, collision (avifaune et chiroptères) Risque de collision (navire)	Intégré dans le coût du projet	Suivi du stationnement des oiseaux (suivi efficacité : SE 1) Suivi de l'utilisation de la zone du parc par certaines espèces d'oiseaux (suivi efficacité : SE 2) Etude des déplacements d'oiseaux par radar (suivi efficacité : SE 3) Suivi de l'accidentologie (suivi efficacité : SE 11)
MR5	Minimiser et optimiser les éclairages lors des travaux	Avifaune Chiroptères	Construction Démantèlement	Perturbations lumineuses	Intégré dans le coût du projet	Audit des bateaux et vérification de l'absence d'éclairage nocturne des zones sans travaux (hors balisage maritime) - Contrôle des types d'éclairages utilisés
MR6	Effectuer des forages simultanés de deux fondations afin de réduire le temps de construction	Ressources halieutiques et autres peuplements Habitats et biocénoses benthiques Mammifères marins Pêche professionnelle	Construction	Modification de l'ambiance sonore sous-marine	Intégré dans le coût du projet	Suivi mammifères marins (suivi efficacité SE1) Suivi acoustique des mammifères marins en phase de construction, exploitation, démantèlement (SE 4) Suivi socio-économique de la pêche (suivi efficacité : SE 15)
MR7	Mettre en œuvre des règles relatives à la réalisation d'un chantier et d'une maintenance propres	Ensemble des composantes	Construction Exploitation Démantèlement	Contamination par des substances polluantes (pollution accidentelle)	Intégré dans le coût du projet	Contrôle, formation, et Tenue d'un registre des incidents par le responsable SPS (Sécurité et Protection de la Santé) + audit des bateaux
MR8	Organiser le parc de façon géométrique de manière à favoriser l'intégration paysagère	Paysage et patrimoine	Exploitation	Co-visibilités et prégnance visuelle	Intégré dans le coût du projet	Enquêtes de perception paysagère (mesure d'engagement E5)

4. Mesures prévues par le pétitionnaire

4.1 Mesures ERC

4.1.2 Mesures de réduction (MR) des impacts



Type et n° de la fiche mesure	Description de la mesure	Composantes concernées	Phase(s) du projet pendant laquelle s'applique la mesure	Type d'impact réduit	Coût global en € HT	Modalités de suivi de l'efficacité de la mesure
MR9	Mettre en œuvre le projet THERMMO pour réduire les risques d'impacts acoustiques	Mammifères marins	Construction	Modification de l'ambiance sonore sous-marine (forage, trafic induit,...)	359 300	Suivi visuel et acoustique de la présence des mammifères marins (suivi de l'efficacité : SE 1 et SE 4).
MR9 bis	Mettre en œuvre le projet Smart PAM	Mammifères marins	Construction	Modification de l'ambiance sonore sous-marine (forage, trafic induit,...)	224 550	Suivi visuel et acoustique de la présence des mammifères marins (suivi de l'efficacité : SE 1 et SE 4).
MR10	Sensibiliser les pilotes de navires de maintenance et de surveillance opérant pour le compte du maître d'ouvrage à la présence de mammifères marins et de l'avifaune	Avifaune, Mammifères marins	Construction Exploitation Démantèlement	Perte, altération ou modification d'habitat d'espèces	10 000	Suivi des mammifères marins et stationnement des oiseaux (suivi efficacité : SE1)
MR11	Adapter l'altitude de vols des hélicoptères de maintenance	Avifaune	Exploitation	Perte, altération ou modification d'habitat d'espèces	Intégré dans le coût du projet	Suivi du stationnement sur la frange côtière (suivi efficacité : SE1)
MR12	Mettre en place de nouveaux réglages et paramétrages du radar de l'Herbaudière et du sémaphore de Saint-Sauveur	Servitudes Moyens de surveillance, de navigation, de communication, de détresse et balisage	Exploitation	Perturbation des radars de surveillance du trafic maritime à terre	2 000 000 (ce montant inclus la MR15, la MC 1 et la MC 2)	Un contrôle de l'efficacité de la mesure, selon un protocole à définir avec la Préfecture maritime, la Direction des affaires Maritimes, la Marine Nationale et le GPM Nantes – Saint-Nazaire sera mis en place. Un bilan sera ensuite établi et transmis à ces derniers. Suivi de la surveillance de la navigation (suivi efficacité : SE 12)
MR13	Mettre en place des navires de surveillance des chantiers	Navigation et sécurité en mer	Construction Démantèlement	Risque de collision	1 600 000	Suivi de l'accidentologie (Suivi efficacité : SE 11)
MR14	Former le personnel opérant les radars de surveillance impactés	Servitudes Moyens de surveillance, de navigation, de communication, de détresse et balisage	Exploitation	Perturbation des radars de surveillance du trafic maritime à terre	Mesure commune à MR12 2 000 000 (ce montant inclus la MC 2 et MC 3 également)	Un contrôle de l'efficacité de la mesure, selon un protocole à définir avec la Préfecture maritime, la Direction des affaires Maritimes, la Marine Nationale et le GPM Nantes – Saint-Nazaire sera mis en place. Un bilan sera ensuite établi et transmis à ces derniers. Suivi de la surveillance de la navigation (suivi efficacité : SE 12)
MR15	Créer un poste d'attaché aux usagers de la mer, en charge notamment de la diffusion à tous les usagers concernés, des informations relatives au parc	Pêche professionnelle Tourisme et loisirs en mer Activités maritimes commerciales et industrielles Navigation et sécurité en mer	Construction Exploitation Démantèlement	Risque de collision Autres risques maritimes Modification des cheminements maritimes Modification des activités de pêche	Intégré dans le coût du projet	Suivi de l'accidentologie (Suivi efficacité : SE 11)
TOTAL					4 193 850	

4.1.2.2 Fiches descriptives des mesures de réduction

Les mesures listées précédemment sont détaillées au sein de fiches individuelles. Le numéro de la fiche correspond à celui de la mesure indiqué dans le tableau précédent.

Fiche n°	MR1	Catégorie de mesure	Réduction	Composante	Ensemble des composantes
Installer des éoliennes de très grande puissance pour réduire l'ensemble des impacts					
Objectif de la mesure					
<p>La puissance maximale pour le parc éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier définie par l'Appel d'Offres du 18 mars 2013 est de 500 MW. Dans le cadre des démarches préalables à l'appel d'offres, le Candidat (désormais maître d'ouvrage) a fait le choix de recourir à des éoliennes de très grande puissance (8 MW) afin d'en réduire le nombre et ainsi réduire l'ensemble des impacts, notamment:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Les emprises sur les fonds marins ; • Le temps de construction du parc éolien ; • Le nombre d'obstacles en mer. 					
Description de la mesure					
<p>Cette mesure, intégrée dans la conception du projet dès 2013, constitue la principale mesure permettant de réduire les impacts environnementaux globaux du projet en ce inclus la durée des travaux. Ainsi, comparé à des éoliennes de puissance unitaire de 5 MW, le nombre de machines est réduit de 38 % et la durée du chantier de moitié (de 4 à 2 années).</p> <p>Cette diminution du nombre d'éoliennes permet de :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Limiter la durée de la phase de construction (tous autres paramètres égaux par ailleurs) et, donc, les phénomènes de perturbations associés ; • Réduire les risques de collision entre navire et éolienne ; • Limiter les pertes d'habitats et la destruction des peuplements et habitats benthiques liées à l'emprise au sol des fondations et à celle des engins d'installation ; • Réduire le linéaire de câbles inter-éoliennes et donc l'impact engendré par leur pose sur les habitats et les biocénoses benthiques en phase de construction. <p>Pour l'avifaune, cette mesure permet en outre de :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Limiter le nombre d'obstacles en mer et le risque de collision associé ; • Envisager un parc moins dense avec des inter-distances entre éoliennes plus importantes (minimisation des phénomènes de perturbation des oiseaux en vol) ; • Limiter le nombre de balisages lumineux réglementaires (et les perturbations associées) ; • Limiter le risque de collision : la hauteur en bas de pale des éoliennes retenues est importante : 30 m au-dessus du niveau des plus basses-mer astronomiques. Cette hauteur en bas de pale permet de limiter fortement les risques de collision pour de nombreuses espèces volant à faible hauteur en milieu marin (puffins, océanites, alcidés notamment). 					
Responsable de la mise en œuvre	Maître d'ouvrage	Partenaires techniques pressentis	Fournisseur de l'éolienne		
Phases d'intervention	Construction, exploitation et démantèlement				
Secteurs concernés	Zone du parc éolien dans son ensemble	Estimation des coûts (€ HT)	Intégré dans le coût du projet		
Modalités de suivi de la mesure et de ses effets					
Suivis de l'efficacité SE 1, SE 4, SE 5, SE 6, SE 8, SE 11.					
Indicateurs de mise en œuvre		Indicateurs de résultats	Résultats des suivis		

4. Mesures prévues par le pétitionnaire

4.1 Mesures ERC

4.1.2 Mesures de réduction (MR) des impacts



Fiche n°	MR2	Catégorie de mesure	Réduction	Composante	Habitats et biocénoses benthiques Ressource halieutique Pêche professionnelle
Mettre en place des câbles de plus grande capacité (66 kV au lieu de 33 kV) pour diminuer leur emprise					
Objectif de la mesure					
La mesure consiste à augmenter le niveau de tension des câbles inter-éoliennes, permettant ainsi de connecter un plus grand nombre d'éoliennes à un même câble. Cette mesure a pour effet de réduire la longueur totale de câbles nécessaires pour relier l'ensemble des éoliennes du parc au poste de livraison en mer. Cela a également pour conséquence directe de limiter l'emprise au sol des câbles à installer, la durée du chantier et les opérations de « maintenance ».					
Description de la mesure					
La pose des câbles génère des impacts en phase de construction (dérangement, destruction d'habitats et d'espèces benthiques). La mesure consiste à choisir une tension de câble plus élevée en 66 kV au lieu de 33 kV (voltage utilisé généralement dans l'industrie de l'éolien en mer) afin de pouvoir y connecter plus d'éoliennes. Cette mesure de conception est transversale car elle permet de réduire les impacts du projet de plusieurs façons :					
<ul style="list-style-type: none"> • Dans l'espace : par la diminution de l'emprise directe des structures sur les fonds marins, et par conséquent la réduction des impacts des travaux sur la destruction directe de la faune benthique ; • Dans le temps : par la réduction de la durée du chantier et de la fréquence des opérations de maintenance, et par conséquent la limitation du dérangement de la faune mobile et benthique. 					
Responsable de la mise en œuvre	Maître d'ouvrage	Partenaires techniques pressentis	A définir		
Phases d'intervention	Construction, exploitation et démantèlement				
Secteurs concernés	Zone du parc éolien dans son ensemble	Estimation des coûts (€ HT)	Intégré dans le coût du projet		
Modalités de suivi de la mesure et de ses effets					
Indicateurs de mise en œuvre	Plan de recollement du parc	Indicateurs de résultats	/		

Fiche n°	MR3	Catégorie de mesure	Réduction	Composante	Pêche professionnelle
Optimiser l'implantation des éoliennes et du schéma de câblage permettant la pratique sécurisée de la pêche au sein du parc					
Objectif de la mesure					
L'objectif de la mesure est d'éviter le risque de croche au niveau des installations et de diminuer le risque d'accidents maritimes engendrés par la présence du parc éolien.					
Description de la mesure					
La maîtrise des risques a été prise en compte dès la conception du parc, en privilégiant des éoliennes de très grande puissance permettant ainsi d'en limiter le nombre à 62 et d'augmenter l'espacement inter-éoliennes à une distance minimum de l'ordre de 1 000 m, conformément aux attentes des représentants de la pêche notamment. Ce critère permet entre autres de maintenir la pratique sécurisée des arts dormants au sein du parc. L'implantation des éoliennes a ensuite été définie de telle sorte qu'elle reste lisible pour les navigateurs. Les éoliennes et les câbles sont alignés dans le sens des courants, ce qui minimise les risques de collision en cas de navire à la dérive et réduit le risque de croche (même si les arts traînants seront interdits au sein du parc). Cette mesure de réduction vient en complément de la ME7 (protection par enrochement des câbles).					
Responsable de la mise en œuvre	Maître d'ouvrage		Partenaires techniques pressentis	Non applicable	
Phases d'intervention	Dès la phase de conception du projet mais s'appliquant en phase d'exploitation.				
Secteurs concernés	Zone du parc éolien dans son ensemble		Estimation des coûts (€ HT)	Intégré dans le coût du projet	
Modalités de suivi de la mesure et de ses effets					
Suivi de l'accidentologie (suivi efficacité SE 11)					
Indicateurs de mise en œuvre	Plan de recollement du parc		Indicateurs de résultats	Résultats des suivis SE 11	

4. Mesures prévues par le pétitionnaire

4.1 Mesures ERC

4.1.2 Mesures de réduction (MR) des impacts



Fiche n°	MR4	Catégorie de mesure	Réduction	Composante	Avifaune Pêche professionnelle
Garantir un espacement suffisant entre les lignes d'éoliennes et orienter le parc suivant le sens des courants et des principaux axes de vol des oiseaux					
Objectif de la mesure					
<p>Les expertises en mer réalisées entre avril 2014 et avril 2016 n'ont pas permis d'identifier d'axes de migration marqués à l'échelle locale. Cependant, des mouvements importants selon un axes nord-est / sud-ouest ont été régulièrement notés (goélands pélagiques et Mouette tridactyle notamment).</p> <p>L'objectif de cette mesure est de maintenir un espacement important entre les éoliennes et les lignes d'éoliennes facilitant le passage des oiseaux. Par ailleurs, l'espacement régulier et important entre les lignes d'éoliennes peut contribuer à réduire les risques de collision et à faciliter la navigation pour la pêche professionnelle.</p>					
Description de la mesure					
<p>Dans le cadre d'une approche multicritère (intégrant notamment les contraintes paysagères et les enjeux relatifs à la pêche professionnelle), le maître d'ouvrage a dimensionné un parc éolien régulier présentant les caractéristiques suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Orientation des lignes d'éoliennes selon un axe nord-ouest / sud-est (espacement principal d'environ 1660 m) ; • Axe secondaire orienté nord-est / sud-ouest (espacement d'environ 1080 m). <p>Cette mesure a été intégrée dans la conception du projet.</p> <p>Elle permet de limiter significativement les perturbations d'oiseaux en vol (effet « barrière ») ainsi que les risques de collision, en laissant, pour les espèces peu sensibles, des espaces significatifs et rectilignes entre les lignes d'éoliennes. Ces espacements importants sont intéressants notamment pour les laridés réalisant des mouvements réguliers entre la côte (colonies, sites de stationnement) et le large (zones de pêche notamment).</p>					
Responsable de la mise en œuvre	Maître d'ouvrage	Partenaires techniques pressentis	Non applicable		
Phases d'intervention	Construction et exploitation				
Secteurs concernés	Zone du parc éolien dans son ensemble	Estimation des coûts (€ HT)	Intégré dans le coût du projet		
Modalités de suivi de la mesure et de ses effets					
<p>Suivi du stationnement des oiseaux (suivi efficacité : SE 1) Suivi de l'utilisation de la zone du parc par certaines espèces d'oiseaux (suivi efficacité : SE 2) Etude des déplacements d'oiseaux et hauteurs de vol par radar (SE 3)</p>					
Indicateurs de mise en œuvre	Plan de recollement du parc	Indicateurs de résultats	Résultat des suivis SE1, SE 2 et SE 3		

Fiche n°	MR5	Catégorie de mesure	Réduction	Composante	Avifaune Chiroptères
Minimiser et optimiser les éclairages lors des travaux					
Objectif de la mesure					
<p>Cette mesure a pour but de réduire les phénomènes de perturbation de la faune volante, lors de la phase de construction et de la phase de démantèlement, à la fois par phénomènes d'attraction et de répulsion.</p> <p>D'importantes mortalités de passereaux ont en effet été observées sur des plateformes en mer du Nord, notamment la plateforme FINO I (plusieurs centaines de passereaux retrouvés morts sur la plateforme, suite à des épisodes ponctuels). Hüppop et al. (2006) puis plus récemment Hill <i>et al.</i> (2014) ont mis en évidence, l'attraction potentielle du fort éclairage en place sur FINO I, en comparaison à une autre plateforme (FINO 3) moins éclairée et a priori moins mortifère.</p> <p>L'objet de la mesure est de cadrer les modalités d'éclairage et de travail de nuit afin de limiter leur empreinte visuelle nocturne. Les adaptations d'éclairage sont néanmoins nécessairement mises en œuvre dans le cadre des obligations réglementaires et de sécurité concernant les travaux.</p>					
Description de la mesure					
<p>Lors des opérations de construction, les adaptations suivantes permettront de limiter les perturbations lumineuses nocturnes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Minimisation maximale des travaux effectués de nuit ; • Absence d'éclairage permanent des zones de travaux, en dehors des opérations de construction (hors balisage maritime) ; • Utilisation d'éclairage à cône de luminosité réduit permettant de limiter les pertes de lumière de type halo. 					
Responsable de la mise en œuvre	Maître d'ouvrage	Partenaires techniques pressentis	Entreprises en charge des opérations de construction		
Phases d'intervention	Construction et démantèlement				
Secteurs concernés	Zone du parc éolien dans son ensemble	Estimation des coûts (€ HT)	Intégré dans le coût du projet		
Modalités de suivi de la mesure et de ses effets					
Audit des bateaux et vérification de l'absence d'éclairage nocturne des zones sans travaux (hors balisage maritime)- Contrôle des types d'éclairages utilisés.					
Indicateurs de mise en œuvre		Indicateurs de résultats	Résultats des audits		

4. Mesures prévues par le pétitionnaire

4.1 Mesures ERC

4.1.2 Mesures de réduction (MR) des impacts



Fiche n°	MR6	Catégorie de mesure	Réduction	Composante	Mammifères marins Pêche professionnelle
Effectuer des forages simultanés de deux fondations afin de réduire le temps de construction					
Objectif de la mesure					
<p>Limiter les temps de construction et par conséquent les perturbations sous-marines sonores associées. Objectif indirect de réduction des impacts sur les mammifères marins.</p> <p>Limiter les temps de construction et par conséquent réduire la période de fermeture de la zone à la pêche professionnelle.</p>					
Description de la mesure					
Le fait de solliciter deux navires pour le forage des pieux des 62 fondations d'éoliennes permettra de réduire la durée de la construction tout en augmentant de façon peu significative le bruit dans la zone de travaux.					
Responsable de la mise en œuvre	Maître d'ouvrage	Partenaires techniques pressentis			
Phases d'intervention	Construction				
Secteurs concernés	Ensemble du parc éolien	Estimation des coûts (€ HT)	Intégré dans le coût du projet		
Modalités de suivi de la mesure et de ses effets					
<p>Suivis visuels et acoustiques des mammifères marins (suivi efficacité SE 1 et SE 4)</p> <p>Suivi socio-économique spécifique à la pêche (suivi efficacité SE 15)</p>					
Indicateurs de mise en œuvre			Indicateurs de résultats	Résultats des suivis SE 1, SE 4 et SE 15	

Fiche n°	MR7	Catégorie de mesure	Réduction	Composante	Ensemble des composantes
Mettre en œuvre des règles relatives à la réalisation d'un chantier et d'une maintenance propres					
Objectif de la mesure					
<p>Toute opération de construction ou activité en mer présente des risques de pollution accidentelle.</p> <p>Cette mesure de principe (bonnes pratiques) consiste d'une part à mettre en place des procédures qualité permettant de réduire au maximum les risques de pollution dans le cadre de l'ensemble des opérations en mer et de gérer les déchets, d'autre part, à prévoir des mesures d'intervention d'urgence en cas de pollution accidentelle notamment aux hydrocarbures.</p>					
Description de la mesure					
<p>Tous les navires et tous les engins qui assureront la construction, le démantèlement et la maintenance du parc éolien devront être équipés de kits anti-pollution de première urgence. Le personnel de maintenance sera formé à son utilisation et capable de déclencher le plan POLMAR.</p> <p>Cette mesure prévoit la mise en place de règles de « chantier propre », mais aussi la création d'un plan d'intervention d'urgence en cas de pollution accidentelle. En conséquence, les employés seront tous formés aux règles à suivre et capables de déclencher la réponse la plus adaptée à un événement. Des Plans d'Intervention et d'Urgence Maritimes, spécifiques à chacune des phases, seront validés par le Préfet Maritime de l'Atlantique au moins 6 mois avant le début de chaque phase. L'établissement des règles de « chantier propre », la formation du personnel et, en lien avec le CROSS et la Préfecture Maritime, la définition du plan d'intervention seront à la charge d'un ingénieur Hygiène Sécurité et Environnement, qui sera en poste durant la totalité du chantier (terrestre et maritime).</p> <p>Une sensibilisation/information du personnel et de l'encadrement à ces questions environnementales est la clé de la réussite d'un chantier « propre ». Un certain nombre de règles de « bon sens » seront à respecter ; elles participent toutes à l'intégration et à la réussite d'un chantier d'une telle ampleur dans son environnement naturel et humain. Ces règles existeront aussi bien pour les chantiers à terre qu'en mer.</p>					
Responsable de la mise en œuvre	Entreprises en charge des opérations de construction		Partenaires techniques pressentis		
Phases d'intervention	Construction, exploitation et démantèlement				
Secteurs concernés	Zone du parc éolien		Estimation des coûts (€ HT)	Intégré dans le coût du projet	
Modalités de suivi de la mesure et de ses effets					
Audit des bateaux					
Indicateurs de mise en œuvre	<p>Fourniture d'un cahier de prescriptions « chantier propre »</p> <p>Formation du personnel intervenant sur le chantier</p> <p>Contrôle du respect des procédures.</p> <p>Contrôle régulier des équipements de lutte contre les pollutions accidentelles (état de fonctionnement)</p> <p>Mise en place d'un responsable Sécurité et Protection de la Santé (SPS)</p>		Indicateurs de résultats	<p>Contrôle, formation, et tenue d'un registre des incidents par le responsable SPS (Sécurité et Protection de la Santé) + audit des bateaux</p>	

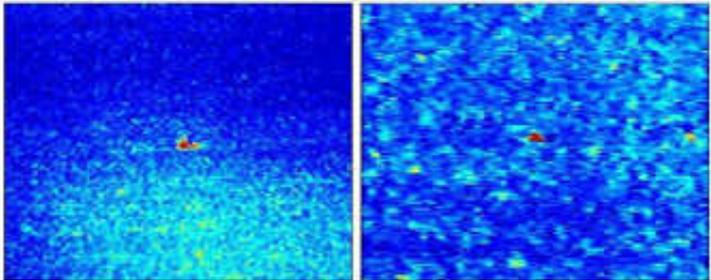
4. Mesures prévues par le pétitionnaire

4.1 Mesures ERC

4.1.2 Mesures de réduction (MR) des impacts



Fiche n°	MR8	Catégorie de mesure	Réduction	Composante	Paysage et patrimoine
Organiser le parc de façon géométrique					
Objectif de la mesure					
Organiser le parc de façon à favoriser son intégration paysagère et limiter sa prégnance visuelle.					
Description de la mesure					
Le projet de parc éolien en mer est inséré dans un territoire côtier que la population s'est appropriée. L'implantation d'éoliennes toutes semblables et une organisation géométrique des éoliennes (en plus de leur espacement régulier) permettent une vision plus homogène en direction d'un parc ordonné. Objectif et perspectives : Le ressenti harmonieux du parc permettra de minimiser l'impact visuel de ce dernier.					
Responsable de la mise en œuvre	Maître d'ouvrage		Partenaires techniques pressentis	Non applicable	
Phases d'intervention	Exploitation				
Secteurs concernés	Zone du parc éolien		Estimation des coûts (€ HT)	Intégré dans le coût du projet	
Modalités de suivi de la mesure et de ses effets					
Indicateurs de mise en œuvre	Plan de recollement du parc		Indicateurs de résultats	Non applicable	

Fiche n°	MR9	Catégorie de mesure	Réduction	Composante	Mammifères Marins
Mettre en œuvre le projet THERMMO pour réduire les risques d'impacts acoustiques					
Objectif de la mesure					
Permettre d'améliorer grandement les méthodes actuelles d'observation visuelle, en particulier par faible visibilité, et de les étendre à des périodes de non visibilité. Elle pourra remplacer les observations visuelles classiquement mises en œuvre par les observateurs visuels visant à détecter la présence des espèces avant le démarrage des opérations.					
Description de la mesure					
<p>Il a en effet été démontré que les caméras thermiques infra-rouges présentent un fort potentiel pour détecter des mammifères marins. Des essais préliminaires ont montré des résultats très encourageants, indiquant :</p> <ul style="list-style-type: none"> • que le contraste de température entre la mer et l'individu permet de repérer des mammifères marins en surface ; • que l'observation à partir des navires avec un angle d'observation rasant limite la capacité à repérer des mammifères marins, même à l'aide d'une caméra thermique. <p>Des essais en mer froide et en Méditerranée ont montré une variation des performances en fonction de la température de l'eau. En Manche et en Atlantique, le contraste de température est susceptible d'être suffisant.</p> <p style="text-align: center;"><i>Figure 66 : Exemple de résultats des enregistrements des caméras thermiques</i></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p style="text-align: center;"><i>Source : Quiet-Oceans et ESC Brest, 2016</i></p> <p>Afin d'augmenter les angles d'observation et ainsi potentiellement augmenter les performances du système d'observation, il est proposé d'utiliser une caméra thermique embarquée dans un drone aérien qui permettrait de disposer d'une vue plus globale de la zone et de meilleures performances.</p> <p>Les avantages attendus par la mise en œuvre de cette technologie concernent principalement la surveillance de la zone de risque de dommage physiologique direct et irréversible avant et pendant les opérations bruyantes. Les bénéfices attendus sont de :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Remplacer des observations visuelles en conditions de visibilité favorable ; • Compléter les observations bioacoustiques en conditions de visibilité dégradées. Cela devrait permettre d'étendre les périodes de travail aux périodes de nuit et par temps de brouillard et donc de mobiliser les moyens et équipes de construction pendant une période plus courte ; • Confirmer ou infirmer une observation acoustique ou visuelle ; • Réduire potentiellement les coûts de suivi en phase travaux. 					

4. Mesures prévues par le pétitionnaire

4.1 Mesures ERC

4.1.2 Mesures de réduction (MR) des impacts

Figure 67 : Exemple de drone pouvant être mis en œuvre



Source : Quiet-Oceans 2016

Phasage

La première phase consistera à répondre à l'ensemble des questions qui se posent encore quant à la faisabilité du concept, notamment au regard de la réglementation en vigueur, de l'acceptabilité d'opérations de vols lors de la construction d'un parc éolien et des performances attendues.

Il s'agira ensuite de valider et optimiser une solution matérielle et logicielle pouvant être mise en œuvre simplement et avec fiabilité dans les conditions particulières des projets de projet éolien en mer.

La troisième phase proposera de confirmer ou non le besoin d'un système d'aide à la décision pour l'opérateur du drone et, le cas échéant, de le développer pour être opérationnel soit dès le début de la phase de construction.

Application pour la réduction des impacts acoustiques en phase travaux

Lors des travaux de construction, le dispositif de suivi THERMMO permettra de contribuer à l'identification de la présence de mammifères marins à proximité des zones de forage.

En cas de présence de mammifères marins à moins de 200 m du point de forage, un report du début des travaux sera effectué voire un arrêt (peu probable étant donné les bruits produits en cours de forage).

La conduite à tenir en fonction des résultats conjoints des suivis visuels et acoustiques est :

- En cas d'absence de contacts ou d'indice de présence de mammifères marins ou autres grands pélagiques dans les zones de suivi (200 m autour du point de forage), les opérations peuvent démarrer ;
- En cas de présence avérée ou suspectée de mammifères marins dans la zone d'évitement (moins de 200 m autour du point de forage), le lancement des opérations sera retardé jusqu'à éloignement des mammifères marins. Une période de 10 minutes sans détection de mammifères marins par les suivis acoustiques et visuels sera respectée afin de s'assurer de l'absence de mammifères marins à proximité du point de forage. Une fois ces conditions réunies, les opérations de forage seront lancées.

Responsable de la mise en œuvre	Le maître d'ouvrage	Partenaires techniques	Quiet-Oceans et ESC Brest
Phases d'intervention	Cette mesure est prévue en phase de pré-construction et de construction		
Secteurs concernés	Zone du parc éolien dans son ensemble	Estimation des coûts (€ HT)	360 000€
Modalités de suivi de la mesure et de ses effets			
Suivi aérien de la présence des mammifères marins (SE1). Suivi acoustique sous-marin (SE4) Engagement du maître d'ouvrage E4			
Indicateurs de mise en œuvre		Indicateurs de résultats	Résultats des suivis SE 1 et SE 4

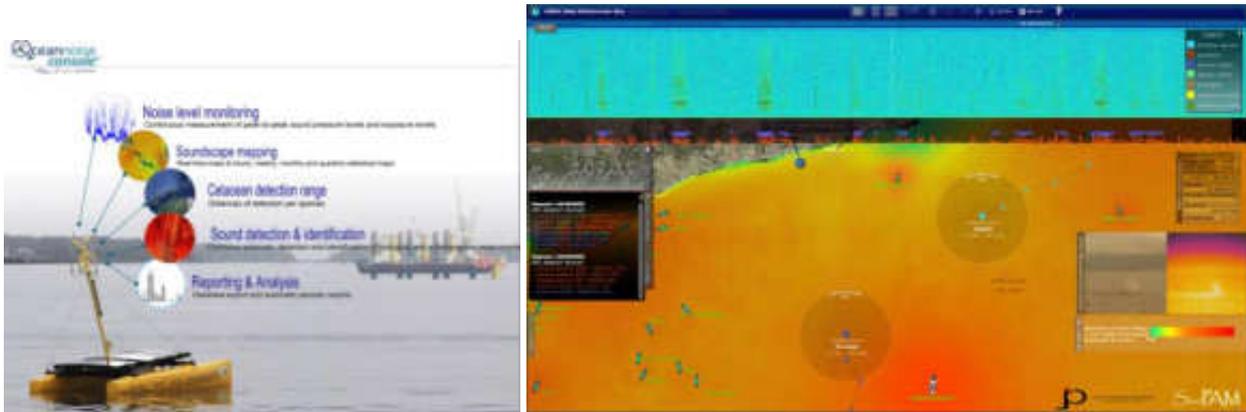
Fiche n°	MR9bis	Catégorie de mesure	Réduction	Composante	Mammifères Marins Acoustique Sous-marine
Mettre en œuvre le projet SmartPAM					
Objectif de la mesure					
<p>Les objectifs du projet SmartPAM sont de :</p> <ul style="list-style-type: none"> • poursuivre le développement de cette bouée et des services intégrés : <ul style="list-style-type: none"> - développer des services complémentaires, notamment l'interface opérationnelle dédiée au suivi des travaux et à la prise de décision ; - d'intégrer des observations issues d'un ensemble de capteurs acoustiques, des observations des drones du projet THERMMO et d'autres capteurs comme dans une interface intégrée ; • mettre en œuvre cette solution pendant les phases de construction 					
Description de la mesure					
<p>Le contrôle de la présence de mammifères marins est important dans le cas d'un projet de parc éolien. Pour ce faire, Quiet-Oceans, en partenariat avec le Laboratoire d'Applications Bioacoustiques de l'Ecole Polytechnique de Barcelone, a développé la bouée de suivi acoustique « OCEANNOISE Console » actuellement déployée pour les Aires Marines Protégées au sein du sanctuaire AGOA (aire marine protégée dédiée aux mammifères marins dans les Antilles françaises). Cette bouée permet non seulement d'observer et mesurer les bruits de façon autonome, mais surtout intègre les services et applications temps-réel suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> • suivi temps-réel automatisé des niveaux de bruits ; • cartographie temps-réel du bruit ; • cartographie statistique du bruit ; • suivi automatisé de la présence de mammifères marins (détection et identification des vocalisations) ; • mise en œuvre opérationnelle simplifiée ; • suivi continu long terme grâce à une autonomie énergétique illimitée ; • applications d'aide à la décision : <ul style="list-style-type: none"> - indicateur temps-réel de niveau et de dépassement de seuil ; - représentation de l'empreinte sonore ; - représentation temps-réel de la zone de détection autour de la bouée ; - alarme de présence de mammifères marins ; - aide à l'identification des espèces ; - émission automatisée de rapports périodiques. <p>Les résultats attendus par SmartPAM sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> - une mise en œuvre simplifiée, compatible avec le contexte opérationnel et flexible du suivi opérationnel des mammifères marins permettant d'atteindre les objectifs d'évitement en phase travaux ; - une interface intégrée permettant une prise de décision opérationnelle efficace ; - un suivi long terme. <p>Ce projet a été labellisé en 2015 par le Pôle Mer Atlantique dans le cadre d'un développement complémentaire spécifique pour les Aires Marines Protégées, laissant ainsi espérer un co-financement pour des développements mutualisables avec ceux nécessaires à une application pour des parcs éoliens en mer.</p>					

4. Mesures prévues par le pétitionnaire

4.1 Mesures ERC

4.1.2 Mesures de réduction (MR) des impacts

Figure 68 : Visualisation des dispositifs du projet SmartPAM



Source : Quiet-Oceans 2016

En phase préindustrielle du projet de parcs éoliens, il s'agira de recueillir le retour d'expérience fourni par le déploiement long du premier prototype en partenariat avec le sanctuaire AGOA que ce soit pour le matériel (performance, fiabilité, robustesse, etc.) ou pour les services (pertinence, exploitabilité, et accessibilité des données et des traitements) afin d'élaborer des spécifications fonctionnelles :

- des développements hardware et software nécessaires pour finaliser le concept du produit sur la base du retour d'expérience et ;
- des évolutions algorithmiques.

Les développements seront ensuite implémentés et validés.

Responsable de la mise en œuvre	Le maître d'ouvrage	Partenaires techniques	Quiet-Oceans et Université de Barcelone
Phases d'intervention	Construction.		
Secteurs concernés	Zone du parc éolien dans son ensemble	Estimation des coûts (€ HT)	224 550€
Modalités de suivi de la mesure et de ses effets			
Suivis visuels et acoustiques de la présence des mammifères marins (SE 1 et SE 4) et engagement du maître d'ouvrage E4			
Indicateurs de mise en œuvre		Indicateurs de résultats	Résultats des suivis SE 1 et SE 4

Fiche n°	MR10	Catégorie de mesure	Réduction	Composante	Avifaune Mammifères marins
Sensibiliser les pilotes de navires de maintenance et de surveillance opérant pour le compte du maître d'ouvrage à la présence de mammifères marins et de l'avifaune					
Objectifs de la mesure					
<p>L'augmentation du trafic maritime, lors des travaux ainsi que lors de l'exploitation, peut être à l'origine de dérangements sur les stationnements d'oiseaux. Ces stationnements peuvent être parfois associés à la présence de mammifères marins en activité de pêche (Rorquals, Dauphins, ...)</p> <p>Éviter les stationnements d'oiseaux et limiter la vitesse peut donc limiter les dérangements aussi sur les mammifères marins et diminuer sensiblement le risque de collision (pour les espèces les plus sensibles).</p> <p>Une sensibilisation « aux mammifères marins » des pilotes de navires en charge des transits vers le parc éolien permettrait de préciser les comportements à éviter en cas d'observation de regroupements d'oiseaux ou de mammifères marins lors des transits.</p>					
Description de la mesure					
<p>Cette sensibilisation ne concerne que les petits navires, très mobiles et dont la manœuvrabilité permet des contournements relativement aisés des comportements d'oiseaux.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Création d'un livret de bonnes pratiques (qui pourrait être également adapté au grand public comme les plaisanciers) présentant les comportements à avoir ; • Formation en salle. 					
Responsable de la mise en œuvre	Maître d'ouvrage et entreprises intervenantes en phase de construction et de maintenance	Partenaires techniques pressentis	Associations environnementales, Universités		
Phases d'intervention	Construction, exploitation et démantèlement				
Secteurs concernés	Zone du parc éolien dans son ensemble	Estimation des coûts (€ HT)	10 000€		
Modalités de suivi de la mesure et de ses effets					
Suivi des mammifères marins et stationnement des oiseaux (suivi efficacité : SE1)					
Indicateurs de mise en œuvre		Indicateurs de résultats	Effectivité du suivi SE 1		

4. Mesures prévues par le pétitionnaire

4.1 Mesures ERC

4.1.2 Mesures de réduction (MR) des impacts



Fiche n°	MR11	Catégorie de mesure	Réduction	Composante	Avifaune
Adapter l'altitude de vols des hélicoptères de maintenance					
Objectifs de la mesure					
<p>Certaines interventions sur les éoliennes en mer nécessiteront l'utilisation d'hélicoptères pour amener du personnel aux éoliennes notamment par mauvais temps. Ces hélicoptères sont une source de dérangement non négligeable sur certains groupes faunistiques, notamment l'avifaune. Afin de limiter l'impact sonore des vols d'hélicoptères, une altitude importante est à rechercher lors du survol de la frange côtière voire lors de l'intégralité du vol pour les hélicoptères opérants pour le compte du maître d'ouvrage.</p>					
Description de la mesure					
<p>Dans le respect des règles de vol (notamment vol à vue, conditions de visibilité), une hauteur minimale de vol de 800 pieds (250 m) sera recherchée lors du survol de la frange côtière (4 premiers kilomètres) et, si possible, lors de l'intégralité du transit vers le parc éolien.</p> <p>Dans la mesure du possible, une hauteur de vol supérieure à 1500 pieds (450 m) sera visée. Cette hauteur correspond aux préconisations les plus récentes formulées au Royaume-Uni (BTO, 2015).</p> <p>Cette hauteur correspond à la valeur appliquée pour le survol des zones ornithologiques sensibles (réserves naturelles par exemple). Cette mesure ne sera retenue qu'en dehors des interventions d'urgence.</p>					
Responsable de la mise en œuvre	Maître d'ouvrage		Partenaires techniques pressentis	Non applicable	
Phases d'intervention	Exploitation				
Secteurs concernés	Zone du parc éolien et les trajets de transfert entre la base de maintenance et le parc		Estimation des coûts (€ HT)	Intégré dans le coût du projet	
Modalités de suivi de la mesure et de ses effets					
Suivi des mammifères marins et stationnement des oiseaux (suivi efficacité : SE1)					
Indicateurs de mise en œuvre			Indicateurs de résultats	Suivi du stationnement sur la frange côtière (SE1)	

Fiche n°	MR12	Catégorie de mesure	Réduction	Composante	Servitudes Moyens de surveillance, de navigation, de communication, de détresse et balisage
Mettre en place de nouveaux réglages et paramétrages du radar de l'Herbaudière et du sémaphore de Saint-Sauveur					
Objectif de la mesure					
<p>La possible apparition de faux échos radar au voisinage du parc éolien pourrait engendrer dans le système radar du sémaphore de Saint-Sauveur, exploité par la Marine Nationale et connecté au système SPATIONAV et du radar de L'Herbaudière, exploité par le GPM de Nantes Saint-Nazaire la création de fausses pistes radar. Ces systèmes radar créent automatiquement une piste radar si un écho radar est confirmé après cinq tours d'antenne radar.</p> <p>Afin d'éviter ce phénomène de création de fausses pistes du fait de faux échos radar, de nouveaux réglages sur ces systèmes radar seront à prévoir.</p>					
Description de la mesure					
<p>Ces réglages consisteront à inhiber la création automatique de pistes dans une zone autour du parc éolien. Les pistes existantes (présentes dans le système radar) qui entrent/sortent dans cette zone seront parfaitement conservées et entretenues. L'opérateur pourra ainsi suivre une piste entrer et sortir de la zone d'inhibition.</p> <p>De plus, la cartographie du système SPATIONAV devra être mise à jour afin d'intégrer le futur parc éolien.</p>					
Responsable de la mise en œuvre	Maître d'ouvrage	Partenaires techniques pressentis			
Phases d'intervention	Exploitation (cette mesure sera pleinement effective en phase d'exploitation mais pourra néanmoins être mise en place dès que nécessaire en phase de construction)				
Secteurs concernés	Radars impactés	Estimation des coûts (€ HT)		2 000 000 (ce montant inclut les mesures MR15, MC1 et MC2)	
Modalités de suivi de la mesure et de ses effets					
Un contrôle de l'efficacité de la mesure, selon un protocole à définir notamment avec le GPM Nantes Saint-Nazaire, la Direction des affaires Maritime, la Marine Nationale et la Préfecture Maritime sera mis en place. Un bilan sera ensuite établi et transmis à ces derniers (suivi efficacité : SE 12).					
Indicateurs de mise en œuvre	/	Indicateurs de résultats		Résultats du suivi SE 12	

4. Mesures prévues par le pétitionnaire

4.1 Mesures ERC

4.1.2 Mesures de réduction (MR) des impacts



Fiche n°	MR13	Catégorie de mesure	Réduction	Composante	Navigation et sécurité en mer
Mettre en place des navires de surveillance des chantiers					
Objectif de la mesure					
L'objectif de la mesure est d'assurer la sécurité des usagers pendant les phases de chantiers (construction, démantèlement) en s'assurant que ces derniers respectent les avis aux navigateurs émis par la Préfecture Maritime.					
Description de la mesure					
En phase de construction (et de démantèlement), des navires de surveillance auront pour mission de veiller au respect des règles de navigation au sein et aux abords de la zone du projet (respect des zones et distances d'exclusion notamment) que la Préfecture Maritime aura établies lors des avis aux navigateurs. En cas de non-respect constaté, ils auront également pour mission de rappeler aux navires concernés les prescriptions applicables. A ce titre, des personnes francophones et anglophones seront mobilisées.					
Responsable de la mise en œuvre	Maître d'ouvrage	Partenaires techniques pressentis	A définir		
Dates d'intervention	Construction et démantèlement				
Secteurs concernés	L'ensemble du parc éolien	Estimation des coûts (€ HT)	1 600 000		
Modalités de suivi de la mesure et de ses effets					
Un suivi de l'accidentologie sera réalisé (SE 11)					
Indicateurs de mise en œuvre	Rapport de suivi incluant le suivi de l'accidentologie.	Indicateurs de résultats	Transmission des rapports de suivi de l'accidentologie à la Préfecture maritime et au CROSS.		

Fiche n°	MR14	Catégorie de mesure	Réduction	Composante	Servitudes Moyens de surveillance, de navigation, de communication, de détresse et balisage
Former le personnel opérant les radars de surveillance impactés					
Objectif de la mesure					
L'objectif est de former les opérateurs aux nouveaux réglages et paramétrages des radars sémaphoriques et portuaires.					
Description de la mesure					
Le personnel opérateur local doit être en mesure de comprendre et d'analyser par tout temps les divers phénomènes de perturbation créés par le parc éolien, ceci dans le but d'aider du mieux possible les marins navigant sur la zone au large des îles d'Yeu et de Noirmoutier. Une formation complémentaire des opérateurs concernés du sémaphore de Saint-Sauveur ainsi que du radar du GPMNSN basé à L'Herbaudière sera proposée.					
Responsable de la mise en œuvre	Maître d'ouvrage	Partenaires techniques pressentis	A définir		
Phases d'intervention	Exploitation (cette mesure sera pleinement effective en phase d'exploitation mais pourra néanmoins être mise en place dès que nécessaire en phase de construction)				
Secteurs concernés	Radars de Saint-Sauveur et L'Herbaudière.	Estimation des coûts (€ HT)	Mesure commune à MR12 2 000 000 (ce montant inclus les mesures MR12, MC1 et MC2)		
Modalités de suivi de la mesure et de ses effets					
Un contrôle de l'efficacité de la mesure, selon un protocole à définir avec le GPM de Nantes Saint-Nazaire, la Direction des affaires Maritime, la Marine Nationale et la Préfecture Maritime sera mis en place. Un bilan sera ensuite établi et transmis à ces derniers (suivi efficacité : SE 12).					
Indicateurs de mise en œuvre	/	Indicateurs de résultats	Résultats des suivis SE 12		

4. Mesures prévues par le pétitionnaire

4.1 Mesures ERC

4.1.2 Mesures de réduction (MR) des impacts



Fiche n°	MR15	Catégorie de mesure	Réduction	Composante	Pêche professionnelle Tourisme et loisirs en mer Activités maritimes commerciales et industrielles Navigation et sécurité en mer
Créer un poste d'attaché aux usagers de la mer, en charge notamment de la diffusion à tous les usagers concernés, des informations relatives au parc pendant les différentes phases du parc					
Objectif de la mesure					
Basé sur le retour d'expérience anglais en la matière où la fonction de « liaison fishery officer » (officier de liaison avec les pêcheurs) a été mise en place avec succès dans le cadre de la construction et l'exploitation de plusieurs parcs éoliens en mer, la création de ce poste permettra d'informer en temps réel et pendant les différentes phases du projet l'ensemble des usagers de la mer amenés à fréquenter le parc ou naviguer à proximité de celle-ci.					
Description de la mesure					
L'attaché aux usagers de la mer aura pour rôle de prévenir tout risque d'accidents, notamment en diffusant ou relayant, à tous les usagers concernés, des informations relatives au parc pendant la phase de construction et pendant la phase d'exploitation (avis aux navigateurs émis par la Préfecture Maritime, éléments cartographiques explicatifs produits par le maître d'ouvrage...). Il aura aussi la charge de recueillir les doléances et demandes des usagers quant au parc éolien de manière, notamment, à ce que les interventions programmées en phase d'exploitation puissent se dérouler sans entraîner de gêne sur d'autres activités (pêche professionnelle en particulier).					
Responsable de la mise en œuvre	Maître d'ouvrage	Partenaires techniques pressentis	Non applicable		
Phases d'intervention	Construction, exploitation et démantèlement				
Secteurs concernés	Littoral concerné par le projet	Estimation des coûts (€ HT)	Intégré au coût du projet		
Modalités de suivi de la mesure et de ses effets					
Suivi de l'accidentologie (Suivi efficacité : SE 11)					
Indicateurs de mise en œuvre		Indicateurs de résultats	Résultats des suivis SE 11		

4.1.3 Impacts résiduels

Les impacts résiduels correspondent aux impacts identifiés après mise en œuvre des mesures de réduction postérieures à la conception du projet ou après la mise en œuvre des règles de navigation et de pêche en phase de construction et d'exploitation. Leur évaluation est réalisée à dire d'experts et sur base des retours d'expérience.

L'évaluation de la significativité des impacts est ainsi fonction de la thématique et est fondée sur différents critères :

- Le niveau moyen ou fort de l'impact identifié prenant en compte la récurrence de l'impact au cours des différentes phases du parc éolien et la tolérance de l'impact par le milieu ;
- L'acceptabilité au regard des apports du projet.

Les impacts résiduels du projet sont détaillés dans le tableau ci-dessous. Y sont indiqués les composantes environnementales et les impacts pour lesquels une mesure a été définie.

Le caractère significatif ou non significatif (c'est à dire acceptable ou non par le milieu) des impacts résiduels est ensuite étudié au cas par cas au regard des connaissances de la composante (état initial, résilience de l'espèce,...) et des caractéristiques de l'impact (intensité, durée...). Des impacts résiduels de niveau moyen sont ainsi susceptibles par exemple d'être considérés comme non significatifs si l'impact observé est temporaire ou bien si ce niveau d'impact est principalement dû à une approche précautionneuse (incertitudes au vu du manque de connaissances sur certaines espèces...). Les impacts résiduels jugés non significatifs ne nécessitent pas la mise en œuvre de mesures de compensation.

La colonne « commentaires » du tableau ci-après permet de justifier de la significativité ou non d'un impact résiduel et de la nécessité de la mise en œuvre ou non d'une mesure compensatoire. Il convient cependant de préciser que certains impacts ne peuvent pas, pour des raisons techniques ou de faisabilité, faire l'objet de mesures de compensation.

La totalité des mesures d'évitement et une grande majorité des mesures de réduction sont liées à la conception du projet. Aussi sont-elles prises en compte dans l'évaluation des niveaux d'impacts initiaux. Le panel de mesures proposées s'inscrit dans un objectif de minimisation des risques et de réduction globale des impacts. D'une manière générale, les niveaux d'impacts résiduels sont semblables. C'est le cas, entre autres, pour les mammifères marins, l'avifaune (pour la plupart des espèces), les chiroptères ou encore le paysage.

Les effets « modification de trajectoire », « risque de collision » et « barrière » pour l'avifaune en phase d'exploitation sont ainsi principalement liés à la présence même des éoliennes et à leur fonctionnement et le niveau d'impact ne peut être significativement réduit malgré la mise en place de mesures de réduction complémentaires. Les impacts associés à l'effet « risque de collision » sur les Goélands, la Mouette tridactyle ou encore le Fou de Bassan, restent moyens (voire potentiellement fort pour le Goéland marin) après mise en place des mesures de réduction. Une mesure compensatoire est ainsi nécessaire pour assurer le maintien des populations nicheuses locales de Goéland marin (impact résiduel moyen à fort) ainsi que d'autres espèces d'oiseaux marins nicheurs (laridés principalement).

4. Mesures prévues par le pétitionnaire

4.1 Mesures ERC

4.1.3 Impacts résiduels



L'impact résiduel en lien avec les effets « Modification de trajectoire » et « Perte/modification d'habitats d'espèces » en phase d'exploitation du parc éolien reste moyen pour le Guillemot de Troïl et les Plongeurs catmarin et imbrin, ce niveau d'impact étant cependant jugé maximal afin de prendre en compte les incertitudes sur la présence des plongeurs localement ainsi que sur les réactions effectives du Guillemot de Troïl à la présence des éoliennes (réactions variables selon les parcs). L'impact résiduel sur le Guillemot de Troïl et les Plongeurs catmarin et imbrin reste toutefois moyen, dans le cas de travaux importants en période hivernale (cette approche est néanmoins maximaliste puisque les travaux devraient être freinés et donc plus limités de novembre à février du fait des conditions météorologiques).

Aucune démarche compensatoire visant les stationnements d'oiseaux marins ou des zones de pêche ne peut être raisonnablement envisagée : de telles démarches se trouvent confrontées à des problématiques nombreuses liées à l'absence de maîtrise foncière ou de gestion en milieu marin (notamment en dehors du Domaine public maritime) ainsi qu'aux nombreux usages non liés au parc éolien (pêche professionnelle, pêche de plaisance, trafic commercial, activités de loisirs, etc.). Néanmoins, Une démarche de compensation ciblant des milieux arrière-littoraux et favorables aux oiseaux migrateurs ainsi que, plus largement, à un large cortège d'espèces (MC6) est mise en œuvre.

Seuls les impacts en phase de construction et de démantèlement sont atténués par la mise en œuvre des mesures de gestion des éclairages en phase chantier et de maîtrise des risques de pollution, sans engendrer cependant de déclassement significatif des impacts résiduels.

L'évaluation des impacts sur la pêche professionnelle considère une interdiction d'accès à la zone de délimitation du parc et à une zone tampon de 0,5 milles nautiques autour⁶⁰. Cette hypothèse, qui pourra être revue à la baisse, génère donc un impact fort sur ce secteur d'activités. Les impacts sur la sécurité maritime et les moyens de surveillance, de communication ou de signalisation seront compensés par la mise en œuvre de différentes mesures.

Concernant l'avifaune, les impacts résiduels par espèce sont présentés en annexe.

Remarque : Concernant la prise en compte des espèces protégées dans le cadre des projets éoliens (guide méthodologique du MEDDE, 2012), il est à noter que les impacts résiduels par mortalité ou perturbations de spécimens et altération des milieux, font entrer certaines espèces dans le champ d'application de l'article L.411-1 du code de l'environnement.

Une demande de dérogation relative aux espèces protégées est donc réalisée pour certaines espèces.

⁶⁰ A noter qu'en parallèle de ce scénario de fermeture totale acté pour le dépôt des demandes d'autorisation, le maître d'ouvrage continue de travailler avec les représentants des professionnels de la pêche, à l'identification de scénarios permettant de réduire les zones et périodes d'exclusion (voir Document 2 Description du Programme et état initial commun).

Tableau 85 : Impacts résiduels après applications des mesures d'évitement et de réduction

Compartiment concerné	Phases du projet	Nom de l'impact	Mesure d'évitement	Mesure de réduction	Niveau de l'impact	Mesure de réduction	Impact résiduel	Impact résiduels nécessitant une mesure compensatoire	Commentaires		
			liées à la conception du projet								
Milieu physique	Construction	Qualité de l'eau et des sédiments	Contamination par des substances polluantes	ME5 – Utiliser un fluide de forage aux composantes biodégradables		Faible	MR7 - Mettre en œuvre des règles relatives à la réalisation d'un chantier et d'une maintenance propres	Négligeable	Non	La mise en œuvre de mesures de prévention et de gestion des pollutions (hydrocarbures, huiles,...), notamment lors des opérations de maintenance, permet d'abaisser significativement le niveau de l'impact résiduel.	
	Exploitation	Qualité de l'eau et des sédiments	Contamination par des substances polluantes	ME4 – Mettre en place de bacs de rétention dans les nacelles d'éoliennes (huiles, graisses, hydrocarbures...) ME3 – Ne pas utiliser de peinture anti-fouling sur les parties immergées des fondations		Négligeable à faible	MR7-Mettre en œuvre des règles relatives à la réalisation d'un chantier et d'une maintenance propres	Négligeable	Non	La mise en œuvre de mesures de prévention et de gestion des pollutions (hydrocarbures, huiles,...), notamment lors des opérations de maintenance, permet d'abaisser significativement le niveau de l'impact résiduel.	
Milieu naturel	Construction	Habitats et biocénoses benthiques	Perte d'habitats, destruction, altération des biocénoses benthiques ou d'habitats d'espèces	ME1- Eviter les épaves ME6 – Eviter la zone à enjeu fort à l'ouest du TORAN 15 483	MR1 - Planter des éoliennes de très grande puissance MR2 - Mettre en place des câbles de plus grande capacité (66 kV au lieu de 33 kV) pour diminuer leur emprise	Moyen			Non	La seule emprise permanente sur les fonds sera très limitée (0,35% de la zone du parc) et correspond aux emprises des fondations jacket et des enrochements. Les espèces recoloniseront le milieu après travaux. Les impacts liés au recouvrement éventuel de roches seront compensés par la mise en place d'importantes surfaces d'enrochements pour la protection des câbles- effet récif) Cet impact résiduel n'a pas besoin d'être compensé.	
	Construction et Exploitation	Habitats et biocénoses benthiques	Contamination par des substances polluantes	ME3 – Ne pas utiliser de peinture anti-fouling sur les parties immergées des fondations		Faible	MR7 - Mettre en œuvre des règles relatives à la réalisation d'un chantier et d'une maintenance propres	Négligeable	Non	La mise en œuvre de mesures de prévention et de gestion des pollutions (hydrocarbures, huiles,...), notamment lors des opérations de maintenance, permet d'abaisser significativement le niveau de l'impact résiduel.	
	Exploitation	Habitats et biocénoses benthiques	Emission de champ magnétique lié à la présence des câbles Modification de la température au niveau des câbles	ME7 - Protéger les câbles avec des enrochements		Faible			Faible	Non	La principale mesure à appliquer concernant le champ électromagnétique est la mise en place de protection par enrochement des câbles. L'impact résiduel faible est non significatif.
	Construction	Ressources halieutiques et autres peuplements	Perte, altération ou modification d'habitats d'espèces	ME1 - Eviter des épaves ME6 – Eviter la zone à enjeu fort à l'ouest du TORAN 15 483	MR1 - Installer des éoliennes de très grande puissance pour réduire l'ensemble des impacts MR2 – Mettre en place des câbles de plus grande capacité (66 kV au lieu de 33 kV) pour diminuer leur emprise		Faible		Faible	Non	Les mesures prévues permettent d'identifier des impacts faibles dont la nature (caractère temporaire, indirect) ne porte pas atteinte à l'état de conservation des stocks et des populations. L'impact est non significatif.
	Construction et exploitation	Ressources halieutiques et autres peuplements	Contamination par des substances polluantes	Contamination par des substances polluantes	ME3 – Ne pas utiliser de peinture anti-fouling sur les parties immergées des fondations		Faible	MR7 - Mettre en œuvre des règles relatives à la réalisation d'un chantier et d'une maintenance propres	Négligeable	Non	La mise en œuvre de mesures de prévention et de gestion des pollutions (hydrocarbures, huiles,...), notamment lors des opérations de maintenance, permet d'abaisser significativement le niveau de l'impact résiduel.

4. Mesures prévues par le pétitionnaire

4.1 Mesures ERC

4.1.3 Impacts résiduels



Compartiment concerné	Phases du projet	Nom de l'impact	Mesure d'évitement	Mesure de réduction	Niveau de l'impact	Mesure de réduction	Impact résiduel	Impact résiduels nécessitant une mesure compensatoire	Commentaires
			liées à la conception du projet						
Ressources halieutiques et autres peuplements	Exploitation	Emission de champ magnétique lié à la présence des câbles	ME7 – Protéger les câbles avec des enrochements	MR 2 – Mettre en place des câbles de plus grande capacité afin de diminuer leur emprise	Négligeable à faible		Négligeable à faible	Non	La principale mesure à appliquer concernant le champ électromagnétique est la protection par enrochement des câbles. L'impact résiduel faible est non significatif.
Mammifères marins	Construction	Modification de l'ambiance sonore sous-marine		MR1 - Installer des éoliennes de très grande puissance afin de réduire l'ensemble des impacts	Faible (marsouin commun, grand dauphin, dauphin commun) Négligeable à faible (globicéphale noir) Non évalué à négligeable (autres espèces)	MR6 - Effectuer des forages simultanés de deux fondations afin de réduire le temps de construction MR 9 – Mettre en œuvre le projet Thermo MR 9 Bis – Mettre en œuvre le projet SmartPAM	Faible (marsouin commun, grand dauphin, dauphin commun) Négligeable à faible (globicéphale noir) Non évalué à négligeable (autres espèces)	Non	Les niveaux d'impact acoustique en phase de construction sont globalement faibles, en lien avec les techniques utilisées (forage). Les risques de dépassement de seuils de perturbation comportementale voire de dommages physiologiques sont très faibles et se concentrent sur des distances de quelques dizaines de mètres autour des zones de forage (zones ciblées par des mesures de suivi acoustique).
Mammifères marins	Construction /Exploitation	Risque de collision/ Perte, altération ou modification d'habitat d'espèces		MR1- Installer des éoliennes de très grande puissance afin de réduire l'ensemble des impacts	Négligeable à faible (Marsouin commun, dauphin commun et grand dauphin) Non évalué à négligeable (autres espèces)	MR10 - Sensibiliser les pilotes de navires de maintenance et de surveillance opérant pour le compte du maître d'ouvrage	Négligeable à faible (Marsouin commun, dauphin commun et grand dauphin) Non évalué à négligeable (autres espèces)	Non	Les risques de collision avec les navires utilisés en construction ou pour la maintenance sont globalement très faibles pour la majorité des espèces présentes (petite taille, forte mobilité). La mesure de sensibilisation vise à limiter ces risques ainsi que les perturbations des animaux.
Mammifères marins	Exploitation	Emission de champ électromagnétique lié à la présence des câbles	ME7- Protéger les câbles avec des enrochements	MR 2 – Mettre en place des câbles de plus grande capacité afin de diminuer leur emprise	Faible (Marsouin commune et dauphin commun) Négligeable à faible (Grand dauphin) Non évalué à négligeable (autres espèces)		Faible (Marsouin commune et dauphin commun) Négligeable à faible (Grand dauphin) Non évalué à négligeable (autres espèces)	Non	Les impacts d'ordre électromagnétiques sont délicats à quantifier mais, d'après les retours d'expérience, seront très limités : perception possible des champs jusqu'à une vingtaine de mètres des câbles au maximum. Les retours d'expérience de parcs éoliens en exploitation n'indiquent pas de perturbations comportementales ou de gêne à la recolonisation des parcs éoliens par les mammifères marins.
Chiroptères	Construction	Perturbations lumineuses			Faible (1 espèce) Négligeable à faible (4 espèces) Non évalué (3 espèces)	MR5 - Minimiser et optimiser les éclairages lors des travaux	Faible (1 espèce) Négligeable à faible (4 espèces) Non évalué (3 espèces)	Non	Les lumières utilisées lors des travaux de construction sont susceptibles d'entraîner des phénomènes de gêne (répulsion) ou, au contraire, d'attraction de chauves-souris en migration. De nombreuses incertitudes existent cependant sur la fréquentation du milieu marin par les chiroptères (taux d'activité non connus, probablement uniquement en période de migration). Les proportions de populations affectées sont réduites.
Chiroptères	Exploitation	Risque de collision /Effet barrière		MR1 - Installer des éoliennes de très grande puissance afin de réduire l'ensemble des impacts	Faible à moyen (Pipistrelle de Nathusius) Faible (Noctule de Leisler, Noctule commune) Négligeable à faible (Pipistrelle commune et sérotine commune)		Faible à moyen (Pipistrelle de Nathusius) Faible (Noctule de Leisler, Noctule commune) Négligeable à faible (Pipistrelle commune et sérotine commune)	Non (impact non significatif, sauf en cas de forte activité de migration au sein du parc éolien. Connaissance assurée par la mesure de suivi de l'efficacité SE 5)	Les niveaux d'impact par mortalité en lien avec le fonctionnement des éoliennes ainsi qu'en lien avec les perturbations des migrations sont délicats à qualifier en raison des incertitudes sur les activités de migration en mer localement. La Pipistrelle de Nathusius est l'espèce migratrice la plus fréquente et la plus susceptible d'être impactée. Un niveau d'impact faible est pressenti mais, par précaution, une hypothèse pessimiste (considérant de nombreux cas de collision par an) a été considérée et amène à un impact potentiellement moyen. Pour les autres espèces migratrices (noctules

Compartiment concerné	Phases du projet	Nom de l'impact	Mesure d'évitement	Mesure de réduction	Niveau de l'impact	Mesure de réduction	Impact résiduel	Impact résiduels nécessitant une mesure compensatoire	Commentaires
			liées à la conception du projet						
					Non évalué (3 espèces)		Non évalué (3 espèces)		notamment), les niveaux d'impact sont jugés faibles. Une mesure de suivi des activités de migration au sein du parc éolien est envisagée et permettra de préciser les risques de collision. Les niveaux d'impact prévisibles n'amènent pas à envisager la nécessité de mesures de compensation.
Avifaune	Construction	Déplacement en phase travaux / Perturbations lumineuses et visuelles / perturbations acoustiques	ME6 – Eviter la zone à fort enjeu à l'ouest du TORAN 15 483	MR1 - Installer des éoliennes de très grande puissance afin de réduire l'ensemble des impacts MR4- Garantir un espacement suffisant entre les lignes d'éoliennes et orienter le parc suivant le sens des courants et des principaux axes de vol des oiseaux	Moyen (2 espèces)	MR5 - Minimiser et optimiser les éclairages lors des travaux MR6 - Effectuer des forages simultanés de deux fondations afin de réduire le temps de construction MR7- Mettre en œuvre des règles relatives à la réalisation d'un chantier et d'une maintenance propres MR10- Sensibiliser les pilotes de navires de maintenance et de surveillance opérant pour le compte du maître d'ouvrage à la présence de mammifères marins et de l'avifaune	Moyen (2 espèces)	Non	L'impact résiduel sur le Guillemot de Troïl et les Plongeurs catmarin et imbrin est évalué comme potentiellement moyen, en raison de la sensibilité connue de ces espèces aux perturbations. Ce niveau d'impact est maximal notamment au regard des incertitudes importantes qui existent sur la présence des plongeurs localement.
					Faible à Moyen (1 espèce)		Faible à Moyen (1 espèce)		
					Faible (9 espèces)		Faible (9 espèces)		
Avifaune	Exploitation	Déplacement - Perte, altération ou modification d'habitat d'espèces	ME6 – Eviter la zone à fort enjeu à l'ouest du TORAN 15 483	MR1 - Installer des éoliennes de très grande puissance afin de réduire l'ensemble des impacts MR4 - Garantir un espacement suffisant entre les lignes d'éoliennes et orientation du parc suivant le sens des courants et les principaux axes de vol des oiseaux	Moyen (3 espèces)	MR10 - Sensibiliser les pilotes de navires opérant pour le compte du maître d'ouvrage de MR11 - Adapter l'altitude de vols des hélicoptères de maintenance	Moyen (3 espèces)		Les impacts résiduels en phase d'exploitation doivent être appréhendés globalement (tous types d'effets confondus). Plusieurs situations ressortent : - des espèces pour lesquelles des mortalités sont attendues de façon régulière (Goéland marin, Goéland brun, Goéland argenté, Fou de Bassan, Mouette tridactyle, Mouette pygmée, Goéland cendré). Des implications sont possibles (mais non certaines) sur l'état de conservation des populations nicheuses de Goéland marin, ce qui se traduit par un niveau d'impact jugé moyen à fort (hypothèse intégrant des effets sur les populations locales). Pour les autres espèces, les implications sur les populations semblent plus limitées y compris pour les autres espèces nicheuses locales (Goéland argenté, Goéland brun). Les impacts par mortalité sur la Mouette tridactyle ne concerneront, d'après les modélisations, pas la période de reproduction et ne devraient donc pas affecter la petite population nicheuse locale. Pour les impacts par collision, les mesures ne permettent pas de réduire suffisamment les risques. Des démarches de compensation visant à accroître le succès reproducteur des oiseaux marins nicheurs locaux sont prévues. - des espèces pour lesquelles les impacts résideront principalement dans des perturbations de l'utilisation de la zone, en repos / alimentation (déplacement) ou en vol (effet barrière). En période hivernale, des impacts potentiellement moyens sont attendus pour le Guillemot de Troïl (acidité très présente localement) ainsi que les Plongeurs imbrin et catmarin (espèces à enjeu, a priori peu présentes mais nombreuses incertitudes). Des impacts par effet barrière sont également possibles pour les procellariidés (Océanite tempête, Puffin des Baléares) en
					Faible (12 espèces)		Négligeable à Faible (13 espèces)		
					Négligeable à Faible (1 espèce)		Non évalué à négligeable (autres espèces)		
Avifaune	Exploitation	Risque de collision		MR1 - Installer des éoliennes de très grande puissance afin de réduire l'ensemble des impacts MR4 - Garantir un espacement suffisant entre les lignes d'éoliennes et orientation du parc suivant le sens des courants et les principaux axes de vol des oiseaux	Moyen à fort (1 espèce)		Moyen à fort (1 espèce)	Oui MC5- Mettre en place des démarches de protection et de préservation de colonies d'oiseaux marins nicheurs (notamment Goélants) sur les îles et îlots de l'aire d'étude éloignée MC 6 – Mener des actions de gestion et restauration écologique de milieux favorables à la reproduction, au stationnement et à l'alimentation d'oiseaux côtiers et migrateurs (marais, zones humides arrière-littorales) et aux chiroptères.	
					Moyen (3 espèces)		Moyen (3 espèces)		
					Faible à moyen (1 espèce)		Faible à moyen (1 espèce)		
					Faible (5 espèces)		Faible (5 espèces)		
					Négligeable à faible (13s espèces)		Négligeable à faible (13espèces)		
					Non évalué à négligeable (autres espèces)		Non évalué à négligeable (autres espèces)		
Avifaune	Exploitation	Effet barrière/perturbations des trajectoires de vol		MR1 - Installer des aérogénérateurs de très grande puissance avec une importante hauteur en bas de pale pour réduire l'ensemble des impacts / MR4 - Garantir un espacement suffisant entre les lignes d'éoliennes et orientation du parc suivant le sens des courants et les principaux axes de vol des oiseaux	Moyen (3 espèces)		Moyen (3 espèces)		
					Faible à moyen (4 espèces)		Faible à moyen (4 espèces)		
					Faible (17 espèces)		Faible (17 espèces)		
					Négligeable à faible (5 espèces)		Négligeable à faible (5 espèces)		
					Non évalué à négligeable (autres espèces)		Non évalué à négligeable (autres espèces)		

4. Mesures prévues par le pétitionnaire

4.1 Mesures ERC

4.1.3 Impacts résiduels



Compartiment concerné	Phases du projet	Nom de l'impact	Mesure d'évitement	Mesure de réduction	Niveau de l'impact	Mesure de réduction	Impact résiduel	Impact résiduels nécessitant une mesure compensatoire	Commentaires	
			liées à la conception du projet							
									période postnuptiale. Pour ces espèces, il est délicat d'envisager des mesures de compensation localement.	
Paysage et patrimoine culturel	Paysage	Exploitation	Visibilités, covisibilités et prégnance visuelle		MR1 - Installer des éoliennes de très grande puissance afin de réduire l'ensemble des impacts MR8 - Organiser le parc de façon géométrique	Négligeable à fort			Selon la localisation des sites et des sensibilités paysagères, le niveau d'impact diffère. Le parc est visible mais à une échelle de perception acceptable (maximum 1,4 cm de haut à 1 m d'un observateur). La création d'un nouveau paysage ne peut être évitée dans le cadre du projet éolien. Les mesures mises en place permettent d'améliorer l'acceptabilité paysagère du projet. Aucune mesure compensatoire n'est toutefois possible à mettre en œuvre.	
	Patrimoine culturel	Exploitation	Visibilités, covisibilités et prégnance visuelle			Faible à Fort				
	Archéologie sous-marine	Construction	Destruction du patrimoine archéologique sous-marin	ME1 - Eviter des épaves ME2 - Eviter les anomalies archéologiques			Moyen	Négligeable à faible	Non	Aucune éolienne ou câble inter-éolienne ne sera localisé sur ou à proximité directe des épaves ou éventuels sites présentant une sensibilité archéologique potentielle. En cas de découverte fortuite, des opérations d'archéologie préventive seront menées en accord avec le DRASSM.
Milieu humain	Pêche professionnelle	Construction	Modification des activités de pêche et disponibilité de la ressource		MR1 - Installer des éoliennes de très grande puissance afin de réduire l'ensemble des impacts MR2 - Mettre en place des câbles de plus grande capacité (66 kV au lieu de 33 kV) pour diminuer leur emprise	Faible à fort	MR6 - Effectuer des forages simultanés de deux fondations afin de réduire le temps de construction MR15 - Créer un poste d'attaché aux usagers de la mer, en charge notamment de la diffusion à tous les usagers concernés, des informations relatives au parc pendant les différentes phases de vie du parc	Faible à fort	Oui MC 7 - Indemniser la filière pêche concernée en raison des périodes d'interdiction de pêche au sein du parc en phase de construction	L'interdiction de pêche pendant toute la durée des travaux entraîne un impact résiduel moyen à fort selon les métiers, qu'il convient de compenser du fait de sa significativité.
	Pêche professionnelle	Exploitation	Modification des activités de pêche et disponibilité de la ressource	ME6 - Eviter la zone à enjeu fort à l'ouest du TORAN 15 483	MR1 - Installer des éoliennes de très grande puissance afin de réduire l'ensemble des impacts MR2 - Mettre en place des câbles de plus grande capacité (66 kV au lieu de 33 kV) pour diminuer leur emprise MR3 - Optimiser l'implantation des éoliennes et du schéma de câblage inter-éoliennes MR4 - Garantir un espacement suffisant entre les lignes d'éoliennes et orienter le parc suivant le sens des courants et des principaux axes de vol des oiseaux	Faible		Faible		Les effets des mesures d'évitement et de réduction concernant l'impact de modification des activités de pêche s'appliquent en phase exploitation du fait de la possibilité de la pratique de la pêche aux arts dormants dormants en phase d'exploitation (moyennant le respect de zones d'exclusion autour des structures). Les chaluts de fonds quant à eux ne sont pas impactés par leur interdiction au sein du parc étant donné qu'ils n'y pêchent pas. Les chaluts pélagiques intervenant parfois sur la zone restent peu impactés car ils sont très peu dépendants à la zone du parc. La ressource halieutique n'étant pas impactée de manière significative, les zones de pêche devraient être inchangées. L'impact résiduel est faible et non significatif.
	Navigation et sécurité en mer- Risques maritimes	Construction/Exploitation/D émantèlement	Risque de collision ou risques maritime (y compris risque de collision avec des navires)	ME7 - Protéger les câbles avec des enrochements	MR1 - Installer des éoliennes de très grande puissance afin de réduire l'ensemble des impacts MR3 - Optimiser l'implantation des éoliennes et du schéma de câblage inter-éoliennes permettant la pratique sécurisée de la pêche au sein du parc MR4 - Garantir un espacement suffisant entre les lignes d'éoliennes et orientation du parc suivant le sens des courants et les principaux axes de vol	MR1 - Installer des éoliennes de très grande puissance afin de réduire l'ensemble des impacts MR3 - Optimiser l'implantation des éoliennes et du schéma de câblage inter-éoliennes permettant la pratique sécurisée de la pêche au sein du parc MR4 - Garantir un espacement suffisant entre les lignes d'éoliennes et orientation du parc suivant le sens des courants et les principaux axes de vol	Moyen en phase de construction Faible en phase d'exploitation	MR13 - Mettre en place des navires de surveillance des chantiers MR15 - Créer un poste d'attaché aux usagers de la mer, en charge notamment de la diffusion à tous les usagers concernés, des informations relatives au parc pendant les différentes phases de vie du parc	Moyen en phase de construction Faible en phase d'exploitation	Non

Compartiment concerné	Phases du projet	Nom de l'impact	Mesure d'évitement	Mesure de réduction	Niveau de l'impact	Mesure de réduction	Impact résiduel	Impact résiduels nécessitant une mesure compensatoire	Commentaires
			liées à la conception du projet						
									<p>mise en place incombée au Préfet Maritime</p> <p>Elles ont servi de « données d'entrée » pour l'évaluation des impacts sur le milieu humain.</p> <p>Parmi ces propositions de règles de navigation, on peut citer :</p> <p>En phase de construction ; l'interdiction de la zone de travaux à la navigation et à la pêche.</p> <p>En phase d'exploitation : la mise en place de périmètres d'exclusion autour des composantes du parc éolien, la limitation de la vitesse, l'interdiction d'accès à certains types de navires...</p> <p>L'ensemble des règles qui seront établies permettront le retour à un niveau faible ou négligeable.</p>
Servitudes	Exploitation	Perturbation des radars de surveillance du trafic maritime à terre			Fort	<p>MR12 - Mettre en place de nouveaux réglages et paramétrages des radars sémaphoriques</p> <p>MR14 - Former le personnel opérant les radars de surveillance impactés</p>	Moyen	Oui MC2 - Installer un radar supplémentaire et l'intégrer au système SPATIONAV et au dispositif de surveillance utilisé par le GPM Nantes – Saint-Nazaire	<p>Les mesures de réduction ne permettent pas de réduire de manière suffisante les impacts liés à la surveillance ou aux communications maritimes.</p> <p>Des mesures compensatoires sont ainsi définies pour compenser ces impacts significatifs.</p>
Servitudes	Exploitation	Perturbation des radars de navigation embarqués			Fort		Fort	Oui MC1 - Ajouter un balisage électronique sous forme d'AIS AtoN physiques à deux coins du parc	
Servitudes	Exploitation	Perturbation sur l'AIS et les moyens de communications VHF et GSM et moyens de détresse			Moyen		Moyen	Oui MC3 - Installer une station d'appoint VHF à l'extrémité Nord du parc et l'intégrer au système actuel de gestion des VHF des CROSS	
Servitudes	Exploitation	Perturbation de la signalisation maritime			Fort		Moyen	Oui MC4 – Installer un feu au coin du parc pour compenser les impacts sur les phares	
Risques technologiques	Construction / exploitation / démantèlement	Détonation de charge explosive	ME2 - Eviter les anomalies archéologiques (pouvant en outre être assimilées à des Uxo)	MR1 - Installer des éoliennes de très grande puissance afin de réduire l'ensemble des impacts	Faible en phases de construction et de démantèlement Négligeable en phase d'exploitation		Faible en phases de construction et de démantèlement Négligeable en phase d'exploitation	Non	

4.1.4 Mesures de compensation

4.1.4.1 Présentation des mesures compensatoires

Les mesures compensatoires viennent compenser les impacts insuffisamment réduits présentant des impacts résiduels (évalué de moyen à fort).

Le tableau ci-dessous présente les différentes mesures compensatoires envisagées pendant toutes les phases du projet :

- ▶ Construction ;
- ▶ Exploitation ;
- ▶ Démantèlement.

Le numéro de la mesure est ensuite repris dans les fiches de présentation détaillée de chaque mesure.

Tableau 86 : Présentation des mesures compensatoires

N° de la fiche mesure	Description de la mesure	Composantes concernées	Phase(s) du projet pendant laquelle s'applique la mesure	Type d'impact compensé	Coût global en € HT	Principales modalités de suivi de l'efficacité de la mesure
MC1	Ajouter un balisage électronique sous forme d'AIS AtoN physiques à deux coins du parc	Moyens de surveillance, de navigation, de communication, de détresse et balisage Trafic maritime Transports et loisirs aériens	Exploitation	Perturbation des radars embarqués	Coût des mesures MR12, MR15, MC1 et MC2 (2 000 000 €, comptabilisés dans le tableau des mesures de réduction)	Un contrôle de l'efficacité de ces mesures, selon un protocole à définir avec les Autorités compétentes sera mis en place. Un bilan sera ensuite établi et transmis à ces derniers.
MC2	Installer un radar supplémentaire et l'intégrer : - au système SPATIONAV pour une mise à disposition locale au CROSS Etel et aux sémaphores concernés - au dispositif de surveillance utilisé par le GPM Nantes – Saint-Nazaire	Servitudes Moyens de surveillance, de navigation, de communication, de détresse et balisage	Exploitation	Perturbation des radars de surveillance maritime à terre		
MC3	Installer une station d'appoint VHF à l'extrémité nord du parc et l'intégrer au système actuel de gestion des VHF des CROSS	Servitudes Moyens de surveillance, de navigation, de communication, de détresse et balisage	Exploitation	Perturbation des communications VHF		

4. Mesures prévues par le pétitionnaire

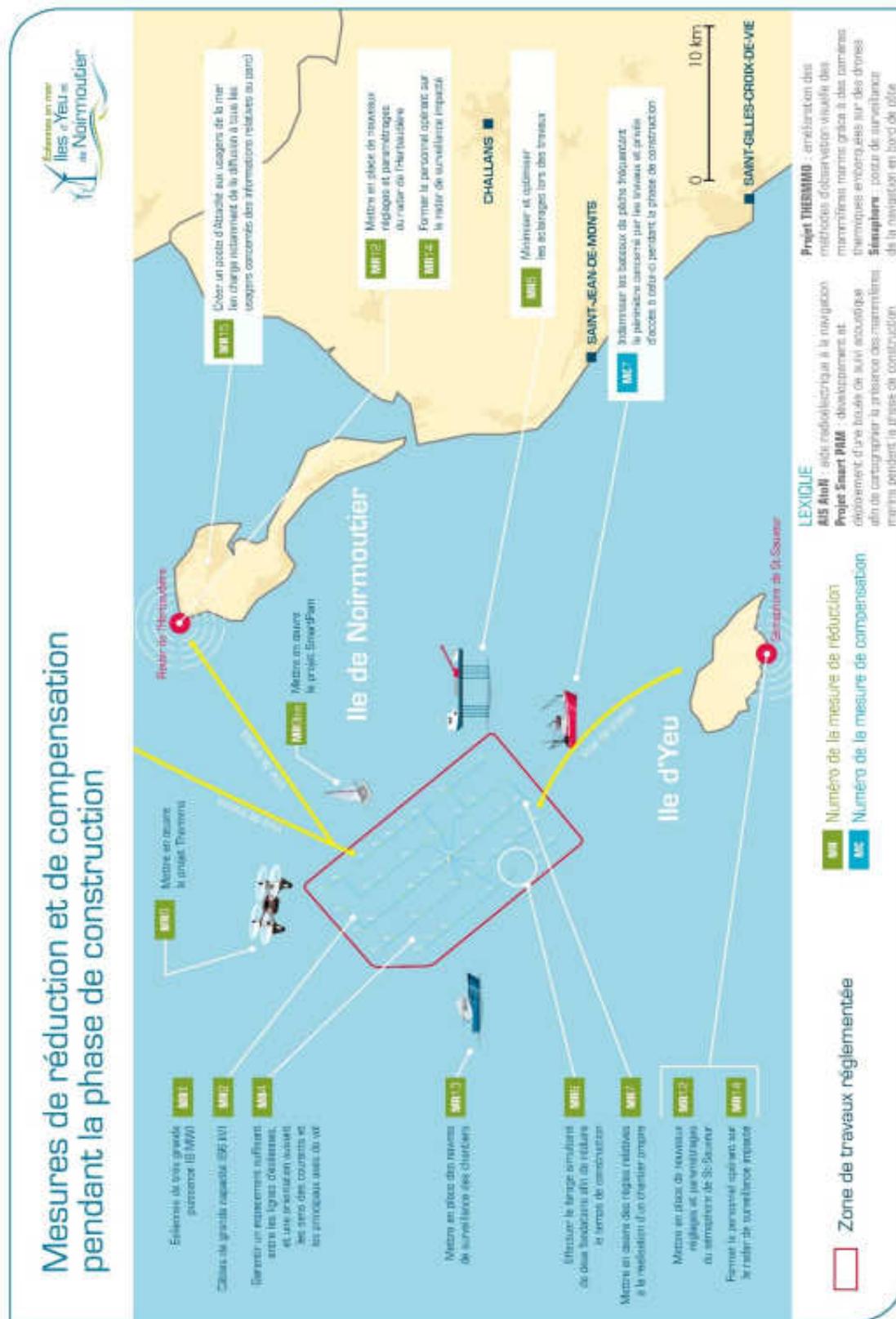
4.1 Mesures ERC

4.1.4 Mesures de compensation



N° de la fiche mesure	Description de la mesure	Composantes concernées	Phase(s) du projet pendant laquelle s'applique la mesure	Type d'impact compensé	Coût global en € HT	Principales modalités de suivi de l'efficacité de la mesure
					réseau jusqu'au continent	
MC4	Installer un feu au coin du parc pour compenser les impacts sur les phares	Servitudes Moyens de surveillance, de navigation, de communication, de détresse et balisage	Exploitation	Perturbation de la Signalisation Maritime	50 000	Un contrôle de l'efficacité de ces mesures, selon un protocole à définir avec le CEREMA et le Service des Phares et Balises sera mis en place. Un bilan sera ensuite établi et transmis à ces derniers.
MC5	Mettre en place des démarches de protection et de préservation des colonies d'oiseaux marins nicheurs (notamment goélands) sur les îles et îlots dans l'aire d'étude éloignée	Avifaune	Exploitation	Risque de Modification d'habitat d'espèces	2 300 000	Suivi des individus
MC6	Mettre en place des actions de gestion et restauration écologique de milieux favorables à la reproduction, au stationnement et à l'alimentation d'oiseaux côtiers et migrateurs (marais, zones humides arrière-littorales) et aux chiroptères	Avifaune (chiroptères, mammifères marins)	Construction et exploitation	Risque de Modification d'habitat d'espèces	1 000 000	Un contrôle du nombre d'oiseaux nicheurs et présence des espèces visées Ainsi qu'un suivi de l'évolution des stationnements migratoires et hivernage
MC7	Indemniser les armements et la filière concernée en raison des périodes d'interdiction de pêche au sein du parc pendant la phase de construction	Activité de pêche professionnelle	Construction Démantèlement	Modification des activités de pêches maritimes	Estimation pour la phase de construction : 2 730 000	Suivi socio-économique spécifique à l'activité de pêche professionnelle
TOTAL					6 050 000	

Figure 69 : Présentation des mesures de réduction et de compensation en phase de construction



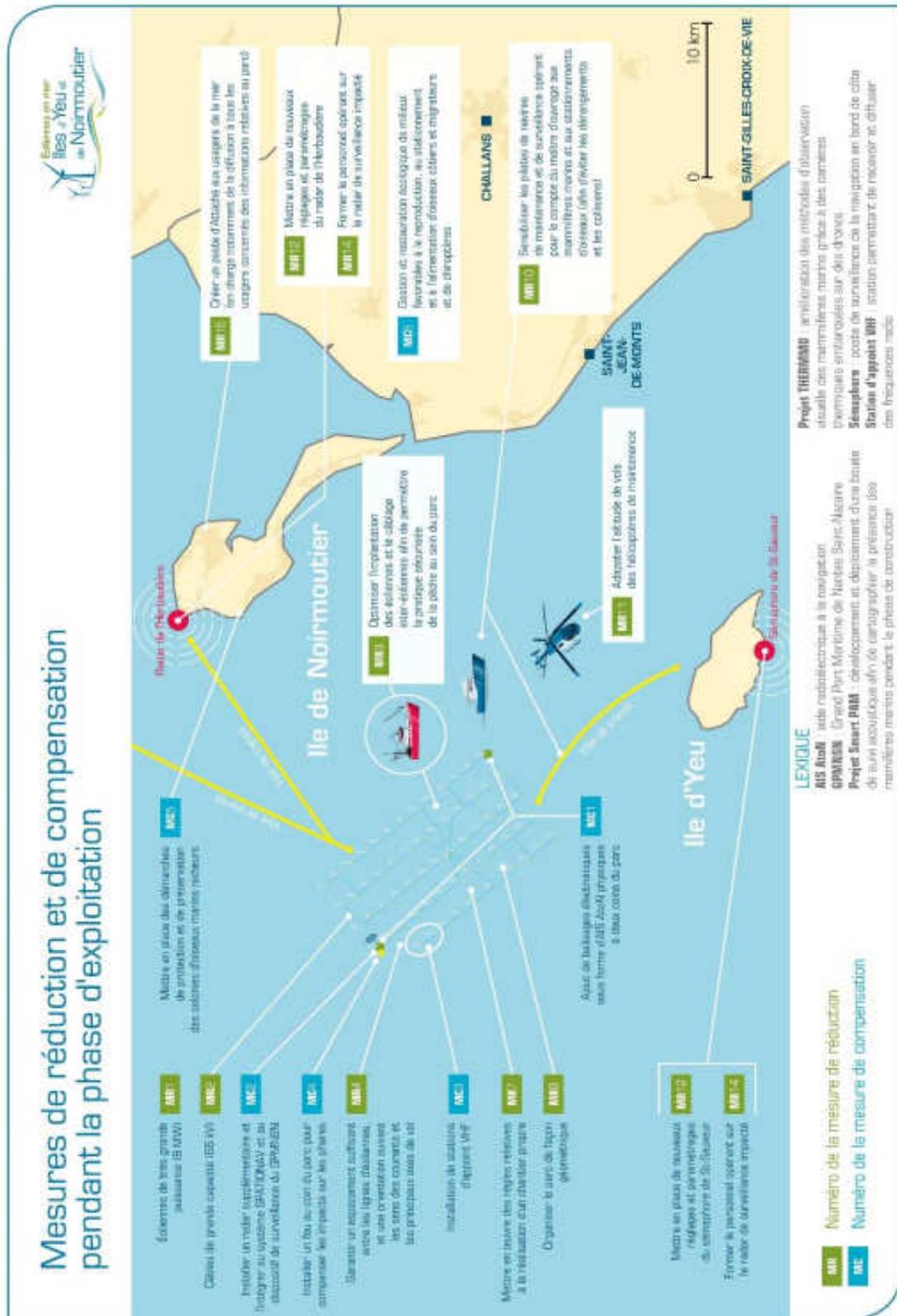
Source : EMYN, 2017

4. Mesures prévues par le pétitionnaire

4.1 Mesures ERC

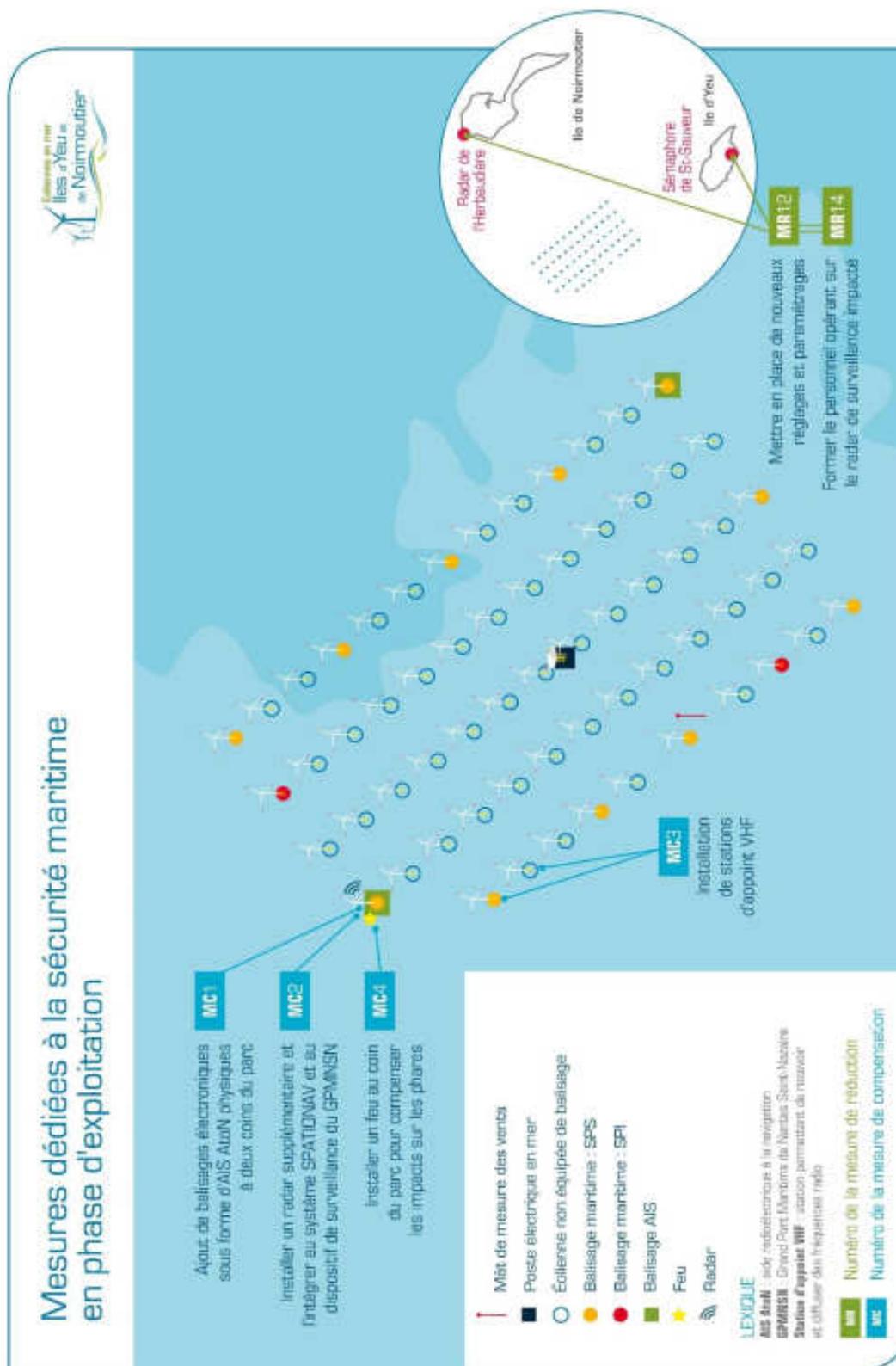
4.1.4 Mesures de compensation

Figure 70 : Présentation des mesures de réduction et de compensation en phase de d'exploitation



Source : EMYN, 2017

Figure 71 : Présentation des mesures dédiées à la sécurité maritime en phase d'exploitation



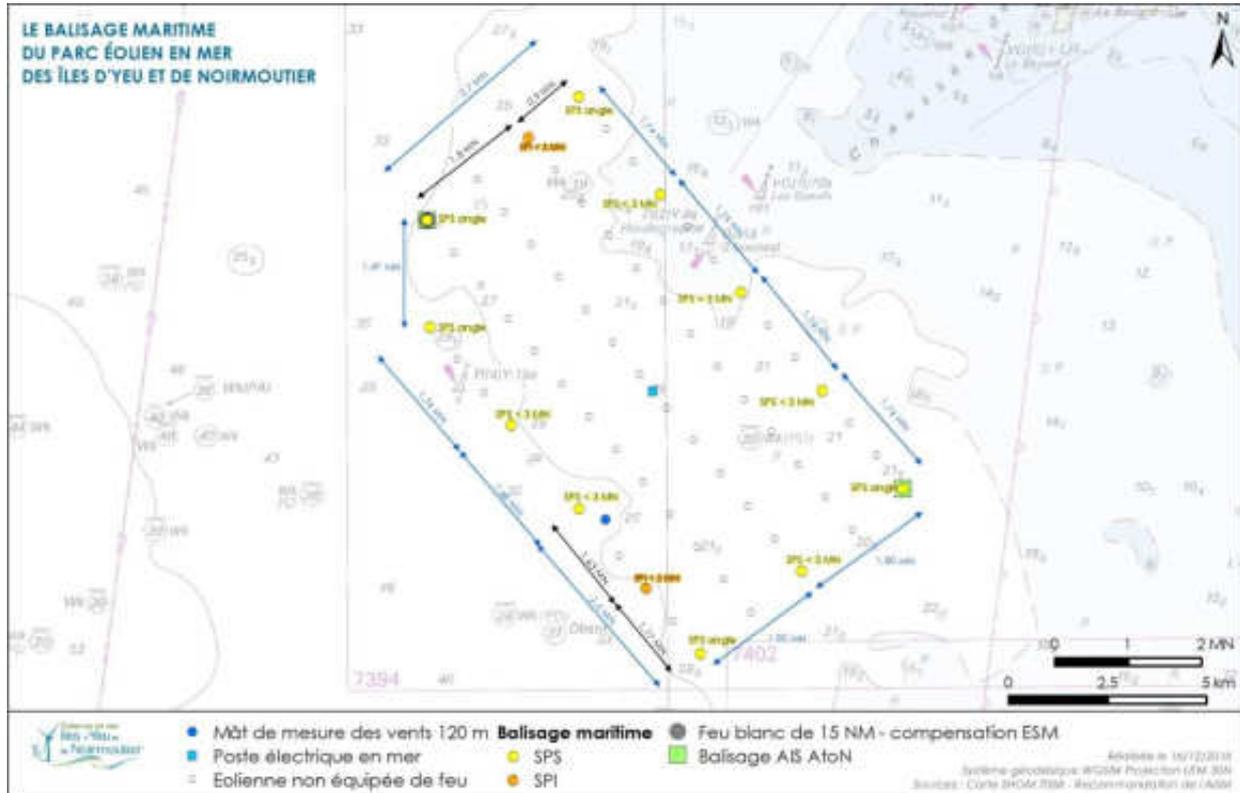
Source : EMYN, 2017

4.1.4.2 Fiches descriptives des mesures compensatoires

Les mesures listées précédemment sont détaillées au sein de fiche individuelle. Le numéro de la fiche correspond à celui de la mesure indiquée dans le tableau précédent.

Fiche n°	MCI	Catégorie de mesure	Compensation	Composante	Moyens de surveillance, de navigation, de communication, de détresse et de balisage
Ajouter un balisage électronique sous forme d' AIS AtoN physiques à deux coins du parc					
Objectif de la mesure					
La mesure consiste à compenser l'impact sur les radars de navigation embarqués à bord des navires, mais également des aéronefs, aux abords du parc éolien et d'assurer un balisage optimal du parc en phase d'exploitation					
Description de la mesure					
Plusieurs impacts seront susceptibles d'affecter les radars de navigation embarqués à bord des navires aux abords du parc éolien. Un des moyens de compensation possible est d'augmenter le balisage du parc éolien par des aides à la navigation électroniques.					
Il existe plusieurs sortes de balisages possibles : AtoN (AIS) basée sur l'AIS (fréquence VHF) et RACON (fréquences des radars maritimes bandes X et S).					
Les éoliennes possèdent une forte signature radar qui rend superflu le balisage par RACON. Cet équipement n'est donc pas proposé par le maître d'ouvrage.					
Pour ce qui concerne l' AIS AtoN, cet équipement électronique sera installé à deux coins du parc.					

Carte 35 : Plan de signalisation des structures du parc éolien en mer des Îles d'Yeu et de Noirmoutier



Source : EMYN, 2016

Conformément à la recommandation O-139 de l'ISM, toute AtoN utilisée pour baliser le parc éolien devra être maintenue de telle sorte qu'elle permette d'atteindre les critères de disponibilité prévus, soit 99% pour une marque de catégorie 2.

Responsable de la mise en œuvre	Maître d'ouvrage	Partenaires techniques pressentis	
Phases d'intervention	Exploitation (dès que les éoliennes concernées auront été érigées)		
Secteurs concernés	Extrémités du parc	Estimation des coûts (€ HT)	2 000 000 Ce coût inclut également les mesures MR12, MR15 et MC2
Modalités de suivi de la mesure et de ses effets			
Le suivi de la mesure consiste, une fois le dispositif choisi et en lien avec la Préfecture maritime et la Direction des Affaires Maritimes, d'établir des essais au préalable puis de valider le bon fonctionnement du système une fois mis en place (suivi efficacité SE 12).			
Indicateurs de mise en œuvre	Réussite des essais préalables et mise en place du dispositif	Indicateurs de résultats	Résultat des suivis SE 12

4. Mesures prévues par le pétitionnaire

4.1 Mesures ERC

4.1.4 Mesures de compensation

Fiche n°	MC2	Catégorie de mesure	Compensation	Composante	Servitudes Moyens de surveillance, de navigation, de communication, de détresse et balisage
Installer un radar supplémentaire et l'intégrer au système SPATIONAV et au dispositif de surveillance du GPM Nantes – Saint-Nazaire					
Objectif de la mesure					
La mesure consiste à compléter le dispositif de contrôle du trafic maritime par un nouveau radar déporté afin de compenser les zones d'ombres et de réduire le risque de génération de fausses pistes radar autour du parc éolien.					
Description de la mesure					
<p>Ce radar supplémentaire pourra être connecté au système SPATIONAV existant, afin que l'information fournie par ce nouveau radar soit mise à la disposition notamment du CROSS Etel et des sémaphores de Saint-Sauveur et de Chemoulin.</p> <p>Il pourra également être connecté au dispositif de surveillance utilisé par le GPM Nantes – Saint-Nazaire pour une mise à disposition locale à son réseau de surveillance (radar de l'Herbaudière).</p> <p>Le maître d'ouvrage envisage de positionner un radar sur le mât de l'éolienne référencée B13, même si sa position sera optimisée, si besoin et en lien avec la Direction des Affaires Maritimes et la Marine Nationale..</p> <p>Compte tenu des dimensions des éoliennes, ce radar de compensation sera installé à 20 m de hauteur au-dessus du niveau des pleines mers de vive eau (LAT). Le système radar sera fixé sur la pièce de transition de l'éolienne B13.</p>					
<p><i>Figure 72 : Exemple d'installation radar sur la fondation d'une éolienne. Site radar de Gunfleet Sand (Royaume-Uni). Radar connecté au système VTS de PLA</i></p>					
					
<p><i>Source : Signalis, 2015</i></p>					
Le faible espace disponible sur ce type de plateforme contraint à choisir une antenne radar de douze pieds.					
A 20 m (LAT) de hauteur et en milieu marin, le radar devra pouvoir fonctionner en ambiance marine forte : subir l'embrun, le vent et toutes autres agressions environnementales en mer.					

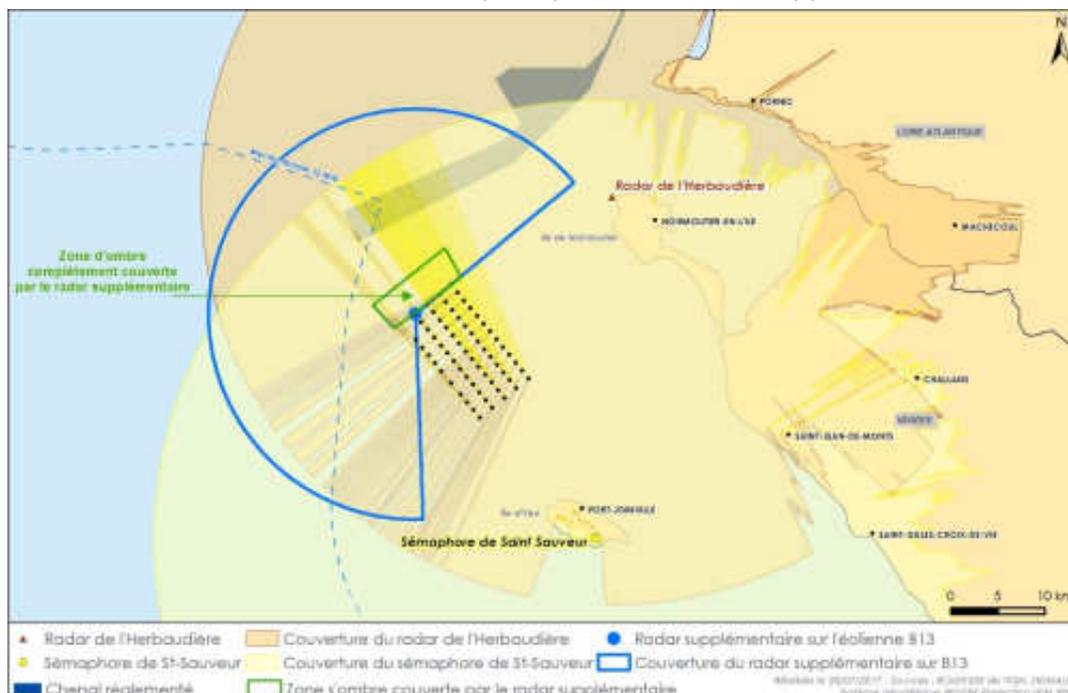
L'accès au radar sera limité. Le maître d'ouvrage envisage par conséquent d'utiliser des équipements dédiés aux applications offshore :

- Radar à état-solide ;
- Equipements résistant à l'embrun marin (équipement conforme au standard : IEC 60068-2-52 ;
- Equipements résistant aux radiations solaires (équipement conforme au standard : IEC 68-2-9, test A.

L'installation d'un radar sur une éolienne du parc éolien offrira une réelle compensation sur le radar du sémaphore de Saint-Sauveur (du fait de sa connexion au système SPATIONAV) et du radar de l'Herbaudière (du fait de sa connexion au dispositif de surveillance du GPM Nantes – Saint-Nazaire). Ce complément de couverture permettra aux opérateurs du VTS du GPMNSN d'obtenir une meilleure surveillance des approches et aussi de s'assurer (au travers de communications VHF avec les Pilotes) que la station de pilotage avancée "La Couronnée IV" est complètement informée sur la situation des approches.

Ainsi, la carte ci-dessous représente une simulation de la couverture radar totale SPATIONAV avec l'ajout d'un radar supplémentaire sur l'éolienne B13.

Carte 36 : Simulation de couverture radar sémaphorique avec un radar supplémentaire sur l'éolienne B13



Source : Signalis, 2017

Cette configuration radar compense la zone d'ombre générée par le parc éolien sur les radars du sémaphore de Saint-Sauveur ainsi que sur le radar de L'Herbaudière.

La couverture radar à l'intérieur du parc reste assurée par le radar du sémaphore de Saint-Sauveur et le radar de L'Herbaudière.

Responsable de la mise en œuvre	Maître d'ouvrage	Partenaires techniques pressentis	
Phases d'intervention	L'ensemble des équipements sera opérationnel à la mise en service du parc		
Secteurs concernés	Zone du parc éolien	Estimation des coûts (€ HT)	2 000 000 Ce coût inclut également les mesures MR12, MR15 et MC1

4. Mesures prévues par le pétitionnaire

4.1 Mesures ERC

4.1.4 Mesures de compensation



Modalités de suivi de la mesure et de ses effets			
Un contrôle de l'efficacité de la mesure, selon un protocole défini avec la Préfecture Maritime, la Direction des Affaires Maritimes, la Marine Nationale et le GPM Nantes – Saint-Nazaire notamment, sera mis en place. Le suivi de la mesure pourrait consister, une fois le dispositif choisi, à établir des essais au préalable puis de valider le bon fonctionnement du système une fois mis en place. Un bilan sera ensuite établi à l'issue de la 1ère année d'exploitation et adressé à ces Autorités (suivi efficacité : SE 12).			
Indicateurs de mise en œuvre	Réussite des essais préalables et mise en place du dispositif	Indicateurs de résultats	Résultat des suivis SE 12

Fiche n°	MC3	Catégorie de mesure	Compensation	Composante	Servitudes Moyens de surveillance, de navigation, de communication, de détresse et balisage
----------	-----	---------------------	--------------	------------	--

Installer une station d'appoint VHF à l'ouest du parc et l'intégrer au système actuel de gestion des VHF des CROSS

Objectif de la mesure

La mesure consiste à compenser l'impact sur les moyens de communication VHF utilisés par les navires et le CROSS.

Description de la mesure

Pour assurer la veille radioélectrique des appels (phonie) et des alertes (appel sélectif numérique) de détresse et de sécurité en mer et afin de pouvoir coordonner la réponse aux incidents, accidents et événements de mer ou de navigation, des stations radio côtières sont déployées le long du littoral. Leur nombre et leurs performances sont établis pour permettre une couverture cohérente et permanente des zones de responsabilité déclarées par la France à l'Organisation Maritime Internationale (OMI) au titre du sauvetage maritime. Ces stations sont télécommandées depuis les CROSS qui assurent la coordination du sauvetage maritime.

La mise en service du parc éolien est susceptible d'impacter le dispositif opérationnel de veille et de communication de la Direction des Affaires Maritimes (DAM), principalement pour les navires en limite de portée VHF et situés au-delà de ce parc éolien. Par application du principe de précaution, le maître d'ouvrage installera au sein du parc éolien une station VHF d'appoint composée de deux équipements multivoies. Celle-ci sera conforme aux spécifications techniques définies dans la note du 11 juillet 2016 (NOR : DEVT1613199N). Le maître d'ouvrage effectuera dans les mois qui suivront la mise en service du champ, les mesures de propagation VHF dans et à proximité de son parc. Les résultats seront communiqués à la DAM et à la Préfecture Maritime.

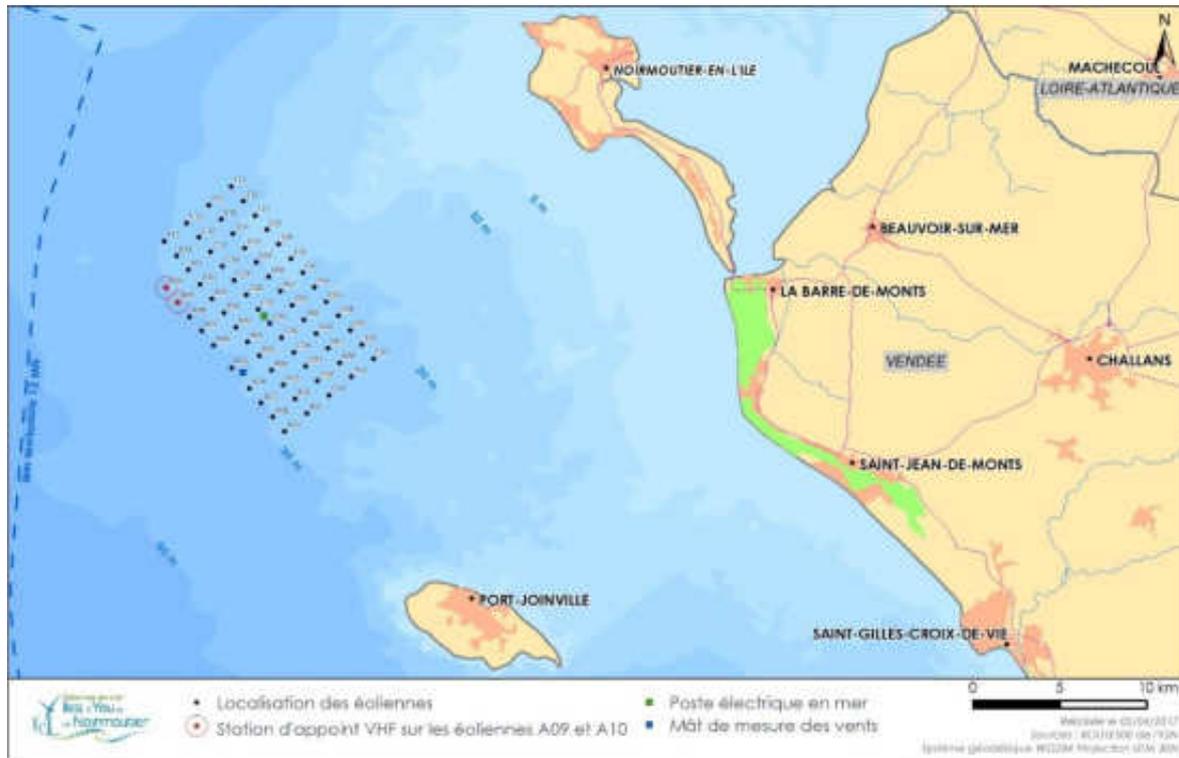
Jusqu'aux résultats de l'expertise, des équipements VHF peuvent être mis à disposition de l'exploitant par la DAM. L'exploitant prendra en charge les modalités d'intégration et d'installation de ces derniers, notamment les aériens, et le raccordement réseau jusqu'au continent.

Si les études effectuées par le maître d'ouvrage dans et à proximité du parc devaient démontrer qu'il n'y a pas d'impact sur la propagation VHF, le démantèlement de la station radio VHF ou le maintien aux frais de la DAM seraient envisagés. A contrario, si les impacts sont avérés, le maître d'ouvrage installera alors l'équivalent d'une station radio VHF côtière pour assurer les fonctionnalités du Système Mondial (SMDSM) et assurer à ses frais son maintien en condition opérationnelle.

La station VHF d'appoint installée sera composée de deux émetteurs / récepteurs (E/R) VHF marine qui fonctionneront en mode multivoies, de manière à ce que le CROSS puisse les piloter à distance pour changer le canal de travail.

Afin d'offrir la meilleure couverture VHF possible vers le large, la station VHF d'appoint sera installée à l'extrémité ouest du parc éolien sur deux éoliennes.

Carte 37 : Représentation de l'installation d'une station VHF d'appoint dans le parc éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier



Afin de respecter les contraintes de découplage des antennes VHF, et au vu du faible espace disponible sur une éolienne, le découplage se fera de façon horizontale et non verticale. Ainsi, il n'y aura qu'une seule antenne VHF installée par éolienne.

La station d'appoint VHF sera installée sur un total de deux éoliennes distantes chacune de 1300 m environ (largement acceptable pour respecter le découplage horizontal).

Les éoliennes sont connectées entre elles par de la fibre optique avec une latence très faible.

Responsable de la mise en œuvre	Maître d'ouvrage	Partenaires techniques pressentis	
Phases d'intervention	Exploitation		
Secteurs concernés	Périmètre est du parc	Estimation des coûts (€ HT)	Frais d'intégration, d'installation et de raccordement de la station d'appoint VHF intégrés dans le coût du projet Mise à disposition de la station d'appoint à la charge de la Direction des Affaires Maritimes
Modalités de suivi de la mesure et de ses effets			
Un contrôle de l'efficacité de la mesure, selon un protocole défini avec la Direction des Affaires Maritimes et la Préfecture Maritime notamment, sera mis en place. Le suivi de la mesure pourra consister, une fois le dispositif choisi, à établir des essais au préalable puis de valider le bon fonctionnement du système une fois mis en place. Un bilan sera ensuite établi à l'issue de la 1 ^{ère} année d'exploitation et adressé aux Autorités précitées (Suivi efficacité : SE 13).			
Indicateurs de mise en œuvre	Réussite des essais préalables et mise en place du dispositif	Indicateurs de résultats	Communication possible entre un navire et une station VHF à terre quelles que soient les conditions. Résultat des suivis SE 13

4. Mesures prévues par le pétitionnaire

4.1 Mesures ERC

4.1.4 Mesures de compensation

Fiche n°	MC4	Catégorie de mesure	Compensation	Composante	Servitudes Moyens de surveillance, de navigation, de communication, de détresse et balisage
-----------------	-----	----------------------------	--------------	-------------------	--

Installer un feu au coin du parc pour compenser les impacts sur les phares

Contexte et objectifs de la mesure

La mesure consiste à mettre en place un feu pour compenser l'impact du parc éolien sur le Phare du Pilier et sur le Grand Phare de l'Île d'Yeu

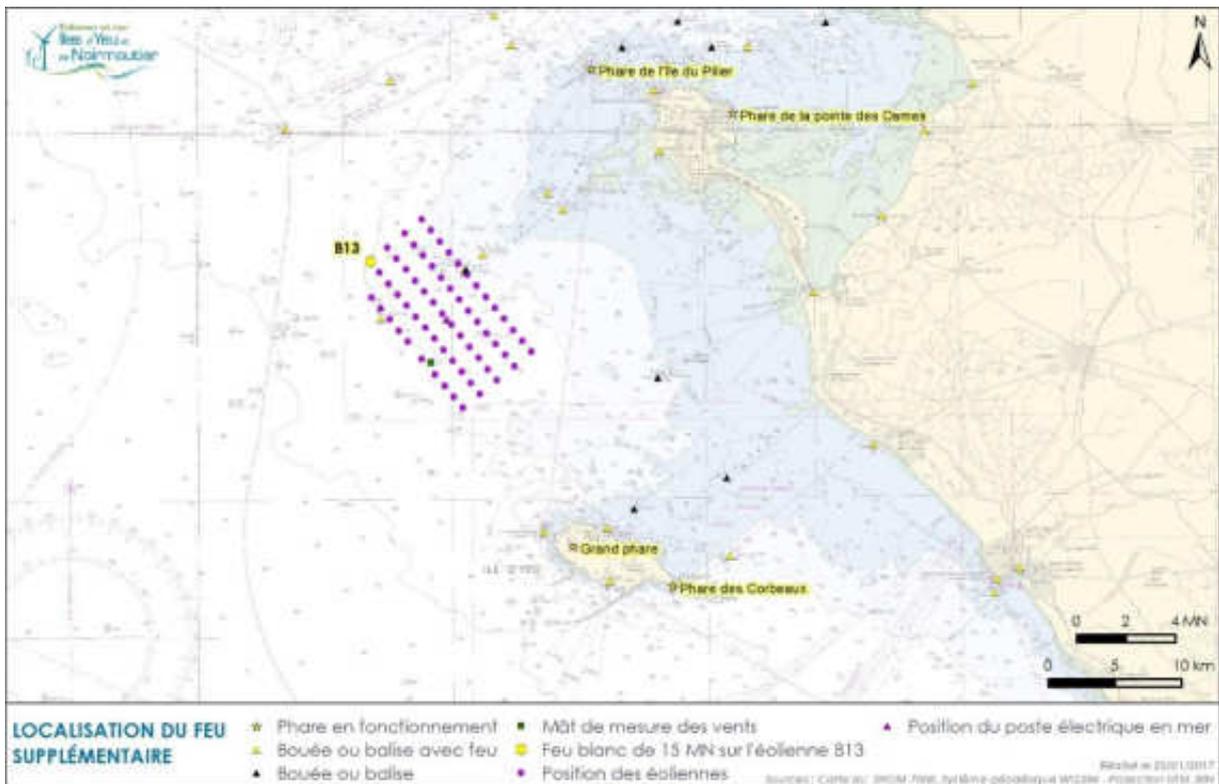
Description de la mesure

Les feux des Phares du Pilier et de l'Île d'Yeu ont des rayonnements de 360° qui seront occultés partiellement par le parc éolien. Dans le cas d'un fonctionnement normal de ces deux phares, la partie du Phare du Pilier masquée par le parc sera couverte par le Grand Phare de l'Île d'Yeu et inversement. Au vu du trafic dans cette zone, le Service des Phares et Balises estime que cela pourrait être suffisant.

Néanmoins, il considère qu'en cas de panne et compte tenu des durées d'intervention sur les îles, la mise en place d'un feu sera nécessaire.

A titre indicatif, le dispositif à mettre en place, dans un but de repérage, pourrait être un feu blanc sur la Structure Périphérique Significative Nord-Ouest d'une portée de 15 milles nautiques éclairant sur un secteur (315° - 222°).

Carte 38 : Installation d'un feu supplémentaire au coin du parc



Responsable de la mise en œuvre	Maître d'ouvrage	Partenaires techniques pressentis	
Phases d'intervention	Construction		
Secteurs concernés	Littoral concerné par les Phares	Estimation des coûts (€ HT)	
Modalités de suivi de la mesure et de ses effets			
<p>Un contrôle de l'efficacité de la mesure, selon un protocole à définir avec le CEREMA et le Service des Phares et Balises notamment, sera mis en place. Le suivi de la mesure pourrait consister, une fois le dispositif choisi, à établir des essais au préalable puis de valider le bon fonctionnement du système une fois mis en place. Un bilan sera ensuite établi à l'issue de la 1ère année d'exploitation et adressé aux Autorités précitées (Suivi efficacité : SE 14)</p>			
Indicateurs de mise en œuvre	Réussite des essais préalables et mise en place du dispositif	Indicateurs de résultats	Niveau actuel de signalisation maintenu Résultat des suivis SE 14

4. Mesures prévues par le pétitionnaire

4.1 Mesures ERC

4.1.4 Mesures de compensation



Fiche n°	MC5	Catégorie de mesure	Compensation	Composante	Avifaune
Mettre en place des démarches de protection et de préservation des colonies d'oiseaux marins nicheurs (notamment goélands) sur les îles et îlots dans l'aire d'étude éloignée					
Contexte et objectifs de la mesure					
<p>Le projet de parc éolien en mer des îles d'Yeu et de Noirmoutier présente des impacts résiduels sur plusieurs espèces d'oiseaux par surmortalité (collision).</p> <p>Ces mortalités additionnelles sont susceptibles d'altérer, dans une approche pessimiste, l'état des populations nicheuses locales de Goéland marin. Pour les autres espèces, les niveaux de mortalité attendus, bien que non nuls, ne devraient pas affecter les populations.</p> <p>Les espèces prioritairement ciblées par la mesure de compensation sont le Goéland marin, le Goéland argenté, et le Goéland brun. Ces espèces nichent localement sur des îlots inhabités (îlot du Pilier, banc de Bilho, îlots de l'archipel Houat-Hoëdic...), ainsi que le littoral de certaines îles (île d'Yeu, île de Noirmoutier, Belle-île, île d'Houat, Hoëdic, île de Ré) ou dans les zones humides et marais côtiers. Toutefois, d'autres espèces d'oiseaux marins nicheurs localement pourraient également bénéficier des démarches envisagées, bien qu'elles ne soient pas concernées par des impacts de mortalité (anatidés, Océanite tempête, Puffin des Anglais, cormorans...).</p> <p>L'objet de cette mesure est de favoriser, par diverses actions, le succès de reproduction et l'accroissement des tailles de colonies des oiseaux marins nicheurs fréquentant les îlots inhabités ainsi que les côtes insulaires mais également des milieux de landes et pelouses situés à l'intérieur de grandes îles (Belle-île, île d'Yeu). Plusieurs dizaines de sites de reproduction d'oiseaux marins sont situés entre les îles et côtes morbihannaises (Belle-île, archipel Houat / Hoëdic...), les côtes de Loire-Atlantique et de Vendée (île Dumet, îles de la baie de la Baule, banc de Bilho, îlot du Pilier, île d'Yeu, île de Noirmoutier) et la Charente-Maritime (île de Ré). Ce vaste territoire constitue, au regard du fonctionnement des populations d'oiseaux nicheurs, une zone globalement cohérente sur le plan fonctionnel. Plusieurs des sites de reproduction et îlots sont classés en APPB (Arrêtés préfectoraux de protection de Biotope) et/ou sont maîtrisés sur le plan foncier dans une perspective de conservation de l'environnement (propriétés communales ou étatiques via le Conservatoire du littoral). Pour autant, les moyens financiers alloués à la mise en œuvre d'opérations de gestion / protection des colonies sont insuffisants sur la majorité de ces sites. Par ailleurs, l'efficacité des actions de préservation des colonies nécessite un travail sur le long terme, notamment auprès des partenaires et usagers.</p> <p>Les sites de reproduction d'oiseaux marins, qu'ils soient situés sur des îlots inhabités ou de grandes îles, peuvent être soumis à diverses pressions et menaces d'ordre biologique (prédation par des espèces introduites ou invasives comme le Rat surmulot ; dégradation des habitats de reproduction) et d'ordre anthropique (dérangement des oiseaux nicheurs par des promeneurs, chiens, plaisanciers pouvant conduire à des échecs de reproduction).</p> <p>La présente mesure vise dans un premier temps à l'identification de besoins et opportunités d'interventions et d'actions sur les îles et îlots accueillant des colonies d'oiseaux marins puis, dans un second temps, à la mise en œuvre de différents types d'actions (gestion de sites, protection, sensibilisation, surveillance, etc.) dans le but de favoriser le succès reproducteur des colonies en limitant ou supprimant des pressions et menaces identifiées.</p> <p>Cette mesure relève, dans les faits, d'un programme d'actions s'apparentant à une démarche similaire à un plan de gestion (tel quel pratiqué dans les parcs nationaux ou les réserves naturelles), avec l'identification d'objectifs, d'opérations (actions) et de suivis des résultats pour évaluation. Cette démarche peut se placer dans le développement d'un réseau de sites favorables et gérés pour l'amélioration du succès de reproduction des oiseaux nicheurs locaux.</p> <p>Remarque importante – Une démarche similaire, visant tout particulièrement le Goéland marin, est en cours dans le cadre du projet de parc éolien en mer de Saint-Nazaire, en application de la mesure MR10 de l'étude d'impact de ce projet (Nass&Wind, Creocéan, 2015). L'opérateur en charge de cette démarche pour le compte du Consortium EDF-EN est PERISCOPE (plateforme regroupant Bretagne vivante, la LPO Loire-Atlantique et la LPO Vendée).</p>					

Une démarche cohérente avec les actions portées par EDF-EN sera recherchée par EMYN afin de mettre en commun les constats, articuler les objectifs et sites d'intervention afin d'éviter les redondances et optimiser les investissements et résultats.

Description de la mesure

ETAPE 1 - ETAT DES CONNAISSANCES SUR LES SITES DE COLONIES D'OISEAUX MARINS – 2018 A 2020

Cette étape consiste en la réalisation d'un état des connaissances concernant les colonies d'oiseaux marins nicheurs situées dans la zone d'influence du projet éolien en mer (variable selon les espèces et leur rayon d'action). Les espèces principalement ciblées (Goéland marin, Goéland argenté, Goéland brun, Océanite tempête) possédant des rayons d'action importants (plus de 140 km pour le Goéland brun, environ 60 km pour le Goéland argenté d'après Thaxter *et al.*, 2012), l'analyse des sites de reproduction d'oiseaux marins à cibler dans le cadre de la mesure sera menée sur la portion littorale du nord du golfe de Gascogne comprise entre Belle-Île et l'île de Ré.

A noter – Une analyse similaire a été lancée en 2016 par PERISCOPE pour EDF-EN dans le cadre du projet éolien en mer de Saint-Nazaire (MR10). Une mise en commun et un partage des constats / états des lieux seront recherchés entre EMYN et EDF EN au regard de l'imbrication des sites.

Les informations suivantes seront compilées afin d'orienter le choix des zones d'interventions (dans le cadre d'un budget défini) :

- Statuts fonciers et administratifs des secteurs exploités par les colonies et leur proximité directe ;
- Etendue surfacique de la ou des colonies ;
- Espèces concernées, effectifs lors des derniers recensements et évolution ;
- Menaces / pressions identifiées sur les colonies d'oiseaux marins (perturbations, évolution des milieux, prédation, etc.) ;
- Objectifs de conservation à court (5 ans), moyen (10 ans) et long terme (20 ans) ;
- Leviers d'actions pour supprimer ou limiter les pressions et menaces ;
- Identification des structures, collectivités et/ou associations à intégrer aux démarches dans un objectif d'implication et d'acceptation).

Sur la base de ce travail, un choix pourra être fait quant aux sites / colonies ciblés par le programme de mesures, pour les 10 premières années du programme d'actions.

Choix des sites d'intervention

Le choix des sites d'intervention / d'actions sera réalisé initialement par l'opérateur en charge de la mise en œuvre de la mesure. Ce choix sera régi par des considérations d'intérêt écologique (en termes de potentialités d'accroissement des tailles de populations des espèces ciblées) mais également de considérations socio-économiques (faisabilité, acceptabilité, rapports intérêts / coûts). La proposition des sites d'intervention pressentis sera présentée au Groupement d'intérêt scientifique du parc éolien en mer des îles d'Yeu et de Noirmoutier, pour validation / adaptation.

Etant donnée la similitude évidente entre les démarches prévues par EDF-EN (MR10 du projet éolien de Saint-Nazaire) et la présente mesure, les sites retenus pour les interventions de compensation (MC5 du projet des îles d'Yeu et de Noirmoutier et MR10 du projet de parc éolien de Saint-Nazaire) devront faire l'objet d'une cohérence complète, voire d'une synergie dans la mise en œuvre et le fonctionnement. Les sites d'intervention contribueront donc à une approche fonctionnelle « réseau de sites ». Cette dimension est fondamentale au regard du fonctionnement biologique typique des colonies insulaires d'oiseaux marins dans l'aire géographique visée.

ETAPE N°2 – PROGRAMMES D' ACTIONS SUR 10 ANS

Les sites de mise en œuvre de démarche / actions de compensation feront l'objet de l'élaboration d'un programme d'actions pluriannuel, qui sera décliné pour chaque entité géographique ciblée. Le programme d'actions détaillera l'ensemble des interventions de protection, de préservation et de gestion des milieux, selon une programmation logique et cohérente sur 10 ans.

Eu égard à leurs caractéristiques et situations très différentes, les îlots inhabités et les îles feront nécessairement l'objet d'approches adaptées à leurs spécificités.

4. Mesures prévues par le pétitionnaire

4.1 Mesures ERC

4.1.4 Mesures de compensation



Sans rechercher un classement réglementaire des sites ciblés (APPB ou réserve naturelle), les interventions sont, dans leur contenu et leurs objectifs, similaires à celles généralement observées sur des réserves naturelles.

Le tableau suivant fournit, à titre indicatif, les informations principales sur plusieurs sites susceptibles d'être ciblés par des actions.

Site (département)	Type de site	Espèces / colonies	Types d'actions envisageables
Île d'Yeu (85)	Ile habitée, sites côtiers	Goélands argenté, brun, marin, Cormoran huppé, Huîtrier pie	Gestion de la fréquentation humaine
Île du Pilier (85)	Ile inhabitée	Goélands argenté, brun, marin, huîtrier pie, potentiel Eider à duvet	Gestion de la fréquentation humaine
Île de Noirmoutier (85)	Ile habitée	Goéland argenté, brun, marin, Sterne pierregarin, Sterne caugek, Mouette mélanocéphale, Mouette rieuse	Gestion de la fréquentation, gestion des niveaux d'eau, travaux de génie écologique
Banc de Bilho (44)	Ilot inhabité	Importante colonie de Goéland brun, Goéland argenté.	Gestion des populations de prédateurs (rats).
Ile Dumet (44)	Ile inhabitée	Goélands argenté, brun, marin, Cormoran huppé, Huîtrier pie	Gestion des populations de prédateurs (rats). Surveillance des sites en période de reproduction (fréquentation). Sensibilisation des plaisanciers.
Ile d'Hoëdic (56)	Ile habitée	Reproduction d'Océanite tempête, Puffin des anglais, Eider à duvet, Cormoran huppé, Goéland argenté, Goéland brun, Goéland marin, Huîtrier-pie	
Ile d'Houat (56)	Ile habitée		
Réseaux de sites micro-insulaires de l'archipel Houat - Hoëdic (56)	Ilots inhabités (proche d'Houat)		
Belle-Île et sites micro-insulaires associés (56)	Ile habitée, site côtier	Importante colonie de Goéland brun, Goéland argenté. Cormoran huppé	

Chaque site / colonie retenu fera alors l'objet de l'élaboration d'un programme d'actions pluriannuel, précédant la mise en œuvre effective des interventions de protection / préservation / gestion.

Eu égard à leurs caractéristiques et situations très différentes, les îlots inhabités et les îles feront nécessairement l'objet d'approches adaptées.

Sans rechercher un classement réglementaire des sites ciblés (APPB ou réserve naturelle), les interventions sont, dans leur contenu et leurs objectifs, similaires à celles généralement observées sur des réserves naturelles.

Mesures et actions concernant les îlots inhabités

Suite au premier travail d'identification des besoins et possibilités d'intervention, certains îlots inhabités ou petites îles seront probablement retenus pour la mise en œuvre effective de la démarche (notamment au niveau de l'archipel Houat / Hoëdic ou sur les côtes de Loire-Atlantique).

Pour chacun de ces sites, un plan de gestion détaillé sera rédigé. Il précisera les objectifs de gestion et actions sur une première période de 10 ans.

L'intégration des propriétaires, gestionnaires et utilisateurs des sites est fondamental dans cette démarche (exemple : Conservatoire du littoral, associations d'usagers, Phares et Balises, collectivités, etc.).

Les mesures / actions possibles sont les suivantes (liste indicative, non exhaustive) :

- Protection des colonies / gardiennage ;
- Sensibilisation des plaisanciers / pêcheurs / utilisateurs ;
- Actions de restauration / gestion des milieux ;

- Actions de dératisation ;
- Opérations de suivis des colonies (notamment nombres de couples nicheurs).

A l'issue de la mise en œuvre du premier plan de gestion de 10 ans, une évaluation de la mise en œuvre du plan de gestion sera effectuée. Un nouveau plan de gestion sera reconduit pour une période supplémentaire de 10 ans. Les sites ciblés pourront évoluer entre les deux périodes de 10 ans.

Mesures et actions concernant les colonies installées sur les îles

Suite au premier travail d'identification des besoins et possibilités d'intervention, certaines colonies installées sur des îles habitées seront probablement retenues pour la mise en œuvre effective de la démarche.

Pour ces sites insulaires, la démarche résidera davantage dans un projet territorial devant prendre en considération l'ensemble des colonies présentes sur l'île (pour une espèce donnée), leurs dynamiques respectives, leurs caractéristiques, les pressions s'y exerçant ainsi que les possibilités d'intervention.

L'intégration des propriétaires, gestionnaires et utilisateurs des sites est fondamental dans cette démarche (exemple : Conservatoire du littoral, ENS, associations d'usagers, agriculteurs, collectivités, etc.).

Cette réflexion à l'échelle territoriale pourra utilement s'appuyer sur les démarches récentes ou en cours à l'échelle locale, notamment en s'appuyant sur les réseaux associatifs et collectivités. Par exemple, une grande partie des côtes de l'île d'Yeu est intégrée au SIC FR5200654 « Côtes rocheuses, dunes, landes et marais de l'île d'Yeu » (opérateur : commune de l'île d'Yeu). En parallèle aux démarches menées dans le cadre de la directive « Habitats, faune, flore », des démarches territoriales sont en cours : plusieurs acteurs œuvrent sur l'île pour la préservation du patrimoine naturel et sa prise en compte dans les activités économiques. D'éventuelles actions concernant les colonies d'oiseaux marins pourraient utilement s'intégrer à cette démarche territoriale, qui ne concerne actuellement pas les oiseaux, ainsi qu'aux actions globales de préservation de l'environnement menées sur le territoire par les acteurs locaux (associations et commune). L'efficacité de ces démarches nécessite l'implication active des habitants.

Les mesures / actions peuvent être envisagées pour les îles (liste indicative, non exhaustive) :

- Réorganisation des sentiers de randonnée à proximité des colonies, notamment délimitation de sentiers matérialisés pour éviter les phénomènes de divagation ;
- Protection physique des colonies ;
- Maîtrise foncière des sites fréquentés par les colonies ;
- Actions de restauration / gestion des milieux ;
- Actions de sensibilisation des habitants, touristes et divers usagers ;
- Opérations de suivis des colonies.

ÉTAPE N°3 - SUIVIS DES RESULTATS DES ACTIONS ET DEMARCHES MISES EN ŒUVRE

Dans le cadre de la présente mesure, une évaluation du nombre de couples des sites / colonies ciblés par les mesures sera réalisée chaque année, dans le cadre du plan de gestion.

Une évaluation du succès reproducteur sera également réalisée (estimation, dans la mesure du possible du nombre de jeunes à l'envol).

Une estimation de la dynamique des populations / colonies ciblées par la démarche (actions de protection, restauration, sensibilisation, etc.) sera menée, selon un pas de temps adapté à chaque site et espèces. Cette analyse de la dynamique de population visera à évaluer, dans la mesure du possible et en fonction des données compilées, les bénéfices des actions sur la taille des populations nicheuses et le nombre de jeunes à l'envol.

Des métriques seront aussi mises en place pour évaluer directement l'effet des mesures sur le comportement anthropique ou la présence des espèces considérées comme invasives pouvant nuire à la bonne reproduction des oiseaux marins.

De nombreux facteurs influencent la dynamique des populations et le succès reproducteur d'une année donnée (conditions météorologiques, mais surtout disponibilité alimentaire, y compris des modifications de pratiques anthropiques comme la fermeture de décharges à ciel ouvert ou encore les évolutions des rejets de pêche en mer). Ceci rend particulièrement complexe l'isolement des effets d'actions de gestion / restauration sur cette dynamique.

4. Mesures prévues par le pétitionnaire

4.1 Mesures ERC

4.1.4 Mesures de compensation



L'évaluation des bénéfices des actions de compensation sur les populations nicheuses ciblées devra donc intégrer, de façon aussi précise que possible, les dynamiques connues des populations des espèces cibles à l'échelle d'un territoire de référence plus étendu (côte atlantique française par exemple). Dans ce cadre et afin de pouvoir se référer à des données les plus fiables possibles, l'opérateur en charge de la mise en œuvre de la mesure s'appuiera sur le réseau Oiseaux marins (RESOM), le Groupement d'intérêt scientifique Oiseaux marins (GISOM) et les référents dans ce domaine.

Les résultats de l'étude de la dynamique des populations d'oiseaux marins envisagée dans le cadre du projet (MS3) seront mis à contribution pour évaluer les effets des actions de compensation. En effet, cette étude spécifique intègre la participation financière à des opérations de baguage d'oiseaux marins (notamment de grands laridés) ainsi que des modélisations des dynamiques de populations (taux de survie des adultes).

Les paramètres utilisés pour évaluer les effets de cette mesure de compensation seront par ailleurs discutés et validés au sein du Groupement d'intérêt scientifique Eolien en mer mis en place par le maître d'ouvrage.

ETAPE N°4 – SYNTHÈSE DES ACTIONS APRES 10 ANS

A l'issue de la première phase de 10 ans, une évaluation de la mise en œuvre des plans de gestion sera effectuée. Le GIS Eolien en mer sera intégré à cette démarche d'évaluation du premier programme d'actions. Dans ce cadre, une évaluation détaillée sera menée par site d'intervention, voire pour les principales actions. Cette évaluation synthétisera l'ensemble des évolutions en lien avec les actions mises en œuvre. Elle conclura sur l'état de chaque site d'intervention à la fin de cette première phase, ainsi que sur les besoins et opportunités de poursuite d'actions sur ces sites.

Un programme d'actions sera rédigé pour une période supplémentaire de 10 ans (phase 2). La démarche sera similaire à celle mise en œuvre pour la phase 1 : détermination des sites d'intervention, des besoins, des objectifs, des actions, des plannings d'intervention. Ce second programme d'actions sera dimensionné en fonction des résultats de l'évaluation du premier programme d'actions. Il ciblera les sites apportant la meilleure cohérence d'ensemble et les plus-values les plus importantes.

Les sites et les cibles pourront évoluer entre les deux périodes de 10 ans.

Le budget de la phase 2 sera adapté aux besoins mis en évidence. Dans le cadre du présent engagement, un budget correspondant à un fonctionnement en routine du réseau de sites est prévu. Il est en effet pressenti que la majorité sinon la totalité des interventions lourdes auront pu être menées lors de la phase 1.

Responsable de la mise en œuvre	Structures délégataires du maître d'ouvrage : associations naturalistes, gestionnaires d'espaces naturels, bureaux d'études. Trois compétences principales sont nécessaires pour assurer la mise en œuvre de cette action : <ul style="list-style-type: none">• Des compétences naturalistes et biologiques y compris dans le domaine de la gestion des espaces naturels ;• Des compétences en animation et communication ;• Une bonne connaissance des territoires concernés.	Partenaires techniques pressentis	PERSICOPE, CELRL, AAMP, DREAL, régions Pays de la Loire et Bretagne, départements, collectivités, propriétaires privés, associations locales. GIS Eolien en mer (mis en place dans le cadre du projet) pour le suivi technique de la démarche et des résultats
--	---	--	---

<p>Phases d'intervention</p>	<p>Etape préparatoire (état des connaissances / rédaction de plan de gestion). La mission sera lancée 1 an avant le début de la construction, en parallèle à l'état de référence, pour effectuer le diagnostic et rédiger le plan de gestion. L'objectif est qu'à la fin de la construction, les plans de gestion soient rédigés, y compris les aspects « pilotage / animation » (à envisager sur du long terme).</p> <p>Période anticipée (phase de construction) : 2018 à 2020</p> <p>Premier plan de gestion : 10 ans à compter du lancement des opérations de construction</p> <p>Second plan de gestion : 10 ans à compter de la fin de la période précédente</p>		
<p>Secteurs concernés</p>	<p>Colonies d'oiseaux marins de l'aire d'étude éloignée (goélands, Océanite tempête, cormorans...)</p>	<p>Estimation des coûts (€ HT)</p>	<p>Budget total de 2 300 000 € sur 20 ans.</p> <p>Phase 1 (10 ans)</p> <p>Budget de de 1 500 000 € (moyens répartis entre budget de fonctionnement et budget d'investissement (matériel, actions précises de type dératissage, etc.)).</p> <p>Représente globalement 2 temps pleins chargés, l'acquisition et l'entretien du matériel (y compris moyens nautiques) et des interventions ponctuelles (exemple : dératissage).</p> <p>Pour information, le budget prévu pour cette démarche est identique sur le parc éolien de Saint-Nazaire (mesure MR10).</p> <p>Phase 2 (10 ans)</p> <p>Budget pressenti de 800 000 €. Correspond à un fonctionnement en routine, sans investissement notable. L'évaluation financière de la seconde phase sera réalisée de manière précise suite à l'évaluation de la première phase.</p>
<p>Modalités de suivi de la mesure et de ses effets</p>			
<p>Indicateurs de mise en œuvre</p>	<p>Fourniture du rapport de mission d'état des connaissances (2018 à 2020)</p> <p>Fourniture des plans de gestion de chaque site suivis (2020)</p> <p>Rapport annuel d'interventions / actions sur chaque site ciblé</p>	<p>Indicateurs de résultats</p>	<p>Bilans des recensements annuels du nombre de couples et succès reproducteur sur les sites / colonies ciblées (évolution).</p> <p>Lien direct avec les résultats de la mesure d'étude des dynamiques de populations (voir SE 2bis)</p>

4. Mesures prévues par le pétitionnaire

4.1 Mesures ERC

4.1.4 Mesures de compensation



Fiche n°	MC 6	Catégorie de mesure	Compensation	Composante	Avifaune (chiroptères, mammifères marins)
Mettre en place des actions de gestion et restauration écologique de milieux favorables à la reproduction, au stationnement et à l'alimentation d'oiseaux côtiers et migrateurs (marais, zones humides arrière-littorales) et aux chiroptères.					
Contexte et objectifs de la mesure					
<p>Outre plusieurs espèces d'oiseaux marins, le projet de parc éolien en mer des îles d'Yeu et de Noirmoutier présente des impacts résiduels limités mais non nuls sur plusieurs autres espèces d'oiseaux. Ces impacts concernent, d'une part, plusieurs espèces d'oiseaux côtiers (Mouette mélanocéphale, Sterne caugek et Sterne pierregarin, trois espèces nicheuses sur l'île de Noirmoutier et dans les marais littoraux proches). D'autres part, des impacts sont également pressentis sur plusieurs espèces d'oiseaux littoraux migrateurs qui fréquentent les zones humides de l'ouest de la France, entre autres le complexe île de Noirmoutier / baie de Bourgneuf / marais breton (halte migratoire, repos, alimentation). Les impacts résiduels ont notamment été jugés faibles à moyens sur la Barge à queue noire, espèce menacée à l'échelle mondiale, dont des individus traversent régulièrement le golfe de Gascogne en période de migration et pour laquelle le complexe marais breton / île de Noirmoutier et les zones humides du nord du golfe de Gascogne jouent un rôle important.</p> <p>Pour ces espèces, les impacts du projet concernent essentiellement des phénomènes de surmortalité par collision (0 à 1, voire 2 cas de collision par an selon les modélisations effectuées) ainsi que de perturbations des oiseaux en transit (effet barrière).</p> <p>L'objectif de cette mesure est de mettre en œuvre des actions favorables à l'amélioration des conditions d'accueil des oiseaux en phase de reproduction, en halte migratoire ou en hivernage, dans le secteur de l'île de Noirmoutier et du Marais breton, voire au-delà. Il s'agit d'une mesure qui permettra de toucher en même temps toutes les espèces pour lesquels un impact résiduel limité mais non nul a été identifié. Cette mesure s'attache à accroître, au niveau des zones d'intervention, les capacités d'accueil d'oiseaux nicheurs, d'oiseaux en repos ainsi qu'en alimentation.</p> <p>Les actions cibleront en priorité, mais pas nécessairement de façon exclusive, des milieux localisés dans le bassin versant des zones marines côtières proches du parc éolien (île de Noirmoutier et marais breton notamment).</p> <p>Dans un cadre général, il est complexe de mettre en œuvre des mesures de compensation en mer (forte mobilité des oiseaux, effets en cascade à l'échelle des réseaux trophiques mal maîtrisés, multiplicité des usages et complexité d'intervention en milieu marin). A contrario, les interventions en domaine littoral et arrière-littoral sont nettement plus simples techniquement. La restauration de fonctionnalités écologiques optimales de milieux arrière-littoraux bénéficiera à la fois aux espèces fréquentant ces zones (alimentation, halte migratoire) mais également, par effet indirect, aux espèces fréquentant le domaine marin côtier.</p> <p>Toutes les mesures d'amélioration de la qualité des milieux contribuent en effet directement à la qualité des eaux alimentant le secteur côtier (réduction des apports en micro-polluants notamment). Ces actions de restauration et gestion écologique des milieux arrière-littoraux bénéficient donc indirectement aux cortèges d'espèces marines côtières (ensemble de la chaîne trophique, depuis les micro-organismes jusqu'aux prédateurs supérieurs, dont oiseaux et mammifères marins), mais aussi à tout un cortège d'espèces terrestres ou semi-terrestres (chiroptères, poissons amphihalins, mammifères amphibies, amphibiens...) qui contribuent au bon état général de l'environnement.</p> <p>S'agissant de mesures d'orientation de gestion et de restauration de zones humides, les bénéfices attendus concernent toutes les périodes de l'année.</p>					

Description de la mesure

IDENTIFICATION DES SITES D'INTERVENTION – 2018/2020

Cette étape consiste en la réalisation d'un état des connaissances concernant les sites de reproduction, d'alimentation et de repos favorables aux espèces cibles sur l'île de Noirmoutier, dans le marais breton et en baie de Bourgneuf, notamment afin de préciser les secteurs non visés par d'autres actions ou démarches (réserves naturelles) et dans lesquels des interventions de gestion seraient les plus pertinentes en termes de moyens et de résultats.

Sur les sites où des interventions pourraient être envisagées, les informations suivantes seront compilées (liste indicative) afin de permettre au Consortium, dans un second temps, de retenir certaines zones d'intervention :

- Localisation, statuts fonciers et administratifs des secteurs visés ;
- Espèces concernées, effectifs lors des derniers recensements (si disponibles) et évolution ;
- Menaces / pressions identifiées ou possibilités d'amélioration des conditions d'accueil pour les oiseaux ;
- Leviers d'actions ;
- Identification des structures, collectivités et/ou associations intervenant dans le secteur.

INTERVENTIONS DE RESTAURATION / GESTION ET SUIVI A LONG TERME (PHASE 1)

Suite au premier travail d'identification des besoins et possibilités d'intervention, un panel d'actions sera précisé pour les secteurs d'intervention retenus, pour une durée initiale de 10 ans.

L'intégration des propriétaires, gestionnaires et utilisateurs des sites est fondamental dans cette démarche (exemple : associations d'usagers, exploitants, collectivités, Conservatoire du littoral, etc.). Cette démarche territoriale impliquant les acteurs locaux permettra d'engager des actions efficaces sur le (très) long terme.

Les mesures / actions possibles pour les îles peuvent être (liste indicative, non exhaustive) :

- Acquisition foncière de sites pour mise en gestion conservatoire ;
- Actions de restauration / gestion des milieux (par exemple amélioration des conditions d'accueil des oiseaux nicheurs visés par la mesure par la création d'îlots en marais salé, favorables aux sternes et aux mouettes) ;
- Opérations de restauration / gestion des ouvrages hydrauliques (par exemple, gestion des niveaux d'eau favorables aux limicoles, création de nouvelles zones de halte migratoire ou amélioration des zones existantes) ;
- Actions de sensibilisation des populations locales, des collectivités, des touristes.

En dehors des éventuelles acquisitions foncières, les actions seront définies au sein d'un document de type « plan de gestion ». Le ou les sites d'intervention retenus feront l'objet de mesures de suivis (fréquentation par les oiseaux mais également évolution des potentialités d'accueil des milieux).

A l'issue de la mise en œuvre du premier plan de gestion de 10 ans, une évaluation des actions et de leurs résultats sera effectuée. Un nouveau plan de gestion sera reconduit pour une période supplémentaire de 10 ans. Les sites ciblés pourront évoluer entre les deux périodes de 10 ans.

POURSUITE DE LA DEMARCHE (PHASE 2)

A l'issue de la première phase de 10 ans, une évaluation de la mise en œuvre du programme d'actions sera effectuée. Le GIS Eolien en mer sera intégré à cette démarche d'évaluation du premier programme d'actions. Cette évaluation synthétisera l'ensemble des évolutions en lien avec les actions mises en œuvre. Elle conclura sur l'état de chaque site d'intervention à la fin de cette première phase, ainsi que sur les besoins et opportunités de poursuite d'actions sur ces sites.

Un programme d'actions sera rédigé pour une période supplémentaire de 10 ans (phase 2). La démarche sera similaire à celle mise en œuvre pour la phase 1 : détermination des sites d'intervention, des besoins, des objectifs, des actions, des plannings d'intervention. Ce second programme d'actions sera dimensionné en fonction des résultats de l'évaluation du premier programme d'actions. Il ciblera les sites apportant la meilleure cohérence d'ensemble et les plus-values les plus importantes.

Les sites et les cibles pourront évoluer entre les deux périodes de 10 ans.

4. Mesures prévues par le pétitionnaire

4.1 Mesures ERC

4.1.4 Mesures de compensation



Responsable de la mise en œuvre	Associations naturalistes, gestionnaires d'espaces naturels, CELRL et/ou CEN (par délégation du Consortium)	Partenaires techniques pressentis	Collectivités, propriétaires privés, associations d'usagers, exploitants agricoles
Phases d'intervention	<p><u>Étape préparatoire</u> (identification des secteurs d'intervention) : la mission sera lancée 1 an avant début de construction / en parallèle à l'état de référence pour diagnostic et rédaction du programme d'actions. Période anticipée : 2018 à 2020</p> <p><u>Premier programme d'actions</u> : 10 ans à compter du lancement des opérations de construction</p> <p><u>Second programme d'actions</u> : 10 ans à compter de la fin de la période précédente</p>		
Secteurs concernés	Complexe marais breton / île de Noirmoutier principalement. Autres zones humides littorales en fonction des opportunités.	Estimation des coûts (€ HT)	Budget de 1 000 000 € sur 20 ans. Phase 1 (10 ans) : 500 000 € Phase 2 (10 ans) : 500 000 €
Modalités de suivi de la mesure et de ses effets			
Indicateurs de mise en œuvre	Nombre, localisation et surfaces des sites en gestion (information régulière des services de l'Etat)	Indicateurs de résultats	Nombre d'oiseaux nicheurs et présence des espèces visées Évolution des stationnements migratoires et hivernage (richesse et diversité spécifique, importance des reposoirs)

Fiche n°	MC 7	Catégorie de mesure	Compensation	Composante	Pêche professionnelle
Indemniser la filière pêche concernée en raison des périodes d'interdiction de pêche au sein du parc en phase de construction					
Objectif de la mesure					
<p>La mesure consiste à compenser l'impact du chantier sur l'activité de pêche professionnelle, en réponse à la perte potentielle de richesse estimée dans une analyse socio-économique spécifique à l'activité de pêche établie par le RICEP.</p> <p>Pour rappel, le maître d'ouvrage a considéré pour l'évaluation des impacts sur l'activité de pêche professionnelle que le périmètre des travaux (c'est-à-dire la Zone de Délimitation du parc, ainsi qu'une zone tampon de 0,5 NM autour) serait interdit à la navigation et à la pêche pendant toute la durée de la phase de construction, c'est-à-dire 22 mois (donc hors aléas météorologiques).</p> <p>Les dispositions particulières qui seront recommandées en Grande Commission Nautique, quelques mois avant le démarrage de la phase de construction, permettront le cas échéant de proposer la réglementation eu égard à un possible séquençage des travaux qui pourrait réduire les périodes et espaces d'interdiction de pêche.</p> <p>Il reviendra cependant au Préfet maritime de l'Atlantique de définir, par arrêté, les restrictions d'usages qui s'appliqueront pour la pêche professionnelle dans et à proximité immédiate de la zone d'implantation du parc éolien durant les travaux.</p> <p>Le montant de la mesure affiché ci-dessous n'est pas définitif à ce jour et dépendra notamment des résultats de l'Etat 0 avant travaux et de la décision qui sera prise in fine par la Préfecture Maritime.</p>					
Description de la mesure					
<p>Le maître d'ouvrage s'engage sur une compensation des armements de pêche et de la filière « pêche » impactée après démonstration de la perte de chiffre d'affaires des sociétés concernées. Un schéma de compensation sera mis en place afin de préciser notamment le montant de la compensation de l'impact avéré du projet.</p> <p>En l'état, le montant estimé de la compensation est issu d'une analyse socio-économique établie par le RICEP. Il est égal à la perte potentielle de richesse estimée sur la base des données de fréquentation les plus récentes disponibles au sein du COREPEM des Pays de la Loire (datées de 2010 – 2011).</p> <p>La méthode et les limites de cette étude sont détaillées dans la partie « Présentation des méthodes utilisées et des difficultés rencontrées ».</p> <p>Dans la continuité des travaux menés, une poursuite des échanges entre le COREPEM des Pays de la Loire et le maître d'ouvrage sera nécessaire pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Réaliser un état zéro de l'activité de pêche avant la construction du parc éolien qui intégrera les variabilités interannuelles pour respecter les spécificités de cette activité ; ▶ Etablir un schéma de compensation et un montant de compensation basé sur un impact avéré. 					
Responsable de la mise en œuvre	Maître d'ouvrage	Partenaires techniques pressentis	COREPEM des Pays de la Loire		
Phases d'intervention	Construction et démantèlement				
Secteurs concernés	Zone de travaux	Estimation des coûts (€/ année d'interdiction sur toute la zone de travaux considérée)	1 500 000 (montant estimé sur 12 mois de travaux de construction)		
Modalités de suivi de la mesure et de ses effets					
Un contrôle de l'efficacité de la mesure intégré à un suivi socio-économique de l'activité de pêche sera mis en place selon un protocole à définir avec le COREPEM des Pays de la Loire (Suivi efficacité : SE 15)					
Indicateurs de mise en œuvre	A définir avec le COREPEM	Indicateurs de résultats	Résultat des suivis SE 15		

4. Mesures prévues par le pétitionnaire

4.1 Mesures ERC

4.1.5 Suivi de l'efficacité (SE) des mesures



4.1.5 Suivi de l'efficacité (SE) des mesures

Les mesures de suivis contribuent à suivre l'efficacité d'une mesure d'évitement, de réduction ou de compensation définies précédemment.

4.1.5.1 Présentation des suivis de l'efficacité des mesures

Tableau 87 : Présentation des suivis de l'efficacité des mesures ERC

Suivi n°	Composantes concernées	Description du suivi de l'efficacité des mesures	Mesure intégrant les modalités de suivi de l'efficacité	Coût global en € HT
SE 1	Avifaune Mammifères marins, tortues marines	Suivis aériens à long terme des oiseaux et de la mégafaune marine et évaluation des impacts réels des phases du projet (construction, exploitation)	ME6 MR1, MR4, MR9, MR9bis, MR10, MR11	3 000 000 pour 10 années de suivi
SE 2	Avifaune	Suivi télémétrique d'oiseaux marins (Goélands marin, brun et argenté, Puffin des Baléares) susceptibles d'utiliser la zone du parc éolien, et modélisation de leurs habitats préférentiels.	MR1, MR4	392 000
SE 2bis	Avifaune	Analyse de la dynamique des populations d'oiseaux marins nicheurs Contribution aux programmes de suivis des goélands nicheurs (bagueage)	MC5	200 000
SE 3	Avifaune	Etude des déplacements d'oiseaux et hauteurs de vol par radar	MR4	400 000 sur 2 ans
SE 4	Mammifères marins, tortues marines	Suivi acoustique des mammifères marins avant et pendant la construction, pendant l'exploitation et durant le démantèlement	MR9, MR9bis	1 000 000 pour les 10 années de suivi
SE 5	Chiroptères	Etude des activités de chauves-souris en vol au sein du parc éolien en phase d'exploitation	MR5	200 000 pour les 5 années de suivi
SE 6	Populations benthiques	Suivi des biocénoses benthiques	ME1, ME6, ME7 MR1	550 000
SE 7	Pêche professionnelle Navigation et sécurité maritime	Suivi géophysique de l'enrochement des câbles (suivi bathymétrique)	ME7	2 000 000
SE 8	Ressources halieutiques	Suivi de la ressource halieutique	ME1, ME6 MR6	120 000
SE 9	Habitats et biocénoses benthiques Ressources halieutiques Mammifères marins	Suivi de la modification des champs électromagnétiques et de la température émise par les câbles	ME7	
SE 10	Habitats et biocénoses benthiques Ressources halieutiques	Evaluation de l'effet récif	ME7	
SE 11	Navigation et sécurité en mer	Suivi de l'accidentologie	MR1, MR3, MR4, MR13, MR15	10 000

4. Mesures prévues par le pétitionnaire

4.1 Mesures ERC

4.1.5 Suivi de l'efficacité (SE) des mesures

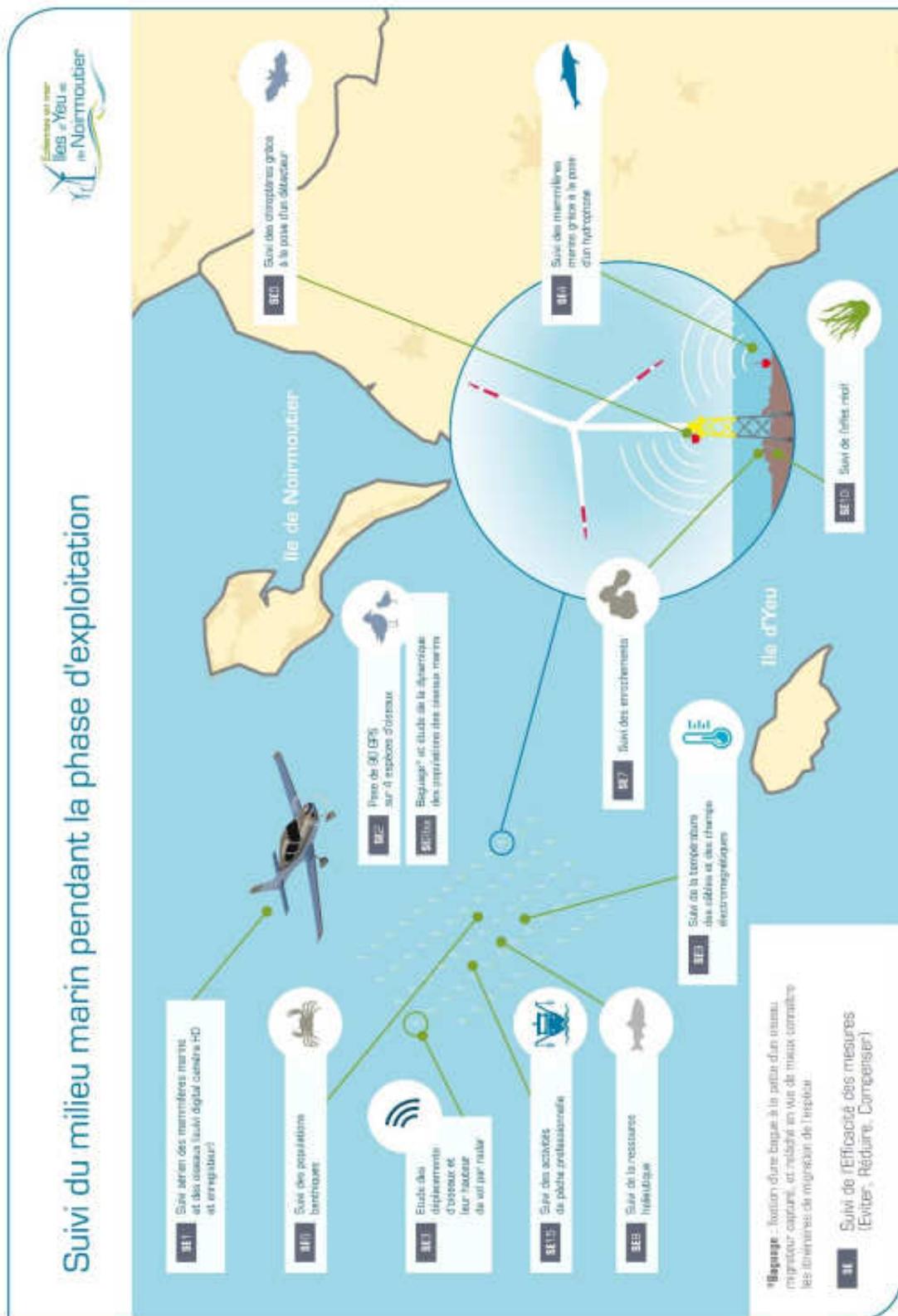
Suivi n°	Composantes concernées	Description du suivi de l'efficacité des mesures	Mesure intégrant les modalités de suivi de l'efficacité	Coût global en € HT
SE 12	Servitudes Moyens de surveillance, de navigation, de communication, de détresse et balisage	Suivi de l'efficacité des mesures visant à réduire et compenser l'impact sur la surveillance de la navigation	MR12, MR14, MC1 et MC2	150 000
SE 13	Servitudes Moyens de surveillance, de navigation, de communication, de détresse et balisage	Suivi de l'efficacité de la compensation de l'impact sur les communications VHF	MC 3	100 000
SE 14	Servitudes Moyens de surveillance, de navigation, de communication, de détresse et balisage	Suivi de l'efficacité de la compensation de l'impact sur les Etablissements de Signalisation Maritime	MC 4	10 000
SE 15	Socio-économique spécifique à la pêche	Suivi socio-économique de l'impact sur l'activité de pêche professionnelle	MR6 MC 7 MC 8	390 000
TOTAL				9 522 000

4. Mesures prévues par le pétitionnaire

4.1 Mesures ERC

4.1.5 Suivi de l'efficacité (SE) des mesures

Figure 73 : Présentation des suivis dédiés au milieu marin



Source : EMYN, 2017

4.1.5.2 Fiches descriptives des suivis de l'efficacité des mesures

Fiche n°	SEI	Catégorie de mesure	Suivi de l'efficacité des mesures	Composante	Avifaune Mammifères marins
Suivis aériens à long terme des oiseaux et de la mégafaune marine et évaluation des impacts réels des phases du projet (construction, exploitation)					
Contexte et objectifs de la mesure					
<p>Cette mesure vise à suivre la distribution et les densités des oiseaux marins (et autres groupes de mégafaune marine) au niveau de la zone du parc éolien ainsi qu'au sein d'une zone de prospection élargie (aire d'étude éloignée) pendant l'ensemble des phases du projet : avant construction (état de référence), pendant la construction, pendant l'exploitation et pendant le démantèlement.</p> <p>Afin de pouvoir permettre une comparaison optimale des jeux de données, un protocole standard de collecte et de traitement de données sera recherché pour la durée du suivi. Des évolutions méthodologiques demeurent cependant possibles ; le cas échéant, des ajustements de protocole pourraient être envisagés dans le respect des objectifs de suivi.</p> <p>L'un des principaux objectifs de ce suivi à long terme sera d'évaluer les impacts réels du projet en phase de construction et d'exploitation. L'effet « déplacement » sera particulièrement visé (localisation et densités des oiseaux posés ou en activité). Le protocole de suivi proposé permettra également d'appréhender les effets barrière par une analyse spécifique des oiseaux en vol.</p> <p>Le protocole de suivi proposé relèvera d'un protocole de type BACI (« Before – After Control Impact ») visant à suivre à long terme les effets d'un aménagement en comparant les situations avant et après réalisation du projet au sein de la zone d'influence ainsi qu'au niveau de zones a priori non concernées par les effets du projet.</p>					
Description de la mesure					
<u>Cadre général et justification du protocole proposé</u>					
<p>Jusqu'à alors, les suivis des oiseaux et de la mégafaune marine ont principalement été réalisés, en France, par mise en œuvre de suivis visuels en mer à partir de bateau et/ou d'avion. Ce sont ces protocoles qui ont été mis en œuvre dans le cadre de l'état initial de la présente étude. Bien que relativement souples et complètes, ces méthodes présentent des biais et limites importants (capacités de détection, éblouissement, biais liés aux observateurs notamment).</p> <p>Le suivi à long terme d'un parc éolien en mer nécessite de prendre en considération des notions importantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • La reproductibilité dans le temps et dans l'espace des protocoles (nécessaire pour la comparaison des jeux de données et l'analyse selon la méthode BACI) ; • La nécessité de mettre en œuvre les suivis selon un échéancier prédéfini et, ce, même en périodes météorologiques défavorables (créneaux météorologiques acceptables peu nombreux et courts) ; • La nécessité de couvrir des aires d'étude vastes s'étendant sur quelques dizaines de kilomètres autour du parc éolien afin d'évaluer les évolutions des populations et activités d'oiseaux dans l'aire d'influence du projet mais également au niveau de zones a priori non concernées par des impacts (protocole BACI) ; • La réduction des biais d'inventaire inhérents aux observations en mer : temps d'observation court, phénomènes d'éblouissement, mouvements du bateau et des vagues rendant délicates l'observation, etc. <p>Deux aspects fondamentaux régissent également les protocoles de suivi des parcs éoliens en mer :</p> <ul style="list-style-type: none"> • La hauteur de survol des parcs éoliens en exploitation, bien que non décidée à ce stade en France, sera nettement supérieure aux hauteurs de vol permettant des expertises visuelles par avion. Pour comparaison, les survols de parcs éoliens en mer sont interdits à moins de 400 m en Allemagne et au Royaume-Uni ; • Les notions de sécurité et la volonté de limiter le nombre de personnel présent en mer et la durée de présence en mer. 					

4. Mesures prévues par le pétitionnaire

4.1 Mesures ERC

4.1.5 Suivi de l'efficacité (SE) des mesures



Au Royaume-Uni, en Allemagne et au Danemark la totalité des suivis de parcs éoliens en exploitation ainsi qu'une proportion très élevée des études initiales sont réalisées par des techniques de suivi aérien digital. Ce type de suivis est également de plus en plus utilisé dans d'autres pays du monde (notamment Etats-Unis d'Amérique) ainsi que pour d'autres types de suivis (étude de sites Natura 2000).

Il existe deux types de suivis aériens digitaux : les suivis photographiques et les suivis vidéos. La différence fondamentale entre les deux est le nombre de prises de vue, les suivis vidéos offrant des séquences d'enregistrement permettant d'observer un même objet (oiseau ou autre) sur une dizaine d'images, fiabilisant les identifications, la détection des objets et permettant d'étudier les comportements. Tous les suivis digitaux s'appuient sur des optiques de très haute définition (netteté généralement de l'ordre de 2 cm).

Les suivis aériens digitaux sont réalisés à une altitude importante (entre 450 et 550 m selon les prestataires) à des vitesses de vol de l'ordre de 220 km/h.

Les suivis aériens digitaux n'impliquent pas la présence d'observateurs en mer, seuls un pilote et un copilote, formés spécifique à la collecte de données digitales en mer, assurent la réalisation du vol et les enregistrements des images. Les analyses des images, détermination d'espèces, collecte d'autres informations et traitements des données sont réalisés *a posteriori*, au bureau. Les suivis digitaux permettent de s'appuyer sur la permanence des enregistrements pour analyser de façon précise et fiable les images collectées.

Les suivis digitaux sont reconnus comme très efficaces et très qualitatifs par de nombreux chercheurs, universités et associations de référence au Royaume-Uni et Allemagne notamment (voir notamment Buckland et al., 2012 ; Thaxter et al., 2016 ; Johnston & Cook, 2016 ; Mendel et al., *in press*).

Même si les suivis aériens digitaux ne sont pas tous comparables en termes de qualité et biais d'inventaire, la technologie actuelle permet d'ores et déjà de s'appuyer sur des outils très performants permettant de :

- couvrir des aires d'étude importantes rapidement ;
- respecter une régularité de sorties en mer (créneau nécessaire plus court qu'en avion visuel et, surtout qu'en bateau – possibilité de sortir jusqu'à 5 voire 6 Beaufort, un maximum de 4 Beaufort étant recommandé) ;
- limiter les biais d'observation (vision en surplomb, traitements spécifiques de l'éblouissement pour une technologie, pas de perte de détection en fonction de la distance à l'avion) ;
- limiter voire supprimer les phénomènes de perturbations des oiseaux (hauteurs de vol importantes) ;
- fiabiliser les déterminations d'espèces et la collecte d'informations sur les comportements et activités ;
- obtenir des informations de hauteurs de vol plus précises que par observations visuelles (notamment les suivis vidéo HD – voir Thaxter et al., 2016 ; Johnston & Cook, 2016) ;
- disposer de jeux de données pouvant être réexploités *a posteriori* pour des analyses complémentaires ou vérifications.

Les suivis aériens digitaux, notamment vidéo, sont par ailleurs très performants pour la détection et la détermination de la mégafaune marine (mammifères marins, requins, tortues) y compris sous l'eau.

Pour l'ensemble de ces raisons, le maître d'ouvrage propose pour les suivis à long terme de l'avifaune et de la mégafaune marine de recourir à des suivis aériens digitaux en lieu et place des suivis classiquement par bateau et avion (suivis visuels). Le matériel qui sera utilisé n'est pas figé à ce jour. En effet, plusieurs dispositifs existent et des programmes de R&D et d'améliorations technologiques sont en cours.

Protocole de terrain : acquisition des données

L'acquisition des données sera réalisée depuis un avion spécialement équipé pour la collecte de photographies ou vidéos haute définition en mer (selon le prestataire retenu). Une largeur réelle de suivi de 500 m de large sera attendue (250 m de part et d'autre de l'avion).

La zone expertisée sera calée en concertation avec les services de l'Etat et le Groupe d'intérêt scientifique Eolien en mer.

Dans le respect du budget alloué, les transects de suivi couvriront une zone écologiquement cohérente autour de la zone du parc éolien, sur une distance suffisante pour être en mesure de détecter d'éventuels changements ou impacts induits par le parc éolien. Une cohérence avec les aires d'étude suivies dans le cadre de l'état initial sera recherchée. Il est préconisé de reprendre les transects définis dans l'étude initiale pour les suivis à long terme (grille de transects parallèles distants de 2 milles nautiques).

A l'échelle de l'aire d'étude retenue, les zones échantillonnées (= zones d'enregistrement photo ou vidéo) devront couvrir *a minima* 10 % de la superficie et tendre vers 15% de couverture effective afin de fiabiliser les analyses cartographiques et traitements statistiques ultérieurs.

Les survols seront lancés, de préférence, tôt en matinée et devront scrupuleusement respecter les recommandations météorologiques suivantes : vent de 5 Beaufort maximum, pas de pluie, pas de brouillard étendu. Bien que les suivis digitaux permettent de travailler dans des conditions moins favorables que les suivis visuels (préconisations de 2 à 3 Beaufort maximum), le temps de traitement des données est augmenté lorsque l'état de la mer est perturbé (nombreux moutons notamment). Concernant le brouillard, dès lors que les conditions de sécurité de vol sont réunies, il est possible de sortir même si de petites poches de brouillard sont présentes.

Les enregistrements (images / vidéos) seront sauvegardés en double dans l'avion (lors du survol). L'analyse des données est réalisée ultérieurement.

Planning des expertises

Lors de chaque année de suivi, 12 sessions d'inventaire en mer sont prévues. Elles seront réparties régulièrement au cours de l'année : une sortie par mois, lors de chaque première quinzaine du mois. Sauf conditions météorologiques particulièrement défavorables ou autres raisons indépendantes de la volonté du prestataire, un délai minimum de 20 jours et un délai maximum de 40 jours seront respectés entre deux sessions de collecte de données en mer.

Traitements des données

Le traitement des enregistrements est réalisé *a posteriori* de l'acquisition des données en mer.

Généralement, deux processus différents sont mis en œuvre :

- une phase de localisation des objets (oiseaux, mammifères marins, requins, autres poissons, tortues, pollution, autre) qui s'appuie sur la localisation de chaque objet dans un logiciel dédié, l'attribution d'un identifiant unique et la compilation des premières informations générales ;
- une seconde phase de détermination de l'espèce et de collecte d'informations précises (largeur, longueur, vitesse de vol, comportement, etc.).

Les technologies actuelles les plus performantes s'appuient sur des logiciels d'aide au traitement des données, qui facilitent, fiabilisent et automatisent une partie des collectes d'informations.

L'analyse des données devra respecter un processus de double vérification des enregistrements : un échantillon de 20% des images / vidéos traitées par un opérateur sera retraité par un second opérateur. Une marge d'erreur maximale de 5% sera recherchée. Ce faisant, un très haut niveau de qualité et de fiabilité sera atteint.

La phase de traitement des données aboutira à une base de données complète et géoréférencée indiquant, pour chaque oiseau, mammifères marins ou autre animal localisé :

- sa position géographique exacte au moment de l'observation ;
- l'espèce ;
- son âge ou d'autres spécificités morphologiques (largeur, longueur, plumage, etc.) ;
- son comportement (pour les oiseaux : posé, vol, en alimentation) ;
- si oiseau en vol, sa direction.

Remarque : la vitesse de vol et la hauteur de vol peuvent être obtenues à partir du traitement automatisé de plusieurs images d'un même oiseau en vol (uniquement pour la technologie vidéo HD).

Remarque : une copie des séquences d'enregistrement avec un ou plusieurs objets (oiseaux, mammifères marins) sera conservée pendant la durée d'exploitation du parc éolien, pour envisager des analyses complémentaires ultérieures et/ou pour alimenter des programmes d'améliorations des connaissances.

Analyse des données collectées

A partir de la base de données, des traitements cartographiques et analyses statistiques pourront être menés pour certaines espèces et/ou certaines périodes (en fonction des objectifs recherchés).

Dans tous les cas, les traitements suivants seront *a minima* réalisés :

- calcul de la densité d'oiseaux posés au niveau des zones de suivis (transects) pour les principales espèces à enjeu et lors de leur période de présence : Guillemot de Troïl, Pingouin torda, Macareux moine, Plongeon

4. Mesures prévues par le pétitionnaire

4.1 Mesures ERC

4.1.5 Suivi de l'efficacité (SE) des mesures



imrbin, Plongeon catmarin, Mouette tridactyle, Mouette pygmée (période hivernale), Océanite tempête, Puffin des Baléares (fin d'été / automne), Sterne caugek, Sterne pierregarin (printemps et été), Goélands marin, brun, argenté, Mouette mélanocéphale, Grand Labbe (toute l'année) ;

- extrapolation des densités pour les principales espèces à l'échelle de l'ensemble de l'aire d'étude couverte (méthode du krigeage) ;
- analyse comparative des densités d'oiseaux posés au niveau de la zone de projet et sa proximité (tampon de 2 km), par rapport aux autres secteurs concernés par les survols aériens ;
- analyse des activités d'oiseaux en vol, par espèce (directions de vol).

Chaque année de suivi fera l'objet d'un rapport de mission annuel présentant des cartes, tableaux de synthèse et des rédactions expliquant les principaux points marquants.

Les rapports annuels lors de la phase de construction présenteront, en complément, des analyses comparatives des densités observées pour les principales espèces lors de l'état de référence (avant-construction). Le rapport annuel concernant la dernière année de construction fournira une synthèse globale pour la phase de construction.

Les rapports annuels lors de la phase d'exploitation fourniront également des analyses comparatives avec l'état de référence (avant construction) ainsi qu'avec la phase de construction. Les rapports des années N+1, N+3, N+5, N+10 et N+20 (voir planning ci-dessous) constitueront des points d'étape.

Responsable de la mise en œuvre	Maître d'ouvrage et prestataires spécialisés en avifaune et mégafaune marine	Partenaires techniques pressentis	Bureaux d'études et structures spécialisés (exemple : Biotope / Périscope, observatoire Pelagis ou autres prestataires)
Phases envisagées	<p>Nombre de sorties envisagées par année de suivi : 12 (une session par mois)</p> <p>Nombre d'années de mise en œuvre du suivi : 10 (1 année de référence avant construction, 2 années en cours de construction), 6 années en phase d'exploitation (N = année de mise en service ; N+1 ; N+3 ; N+5 ; N+10 ; N+20), 1 année en phase de démantèlement</p> <p>Remarque : la réalisation de deux années de référence utilisant la technique retenue pour le suivi à long terme est importante afin de disposer de jeux de données permettant une analyse de type BACI.</p>		
Secteurs concernés	Zone d'étude spécifique et transects linéaires de suivi couvrant une partie de l'aire d'étude éloignée (en s'appuyant sur les transects des expertises visuelles par avion 2014/2016)	Estimation des coûts (€ HT)	<p>Estimation par année de suivi : 300 000 € HT intégrant acquisition des données, traitements des données et analyses (cartographie, rédactions)</p> <p>Budget pour les 10 années de suivi : 3 000 000 € HT</p>
Modalités de suivi de la mesure			
Indicateurs de mise en œuvre	Fourniture des rapports annuels de mission aux services de l'Etat et au GIS.	Indicateurs de résultats	Résultats des suivis et analyses (densités, actualisation des effets du parc éolien)

Fiche n°	SE 2	Catégorie de mesure	Suivi de l'efficacité des mesures	Composante	Avifaune
Suivi télémétrique d'oiseaux marins susceptibles d'utiliser la zone du parc éolien (goélands, Puffin des Baléares) et modélisation de leurs habitats préférentiels					
Objectif de la mesure					
<p>Malgré la réalisation de nombreuses études de terrain, en mer et sur terre, il reste difficile en l'état des connaissances de préciser les activités des oiseaux marins en mer, à la fois les zones préférentielles de stationnement, d'alimentation ou encore de transit.</p> <p>Dans l'évaluation des impacts du parc éolien en mer des îles d'Yeu et de Noirmoutier, une approche de précaution a donc été retenue. Pour les goélands nicheurs, il a ainsi été considéré que tous les oiseaux nicheurs des colonies situées à une distance inférieure ou égale au Foraging range (rayon de recherche alimentaire) sont susceptibles de fréquenter la zone du parc éolien et potentiellement interagir avec celui-ci. Or, la majorité des grandes colonies de ces espèces sont situées dans le Morbihan ; il serait en conséquence très important, pour affiner l'évaluation des impacts, de préciser les zones d'activités principales des oiseaux fréquentant ces colonies.</p> <p>Pour le Puffin des Baléares, deux zones de stationnement importantes sont localisées à environ 50 / 70 km de la zone de projet : la côte du sud-Vendée et l'estuaire de la Vilaine / Mor Braz. Entre ces deux zones, des sites d'importance secondaire sont également ponctuellement présents près des côtes. Par précaution, et bien que peu de Puffins des Baléares aient été observés lors des expertises en mer menées dans le cadre du projet, il a été considéré que des transits réguliers devant avoir lieu au niveau du parc éolien. Pour affiner l'évaluation des impacts réels, il conviendrait de pouvoir s'appuyer sur des suivis des activités de Puffins des Baléares en mer.</p> <p>L'objectif de cette mesure est ainsi d'identifier, par suivi GPS individuel, les zones d'activités des oiseaux susceptibles d'utiliser la zone du parc éolien et modéliser leurs habitats préférentiels. La mesure ciblera certaines espèces à enjeu localement et pour lesquelles des impacts prévisibles moyens ont été estimés. Cette mesure permettra une amélioration des connaissances sur les activités de ces espèces d'oiseaux marins à une échelle régionale (nord du golfe de Gascogne) mais également locale (zone du projet et ses abords).</p> <p>Cette mesure permettra, entre autres, de préciser la dépendance respective des oiseaux marins vis-à-vis du parc éolien et de suivre les éventuels changements de leurs habitats de recherche alimentaire en mer au cours de la construction et de l'exploitation du parc.</p> <p>Remarque : la présente mesure s'intègre dans une démarche cohérente et commune aux parcs éoliens en mer des îles d'Yeu et de Noirmoutier et de Dieppe / Le Tréport. Dans le cadre de ce programme, porté par le CEFE – CNRS de Montpellier, cinq espèces ont été retenues au regard des enjeux de conservation, de l'importance des populations présentes à proximité des parcs éoliens et des effets possibles des parcs éoliens sur ces espèces. Il s'agit du Goéland marin, du Goéland brun, du Goéland argenté, de la Mouette tridactyle et du Puffin des Baléares.</p> <p>Remarque : la démarche est portée par le CEFE-CNRS de Montpellier, laboratoire particulièrement expérimenté et reconnu en écologie spatiale des oiseaux marins (suivis électroniques des mouvements en mer et modélisation des habitats marins préférentiels). Le CEFE collaborera avec plusieurs structures d'ores et déjà investies dans des actions de suivis des oiseaux marins, y compris par télémétrie (Bretagne vivante notamment).</p>					

4. Mesures prévues par le pétitionnaire

4.1 Mesures ERC

4.1.5 Suivi de l'efficacité (SE) des mesures



Description de la mesure

Protocole et matériel

Pour le parc éolien en mer des îles d'Yeu et de Noirmoutier, les espèces ciblées par la mesure sont le Goéland marin, le Goéland brun, le Goéland argenté et le Puffin des Baléares.

Afin d'identifier les zones d'alimentation des espèces d'oiseaux marins identifiées ci-dessus et de suivre l'évolution de la fréquentation de ces zones d'alimentation après l'implantation des deux parcs éoliens offshore, la mise en place d'un suivi par GPS des mouvements en mer des espèces ciblées est proposée. En effet, ces oiseaux pélagiques se nourrissent en mer jusqu'à plusieurs dizaines de kilomètres des sites de nidification et les suivis « à vue » ne sont pas pertinents pour évaluer finement leur utilisation de l'espace (notamment zones d'alimentation et axes de déplacement). Les suivis GPS et la modélisation des habitats de nourrissage prévus représentent donc à ce jour, la méthode la plus fiable et précise pour déterminer les habitats d'alimentation des oiseaux marins dans une zone donnée.

Les appareils utilisés seront des GPS miniaturisés à panneaux solaires, dont les données enregistrées sont téléchargeables à distance. Plus précisément, seront utilisés des GPS-UHF connectés à une station de réception par signaux radios et des GPS-GSM. Ces balises seront fixées sur le dos des oiseaux à l'aide de ruban adhésif adapté (TESA® tape). Le système GPS-UHF nécessite que les oiseaux reviennent dans la zone où est installée la station de réception pour que celle-ci télécharge automatiquement les données. Il sera donc utilisé pour les oiseaux nicheurs, qui sont contraints de revenir régulièrement dans leur colonie pour couver puis nourrir et garder les poussins (Goéland marin, Goéland brun et Goéland argenté). Les Puffins de Baléares, qui sont en halte migratoire, seront accessibles uniquement en mer et l'implantation d'une station de réception en mer ne sera pas possible. Cette espèce sera donc équipée de GPS-GSM, des balises qui transmettent automatiquement les données de localisation par le réseau GSM.

La période de suivi se déroulera pendant la saison de reproduction des oiseaux (entre mai et juillet), lorsqu'ils font des allers-retours réguliers entre leur colonie et leurs zones d'alimentation et que les risques associés à l'implantation de parcs éoliens sont les plus élevés. Comme les balises GPS seront équipées de panneaux solaires, les données seront acquises sur plusieurs semaines, jusqu'à ce qu'elles se détachent naturellement des oiseaux. Pour le Puffin des Baléares, les opérations de baguage seront réalisées pendant la période de halte migratoire de juin à fin octobre.

Durée et effort d'échantillonnage

Le CEFÉ prévoit de travailler de façon simultanée entre les deux zones de parcs éoliens de Yeu/Noirmoutier et Dieppe / Le Tréport. A l'échelle des deux parcs éoliens, l'étude sera menée sur trois années : une année en cours de construction et deux années au début de la phase d'exploitation.

Pour chacune des trois années d'étude, il est envisagé de poser des balises sur au minimum 15 oiseaux de chaque espèce ciblée à l'échelle des deux projets de parcs éoliens. Pour le parc éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier, une attention particulière sera portée sur le Goéland marin et le Goéland brun (espèces à forts enjeux locaux).

Livrables :

- production des données brutes de localisations GPS, classées dans un tableur excel (sous la forme d'un fichier consolidé) et métadonnées (respectant les normes Européennes en vigueur, dans la mesure du possible, compatibles avec la norme ISO 19115)
- archivage des données GPS sur la base de données MoveBank (<https://www.movebank.org/>), une base de données qui compile et archive les données issues de suivis télémétriques.
- production de cartes géoréférencées présentant les trajets des oiseaux qui auront été équipés : il s'agit de traduire les données collectées par les GPS sous la forme de cartographies permettant une lecture directe des tracés GPS bruts. La production de ces cartes sera réalisée au format ArcGIS – ESRI (.shp et/ou .gdb, mxd) – Système de coordonnées WGS84
- analyse spatiale par la méthode des kernels : il s'agit d'estimer les fonctions de densités de probabilités de présence, pour hiérarchiser l'importance des zones utilisées par les individus. Les résultats seront retranscrits sur des cartes géoréférencées.
- analyse des phases d'activité des oiseaux : il s'agit d'analyser les tracés GPS des oiseaux de manière à en extraire les différentes phases d'activité (vol soutenu, recherche alimentaire et repos sur l'eau)

- modélisation d'habitats préférentiels : à partir des tracés GPS acquis et des caractéristiques physiques, biologiques et océanographiques de la zone d'étude (e.g. bathymétrie, température de surface de l'eau, salinité), il s'agit de prédire les habitats favorables et privilégiés par les oiseaux pour leur recherche de nourriture.

Exploitation des données produites

Les données et analyses produites permettront de mieux connaître les activités des oiseaux fréquentant les colonies (goélands) ou zones de stationnement (Puffins des Baléares). Elles pourraient permettre de préciser l'intérêt fonctionnel de la zone de parc éolien pour ces oiseaux relativement au contexte plus large du nord du golfe de Gascogne (est-ce que la zone du parc éolien est fréquentée de façon particulièrement régulière ou, au contraire, de façon secondaire par les oiseaux équipés).

Ainsi, en complément des données de suivi aérien (MS 1), cette étude pourra alimenter le suivi des effets réels du parc éolien.

Par ailleurs, l'éventuelle identification d'interaction fonctionnelle privilégiée entre certains oiseaux / colonies et la zone du parc éolien pourrait, le cas échéant, orienter la mise en œuvre des actions de compensation visant les colonies de goélands nicheurs (MC5) ou d'autres actions en lien avec l'écologie en mer des oiseaux.

Responsable de la mise en œuvre	Le maître d'ouvrage	Partenaires techniques pressentis	CEFE - CNRS Montpellier, Bretagne Vivante
Phases d'intervention	Pré-construction et exploitation		
Secteurs concernés	Zone du parc éolien dans son ensemble	Estimation des coûts (€ HT)	Environ 392 000 €
Modalités de suivi de la mesure et de ses effets			
Indicateur de mise en œuvre	Fourniture des rapports d'expertise aux services de l'Etat et au GIS Eolien en mer.	Indicateur de résultat	Résultats des suivis et analyses (activités en mer, utilisation de la zone du parc éolien, etc.)

4. Mesures prévues par le pétitionnaire

4.1 Mesures ERC

4.1.5 Suivi de l'efficacité (SE) des mesures



Fiche n°	SE 2bis	Catégorie de mesure	Suivi de l'efficacité des mesures	Thème	Avifaune
Analyse de la dynamique des populations d'oiseaux marins nicheurs Contribution aux programmes de suivis des goélands nicheurs (bagueage)					
Contexte et objectifs de la mesure					
Contexte <p>L'analyse des impacts du parc éolien fait ressortir les goélands, notamment le Goéland marin, comme les principales espèces concernées.</p> <p>Le nord du golfe de Gascogne héberge près de 50 % de la population nationale de Goélands marins et de 60 % de la population nationale de Goélands bruns. Cet ensemble représente un territoire essentiel pour la conservation de ces espèces en France. Le Morbihan est le troisième département français en nombre de couples nicheurs de Goélands marins avec 1 200 couples et le deuxième en nombre de couples nicheurs de Goélands bruns avec plus 8 000 couples. La Loire-Atlantique et la Vendée abritent des populations de moindre importance avec respectivement 70 et 50 couples de Goélands marins et environ 70 et 700 Goélands bruns.</p>					
Objectifs de la mesure <p>L'objectif de cette mesure est double :</p> <ul style="list-style-type: none">• il s'agit en premier lieu de contribuer financièrement à un programme de bagueage à long terme des oiseaux marins nicheurs (notamment goélands), initié depuis 2014 à l'échelle du nord du golfe de Gascogne (Morbihan, Loire-Atlantique et Vendée notamment) ;• dans un second temps, il s'agit de missionner la réalisation, par un laboratoire universitaire réputé en écologie fonctionnelle, d'une analyse des dynamiques de populations d'oiseaux marins en s'appuyant notamment sur les données issues du programme de bagueage précédemment cité. Cette étude relève d'une démarche d'acquisition de connaissances fondamentales sur l'écologie des espèces et la dynamique des populations. Les informations recherchées sont le taux de survie des adultes (mortalité naturelle) mais également les capacités des populations à supporter des surmortalités. <p>Les connaissances fondamentales issues des deux actions précédentes pourront être utilement mises à profit dans le suivi de la mesure compensatoire « Oiseaux marins nicheurs » (MC5), puisque les connaissances sur la dynamique des populations et les taux de survie des adultes font partie des métriques nécessaires à l'évaluation des bénéfices de cette mesure de compensation.</p> <p>Cette mesure se rattache donc, en premier lieu, à une démarche d'amélioration des connaissances qui trouve cependant, dans un second temps, une application en termes de suivi de l'efficacité d'une mesure compensatoire.</p> <p>Les principales espèces ciblées seront les Goélands marin, brun et argenté. D'autres espèces pourraient également être étudiées (Cormoran huppé...).</p>					
Description de la mesure					
Bagueage des goélands nicheurs <p>Cette action sera portée par PERISCOPE. La contribution du maître d'ouvrage est d'ordre financière, afin de contribuer à la poursuite d'un programme de bagueage des goélands nicheurs initié en 2014. Cette étude vise en priorité deux espèces : le Goéland marin et le Goéland brun.</p> <p>Mené sur plusieurs colonies principalement réparties du Mor Braz (56) à l'île d'Yeu (85), le bagueage a pour but de cerner la dispersion hivernale, la survie (adulte et juvénile) et la phylopatie. La dynamique de population et les principaux paramètres démographiques pourront être estimés grâce à la technique CMR (Capture – Marquage – Recapture) effectuée à la fois sur les jeunes et les adultes en période de reproduction. Le but est d'obtenir des données avant la mise en place et tout au long de la vie des parcs éoliens, qui pourraient engendrer une mortalité additionnelle sur les populations nicheuses des trois départements.</p>					

Le Goéland argenté est connu comme pouvant se reproduire en colonie mixte avec les deux espèces cibles de la mesure. Quelques traits comportementaux le distinguent cependant de l'écologie du Goéland marin et du Goéland brun, notamment son comportement plus côtier. L'étude de la démographie de cette population confrontée à des conditions globales de l'environnement identiques (mêmes sites de reproduction) permettra d'établir un point de comparaison supplémentaire avec les études concernant les deux autres espèces de goélands.

Figure 74 : Opérations de baguage en cours



Source : Bretagne vivante, 2017

Etude de la dynamique des populations d'oiseaux marins

Cette action sera menée par le CEFE-CNRS de Montpellier, en partenariat avec plusieurs structures.

Après compilation et synthèse des données démographiques disponibles, le CEFE-CNRS modélisera les paramètres démographiques pour les espèces ciblées. En complément, le CEFE-CNRS développera des scénarii de l'impact des mortalités additionnelles potentiellement dues aux collisions avec les éoliennes. Une première partie de l'étude consistera à modéliser la fécondité des individus à l'aide de modèles linéaires généralisés à effet aléatoires (Zuur *et al.* *Mixed effects models and extensions in ecology in R*. Springer 2009). Ces analyses viseront plus particulièrement à étudier les variations de ces fécondités avec l'âge des individus mais aussi en fonction des années. Ceci est justifié par le fait que les taux de fécondité varient en fonction de l'âge chez les espèces à longévité forte comme les oiseaux marins.

Une deuxième partie de l'étude aura pour objectif d'estimer les taux de survie des individus, là encore en fonction de l'âge, puisque la survie augmente avec l'âge chez les espèces à longue durée de vie. Pour ce faire, le CEFE-CNRS utilisera des modèles récents dits de « Capture-Marquage-Recapture Multi-événement » qui permettent d'estimer les taux de survie inter-annuels malgré le fait que tous les individus présents sur un site ne sont pas nécessairement capturés (Lebreton & Pradel, *Journal of Applied Statistics* 2002). Ces modèles permettent de tester d'éventuelles différences des taux de survie entre les sexes, selon les classes d'âge, entre les années mais aussi en fonction du statut reproducteur des individus ou de leur position dans les colonies par exemple.

Dans une troisième partie, ces paramètres de survie et de fécondité âge-dépendants seront utilisés pour développer des modèles dits « matriciels » dont l'objectif est de décrire la dynamique de la population et sa viabilité au cours du temps (Caswell *Matrix population models : construction, analysis and interpretation*. Sinauer Associates 2001). Ces modèles permettent de déterminer l'impact de la variation temporelle des paramètres démographiques mais aussi de déterminer quels sont les paramètres qui jouent le rôle le plus important pour la viabilité de ces populations. Enfin, nous utiliserons ces modèles pour prédire l'évolution des effectifs et la probabilité d'extinction de ces populations en faisant varier des taux de mortalité selon des gradients afin de déterminer quelles mortalités additionnelles paraissent soutenables pour les populations d'oiseaux marins étudiées.

Livrables :

- synthèse des opérations de baguage menées ;
- pour chaque espèce étudiée, synthèse des résultats des analyses et modélisations des taux de survie des individus et concernant la dynamique des populations ;
- synthèse des estimations de seuils de mortalité additionnelle soutenables au regard des paramètres identifiés précédemment.

4. Mesures prévues par le pétitionnaire

4.1 Mesures ERC

4.1.5 Suivi de l'efficacité (SE) des mesures



Responsable de la mise en œuvre	Maître d'ouvrage	Partenaires techniques pressentis	CEFE - CNRS Montpellier, Bretagne Vivante
Phases d'intervention	<p>Contribution financière aux opérations de baguage</p> <p>Au regard du calendrier global du projet, le maître d'ouvrage s'engage sur un financement des opérations de baguage sur une durée de 4 ans à compter de 2019.</p> <p>Etude de la dynamique des populations</p> <p>L'étude du CEFE-CNRS sur les dynamiques de populations sera mise en œuvre dans la continuité des opérations de baguage, afin de disposer d'un jeu de données conséquent. Cette étude est envisagée entre 2022 et 2024.</p>		
Secteurs concernés	Secteurs côtiers de la Vendée au Morbihan	Estimation des coûts (€ HT)	Engagement total de 200 000 € (comprenant l'analyse des dynamiques de populations et la contribution financière aux opérations de baguage)
Modalités de suivi de la mesure			
Indicateurs de mise en œuvre	Fourniture des rapports aux services de l'Etat et au GIS Eolien en mer.	Indicateurs de résultats	/

Fiche n°	SE 3	Catégorie de mesure	Suivi de l'efficacité des mesures	Thème	Avifaune
Etude des déplacements d'oiseaux et hauteurs de vol par radar					
Contexte et objectifs de la mesure					
<p>Le parc éolien en mer des îles d'Yeu et de Noirmoutier se situe à proximité d'une voie de migration importante des oiseaux : l'axe Atlantique. De nombreuses espèces suivent principalement le trait de côte et/ou présentent un flux de migration diffus en mer. Des oiseaux en migration active ont été observés lors des expertises en mer en bateau : il est probable que des oiseaux en migration active traversent la zone du parc éolien en mer.</p> <p>Les phénomènes d'évitement du parc éolien par les oiseaux en transit (macro-évitement notamment, effet « barrière ») sont relativement bien documentés pour plusieurs espèces d'oiseaux marins, suite à des études en Europe du Nord-ouest. Pour plusieurs espèces du sud de l'Europe (Puffin des Baléares notamment), ces informations sont inexistantes à l'heure actuelle.</p> <p>L'objectif de cette étude par radar est de fournir des informations sur les activités de migration et de déplacements locaux à proximité du parc éolien en phase d'exploitation. Cette étude vise à préciser les impacts réels liés à l'effet barrière. En effet, des mouvements réguliers entre la côte et le large sont réalisés par de nombreuses espèces, notamment les grands laridés. Or, il s'agit des espèces pour lesquels les impacts du parc éolien (par collision), sont jugés les plus importants. Il est en ce sens intéressant de pouvoir collecter des informations sur les comportements des oiseaux à l'approche du parc éolien (étude des phénomènes de macro-évitement). Ce type d'information est intéressant pour les phases de migration ainsi que pour des espèces pour lesquelles les phénomènes de transit en mer sont mal connus (exemple du Puffin des Baléares).</p> <p>Par ailleurs, l'acquisition de données sur les hauteurs de vol permettra d'affiner les connaissances sur les comportements en vol au sein du parc éolien.</p> <p>L'ensemble de ces informations pourront permettre d'alimenter l'évaluation théorique des risques de collision (au regard des phénomènes de macro-évitement notamment).</p>					
Description de la mesure					
<p>Généralités</p> <p>Les radars ornithologiques peuvent être généralement utilisés selon deux modes de fonctionnement :</p> <ul style="list-style-type: none"> • le mode horizontal vise à collecter des données sur des distances de quelques kilomètres autour du radar (distance de détection variable selon le modèle du radar et les paramétrages). Il permet de détecter les axes de déplacement, les zones de regroupement, les zones d'activité intenses. Il s'agit d'une étude des trajectoires de vol, qui sont obtenues par le suivi en continu d'oiseaux en déplacement. • le mode vertical permet de collecter des informations sur les hauteurs de vol à l'aplomb du radar. Les hauteurs de détection sont variables selon le modèle du radar et les paramétrages. <p>Les images page suivante fournissent des illustrations des données brutes collectées par le radar.</p> <p>Ces images sont par la suite exploitées pour retranscrire des trajectoires géolocalisées (cartes) ainsi que des synthèses sur les hauteurs de vol, en fonction de la période de la journée, du mois, de la saison, etc.</p> <p>Remarque importante - Certains échos radar sont caractéristiques d'espèces particulières (formations en vol notamment). Pour la majorité des espèces, il n'est cependant pas possible de déterminer avec certitude l'espèce d'oiseau contactée à partir des images radar.</p> <p>Protocole et matériel</p> <p>Dans le cadre de la mesure proposée, il est prévu l'installation de deux radars, en deux emplacements différents de la zone du parc éolien.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Un radar en mode horizontal positionné à l'extrémité nord du parc éolien, sur la plateforme de travail de l'éolienne : ce radar suivra les mouvements d'oiseaux provenant de l'est, du nord et du nord-ouest du parc éolien. Il permettra de collecter des informations sur les comportements des oiseaux lors de la migration 					

4. Mesures prévues par le pétitionnaire

4.1 Mesures ERC

4.1.5 Suivi de l'efficacité (SE) des mesures

postnuptiale (période principale localement) mais également pour les déplacements locaux des oiseaux marins, y compris depuis et vers l'île de Noirmoutier.

- Un radar en mode vertical positionné sur le poste électrique en mer. Ce radar collectera des informations sur les hauteurs de vol des oiseaux au milieu du parc éolien.

Les caractéristiques et paramètres des radars seront adaptés aux objectifs de l'étude. Pour le radar en mode horizontal, la sensibilité aux bruits de mer sera prise en compte (radar de type Band X proscrit).

Figure 75 : Exemple de capture d'image radar en mode horizontal : les points verts indiquent des contacts d'objets (ici des échos d'oiseaux) qui permettent d'identifier des trajectoires de vol.

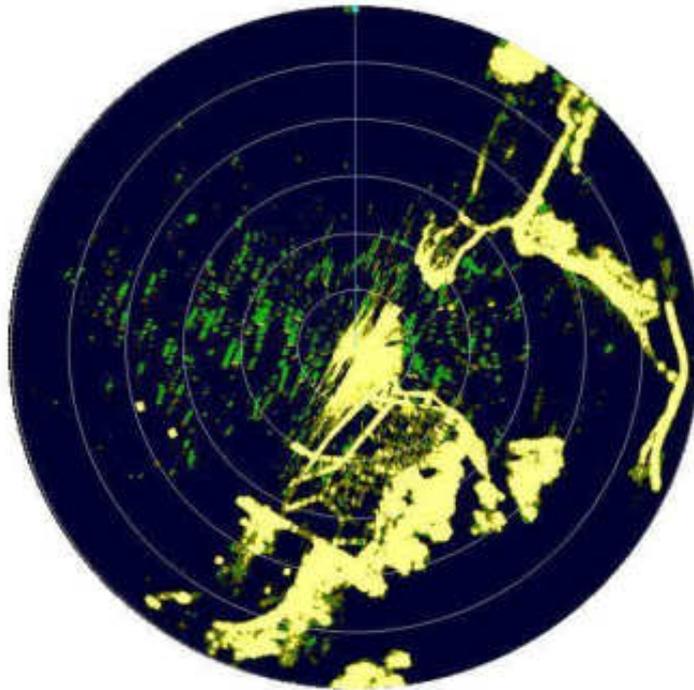
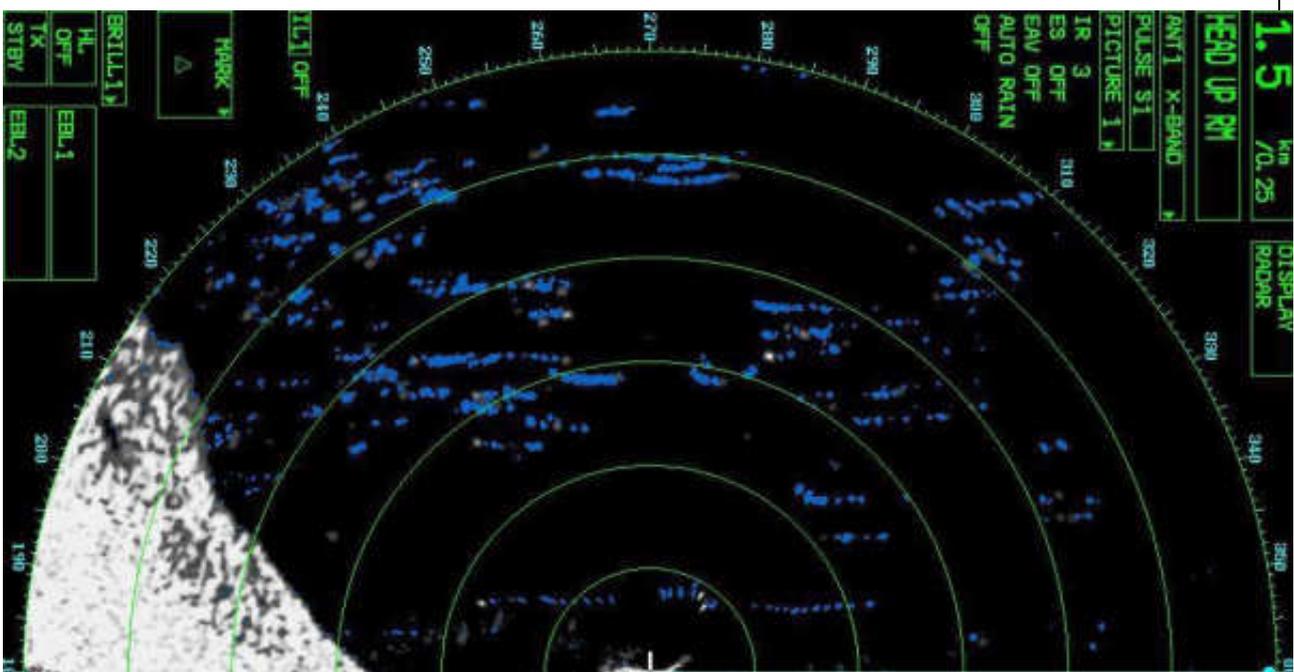


Figure 76 : Exemple de capture d'image radar en mode vertical : les points bleus indiquent des contacts d'oiseaux en vol (note : dans cet exemple chaque cercle équivaut à une hauteur de 250 m à partir du radar).



Période et durée des expertises			
<p>L'objectif de l'étude étant d'acquérir des informations sur les comportements de vol des oiseaux à proximité du parc éolien, l'étude est prévue dès la mise en exploitation du parc éolien.</p> <p>Une durée de deux ans est proposée : une telle durée est suffisante pour étudier les comportements et préciser les effets de la présence du parc éolien sur les oiseaux en vol.</p>			
Responsable de la mise en œuvre	Maître d'ouvrage	Partenaires techniques pressentis	Bureaux d'étude ou associations spécialisés en ornithologie
Phases d'intervention	Exploitation		
Secteurs concernés	1 radar en limite nord-est du parc éolien 1 radar sur la sous-station électrique	Estimation des coûts (€ HT)	400 000 € pour 2 radars et deux années d'étude, y compris fourniture du matériel, la maintenance et le traitement des données
Modalités de suivi de la mesure			
Indicateurs de mise en œuvre	Fourniture des rapports de suivi aux services de l'Etat et au GIS Eolien en mer.	Indicateurs de résultats	Résultats des suivis et analyses (activités en vol, comportements à proximité du parc éolien, etc.)

4. Mesures prévues par le pétitionnaire

4.1 Mesures ERC

4.1.5 Suivi de l'efficacité (SE) des mesures



Fiche n°	SE 4	Catégorie de mesure	Suivi de l'efficacité des mesures	Thème	Mammifères marins
Suivis acoustiques des mammifères marins avant, pendant la construction, l'exploitation et le démantèlement					
Contexte et objectifs de la mesure					
<p>L'objectif de ces suivis est d'identifier au plus juste l'étendue de la zone à risque de nuisances sonores pour les poissons et les mammifères marins. Cette mesure de suivi permettra d'obtenir des données précises de l'émergence sonore induite par les travaux d'installation et de démantèlement du parc éolien en mer ainsi que pendant son fonctionnement, et participera à l'amélioration des connaissances scientifiques.</p> <p>La plupart des études d'impacts se basent sur un protocole de type BACI (<i>Before After Control Impact</i>) (Stewart-Oaten, Bence et Osenberg 1992). Ce type de protocole nécessite de suivre deux sites en parallèle : le site concerné par le projet et un site témoin, peu importe la technique de suivi utilisée. Les deux sites doivent être en tout point comparables afin de permettre la détection de tout changement (spécifique, abondance...) à court ou à long terme. En pratique, la sélection d'un site témoin est compliquée car l'étendue des empreintes sonores est telle que celui-ci est susceptible d'être très distant et donc peu représentatif.</p> <p>Un autre type de design peut être utilisé, dit « <i>gradient sampling</i> ». Il consiste à suivre sur un seul site l'impact des nuisances en fonction de la distance à la source. Particulièrement adapté aux suivis par acoustique passive, ce type de protocole permet d'estimer les différentes réactions des mammifères marins en fonction de la distance à la source de bruit. C'est ce type de design qui est retenu dans le cadre du programme de suivi acoustique proposé ci-après.</p> <p>Le programme de suivi a plusieurs objectifs :</p> <ul style="list-style-type: none">• de suivre l'évolution du bruit en phase de construction et d'exploitation ;• d'évaluer les modifications par rapport à l'état de référence de la fréquentation des populations de cétacés, de pinnipèdes et de tortues marines dans la zone d'influence du projet. Ces évaluations ont lieu lors des phases de travaux, d'exploitation et de démantèlement.					
Description de la mesure					
<p><u>Zone de suivi</u></p> <p>Dans la phase de construction, il est proposé de reproduire le protocole géographique mis en œuvre pour les suivis acoustiques de l'état initial de l'étude d'impact acoustique afin de couvrir les empreintes sonores des opérations de forage.</p> <p>L'empreinte sonore du parc en exploitation étant circonscrite à l'aire d'étude immédiate, le protocole géographique du suivi acoustique sera concentré sur cette zone.</p> <p>Etant donné les distances de détection réduites des espèces principales (Dauphin commun, Marsouin commun : quelques centaines de mètres), le suivi acoustique en phase d'exploitation ne ciblera que la zone du parc éolien afin d'y suivre les activités de mammifères marins, leur fréquence de présence ainsi que des indices d'activité de chasse. Aucun enregistrement acoustique n'est prévu à distance du parc éolien en phase d'exploitation ; les suivis aériens digitaux (MS1) fourniront des informations sur la présence des mammifères marins au sein d'une zone étendue autour du parc éolien.</p> <p><u>Outils utilisés</u></p> <p>Les suivis sont mis en œuvre grâce à des enregistreurs acoustiques permettant de recueillir les signaux acoustiques bruts en vue de leurs traitements pour l'identification de la fréquentation par toutes les espèces de cétacés (exemple : SM3M, RTSYS, etc.).</p> <p>Remarque – le recours à des C-POD n'est pas retenu étant donné que ces dispositifs acoustiques ne ciblent que le Marsouin commun et apportent des informations peu exploitables (pas d'accès aux données brutes).</p>					

Effort d'échantillonnage

Pour chaque année de suivi, l'effort d'échantillonnage est basé sur trois points d'enregistrement (trois hydrophones) dont deux localisés au centre du parc éolien (positionnés en ligne) et un localisé légèrement à l'extérieur au nord du parc éolien. Pour chaque point d'enregistrement, deux périodes de trois mois d'acquisition de données seront prévues par année de suivi : une session hivernale (novembre à janvier) et une session estivale (mai à juillet). Ces deux périodes correspondent aux deux périodes principales pour les mammifères marins et les grands pélagiques localement, notamment la période hivernale pour le Marsouin commun et la période estivale pour le Dauphin commun, le Grand Dauphin et les requins.

Remarque sur les complémentarités avec d'autres mesures

Les mesures acoustiques seront complétées par les données issues des observations visuelles par suivi aérien digital (MS1).

Par ailleurs, les données issues des suivis acoustiques au niveau des points de forage (SmartPAM – MER9) pourront apporter des informations sur la présence de mammifères marins à proximité des zones de travaux, lors de la phase de construction. Ces données sont complémentaires aux suivis acoustiques sous-marins à long terme et ne les remplacent pas (les objectifs sont différents).

Durée des suivis

En plus de l'établissement de l'état de référence, les suivis doivent être mis en œuvre pendant toute la durée des travaux, puis pendant des périodes de référence. Ces périodes annuelles de suivi sont référencées par rapport à l'année N de mise en service du parc éolien. Il est proposé de procéder à ces années de suivi aux périodes suivantes :

- années N-2 et N-1 en phase de construction ;
- année N (première année d'exploitation du parc) ;
- année N+1 afin d'évaluer les effets après un an de fonctionnement du parc ;
- puis de façon périodique avec un espacement croissant aux années N+3, N+5, N+10, N+20 ;
- enfin lors du démantèlement.

Résultats attendus des suivis en phase travaux

Certains des traitements des données et la mise en œuvre des modélisations sont réalisés en temps.

Les autres traitements sont réalisés en temps différés afin de fournir les résultats suivants :

- l'estimation des évolutions des niveaux sonores ;
- la cartographie l'état sonore statistique au niveau du parc éolien.

Résultats attendus des suivis en phase d'exploitation

Le traitement des données et la mise en œuvre des modélisations sont réalisés en temps différé. Les résultats attendus sont :

- la cartographie de l'état sonore statistique sur l'aire d'étude immédiate et éloignée ;
- l'estimation de l'empreinte sonore statistique du parc en exploitation ;
- l'estimation de la fréquentation des mammifères marins dans la zone ;
- une contribution à la DCSMM pour le suivi des indicateurs 11.1 et 11.2.

Rapports annuels

Les rapports annuels lors de la phase d'exploitation fourniront également des analyses comparatives avec l'état de référence (avant construction) ainsi qu'avec la phase de construction. Les rapports des années N+1, N+3, N+5 et N+10 et N+20 (voir planning ci-dessous) constitueront des points d'étape.

4. Mesures prévues par le pétitionnaire

4.1 Mesures ERC

4.1.5 Suivi de l'efficacité (SE) des mesures



Responsable de la mise en œuvre	Maître d'ouvrage et prestataires spécialisés en acoustique sous-marine	Partenaires techniques pressentis	Bureaux d'études et structures spécialisés (exemple : Quiet-Oceans, ADERA / Cohabys ou autres prestataires)
Phases d'intervention	Nombre d'années de mise en œuvre du suivi : 10 (1 année de référence avant construction, 2 années en cours de construction), 6 années en phase d'exploitation (N = année de mise en service ; N+1 ; N+3 ; N+5 ; N+10 ; N+20), 1 année en phase de démantèlement		
Secteurs concernés	Zone du parc éolien et ses abords	Estimation des coûts (€ HT)	Estimation par année de suivi : 100 000 € HT intégrant acquisition des données, traitements des données et analyses (cartographie, rédactions) Budget pour les 10 années de suivi : 1 000 000 € HT
Modalités de suivi de la mesure			
Indicateurs de mise en œuvre	Fourniture des rapports annuels de mission aux services de l'Etat et au GIS Eolien en mer.	Indicateurs de résultats	Résultats des suivis et analyses (activités constatées au niveau des points de suivi, évolution à long terme, précision sur les effets éventuels du parc éolien)

Fiche n°	SE 5	Catégorie de mesure	Suivi de l'efficacité des mesures	Composante	Chiroptères
Etude des activités de chauves-souris en vol au sein du parc éolien en phase d'exploitation					
Contexte et objectifs de la mesure					
<p>L'objet de cette mesure est de s'appuyer sur l'acquisition de connaissances réalisée lors de l'état initial réalisé par le maître d'ouvrage et d'améliorer les connaissances sur les activités de chauves-souris en transit au sein du parc éolien afin de préciser les niveaux de risque de mortalité lié au fonctionnement des éoliennes.</p> <p>Des incertitudes existent sur les activités des chiroptères en milieu marin, notamment dans le contexte du parc éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier, situé à plus de 10 km des côtes, en domaine océanique. L'objectif de cette mesure est, en premier lieu, de disposer de données d'activités de chiroptères collectées en mer, en plusieurs points du parc éolien. Il s'agit donc d'une acquisition de connaissances relative à un domaine mal connu (activités de migration des chauves-souris en mer). Les données collectées pourront permettre d'évaluer les activités de migration de chiroptères au niveau du parc éolien et, en conséquence, de lever certaines incertitudes sur les niveaux de risques de mortalité.</p> <p>Il a été fait le choix de porter l'effort de suivi sur le parc éolien uniquement afin d'optimiser la qualité et la quantité des données collectées au regard de l'objectif : mieux connaître les activités de chiroptères en mer. Le caractère ponctuel des enregistrements (distances de détection réduites, de l'ordre de quelques dizaines de mètres pour les principales espèces migratrices) implique de multiplier les points d'enregistrement pour optimiser les chances de détection des chauves-souris migratrices. Trois points d'enregistrement (trois éoliennes) seront équipés par des dispositifs d'enregistrement automatique des ultrasons.</p> <p>Afin de maximiser les points de suivis des activités de chauves-souris en mer, il a été fait le choix de ne pas proposer de point de suivi des activités de chiroptères à la côte. En effet, étant donné les distances de détection des chiroptères et la forte variabilité des activités en milieu terrestre, il faudrait envisager des nombres très élevés de points d'enregistrement pour disposer d'une vision suffisamment claire des activités chiroptérologiques en milieu côtier. Par ailleurs, il est particulièrement délicat d'identifier l'origine des spécimens enregistrés sur la côte : il peut s'agir de spécimens résidents issus de colonies proches, de migrants suivant le trait de côte, de migrants ayant traversé le milieu marin, etc.. Il est dans tous les cas scientifiquement impossible de comparer ou mettre en relation les activités enregistrées sur certains sites côtiers avec des activités de chauves-souris en mer, à plus de 10 km des côtes.</p>					
Description de la mesure					
<p>Acquisition de données</p> <p>Les acquisitions de données seront réalisées à l'aide d'enregistreurs automatiques d'ultrasons du type SM2/SM3Bat (Wildlife acoustics) ou Batcorder (EcoObs).</p> <p>Chaque dispositif d'écoute sera alimenté de façon autonome et comprendra un boîtier contenant l'enregistreur et sa batterie, un panneau solaire raccordé à la batterie et un microphone sortant du boîtier pour l'enregistrement.</p> <p>Le microphone devra être résistant (microphone conçu pour des expositions prolongées en conditions extérieures) mais fera l'objet d'une protection complémentaire contre la pluie et les embruns pour limiter les phénomènes d'altération.</p> <p>Sur chacune des trois éoliennes, un dispositif complet (boîtier contenant l'enregistreur et batterie, microphone et panneau solaire) sera installé au niveau de la plateforme supérieure de la fondation jacket (plateforme de travail), à une hauteur d'environ 23 à 29 m au-dessus du niveau de la mer (selon marnage) et d'environ 7 m sous la hauteur en bas de pale.</p> <p>Les caractéristiques techniques du dispositif ne sont pas figées à l'heure actuelle. Toutefois, elles devront permettre de collecter des données acoustiques de qualité sur des durées importantes (plusieurs mois dans l'année), en minimisant les besoins de maintenance (changement de matériel).</p>					

4. Mesures prévues par le pétitionnaire

4.1 Mesures ERC

4.1.5 Suivi de l'efficacité (SE) des mesures

Photographie 9 : Exemple de dispositif d'enregistrement acoustique avec alimentation par panneau solaire (installé sur un mât treillis)



Source : BIOTOPE

Photographie 10 : Exemple de système de protection du microphone (potence acier)



Photographie 11 : Enregistreur SM3Bat (Wildlife acoustics)



L'installation des dispositifs sur les trois plateformes d'éoliennes équipées devra être réalisée, chaque année de suivi pour le 20 mars au plus tard. Les dispositifs devront fonctionner toutes les nuits entre le 20 mars et le 10 novembre de chaque année de suivi, selon un échantillonnage à dimensionner pour limiter les besoins de changement de cartes mémoire. Au minimum 25 % du temps fera l'objet d'enregistrement (exemple : enregistrement de 15 minutes par heure).

Le dispositif d'enregistrement devra intégrer un module d'état de fonctionnement et de niveau de charge des cartes mémoire accessible à grande distance (par sms ou internet). Il s'agira de s'assurer, sans besoin d'intervenir sur site, que les dispositifs d'enregistrement sont fonctionnels ou qu'un dysfonctionnement nécessite une intervention.

La récupération et le changement des cartes mémoire seront réalisés par du personnel de maintenance des éoliennes, spécialement formé à cet effet. Il s'agit de limiter les besoins d'intervention de personnel supplémentaire. Seules l'installation (et réglages) ainsi que les interventions de maintenance (changement de microphones notamment) seront assurées par le prestataire spécialisé.

Les dispositifs acoustiques collecteront des enregistrements sous des formats compressés, stables et pleinement exploitables pour les analyses ultérieures (exemple : fichiers .wac).

Analyse des données et rédaction de rapports de suivi

Les données d'enregistrement collectées par les enregistreurs seront traitées à l'aide de logiciels de prétraitement des données (Sonochiro®, Kaleidoscope®, autres) plus un travail de vérification / contrôle manuel (par un expert chiroptérologue sera réalisé).

Chaque contact acoustique sera analysé pour identifier, dans la mesure du possible, l'espèce concernée. Les données concernant la date et l'heure exacte de l'enregistrement seront également conservées. Chaque dispositif fera donc l'objet d'une synthèse des nombres de contacts de chiroptères obtenus par mois et par espèce.

Une analyse ultérieure sera réalisée pour tous les contacts obtenus par les trois dispositifs afin de corrélérer les données de conditions météorologiques au moment des contacts de chiroptères. Il sera ainsi possible de préciser les vitesses de vent et températures auxquelles les contacts de chiroptères ont été obtenus.

Analyse des données et rédaction de rapports de suivi

Les données d'enregistrement collectées par les enregistreurs seront traitées à l'aide de logiciels de prétraitement des données (Sonochiro®, Kaleidoscope®, autres) plus un travail de vérification / contrôle manuel (par un expert chiroptérologue sera réalisé).

Chaque contact acoustique sera analysé pour identifier, dans la mesure du possible, l'espèce concernée. Les données concernant la date et l'heure exacte de l'enregistrement seront également conservées. Chaque dispositif fera donc l'objet d'une synthèse des nombres de contacts de chiroptères obtenus par mois et par espèce.

Une analyse ultérieure sera réalisée pour tous les contacts obtenus par les trois dispositifs afin de corrélérer les données de conditions météorologiques au moment des contacts de chiroptères. Il sera ainsi possible de préciser les vitesses de vent et températures auxquelles les contacts de chiroptères ont été obtenus.

Préparation du matériel et maintenance

La mesure prévoit plusieurs années d'enregistrement, une année d'enregistrement s'entendant comme la collecte de données acoustiques par trois dispositifs autonomes installés sur trois plateformes de travail d'éoliennes au sein du parc éolien, entre fin mars et début novembre.

Les enregistreurs automatiques disposent généralement d'une durée de vie et de garanties de l'ordre de 3 ans, dans de bonnes conditions d'utilisation. Il est donc prévu, lors de la première année de mise en œuvre du suivi, l'acquisition et la fabrication de trois dispositifs d'enregistrement (enregistreur, batterie, microphone, boîtier de protection, alimentation électrique, câbles, cartes mémoires). Le boîtier de protection de l'enregistreur et de la batterie devra assurer une protection très élevée contre l'humidité (IP67 minimum). Les dispositifs devront pouvoir être contrôlés à distance.

Les dispositifs seront installés en mars de chaque année de suivi et retirés en novembre de chaque année de suivi. Ils ne seront pas maintenus sur place en période hivernale afin de limiter la dégradation des composants.

Avant réinstallation des dispositifs pour une nouvelle année de suivi, une vérification complète de ceux-ci sera réalisée, avec changement obligatoire ou éventuel (en cas de dégradation) d'éléments du dispositif. Cette opération de contrôle et de maintenance intégrera :

- Le changement chaque année des batteries et piles internes de l'enregistreur (consommables présentant une durée de vie optimale de l'ordre de un an) ;
- Le changement chaque année des microphones (éléments placés dans des conditions extérieures engendrant des altérations progressives) ;
- La réalisation de tests de fonctionnement de câbles et branchements, avec réparation / changement si nécessaire ;
- La réalisation de tests de fonctionnement des panneaux solaires et régulateurs (test électrique et puissance délivrée), avec réparation / changement si nécessaire ;
- La réalisation de tests de fonctionnement (câblage et écriture) des enregistreurs (type SM3Bat ou Batcorder) avec un changement envisagé, par défaut tous les trois années de suivi.

Lors de la réalisation de ces points de contrôle, si un dysfonctionnement est constaté, le changement des pièces devra être réalisé avant l'installation pour une nouvelle année de suivi.

Ces maintenances annuelles pourraient, en cas de besoin, être complétées par des maintenances en cours d'année de suivi, en cas de dysfonctionnement (un budget spécifique est prévu en ce sens chaque année).

4. Mesures prévues par le pétitionnaire

4.1 Mesures ERC

4.1.5 Suivi de l'efficacité (SE) des mesures



Les suivis sont envisagés pendant la seconde année de construction (N-1), lors de la première année d'exploitation complète du parc éolien (année N - 1ère année après construction), ainsi que lors des années N+1, N+2, N+3 soit cinq années de suivi (une année en phase de construction, quatre années en phase d'exploitation).

Un effort important de collecte d'informations est prévu lors des premières années d'exploitation afin de disposer rapidement d'une évaluation des taux d'activité de chiroptères en mer (afin d'envisager des mesures complémentaires).

Au regard des années de mise en œuvre du suivi, le tableau ci-dessous indique l'organisation pressentie des étapes de changements de matériel (indicatif, dépendant de l'évolution des composants).

Période / année	Pré-const.	Const.	Mise en service (année N)	N+1	N+2	N+3	N+5	N+10	Démant.
Nouveaux dispositifs (toutes pièces neuves)		X			X			X	
Maintenance annuelle simple (changement des batteries, microphones)			X	X		X	X		
Préparation, installation des dispositifs - Analyse des données		X	X	X	X	X	X	X	

Démarches complémentaires éventuelles

Si des taux d'activité importants étaient constatés au sein du parc éolien à l'issue des trois premières années de suivi (N-1, N et N+1), une étude complémentaire pourrait être envisagée afin d'étudier les risques de mortalité (activités de vol dans le volume de rotation des éoliennes voire cas de mortalité).

Ces démarches ne sont pas budgétisées ni détaillées sur le plan technique puisqu'elles dépendent des résultats des suivis d'activité de chiroptères en mer. Ce type de dispositifs est par ailleurs actuellement en cours de développement / test en Europe et aux Etats-Unis (programmes R&D en cours).

Responsable de la mise en œuvre	Maître d'ouvrage et prestataires en charge de la mise en œuvre de la mesure	Partenaires techniques pressentis	Associations, bureaux d'étude
Phases d'intervention	<p>Première année d'enregistrement : seconde année de la phase de construction (afin de disposer de supports en mer – possible ajustement des éoliennes équipées).</p> <p>Suivis prévus pendant la phase d'exploitation en années N (1ère année après construction), N+1, N+2, N+3. Un effort important de collecte d'informations est prévu lors des premières années d'exploitation afin de disposer rapidement d'une évaluation des taux d'activité de chiroptères en mer (afin d'envisager des mesures complémentaires).</p> <p>Aucun suivi n'est prévu en phase de démantèlement (aucun intérêt au regard des objectifs de l'étude).</p>		
Secteurs concernés	Parc éolien. Trois éoliennes équipées (plateformes de travail).	Estimation des coûts (€ HT)	Budget total (pour 5 années avec 3 éoliennes équipées) = 200 000 €

	<p>Choix des éoliennes en phase de construction : selon avancement des travaux (plateformes et éoliennes installées).</p> <p>Choix indicatif des éoliennes équipées en phase d'exploitation : extrémité nord, extrémité sud-est et centre du parc éolien.</p>		
Modalités de suivi de la mesure			
<p>Indicateurs de mise en œuvre</p>	<p>Fourniture des rapports annuels de mission aux services de l'Etat ainsi qu'au GIS</p>	<p>Indicateurs de résultat</p>	<p>Estimation des taux d'activité de chiroptères au sein du parc éolien et risques associés</p> <p>Si nécessaire : étude des activités de chiroptères au sein de la zone de rotation des pales (R&D, non budgétisé)</p>

4. Mesures prévues par le pétitionnaire

4.1 Mesures ERC

4.1.5 Suivi de l'efficacité (SE) des mesures



Fiche n°	SE 6	Catégorie de mesure	Suivi de l'efficacité des mesures	Composante	Habitats benthiques
Suivi des populations benthiques					
Objectif de la mesure					
Evaluer les changements éventuels des communautés benthiques de substrats meubles et rocheux suite à l'installation du parc, incluant les équilibres biologiques					
Description de la mesure					
Ce suivi assurera la continuité avec l'expertise mise en œuvre dans l'établissement de l'état initial de l'environnement pour cette composante. Ainsi, le protocole établi pour l'état initial de l'étude d'impact sera appliqué (1 à 2 sur substrat meuble et 1 sur substrat rocheux).					
Substrats meubles (avril-mai ou sept./oct.) : suivi des 7 stations de l'état initial selon le protocole REBENT					
<ul style="list-style-type: none"> • Echantillonnage à la benne Smith McIntyre ou équivalent : 3 répliqués de 0,1 m² par station • Granulométrie par tamisage • Formolage / déformolage / tri / détermination + statistiques usuelles • Comparaison avec les données initiales 					
Substrats rocheux (mai à juillet) : suivi des 36 stations de l'état initial en plongée selon protocole repérage ZNIEFF + ECBRS					
<ul style="list-style-type: none"> • Transect et/ou quadrats : voir plan d'échantillonnage initial • Photographies • Statistiques usuelles • Comparaison avec les données initiales 					
Remarque : ce suivi ne concerne pas le suivi spécifique à réaliser avant le démantèlement					
Responsable de la mise en œuvre	Maître d'ouvrage		Partenaires techniques pressentis	CNRS / IDRA Bio & Littoral	
Phases d'intervention	1 campagne avant travaux / 1 campagne pendant travaux / 1 campagne 6 mois à 1 an après les travaux. Renouvellement à N+1 si constat d'effets. Suivi à 5 ans puis tous les 10 ans ensuite.				
Secteurs concernés	Zone du parc éolien + proches abords		Estimation des coûts (€ HT)	550 000	
Modalités de suivi de la mesure					
Indicateurs de mise en œuvre			Indicateurs de résultats	Résultats des suivis SE 6	

Fiche n°	SE 7	Catégorie de mesure	Suivi de l'efficacité des mesures	Composante	Pêche professionnelle Sécurité maritime
Suivi bathymétrique					
Objectif de la mesure					
<p>A la suite d'évènements météorologiques de type tempête (fort hydrodynamisme) ou encore d'un accident ponctuel (par exemple), dragage par une ancre de navire, les enrochements de protection des câbles électriques sont susceptibles d'être déplacés.</p> <p>Ce risque doit être pris en compte afin d'assurer la sécurité des usagers de la mer tout au long de l'exploitation de ce dernier. Un suivi de la stabilité des ouvrages est nécessaire.</p>					
Description de la mesure					
<p>En phase d'exploitation, les impacts des éoliennes (fondation + mât) sur les conditions hydrodynamiques (courants, transport sédimentaire) devraient être faibles et très localisés. L'implantation du parc éolien ne devrait donc pas modifier la bathymétrie de la zone.</p> <p>Afin de s'en assurer, le maître d'ouvrage et le GIS Éolien en Mer sélectionneront ensemble trois sites de référence où sera étudiée l'évolution bathymétrique des fonds marins. Ce suivi consistera en plusieurs campagnes bathymétriques au sonar à balayage latéral. Ces campagnes seront réalisées un an après la pose des éléments et aux années de référence définies par le GIS. 6 années de référence feront donc l'objet d'un suivi (l'année N de mise en service ne faisant pas l'objet de ce suivi).</p> <p><u>Suivi bathymétrique de l'évolution des fonds marins sur trois sites « références ».</u></p> <p>En plus de la bathymétrie initiale et celle effectuée juste après les travaux, des relevés bathymétriques réguliers seront effectués :</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1 mois après l'installation ; • Après la première grosse tempête ; • 1 mois après cette tempête ; • Chaque année de référence. <p>La surveillance de la bathymétrie couvrira au moins les abords des fondations. Un suivi au niveau de chaque fondation ne sera pas nécessaire en particulier lorsque la morphologie du site et/ou la granulométrie des sédiments sont peu variables. Une surveillance de quelques fondations représentatives aux extrémités du parc sera suffisante.</p> <p><u>Suivis de l'enrochement des câbles sous-marins électriques</u></p> <p>Un fort hydrodynamisme notamment en cas de tempêtes ou encore de survenue d'un accident (croche par des engins de pêche, ancre de navires... peut être à l'origine d'un possible découvrément des câbles électriques protégés par les enrochements. Ce risque doit cependant être pris en compte afin d'assurer la sécurité des usagers de la mer, tout au long de l'exploitation du parc éolien.</p> <p>En termes de maintenance préventive, un programme d'inspections sous-marines périodiques réalisées au moyen de robots sous-marins ROV (type seaeye Cougar-XT ou équivalent) sera mis en place pour s'assurer qu'il n'existe pas de secteurs où le câble est apparent. En pied de fondations, une campagne vidéo et/ou sonar à balayage latéral permettra de s'assurer de la bonne tenue des protections de câbles et de vérifier le statut (type TSS 350 et 440), également réalisées périodiquement.</p> <p>Si des défauts sont détectés, un support plus lourd devra être mobilisé en maintenance « curative » pour procéder aux opérations de ré-enrochement.</p>					
Responsable de la mise en œuvre	Maître d'ouvrage		Partenaires techniques pressentis		

4. Mesures prévues par le pétitionnaire

4.1 Mesures ERC

4.1.5 Suivi de l'efficacité (SE) des mesures



Phases d'intervention	Exploitation <ul style="list-style-type: none">• 1 mois après l'installation ;• Après la première grosse tempête ;• 1 mois après cette tempête ;• Chaque année de référence		
Secteurs concernés	La surface investiguée sera de 100% la première année (ensemble de la zone du parc) puis 20-25% par an.	Estimation des coûts (€ HT)	2 000 000
Modalités de suivi de la mesure			
Indicateurs de mise en œuvre		Indicateurs de résultats	Résultat des suivis SE 7.

Fiche n°	SE 8	Catégorie de mesure	Suivi de l'efficacité des mesures	Composante	Ressources halieutiques et autres peuplements
Suivi des ressources halieutiques et des autres peuplements					
Objectif de la mesure					
Evaluation de l'impact des phases de construction et d'exploitation des éoliennes sur la ressource halieutique et ichthyologique					
Description de la mesure					
<p>Le projet de mesure se base sur une veille bibliographique permettant de suivre les avancées scientifiques concernant ces ressources et par la mise en œuvre de campagnes d'inventaires et de mesures in situ permettant de caractériser les ressources (ressource d'intérêt commercial et inventaire des espèces non commerciales fréquentant l'aire d'étude immédiate). Il s'agit de suivre l'évolution temporelle et spatiale des stocks de l'ensemble des ressources halieutiques et autres peuplements fréquentant la zone de parc éolien et ses alentours (juvéniles et adultes).</p> <p>Les modalités de réalisation pourront se baser sur le protocole d'évaluation de l'état initial de la ressource halieutique.</p>					
Responsable de la mise en œuvre		Partenaires techniques pressentis			
Phases d'intervention	Construction et exploitation (suivi saisonnier, fréquence annuelle au début de l'exploitation (3 à 5 ans), puis tous les cinq ans)				
Secteurs concernés	Aire d'étude immédiate et éloignée	Estimation des coûts (€ HT)		2 000 000	
Modalités de suivi de la mesure					
Indicateurs de mise en œuvre		Indicateurs de résultats		Résultats des suivis SE 8	

4. Mesures prévues par le pétitionnaire

4.1 Mesures ERC

4.1.5 Suivi de l'efficacité (SE) des mesures



Fiche n°	SE 9	Catégorie de mesure	Suivi de l'efficacité des mesures	Composante	Mammifères marins Ressources halieutiques
Suivi de la modification des champs électromagnétiques et de la température émise par les câbles					
Objectif de la mesure					
L'objectif de la mesure consiste à mesurer le champ magnétique et la température émise par les câbles inter-éoliennes.					
Description de la mesure					
<p>Cette mesure sera décrite précisément une fois les partenaires scientifiques identifiés et les partenariats réalisés.</p> <p>Cette mesure consisterait à mesurer en différents points d'un câble inter-éolienne les valeurs du champ magnétique et la température émises. Des mesures au niveau de la sous-station électrique pourrait être réalisé afin d'identifier si la concentration de câbles modifie ces paramètres.</p> <p>Les analyses de résultats seraient comparées avec celles du benthos afin d'identifier d'éventuelles modifications dans la composition des populations benthiques.</p> <p>Des comparaisons seront réalisées avec la même zone avant installation et une zone sans câble avant/après mise en place du parc.</p>					
Responsable de la mise en œuvre	Maître d'ouvrage	Partenaires techniques pressentis	GIS éolien en mer Laboratoire de recherche		
Phases d'intervention	Phase de construction et phase d'exploitation				
Secteurs concernés	Une éolienne, un câble inter-éolienne et la sous-station électrique au sein de la zone de projet	Estimation des coûts (€ HT)	120 000 (coût global avec SE 10)		
Modalités de suivi de la mesure					
Indicateurs de mise en œuvre		Indicateurs de résultats	Résultat des suivis SE 9		

Fiche n°	SE 10	Catégorie de mesure	Suivi de l'efficacité des mesures	Composante	Habitats benthiques Ressources halieutiques
Evaluation de l'effet récif					
Objectif de la mesure					
Evaluer le degré de colonisation des structures immergées et des matériaux déposés					
Description de la mesure					
<ul style="list-style-type: none"> • Suivi des fondations (axe « z ») de 5 éoliennes sur 5 bathymétries fixes compatibles DCE/DCSMM au -3m / -8m / -13m / -18m CM + 2 bathymétries plus profondes si elles existent (ex : -25 m et - 30m). • Suivi des fonds (axe « x-y ») remaniés par les forages à proximité de la base des 5 mêmes éoliennes avec 3 distances selon gradient d'éloignement à la fondation : 5m / 15m / 25m. • Suivi des enrochements sur les câbles sur un transect à partir de la fondation pour ces 5 éoliennes <p>Dans les 2 cas :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sauf pour le suivi enrochement, 10 quadrats par niveau bathymétrique (axe « z ») ou distance d'éloignement (axe « x-y ») : adapter la surface selon la section des fondations jacket. • Photographies <p>Statistiques usuelles (richesse, densité, fréquence d'occurrence, etc...)</p>					
Responsable de la mise en œuvre	Maître d'ouvrage		Partenaires techniques pressentis	IDRA Bio & Littoral	
Phases d'intervention	1 campagne 1 mois après la fin de la construction (T) des premières éoliennes 1 campagne à T + 3 mois / T + 6 mois / T + 1 an / T + 2 ans				
Secteurs concernés	Zone du parc + proches abords		Estimation des coûts (€ HT)	120 000 (coût global avec SE 9)	
Modalités de suivi de la mesure					
Indicateurs de mise en œuvre			Indicateurs de résultats	Résultats des suivis SE 10	

4. Mesures prévues par le pétitionnaire

4.1 Mesures ERC

4.1.5 Suivi de l'efficacité (SE) des mesures



Fiche n°	SE 11	Catégorie de mesure	Suivi	Composante	Navigation et sécurité en mer
Suivi de l'accidentologie					
Objectif de la mesure					
Suivre en temps réel l'accidentologie liée à la présence du parc éolien pendant toutes les phases de la vie du parc					
Description de la mesure					
<p>Cette mesure sera précisée d'ici au dépôt officiel des demandes d'autorisations.</p> <p>Cette mesure s'intégrera dans le cadre du plan HSE de chacune des phases du parc éolien. Une procédure spécifique sera mise en place pour déclarer chaque événement constaté.</p>					
Responsable de la mise en œuvre	Maître d'ouvrage	Partenaires techniques pressentis			
Phases d'intervention	Construction, exploitation et démantèlement				
Secteurs concernés	Site du parc éolien ainsi que les trajets entre les ports de construction et de maintenance et le site du parc éolien	Estimation des coûts (€ HT)	10 000		
Modalités de suivi de la mesure					
Indicateurs de mise en œuvre		Indicateurs de résultats	Résultats des suivis SE 11		

Fiche n°	SE 12	Catégorie de mesure	Suivi de l'efficacité des mesures	Composante	Servitudes Moyens de surveillance, de navigation, de communication, de détresse et balisage
Suivi de l'efficacité des mesures visant à réduire et compenser l'impact sur la surveillance de la navigation maritime					
Objectif de la mesure					
S'assurer de l'efficacité des mesures définies par le maître d'ouvrage pour réduire et compenser l'impact du parc éolien sur les radars de surveillance de la navigation maritime					
Description de la mesure					
Un contrôle de l'efficacité des mesures MR12, MR15, MC1 et MC2 sera mis en place, selon un protocole à définir avec la Préfecture maritime, la Direction des Affaires Maritimes et la Marine Nationale. Un bilan sera ensuite établi et transmis à ces derniers.					
Responsable de la mise en œuvre	Maître d'ouvrage	Partenaires techniques pressentis			
Phases d'intervention	Exploitation				
Secteurs concernés	Zone du parc, Centre accueillant les personnels opérateurs des radars impactés	Estimation des coûts (€ HT)		150 000	
Modalités de suivi de la mesure					
Indicateurs de mise en œuvre		Indicateurs de résultats		Résultats des suivis SE 12	

4. Mesures prévues par le pétitionnaire

4.1 Mesures ERC

4.1.5 Suivi de l'efficacité (SE) des mesures



Fiche n°	SE 13	Catégorie de mesure	Suivi de l'efficacité des mesures	Composante	Servitudes Moyens de surveillance, de navigation, de communication, de détresse et balisage
Suivi de l'efficacité de la compensation de l'impact sur les communications VHF					
Objectif de la mesure					
S'assurer de l'intérêt ou non à installer une station d'appoint VHF sur deux éoliennes périphériques du parc pour compenser l'impact du parc éolien sur les communications VHF.					
Description de la mesure					
<p>Un contrôle de la pertinence de laisser ou non une station VHF sur le parc sera mis en place, selon un protocole à définir avec la Préfecture maritime et la Direction des Affaires Maritimes. Un bilan sera ensuite établi et transmis à ces derniers.</p> <p>Si les études effectuées par le maître d'ouvrage dans et à proximité du parc devaient démontrer qu'il n'y a pas d'impact sur la propagation VHF, le démantèlement de la station radio VHF ou le maintien aux frais de la DAM seraient envisagés. A contrario, si les impacts sont avérés, le maître d'ouvrage installera alors l'équivalent d'une station radio VHF côtière pour assurer les fonctionnalités du Système Mondial (SMDSM) et assurer à ses frais son maintien en condition opérationnelle.</p>					
Responsable de la mise en œuvre	Maître d'ouvrage	Partenaires techniques pressentis			
Phases d'intervention	Exploitation				
Secteurs concernés	Zone du parc	Estimation des coûts (€ HT)	100 000		
Modalités de suivi de la mesure					
Indicateurs de mise en œuvre		Indicateurs de résultats	Résultat des suivis SE 13		

Fiche n°	SE 14	Catégorie de mesure	Suivi de l'efficacité des mesures	Composante	Servitudes Moyens de surveillance, de navigation, de communication, de détresse et balisage
Suivi de l'efficacité de la compensation de l'impact sur les Etablissements de Signalisation Maritime					
Objectif de la mesure					
S'assurer de l'efficacité de la mesure définie par le maître d'ouvrage pour compenser l'impact du projet sur les Phares du Pilier et de l'île d'Yeu					
Description de la mesure					
Un contrôle de l'efficacité de la mesure, selon un protocole à définir avec le CEREMA et le Service des Phares et Balises notamment, sera mis en place. Le suivi de la mesure pourrait consister, une fois le dispositif choisi, à établir des essais au préalable puis de valider le bon fonctionnement du système une fois mis en place. Un bilan sera ensuite établi à l'issue de la 1ère année d'exploitation et adressé aux Autorités précitées					
Responsable de la mise en œuvre	Maître d'ouvrage	Partenaires techniques pressentis			
Phases d'intervention	Exploitation				
Secteurs concernés	Zone du parc	Estimation des coûts (€ HT)		10 000	
Modalités de suivi de la mesure					
Indicateurs de mise en œuvre		Indicateurs de résultats		Résultat des suivis SE 14	

4. Mesures prévues par le pétitionnaire

4.1 Mesures ERC

4.1.5 Suivi de l'efficacité (SE) des mesures



Fiche n°	SE 15	Catégorie de mesure	Suivi socio-économique et Suivi de l'efficacité des mesures	Composante	Pêche professionnelle
Suivi de l'impact socio-économique du projet sur la pêche professionnelle maritime					
Objectif de la mesure					
<p>Les objectifs d'un suivi socio-économique de l'impact d'un projet éolien sur les activités de pêche s'inscrivent dans plusieurs logiques complémentaires :</p> <ul style="list-style-type: none">▶ Evaluer la réalité des impacts a posteriori en phase de travaux et en phase d'exploitation▶ Evaluer l'effet de l'indemnisation sur les armements suite à la possible fermeture de la zone de travaux ;▶ Prendre en compte la variabilité interannuelle des activités de pêche ;▶ Développer une approche innovante de suivi des effets cumulés ;▶ Intégrer les évolutions méthodologiques VALPENA (résoudre certaines limites déjà identifiées – voir chapitre relatif aux méthodes).					
Description de la mesure					
<p>Le suivi socio-économique des impacts d'un parc éolien sur les activités de pêche doit être appréhendé comme une démarche scientifique (basée sur un protocole méthodologique) à caractère analytique (décomposition des écarts entre le prévisionnel et le réalisé, suivi des effets directs sur les flottilles concernés et indirects).</p> <p>Il doit permettre à la fois de mesurer les impacts positifs ou négatifs, les changements de pratiques induits par la réalisation du projet éolien en mer sur l'économie de la filière pêche, mais aussi d'évaluer l'efficacité des mesures compensatoires proposées en amont. Il doit donc se concevoir en vue de l'examen continu et/ou périodique du projet pour toutes ou partie de ses phases (construction, exploitation et démantèlement).</p> <p>A cet effet, le suivi socio-économique doit donc, sur la base d'un même protocole méthodologique, pouvoir répondre à plusieurs finalités :</p> <ul style="list-style-type: none">▶ établissement d'une situation de référence préalable à la mise en œuvre du parc éolien en mer (état 0) permettant de dresser le bilan socio-économique de la filière pêche en place avant travaux ;▶ évaluation des impacts pendant la phase de travaux du parc et contrôle de l'efficacité de la compensation mise en place (suivi chaque année en phase travaux) ;▶ évaluation des impacts éventuels durant l'exploitation du parc (et contrôle de l'efficacité de la compensation mise en place) puis, à terme, durant le démantèlement de ces installations. Les suivis seront réalisés sur des pas de temps espacés de 3 années. <p>A ce stade, le protocole envisagé est basé sur le suivi de deux types de flottilles échantillonnées :</p> <ul style="list-style-type: none">▶ une flottille cible de navires concernés par l' « aire d'étude activité pêche VALPENA » ;▶ une flottille témoin de navires aux mêmes caractéristiques technico-économiques mais non concernés par l' « aire d'étude activité pêche VALPENA ». <p>La méthodologie consistera à suivre les évolutions dans le temps de ces deux catégories de flottille ainsi que l'évolution des écarts entre elles.</p>					

Responsable de la mise en œuvre	Maître d'ouvrage	Partenaires techniques pressentis	COREPEM, GIS VALPENA, experts en socio-économie des pêches
Phases d'intervention	Construction, Exploitation, Démantèlement		
Secteurs concernés	Zone de travaux (en phase de construction et démantèlement)	Estimation des coûts (€ HT)	390 000 (répartis sur la phase de construction)
Modalités de suivi de la mesure			
Indicateurs de mise en œuvre	Le protocole s'appuiera sur deux types d'indicateurs : des indicateurs de résultats (cf. ci-contre) et des indicateurs de suivi socio-économiques positionnés sur les trois branches qui composent la filière pêche (armements, portuaire et distribution). Une attention sera portée sur les filières armements et portuaires.	Indicateurs de résultats	Richesse et emplois créés

4.1.5.3 Bilan des mesures compensatoires sur l'avifaune

Le maître d'ouvrage du projet des îles d'Yeu et de Noirmoutier s'est engagé à la mise en œuvre de mesures de compensation qui, associés à des impacts initiaux limités, permettent d'assurer l'absence d'impacts significatifs du projet sur les populations d'oiseaux fréquentant la zone du projet.

Ces mesures de compensation concernant l'avifaune ont été définies au regard :

- ▶ Des impacts par mortalité additionnelle d'oiseaux marins, notamment pour les goélands nicheurs (Goéland marin, Goéland brun, Goéland argenté) ;
- ▶ Des impacts par perturbation d'oiseaux posés (effet déplacement) ou en vol (effet barrière). Cela concerne à la fois des oiseaux marins (alcidés, Fou de Bassan, Océanite tempête, Puffin des Baléares) mais également des oiseaux terrestres migrateurs (Barge à queue noire, entre autres).

Vis-à-vis de ces impacts potentiels du parc éolien, notamment en phase d'exploitation, aucune démarche compensatoire visant les stationnements d'oiseaux marins ou des zones de pêche ne peut être raisonnablement envisagée : de telles démarches se trouvent confrontées à des problématiques nombreuses liées à l'absence de maîtrise foncière ou de gestion en milieu marin (notamment en dehors du Domaine public maritime) ainsi qu'aux nombreux usages non liés au parc éolien (pêche professionnelle, pêche de plaisance, trafic commercial, activités de loisirs, etc.).

4.1.6 Implication réglementaire des impacts sur les espèces protégées

Le projet de parc éolien en mer des îles d'Yeu et de Noirmoutier présente des impacts résiduels sur plusieurs espèces, dont des espèces protégées en France (voir tableau précédent).

Le présent chapitre vise à préciser les implications réglementaires des impacts du parc éolien sur les espèces protégées.

4.1.6.1 Espèces d'avifaune

4.1.6.1.1 Rappel des dispositions de protection des oiseaux en France

Au regard des dispositions de l'article L.411-1 du Code de l'environnement et de l'arrêté du 29 octobre 2009, les interdictions suivantes s'appliquent aux espèces d'oiseaux concernées par les articles 3 et 4 de l'arrêté du 29/10/2009 :

I. - Sont interdits sur tout le territoire métropolitain et en tout temps :

- ▶ la destruction intentionnelle ou l'enlèvement des œufs et des nids ;
- ▶ la **destruction**, la mutilation **intentionnelle**, la capture ou l'enlèvement des **oiseaux dans le milieu naturel** ;
- ▶ la **perturbation intentionnelle des oiseaux**, notamment pendant la période de reproduction et de dépendance, pour autant que la **perturbation remette en cause le bon accomplissement des cycles biologiques de l'espèce considérée.** »

Les espèces listées à l'article 3 de l'arrêté sont en plus concernées par :

« II. — Sont interdites sur les parties du territoire métropolitain où l'espèce est présente ainsi que dans l'aire de déplacement naturel des noyaux de populations existants la destruction, **l'altération ou la dégradation** des sites de reproduction et **des aires de repos des animaux**. Ces **interdictions s'appliquent aux éléments physiques ou biologiques réputés nécessaires à la reproduction ou au repos de l'espèce considérée**, aussi longtemps qu'ils sont effectivement utilisés ou utilisables au cours des cycles successifs de reproduction ou de repos de cette espèce **et pour autant** que la destruction, l'altération ou la dégradation **remette en cause le bon accomplissement de ces cycles biologiques.** »

CAS PARTICULIER DES MORTALITES INDUITES PAR LE FONCTIONNEMENT DES PARCS EOLIENS

Le guide ministériel sur l'application de la réglementation relative aux espèces protégées pour les parcs éoliens terrestres (MEDDE, 2014) a précisé la lecture de l'interdiction de destruction intentionnelle des oiseaux, pour la phase de fonctionnement des parcs éoliens terrestres. Selon le MEDDE (2014), la destruction de spécimens en phase d'exploitation peut être considérée comme interdite (et donc nécessiter une dérogation exceptionnelle au titre de l'article L. 411-2 du Code de l'environnement) dès lors que les mortalités engendrées sont de nature à affecter l'état de conservation des populations.

Il n'existe pas de recommandations similaires pour les parcs éoliens en mer.

4.1.6.1.2 Impacts sur les espèces protégées et implications réglementaires

L'évaluation des impacts du projet sur les oiseaux s'est attaché à caractériser les impacts sur le plan qualitatif, fonctionnel (effets « déplacement » et « barrière ») et quantitatif (effet « collision »).

Sur le plan réglementaire relatif à la protection des spécimens d'espèces protégées, une analyse dédiée est nécessaire. Il s'agit de considérer les impacts estimés sous l'angle des interdictions liées à l'arrêté du 29/10/2009.

Trois catégories ont été utilisées pour cette analyse :

- ▶ La destruction intentionnelle de spécimens lors des travaux (collision avec des navires, autres incidents) ;
- ▶ La destruction intentionnelle de spécimens en phase d'exploitation (collision avec les structures des éoliennes, notamment pales en rotation) ;
- ▶ La perturbation intentionnelle des spécimens (effet « déplacement ») et la dégradation des aires de repos (« effets habitats ») : ces deux interdictions, conditionnées à la remise en cause du bon accomplissement des cycles biologiques, sont traitées conjointement, en raison de leurs interactions fortes.

Sont exclues *de facto* de l'analyse des champs d'interdictions non concernées par le projet de parc éolien en mer :

- ▶ La destruction ou l'enlèvement des œufs et nids ;
- ▶ La destruction, l'altération ou la dégradation de sites de reproduction.

Le tableau suivant synthétise les impacts d'ordre réglementaire sur les espèces d'oiseaux les plus concernées par le parc éolien. Ne sont traitées dans ce tableau que les espèces concernées par :

- ▶ des **risques de collision** évalués comme **non accidentels** au regard des résultats des modélisations de collision, de la présence des espèces et des comportements de vol ;
- ▶ des **phénomènes significatifs liés à un effet « déplacement »** (niveaux d'impact estimés au minimum comme faibles à moyens en raison du caractère conditionnel des interdictions de perturbation de spécimens et d'altération des habitats ;
- ▶ des **phénomènes significatifs liés à un effet « barrière »** (niveaux d'impact estimés au minimum comme faibles à moyens en raison du caractère conditionnel des interdictions de perturbation de spécimens).

Remarque : la mortalité intentionnelle en phase travaux n'est pas présentée dans le tableau. Elle est jugée très improbable et totalement accidentelle pour toutes les espèces.

Pour toutes les espèces protégées non citées dans le tableau suivant, les impacts possibles du parc éolien en mer des îles d'Yeu et de Noirmoutier sont considérés comme sans implications sur le plan réglementaire au sens de l'article L. 411-1 du Code de l'environnement et de l'arrêté du 29/10/2009.

Tableau 88 : Impacts sur les espèces protégées et implications réglementaires

Espèces	Impacts du projet par mortalité (collision) – Phase d'exploitation	Impacts du projet par effet « déplacement » - Phases de construction, d'exploitation et de démantèlement	Implications réglementaires au titre de l'article L. 411-1 du CE Besoin d'une dérogation au titre article L-411-2 du CE
Espèces protégées au titre de l'article 3 de l'arrêté du 29/10/2009			
Plongeon catmarin (<i>Gavia stellata</i>)	Pas d'impact significatif envisagé (risques de collision évalués comme nuls d'après les modélisations, revêtant un caractère accidentel)	Impacts possibles, bien qu'incertains, (perturbation d'activités et zones de repos, réduction des densités locales) mais non susceptibles de remettre en cause le bon accomplissement des cycles biologiques (ne concerneront probablement que quelques individus à une échelle locale)	Implications réglementaires improbables : impacts évalués de façon pessimiste et non susceptibles d'affecter les populations. Ne justifie pas une demande de dérogation
Plongeon imbrin (<i>Gavia immer</i>)	Pas d'impact significatif envisagé (risques de collision évalués comme nuls d'après les modélisations, revêtant un caractère accidentel)	Impacts possibles, bien qu'incertains, (perturbation d'activités et zones de repos, réduction des densités locales) mais non susceptibles de remettre en cause le bon accomplissement des cycles biologiques (ne concerneront probablement que quelques individus à une échelle locale)	Implications réglementaires improbables : impacts évalués de façon pessimiste et non susceptibles d'affecter les populations. Ne justifie pas une demande de dérogation
Puffin des Baléares (<i>Puffinus mauretanicus</i>)	Pas d'impact significatif envisagé (risques de collision évalués comme nuls d'après les modélisations, revêtant un caractère accidentel)	Impacts possibles (perturbation d'activités d'oiseaux en transit entre leurs zones d'estivage). Pas d'impact sur des aires de repos importantes pour l'espèce (distance importante), aucun stationnement identifié au niveau de la zone du parc éolien. Impacts non susceptibles de remettre en cause le bon accomplissement des cycles biologiques (la zone du parc éolien est située à plus de 50 km des secteurs de regroupement de l'espèce du sud-Vendée et du Mor Braz, et ne semble pas constituer une zone de déplacement régulière).	Implications réglementaires improbables : impacts évalués de façon pessimiste et non susceptibles d'affecter les populations. Ne justifie pas une demande de dérogation
Océanite tempête (<i>Hydrobates pelagicus</i>)	Pas d'impact significatif envisagé (risques de collision évalués comme nuls d'après les modélisations, revêtant un caractère accidentel)	Impacts possibles (perturbation d'oiseaux en transit voire d'oiseaux en repos). Pas d'impact sur des aires de repos importantes pour l'espèce. Impacts non susceptibles de remettre en cause le bon accomplissement des cycles biologiques (la zone du parc éolien est située en marge des secteurs de fortes concentrations de l'espèce dans le golfe de Gascogne).	Implications réglementaires improbables : impacts évalués de façon pessimiste et non susceptibles d'affecter les populations. Ne justifie pas une demande de dérogation

4. Mesures prévues par le pétitionnaire

4.1 Mesures ERC

4.1.6 Implication réglementaire des impacts sur les espèces protégées



Espèces	Impacts du projet par mortalité (collision) – Phase d'exploitation	Impacts du projet par effet « déplacement » - Phases de construction, d'exploitation et de démantèlement	Implications réglementaires au titre de l'article L. 411-1 du CE Besoin d'une dérogation au titre article L-411-2 du CE
Fou de Bassan (<i>Morus bassanus</i>)	Impacts probables. Estimation de 10 cas de collision par an d'après les modélisations. Mortalité non susceptible de porter atteinte à l'état des populations (nationale ou européenne)	Impacts possibles (perturbation d'oiseaux en transit voire d'oiseaux en repos). Pas d'impact sur des aires de repos importantes pour l'espèce. Impacts non susceptibles de remettre en cause le bon accomplissement des cycles biologiques.	Demande de dérogation (« destruction de spécimens ») par formalisme et lecture prudente de l'arrêté du 29/10/2009 ⁶¹
Goéland marin (<i>Larus marinus</i>)	Impacts probables. Estimation de 16 cas de collision par an d'après les modélisations. Mortalité susceptible d'affecter la dynamique des populations locales d'après l'approche très pessimiste de la « surmortalité 1% ». Pas d'atteinte à l'état des populations nationale ou européenne, ni aux populations locales d'après l'approche PBR.	Impacts possibles (perturbation d'activités en transit voire d'oiseaux en repos). Pas d'impact sur des aires de repos importantes pour l'espèce. Impacts non susceptibles de remettre en cause le bon accomplissement des cycles biologiques.	Justifie une demande de dérogation (« destruction de spécimens ») Seule espèce pour laquelle les niveaux de mortalité sont susceptibles d'affecter les populations locales (hypothèse pessimiste)
Goéland argenté (<i>Larus argentatus</i>)	Impacts probables. Estimation de 7 cas de collision par an d'après les modélisations. Mortalité non susceptible de porter atteinte à l'état des populations (locale, nationale ou européenne)	Impacts possibles (perturbation d'oiseaux en transit voire d'oiseaux en repos). Pas d'impact sur des aires de repos importantes pour l'espèce. Impacts non susceptibles de remettre en cause le bon accomplissement des cycles biologiques.	Demande de dérogation (« destruction de spécimens ») par formalisme et lecture prudente de l'arrêté du 29/10/2009
Goéland brun (<i>Larus fuscus</i>)	Impacts probables. Estimation de 10 cas de collision par an d'après les modélisations. Mortalité non susceptible de porter atteinte à l'état des populations (locale, nationale ou européenne)	Impacts possibles (perturbation d'oiseaux en transit voire d'oiseaux en repos). Pas d'impact sur des aires de repos importantes pour l'espèce. Impacts non susceptibles de remettre en cause le bon accomplissement des cycles biologiques.	Demande de dérogation (« destruction de spécimens ») par formalisme et lecture prudente de l'arrêté du 29/10/2009

⁶¹ Le suivi des préconisations du guide relatif à l'application de la réglementation « espèces protégées » pour les parcs éoliens terrestres (MEDDE, 2014) conduirait ici à ne pas solliciter de dérogation (les mortalités prévisibles ne sont pas de nature à porter atteinte à l'état de conservation des populations à une échelle locale, régionale, nationale ni à l'échelle biogéographique). La demande de dérogation suit une lecture stricte de l'alinéa I de l'article 3 de l'arrêté du 29/10/2009 (interdiction de destruction de spécimens dans le milieu naturel).

Espèces	Impacts du projet par mortalité (collision) – Phase d'exploitation	Impacts du projet par effet « déplacement » - Phases de construction, d'exploitation et de démantèlement	Implications réglementaires au titre de l'article L. 411-1 du CE Besoin d'une dérogation au titre article L-411-2 du CE
Goéland cendré (<i>Larus canus</i>)	Impacts probables. Estimation de 8 cas de collision par an d'après les modélisations. Mortalité non susceptible de porter atteinte à l'état des populations (nationale ou européenne).	Impacts possibles (perturbation d'oiseaux en transit voire d'oiseaux en repos). Pas d'impact sur des aires de repos importantes pour l'espèce. Impacts non susceptibles de remettre en cause le bon accomplissement des cycles biologiques.	Demande de dérogation (« destruction de spécimens ») par formalisme et lecture prudente de l'arrêté du 29/10/2009
Mouette pygmée (<i>Larus minutus</i>)	Impacts probables. Estimation de 7 cas de collision par an d'après les modélisations. Mortalité non susceptible de porter atteinte à l'état des populations (nationale ou européenne).	Impacts possibles (perturbation d'oiseaux en transit voire d'oiseaux en repos). Impacts non susceptibles de remettre en cause le bon accomplissement des cycles biologiques (la zone du parc éolien est située en marge de secteurs de fortes concentrations de l'espèce dans le golfe de Gascogne).	Demande de dérogation (« destruction de spécimens ») par formalisme et lecture prudente de l'arrêté du 29/10/2009
Mouette tridactyle (<i>Rissa tridactyla</i>)	Impacts probables. Estimation de 6 cas de collision par an d'après les modélisations. Mortalité non susceptible de porter atteinte à l'état des populations nationale ou européenne.	Impacts possibles (perturbation d'oiseaux en transit et d'oiseaux en repos). Impacts non susceptibles de remettre en cause le bon accomplissement des cycles biologiques (la zone du parc éolien est située à distance des secteurs de fortes concentrations de l'espèce dans le golfe de Gascogne).	Demande de dérogation (« destruction de spécimens ») par formalisme et lecture prudente de l'arrêté du 29/10/2009
Mouette rieuse	Impacts par collision possible (indication d'environ 0,2 cas par an d'après les modélisations). Mortalité non susceptible de porter atteinte à l'état des populations (locales, nationale ou européenne)	Perturbations peu probables d'oiseaux en transit et absence de perturbation d'oiseaux en repos. Impacts non susceptibles de remettre en cause le bon accomplissement des cycles biologiques.	Ne justifie pas une demande de dérogation Mortalité éventuelle d'ordre accidentel, probabilité d'environ 0,2 cas par an sur la durée d'exploitation du parc éolien.
Sterne caugek (<i>Sterna sandvicensis</i>)	Impacts possibles. Estimation de 1 à 2 cas de collision par an d'après les modélisations. Mortalité non susceptible de porter atteinte à l'état des populations (locales, nationale ou européenne).	Perturbations peu probables d'oiseaux en transit et absence de perturbation d'oiseaux en repos. Impacts non susceptibles de remettre en cause le bon accomplissement des cycles biologiques.	Demande de dérogation (« destruction de spécimens ») par formalisme et lecture prudente de l'arrêté du 29/10/2009

4. Mesures prévues par le pétitionnaire

4.1 Mesures ERC

4.1.6 Implication réglementaire des impacts sur les espèces protégées



Espèces	Impacts du projet par mortalité (collision) – Phase d'exploitation	Impacts du projet par effet « déplacement » - Phases de construction, d'exploitation et de démantèlement	Implications réglementaires au titre de l'article L. 411-1 du CE Besoin d'une dérogation au titre article L-411-2 du CE
Sterne pierregarin (<i>Sterna hirundo</i>)	Impacts peu probables. Estimation de 0,01 cas de collision probable par an d'après les modélisations. Mortalité accidentelle non susceptible de porter atteinte à l'état des populations (locales, nationale ou européenne).	Perturbations peu probables d'oiseaux en transit et absence de perturbation d'oiseaux en repos. Impacts non susceptibles de remettre en cause le bon accomplissement des cycles biologiques.	Ne justifie pas une demande de dérogation Mortalité éventuelle d'ordre accidentel, aucun impact possible sur les populations.
Cormoran huppé	Impacts possibles. Estimation de 1 à 2 cas de collision par an d'après les modélisations. Mortalité non susceptible de porter atteinte à l'état des populations (locales, nationale ou européenne).	Perturbations peu probables d'oiseaux en transit. Possible attraction d'oiseaux (stationnement sur fondations d'éoliennes). Impacts non susceptibles de remettre en cause le bon accomplissement des cycles biologiques.	Demande de dérogation (« destruction de spécimens ») par formalisme et lecture prudente de l'arrêté du 29/10/2009
Grand Cormoran	Impacts par collision possibles (indication d'environ 0,01 cas par an d'après les modélisations). Mortalité accidentelle non susceptible de porter atteinte à l'état des populations (locales, nationale ou européenne)	Perturbations peu probables d'oiseaux en transit et absence de perturbation d'oiseaux en repos. Impacts non susceptibles de remettre en cause le bon accomplissement des cycles biologiques.	Ne justifie pas une demande de dérogation Mortalité éventuelle d'ordre accidentel, aucun impact possible sur les populations.
Guillemot de Troïl (<i>Uria aalge</i>)	Impacts par collision possibles (indication de moins de 0,3 cas par an d'après les modélisations). Mortalité non susceptible de porter atteinte à l'état des populations (nationale ou européenne)	Impacts probables (perturbation d'oiseaux en transit et en repos). La zone du parc éolien est située en marge de secteurs de fortes concentrations de l'espèce dans le golfe de Gascogne. Les perturbations locales (diminution de densités) sont attendues mais ne sont a priori pas susceptibles de remettre en cause le bon accomplissement des cycles biologiques des populations hivernantes (les zones de concentrations d'hivernage d'alcidés s'étendent sur plusieurs dizaines de kilomètres à l'ouest et au sud de la zone du parc éolien).	Implications réglementaires possibles (perturbations d'une aire de repos de l'espèce) Demande de dérogation (« perturbation de spécimens ») par lecture prudente de l'arrêté du 29/10/2009 (bien que les impacts soient peu susceptibles d'affecter les populations hivernantes)

Espèces	Impacts du projet par mortalité (collision) – Phase d'exploitation	Impacts du projet par effet « déplacement » - Phases de construction, d'exploitation et de démantèlement	Implications réglementaires au titre de l'article L. 411-1 du CE Besoin d'une dérogation au titre article L-411-2 du CE
Pingouin torda (<i>Alca torda</i>)	Pas d'impact significatif envisagé (risques de collision évalués comme nuls d'après les modélisations, revêtant un caractère accidentel)	Impacts possibles (perturbation d'oiseaux en transit et en repos). La zone du parc éolien est située en marge de secteurs de concentrations d'alcidés dans le golfe de Gascogne. Les perturbations locales (diminution de densités) sont attendues mais ne sont pas susceptibles de remettre en cause le bon accomplissement des cycles biologiques des populations hivernantes.	Implications réglementaires peu évidentes (impacts locaux pessimistes, par précaution) mais non susceptibles d'affecter les populations. Intégré à la demande de dérogation (« perturbation de spécimens ») par formalisme et lecture prudente de l'arrêté du 29/10/2009 (espèce écologiquement proche du Guillemot de Troïl).
Espèce protégée au titre de l'article 4 de l'arrêté du 29/10/2009			
Grand Labbe (<i>Stercorarius skua</i>)	Impacts possibles. Modélisations de 1 à 2 cas de collision par an. Mortalité non susceptible de porter atteinte à l'état des populations (nationale ou européenne)	Pas d'impact significatif prévisible (pas de stationnement de Grand Labbe, ni d'utilisation privilégiée du secteur).	Demande de dérogation (« destruction de spécimens ») par formalisme et lecture prudente de l'arrêté du 29/10/2009

4.1.6.1.3 Bilan concernant le besoin d'une demande de dérogation

MORTALITE

Pour l'avifaune, les impacts par collision sur le **Goéland marin** (environ 16 cas de collision par an d'après les modélisations) sont potentiellement susceptibles de perturber la dynamique des colonies nicheuses locales, d'après les indications fournies par les modélisations, en se basant sur l'approche très pessimiste des 1% de surmortalité naturelle et en considérant que tous les cas de collision concernent des nicheurs locaux. Il s'agit d'hypothèses défavorables mais qui ne peuvent pas être totalement écartées. L'approche classique du PBR (*Potential biological removal* – Prélèvement biologique potentiel) n'indique pas de risque notable d'atteinte aux populations locales. Une demande de dérogation au titre de l'article L.411-2 du Code de l'environnement est cependant sollicitée pour cette espèce en conformité avec les préconisations du guide du MEDDE relatif à l'application de la réglementation sur les espèces protégées dans le cadre des parcs éoliens terrestres (2014).

D'autres espèces d'oiseaux pourraient subir des mortalités régulières (entre 5 et 10 cas de collision probables par an d'après les modélisations) mais à des niveaux n'engendrant pas d'atteinte potentielle aux populations locales, nationales ou européennes (**Goéland brun, Goéland argenté, Mouette tridactyle, Goéland cendré, Mouette pygmée, Fou de Bassan**). Trois autres espèces seraient concernées, d'après les modélisations, par des risques de collision très limités (indications de 1 à 2 cas de collision selon les espèces) : Grand labbe, Sterne caugek, Cormoran huppé. Les impacts par mortalité sur ces espèces ne justifient pas directement une

telle demande au sens du guide du MEDDE (2014). Toutefois, elles seront traitées dans la demande de dérogation, dans le cadre d'une lecture stricte de l'alinéa 1 de l'article 3 de l'arrêté du 29/10/2009 (interdiction de destruction de spécimens dans le milieu naturel).

- ⇒ **Demande de dérogation justifiée pour le Goéland marin**
- ⇒ **Demande de dérogation par formalisme pour le Goéland brun, le Goéland argenté, le Goéland cendré, la Mouette tridactyle, la Mouette pygmée et le Fou de Bassan (nombre de collision probable compris entre 5 et 10 cas par an d'après les modélisations).**
- ⇒ **Demande de dérogation par formalisme pour le Grand Labbe, la Sterne caugek et le Cormoran huppé (nombre de collision probable compris entre 1 et 2 cas par an d'après les modélisations).**

Remarque - Les espèces concernées, d'après les modélisations, par des risques de collision anecdotiques (moins de 0,5 cas de collision par an, généralement moins de 0,2 cas par an) ne font pas l'objet de la demande de dérogation. En effet, les résultats des modélisations de collision ainsi que les comportements en vol et faibles activités observées au niveau de la zone du parc éolien amènent à considérer les cas de mortalité comme d'ordre accidentel, sans aucun impact possible à l'échelle des populations.

MORTALITE :

- ▶ Demande de dérogation justifiée pour le Goéland marin
 - ▶ Demande de dérogation par formalisme pour le Goéland brun, le Goéland argenté, le Goéland cendré, la Mouette tridactyle, la Mouette pygmée et le Fou de Bassan (nombre de collision probable compris entre 5 et 10 cas par an d'après les modélisations).
- Demande de dérogation par formalisme pour le Grand Labbe, la Sterne caugek et le Cormoran huppé (nombre de collision probable compris entre 1 et 2 cas par an d'après les modélisations).

PERTURBATION DE SPECIMENS ET ALTERATION DES MILIEUX

Des impacts par perturbation (déplacement en phase de construction, déplacement en phase d'exploitation) sont prévisibles pour plusieurs espèces à une échelle locale. Seuls les impacts concernant le **Guillemot de Troïl** pourraient être assimilés à une perturbation intentionnelle de spécimens et une altération d'aires de repos susceptibles d'affecter un secteur de forte activité.

A un degré moindre, la zone du parc éolien accueille ponctuellement des activités marquées de Mouette pygmée, Mouette tridactyle et d'Océanite tempête, dont les zones de concentrations dans le golfe de Gascogne s'étendent largement vers l'ouest et le sud. D'autres espèces sont susceptibles d'être perturbées dans leurs activités (oiseaux en vol voire en stationnement), à des degrés divers.

Une lecture prudente de l'article 3 de l'arrêté du 29/10/2009 n'amène à envisager de demande de dérogation que pour le Guillemot de Troïl. En effet, il s'agit de la seule espèce pour laquelle les impacts du parc éolien sont susceptibles d'affecter les activités et stationnements d'une proportion significative de la population locale hivernante (les modélisations conduisent à envisager le stationnement hivernal d'une population comprise entre 100 et 500 individus au niveau du parc éolien

En lien avec la forte proximité écologique du Pingouin torda et du Guillemot de Troïl, le Pingouin torda est également intégré à la demande de dérogation par formalisme. Cette espèce est en

effet secondaire par rapport au Guillemot de Troïl (3 à 4 fois moins fréquent localement). En ce sens, il est très improbable que le parc éolien représente une perturbation significative.

PERTURBATION DE SPECIMENS ET ALTERATION DES MILIEUX

- ▶ Demande de dérogation (par approche prudente) pour le Guillemot de Troïl ainsi que pour le Pingouin Torda (de façon secondaire, par stricte formalisme), en raison d'un risque d'altération significatif d'une zone de concentration de l'espèce (ouest de la zone du parc éolien). La large répartition de cette espèce dans le golfe de Gascogne et l'importance numérique des populations ne conduisent cependant pas à présager d'effet sur l'état des populations.
- ▶ Aucune demande de dérogation n'est justifiée pour les autres espèces concernées par des effets « déplacement », « habitats » et « barrière ». En effet, malgré des impacts locaux certains ou potentiels (Plongeon catmarin, Plongeon imbrin, Puffin des Baléares, Océanite tempête, Fou de Bassan, Mouette pygmée, Pingouin torda), les impacts ne sont pas de nature à remettre en cause le bon accomplissement des cycles biologiques ni à affecter l'état de conservation des populations).

4.1.6.2 Espèces de mammifères marins

Toutes les espèces de mammifères marins présents en France métropolitaine sont protégées au titre des dispositions de l'article L. 411-1 du Code de l'environnement et de l'arrêté ministériel du 1^{er} juillet 2011.

Pour rappel, pour les espèces de mammifères marins protégés en France:

- ▶ La destruction, la mutilation et la perturbation intentionnelle de spécimens d'espèces de mammifères marins protégées sont strictement interdites ;
- ▶ La destruction et l'altération des milieux sont interdites si elles concernent des éléments particulièrement importants pour l'espèce et qu'elles sont de nature à affecter l'état de conservation de l'espèce en perturbant le bon accomplissement des cycles biologiques ;
- ▶ Les autres types d'interdictions ne s'appliquent pas au projet (prélèvement biologique, détention, transport, etc.).

Les opérations de construction, d'exploitation et de démantèlement du parc éolien ne sont pas susceptibles d'entrer dans le champ d'application des interdictions de destruction et mutilation intentionnelles ni d'altération du milieu. Il n'y a ainsi aucune implication réglementaire relative à ces impacts.

Concernant la perturbation intentionnelle de spécimens, les opérations de construction du parc éolien vont engendrer des bruits qui pourront être perçus à des distances relativement réduites autour des points de forage (de l'ordre de 10 à 15 milles nautiques en moyenne pour les mammifères marins, parfois jusqu'à 20 milles nautiques).

Les travaux de forage sont susceptibles de provoquer une gêne comportementale de spécimens se trouvant à moins de 70 m du forage, voire des dommages auditifs temporaires pour des spécimens présents à moins de 40 m des points de forage.

Les mesures de réduction suivantes visent à limiter ces impacts :

- ▶ MER9 « Mettre en œuvre le projet THERMMO » (suivi visuel des mammifères marins autour des points de forage) ;
- ▶ MER9bis « Mettre en œuvre le projet SmartPAM » (suivi acoustique des mammifères marins autour des points de forage).

4. Mesures prévues par le pétitionnaire

4.1 Mesures ERC

4.1.6 Implication réglementaire des impacts sur les espèces protégées



Trois espèces de mammifères marins sont présentes de façon régulière, en effectifs plus ou moins importants :

- ▶ Dauphin commun (fréquent, en toutes saisons, avec une présence marquée en été) ;
- ▶ Grand Dauphin (présent régulièrement en effectifs limités) ;
- ▶ Marsouin commun (régulier en automne et hiver, plus occasionnel au printemps et en été).

Les autres espèces de mammifères marins connues ou contactées dans les aires d'étude sont beaucoup plus occasionnelles, voire anecdotiques.

Aussi, les impacts acoustiques sont susceptibles de concerner principalement trois espèces.

La réalisation de travaux de construction en mer sur une durée de deux ans, peut être assimilée à une perturbation.

Toutefois, l'utilisation de **techniques de construction particulièrement peu bruyantes** (forage) et la **mise en œuvre de mesures de suivi** (acoustique et visuel) et **d'arrêt des travaux en cas de présence de mammifères marins à moins de 200 m des ateliers de forage**, permettent de considérer les **impacts acoustiques à proprement parlé** (gêne comportementale voire dommage physiologique) comme **évités**.

En effet, dans le cadre de la mise en œuvre des mesures de maîtrise des empreintes sonores en phase de construction, les risques de perturbation réelle (gêne comportementale) de spécimens sont quasiment nuls : ceci impliquerait la présence de spécimens à moins de 70 m des points de forage, en cours d'opération et sans que ces spécimens n'aient été détectés par les suivis visuels et acoustiques. Par ailleurs, le bruit des travaux n'incitera pas les mammifères marins à s'approcher de la source du bruit.

Aussi, les **perturbations** de type **gêne comportementale** sont **considérées comme d'ordre accidentel**, au regard des faibles distances concernées (limitées en moyenne à moins de 70 m autour des points de forage) et des mesures de suivi mises en œuvre en cours de construction.

Concernant les risques de **dommages auditifs temporaires** (pouvant être assimilé à une mutilation intentionnelle), ils sont **totalement inenvisageables** compte tenu de l'application des différentes mesures proposées : suivis des abords des forages, montée en puissance des productions sonores, report des travaux en cas de présence de mammifères marins. Les modélisations indiquent un risque de dommage auditif sur une distance maximale de l'ordre de 40 à 50 m, à pleine puissance de travaux. Les dommages auditifs sont donc exclus.

Les impacts pressentis par la construction et l'exploitation du parc éolien n'amènent pas à envisager de perturbation des activités des mammifères marins, ni de perturbation du bon accomplissement des cycles biologiques de ces espèces.

Au regard du caractère très improbable d'impacts tombant dans le cadre des interdictions et dispositions de protection (sources de bruit limitées et mesures de suivi en phase de construction), il n'est pas sollicité de demande de dérogation pour perturbation intentionnelle de mammifères marins ou altération des milieux. En effet, d'éventuelles perturbations de spécimens en phase de construction (ou de démantèlement) revêtiraient un caractère accidentel et non intentionnel : toutes les dispositions sont prises par le maître d'ouvrage pour éviter des impacts.

4.1.6.3 Espèces de tortues marines

Pour rappel, pour les espèces de tortues marines protégées en France (voir chapitre 1.2.2.2) :

- ▶ La destruction, la mutilation et la perturbation intentionnelle de spécimens d'espèces de tortues marines protégées sont strictement interdites ;
- ▶ La destruction et l'altération des milieux sont interdites si elles concernent le milieu particulier des tortues marines ;
- ▶ Les autres types d'interdictions ne s'appliquent pas au projet (destruction des nids, œufs, détention, transport, etc.).

4.1.6.4 Espèces de chiroptères

Au regard des dispositions de l'article L.411-1 du Code de l'environnement et de l'arrêté du 23 avril 2007 :

- ▶ La destruction et la mutilation intentionnelle de spécimens d'espèces protégées sont, selon les dispositions de l'arrêté du 29/10/2009, strictement interdites.
- ▶ *A contrario*, la perturbation intentionnelle des spécimens et la dégradation des milieux de vie sont interdites à conditions qu'elles portent atteinte au bon accomplissement des cycles biologiques.

Concernant **la destruction et la mutilation intentionnelle de spécimens**, d'après les analyses réalisées, seule la Pipistrelle de Nathusius est susceptible survoler de façon occasionnelle à régulière la zone du projet en migration. Bien que les effectifs concernés ne puissent être déterminés, il est probable que la proportion des populations migrant en mer soit faible. Pour autant, dans une approche de précaution, des mortalités possibles de plusieurs spécimens par an ont été considérés dans le cadre de l'évaluation des impacts.

Concernant **la perturbation intentionnelle de spécimens**, les opérations de construction du parc éolien vont engendrer des perturbations lumineuses susceptibles d'affecter localement des chauves-souris en vol. Ces perturbations resteront localisées et ne concerneront probablement que quelques spécimens en migration. De telles perturbations ne concerneront aucunement des milieux de fort intérêt pour les chauves-souris. En ce sens, aucune perturbation de nature à affecter le bon accomplissement des cycles biologiques n'est prévisible.

Concernant **l'altération des milieux**, aucun milieu de fort intérêt fonctionnel pour les chiroptères n'est présent au droit ou à proximité de la zone de projet.

4.2 Engagements (E) du maître d'ouvrage

Afin d'améliorer les connaissances dans le domaine du milieu marin et de l'éolien en mer en particulier, le maître d'ouvrage a prévu de réaliser plusieurs suivis environnementaux qualifiés de « mesures d'engagement ».

Pour rappel, les mesures de suivis contribuant à suivre l'efficacité d'une mesure d'évitement, de réduction ou de compensation définies précédemment sont présentées en partie 5.1.5.

4.2.1 Présentation des engagements du maître d'ouvrage

Le tableau ci-dessous présente les différents types de mesure d'engagements envisagés pendant les phases du projet :

- ▶ Pré-construction (soit un an avant le début de la construction du parc) ;
- ▶ Construction ;
- ▶ Exploitation ;
- ▶ Démantèlement.

Le numéro de la mesure est ensuite repris dans les fiches de présentation détaillée de chaque mesure.

Dans le cadre de ces engagements sont notamment présentés les programmes retenus suite aux démarches entreprises par le consortium pour élaborer et mettre en œuvre des programmes d'amélioration de connaissances et de Recherche & Développement.

Tableau 89: Présentation des engagements du maître d'ouvrage

Engagement n°	Description de l'engagement	Composantes concernées	Phases du projet durant laquelle s'applique la mesure	Coût global en € HT
E1	Créer un GIS "Eolien en mer" dédié au partage de connaissances	Environnement dans son ensemble	Construction Exploitation Démantèlement	650 000
E2	Créer un BLIEM	Environnement dans son ensemble	Développement Construction Exploitation Démantèlement	330 000
E3	Evaluer l'effet des anodes sacrificielles sur les matrices biote et eau	Qualité de l'eau et des sédiments Habitats et biocénoses benthiques	Exploitation	40 000
E4	RESPECT 3 : évaluer l'efficacité des mesures d'évitement et de réduction qui seront entreprises par la quantification du gain	Mammifères marins	Construction et exploitation	132 700
E5	Réaliser une enquête de perception paysagère	Paysage	Exploitation	45 000
E6	Projet JONAS	Acoustique sous-marine	Construction et exploitation	36 500
TOTAL				1 234 200

4.2.2 Fiches descriptives des engagements du maître d'ouvrage

Fiche n°	EI	Catégorie de mesure	Engagement	Composante	Environnement
Créer un GIS "Eolien en mer" dédié au partage de connaissances					
Objectif de la mesure					
Partage des connaissances liées aux impacts environnementaux d'un parc éolien en mer et suivi de la mise en place des mesures.					
Description du projet de mesure					
<p>La création d'une instance partenariale pour la gouvernance et le suivi environnemental du parc éolien en mer des îles d'Yeu et de Noirmoutier par la création d'un Groupement d'Intérêt Scientifique (GIS) constitue le cœur du programme de suivi environnemental.</p> <p>La création du GIS Éolien en Mer a pour vocation d'améliorer les connaissances liées aux impacts environnementaux d'un parc éolien en mer.</p> <p>Le GIS aura pour mission de suivre au mieux, avec les experts concernés, tous les programmes de suivis environnementaux pendant la phase de chantier, durant l'exploitation du parc (plus particulièrement durant les premières années) et le démantèlement. Enfin, il s'agira aussi de suivre les effets de la remise en état du site (phase post-démantèlement).</p> <p>Les résultats des suivis scientifiques feront l'objet d'un rapport complet, édité aux années de référence de suivis environnementaux définies par les experts qui sera rendu public afin de participer à l'amélioration des connaissances scientifiques :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Des milieux marins en Atlantique Est (bathymétrie, qualité du milieu, biocénoses benthiques, migrations et stationnements de poissons, d'oiseaux, de chauve-souris, de mammifères marins) ; ▶ Des impacts environnementaux de la construction, de l'exploitation et du démantèlement d'un parc éolien en mer. <p>Les informations seront vulgarisées afin d'être transmises dans un but pédagogique via le BLIEM.</p>					
Responsable de la mise en œuvre	Maître d'ouvrage		Partenaires techniques pressentis		
Phases d'intervention	Pré-construction, construction, exploitation et démantèlement				
Secteurs concernés	Zone du projet		Estimation des coûts (€ HT)	650 000 €	
Modalités de suivi de la mesure					
Indicateurs de mise en œuvre			Indicateurs de résultats		

4. Mesures prévues par le pétitionnaire

4.2 Engagements (E) du maître d'ouvrage

4.2.2 Fiches descriptives des engagements du maître d'ouvrage



Fiche n°	E2	Catégorie de mesure	Engagement	Composante	Environnement
Créer un Bureau Local d'Information Eolien en Mer (BLIEM)					
Objectif de la mesure					
Le Bureau Local d'Information Éolien en Mer qui aura un rôle de vecteur de diffusion des informations (résultats, retours d'expérience, observations, etc.) collectées tout au long de l'accompagnement du parc éolien en mer des îles d'Yeu et de Noirmoutier.					
Description de la mesure					
<p>D'importantes lacunes de connaissances existent à ce jour dans le domaine maritime. Un des objectifs de la Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin est de contribuer à l'amélioration des connaissances du milieu marin, afin d'optimiser la gestion et la gouvernance des ressources marines en Atlantique. Le projet des îles d'Yeu et de Noirmoutier depuis son développement jusqu'à son démantèlement en passant par sa construction et son exploitation collecte de nombreuses études de l'environnement marin dans le Golfe de Gascogne qui doivent être partagées avec la communauté scientifique afin d'améliorer ses connaissances. Ainsi, le maître d'ouvrage prévoit la création du Bureau Local d'Information Éolien en Mer qui aura un rôle de vecteur de diffusion des informations (résultats, retours d'expérience, observations, etc.) collectées tout au long de l'accompagnement du parc éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier.</p> <p>Ce bureau a pour vocation d'être présent localement et physiquement. Il sera localisé à proximité du parc, pour assurer plusieurs missions :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Recueillir toutes les demandes et questions autour du parc, provenant de tous types d'acteurs locaux (particuliers, entreprises, associations pro ou anti, représentants de profession ou de comités professionnels, syndicats, acteurs socio-économiques, etc...) ; • Mettre les résultats vulgarisés des suivis environnementaux et socio-économiques à la disposition des citoyens; • Assurer un suivi et une traçabilité des questions posées et réponses fournies, notamment par la mise en place de supports pour poser les questions (cahier, internet avec inscription obligatoire, pas d'anonymat) ; • Apporter des réponses (fiches thématiques ou documents) ou orienter les demandeurs vers les acteurs pertinents (office de tourisme, etc...) en fonction des demandes ; • Identifier les demandes qui seraient susceptibles d'être traitées par le GIS et en assurer la traçabilité ; • Assurer une permanence avec une personne physique (1 à 2 jours / semaine par exemple) ; • Organiser des réunions d'information autour de thèmes prédéfinis ; • Assurer une communication régulière des informations concernant l'avancement des travaux du parc et l'état de son exploitation. <p>Le BLIEM a pour objectif d'être présent au plus près des populations concernées.</p>					
Responsable de la mise en œuvre	Maître d'ouvrage	Partenaires techniques pressentis			
Phases d'intervention	Pré-construction, construction, exploitation et démantèlement				
Secteurs concernés	Zone de projet	Estimation des coûts (€ HT)	330 000 €		
Modalités de suivi de la mesure					
A définir					
Indicateurs de mise en œuvre		Indicateurs de résultats			

Fiche n°	E3	Catégorie de mesure	Engagement	Composante	Qualité de l'eau et benthos
Evaluer l'effet des anodes sacrificielles sur les matrices biote et eau					
Objectif de la mesure					
Caractériser les relargages de métaux par les anodes sacrificielles par immersion de poches de coquillages (caging) et de dispositifs DGT (échantillonneur passif).					
Description de la mesure					
Mesure de la concentration moyenne en métaux lourds constitutifs des anodes sacrificielles (Al, Zn, Hg, Pb, Cu, Cd) : <ul style="list-style-type: none"> • Bio-accumulés par les coquillages : chaque échantillon est composé d'1 lot de 3kg environ de coquillages (ex : moules) calibrés et issus d'une exploitation conchylicole locale. Des analyses avant immersion sont faites sur une fraction aléatoire pour conditions témoin. • Captés par les dispositifs DGT : 3 réplicats par niveau + « blanc terrain ». Nécessité d'un nombre important de stations pour s'affranchir des effets des courants + pertes probables de dispositifs. Au total, 8 stations, sur 2 bathymétries différentes, soit 16 poches et 48 DGT : <ul style="list-style-type: none"> • 2 stations témoin en dehors du parc sur des mouillages en eaux profondes • 3 stations en cercle (R<10m) autour d'une éolienne / Poches fixées sur fondations si possible • 3 stations en cercle concentrique (100m<R<200m) autour d'une éolienne sur des mouillages en eaux profondes Fréquence des campagnes : <ul style="list-style-type: none"> • Collecte des coquillages chez ostréiculteur et analyse des échantillons témoin + Mise à l'eau (M) des mouillages + cages + DGT • Relève des DGT à M+7 jours • Relève des mouillages et cages à M+3 mois. Analyses par laboratoires accrédités. Autorisations administratives à prévoir. Rapport d'expertise.					
Responsable de la mise en œuvre	Maître d'ouvrage	Partenaires techniques pressentis	CEDRE / EUROFINs / IDRA Bio & Littoral / Conchyliculteur		
Phases d'intervention	1 campagne 6 mois après la mise en service du parc Renouvellement à N+1 si constat d'effets				
Secteurs concernés	AEI + proches abords	Estimation des coûts (€ HT)	40 000		
Modalités de suivi de la mesure					
Indicateurs de mise en œuvre	GIS	Indicateurs de résultats	Résultats		

4. Mesures prévues par le pétitionnaire

4.2 Engagements (E) du maître d'ouvrage

4.2.2 Fiches descriptives des engagements du maître d'ouvrage



Fiche n°	E4	Catégorie de mesure	Engagement	Composante	Mammifères Marins
RESPECT 3 : Evaluer l'efficacité des mesures d'évitement et de réduction qui seront entreprises, par la quantification du gain (nombre d'espèces préservées, gain sur les populations de mammifères marins) lors des phases de construction et d'exploitation.					
Objectif de la mesure					
<p>L'objectif du projet RESPECT phase 3/S est d'évaluer l'efficacité des mesures d'évitement et de réduction qui seront entreprises, par la quantification du gain (nombre d'espèces préservées, gain sur les populations de mammifères marins) lors des phases de construction et d'exploitation.</p> <p>Ce projet constitue le prolongement logique des phases 1 et 2 du projet RESPECT coordonné par Quiet-Oceans pour le compte du maître d'ouvrage</p>					
Description de la mesure					
<p>Cohérence avec le projet de parc éolien Ce projet de suivi offre un outil quantifiant l'efficacité des mesures d'évitement et de réduction prises dans le cadre des projets de parcs éoliens pour les phases de construction et d'exploitation.</p> <p>Expérience dans le domaine du projet RESPECT Phase 3/S s'inscrit dans la suite des phases 1 (fini) et 2 (programmée) du projet RESPECT mené dans le cadre du projet du maître d'ouvrage, notamment dans le cadre du développement du projet de parc éolien en mer de Dieppe Le Tréport. Ce sera l'occasion de mettre en œuvre le modèle sur le site des îles d'Yeu et de Noirmoutier.</p> <p>Les résultats obtenus lors de la phase 1 du projet RESPECT ont d'ores et déjà permis de mettre en place :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ un modèle de transfert du bruit de battage de pieu vers le milieu marin (marteau, enclume, pieu, eau, sédiment) ; ▶ un modèle écosystémique intégrant le bruit visant à prédire les impacts à moyen et long termes sur les mammifères marins avec et sans mesure d'atténuation (mitigation). <p>La phase 2, déjà programmée, permettra d'affiner ce modèle en acquérant et implémentant des paramètres spécifiques à la zone d'étude et potentiellement en étendant l'étude à d'autres espèces de mammifères marins du secteur (phoque par exemple).</p> <p>La phase 3 vise donc à utiliser ce modèle comme outil de suivi et de prédiction de l'évolution des populations lors de la construction et de l'exploitation du/des parc(s) et un outil d'évaluation de l'efficacité des mesures de réduction du bruit. Pour ce faire, des acquisitions de données spécifiques aux populations de cétacés de la façade atlantique seront nécessaires, en plus de celles de la façade Manche.</p> <p>Quiet-Oceans s'appuiera sur les résultats des deux phases précédentes du projet RESPECT et sur son système de modélisation et de prédiction du bruit sous-marin Quonops®, fruit de la recherche en défense et enrichi de l'expérience de nombreuses études en conditions réelles et en modélisation auxquels il a collaboré.</p>					
Responsable de la mise en œuvre	Le maître d'ouvrage		Partenaires techniques	Quiet Oceans et Université de La Rochelle (ADERA)	
Phases d'intervention	Construction et exploitation.				
Secteurs concernés	Zone du parc éolien dans son ensemble		Estimation des coûts (€ HT)	133 000€	
Modalités de suivi de la mesure et de ses effets					
Non applicable					
Indicateurs de mise en œuvre			Indicateur de résultats		

Fiche n°	E5	Catégorie de mesure	Engagement	Composante	Paysage
Réaliser une enquête de perception paysagère					
Objectif de la mesure					
Faire un suivi longitudinal sur les motivations du choix de destination touristique dont la première enquête a été faite en 2016.					
Description mesure					
Echantillon : 150 personnes sur 4 à 5 plages en vis-à-vis direct avec le parc. Il s'agit d'une Enquête de perception sur les motivations du choix de destination touristique littoral à Yeu/Noirmoutier et alentours. L'enquête est établie sur base des principes suivants : <ul style="list-style-type: none"> a. LES CONDITIONS DE MON CHOIX DE DESTINATION b. CRITERES QUI ONT INFLUENCE LE CHOIX c. LES MOTIVATIONS & LES PRIORITES DE VACANCIER d. LA SENSIBILITE AU LE DEVELOPPEMENT DURABLE e. LE POSITIONNEMENT VIS A VIS DU PROJET DE PARC EMYN Le point (e.) sera adapté en fonction des différentes étapes de mise en œuvre du projet (construction, exploitation,...).					
Responsable de la mise en œuvre	EMYN		Partenaires techniques pressentis	BRLi-Vues sur Mer	
Phase d'intervention	En phase travaux La première année d'exploitation 3 ^{ème} année d'exploitation				
Secteurs concernés	Îles d'Yeu, Fromentine, Saint Gilles, Noirmoutier		Estimation des coûts (€ HT)	15 000 par enquête	
Modalités de suivi de la mesure					
Sans objet					
Indicateurs de mise en œuvre	Le rapport d'enquête		Indicateurs de résultats	Les conclusions du rapport d'enquête	

4. Mesures prévues par le pétitionnaire

4.2 Engagements (E) du maître d'ouvrage

4.2.2 Fiches descriptives des engagements du maître d'ouvrage



Fiche n°	E 6	Catégorie de mesure	Engagement	Composante	Acoustique sous-marine
Projet JONAS					
(Cadre commun à l'évaluation des bruits sous-marin dans l'océan Atlantique)					
Objectif de la mesure					
<p>Cette mesure a pour objectif de récolter les mesures acoustiques sous-marines collectées avant, pendant et après la construction du parc éolien en mer dans le but d'enrichir la connaissance acoustique des Etats membres de l'Union européenne. Le consortium JONAS, vise à répondre au défi de la prédiction de bruit océanique pour l'arc atlantique européen (incluant la Manche).</p>					
Description de la mesure					
<p>Pour mettre en œuvre la Directive Cadre « Stratégie du Milieu Maritime » (DCSMM) de l'Union Européenne, les pays membres sont amenés à assurer le contrôle du bruit continu dans leurs eaux et à se regrouper régionalement pour partager des méthodes, standards et outils nouveaux à rendre opérationnels dans leur région maritime. Quiet-Oceans a piloté le premier projet de ce type, en mer Baltique, aux côtés d'acteurs publics de recherche de six pays européens. Fort de cette expérience, Quiet-Oceans fait partie des préfigureurs du projet européen qui se consacrera à cette mission pour la région de l'Arc Atlantique européen, incluant la Manche.</p> <p>Les objectifs du projet sont de :</p> <ul style="list-style-type: none"> - définir la stratégie et les protocoles adéquats ainsi que les standards techniques pour répondre aux exigences de la DCSMM relatives au bruit continu en Atlantique ; - mettre en place les fondations de l'évolution transnationale du Bon Etat Ecologique en Atlantique ; - évaluer les avantages du contrôle du bruit en tant qu'outil local et global pour la planification spatiale maritime. <p>Les mesures acoustiques réalisées dans le parc éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier pourront être utilisées dans le cadre de JONAS permettant ainsi de participer à un projet européen fondateur pour la prise en compte du bruit en Atlantique et qui aura de la visibilité auprès des états membres.</p> <p>Ce projet européen est actuellement envisagé avec des acteurs publics en charge de l'application de la DCSMM pour le bruit des pays riverains de l'Atlantique : France (SHOM), Espagne, Portugal, Irlande et Royaume-Uni.</p>					
Responsable de la mise en œuvre	Quiet Océans, sous mandat de la Commission européenne		Partenaires techniques pressentis	Commission européenne, pays riverains de l'Atlantique (France, Espagne, Portugal Irlande, Royaume-Uni)	
Dates d'intervention	Construction, Exploitation				
Secteurs concernés	Atlantique et Manche		Estimation des coûts (€ HT)	36 500€	
Modalités de suivi de la mesure					
A définir avec le responsable de sa mise en œuvre					
Indicateurs de mise en œuvre	Phasage (réflexion, choix, mise en œuvre de projets)		Indicateurs de résultats	Rapport européen avec une cartographie du bruit sous-marin en Atlantique et Manche	

5 Analyse des effets cumulés du projet avec d'autres projets connus



Sommaire

5.1	Contexte réglementaire	527
5.2	Définition des impacts cumulés	528
5.3	Liste des projets pris en compte	529
5.3.1	Analyse multicritères des projets au regard de l'interaction possible de leurs effets	529
5.3.2	Projets connus pris en compte pour l'analyse des effets cumulés	535
5.4	Composantes environnementales et effets cumulés pris en compte dans l'analyse	536
5.5	Analyse des effets cumulés du projet éolien en mer des îles d'Yeu et de Noirmoutier avec les autres projets connus	538
5.5.1	Effets cumulés sur l'avifaune marine	538
5.5.1.1	Evaluation des effets cumulés avec le projet de parc éolien en mer de Saint-Nazaire	538
5.5.1.2	Evaluation des effets avec les autres projets pris en compte	548
5.5.1.2.1	Principaux éléments concernant l'extraction de granulats de l'astrolabe	548
5.5.1.2.2	Principaux éléments concernant l'extraction de granulats de la concession Cairnstrath A	548
5.5.1.2.3	Principaux éléments concernant l'extraction de granulats de la concession Cairnstrath SN2	548
5.5.1.2.4	Principaux éléments concernant le PER « Granulats Nord Gascogne »	549
5.5.1.2.5	Principaux éléments concernant le PER « Loire-Grand-Large »	549
5.5.1.2.6	Demande de renouvellement de l'autorisation pour le dragage d'entretien du port de Port-Joinville – L'île d'Yeu et de Demande de dragage d'entretien et d'immersion des sédiments du chenal de Fromentine	550
5.5.1.2.7	Synthèse concernant les effets cumulés envisageables avec les autres projets étudiés	550
5.5.2	Effets cumulés sur les mammifères marins, tortues marines et autres grands pélagiques	551
5.5.2.1	Evaluation des effets cumulés avec les autres projets d'énergie marine renouvelable	552
5.5.2.2	Evaluation des effets cumulés avec les autres projets pris en compte	558
5.5.2.2.1	Informations disponibles pour l'analyse des effets cumulés	558
5.5.2.2.2	Synthèse concernant les effets cumulés envisageables avec les autres projets étudiés	561
5.5.3	Effets cumulés sur les chiroptères	562
5.5.3.1	Généralités sur les projets pris en compte	562
5.5.3.2	Impacts cumulés	562
5.5.3.2.1	Synthèse des informations concernant le projet éolien en mer de Saint-Nazaire	562
5.5.3.2.2	Evaluation des impacts cumulés	563
5.5.4	Effets cumulés sur le paysage	566
5.5.5	Effets cumulés sur les moyens de surveillance et de communication maritime et la sécurité maritime	568

5.5.5.1	Cumul des effets d'ombre sur les radars	568
5.5.5.1.1	Effet d'ombre cumulé	568
5.5.5.1.2	Effet de réflexion-faux-échos cumulés	571
5.5.5.1.3	Effets cumulés sur les communications VHF	572
5.5.5.2	Effets cumulés sur le trafic maritime	573
5.5.6	Effets cumulés sur la qualité de l'eau	574
5.5.6.1	Mise en suspension et augmentation de la turbidité	574
5.5.6.2	Anodes sacrificielles	577
5.5.7	Effets cumulés sur les fonds marins	579
5.5.7.1	Surfaces de fonds consommées ou modifiées	580
5.5.7.2	Nature des fonds concernés	581
5.5.7.3	Effets cumulés du parc éolien en mer des îles d'Yeu et de Noirmoutier avec le projet éolien de Saint-Nazaire	583
5.5.8	Effets cumulés sur les ressources halieutiques et la pêche professionnelle	587
5.5.8.1	Impacts sur les ressources halieutiques	587
5.5.8.2	Impacts sur les activités de pêche professionnelle	589
5.6	Conclusion sur l'analyse des effets cumulés du projet avec d'autres projets connus	593

Table des illustrations

CARTES

Carte 39 : Localisation des projets retenus dans l'évaluation des effets cumulés.....	535
Carte 40 : Simulation de couverture radar grandes cibles (SER : 100 000 m ² , Ht : 25m) du radar de Chemoulin.....	569
Carte 41 : Simulation de couverture radar moyennes cibles (SER : 1 000 m ² , Ht : 10m) du radar de Saint-Sauveur.....	569
Carte 42 : Couverture des radars (mesures compensatoires) prévus pour les projets de parcs des îles d'Yeu et de Noirmoutier et de Saint-Nazaire	570
Carte 43 : Simulation de faux-échos générés par les parcs éoliens de Saint-Nazaire et des îles d'Yeu et de Noirmoutier sur le radar de L'Herbaudière en couverture grandes cibles (SER : 100 000 m ² ; Ht : 25m).....	571
Carte 44 : Emprise des projets retenus sur les fonds marins (habitats EUNIS).....	581
Carte 45 : Emprise des fondations et des câbles sur les fonds marins.....	586
Carte 46 : Importance de l'activité de pêche golfe de Gascogne et zone de référence pour l'étude des effets cumulés	591

FIGURES

Figure 77: Variation du niveau d'exposition sonore maximum par coup à un mètre du pieu en fonction de son diamètre	556
Figure 78: Empreinte sonore cumulée d'un atelier de forage avec l'atelier de battage du parc de Saint-Nazaire (SNA).....	556
Figure 79 : Ile d'Yeu (Dolmen des Petits Fradets) – Covisibilité avec le projet de parc éolien en mer de Saint-Nazaire.....	566
Figure 80 : Iles de Noirmoutier (Noirmoutier-en-l'Île pointe de L'Herbaudière) – Covisibilité avec le projet de parc éolien en mer de Saint-Nazaire.....	566
Figure 81 : Côte urbanisée (Le Pouliguen – Pointe de Penchâteau) – Covisibilité avec le projet de parc éolien en mer de Saint-Nazaire	567
Figure 82: Projet Astrolabe- turbidité induite par la déverse 5h après la fin de l'extraction : simulation par marée de vive eau, vent et houle d'ouest	575
Figure 83 : Trajectoires possibles d'une particule lâchée à différents instants de la marée et suivie sur un cycle de marée	576
Figure 84 : Emprise des fondations du parc éolien en mer de Saint-Nazaire sur les habitats benthiques – Référentiel MNHN.....	585
Figure 85 : Emprise des câbles inter-éoliennes du parc éolien en mer de Saint-Nazaire sur les fonds marins	585

TABLEAUX

Tableau 90 : Analyse multicritères des projets connus au regard des potentiels effets cumulés avec le projet éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier	531
Tableau 91 : Synthèse des principaux impacts estimés du projet de parc éolien en mer de Saint-Nazaire sur les oiseaux et niveau d'impacts cumulés pressenti avec le parc éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier	541
Tableau 92 : Synthèse des impacts cumulés des projets et demandes d'extraction de granulats marins (EGM) et opérations de dragage / clapage (D/C) avec le projet parc éolien en mer des Îles d'Yeu et de Noirmoutier	550
Tableau 93 : Synthèse des principaux impacts estimés du projet de parc éolien en mer de Saint-Nazaire pour les mammifères marins et niveau d'impacts cumulés pressenti avec le parc éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier	553
Tableau 94 : Synthèse des surfaces d'émergence des bruits cumulés du forage de fondation d'éolienne avec le battage de fondation monopieu du parc de Saint-Nazaire	557
Tableau 95 : Impacts cumulés des projets et demandes d'extraction de granulats marins et opérations de dragage / clapage avec le projet de parc éolien en mer des Îles d'Yeu et de Noirmoutier..	561
Tableau 96 : Synthèse des impacts envisagés du projet éolien en mer de Saint-Nazaire par espèce....	563
Tableau 97 : Impacts cumulés des deux parcs éoliens en mer	564
Tableau 98 : Impacts paysagers cumulés	567
Tableau 99 : Comparaison entre les paramètres et les concentrations des deux projets éoliens en mer	577
Tableau 100 : Concentrations en Al et Zn dans le milieu marin, relevées dans la littérature scientifique ou lors de campagne in situ	578
Tableau 101 : Surfaces d'emprise sur les fonds marins des différents projets pris en compte dans le cadre de l'analyse des effets cumulés	580
Tableau 102 : Caractéristiques de la nature des fonds sur l'emprise des projets retenus suivant la nomenclature EUNIS.....	582
Tableau 103 : Surfaces des habitats de substrats durs détruits par les projets éoliens.....	584
Tableau 104 : Surfaces d'emprise des projets à l'origine de restriction / interdiction potentielle de pêche	589

5.1 Contexte réglementaire

Les articles R.122-1 et suivants du code de l'environnement, précisent les conditions d'application de l'article L.122-3 du même code, qui précise que l'étude d'impact doit comporter une analyse des « effets cumulés avec d'autres projets connus ».

L'article R.122-5 du code de l'environnement précise également que les autres projets connus sont ceux qui, lors du dépôt de l'étude d'impact, ont fait l'objet :

- ▶ d'un document d'incidences au titre de l'article R.214-6 et d'une enquête publique ;
- ▶ d'une étude d'impact au titre du présent code et pour lesquels un avis de l'autorité administrative de l'Etat compétente en matière d'environnement a été rendu public.

Dans le cadre de cette analyse ont été pris en compte, parmi les projets répondant à l'un des deux critères ci-dessus, les projets qui du fait de leur localisation à proximité du projet et/ou de leurs impacts potentiels, sont susceptibles d'induire des effets cumulés avec le projet éolien en mer des îles d'Yeu et de Noirmoutier.

Sont exclus :

- ▶ Les projets ayant fait l'objet d'un arrêté au titre des articles R.214-6 à R.214-31 mentionnant un délai et devenu caduc ;
- ▶ Ceux dont la décision d'autorisation, d'approbation ou d'exécution est devenue caduque ;
- ▶ Dont l'enquête publique n'est plus valable ;
- ▶ Ainsi que ceux qui ont été officiellement abandonnés par le pétitionnaire ou le maître d'ouvrage.

Le travail d'analyse des effets et des impacts cumulés du projet avec d'autres projets connus a été réalisé à partir d'une liste de projets mis à disposition par l'administration. Les effets ayant été définis au préalable dans chaque étude d'impact ou étude d'incidences des projets, l'étude des effets cumulés englobe à la fois les effets ainsi que les niveaux d'impacts définis dans les différentes études.

5.2 Définition des impacts cumulés

La notion d'impacts cumulés s'efforce d'appréhender les dimensions spatiales et temporelles des processus, et notamment des interactions possibles entre plusieurs projets.

Les impacts cumulés peuvent être homotypiques ou hétérotypiques selon respectivement qu'ils résultent de multiples développements du même type ou qu'ils soient causés par la combinaison de deux ou plusieurs projets ou aménagements différents.

C'est donc une notion complexe qui nécessite une approche globale des incidences sur l'environnement : approche territoriale, approche temporelle, approche par entité / ressource impactée, approche multi-projets.

Les impacts cumulés sont le résultat des actions à venir (de projets, programmes, etc.) qui affectent une entité (ressources, populations ou communautés humaines ou naturelles, écosystèmes, activités...). De façon générale, il y a cumul d'effet entre des projets lorsque des interactions fonctionnelles sont possibles. Cela concerne pour l'essentiel les cas suivants :

- ▶ Lorsqu'il y a conjonction entre les aires d'influence d'un même impact (cas d'un panache turbide par exemple) ;
- ▶ Lorsque les impacts sont établis lors d'une même période (cas des opérations en mer durant la phase de construction) ;
- ▶ Lorsqu'il y a mobilité de la composante environnementale concernée d'un projet à un autre (cas par exemple de l'avifaune, des mammifères marins, de la qualité des eaux...). La composante peut ainsi être concernée par un même impact soit pendant une même période soit à des périodes différentes.
- ▶ Lorsque des composantes environnementales considérées comme sensibles sont communes (des espèces ou des habitats par exemple).

L'analyse concerne les impacts qui peuvent se cumuler au vu notamment de l'étendue de leur zone d'influence ou des composantes environnementales concernées. Elle prend en compte de façon plus particulière les impacts du projet considérés comme les plus importants.

On distingue, trois types d'effets (ou impacts) cumulés :

- ▶ L' « effet additif ou incrémental » : l'effet cumulé est la somme des effets ;
- ▶ L' « effet supra-additif » : l'effet cumulé est plus important que la somme des effets ;
- ▶ L'« effet infra-additif » : l'effet cumulé est moindre que la somme des effets.

En pratique, les évaluations mettent le plus souvent en évidence les impacts cumulés additionnels qui correspondent certainement au type le plus fréquent.

Les niveaux d'impacts, le cas échéant résiduels (c'est-à-dire ceux qui, après application des mesures d'évitement, de réduction et de compensation, persistent), sont ceux considérés pour l'analyse de l'impact cumulé.

5.3 Liste des projets pris en compte

5.3.1 Analyse multicritères des projets au regard de l'interaction possible de leurs effets

Sur la base d'une liste des projets fournie par les différents services de l'état (Préfectures des départements de Vendée et Loire-Atlantique, DREAL de Pays de la Loire) et répondant aux critères définis ci-dessus, une sélection des projets à considérer dans l'étude des impacts cumulés a été réalisée.

La démarche méthodologique conduite pour établir la liste des projets à retenir dans cette analyse est présentée de façon détaillée au sein du chapitre « Méthodes utilisées et difficultés rencontrées ».

Une analyse multicritère des interactions fonctionnelles des projets connus avec le projet de parc éolien en mer des Iles d'Yeu et de Noirmoutier a été effectuée en considérant le recouvrement des aires d'influence et les composantes environnementales concernées (Tableau 90).

Tableau 90 : Analyse multicritères des projets connus au regard des potentiels effets cumulés avec le projet éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier

Département	Intitulé et nature du projet	Maître d'ouvrage	Distance la plus courte au projet éolien en mer des îles d'Yeu et de Noirmoutier	Type de travaux	Date de l'autorisation ou état d'avancement	Composante analysée		
						Conjonction des aires d'influence	Composantes mobiles potentielles	Composantes sensibles communes
Projets d'énergie marine renouvelable								
44	Projet de parc éolien en mer de Saint-Nazaire	Société Parc du Banc de Guérande (EDF Energies Nouvelles, Enbridge Inc., Nass&Wind Offshore et Général Electric)	18,5 km	Installation de 80 éoliennes de 6 MW pour une puissance totale de 480 MW et de son raccordement électrique – 78 km ²	17/03/2016 Autorisé (ou en cours d'instruction)	Oui Conjonction potentielle des aires d'influence des composantes mobiles ainsi que du paysage, de la pêche professionnelle, de la sécurité maritime, du tourisme et loisirs en mer...	Oui (avifaune marine, mégafaune marine, qualité de l'eau, chiroptères, usages maritimes, ressources halieutiques...)	Oui potentiellement en phase de travaux et d'exploitation (avifaune, mégafaune marine, chiroptères, habitats et peuplements benthiques, ressources halieutiques, paysage, sécurité maritime, usages maritimes...)
44	Raccordement du parc éolien de Saint-Nazaire	RTE	23,5 km	Mise en place et exploitation de câbles sous-marins entre le projet de parc éolien en mer de Saint Nazaire et le littoral		Non	Oui (mégafaune marine, ressource halieutique, pêche professionnelle)	Oui potentiellement en phase travaux (mégafaune marine, ressource halieutique, pêche professionnelle)
44	Projet SEM-REV expérimentation énergie houlomotrice et implantation d'une éolienne flottante	Ecole centrale de Nantes	36,6 km	Mise en place d'un site de test de technologie de production d'énergie électrique d'origine renouvelable et d'instrumentations	Autorisé (2011 et 2014) En cours de construction	La majeure partie des travaux a été réalisée. La construction du site sera finalisée au moment de la mise en place du parc éolien. Site (1km ²) pour tester des prototypes en lien avec les énergies marines renouvelables et éloigné du projet de parc éolien en mer des îles d'Yeu et de Noirmoutier		
Projets d'extraction de granulats marins								
85	Demande simultanée de Permis Exclusif de Recherches (PER) de granulats marins et d'autorisation d'ouverture de travaux sur les fonds marins du plateau continental	GIE Loire Grand Large	4 km	Tests de dragage/clapage, relevés géophysiques 62,2 km ²	En cours d'instruction	Oui Conjonction potentielle des aires d'influence	Oui (mammifères marins, qualité de l'eau, pêche professionnelle...)	Oui potentiellement (pêche professionnelle, habitats et peuplements benthiques...)
85	Demande simultanée de Permis Exclusif de Recherches (PER) de granulats marins et d'autorisation d'ouverture de travaux sur les fonds marins du plateau continental	GIE Granulats Nord Gascogne	4,5 km	Tests de dragage/clapage, relevés géophysiques 445 km ²	En cours d'instruction			
85	Travaux d'exploitation des granulats marins Cairnstrath A	Société Dragage Transports et Travaux Maritimes (DTM)	5 km	Opérations régulières de dragage/clapage de sédiments marins. Périmètre de 7 km ² (35 millions de m ³ , vol max annuel 1,4 millions m ³)	Autorisé (mars 2017)			
85	Travaux d'exploitation des granulats marins Cairnstrath SN2	Groupement OCTANT (Les Sablières de l'Atlantique : mandataire, la Compagnie Européenne de Transport de l'Atlantique (CETRA) et la Société de Dragage d'Ancenis)	4 km	Opérations régulières de dragage/clapage de sédiments marins (alluvions) sur un périmètre de 14 km ² . Capacité d'extraction maximale de 54,3 millions m ³ sur 30 ans – capacité d'extraction maximale annuelle de 2,3 millions de m ³	Autorisé (mars 2017)			
85	Travaux d'exploitation de granulats marins "Astrolabe"	sociétés LGO et CAN	12,7 km	Opérations régulières de dragage/clapage Exploitation d'un gisement de sable siliceux entre 32 et 37 m de profondeur – Demande portant sur un périmètre de 13,5 km ² pour l'extraction de 3 millions de tonnes par an	En cours d'instruction			

5. Analyse des effets cumulés du projet avec d'autres projets connus

5.3 Liste des projets pris en compte

5.3.1 Analyse multicritères des projets au regard de l'interaction possible de leurs effets

5.3 Liste des projets pris en compte



Département	Intitulé et nature du projet	Maître d'ouvrage	Distance la plus courte au projet éolien en mer des îles d'Yeu et de Noirmoutier	Type de travaux	Date de l'autorisation ou état d'avancement	Composante analysée		
						Conjonction des aires d'influence	Composantes mobiles potentielles	Composantes sensibles communes
Projets de dragage/clapage								
44	Opération de dragage et de rejet en mer des déblais de dragage du port de la Gravette à La Plaine-sur-Mer	Commune de la Plaine-sur-Mer	33,9 km	Dragage et clapage en mer des sédiments portuaires	Opération déjà engagée depuis 2013	Non	Oui (mammifères marins, ressource halieutique, qualité de l'eau, pêche professionnelle,...)	Oui mais peu pertinent au vu de l'ampleur du projet (point de rejet 600 m du port) et de son éloignement
						Projet ponctuel et relativement éloigné du projet de parc éolien en mer des îles d'Yeu et de Noirmoutier		
44	Dragages d'entretien du port à flot de Pornichet, clapage en mer des déblais et extension du terre-plein portuaire	SA Port de plaisance de Pornichet	35,6 km	Dragage et clapage en mer des sédiments portuaires	Opération déjà engagée - Dragage en cours depuis 2014/2015	Non	Oui (mammifères marins, ressource halieutique, qualité de l'eau, pêche professionnelle)	Oui mais peu pertinent au vu de l'ampleur du projet (rejet à 2 km au sud du port) et de son éloignement de l'éloignement
						Projet ponctuel et relativement éloigné du projet de parc éolien en mer des îles d'Yeu et de Noirmoutier		
44	Dragage du port de La Baule - Le Pouliguen et rejet des matériaux extraits	CCI Nantes St Nazaire	34,5 km	Dragage et clapage en mer des sédiments portuaires		Non	Oui (mammifères marins, ressource halieutique, pêche professionnelle,...)	Oui mais peu pertinent au vu de l'ampleur du projet (rejet via une conduite au droit du port) et de son éloignement
						Projet ponctuel et relativement éloigné du projet de parc éolien en mer des îles d'Yeu et de Noirmoutier		
44	Dragages d'entretien des chantiers naval de STX-France Saint-Nazaire et rejet en mer	STX	44,8 km	Dragage et clapage en mer des sédiments portuaires		Non	Oui (mammifères marins, ressource halieutique, pêche professionnelle,...)	Oui mais peu pertinent au vu de l'ampleur du projet et de son éloignement
						Projet ponctuel et relativement éloigné du projet de parc éolien en mer des îles d'Yeu et de Noirmoutier		
44	Dragage d'entretien et immersion de sédiments sur le site étendu de la Lambarde	GPMNSN	zone de clapage à 22,9 km et dragage à 45,4 km	Dragage des sédiments portuaires et clapage en mer à l'ouest du chenal d'accès au port à 11 à 13 milles nautiques de l'entrée de l'estuaire (zone de clapage de 10,3 km ² entre -12 et -25 CM)	24/04/2013	Non	Oui (mammifères marins, ressource halieutique, pêche professionnelle,...)	Oui potentiellement (habitats benthiques, ressources halieutiques...)
85	Dragage d'entretien et de l'immersion des produits de dragage du port de Port-Joinville à l'île d'Yeu	CCI	8,7 km (zone de clapage)	Dragage des sédiments portuaires (sables) et immersion en mer des matériaux dragués au sein d'une zone de clapage définie au large à l'ouest de l'île d'Yeu (1 km ²) – dragage décennal d'environ 15 000 m ³ de sédiments	25/03/2015	Non	Oui (mammifères marins, ressource halieutique, pêche professionnelle)	Oui potentiellement (habitats benthiques, ressources halieutiques, trafic maritime...)
85	Dragage et immersion des sédiments du chenal de Fromentine*	Conseil départemental de Vendée	14,2 km	Dragage des sédiments portuaires (sables, volume annuel moyen de 80 000 m ³) et immersion sur une zone de clapage située à 2,5 milles nautiques au sud-ouest de l'embouchure du chenal		Oui Conjonction potentielle des aires d'influence	Oui (mammifères marins, ressource halieutique, qualité de l'eau, pêche professionnelle)	Oui potentiellement (habitats benthiques, ressources halieutiques, trafic maritime...)

Département	Intitulé et nature du projet	Maître d'ouvrage	Distance la plus courte au projet éolien en mer des îles d'Yeu et de Noirmoutier	Type de travaux	Date de l'autorisation ou état d'avancement	Composante analysée		
						Conjonction des aires d'influence	Composantes mobiles potentielles	Composantes sensibles communes
Projets portuaires								
44	Projet de démantèlement de navires sur le Port de Saint-Nazaire	GPMNSN	44,8 km	Démantèlement du navire de commerce ZORTURK victime d'une avarie dans l'enceinte fermée des formes du radoub du port de Saint-Nazaire.	Engagé	Non	Non considérant la nature du projet	Non
						Projet ponctuel, confiné dans l'enceinte des bassins portuaires et relativement éloigné du projet de parc éolien en mer des îles d'Yeu et de Noirmoutier		
Autres								
44	Digue sur le Brivet quartier Méan-Penhoet	Commune de Saint-Nazaire	47,2 km	Réalisation d'une digue de protection contre les inondations sur un linéaire de 600 m en rive droite du Brivet au niveau du quartier Méan-Penhoet (digues en remblai, mur en béton armé, barrières anti-crue).	En cours d'instruction	Non	Non considérant la nature du projet	Non
						Projet ponctuel localisé en milieu terrestre.		
44	Amélioration et évacuation des eaux pluviales aux exutoires en mer dans l'anse de la Courance (Saint-Brevin-les-Pins)	Commune de Saint-Brevin-les-Pins	39,8 km		26/06/2014	Non	Non considérant la nature du projet	Non
						Projet ponctuel et relativement éloigné du projet de parc éolien en mer des îles d'Yeu et de Noirmoutier		

Source : BRLi, 2016, DREAL Pays de la Loire, DDTM Vendée et Loire-Atlantique, Préfecture des Pays de la Loire

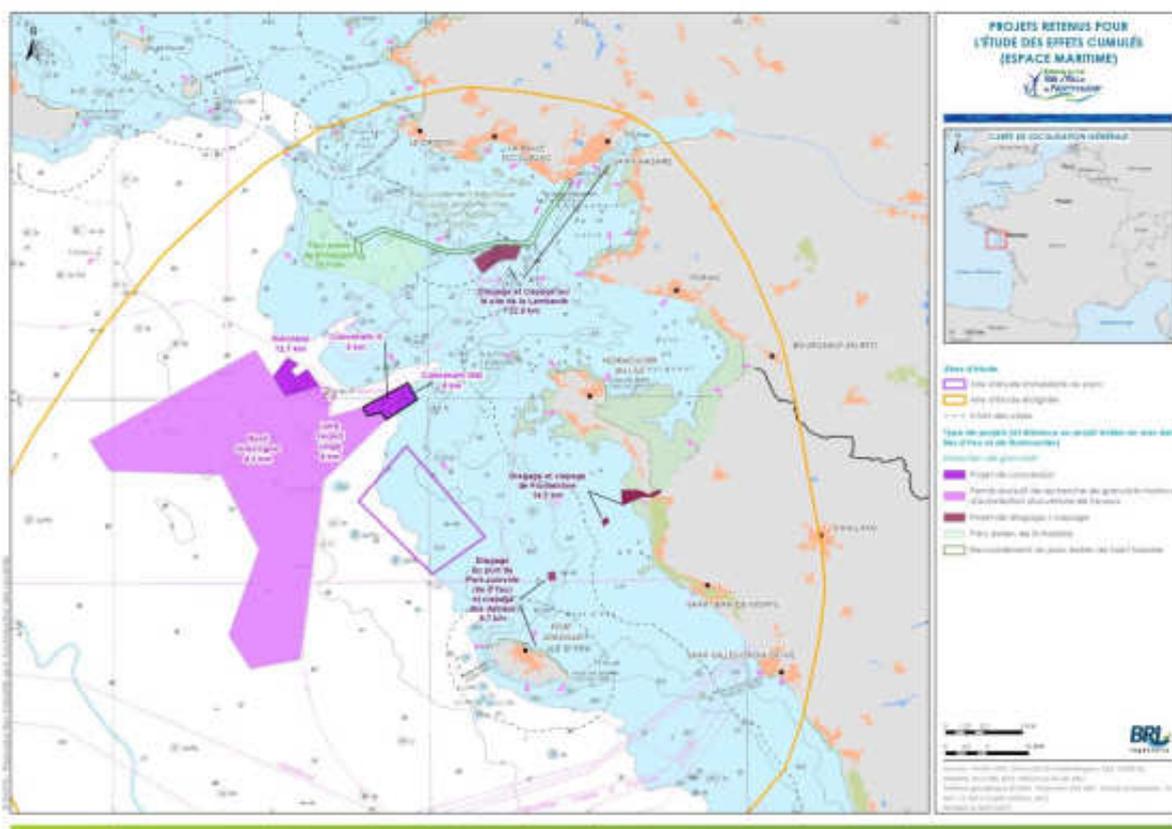
Aucun projet de l'installation de parcs éoliens terrestres n'a été recensé à ce jour. Les travaux d'exploitation des granulats marins Cairnstrath B par la Société Dragage Transports et Travaux Maritimes (DTM) ont été récemment annulés.

* Les dragages et les immersions des sédiments du chenal de Fromentine font l'objet d'un dossier de Déclaration au titre de la Police de l'eau et des milieux aquatiques. Ce projet n'entre donc pas théoriquement dans le champ des projets à considérer pour l'étude des effets cumulés. Néanmoins du fait de sa proximité avec le parc éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier, il a été choisi de le conserver.

5.3.2 Projets connus pris en compte pour l'analyse des effets cumulés

Ainsi, au regard de cette analyse, 10 projets (surlignés en bleu dans le tableau 65) ont été retenus pour l'analyse des effets cumulés.

Carte 39 : Localisation des projets retenus dans l'évaluation des effets cumulés



En format A3 dans l'Atlas cartographique

5.4 Composantes environnementales et effets cumulés pris en compte dans l'analyse

Les 10 projets retenus concernent tous le milieu marin :

- ▶ 2 projets homotypiques : le projet de parc éolien en mer de Saint-Nazaire et son raccordement électrique ;
- ▶ 8 projets hétérotypiques comprenant 5 projets relatifs à l'extraction de granulats marins et 3 projets d'opérations de dragage portuaire et de clapage des matériaux dragués.

Les interactions fonctionnelles retenues avec le projet de parc éolien en mer des îles d'Yeu et de Noirmoutier concernent essentiellement le milieu naturel, les usages et le paysage.

MILIEU NATUREL

L'effet lié à la rotation des pales des éoliennes peut augmenter les risques de mortalités par collision (avifaune, chiroptères) ou barotraumatisme (chiroptères). En dehors de cet effet, il convient d'ajouter ceux liés :

- ▶ à l'effet barrière notamment formé par un parc éolien en mer : déviation de trajectoire et augmentation de la consommation énergétique pour l'avifaune, déviation possible pour les mammifères marins ;
- ▶ au cumul des effets du bruit émis pendant les phases de construction et de démantèlement (opérations et trafic maritime qui doivent être simultanés) et l'exploitation avec une augmentation possible du dérangement en particulier pour les mammifères marins ;
- ▶ à la modification des fonds marins (par consommation d'espace, altération des surfaces...) et aux incidences sur la faune inféodée (ressources halieutiques, peuplements benthiques,...).

Les exploitations de granulats marins, le dragage et clapage de sédiments et la présence d'un parc éolien en mer ont des incidences directes sur la consommation / modification des fonds marins, et par conséquent sur les peuplements associés.

MILIEU PHYSIQUE

En ce qui concerne le fonctionnement hydrodynamique, les effets ne concernent que les parcs éoliens du fait de la présence des fondations au sein de la colonne d'eau. Les effets sont généralement perçus jusqu'à une distance maximum pouvant atteindre entre 1 et 2 kilomètres. Les distances entre les deux parcs étant largement supérieures, on ne peut pas parler de cumul effectif.

En ce qui concerne la qualité des eaux, les émissions d'éléments fins ou mobilisables en phase de construction concernent la mise en suspension de sédiments.

En phase d'exploitation, il existe un cumul potentiel des impacts entre le parc et celui de Saint-Nazaire du fait du rejet de métaux dans l'environnement dû à la dissolution des anodes sacrificielles.

PAYSAGE

Un parc éolien en mer est un objet qui, de par ses dimensions et notamment sa hauteur, est bien perceptible dans le paysage. La conjonction des zones d'influences paysagères (covisibilité entre les deux parcs) de parcs éoliens peut avoir un effet cumulé sur le paysage. Les projets de parc éolien de Saint-Nazaire et des îles d'Yeu et de Noirmoutier sont distants de près de 18 km et respectivement situés à 12 km et 20 km de la côte.

USAGES MARITIMES

La présence de parcs éoliens en mer impose la mise en place de certaines réglementations voire restrictions d'usages afin d'assurer une sécurité maximale (périmètres d'exclusion, règles de navigation). Les principaux usages concernés sont la pêche professionnelle, la navigation de commerce et de travaux maritimes, les activités de tourisme et loisirs nautiques...

Concernant la sécurité maritime qui est un enjeu majeur, il faut le rapprocher à la présence physique des éoliennes en mer (obstacles potentiels) et l'augmentation de trafic maritime associé aux phases de chantier et de maintenance des parcs ou encore au trafic associé à l'exploitation des granulats marins, potentiellement à l'origine de risques accrus pour la navigation maritime locale. Un cumul des effets sur les radars (effet d'ombre, faux-écho...) liés à la présence de superstructures éoliennes en mer peut également être attendu en cas d'interférence des couvertures radar concernées par les parcs.

D'une manière générale, les composantes environnementales les plus significativement impactées par les projets retenus et pour lesquelles il y a potentiellement un cumul des effets, sont au nombre de huit :

- L'avifaune marine ;
- Les mammifères marins, tortues marines et autres grands pélagiques ;
- Les chiroptères ;
- Le paysage ;
- La sécurité maritime ;
- Les fonds marins ;
- Les ressources halieutiques et la pêche professionnelle.

5.5 Analyse des effets cumulés du projet éolien en mer des îles d'Yeu et de Noirmoutier avec les autres projets connus

5.5.1 Effets cumulés sur l'avifaune marine

L'analyse des effets cumulés sur l'avifaune présentée ci-après repose sur l'expertise menée par le bureau d'étude Biotope (2016).

L'évaluation des impacts cumulés sur l'avifaune marine avec d'autres projets est une démarche particulièrement complexe. La mobilité de nombreuses espèces d'oiseaux, en particulier des espèces migratrices jusqu'en mer du Nord, implique qu'un même spécimen puisse en effet rencontrer plusieurs aménagements au cours d'un trajet journalier ou migratoire.

Dans le cadre de l'évaluation des impacts cumulés sur les oiseaux, une analyse des types d'aménagement à prendre en compte a été menée. A l'exception des opérations de dragage du port de Port-Joinville (proximité directe de la zone de projet), les projets et opérations d'extraction de dragage et d'aménagements portuaires ne sont pas considérés dans cette évaluation des impacts cumulés au regard des caractéristiques et de la localisation des travaux envisagés. Ils ne concernent en effet que faiblement, et indirectement, les oiseaux marins.

Un traitement particulier des effets cumulés avec les projets d'énergie renouvelable est en revanche réalisé. Par ailleurs, une analyse des effets cumulés avec les projets d'extraction de granulats marins est également fournie.

Remarque - **Remarque** : Le projet SEM-REV (site d'expérimentation en mer) constitue un site expérimental d'énergies marines renouvelables et n'est pas pris en considération dans l'étude des effets cumulés. En effet la majeure partie des travaux a été réalisée. L'installation de la première éolienne flottante en France (FLOATGEN) est prévue en 2017. Eu égard à sa mise en œuvre initiée, à son ampleur limitée et sa distance importante vis-à-vis du parc éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier (près de 40 km), le projet SEM-REV n'est pas de nature à engendrer d'effets cumulés sur l'avifaune avec le projet à l'étude.

5.5.1.1 Evaluation des effets cumulés avec le projet de parc éolien en mer de Saint-Nazaire

Sources : Nass & Wind, Créocéan, 2015. Parc éolien en mer de Saint-Nazaire – Etude d'impact environnemental – Fascicule B1 ; Ouvrard E. & Fortin M., 2014.

Ce projet prévoit la construction de 80 éoliennes de 6 MW supportées par des fondations de type monopieu de 7 m de diamètre, implantées sur une surface de 78 km² et espacées d'environ un kilomètre les unes des autres (distances cependant variables).

Le Tableau 91 synthétise les principaux impacts estimés du projet éolien en mer de Saint-Nazaire sur les principales espèces d'oiseaux. Ce tableau ne fournit pas de détail mais les conclusions des études d'impact et d'incidences du projet. Les informations présentées ci-dessous sont extraites du Fascicule B1 de l'étude d'impact du projet de parc éolien en mer de Saint-Nazaire (Nass & Wind, Créocéan, 2015) ainsi que de l'annexe spécifique Avifaune (Fortin *et al.*, 2014).

Remarque 1 – Les estimations des nombres de collision par an reprises dans le tableau sont celles considérées comme les plus probables dans l'étude spécifique avifaune (Fortin *et al.*, 2014). Elles se basent sur des taux d'évitement de 98% ce qui est probablement inférieur aux taux d'évitement réels de la majorité des espèces (de nombreux travaux visent à évaluer les taux d'évitement réels). Les évaluations des nombres de collision sont ainsi probablement maximisées. Par contre, il est important de considérer que les oiseaux suiveurs de bateaux de pêche professionnelle (notamment les laridés) n'ont pas été pris en compte dans les analyses, ce qui minimise les niveaux de risques.

Remarque 2 - Une nouvelle modélisation des risques de collision du parc éolien de Saint-Nazaire a été réalisée en 2016 en utilisant la même version de modèle que celui utilisé pour le parc éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier (Masden, 2015), afin de faciliter et fiabiliser les comparaisons entre les deux parcs. Un travail d'homogénéisation des jeux de données (résultats des expertises en mer) a été réalisé préalablement à la réalisation des modélisations par Bretagne vivante (2016). Les résultats bruts de cette analyse sont fournis dans la 3^{ème} colonne du tableau.

Les espèces prises en considération sont celles concernées par un impact *a minima* moyen pour l'un des deux parcs éoliens ainsi que quelques espèces à fort enjeu de conservation ou très présentes localement.

Tableau 91 : Synthèse des principaux impacts estimés du projet de parc éolien en mer de Saint-Nazaire sur les oiseaux et niveau d'impacts cumulés pressenti avec le parc éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier

Espèces / groupes d'espèces	Niveau d'impact maximal estimé / Niveau par effets étudiés pour le parc éolien de Saint-Nazaire (Nass&Wind, Créocéan, 2015 ; Fortin <i>et al.</i> , 2014 ; Créocéan, 2015)	Modélisation actualisée des collisions pour le parc de Saint-Nazaire (Bretagne vivante, 2016)	Niveau d'impact estimé / Niveau par effets pour le parc éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier	Impacts cumulés pressentis entre le parc éolien de Saint-Nazaire et le parc éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier
Guillemot de Troïl	Impact initial et résiduel (étude d'impact) : Faible Effet déplacement : faible Effet barrière : faible Effet habitat : faible Effet collision : négligeable (0 cas)	2 cas probables par an	Impact résiduel : Moyen (évaluation pessimiste, suivi des effets réels par la mesure SE1) Effet déplacement (construction) : moyen Effet déplacement (exploitation) : moyen Effet barrière : moyen Effet collision : négligeable (moins de 0,2 cas / an d'après les modélisations)	Probables mais localisés et de faible ampleur Impacts cumulés : faibles. Des effets déplacements / perte d'habitats (réduction des activités et densités d'oiseaux) sont envisagés pour les deux parcs éoliens, sur une superficie cumulée maximale de l'ordre de 300 km ² pour les deux parcs éoliens (emprises et distances d'effet de 2 à 3 km). L'effet barrière s'additionnera probablement pour les oiseaux en transit, au regard de la faible distance entre les deux parcs éoliens. Aucun effet collision anticipé.
Pinguin torda	Impact initial et résiduel (étude d'impact) : Faible Effet déplacement : faible Effet barrière : faible Effet habitat : faible Effet collision : négligeable (0 cas)	2 cas probables par an	Impact résiduel : Faible Effet déplacement (construction) : faible Effet déplacement (exploitation) : faible Effet barrière : faible Effet collision : négligeable (0 cas)	Possibles mais localisés et de très faible ampleur Impacts cumulés : faibles. Des effets déplacements / perte d'habitats (réduction des activités et densités d'oiseaux) sont envisagés pour les deux parcs éoliens, sur une superficie cumulée maximale de l'ordre de 300 km ² pour les deux parcs éoliens (emprises et distances d'effet de 2 à 3 km). Espèce cependant assez peu présente au niveau des deux zones de parcs éoliens. L'effet barrière s'additionnera probablement pour les oiseaux en transit, au regard de la faible distance entre les deux parcs éoliens. Aucun effet collision anticipé.
Goéland brun	Impact initial (étude d'impact) : Moyen Effet déplacement : moyen Effet barrière : moyen Effet habitat : moyen Effet collision : moyen (estimations de 12 à 39 cas de collision par an, nombre probable de 27 cas). Surmortalité de 0,3 à 0,8% à l'échelle de la population française, 0,1% à l'échelle européenne et entre 0,5 et 1,5 % à l'échelle des populations nicheuses locales (en cas de mortalité affectant uniquement des nicheurs locaux) Impact résiduel (étude d'impact) : Moyen Pour toutes les espèces d'oiseaux (sans distinction), une conclusion générale est fournie dans l'étude d'impact (Nass&Wind, Créocéan, 2015) : « L'impact résiduel du parc éolien sur l'avifaune est moyen et non significatif en raison de la non atteinte à l'état de conservation des différentes espèces. Le maintien et/ou retour à l'état initial sera vérifié par le suivi sur l'avifaune MSU 10 ».	22 à 27 cas probables par an	Impact résiduel : Moyen Effet déplacement (construction) : négligeable Effet déplacement (exploitation) : négligeable Effet barrière : faible Effet collision : moyen (10 cas probables par an d'après les modélisations) Impact après mesure de compensation : faible Les bénéfices attendus de la mesure de compensation MC5 devraient permettre de contrebalancer les cas de mortalité additionnelle induits par le parc éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier. L'augmentation du succès reproducteur et de la taille des colonies sur les sites visés par la mesure MC5 feront l'objet d'un suivi annuel intégré dans la mesure MC5. Les mesures SE2 et SE2bis permettront de fournir des indications sur les impacts du parc éolien en exploitation sur cette espèce.	Possibles pour les colonies d'oiseaux nicheurs du sud Bretagne (surmortalité) Impacts cumulés : faibles à moyens (avant mesures de compensation). Une proportion non déterminée des collisions concernera des nicheurs locaux. Les effets des deux parcs s'additionneront directement, sur le long terme. Selon les modélisations, le parc éolien de Saint-Nazaire engendrerait des mortalités supérieures à celui de Yeu-Noirmoutier. En considérant le nombre de cas de mortalité probables cumulés à l'échelle des deux parcs éoliens (32 à 37 par an), l'approche par PBR n'indique pas de risques particuliers pour les nicheurs locaux ou nationaux. Ce nombre indicatif atteint le seuil de 1% de surmortalité naturelle à l'échelle de la population reproductrice française, qui représente une approche très pessimiste mais doit constituer un point de vigilance. Les bénéfices attendus de la mesure de compensation MC5 viennent compenser les impacts prévisibles du parc éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier. Le dimensionnement de cette mesure de compensation est adapté aux impacts envisagés du parc éolien. Le maître d'ouvrage du parc éolien de Saint-Nazaire a proposé une mesure de réduction d'impact (MR10) visant prioritairement le Goéland marin. Toutefois, d'autres espèces pourraient bénéficier de ces actions dont les cibles et bénéfices attendus ne sont pas pleinement définis dans l'étude d'impact (Nass&Wind, Créocéan, 2015). Le suivi de ces mesures devra permettre d'en contrôler l'efficacité et la suffisance (mesures de suivi SE2 et SE2bis).

5. Analyse des effets cumulés du projet avec d'autres projets connus

5.5 Analyse des effets cumulés du projet éolien en mer des îles d'Yeu et de Noirmoutier avec les autres projets connus

5.5.1 Effets cumulés sur l'avifaune marine



Espèces / groupes d'espèces	Niveau d'impact maximal estimé / Niveau par effets étudiés pour le parc éolien de Saint-Nazaire (Nass&Wind, Créocéan, 2015 ; Fortin <i>et al.</i> , 2014 ; Créocéan, 2015)	Modélisation actualisée des collisions pour le parc de Saint-Nazaire (Bretagne vivante, 2016)	Niveau d'impact estimé / Niveau par effets pour le parc éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier	Impacts cumulés pressentis entre le parc éolien de Saint-Nazaire et le parc éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier
Goéland marin	<p>Impact initial (étude d'impact) : Fort Effet déplacement : moyen. Effet barrière : moyen. Effet habitat : moyen. Effet collision : fort (estimations de 62 à 203 cas de collision par an, nombre probable de 141 cas). Surmortalité de 6,7 à 22% à l'échelle de la population française, 0,5% à l'échelle européenne et environ 50 % à l'échelle des populations nicheuses locales (en cas de mortalité affectant uniquement des nicheurs locaux).</p> <p>Impact résiduel (étude d'impact - avec mesure MR10) : moyen L'étude d'impact (Nass&Wind, Créocéan, 2015) conclut cependant : « La mesure MR 10 permet de réduire l'impact sur les populations en améliorant les conditions de reproduction du Goéland Marin. Si cette mesure ne permet pas de dégrader l'impact résiduel, il permet cependant de conclure à un impact résiduel non significatif. Ainsi après mise en place de la mesure de réduction, l'impact résiduel du parc éolien sur le Goéland Marin est moyen et non significatif. Le maintien et/ou retour à l'état initial sera vérifié par le suivi sur l'avifaune MSU 10 ».</p>	84 à 94 cas probables par an	<p>Impact résiduel : Moyen à fort Effet déplacement (construction et exploitation) : négligeable Effet barrière : faible Effet collision : moyen à fort (16 cas probables par an d'après les modélisations)</p> <p>Impacts intégrant les mesures de compensation : faibles Les bénéfices attendus de la mesure de compensation MC5 devraient permettre de contrebalancer les cas de mortalité additionnelle induits par le parc éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier. L'augmentation du succès reproducteur et de la taille des colonies sur les sites visés par la mesure MC5 feront l'objet d'un suivi annuel intégré dans la mesure MC5. L'objectif sera de contribuer à une augmentation du succès reproducteur des colonies locales de cette espèce, à hauteur des impacts du projet en mer des îles d'Yeu et de Noirmoutier.</p> <p>Les mesures SE2 et SE2bis permettront de fournir des indications sur les impacts du parc éolien en exploitation. Les bénéfices de cette mesure de compensation permettront d'éviter des effets du parc éolien sur les populations. L'absence d'effets négatifs sera suivie dans le cadre de la mesure de compensation</p>	<p>Probables pour les colonies d'oiseaux nicheurs du sud Bretagne et possibles à l'échelle française (surmortalité) Impacts cumulés : moyens à forts (avant mesures de compensation). En considérant le nombre de cas de mortalité probables cumulés à l'échelle des deux parcs éoliens (une centaine d'individus par an), les approches par PBR et surmortalité 1 ou 5% indiquent des risques d'altération des populations nicheuses locales et, potentiellement, à l'échelle nationale. Selon les modélisations, le parc éolien de Saint-Nazaire engendrerait des mortalités supérieures à celui de Yeu-Noirmoutier (en lien avec la proximité géographique du parc aux colonies, le nombre d'éoliennes, l'organisation du parc).</p> <p>Les bénéfices attendus de la mesure de compensation MC5 viennent compenser les impacts prévisibles du parc éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier. Le dimensionnement de cette mesure de compensation est adapté aux impacts envisagés du parc éolien.</p> <p>D'après les conclusions de l'étude d'impact du parc éolien de Saint-Nazaire, la mise en œuvre de la mesure de réduction d'impact MR10 (augmentation du succès reproducteur des goélands) permet de réduire les impacts. Ceux-ci seraient ainsi non significatifs pour le parc éolien de Saint-Nazaire. Le maître d'ouvrage du parc éolien de Saint-Nazaire s'engage par ailleurs à vérifier le maintien et/ou retour à l'état initial.</p> <p>Ainsi, chacune des mesures prises séparément seraient suffisantes au regard de l'impact cumulé. Le suivi de ces mesures devra permettre d'en contrôler l'efficacité et la suffisance (mesures de suivi SE2 et SE2bis).</p>
Goéland argenté	<p>Impact initial et résiduel (étude d'impact) : Moyen Effet déplacement : faible Effet barrière : faible Effet habitat : faible Effet collision : moyen (estimations de 47 à 157 cas de collision par an, nombre probable de 109 cas). Surmortalité de 0,3 à 1% à l'échelle de la population française et entre 2,3 et 7,6% à l'échelle des populations nicheuses locales (en cas de mortalité affectant uniquement des nicheurs locaux).</p> <p>Pour toutes les espèces d'oiseaux (sans distinction), une conclusion générale est fournie dans l'étude d'impact (Nass&Wind, Créocéan, 2015) : « L'impact résiduel du parc éolien sur l'avifaune est moyen et non significatif en raison de la non atteinte à l'état de conservation des différentes espèces. Le maintien et/ou retour à l'état initial sera vérifié par le suivi sur l'avifaune MSU 10 ».</p>	52 à 56 cas probables par an	<p>Impact résiduel : Moyen Effet déplacement (construction) : négligeable Effet déplacement (exploitation) : négligeable Effet barrière : faible à moyen Effet collision : moyen (7 cas probables par an d'après les modélisations)</p> <p>Impact après mesure de compensation : faible Les bénéfices attendus de la mesure de compensation MC5 devraient permettre de contrebalancer les cas de mortalité additionnelle induits par le parc éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier. L'augmentation du succès reproducteur et de la taille des colonies sur les sites visés par la mesure MC5 feront l'objet d'un suivi annuel intégré dans la mesure MC5.</p> <p>Les mesures SE2 et SE2bis permettront de fournir des indications sur les impacts du parc éolien en exploitation.</p>	<p>Possibles pour les colonies d'oiseaux nicheurs du sud Bretagne (surmortalité) Impacts cumulés : moyens (avant mesures de compensation). Une proportion non déterminée des collisions concernera des nicheurs locaux. Les effets des deux parcs s'additionneront directement, sur le long terme. Selon les modélisations, le parc éolien de Saint-Nazaire engendrerait des mortalités nettement supérieures à celui de Yeu-Noirmoutier. En considérant le nombre de cas de mortalité probables cumulés à l'échelle des deux parcs éoliens (59 à 63 par an), l'approche par PBR n'indique pas de risques particuliers pour les nicheurs locaux ou nationaux. Ce nombre indicatif atteint le seuil de 1% de surmortalité naturelle à l'échelle de la population reproductrice locale, qui représente une approche très pessimiste mais doit constituer un point de vigilance.</p> <p>Les bénéfices attendus de la mesure de compensation MC5 viennent compenser les impacts prévisibles du parc éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier. Le dimensionnement de cette mesure de compensation est adapté aux impacts envisagés du parc éolien.</p> <p>Le maître d'ouvrage du parc éolien de Saint-Nazaire a proposé une mesure de réduction d'impact (MR10) visant prioritairement le Goéland marin. Toutefois, d'autres espèces pourraient bénéficier de ces actions dont les cibles et bénéfices attendus ne sont pas pleinement définis dans l'étude d'impact (Nass&Wind, Créocéan, 2015).</p> <p>Le suivi de ces mesures devra permettre d'en contrôler l'efficacité et la suffisance (mesures de suivi SE2 et SE2bis).</p>

Espèces / groupes d'espèces	Niveau d'impact maximal estimé / Niveau par effets étudiés pour le parc éolien de Saint-Nazaire (Nass&Wind, Créocéan, 2015 ; Fortin <i>et al.</i> , 2014 ; Créocéan, 2015)	Modélisation actualisée des collisions pour le parc de Saint-Nazaire (Bretagne vivante, 2016)	Niveau d'impact estimé / Niveau par effets pour le parc éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier	Impacts cumulés pressentis entre le parc éolien de Saint-Nazaire et le parc éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier
Fou de Bassan	<p>Impact initial et résiduel (étude d'impact) : Faible</p> <p>Effet déplacement : faible Effet barrière : faible Effet habitat : faible Effet collision : faible (estimations de 19 à 61 cas de collision par an, nombre probable de 42 cas).</p> <p>Pour toutes les espèces d'oiseaux (sans distinction), une conclusion générale est fournie dans l'étude d'impact (Nass&Wind, Créocéan, 2015) : « L'impact résiduel du parc éolien sur l'avifaune est moyen et non significatif en raison de la non atteinte à l'état de conservation des différentes espèces. Le maintien et/ou retour à l'état initial sera vérifié par le suivi sur l'avifaune MSU 10 ».</p>	36 à 40 cas probables par an	<p>Impact résiduel : Faible à moyen</p> <p>Effet déplacement (construction) : faible Effet déplacement (exploitation) : faible Effet barrière : faible à moyen Effet collision : faible à moyen (10 cas probables par an d'après les modélisations)</p>	<p>Possibles mais localisés et de faible ampleur</p> <p>Impacts cumulés : faibles.</p> <p>Des effets déplacements / perte d'habitats (réduction des activités et densités d'oiseaux) sont envisagés pour les deux parcs éoliens, sur une superficie cumulée de l'ordre de 300 km² pour les deux parcs éoliens (emprises et distances d'effet de 2 à 3 km).</p> <p>L'effet barrière s'additionnera probablement pour les oiseaux en transit, au regard de la faible distance entre les deux parcs éoliens. Les collisions concerneront des spécimens non reproducteurs locaux (population biogéographique).</p> <p>Selon les modélisations, le parc éolien de Saint-Nazaire engendrerait des mortalités supérieures à celui de Yeu-Noirmoutier. En considérant le nombre de cas de mortalité probables cumulés à l'échelle des deux parcs éoliens, les modélisations indiquent une cinquantaine de cas par an. Les approches par PBR et par surmortalité ne peuvent pas être utilisées pour cette espèce non nicheuse localement (la majorité des spécimens fréquentant le golfe de Gascogne sont des individus en provenance d'Europe du nord).</p> <p>Eu égard aux retours d'expérience des parcs éoliens d'Europe du nord-ouest, notamment du Royaume-Uni, ainsi que des suivis des populations (pas de diminution notable), les impacts de surmortalité sont jugés très faibles à l'échelle des populations.</p>
Mouette pygmée	<p>Impact initial et résiduel (étude d'impact) : Moyen</p> <p>Effet déplacement : moyen Effet barrière : faible Effet habitat : moyen Effet collision : faible (estimations de 9 à 29 cas de collision par an, nombre probable de 20 cas). Surmortalité de 0,1 à 0,2% à l'échelle mondiale.</p> <p>Pour toutes les espèces d'oiseaux, une conclusion générale est fournie dans l'étude d'impact (Nass&Wind, Créocéan, 2015) : « L'impact résiduel du parc éolien sur l'avifaune est moyen et non significatif en raison de la non atteinte à l'état de conservation des différentes espèces. Le maintien et/ou retour à l'état initial sera vérifié par le suivi sur l'avifaune MSU 10 ».</p>	24 cas probables par an (incertitudes très importantes, modélisation peu fiable)	<p>Impact résiduel : Faible</p> <p>Effet déplacement (construction) : faible Effet déplacement (exploitation) : faible Effet barrière : faible Effet collision : faible (7 cas probables par an d'après les modélisations)</p>	<p>Possibles mais localisés et de faible ampleur</p> <p>Impacts cumulés : faibles.</p> <p>Les niveaux d'impact du parc éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier sont évalués comme faibles pour tous les effets. Des effets déplacements / perte d'habitats (réduction des activités et densités d'oiseaux) sont envisagés pour les deux parcs éoliens, avec des impacts envisagés plus forts pour le parc de Saint-Nazaire (risques d'évitement d'un secteur de fort intérêt). Les expertises n'ont pas mis en évidence de zones de stationnement s'étendant vers le nord-ouest du parc des îles d'Yeu et de Noirmoutier. Des collisions sont probables, concernant quelques dizaines d'individus par an à l'échelle des deux parcs (estimations de 9 cas par an pour Yeu-Noirmoutier).</p> <p>Selon les modélisations, le parc éolien de Saint-Nazaire engendrerait des mortalités supérieures à celui de Yeu-Noirmoutier. En considérant le nombre de cas de mortalité probables cumulés à l'échelle des deux parcs éoliens, les modélisations indiquent une trentaine de cas par an.</p> <p>Les approches par PBR et par surmortalité ne peuvent pas être utilisées pour cette espèce non nicheuse localement (la majorité des spécimens fréquentant le golfe de Gascogne sont des individus en provenance d'Europe du nord). Les impacts de surmortalité sont jugés très faibles à l'échelle des populations.</p>

5. Analyse des effets cumulés du projet avec d'autres projets connus

5.5 Analyse des effets cumulés du projet éolien en mer des îles d'Yeu et de Noirmoutier avec les autres projets connus

5.5.1 Effets cumulés sur l'avifaune marine



Espèces / groupes d'espèces	Niveau d'impact maximal estimé / Niveau par effets étudiés pour le parc éolien de Saint-Nazaire (Nass&Wind, Créocéan, 2015 ; Fortin <i>et al.</i> , 2014 ; Créocéan, 2015)	Modélisation actualisée des collisions pour le parc de Saint-Nazaire (Bretagne vivante, 2016)	Niveau d'impact estimé / Niveau par effets pour le parc éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier	Impacts cumulés presentis entre le parc éolien de Saint-Nazaire et le parc éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier
Mouette tridactyle	<p>Impact initial et résiduel (étude d'impact) : Moyen</p> <p>Effet déplacement : négligeable Effet barrière : négligeable Effet habitat : négligeable Effet collision : négligeable (estimations de 14 à 45 cas de collision par an, nombre probable de 31 cas). Pour toutes les espèces d'oiseaux (sans distinction), une conclusion générale est fournie dans l'étude d'impact (Nass&Wind, Créocéan, 2015) : « L'impact résiduel du parc éolien sur l'avifaune est moyen et non significatif en raison de la non atteinte à l'état de conservation des différentes espèces. Le maintien et/ou retour à l'état initial sera vérifié par le suivi sur l'avifaune MSU 10 ».</p>	18 cas probables par an	<p>Impact résiduel : Faible à moyen (évaluation pessimiste, suivi des effets réels par la mesure SE1)</p> <p>Effet déplacement (construction) : faible Effet déplacement (exploitation) : faible Effet barrière : faible Effet collision : moyen (6 cas probables par an d'après les modélisations)</p>	<p>Possibles mais localisés et de faible ampleur. Impacts cumulés : faibles à moyens.</p> <p>Aucun effet déplacements / perte d'habitats significatifs n'est envisagé pour les deux parcs éoliens. Des collisions sont probables, concernant quelques dizaines d'individus par an à l'échelle des deux parcs (estimations de 8 cas par an pour Yeu-Noirmoutier).</p> <p>Selon les modélisations, le parc éolien de Saint-Nazaire engendrerait des mortalités supérieures à celui de Yeu-Noirmoutier, également en période inter-nuptiale (concernant des oiseaux migrateurs et hivernants). En considérant le nombre de cas de mortalité probables cumulés à l'échelle des deux parcs éoliens, les modélisations indiquent environ 24 cas de collision par an. Les approches par PBR et par surmortalité ne peuvent pas être utilisées pour cette espèce nicheuse d'Europe du nord (la majorité des spécimens fréquentant le golfe de Gascogne sont des individus en provenance d'Europe du nord). La petite colonie reproductrice du phare des Barges (Sables-d'Olonne) ne devrait pas être concernée (pas d'activité notée de Mouette tridactyle en période estivale).</p> <p>Eu égard aux retours d'expérience des parcs éoliens d'Europe du nord ainsi que des suivis des populations (pas de diminution notable), les impacts de surmortalité sont jugés très faibles à l'échelle des populations.</p>
Grand Labbe	<p>Impact initial et résiduel (étude d'impact) : Négligeable</p> <p>Effet déplacement : Négligeable Effet barrière : Négligeable Effet habitat : Négligeable Effet collision : Négligeable (estimations de 2 à 6 cas de collision par an, nombre probable de 4 cas)</p>	4 cas probables par an	<p>Impact résiduel : Négligeable</p> <p>Effet déplacement (construction) : Négligeable Effet déplacement (exploitation) : Négligeable Effet barrière : Négligeable Effet collision : Négligeable (1 à 2 cas probables par an d'après les modélisations)</p>	<p>Négligeable</p> <p>Niveaux d'impact du parc éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier évalués comme négligeables pour tous les effets sauf collision (faible).</p> <p>Des collisions sont probables, concernant quelques individus par an à l'échelle des deux parcs (estimations de 1 à 2 cas par an pour Yeu-Noirmoutier et de 4 cas par an pour Saint-Nazaire).</p> <p>Eu égard aux retours d'expérience des parcs éoliens du d'Europe du nord ainsi que des suivis des populations (pas de diminution notable), les impacts de surmortalité sont jugés très faibles à l'échelle des populations.</p>
Océanite tempête (en reproduction ou populations migratrices)	<p>Impact initial et résiduel (étude d'impact) : Faible</p> <p>Effet déplacement : faible Effet barrière : faible Effet habitat : faible Effet collision : négligeable (modélisation non réalisée)</p>	0 cas par an	<p>Impact résiduel : Faible à moyen (évaluation pessimiste, suivi des effets réels par la mesure SE1)</p> <p>Effet déplacement (construction) : faible Effet déplacement (exploitation) : faible Effet barrière : moyen Effet collision : Négligeable (0 cas)</p>	<p>Possibles mais localisés et de faible ampleur Impacts cumulés : faibles.</p> <p>Des effets déplacements / perte d'habitats (réduction des activités et densités d'oiseaux) sont envisagés pour les deux parcs éoliens (niveau faible pour Yeu-Noirmoutier).</p> <p>L'effet barrière s'additionnera probablement pour les oiseaux en transit, au regard de la faible distance entre les deux parcs éoliens. Aucun effet collision n'est anticipé.</p>

Espèces / groupes d'espèces	Niveau d'impact maximal estimé / Niveau par effets étudiés pour le parc éolien de Saint-Nazaire (Nass&Wind, Créocéan, 2015 ; Fortin <i>et al.</i> , 2014 ; Créocéan, 2015)	Modélisation actualisée des collisions pour le parc de Saint-Nazaire (Bretagne vivante, 2016)	Niveau d'impact estimé / Niveau par effets pour le parc éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier	Impacts cumulés pressentis entre le parc éolien de Saint-Nazaire et le parc éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier
Puffin des Baléares	<p>Impact initial (étude d'impact) : Moyen à fort Effet déplacement : moyen Effet barrière : moyen à fort Effet habitat : moyen Effet collision : négligeable (modélisation non réalisée)</p> <p>Impact résiduel (étude d'impact) : moyen L'étude d'impact (Nass&Wind, Créocéan, 2015) conclut cependant : « La mesure MR 9 permet de réduire l'impact sur le Puffin des Baléares en améliorant la halte migratoire de l'espèce. Si cette mesure ne permet pas de dégrader l'impact résiduel, il permet cependant de conclure à un impact résiduel non significatif. Ainsi après mise en place de la mesure de réduction, l'impact résiduel du parc éolien sur le Puffin des Baléares est moyen et non significatif. Le maintien et/ou retour à l'état initial sera vérifié par le suivi sur l'avifaune MSU 10. »</p>	0 cas par an	<p>Impact résiduel : Faible à moyen (évaluation pessimiste, suivi des effets réels par les mesures SE1 et SE2) Effet déplacement (construction) : faible Effet déplacement (exploitation) : faible Effet barrière : moyen Effet collision : Négligeable (0 cas)</p> <p>Le parc éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier est situé à plus de 50 km des grands sites de regroupements du sud Vendée et du Mor Braz. Il y a eu très peu d'observations de cette espèce lors des expertises au niveau de la zone du parc éolien, uniquement d'oiseaux en vol. Le niveau d'impact « moyen » pour l'effet barrière traduit la vigilance liée au statut de cette espèce et une approche suivant un principe de précaution, en raison des incertitudes sur les voies de transit de cette espèce en estivage. La mesure SE2 « suivi télémétrique », qui ciblera entre autres le Puffin des Baléares, permettra notamment de mieux évaluer l'effet barrière sur cette espèce.</p>	<p>Possibles pour les oiseaux en transit Impacts cumulés : faibles à moyens. Aucun effet déplacements / perte d'habitats significatif n'est envisagé pour les deux parcs éoliens (niveau faible pour Yeu-Noirmoutier). Aucun effet collision n'est anticipé. L'effet barrière s'additionnera probablement pour les oiseaux en transit (importance de la façade atlantique lors de l'estivage, stationnements historiquement importants sur les côtes vendéennes et morbihannaises). Le parc éolien de Saint-Nazaire est situé à proximité des zones d'estivage et de mue du large de l'estuaire de la Vilaine. Des activités et transits relativement réguliers ont été notés lors des expertises sur ce site.</p>
Sterne caugek	<p>Impact initial et résiduel (étude d'impact) : Faible Effet déplacement : faible Effet barrière : faible Effet habitat : faible Effet collision : faible (nombre probable de 2 cas par an)</p>	Moins de 1 cas par an	<p>Impact résiduel : Faible Effet déplacement (construction) : négligeable Effet déplacement (exploitation) : faible Effet barrière : faible Effet collision : faible (1 à 2 cas probables par an d'après les modélisations)</p>	<p>Impacts cumulés : négligeables à faibles. Les impacts pressentis des deux parcs éoliens sont faibles pour la Sterne caugek. Quelques cas de collision sont possibles (1 à 2 cas par an pour le parc de Yeu-Noirmoutier). Les impacts ne concerneront probablement pas les mêmes populations. Ils sont par ailleurs très faibles.</p>
Sterne pierregarin	<p>Impact initial et résiduel (étude d'impact) : Faible Effet déplacement : faible Effet barrière : faible Effet habitat : négligeable Effet collision : faible (nombre probable de 0 cas par an)</p>	Moins de 1 cas par an	<p>Impact résiduel : Faible Effet déplacement (construction) : Négligeable Effet déplacement (exploitation) : Négligeable Effet barrière : faible Effet collision : Négligeable (moins de 0,01 cas probable par an d'après les modélisations)</p>	<p>Impacts cumulés : négligeables à faibles. Les impacts pressentis des deux parcs éoliens sont faibles pour la Sterne caugek. Moins de 1 cas de collision est possible (modélisations de l'ordre de 0,01 cas par an pour le parc de Yeu-Noirmoutier). Les impacts ne concerneront probablement pas les mêmes populations. Ils sont par ailleurs très faibles.</p>
Plongeon imbrin	<p>Impact initial et résiduel (étude d'impact) : Faible Effet déplacement : faible Effet barrière : négligeable Effet habitat : négligeable Effet collision : négligeable (modélisation non réalisée)</p>	/	<p>Impact résiduel : Moyen (évaluation pessimiste, suivi des effets réels par la mesure SE1) Effet déplacement (construction) : moyen Effet déplacement (exploitation) : moyen Effet barrière : faible à moyen Effet collision : négligeable (0 cas)</p>	<p>Impacts cumulés : négligeables à faibles. Les effets déplacements / perte d'habitats envisagés sont faibles pour les deux parcs éoliens. Les autres effets envisagés sont négligeables. Le niveau d'impact « moyen » évalué pour le parc éolien de Yeu – Noirmoutier est maximaliste (prise en compte d'un niveau d'enjeu fort) mais l'espèce est peu présente localement.</p>
Plongeon catmarin	<p>Impact initial et résiduel (étude d'impact) : Négligeable Effet déplacement : négligeable Effet barrière : négligeable Effet habitat : négligeable Effet collision : négligeable (modélisation non réalisée)</p>	/	<p>Impact résiduel : Faible à Moyen (évaluation pessimiste, suivi des effets réels par la mesure SE1) Effet déplacement (construction) : faible à moyen Effet déplacement (exploitation) : moyen Effet barrière : faible Effet collision : négligeable (0 cas)</p>	<p>Impacts cumulés : négligeables. Très peu d'individus ont été observés lors des expertises sur les deux parcs éoliens. Les niveaux d'impact évalués sont négligeables à faibles. Le niveau d'impact « faible à moyen » évalué pour le parc éolien de Yeu – Noirmoutier est maximaliste (prise en compte d'un niveau d'enjeu moyen) mais l'espèce est peu présente localement.</p>

Source : Biotope, 2016

L'évaluation des impacts cumulés et leur contextualisation à l'échelle des populations est complexe dans le cas de deux projets en mer proches, dans un contexte cohérent. Les parcs éoliens en mer de Saint-Nazaire et des îles d'Yeu et de Noirmoutier présenteront des effets cumulés. En effet, d'après les données présentées dans les études du projet éolien en mer de Saint-Nazaire, le projet éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier sera moins impactant que celui de Saint-Nazaire, notamment en phase d'exploitation, notamment pour le Goéland marin et la Goéland argenté.

Les impacts par déplacement sont globalement similaires entre les deux projets et concerneront des espèces identiques (alcidés notamment). Les impacts du parc éolien de Saint-Nazaire sur le Puffin des Baléares seront potentiellement plus élevés que pour le parc éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier, en raison de la présence plus importante de cette espèce et la proximité d'une importante zone de mue (au large de l'estuaire de la Vilaine) ; toutefois, des incertitudes importantes demeurent sur les réels impacts des parcs éoliens en mer sur cette espèce.

Les implications des estimations de mortalité sur les populations sont parfois conséquentes (notamment pour le Goéland marin, espèce pour laquelle le parc éolien de Saint-Nazaire présente des estimations de près d'une centaine de cas de collision probables par an). D'autres espèces sont également concernées dans une moindre mesure (Mouette pygmée, Mouette tridactyle, Fou de Bassan).

Les mesures visant à une augmentation du succès reproducteur des colonies de goélands nicheurs locaux (Morbihan, Loire-Atlantique et Vendée) sont importantes afin de compenser les impacts éventuels sur les populations nicheuses locales par surmortalité. Ces démarches sont présentées en mesure de réduction pour le projet de Saint-Nazaire (MR10) et en mesure de compensation pour le projet des îles d'Yeu et de Noirmoutier (MC5 – voir chapitre 5.7.1). Le niveau d'ambition des démarches est équivalent entre les deux projets.

L'engagement de compensation du maître d'ouvrage du parc éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier est en cohérence avec les impacts de son projet et permettra de limiter les impacts sur les populations. L'efficacité des mesures sera vérifiée dans le cadre de l'application des mesures MC5, SE1, SE2 et SE2bis.

5.5.1.2 Evaluation des effets avec les autres projets pris en compte

Ce paragraphe synthétise les informations disponibles dans les études ayant pu être consultées (majoritairement grâce à la mise à disposition par les services de la DREAL des Pays de la Loire).

5.5.1.2.1 Principaux éléments concernant l'extraction de granulats de l'astrolabe

Source : Astérie, 2009. Etude d'impact pour l'extraction de granulats marins sur le périmètre Astrolabe. Compagnie armoricaine de navigation. 225 pages + annexes

L'extraction engendrera la création d'une souille suivant un creusement moyen de 13 cm/an sur l'ensemble de la concession (4 m en 30 ans). Les opérations de dragage engendreront la formation de nuages turbides à partir du navire, avec dépôts dans un rayon de 4 km autour de la concession et moins de 2 cm d'épaisseur.

Les travaux provoqueront de fortes perturbations des communautés benthiques au niveau de l'ensemble de la concession (destruction directe des milieux et spécimens par aspiration).

L'étude d'impact ne fournit aucune information sur l'avifaune (point soulevé dans l'avis de l'autorité environnementale).

Une étude complémentaire a été réalisée spécifiquement sur les mammifères marins et les oiseaux après l'avis de l'autorité environnementale. Il s'agit d'une étude bibliographique réalisée par le bureau d'étude Biotope (2010) pour le compte de la société Lafarge Granulats ouest et la Compagnie armoricaine de navigation n'ayant pas été mise publiquement à disposition.

5.5.1.2.2 Principaux éléments concernant l'extraction de granulats de la concession Cairnstrath A

Source : Créocéan, 2007. Projet d'extraction de granulats marins au large de l'estuaire de la Loire : concession Cairnstrath. Demande de concession. Demande d'autorisation domaniale. Demande d'autorisation d'ouverture de travaux. Pièce 5 : étude d'impact.

Le projet engendrera la création d'une souille de 5 m de profondeur, sur les 7 km² de la concession. Le fonctionnement de la drague et le rejet de l'eau depuis le navire engendrera un panache turbide de surface lié au rejet d'importance limitée, localisé.

L'étude d'impact indique que « le projet d'extraction de granulats marins sera sans incidence sur les habitats et les espèces protégées ou inventoriées pour leur intérêt patrimonial ».

5.5.1.2.3 Principaux éléments concernant l'extraction de granulats de la concession Cairnstrath SN2

Source : In Vivo Environnement, 2008. Demande de titre minier d'ouverture de travaux et d'autorisation domaniale pour l'extraction de granulats marins sur le site de Cairnstrath SN2. Document C - Pièce 5 : étude d'impact.

Le projet engendrera la création d'une souille d'environ 4 m de profondeur, sur les 14 km² de la concession.

Le fonctionnement de la drague et le rejet de l'eau depuis le navire engendrera un panache turbide de surface lié au rejet localisé dans un rayon de 6 km autour du site (trajectoire nord-est). L'étude d'impact indique une réduction rapide des densités de matières en suspension.

L'étude indique qu'« Il n'y a pas de dérangement supplémentaire pour les oiseaux », « Pas d'altération du régime d'alimentation des oiseaux ».

5.5.1.2.4 Principaux éléments concernant le PER « Granulats Nord Gascogne »

Source : Créocéan, 2010. GIE « Granulats nord Gascogne ». Permis exclusif de recherches « Granulats nord Gascogne ». Demande de titre minier. Demande d'autorisation d'ouverture de travaux. Pièce 5 : étude d'impact.

Il s'agit d'un programme de recherche de sites d'extraction de granulats, comprenant des investigations géophysiques, des investigations sédimentologiques et des campagnes biologiques (prélèvements d'échantillons de macrofaune benthique, pêches expérimentales par chalutage). Le site représente une surface de 432,4 km². La demande d'autorisation est réalisée pour 5 ans.

L'analyse des impacts sur les peuplements benthiques conclut à une forte altération au niveau de la concession.

Un état des lieux succinct relatif à l'avifaune est fourni (bibliographie), principalement au titre de la réglementation concernant Natura 2000. L'étude conclut qu'aucune des campagnes envisagées ne gênera directement ou indirectement les populations d'oiseaux fréquentant les sites Natura 2000. Seule une pollution marine accidentelle pourrait avoir des impacts sur des animaux, mais toutes les précautions de prévention et de limitation de ce risque seront prises (page 171). Cette demande d'autorisation a été jugée globalement satisfaisante au regard de l'objet de la demande et du contenu de l'étude (avis de l'autorité environnementale du 10/09/2013).

5.5.1.2.5 Principaux éléments concernant le PER « Loire-Grand-Large »

Source : In Vivo Environnement, 2012. GIE « Granulats nord Gascogne ». Demande de permis exclusif de recherches et d'ouverture de travaux de recherches sur le site Loire-Grand-Large (LGL). Pièce 5 B : étude d'impact.

Il s'agit d'un programme de recherche de sites d'extraction de granulats, comprenant des investigations géophysiques, des investigations sédimentologiques et des campagnes biologiques (prélèvements d'échantillons de macrofaune benthique, pêches expérimentales par chalutage). Le site s'étend sur 432,4 km². La demande d'autorisation est réalisée pour 5 ans.

Les impacts sur les peuplements benthiques sont analysés (forte altération au niveau de la concession).

Un état des lieux succinct relatif à l'avifaune est issu d'une étude bibliographique réalisée par Biotope (2010) pour le site voisin de l'Astrolabe. L'étude conclut qu'aucune des campagnes envisagées ne gênera directement ou indirectement les populations d'oiseaux (impacts jugés négligeables, tant sur le plan du dérangement – bruit que des effets de l'extraction ou du panache turbide).

L'étude d'impact a été jugée globalement satisfaisante au regard de l'objet de la demande et du contenu de l'étude (avis de l'autorité environnementale du 10/09/2013). L'AE recommande toutefois une prise en considération plus importante des mammifères marins.

5.5.1.2.6 Demande de renouvellement de l'autorisation pour le dragage d'entretien du port de Port-Joinville – L'île d'Yeu et de Demande de dragage d'entretien et d'immersion des sédiments du chenal de Fromentine

Source : In Vivo Environnement, 2014. Demande de renouvellement de l'autorisation pour le dragage d'entretien du port de Port-Joinville – L'île d'Yeu. Dossier d'autorisation aux titres des articles L. 214-1 à L. 214-11 du Code de l'Environnement. CCI Vendée.

Source : In Vivo, 2010. Dossier de déclaration pour le dragage et l'immersion des sédiments du chenal de Fromentine et dossier de compléments en instruction

Ces études analysent les impacts des opérations de dragage du port de Port-Joinville et les clapages associés au large de l'île (immersion des déblais de dragage) ainsi celles liées au dragage d'entretien et à l'immersion des sédiments du chenal de Fromentine.

Aucune analyse concernant spécifiquement l'avifaune n'est fournie dans ces études (ni dans l'état des lieux, ni dans l'analyse des impacts). Le dossier de déclaration pour le dragage et l'immersion des sédiments du chenal de Fromentine précise toutefois que les impacts sont négligeables sur les oiseaux présents au sein de la ZICO « baie de Bourgneuf et Marais breton » et des ZNIEFF situées au droit des zones de dragage et de clapage (« Dunes et forêts de la Barre-de-Monts », « Marais breton-baie de Bourgneuf », « Ile de Noirmoutier »).

5.5.1.2.7 Synthèse concernant les effets cumulés envisageables avec les autres projets étudiés

Le tableau suivant fournit la synthèse des informations concernant les projets d'extraction de granulats marins et de dragage / clapage pris en compte dans l'évaluation des effets cumulés sur l'avifaune marine.

Tableau 92 : Synthèse des impacts cumulés des projets et demandes d'extraction de granulats marins (EGM) et opérations de dragage / clapage (D/C) avec le projet parc éolien en mer des îles d'Yeu et de Noirmoutier

Informations/ effets	Etude consultée	Type de projet/ demande	Effet collision	Effet déplacement/ perturbations		Effet modification d'habitats		Impacts cumulés avec le projet éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier
Concession Astrolabe	Astérie, 2009	Extraction de granulats marins	Nul	Non traité dans l'étude	Localisé et temporaire	Non traité dans l'étude	Localisé et temporaire	Négligeable
Concession Cairnstrath A	Créocéan, 2007	Extraction de granulats marins	Nul	Non traité dans l'étude	Localisé et temporaire	Non traité dans l'étude	Localisé et temporaire	Négligeable
Concession Cairnstrath SN2	In Vivo, 2008	Extraction de granulats marins	Nul	Non traité dans l'étude	Localisé et temporaire	Non traité dans l'étude	Localisé et temporaire	Négligeable
PER Granulats nord Gascogne	Créocéan, 2010	Permis exclusif de recherche pour extraction	Nul	Bruits et dérangement lors investigations	Impacts jugés mineurs dans l'étude	Petit panache turbide lors des tests de dragage et clapage.	Impacts estimés mineurs dans l'étude	Négligeable
PER Loire Grand-Large	In Vivo, 2012	Permis exclusif de recherche pour extraction	Nul	Bruits et dérangement lors investigations	Impacts jugés mineurs dans l'étude	Petit panache turbide lors des tests de dragage et clapage.	Impacts estimés mineurs dans l'étude	Négligeable

Informations/ effets	Etude consultée	Type de projet/ demande	Effet collision	Effet déplacement/ perturbations		Effet modification d'habitats		Impacts cumulés avec le projet éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier
Dragage port Port-Joinville	In Vivo, 2014	Dragage d'un port avec rejet des déblais	Nul	Non traité dans l'étude	Localisé et temporaire	Non traité dans l'étude	Localisé et temporaire	Négligeable
Dragage/clapage du port de Fromentine	In Vivo, 2010	Dragage d'un port avec rejet des déblais	Nul	Non traité dans l'étude	Localisé et temporaire	Non traité dans l'étude	Localisé et temporaire	Négligeable

D'après les informations et analyses présentées dans les études relatives aux projets d'extraction de granulats marins ainsi qu'aux demandes de permis exclusifs de recherches pour des extractions de granulats marins, les effets cumulés du projet éolien en mer avec les projets d'extraction de granulats marins et opérations de dragage/clapage sont négligeables pour les oiseaux.

5.5.2 Effets cumulés sur les mammifères marins, tortues marines et autres grands pélagiques

L'évaluation des impacts cumulés avec d'autres projets est une démarche particulièrement complexe.

La mobilité des mammifères marins et des autres espèces de grands pélagiques, en particulier en l'absence de populations résidentes à l'échelle locale, implique que les populations d'espèces fréquentant la zone du parc éolien et ses abords fréquentent de très vastes secteurs.

Dans le cadre de l'évaluation des impacts cumulés sur les mammifères marins (ainsi que les tortues marines et autres grands pélagiques), une analyse des types d'aménagement à prendre en compte a été menée.

A l'exception des opérations de dragage du port de Port-Joinville (proximité directe de la zone de projet), les projets et opérations d'extraction de dragage et d'aménagements portuaires ne sont pas considérés dans cette évaluation des impacts cumulés au regard des caractéristiques et de la localisation des travaux envisagés. Ils ne concernent en effet que faiblement, et indirectement, les mammifères marins, les tortues marines et les autres grands pélagiques

Un traitement particulier des effets cumulés avec les projets d'énergie renouvelable est en revanche réalisé. Par ailleurs, une analyse des effets cumulés avec les projets d'extraction de granulats marins est également réalisée, y compris avec les demandes de PER en raison des opérations sismiques et tests de dragage effectués lors des recherches de sites propices à l'extraction.

5.5.2.1 Evaluation des effets cumulés avec les autres projets d'énergie marine renouvelable

Sources : Nass & Wind, Créocéan, 2015. Parc éolien en mer de Saint-Nazaire – Etude d'impact environnemental – Fascicule B1 ; Fascicule A, Natural Power, 2015 ; Quiet-Oceans & BioConsultSH, 2014.

Le parc éolien en mer de Saint-Nazaire est considéré avec attention au regard des caractéristiques des opérations de construction (implantation d'éoliennes par technique de battage / forage) considérées comme impactantes pour les mammifères marins.

CARACTERISTIQUES DU PROJET

L'étude d'impact (Fascicule A, Natural Power, 2015) présente les principales caractéristiques et modalités de construction du parc éolien en mer de Saint-Nazaire :

- ▶ 80 éoliennes de 6 MW implantées sur une surface de 78 km² et espacées d'environ un kilomètre les unes des autres (distances cependant variables) ;
- ▶ Eoliennes montées sur des fondations monopieu de 7 m de diamètre installées par battage et forage ;
- ▶ Sous-station électrique en mer installée sur une fondation jacket avec 4 pieux de 2,5 à 3 m de diamètre, installés par battage et forage ;
- ▶ Dépôt des débris de forage directement sur place, au pied des éoliennes ;
- ▶ Dragage et déversement de matériaux dragués ;
- ▶ Ensouillage des câbles (après excavation préalable par tranchage) voire enrochement en cas de difficultés pour l'ensouillage.

Le principal cumul d'effet attendu est lié au bruit généré par les différentes opérations de construction des parcs. Les niveaux d'exposition sonore médians (SEL) à 750 m des opérations sont très variables selon les opérations envisagées pour le projet (Quiet-Oceans & BioConsult SH, 2014) :

- ▶ En moyenne 136 dB réf. 1µPa²s pour les opérations de clapage ;
- ▶ En moyenne 149,5 dB réf. 1µPa²s pour les opérations de forage (diamètre 6,8 m) ;
- ▶ En moyenne 155 dB réf. 1µPa²s pour les opérations d'ensouillage de câbles ;
- ▶ En moyenne 172,5 dB réf. 1µPa²s pour les opérations de battage (diamètre 3 m) ;
- ▶ En moyenne 181 dB réf. 1µPa²s pour les opérations de battage (diamètre 7 m).

Remarque : Les bruits émis sont très nettement supérieurs à toutes les opérations envisagées pour le parc éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier (voir pour comparaison le Tableau 93).

SYNTHESE DES IMPACTS ENVISAGES PAR L'ETUDE D'IMPACT ET IMPACTS CUMULES PREVISIBLES

Impacts cumulés concernant les mammifères marins

Le Tableau 93 synthétise les principaux impacts estimés du projet éolien en mer de Saint-Nazaire sur les mammifères marins. Ce tableau ne fournit pas de détail mais les conclusions des études d'impact et d'incidences du projet. Les informations présentées ci-dessous sont extraites du Fascicule B1 de l'étude d'impact du projet de parc éolien en mer de Saint-Nazaire (Nass & Wind, Créocéan, 2015). Les détails concernant les impacts acoustiques sont issus de l'étude détaillée de Quiet-Oceans & BioConsultSH (2014). Il traite du cas le plus défavorable, à savoir le battage de monopieu de 7 m de diamètre (technique principale envisagée pour l'installation des fondations d'éoliennes).

Tableau 93 : Synthèse des principaux impacts estimés du projet de parc éolien en mer de Saint-Nazaire pour les mammifères marins et niveau d'impacts cumulés pressenti avec le parc éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier

Espèces / groupes d'espèces	Niveau d'impact maximal estimé par effets étudiés pour le parc éolien de Saint-Nazaire (Nass&Wind, Créocéan, 2015 ; Quiet-Oceans & BioConsultSH, 2014)	Niveau d'impact estimé par effets pour le parc éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier	Impact cumulé (pressenti) entre le parc éolien de Saint-Nazaire et le parc éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier
Marsouin commun	<p>Construction (modification de l'ambiance sonore sous-marine) : moyen. Modification des comportements sur une surface d'environ 547km², risques de perte d'audition temporaire sur une surface d'environ 15,6 km² et risques de dommages physiologiques permanents à environ 250 m de la source de bruit (battage monopieu 7m). Techniques de réduction des impacts (<i>Ramp-Up</i> et <i>Soft-start</i>)</p> <p>Construction (perte ou modification d'habitats) : négligeable</p> <p>Exploitation : négligeable</p>	<p>Construction (modification de l'ambiance sonore sous-marine) : faible</p> <p>Construction (risque de collision) : faible</p> <p>Construction (augmentation de la turbidité) : négligeable</p> <p>Exploitation (modification de l'ambiance sonore sous-marine) : négligeable à faible</p> <p>Exploitation (autres impacts) : faible</p>	<p>Faible</p> <p>Impacts cumulés possibles uniquement en cas de travaux de construction simultanés (probabilité faible)</p> <p>Le parc éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier présente des impacts acoustiques nettement plus faibles que celui de Saint-Nazaire</p>
Dauphin commun	<p>Construction (modification de l'ambiance sonore sous-marine) : moyen. Risques de perte d'audition temporaire sur une surface d'environ 0,1 km², distance d'environ 140 m (battage monopieu 7m). Modification des comportements inconnus, jugés équivalents aux zones de perte d'audition temporaire. Techniques de réduction des impacts (<i>Ramp-Up</i> et <i>Soft-start</i>)</p> <p>Construction : (perte ou modification d'habitats) : négligeable</p> <p>Exploitation : négligeable</p>	<p>Construction (modification de l'ambiance sonore sous-marine) : faible</p> <p>Construction (risque de collision) : faible</p> <p>Construction (augmentation de la turbidité) : négligeable</p> <p>Exploitation (modification de l'ambiance sonore sous-marine) : négligeable à faible</p> <p>Exploitation (autres impacts) : faible</p>	<p>Faible</p> <p>Impacts cumulés possibles uniquement en cas de travaux de construction simultanés (probabilité faible)</p> <p>Le parc éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier présente des impacts acoustiques nettement plus faibles que celui de Saint-Nazaire</p>
Grand Dauphin	<p>Construction (modification de l'ambiance sonore sous-marine) : moyen. Risques de perte d'audition temporaire sur une surface d'environ 0,1 km², distance d'environ 140 m (battage monopieu 7m). Modification des comportements inconnus, jugés équivalents aux zones de perte d'audition temporaire. Techniques de réduction des impacts (<i>Ramp-Up</i> et <i>Soft-start</i>)</p> <p>Construction (perte ou modification d'habitats) : négligeable</p> <p>Exploitation : négligeable</p>	<p>Construction (modification de l'ambiance sonore sous-marine) : faible</p> <p>Construction (risque de collision) : négligeable à faible</p> <p>Construction (augmentation de la turbidité) : négligeable</p> <p>Exploitation (modification de l'ambiance sonore sous-marine) : négligeable</p> <p>Exploitation (autres impacts) : négligeable à faible</p>	<p>Faible</p> <p>Impacts cumulés possibles uniquement en cas de travaux de construction simultanés (probabilité faible)</p> <p>Le parc éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier présente des impacts acoustiques nettement plus faibles que celui de Saint-Nazaire</p>

5. Analyse des effets cumulés du projet avec d'autres projets connus

5.5 Analyse des effets cumulés du projet éolien en mer des îles d'Yeu et de Noirmoutier avec les autres projets connus

5.5.2 Effets cumulés sur les mammifères marins, tortues marines et autres grands pélagiques



Espèces / groupes d'espèces	Niveau d'impact maximal estimé par effets étudiés pour le parc éolien de Saint-Nazaire (Nass&Wind, Créocéan, 2015 ; Quiet-Oceans & BioConsultSH, 2014)	Niveau d'impact estimé par effets pour le parc éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier	Impact cumulé (pressenti) entre le parc éolien de Saint-Nazaire et le parc éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier
Globicéphale noir	Construction (modification de l'ambiance sonore sous-marine) : moyen. Risques de perte d'audition temporaire sur une surface d'environ 0,1 km ² , distance d'environ 140 m (battage monopieu 7m). Modification des comportements inconnus, jugés équivalents aux zones de perte d'audition temporaire. Techniques de réduction des impacts (<i>Ramp-Up</i> et <i>Soft-start</i>) Construction (perte ou modification d'habitats) : négligeable Exploitation : négligeable	Construction (modification de l'ambiance sonore sous-marine) : négligeable à faible Construction (risque de collision) : négligeable Construction (augmentation de la turbidité) : négligeable Exploitation (modification de l'ambiance sonore sous-marine) : négligeable Exploitation (autres impacts) : négligeable	Négligeable Impacts cumulés possibles uniquement en cas de travaux de construction simultanés (probabilité faible) Le parc éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier présente des impacts acoustiques nettement plus faibles que celui de Saint-Nazaire
Phoque gris	Construction (bruits) : moyen. Risques de perte d'audition temporaire sur une surface d'environ 6,2 km ² , distance d'environ 1,4 km (battage monopieu 7m). Modification des comportements inconnus, jugés équivalents aux zones de perte d'audition temporaire. Techniques de réduction des impacts (<i>Ramp-Up</i> et <i>Soft-start</i>) Construction (perte ou modification d'habitats) : négligeable Exploitation : négligeable	Construction (tous aspects) : négligeable Exploitation (tous aspects) : négligeable	Négligeable Pas d'impact cumulé pressenti (impacts négligeables du projet des îles d'Yeu et de Noirmoutier)
Petit Rorqual	Construction (modification de l'ambiance sonore sous-marine) : moyen. Risques de perte d'audition temporaire sur une surface d'environ 0,7 km ² , distance d'environ 480 m (battage monopieu 7m). Modification des comportements inconnus, jugés équivalents aux zones de perte d'audition temporaire. Techniques de réduction des impacts (<i>Ramp-Up</i> et <i>Soft-start</i>) Construction (perte ou modification d'habitats) : négligeable Exploitation : négligeable	Construction (tous aspects) : négligeable Exploitation (tous aspects) : négligeable	Négligeable Pas d'impact cumulé pressenti (impacts négligeables du projet des îles d'Yeu et de Noirmoutier)
Autres cétacés moyennes fréquences (Dauphin bleu-et-blanc, Dauphin de Risso)	Construction (modification de l'ambiance sonore sous-marine) : Moyen. Risques de perte d'audition temporaire sur une surface d'environ 0,1 km ² , distance d'environ 140 m (battage monopieu 7m). Modification des comportements inconnus, jugés équivalents aux zones de perte d'audition temporaire. Techniques de réduction des impacts (<i>Ramp-Up</i> et <i>Soft-start</i>) Construction (perte ou modification d'habitats) : négligeable Exploitation : négligeable	Construction (tous aspects) : négligeable Exploitation (tous aspects) : négligeable	Négligeable Pas d'impact cumulé pressenti (impacts négligeables du projet des îles d'Yeu et de Noirmoutier)

Source : Biotope, 2016

Impacts cumulés concernant les tortues marines et autres grands pélagiques

L'étude d'impact du projet éolien en mer de Saint-Nazaire (Nass&Wind, Créocéan, 2015) ne fournit pas de données concernant la présence ou les impacts sur parc sur les tortues marines et les grands pélagiques (requins et Poisson-lune notamment).

Par analogie avec les mammifères marins, il demeure cependant très probable que les opérations de construction (notamment battage de pieux) constituent la phase de projet la plus impactante pour ces espèces. Des risques biologiques (perturbations comportementales voire dommages physiologiques) sont plausibles en cas de présence de spécimens à proximité des opérations de battage.

Toutefois, les mesures de réduction des impacts acoustiques prévues pour les mammifères marins (surveillance, procédure d'éloignement des animaux – Ramp-up et de montée en puissance progressive des bruits – Soft-start) devraient également bénéficier aux tortues marines et autres grands pélagiques éventuellement présents à proximité.

La probabilité de simultanéité des opérations de construction des parcs éoliens de Saint-Nazaire et des îles d'Yeu et de Noirmoutier existe mais demeure faible.

Les probabilités d'impacts cumulés entre les deux projets éoliens en mer sur les tortues marines et autres grands pélagiques semblent très limitées. Par ailleurs, les impacts à terme sont jugés négligeables (en phase d'exploitation) pour le parc éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier.

ANALYSE DES IMPACTS CUMULES D'ORDRE ACOUSTIQUE (MODELISATIONS CUMULEES)

Contexte et justification des modélisations cumulées

Sur le plan temporel, il demeure possible (même si ce n'est pas le cas de base considéré) que les opérations de construction se déroulent de façon simultanée au niveau des deux parcs éoliens en mer de Saint-Nazaire et des îles d'Yeu et de Noirmoutier. En effet, les opérations de construction sont prévues sur une durée de deux ans pour chaque parc éolien et un décalage de près de deux années est planifié dans le lancement des travaux de construction (2018/2019 pour le parc éolien de Saint-Nazaire ; fin 2019 à 2021 pour celui des îles d'Yeu et de Noirmoutier).

Une simultanéité partielle des opérations de construction ne peut donc pas être totalement exclue, en raison d'éventuelles modifications sur les plannings prévisionnels et/ou de difficultés techniques allongeant les durées de construction.

En conséquence, et afin d'anticiper cette éventualité, Quiet-Oceans (2016) a réalisé des modélisations des impacts acoustiques cumulés en cas de réalisation simultanée d'opérations de battage de monopieu 7 m sur le parc de Saint-Nazaire et de forage de pieux 2,2 m sur le parc des îles d'Yeu et de Noirmoutier. Les opérations de battage de monopieu de diamètre 7 m constituent une source de bruit considérable, même si l'application de procédures "soft-start" est envisagée. Ce scénario réellement significatif du point de vue des incidences sonores cumulées est étudié en détail dans la suite de ce chapitre (Quiet-Oceans, 2016).

Scénario cumulé avec la construction du parc éolien en mer de Saint-Nazaire

Dans le cas d'une simultanéité des travaux de construction avec le parc de Saint-Nazaire, un scénario cumulé prend en compte le battage d'un monopieu de 7 m de diamètre situé au centre du parc éolien en mer de Saint-Nazaire. Chaque pieu est battu indépendamment. Dans les modélisations, ces travaux de battage se superposent aux travaux de forage des pieux des fondations Jacket sur le site des îles d'Yeu et de Noirmoutier.

L'hypothèse retenue dans cette étude consiste à battre le pieu par un marteau hydraulique situé au-dessus du niveau de la mer. Lors d'une phase de battage, les bruits générés sont, par nature, impulsionnels.

Les retours d'expérience et les modélisations menées dans le cadre du projet de recherche RESPECT (Van de Loock *et al.*, 2016) ont démontré que le niveau d'exposition sonore dans l'eau croît de manière logarithmique en fonction du diamètre du pieu, ce qui permet d'extrapoler avec confiance les mesures effectuées sur des pieux de plus petits diamètres sur les parcs éoliens en mer Q7, FINO 1, 2 et 3, Alpha Ventus, Utgrunden, Sky 2000, Amrumbank West, Horns Rev II, North Hoyle, et Barrow (Betke, 2008 ; De Jong *et al.*, 2008 ; Talisman Energy (UK) Limited, 2004 ; Nedwell *et al.*, 2004 ; ITAP, 2008).

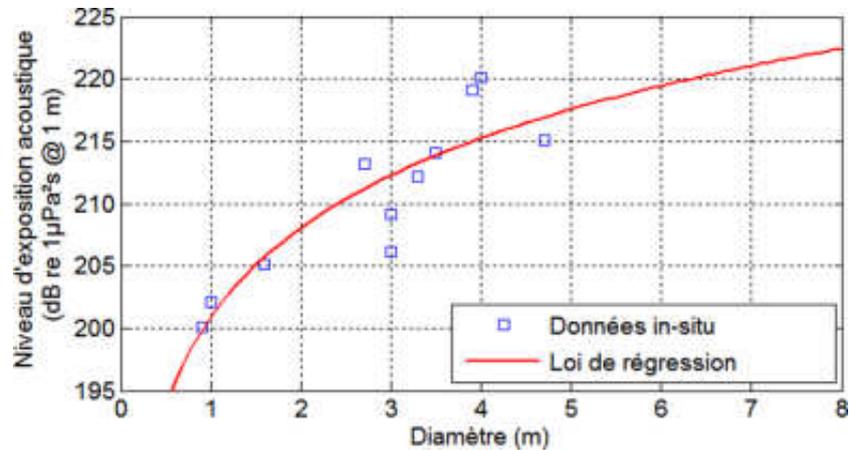
5. Analyse des effets cumulés du projet avec d'autres projets connus

5.5 Analyse des effets cumulés du projet éolien en mer des îles d'Yeu et de Noirmoutier avec les autres projets connus

5.5.2 Effets cumulés sur les mammifères marins, tortues marines et autres grands pélagiques

Un point de simulation est choisi au centre du parc de Saint-Nazaire (au nord de la zone du parc éolien) et est considéré comme représentatif de l'ensemble des ateliers de battage sur ce site (Figure 77).

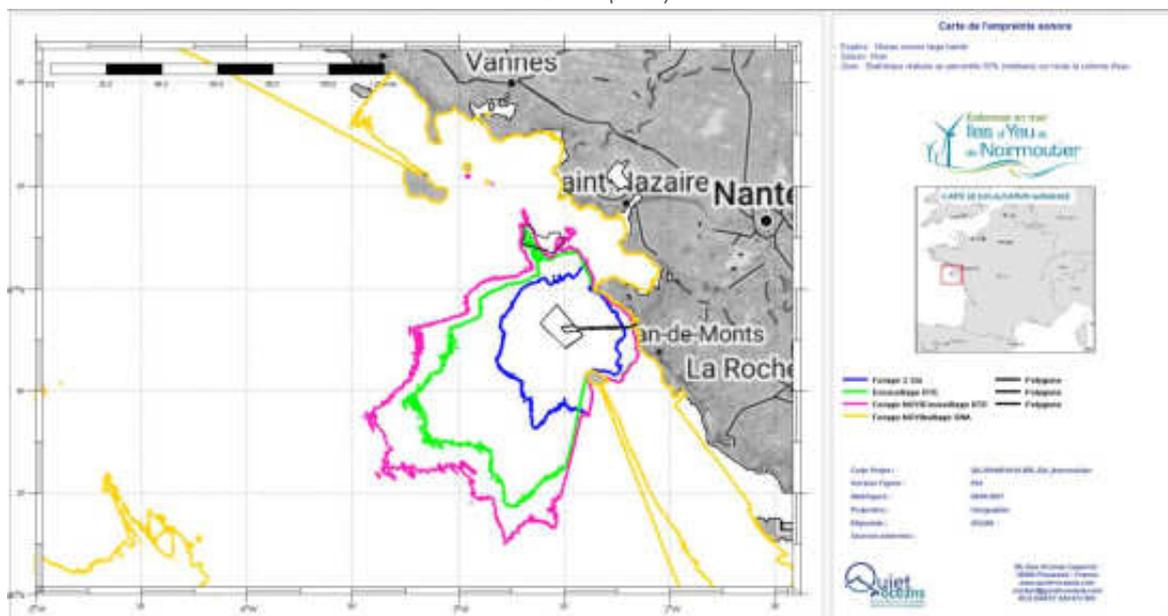
Figure 77: Variation du niveau d'exposition sonore maximum par coup à un mètre du pieu en fonction de son diamètre



Source : Quiet-Oceans, 2016 (d'après Van de Loock et al., 2016 et données mesurées lors des opérations de constructions portuaires en Allemagne, et des parcs éoliens en mer Q7, FINO 1, 2 et 3, Alpha Ventus, Utgrunden, Sky 2000, Amrumbank West, Horns Rev II, North Hoyle, et Barrow)

La figure ci-dessous présente les empreintes sonores cumulées entre plusieurs opérations. L'aire délimitée en jaune correspond à une situation de battage de pieu de diamètre 7 m (parc de Saint-Nazaire) réalisée simultanément à un forage de pieu de diamètre 2,2 m (parc des îles d'Yeu et de Noirmoutier).

Figure 78: Empreinte sonore cumulée d'un atelier de forage avec l'atelier de battage du parc de Saint-Nazaire (SNA)



Source : Quiet-Oceans, 2016

Dans le cas du battage d'un monopieu de 7 m de diamètre effectué sur le parc éolien en mer de Saint-Nazaire simultanément et de manière synchrone avec le forage dans la zone du parc, le bruit du battage engendre une très large empreinte sonore (supérieure à 40 000 km²) qui englobe intégralement l'empreinte sonore des bruits induits par l'atelier de forage du projet éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier (de l'ordre de 2 300 km²). Le tableau 94 fournit les principales informations issues des modélisations.

Tableau 94 : Synthèse des surfaces d'émergence des bruits cumulés du forage de fondation d'éolienne avec le battage de fondation monopieu du parc de Saint-Nazaire

Scénario	Typologie	Niveaux de bruit introduits dans le milieu (à 1 m)	Surfaces d'émergence des bruits large bande (en km ²)
Forage des pieux de 2,2 m de diamètre d'une fondation jacket (au centre du parc des îles d'Yeu et de Noirmoutier)	Source de bruit fixe et continue dont l'énergie émise est majoritairement proche du fond	177 dB réf. 1µPa ² s @1m	2 300
Battage de fondation monopieu de 7 m de diamètre (au centre du parc de Saint-Nazaire)	Source de bruit fixe et impulsionnelle dont l'énergie émise est distribuée le long de la colonne d'eau	222 dB réf. 1µPa ² s @1m	> 40 000
Cumul du forage et du battage		222 dB réf. 1µPa ² s @1m (parc éolien de Saint-Nazaire)	> 40 000

Source : Quiet-Oceans, 2016

Il ressort de ces analyses qu'en cas d'opérations simultanées, les bruits produits par le battage s'étendront très largement et dépasseront totalement les émergences des bruits produits par les opérations de forage. Ainsi, le parc éolien en mer des îles d'Yeu et de Noirmoutier n'est pas susceptible d'engendrer d'impacts acoustiques cumulés notables même en cas de simultanéité des opérations de forage avec les opérations de construction du parc éolien de Saint-Nazaire.

Les travaux sur le parc éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier ne seront pas perçus en cas de simultanéité des travaux entre les deux parcs (bruits masqués par ceux du battage de pieux du parc de Saint-Nazaire).

Par ailleurs, les niveaux de bruit induits par les travaux de forage ne sont pas de nature à perturber les activités des mammifères marins au niveau du banc de Guérande où se trouvent le projet de Saint-Nazaire (gêne potentielle à moins de 100 m des forages uniquement).

5.5.2.2 Evaluation des effets cumulés avec les autres projets pris en compte

5.5.2.2.1 Informations disponibles pour l'analyse des effets cumulés

Ce paragraphe synthétise les informations disponibles dans les études ayant pu être consultées (majoritairement grâce à la mise à disposition par les services de la DREAL des Pays de la Loire).

Remarque : *L'exploitation des concessions d'extraction de granulats étant effectuée par « zone », les empreintes sonores des zones d'ores et déjà exploitées sont intégrées dans les modélisations réalisées pour l'état sonore initial (Quiet-Oceans, 2016). Les interactions avec les empreintes sonores du projet sont donc prises en compte dans l'évaluation initiale des impacts acoustiques du projet éolien en mer.*

PRINCIPAUX ELEMENTS CONCERNANT L'EXTRACTION DE GRANULATS DE L'ASTROLABE

Source : Astérie, 2009. Etude d'impact pour l'extraction de granulats marins sur le périmètre Astrolabe. Compagnie armoricaine de navigation. 225 pages + annexes

L'extraction engendrera la création d'une souille suivant un creusement moyen de 13 cm/an sur l'ensemble de la concession (4 m en 30 ans). Les opérations de dragage engendreront la formation de nuages turbides à partir du navire, avec dépôts dans un rayon de 4 km autour de la concession et moins de 2 cm d'épaisseur.

Les travaux provoqueront de fortes perturbations des communautés benthiques au niveau de l'ensemble de la concession (destruction directe des milieux et spécimens par aspiration).

Le rapport ne fournit aucune information sur les mammifères marins (point soulevé dans l'avis de l'autorité environnementale).

A noter qu'une étude complémentaire a été réalisée spécifiquement sur les mammifères marins et les oiseaux après l'avis de l'autorité environnementale. Il s'agit d'une étude bibliographique réalisée par le bureau d'étude Biotope (2010) pour le compte de la société Lafarge Granulats ouest et la Compagnie armoricaine de navigation n'ayant pas été mise publiquement à disposition.

PRINCIPAUX ELEMENTS CONCERNANT L'EXTRACTION DE GRANULATS DE LA CONCESSION CAIRNSTRATH A

Source : Créocéan, 2007. Projet d'extraction de granulats marins au large de l'estuaire de la Loire : concession Cairnstrath. Demande de concession. Demande d'autorisation domaniale. Demande d'autorisation d'ouverture de travaux. Pièce 5 : étude d'impact.

Le projet engendrera la création d'une souille de 5 m de profondeur, sur les 7 km² de la concession. Le fonctionnement de la drague et le rejet de l'eau depuis le navire engendrera un panache turbide de surface lié au rejet d'importance limitée, localisé.

Le rapport ne fournit aucune information sur les mammifères marins (pas de données d'état des lieux ni d'évaluation des effets potentiels).

PRINCIPAUX ELEMENTS CONCERNANT L'EXTRACTION DE GRANULATS DE LA CONCESSION CAIRNSTRATH SN2

Source : In Vivo Environnement, 2008. Demande de titre minier d'ouverture de travaux et d'autorisation domaniale pour l'extraction de granulats marins sur le site de Cairnstrath SN2. Document C - Pièce 5 : étude d'impact.

Le projet engendrera la création d'une souille d'environ 4 m de profondeur, sur les 14 km² de la concession.

Le fonctionnement de la drague et le rejet de l'eau depuis le navire engendrera un panache turbide de surface lié au rejet localisé dans un rayon de 6 km autour du site (trajectoire nord-est). L'étude indique une réduction rapide des densités de matières en suspension.

Le rapport ne fournit aucune information sur les mammifères marins (pas de données d'état des lieux ni d'évaluation des effets potentiels). Les chapitres d'évaluation des incidences au titre de Natura 2000 s'attachent aux habitats benthiques et aux oiseaux uniquement.

PRINCIPAUX ELEMENTS CONCERNANT LE PER « GRANULATS NORD GASCOGNE »

Source : Créocéan, 2010. GIE « Granulats nord Gascogne ». Permis exclusif de recherches « Granulats nord Gascogne ». Demande de titre minier. Demande d'autorisation d'ouverture de travaux. Pièce 5 : étude d'impact.

Il s'agit d'un programme de recherche de sites d'extraction de granulats, comprenant des investigations géophysiques, des investigations sédimentologiques et des campagnes biologiques (prélèvements d'échantillons de la macrofaune benthique, pêches expérimentales par chalutage). Site de 432,4 km². Demande d'autorisation pour 5 ans.

Les impacts sur les peuplements benthiques sont analysés (forte altération au niveau de la concession).

Un état des lieux succinct relatif aux mammifères marins est fourni (bibliographie concernant la présence des espèces dans le golfe de Gascogne et les capacités d'audition).

Une analyse spécifique des impacts d'ordre acoustique est réalisée, en lien avec les opérations de prospection sismique projetées (utilisant un sparker⁶², système présentant une puissance modérée). L'étude conclut que les puissances des tirs envisagés sont faibles et qu'elles émettent principalement en basses fréquences. Ce sont donc les balénoptéridés (notamment le Petit Rorqual) qui sont considérés par l'étude comme les plus susceptibles de subir des impacts temporaires et limités en lien avec les prospections sismiques.

L'étude conclut qu'aucun impact physiologique ne devrait être observé en lien avec la faible puissance des tirs envisagés et la faible présence des espèces sensibles. Une mesure de montée en puissance graduelle de la source sismique (*soft-start*) est envisagée (premiers tirs de faible puissance, favorisant la fuite des animaux avant les tirs pleine puissance). L'arrêt des tirs est également prévu en cas d'observation de mammifères marins à proximité du navire.

Les impacts sur les mammifères marins sont jugés non significatifs, temporaires (lors de la campagne géophysique) et uniquement d'ordre comportemental (gêne acoustique).

Le dossier de demande d'autorisation a été jugé globalement satisfaisant au regard de l'objet de la demande et du contenu de l'étude (avis de l'Autorité environnementale du 10/09/2013).

⁶² Appareil de détection des séismes en mer

PRINCIPAUX ELEMENTS CONCERNANT LE PER « LOIRE-GRAND-LARGE »

Source : In Vivo Environnement, 2012. GIE « Granulats nord Gascogne ». Demande de permis exclusif de recherches et d'ouverture de travaux de recherches sur le site Loire-Grand-Large (LGL). Pièce 5 B : étude d'impact.

Il s'agit d'un programme de recherche de sites d'extraction de granulats, comprenant des investigations géophysiques, des investigations sédimentologiques et des campagnes biologiques (prélèvements d'échantillons de macrofaune benthique, pêches expérimentales par chalutage). Le site s'étend sur 432,4 km². La demande d'autorisation est réalisée pour 5 ans.

Les impacts sur les peuplements benthiques sont analysés (forte altération au niveau de la concession).

Un état des lieux succinct relatif aux mammifères marins est issu d'une étude bibliographique réalisée par Biotope, avec le Centre de recherche sur les mammifères marins (CRMM⁶³), en 2010 pour le site voisin de l'Astrolabe. Une présentation des espèces potentiellement présentes ainsi que de leurs caractéristiques auditives est fournie.

Une analyse spécifique des impacts d'ordre acoustique est réalisée, en lien avec les opérations de reconnaissance géophysique (avec utilisation d'un sparker) ainsi que des opérations de dragage. L'étude conclut que les puissances des tirs envisagés sont relativement limitées (« on peut donc supposer que le bruit émis par l'appareil utilisé dans le cadre des études de prospection ne sera pas supérieur à 200 dB réf. 1µPa à 1 m »).

En lien avec les nombreuses incertitudes sur les puissances sonores émises, les distances de perception, la présence des mammifères marins, l'étude conclut que les impacts de la reconnaissance géophysique seront directs, temporaires et faibles (légère perturbation des mammifères marins se trouvant à proximité).

Les opérations de dragage et de test d'extraction de granulats marins correspondent à des basses fréquences comprises entre 20 et 500 Hz. Un pic d'intensité sonore d'environ 177 dB peut être observé pour la gamme de fréquences 80 – 200 Hz. A 200 m de la source, l'intensité maximale mesurée est de 140 dB (In Vivo, 2012). L'impact des opérations de dragage est évalué comme direct, temporaire et faible.

La demande de permis a été jugée globalement satisfaisante au regard de l'objet de la demande et du contenu de l'étude (avis de l'Autorité environnementale du 10/09/2013). L'AE recommande une prise en considération plus importante des mammifères marins.

DEMANDE DE RENOUVELLEMENT DE L'AUTORISATION POUR LE DRAGAGE D'ENTRETIEN DU PORT DE PORT-JOINVILLE – L'ÎLE D'YEU ET DE DEMANDE DE DRAGAGE ET L'IMMERSION DES SEDIMENTS DU CHENAL DE FROMENTINE

Source : In Vivo Environnement, 2014. Demande de renouvellement de l'autorisation pour le dragage d'entretien du port de Port-Joinville – L'île d'Yeu. Dossier d'autorisation aux titres des articles L. 214-1 à L. 214-11 du Code de l'Environnement. CCI Vendée

Source : In Vivo, 2010. Dossier de déclaration pour le dragage et l'immersion des sédiments du chenal de Fromentine et dossier de compléments en instruction

Ces études analysent les impacts des opérations de dragage du port de Port-Joinville et des clapages au large de l'île (immersion des déblais de dragage) ainsi que du dragage et de l'immersion des sédiments du chenal de Fromentine.

Aucune analyse des mammifères marins n'est fournie dans ces études (ni dans l'état des lieux, ni pour les impacts).

⁶³ Désormais dénommé Observatoire PELAGIS

5.5.2.2 Synthèse concernant les effets cumulés envisageables avec les autres projets étudiés

Le tableau suivant fournit la synthèse des informations concernant les projets d'extraction de granulats marins et de dragage / clapage pris en compte dans l'évaluation des effets cumulés.

Tableau 95 : Impacts cumulés des projets et demandes d'extraction de granulats marins et opérations de dragage / clapage avec le projet de parc éolien en mer des îles d'Yeu et de Noirmoutier

Informations / effets	Etude consultée	Type de projet / demande	Impacts d'ordre acoustique	Impacts sur les habitats	Impacts cumulés avec le projet éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier
Concession Astrolabe	Astérie, 2009	Extraction de granulats marins	Non traité dans l'étude	Non traité dans l'étude	Possibles mais manque de données. . évalués négligeables
Concession Cairnstrath A	Créocéan, 2007	Extraction de granulats marins	Non traité dans l'étude	Non traité dans l'étude	Possibles mais manque de données. . évalués négligeables
Concession Cairnstrath SN2	In Vivo, 2008	Extraction de granulats marins	Non traité dans l'étude	Non traité dans l'étude	Possibles mais manque de données. . évalués négligeables
PER Granulats nord Gascogne	Créocéan, 2010	Permis exclusif de recherche pour extraction	Impacts faibles des tirs de prospection sismique (gêne comportementale)	Impacts négligeables des dragages expérimentaux	Négligeable à ponctuellement faibles (en cas de simultanéité de prospection sismique avec les opérations de construction du parc éolien)
PER Loire Grand-Large	In Vivo, 2012	Permis exclusif de recherche pour extraction	Impacts faibles des tirs de prospection sismique (gêne comportementale)	Impacts négligeables des dragages expérimentaux	Négligeable à ponctuellement faibles (en cas de simultanéité de prospection sismique avec les opérations de construction du parc éolien)
Dragage port Port-Joinville	In Vivo, 2014	Dragage d'un port avec rejet des déblais	Non traité dans l'étude	Non traité dans l'étude	Possibles mais manque de données. . évalués négligeables
Dragage/clapage port de Fromentine	In Vivo, 2010	Dragage d'un chenal avec rejet des déblais	Non traité dans l'étude	Non traité dans l'étude	Possibles mais manque de données. . évalués négligeables

D'après les informations et analyses présentées dans les études relatives aux projets d'extraction de granulats marins ainsi qu'aux demandes de permis exclusifs de recherches pour des extractions de granulats marins, les effets cumulés du projet éolien en mer avec les projets d'extraction de granulats marins et opérations de dragage / clapage peuvent être considérés comme négligeables pour les mammifères marins. Seuls des cas de simultanéité (peu probables) de prospection sismique sur les sites Granulats nord Gascogne et Loire Grand large et d'opérations de forage pourraient entraîner des effets cumulés (niveaux jugés faibles).

5.5.3 Effets cumulés sur les chiroptères

5.5.3.1 Généralités sur les projets pris en compte

L'évaluation des impacts cumulés avec d'autres projets est particulièrement complexe pour les chiroptères dont les activités et déplacements sont assez mal connus à petite échelle.

Toutefois, la mobilité de nombreuses espèces, en particulier des espèces migratrices au long cours et régionales, implique qu'un même spécimen puisse rencontrer plusieurs aménagements au cours d'un trajet journalier ou migratoire.

Dans le cadre de l'évaluation des impacts cumulés sur les chiroptères, de par leurs caractéristiques, les projets d'extraction de granulats marins, de dragage et d'aménagements portuaires ne sont pas considérés.

A contrario, le projet éolien en mer de Saint-Nazaire situé à 18,5 km au nord de la zone du parc des îles d'Yeu et de Noirmoutier, présente des caractéristiques susceptibles d'engendrer des impacts cumulés pour les chiroptères (nombre et type d'installations envisagées).

Aucun projet éolien terrestre n'est localisé à moins de 25 km de l'aire d'étude immédiate (distance maximale quotidienne parcourue par des espèces de chiroptères). L'évaluation des impacts cumulés ne prend pas en considération les projets de parcs éoliens terrestres situés au-delà de cette distance, eu égard à la déconnexion totale des populations et milieux. Il n'en demeure pas moins que ces projets terrestres, même très loin à l'intérieur des terres, peuvent impacter des spécimens d'espèces migratrices au long cours, sur l'ensemble des voies migratoires.

5.5.3.2 Impacts cumulés

5.5.3.2.1 Synthèse des informations concernant le projet éolien en mer de Saint-Nazaire

Sources : Nass & Wind, Créocéan, 2015. Parc éolien en mer de Saint-Nazaire – Etude d'impact environnemental – Fascicule B1 ; Ouvrard E. & Fortin M., 2014. Diagnostic chauves-souris. Projet de parc éolien en mer de Saint-Nazaire. Bretagne Vivante – SEPNB, LPO Loire-Atlantique, LPO Vendée. 113 pages.

Le Tableau 96 présente les principaux impacts évalués du projet éolien en mer de Saint-Nazaire sur les chauves-souris. Seules les espèces concernées par des impacts identifiés sont traitées.

Seuls les impacts par mortalité ont été évalués dans le cadre du projet éolien en mer de Saint-Nazaire car il a été considéré qu'il n'y avait aucune fréquentation potentielle du parc, situé à plus de 10 km des côtes, par les espèces littorales en chasse (Ouvrard & Fortin, 2014).

Etant donné les incertitudes sur la fréquentation du milieu marin par les chiroptères, un intervalle d'impact potentiel a été proposé par précaution pour chaque espèce, s'appuyant sur un scénario optimiste et un scénario pessimiste, au regard des probabilités estimées de collision et des effectifs potentiellement concernés.

La borne basse (scénario « optimiste ») est considérée par les auteurs (Ouvrard & Fortin, 2014) comme représentant la probabilité que les chauves-souris n'entrent pas en collision. Ouvrard & Fortin (2014) indiquent des mortalités potentielles comprises entre 0 et 5 spécimens par éolienne et par an, en se basant sur des hypothèses d'activités au sein du parc éolien identiques à celles des sites côtiers analysés et de comportements similaires en mer que sur terre.

Tableau 96 : Synthèse des impacts envisagés du projet éolien en mer de Saint-Nazaire par espèce

Espèce	Risque d'impact par collision « Scénario optimiste »	Risque d'impact par collision « Scénario pessimiste »**	Niveau d'impact retenu dans l'étude d'impact *
Pipistrelle de Nathusius	Faible	Très élevé	Moyen
Noctule de Leisler	Faible	Elevé	Moyen
Noctule commune	Faible	Elevé	Moyen
Pipistrelle commune	Faible	Elevé	Moyen
Pipistrelle de Kuhl	Faible	Elevé	Moyen
Sérotine commune	Très faible	Moyen	Faible
Pipistrelle pygmée	Très faible	Moyen	Faible
Autres espèces (rhinolophes, murins, barbastelles)	Nul à faible		Faible à nul

Source: *Nass & Wind, Créocéan (2015) ;** Ouvrard & Fortin (2014)

L'étude d'impact (Nass&Wind, Créocéan, 2015) conclue ainsi « Sur l'ensemble des espèces, si leur présence est avérée sur le site, seule la Pipistrelle de Nathusius présenterait un risque de collision faible à très élevé, suivie de la Pipistrelle de Kuhl, de la Pipistrelle commune, de la Noctule de Leisler et de la Noctule commune présentant un risque de collision faible à élevé. Pour les autres espèces, le risque de collision est faible à nul. »

Des mesures de suivi du parc éolien de Saint-Nazaire en fonctionnement sont prévues afin d'apporter des informations visant à réévaluer les impacts de ce parc sur les chiroptères.

5.5.3.2.2 Evaluation des impacts cumulés

Les niveaux d'impact évalués pour le projet éolien en mer de Saint-Nazaire intègrent des incertitudes particulièrement fortes, rendant difficile une évaluation fiable des impacts cumulés. Par ailleurs, bien qu'il soit particulièrement complexe d'évaluer les impacts d'un projet éolien en mer sur les chiroptères, l'évaluation proposée pour le projet de Saint-Nazaire semble, au moins pour le scénario pessimiste, surévaluée, par précaution.

L'évaluation des impacts cumulés du projet éolien en mer des îles d'Yeu et de Noirmoutier avec le projet éolien en mer de Saint-Nazaire demeure difficile, au regard des scénarios d'évaluation des impacts sur ce groupe d'espèces.

Toutefois, la façade atlantique française constitue une voie migratoire importante pour la Pipistrelle de Nathusius, et plus secondairement pour les Noctules commune et de Leisler. Il est par conséquent probable que des transits migratoires des populations d'espèces migratrices au long cours (notamment Pipistrelle de Nathusius) puissent conduire des spécimens à fréquenter les milieux marins proches des deux parcs éoliens en mer, voire les traverser. Dans tous les cas, à l'échelle des populations, ces deux parcs éoliens en mer peuvent être considérés comme situés au niveau du même axe migratoire. Des impacts cumulés peuvent notamment concerner les mêmes populations migratrices, principalement de Pipistrelle de Nathusius.

Ainsi les impacts du projet éolien en mer des îles d'Yeu et de Noirmoutier viendront probablement s'ajouter à ceux du projet éolien de Saint-Nazaire pour les populations migratrices uniquement. Les impacts pressentis pour le parc éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier sont inférieurs aux hypothèses de travail formulées pour le parc éolien de Saint-Nazaire.

5. Analyse des effets cumulés du projet avec d'autres projets connus

5.5 Analyse des effets cumulés du projet éolien en mer des îles d'Yeu et de

5.5.3 Effets cumulés sur les chiroptères



Tableau 97 : Impacts cumulés des deux parcs éoliens en mer

Espèce	Niveau d'impact pressenti du parc éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier	Niveau d'impact estimé du parc éolien de Saint-Nazaire (Nass&Wind, Créocéan, 2015)	Impact cumulés envisageables
Pipistrelle de Nathusius	Faible (à moyen)	Moyen	Forte probabilité – Mêmes populations migratrices concernées, importance des migrations le long des côtes atlantiques
Noctule de Leisler	Faible	Moyen	Probabilité réduite – Mêmes populations migratrices concernées mais effectifs a priori limités
Noctule commune	Faible	Moyen	Probabilité réduite – Mêmes populations migratrices concernées mais effectifs a priori limités
Pipistrelle commune	Négligeable à faible	Moyen	Peu probable – Populations résidentes – Impacts du parc éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier négligeables à faibles
Pipistrelle de Kuhl	Négligeable	Moyen	Peu probable – Populations résidentes – Impacts du parc éolien EMYN négligeable
Sérotine commune	Négligeable à faible	Faible	Probabilité réduite - Populations migratrices régionales - Impacts du parc éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier négligeables à faibles
Oreillard gris	Négligeable	Faible	Peu probable – Populations résidentes – Impacts du parc éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier négligeables

Source : Biotope, 2016

De nombreuses incertitudes existent sur les activités des chauves-souris migratrices en mer à l'échelle locale. Ces incertitudes se retrouvent dans les études relatives aux deux parcs éoliens en mer. La Pipistrelle de Nathusius ressort cependant comme l'espèce la plus susceptible de subir des impacts en lien avec le fonctionnement des deux parcs éoliens. Des impacts cumulés sont, dans ce contexte, probables puisque ce sont les mêmes populations migratrices qui transiteraient par les deux parcs éoliens. S'agissant d'impact de collision principalement, les impacts individuels (inconnus, supposés comme faibles, quelques individus par an de pipistrelle de Nathusius) s'additionneront. D'une façon plus secondaire, les Noctules commune et de Leisler sont également concernées.

Il demeure toutefois très complexe de quantifier les niveaux d'impacts cumulés prévisibles, notamment en raison des connaissances réduites sur les voies migratoires des chauves-souris, leurs comportements en migration et les activités de migration réalisées localement au sein des deux zones de parc éolien.

5.5.4 Effets cumulés sur le paysage

Les effets cumulés du parc éolien en mer des îles d'Yeu et de Noirmoutier avec le projet éolien en mer de Saint-Nazaire ont été abordés dans le cadre de l'analyse paysagère d'Abiès (2016).

Le projet de parc éolien en mer de Saint-Nazaire est situé à 18,5 km au nord de celui des îles d'Yeu et de Noirmoutier.

Les effets cumulés attendus sont faibles depuis le sud et les secteurs depuis lesquels un impact fort du projet de parc éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier a été évalué. La simulation suivante (Figure 80 ci-dessous et simulation 61 du cahier des photomontages joint au présent dossier) montre bien que, depuis le Dolmen des Petits Fadets sur l'île d'Yeu, les éoliennes du parc de Saint-Nazaire sont peu visibles. Les effets cumulés sont donc considérés comme négligeables.

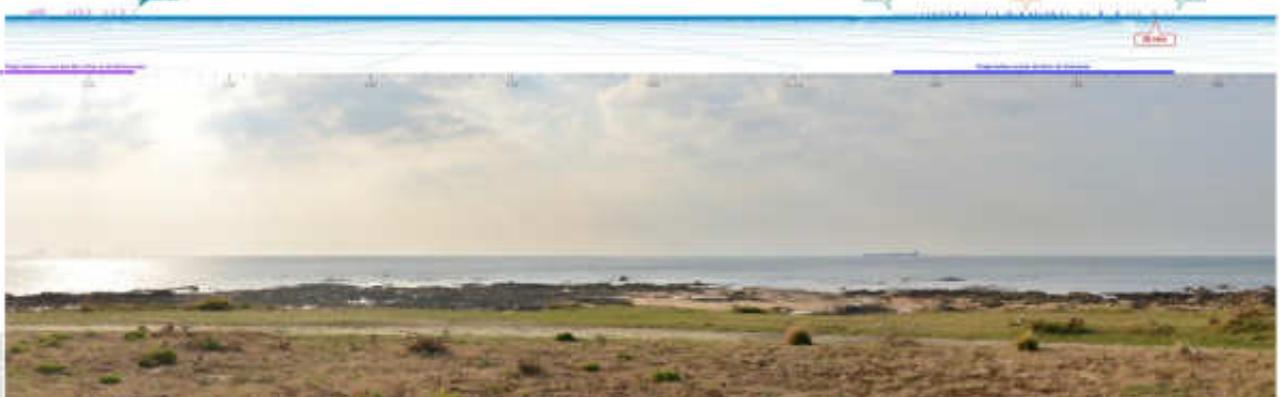
Figure 79 : Ile d'Yeu (Dolmen des Petits Fadets) – Covisibilité avec le projet de parc éolien en mer de Saint-Nazaire



Voir cahier des photomontages (N°63)

Depuis la Pointe de L'Herbaudière (secteur depuis lequel un impact moyen du projet éolien en mer des îles d'Yeu et de Noirmoutier a été considéré), les éoliennes du parc éolien en mer de Saint-Nazaire sont plus visibles, presque autant que celles du parc des îles d'Yeu et de Noirmoutier. La figure suivante (Figure 80 et simulation 60 du cahier des photomontages en annexe) montre que les deux parcs sont séparés de 60° dans le champ visuel (les parcs sont indiqués par les lignes bleues), ce qui place potentiellement les deux parcs dans le même champ visuel (si on se reporte à un champ visuel de 120°). Les effets cumulés sont donc plutôt forts depuis ce point de vue puisque les deux parcs éoliens sont nettement visibles à l'horizon. D'autant plus que c'est un point de vue assez fréquenté localement.

Figure 80 : Îles de Noirmoutier (Noirmoutier-en-l'Île pointe de L'Herbaudière) – Covisibilité avec le projet de parc éolien en mer de Saint-Nazaire



Voir cahier des photomontages (N°62)

5. Analyse des effets cumulés du projet avec d'autres projets connus

5.5 Analyse des effets cumulés du projet éolien en mer des îles d'Yeu et de Noirmoutier avec les autres projets connus

5.5.4 Effets cumulés sur le paysage



Depuis le nord, et plus précisément depuis le secteur de la pointe de Penchâteau sur la commune du Pouliguen (depuis lequel un impact faible du parc éolien en mer des îles d'Yeu et de Noirmoutier a été identifié), c'est le parc éolien en mer de Saint-Nazaire qui est le plus visible (Figure 81 et simulation 59 du cahier des photomontages joint), même si les éoliennes du parc éolien en mer des îles d'Yeu et de Noirmoutier sont partiellement visibles à l'horizon. Les effets cumulés sont donc faibles.

Figure 81 : Côte urbanisée (Le Pouliguen – Pointe de Penchâteau) – Covisibilité avec le projet de parc éolien en mer de Saint-Nazaire



Voir cahier des photomontages (N°59)

Tableau 98 : Impacts paysagers cumulés

Co-visibilité entre les parcs éoliens en mer					
Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact
Paysage	Moyen	Moyenne	Négligeable à fort		Négligeable depuis le sud (île d'Yeu)
			En fonction de la proximité entre les deux parcs	Permanent	Faible depuis le nord (pointe-de-Penchâteau)
					Fort depuis l'île de Noirmoutier (Pointe de l'Herbaudière)

Source : Abiès, 2016

5.5.5 Effets cumulés sur les moyens de surveillance et de communication maritime et la sécurité maritime

5.5.5.1 Cumul des effets d'ombre sur les radars

Sources : Nass & Wind, Créocéan, 2015. Parc éolien en mer de Saint-Nazaire – Etude d'impact environnemental – Fascicule B1 ; Annexe B1-11 Etude de justification des moyens techniques prévus destinés à assurer la surveillance de la navigation, 2013.

La présence des éoliennes induit trois effets potentiels :

- ▶ Un effet de « désensibilisation » du radar. La forte quantité d'énergie réfléchiée par les éoliennes va engendrer au niveau du traitement du signal sur le récepteur radar, une limitation de l'amplitude du signal. Cette limitation va générer une distorsion du signal et une réduction de la sensibilité du radar. Cet effet peut être pénalisant pour assurer la détection des petites cibles aux abords des éoliennes.
- ▶ Effet d'ombre, induit par la présence des superstructures susceptibles de générer des zones d'ombres du radar.
- ▶ Effet de réflexion – faux échos du radar. C'est l'effet le plus difficile à prévoir et évaluer. Il est toutefois possible de faire des prédictions sur les zones où peuvent apparaître de faux échos.

Un effet d'ombre cumulé et un effet cumulé lié à la réflexion / faux échos pourraient être observés entre le parc éolien en mer de Saint-Nazaire et celui des îles d'Yeu et de Noirmoutier.

5.5.5.1.1 Effet d'ombre cumulé

Pour ce qui concerne cet effet, il pourrait apparaître :

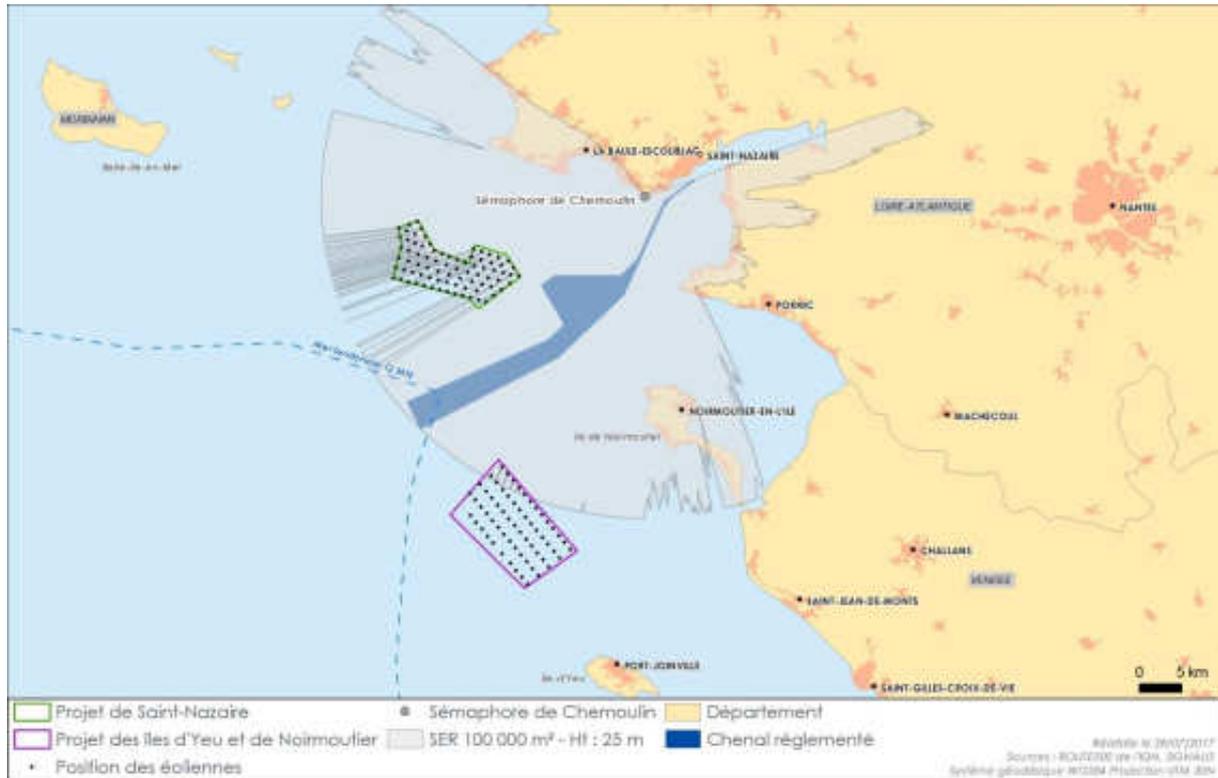
- ▶ pour le radar du sémaphore de Chemoulin, sur la couverture radar grandes cibles (SER : 100 000m², Ht : 25m).
Les portées radar des cibles petites et moyennes sont trop faibles pour observer un effet d'ombre cumulé.
- ▶ Pour le radar du sémaphore de Saint-Sauveur, sur les couvertures radar moyennes (SER : 100 000m², Ht : 10m) et grandes cibles (SER : 100 000m², Ht : 25m).

5. Analyse des effets cumulés du projet avec d'autres projets connus

5.5 Analyse des effets cumulés du projet éolien en mer des îles d'Yeu et de Noirmoutier avec les autres projets connus

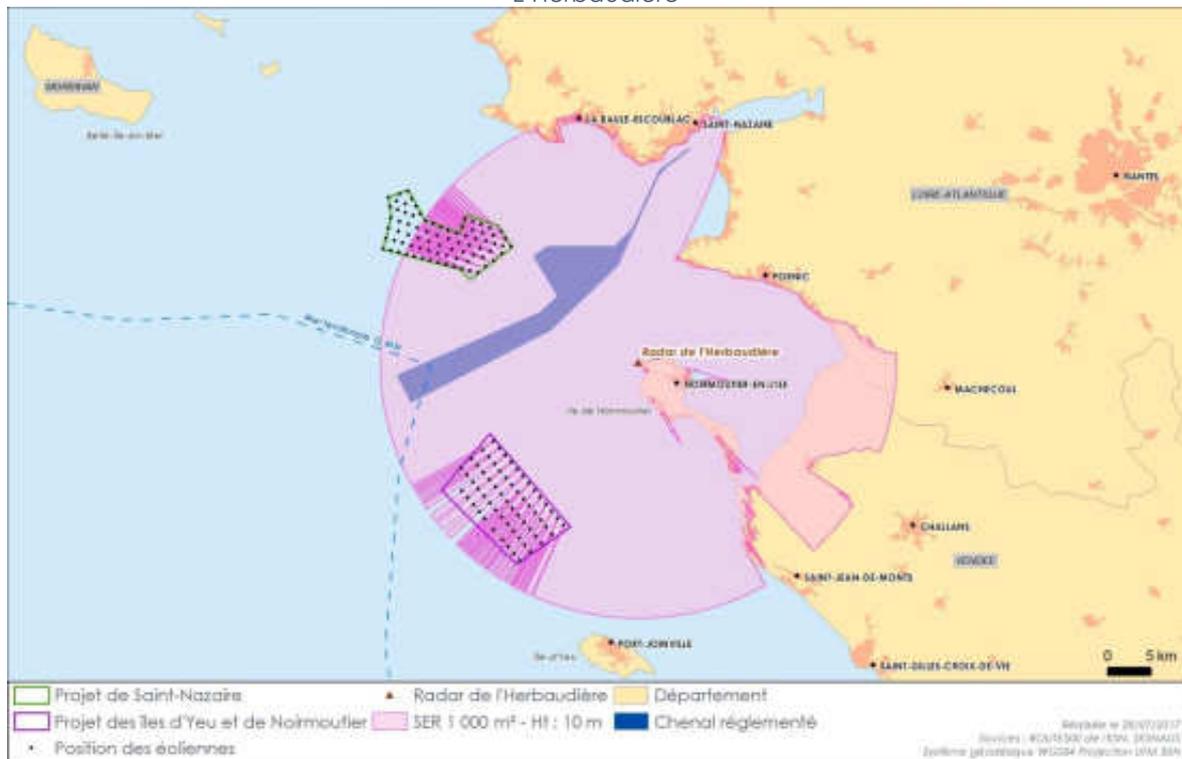
5.5.5 Effets cumulés sur les moyens de surveillance et de communication maritime et la

Carte 40 : Simulation de couverture radar grandes cibles (SER : 100 000 m², Ht : 25m) du radar de Chemoulin



Source : Signalis, 2017

Carte 41 : Simulation de couverture radar moyennes cibles (SER : 1 000 m², Ht : 10m) du radar de L'Herbaudière



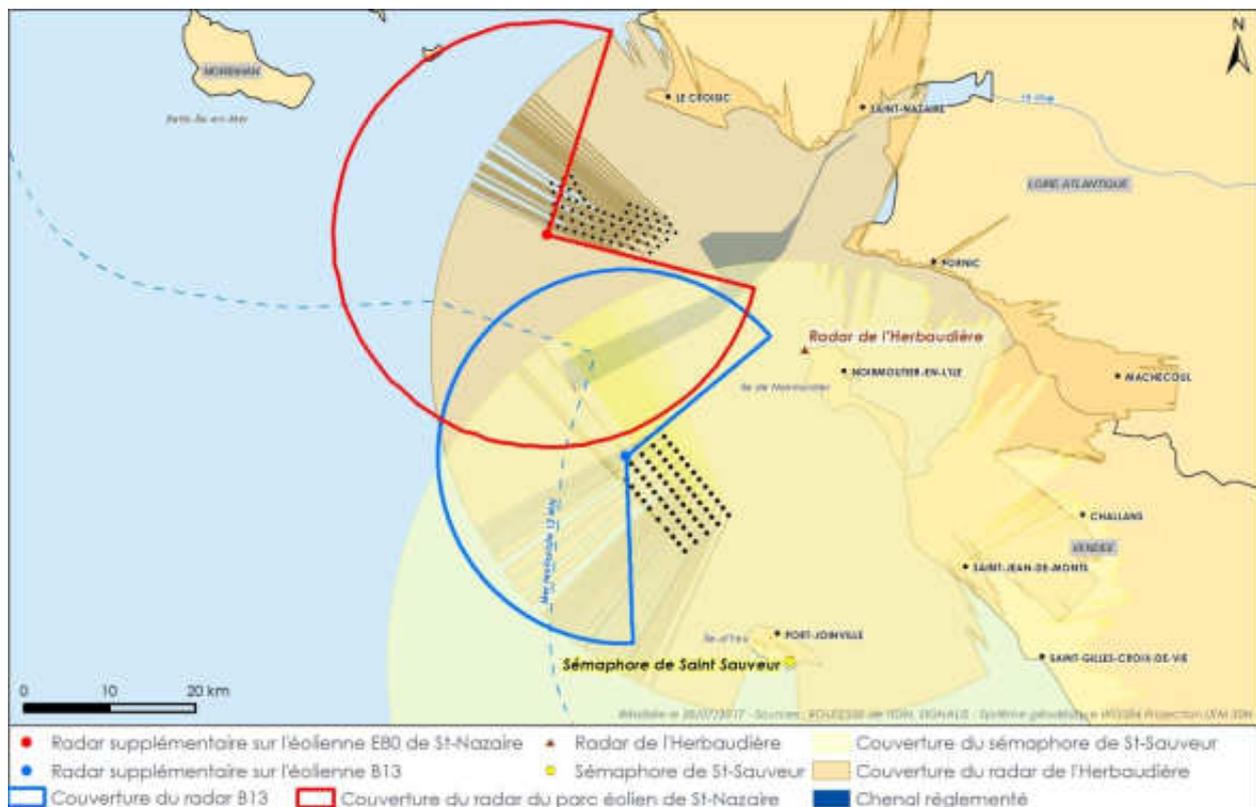
Source : Signalis, 2017

Des mesures de réduction et de compensation similaires sont envisagées sur les deux parcs éoliens, l'une d'elles étant en particulier la mise en place d'un radar supplémentaire, déporté au niveau d'une éolienne du parc éolien.

Pour ce qui concerne le projet des îles d'Yeu et de Noirmoutier, ce radar sera connecté au système SPATIONAV (auquel sont connectés les radars des sémaphores de Chemoulin et de Saint-Sauveur) ainsi qu'au dispositif de surveillance du Grand Port Maritime de Nantes - Saint-Nazaire. La connexion à ce dernier dispositif pourra en outre permettre de compenser d'éventuels effets cumulés similaires sur le radar de la station-pilote de la Loire.

La mise en place de ces mesures permet de réduire et de compenser totalement l'effet d'ombre cumulé observé sur les deux radars. La carte ci-dessous détaille par exemple la compensation réalisée sur le radar de L'Herbaudière, une fois la mise en place des radars déportés sur chaque parc éolien.

Carte 42 : Couverture des radars (mesures compensatoires) prévus pour les projets de parcs des îles d'Yeu et de Noirmoutier et de Saint-Nazaire



Source : Signalis, 2017

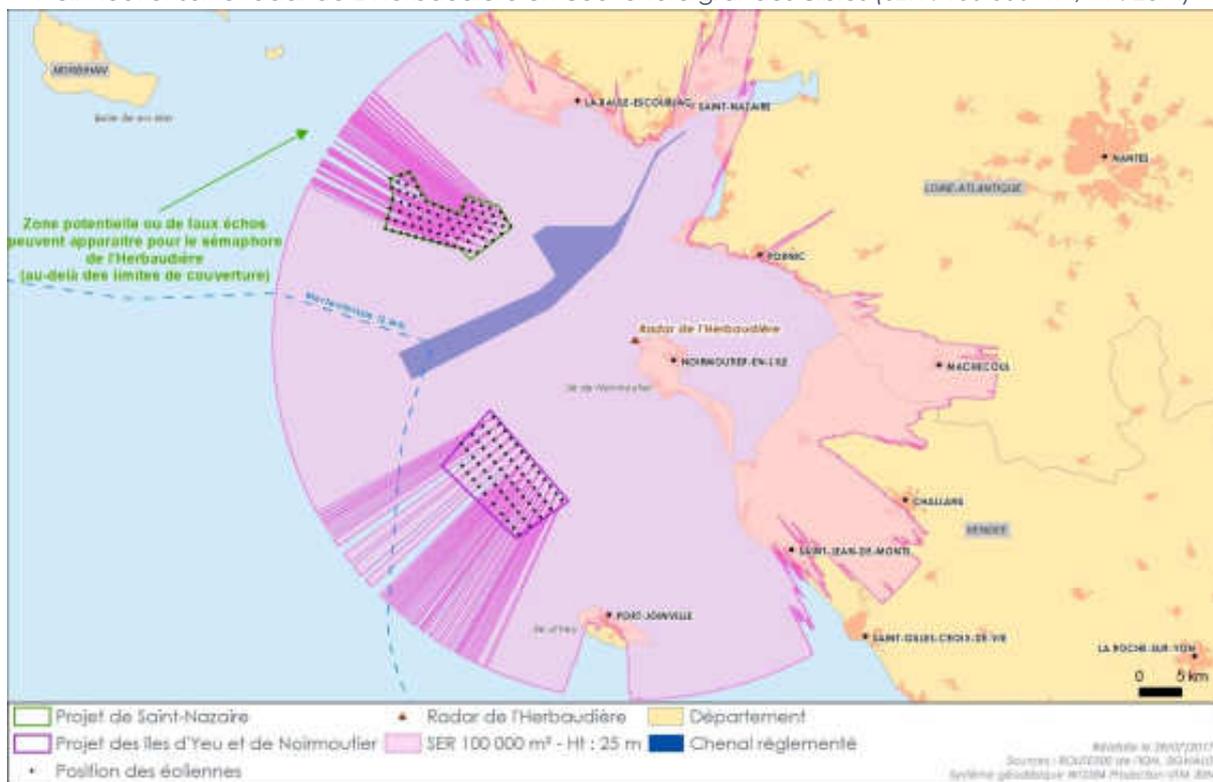
5.5.5.1.2 Effet de réflexion-faux-échos cumulés

Sources : Nass & Wind, Créocéan, 2015 ; Parc éolien en mer de Saint-Nazaire – Etude d'impact environnemental – Fascicule B1 ; Signalis, 2015 et 2016.

La distance séparant le parc éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier du radar du sémaphore de Saint-Sauveur et du radar de l'Herbaudière permet de conclure que la génération de faux échos par les lobes secondaires est fort peu probable.

Cependant, il est probable que des effets de réflexion/faux échos radar par multi-trajet apparaissent. Ces zones seraient placées dans l'alignement des radars et des éoliennes, derrière les éoliennes, mais au-delà des limites de couvertures de ces radars comme le montre la carte ci-dessous sur l'exemple du radar de L'Herbaudière.

Carte 43 : Simulation de faux-échos générés par les parcs éoliens de Saint-Nazaire et des îles d'Yeu et de Noirmoutier sur le radar de L'Herbaudière en couverture grandes cibles (SER : 100 000 m² ; Ht : 25m)



Source : Signalis, 2017

La superstructure des bateaux passant à proximité du parc éolien serait susceptible de réfléchir les ondes radar en direction des éoliennes et pourrait potentiellement générer un tel phénomène.

Néanmoins, la connexion des deux radars de Saint-Sauveur et de L'Herbaudière au système SPATIONAV permet d'effectuer une corrélation d'information entre eux deux. Ainsi en fonction de l'angle de vue, certains faux échos peuvent être facilement éliminés car non détectés par un radar voisin.

Cet effet de faux échos par multi-trajets semble ainsi limité du fait de la couverture radar importante des radars présents dans le secteur.

Par ailleurs, l'effet de faux échos cumulé entre les deux parcs éoliens en mer des îles d'Yeu et de Noirmoutier et de Saint-Nazaire n'aura aucun impact sur les autres radars de surveillance du trafic maritime à terre présents dans le secteur.

Enfin, les mesures précitées, notamment l'installation d'un radar déporté sur chaque parc éolien, permettent de réduire et de compenser totalement l'effet cumulé lié aux faux-échos possible sur les deux radars.

Pour ce qui concerne le radar de la station-pilote de la Loire, les pilotes de la Loire interviennent sur les navires dont la longueur est supérieure à 75 m et/ou qui transportent des marchandises dangereuses. Ces navires sont aujourd'hui forcément équipés d'un transpondeur AIS class A. La console ARPA de "La Couronnée IV", elle-même équipée d'un transpondeur AIS, sera en mesure d'assurer une détection de ces navires en approche au-delà de ces deux parcs, même en cas de défaillance du radar.

En outre, le raccordement du radar déporté du parc éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier au VTS du GPMNSN permettra d'obtenir une meilleure surveillance des approches et aussi de s'assurer (au travers de communications VHF avec les Pilotes) que la station-pilote est complètement informée sur la situation des approches.

5.5.5.1.3 Effets cumulés sur les communications VHF

Le principe de précaution imposé par la Direction des Affaires Maritimes (DAM) induit l'installation d'une station VHF d'appoint sur chaque parc éolien en mer.

L'installation d'une station VHF de type SMDSM ne sera légitimement requise que si les mesures postérieures à la mise en service du parc démontrent des perturbations induites par les éoliennes.

En l'état, les échanges avec la DAM ont mis en avant le fait que l'installation d'une seule station d'appoint sur un des deux parcs suffirait à compenser leur possible impact cumulé.

Un effet d'ombre cumulé des parcs éoliens en mer de Saint-Nazaire et des îles d'Yeu et de Noirmoutier pourrait apparaître sur les radars de Chemoulin et de Saint-Sauveur. Les mesures prévues par les maîtres d'ouvrages des deux projets permettent de réduire et de compenser totalement cet impact.

Pour ce qui concerne l'effet cumulé lié aux faux échos, ces effets pourraient apparaître, mais au-delà des zones de couverture des radars de Saint-Sauveur et de l'Herbaudière. En outre, la connexion de ces deux radars au système SPATIONAV permettra d'effectuer une corrélation d'information entre eux deux. Aucun effet cumulé n'est donc attendu.

Les mêmes conclusions s'appliquent également au radar de la station-pilote de la Loire, qui pourrait lui aussi être concerné par les mêmes effets cumulés.

Enfin, pour ce qui concerne les communications VHF, les échanges avec la Direction des Affaires Maritimes ont mis en avant le fait que l'installation d'une seule station d'appoint sur un des deux parcs suffirait à compenser leur possible impact cumulé.

5.5.5.2 Effets cumulés sur le trafic maritime

La plupart des projets étudiés peuvent potentiellement faire l'objet d'un cumul d'effet en lien avec le trafic maritime induit par les diverses activités des projets. Ce trafic est susceptible d'interférer avec celui généré par la construction puis l'exploitation du parc éolien en mer des îles d'Yeu et de Noirmoutier.

Dans le cas des travaux de construction du parc (sur 22 mois), les liaisons régulières des navires intervenant directement sur le chantier sont susceptibles de croiser les routes des navires en charge des activités d'extraction de granulats au large de l'estuaire de la Loire et le site du dragage/clapage d'entretien du Grand port maritime Nantes Saint-Nazaire. Un cumul est donc envisageable, mais il apparaît relativement modéré considérant l'importance du trafic maritime au sein d'un espace qui dessert notamment l'ensemble des ports de Brest, Saint-Nazaire et de La Rochelle. Afin de limiter les risques pour les navigateurs, l'intervention des navires en phase de construction du parc éolien pourra faire l'objet d'un AVURNAV (Avertissement Urgent de Navigation).

En cas de construction simultanée des deux parcs éoliens, il y aura un cumul d'effet sur le trafic maritime local notamment vers le Grand port maritime Nantes Saint-Nazaire qui est le point de pré-assemblage des éléments du parc de Saint-Nazaire.

En phase d'exploitation, le trafic associé à la maintenance courante du parc éolien, localisé entre les ports de Port-Joinville et de L'Herbaudière et le parc (les bases de maintenance du parc éolien se situant à Port-Joinville sur l'île d'Yeu et à L'Herbaudière sur l'île de Noirmoutier), se situe donc en dehors des routes principales d'accès au Grand port maritime Nantes Saint-Nazaire. Aucun effet cumulé avec le trafic associé à la maintenance du parc éolien de Saint-Nazaire n'est attendu (base de maintenance située sur le port de La Turballe). La maintenance lourde, dont la fréquence n'est pas prévisible mais qui sera dans tous les cas très ponctuelle, sera en revanche effectuée depuis le port de Saint-Nazaire par des navires de grandes tailles. Ce trafic est susceptible d'interférer avec le trafic maritime des navires de commerce du Grand Port Maritime local qui présente un nombre important de mouvements de navires transporteur de marchandises important (4 778 navires recensés en 2015, soit en moyenne 13 par jour). Aucune des routes empruntées par les navires chargés de la maintenance du parc des îles d'Yeu et de Noirmoutier n'interceptera les routes des navires de maintenance du parc éolien de Saint-Nazaire entre le parc et son port de maintenance situé à La Turballe.

Le trafic supplémentaire induit sur la zone du parc éolien est estimé entre 10 et 15 navires en phase chantier (durée 22 mois) et 2 à 3 navires 1 à 2 fois par jour pendant la phase d'exploitation (maintenance courante).

A l'échelle locale, soit au sein d'une zone qui inclut les ports prévus pour les bases d'exploitation et de maintenance et la zone du parc éolien, cette augmentation du trafic en phase d'exploitation est notable jusqu'à un doublement du trafic actuel (équipé d'AIS) sur la zone de projet soit 3 à 6 navires supplémentaires par jour). Elle est toutefois négligeable à une plus large échelle. Les règles courantes de navigation seront appliquées et sont de nature suffisante pour permettre de gérer efficacement ce trafic supplémentaire. Ainsi aucun cumul d'impact n'est attendu sur le trafic maritime.

5.5.6 Effets cumulés sur la qualité de l'eau

5.5.6.1 Mise en suspension et augmentation de la turbidité

Les projets générateurs de turbidité représentent une source d'impact cumulé avec le programme. Il s'agit du clapage de sédiments réalisés sur les différents sites désignés précédemment, de l'ensouillage potentiel au niveau du parc éolien de Saint-Nazaire et de son raccordement et de l'exploitation des sites Astrolabe, Cairnstrath A et SN2 une fois autorisés.

Le cumul d'impact sera effectif pendant toute la période d'installation du parc qui devrait débuter en 2019. Aussi, la période de concomitance avec le parc éolien de Saint-Nazaire et son raccordement se limiterait à quelques mois en cas de simultanéité des calendriers d'installation. Qui plus est, l'estuaire de la Loire représente une limite géographique entre les projets localisés au nord et celui-ci et ceux situés au sud (dont le programme). Il est ainsi très difficile d'estimer un impact cumulé de mise en suspension de sédiments du fait des rejets naturels de fines par le fleuve.

Concernant le clapage des sédiments de Port-Joinville, l'impact serait additif une partie de l'année du fait de l'interdiction des opérations de clapages durant les périodes printanière et estivale du 1^{er} mai au 30 septembre (période préférentielle des travaux du raccordement du programme). Les modélisations réalisées pour le programme indiquent que les zones d'évolution de panache turbide créées en bordure est du parc éolien sont éloignées de la zone de clapage de Port-Joinville.

Il en est de même avec le dragage du chenal de Fromentine et le clapage des sédiments pour lesquels les incidences sur la turbidité sont mineures du fait de la composition sableuse des sédiments concernés. Le panache turbide est limité autour de la zone draguée et de clapage.

En ce qui concerne la future exploitation de la zone Astrolabe, d'après le rapport de la commission d'enquête (2011), la technique de pompage est de rejet de l'eau envisagée se traduit par de faibles rejets et une meilleure décantation des fines en cale induisant une faible turbidité. Les analyses granulométriques réalisées sur site indiquent une part infime de fines (granulométries inférieures à 125 µm - 0,1 et 1 % selon la profondeur dans le sédiment). La trace turbide laissée par le panache de déverse est éphémère, quelques heures après la fin de l'extraction, et pour toutes les conditions considérées ici, les teneurs sont inférieures à 1mg/L. Le panache turbide demeure, durant sa courte existence, au voisinage du périmètre Astrolabe (figure ci-dessous).

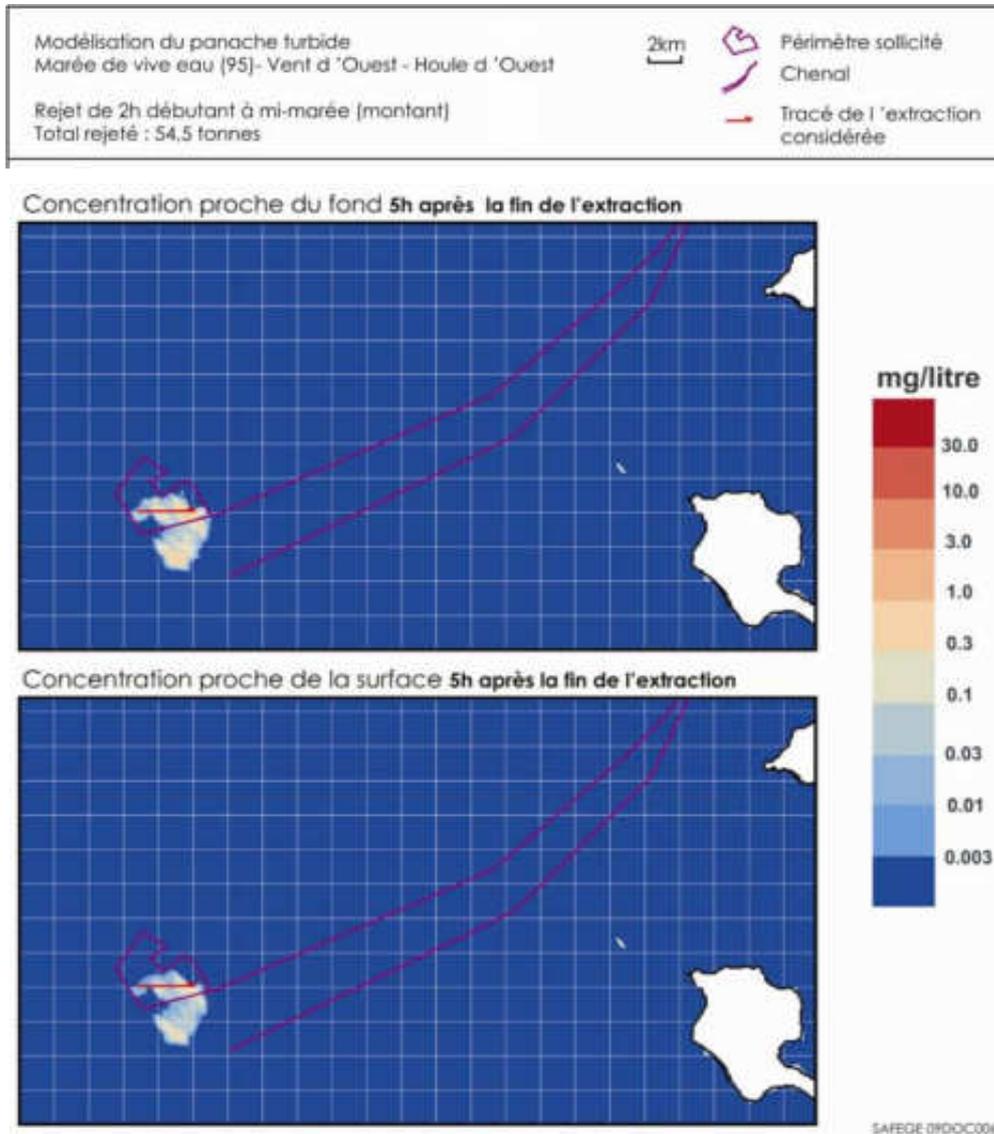
5. Analyse des effets cumulés du projet avec d'autres projets connus

5.5 Analyse des effets cumulés du projet éolien en mer des îles d'Yeu et de Noirmoutier avec les autres projets connus

5.5.6 Effets cumulés sur la qualité de l'eau

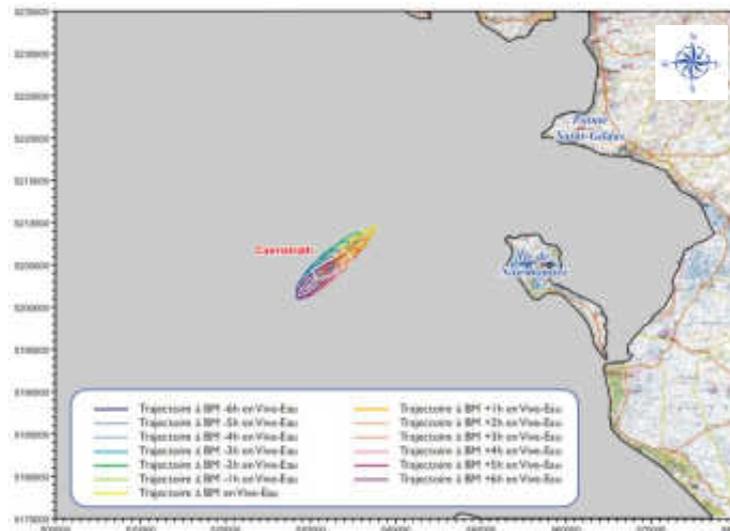


Figure 82: Projet Astrolabe- turbidité induite par la déverse 5h après la fin de l'extraction : simulation par marée de vive eau, vent et houle d'ouest



Source ; Safege, 2009

Figure 83 : Trajectoires possibles d'une particule lâchée à différents instants de la marée et suivie sur un cycle de marée



Source : Créocéan, 2007

Pour les zones Cairnstrath, les études d'impact et rapports d'enquête précisent que le panache turbide généré par une extraction au plus proche de l'île de Noirmoutier n'atteindra jamais l'île. Au vu des modélisations de turbidité réalisées pour le parc (chapitre relatif aux effets et impacts), il s'avère que les panaches des différents projets n'auront pas la même zone d'influence et qu'aucun impact cumulé supra-additif n'est attendu.

L'impact cumulé concerne donc l'addition de panaches individuels localisés sur une vaste zone s'étendant depuis le Croisic jusqu'à l'île d'Yeu et dans laquelle les rejets de la Loire jouent un rôle prépondérant. Les panaches sont rapidement dispersés par l'hydrodynamisme du secteur et le retour aux valeurs naturelles en Matières en Suspension est vite atteint.

L'impact cumulé de la mise en suspension et l'augmentation de la turbidité se matérialise par la création de panaches turbides individuels localisés au niveau des différents projets et du parc. Aucun impact cumulé n'est attendu.

5.5.6.2 Anodes sacrificielles

L'effet cumulé potentiel affectant la qualité des eaux concerne l'utilisation de protections cathodiques par anodes sacrificielles dans le cas des parcs éoliens en mer (projet de Saint-Nazaire), qui pourrait entraîner la contamination du milieu en différents métaux lourds.

Les anodes utilisées sont généralement constituées d'aluminium (95%), de Zinc (5%) et d'autres métaux à l'état de trace cuivre pour 0,005%, cadmium pour 0,002%, indium pour 0,04%, etc.). Leurs propriétés électrochimiques en font des métaux plus réducteurs (ou électronégatifs) que l'acier. La différence de potentiel électrochimique entre les deux métaux entraîne la circulation d'électron : l'aluminium (anode) se corrode à la place de l'ouvrage (cathode).

Dans le golfe de Gascogne, le projet de parc éolien en mer de Saint-Nazaire prévoit la mise en place d'une protection anticorrosion. Aussi, le tableau ci-dessous présente une comparaison de la diffusion estimée dans le milieu des métaux issus de la dissolution des anodes de ce parc ainsi que de celui des îles d'Yeu et de Noirmoutier.

5. Analyse des effets cumulés du projet avec d'autres projets connus

5.5 Analyse des effets cumulés du projet éolien en mer des îles d'Yeu et de

5.5.6 Effets cumulés sur la qualité de l'eau



Tableau 99 : Comparaison entre les paramètres et les concentrations des deux projets éoliens en mer

Caractéristiques	Parc éolien de Saint-Nazaire	Parc éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier
Nombre d'anodes	1920 anodes de 500 kg (pour 80 fondations éoliennes)	2048 anodes de 1000 kg (pour 64 fondations : éoliennes, mât de mesures et poste électrique en mer)
Masse totale d'anodes par projet	960 t (≈12 t/fondation)	2048 t (≈32 t/fondation)
Quantité de métaux libérés (à l'échelle du projet)	1,06 kg Al/h soit 25,4 kg Al/j	9,0 kg métal/h environ Soit 216 kg métal/j Ou 205,2 kg Al/j et 10,8 kg Zn/j
Concentration maximale issue de la consommation des anodes (*)	0,006 µg Al/l/j (**)	0,10 µg métal/l/j (***) soit ≈0,10 µg Al/l/j et ≈0,006 µg Zn/l/j
Concentration mesurée dans l'état initial de la zone de projet	Al : entre 2 et 150 µg Al/L (Mao <i>et al.</i> , 2011)	Al : 4 µg/L (Idra, avril 2015) Zn : 1 µg (Idra, septembre 2015)

Sources : Parc du Banc de Guérande, 2015 et, Yark et Massabuau, 2015.

* les volumes considérés de dilution pour les deux projets sont strictement différents.

** concentration estimée en considérant le mouvement de marée. Le volume de dilution utilisé est de $14.10^9 m^3$.

*** concentrations estimées avec un renouvellement complet de la masse d'eau de la zone de projet tous les 7 jours. La zone de projet est considérée comme volume de dilution, celui atteint $0,21.10^9 m^3$.

A partir des résultats présentés ci-dessus, il est possible d'estimer les émissions combinées des différents parcs éoliens à l'échelle du golfe de Gascogne. Dans le cas de l'aluminium, l'addition des émissions atteint 0,23 g Al/j.

Ces valeurs restent très inférieures à celles mesurées sur la zone de projet du parc éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier et à celles de la bibliographie qui montrent que dans l'eau, les concentrations en aluminium sont très variables.

Tableau 100 : Concentrations en Al et Zn dans le milieu marin, relevées dans la littérature scientifique ou lors de campagne in situ

Contexte / sources	
Campagne de mesure in situ dans le cadre du parc éolien en mer des îles d'Yeu et de Noirmoutier	Al : 3-4 µg/l (Idra, 2015) Zn : environ 1 µg/l (Idra, 2015)
Mao <i>et al.</i> , 2011	Al : entre 2 et 150 µg/l
Brown <i>et al.</i> , 1989; Alberti <i>et al.</i> , 2005; Deborde <i>et al.</i> , 2015; Ohnemus and Lam, 2015; Angel <i>et al.</i> , 2016	Eaux côtières : 0,2 à 10 µg/l
	Océan du large : 0,008 à 0,68 µg/l

Cette analyse montre que l'impact cumulé des anodes sacrificielles de l'ensemble des parcs éoliens contribue très faiblement à la chimie de la masse d'eau du golfe de Gascogne.

Cette analyse faite en milieu ouvert (la circulation générale du golfe) conduit à considérer un impact cumulé négligeable pour le golfe.

Les résultats de l'étude réalisée spécifiquement dans le cadre du parc éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier à l'échelle de dimensions plus réduites autour des anodes (Yark et Massabuau, 2016), confirment ce résultat et conclut, avec les hypothèses les plus conservatrices possibles pour l'environnement, que tous les métaux libérés présentent des risques dans les premiers centimètres proches des anodes, aux étales de marée, lorsque la dilution par les courants n'est pas possible. A 1 m des anodes, seuls les métaux majoritaires (Al et Zn) pourraient présenter un risque pour l'environnement (potentielle bioaccumulation et toxicité pour les organismes benthiques). Enfin, à 20 m des anodes, aucun métal constitutif ne présenterait de risque pour l'environnement après dilution avec un courant faible de 0,15 m/sec (Yark et Massabuau, 2016).

Les bruits de fond sont associés en majeure partie aux rejets des principaux fleuves tels ceux de la Loire, la Charente et la Garonne. Concernant la faune sous-marine, il existe peu d'informations directes sur l'impact potentiel des éléments métalliques traces libérés par des anodes sacrificielles fixées sur des structures métalliques telles que les fondations des éoliennes en mer, du mât de mesure ou du poste électrique. Toutefois, une contamination des organismes vivants par ce type d'éléments ne sera que faible voire nulle compte tenu de la distance aux anodes et la courantométrie.

5.5.7 Effets cumulés sur les fonds marins

L'ensemble des projets retenus dans cette analyse des impacts cumulés affectent directement les fonds marins par destruction ou par modification des habitats.

Les principaux impacts des parcs éoliens sont liés à l'écrasement des fonds du fait de l'emprise :

- ▶ Des fondations des structures (éoliennes, poste électrique et mât de mesure) ;
- ▶ Du réseau de câbles électriques ;
- ▶ Des moyens nautiques intervenant sur le chantier (pieds des navires jack-up, ancres...).

Il s'agit d'un impact permanent pour les fondations et des câbles et temporaires pour les impacts liés aux moyens nautiques.

Concernant les activités extractives, la destruction des habitats est liée au remaniement important des fonds (création d'une souille par la drague) sur l'intégralité du périmètre de concession et ce de façon récurrente durant toute la période d'exploitation. Les extractions conduisent à une modification en profondeur des fonds, donc des habitats. Ces remaniements interdisent toute reconstitution et résilience des habitats pendant la durée de l'exploitation.

Les dragages des sédiments portuaires du GPMNSN et de Port Joinville concernent des secteurs anthropisés, confinés dans les bassins portuaires. Le principal impact sur les habitats marins est donc lié au clapage des déblais en mer (sur le site de la Lambarde situé à 11 milles nautiques du GPMNSN et sur le site au large de l'île d'Yeu) à l'origine de recouvrement des fonds. Il en est de même pour le dragage du chenal de Fromentine et le rejet des sédiments sur un site de clapage plus au large.

En ce qui concerne le fonctionnement hydrodynamique, les effets ne concernent que les parcs éoliens du fait de la présence des fondations. Les effets sont généralement perçus jusqu'à une distance maximum pouvant atteindre entre 1 et 2 kilomètres. Les distances entre les deux parcs étant largement supérieures, on ne peut pas parler de cumul effectif.

Il y a donc potentiellement un cumul d'effet de destruction des fonds marins par l'ensemble des projets.

5.5.7.1 Surfaces de fonds consommées ou modifiées

La consommation des fonds pour les parcs éoliens correspond aux fondations (monopieu pour le parc éolien de Saint-Nazaire et Jacket pour le parc éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier) et au câblage électrique sous-marin associé (inter-éoliennes et câble de raccordement à terre).

Pour les activités extractives, la modification des fonds couvre l'intégralité de la zone d'exploitation.

Pour les dragages et clapage des sédiments, la surface impactée correspond à la surface de la zone de clapage ainsi que celle de la zone draguée pour le chenal.

Tableau 101 : Surfaces d'emprise sur les fonds marins des différents projets pris en compte dans le cadre de l'analyse des effets cumulés

Nom du projet	Surfaces d'emprise sur les fonds marins (en km ²)	Part d'emprise de chaque projet (en %)	Part d'emprise de chaque projet hors projets de PER (en %)
Parc éolien en mer des îles d'Yeu et de Noirmoutier	0,13	0,02	0,25
Parc éolien en mer de Saint-Nazaire	1,4	0,25	2,62
Raccordement du parc éolien en mer de Saint-Nazaire	0,68	0,12	1,27
Exploitation des granulats marins Cairnstrath A	7,2	1,28	13,46
Exploitation des granulats marins Cairnstrath SN2	14	2,50	28,18
Exploitation des granulats marins Astrolabe	13,5	2,41	25,24
PER Loire Grand Large (*)	445,2	79,37	-
PER Nord Gascogne (*)	62,2	11,09	-
Dragage d'entretien du GPMNSN et immersion de sédiments sur le site étendu de la Lambarde	10,3	1,84	19,26
Dragage et immersion des produits de dragage du port de Port-Joinville à l'île d'Yeu	1	0,18	1,87
Dragage du chenal Fromentine et immersion des sédiments	Chenal : 4,67 Site de clapage : 0,6 Total : 5,27	Chenal : 0,83 Site de clapage : 0,11 Total : 0,94	Chenal : 8,73 Site de clapage : 1,12 Total : 9,85
TOTAL	560,88 Hors PER 53,48	100	100

Source : BRLi, 2016

(*) Surface totale des zones de recherche/prospection concédée

D'après le tableau précédent, les zones d'extractions correspondent aux surfaces consommées ou perturbées les plus importantes : 543,4 km² cumulés pour l'ensemble des projets soit près de 96% de la surface totale de fond consommée. A noter toutefois que les surfaces des deux projets de travaux de recherche (PER) sont des zones très étendues et que le périmètre des éventuelles futures concessions sera sans aucun doute bien plus restreint (la surface des projets d'extraction de granulats hors PER est de 36 km²). La totalité de l'emprise sur les fonds des projets de parcs éoliens, représente moins de 0,4 % de la surface totale impactée (4,5% si l'on extrait les deux projets de PER). L'emprise même des fondations et des câbles des parcs éoliens sur les fonds reste en effet limitée au regard du périmètre du parc (0,11% de la surface pour le parc éolien des îles d'Yeu et 0,13% pour le parc de Saint-Nazaire).

A noter que le projet de raccordement du parc éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier n'est pas considéré ici puisque ne répondant pas à ce jour au critère réglementaire de définition des projets à retenir dans l'analyse des effets cumulés. Il est en revanche étudié dans le cadre de l'étude d'impact du programme.

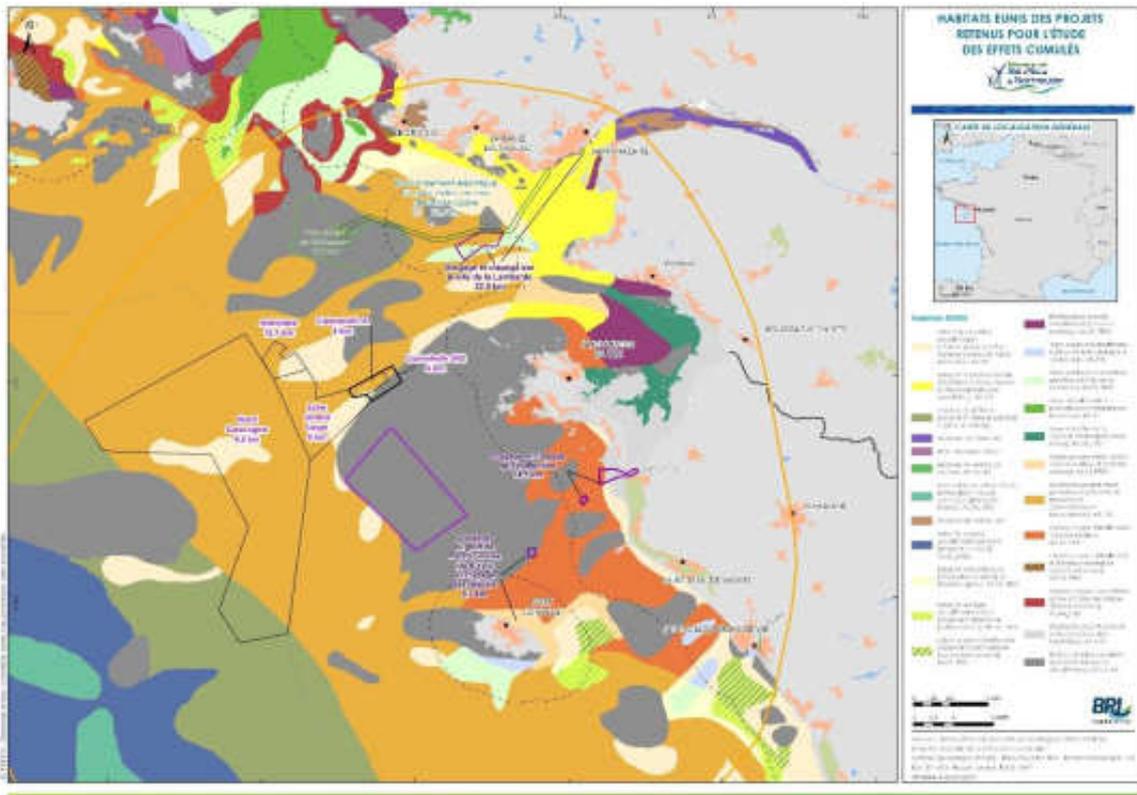
Les emprises des parcs éoliens sont généralement bien moindres que celles associées aux autres activités industrielles maritimes telles les extractions. L'OSPAR (2006) a ainsi réalisé une étude comparative des surfaces d'habitat détruites par les activités anthropiques maritimes (extraction de granulats, dragage, immersion de matériaux de dragage...) et par le développement éolien au Royaume-Uni (en considérant l'installation de l'ensemble des projets prévus). Les résultats de cette étude montrent que l'éolien représenterait moins de 1 % de la surface totale impactée (OSPAR, 2006 ; Foden, J. et al., 2011, in MEDDE, 2012). Les emprises des parcs éoliens sont en effet très localisées et les surfaces des fonds impactées par ces infrastructures sont très limitées par rapport à la surface totale des parcs (les emprises des fondations et des enrochements du parc des îles d'Yeu et de Noirmoutier représentent seulement 0,11 % de la zone du parc). Par ailleurs, la fréquence des perturbations est limitée, à la phase de construction et éventuellement une intervention en phase de démantèlement, contrairement à des remaniements fréquents pour des sites de dragage ou de dépôt.

5.5.7.2 Nature des fonds concernés

La nature des fonds est appréciée à partir de la typologie EUNIS qui permet de disposer d'une description homogène sur un vaste espace maritime.

Les habitats marins concernés par les projets sont présentés sur la Carte 44 suivante et dans le Tableau 102. 9 habitats EUNIS sont répertoriés dans l'emprise des projets étudiés. Il s'agit pour l'essentiel de fonds marins de nature rocheuse ou de sables plus ou moins grossiers.

Carte 44 : Emprise des projets retenus sur les fonds marins (habitats EUNIS)



Au format A3 dans l'Atlas cartographique

5. Analyse des effets cumulés du projet avec d'autres projets connus

5.5 Analyse des effets cumulés du projet éolien en mer des îles d'Yeu et de Noirmoutier avec les autres projets connus

5.5.7 Effets cumulés sur les fonds marins



Tableau 102 : Caractéristiques de la nature des fonds sur l'emprise des projets retenus suivant la nomenclature EUNIS

Code EUNIS	Habitats EUNIS	Parcs éoliens en mer				Extraction de granulats marins				Dragage / clapage en mer			
		Yeu-Noirmoutier	Saint-Nazaire	Raccordement du parc de Saint-Nazaire	Cairnstrath A	Cairnstrath SN2	Astrolabe	PER Loire Grand Large	PER Nord Gascogne	La Lambarde (GPM NSN)	Port Joinville	Chenal de Fromentine	Site de clapage de Fromentine
A5.135	Sédiments grossier sablo-graveleux à <i>Clausinella fasciata</i> et <i>Branchiostoma lanceolatum</i>	X	X	X	XX	XX	X X	X	XX	XX			
A3 / A4	Roche et autres substrats durs infralittoraux ou circalittoraux	XX	XX	X	X	X		X		X	XX		
A5.12_FR01	Gravier propre infralittoral à [<i>Dosinia exoleta</i>]										X	X	X
A5.251	Sable fin mobile circalittoral à <i>Echinocyamus pusillus</i> , <i>Ophelia borealis</i> et <i>Abra prismatica</i>	X		X		X	XX	X	X	X			
A2 x A1	Sédiment et/ou Roche et autres substrats durs intertidaux			X								X	
A5.231	Sable fin à moyen mobile infralittoral à faune éparsée à [<i>Abra prismatica</i> et opheliidae]			X									
A5.14_FR01	Gravier circalittoral profond à [<i>Astarte sulcata</i>] et [<i>Venus casina</i>]								X				
A5.35_FR01	Vase sableuse à [<i>Maldane glebifex</i>] et [<i>Clymene modesta</i>]			X									
A5.242	Sable fin envasé compact de l'infralittoral à [<i>Fabulina fabula</i>], [<i>Magelona mirabilis</i>], bivalves vénérédés et amphipodes											X	

X : Habitats présents ; XX : Habitats dominants

Source : BRLi, 2016

Les deux habitats les plus représentés à l'échelle locale « Sédiments grossier sablo-graveleux, graviers » et « Roche et autres substrats durs infralittoraux ou circalittoraux », sont ceux qui sont les plus sollicités par les différents projets.

Les fonds au niveau de la zone du parc éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier sont quasi exclusivement rocheux et correspondent à l'habitat « Roche et autres substrats durs infralittoraux ou circalittoraux » (Code EUNIS A3 ou A4). Le parc éolien de Saint-Nazaire se situe également, pour une grande majorité de sa surface, sur le même type d'habitat. La zone de clapage des sédiments issus du dragage de Port-Joinville concerne de même cet habitat mais sa surface est très réduite (1 km²). Cet habitat est largement représenté localement.

Les secteurs faisant l'objet d'une exploitation (excepté une partie du périmètre de Cairnstrath SN2) concernent des habitats différents, des sédiments grossiers « Sédiments grossiers sablo-graveleux à *Clausinella fasciata* et *Branchiostoma lanceolatum*, également largement représentés localement, et ou des sables fins « Sable fin mobile circalittoral à *Echinocyamus pusillus*, *Ophelia borealis* et *Abra prismatica* ».

Il est difficile d'apprécier de façon précise les enjeux relatifs des différents types d'habitat, la nature des fonds n'étant pas le seul déterminant. De manière générale, on peut considérer que les roches sont plus sensibles que les sédiments meubles dans la mesure où leur résilience est moins bonne.

Au vu de la nature similaire des habitats impactés et des surfaces concernées, les seuls projets susceptibles d'avoir un effet cumulé potentiel sur les fonds marins avec le parc éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier sont le projet de parc éolien de Saint-Nazaire. Seuls les habitats de substrats durs sont considérés dans la suite de l'analyse.

5.5.7.3 Effets cumulés du parc éolien en mer des îles d'Yeu et de Noirmoutier avec le projet éolien de Saint-Nazaire

Les cartographies des habitats réalisées sur les zones révèlent plus précisément les habitats de substrats durs classés selon la classification MNHN. Le tableau suivant indique les surfaces d'emprises des projets sur les habitats de substrats durs.

EMPRISE SUR LE FOND DU PARC EOLIEN EN MER DE SAINT-NAZAIRE

L'étude d'impact du parc éolien en mer de Saint-Nazaire (Créocéan et Nass&Wind offshore) détaille les différents habitats et les surfaces associées impactés par l'installation du projet. (Figure 84 et Figure 85). Au total, 1,25 km² de fonds durs sont détruits lors de la construction du parc (1,42 km² au total avec les fonds meubles) dont 1 km² de l'habitat R 09.01.03 du référentiel MNHN « Communautés faunistiques de forts courants sur roche et blocs circalittoraux côtiers » correspondant à l'habitat EUNIS « Roche et autres substrats durs infralittoraux ou circalittoraux ». L'emprise des fondations est permanente alors que l'effet de recouvrement est considéré comme temporaire pour les pieds des navires Jack-up et les câbles au vu de la recolonisation possible après ensouillage ou mise en place de protections extérieures.

L'effet du recouvrement et de la destruction des habitats et peuplements benthiques lié à l'emprise sur le fond est donc direct, temporaire ou permanent. Au vu de la sensibilité des habitats (négligeable pour les habitats meubles, moyenne pour les communautés faunistiques sur roches- les habitats d'algues ne sont pas considérés du fait qu'ils ne sont pas concernés par le parc éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier) et des faibles effets, les impacts résiduels sur les habitats et peuplements benthiques du projet de parc éolien de Saint-Nazaire sont considérés comme moyens.

5. Analyse des effets cumulés du projet avec d'autres projets connus

5.5 Analyse des effets cumulés du projet éolien en mer des îles d'Yeu et de

Noirmoutier avec les autres projets connus

5.5.7 Effets cumulés sur les fonds marins

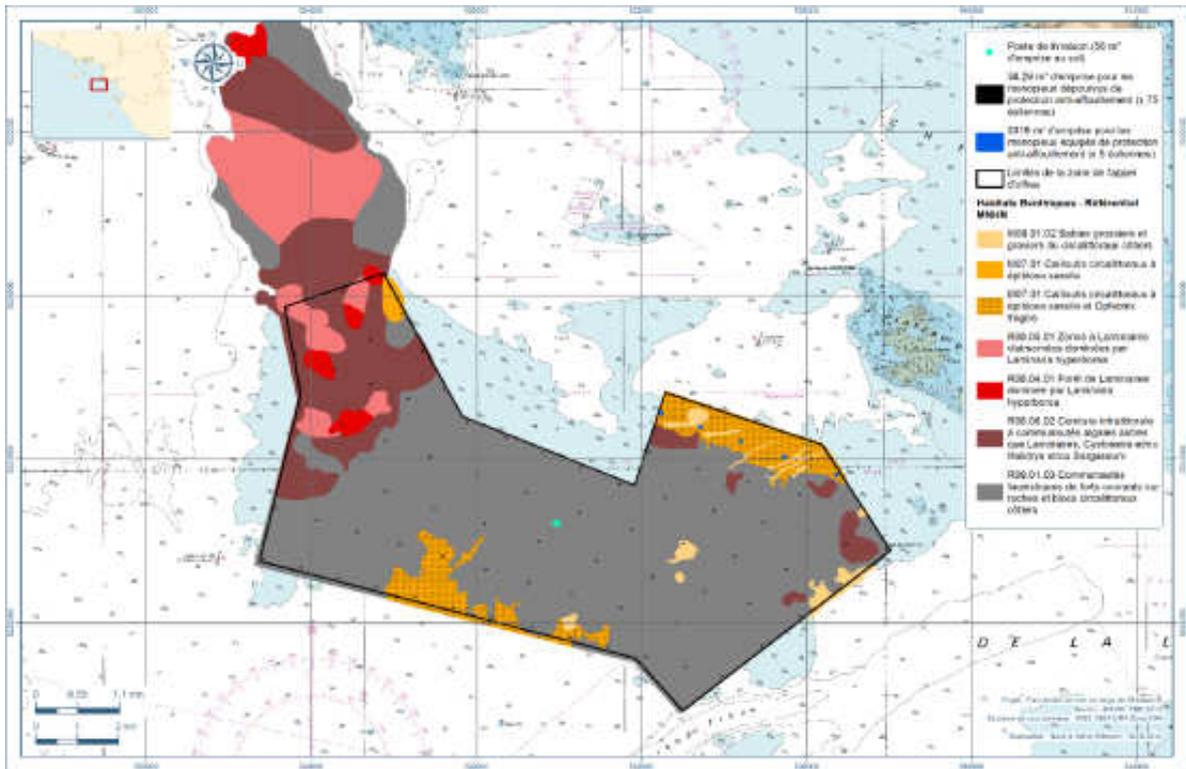


Tableau 103 : Surfaces des habitats de substrats durs détruits par les projets éoliens

Habitats Typologie MNHN identifié		Surfaces d'emprises en km ²		
		Parc éolien de Saint-Nazaire	Parc éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier	Total cumulé des deux parcs
R08.04 Laminaires de l'infralittoral supérieur	R08.04.01 : Forêt de laminaires dominée par <i>Laminaria hyperborea</i>	0,01		
R08.05 Laminaires de l'infralittoral inférieur	R08.05.01 : Zones à laminaires clairsemées dominées par <i>Laminaria hyperborea</i>	0,005		
R08.06 Roches et blocs infralittoraux à couverture végétale autre que les laminaires	R08.06.02 : Ceinture infralittorale à communautés algales autres que laminaires, <i>cystoseira</i> et/ou <i>halidrys</i> et/ou <i>sargassum</i>	0,17		0,28
	R08.06.02.01 Roche circalittorale à algues rouges foliacées et <i>Stolonica socialis</i>		0,11	
R09.01 Roches et blocs circalittoraux côtiers	R09.01.03 : Communautés faunistiques de forts courants sur roches et blocs circalittoraux côtiers	1,07		1,15
	R09.01.01.12 : Roches et blocs circalittoraux à faunes et flore encroûtantes avec <i>Spirobanchus triqueter</i> et <i>Alcyonium digitatum</i> épars		0,08	
	R09.01.06 - Roches et blocs circalittoraux côtiers à dominance d' <i>Ophiolithrix fragilis</i> et/ou <i>Ophiocomina nigra</i> et de Spongiaires		0,0005	
Total		1,25	0,19	1,43

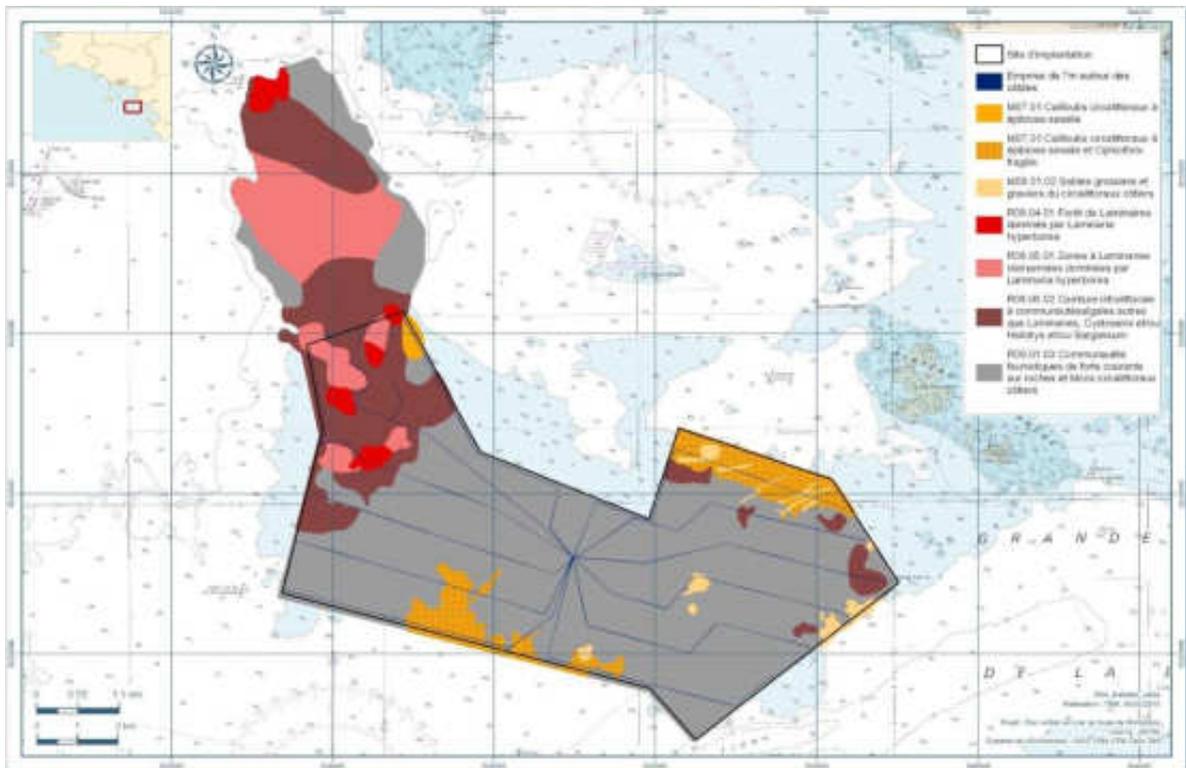
Source : BRL, 2017 et TBM, 2014 in Fascicule B de l'étude d'impact sur l'environnement du parc éolien de Saint-Nazaire. Créocéan et Nass&Wind offshore

Figure 84 : Emprise des fondations du parc éolien en mer de Saint-Nazaire sur les habitats benthiques – Référentiel MNHN



Source : TBM, 2014 In Fascicule B de l'étude d'impact sur l'environnement du parc éolien de Saint-Nazaire. Créocéan et Nass&Wind offshore

Figure 85 : Emprise des câbles inter-éoliennes du parc éolien en mer de Saint-Nazaire sur les fonds marins



Source : TBM, 2014 In Fascicule B de l'étude d'impact sur l'environnement du parc éolien de Saint-Nazaire. Créocéan et Nass&Wind offshore

5. Analyse des effets cumulés du projet avec d'autres projets connus

5.5 Analyse des effets cumulés du projet éolien en mer des îles d'Yeu et de Noirmoutier avec les autres projets connus

5.5.7 Effets cumulés sur les fonds marins

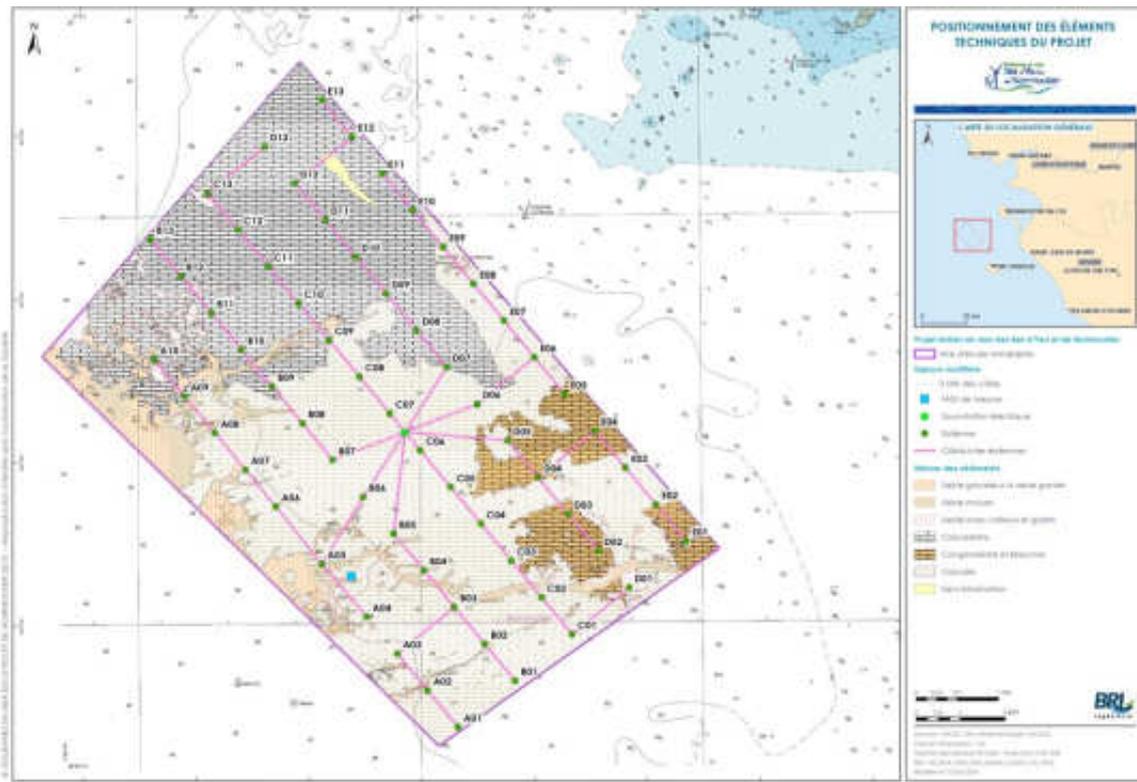


EMPRISE SUR LES FONDS DU PARC EOLIEN DES ILES D'YEU ET DE NOIRMOUTIER

La mise en place du parc (se reporter au chapitre « effets et impacts pour plus de détails) concernera une surface totale de 0,19 km² d'habitats de substrats durs (0,2 km² avec les habitats de substrats meubles) dont 0,11 km² de l'habitat rocheux « R08.06.02.01 Roche circalittorale à algues rouges foliacées et *Stolonica socialis* ».

Les impacts résiduels de la phase de construction du parc éolien en mer des îles d'Yeu et de Noirmoutier sur les habitats et biocénoses benthiques sont considérés comme moyens compte tenu de la sensibilité moyenne des habitats et biocénoses de substrat rocheux concernés et des emprises.

Carte 45 : Emprise des fondations et des câbles sur les fonds marins



Au format A3 dans l'Atlas cartographique

EMPRISE CUMULEE DES DEUX PROJETS EOLIENS

Les habitats de niveau 3 communs aux deux projets sont les suivants : R08.06 Roches et blocs infralittoraux à couverture végétale autre que les laminaires et R09.01 Roches et blocs circalittoraux côtiers. La totalité des surfaces détruites de ces habitats s'élève à 0,28 à 1,15 km².

Si l'on considère plus précisément les habitats, l'habitat du parc éolien en mer de Saint-Nazaire le plus proche de celui rencontré sur la zone du projet des îles d'Yeu et de Noirmoutier est nommé « Ceintures infralittorales à communautés algales autres que *Laminaria*, *Cystoseira* et/ou *Halydris* et/ou *Sargassum* » (R08.06.02- l'habitat R08.06.02.01 constitue un sous habitat lié à R08.06.02). En outre, le projet de Saint-Nazaire ne crée sur cet habitat qu'un impact négligeable car la surface réellement affectée (0,17 km²) ce qui ne représente que 1,8% de la surface de cet habitat dans la zone du dit projet. Les habitats sensibles comme les laminaires ne sont pas concernés par l'impact cumulé.

Ainsi, dans le cadre des deux projets, les impacts sur les habitats et les biocénoses benthiques resteront localisés au niveau des emprises des travaux. Et, bien que la résilience des habitats et biocénoses des substrats durs soit plus faible que celle des substrats meubles, celle-ci permettra une recolonisation avérée des habitats rocheux communs notamment parce que les impacts sont temporaires et non répétitifs (l'impact a lieu seulement pendant la mise en place des structures) et parce que les deux projets sont localisés au niveau des deux vastes plateaux rocheux, banc de Guérande et plateau du des bœufs permettant une recolonisation par les biocénoses alentours.

Les impacts cumulés sur les habitats et les biocénoses benthiques concernent principalement les substrats rocheux localisés au niveau des parcs éoliens en mer de Saint-Nazaire et des îles d'Yeu et de Noirmoutier.

Les habitats communs impactés sont les suivants : R08.06 Roches et blocs infralittoraux à couverture végétale autre que les laminaires et R09.01 Roches et blocs circalittoraux côtiers. Aucune laminaire n'est concernée par l'impact cumulé.

La localisation des deux projets sur des bancs rocheux plus vastes sera favorable à la résilience des biocénoses et à la recolonisation des habitats.

Compte tenu du niveau d'impacts attendus (moyens), de la faible surface cumulée concernée et de la représentativité locale de l'habitat, cet impact cumulé est considéré comme moyen. Les mesures d'évitement et de réduction s'appliquant principalement dès la phase de conception pour les deux projets (tracé des câbles, réduction du nombre d'éoliennes...), aucune mesure supplémentaire n'est requise.

5.5.8 Effets cumulés sur les ressources halieutiques et la pêche professionnelle

5.5.8.1 Impacts sur les ressources halieutiques

Les effets sur les habitats marins ont des conséquences indirectes sur les populations inféodées à ces milieux. Certains habitats constituent notamment des zones d'intérêt pour le cycle biologique d'espèces halieutiques (zones de nourriceries, de frayères...). On peut s'attendre à un cumul des impacts entre les projets si les espèces concernées sont les mêmes.

Les projets considérés sont susceptibles de concerner de nombreuses zones de frayères notamment de sole et de hareng. Le projet d'extraction de granulats Astrolabe se situe ainsi au niveau d'une zone ayant un rôle avéré de frayère principale pour la sole commune (Tome II de la demande de concession minière et d'autorisation d'ouverture des travaux d'exploitation).

Concernant le parc éolien en mer des îles d'Yeu et de Noirmoutier, certaines espèces affectionnant les fonds rocheux sont susceptibles de frayer sur la zone du parc comme de celui de Saint-Nazaire (crustacés benthiques, seiche, petits pélagiques et notamment la sardine) ou encore de s'y nourrir (juvéniles de homards et de tourteaux ou certaines petits pélagiques comme le sprat, le petit anchois et la petite sardine). Toutefois, ces zones ne constituent qu'une partie des zones d'intérêts fonctionnels pour les stocks concernés.

5. Analyse des effets cumulés du projet avec d'autres projets connus

5.5 Analyse des effets cumulés du projet éolien en mer des îles d'Yeu et de Noirmoutier avec les autres projets connus

5.5.8 Effets cumulés sur les ressources halieutiques et la pêche professionnelle



L'effet cumulé sur la ressource est plus complexe à appréhender car les projets d'extraction de granulats contribuent à une perte significative d'habitats de fonds meubles. Les projets éoliens considérés sont situés sur des fonds rocheux et ont en revanche un faible impact sur les habitats benthiques et le benthos en phase exploitation et génèrent même potentiellement une augmentation de la ressource après la phase travaux en lien avec l'effet récif des fondations et la présence d'éventuels enrochements.

L'effet concernant le présent projet, ne sera donc pas cumulé concernant les poissons plats et la sole car seule la zone de concession de granulats est concernée.

Un effet cumulé non quantifiable peut être considéré pour les petits pélagiques au regard de l'affichage des zones fonctionnelles pour ces espèces. Toutefois cela ne concerne qu'une des zones similaires du golfe de Gascogne. L'effet est donc difficile à appréhender à l'échelle des stocks concernés.

Au niveau des crustacés ou des céphalopodes, l'effet cumulé est également difficilement quantifiable car les effets signalés par la littérature sont en général positifs sur les populations de crustacés près des éoliennes (augmentation) et les céphalopodes sont susceptibles de bénéficier de la capacité de support que constitueront les fondations jackets pour les œufs.

Les effets cumulés en phase de construction pourraient impacter les espèces si les travaux entre les deux parcs éoliens intervenaient en même temps. Cependant les distances entre les deux parcs restent au-delà des distances d'impact de changement de comportement au regard des impacts sonores. L'impact cumulé des nuisances sonores des travaux serait proche voir identique à celui du parc (impact faible à moyen pour les poissons, céphalopodes et les œufs et faible pour les mollusques et crustacés). Cela reste vrai même si des travaux avaient lieu en même temps sur un projet distant de quelques milles nautiques par rapport à celui-ci et si les mêmes techniques de construction étaient développées. En effet, d'après les analyses, et les types de travaux prévus sur ce parc, aucun impact physiologique n'est envisagé et les poissons modifient leur comportement uniquement dans un rayon restreint compris entre 185 et 370 mètres autour des sources de bruits générés. Les espèces ont la capacité de se reporter sur des zones adjacentes favorables à leur reproduction ou leur nourriture.

L'effet récif cumulé sur la ressource et les stocks halieutiques n'est pas considéré car les niveaux d'un effet récif restent très limités autour des fondations alors que la distance entre les parcs est importante. A noter que l'effet DCP (Dispositif de Concentration de Poissons) des éoliennes cumulés sur deux parcs éoliens pourraient attirer les populations de poissons pélagiques davantage qu'actuellement en phase d'exploitation et constituer un outil de capture nouveau pour les armements pélagiques en bordure du parc, par effet débordement.

5.5.8.2 Impacts sur les activités de pêche professionnelle

Les règles de navigation et de pêche au sein des parcs qui seront définies par le Préfet Maritime de l'Atlantique imposeront certaines restrictions d'usage aux pêcheurs professionnels. Cela se traduira notamment par l'établissement de zones de réglementation des pêches : distance d'exclusion aux « obstacles » que constituent les composantes du parc éolien ou interdiction de pêche pour certains types de métier.

Concernant les extractions de granulats, les restrictions d'activités sont totales sur les zones exploitées alors que pour les parcs éoliens, les restrictions liées à la sécurité sont moindres en cas de parc pêchant comme celui des îles d'Yeu et de Noirmoutier (150 mètres d'exclusion envisagés autour de chaque éolienne, du mât de mesure et du poste électrique en mer).

Pour apprécier l'effet cumulé plusieurs paramètres sont à considérer.

- ▶ Les phases du parc éolien en mer des îles d'Yeu et de Noirmoutier (construction, exploitation, démantèlement) ;
- ▶ Les rayons d'actions des flottilles de pêche et notamment l'identification de celles concernées par le parc éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier et qui sont affectées également par chacun des projets retenus ;
- ▶ La capacité de report de l'activité de pêche ;
- ▶ Les impacts sur les stratégies de pêche ou les coûts d'exploitation (allongement significatif des trajets d'accès aux zones,...).

A noter que pour un projet donné, les effets cumulés seront plus forts pour les flottilles les plus proches, qui sont potentiellement plus dépendantes des zones de pêche voisines.

A ce jour, aucune étude sur les parcs éoliens existants n'a développé d'analyse spécifique sur ces sujets.

Une première approximation de l'effet cumulé des projets sur les zones de pêche peut être faite par le calcul de la surface totale d'emprise de ces projets. D'après le Tableau 104, cette surface totale est de 780 km². Cette surface est ensuite relativisée par rapport à la surface d'une zone maritime allant des Sables-d'Olonne à Concarneau, considérée par hypothèse comme la zone potentielle d'activité d'une partie des unités de pêche tels que les arts trainants (nommée « zone de référence », de surface approximative de 16 950 km²).

Tableau 104 : Surfaces d'emprise des projets à l'origine de restriction / interdiction potentielle de pêche

Projets retenus	Surface totale / projet (km ²)	Part des surfaces de chaque projet (en %)	%/Surface de la zone de référence
Parc éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier	112	14,4	0,7
Raccordement du parc éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier	21	2,7	0,1
Parc éolien de Saint-Nazaire	78	10,0	0,5
Raccordement du parc éolien de Saint-Nazaire	17,6	2,3	0,1
Exploitation des granulats marins Cairnstrath A/SN2	14	1,8	0,1
Exploitation des granulats marins Astrolabe	13,5	1,7	0,1
PER Loire Grand Large (*)	445,2	57,1	2,6

5. Analyse des effets cumulés du projet avec d'autres projets connus

5.5 Analyse des effets cumulés du projet éolien en mer des îles d'Yeu et de Noirmoutier avec les autres projets connus

5.5.8 Effets cumulés sur les ressources halieutiques et la pêche professionnelle



Projets retenus	Surface totale / projet (km ²)	Part des surfaces de chaque projet (en %)	%/Surface de la zone de référence
PER Nord Gascogne (*)	62,2	8,0	0,4
Dragage d'entretien du GPMNSN et immersion de sédiments sur le site étendu de la Lambarde	10,3	1,3	0,1
Dragage et immersion des produits de dragage du port de Port-Joinville à l'île d'Yeu	1	0,1	0,0
Dragage et immersion des sédiments du chenal de Fromentine	5,27	0,7	0,0
TOTAL	780 273 sans les 2 projets de PER	100	4,6 1,6 sans 2 projets de PER

(*) Surface totale des zones de recherche/prospection concédée

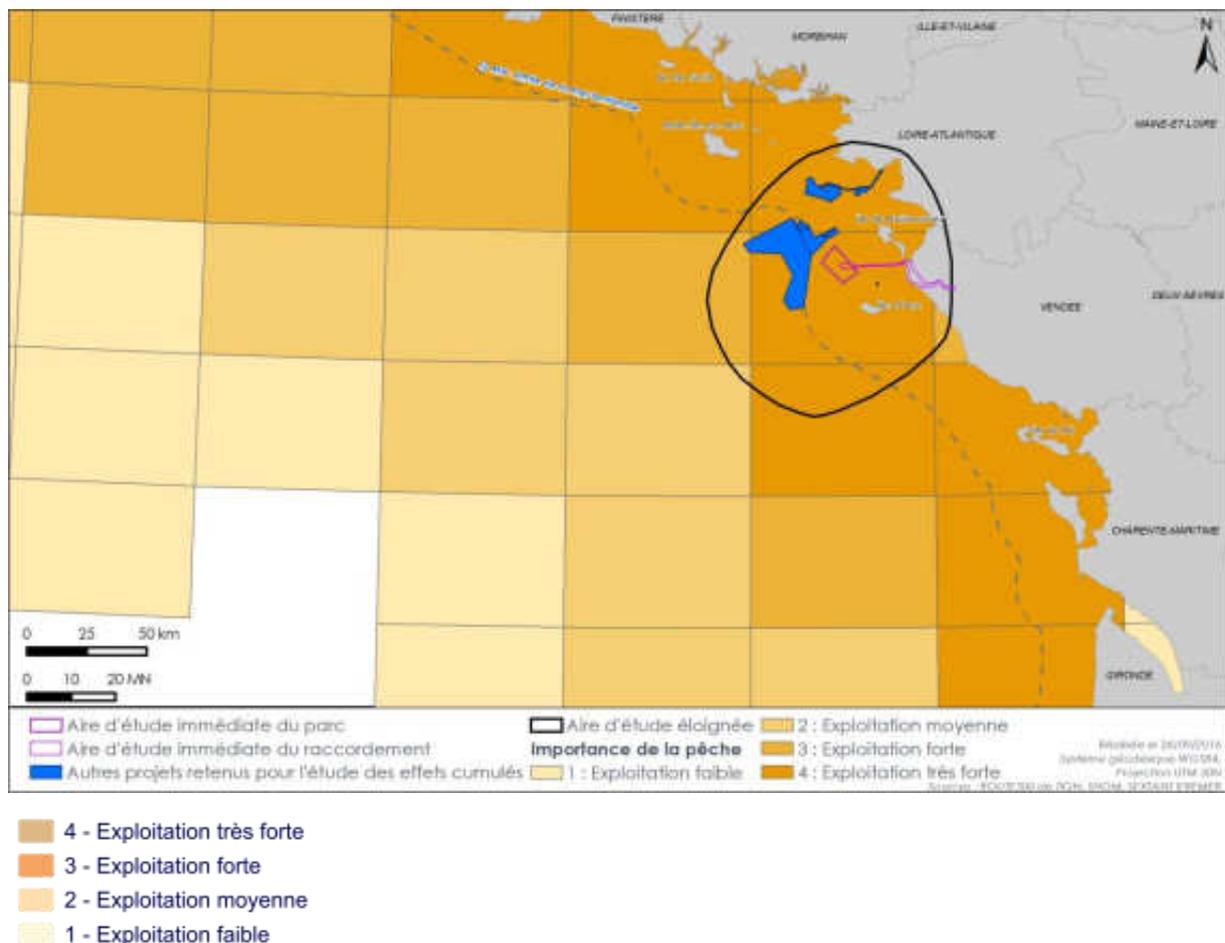
Source : BRLi, 2016

A noter que globalement, les projets éoliens sont ceux qui mobilisent les surfaces les plus importantes. Les zones concernées par les demandes de PER de granulats marins et d'autorisation d'ouverture de travaux sur les fonds marins de Loire-Grand large et Nord-Gascogne correspondent à de larges zones mais il s'agit à ce jour de secteurs de prospections, en vue de l'identification de zones potentielles de futures exploitation, au sein desquels seules des surfaces restreintes feront l'objet de travaux. Les périmètres des futures concessions seront sans doute bien moins étendus que ces zones de recherche. Ces 2 PER contribuent à eux seuls pour 80 % de la surface totale d'emprise calculée soit 125,3 km².

A noter qu'à cela pourrait s'ajouter la possibilité d'avoir des aires marines protégées (AMP) qui restreignent l'activité de pêche au-delà des 3 milles nautiques. Toutefois, si plusieurs AMP nouvelles ont été mises en place ces dernières années (zone Natura 2000, Parc marin), aucune AMP n'a introduit de telles restrictions de pêche et leurs agents travaillent en concertation avec les pêcheurs dans un souci de co-gestion des zones concernées.

D'après les informations issues de la synthèse de l'exploitation halieutique des navires de pêche français pratiquant les arts traînants ou dormants en 2008 (Ifremer Granulats Marins, Carte 46), tous ces projets sont localisés au sein d'un espace où l'exploitation est jugée « très forte ».

Carte 46 : Importance de l'activité de pêche golfe de Gascogne et zone de référence pour l'étude des effets cumulés



Source : BRLi, 2016, d'après Ifremer – Bd Sextant, 2016 (données 2008)

En phase de construction, la Zone de Délimitation du parc éolien en mer des Îles d'Yeu et de Noirmoutier sera interdite à la pêche, ainsi qu'un périmètre de 0.5 mille nautique autour de celle-ci. L'effet cumulé associé à la restriction de pêche pourrait concerner uniquement certains armements (les arts dormants et, dans une moindre mesure les chaluts pélagiques) qui exploitent à la fois la zone du parc éolien de Saint-Nazaire et celui du plateau des Bœufs ou d'autres zones exploitées par ces armements. Les stratégies de pêche, les variations interannuelles des captures et recrutements, les rayons d'actions des navires dépendants à la zone du parc éolien des îles d'Yeu et Noirmoutier sont autant de facteurs qui rendent impossible le dimensionnement de cet impact. Pour les autres armements dépendants à la zone mais dont le rayon d'action est plus limité, l'impact sera celui du parc lui-même et en lien avec leur capacité de report d'activité.

Les projets de zones d'extraction de granulats concernent principalement les arts trainants et notamment les chaluts de fonds qui, pour leur part, ne seront pas ou très peu concernés par le projet du parc éolien des Îles d'Yeu et Noirmoutier (impact faible en phase de construction/démantèlement ; pas d'impact en phase d'exploitation). Cela ne concerne donc pas un effet cumulé avec le projet.

5. Analyse des effets cumulés du projet avec d'autres projets connus

5.5 Analyse des effets cumulés du projet éolien en mer des îles d'Yeu et de Noirmoutier avec les autres projets connus

5.5.8 Effets cumulés sur les ressources halieutiques et la pêche professionnelle



En phase d'exploitation, toute la surface du parc pourrait être utilisée par les pêcheurs intervenant habituellement sur le plateau des bœufs en dehors des restrictions de sécurité aux abords des fondations des éoliennes, du mât de mesure et du poste électrique (150 m de rayon).

La zone propice à la mise en place du projet de parc éolien en mer des îles d'Yeu et de Noirmoutier a été choisie en concertation avec les acteurs de la pêche professionnelle comme étant une zone de moindre pratique d'activités de pêche. Le maître d'ouvrage a par ailleurs adapté la conception du projet pour le rendre pêchant et ainsi en permettre une continuité des activités. Il n'y aurait ainsi pas d'effet significatif sur l'accès à la ressource. Dans ces conditions, il n'est donc pas attendu d'effet du projet, même cumulé avec les autres activités anthropiques retenues pour la présente évaluation.

Par ailleurs, les structures immergées peuvent se comporter comme un Dispositif de Concentration des Poissons (DCP) et donc favoriser la ressource pélagique et le prélèvement par les pêcheurs au chalut pélagique. Un effet cumulé éventuel positif à court terme pour les chaluts pélagiques pourrait être identifié dans cette zone du golfe de Gascogne conduisant à une plus grande efficacité de pêche sur les parcs éoliens. Le niveau de prélèvement est toutefois à mesurer voire à réguler au regard des enjeux sur les stocks à long terme (voir ci-dessus effets cumulés sur la ressource halieutique) et des résultats des suivis de cet effet DCP.

5.6 Conclusion sur l'analyse des effets cumulés du projet avec d'autres projets connus

Au vu des précédents éléments, certains effets du parc éolien en mer des îles d'Yeu et de Noirmoutier peuvent se cumuler avec les autres projets, principalement avec ceux du projet éolien en mer de Saint-Nazaire.

Les effets cumulés du parc éolien en mer des îles d'Yeu et de Noirmoutier et du parc de Saint-Nazaire sur l'avifaune sont principalement déterminés par les impacts initiaux de ce dernier. Les espèces les plus vulnérables correspondent à celles qui volent à hauteur de pales et sont donc soumises au risque de collision comme les goélands pélagiques (Goéland marin, Goéland brun et Goéland argenté par ordre décroissant de niveau d'effet cumulé). Pour ces espèces, les effets des deux parcs éoliens en mer devraient s'additionner directement sur le long terme avec des conséquences potentiellement fortes attendues pour les populations locales (pour le Goéland marin en particulier). La mise en place de mesures de compensation spécifiques pour chacun des deux parcs (MC5 pour le parc éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier et MR10 pour le parc de Saint-Nazaire) devrait toutefois permettre de compenser les impacts prévisibles respectifs. Un effet faible à moyen est également possible pour le Puffin des Baléares en lien avec le cumul de l'effet barrière des parcs pour les oiseaux en transit ainsi que pour la Mouette tridactyle en lien avec le cumul de l'effet collision. Aucun effet cumulé du projet éolien en mer des îles d'Yeu et de Noirmoutier avec les autres projets n'est attendu sur l'avifaune.

Concernant les mammifères marins, la simultanéité de la construction des deux parcs éoliens pourrait engendrer un cumul des effets pour certaines espèces (Marsouin commun, Dauphin commun et Grand dauphin). Cet effet cumulé est toutefois faible car les bruits de battage des fondations monopieu du parc de Saint-Nazaire devraient s'étendre largement et dépasser totalement les émergences des opérations de forage des pieux des fondations Jacket du parc des îles d'Yeu et de Noirmoutier. Ce dernier n'aura donc pas d'impacts acoustiques cumulés notables avec le parc de Saint-Nazaire. De même, en cas de simultanéité des prospections sismiques des projets PER Grand Large et PER Nord Gascogne avec les travaux de construction du parc, un effet cumulé négligeable à ponctuellement faible pourrait être observé.

En ce qui concerne les chiroptères, il y a une forte probabilité d'effet cumulé des deux parcs éoliens en mer sur la Pipistrelle de Nathusius (et dans une moindre mesure les Noctules commune et de Leisler) puisque ce sont les mêmes populations qui transiteraient par les deux parcs. De nombreuses incertitudes existent toutefois au vu des connaissances réduites sur les activités locales de migration en mer des chauves-souris.

L'analyse paysagère rend compte d'un effet cumulé (covisibilité) fort entre les parcs de Saint-Nazaire et des îles d'Yeu et de Noirmoutier depuis l'île de Noirmoutier et notamment depuis la Pointe de L'Herbaudière, point de vue fréquenté, depuis lequel les deux parcs sont dans le même champ visuel. L'effet cumulé est faible depuis le nord (commune du Pouliguen en Loire-Atlantique) et négligeable depuis l'île d'Yeu.

La présence des parcs éoliens en mer de Saint-Nazaire et des îles d'Yeu et de Noirmoutier pourra être à l'origine d'effets d'ombre et de faux-échocs cumulés sur certains radars de surveillance de la navigation maritime à terre. Toutefois la mise en place de mesures (notamment installation de radars déportés sur chaque parc) réduira ou compensera totalement ces effets. La mise en place d'une station VHF d'appoint permettra également de compenser l'impact non confirmé à ce stade sur les communications VHF.

S'agissant des fonds marins l'analyse souligne à la fois la très faible part modifiée ou consommée par les parcs éoliens par rapport aux exploitations de granulats ainsi que l'effet cumulé additionnel de l'emprise des deux parcs éoliens sur les fonds rocheux. Cet effet, au vu des emprises et de la représentativité locale de ce substrat, est considéré comme moyen.

La zone du parc a été choisie en concertation avec les représentants de la pêche professionnelle pour avoir un moindre effet sur cette activité. Aucun effet cumulé sur les chaluts de fonds et les chaluts pélagiques en phase de construction, d'exploitation et de démantèlement comme d'exploitation n'est attendu car ils ne sont pas concernés par les impacts du parc éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier ou à la marge. Les quelques métiers aux arts dormants pratiquants sur les zones d'exploration de granulats et les sites de Guérande et du plateau des Bœufs seraient négativement impactés par la phase de construction (effet répulsif des bruits pour les poissons) et positivement impactés (mais de faible ampleur) par la phase d'exploitation (effet récifs des éoliennes et effet réserve autour de chaque fondation en lien avec le périmètre d'exclusion de 150 m aux éoliennes, au mât de mesure et au poste électrique).

Le trafic maritime supplémentaire induit notamment pendant les phases de construction et de démantèlement du parc éolien, s'accompagne d'une augmentation que l'on peut considérer comme notable à l'échelle locale qui viendra se cumuler avec le trafic engendré par la construction du parc de Saint-Nazaire (en cas de construction ou de démantèlement simultanés) et à celui des navires sabliers. Cette augmentation conduira à la définition de dispositions particulières comme l'émission d'AVURNAV (avis urgent aux navigateurs).

6 Compatibilité du projet avec l'affectation des sols et son articulation avec les plans et les schémas



Sommaire

6.1	Contexte réglementaire	599
6.2	Articulation du projet avec les schémas, plans et programmes	601
6.2.1	Le programme opérationnel régional FEDER/FSE 2014-2020 des Pays de la Loire	601
6.2.2	Le schéma décennal de développement du réseau (SDDR) de RTE, édition 2015	603
6.2.3	Le schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE) Loire-Bretagne 2016 - 2021	603
6.2.4	Les schémas d'aménagement et de gestion des eaux (SAGE)	607
6.2.4.1	Le SAGE du Marais Breton et du bassin versant de la baie de Bourgneuf	607
6.2.4.2	Le SAGE du bassin de la Vie et du Jaunay	608
6.2.5	Le plan d'action pour le milieu marin (PAMM) – sous-région marine « Golfe de Gascogne »	609
6.2.6	Le Schéma Régional du Climat, de l'Air et de l'Energie (SRCAE) des Pays de la Loire	615
6.2.7	Les orientations nationales pour la préservation et la remise en bon état des continuités écologiques (ONVTB)	617
6.2.8	Le schéma régional de cohérence écologique (SRCE) des Pays de la Loire	618
6.2.9	Le plan national de prévention des déchets 2014-2020	619
6.2.10	Les 4° et 5° du projet stratégique du Grand Port Maritime de Nantes Saint-Nazaire	620
6.2.11	Le contrat de plan Etat-région (CPER) 2015-2020 des Pays de la Loire	622
6.2.12	Le schéma régional d'aménagement et de développement du territoire (SRADDT) des Pays de la Loire	624
6.2.13	Le schéma des structures des exploitations de cultures du littoral Vendéen	626

Table des illustrations

CARTES

Carte 47 : Concessions conchylicoles de la baie de Bourgneuf et de l'Ile d'Yeu	626
--	-----

TABLEAUX

Tableau 105 : Documents retenus pour l'analyse de l'articulation du projet avec les plans, schémas et programmes	600
Tableau 106 : Articulation du projet avec le SDAGE Loire-Bretagne 2016-2021	604
Tableau 107 : Articulation du projet avec le PAGD du SAGE du Marais Breton et du bassin versant de la baie de Bourgneuf	607
Tableau 108 : Articulation du projet avec le SAGE du bassin de la Vie et du Jaunay	608
Tableau 109 : Articulation du projet avec le PAMM « Golfe de Gascogne »	609

6.1 Contexte réglementaire

Selon l'article R.122-5 II 6° du Code de l'Environnement, l'étude d'impact doit présenter :

« Les éléments permettant d'apprécier la compatibilité du projet avec l'affectation des sols définie par le document d'urbanisme opposable, ainsi que, si nécessaire, son articulation avec les plans, schémas et programmes mentionnés à l'article R. 122-17, et la prise en compte du schéma régional de cohérence écologique dans les cas mentionnés à l'article L. 371-3 ».

Dans le cas présent, les documents d'urbanisme (POS, PLU, SCoT) n'ayant aucune disposition s'appliquant au-delà des limites administratives des communes littorales concernées, la compatibilité du projet de parc éolien, avec l'affectation des sols, n'est de fait pas considérée dans le cadre du présent dossier soumis à enquête publique : le projet est situé en milieu marin, à 20 km de Notre-Dame-de-Monts, commune littorale continentale la plus proche, et à respectivement 11,7 et 16,5 km des îles d'Yeu et de Noirmoutier.

Par ailleurs, l'article L. 421-5 du Code de l'urbanisme énumère plusieurs catégories de « constructions, aménagements, installations et travaux » qui « sont dispensés de toute formalité » au titre dudit code. Il prévoit que leur liste est arrêtée par un décret en Conseil d'Etat.

L'article 90 X de la loi dite Grenelle II n° 2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement a ajouté à l'article L.421-5 du code de l'urbanisme, les « constructions, aménagements, installations et travaux qui, par dérogation aux dispositions des articles L.421-1 à L.421-4, sont dispensés de toute formalité au titre du présent code en raison : [...]e) De leur nature et de leur implantation en mer, sur le domaine public maritime immergé au-delà de la laisse de la basse mer. »

Le décret d'application de ces dispositions a réduit la dispense de formalités aux « installations de production d'électricité à partir de sources d'énergie renouvelable, y compris leurs ouvrages de raccordement aux réseaux publics d'électricité, notamment les éoliennes, les hydroliennes, les installations houlomotrices et marémotrices ainsi que celles utilisant l'énergie thermique des mers. » (Article 1er du décret n° 2012-41 du 12 janvier 2012).

L'analyse de la prise en compte ou de la compatibilité du projet avec les plans, schémas et programmes est présentée ci-après et repose sur la méthodologie présentée dans le chapitre « Présentation des méthodes utilisées et des difficultés rencontrées ». Les plans, schémas et programmes approuvés et retenus à l'issue de cette approche méthodologique sont synthétisés dans le tableau suivant :

6. Compatibilité du projet avec l'affectation des sols et son articulation avec les plans et les schémas

6.1 Contexte réglementaire



Tableau 105 : Documents retenus pour l'analyse de l'articulation du projet avec les plans, schémas et programmes

Plans, schémas, programme, documents de planification	Document concerné
1° Programme opérationnel mentionné à l'article 32 du règlement (CE) n°1083/2006 du Conseil du 11 juillet 2006 portant dispositions générales sur les Fonds Européen de Développement Régional, le Fonds Social Européen et le Fonds de Cohésion et abrogeant le règlement (CE) n°1260/1999	Programme opérationnel régional FEDER/FSE 2014-2020 des Pays de la Loire
2° Schéma décennal de développement du réseau prévu par l'article L.321-6 du code de l'énergie	Schéma décennal de développement du réseau, RTE, édition 2015
4° Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux prévu par les articles L. 212-1 et L. 212-2 du code de l'environnement	SDAGE Loire-Bretagne 2016-2021
5° Schéma d'aménagement et de gestion des eaux prévu par les articles L. 212-3 à L. 212-6 du code de l'environnement	SAGE du Marais Breton et du bassin versant de la Baie de Bourgneuf
	SAGE du bassin de la Vie et du Jaunay
7° Plan d'action pour le milieu marin prévu par l'article L.219-9 du code de l'environnement	PAMM « Golfe de Gascogne »
8° Schéma Régional du Climat, de l'Air et de l'Energie prévu par l'article L.222-1 du code de l'environnement	SRCAE des Pays de Loire
13° Orientations nationales pour la préservation et la remise en bon état des continuités écologiques prévues à l'article L. 371-2 du code de l'environnement	Orientations nationales pour la préservation et la remise en bon état des continuités écologiques
14° Schéma régional de cohérence écologique prévu par l'article L. 371-3 du code de l'environnement	SRCE des Pays de la Loire
17° Plan national de prévention des déchets prévu par l'article L. 541-11 du code de l'environnement	Plan national de prévention des déchets 2014-2020
33° 4° et 5° du projet stratégique des grands ports maritimes, prévus à l'article R. 5312-63 du code des transports	Projet Stratégique du Grand Port Maritime de Nantes Saint-Nazaire
39° Contrat de plan Etat-région prévu par l'article 11 de la loi n° 82-653 du 29 juillet 1982 portant réforme de la planification	CPER 2015-2020 de la région Pays de la Loire
40° Schéma régional d'aménagement et de développement du territoire prévu par l'article 34 de la loi n° 83-8 du 7 janvier 1983 relative à la répartition des compétences entre les communes, les départements et les régions	SRADDT des Pays de la Loire
43° Schéma des structures des exploitations de cultures marines prévu par l'article 5 du décret n° 83-228 du 22 mars 1983 fixant le régime de l'autorisation des exploitations de cultures marines	Schéma des structures des exploitations de cultures marines du littoral de la Vendée

La justification de la liste des plans, schémas et programmes retenus dans ce chapitre est proposée au chapitre « Présentation des méthodes utilisées et des difficultés rencontrées ».

6.2 Articulation du projet avec les schémas, plans et programmes

6.2.1 Le programme opérationnel régional FEDER/FSE 2014-2020 des Pays de la Loire

Il s'agit ici du règlement qui établit les règles générales régissant le Fonds européen de développement régional (FEDER), le Fonds social européen (FSE) ainsi que le Fonds de cohésion. Il :

- définit les objectifs auxquels les Fonds structurels et le Fonds de cohésion doivent contribuer, les critères d'éligibilité des États membres et régions à ces Fonds, les ressources financières disponibles et les critères présidant à leur répartition ;
- définit le cadre dans lequel s'inscrit la politique de cohésion, y compris la méthode d'établissement des orientations stratégiques de la Communauté pour la cohésion, du cadre de référence stratégique national et du processus d'examen au niveau de la Communauté ;
- fixe les principes, les règles de partenariat, de programmation, d'évaluation, de gestion, y compris financière, de suivi et de contrôle sur la base d'un partage de responsabilités entre les États membres et la Commission.

Le programme opérationnel régional FEDER/FSE 2014-2020 des Pays de la Loire adopté le 16 décembre 2014 identifie comme axe prioritaire 4 le soutien de la transition vers une économie à faibles émissions de carbone dans l'ensemble des secteurs. Il définit comme priorité d'investissement (4.a) de favoriser la production et la distribution d'énergie provenant de sources renouvelables, et présente notamment comme objectif spécifique d'accroître la production d'énergie issue de sources renouvelables.

Le projet de création du parc éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier est en cohérence avec les axes prioritaires du programme opérationnel régional FEDER/FSE 2014-2020 des Pays de la Loire. Le projet soumis à enquête publique est compatible avec ce programme.

6.2.2 Le schéma décennal de développement du réseau (SDDR) de RTE, édition 2015

Conformément aux missions qui lui sont confiées par le législateur, pour répondre aux attentes de ses clients et parties intéressées, RTE élabore tous les ans et rend public le schéma décennal de développement du réseau (SDDR) de transport d'électricité en France.

Ce schéma répertorie les projets de développement du réseau que RTE propose de réaliser et de mettre en service dans les trois ans, et présente les principales infrastructures de transport d'électricité à envisager dans les dix ans à venir. Au-delà, il esquisse les possibles besoins d'adaptation du réseau selon différents scénarios de transition énergétique.

Le dernier document en date est le schéma décennal de développement du réseau, édition 2015.

Le projet éolien en mer des Iles d'Yeu et de Noirmoutier est cité de manière indirecte dans ce document, au travers du projet de raccordement électrique au parc éolien. Ce dernier figure parmi les projets inscrits dans le schéma décennal, dans la partie concernant les nouvelles infrastructures à mettre en service en 2021 (n°426 : « raccordement de la production éolienne offshore – zone des îles d'Yeu et de Noirmoutier »).

Le raccordement au réseau électrique du projet de parc éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier est pris en compte dans le schéma décennal de développement du réseau. Le projet soumis à l'enquête publique est compatible avec ce schéma.

6.2.3 Le schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE) Loire-Bretagne 2016 - 2021

En France, le schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE) est le principal outil de mise en œuvre de la politique communautaire dans le domaine de l'eau. Établi en application des articles L.212-1 et suivants du code de l'environnement, et défini à l'échelle du bassin hydrographique pour une période de 6 ans, il intègre les objectifs environnementaux de la Directive cadre sur l'eau (DCE) et les enjeux propres au territoire qui le concerne.

Ce schéma décrit les priorités de la politique de l'eau dans le bassin concerné et les objectifs à atteindre. Il définit les enjeux et la stratégie de reconquête de la qualité de l'eau pour les années à venir et fixe les objectifs de qualité et de quantité à atteindre pour chaque cours d'eau, plan d'eau, nappe souterraine, estuaire et littoral. Il détermine les axes de travail et les actions nécessaires au moyen d'orientations et de dispositions. Il est complété par un programme de mesures concrètes, localisées, chiffrées.

Le projet s'inscrit dans le périmètre du SDAGE Loire-Bretagne 2016-2021, qui a été adopté par le comité de bassin le 4 novembre 2015 et approuvé le 18 novembre 2015.

Le SDAGE se décline en 14 orientations fondamentales qui concernent 4 grandes thématiques :

- ▶ la qualité de l'eau ;
- ▶ les milieux aquatiques ;
- ▶ la quantité ;
- ▶ la gouvernance.

Le tableau ci-dessous présente l'analyse de l'articulation du projet avec les orientations fondamentales du SDAGE Loire-Bretagne concernées.

Tableau 106 : Articulation du projet avec le SDAGE Loire-Bretagne 2016-2021

Orientations fondamentales du SDAGE	Dispositions du SDAGE	Articulation du projet avec le SDAGE
5. Maîtriser et réduire les pollutions dues aux substances dangereuses	<ul style="list-style-type: none"> - 5A – Poursuivre l'acquisition et la diffusion des connaissances - 5B – Réduire les émissions en privilégiant les actions préventives - 5C – Impliquer les acteurs régionaux, départementaux et les grandes agglomérations 	<p>Le projet n'est pas de nature à générer de rejet régulier ou périodique de substance dangereuse, en phase de construction, d'exploitation et de démantèlement. Des mesures sont prises pour réaliser un chantier propre, éviter toute pollution accidentelle et, le cas échéant, de les isoler et les traiter. Des kits antipollution par hydrocarbures seront embarqués sur les navires de travail.</p> <p>Le projet n'est pas directement concerné par cette thématique, mais prend en compte les objectifs de Maîtrise des pollutions accidentelles.</p>
6. Protéger la santé en protégeant la ressource en eau	<ul style="list-style-type: none"> - 6A – Améliorer l'information sur les ressources et équipements utilisés pour l'alimentation en eau potable - 6B – Finaliser la mise en place des arrêtés de périmètres de protections sur les captages - 6C – Lutter contre les pollutions diffuses par les nitrates et pesticides dans les aires d'alimentation des captages - 6D – Mettre en place des schémas d'alerte pour les captages - 6E – Réserver certaines ressources à l'eau potable - 6F – Maintenir et/ou améliorer la qualité des eaux de baignades et autres usages sensibles en eau continentales et littorales - 6G – Mieux connaître les rejets, le comportement dans l'environnement et l'impact sanitaire des micropolluants 	<p>Le projet est concerné par la disposition 6F. En phase de construction et de démantèlement, les risques de dégradation de la qualité des eaux sont liés aux risques de pollution accidentelle. Des mesures adaptées de bonne gestion de chantier, de prévention et de réduction des pollutions en particulier accidentelles seront mises en place pour préserver le milieu marin et la qualité de l'eau.</p> <p>En phase d'exploitation, le projet n'est pas de nature à générer de rejets en mer, même si on ne peut pas totalement écarter un risque de pollution accidentelle. Des mesures adaptées de prévention et de réduction des pollutions accidentelles seront mises en place pour préserver le milieu marin et la qualité de l'eau.</p> <p>De façon générale, en phase d'exploitation le projet est compatible avec les seuils réglementaires de rejet dans les eaux de surface définis par l'arrêté du 9 août 2006le</p>
9. Préserver la biodiversité aquatique	<ul style="list-style-type: none"> - 9A - Restaurer le fonctionnement des circuits de migration - 9B - Assurer une gestion équilibrée des espèces patrimoniales inféodées aux milieux aquatiques et de leurs habitats - 9C - Mettre en valeur le patrimoine halieutique - 9D - Contrôler les espèces envahissantes 	<p>Non applicable, la rubrique concerne les milieux aquatiques continentaux, et non marins.</p>

6. Compatibilité du projet avec l'affectation des sols et son articulation avec les plans et les schémas

6.2 Articulation du projet avec les schémas, plans et programmes

6.2.3 Le schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE) Loire-Bretagne



Orientations fondamentales du SDAGE	Dispositions du SDAGE	Articulation du projet avec le SDAGE
10. Préserver le littoral	<ul style="list-style-type: none"> - 10A – Réduire significativement l'eutrophisation des eaux côtières et de transition - 10B – Limiter ou supprimer certains rejets en mer - 10C – Restaurer et / ou protéger la qualité sanitaire des eaux de baignade - 10D – Restaurer et / ou protéger la qualité sanitaire des eaux des zones conchylicoles et de pêche à pied professionnelle - 10E – Restaurer et / ou protéger la qualité sanitaire des eaux des zones de pêche à pied de loisir - 10F – Aménager le littoral en prenant en compte l'environnement - 10G – Améliorer la connaissance des milieux littoraux - 10H – Contribuer à la protection des écosystèmes littoraux - 10I – Préciser les conditions d'extraction de certains matériaux marins 	<p>Qualité des eaux :</p> <p>En phase de construction et de démantèlement, les risques de dégradation de la qualité des eaux sont liés aux risques de pollution accidentelle. Des mesures adaptées de bonne gestion de chantier, de prévention et de réduction des pollutions seront mises en place pour préserver les milieux marins et terrestres et la qualité de l'eau.</p> <p>En phase d'exploitation, le projet n'est pas de nature à générer de rejets en mer en dehors d'une pollution accidentelle. Des mesures adaptées de prévention et de réduction des pollutions accidentelles seront mises en place pour préserver le milieu marin et la qualité de l'eau.</p> <p>Ecosystèmes et environnement littoraux :</p> <p>Le maître d'ouvrage et l'autorité administrative respectent les objectifs de prise en compte et de protections des écosystèmes et l'environnement littoral : Des expertises sur les différents milieux pouvant être impactés par le projet sont réalisées, une étude d'impact sur l'environnement est jointe aux dossiers de demandes d'autorisation, des mesures y sont définies pour réduire les impacts. Une planification globale préalable a été assurée : définition de la zone propice du projet par le gouvernement, tenu d'un débat public, réunions de travail et réunions des groupes de travail par thématique dans le cadre de l'instance de suivi et de concertation.</p>

Les orientations fondamentales et les dispositions définies dans le SDAGE Loire-Bretagne 2016-2021 ne sont pas remises en cause par le projet de création du parc éolien en mer des Iles d'Yeu et de Noirmoutier. Le projet soumis à enquête publique est compatible avec le SDAGE.

6.2.4 Les schémas d'aménagement et de gestion des eaux (SAGE)

Le schéma d'aménagement et de gestion des eaux (SAGE) est un document de planification et de gestion de l'eau à l'échelle d'une unité hydrographique cohérente (bassin versant, aquifère...).

Il fixe des objectifs généraux d'utilisation, de mise en valeur, de protection quantitative et qualitative de la ressource en eau et doit être compatible avec le SDAGE.

6.2.4.1 Le SAGE du Marais Breton et du bassin versant de la baie de Bourgneuf

Le SAGE du marais breton et du bassin versant de la baie de Bourgneuf a été adopté par la Commission Locale de l'Eau le 3 février 2014 et approuvé par arrêté inter-préfectoral n°14-DDTM85-297 du 16 mai 2014. Le périmètre du SAGE est composé de 39 communes (22 en Vendée et 17 en Loire-Atlantique), incluses totalement ou partiellement dans le bassin versant de la baie de Bourgneuf. Il s'étend sur une surface d'environ 975 km², dont 350 km² de marais, inclus au sein du marais Breton.

Les enjeux identifiés pour la gestion de l'eau sur le territoire du SAGE sont les suivants :

- ▶ Améliorer la gestion quantitative de l'eau ;
- ▶ Prévenir le risque inondation et submersion marine ;
- ▶ Améliorer la qualité des eaux ;
- ▶ Préserver et améliorer la qualité des milieux ;
- ▶ Améliorer la cohérence et l'organisation des actions.

Le Plan d'aménagement et de gestion durable des ressources en eau et des milieux aquatiques (PAGD) traduit les enjeux en objectifs, pour lesquels sont définis des orientations, elles-mêmes déclinées en dispositions à mettre en œuvre.

Le projet de parc éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier ne concerne que la thématique qualité des eaux du PAGD. Le tableau suivant présente l'articulation du projet avec les objectifs du PAGD concernés.

Tableau 107 : Articulation du projet avec le PAGD du SAGE du Marais Breton et du bassin versant de la baie de Bourgneuf

Thématique du PAGD	Enjeu du PAGD	Objectifs de résultats	Articulation avec le projet
Qualité des eaux (QE)	Bactériologie et micropolluants	Retrouver un classement conchylicole « A » pour la zone nord de la baie (au large de la Bernerie – Les Moutiers) et tendre vers ce même classement pour les autres sites déclassés ; Non dégradation de la qualité des eaux littorales pour les micropolluants ; Non dégradation de la qualité bactériologique des eaux, pour les sites conchylicoles classés « A » et les sites de pêche à pied de bonne qualité.	Les orientations identifiées dans le PAGD pour maîtriser ces pollutions concernent en premier lieu les communes du littoral, et visent en particulier à : limiter les apports urbains (QEBM-2) et améliorer la gestion des pollutions portuaires et l'utilisation des équipements du littoral (QEBM-3). Néanmoins, le projet pouvant potentiellement avoir un effet sur la qualité des eaux littorales et conchylicoles, on considère ici son articulation avec cette thématique du SAGE. En phases de construction et de démantèlement principalement, les risques de dégradation de la qualité des eaux marines sont liés aux risques de pollution accidentelle. Des mesures adaptées de bonne gestion de chantier, de prévention et de réduction des pollutions seront mises en place pour préserver le milieu marin et la qualité de l'eau.

6. Compatibilité du projet avec l'affectation des sols et son articulation avec les plans et les schémas

6.2 Articulation du projet avec les schémas, plans et programmes

6.2.4 Les schémas d'aménagement et de gestion des eaux (SAGE)



Thématique du PAGD	Enjeu du PAGD	Objectifs de résultats	Articulation avec le projet
			<p>En phase d'exploitation, le projet n'aura aucun impact sur la qualité des eaux marines en général, et conchylicoles et littorales en particulier.</p> <p>Des mesures adaptées de prévention et de réduction des pollutions accidentelles seront mises en place pour préserver le milieu marin et la qualité de l'eau.</p>

Le projet de parc éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier est cohérent avec les orientations et dispositions du SAGE du marais breton et du bassin versant de la baie de Bourgneuf. Le projet soumis à l'enquête publique est compatible avec ce SAGE.

6.2.4.2 Le SAGE du bassin de la Vie et du Jaunay

Le SAGE du bassin de la Vie et du Jaunay a été approuvé le 1^{er} mars 2011 par arrêté préfectoral. Son périmètre englobe les bassins versants de la Vie, du Jaunay et du Ligneron. Il s'étend sur 780 km² et 37 communes du département de la Vendée sont incluses pour tout ou partie dans ce périmètre.

La définition de 4 objectifs sur le bassin versant de la Vie et du Jaunay donne lieu à la rédaction de 21 dispositions qui constituent les mesures de mise en œuvre de la stratégie planificatrice du SAGE. L'ensemble de ces dispositions est décliné en 40 actions qui représentent les moyens opérationnels à conduire sur le bassin versant afin de répondre aux enjeux de la gestion équilibrée et durable des ressources en eau.

Le projet de parc éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier ne concerne que l'objectif lié à la thématique qualité des eaux du SAGE. Le tableau suivant présente l'articulation du projet avec cet objectif.

Tableau 108 : Articulation du projet avec le SAGE du bassin de la Vie et du Jaunay

Objectifs du SAGE	Articulation avec le projet
<p>Objectif spécifique n°2 : Améliorer la qualité des eaux pour garantir les usages et besoins répertoriés sur le bassin versant</p> <p>Lutter contre l'eutrophisation</p> <p>Lutter contre les pollutions par les phytosanitaires</p> <p>Contrôler les transferts et les ruissellements vers les cours d'eau</p> <p>Assurer la protection du milieu marin</p> <p>Mettre en place un réseau de surveillance de la qualité du réseau hydrographique</p>	<p>En phase de construction et de démantèlement principalement, les risques de dégradation de la qualité des eaux marines sont liés aux risques de pollution accidentelle. Des mesures adaptées de bonne gestion de chantier, de prévention et de réduction des pollutions seront mises en place pour préserver les milieux marins et aquatiques et la qualité des eaux.</p> <p>En phase d'exploitation, le projet n'est pas de nature à générer de pollution vers le milieu marin et les cours d'eau. Aucun impact sur la qualité des eaux n'est attendu à ce niveau.</p> <p>Des mesures adaptées de prévention et de réduction des pollutions accidentelles seront mises en place pour préserver le milieu marin et la qualité de l'eau.</p>

Le projet de parc éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier est cohérent avec les orientations et dispositions du SAGE du bassin de la Vie et du Jaunay. Le projet soumis à l'enquête publique est compatible avec ce SAGE.

6.2.5 Le plan d'action pour le milieu marin (PAMM) – sous-région marine « Golfe de Gascogne »

La mise en œuvre de la directive cadre européenne « stratégie pour le milieu marin » (DSCMM) passe par l'élaboration par chaque Etat membre de stratégies marines. La transposition de ces stratégies en droit français s'effectue par l'élaboration de Plans d'actions pour le milieu marin (PAMM) qui doivent intégrer les éléments suivants :

- ▶ une évaluation initiale de l'état de la sous-région marine ;
- ▶ une définition du bon état écologique de la sous-région, à atteindre pour 2020 ;
- ▶ la fixation d'objectifs environnementaux ;
- ▶ un programme de surveillance ;
- ▶ un programme de mesures.

A l'exception de la définition du bon état écologique des eaux, qui est réalisée à l'échelon national, les éléments du PAMM sont rédigés à l'échelle des sous-régions marines, sous la responsabilité des préfets coordonnateurs.

La façade maritime Atlantique, zone de compétences et de responsabilité du préfet maritime de l'Atlantique, est concernée par trois sous-régions marines : « Manche-Mer du Nord », « Mers Celtiques » et « Golfe de Gascogne ». Le présent projet s'inscrit dans la sous-région marine « Golfe de Gascogne ».

Les 3 premiers éléments du PAMM ont été notifiés, pour chaque sous-région marine, à la commission européenne en décembre 2012. Le programme de surveillance, 4^{ème} élément constitutif du PAMM, a été approuvé pour les sous-régions marines « Golfe de Gascogne » et « Mers Celtiques » en avril 2014. Enfin, le programme de mesures a été approuvé en avril 2016.

Le bon état écologique est l'objectif final à atteindre, vers lequel les objectifs environnementaux permettent de progresser. La définition du bon état écologique a été élaborée, conformément à la directive, par référence à l'évaluation initiale et sur la base des 11 descripteurs qualitatifs détaillés à l'aide de 29 critères et 56 indicateurs par la décision sur les critères et normes méthodologiques.

Un enjeu écologique pour la sous-région marine est associé à chaque descripteur. L'articulation du projet avec ces éléments est présentée dans le tableau ci-dessous.

Tableau 109 : Articulation du projet avec le PAMM « Golfe de Gascogne »

Descripteurs et enjeux écologiques associés	Objectifs environnementaux généraux	Articulation avec le projet
<p>D1 : La diversité biologique est conservée. La qualité des habitats et leur nombre, ainsi que la distribution et l'abondance des espèces sont adaptés aux conditions physiographiques, géographiques et climatiques existantes.</p> <p>Enjeu 1 : Maintien de la biodiversité et préservation de la fonctionnalité du milieu marin et en particulier des habitats et des espèces rares et menacés.</p>	<p>Maintenir ou atteindre le bon état de conservation des espèces et habitats d'intérêt communautaire ;</p> <p>Protéger les espèces et habitats rares ou menacés ;</p> <p>Assurer le maintien du rôle fonctionnel des habitats et des espèces ayant un rôle fonctionnel clé ;</p> <p>Préserver durablement les espèces et habitats communs à l'échelle de la SRM (y compris leurs fonctionnalités).</p>	<p>Ces objectifs sont respectés par le maître d'ouvrage et l'autorité administrative du fait que des expertises sur les différents milieux pouvant être impactés par le projet sont réalisées, qu'une étude d'impact sur l'environnement est jointe aux dossiers de demandes d'autorisation, des mesures y sont définies pour réduire les impacts. Une planification globale préalable a été assurée : définition de la zone propice du projet par le gouvernement, tenu d'un débat public, réunions de travail et réunions des groupes de travail par thématique dans le cadre de l'instance de suivi et de concertation.</p>

6. Compatibilité du projet avec l'affectation des sols et son articulation avec les plans et les schémas

6.2 Articulation du projet avec les schémas, plans et programmes

6.2.5 Le plan d'action pour le milieu marin (PAMM) – sous-région marine « Golfe de Gascogne



Descripteurs et enjeux écologiques associés	Objectifs environnementaux généraux	Articulation avec le projet
<p>D2 : Les espèces non indigènes introduites par le biais des activités humaines sont à des niveaux qui ne perturbent pas l'écosystème.</p> <p>Enjeu 2 : Non perturbation des écosystèmes par les espèces introduites par l'homme.</p>	<p>Limiter les risques d'introduction accidentelle, les risques liés à l'introduction volontaire et la dissémination des espèces non indigènes ;</p> <p>Réduire les impacts des espèces non indigènes envahissantes.</p>	<p>Les bateaux spécifiques pour les travaux envisagés se situent pour l'essentiel en Europe. Leur nombre est limité. Ces navires respecteront la réglementation en matière de gestion des eaux de ballast afin d'éviter tout risque de dissémination d'espèces non-indigènes. La Convention internationale pour le contrôle et la gestion des eaux de ballast et sédiments des navires (Convention BWM) a été adoptée en 2004 afin d'établir des règles mondiales pour contrôler le transfert d'espèces potentiellement envahissantes. Une fois que le traité sera entré en vigueur, les eaux de ballast devront être traitées avant d'être rejetées dans un nouvel emplacement, afin d'éliminer les micro-organismes ou les petites espèces marines. La Convention BWM entrera en vigueur 12 mois après sa ratification par 30 États et lorsque 35 % du tonnage de la flotte mondiale de navires de commerce sera représenté. Le critère du nombre d'États a d'ores et déjà été atteint.</p>
<p>D3 : Les populations de tous les poissons et crustacés exploités à des fins commerciales se situent dans les limites de sécurité biologique, en présentant une répartition de la population par âge et par taille qui témoigne de la bonne santé du stock.</p> <p>Enjeu 3 : Exploitation des espèces dans le cadre d'une approche écosystémique des pêches.</p>	<p>Maintenir ou atteindre le bon état des stocks exploités.</p>	<p>La zone du parc, notamment tous les volumes compris entre les jambes des fondations pourront jouer le rôle d'une réserve en tant que zones de refuge, d'abris et de reproductions pour les espèces présentes. Un suivi sur les ressources halieutiques est prévu dans le cadre du projet.</p>
<p>D4 : Tous les éléments constituant le réseau trophique marin, dans la mesure où ils sont connus, sont présents en abondance, avec une diversité normale, et à des niveaux pouvant garantir l'abondance des espèces à long terme et le maintien total de leurs capacités reproductives.</p> <p>Enjeu 4 : Maintien du bon fonctionnement du réseau trophique.</p>	<p>Préserver la structure, le fonctionnement des réseaux trophiques en tenant compte de leur dynamique.</p>	<p>Ce descripteur s'intéresse principalement aux espaces littoraux qui subissent des apports de nutriments importants en provenance des fleuves et les zones de concentrations importantes en substances dangereuses comme les grands ports côtiers. Ceci n'a aucun rapport avec l'opération projetée.</p> <p>La zone de projet est localisée entièrement au large. Les travaux engendreront une faible remise en suspension de sédiments qui n'atteindra pas la côte. Les conditions hydrodynamiques sont favorables à leur dispersion rapide.</p> <p>Quant au risque de contaminations par des substances polluantes (pollution accidentelle notamment), il est qualifié de faible avant application de mesure et négligeable après déploiement du Plan d'intervention d'urgence et d'un kit anti-pollution.</p>

Descripteurs et enjeux écologiques associés	Objectifs environnementaux généraux	Articulation avec le projet
<p>D5 : L'eutrophisation d'origine humaine, en particulier pour ce qui est de ses effets néfastes, tels que l'appauvrissement de la biodiversité, la dégradation des écosystèmes, la prolifération d'algues toxiques et la désoxygénation des eaux de fond est réduite au minimum.</p> <p>Enjeu 5 : Préservation des milieux et maintien de leurs fonctionnalités via la réduction du phénomène d'eutrophisation.</p>	<p>Préserver les zones peu ou pas impactées par l'eutrophisation ;</p> <p>Réduire significativement les apports excessifs en nutriments dans le milieu marin.</p>	<p>Le projet ne diffusant pas de nutriments dans le milieu marin n'est pas concerné par cette thématique</p>
<p>D6 : Le niveau d'intégrité des fonds marins garantit que la structure et les fonctions des écosystèmes sont préservées et que les écosystèmes benthiques, en particulier, ne sont pas perturbés.</p> <p>Enjeu 6 : Garantie du bon fonctionnement des écosystèmes au regard des pressions physiques induites par les activités humaines.</p>	<p>Assurer la pérennité des habitats benthiques.</p> <p>Permettre aux écosystèmes benthiques de garder leur structure, fonctionnalité et leur dynamique.</p>	<p>Ce descripteur fait référence aux espèces ingénieuses et habitats benthiques particuliers ainsi qu'aux sources de pression dont font partie les projets d'énergie marine.</p> <p>Les biocénoses du circalittoral citées dans le descripteur 6 ne sont pas retrouvées sur la zone du projet (et notamment absence de laminaires et d'hermelles).</p> <p>Le projet n'est pas de nature à modifier les types d'habitats benthiques formés par les fonds marins essentiellement rocheux de la zone de projet. La part de la zone de projet altérée par l'implantation des fondations et des câbles inter-éoliennes associés reste très faible (<0,2%) et ne conduira pas à des perturbations des écosystèmes marins.</p>
<p>D7 : Une modification permanente des conditions hydrographiques ne nuit pas aux écosystèmes marins.</p> <p>Enjeu 7 : Garantie du bon fonctionnement des écosystèmes au regard des modifications hydrographiques permanentes susceptibles de résulter des activités humaines.</p>	<p>Préserver la fonctionnalité des habitats vis-à-vis des modifications permanentes des processus hydrographiques dans les zones peu ou pas impactées par celles-ci ;</p> <p>Limiter les risques liés aux pressions ayant un impact sur les habitats et leurs fonctionnalités ;</p> <p>Assurer la solidarité amont-aval au sein des bassins versants pour Garantir des arrivées d'eau douce en secteur côtier.</p>	<p>Le projet n'est pas concerné par cette thématique</p>
<p>D8 : Le niveau de concentration des contaminants ne provoque pas d'effets dus à la pollution.</p> <p>Enjeu 8 : Maintien des effets biologiques des contaminants dans des limites acceptables permettant d'éviter les impacts significatifs sur l'environnement marin.</p> <p>Baisse des concentrations des contaminants permettant d'éliminer les risques pour le milieu marin et d'assurer l'absence d'effets biologiques et physiques significatifs.</p>	<p>Réduire ou supprimer les apports en contaminants chimiques dans le milieu marin, qu'ils soient chroniques ou accidentels ;</p>	<p>En phase de construction et de démantèlement, l'application de mesures de bonne gestion de chantier et de mesures spécifiques limitera les risques de pollution accidentelle.</p> <p>En phase d'exploitation, le projet est compatible avec les seuils réglementaires de rejet dans les eaux de surface définis par l'arrêté du 9 août 2006. Des mesures adaptées de prévention et de réduction des pollutions accidentelles seront mises en place pour préserver le milieu marin et la qualité de l'eau.</p>

6. Compatibilité du projet avec l'affectation des sols et son articulation avec les plans et les schémas

6.2 Articulation du projet avec les schémas, plans et programmes

6.2.5 Le plan d'action pour le milieu marin (PAMM) – sous-région marine « Golfe de Gascogne



Descripteurs et enjeux écologiques associés	Objectifs environnementaux généraux	Articulation avec le projet
<p>D9 : Les quantités de contaminants présents dans les poissons et autres fruits de mer destinés à la consommation humaine ne dépassent pas les seuils fixés par la législation communautaire ou autres normes applicables.</p> <p>Enjeu 9 : Garantie de la qualité sanitaire des produits de la mer à destination de la consommation humaine.</p>	<p>Améliorer la qualité microbiologique des eaux, pour limiter le risque significatif d'impact sur la santé humaine de la contamination des produits de la mer, en assurant notamment le non dépassement des seuils fixés par la législation communautaire ou autres normes applicables.</p> <p>Améliorer la qualité chimique des eaux, pour limiter le risque significatif d'impact sur la santé humaine des contaminants présents dans les produits de la mer, en assurant notamment le non dépassement des seuils fixés par la législation communautaire ou autres normes applicables.</p>	<p>En phase de construction et de démantèlement, les risques de dégradation de la qualité des eaux marines sont liés aux risques de pollution accidentelle. Des mesures adaptées de bonne gestion de chantier, de prévention et de réduction des pollutions seront mises en place pour préserver le milieu marin et la qualité de l'eau.</p> <p>En phase d'exploitation, le projet n'aura aucun impact sur la qualité des eaux marines. Des mesures adaptées de prévention et de réduction des pollutions accidentelles seront mises en place pour préserver le milieu marin et la qualité de l'eau.</p>
<p>D10 : Les propriétés et les quantités de déchets marins ne provoquent pas de dommages au milieu côtier et marin.</p> <p>Enjeu 10 : Réduction des dommages liés aux déchets marins en mer et sur le littoral.</p>	<p>Réduire à la source les quantités de déchets en mer et sur le littoral;</p> <p>Réduire significativement la quantité de déchets présents dans le milieu marin;</p> <p>Réduire les impacts des déchets sur les espèces et les habitats.</p>	<p>En phase de construction et de démantèlement, des mesures de bonnes gestion de chantier seront mises en place et un plan de gestion des déchets sera appliqué par les entreprises.</p> <p>En phase d'exploitation, le projet n'est pas de nature à générer de déchets. Des mesures adaptées de prévention et de réduction des pollutions accidentelles seront mises en place pour préserver le milieu marin et la qualité de l'eau.</p>
<p>D11 : L'introduction d'énergie, y compris de sources sonores sous-marines, s'effectue à des niveaux qui ne nuisent pas au milieu marin.</p> <p>Enjeu 11a : Limitation de la perturbation des espèces par l'introduction de sources sonores sous-marines.</p>	<p>Limiter les pressions qui impactent physiologiquement les espèces ainsi que leurs capacités de détection et de communication acoustiques & protéger les habitats fonctionnels des perturbations sonores ayant un impact significatif sur les espèces qui les fréquentent.</p>	<p>La phase de construction générera une modification de l'ambiance sonore sous-marine conduisant à des perturbations sonores pour les mammifères marins et les poissons principalement.</p> <p>L'évaluation du dépassement des seuils de tolérance pour les mammifères marins a permis de quantifier les zones de risques de gêne ou de dommage physiologique.</p> <p>Le choix de fondations jacket avec installation des pieux par forage limite fortement les risques de perturbation de l'ambiance sonore sous-marine générés lors de la phase de construction.</p> <p>D'après les modélisations et analyses réalisées par Quiet-Oceans (2016) :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Les opérations de forage des pieux de 2,2 et 3 m de diamètre sont peu bruyantes et présentent des empreintes sonores très limitées pour toutes les espèces. • Ni les seuils de perturbations comportementales, ni ceux des dommages physiologiques, ne seront atteints lors des opérations envisagées.

6. Compatibilité du projet avec l'affectation des sols et son articulation avec les plans et les schémas

6.2 Articulation du projet avec les schémas, plans et programmes 6.2.5 Le plan d'action pour le milieu marin (PAMM) – sous-région marine « Golfe de

Descripteurs et enjeux écologiques associés	Objectifs environnementaux généraux	Articulation avec le projet
		<p>Les niveaux d'impact acoustiques pour toutes les autres espèces sont négligeables.</p> <p>Le maître d'ouvrage prévoit toutefois la mise en place de mesure de réduction de l'impact:</p> <p>Maîtrise des risques de dommages physiologiques directs en assurant une surveillance acoustique et visuelle afin de s'assurer de l'absence de mammifères dans les zones définies « à risque ».</p> <p>Ces mesures permettent de définir un impact résiduel négligeable à faible.</p>
	<p>Objectifs transversaux :</p> <p>Assurer le lien terre-mer pour garantir les équilibres naturels du milieu marin ;</p> <p>Sensibiliser, former, informer les acteurs, les usagers, le public.</p> <p>Permettre, par le maintien ou l'atteinte d'un bon état écologique du milieu marin, le développement durable des activités humaines qui en dépendent.</p> <p>Restaurer les écosystèmes dégradés.</p>	<p>Le projet n'est pas concerné par cette thématique</p>

Le projet de parc éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier est cohérent avec les descripteurs, enjeux écologiques et objectifs environnementaux du PAMM « Golfe de Gascogne ». Le projet soumis à l'enquête publique est compatible avec ce PAMM.

6.2.6 Le Schéma Régional du Climat, de l'Air et de l'Energie (SRCAE) des Pays de la Loire

Ces schémas prévus par l'article L.222-1 du code de l'environnement, sont co-élaborés par les préfets de région et les présidents des conseils régionaux. Ils définissent les orientations régionales et stratégiques en matière de réduction des émissions de gaz à effet de serre, de lutte contre la pollution atmosphérique, d'amélioration de la qualité de l'air, de maîtrise de la demande énergétique, de développement des énergies renouvelables et d'adaptation au changement climatique. Elaborés en concertation avec l'ensemble des acteurs locaux, ils définissent la contribution de chaque région et de ses territoires à l'atteinte des objectifs nationaux et internationaux de la France, notamment en matière de réduction des émissions de gaz à effet de serre et de développement des filières d'énergies renouvelables (éolien, photovoltaïque, solaire thermique, géothermie, hydraulique, biomasse)

Le Schéma propose 29 orientations qui concernent 8 domaines (domaine transversal, agriculture, bâtiment, industrie, transport et aménagement du territoire, énergies renouvelables, qualité de l'air et adaptation au changement climatique).

D'après ce document, l'éolien en mer est hors du périmètre du SRCAE Pays de la Loire mais sa contribution aux valeurs globales des EnR est évoquée et participe donc à la réduction des GES.

A travers l'orientation concernant le développement de manière volontariste de l'éolien terrestre dans les Pays de la Loire, dans le respect de l'environnement (orientation 20), un focus sur l'éolien en mer est présenté et cite la présence de deux sites où un parc éolien en mer serait susceptible d'être réalisé : zone dite de « Saint-Nazaire et la zone dite « des îles d'Yeu et de Noirmoutier » objet du présent dossier.

Le projet de parc éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier s'inscrit donc en cohérence avec les éléments évoqués dans le cadre du SRCAE des Pays de la Loire.

6.2.7 Les orientations nationales pour la préservation et la remise en bon état des continuités écologiques (ONVTB)

La Trame verte et bleue a pour objectif de contribuer à la préservation et à la remise en bon état des continuités écologiques afin d'enrayer la perte de biodiversité. Elle vise à favoriser la libre expression des capacités adaptatives des espèces et des écosystèmes, en prenant en compte les effets positifs des activités humaines et en limitant ou en supprimant les freins et barrières d'origine humaine.

Le document-cadre « Orientations nationales pour la préservation et la remise en bon état des continuités écologiques » a été adopté par décret en Conseil d'État du 20 janvier 2014.

Ce document contient deux parties :

- ▮ les choix stratégiques de nature à contribuer à la préservation et à la remise en état des continuités écologiques. Cette partie précise les définitions, les objectifs et les grandes lignes directrices pour la mise en œuvre de la trame verte et bleue ;
- ▮ le guide méthodologique précisant les enjeux nationaux et transfrontaliers pour la cohérence écologique de la trame verte et bleue à l'échelle nationale, les éléments méthodologiques propres à assurer la cohérence des schémas régionaux de cohérence écologique (SRCE) en termes d'objectifs et de contenu, et un dernier volet relatif à l'élaboration des SRCE pour les départements d'outre-mer.

L'analyse de l'articulation du projet avec le SRCE de la région Pays de la Loire est présentée au chapitre suivant.

Le guide méthodologique des orientations nationales identifie notamment les continuités écologiques d'importance nationale correspondant à des enjeux de migration pour l'avifaune et les poissons migrateurs amphihalins. Le littoral atlantique est ainsi identifié comme voie de migration pour l'avifaune d'importance nationale : Voie 1 « Littoral atlantique traversée de la Bretagne puis de la Manche jusqu'à l'Angleterre. »

Les données bibliographiques et les résultats des expertises réalisées en mer et depuis la côte mettent en évidence l'utilisation, plus ou moins régulière, des aires d'étude immédiate et éloignée (sur plusieurs dizaines de kilomètres de large) par de nombreuses espèces d'oiseaux marins, mais également par des oiseaux migrateurs.

Au regard des niveaux de sensibilité connus pour les espèces étudiées ainsi que des effectifs et activités observés lors des expertises, cinq espèces ressortent comme pouvant être affectées de façon notable (niveau d'impact évalué comme moyen) par effet « Barrière » principalement en phase d'exploitation : le Guillemot de Troïl (alcidé très présent localement en période hivernale, à enjeu fort et sensibilité modérée), le Fou de Bassan (espèce montrant généralement des réactions d'évitement des parcs éoliens en exploitation), l'Océanite tempête et le Puffin des Baléares (espèces présentant des enjeux forts et une sensibilité modérée à l'effet barrière, ponctuellement actives en vol localement en fin d'été et automne) ainsi que le Plongeon imbrin (espèce à niveau d'enjeu élevé, modérément sensible à l'effet barrière mais relativement peu présente localement en période hivernale). Trois autres espèces présentent des niveaux d'impact estimés comme faibles à moyens (Goéland argenté, Mouette tridactyle et Barge à queue noire) principalement en raison de leur niveau d'enjeu évalué comme fort et d'activités de transit pouvant être localement non négligeables. Les autres espèces étudiées présentent des niveaux d'impact évalués comme faibles voire négligeables.

En l'état, il est particulièrement complexe d'appréhender de façon pertinente les effets du projet sur les continuités écologiques, et notamment de quelle manière prendre en compte des effets cumulés avec le projet de parc éolien en mer de Saint-Nazaire. En effet, les jeux et les traitements de données sont relativement différents, ce qui rend difficile cette démarche

d'analyse. La localisation du parc éolien des Iles d'Yeu et de Noirmoutier au large du littoral tel que fixé à l'issue de considérations environnementales participe à son éloignement des principaux flux de migration. Ainsi au vu de ces éléments, les impacts attendus sont évalués faibles à négligeables, à l'exception des espèces citées ci-avant.

Le projet de parc éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier prend en compte les enjeux de la trame verte et bleue. Le projet soumis à l'enquête publique est compatible avec les orientations nationales pour la préservation et la remise en bon état des continuités écologiques.

6.2.8 Le schéma régional de cohérence écologique (SRCE) des Pays de la Loire

Le schéma régional de cohérence écologique (SRCE) est un maillon essentiel de la déclinaison de la Trame verte et bleue nationale. Outre la présentation des enjeux régionaux en matière de continuités écologiques, le SRCE cartographie les trames vertes et bleues et leurs diverses composantes à l'échelle de la région. Il contient des mesures contractuelles mobilisables pour la préservation ou la restauration des continuités écologiques.

Le schéma régional de cohérence écologique des Pays de la Loire a été adopté par arrêté du préfet de région le 30 octobre 2015.

Le SRCE de la région Pays de la Loire définit 5 sous-trames auxquelles sont rattachés les réservoirs de biodiversité : milieux boisés, milieux bocagers, milieux humides, cours d'eau et annexes, milieux littoraux. Par ailleurs, les milieux ouverts patrimoniaux de type pelouse sèche ou lande non inclus dans une des sous-trames précédentes font l'objet d'un traitement particulier.

Le plan d'action stratégique constitue le cadre, à l'échelle régionale, de mise en œuvre des objectifs de préservation et de remise en bon état des continuités écologiques identifiées au titre du SRCE.

Les actions définies dans le plan stratégique prennent en compte les milieux humides littoraux, et l'action 2.7 préconise de « Préserver les continuités écologiques inféodées aux milieux littoraux et rétro-littoraux ». La mise en œuvre de cette action concerne essentiellement le développement urbain et des infrastructures, le foncier et les espèces envahissantes, thématiques sans lien avec le projet éolien.

Le littoral de la côte atlantique est identifié dans le SRCE comme un axe structurant majeur pour les migrations des oiseaux constituant une continuité écologique longitudinale d'importance nationale. Aussi la compatibilité du projet avec ce programme reprend les mêmes conclusions que celles formulées lors de l'étude des « orientations nationales pour la préservation et la remise en bon état des continuités écologiques ».

Considérant les éléments présentés précédemment et le fait que la localisation du parc au large du littoral tel que fixé à l'issue de considérations environnementales participe à son éloignement des principaux flux de migration, les impacts attendus sont estimés négligeables à faibles, à l'exception de 5 espèces marines pour lesquelles les impacts sont faibles à moyen.

Le projet de parc éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier ne remet pas en cause les actions définies dans le plan stratégique du SRCE de la région Pays de la Loire et prend en compte les enjeux de ce schéma. Le projet soumis à l'enquête publique est compatible avec ce SRCE.

6.2.9 Le plan national de prévention des déchets 2014-2020

Au niveau européen, la prévention de la production de déchets, est portée par la Directive cadre sur les déchets (2008/98/CE) adoptée en novembre 2008, qui prévoit une obligation pour chaque État membre de l'Union européenne de mettre en œuvre des programmes de prévention des déchets.

Le programme national de prévention des déchets pour la période 2014-2020 a été publié au Journal Officiel du 28 août 2014.

Ce programme cible toutes les catégories de déchets (déchets minéraux, déchets dangereux, déchets non dangereux non minéraux), de tous les acteurs économiques (déchets des ménages, déchets des entreprises privées de biens et de services publics, déchets des administrations publiques).

Il couvre 13 axes stratégiques, regroupant 55 actions, qui reprennent l'ensemble des thématiques associées à la prévention des déchets :

- ▶ Responsabilité élargie des producteurs ;
- ▶ Durée de vie et obsolescence programmée ;
- ▶ Prévention des déchets des entreprises ;
- ▶ Prévention des déchets dans le BTP ;
- ▶ Réemploi, réparation, réutilisation ;
- ▶ Biodéchets ;
- ▶ Lutte contre le gaspillage alimentaire ;
- ▶ Actions sectorielles en faveur d'une consommation responsable ;
- ▶ Outils économiques ;
- ▶ Sensibilisation ;
- ▶ Déclinaison territoriale ;
- ▶ Administrations publiques ;
- ▶ Déchets marins.

En ce qui concerne le projet de parc éolien des Iles d'Yeu et de Noirmoutier, les entreprises devront respecter le plan de gestion des déchets prévu dans leur cahier des charges et définissant la gestion des déchets, leur destination et traitement durant toutes les phases du projet concernées (construction, exploitation, démantèlement).

En phase d'exploitation des procédures de récupération et de tri des déchets lors des opérations en mer seront mises en place suivant les réglementations en vigueur et une politique de réduction des déchets.

Les déchets générés par les activités de maintenance en mer seront conditionnés directement sur le parc éolien (par exemple dans le poste électrique) avant d'être transférés vers la base portuaire afin d'y être stockés puis évacués vers la filière de traitement adaptée. Des conditionnements adaptés (caisses, conteneurs,...) seront conçus pour le transbordement des déchets.

Les déchets générés par les activités de maintenance sur la base portuaire y seront directement stockés puis évacués vers les filières de traitement adaptées. Ils seront de nature suivante :

- ▶ déchets non dangereux : emballages non-contaminés, déchets organiques, autres déchets non dangereux ;
- ▶ déchets dangereux : graisses, huiles, emballages souillés, autres déchets dangereux.

La base portuaire de maintenance disposera d'aires de stockage dédiées, conçues et dimensionnées dans le respect de la réglementation en vigueur.

Le projet de parc éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier s'inscrit dans le respect des axes stratégiques du plan national de prévention des déchets 2014-2020. Le projet soumis à l'enquête publique est compatible avec ce plan national.

6.2.10 Les 4^e et 5^e du projet stratégique du Grand Port Maritime de Nantes Saint-Nazaire

Le Projet Stratégique est le document de programmation dans lequel le Grand Port Maritime de Nantes Saint-Nazaire (GPMNSN) détermine ses grandes orientations, les modalités de son action et les dépenses et recettes prévisionnelles nécessaires à sa mise en œuvre.

Un premier projet stratégique a couvert la période 2009-2013, et, le 23 octobre 2015, le Conseil de Surveillance du Grand Port Maritime de Nantes Saint-Nazaire a approuvé le projet stratégique 2015-2020.

La mise en œuvre des objectifs du projet stratégique se décline, conformément à l'article R.5312-63 du code des transports, au travers des 5 volets suivants :

- ▶ Volet 1 : Le positionnement stratégique et la politique de développement ;
- ▶ Volet 2 : Les aspects économiques et financiers ;
- ▶ Volet 3 : Les modalités d'exploitation des outillages ;
- ▶ Volet 4 : La politique d'aménagement et de développement durable du port ;
- ▶ Volet 5 : La desserte portuaire et le développement de l'intermodalité.

Localisé en dehors de son périmètre, le projet des Îles d'Yeu et de Noirmoutier n'aura pas d'interaction avec le projet stratégique du GPMNSN.

6.2.11 Le contrat de plan Etat-région (CPER) 2015-2020 des Pays de la Loire

Le Contrat de plan État-Région (CPER) est un document par lequel l'État et la Région s'engagent, aux côtés d'autres acteurs publics, à assurer le financement de projets structurants relatifs à l'aménagement du territoire régional.

Le CPER 2015-2020 de la région Pays de la Loire a été signé le 23 février 2015 par le président du Conseil régional et le préfet de région. Ses grandes priorités sont articulées autour de 7 volets :

- ▶ Mobilité multimodale ;
- ▶ Enseignement supérieur, recherche et innovation ;
- ▶ Transition écologique et énergétique ;
- ▶ Numérique ;
- ▶ Innovation, filière d'avenir et usine du futur ;
- ▶ Emploi, orientation et formation professionnelle ;
- ▶ Volet territorial.

Le projet de parc éolien des Iles d'Yeu et de Noirmoutier s'inscrit directement dans le volet « transition écologique et énergétique » du CPER. Il est notamment concerné par l'objectif TEE1 «Energie et changement climatique» qui identifie comme enjeu régional le développement des énergies renouvelables de manière générale, et en particulier des énergies marines avec les projets d'éoliennes en mer.

Des actions sont prévues dans ce sens entre l'Etat (ADEME) et la région, et les priorités de l'Etat porteront notamment sur le soutien aux énergies renouvelables.

Le projet de parc éolien des Iles d'Yeu et de Noirmoutier est cohérent avec le CPER 2015 - 2020 des Pays de la Loire. Le projet soumis à l'enquête publique est compatible avec le CPER.

6.2.12 Le schéma régional d'aménagement et de développement du territoire (SRADDT) des Pays de la Loire

Adopté en 2008, le schéma régional d'aménagement et de développement durable du territoire (SRADDT) des Pays de la Loire fixe les orientations fondamentales à long terme du développement du territoire régional.

La charte d'aménagement et de développement durable du SRADDT propose les orientations fondamentales du développement durable du territoire régional à 10 ans (soit aux alentours de l'horizon 2020). Elle dresse les orientations, les moyens et les conditions pour relever les cinq grands défis auxquels les Pays de la Loire sont confrontés :

- ▶ le changement démographique dans un contexte de maintien des solidarités territoriales et intergénérationnelles ;
- ▶ la connaissance ;
- ▶ l'accompagnement des mutations du socle industriel et agricole ;
- ▶ l'Ecorégion ;
- ▶ la place de la région en Europe et dans le monde.

Le projet de parc éolien des Iles d'Yeu et de Noirmoutier concerne plus particulièrement le défi de l'Ecorégion du SRADDT, qui vise notamment un nouvel équilibre environnemental et se traduit par l'ambition de la Région de devenir l'une des principales écorégions en Europe. La mise en œuvre de cette ambition privilégie notamment un objectif de croissance durable, avec en particulier comme levier d'action identifié la maîtrise de l'énergie et le développement des énergies renouvelables.

La Région apporte ainsi son soutien au développement des énergies renouvelables et favorise en particulier l'installation de parcs éoliens en mer.

Le projet de parc éolien des Iles d'Yeu et de Noirmoutier est en parfaite cohérence avec le SRADDT des Pays de la Loire. Le projet soumis à l'enquête publique est compatible avec ce SRADDT.

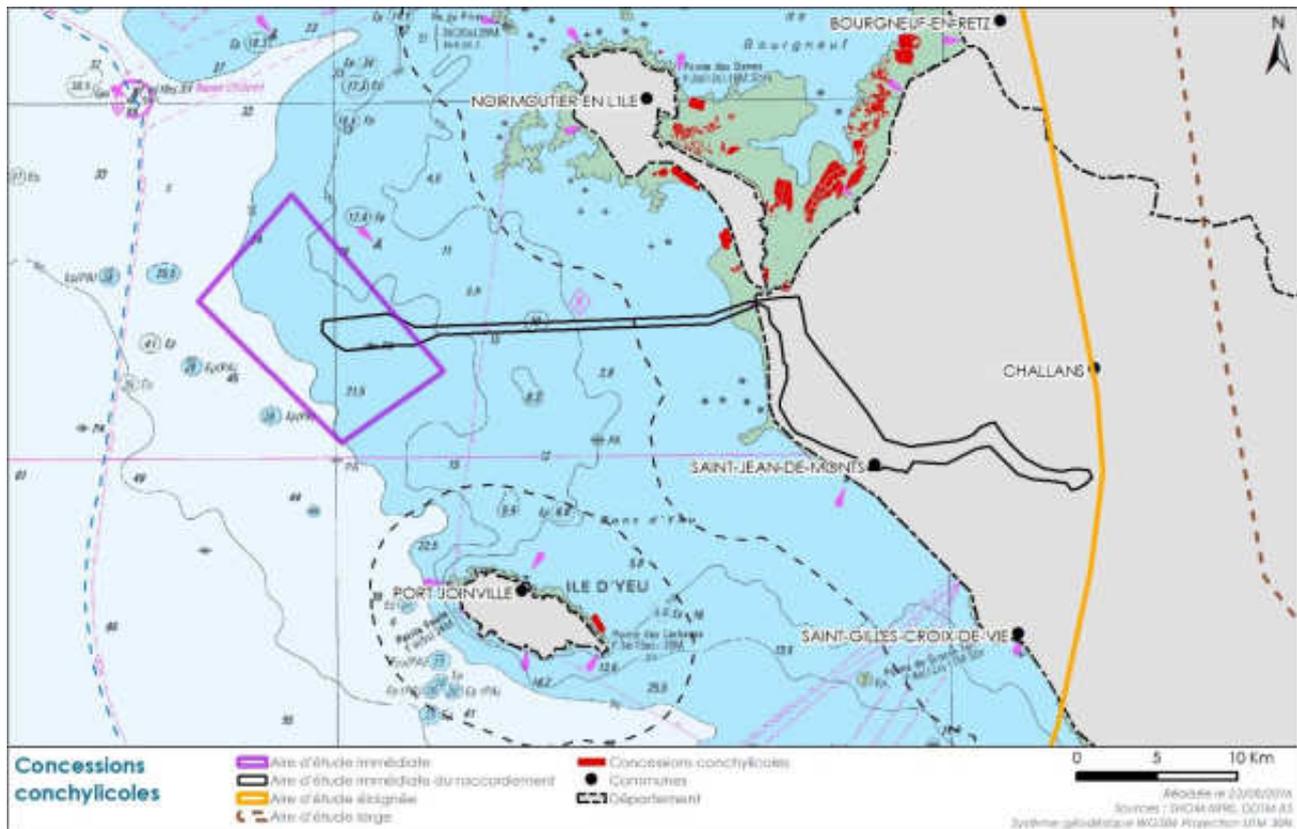
6.2.13 Le schéma des structures des exploitations de cultures du littoral Vendéen

Le schéma des structures des exploitations de cultures marines sur le littoral de la Vendée a été arrêté le 3 janvier 2011. Il détermine et précise, par grand type d'activité conchylicole (ostréiculture et mytiliculture), les mesures concernant :

- ▶ les dimensions d'exploitation (dimension de première installation, dimension minimale et maximale de référence) ;
- ▶ la durée maximale d'autorisation.

Le projet de parc éolien des Iles d'Yeu et de Noirmoutier n'interfère pas avec les zones de concession aquacoles présentées dans le schéma des structures des exploitations de cultures marines du littoral Vendéen (Carte 47).

Carte 47 : Concessions conchylicoles de la baie de Bourgneuf et de l'île d'Yeu



Source : DDTM 85, 2016

Le projet de parc éolien des Iles d'Yeu et de Noirmoutier ne remet pas en cause les mesures définies dans le schéma des structures des exploitations de cultures du littoral Vendéen. Le projet soumis à l'enquête publique est compatible avec ce schéma.

7 Présentation des méthodes utilisées et des difficultés rencontrées



Sommaire

7.1	Principes généraux et organisation de l'étude d'impact	641
7.1.1	Principes de rédaction : proportionnalité et approche systémique	641
7.1.1.1	Principe de proportionnalité	641
7.1.1.2	L'approche systémique	642
7.1.2	Processus itératif du projet	642
7.2	Méthode d'évaluation des enjeux	643
7.3	Méthode d'évaluation des effets et impacts	645
7.3.1	Détermination des effets	645
7.3.2	Détermination des impacts	646
7.3.3	Niveaux d'impacts pré-identifiés pour le milieu biologique marin	651
7.3.3.1	Le PAMM	651
7.3.3.2	Guide Ifremer/RTE : câbles sous-marins	655
7.4	Méthodologie de l'articulation du projet avec d'autres schémas, plans et programmes ou documents de planification	657
7.4.1	Choix des schémas, plans et programmes à analyser : approche méthodologique	657
7.4.2	Schémas, plans et programmes retenus	663
7.5	Détermination des mesures	664
7.6	Méthodologie pour l'évaluation des effets cumulés	666
7.6.1	La réglementation	666
7.6.2	Définition des effets cumulés	667
7.6.3	Recensement et choix des « autres projets connus » à prendre en compte dans l'analyse des effets cumulés avec le projet éolien en mer des îles d'Yeu et de Noirmoutier	668
7.6.3.1	Premier niveau d'analyse : recensement de tous les projets connus répondant à la définition réglementaire (liste générale)	668
7.6.3.2	Deuxième niveau d'analyse : de la liste générale à une liste restreinte	668
7.6.4	Composantes environnementales et effets cumulés pris en compte	672
7.6.5	Méthodes d'évaluation des effets cumulés	673
7.7	Méthodologie des expertises réalisées sur le milieu physique et naturel	674
7.7.1	Relevés géophysiques	678
7.7.1.1	Campagne géophysique de 2013	678
7.7.1.2	Campagne géophysique de 2014	679
7.7.2	Sondages géotechniques	680
7.7.3	Etude hydrodynamique et hydrosédimentaire	682
7.7.3.1	Données de bases utilisées	682
7.7.3.2	Modélisations numériques des impacts	683
7.7.3.2.1	Courants de marée	683
7.7.3.2.2	Etats de mer	690
7.7.3.2.3	Dynamique sédimentaire	696
7.7.3.2.4	Turbidité induite lors de la phase travaux	697

7.7.4	Qualité de l'eau et des sédiments	699
7.7.4.1	Plan d'échantillonnage	699
7.7.4.2	Déroulé des campagnes	700
7.7.4.2.1	Campagne printemps 2015	700
7.7.4.2.2	Campagne automne 2015	700
7.7.4.3	Acquisition des données	701
7.7.4.3.1	Mesure de qualité et prélèvement d'eau	701
7.7.4.3.2	Prélèvement de sédiment	703
7.7.4.4	Traitement des données	704
7.7.4.4.1	Qualité de l'eau	704
7.7.4.4.2	Sédiments	705
7.7.5	Impact environnemental des anodes sacrificielles en mer	708
7.7.6	Acoustique sous-marine	709
7.7.6.1	Aires d'études utilisées pour cette expertise	709
7.7.6.2	Description générale de la méthode	709
7.7.6.3	Modèle pour la caractérisation du bruit ambiant et des empreintes sonores	710
7.7.6.3.1	La plateforme de prévision du bruit anthropique Quonops®	710
7.7.6.3.2	Paramètres pris en compte dans les modélisations	710
7.7.6.3.3	Cartographie statistique	711
7.7.6.3.4	Définition et méthode d'estimation des empreintes sonores	711
7.7.6.4	Acquisition et traitement de données acoustiques in situ	712
7.7.6.4.1	Protocole de levé terrain	712
7.7.6.4.2	Instrumentation acoustique passive mise en œuvre	715
7.7.6.4.3	Traitements réalisés sur les données passives	716
7.7.6.4.4	Moyens d'acoustique active mis en œuvre	716
7.7.6.5	Acquisition des données descriptives des activités maritimes génératrices de bruit dans l'aire d'étude large	717
7.7.7	Acoustique aérienne	718
7.7.7.1	Déroulement des campagnes de mesures du bruit	718
7.7.7.2	Déroulement des campagnes de mesures du vent	719
7.7.7.3	Calculs prévisionnels de la contribution du projet	721
7.7.7.3.1	Présentation du modèle de calcul	721
7.7.7.3.2	Hypothèses d'émissions	722
7.7.8	Plancton, ressources halieutiques et autres peuplements marins	724
7.7.8.1	Principes méthodologiques	724
7.7.8.2	Stratégie d'échantillonnage et protocole retenu	725
7.7.8.3	Moyens opérationnels et engins de prélèvement	728
7.7.8.4	Descriptifs des engins de prélèvement et fonctionnement des campagnes	729
7.7.8.4.1	Les campagnes Filets	729
7.7.8.4.2	Les campagnes aux casiers à crustacés	730
7.7.8.4.3	Les campagnes d'échantillonnage au Bongo des larves et œufs	731
7.7.8.5	Méthodes d'analyses et de présentation des résultats	733
7.7.8.5.1	Traitements des captures et analyses des résultats	733
7.7.8.5.2	Traitements informatique des données	733
7.7.8.5.3	Méthodologie d'évaluation des enjeux sur la ressource halieutique	735
7.7.9	Avifaune marine	749
7.7.9.1	Analyse des connaissances et des données bibliographiques disponibles	749
7.7.9.2	Méthodes d'acquisition de données in situ	750
7.7.9.2.1	Protocoles des expertises menées en mer	751
7.7.9.2.2	Efforts d'expertise et organisation temporelle au cours de la mission	753

7.7.9.3	Exploitation des données d'état initial	754
7.7.9.4	Méthodes d'évaluation des enjeux	754
7.7.9.4.1	Valeur patrimoniale	754
7.7.9.4.2	Localisation (aire d'étude la plus sollicitée)	755
7.7.9.4.3	Tendance démographique (conséquence de l'évolution)	756
7.7.9.4.4	Evaluation finale de l'enjeu	757
7.7.9.5	Méthodes d'évaluation des impacts dans le cas de l'avifaune	757
7.7.9.5.1	Détermination des paramètres définissant le niveau d'impact dans le cas de l'avifaune	758
7.7.9.5.2	Evaluation du niveau d'impact	760
7.7.9.5.3	Evaluation des impacts par collision	760
7.7.10	Mammifères marins, tortues marines et autres grands pélagiques	766
7.7.10.1	Analyse des données bibliographiques	766
7.7.10.2	Méthodes d'acquisition de données in situ	767
7.7.10.2.1	Inventaires visuels en mer	767
7.7.10.2.2	Expertises par acoustique sous-marine	768
7.7.10.3	Exploitation des données d'état initial	768
7.7.10.4	Méthodes d'évaluation des enjeux	769
7.7.10.4.1	Evaluation de la valeur patrimoniale (critère « valeur »)	769
7.7.10.4.2	Evaluation de l'intérêt des aires d'étude pour l'élément considéré (critère « localisation »)	770
7.7.10.4.3	Evaluation du niveau d'enjeu	771
7.7.10.5	Méthodes d'évaluation des impacts	771
7.7.10.5.1	Evaluation et niveau d'impact	771
7.7.10.5.2	Evaluation des risques biologiques lié aux émissions sonores	771
7.7.11	Chiroptères	776
7.7.11.1	Analyse des données bibliographiques	776
7.7.11.2	Méthodes d'acquisition de données in situ	776
7.7.11.3	Méthodes d'exploitation des données	779
7.7.11.4	Méthodes d'évaluation des enjeux	779
7.7.11.4.1	Evaluation de la valeur patrimoniale (critère "Valeur")	779
7.7.11.4.2	Evaluation de l'intérêt des aires d'étude pour l'élément considéré (critère "Localisation")	780
7.7.11.4.3	Evaluation de la tendance démographique (critère "Conséquence de l'évolution")	780
7.7.11.4.4	Evaluation du niveau d'enjeu	781
1.1.1.2	Méthodes d'évaluation des impacts	781
7.8	Méthodologie d'analyse des sensibilités paysagères	782
7.9	Méthodologie propre au patrimoine	783
7.9.1	Différents éléments du patrimoine réglementé	783
7.9.1.1	Les Monuments historiques	783
7.9.1.2	Les sites protégés	783
7.9.1.3	Les Aires de Mise en Valeur de l'Architecture et du Patrimoine (AVAP) (ex-Zones de Protection du Patrimoine Architectural, Urbain et Paysager - ZPPAUP)	784
7.9.2	Prise en compte du patrimoine règlementé dans l'étude	785
7.9.3	Logiciels spécifiques utilisés pour l'évaluation des impacts	786
7.9.3.1	Le calcul de visibilité : Cartographie Approfondie de Visibilité des Eoliennes (CAVE)	786
7.9.3.1.1	Objectifs	786
7.9.3.1.2	Principes méthodologiques	786
7.9.3.1.3	Cartographie de synthèse	788

7.9.3.2	Les simulations visuelles	789
7.9.3.2.1	Objectifs et limites	789
7.9.3.2.2	Prises de vue et montage des panoramiques	790
7.9.3.2.3	Réalisation du photomontage	791
7.9.3.2.4	Document de présentation	792
7.9.4	Paysage	793
7.9.5	Patrimoine	794
7.9.5.1	Différents éléments de patrimoine réglementé	794
7.9.5.1.1	Les Monuments Historiques	794
7.9.5.1.2	Les sites protégés	794
7.9.5.1.3	Les Aires de Mise en Valeur de l'Architecture et du Patrimoine (AVAP) (ex-Zones de Protection du Patrimoine Architectural, Urbain et Paysager - ZPPAUP)	795
7.9.5.2	Prise en compte du patrimoine réglementé dans l'étude	796
7.9.6	Archéologie sous-marine	797
7.10	Navigation, sécurité, trafic maritime et servitudes	798
7.10.1	Analyse du trafic maritime et de sa surveillance	798
7.10.1.1	Sources bibliographiques	798
7.10.1.2	Aire d'étude utilisée pour l'étude du trafic maritime	799
7.10.1.3	Système SPATIONAV	800
7.10.1.4	Evaluation des impacts et proposition de mesures	801
7.10.2	Analyse des servitudes	801
7.10.3	Analyse des risques maritimes	802
7.10.3.1.1	Analyse des risques	802
7.10.3.1.2	Maîtrise des risques	803
7.10.4	Risques pyrotechniques	805
7.11	Analyse socio-économique spécifique à l'activité de pêche professionnelle	807
7.11.1	Principes généraux	807
7.11.1.1	Les grandes étapes de la méthode	807
7.11.1.2	Source de données	808
7.11.2	Outil de caractérisation socio-économique de la filière pêche	808
7.11.2.1	Identification de la population concernée (étape 1)	810
7.11.2.2	Segmentation des flotilles concernées et échantillonnage (étape 2)	810
7.11.2.3	Collecte des données (étape 3)	811
7.11.2.3.1	Filière amont	811
7.11.2.3.2	Filière aval	814
7.11.2.4	Caractérisation des activités potentiellement impactées (étape 4)	817
7.11.2.4.1	Définition des indicateurs cibles	817
7.11.3	Processus d'évaluation des scénarios de gestion du parc	823
7.11.3.1	Les biais et limites de l'évaluation	823
7.11.3.2	Les principes des évaluations mises en oeuvre	824
7.12	Bilan carbone	826
7.13	Difficultés rencontrées et limites de l'étude	827
7.13.1	Difficultés et limites dans la rédaction globale de l'étude d'impact	827
7.13.1.1	Difficultés relatives à la réalisation de l'étude d'impact	827
7.13.1.2	Limites des méthodes utilisées pour la réalisation de l'étude d'impact	828

7.13.2 Difficultés et limites des expertises	829
7.13.2.1 Difficultés et limites de l'expertise acoustique sous-marine	829
7.13.2.1.1 Mise en œuvre des mesures en mer	829
7.13.2.1.2 Limites de la base de données AIS	830
7.13.2.1.3 Approximations de la modélisation sonore	830
7.13.2.1.4 Incertitudes relatives aux niveaux sonores émis	830
7.13.2.2 Difficultés et limites de l'expertise plancton, ressources halieutiques et autres peuplements marins	831
7.13.2.2.1 Difficultés	831
7.13.2.2.2 Limites	831
7.13.2.3 Difficultés et limites de l'expertise mammifères marins, tortues marines et autres grands pélagiques	833
7.13.2.3.1 Intérêts et limites des observations en bateau	833
7.13.2.3.2 Intérêts et limites des observations avion	833
7.13.2.3.3 Limites et difficultés du traitement bio-acoustique des données	833
7.13.2.3.4 Limites de l'évaluation des impacts acoustiques sur les mammifères marins, tortues et grands pélagiques	834
7.13.2.3.5 Limites de l'évaluation des impacts acoustiques sur les ressources halieutiques (poissons, mollusques, céphalopodes)	835
7.13.2.4 Difficultés et limites de l'expertise avifaune	837
7.13.2.4.1 Intérêt et limites des observations bateau	837
7.13.2.4.2 Intérêt et limites des observations avion	837
7.13.2.4.3 Limites des inventaires depuis la côte	837
7.13.2.4.4 Limites des modèles de collision	838
7.13.2.5 Difficultés et limites de l'expertise chiroptères	840
7.13.2.5.1 Limites générales de la méthode d'échantillonnage acoustique	840
7.13.2.5.2 Intérêts et limites des inventaires insulaires et côtiers	842
7.13.2.5.3 Intérêts et limites des inventaires menés en mer	842
7.13.2.6 Limites de la campagne d'archéologie sous-marine	844
7.13.2.7 Limites de l'étude de trafic	844
7.13.2.8 Limite de l'analyse des risques maritimes	845
7.13.2.9 Limites de l'analyse socio-économique spécifique à l'activité de pêche professionnelle	845
7.13.2.9.1 Limites sur les données d'entrée	845
7.13.2.9.2 Limites sur la méthodologie d'évaluation des impacts	846
7.13.2.9.3 Limites sur la définition des mesures	846

Table des illustrations

CARTES

Carte 48 : Lignes de navigation de l'étude géophysique.....	680
Carte 49 : Localisation des sondages géotechniques	681
Carte 50 : Emprise du modèle numérique	685
Carte 51 : Localisation considérées pour les simulations de dispersion de la partie fine des résidus de forage.....	698
Carte 52 : Localisation des stations de mesure de la qualité de l'eau sur les aires d'étude immédiates	702
Carte 53 : Positions des enregistreurs acoustiques servant à caractériser le bruit ambiant sur les aires d'étude immédiate et éloignée.	714
Carte 54 : Localisation des stations prévisionnelles pour les missions « pêches ».....	727
Carte 55 : Aires d'étude du parc éolien en mer des Iles d'Yeu et de Noirmoutier – Aires dans lesquelles les données SPATIONAV (SAM) utilisées sont extraites.....	799
Carte 56 : Les 7 emplacements sondés lors de la campagnes de levée UXO	805

FIGURES

Figure 86 : Principe d'itération retenu pour l'élaboration du projet	642
Figure 87: Principes d'évaluation des impacts.....	647
Figure 88 : Approche méthodologique	658
Figure 89 : Maillage global (en haut), et détail du maillage à l'échelle de l'AEI (à gauche) et d'une fondation jacket (à droite).....	686
Figure 90 : Comparaison des cotes d'eau calculées et prédites au niveau du port de l'Herbaudière	687
Figure 91 : Comparaison des cotes d'eau mesurées au droit de l'ADCP et calculés par le modèle TELEMAC-2D	688
Figure 92 : Comparaison des champs de courants calculés par le modèle TELEMAC-2D et issus de l'atlas des courants de marée (SHOM), pour un coefficient 95	689
Figure 93 : Comparaison des roses de courants mesurées par l'ADCP et calculées par le modèle TELEMAC-2D	690
Figure 94 : Variation spatiale de hauteur significative lors de la tempête Joachim à 04 :00 (nord golfe de Gascogne).....	691
Figure 95 : Variation spatiale de hauteur significative lors de la tempête Joachim à 04 :00 (De la presqu'île de Quiberon aux Sables d'Olonne)	692
Figure 96 : Variation spatiale de hauteur significative lors de la tempête du 02/01/2016 à 10:00 (nord golfe de Gascogne).....	692
Figure 97 : Variation spatiale de hauteur significative lors de la tempête du 02/01/2016 à 10 :00 (De la presqu'île de Quiberon aux Sables d'Olonne)	693
Figure 98 : Comparatif entre les prévisions PREVIMER et le modèle TOMAWAC – Tempête Joachim à pleine mer pour l'état initial	694
Figure 99 : Comparatif entre les prévisions PREVIMER et le modèle TOMAWAC – Tempête Joachim à basse mer pour l'état initial	694
Figure 100 : Comparatif entre les prévisions PREVIMER et le modèle TOMAWAC – Tempête du 02/01/2016 à pleine mer pour l'état initial.....	695
Figure 101 : Comparatif entre les prévisions PREVIMER et le modèle TOMAWAC – Tempête du 02/01/2016 à basse mer pour l'état initial	695
Figure 102 : Méthodologie et moyens mis en œuvre pour l'étude d'impact acoustique.....	709
Figure 103 : Description schématique de la plateforme opérationnelle de prévision des bruits	711
Figure 104 : Position des enregistreurs (en vert) et des émissions actives (en bleu) ayant servi à la calibration	715
Figure 105: Déploiement d'une cage instrumentée.....	715
Figure 106 : Algorithme de calcul des niveaux sonores.	716

Figure 107 : Système Pulse© mis en œuvre.	717
Figure 108 : Gabarit des niveaux de bruit émis par les navires en fonction de la fréquence et de leur catégorie.....	718
Figure 109 : Roses des vents du 10 au 17 décembre 2015 issues de la station Lidar d'EMYN.....	719
Figure 110 : Roses des vents du 3 au 19 mai 2016 issues de la station Lidar d'EMYN.....	720
Figure 111 : Aperçu 3D de la modélisation CadnaA (CadnaA).....	721
Figure 112 : Niveaux de puissances acoustiques des éoliennes en fonction de la puissance unitaire de production électrique et selon des vitesses de vents définies Error! Bookmark not defined.	
Figure 113 : Compartiments, espèces et modalités de traitement pour l'analyse de l'état initial de la ressource (Source : BRLi 2015).....	724
Figure 114: Probabilité de collisions en fonction des options par mois (gauche) et en fonction de la fréquence des résultats (droite).....	764
Figure 115 : Graduation des risques biologiques en fonction de l'éloignement à la ou les sources de bruit anthropique.....	773
Figure 116 : Périodes du cycle biologique couvertes par les stations d'enregistrement en 2014 et 2015.....	777
Figure 117 : Période du cycle biologique couverte par les enregistrements effectués en mer.....	777
Figure 118: Schéma du support du détecteur d'ultrasons SM2BAT, alimentation et microphone # 2 (©Biotope). Les câbles ne sont pas représentés, sauf sur le microphone.....	778
Figure 119 : Critères et niveaux d'enjeux retenus pour la synthèse des enjeux paysages et patrimoniaux.....	782
Figure 120 : Les grands principes du calcul.....	787
Figure 121 : Principe de calcul de l'angle vertical.....	787
Figure 122 : Principe de calcul de l'angle horizontal.....	788
Figure 123 : Principe de la synthèse des différents calculs de visibilité.....	789
Figure 124 : descriptif des 7 étapes de la méthodologie employée.....	807
Figure 125: source des données recueillies pour l'étude des effets socio-économiques.....	808
Figure 126 : représentation de la filière liée à la pêche professionnelle.....	809
Figure 127 : les déterminants de la rentabilité globale d'une entreprise de pêche.....	812
Figure 128 : synthèse des données à collecter.....	813
Figure 129 : les interactions à prendre en compte suite à l'implantation d'un parc éolien en mer.....	817
Figure 130 : principe de sélection des indicateurs de résultat.....	818
Figure 131 : le calcul de la VAD.....	819
Figure 132 : les 3 niveaux de valeur ajoutée.....	819
Figure 133: principe de sélection des indicateurs de suivi.....	821
Figure 134 : méthode de calcul de l'évaluation de niveau II selon les scénarios de gestion.....	825

TABLEAUX

Tableau 110 : Grille d'évaluation des niveaux d'enjeux à utiliser.....	643
Tableau 111 : Exemple de tableau de synthèse des effets.....	645
Tableau 112 : Méthode d'évaluation de l'importance de l'impact (principe 1 avec définition de la sensibilité).....	649
Tableau 113 : Méthode d'évaluation de l'importance de l'impact (principe 2).....	650
Tableau 114 : Exemple de tableau de synthèse des effets et des impacts.....	651
Tableau 115 : Exemple de tableau de synthèse des effets et des impacts pour un effet négligeable....	651
Tableau 116 : Synthèse des activités et des pressions sur l'environnement définies par le PAMM.....	652
Tableau 117 : Synthèse des composantes du bon état face aux pressions, d'après le PAMM.....	654
Tableau 118 : impacts potentiellement engendrés par les câbles électriques sous-marins.....	656
Tableau 119 : Analyse des interfaces possibles entre les dispositions, orientations, objectifs des plans, schémas et programmes et le projet de parc éolien en mer.....	658
Tableau 120 : Documents retenus pour l'analyse de l'articulation du projet avec les plans, schémas et programmes.....	663
Tableau 121 : Fiche type de présentation des mesures.....	665

Tableau 122 : Sélection des projets à retenir dans l'analyse des effets cumulés.....	669
Tableau 123 : Principales composantes environnementales concernées et effets cumulés associés	672
Tableau 124 : Synthèse des études environnementales réalisées pour le projet de parc éolien en mer des îles d'Yeu et de Noirmoutier.....	674
Tableau 125 : Paramètres du sondeur multifaisceaux.....	678
Tableau 126 : Paramètres du profileur de sédiments.....	678
Tableau 127 : Paramètres de l'appareil de sismique réflexion	678
Tableau 128 : Paramètres du profileur de sédiments.....	679
Tableau 129 : Paramètres de l'appareil de sismique réflexion.....	679
Tableau 130 : Paramètres du sondeur multifaisceaux	679
Tableau 131 : Récapitulatif des sondages réalisés sur le site du Projet (Horizon)	681
Tableau 132 : Données de base utilisées pour la mise en œuvre des modèles	682
Tableau 133 : Experts intervenus sur la thématique qualité de l'eau et des sédiments, et leurs domaines de compétence	699
Tableau 134 : Synthèse de l'effort d'échantillonnage sur l'aire d'étude immédiate (et ses proches abords) selon le compartiment étudié (eau ou sédiment).....	699
Tableau 135 : Liste des paramètres analysés sur le prélèvement d'eau.....	704
Tableau 136 : Niveaux de référence concernant la qualité des sédiments.....	706
Tableau 137 : Définition des classes ou indices de contamination pour les 3 paramètres exprimant la pollution organique (Alzieu, 2003).....	707
Tableau 138 : Limites définissant les classes sédimentaires utilisées	707
Tableau 139 : Coordonnées et dates de mise à l'eau des instruments d'acoustique passive.....	713
Tableau 140 : Données des émissions sonores des éoliennes de différents constructeurs.....	Error!
Bookmark not defined.	
Tableau 141 : Hypothèse des niveaux de puissances acoustiques de l'éolienne de type AD8-180	723
Tableau 142 : Hypothèses des émissions sonores des éoliennes AD8-180 en fonction de la fréquence et des vitesses de vent à 10m	724
Tableau 143 : programme d'échantillonnage lors des campagnes scientifiques sur la ressource halieutique	726
Tableau 144 : Nature des fonds à l'endroit de chaque station d'échantillonnage selon la typologie Eunis	728
Tableau 145 : Grille de notation de l'aire d'étude la plus sollicitée (adultes)	738
Tableau 146 : Grille de notation de l'aire d'étude la plus sollicitée (Frayère).....	739
Tableau 147 : Grille de notation de l'aire d'étude la plus sollicitée (nourricerie)	740
Tableau 148 : Grille de notation de l'évolution temporelle	741
Tableau 149 : Description des différents protocoles d'observation visuelle en mer	752
Tableau 150 : Bilan du nombre de sessions et fréquence moyenne des sorties en mer et à la côte (avifaune)	753
Tableau 151 : Bilan du nombre de sessions d'expertises d'observation en mer par période biologique et par année de suivi (deux cycles annuels)	753
Tableau 152 : Note attribuée aux critères des listes rouges utilisés pour déterminer la valeur	755
Tableau 153: Note attribuée pour le critère "Localisation" (oiseaux migrateurs et hivernants)	755
Tableau 154: Note attribuée pour le critère "Localisation" (oiseaux marins nicheurs).....	756
Tableau 155 : Paramètres utilisés dans la modélisation des collisions avec les éoliennes en mer.....	761
Tableau 156 : Description des paramètres des options du modèle de collision	763
Tableau 157: Linéaires et proportion de la distance totale parcourue par gammes bathymétriques, pour les trois protocoles d'observation	767
Tableau 158 : Synthèse des protocoles de mesure acoustique et des résultats attendus	768
Tableau 159: Note attribuée aux critères des listes rouges et autres statuts utilisés	769
Tableau 160: Note attribuée pour le critère "Localisation"	770
Tableau 161: Synthèse des seuils de perturbation sonore pour les mammifères marins et poissons susceptibles d'être présents dans la zone d'étude.....	775
Tableau 162: Note attribuée aux critères des listes rouges et autres statuts utilisés.....	779
Tableau 163: Informations utilisées pour la notation du critère « Localisation ».....	780

Tableau 164 : Coefficients pour la définition des sensibilités patrimoniales (monuments historiques)...	785
Tableau 165 : Coefficients pour la définition des sensibilités patrimoniales (sites inscrits, classés, AVAP)	785
Tableau 166 : coefficients pour la définition des sensibilités patrimoniales (monuments historiques) ...	796
Tableau 167 : coefficients pour la définition des sensibilités patrimoniales (sites inscrits, classés, AVAP)	796
Tableau 168 Grille de criticité	804
Tableau 169 : Liste des Equipements	806
Tableau 170: 111 navires des Pays de la Loire concernés par l'« aire d'étude activité de pêche VALPENA »	811
Tableau 171 : présentation des 54 navires échantillonnés	814
Tableau 172 : représentativité des données de vente en halles à marée des Pays de la Loire	815
Tableau 173: principales catégories d'acheteurs s'approvisionnant dans les halles à marée des Pays de la Loire	816
Tableau 174 : les scénarios de gestion appliqués pour l'analyse de l'impact	824
Tableau 175: Distance de détection, en milieux ouverts et semi-ouverts, des principales espèces de chiroptères de France	841

PHOTOGRAPHIES

Photographie 12 : Aperçu du navire TZIGANE	700
Photographie 13 : Travail à bord du navire ESTRAN	700
Photographie 14 : Paramétrage du boîtier d'enregistrement de la sonde, et immersion.....	701
Photographies 15 : A gauche, aperçu de la benne « Day », de la colonne de tamis et du conditionnement. A droite, l'allure du sédiment à la station N03.....	703
Photographies 16 : tri et mesure des individus (de gauche à droite : bac de poissons, homard, prise de notes).....	728
Photographies 17: Fileyeur le "Bad Boy" (à gauche au premier plan) et filet à poissons (à droite)	729
Photographies 18: Filage (pose) des filets (à gauche) et Virage (relève) des filets (à droite)	729
Photographies 19 : tri et mesure des individus	729
Photographies 20 : Support nautique utilisé (à gauche) et filage (pose) des casiers (à droite)	730
Photographies 21 : Tri (en haut à gauche) et mesure des crustacés	730
Photographies 22 : Chalutier Déesse de l'Océan (à gauche) et Double filet bongo (à droite).....	731
Photographies 23 : Volucompteur disposé sur l'ouverture du filet (à gauche) et collecteur situé à l'extrémité du filet (à droite).....	731
Photographies 24 : Mise à l'eau des filets et remontée des filets	732
Photographies 25 : Phase de rinçage des filets	732
Photographies 26 : Détail d'un collecteur : jeune poisson recueilli dans le collecteur	732
Photographies 27 : Poste de pilotage, équipement de positionnement du bateau et sonde multi-paramètre	733
Photographie 28 : Bateau utilisé lors des inventaires.....	751
Photographie 29 : Avion Britten-Norman Islander utilisé pour les inventaires	751
Photographie 30 Bateau de pêche sur lequel le dispositif d'enregistrement a été installé.....	777
Photographie 31 Installation du dispositif sur le bateau de pêche).....	777
Photographie 32 : Schéma du montage du détecteur et du microphone # 2 sur la bouée.....	778
Photographie 33 : Dispositif mis en place sur la bouée	778

7.1 Principes généraux et organisation de l'étude d'impact

Ce présent chapitre détaille la méthodologie retenue pour la réalisation de l'étude d'impact et des expertises associées.

Un travail de réflexion et de recherche a été réalisé par le bureau d'études BRL Ingénierie afin de proposer une méthodologie claire et commune à l'ensemble des expertises dans l'objectif de faciliter la définition des niveaux d'enjeux et d'impacts tout en tenant compte de la réglementation du code de l'environnement.

Il s'appuie notamment sur la lecture et la comparaison des différents guides et documents relatifs au milieu marin et à la réalisation d'étude d'impact sur l'environnement en particulier les ouvrages suivants :

- ▶ Les différents guides d'étude d'impact publiés depuis 2001 spécifiques ou non aux parcs éoliens en mer (UICN, 2014, CGDD, 2013, MEDDE, 2010 et 2012, MATE, 2001, Faculté des sciences et de génie Université Laval, CETMEF, 2010)...;
- ▶ L'évaluation de l'état initial du PAMM, 2012 ;
- ▶ La « synthèse bibliographique des impacts des câbles électriques sous-marins » réalisée par l'Ifremer (contrat RTE) en juillet 2011.

La liste complète des documents consultés pour la réalisation de cette méthodologie et pour celles des expertises est indiquée dans le chapitre « Bibliographie ».

7.1.1 Principes de rédaction : proportionnalité et approche systémique

7.1.1.1 Principe de proportionnalité

La règle générale de rédaction est précisée dans l'article R.122-5 – I du décret relatif à l'étude d'impact qui souligne que « le contenu de l'étude d'impact est proportionné à la sensibilité environnementale de la zone susceptible d'être affectée par le projet, à l'importance et la nature des travaux, ouvrages et aménagements projetés et à leurs incidences prévisibles sur l'environnement ou la santé humaine ». L'expérience et la pratique en matière d'étude d'impact ont permis d'identifier les thèmes de l'environnement autour desquels s'organisent et se structurent les expertises spécifiques à l'évaluation des impacts. Ces thèmes peuvent être regroupés en cinq grands ensembles : milieu physique, milieu biologique, milieu paysager, milieu humain, sécurité/santé. Pour chaque thème, l'importance des analyses tient compte de la nature du projet ou encore des caractéristiques du territoire auxquelles s'appliquent le principe de proportionnalité.

Certaines de ces préoccupations sont transversales. C'est le cas notamment :

- ▶ **de la sécurité** qui renvoie en particulier à la navigation maritime, aux risques naturels (tempête, érosion côtière,...), aux risques technologiques (risques pyrotechniques,...) ;
- ▶ **des effets sur la santé humaine** qui sont appréhendés sur la base des éléments relatifs à d'autres aspects de l'environnement tels les risques de pollution des eaux, le bruit ou encore l'émission de champs magnétiques. La partie relative à la santé humaine fait ainsi référence à l'évaluation des impacts sur d'autres thématiques. La commodité du voisinage est également traitée dans cette partie.

7.1.1.2 L'approche systémique

La conduite de l'étude d'impact s'est attachée à appliquer l'approche globale ou systémique qui privilégie l'analyse des interactions entre les éléments par rapport aux connaissances que l'on peut en avoir. Basée sur la définition d'aires études adaptées aux composantes du système, le principe consiste à analyser l'état actuel des thématiques mais également les évolutions prévisibles ainsi que les facteurs les conditionnant.

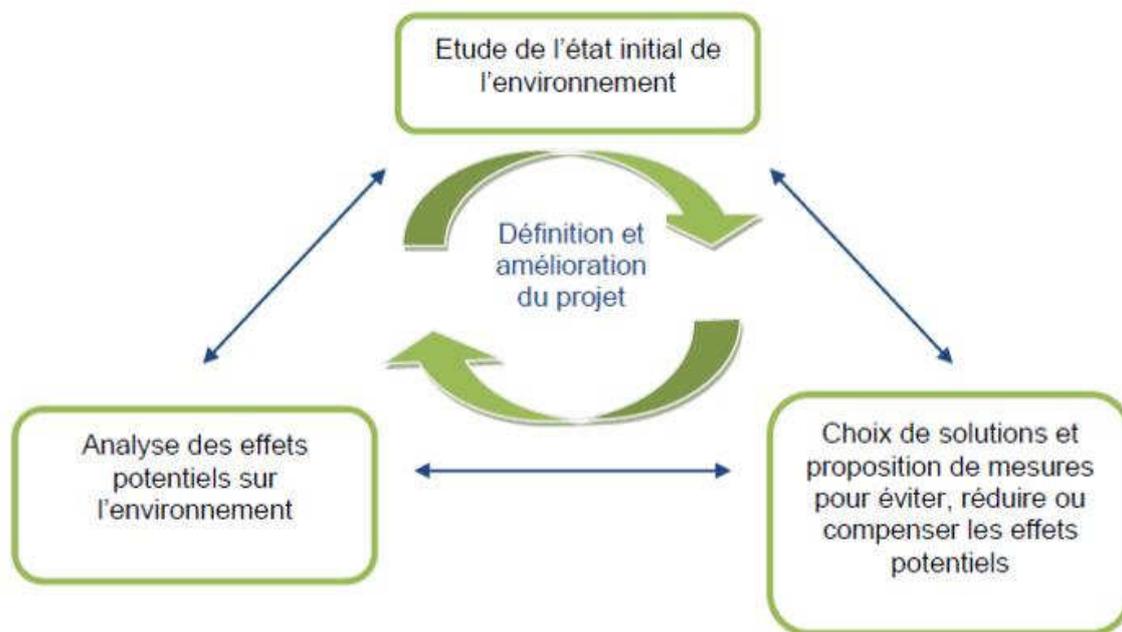
Aussi, les analyses thématiques sont rapprochées les unes des autres afin d'identifier les interrelations entre elles et les conséquences indirectes ou induites d'une modification du système ou du milieu par les facteurs identifiés ou le projet.

Ce point est abordé dans une partie spécifique de l'état initial « interrelations entre les éléments décrits et les thématiques de l'environnement » et permet d'étudier les différents types d'impacts (indirects...) et les effets additifs.

7.1.2 Processus itératif du projet

L'étude d'impact est élaborée en concertation et selon un processus progressif et continu d'échanges entre les bureaux d'étude en charge de l'élaboration des études environnementales, les services de l'état et autres acteurs du territoire concernés par la mise en œuvre du projet et le maître d'ouvrage, qui permet d'intégrer les préoccupations environnementales dans les différentes étapes de définition du projet. Ce processus itératif, traduit notamment par l'analyse d'éventuelles solutions de substitution, permet d'aboutir à une intégration environnementale optimale du projet.

Figure 86 : Principe d'itération retenu pour l'élaboration du projet



Les paragraphes suivants présentent les méthodes qui ont été mises en œuvre à chacune de ces étapes.

7.2 Méthode d'évaluation des enjeux

Un enjeu environnemental désigne la valeur prise par une fonction ou un usage, un territoire ou un milieu au regard de préoccupations écologiques, patrimoniales, paysagères, sociologiques, de qualité de la vie et de santé. Cette valeur est celle accordée par la société à un moment donné, qui intègre aussi des aspects économiques et sociaux.

Définir un enjeu, c'est déterminer les biens, les valeurs environnementales, les fonctions dont il faut éviter la dégradation et la disparition. C'est également déterminer les vulnérabilités et les potentialités du site concerné, les risques potentiels (naturels ou provenant des activités humaines) et la situation par rapport à des normes réglementaires ou des objectifs de qualité.

Le niveau d'enjeu est évalué sur la base des 3 paramètres listés ci-dessous affectés d'une valeur numérique (attribution de notes) :

- La valeur de l'élément.** La définition de ce paramètre s'appuie sur des critères tels que la rareté, le statut de protection, l'originalité, la diversité, la qualité de vie... et fait appel aux notions évoquées ci-dessus. Plus la valeur est importante, plus la note attribuée et donc celle de l'enjeu, est élevée.

Le paramètre valeur est celui qui s'avère le plus facile à définir et le plus déterminant pour définir un enjeu. Il fait donc l'objet d'une surpondération.

- L'aire d'étude la plus sollicitée.** Elle correspond à l'aire d'étude majoritairement utilisée ou occupée par la composante. Plus l'aire d'étude immédiate est concernée, plus la note est importante. A l'inverse, si la répartition est plus étalée ou concentrée au sein des aires d'étude éloignée ou large, alors la note est moins élevée.

Lorsque l'information est manquante et qu'il n'est pas possible de définir ce paramètre, la note moyenne dite « conservatrice » (2) est choisie.

- L'évolution de l'élément dans le temps.** L'évolution et son pas de temps sont fonction des données disponibles au moment de l'analyse (données statistiques, informations sur la dynamique des populations, appréciations scientifiques...). Cette évolution est appréciée différemment pour les thématiques touchant aux activités humaines et à la santé (urbanisation, trafic ou cas particuliers comme les espèces envahissantes ...); des thématiques relatives à l'environnement et l'écologie (espèces, habitats, milieu sensible...). A titre d'exemple, la régression d'une population d'oiseaux traduit un enjeu de protection important; dans le cas à l'inverse d'une progression de l'habitat, l'enjeu élevé traduit une pression accrue sur l'environnement. Ces deux exemples conduisent à retenir une note élevée du paramètre évolution.

Lorsque l'information est manquante et qu'il n'est pas possible de définir ce paramètre, le cas le plus défavorable est retenu (note : 3).

Tableau 110 : Grille d'évaluation des niveaux d'enjeux à utiliser

Valeur	Aire d'étude la plus sollicitée	Evolution		Niveau d'enjeu à 3 critères
		Milieu humain ou cas particuliers	Milieu biologique	
Forte 6	immédiate 3	Progression 3	Régression 3	12
		Stabilisation 2	Stabilisation 2	11
		Régression 1	Progression 1	10
	éloignée 2	Progression 3	Régression 3	11
		Stabilisation 2	Stabilisation 2	10
		Régression 1	Progression 1	9

7. Présentation des méthodes utilisées et des difficultés rencontrées

7.2 Méthode d'évaluation des enjeux

7.1.2 Processus itératif du projet



Valeur	Aire d'étude la plus sollicitée	Evolution		Niveau d'enjeu à 3 critères
		Milieu humain ou cas particuliers	Milieu biologique	
	large 1	Progression 3	Régression 3	10
		Stabilisation 2	Stabilisation 2	9
		Régression 1	Progression 1	8
Moyenne 4	immédiate 3	Progression 3	Régression 3	10
		Stabilisation 2	Stabilisation 2	9
		Régression 1	Progression 1	8
	éloignée 2	Progression 3	Régression 3	9
		Stabilisation 2	Stabilisation 2	8
		Régression 1	Progression 1	7
	large 1	Progression 3	Régression 3	8
		Stabilisation 2	Stabilisation 2	7
		Régression 1	Progression 1	6
Faible 2	immédiate 3	Progression 3	Régression 3	8
		Stabilisation 2	Stabilisation 2	7
		Régression 1	Progression 1	6
	éloignée 2	Progression 3	Régression 3	7
		Stabilisation 2	Stabilisation 2	6
		Régression 1	Progression 1	5
	large1	Progression 3	Régression 3	6
		Stabilisation 2	Stabilisation 2	5
		Régression 1	Progression 1	4
Négligeable 0	immédiate 3	Progression 3	Régression 3	6
		Stabilisation 2	Stabilisation 2	5
		Régression 1	Progression 1	4
	éloignée 2	Progression 3	Régression 3	5
		Stabilisation 2	Stabilisation 2	4
		Régression 1	Progression 1	3
	large 1	Progression 3	Régression 3	4
		Stabilisation 2	Stabilisation 2	3
		Régression 1	Progression 1	2

Source : BRLI, 2016

Le niveau d'enjeu est défini par 4 niveaux déterminés par le résultat de la somme des notes attribuées aux différents paramètres :

12	Fort
11	
10	
9	Moyen
8	
7	
6	Faible
5	
4	
3	Négligeable
2	

7.3 Méthode d'évaluation des effets et impacts

La détermination des impacts est précédée par l'identification des effets du projet de parc éolien.

Un effet peut se définir comme la conséquence objective de l'interaction du projet sur l'environnement pour chacune de ses différentes phases de vie.

L'impact est la transposition de cette conséquence sur la composante étudiée selon une échelle de sensibilité. Ces notions sont explicitées dans les parties suivantes.

7.3.1 Détermination des effets

Conformément à l'article R.122-5 du code de l'environnement, l'analyse des effets vise à identifier les effets négatifs et positifs, directs et indirects, temporaires et permanents du projet sur l'ensemble des composantes identifiées et étudiées dans le cadre de l'état initial.

Les effets des projets de parcs éoliens en mer sont détaillés dans les divers ouvrages indiqués en introduction de ce chapitre et diffèrent selon le compartiment de l'environnement (milieu physique, biologique, paysager, humain).

Ces effets ont été repris et complétés si besoin par ceux identifiés dans le cadre des différentes expertises et par les retours d'expérience des parcs éoliens du Nord de l'Europe.

Aussi, un tableau récapitulatif des effets envisagés est présenté au début du chapitre en question. Ils sont présentés pour chaque composante et pour chaque phase du projet. A chaque fois qu'une composante est concernée par un effet, la case est grisée.

Tableau 111 : Exemple de tableau de synthèse des effets

Phase du projet	Opérations source d'effets	Effets / interaction	Composantes de l'environnement		
			Morphostructure marine	qualité des sédiments et des eaux	Ressources halieutiques et autres peuplements marins
Construction	Enrochement	Remaniement des fonds			
		Remise en suspension de sédiments et augmentation de la turbidité			
	Moyens nautiques	Contamination des par des substances polluantes (pollution accidentelle)			
		Modification de l'ambiance sonore sous-marine			

Source : BRLi, 2016

Remarque : concernant le milieu biologique, deux documents évaluent la majorité des effets et les impacts (et leur importance) des projets éoliens en mer. Ils sont décrits dans le paragraphe 3.3 de cette partie.

7.3.2 Détermination des impacts

La détermination des impacts est réalisée sur la base des 3 critères suivants :

- ▶ **L'enjeu** : Il correspond à celui défini en conclusion de l'état initial. L'objectif de cette étude d'impact est d'identifier les effets et les impacts connus par les retours d'expérience et les dires d'experts et qui sont susceptibles de se produire sur le site. Afin de se focaliser sur les impacts connus majeurs et susceptibles de se produire, il a ainsi été choisi de les évaluer seulement sur les enjeux faibles à fort et de ne pas tenir compte des enjeux négligeables ; ceci afin d'éviter de mettre l'accent sur des éléments mineurs.

La note attribuée est basée sur les niveaux d'enjeu définis auparavant, soit 1 pour un enjeu Faible, 2 pour un enjeu Moyen et 3 pour un enjeu Fort.

- ▶ **La caractérisation de l'effet**. Notion qui porte sur :
 - Le risque d'occurrence : ce risque correspond à la probabilité que l'effet se produise. Par exemple, les émissions sonores pendant la phase de construction ont un risque certain de se produire. Au contraire, une pollution accidentelle ou une collision ont très peu de probabilité de se produire et le risque d'occurrence peut donc être qualifié de faible.
 - La durée : un effet peut être qualifié de temporaire ou de permanent. Un effet temporaire peut s'échelonner sur quelques jours, semaines ou mois, mais doit être associé à la notion de réversibilité. En revanche, un effet permanent a souvent un caractère d'irréversibilité de façon définitive ou sur un très long terme. Bien souvent, les effets en phase de construction sont considérés comme temporaires alors que ceux en phase d'exploitation sont permanents.
 - L'étendue : l'étendue de l'effet correspond à l'ampleur spatiale de la modification de l'élément affecté définie par les aires d'étude.
 - L'intensité : l'intensité est fonction de l'ampleur des modifications sur l'élément du milieu concerné par une activité du projet, ou encore de l'ampleur des perturbations qui en découlent et de son caractère direct ou indirect. L'intensité peut être faible, moyenne ou forte. L'intensité d'un effet est qualifiée de forte quand celui-ci est lié à des modifications très importantes d'un élément (destruction ou altération d'une population entière ou d'un habitat, usage fonctionnel et sécuritaire d'un élément sérieusement compromis). Elle est moyenne quand elle engendre des perturbations perceptibles sur l'utilisation d'un élément ou de ses caractéristiques, mais pas de manière à les réduire complètement et irréversiblement. Elle est faible quand l'effet ne provoque que de faibles modifications pour l'élément visé, ne remettant pas en cause son utilisation ou ses caractéristiques.

La note attribuée à la caractérisation de l'effet varie de 1 à 3 (1 = faible ; 2 = moyen ; 3 = fort).

- ▶ **La sensibilité de l'enjeu à l'effet**. Il s'agit de la sensibilité à l'effet ce qui exprime le risque de perte de tout ou partie de la valeur de l'enjeu du fait de la réalisation du projet ; elle est donc liée à la nature du projet. Cette probabilité de perdre la valeur d'un enjeu dépend de sa tolérance et de sa résilience à l'effet. Elle est bien décrite pour les espèces benthiques et les habitats marins (méthode MarLIN issue du guide du MEDDE, 2012) toutefois, le manque de connaissance sur cette notion peut également faire l'objet d'une appréciation propre à chaque expert telle que définie suivant sa méthodologie. Concernant les activités socio-économiques, dans la même logique que la définition de la sensibilité, une dimension de résilience peut être ajoutée à cette réflexion. Il s'agit de définir en quoi l'activité ou l'usage a la capacité à surmonter la perturbation ou en d'autres termes, à utiliser les ressources disponibles pour anticiper ou réagir à l'effet ;

La note attribuée à la sensibilité varie de 0 à 3 (0 = négligeable ; 1 = faible ; 2 = moyen ; 3 = fort).

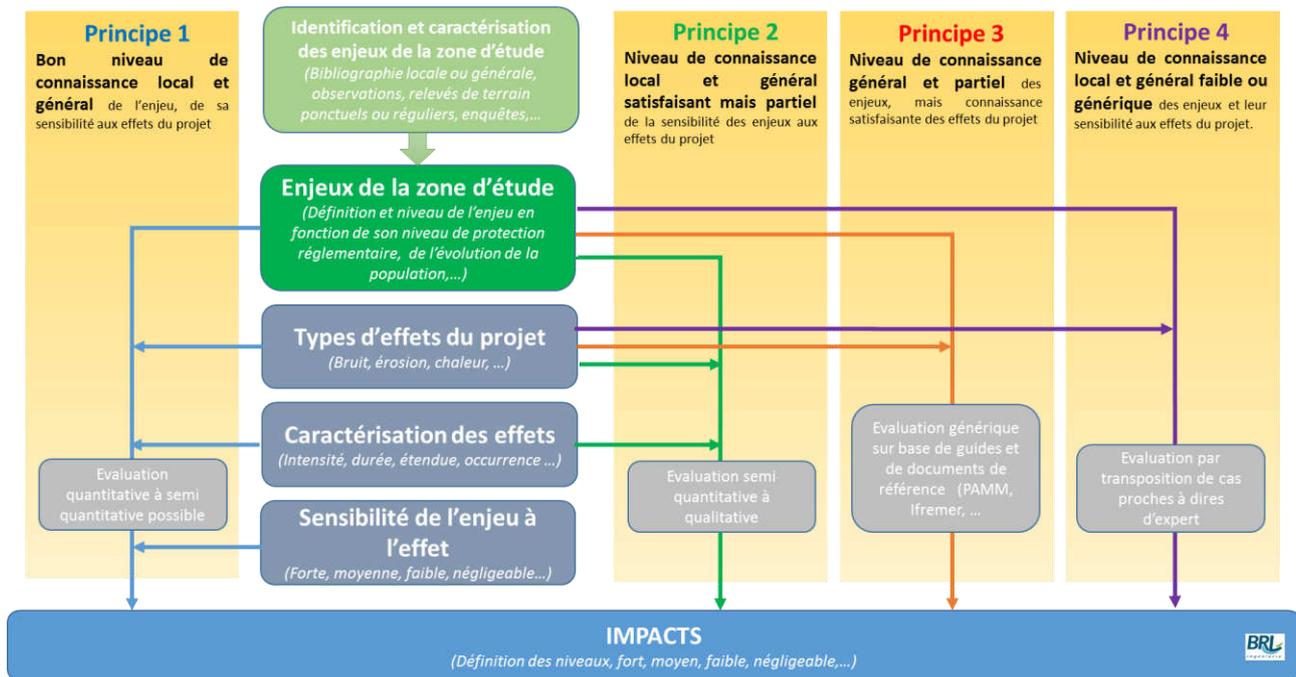
Sur base de ces critères, la hiérarchisation des impacts est réalisée selon une échelle de 4 niveaux de négligeable à fort, auxquels il convient d'ajouter l'impact positif. En cas d'incertitude, le cas le plus défavorable est considéré. En outre, l'absence d'effet ou la présence d'un effet négligeable, conduit à retenir une absence d'impact.

Selon le niveau de connaissance disponible sur la composante étudiée, quatre principes d'évaluation de l'impact sont disponibles. Le diagramme ci-après permet de les détailler :

- ▶ Principe 1 : Si la sensibilité et les caractéristiques de l'effet sont connus (bibliographie importante au niveau local et régional, forts retours d'expérience de l'étranger avec notamment des connaissances sur la sensibilité de la composante). Ce principe est privilégié dans la mesure du possible et permet d'avoir une démarche d'évaluation plus lisible ;
- ▶ Principe 2 : Si la sensibilité ne peut être exprimée mais que les caractéristiques de l'effet sont connues, alors l'impact est évalué en fonction de l'effet et de l'enjeu ;
- ▶ Principes 3 et 4 : Si la sensibilité et les caractéristiques de l'effet ne peuvent être déterminées, il est alors possible de faire appel aux dires d'experts. Pour les composantes biologiques, une référence au niveau d'impact est mentionnée dans les guides et ouvrages (PAMM, synthèse bibliographique d'Ifremer par exemple). On rappellera qu'en cas d'absence d'effet ou en cas d'effet négligeable, il n'y a pas d'impact.

Figure 87: Principes d'évaluation des impacts

PRINCIPES D'ÉVALUATION DES IMPACTS



Source : BRLi, 2013

En cas d'incertitude et par principe de précaution, le cas le plus défavorable est considéré.

7. Présentation des méthodes utilisées et des difficultés rencontrées

7.3 Méthode d'évaluation des effets et impacts

7.3.2 Détermination des impacts



Tableau 112 : Méthode d'évaluation de l'importance de l'impact (principe 1 avec définition de la sensibilité)

Nom de l'effet			
Enjeu	Caractérisation de l'effet	Sensibilité de l'enjeu à l'effet	Impact
Fort 3	Fort 3	Fort 3	9
	Moyen 2		8
	Faible 1		7
	Fort 3	Moyen 2	8
	Moyen 2		7
	Faible 1		6
	Fort 3	Faible 1	7
	Moyen 2		6
	Faible 1		5
	Fort 3	Négligeable 0	6
	Moyen 2		5
	Faible 1		4
Moyen 2	Fort 3	Fort 3	8
	Moyen 2		7
	Faible 1		6
	Fort 3	Moyen 2	7
	Moyen 2		6
	Faible 1		5
	Fort 3	Faible 1	6
	Moyen 2		5
	Faible 1		4
	Fort 3	Négligeable 0	5
	Moyen 2		4
	Faible 1		3
Faible 1	Fort 3	Fort 3	7
	Moyen 2		6
	Faible 1		5
	Fort 3	Moyen 2	6
	Moyen 2		5
	Faible 1		4
	Fort 3	Faible 1	5
	Moyen 2		4
	Faible 1		3
	Fort 3	Négligeable 0	4
	Moyen 2		3
	Faible 1		2

Source : BRLI, 2012 adapté de Gaëtan et Leduc, 2000

Echelle de niveau de l'impact (principe 1)

Le niveau d'impact est défini par la somme des notes attribuées aux différents critères d'évaluation. Quatre niveaux d'impact (+ 1 en ce qui concerne l'impact positif) peuvent ainsi être obtenus :

9	Fort
8	
7	Moyen
6	
5	Faible
4	
3	Négligeable
2	
+1	Positif

Tableau 113 : Méthode d'évaluation de l'importance de l'impact (principe 2)

Nom de l'effet		
enjeu	Caractérisation de l'effet	impact
Fort 3	Fort 3	6
	Moyen 2	5
	Faible 1	4
Moyen 2	Fort 3	5
	Moyen 2	4
	Faible 1	3
Faible 1	Fort 3	4
	Moyen 2	3
	Faible 1	2

Echelle de niveau de l'impact (principe 2) :

6	Fort
5	
4	Moyen
3	Faible
2	Négligeable
-	Positif

L'impact peut également être positif si le projet améliore la situation initiale. L'appréciation globale est classée selon les 5 niveaux suivants :

Fort	Impact susceptible de porter atteinte à la dynamique d'une population dans la zone biogéographique donnée. Cadre de vie voire santé et sécurité fortement perturbé.
Moyen	Impact ressenti par les espèces ou les populations à un certain moment de leur cycle de vie. Le milieu est perturbé à un niveau entraînant une modification significative du cadre de vie.
Faible	Nuisances potentielles sur certains éléments ayant une conséquence mineure sur les populations, les espèces et le cadre de vie.
Négligeable	Effet ressenti mais n'entraînant aucune nuisance sur les espèces ou les populations.
Positif	Bénéfices à la population, au milieu.

A la fin de chaque partie d'évaluation des impacts sur une composante, un tableau de synthèse permet de récapituler pour chaque « composante » : le niveau d'enjeu associé, la sensibilité de la composante « (intégrant l'enjeu correspondant) » à l'effet, le niveau d'effet et le niveau d'impact attendu.

Tableau 114 : Exemple de tableau de synthèse des effets et des impacts

Nom de l'effet					
Composante	Enjeu	Sensibilité	Caractérisation de l'effet		Impact
Nom de la composante (exemple : Avifaune)	Niveau	Niveau	Niveau d'effet		Niveau d'impact
			Direct / Indirect	Temporaire / permanent	

Tableau 115 : Exemple de tableau de synthèse des effets et des impacts pour un effet négligeable

Nom de l'effet			
Composante	Enjeu	Caractérisation de l'effet	Impact
Nom de la composante (exemple : Avifaune)	Niveau	Négligeable	Pas d'impact

7.3.3 Niveaux d'impacts pré-identifiés pour le milieu biologique marin

Le Plan d'Action pour le Milieu Marin (2012) et la « synthèse bibliographique des impacts des câbles électriques sous-marins » réalisée par Ifremer (contrat RTE) en juillet 2011 listent les différentes pressions potentielles sur le milieu marin pour un parc éolien et indiquent les niveaux d'impacts attendus.

Ces deux documents permettent de disposer, pour la plupart des pressions (ou effets), du niveau d'impact attendu sur le milieu marin. Ils constituent une base pour l'évaluation des impacts sur les habitats marins, les espèces démersales et pélagiques, les réseaux trophiques mais également la santé.

Les parties suivantes rappellent ainsi les principaux impacts envisagés pour un projet éolien en mer.

7.3.3.1 Le PAMM

Le Plan d'Action pour le Milieu Marin- « Evaluation initiale des eaux marines - Sous-région marine golfe de Gascogne - Analyse des pressions et des impacts » validé en décembre 2012 identifie pour chaque activité, mais sans préjuger de leur importance, le type de pressions (12 au total) qu'elles exercent sur le milieu (perte d'habitats...).

Les projets de parcs éoliens en mer font partie de l'activité « Exploitation éolienne et hydrolienne offshore » et « Pose de câbles ». Les tableaux ci-dessous synthétisent les pressions que génèrent les travaux maritimes et les parcs éoliens (pressions potentielles étant donné que l'activité n'existe pas encore en France métropolitaine) ainsi qu'une analyse de leur importance relative et de leurs impacts sur les différentes composantes de l'écosystème (contribution significative ou mineure).

Sept pressions sont identifiées : pertes physiques (colmatage), modifications sédimentaires/turbidité, abrasion, perturbation sonore sous-marine, déchets marins, dérangement faune (collision, extraction) et extraction/mortalité d'espèces sur laquelle le parc éolien en mer aurait une contribution positive en limitant cette pression sur les espèces.

Le PAMM indique que la contribution de ces activités à ces différentes pressions est mineure voire positive quand on considère la limitation de l'extraction / mortalité d'espèce.

Tableau 116 : Synthèse des activités et des pressions sur l'environnement définies par le PAMM

Pressions / Activités	Pertes physiques		Dommages physiques			Autres perturbations physiques			Interférences avec hydrologie		Introduction de substances dangereuses		Enrichissement par nutriments et MO		Perturbations biologiques		
	Etouffement	Colmatage	Modification sédiment/turbidité	Abrasion	Extraction sélective (matériaux)	perturbation sonore sous-marin	Déchets marins	Dérangement faune, collision	Modif. régime thermique	Modif. Régime salinité	Introduction de composés synthétiques	Introduction substances non synthétiques	Enrichissement en nutriments	Enrichissement en matière organique	Introduction de pathogènes	Introduction espèces non indigènes	Extraction - mortalité d'espèce
Transport maritime			x			X	X	X	x		x	X	X	x	x	X	
Dragage/clapage	X		X	X	X	x					x	x		X			x
Travaux publics maritimes	X	X	x		X	x	x	X			x	x					x
Génie civile fluvial barrages			X						x	X							
Pose de câbles		x	x	x		x	x										
Extraction de granulats marins	x		X	X	X	x		X									
Production électrique littorale			x						x								
Exploitation éolienne et hydrolienne offshore						(x)		(x)									(o)
Exploration pétrolière ou minière				x		X											
Exploitation pétrolière offshore		(x)				(x)	(x)	(x)			(x)	(X)		(x)			
Pêche pro par engins trainants de fond			X	X		x	x+o				x			x			X
Autres pêche professionnelle				x		x	X							x			X
Pisciculture	x		x				x						x	X	x	x	
Conchyliculture	x		x	x			x						o	x	x	X	
Agriculture			x								X		X	x			
Industrie							x		x		X	X	x	x			
Habitation littorale artificialisation des sols, vie courante			x				X	X			x	x	x	X	x		

7. Présentation des méthodes utilisées et des difficultés rencontrées

7.3 Méthode d'évaluation des effets et impacts

7.3.3 Niveaux d'impacts pré-identifiés pour le milieu biologique marin



Pressions	Pertes physiques		Dommages physiques			Autres perturbations physiques			Interférences avec hydrologie		Introduction de substances dangereuses		Enrichissement par nutriments et MO		Perturbations biologiques		
	Etouffement	Colmatage	Modification sédiment/turbidité	Abrasion	Extraction sélective (matériaux)	perturbation sonore sous-marin	Déchets marins	Dérangement faune, collision	Modif. régime thermique	Modif. Régime salinité	Introduction de composés synthétiques	Introduction substances non synthétiques	Enrichissement en nutriments	Enrichissement en matière organique	Introduction de pathogènes	Introduction espèces non indigènes	Extraction - mortalité d'espèce
Tourisme littoral activités balnéaires				x			x	X						x	x		x
Pêche de loisir				x		x	x	X									X
Navigation de plaisance, sports nautiques				x		x	x	X						x	x	x	
Surveillance, sécurité contrôle public en mer				o		x		x+o									o
Défense						X	x	X		x	x					X	x
Recherche marine - campagnes					x	X		X			x						x

Source : PAMM, 2012

Légende :

X : contribution significative de l'activité à la pression- X : contribution mineure de l'activité à la pression

O : contribution positive : limitation de la pression par l'activité

() : Activité inexistante dans la sous-région marine, contribution potentielle en cas de développement

Le PAMM propose également un tableau de synthèse des impacts (et non des effets) exercés par les activités maritimes toutes confondues (pêche professionnelle, extraction de granulats marins, production d'électricité...) sur les composantes du milieu (Tableau 117).

Les pressions non concernées par la production d'électricité et les travaux maritimes ont été supprimées pour plus de lisibilité.

Il s'avère que les impacts de l'activité « exploitation et hydrolienne » et « pose de câbles » connaissent tous les types de niveaux.

Niveau d'impact et d'incertitude :

	impact élevé	*	faible confiance dans le diagnostic
	impact modéré	**	confiance moyenne dans le diagnostic
	impact faible	***	forte confiance dans le diagnostic
	pas d'impact (pas d'interaction)		
	Interaction existante mais impact non déterminé		Impact non déterminé

Tableau 117 : Synthèse des composantes du bon état face aux pressions, d'après le PAMM

		1	2	3	4	5	6	12	
		Pression Impacts sur	Pertes physiques d'habitats (étouffement, colmatage)	Dommmages physiques : abrasion, extraction de matériaux	Modification turbidité et sédiment	Perturbations sonores sous-marines	Déchets marins	Dérangement, collisions	Extraction d'espèces
A	Mammifères marins	**	*		**	*	*	**	
B	Oiseaux marins	**	*	*	+	+	**	+	
C	Reptiles marins (tortues)	*	*	*	+	**	**	*	
D	Poissons et céphalopodes (espèces démersales)	**	**	*	*	**	*	**	
E	Poissons et céphalopodes (espèces pélagiques)	**	**	*	*	**	*	**	
F	Zooplankton	**	**	*	**	*	***	***	
G	Phytoplankton	***	*	**	***	**	***	***	
H	Phytobenthos	*	*	*	***	*	***	*	
I	Biocénoses du médiolittoral meuble	**	*	*	**	***	*	**	

7. Présentation des méthodes utilisées et des difficultés rencontrées

7.3 Méthode d'évaluation des effets et impacts

7.3.3 Niveaux d'impacts pré-identifiés pour le milieu biologique marin



		1	2	3	4	5	6	12	
Pression		Pertes physiques d'habitats (étouffement, colmatage)	Dommmages physiques : abrasion, extraction de matériaux	Modification turbidité et sédiment	Perturbations sonores sous-marines	Déchets marins	Dérangement, collisions	Extraction d'espèces	
Impacts sur									
J	Habitats	Biocénoses du médiolittoral rocheux	**	*	*	**	*	*	
K		Biocénoses de substrat dur, infra et circalittoral	**	*	*	+	**	*	
L		Biocénoses de substrat meuble, infralittoral	**	**	**	+	**	**	
M		Biocénoses de substrat meuble, circalittoral	**	**	*	+	**	***	
N		Biocénoses bathyales et abyssales	**	**	*	*	*	***	
O		Espèces exploitées	Poissons et céphalopodes exploités	**	**	*	*	*	*
P			Crustacés exploités	*	*	*	**	*	*
Q			Coquillages exploités (y compris aquaculture)	*	*	*	**	**	**
R	Réseaux trophiques	*	*	*	**	*	*	**	
S	Santé humaine	***	***	***	***	*	***	***	

7.3.3.2 Guide Ifremer/RTE : câbles sous-marins

La synthèse bibliographique « impacts des câbles sous-marins sur les écosystèmes côtiers » - Contrat RTE/Ifremer-Juillet 2011, fait référence en conclusion à un tableau de synthèse des impacts potentiellement engendrés par les câbles électriques sous-marins sur l'écosystème. Ce tableau est présenté ci-dessous et vient compléter celui du PAMM pour les aspects particuliers aux câbles.

Niveau d'impact et d'incertitude :

	impact fort	1	incertitude faible
	impact moyen	2	Incertitude moyenne
	Impact faible	3	Incertitude forte
X	Pas d'interaction	Phases du projet :	
?	inconnu	C= construction ; E = exploitation ; D= démantèlement	

Tableau 118 : impacts potentiellement engendrés par les câbles électriques sous-marins

			RECEPTEURS				
			Habitat	Benthos	Poissons	Poissons migrateurs + élasmobranches	Interactions biologiques
FACTEURS ECOLOGIQUES	Nature du substrat	Niveau d'impact	Faible	Faible	Faible	Faible	Faible
		Niveau d'incertitude	1	1	1	1	2
		Phase du projet	C, (E), D	C, (E), D	C, (E), D	C, D	C, E, D
	Effets dynamiques (courant + sédiment)	Niveau d'impact	Faible	Faible			Faible
		Niveau d'incertitude	1	1	X	X	2
		Phase du projet	E	E			?
	Turbidité	Niveau d'impact	Faible	Faible	Faible	Faible	Faible
		Niveau d'incertitude	1	1	1	1	2
		Phase du projet	C, D	C, D	C, D	C, D	C, D
	Chimie de l'eau	Niveau d'impact		Faible	Faible	Faible	Faible
		Niveau d'incertitude	X	2	2	1	2
		Phase du projet		C, E	C	C	?
	Acoustique	Niveau d'impact		Faible	Faible	Faible	Faible
		Niveau d'incertitude	X	1	2	3	2
		Phase du projet		C, D	C, D	C, D	?
	Champs électro-magnétiques	Niveau d'impact		Faible	Faible	Faible	Faible
		Niveau d'incertitude	X	3	3	3	3
		Phase du projet		E	E	E	E
	Température	Niveau d'impact		Faible			Faible
		Niveau d'incertitude	X	2	X	X	2
		Phase du projet		E			E
Effets cumulés	Niveau d'impact	?	?	?	?	?	
	Niveau d'incertitude	3	3	3	3	3	
	Phase du projet	C, E, D	C, E, D	C, E, D	C, E, D	C, E, D	

Source : Ifremer/RTE, 2011

Les deux documents s'accordent pour dire que les impacts dépendent du type de substrat, des espèces présentes, des enjeux de la zone (habitat menacé ou rare, zones de nurseries...) des moyens mis en œuvre pour la réalisation du parc éolien en mer.

En outre, il ressort que la majorité des impacts sont qualifiés de nuls à moyens. Certains niveaux sont néanmoins inconnus du fait d'un manque de connaissances ou de retour d'expérience (exemple : turbidité, perturbations sonores...).

L'évaluation des impacts de la faune marine générale et des habitats se basera sur ces analyses en cas d'incertitude ou d'impossibilité d'évaluer la sensibilité.

7.4 Méthodologie de l'articulation du projet avec d'autres schémas, plans et programmes ou documents de planification

Selon l'article R.122-5 II 6° du Code de l'Environnement, l'étude d'impact doit présenter :

« Les éléments permettant d'apprécier la compatibilité du projet avec l'affectation des sols définie par le document d'urbanisme opposable, ainsi que, si nécessaire, son articulation avec les plans, schémas et programmes mentionnés à l'article R. 122-17, et la prise en compte du schéma régional de cohérence écologique dans les cas mentionnés à l'article L. 371-3 ».

Dans le cas présent, les documents d'urbanisme (POS, PLU, SCoT) n'ayant aucune disposition s'appliquant au-delà des limites administratives des communes littorales concernées, la compatibilité du projet de parc éolien, avec l'affectation des sols, n'est de fait pas considérée dans le cadre du présent dossier soumis à enquête publique : le projet est situé en milieu marin, à 20 km de Notre-Dame-de-Monts, commune littorale continentale la plus proche, et à respectivement 11,7 et 16,5 km des îles d'Yeu et de Noirmoutier.

Par ailleurs, l'article L. 421-5 du Code de l'urbanisme énumère plusieurs catégories de « constructions, aménagements, installations et travaux » qui « sont dispensés de toute formalité » au titre dudit code. Il prévoit que leur liste est arrêtée par un décret en Conseil d'Etat.

L'article 90 X de la loi dite Grenelle II n° 2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement a ajouté à l'article L.421-5 du code de l'urbanisme, les « constructions, aménagements, installations et travaux qui, par dérogation aux dispositions des articles L.421-1 à L.421-4, sont dispensés de toute formalité au titre du présent code en raison : [...]e) De leur nature et de leur implantation en mer, sur le domaine public maritime immergé au-delà de la laisse de la basse mer. »

Le décret d'application de ces dispositions a réduit la dispense de formalités aux « installations de production d'électricité à partir de sources d'énergie renouvelable, y compris leurs ouvrages de raccordement aux réseaux publics d'électricité, notamment les éoliennes, les hydroliennes, les installations houlomotrices et marémotrices ainsi que celles utilisant l'énergie thermique des mers. » (Article 1er du décret n° 2012-41 du 12 janvier 2012).

7.4.1 Choix des schémas, plans et programmes à analyser : approche méthodologique

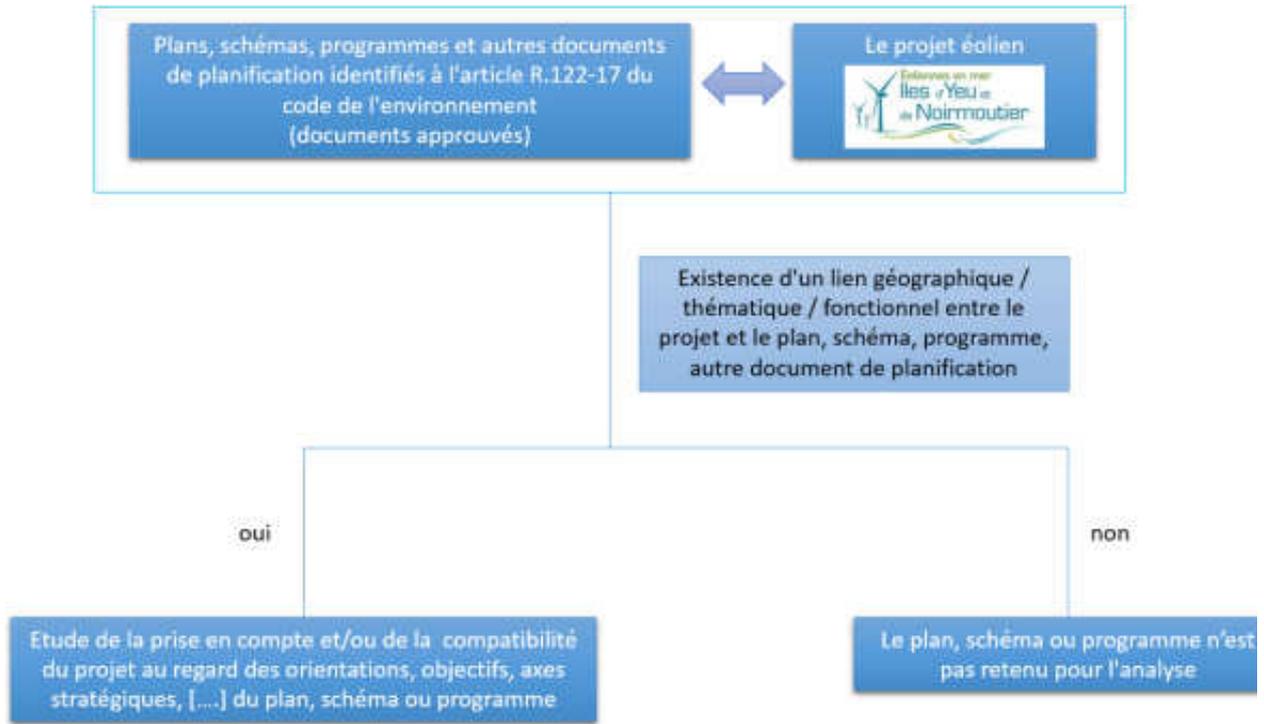
Les schémas, plans et programmes présents sur un territoire sont nombreux et très divers. L'objectif n'est pas de disposer d'une liste exhaustive de tous les schémas, plans, programmes, politiques présents sur le territoire d'étude, mais bien de considérer les documents pertinents eu égard aux interactions avec le projet de parc éolien en mer, ou des informations les plus utiles qu'ils contiennent.

La première étape consiste à se référer à l'article R.122-17, modifié par décret n°2016-811 du 17 juin 2016 pour identifier dans un premier temps les plans, schémas et programmes à considérer du point de vue réglementaire.

La seconde étape consiste à identifier l'existence d'une interface entre le projet et le document visé (celui-ci devant nécessairement être approuvé à la date de mise à l'enquête publique du projet de parc éolien en mer), interface qui peut être de différente nature (géographique, thématique et ou fonctionnelle).

Le logigramme présenté ci-après synthétise la démarche adoptée pour étudier la bonne prise en compte et/ou la compatibilité du projet éolien avec les plans, schémas et programmes identifiés.

Figure 88 : Approche méthodologique



Source : BRLi

Le tableau présenté ci-après synthétise les interfaces possibles entre :

- ▶ Les dispositions / orientations / objectifs déclinés dans les plans, schémas et programmes ;
- ▶ La réalisation du projet (toutes phases confondues : construction, exploitation/maintenance, démantèlement).

Tableau 119 : Analyse des interfaces possibles entre les dispositions, orientations, objectifs des plans, schémas et programmes et le projet de parc éolien en mer

Plans, schémas, programme, documents de planification	Document concerné	Identification des interfaces possibles avec le projet
Plans, schémas, programmes et autres documents de planification devant faire l'objet d'une évaluation environnementale		
1° Programme opérationnel mentionné à l'article 32 du règlement (CE) n°1083/2006 du Conseil du 11 juillet 2006 portant dispositions générales sur les Fonds Européen de Développement Régional, le Fonds Social Européen et le Fonds de Cohésion et abrogeant le règlement (CE) n°1260/1999	Programme opérationnel régional FEDER/FSE 2014-2020 des Pays de la Loire	Interface thématique : développement des énergies renouvelables
2° Schéma décennal de développement du réseau prévu par l'article L.321-6 du code de l'énergie	Schéma décennal de développement du réseau, RTE, édition 2015	Interface thématique : raccordement / transport d'énergie associé au parc éolien

7. Présentation des méthodes utilisées et des difficultés rencontrées

7.4 Méthodologie de l'articulation du projet avec d'autres schémas, plans et programmes ou documents de planification

7.4.1 Choix des schémas, plans et programmes à analyser : approche méthodologique



Plans, schémas, programme, documents de planification	Document concerné	Identification des interfaces possibles avec le projet
3° Schéma régional de raccordement au réseau des énergies renouvelables prévu par l'article L. 321-7 du code de l'énergie	S3REnR de la Région des Pays de la Loire	Sans objet (le raccordement au réseau des projets d'EMR est hors champs d'application des S3REnR)
4° Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux prévu par les articles L. 212-1 et L. 212-2 du code de l'environnement	SDAGE Loire-Bretagne 2016-2021	Interface thématique / fonctionnelle : milieu aquatique, qualité de l'eau, biodiversité
5° Schéma d'aménagement et de gestion des eaux prévu par les articles L. 212-3 à L. 212-6 du code de l'environnement	SAGE du Marais Breton et du bassin versant de la Baie de Bourgneuf	Interface thématique / fonctionnelle : milieu aquatique, qualité de l'eau, biodiversité
	SAGE du bassin de la Vie et du Jaunay	Interface thématique / fonctionnelle : milieu aquatique, qualité de l'eau, biodiversité
6° Document stratégique de façade prévu par l'article L. 219-3 du code de l'environnement et document stratégique de bassin prévu à l'article L. 219-6 du même code	DSF « Nord Atlantique – Manche Ouest » <i>En cours d'élaboration en septembre 2016</i>	-
7° Plan d'action pour le milieu marin prévu par l'article L. 219-9 du code de l'environnement	PAMM « Golfe de Gascogne »	Interface thématique / géographique / fonctionnelle : milieu marin
8° Schéma régional du climat, de l'air et de l'énergie prévu par l'article L. 222-1 du code de l'environnement	SRCAE des Pays de la Loire	Interface thématique / fonctionnelle : Développement des énergies renouvelables
9° Zone d'actions prioritaires pour l'air mentionnée à l'article L.228-3 du code de l'environnement	Sans objet (concerne la réduction de la pollution de routière de l'air en zone urbaine sur 8 collectivités distantes du projet : Clermont Communauté, Communauté du Pays d'Aix, Communauté Urbaine de Bordeaux, Grand-Lyon, Grenoble-Alpes Métropole, Ville de Paris, Plaine Commune et Nice-Côte d'Azur)	
10° Charte de parc naturel régional prévue au II de l'article L. 333-1 du code de l'environnement	Les Parcs naturels régionaux présents en région Pays de la Loire sont : <ul style="list-style-type: none"> • Brière, • Loire-Anjou-Touraine • Marais Poitevin • Normandie-Maine 	Sans objet (aucune interface identifiée)
11° Charte de parc national prévue à l'article L.331-3 du code de l'environnement	<i>Aucun parc national n'est présent en région Pays de la Loire</i>	-
12° Plan départemental des itinéraires de randonnée motorisée prévu par l'article L. 361-2 du code de l'environnement	Sans objet (aucune interface identifiée)	
13° Orientations nationales pour la préservation et la remise en bon état des continuités écologiques prévues à l'article L. 371-2 du code de l'environnement	Orientations nationales pour la préservation et la remise en bon état des continuités écologiques	Interface géographique / thématique / fonctionnelle : voies de migration pour l'avifaune d'importance nationale

7. Présentation des méthodes utilisées et des difficultés rencontrées

7.4 Méthodologie de l'articulation du projet avec d'autres schémas, plans et programmes ou documents de planification

7.4.1 Choix des schémas, plans et programmes à analyser : approche méthodologique

Plans, schémas, programme, documents de planification	Document concerné	Identification des interfaces possibles avec le projet
14° Schéma régional de cohérence écologique prévu par l'article L. 371-3 du code de l'environnement	SRCE des Pays de la Loire	Interface thématique / fonctionnelle : voies de migration pour l'avifaune d'importance nationale
15° Plans, schémas, programmes et autres documents de planification soumis à évaluation des incidences Natura 2000 au titre de l'article L. 414-4 du code de l'environnement à l'exception de ceux mentionnés au II de l'article L. 122-4 même du code	Sans objet (le projet est situé en milieu marin, à 11,7 km des communes littorales – Ile d'Yeu - et aucune disposition des documents d'urbanisme ne s'applique au-delà des limites administratives de ces communes)	
16° Schémas mentionnés à l'article L. 515-3 du code de l'environnement	Schéma départemental des carrières de Vendée	L'apport de matériaux pour assurer la protection des câbles sera issu de carrières existantes.
17° Plan national de prévention des déchets prévu par l'article L. 541-11 du code de l'environnement	Plan national de prévention des déchets 2014-2020	Interface thématique Gestion et traitement des déchets en phases construction, exploitation et démantèlement
18° Plan national de prévention et de gestion de certaines catégories de déchets prévu par l'article L. 541-11-1 du code de l'environnement	Sans objet Le projet ne génère aucun déchet de ce type.	
19° Plan régional de prévention et de gestion des déchets prévu par l'article L. 541-13 du code de l'environnement	Plan régional d'élimination des déchets dangereux (PREDD) des Pays de la Loire	Sans objet (le projet ne génère pas de déchets dangereux)
20° (Supprimé)	-	-
21° (Supprimé)	-	-
22° (Supprimé)	-	-
23° (Supprimé)	-	-
24° Plan national de gestion des matières et déchets radioactifs prévu par l'article L. 542-1-2 du code de l'environnement	Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs 2013-2015	Sans objet (le projet ne génère pas de déchets radioactifs)
25° Plan de gestion des risques d'inondation prévu par l'article L. 566-7 du code de l'environnement	PGRI du bassin Loire-Bretagne 2016-2021	Sans objet (le projet, localisé en milieu marin, à 11,7 km des côtes – Ile d'Yeu, n'a aucun effet sur le risque inondation)
26° Programme d'actions national pour la protection des eaux contre la pollution par les nitrates d'origine agricole prévu par le IV de l'article R. 211-80 du code de l'environnement	Arrêté du 19 décembre 2011 relatif au programme d'actions national à mettre en œuvre dans les zones vulnérables afin de réduire la pollution des eaux par les nitrates d'origine agricole	Sans objet (le projet ne présente aucune interface avec les nitrates agricoles)
27° Programme d'actions régional pour la protection des eaux contre la pollution par les nitrates d'origine agricole prévu par le IV de l'article R. 211-80 du code de l'environnement	Arrêté établissant le 5ème programme d'actions régional en vue de la protection des eaux contre la pollution par les nitrates d'origine agricole de la région Pays de la Loire	Sans objet (le projet ne présente aucune interface avec les nitrates agricoles)
28° Directives d'aménagement mentionnées au 1° de l'article L. 122-2 du code forestier	Directive régionale d'aménagement des régions Poitou-Charentes et Pays de	Sans objet

7. Présentation des méthodes utilisées et des difficultés rencontrées

7.4 Méthodologie de l'articulation du projet avec d'autres schémas, plans et programmes ou documents de planification

7.4.1 Choix des schémas, plans et programmes à analyser : approche méthodologique



Plans, schémas, programme, documents de planification	Document concerné	Identification des interfaces possibles avec le projet
	la Loire – Forêts dunaires atlantiques	(le projet ne présente aucune interface avec la gestion forestière)
29° Schéma régional mentionné au 2° de l'article L. 122-2 du code forestier	Schéma régional d'aménagement des régions Poitou-Charentes et Pays de la Loire – Forêts dunaires atlantiques	Sans objet (le projet ne présente aucune interface avec la gestion forestière)
30° Schéma régional de gestion sylvicole mentionné au 3° de l'article L. 122-2 du code forestier	Schéma régional de gestion sylvicole des Pays de la Loire	Sans objet (le projet ne présente aucune interface avec la gestion forestière)
31° Plan pluriannuel régional de développement forestier prévu par l'article L. 122-12 du code forestier	PPRDF 2012-2016 des Pays de la Loire	Sans objet (le projet ne présente aucune interface avec la gestion forestière)
32° Schéma départemental d'orientation minière prévu par l'article L. 621-1 du code minier	<i>Pas de schéma départemental d'orientation minière en Vendée</i>	Sans objet
33° 4° et 5° du projet stratégique des grands ports maritimes, prévus à l'article R. 5312-63 du code des transports	Projet Stratégique du Grand Port Maritime de Nantes Saint-Nazaire	Interface thématique : activité portuaire, emploi, industrie
34° Réglementation des boisements prévue par l'article L. 126-1 du code rural et de la pêche maritime	<i>Pas de réglementation des boisements en Vendée</i>	Sans objet (le projet ne présente aucune interface avec les milieux boisés)
35° Schéma régional de développement de l'aquaculture marine prévu par l'article L. 923-1-1 du code rural et de la pêche maritime	<i>Pas de SDRAM approuvé en Pays de la Loire</i>	Sans objet
36° Schéma national des infrastructures de transport prévu par l'article L. 1212-1 du code des transports	Projet de schéma national des infrastructures de transport	Sans objet (le projet ne présente aucune interface avec les infrastructures de transport)
37° Schéma régional des infrastructures de transport prévu par l'article L. 1213-1 du code des transports	Schéma régional des infrastructures de transport des Pays de la Loire	Sans objet (le projet ne présente aucune interface avec les infrastructures de transport)
38° Plan de déplacements urbains prévu par les articles L. 1214-1 et L. 1214-9 du code des transports	Sans objet (le projet est en dehors de tout cadre urbain)	
39° Contrat de plan Etat-région prévu par l'article 11 de la loi n° 82-653 du 29 juillet 1982 portant réforme de la planification	CPER 2015-2020 de la région Pays de la Loire	Interface thématique : développement durable, énergie
40° Schéma régional d'aménagement et de développement du territoire prévu par l'article 34 de la loi n° 83-8 du 7 janvier 1983 relative à la répartition des compétences entre les communes, les départements et les régions	SRADDT des Pays de la Loire	Interface thématique : développement durable, énergie
41° Schéma de mise en valeur de la mer élaboré selon les modalités définies à l'article 57 de la loi n° 83-8 du 7 janvier 1983 relative à la répartition des compétences entre les communes, les départements et les régions	<i>Pas de SMVM en Pays de la Loire</i>	-

Plans, schémas, programme, documents de planification	Document concerné	Identification des interfaces possibles avec le projet
42° Schéma d'ensemble du réseau de transport public du Grand Paris et contrats de développement territorial prévu par les articles 2,3 et 21 de la loi n° 2010-597 du 3 juin 2010 relative au Grand Paris	Schéma d'ensemble du réseau de transport public du Grand Paris	Sans objet (le projet est en dehors du périmètre du Grand Paris)
43° Schéma des structures des exploitations de cultures marines prévu par l'article 5 du décret n° 83-228 du 22 mars 1983 fixant le régime de l'autorisation des exploitations de cultures marines	Schéma des structures des exploitations de cultures marines du littoral de la Vendée	Interface thématique : activité en milieu marin
Plans, schémas, programmes et autres documents de planification susceptibles de faire l'objet d'une évaluation environnementale après un examen au cas par cas		
1° Directive de protection et de mise en valeur des paysages prévue par l'article L. 350-1 du code de l'environnement	<i>Pas de directive paysagère</i>	-
2° Plan de prévention des risques technologiques prévu par l'article L. 515-15 du code de l'environnement et plan de prévention des risques naturels prévisibles prévu par l'article L. 562-1 du même code	Sans objet (le projet est localisé en dehors de tout périmètre de PPR et n'est pas concerné par ces risques)	
3° Stratégie locale de développement forestier prévue par l'article L. 123-1 du code forestier	Sans objet (le projet ne présente aucune interface la gestion forestière)	
4° Zones mentionnées aux 1° à 4° de l'article L. 2224-10 du code général des collectivités territoriales	Sans objet (le projet, localisé en milieu marin, n'est pas concerné par ces zonages)	
5° Plan de prévention des risques miniers prévu par l'article L. 174-5 du code minier	Sans objet (le projet, localisé en milieu marin, n'est pas concerné par ces risques)	
6° Zone spéciale de carrière prévue par l'article L. 321-1 du code minier	Sans objet (Absence de zone spéciale de carrière au sein des aires d'études)	
7° Zone d'exploitation coordonnée des carrières prévue par l'article L. 334-1 du code minier	Sans objet (non concerné dans le cadre du projet)	
8° Aire de mise en valeur de l'architecture et du patrimoine prévue par l'article L. 642-1 du code du patrimoine	Sans objet (le projet, localisé en milieu marin, n'est pas concerné par ces aires)	
9° Plan local de déplacement prévu par l'article L. 1214-30 du code des transports	Sans objet (le projet, localisé en milieu marin, n'est pas concerné par ces plans)	
10° Plan de sauvegarde et de mise en valeur prévu par l'article L. 313-1 du code de l'urbanisme	Sans objet (le projet, localisé en milieu marin, n'est pas concerné par ces plans)	

7.4.2 Schémas, plans et programmes retenus

Par cette approche méthodologique, il a été choisi de concentrer le travail d'analyse de l'articulation du projet du parc éolien en mer avec les schémas, plans et programmes présentés dans le tableau suivant.

Tableau 120 : Documents retenus pour l'analyse de l'articulation du projet avec les plans, schémas et programmes

Plans, schémas, programme, documents de planification	Document concerné
1° Programme opérationnel mentionné à l'article 32 du règlement (CE) n°1083/2006 du Conseil du 11 juillet 2006 portant dispositions générales sur les Fonds Européen de Développement Régional, le Fonds Social Européen et le Fonds de Cohésion et abrogeant le règlement (CE) n°1260/1999	Programme opérationnel régional FEDER/FSE 2014-2020 des Pays de la Loire
2° Schéma décennal de développement du réseau prévu par l'article L.321-6 du code de l'énergie	Schéma décennal de développement du réseau, RTE, édition 2015
4° Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux prévu par les articles L. 212-1 et L. 212-2 du code de l'environnement	SDAGE Loire-Bretagne 2016-2021
5° Schéma d'aménagement et de gestion des eaux prévu par les articles L. 212-3 à L. 212-6 du code de l'environnement	SAGE du Marais Breton et du bassin versant de la Baie de Bourgneuf
	SAGE du bassin de la Vie et du Jaunay
6° Document stratégique de façade prévu par l'article L. 219-3 du code de l'environnement et document stratégique de bassin prévu à l'article L. 219-6 du même code	DSF « Nord Atlantique – Manche Ouest »
7° Plan d'action pour le milieu marin prévu par l'article L. 219-9 du code de l'environnement	PAMM « Golfe de Gascogne »
8° Schéma Régional du Climat, de l'Air et de l'Energie prévu par l'article L.222-1 du code de l'environnement	SRCAE des Pays de Loire
13° Orientations nationales pour la préservation et la remise en bon état des continuités écologiques prévues à l'article L. 371-2 du code de l'environnement	Orientations nationales pour la préservation et la remise en bon état des continuités écologiques
14° Schéma régional de cohérence écologique prévu par l'article L. 371-3 du code de l'environnement	SRCE des Pays de la Loire
17° Plan national de prévention des déchets prévu par l'article L. 541-11 du code de l'environnement	Plan national de prévention des déchets 2014-2020
33° 4° et 5° du projet stratégique des grands ports maritimes, prévus à l'article R. 5312-63 du code des transports	Projet Stratégique du Grand Port Maritime de Nantes Saint-Nazaire
39° Contrat de plan Etat-région prévu par l'article 11 de la loi n° 82-653 du 29 juillet 1982 portant réforme de la planification	CPER 2015-2020 de la région Pays de la Loire
40° Schéma régional d'aménagement et de développement du territoire prévu par l'article 34 de la loi n° 83-8 du 7 janvier 1983 relative à la répartition des compétences entre les communes, les départements et les régions	SRADDT des Pays de la Loire
43° Schéma des structures des exploitations de cultures marines prévu par l'article 5 du décret n° 83-228 du 22 mars 1983 fixant le régime de l'autorisation des exploitations de cultures marines	Schéma des structures des exploitations de cultures marines du littoral de la Vendée

7.5 Détermination des mesures

Les mesures d'évitement, de réduction ou de compensation des impacts identifiés, sont prévues afin d'améliorer l'intégration du projet dans son environnement naturel et humain. Les éléments devant figurer dans le dossier sont indiqués dans les « *Lignes Directrices Nationales sur la séquence éviter, réduire et compenser les impacts sur les milieux naturels* », MEDDE version 2013 et sont rappelés ci-après. Les différents types de mesures sont :

- ▶ **Mesures d'évitement (ME)** (ou de suppression). Une mesure d'évitement modifie un projet afin de supprimer un impact négatif identifié que ce projet engendrerait. Le terme « évitement » recouvre généralement trois modalités : l'évitement lors du choix d'opportunité, l'évitement géographique et l'évitement technique. Ainsi le choix du schéma d'implantation peut par exemple permettre d'éviter par exemple les zones de nourriceries d'espèces marines, les épaves ou encore des zones majeures de pêche professionnelle, révision du projet initial en reconsidérant les zones d'aménagement et d'exploitation, etc.
- ▶ **Mesures de réduction (MR)**. La réduction intervient dans un second temps, dès lors que les impacts négatifs sur l'environnement n'ont pu être évités. Ces impacts doivent alors être suffisamment réduits, notamment par la mobilisation de solutions techniques de minimisation de l'impact à un coût raisonnable, pour que les impacts négatifs résiduels ne soient pas significatifs et ne nécessitent pas la définition de mesure de compensation.
- ▶ **Mesures de compensation (MC)**. Lorsque l'impact du projet sur une composante environnementale majeure n'a pu être évité ou suffisamment réduit il est nécessaire de définir des mesures compensatoires. Ces mesures compensatoires ont pour objet d'apporter une contrepartie aux impacts résiduels négatifs du projet (y compris les impacts résultant d'un cumul avec d'autres projets). Des mesures compensatoires peuvent également être instaurées dans un second temps si les résultats du suivi de l'efficacité des mesures mises en œuvre attestent d'une insuffisance de réduction d'un impact. Elles sont conçues de manière à produire des impacts qui présentent un caractère pérenne et sont mises en œuvre en priorité à proximité fonctionnelle du site impacté. Elles doivent permettre de maintenir, voire d'améliorer le cas échéant, la qualité environnementale des milieux naturels concernés à l'échelle territoriale pertinente.
- ▶ **Suivi de l'efficacité de la mesure (SE)**. Leurs mesures de mise en œuvre répondent également au principe de proportionnalité, c'est à dire être en relation avec les enjeux environnementaux propres au projet, et permettant, le cas échéant, l'adaptation éventuelle de certaines mesures.
- ▶ **Engagement (E)**. Compte-tenu des spécificités du milieu marin et du manque de connaissance associé (reconnu par l'autorité environnementale elle-même), le maître d'ouvrage a décidé de contribuer à des programmes d'expérimentations et d'acquisitions de connaissances scientifiques, afin de renforcer les connaissances sur des sujets spécifiques. Dans cette optique, le maître d'ouvrage a sollicité plusieurs universités afin de pouvoir identifier des projets de Recherche et Développement (R&D).

Les mesures (MR et MC), les suivis de l'efficacité des mesures et les engagements sont présentés sous la forme de fiche qui précisent de manière synthétique, l'objectif, en quoi consiste la mesure, les « pilotes », les phases d'intervention, les secteurs géographiques concernés, le coût estimé, les indicateurs de suivi de mise en œuvre ainsi que les indicateurs de résultats.

Tableau 121 : Fiche type de présentation des mesures

Fiche n°		Catégorie de mesure		Composante	
« Nom de la mesure »					
Objectif de la mesure					
Description du projet de mesure					
Responsable de la mise en œuvre			Partenaires techniques pressentis		
Phases d'intervention					
Secteurs concernés			Estimation des coûts (€ HT)		
Modalités de suivi de la mesure et de ses effets					
Indicateurs de mise en œuvre			Indicateurs de résultats		

7.6 Méthodologie pour l'évaluation des effets cumulés

7.6.1 La réglementation

Les articles R.122-1 et suivants du code de l'environnement, précisent les conditions d'application de l'article L.122-3 du même code, qui stipule que l'étude d'impact doit comporter une analyse des « effets cumulés avec d'autres projets connus ».

L'article R.122-5 du code de l'environnement précise également que les autres projets connus sont ceux qui, lors du dépôt de l'étude d'impact, ont fait l'objet :

- ▶ D'un document d'incidences au titre de l'article R.214-6 et d'une enquête publique ;
- ▶ D'une étude d'impact au titre du présent code et pour lesquels un avis de l'autorité administrative de l'Etat compétente en matière d'environnement a été rendu public.

Sont exclus les projets ayant fait l'objet d'un arrêté au titre des articles R. 214-6 à R. 214-31 mentionnant un délai et devenu caduc, ceux dont la décision d'autorisation, d'approbation ou d'exécution est devenue caduque, dont l'enquête publique n'est plus valable ainsi que ceux qui ont été officiellement abandonnés par le pétitionnaire ou le maître d'ouvrage.

Par ailleurs, les projets dont la construction a démarré, sortent du champ d'application de l'analyse des effets cumulés. Ce type de projet est pris en compte dans l'analyse de l'état initial de l'environnement et de son évolution prévisible.

Selon les dispositions de l'article R.122-6 du code de l'environnement, l'autorité administrative de l'Etat compétente en matière d'environnement (dite Autorité environnementale ou Ae) peut être, en fonction de la procédure d'autorisation du projet :

- ▶ Le Ministre chargé de l'environnement (via la formation d'autorité environnementale du Commissariat Général au Développement Durable – CGDD) ;
- ▶ Le Conseil Général de l'Environnement et du Développement Durable (CGEDD) ;
- ▶ Le préfet de Région (via la formation d'autorité environnementale de la Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement – DREAL).

C'est donc auprès de ces autorités que sont recherchés les différents avis de l'Autorité environnementale.

A noter par ailleurs, que la définition juridique des projets connus ne se borne pas dans l'espace, et laisse ainsi au porteur de projet la libre appréciation du périmètre à prendre en compte, en respectant le principe de proportionnalité de l'étude d'impact, qui s'applique au regard de la sensibilité des milieux concernés, mais également au regard de l'ampleur du projet.

Dans le cadre de cette analyse ont été pris en compte, parmi les projets répondant à l'un des deux critères ci-dessus, les projets qui du fait de leur localisation à proximité du projet et/ou de leurs impacts potentiels, sont susceptibles d'induire des effets cumulés avec le projet éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier.

La démarche proposée ci-dessous, est basée sur les principales étapes suivantes :

- ▶ La définition de la notion d'effets cumulés ;
- ▶ La définition des projets effectivement retenus pour l'analyse des effets cumulés parmi la liste de projets remis par les Services de l'Etat ;
- ▶ La définition des composantes de l'environnement et des effets cumulés potentiels des différents projets retenus ;
- ▶ L'analyse des effets cumulés par composante environnementale.

7.6.2 Définition des effets cumulés

La notion d'impacts cumulés s'efforce d'appréhender les dimensions spatiales et temporelles des processus, et notamment des interactions possibles entre plusieurs projets.

Les impacts cumulés peuvent être homotypiques ou hétérotypiques selon respectivement qu'ils résultent de multiples développements du même type ou qu'ils soient causés par la combinaison de deux ou plusieurs projets ou aménagements différents.

C'est une notion complexe qui nécessite une approche globale des incidences sur l'environnement : approche territoriale, approche temporelle, approche par entité / ressource impactée, approche multi-projets.

Les impacts cumulés sont le résultat des actions à venir (de projets, programmes, etc.) qui affectent une entité (ressources, populations ou communautés humaines ou naturelles, écosystèmes, activités...). De façon générale, il y a cumul d'effet entre des projets lorsque des interactions fonctionnelles sont possibles. Cela concerne pour l'essentiel les cas suivants :

- ▶ Lorsqu'il y a conjonction entre les aires d'influence d'un même impact (cas d'un panache turbide par exemple) ;
- ▶ Lorsque les impacts sont établis lors d'une même période (cas des opérations en mer durant la phase de construction) ;
- ▶ Lorsqu'il y a mobilité de la composante environnementale concernée d'un projet à un autre (cas par exemple de l'avifaune, des mammifères marins, de la qualité des eaux...). La composante peut ainsi être concernée par un même impact soit pendant une même période soit à des périodes différentes.
- ▶ Lorsque des composantes environnementales considérées comme sensibles sont communes (des espèces ou des habitats par exemple).

L'analyse concerne les impacts qui peuvent se cumuler au vu notamment de l'étendue de leur zone d'influence ou des composantes environnementales concernées. Elle prend en compte de façon plus particulière les impacts du projet considérés comme les plus importants.

Trois types d'impact cumulés peuvent être distingués :

- ▶ L'« impact additif ou incrémental » : l'impact cumulé est la somme des impacts ;
- ▶ L'« impact supra-additif » : l'impact cumulé est plus important que la somme des impacts ;
- ▶ L'« impact infra-additif » : l'impact cumulé est moindre que la somme des impacts.

En pratique, les évaluations mettent le plus souvent en évidence les impacts cumulés additionnels qui correspondent certainement au type le plus fréquent.

Les niveaux d'impacts, le cas échéant résiduels (c'est-à-dire ceux qui, après application des mesures d'évitement, de réduction et de compensation, persistent), sont ceux considérés pour l'analyse de l'impact cumulé.

7.6.3 Recensement et choix des « autres projets connus » à prendre en compte dans l'analyse des effets cumulés avec le projet éolien en mer des îles d'Yeu et de Noirmoutier

7.6.3.1 Premier niveau d'analyse : recensement de tous les projets connus répondant à la définition réglementaire (liste générale)

Dans un premier temps, il a été nécessaire d'identifier le plus exhaustivement possible, les projets répondant à la définition réglementaire du 4° de l'article R.122-5-II du code de l'environnement (paragraphe 7.6.1 précédent). Cette première identification a été réalisée sur la base des projets ayant fait l'objet :

- ▶ D'une étude d'impact ayant donné lieu à la publication d'un avis de l'autorité environnementale (CGEDD, CGDD, DREAL Pays-de-la-Loire...) ;
- ▶ D'une enquête publique au titre de la police de l'eau et/ou par extension au titre de l'autorisation unique,
- ▶ Des saisines en cours de l'AE et des instructions prévues au sein des services des DDTM de la région Pays-de-la-Loire, pour les projets qui auront pu faire l'objet d'un avis ou d'une enquête à la date prévisionnelle de dépôt du présent dossier (soit date à préciser 2017).

Les listes des projets fournies par les Préfectures des départements de Vendée et de Loire-Atlantique et par la DREAL Pays de la Loire, sont présentées dans le Tableau 122.

7.6.3.2 Deuxième niveau d'analyse : de la liste générale à une liste restreinte

Dans un second temps, un filtre est appliqué pour apprécier si le projet peut interférer avec les autres projets connus de la liste générale, c'est-à-dire si des liens fonctionnels sont possibles avec ces projets.

Certains des projets identifiés dans la liste générale sont exclusivement terrestres et n'ont aucune interaction sur le milieu marin. Or les études menées dans le cadre de l'étude des impacts environnementaux du parc éolien en mer des îles d'Yeu et de Noirmoutier montrent que les effets du parc sont essentiellement observables sur le milieu marin / littoral. Les projets ont de plus, pour la plupart, des effets observables localement, exception faite pour le déplacement de l'avifaune et des mammifères marins, excluant tout effet cumulé potentiel.

Les différentes caractéristiques des projets de la liste générale et des impacts attendus (localisation, distance au projet, périmètre d'influence, nature des travaux, composantes environnementales concernées...) sont donc analysées pour vérifier l'existence d'effets cumulés potentiels avec le parc éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier.

De façon générale, il y a cumul d'effet entre des projets lorsque des interactions fonctionnelles sont possibles. Cela concerne pour l'essentiel les cas suivants :

- ▶ Lorsqu'il y a conjonction entre les aires d'influence d'un même effet ;
- ▶ Lorsqu'il y a mobilité de la composante environnementale concernée d'un projet à un autre (cas par exemple de l'avifaune, des mammifères marins, de la qualité des eaux...);
- ▶ Lorsque des composantes environnementales considérées comme sensibles sont communes (des espèces ou des habitats par exemple).

Au final, l'analyse des effets cumulés doit porter, en priorité, sur le cumul des effets avec des projets présentant des impacts de même nature et sur les mêmes milieux que ceux concernés par le projet éolien en mer des îles d'Yeu et de Noirmoutier.

Cette analyse permet d'aboutir à une liste restreinte de projet à retenir dans l'analyse.

7. Présentation des méthodes utilisées et des difficultés rencontrées

7.6 Méthodologie pour l'évaluation des effets cumulés

7.6.3 Recensement et choix des « autres projets connus » à prendre en compte dans l'analyse des effets cumulés avec le projet éolien en mer des îles d'Yeu et de Noirmoutier



Suivant ces principes, 7 projets ont été écartés sur les 18 recensés sur la liste générale. Pour les 11 projets restants, une analyse basée sur le contenu de ces projets, a permis de préciser les composantes de l'environnement concernées par un éventuel effet cumulé.

Les résultats de ces analyses sont présentés dans le Tableau 107. Les projets retenus correspondent aux cases à fond bleu.

Tableau 122 : Sélection des projets à retenir dans l'analyse des effets cumulés

En surligné bleu, les projets retenus

Département	Intitulé et nature du projet	Maître d'ouvrage	Composantes analysées		
			Conjonction des aires d'influence	Composantes environnementales mobiles	Composantes environnementales sensibles communes
44	Projet de parc éolien en mer de Saint-Nazaire	Société Parc du Banc de Guérande (EDF France SA et Enbridge Inc.)	Oui Conjonction potentielle des aires d'influence des composantes mobiles ainsi que du paysage, de la pêche et de la sécurité maritime	Oui (avifaune marine, mégafaune marine, chiroptères, usages maritimes, ressources halieutiques...)	Oui (avifaune, mégafaune, chiroptères, habitats et peuplements benthiques, ressources halieutiques, paysage, sécurité maritime, usages maritimes...)
44	Raccordement du parc éolien de Saint-Nazaire	RTE	Non	Oui	Oui
44	Projet SEM – REV expérimentation énergie houlomotrice et implantation d'une éolienne flottante	Ecole Centrale de Nantes	Site (1km ²) pour tester des prototypes en lien avec les énergies marines renouvelables et éloigné du projet de parc éolien en mer des îles d'Yeu et de Noirmoutier		
85	Raccordement du parc éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier	RTE	Oui	Oui	Oui
			Projet intégré au programme mais non compris dans le cadre de l'analyse des effets cumulés		
85	Demande simultanée de PER de granulats marins et d'autorisation d'ouverture de travaux sur les fonds marins du plateau continental	GIE Loire Grand Large	Non	Oui mais peut pertinent au vu de la nature de l'opération (travaux de recherche visant à évaluer un potentiel gisement)	Oui
85	Demande simultanée de PER de granulats marins et d'autorisation d'ouverture de travaux sur les fonds marins du plateau continental	GIE Granulats Nord Gascogne	Non	Oui mais peut pertinent au vu de la nature de l'opération (travaux de recherche visant à évaluer un potentiel gisement)	Oui

7. Présentation des méthodes utilisées et des difficultés rencontrées

7.6 Méthodologie pour l'évaluation des effets cumulés

7.6.3 Recensement et choix des « autres projets connus » à prendre en compte dans l'analyse des effets cumulés avec le projet éolien en mer des îles d'Yeu et de Noirmoutier

Département	Intitulé et nature du projet	Maître d'ouvrage	Composantes analysées		
			Conjonction des aires d'influence	Composantes environnementales mobiles	Composantes environnementales sensibles communes
85	Travaux d'exploitation des granulats marins Cairnstrath A	DTM	Non peu probable	Oui	Oui mais peu pertinent au vu de l'éloignement
85	Travaux d'exploitation des granulats marins Cairnstrath SN2	Groupement OCTANT : Sablières de l'Atlantique (mandataire), société de Dragage d'Ancenis, la Compagnie Européenne de Transports de l'Atlantique (CETRA).	Non peu probable	Oui	Oui mais peu pertinent au vu de l'éloignement
85	Travaux d'exploitation de granulats marins "Astrolabe"	sociétés LGO et CAN	Non peu probable	Oui	Oui mais peu pertinent au vu de l'éloignement
44	Opération de dragage et de rejet en mer des déblais de dragage du port de la Gravette à La Plaine-sur-Mer	Commune La Plaine-sur-Mer	Non	Oui	Oui mais peu pertinent au vu de l'ampleur du projet (point de rejet 600 m du port) et de son éloignement
44	Dragages d'entretien du port à flot de Pornichet, clapage en mer des déblais et extension du terre-plein portuaire	SA Port de plaisance de Pornichet	Non	Oui	Oui mais peu pertinent au vu de l'ampleur du projet (rejet à 2 km au sud du port) et de son éloignement de l'éloignement
44	Dragage du port de La Baule - Le Pouliguen et rejet des matériaux extraits	CCI Nantes Saint Nazaire	Non	Oui	Oui mais peu pertinent au vu de l'ampleur du projet (rejet via une conduite au droit du port) et de son éloignement
44	Dragages d'entretien des chantiers naval de STX-France Saint-Nazaire et rejet en mer	STX	Non	Oui	Oui mais peu pertinent au vu de l'ampleur du projet et de son éloignement

7. Présentation des méthodes utilisées et des difficultés rencontrées

7.6 Méthodologie pour l'évaluation des effets cumulés

7.6.3 Recensement et choix des « autres projets connus » à prendre en compte dans l'analyse des effets cumulés avec le projet éolien en mer des îles d'Yeu et de Noirmoutier



Département	Intitulé et nature du projet	Maître d'ouvrage	Composantes analysées		
			Conjonction des aires d'influence	Composantes environnementales mobiles	Composantes environnementales sensibles communes
44	Dragage d'entretien et immersion de sédiments sur le site étendu de la Lambarde	GPMNSN	Non	Oui	Oui (habitats benthiques, ressources halieutiques...)
85	Dragage et de l'immersion des produits de dragage du port de Port-Joinville à l'île d'Yeu	CCI	Non	Oui	Oui (habitats benthiques, ressources halieutiques...)
85	Dragage et immersion des sédiments du chenal de Fromentine*	Conseil départemental de Vendée	Oui Conjonction potentielle des aires d'influence	Oui (mammifères marins, ressource halieutique, qualité de l'eau, pêche professionnelle)	Oui potentiellement (habitats benthiques, ressources halieutiques, trafic maritime...)
44	Projet de démantèlement de navires sur le Port de Saint-Nazaire	GPMNSN	Non	Non considérant la nature du projet	Non
44	Digue sur le Brivet quartier Méan-Penhoet	Commune de Saint-Nazaire	Non	Non considérant la nature du projet	Non
44	Amélioration évacuation des eaux pluviales aux exutoires en mer (Saint-Brevin-les-Pins)	Commune de Saint Brevin-les-Pins	Non	Non considérant la nature du projet	Non

Source : BRLi, 2016

7.6.4 Composantes environnementales et effets cumulés pris en compte

D'après le Tableau 122, les composantes environnementales susceptibles d'être le plus significativement impactées par les projets retenus dans le cadre de cette analyse, sont au nombre de huit :

- ▶ L'avifaune marine ;
- ▶ Les mammifères marins, tortues marines et autres grands pélagiques ;
- ▶ Les chiroptères ;
- ▶ Le paysage ;
- ▶ La surveillance de la navigation et la sécurité maritime ;
- ▶ La qualité de l'eau ;
- ▶ Les fonds marins ;
- ▶ Les ressources halieutiques et la pêche professionnelle.

Pour chacune de ces composantes, les effets cumulés étudiés sont listés dans le Tableau 123 suivant.

Tableau 123 : Principales composantes environnementales concernées et effets cumulés associés

Composantes de l'environnement	Effets cumulés étudiés
Avifaune marine	Effets cumulés par collision Effets cumulés par modification de l'habitat Effets cumulés par modification de trajectoires Effets cumulés par attraction lumineuse
Mammifères marins, tortues marines et autres grands pélagiques	Effets cumulés relatifs à la modification de l'ambiance sonore Effets cumulés relatifs à l'augmentation de turbidité Effets cumulés sur les habitats
Chiroptères	Effets cumulés par collision, barotraumatisme Effets cumulés par attraction lumineuse Effets cumulés par modification de trajectoires
Paysage	Effets cumulés sur les covisibilités entre projets
Surveillance de la navigation et sécurité maritime	Cumul des effets d'ombres sur les radars Effet de réflexion faut-échos cumulés Effets cumulés sur le trafic maritime
Qualité de l'eau	Effets cumulés par mise en suspension et augmentation de la turbidité Effets cumulés liés à la présence d'anodes sacrificielles
Fonds marins	Effets cumulés sur les surfaces de fonds consommées ou modifiées Effets cumulés sur la nature des fonds marins concernés Effets cumulés du parc éolien en mer des îles d'Yeu et de Noirmoutier avec le projet éolien de Saint-Nazaire
Ressources halieutiques et la pêche professionnelle	Effets cumulés sur les ressources halieutiques Effets cumulés sur les activités de pêche professionnelle

Source : BRLi, 2016

7.6.5 Méthodes d'évaluation des effets cumulés

Le travail d'analyse des effets et des impacts cumulés du projet avec d'autres projets connus a été réalisé à partir d'une liste de projets mis à disposition par l'administration. Les effets ayant été définis au préalable dans chaque étude d'impact ou étude d'incidences des projets, l'étude des effets cumulés englobe à la fois les effets ainsi que les niveaux d'impacts définis dans les différentes études.

Les méthodes d'évaluation reposent sur deux grands types d'analyses :

- ▶ Les retours d'expériences. Ils proviennent principalement des retours des parcs éoliens d'Europe du Nord (Allemagne, Danemark, Suède, Royaume-Uni, Pays-Bas...) notamment sur les effets sur la faune marine (avifaune, benthos, poissons ou encore informations sur le comportement des mammifères marins par rapport aux impacts acoustiques) ;
- ▶ L'analyse pour certains projets, des études d'impact environnementales disponibles ;
- ▶ Les expertises des bureaux d'études.

C'est sur la base des expertises, que se fondent l'essentiel des analyses. Lorsque cela est possible, elles reposent le plus souvent sur une approche quantifiée généralement suffisante pour justifier d'un cumul d'effet. Il reste cependant délicat de préciser le type d'effet (additif, supra-additif ou infra-additif) en l'absence notamment de retours d'expériences sur les effets cumulés (études spécifiques, ou de littérature susceptible d'apporter des éclairages particuliers⁶⁴). Le plus souvent, les conclusions rendent compte d'un cumul d'effet de type additif ou incrémental qui correspond à la somme des effets considérés individuellement sur chacun des projets. L'analyse sur la base des documents disponibles et des éléments de connaissance ne permet généralement pas d'aller au-delà.

Concernant les mammifères marins, un traitement particulièrement détaillé des effets cumulés avec le parc éolien de Saint-Nazaire a été réalisé. Une modélisation des impacts acoustiques cumulés a notamment été menée par Quiet-Oceans (2016).

Pour l'avifaune, un traitement particulièrement détaillé des effets cumulés avec le parc éolien de Saint-Nazaire a été réalisé. Une nouvelle modélisation des risques de collision du parc éolien de Saint-Nazaire a été menée en 2016 en utilisant la même version de modèle que celui utilisé pour le parc éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier (Masden, 2015), afin de faciliter et fiabiliser les comparaisons entre les deux parcs (se reporter à la partie « méthodologie des expertises »- « Avifaune marine »).

⁶⁴ On citera la thèse CIFRE actuellement en cours et réalisée en collaboration avec l'Université de Caen-Normandie sur l'étude écosystémique de l'aire d'étude immédiate L'échéance est prévue pour mi-2017.

7.7 Méthodologie des expertises réalisées sur le milieu physique et naturel

La réalisation de la présente étude d'impact sur l'environnement, réalisée par BRL Ingénierie, a été engagée sous la responsabilité du maître d'ouvrage.

Afin d'alimenter le travail de définition du projet et de rédaction de l'étude d'impact, des contrats de prestation ont été conclus avec des bureaux d'études et des associations locales ayant des champs d'expertises reconnus dans le domaine des études d'impacts sur l'environnement. La décision de déclencher des expertises spécifiques répond :

- ▶ A l'application du principe de proportionnalité de l'étude d'impact tel que spécifié dans le code de l'environnement ;
- ▶ Au niveau d'enjeu local et régional de la composante environnementale tel que pré-identifié sur la base des éléments disponibles dans la bibliographie et des connaissances générales de la zone de projet ;
- ▶ A la sensibilité supposée de cette composante vis-à-vis d'un projet éolien en mer.

C'est ainsi que les études listées ci-dessous ont été spécifiquement réalisées dans le cadre de la présente étude.

Tableau 124 : Synthèse des études environnementales réalisées pour le projet de parc éolien en mer des îles d'Yeu et de Noirmoutier

Prestataire	Compétences du prestataire	Type d'étude	Prestations réalisées
Etude d'impact sur l'environnement			
	Bureau d'études spécialisé dans les domaines liés à l'eau, à l'environnement et à l'aménagement du territoire	Etude d'impact sur l'environnement	<ul style="list-style-type: none"> - Mandat et pilotage de l'étude d'impact et des expertises relatives aux thématiques suivantes : (habitats et biocénoses benthiques, qualité du milieu, avifaune, chiroptères, mammifères marins, tortues marines et autres grands pélagiques, ressources halieutiques, sécurité maritime, pêche professionnelle, paysage et patrimoine, acoustique aérienne et sous-marine. - Mise au point et optimisation des méthodes d'évaluation et protocoles, coordination de l'ensemble des partenaires pour la réalisation de l'étude d'impact et des expertises de terrain. - Rédaction de l'étude d'impact sur l'environnement et contribution à l'évaluation des incidences Natura 2000 et des dossiers CNPN.⁶⁵

⁶⁵ Dossier « CNPN » dossier de dérogation relatif à la destruction d'espèces protégées. CNPN : Commission Nationale pour la Protection de la Nature. En fonction des espèces et enjeux associés, un passage devant cette commission peut s'avérer nécessaire pour instruire cette demande de dérogation.

Prestataire	Compétences du prestataire	Type d'étude	Prestations réalisées
Etude d'impact sur l'environnement			
			<ul style="list-style-type: none"> - Réalisation des modélisations et analyse sur l'hydrodynamisme et la dynamique hydrosédimentaire - Coordination avec les équipes d'EMYN et de RTE maître d'ouvrage du raccordement électrique du parc éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier.
Milieu physique			
	Sociétés indépendantes, spécialisées dans les prospections hydrographiques, géophysiques et géotechniques	Relevés géophysiques	Mission de reconnaissance bathymétrique et géophysiques sur la zone d'implantation du parc éolien offshore (side scan sonar et sismique,...)
	Société spécialisée dans la réalisation de campagnes géotechniques pour l'industrie maritime.	Sondages géotechniques	Campagnes géotechniques
	Bureau d'études spécialisé dans les domaines liés à l'eau, à l'environnement et à l'aménagement du territoire	Modélisation des impacts hydrosédimentaires	Etude de l'impact du parc éolien en mer sur la propagation de la houle par modélisation Etude de l'impact du parc éolien offshore sur les courants marins par modélisation
<p>Groupement Idrabio & Littoral</p>	Bureaux d'études spécialisés dans les domaines de l'aménagement et l'entretien du littoral, l'exploitation des ressources marines et l'évaluation de la biodiversité	Investigations in situ et analyses (sonde multiparamètres, échantillonnages sur substrats meubles et rocheux, vidéo sous-marine, prélèvements)	Etude de la qualité du milieu, des habitats et des biocénoses benthiques (campagnes in-situ et analyse des données)
Milieu biologique			
	Bureau d'études spécialisé dans l'environnement et la gestion de la biodiversité.	Etudes naturalistes - Inventaires in situ et analyse de données	<p>Coordinateur des études naturalistes en mer</p> <p>Principal contributeur aux rédactions de l'étude d'impact et des rapports d'expertise pour les volets avifaune, mammifères marins, tortues marins, autres grands pélagiques et chiroptères</p> <p>Analyse des données bioacoustiques</p> <p>Rédaction des dossiers d'évaluation des incidences sur Natura 2000 et de demande de dérogation de destruction d'espèces protégées</p>
Périscope (plateforme de coopération régionale associant les LPO 44 et LPO 85 et Bretagne Vivante)	Association « Ligue pour la Protection des Oiseaux »	Expertises environnementales	Participation aux campagnes d'observations en mer par bateau et par avion (avifaune marine, mammifères marins) et aux inventaires des chiroptères depuis la côte

Prestataire	Compétences du prestataire	Type d'étude	Prestations réalisées
Etude d'impact sur l'environnement			
	Association pour la protection de la nature en Bretagne		
ADERA (Ex ULR-Valor), Observatoire PELAGIS, Aquarium La Rochelle 	Filiale de l'Université de la Rochelle spécialisée dans les études sur les mammifères marins et études géophysiques.	Etudes environnementales – Ingénierie et innovation	Synthèse des données disponibles concernant les mammifères marins et tortues marines Contribution aux rédactions des expertises sur les mammifères marins et l'avifaune marine
	cellule de transfert ⁶⁶ du laboratoire UMR CNRS 5805 EPOC, Unité Mixte de Recherche du CNRS ⁶⁷ et de l'Université de Bordeaux (Environnements et Paléo-environnements Océaniques et Continentaux)	Expertise sur l'état des connaissances	Contribution à l'étude de l'impact environnemental des anodes sacrificielles en mer
	Cabinet d'expertises en acoustique sous-marine	Expertise d'acoustique sous-marine	Mesures acoustiques sous-marines (physique et bioacoustiques) - Analyse des données collectées et modélisations acoustiques. Rédaction du rapport d'étude spécifique
	Bureau d'études spécialisé dans l'environnement marin	Pêches scientifiques avec pêcheurs locaux	Expertise relative aux ressources halieutiques et autres peuplements
Paysage et le patrimoine culturel littoral			
	Bureau d'études en énergie renouvelables et environnement	Analyse des structures paysagères Calculs de visibilité et analyses cartographiques	Expertise paysagère et patrimoniale

⁶⁶ GEO-Transfert

⁶⁷ Centre National de la Recherche Scientifique

Prestataire	Compétences du prestataire	Type d'étude	Prestations réalisées
Etude d'impact sur l'environnement			
	Prestataire en photomontages et documents d'évaluation des impacts visuels	Cahier de photomontages	Réalisation des photomontages (modélisation 3D et photographies)
Etude sur la santé, la sécurité et la commodité de voisinage			
	Bureau d'étude spécialisé dans l'acoustique environnementale, la qualité de l'air et de l'environnement dans le développement des énergies renouvelables	Expertise d'acoustique aérienne	Mesures in situ et modélisations acoustiques
	Cabinet spécialisé dans la sécurité maritime et les moyens de communication	Etude des risques maritimes	Analyse de la navigation Expertise relative aux servitudes maritimes
	Cabinet spécialisé dans l'analyse des risques d'accidents relatifs à la navigation maritime	Etude des risques maritimes	Maitrise des risques liés à la sécurité maritime
	Bureau d'étude spécialisé dans le domaine des géosciences	Etude météocéanique	Mesures in situ des paramètres météocéaniques (marée, courants, vagues, qualité de l'eau)
	Bureau d'étude spécialisé dans les études géophysiques et géotechniques	Mesures magnétométriques in situ	Expertise sur le contexte magnétométrique
	Bureau d'étude spécialisé dans le domaine des études socio-économiques	Etudes socio-économiques, enquêtes	Contribution à l'expertise sur le milieu humain (contexte économique, immobilier et touristique) Etude bibliographique et enquêtes de terrain
	Réseau d'Informations et de Conseil en Économie des Pêches	Analyses des données issues de la concertation et d'indicateurs socio-économiques liées à l'activité de pêche professionnelle (VALPENA)	Expertise sur les impacts du projet sur les activités de pêche professionnelle
	Comité régional des pêches et des élevages marins des Pays de Loire	Etudes halieutiques	Expertise sur les activités de pêche professionnelle Enquête de terrain et analyse des données VALPENA

Les détails méthodologiques pour les différentes expertises sont précisés ci-après.

7.7.1 Relevés géophysiques

Afin de caractériser la bathymétrie, la nature des fonds, l'épaisseur de la couche sédimentaire et l'éventuelle présence d'anomalies magnétiques, une série de relevés géophysiques « haute résolution » a été réalisée par la société IXSurvey en juillet 2013 et la société GeoXYZ en été et en automne 2014.

Durant les campagnes, différentes techniques et instruments ont été utilisés : sonar multibeam, side scan sonar, prélèvements de sédiments, techniques d'imagerie, sub-bottom profiler, sismique multicanal à très haute résolution et mesures magnétométriques.

7.7.1.1 Campagne géophysique de 2013

Une première campagne conduite en juillet 2013 a permis de collecter des données préliminaires sur le site du Projet. La campagne a été conduite par IXsurvey. Les équipements mis en œuvre, sont décrits dans les tableaux suivants.

Tableau 125 : Paramètres du sondeur multifaisceaux

Sondeur multifaisceaux : R2Sonic 2024	
Fréquence	400kHz
Ouverture d'angle	140°
Longueur du signal	25µs
Angle installation	0°
Résolution	5 à 10 points par m ²

Tableau 126 : Paramètres du profileur de sédiments

Profileur de sédiments : IXSea ECHOES 3500	
Fréquence	1.7 kHz à 5.5 kHz
Taux des tirs	32 Hz

Tableau 127 : Paramètres de l'appareil de sismique réflexion

Sismique réflexion: GeoResource Geospark 200	
Fréquence	10Hz
Résolution	30 cm
Taux Puissance	900 J
Intervalle des tirs	Tous les 3.125 m
Vitesse bateau	5 nœuds

La campagne bathymétrique a été réalisée sur 19 lignes pour une longueur totale de 186 km. Lors de la campagne sismique (sismique réflexion et profileur de sédiments) un total de 12 lignes ont été investiguées pour une longueur totale de 114 km. Les lignes étaient séparées de 1500 m dans le sens sud-ouest/nord-ouest et de 3000 m dans le sens nord-ouest/sud-est.

L'investigation géologique se base essentiellement sur les résultats de deux méthodes géophysiques complémentaires :

- ▶ La sismique réflexion haute résolution (UHRS) qui est utilisée pour la caractérisation des sols sur une profondeur allant jusque 40 mètres sous le fond marin. La profondeur d'investigation est directement liée à l'instrumentation mise en œuvre ;
- ▶ Le profileur de sédiments (SBP) utilisé pour la description des couches sédimentaires superficielles non consolidées.

7.7.1.2 Campagne géophysique de 2014

Au cours de l'été et à l'automne 2014, une étude géophysique a été menée sur le site du Projet par GeoXYZ. La campagne comprenait l'utilisation d'un sondeur multifaisceaux et d'un profileur de sédiments. Durant la campagne, une sismique réflexion ultra haute définition (UHRS) a été réalisée. La résolution verticale de la mesure est d'environ 20 cm pour les couches superficielles. L'étude géophysique, intégrait un balayage de la zone sur 111 lignes parallèles et 7 lignes transversales, pour une longueur totale de 1492,3 km. L'étude géophysique, intégrait un balayage de la zone sur 111 lignes parallèles et 7 lignes transversales, pour une longueur totale de 1492,3 km.

Les équipements mis en œuvre, leurs classes et précision sont décrits dans les tableaux ci-après.

Tableau 128 : Paramètres du profileur de sédiments

Profileur de sédiments : Silas SBP-10	
Fréquence	5 kHz (test with 3.5: same penetration, less resolution)
Taux des tirs	10 Hz
Vitesse bateau	3-5 nœuds

Tableau 129 : Paramètres de l'appareil de sismique réflexion

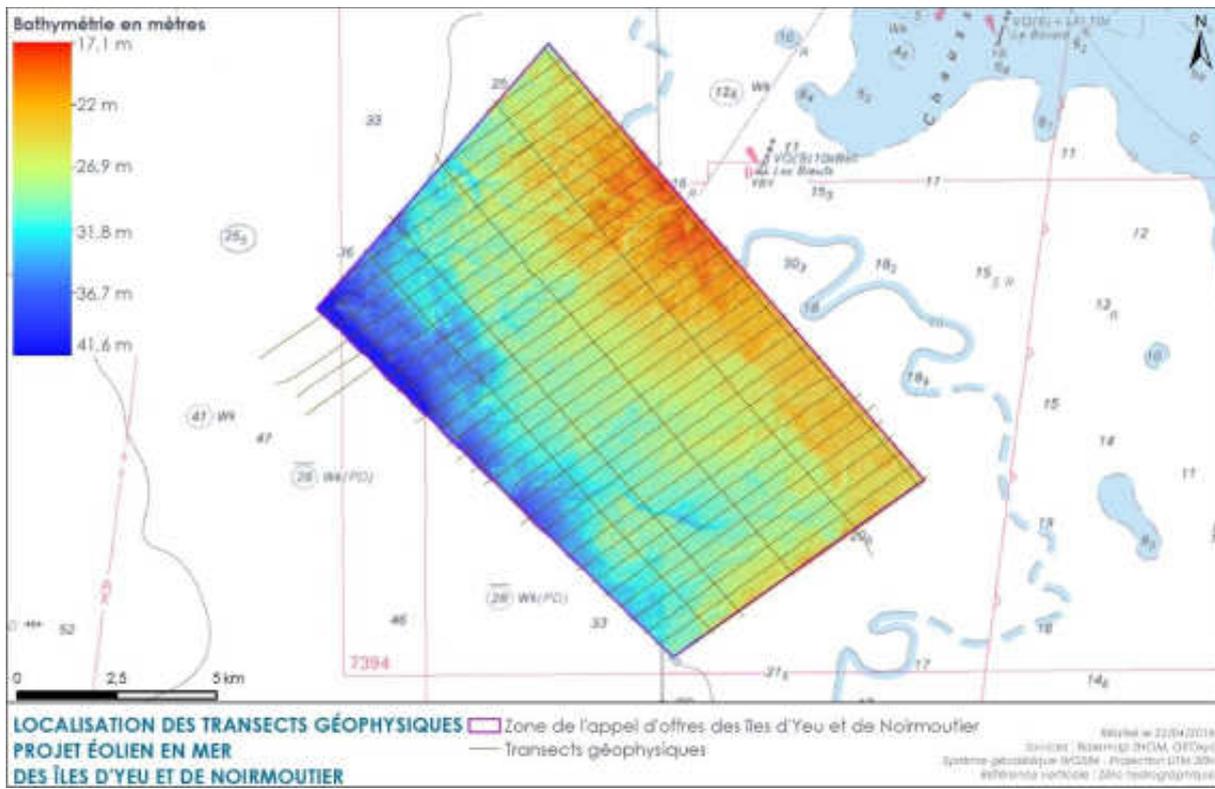
Réflexion sismique: Sparker Geo Source 200	
Fréquence	10Hz
résolution	20 cm
Tx Puissance	600 J
Interval des tirs	670 ms
Vitesse bateau	3-5 nœuds

Tableau 130 : Paramètres du sondeur multifaisceaux

Sondeur multifaisceaux : R2Sonic 2024	
Fréquence	380kHz
Puissance	218dB
Longueur du signal	40µs
Angle installation	0°

La figure ci-dessous montre l'emplacement des lignes de l'étude géophysique.

Carte 48 : Lignes de navigation de l'étude géophysique



7.7.2 Sondages géotechniques

Sept carottages de 15 à 40m de profondeur ont été effectués afin d'obtenir une interprétation qualitative du substrat géologique.

Le Tableau 131 ci-après présente un récapitulatif des 7 sondages réalisés par Horizon dans le cadre de l'étude géotechnique de l'été 2014.

Le forage a utilisé un tubage de 8 pouces de diamètre permettant l'utilisation du système Geobore-S. Le système permet dans le trou de forage d'effectuer des tests au pénétromètre ou au carottier vériné grâce au système WISON-APB.

L'équipement de mesure des ondes P-S a été mis à disposition et manutentionné par la société Robertson's Geologging. Les tests en laboratoire ont été réalisés par Environmental Scientifics Group (ESG) basé à Doncaster au Royaume-Uni.

7. Présentation des méthodes utilisées et des difficultés rencontrées

7.7 Méthodologie des expertises réalisées sur le milieu physique et naturel

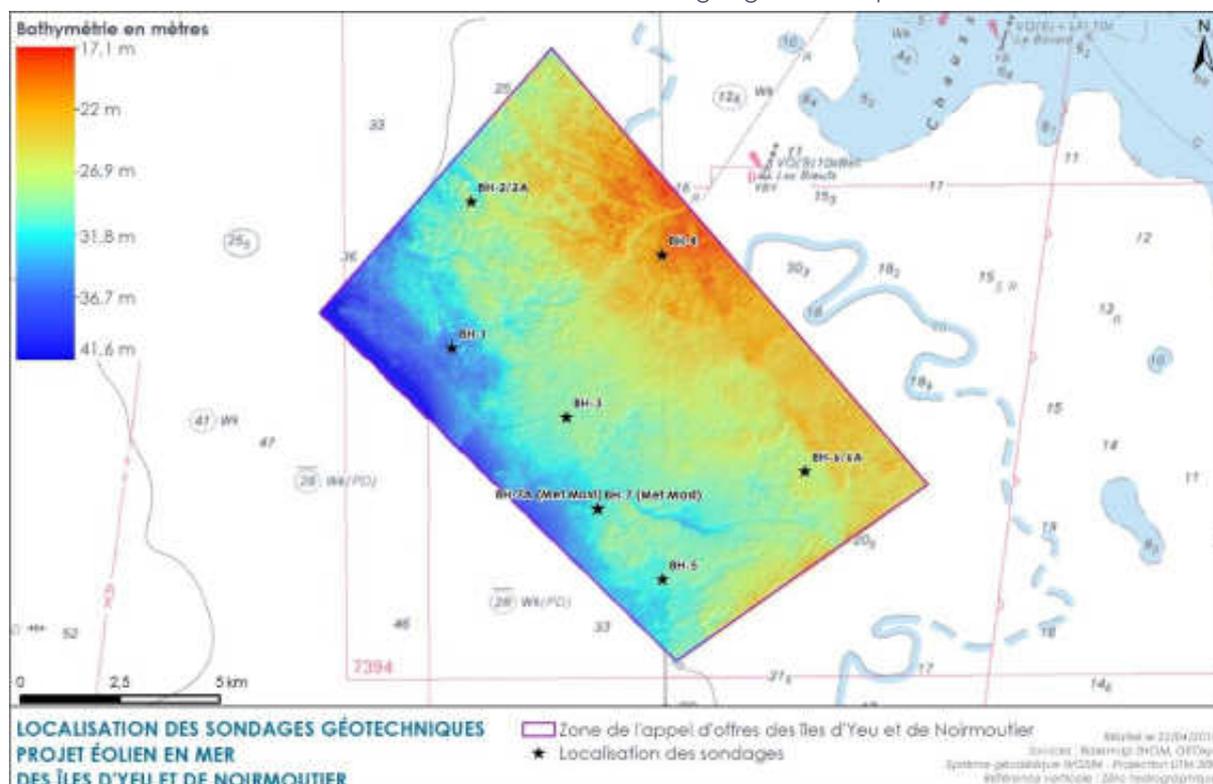
7.7.2 Sondages géotechniques

Tableau 131 : Récapitulatif des sondages réalisés sur le site du Projet (Horizon)

Sondage (BH)	Type de sondage	Profondeur définitive (m sous le fond marin)	Élévation du fond marin (m PLR)
BH-1	Sondages pénétrométriques statiques (PCPT) et échantillonnage combinés	-14,50	35,1
BH-2/2A4	Sondages pénétrométriques statiques (PCPT) et échantillonnage combinés	-40,40	28,5
BH-3	Sondages pénétrométriques statiques (PCPT) et échantillonnage combinés	-39,95	30,1
BH-4	Sondages pénétrométriques statiques (PCPT) et échantillonnage combinés	-20,50	20,9
BH-53	Sondages pénétrométriques statiques (PCPT) et échantillonnage combinés	-37,90	30,6
BH-6/6A4	Sondages pénétrométriques statiques (PCPT) et échantillonnage combinés	-40,00	27,4
BH-7/ BH-7A (mât de mesure)	Sondages pénétrométriques statiques (PCPT) et échantillonnage combinés	-4,50/-40,32	30,5/31,7

La figure ci-dessous montre l'emplacement des sondages géotechniques.

Carte 49 : Localisation des sondages géotechniques



7.7.3 Etude hydrodynamique et hydrosédimentaire

Les études de modélisation des impacts potentiels du projet sur les conditions hydrodynamiques (courants de marées, houles) et sur la dynamique hydrosédimentaire locale ont été réalisées par BRLi en 2015 et 2016.

Ces études visent à évaluer les incidences du projet éolien sur le milieu physique qui comprend :

- ▶ La bathymétrie et la morphologie du fond ;
- ▶ La sédimentologie, caractérisée par l'épaisseur des sédiments et la nature des fonds ;
- ▶ L'hydrodynamique, conditionnée par le régime des vagues et du courant en interaction avec les éléments précités ;
- ▶ Le panache turbide généré par une partie des travaux.

Les modélisations numériques ont été calées et validées sur la base des données disponibles.

Le modèle a permis de caractériser les conditions hydrodynamiques et hydrosédimentaires en état initial pour différentes conditions de marée et de vagues. Ces mêmes conditions ont été simulées pour l'état dit « aménagé », qui intègre les fondations en tant qu'obstacles aux écoulements. La comparaison entre les deux configurations (état initial / état aménagé) permet de quantifier les impacts potentiels.

La modélisation intègre des modules spécifiques de la chaîne de calcul TELEMAC :

- ▶ TELEMAC 2D et TOMAWAC pour la simulation des conditions de courant et de vagues ;
- ▶ SISYPHE pour le calcul du transport sédimentaire à partir des résultats du modèle hydrodynamique.

La méthodologie appliquée pour chaque volet de l'évaluation des impacts hydrodynamiques et hydrosédimentaires est présentée dans les sections suivantes.

7.7.3.1 Données de bases utilisées

Les données de bases utilisées dans cette expertise sont synthétisées dans le Tableau 132 ci-dessous.

Tableau 132 : Données de base utilisées pour la mise en œuvre des modèles

Type de données	Source de la donnée
Bathymétrie pour l'AEI (utilisée pour les modélisations)	Résultats de la campagne géophysique réalisée par GeoXYZ en 2014
Bathymétrie pour l'AEI (utilisée pour les modélisations)	Produits numériques de bathymétrie du SHOM ; dalles bathymétriques et « MNT bathymétrie de la façade Atlantique » (résolution de 100 m)
Etat de mer (houles, conditions de tempêtes exceptionnelles)	Base de données ANEMOC période 1979-2002 sur le point COAST 1544
Courantologie	Ouvrage : Courants de marée – Côte Ouest de France – De Saint-Nazaire à Royan – SHOM – 559-UJA
Niveaux d'eaux	Références Altimétriques marines (RAM) produites par le SHOM.
Niveaux d'eaux extrêmes	Ouvrage : Statistiques des niveaux marins extrêmes des côtes de France en Manche et Atlantique ; publié par le SHOM en 2012.
Nature des sédiments	Résultats de la campagne géophysique réalisée par GeoXYZ en 2014

7.7.3.2 Modélisations numériques des impacts

Dans l'ensemble des modélisations, dont les méthodes sont exposées ci-dessous, la fondation jacket retenue par le maître d'ouvrage, est considérée comme une structure tubulaire reprenant l'aspect d'une pyramide.

Toutefois, toute la complexité géométrique de structures en treillis (jambes inclinés, croisillons...) ne peut être prise en compte dans le modèle. Par conséquent, la fondation est considérée selon un principe d'équivalence qui respecte la surface totale d'obstacle à l'écoulement.

En pratique, les 4 piliers (jambes) porteurs sont intégrés et entre ces derniers, des pylônes secondaires verticaux permettent de prendre en compte les surfaces d'obstacle des croisillons. Ainsi pour notre cas d'étude 3 pylônes de diamètre 0,87 m seront positionnés entre deux piliers porteurs, soit un total de 12 pieux secondaires positionnés verticalement. Les modèles comportent au final, 219 607 nœuds de calcul.

7.7.3.2.1 Courants de marée

L'évaluation de l'impact potentiel du parc éolien sur les courants de marée environnants a été réalisée grâce au module TELEMAC-2D. Ce dernier calcule en chaque point du modèle, par une marée de vive-eau (coefficient 95), les variations de hauteurs d'eau et les courants associés (intensité, direction). A noter qu'une condition de vive-eau représente un forçage énergétique des courants tout en se produisant régulièrement. Bien entendu l'action du vent local peut moduler les courants de marée sur l'aire d'étude mais l'objectif n'est pas de représenter toute la variabilité des conditions naturelles mais d'apprécier les ordres de grandeurs des modifications des conditions de courant appréhendés selon leurs principales caractéristiques en intensité et en direction.

Le modèle est découpé spatialement par des mailles triangulaires ou éléments finis pour les deux situations suivantes :

- ▶ L'état initial, sur la base d'un maillage qui ne prend pas en compte les fondations d'éoliennes ;
- ▶ L'état aménagé, qui reprend l'ensemble des points du maillage de l'état initial, en y ajoutant les fondations d'éoliennes en tant qu'obstacle aux écoulements.

Les limites marines du modèle sont forcées par les sorties d'un modèle de marée global TPXO, qui permettent de reconstituer les variations des niveaux d'eau et de vitesses des courants induits selon une décomposition du signal de marée en 13 harmoniques (ondes).

Des cartes de différentiel des deux états (état aménagé – état initial) permettent de visualiser les modifications des conditions de courant autour des fondations et également à une échelle plus large.

LOGICIEL UTILISE

Dans le cadre de l'étude, la version V7P0 du modèle numérique TELEMAC, développée par le Laboratoire National d'Hydraulique et Environnement (LNHE) de la Direction des Recherches et Développements d'EDF, a été utilisée en configuration bidimensionnelle (grandeurs physiques intégrées sur la hauteur d'eau) TELEMAC-2D.

Le modèle TELEMAC-2D résout les équations de Barré de Saint-Venant à deux dimensions d'espace horizontale. Ses résultats principaux sont, en chaque point du maillage de résolution, la hauteur d'eau et l'intensité des courants moyennés sur la verticale.

TELEMAC-2D trouve ses applications en hydraulique à surface libre, maritime ou fluviale et est capable de prendre en compte les phénomènes physiques suivants :

- ▶ Propagation des ondes longues avec prise en compte des effets non linéaires ;
- ▶ Frottement sur le fond ;
- ▶ Turbulence ;
- ▶ Zones sèches dans le domaine de calcul : bancs découvrant ;
- ▶ Entraînement par le courant et diffusion d'un traceur, avec des termes de création ou de disparition ;
- ▶ Suivi de flotteurs et dérives lagrangiennes.

Validé sur un ensemble de tests de référence, et déjà utilisé lors de nombreuses études, TELEMAC-2D a montré ses capacités à estimer de façon fiable les courants de marée à l'approche des côtes, et derrière des obstacles maritimes. La mise en place d'un modèle bidimensionnel est justifiée par un forçage des courants (par la marée) principalement barotrope⁶⁸.

MISE EN ŒUVRE DU MODELE

Un premier modèle a été mis en place sans prendre en compte les fondations dans le maillage, afin d'optimiser les temps de calcul dans une première phase de calage/validation du modèle. Dans une deuxième phase, le maillage du modèle a été raffiné au niveau de chaque fondation et deux configurations ont été considérées :

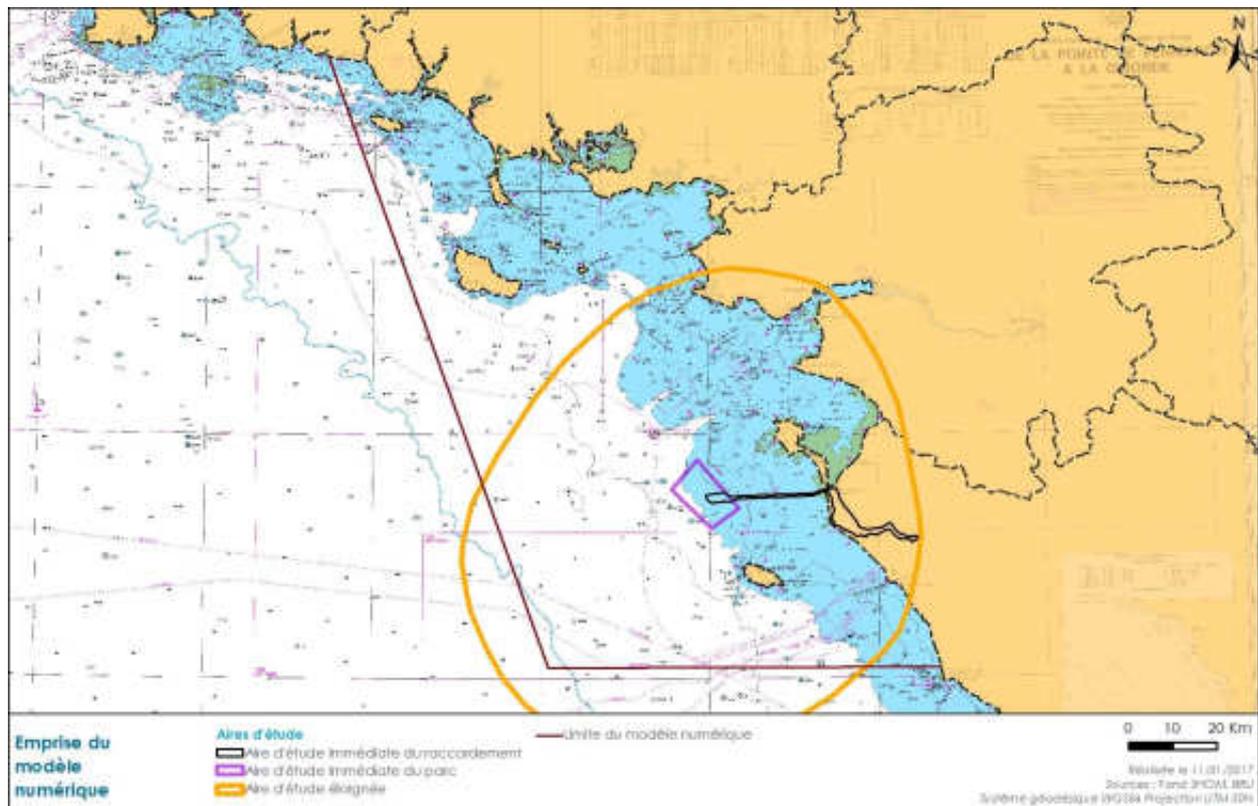
- ▶ Un état initial sans aucune modification de la bathymétrie à l'emplacement des fondations ;
- ▶ Un état dit « aménagé » pour lequel les éléments de la fondation jacket sont spécifiés en tant qu'obstacle aux écoulements.

Pour bien représenter les courants sur l'aire d'étude, et notamment s'affranchir des effets de bord, le modèle a été mis en place à une échelle relativement large. Les limites marines du modèle doivent également être cohérentes avec la résolution spatiale de la base de donnée TPXO (de résolution 1/12°) qui permet de spécifier les variations (spatiales et temporelles) de niveau d'eau et de courant le long de ces limites. Les limites marines du modèle (cf. Carte 50) sont les suivantes :

- ▶ A l'ouest, la frontière débute aux environs de Lorient et se prolonge vers le sud pour intersecté le méridien 3° ouest ;
- ▶ Au sud, la frontière part du point d'intersection précédemment cité et se prolonge jusqu'aux Sables d'Olonne.

⁶⁸ Courant barotrope : courant pour lequel il existe peu de différence de vitesse entre le fond et la surface

Carte 50 : Emprise du modèle numérique

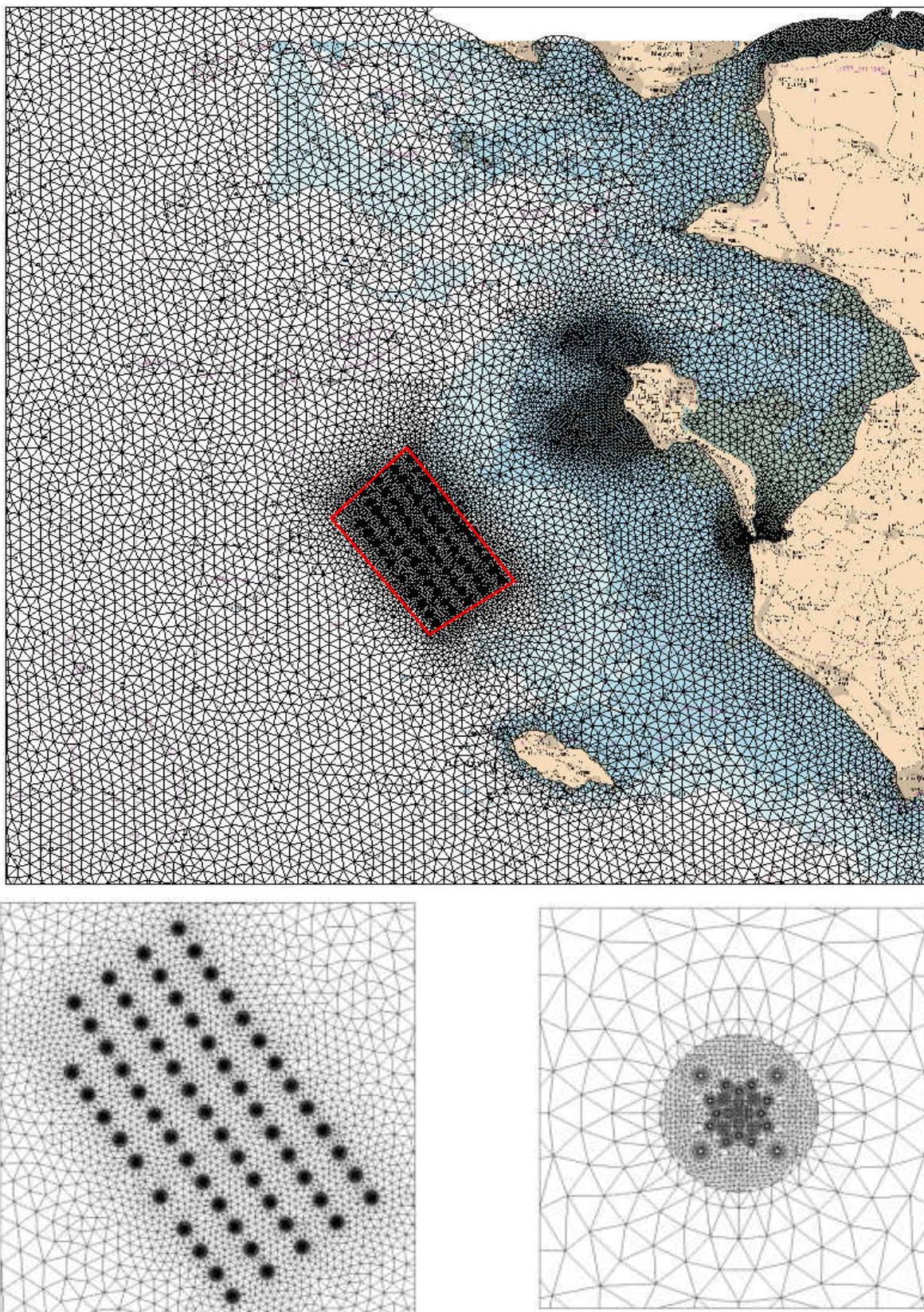


Source : Google Earth

Le code TELEMAC discrétise les calculs selon un maillage à éléments finis, ou mailles triangulaires, du domaine de calcul. Cette discrétisation de l'espace permet à l'utilisateur de moduler la taille de la maille suivant les zones d'intérêt. Dans notre cas, le maillage a été construit en plusieurs étapes permettant de préciser la résolution depuis le large, avec des mailles d'environ 1 000 m de côté, vers la zone du parc. Sur la zone du parc, les mailles les plus grandes sont de 300 m et s'affinent en s'approchant des fondations où elles sont inférieures au mètre pour pouvoir intégrer les éléments tubulaires de la structure jacket en tant qu'obstacles aux écoulements.

Les figures suivantes permettent de visualiser le maillage global et zoomé sur les fondations en état aménagé.

Figure 89 : Maillage global (en haut), et détail du maillage à l'échelle de l'AEI (à gauche) et d'une fondation jacket (à droite)



Source : BRLi, 2016

FORÇAGES ET PARAMETRAGE DU MODELE

Les conditions aux limites du modèle TELEMAC-2D sont spécifiées à l'aide d'un module interne dédié qui prédit des variations de niveau d'eau et de courants à partir d'un signal de marée décomposé en 13 harmoniques. Sur la façade Atlantique la discrétisation spatiale du modèle TPXO est d'environ 1/12°.

Les 13 harmoniques de la base de données sont les suivantes :

- ▶ 8 primaires : M2, S2, N2, K2, K1, O1, P1 et Q1,
- ▶ 2 longues périodes : Mf et Mm,
- ▶ 3 non linéaires : M4, MS4 et MN4.

La fermeture turbulente horizontale du modèle est basée sur la formulation de Smagorinsky.

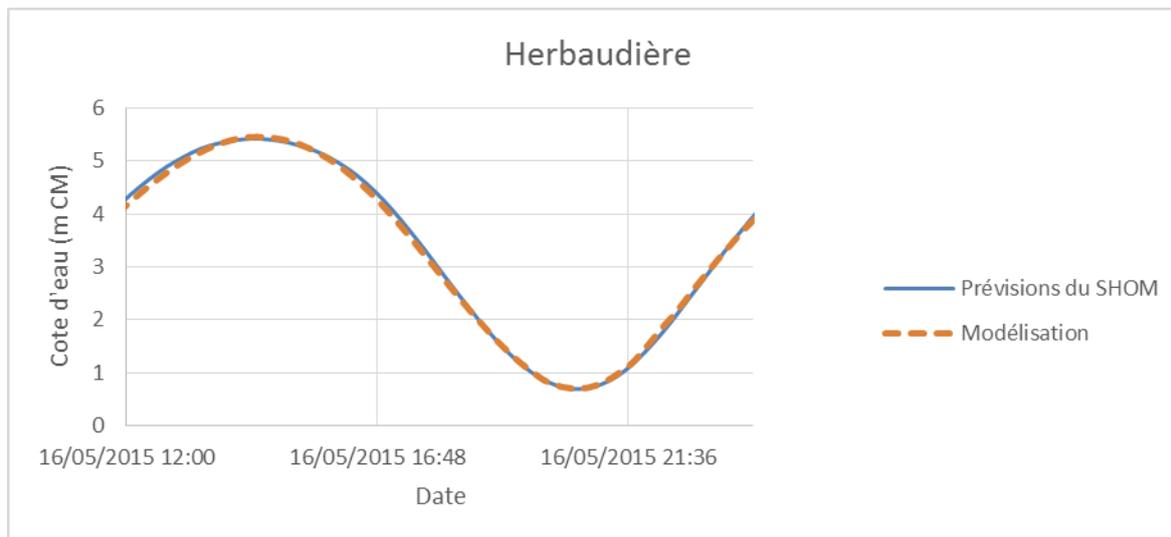
CALAGE ET VALIDATION DU MODELE

Deux jeux de données ont été utilisés dans le but de valider le modèle hydrodynamique.

- ▶ SHOM :
 - Prédiction des niveaux de marée au port de L'Herbaudière (REFMAR),
 - Atlas des courants de marée.
- ▶ Campagne de mesures des conditions hydrodynamiques réalisée par le bureau d'étude Fugro en 2015.

Les niveaux d'eau calculés par le modèle TELEMAC-2D ont été comparés aux niveaux d'eau prédits par le SHOM au port de L'Herbaudière pour une marée de vive eau (coefficient 95) et au niveau de l'ADCP⁶⁹ pour les données disponibles (01/06/2015 au 10/06/2015). Les graphiques ci-dessous permettent d'apprécier la bonne représentation des niveaux de marée simulés par le modèle.

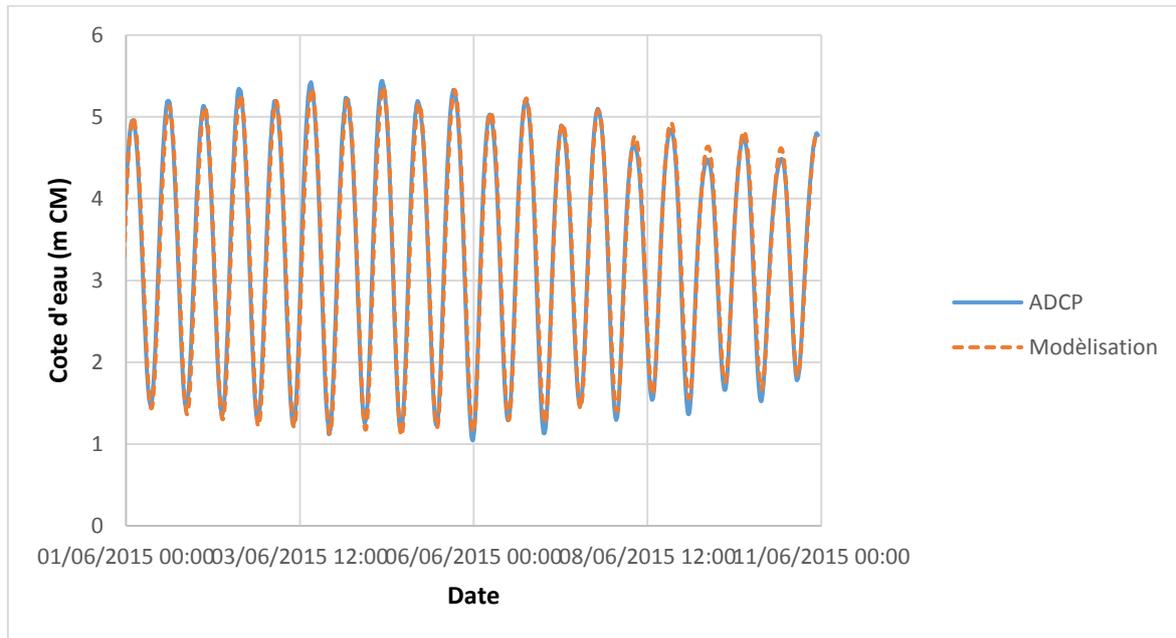
Figure 90 : Comparaison des cotes d'eau calculées et prédites au niveau du port de l'Herbaudière



Source : REFMAR

⁶⁹ ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler) : courantmètre à effet Doppler

Figure 91 : Comparaison des cotes d'eau mesurées au droit de l'ADCP et calculés par le modèle TELEMAC-2D



Les champs de courants (vitesse et direction) simulés ont été comparés dans un premier temps avec ceux de l'Atlas (SHOM) des courants de marée sur l'AEE.

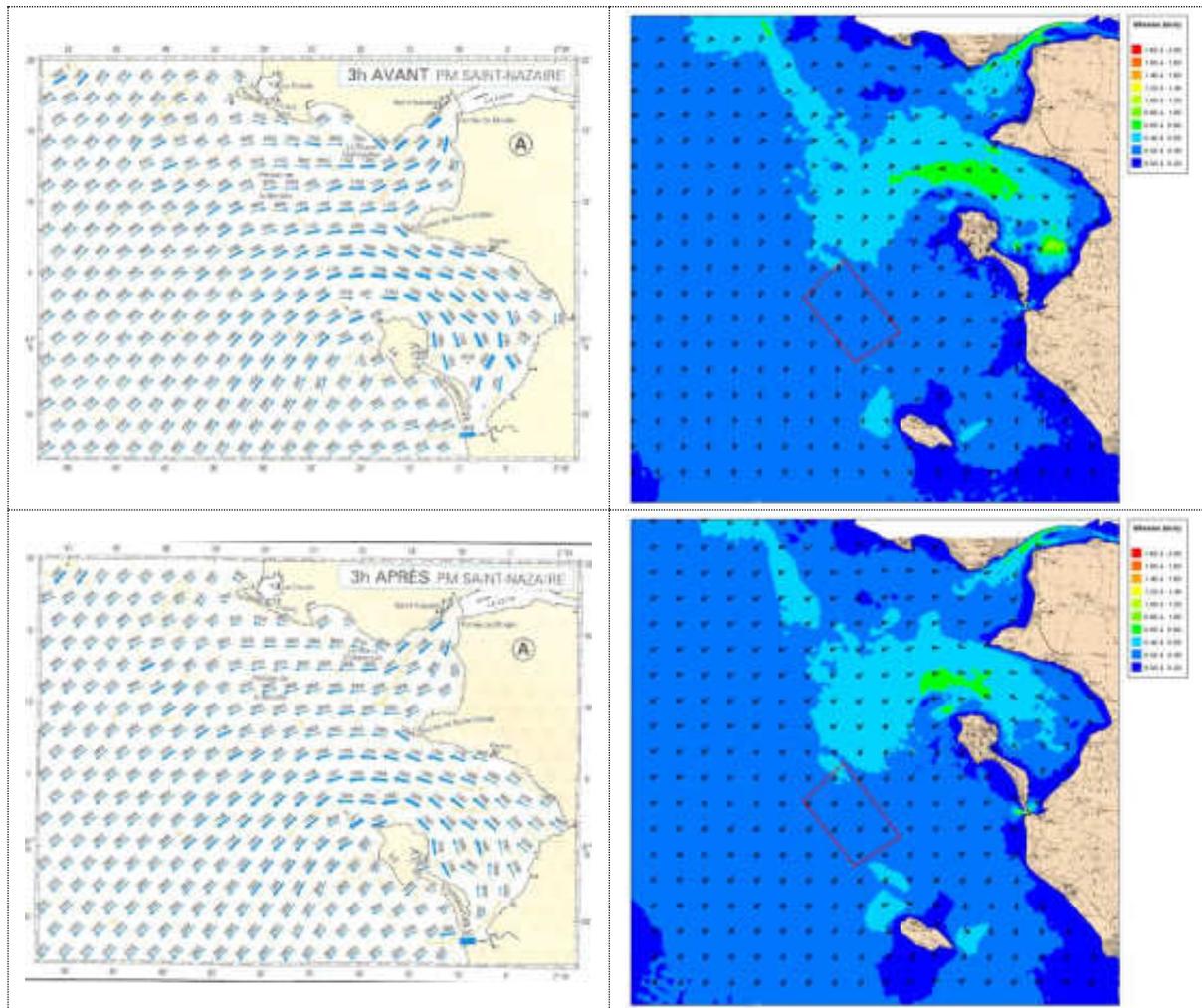
Les informations indiquées par l'atlas doivent être lues de la manière suivante : à chaque vecteur (qui indique la direction de l'écoulement) est associée une série de 4 chiffres. Les deux premiers nous informent sur l'intensité du courant pour une marée de vive-eau et les deux derniers sur une marée de morte-eau. Les intensités sont exprimées en nœuds, par conséquent il suffit de diviser ces mêmes valeurs par 2 (1,96 pour être plus précis) pour obtenir des mètres par seconde.

Les comparaisons sont présentées (Figure 92) aux environs des maxima de flot et de jusant.

On peut retenir principalement de ces comparaisons que :

- ▶ L'orientation des champs de courants est très satisfaisante à l'échelle régionale et à l'échelle locale du parc,
- ▶ Les ordres de grandeur pour les intensités de courants sont satisfaisants au niveau de la zone du parc (0,4 à 0,5 m/s soit à 0,8 à 1 nœud) et sur l'ensemble du domaine de calcul.
- ▶ Le modèle mis en place présente un bon niveau de validation et les modifications induites par les fondations des éoliennes pourront être analysées directement à partir des cartes de comparaison des champs de courants pour les deux configurations envisagées (état initial - état aménagé).

Figure 92 : Comparaison des champs de courants calculés par le modèle TELEMAC-2D et issus de l'atlas des courants de marée (SHOM), pour un coefficient 95



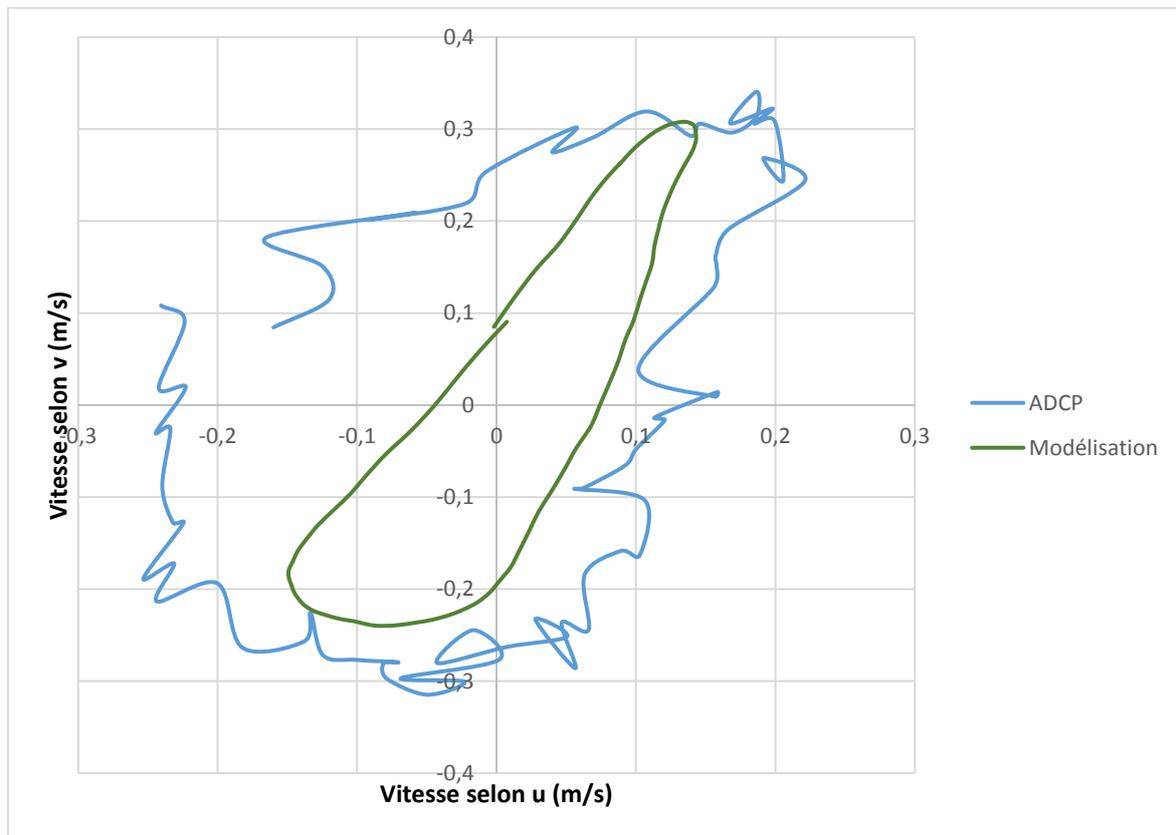
Un deuxième niveau de validation a été apprécié en se basant sur les mesures issues de la campagne de Fugro de 2015. Une partie des données (celles collectées du 01/06/2015 au 10/06/2015) a été transmise à BRLi.

La comparaison des courants mesurés et simulés montre principalement que :

- ▶ L'orientation des courants, notamment au maximum de flot et de jusant, est satisfaisante ;
- ▶ Les ordres de grandeur des intensités pour les maxima de flot et de jusant sont respectés ;
- ▶ Une sous-estimation des courants en dehors des maxima

La Figure 93 détaille la répartition des courants à chaque moment pour un cycle de marée complet. Les données issues de l'ADCP ont été moyennées sur la verticale pour être comparées directement aux sorties du modèle TELEMAC-2D.

Figure 93 : Comparaison des roses de courants mesurées par l'ADCP et calculées par le modèle TELEMAC-2D



Source : BRLi, 2016

7.7.3.2.2 Etats de mer

L'impact potentiel des fondations jacket sur les états de mer à l'échelle régionale a été analysé par la mise en œuvre d'un modèle numérique de propagation de la houle du large à la côte. La modélisation a été réalisée pour des houles de tempêtes et permet un comparatif entre l'état initial et l'état aménagé.

LOGICIEL UTILISE

La chaîne de calcul TELEMAC contient un module permettant de propager du large à la côte des états de mer. Le module TOMAWAC s'appuie sur un maillage aux éléments finis, il modélise en chaque point du modèle l'évolution en espace et en temps du spectre directionnel des états de mer. Les principaux processus physiques pris en compte par le modèle sont :

- ▶ Réfraction ;
- ▶ Génération des vagues par le vent ;
- ▶ Dissipation d'énergie par déferlement (déferlement bathymétrique et moutonnement) ;
- ▶ Dissipation d'énergie par frottement sur le fond.

Le module TOMAWAC s'appuie sur les deux maillages, initial et aménagé, construits lors de l'étude des courants de marée (paragraphes précédents).

SCENARIIS DES ETATS DE MER RETENUS

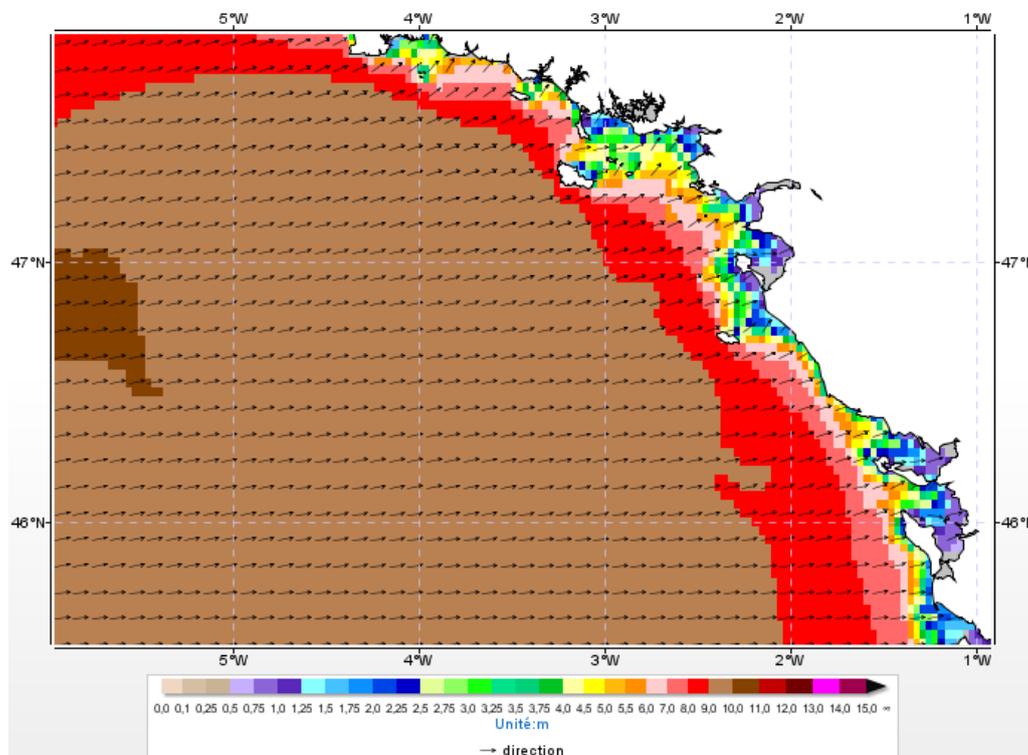
Les houles les plus énergétiques proviennent généralement du secteur ouest à nord-ouest, et moins fréquemment du secteur sud-ouest. Ce dernier secteur de provenance est cependant essentiel pour cette étude d'impact puisque la côte ouest de Noirmoutier se situe en amont de la zone du parc éolien par rapport à la direction de propagation des vagues. Par conséquent des tempêtes correspondant aux deux secteurs de provenance au large ont été simulées.

A partir des sorties des modèles Previmer, les conditions aux limites du modèle TOMAWAC ont été définies pour :

- ▶ La tempête Joachim du 16/12/2011 : le pic de tempête est indiqué par le site PREVIMER à 4 h (TU+1) aux environs de la pleine mer du matin. Au large les caractéristiques de la houle sont les suivantes : Hauteur significative de 9 à 10 m, Période pic 14-15 s, Direction de provenance secteur ouest sud-ouest. Aux abords du parc, les hauteurs significatives varient de 6 à 8m.
- ▶ Tempête du 02/01/2016 : le pic de la tempête est indiqué par le site PREVIMER à 10 h du matin. Au large les caractéristiques de la houle sont les suivantes, Hauteur significative 8,5 m, Période pic 13,5 s, Direction de provenance secteur ouest nord-ouest. A noter que compte tenu de l'orientation des isobathes, les vagues arrivent sur le secteur d'étude avec une direction de provenance ouest sud-ouest après avoir été réfractées. Aux abords du parc, les hauteurs significatives varient de 5 à 7 m.

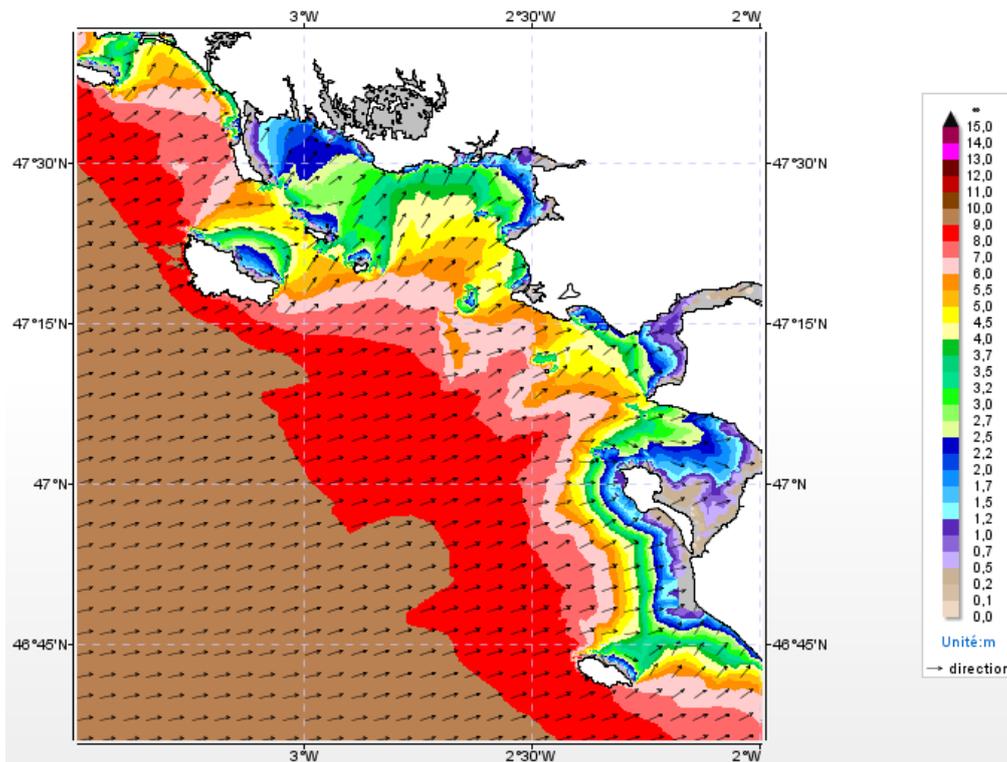
Les figures ci-après montrent les deux évènements et l'évolution spatiale des hauteurs significatives à deux échelles spatiales.

Figure 94 : Variation spatiale de hauteur significative lors de la tempête Joachim à 04 :00 (nord golfe de Gascogne)



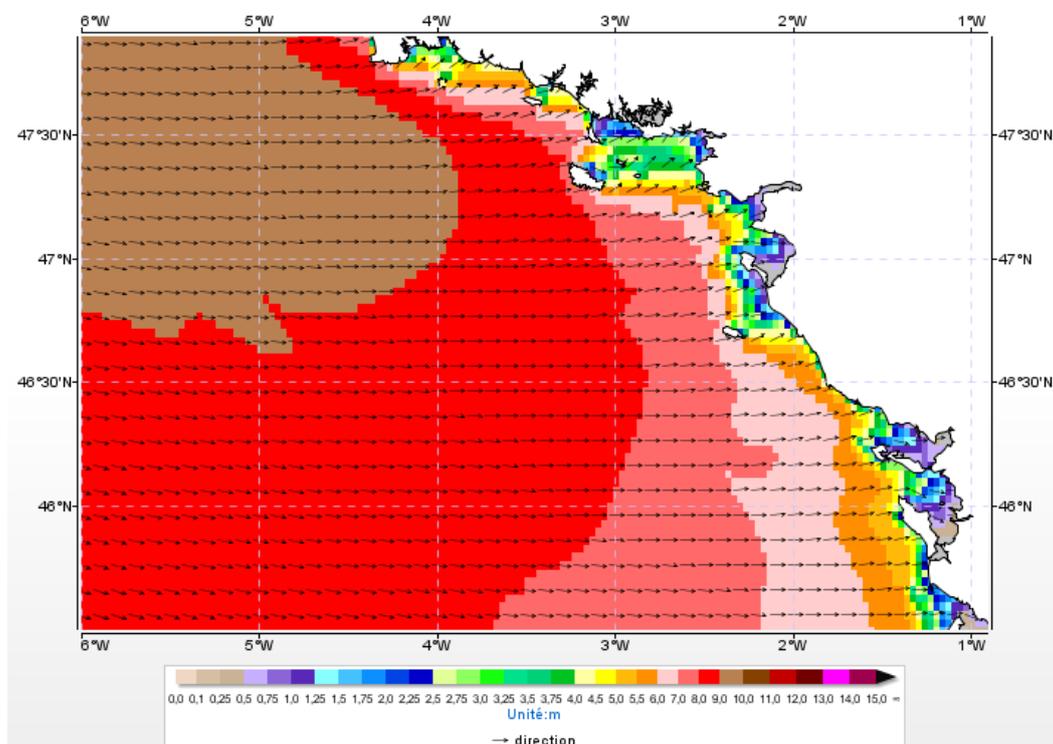
(Source : Previmer)

Figure 95 : Variation spatiale de hauteur significative lors de la tempête Joachim à 04 :00 (De la presqu'île de Quiberon aux Sables d'Olonne)



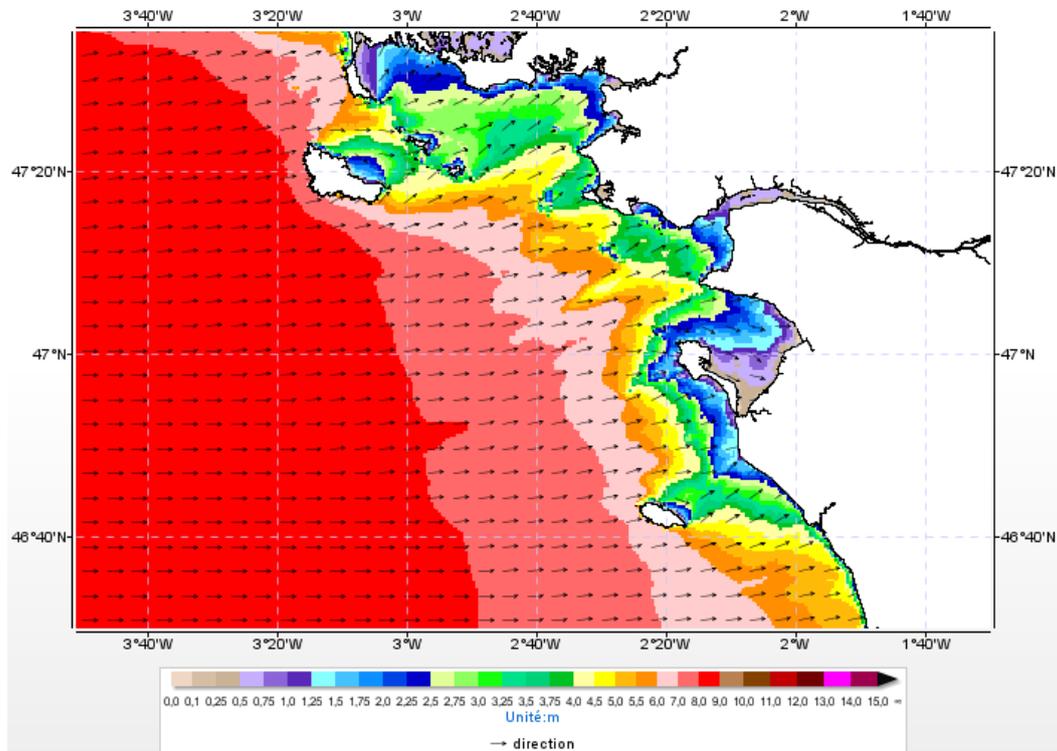
(Source : Previmer)

Figure 96 : Variation spatiale de hauteur significative lors de la tempête du 02/01/2016 à 10:00 (nord golfe de Gascogne)



(Source : Previmer)

Figure 97 : Variation spatiale de hauteur significative lors de la tempête du 02/01/2016 à 10 :00 (De la presqu'île de Quiberon aux Sables d'Olonne)



(Source : Previmer)

Les modifications de propagation des vagues ont été simulées pour ces 2 conditions de tempête et pour deux niveaux de marée, un niveau de pleine mer de vive-eau et un niveau de basse mer de vive-eau.

Pour les simulations à pleine mer comme à basse mer, les états de mer pour ces deux tempêtes sont globalement bien reproduits par le modèle. Au niveau de l'aire d'étude immédiate une certaine variabilité spatiale, qu'on n'observe pas sur les résultats Previmer, est simulée par le modèle ; il se peut que ces différences, qui restent mineures, s'expliquent par une bathymétrie décrite plus finement par le modèle TOMAWAC mis en place.

Figure 98 : Comparatif entre les prévisions PREVIMER et le modèle TOMAWAC – Tempête Joachim à pleine mer pour l'état initial

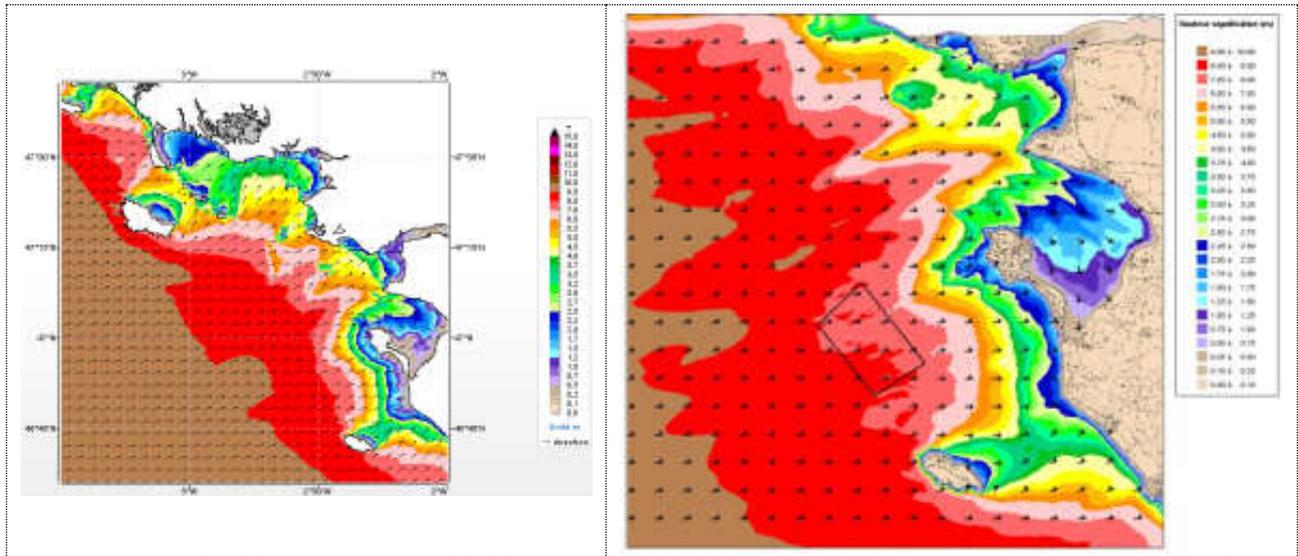
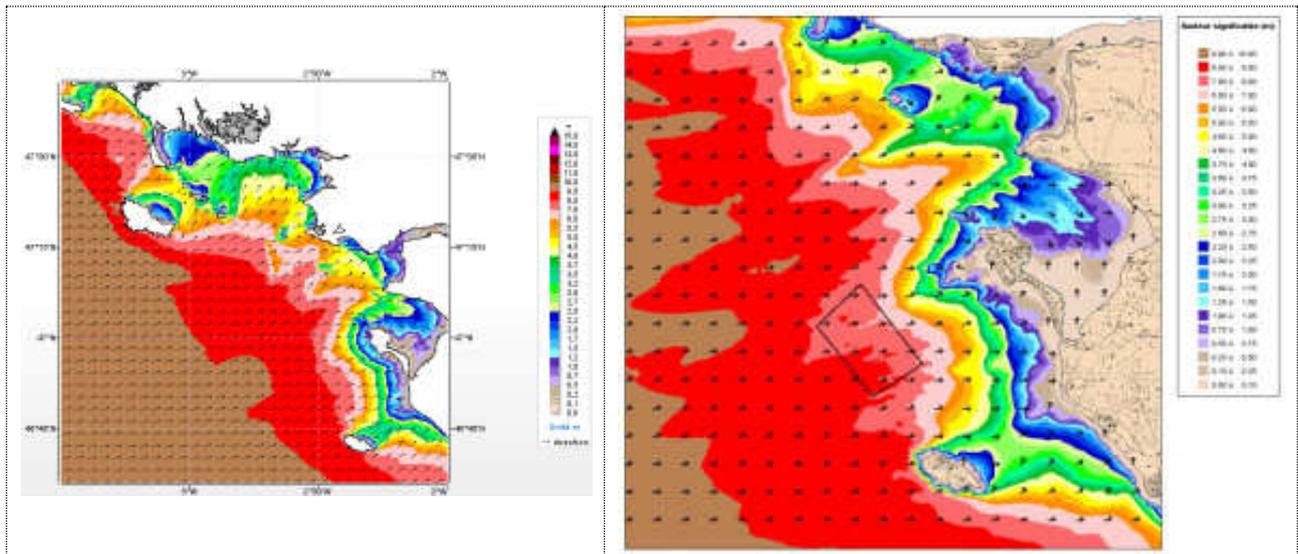


Figure 99 : Comparatif entre les prévisions PREVIMER et le modèle TOMAWAC – Tempête Joachim à basse mer pour l'état initial



Les figures suivantes présentent les comparaisons TOMAWAC/Previmer pour l'évènement du 02/01/2016. Les remarques précédemment faites pour la tempête Joachim sont également valables pour l'évènement du 02/01/2016 qui est bien reproduit par le modèle TOMAWAC.

7. Présentation des méthodes utilisées et des difficultés rencontrées

7.7 Méthodologie des expertises réalisées sur le milieu physique et naturel

7.7.3 Etude hydrodynamique et hydrosédimentaire

Figure 100 : Comparatif entre les prévisions PREVIMER et le modèle TOMAWAC – Tempête du 02/01/2016 à pleine mer pour l'état initial

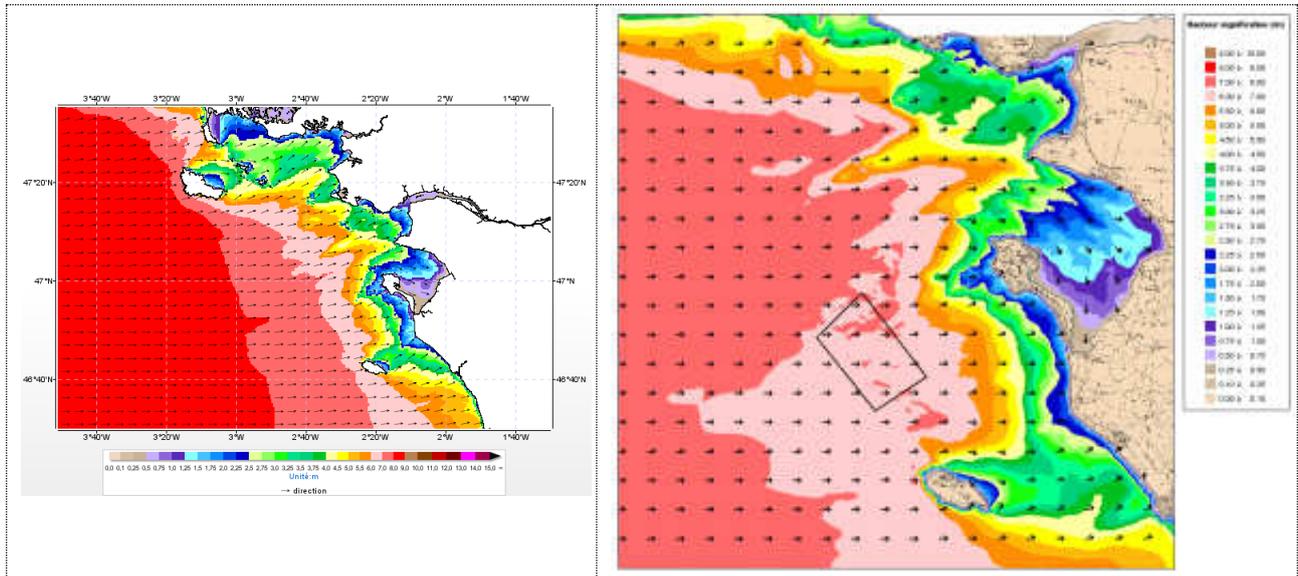
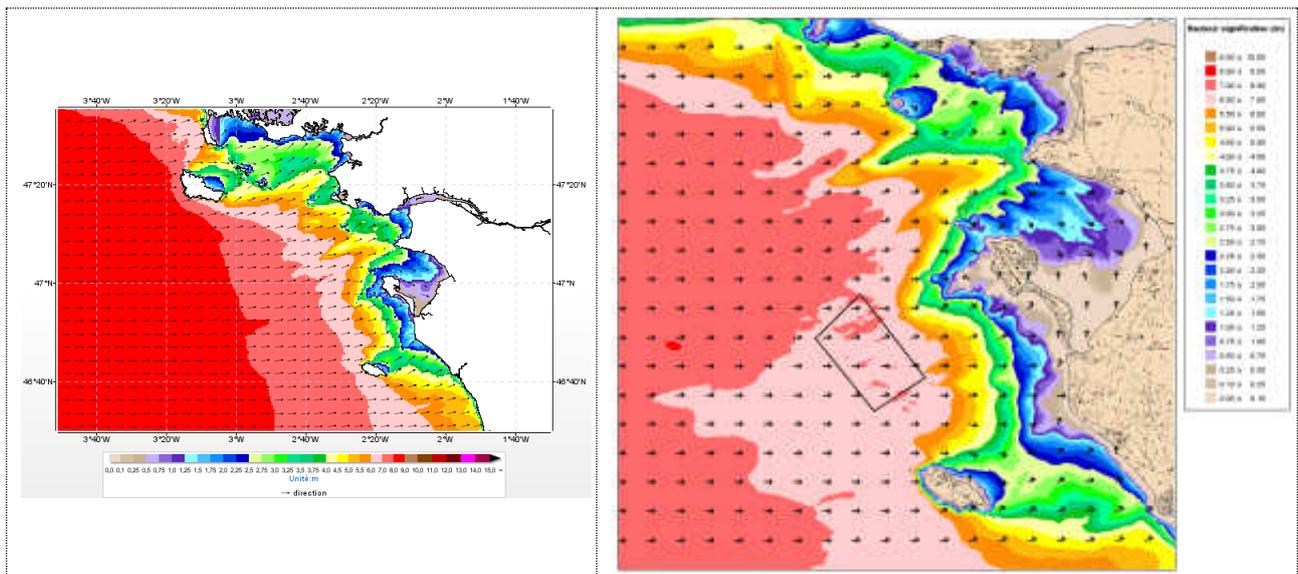


Figure 101 : Comparatif entre les prévisions PREVIMER et le modèle TOMAWAC – Tempête du 02/01/2016 à basse mer pour l'état initial



7.7.3.2.3 Dynamique sédimentaire

EVALUATION DES FLUX SEDIMENTAIRES A L'ECHELLE REGIONALE

Comme indiqué dans le chapitre **3.2**, les fonds de l'AEI sont caractérisés par la présence de substrats rocheux sur environ 84% de la surface. Les simulations numériques qui sont réalisées sont basées sur la notion de capacité de transport⁷⁰ et les modifications de la dynamique sédimentaire sableuse concernent :

- ▶ La zone de sédiments meubles le long de la frontière sud-ouest du parc ;
- ▶ Les possibles flux solides au travers de cette large zone d'affleurements rocheux ;
- ▶ Les flux solides qui transitent de part et d'autre de l'AEI et en particulier en se rapprochant de la côte ouest de Noirmoutier où une bande de sable de largeur d'environ 5 km est indiquée sur les cartes de nature du fond sédimentaire (SHOM).

Les modifications des transports sableux potentiels sur l'aire d'étude immédiate ont été évaluées pour une condition de forte énergie, lors de la tempête Joachim. Considérer un tel événement répond à deux objectifs :

- ▶ Se placer dans une condition où les transports sableux sont très importants et ont une contribution significative aux bilans sédimentaires à l'échelle d'une année. On rappelle la très forte non-linéarité des flux solides en fonction des conditions hydrodynamiques (courants et vagues), un ou plusieurs événements de très forte énergie pouvant contribuer à la dynamique sédimentaire d'un site autant que plusieurs mois ou plusieurs années de conditions faiblement à moyennement énergétiques.
- ▶ Appréhender les impacts potentiels les plus importants.

MODELE DE TRANSPORT SEDIMENTAIRE

Le module SISYPHE calcule à partir des conditions hydrodynamiques du site (courants et houles), à chaque instant de la marée et en tout point du modèle, la capacité instantanée de transport pour une classe de sédiment donnée. La formulation de Soulsby-Van Rijn (1997) qui a été appliquée permet de prendre en compte les transports par charriage et en suspension sous l'action combinée du courant et des vagues.

Le module SISYPHE s'appuie sur le même maillage que le modèle hydrodynamique.

SCENARIIS RETENUS

Les conditions hydrodynamiques résultent d'une combinaison d'une condition de marée et d'une condition de vagues :

- ▶ Marée coefficient 95 (vive-eau) ;
- ▶ Houle, événement Joachim (paragraphe 6.2.2.2).

Deux classes granulométriques ont été considérées 500 µm et 2 mm, pour appréhender la dynamique sédimentaire sur une gamme assez large (sables aux graviers).

⁷⁰ On rappelle que la capacité de transport (notamment associé à la puissance hydraulique de la houle et des courants) ne conduit à du transport effectif qu'en présence de disponible sédimentaire (sable par exemple), ce qui n'est pas le cas sur la majeure part de l'aire d'étude immédiate, uniquement rocheuse.

7.7.3.2.4 Turbidité induite lors de la phase travaux

Dans le programme de travaux, l'hypothèse de mise en œuvre de pieux par forage a été identifiée comme une activité potentiellement émettrice de matières en suspension. Deux méthodologies de forage et de gestion des débris de forage (cuttings) ont été étudiées à savoir :

- ▮ Un forage avec utilisation d'eau de mer au sein d'un système de circulation inversée. Ce dernier repose sur le pompage depuis le navire d'installation puis l'injection au niveau du forage d'eau de mer sous pression, permettant la remontée des résidus issus du forage à la surface où ils seront stockés provisoirement sur le bateau puis redéposés autour de la fondation à l'aide d'un système spécifique à cet usage.
- ▮ Un forage facilité par l'utilisation potentielle de boues naturelles lubrifiantes. Dans ce cas, l'eau de mer sera remplacée par une boue de forage qui sera injectée depuis le navire d'installation au sein d'un système de circulation fermé, évitant ainsi les rejets dans le milieu marin. Les cuttings et boues seront stockés et triés sur le bateau, puis les cuttings redéposés autour de la fondation à l'aide d'un système spécifique à cet usage.

Des modélisations ont été réalisées afin d'étudier, sous l'action des courants, le devenir des rejets des particules fines ($D_{50} = 80 \mu\text{m}$) des cuttings déposés aux pieds des fondations. Cette fraction fine est en effet celle qui est la plus susceptible de se répartir à des distances significatives des zones de travaux.

La dispersion des résidus de forage est simulée selon une approche maximaliste (dispersive) pour laquelle leur vitesse de chute dans la colonne d'eau est négligée. Les autres hypothèses majorantes retenues concernent la durée de forage retenue (72h pour les 4 pieux de la fondation) et le pourcentage de particules fines (15% d'éléments fins potentiellement transportés par les courants). Enfin, il est considéré dans les modélisations que les cuttings sont relargués depuis la surface, or le maître d'ouvrage envisage à l'heure actuelle d'effectuer les rejets en utilisant un tube plongeant.

En temps normal, le taux de matières en suspension atteint 3 mg/L (5 à 10 mg/L pour les mois le plus turbide, en janvier ; Tessier, 2006), ce qui indique des eaux particulièrement claires. Les mesures de turbidité réalisées sur la zone du parc, de 1 et 1,8 NTU, corroborent cette affirmation. Le panache turbide se déplace dans le sens des courants à savoir de l'est vers l'ouest mais reste toujours très éloigné de la côte.

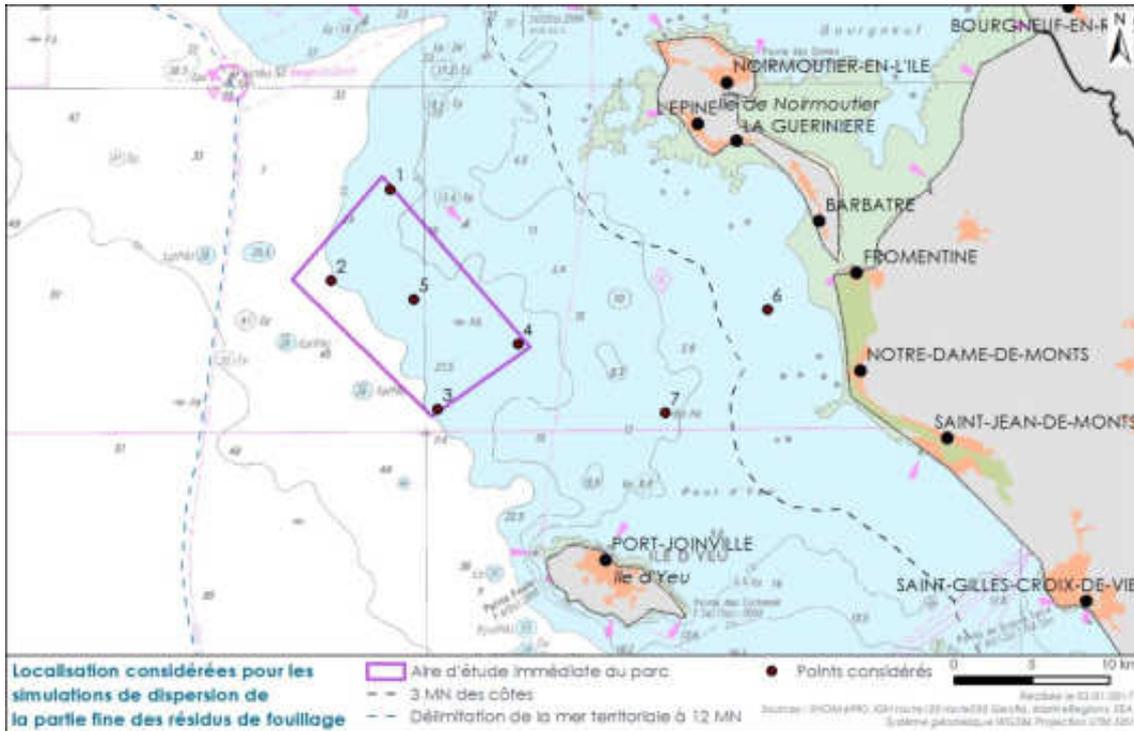
Pour les opérations de dépôt des cuttings (Figure 15), le forage étant réalisé en circuit fermé avec boue de forage et séparation granulométrique, les cuttings sont stockés temporairement dans des systèmes embarqués sur un navire de travail avant d'être déposés au pied des fondations.

Les modélisations numériques du dépôt des débris de forage prennent pour hypothèses qu'un volume de 350 m³ de cuttings seront déposés au pied de chaque fondation et que 20% de ces résidus sont constitués de particules fines, à même de rester en suspension et de former un panache turbide. Les 80% restants étant supposés comme suffisamment grossiers pour chuter rapidement et être déposés au droit du point de dépôt.

Les cartes de résultats qui sont produites permettent de visualiser les niveaux de turbidité induits ainsi que l'emprise et la rémanence du panache, qui évolue rapidement sous l'action des processus d'advection et de diffusion.

Les simulations ont été réalisées pour 5 localisations d'éoliennes (Figure 18), une au centre et une à proximité de chacun des 4 coins de l'AEI.

Carte 51 : Localisation considérées pour les simulations de dispersion de la partie fine des résidus de forage



Source : BRLi, 2017

MODELE UTILISE

Comme indiqué dans le paragraphe 6.2.2.1.1, le module TELEMAC-2D permet d'appliquer en différents points du modèle des sources (flux) pour un traceur donné. En chacun des 5 points définis pour l'étude de dispersion, des flux sont spécifiés en fonction des caractéristiques des travaux : volume à forer et durée de forage.

EMPRISE ET MAILLAGE

L'emprise et la discrétisation du maillage correspondent au modèle développé pour la première phase de l'étude hydrodynamique. En effet cette étude de dispersion ne requiert pas de maillage fin autour des éoliennes. L'objectif est simplement d'apprécier la dispersion des turbidités induites à l'échelle de l'AEI, et de comparer ces niveaux induits avec la turbidité naturelle.

SCENARI OCEANIQUE RETENUS

Le début de la procédure de forage a été supposé à une étale de basse mer (coefficient 95) avec la prise en compte des quatre jours suivants.

CONFIGURATION DU RELARGAGE DES FINES DANS LE MILIEU NATUREL

Les flux de résidus de forage vers la colonne d'eau sont calculés à partir des hypothèses suivantes :

- ▶ 20% des résidus « cuttings » sont considérés comme des éléments fins qui peuvent être transportés en suspension, les 80% restants sont supposés se déposer dans le champ proche de la fondation. Le volume de cutting considéré est de 350 m³.
- ▶ Densité du substratum foré de 2 t/m³ après désagrégation par l'action de forage.
- ▶ Durée des travaux effectifs de 72h pour une fondation (4 pieux du jacket, interruption entre chaque pieu).

7.7.4 Qualité de l'eau et des sédiments

L'évaluation de l'état initial de la qualité de l'eau et des sédiments, ainsi que l'analyse des impacts associés, a nécessité l'intervention de trois experts différents. Le tableau suivant présente les trois intervenants et leurs domaines d'intervention respectifs.

Tableau 133 : Experts intervenus sur la thématique qualité de l'eau et des sédiments, et leurs domaines de compétence

Experts	Domaines d'intervention
Idra Bio & Littoral	Prélèvements et préparation des échantillons en mer, évaluation de la granulométrie des échantillons Analyse des résultats, évaluation du niveau d'enjeu concernant la thématique
EUROFINS	Mesures physicochimiques de la qualité des eaux
BRLi	Modélisations numériques de l'impact potentiel de certains ateliers

7.7.4.1 Plan d'échantillonnage

Afin de caractériser les compartiments « Eaux » et « Sédiments », 3 campagnes ont été réalisées. L'effort d'échantillonnage global par compartiment est détaillé au Tableau 134. Le détail des méthodes utilisées est proposé dans les prochains paragraphes. A noter que les campagnes de terrain concernant la qualité de l'eau et des sédiments ont été associées aux expertises sur les habitats et biocénoses benthiques (même dates et mêmes équipes).

Tableau 134 : Synthèse de l'effort d'échantillonnage sur l'aire d'étude immédiate (et ses proches abords) selon le compartiment étudié (eau ou sédiment)

Compartiment étudié	Méthode d'investigation	Nombre de station par campagne	Nombre de campagne	Période d'échantillonnage
Eau	Prélèvements d'eau Mesures in situ avec sonde multiparamètres	15	1	Printemps 2015
Qualité physico-chimique des sédiments	Prélèvements avec Benne Day	7	2	Printemps et automne 2015
Granulométrie des sédiments				

Source : Idra Bio & Littoral, 2016.

La carte d'échantillonnage du benthos, présentée dans l'état initial (« Document 2 »), localise des stations et les protocoles appliqués par station dans le cadre de cette étude.

Le plan d'échantillonnage a été élaboré en prenant en compte les données existantes :

- ▶ Morpho-sédimentaires et bathymétriques élaborées par la société GeoXYZ ;
- ▶ Stationnelles (sédiments), produites par les sociétés IX SURVEY et GeoXYZ.

Pour la qualité de l'eau, les 15 stations prospectées lors de la campagne de printemps 2015 ont été positionnées de manière à couvrir l'AEI de manière homogène, indépendamment du substrat.

Par ailleurs, un prélèvement d'eau destiné à des analyses physico-chimiques a été réalisé à chaque campagne.

7.7.4.2 Déroulé des campagnes

7.7.4.2.1 Campagne printemps 2015

Une première campagne a eu lieu les 14 et 15 avril 2015 à bord du navire TZIGANE, commandé par Thierry LONGEPEE. Les données collectées lors de cette campagne étaient les suivantes :

- ▶ Qualité de l'eau avec mesures *in situ* à l'aide d'une sonde multi-paramètres, et prélèvement d'eau ;
- ▶ Prélèvements sédimentaires sur les substrats meubles à l'aide d'une benne Day (équivalent benne Smith McIntyre).

Les coefficients de marée étaient compris entre 46 et 50, et les conditions de mer étaient clémentes avec une houle longue d'environ 1 m.

Photographie 12 : Aperçu du navire TZIGANE



Source : Idra Bio & Littoral, 2016

7.7.4.2.2 Campagne automne 2015

La campagne automnale s'est déroulée le 24 septembre 2015 (coefficient = 55) à bord du navire l'Estran basé à La Rochelle commandé par Vincent OTTMANN. Les conditions de mer étaient correctes (houle).

Photographie 13 : Travail à bord du navire ESTRAN



Source : Idra Bio & Littoral, 2016

7.7.4.3 Acquisition des données

7.7.4.3.1 Mesure de qualité et prélèvement d'eau

MESURES IN SITU

La sonde utilisée est une sonde multi-paramètres ODEON (Ponsel), reliée à un boîtier d'enregistrement (Datalogger). Les paramètres mesurés sont les suivants :

- ▶ Turbidité (NTU = Unité de Turbidité Néphélométrique) ;
- ▶ Conductivité / Salinité ;
- ▶ Température ;
- ▶ pH ;
- ▶ Oxygène dissous.

Ces paramètres hydrologiques sont pertinents pour apprécier la qualité générale de l'eau : ils sont en effet étudiés par l'Ifremer sur les côtes françaises dans le cadre des suivis de la qualité du milieu marin littoral via les bulletins de surveillance édités chaque année.

A titre d'exemple, les bouées BOCA (gérée par Brest Métropole Océane) et MAREL (gérée par l'IUEM) situées en rade de Brest enregistrent quotidiennement, en plus des paramètres précités, les nitrates et la chlorophylle pour la bouée BOCA, la fluorescence et le CO₂ dissout pour la bouée MAREL. Il existe peu de paramètres supplémentaires mesurables *in situ*, l'éventail étant restreint par l'offre des constructeurs spécialisés.

Photographie 14 : Paramétrage du boîtier d'enregistrement de la sonde, et immersion



Source : Idra Bio & Littoral, 2016.

L'ensemble des sondes est relié par un câble de 50 m, et lesté pour permettre une descente la plus verticale possible. Les sondes sont protégées pour éviter tout choc pouvant les endommager. Les mesures sont enregistrées sur le boîtier d'acquisition et un relevé des coordonnées GPS (déjà réalisé pour les analyses sédimentaires et benthiques) est effectué en parallèle.

Pour chaque station, les données sont enregistrées à trois niveaux bathymétriques :

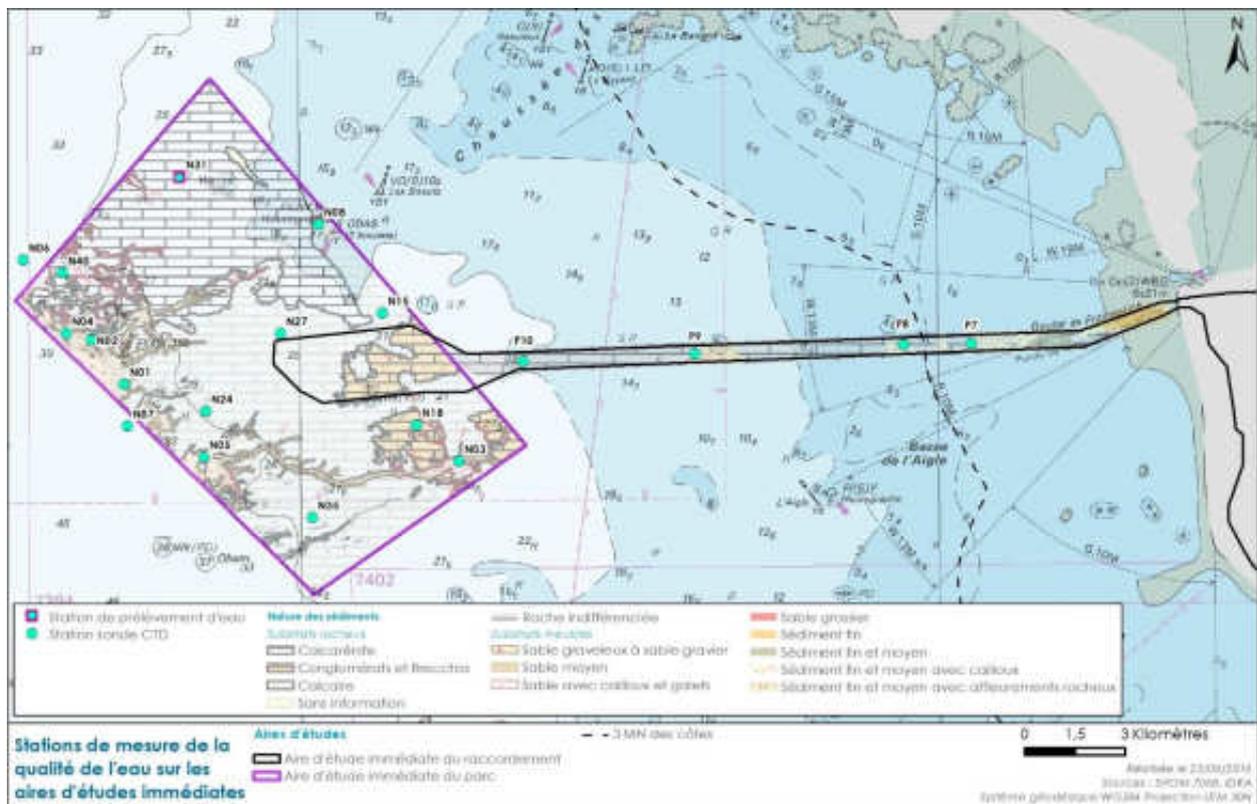
- ▶ Surface ;
- ▶ Mi-profondeur ;
- ▶ Fond.

Pour chaque niveau une durée d'enregistrement de 1min est opérée, avec une fréquence automatique d'enregistrement des données paramétrée toutes les 10 secondes. Ceci permet d'obtenir pour un paramètre donné, et pour chaque profondeur étudiée, 6 enregistrements permettant ensuite d'évaluer la variabilité de chaque paramètre. Ce type de représentativité permet de s'affranchir en partie des variations artéfactuelles (mouvement de la sonde, durée de stabilisation du paramètre, etc...).

PRELEVEMENTS D'EAU

Par ailleurs, 2 prélèvements d'eau ont été réalisés à l'aide d'une bouteille Niskin sur la station N31 au printemps 2015 et N03 à l'automne 2015, et conditionnés dans un flacon en verre en enceinte réfrigérée, de manière à effectuer une analyse des paramètres mentionnés préalablement.

Carte 52 : Localisation des stations de mesure de la qualité de l'eau sur les aires d'étude immédiates



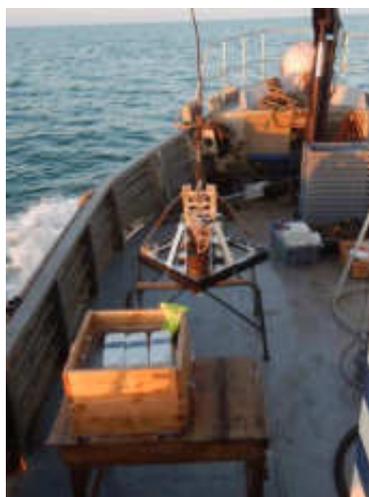
Source : Idra Bio & Littoral, 2016

7.7.4.3.2 Prélèvement de sédiment

Une benne « Day » (0,1 m² de surface d'échantillonnage) est utilisée afin d'assurer les prélèvements : elle est l'équivalent plus moderne et plus sécuritaire de la benne Smith McIntyre. Le protocole utilisé est conforme aux recommandations du REBENT (Hily, *et al.*, 2003). A chaque station, l'un des 4 réplicats de prélèvement benthique est utilisé pour l'analyse granulométrique et l'analyse physico-chimique des sédiments.

A chaque remontée de la benne, le volume de sédiments prélevé est vérifié, et le cas échéant, le prélèvement est refait s'il n'est pas estimé suffisant. Les godets sont ensuite ouverts et rincés délicatement au-dessus d'un bac de criée, de manière à récolter la totalité du prélèvement.

Photographies 15 : A gauche, aperçu de la benne « Day », de la colonne de tamis et du conditionnement. A droite, l'allure du sédiment à la station N03



Les modalités de collecte des métadonnées et de traitement des échantillons sont les suivantes :

- ▶ Photographie du prélèvement dans le bac de criée ;
- ▶ Relevé sur une fiche-station des coordonnées géographiques (WGS84) de la station, date et heure de prélèvement, et hauteur d'eau ;
- ▶ Collecte de deux sacs d'environ 500g de sédiments dans un des 4 prélèvements de 0,1 m², destinés à l'analyse granulométrique par tamisage et à l'analyse physico-chimique des sédiments. L'EPHE de Dinard était en charge de l'analyse granulométrique par tamisage des sédiments. Le laboratoire accrédité COFRAC Eurofins Environnement a traité les analyses physico-chimiques sur les sédiments ;
- ▶ Tamisage successif des échantillons destinés à l'analyse benthique sur une colonne de tamis de maille ronde ultime de 1 mm ;
- ▶ Flaconnage, étiquetage, et formolage de chaque réplicat à l'aide d'une solution de formaldéhyde à 5% (eau de mer QSP), tamponnée avec du tétraborate de sodium.

7.7.4.4 Traitement des données

7.7.4.4.1 Qualité de l'eau

MESURES IN SITU

Les données du Datalogger ODEON sont transférées sur le logiciel ODEON Viewer pour y être traitées. Une base de données est ensuite constituée.

Si le paramètre suivi n'est pas stable, des rendus graphiques sont proposés afin de décrire les variations intra-stationnelles (niveau d'eau) et inter-stationnelles. A partir des 6 enregistrements par niveau de profondeur et par station, une moyenne est alors produite ainsi que l'écart-type associé. Les données obtenues sont comparées avec les données existantes sur l'aire d'étude immédiate où dans la région lorsqu'elles existent.

PRELEVEMENT D'EAU

Les prélèvements d'eau des stations N31 et N03 ont été envoyés sous 24h au laboratoire Eurofins Environnement, accrédité COFRAC, pour déterminer les paramètres détaillés ci-dessous, dont certains sont étudiés par l'Ifremer dans le cadre de la surveillance annuelle de la qualité du milieu marin littoral. Ces suivis s'intéressent notamment aux substances sources d'eutrophisation des milieux (nitrates, phosphore, etc...) et au développement bactérien associé.

Tableau 135 : Liste des paramètres analysés sur le prélèvement d'eau

Paramètres analysés	Paramètres analysés
Escherichia coli	Orthophosphates (mg/l)
Entérocoques intestinaux	Fluorures
Conductivité à 25°C	Sulfates (SO ₄) ²⁻
Matières en suspension (MES)	HCT C10-C40
Turbidité	Aluminium dissous
Chlorures (Cl)	Zinc dissous
Nitrates	Calcium
Nitrates (mg/l)	Sodium (Na)
Nitrites	Potassium
Nitrites (mg/l)	Magnésium (Mg)
Ammonium	Phosphore total (mg/l)
Ammonium (mg/l)	Phosphore total
Orthophosphates (PO ₄)	

7.7.4.4.2 Sédiments

QUALITE PHYSICO-CHIMIQUE

Les sédiments sont envoyés à un laboratoire d'analyse accrédité COFRAC pour vérifier la présence/absence de contaminants. Les analyses sédimentaires portent sur les substances exigées par les arrêtés définissant les niveaux de référence à prendre en compte lors d'une analyse de sédiments marins. Il s'agit notamment des arrêtés du 9 août 2006 (ETM, PCB), du 23 décembre 2009 (TBT) et du 08 février 2013 pour les HAP. Ces textes ont été complétés plus récemment par l'arrêté du 17 juillet 2014.

Ces niveaux correspondent aux anciens niveaux de référence définis par le groupe GEODE (Groupement d'Etude et d'Observations sur les Dragages et l'Environnement) en 1993.

Les analyses physiques réalisées sur les sédiments concernent notamment les paramètres suivants :

- ▶ Propriétés physico-chimiques : matière sèche, Carbone organique Total (COT), Azote Kjeldhal et Phosphore total ;
- ▶ Teneurs en métaux lourds : Arsenic (As), Cadmium (Cd), Chrome (Cr), Cuivre (Cu), Mercure (Hg), Nickel (Ni), Plomb (Pb), Zinc (Zn), Aluminium (Al) ;
- ▶ Teneurs en 16 Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) et hydrocarbures totaux (HCT) ;
- ▶ Teneurs en 7 congénères Polychlorobiphényles (PCB) ;
- ▶ Teneurs en organostanniques : Tributylétain (TBT) ; Dibutylétain (DBT) ; Monobutylétain (MBT) ;
- ▶ Bactériologie (*Escherichia coli*).

Dans un autre contexte, les seuils réglementaires N1/N2 constituent un référentiel utilisé pour donner une estimation de la qualité chimique des sédiments issus des opérations de dragage ou donnant lieu à une remobilisation de sédiments au sens large, sans toutefois servir de valeur d'évaluation d'impact sur le milieu.

- ▶ Au-dessous du niveau N1, le niveau de contamination est en principe jugé neutre ou négligeable, les teneurs observées étant normales ou comparables au bruit de fond environnemental ;
- ▶ Entre le niveau N1 et le niveau N2, les matériaux sont considérés faiblement contaminés ;
- ▶ Au-delà du niveau N2, les matériaux sont considérés contaminés.

Tableau 136 : Niveaux de référence concernant la qualité des sédiments

Paramètre		Niveau 1	Niveau 2	Bruit de fond (OSPAR)
Métaux lourds (mg/kg)	Arsenic (As)	25	50	15
	Cadmium (Cd)	1,2	2,4	0,2
	Chrome (Cr)	90	180	60
	Cuivre (Cu)	45	90	20
	Mercure (Hg)	0,4	0,8	0,05
	Nickel (Ni)	37	74	30
	Plomb (Pb)	100	200	25
	Zinc (Zn)	276	552	90
PCB (mg/kg)	PCB totaux	0,5	1	-
	PCB congénère 28	0,005	0,01	0/0,0005
	PCB congénère 52	0,005	0,01	0/0,0005
	PCB congénère 101	0,01	0,02	0/0,0005
	PCB congénère 118	0,01	0,02	0/0,0005
	PCB congénère 138	0,02	0,04	0/0,0005
	PCB congénère 153	0,02	0,04	0/0,0005
	PCB congénère 180	0,01	0,02	0/0,0005
HAP (mg/kg)	Naphtalène	0,16	1,13	0,005
	Acénaphène	0,015	0,26	
	Acénaphylène	0,04	0,34	
	Fluorène	0,02	0,28	
	Anthracène	0,085	0,59	0,003
	Phénanthrène	0,24	0,87	0,017
	Fluoranthène	0,6	2,85	0,02
	Pyrène	0,5	1,5	0,013
	Benz (a) anthracène	0,26	0,93	0,009
	Chrysène	0,38	1,59	0,011
	Benzo (b) fluoranthène	0,4	0,9	
	Benzo (k) fluoranthène	0,2	0,4	
	Benzo (a) pyrène	0,43	1,015	0,015
	Di benzo (a,h) anthracène	0,06	0,16	
	Benzo (g,h,i) pérylène	1,7	5,65	0,045
Indénop (1,2,3-cd) pyrène	1,7	5,65	0,050	
Organostanniques (µg/kg)	DBT	-	-	-
	MBT	-	-	-
	TBT	100	400	-

Source : Arrêté du 9 août 2006 modifié

Enfin, une analyse de la pollution organique (PO) est menée à partir des trois paramètres suivants :

- ▶ L'azote organique total (NTK) ;
- ▶ Le phosphore total ;
- ▶ Le carbone organique total (COT).

Elle traduit le niveau de dégradation du milieu par la matière organique. La définition d'indices de classement (Tableau 137) a été définie par Alzieu (2003) :

Tableau 137 : Définition des classes ou indices de contamination pour les 3 paramètres exprimant la pollution organique (Alzieu, 2003)

Carbone Organique total (COT) en g/kg		Azote organique total (NTK) en mg/kg		Phosphore total (P) en mg/kg	
Valeurs	Indices	Valeurs	Indices	Valeurs	Indices
< 0,6	0	< 600	0	<500	0
0,6 - 2,3	1	600 – 1200	1	500 – 800	1
2,4 - 4	2	1200 – 2400	2	800 – 1200	2
4,1 – 5,8	3	2400 – 3600	3	>1200	3
>5,8	4	>3600	4		

L'indice de pollution organique est calculé par la somme des trois indices sur la base des concentrations mesurées en laboratoire.

GRANULOMETRIE ET TEXTURE SEDIMENTAIRE

Les granulométries par tamisage ont été effectuées par le laboratoire de Géomorphologie de Dinard (EPHE). Le sédiment d'une masse initiale d'environ 500g est séché, tamisé sur une colonne de tamis, et chaque refus de tamis est alors pesé. Une colonne de 10 tamis de maille décroissante a été utilisée, selon les préconisations de la norme AFNOR (2009).

Tableau 138 : Limites définissant les classes sédimentaires utilisées

Diamètre maille (µm)	Classe sédimentaire
> 20 000	Galets et blocs
2 000 à 20 000	Graviers
500 à 2 000	Sables grossiers
250 à 500	Sables moyens
125 à 250	Sables fins
63 à 125	Sables très fins
40 à 63	Silts
< 40	Argiles

Enfin, les textures ou faciès sédimentaires sont proposés selon la classification Folk & Ward. Ceci permet de nommer le sédiment et de faire correspondre le cas échéant un assemblage benthique à une unité sédimentaire.

7.7.5 Impact environnemental des anodes sacrificielles en mer

Cette étude réalisée par S. Yark et J-C Massabuau traite d'un sujet peu abordé par la littérature scientifique et qui a donc fait l'objet d'une approche spécifique, de nature exploratoire par les experts. La méthodologie développée au cours de l'avancement de la mission est basée sur les principales étapes suivantes :

- ▶ Réalisation d'une revue bibliographique basée sur une 50^{aine} de références ;
- ▶ Caractérisation des éléments chimiques qui peuvent rentrer dans la composition des anodes sacrificielles. Les recommandations de l'AFNOR (Agence Française de Normalisation) pour leur fabrication ont été prises en compte ;
- ▶ Estimation des concentrations maximales que ces éléments peuvent atteindre à différentes distances des anodes.

Il a été fait systématiquement l'hypothèse que les espèces chimiques libérées étaient dans leur forme libre, considérée comme la plus toxique. Cette hypothèse est majorante (c'est-à-dire la plus défavorable pour l'environnement), puisque seule une fraction du métal est sous cette forme. Le reste forme des complexes qui sont considérés dans la littérature comme moins disponibles pour les organismes vivants.

- ▶ Evaluation des valeurs maximales possibles des composants pour l'environnement suivant une approche conservatrice.

Les débits de dissolution des anodes ont permis d'estimer des concentrations maximales possibles au contact et dans la couche limite des anodes, 1 mm à 1 m. Les calculs ont été effectués en choisissant la condition de courant la plus défavorable pour la dilution, soit une heure d'étales de marée sans courant. Il a aussi été fait l'hypothèse majorante que les métaux s'accumulaient dans cette zone.

Une recherche des métaux dont la concentration, après dilution 20 m, est supérieure aux valeurs guides les plus faibles que l'on puisse trouver dans la littérature, a été faite. Ces valeurs ont été comparées aux valeurs guides proposées par l'INERIS et aux recommandations Australie – Nouvelle Zélande qui sont considérées comme étant particulièrement contraignantes.

- ▶ Comparaison des concentrations estimées en fonction des « concentrations seuils » disponibles dans la littérature et prévues pour protéger le milieu récepteur.

Ces concentrations proviennent des valeurs de PNEC (Concentration sans effet prévisible pour l'environnement) INERIS, issues de fiches substances de l'INERIS disponibles sur le site web de l'organisme. Pour les critères Australie – Nouvelle Zélande, les valeurs de PNECs de l'aluminium sont des valeurs mesurées issues des travaux de chercheurs du CIRSO (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation) publiés en 2015 (Golding et al., 2015). Les valeurs de PNECs des autres métaux sont des valeurs guides publiées en octobre 2000 (Environmental Protection Heritage, 2000).

7.7.6 Acoustique sous-marine

7.7.6.1 Aires d'études utilisées pour cette expertise

Etant donné les grandes distances de propagation des ondes sonores sous-marines, l'étude acoustique est menée à l'échelle de la façade atlantique c'est à dire dans l'aire d'étude large.

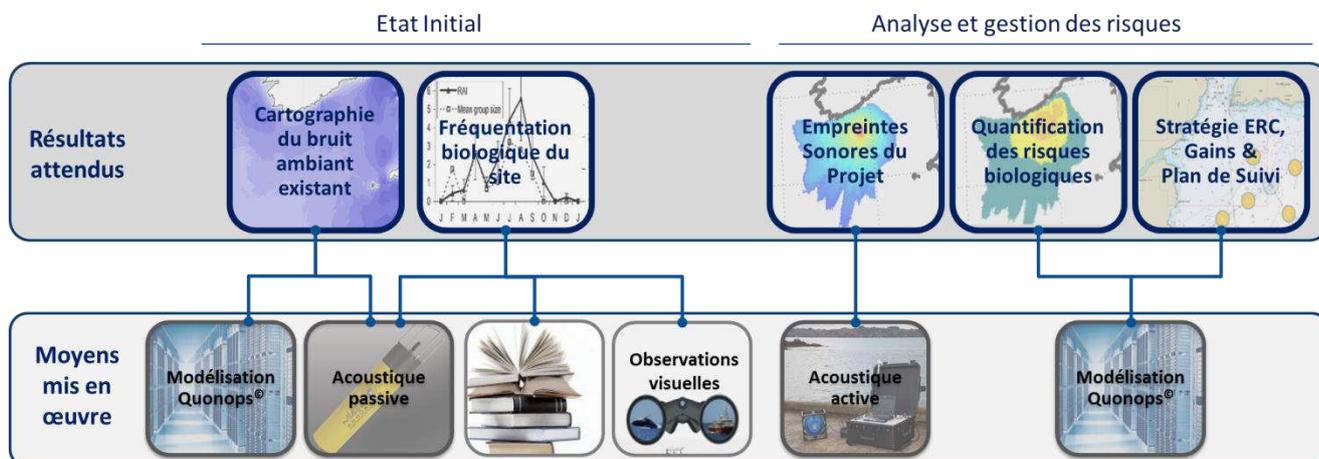
7.7.6.2 Description générale de la méthode

La Figure 102 décrit la méthodologie de réalisation de l'étude d'incidence acoustique sous-marine (Boyd, 2008). A partir du recueil des données initiales (biologique, activités maritimes, données socio-économiques, etc.) et des scénarios spatio-temporels descriptifs (scénario des activités maritimes déjà existantes, scénario océano-météo, etc.), la cartographie de l'état sonore initial et des états sonores relatifs aux différentes phases du projet permettent de déterminer l'empreinte sonore du projet (émergence par rapport au bruit existant) et d'estimer le nombre d'espèces affectées et les niveaux de risque biologique.

Le résultat de cette évaluation est issu d'un ensemble d'informations intermédiaires bâties spécifiquement au cours de l'étude :

- ▶ L'état sonore initial statistique ;
- ▶ Des modèles d'émission de bruit des activités maritimes et des activités du projet ;
- ▶ Des modélisations de la propagation acoustique permettant de cartographier l'émergence sonore des bruits du projet ; ces modélisations prennent en compte la variabilité météo-océanique de l'aire d'étude ;
- ▶ Les résultats des études de fréquentation biologiques ;
- ▶ L'estimation des empreintes sonores du projet ;
- ▶ Des seuils d'effet biologiques connus pour les mammifères marins, les larves, les poissons et les tortues marines ;
- ▶ De la cartographie des zones de risque.

Figure 102 : Méthodologie et moyens mis en œuvre pour l'étude d'impact acoustique



Source : Quiet-Oceans

7.7.6.3 Modèle pour la caractérisation du bruit ambiant et des empreintes sonores

L'estimation des champs sonores se fait par simulation numérique impliquant l'usage de modèles prenant en compte l'ensemble des paramètres précédemment évoqués (bathymétrie, profil de célérité, données météo-océano, sources de bruit, sédimentologie, données de mesure in-situ,...). La Figure 103 décrit de manière schématique les données d'entrée servant à la production de la cartographie de l'état sonore initial statistique.

Quiet-Oceans propose une modélisation par équations paraboliques et par rayons à distribution énergétique Gaussienne (Jense, *et al.*, 2000), qui traduit fidèlement la distribution géométrique du bruit dans la colonne d'eau, tout en offrant des performances de calcul intéressantes pour une analyse statistique. Les profils de célérité du son dans l'eau sont proportionnels à la température de l'eau, la salinité et la pression (ou profondeur). Le principal effet de ces non-homogénéités dans les distributions de vitesse du son est de courber les rayons de propagation et de créer des chenaux de propagation. Ces phénomènes complexes sont toutefois prédictibles par simulation numérique. La modélisation de la propagation du son se fera par une succession de modélisations dans des plans verticaux interpolés de façon cylindrique.

7.7.6.3.1 La plateforme de prévision du bruit anthropique Quonops®

Afin de parvenir à ces résultats, Quiet-Oceans développe et opère Quonops®, un système opérationnel de surveillance et de prédiction du bruit anthropique en mer. A l'instar des systèmes de prévision météorologique, cette plateforme puissante et brevetée produit une estimation de la distribution spatio-temporelle des niveaux de bruit générés par l'ensemble des activités humaines en mer. Les activités maritimes couvertes sont nombreuses parmi lesquelles le trafic maritime (Folegot 2010), les opérations de prospection pétrolière, les exercices militaires de lutte sous-marine, la construction et les opérations en mer d'extraction des énergies fossiles, la construction et les opérations éoliennes en mer, les forages et dynamitages sous-marins, etc. La donnée produite par Quonops® couvre les besoins tels que définis dans les réglementations nationales et internationales, existantes et émergentes, concernant les niveaux de pollution et la préservation des habitats, des écosystèmes marins et la protection des espèces marines (Folegot et Clorennec 2015). Elle offre une connaissance nouvelle des pollutions sonores par l'intermédiaire d'une cartographie des distributions et permet d'appréhender les volets acoustiques des études d'incidences, et les optimisations de planification et de mitigation des activités industrielles maritimes dans leur conformité environnementale.

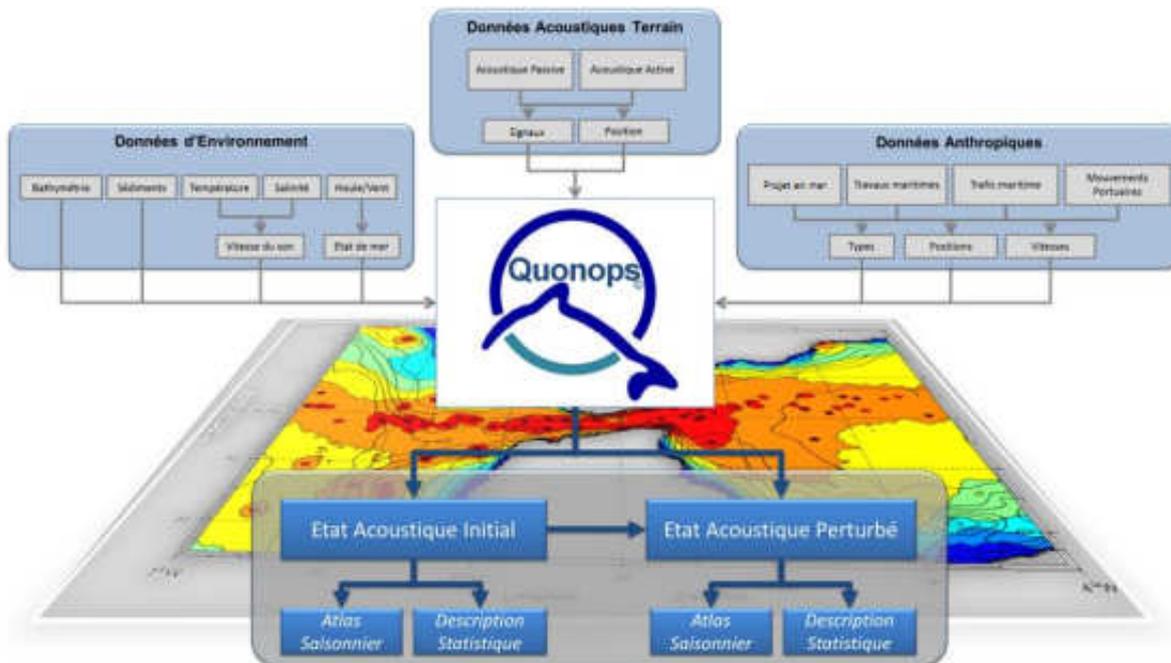
7.7.6.3.2 Paramètres pris en compte dans les modélisations

La plateforme de modélisation Quonops® prend en compte l'essentiel des données qui conditionnent la propagation des bruits dans le milieu marin (Figure 103) :

- ▶ les données environnementales, à savoir la bathymétrie, la nature des fonds, la température et la salinité de l'eau, l'état de mer ;
- ▶ les données anthropiques descriptives des activités humaines en mer qui introduisent de l'énergie sonore dans le milieu marin ;
- ▶ les données acoustiques mesurées sur le terrain, qu'elles soient de nature active ou passive.

Ainsi, les résultats obtenus sous la forme de cartes sonores retranscrivent fidèlement les caractéristiques propres de la propagation des bruits et des usages maritimes spécifiques au site d'étude.

Figure 103 : Description schématique de la plateforme opérationnelle de prévision des bruits



7.7.6.3.3 Cartographie statistique

Afin de prendre en compte la nature stochastique du bruit ambiant, les cartes sonores produites par Quonops© sont réalisées selon toutes les combinaisons d'un ensemble de situations environnementales représentatives du site d'étude et de situations anthropiques représentatives des activités maritimes existantes au voisinage du site et générant du bruit. Une approche par la méthode de Monte Carlo⁷¹ (Folegot, Clorennec et Brunet, et al. 2015) permet ensuite de cartographier les statistiques saisonnières des champs sonores, et de décrire l'état sonore de l'aire d'étude large en termes de probabilité de niveau acoustique et de distribution spatiale.

7.7.6.3.4 Définition et méthode d'estimation des empreintes sonores

L'empreinte sonore est définie pour chaque étape du projet et pour chaque atelier mis en œuvre. L'empreinte sonore correspond à la zone géographique pour laquelle le bruit généré par une opération spécifique du projet est au-dessus du niveau de bruit actuel. Elle représente l'émergence du bruit au-dessus du bruit initial, et constitue donc naturellement une comparaison avec les niveaux existant. Un point géographique de la zone est considéré comme faisant partie de l'empreinte sonore si, en ce point, le bruit médian du projet (ou percentile 50%) est supérieur à la médiane saisonnière du bruit ambiant.

Aussi, par définition, les limites de l'empreinte sonore sont établies à partir :

- ▶ d'une part des cartes statistiques de bruit engendrées par le projet pendant une seconde ;
- ▶ d'autre part, des cartes statiques du bruit ambiant.

⁷¹ La méthode de Monte Carlo est une méthode numérique, qui utilise des tirages aléatoires pour réaliser le calcul d'une quantité déterministe. Largement utilisée dans les domaines de la finance, des sciences de la Terre et des sciences de la Vie.

Pour chaque saison et pour chaque scénario, le périmètre de l'empreinte sonore est établi à partir des données statistiques des champs acoustiques perturbés en comparaison des données statistiques des champs acoustiques du bruit ambiant. Ces cartes sont établies après intégration sur les fréquences de sensibilités et intégration des différentes situations océanographiques (marée et rugosité de surface). Les empreintes sonores du projet sont :

- estimées pour une seconde d'activité ;
- intègrent toute l'énergie sonore sur la bande de perception de chaque espèce ;
- et sont exprimées en dB réf. $1\mu\text{Pa}^2\text{s}$ au-dessus de la médiane saisonnière du bruit ambiant existant.

L'intérêt du concept d'empreinte sonore est qu'elle délimite aussi l'accumulation du bruit perçu. En effet, elle représente la distance maximale d'exposition aux bruits du projet, aussi bien pour un événement sonore que pour une répétition successive du même événement sonore, comme cela a été montré par des recherches réalisées par Quiet-Oceans dans le cadre du projet MARVEN (Thomsen *et al.*, 2015).

7.7.6.4 Acquisition et traitement de données acoustiques in situ

Les mesures acoustiques *in-situ* sont de deux types :

- Les mesures passives qui consistent à écouter le bruit dans un périmètre autour d'un hydrophone. Ces mesures permettent d'une part de décrire l'activité sonore de l'état initial *in-situ* (bruit anthropique, bruit de géophonie et bruits des mammifères marins) et d'autre part de calibrer le modèle numérique de cartographie,
- Les mesures actives qui consistent en l'émission de signaux synthétiques calibrés servant après traitement à l'établissement des propriétés géoacoustiques du fond.

7.7.6.4.1 Protocole de levé terrain

Le protocole relatif à l'élaboration de l'état sonore initial et à l'étude d'impact ont été mutualisés. Ils consistent en une série de mesures d'acoustique active, et au déploiement d'instruments d'acoustique passive sur les aires d'étude immédiate et éloignée.

Chaque instrument de mesure d'acoustique passive permet d'accéder à un type d'information spécifique, parmi lesquelles la calibration des cartes sonores, la fréquentation du site par les mammifères marins. En effet, les résultats attendus sont les suivants par chaque point de mesure fixe :

- L'hydrophone déployé en R1 dans l'AEI est déployé de façon continue sur 12 mois pour fournir une caractérisation du bruit ambiant existant dans le parc, et des éléments de caractérisation de la fréquentation des cétacés dans le parc complémentaires aux suivis d'autres types mis en œuvre par ailleurs ;
- L'hydrophone déployé en R2 est utile à la calibration de l'empreinte sonore du projet vers le large et contribue de façon complémentaire à la caractérisation de la fréquentation des cétacés à l'est de l'AEI sur trois périodes de trois mois environ ;
- L'hydrophone déployé en R4 entre l'AEI et l'île d'Yeu, sur deux périodes de trois mois environ, permet de caractériser de façon accrue les empreintes sonores au sud de l'AEI et de contribuer à la caractérisation de la fréquentation de ce secteur par les mammifères marins. Ce point de mesure vise notamment à caractériser un éventuel effet de barrière sonore du parc éolien ;

- ▮ L'hydrophone déployé en R5, situé au nord de l'AEI, permet de caractériser de façon accrue les empreintes sonores, et de contribuer à la caractérisation de la fréquentation de ce passage par les mammifères marins sur deux périodes de trois mois environ.

La calibration active permet de disposer de signaux de référence nécessaires à la calibration des modélisations sonores.

Les données exploitées ont été recueillies entre janvier et septembre 2016⁷². Ces mesures permettent de fournir une caractérisation du bruit ambiant existant dans les aires d'étude immédiate et éloignée pour une grande variabilité de conditions météo-océaniques. Elles servent à la calibration des cartes de bruit ambiant. Le Tableau 139 liste les différentes campagnes de mesures effectuées en chaque point de mesure défini par le protocole.

A noter que les mesures du chorus sonore effectuées in situ dans le cadre de cette étude permettent également la caractérisation de la fréquentation de l'aire d'étude par les mammifères marins qui font l'objet d'une autre étude spécifique.

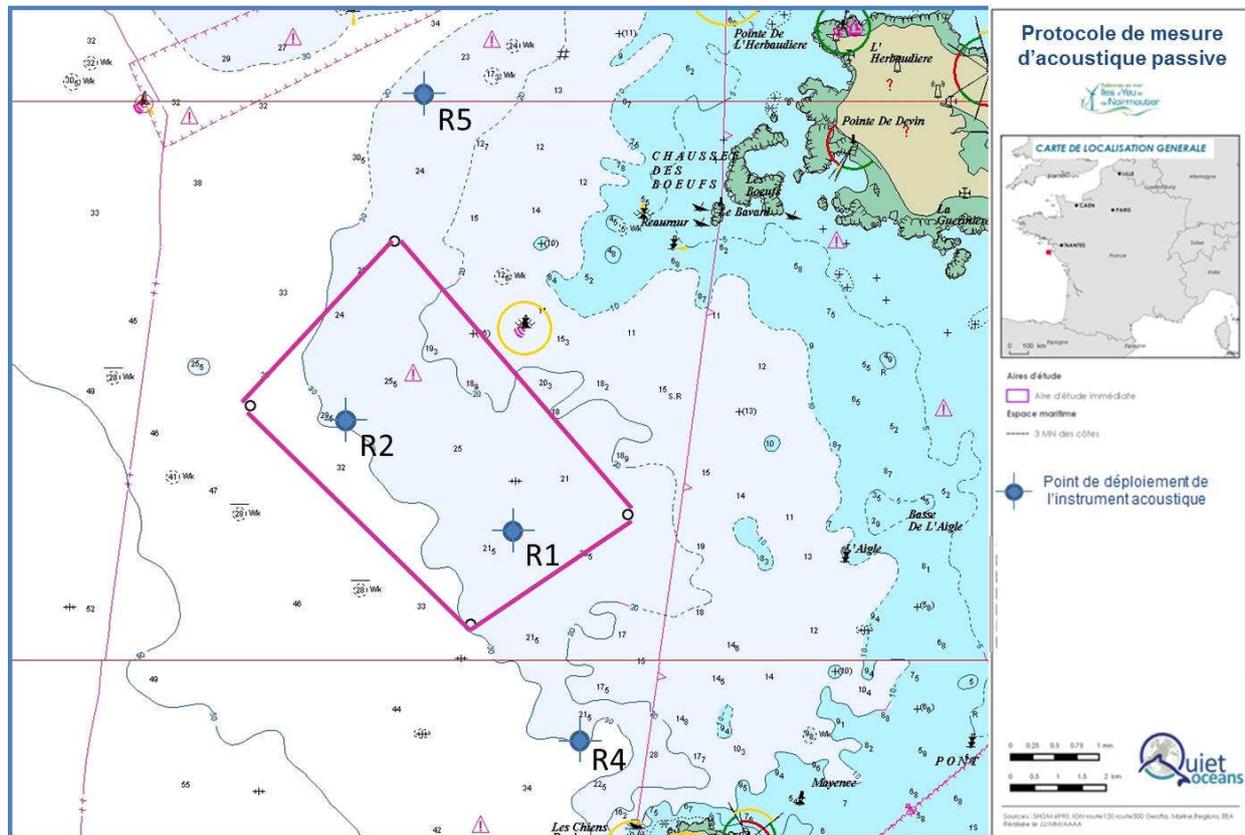
Tableau 139 : Coordonnées et dates de mise à l'eau des instruments d'acoustique passive

Historique de déploiement					
Enregistreur	Date de mise à l'eau	Date de relevage	Latitude	Longitude	Type d'hydrophone
R1 (aire d'étude immédiate)	30.07.2015	16.01.2016	N 46°50.3970'	W 02°28.3420'	SM3M
	16.01.2016	05.02.2016	N 046°50.3205'	W 02°28.2238'	SM3M
	05.02.2016	23.03.2016	N 046°50.3248'	W 02°28.2173'	SM3M
	24.03.2016	28.06.2016	N 046°50.3180'	W 02°28.3000'	SM3M
R2 (aire d'étude immédiate)	16.01.2016	05.02.2016	N 046°52.8130'	W 02°33.7132'	SM2M
	05.02.2016	23.03.2016	N 046°52.8485'	W 02°33.7300'	SM2M
	24.03.2016	28.06.2016	N 046°52.8656'	W 02°33.7132'	SM2M
	28.06.2016	26.09.2016	N 46°52.8656'	W 02°33.7132'	SM3M
R4 (aire d'étude éloignée)	16.01.2016	23.03.2016	N 046°45.9697'	W 02°26.1587'	SM2M
	24.03.2016	28.06.2016	N 046°45.9778'	W 02°26.1449'	SM3M
R5 (aire d'étude éloignée)	16.01.2016	23.03.2016	N 047°00.0291'	W 02°31.0294'	SM3M
	24.03.2016	28.06.2016	N 047°00.0590'	W 02°31.0188'	SM3M

Source : Quiet-Oceans, 2016

⁷² Un problème technique sur l'enregistreur placé en R1 n'a pas permis de collecter la donnée entre aout et novembre 2015

Carte 53 : Positions des enregistreurs acoustiques servant à caractériser le bruit ambiant sur les aires d'étude immédiate et éloignée.



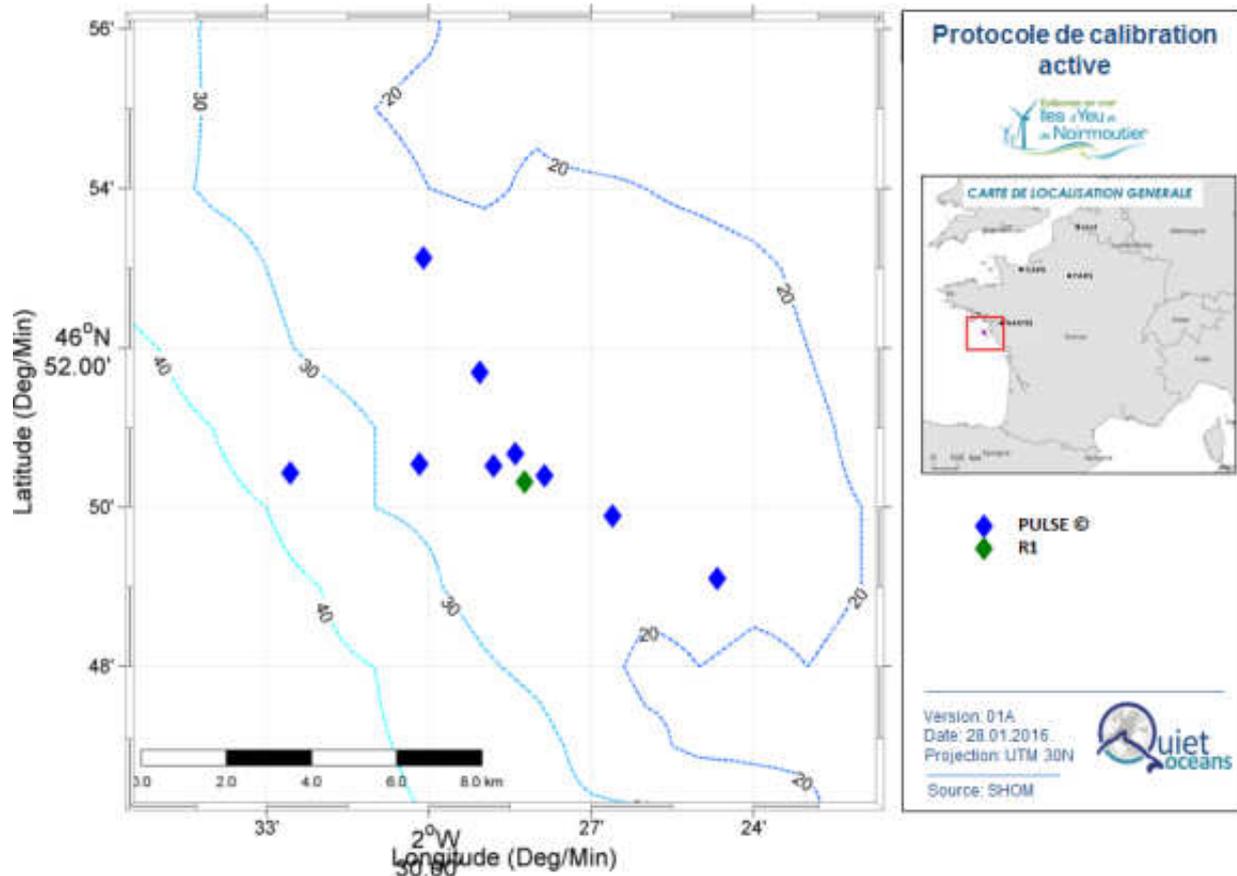
Source : Quiet Oceans, 2016

Un système d'acoustique active est déployé successivement sur un nombre important de positions dans l'AEE (Figure 104), afin de mesurer les pertes de propagation acoustique⁷³ entre ces positions et l'hydrophone R1. Les mesures directes ont été comparées aux prévisions réalisées par Quonops© pour un ensemble de natures du fond. L'objectif de cette campagne de mesure est de calibrer le modèle Quonops en estimant le milieu équivalent acoustique dans l'aire d'étude immédiate.

Après comparaison des prédictions et des traitements de la mesure, le milieu équivalent est défini et introduit dans le modèle Quonops© au titre de la calibration active du site.

⁷³ Les pertes de propagation acoustique correspondent à l'atténuation en fonction de la distance à la source des ondes dans leur milieu de propagation.

Figure 104 : Position des enregistreurs (en vert) et des émissions actives (en bleu) ayant servi à la calibration



7.7.6.4.2 Instrumentation acoustique passive mise en œuvre

L'instrument d'acoustique passive mis en œuvre est tantôt un SM2M tantôt un SM3M (Song Meter deeper water) produits par la société Wildlife Acoustics dont les caractéristiques techniques sont adaptées à la caractérisation du bruit ambiant. L'appareil SM2M permet de mesurer des bruits dans la bande de fréquence 4Hz à 96kHz tandis que l'appareil SM3M permet de mesurer dans la bande 2Hz- 192kHz. La principale conséquence étant que les SM2M ne sont pas opérationnels pour la détection des clics de Marsouin commun (émissions acoustiques de hautes fréquences).

Figure 105: Déploiement d'une cage instrumentée



© Quiet-Oceans

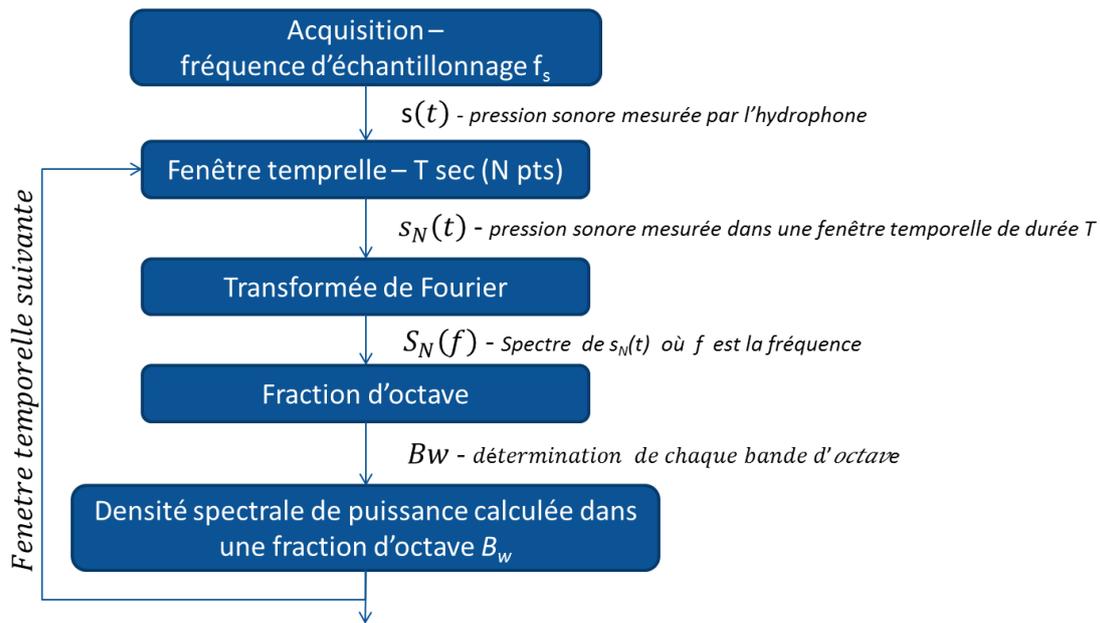
7.7.6.4.3 Traitements réalisés sur les données passives

Les traitements réalisés sur le jeu de données acoustiques sont mis en œuvre afin d'en extraire :

- ▶ Les niveaux et la variabilité du bruit ambiant ;
- ▶ La portée de détection de l'hydrophone ;
- ▶ Les évènements sonores (passages de navire à proximité immédiate).

Les traitements effectués sur le signal acoustique mesuré, permettant de quantifier les niveaux sonores et leur variabilité, sont présentés dans la Figure 106 suivante.

Figure 106 : Algorithme de calcul des niveaux sonores.



Source : Quiet-Oceans

7.7.6.4.4 Moyens d'acoustique active mis en œuvre

Le système d'acoustique actif PULSE®, développé spécifiquement par Quiet-Oceans permet, par des transmissions acoustiques de signaux contrôlés, de quantifier les pertes de transmission entre :

- ▶ Un hydrophone mouillé ;
- ▶ Différents points à différentes positions, à portée acoustique de l'hydrophone.

Le système PULSE® utilisé répond aux spécifications suivantes :

- ▶ Niveau d'émission : 180 dB réf. 1μPa sur la bande ;
- ▶ Bande passante : 30Hz-20kHz ;
- ▶ Datation absolue : +/- 2 s sur 10 jours ;
- ▶ Signaux large bande.

Figure 107 : Système Pulse© mis en œuvre.



©Quiet-Oceans

7.7.6.5 Acquisition des données descriptives des activités maritimes génératrices de bruit dans l'aire d'étude large

Les activités maritimes sont source de bruit. La méthodologie exploite les données descriptives issues de :

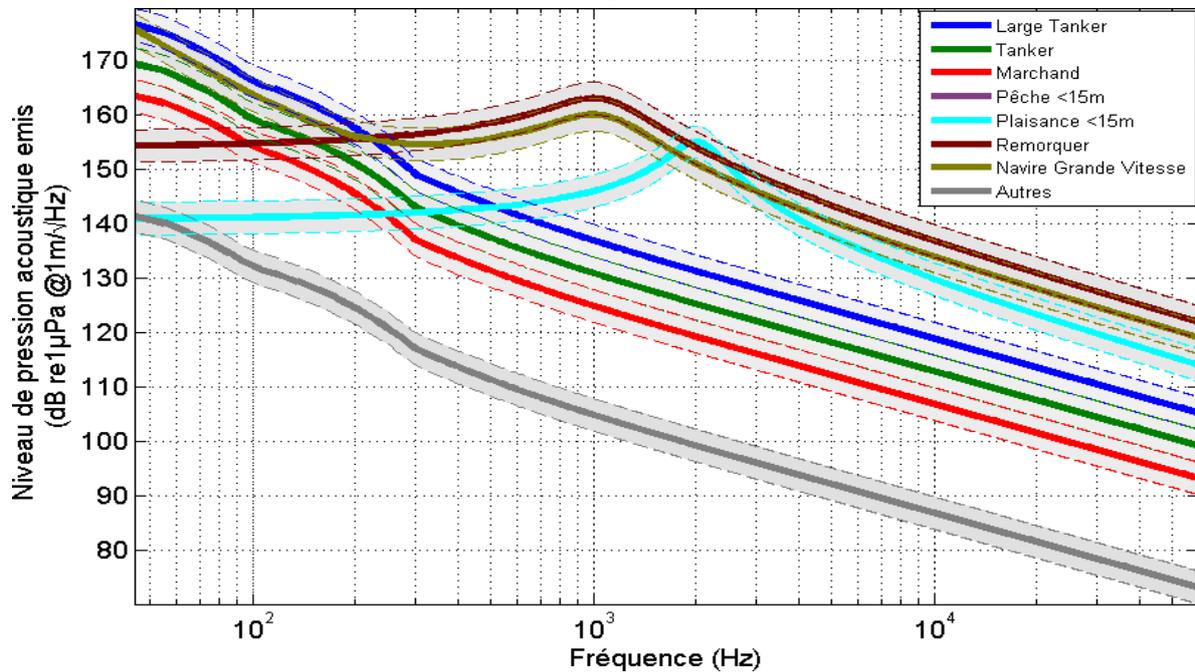
- ▶ L'acquisition des données Automated Identification System (AIS) ;
- ▶ Des informations techniques descriptives préliminaires des activités du projet fournies par le maître d'ouvrage.

L'AIS est un système à bord des navires qui transmet à un réseau d'observation leur identification et leurs localisations en quasi temps-réel. Différentes stations réceptrices, mises en œuvre par les services de l'Etat ou des sociétés privées permettent ainsi de surveiller le trafic maritime en quasi-temps-réel. La couverture maximale peut atteindre 30 milles nautiques des côtes en fonction des conditions climatiques.

Les navires non équipés d'un système d'identification et de localisation AIS ne sont pas pris en compte dans cette étude. Les navires réalisant des extractions de granulats marins sont généralement équipés du système AIS et leurs bruits propres (De Jong, 2010) donc inclus dans l'étude.

Les bruits générés dépendent du type de navire, de leur vitesse instantanée et de leur longueur. Le modèle de cartographie du bruit Quonops© mis en œuvre dans cette étude prend en compte ces caractéristiques qui sont mises à disposition grâce aux données AIS acquises. En effet, un gabarit de bruit de navire est associé à chaque catégorie d'activité maritime. Ce gabarit est issu du modèle de bruit de navire et adapté à partir des informations issues des travaux de la « Scripps Oceanographic Institution » (Hildebrand, 2009).

Figure 108 : Gabarit des niveaux de bruit émis par les navires en fonction de la fréquence et de leur catégorie



Source : Quiet Oceans, 2016

7.7.7 Acoustique aérienne

7.7.7.1 Déroulement des campagnes de mesures du bruit

Afin de caractériser l'ambiance sonore initiale au droit des habitations se situant sur la côte la plus exposée au projet, des campagnes de mesures des niveaux sonores résiduels ont été effectuées. Les niveaux sonores, mesurant le bruit du vent dans l'environnement, peuvent être différents selon les saisons, ainsi :

- ▶ La première s'est déroulée du 3 au 9 décembre 2015, pendant la période "non-végétative", c'est-à-dire la saison où la plupart des arbres ont perdu leur feuillage
- ▶ La seconde s'est tenue du 9 au 24 mai 2016, en période "végétative", au mois de mai, correspondant à une végétation plus dense

Lors de cette campagne, 4 mesures ont été réalisées en continu, sur 4 points distincts le long de la côte au droit de secteurs d'habitation. Ces points ont été placés en retrait de la mer afin de s'affranchir du bruit de la houle. Ainsi, ces mesures permettent d'obtenir les niveaux représentatifs des habitations du bord de mer.

Les 4 points de mesures ont été réalisés chez des riverains sur les communes suivantes :

- ▶ PF1 : L'Epine (île de Noirmoutier) ;
- ▶ PF2 : La Barre-de-Monts (continent) ;
- ▶ PF3 : Notre-Dame-de-Monts (continent) ;
- ▶ PF4 : Port-Joinville (île d'Yeu).

D'une manière générale, la localisation des points de mesures a été déterminée afin d'obtenir un panel représentatif des différentes ambiances sonores de la côte (point de mesures en hauteur, en contrebas ou retiré du bruit de la mer).

Il est précisé qu'un point fixe consiste en une acquisition successive de mesures élémentaires d'une durée d'une seconde pendant toute la période de mesurage (6 jours lors de la 1^{ère} campagne et 15 jours lors de la seconde campagne).

La campagne de mesures a été effectuée conformément à la norme NF S 31-114 dans sa version de juillet 2011.

Les appareils de mesures utilisés sont des sonomètres analyseurs statistiques de type SOLO et FUSION (classe I) de la société 01 dB-ACOEM ; les données sont traitées et analysées par informatique à l'aide du logiciel dBTrait de la société 01dB-ACOEM.

Les niveaux de bruit résiduel sont déterminés à partir de l'indicateur L50 qui représente le niveau sonore atteint ou dépassé pendant 50 % du temps. Cet indicateur est adapté à la problématique de l'éolien car il caractérise bien les « bruits de fond moyens » en s'affranchissant des bruits particuliers ponctuels.

Ils sont calculés sur une durée d'intégration élémentaire de 1 seconde puis calculés sur un pas de 10 minutes.

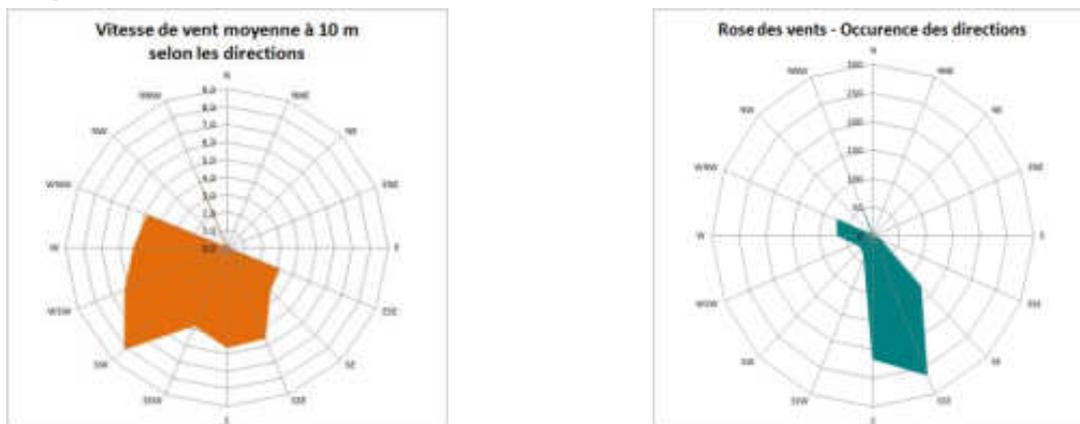
Ces niveaux de bruit résiduel sont ensuite analysés par classe de vent (selon la vitesse du vent globalement comprise entre 3 et 10 m/s à la hauteur standardisée de 10 m du sol) et par classe homogène (période de jour 7h-22h et de nuit 22h-7h) dans les analyses « bruit-vent ». Ces analyses « bruit-vent » consiste à analyser les niveaux de bruit résiduel en fonction de la vitesse de vent selon la méthode ci-dessous.

7.7.7.2 Déroulement des campagnes de mesures du vent

Les conditions météorologiques depuis la station de Noirmoutier étaient globalement les suivantes lors de la 1^{ère} campagne de mesures acoustiques.

- ▶ La vitesse de vent standardisée (à 10 m du sol) maximale relevée est d'environ 10,5 m/s en période de nuit ;
- ▶ Le vent provient principalement du secteur sud à sud-est sur la période de mesures.

Figure 109 : Roses des vents du 10 au 17 décembre 2015 issues de la station Lidar d'EMYN

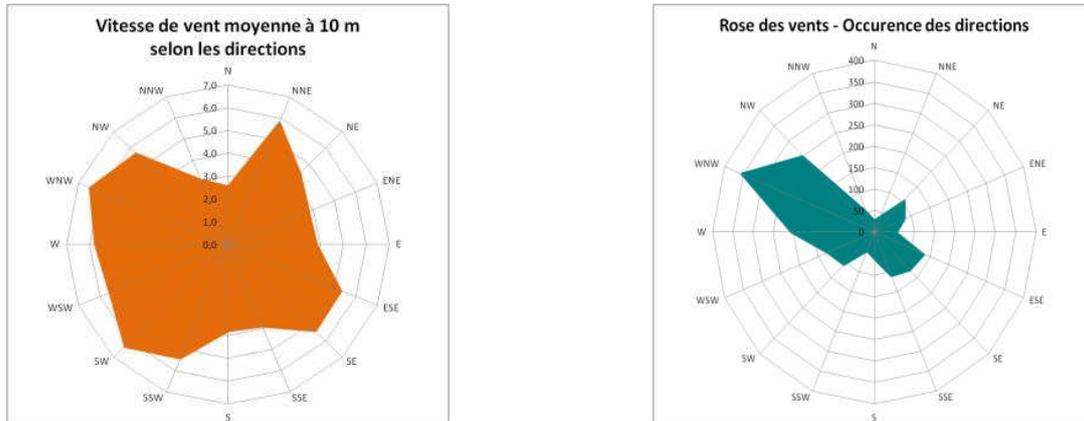


Source : EMYN, 2016

Les conditions météorologiques depuis la station de Noirmoutier étaient globalement les suivantes lors de la 2^{ème} campagne de mesures acoustiques.

- ▶ La vitesse de vent standardisée (à 10 m du sol) maximale relevée est d'environ 12 m/s en période de jour ;
- ▶ Le vent provient principalement du nord-ouest sur la période de mesures.

Figure 110 : Roses des vents du 3 au 19 mai 2016 issues de la station Lidar d'EMYN



Source : EMYN, 2016

Ces mesures du vent réalisées en mer permettent d'avoir un référentiel de vitesse de vent comparable aux données d'émissions des éoliennes. En effet, Ces mesures météorologiques réalisées en mer représentent un milieu similaire et proche de l'AEI.

Ces relevés de la vitesse en m/s et de la direction du vent sont issus des données sur un pas de temps de 10 minutes. Ces mesures sont issues d'une station LIDAR située en mer et installée par le maître d'ouvrage.

Les données de vent dans l'analyse « bruit-vent » sont sous la forme de vitesse standardisée à 10 m du sol, notée Vs.

Les analyses « bruit – vent » permettent de déterminer les médianes recentrées correspondant aux niveaux sonores moyens mesurés par intervalle de vitesse de vent à 10 m (selon la norme NFS 31-114 dans sa version de juillet 2011).

Ainsi, pour toutes les vitesses de vent comprises entre 3 et 10 m/s, les niveaux L50 peuvent être estimés pour chacun des quatre points de mesures.

Ces niveaux sont d'autant plus fiables qu'il y a d'échantillons (couples L50 / Vs) par classe de vent. Les résultats de l'état initial montrent que le nombre d'échantillons pour les deux campagnes réalisées sont suffisants.

7.7.7.3 Calculs prévisionnels de la contribution du projet

7.7.7.3.1 Présentation du modèle de calcul

L'estimation des niveaux sonores est réalisée à partir de la modélisation du site en trois dimensions à l'aide du logiciel CadnaA, logiciel développé par DataKustik en Allemagne, un des leaders mondiaux depuis plus de 25 ans dans le domaine du calcul de la dispersion acoustique.

Cette modélisation tient compte des émissions sonores de chacune des éoliennes (sources ponctuelles disposées à hauteur du moyeu) et de la propagation acoustique en trois dimensions selon la topographie du site (distance, hauteur, exposition directe ou indirecte), la nature du sol et l'absorption dans l'air. La zone maritime est considérée comme une surface totalement réfléchissante dans les calculs, alors que la partie terrestre est caractérisée par une surface d'absorption caractéristique. En effet, l'interface entre l'eau et l'air constitue une condition parfaite de réflexion dans la mesure où les impédances⁷⁴ de ces deux milieux sont différentes.

La modélisation du site a été réalisée à partir du modèle numérique de terrain en trois dimensions et les calculs ont été effectués avec la méthode ISO-9613-2 qui prend en compte les conditions météorologiques (vents portants dans toutes les directions de vent).

La figure suivante illustre la modélisation du site en 3D à partir du logiciel CadnaA.

Figure 111 : Aperçu 3D de la modélisation CadnaA (CadnaA)



Source : EREA, 2016

⁷⁴ L'impédance en acoustique peut être comparée à l'indice de réfraction d'un milieu en optique. Elle traduit la « résistance » d'un matériau au passage de l'onde acoustique. L'onde acoustique se propageant à l'interface entre deux milieux d'impédance différente subira des phénomènes de réflexion et de réfraction.

7.7.7.3.2 Hypothèses d'émissions

Les éoliennes prévues pour le projet ont les caractéristiques principales suivantes :

- ▶ Hauteur de mât de 85,4 m ;
- ▶ Diamètre du rotor de 167 m ;
- ▶ Puissance unitaire de 8 MW.

En l'absence de données précises sur les émissions sonores des éoliennes retenues pour le projet des îles d'Yeu et de Noirmoutier, les hypothèses présentées dans cette annexe sont retenues. Ces hypothèses sont élaborées à partir de données d'émissions sonores fournies par le constructeur et de machines connues du même constructeur. En effet, seule la puissance acoustique maximale du modèle retenu est connue à ce jour. Ainsi, les hypothèses des émissions sont définies à partir de cette donnée et des émissions sonores connues de l'éolienne SWT-3.15-142. Cette machine dispose de données acoustiques précises et se présente comme un des gabarits les plus importants de la gamme du constructeur.

Ces données, fournies par le constructeur, sont répertoriées dans le tableau suivant.

Tableau 140: Données des niveaux de puissances acoustiques de l'éolienne SWT-8.0-167 de 8 MW

Niveaux de bruit	Définir la courbe de puissance acoustique	116 dB(A)	Maximum sound power level (63Hz to 8kHz)
------------------	---	-----------	--

Figure 112: Extraits de données des émissions sonores de l'éolienne SIEMENS SWT-3.15-142

SIEMENS

Preliminary Developer Package, SWT-3.15-142
 Document ID: WP TE 30-0000-1893-02
 2016.06.14
 Restricted
 Siemens corporate proprietary information

Typical Sound power frequency distribution

Typical spectra for L_{WA} in dB(A) re 1 pW for the corresponding centre frequencies are tabulated below for 6 and 8 m/s referenced to a height of 10.0 m above ground level.

Hub Height 109 m:

1/1 oct. band, center freq. [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Standard setting	87.9	94.1	96.2	98.1	98.8	98.4	93.9	81.9

Table 2: Typical 1/1 octave spectrum band for 6 m/s, L_{WA} [dB(A) re 1 pW]

1/1 oct. band, center freq. [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Standard setting	87.9	94.1	96.2	98.1	98.8	98.4	93.9	81.9

Table 3: Typical 1/1 octave band spectrum for 8 m/s, L_{WA} [dB(A) re 1 pW]

Hub Height 129 m:

1/1 oct. band, center freq. [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Standard setting	87.9	94.1	96.2	98.1	98.8	98.4	93.9	81.9

Table 2: Typical 1/1 octave spectrum band for 6 m/s, L_{WA} [dB(A) re 1 pW]

1/1 oct. band, center freq. [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Standard setting	87.9	94.1	96.2	98.1	98.8	98.4	93.9	81.9

Table 3: Typical 1/1 octave band spectrum for 8 m/s, L_{WA} [dB(A) re 1 pW]

Noise restricted operation

The lower sound power levels presented for the settings listed above are achieved by controlling the SWT-3.15-142 wind turbine in a noise restricted mode of operation. This noise restricted mode of operation will, depending on the mode, have an impact on the power output of the wind turbine. Please contact Siemens for further information on this option.



Estimated noise level

Typical sound power levels

The sound power levels are presented with reference to the code IEC 61400-11 ed. 2.1 (2006-12) based on a hub height of 109 m and 129 m and a roughness length of 0.05 m as described in the IEC code. The sound power levels (L_{WA}) presented are valid for the corresponding wind speeds referenced to a height of 10.0 m above ground level.

Hub Height 109 m:

Wind speed [m/s]	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Standard setting	95.9	100	104.9	104.9	104.9	104.9	104.9	104.9	104.9	104.9
-1 dB	95.9	100	104.0	104.0	104.0	104.0	104.0	104.0	104.0	104.0
-2 dB	95.9	100	103.0	103.0	103.0	103.0	103.0	103.0	103.0	103.0
-3 dB	95.9	100	102.0	102.0	102.0	102.0	102.0	102.0	102.0	102.0
-4 dB	95.9	100	101.0	101.0	101.0	101.0	101.0	101.0	101.0	101.0
-5 dB	95.9	99.4	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Table 1: Acoustic emission, L_{WA} [dB(A) re 1 pW]

Hub Height 129 m:

Wind speed [m/s]	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Standard setting	96.0	100.5	104.9	104.9	104.9	104.9	104.9	104.9	104.9	104.9
-1 dB	96.0	100.5	104.0	104.0	104.0	104.0	104.0	104.0	104.0	104.0
-5 dB	96.0	99.8	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Table 1: Acoustic emission, L_{WA} [dB(A) re 1 pW]

Low Noise Operations

The lower sound power levels presented for the settings listed above are achieved by adjusting the turbines controller settings, i.e. an optimization of rpm and pitch. The noise settings are not static and can be applied to optimize the operational output of the turbine. Noise settings can be tailored to time of day as well as wind direction to offer the most suitable solution for a specific location. This functionality is controlled via the WebWPS SCADA system and is described further in the white paper on Noise Reduction Operations. Furthermore, tailored power curves can be provided which take wind speed into consideration allowing for management of the turbine output power and noise emission level to comply with site specific noise requirements. Tailored power curves are project and turbine specific and will therefore require Siemens Wind Power Siting involvement to provide the optimal solutions. The lower sound power levels may not be applicable to all tower variants. Please contact Siemens for further information.

Source : EREA, 2017

Tableau 141 : Hypothèse des niveaux de puissances acoustiques de l'éolienne SWT-8.0-167 de 8 MW

Vitesse de vent standardisée	Niveaux de puissance acoustique en dB(A)
3 m/s	107,0
4 m/s	111,1
5 m/s	116,0
6 m/s	116,0
7 m/s	116,0
8 m/s	116,0
9 m/s	116,0
10 m/s	116,0

Source : EREA, 2017

Tableau 142 : Hypothèses des émissions sonores des éoliennes SIEMENS SWT-8.0-167 en fonction de la fréquence et des vitesses de vent à 10m

dB(A)	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	Global en dB(A)
3 m/s	90,0	96,2	98,3	100,2	100,9	100,5	96,0	84,0	107,0
4 m/s	94,1	100,3	102,4	104,3	105,0	104,6	100,1	88,1	111,1
5 m/s	99,0	105,2	107,3	109,2	109,9	109,5	105,0	93,0	116,0
6 m/s	99,0	105,2	107,3	109,2	109,9	109,5	105,0	93,0	116,0
7 m/s	99,0	105,2	107,3	109,2	109,9	109,5	105,0	93,0	116,0
8 m/s	99,0	105,2	107,3	109,2	109,9	109,5	105,0	93,0	116,0
9 m/s	99,0	105,2	107,3	109,2	109,9	109,5	105,0	93,0	116,0
10 m/s	99,0	105,2	107,3	109,2	109,9	109,5	105,0	93,0	116,0

Source : EREA, 2017

7.7.8 Plancton, ressources halieutiques et autres peuplements marins

7.7.8.1 Principes méthodologiques

La méthodologie repose sur le principe de mise en œuvre d'engins de pêche adaptés à la capture des espèces benthiques, démersales, et pélagiques, au cours de campagnes de pêches spécifiques, réalisées avec le concours de professionnels, répétées à plusieurs reprises sur différentes saisons. Plus précisément, elle concerne l'étude :

- de la nature et de la structure des assemblages d'espèces marines exploitées ou non ;
- de la variabilité spatio-temporelle : Il s'agira d'assurer une réplication temporelle et spatiale des observations afin de qualifier la variabilité spatio-temporelle et être capable d'en extraire les signaux d'impacts potentiels ;
- des grands rôles fonctionnels du secteur d'étude.

Les différents domaines (compartiments), espèces et modalités de traitements des données sont détaillées dans le tableau suivant. Un glossaire est présenté en fin de document. Un renvoi au glossaire marque le mot considéré (lors de la première apparition dans le texte).

Figure 113 : Compartiments, espèces et modalités de traitement pour l'analyse de l'état initial de la ressource (Source : BRLi 2015).

Domaine concerné	Espèces concernées	Modalité de traitement - justification
Domaine benthodémersal	Poissons plats, gadidés, crustacés, mollusques, ...	Filet trémail à sole et filet droits couplés + bibliographie. Casiers à crustacés (crabes, araignées, homards,...) Les campagnes en mer permettent de bien caractériser la présence d'espèces et la biodiversité. Bibliographie et comparaison avec des aires similaires
Domaine pélagique	maquereaux, chinchards, sardines, ...	Bibliographie. Les données VALPENA (fournies par le COREPEM pourront être valorisées en complément pour définir la situation du compartiment pélagique.
Frayères et nurseries	Toutes espèces	Des campagnes de Bongo (double filet à petite maille chalutés en surface) ont pour objectif principal de caractériser la situation des recrutements et de l'apparition ou non de zones de reproduction et de nourricerie. Bibliographie et comparaison avec des aires similaires.

Ces principes ainsi que le protocole détaillé ci-dessous ont été définis en concertation avec les parties prenantes, et validés lors du Groupe de Travail "pêche" le 13 février 2015, et du Groupe de Travail "environnement" du 2 avril 2015 mis en place dans le cadre de l'instance de suivi et concertation sous l'égide conjointe du préfet de Vendée et du préfet Maritime.

7.7.8.2 Stratégie d'échantillonnage et protocole retenu

L'étude de l'État initial et des impacts du projet de parc éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier sur les espèces de poissons, mollusques et crustacés présents dans l'aire d'étude immédiate du projet nécessite l'approfondissement des connaissances spécifiques à ce compartiment. Pour ce faire, un protocole d'expertise est conduit sur une période de 2 ans afin de dresser l'État initial de la ressource halieutique, conformément au cahier des charges⁷⁵ de l'appel d'offres (livrable T0+42 - décembre 2017). Les données collectées lors des campagnes menées de l'été 2015 à l'automne 2016 permettent d'alimenter l'état initial de l'étude d'impact qui est jointe aux dossiers de demandes d'autorisation. Les résultats recueillis viennent compléter les données bibliographiques disponibles et servent à l'interprétation des impacts prévisibles du projet sur ces espèces.

La stratégie d'échantillonnage est basée sur le développement de campagnes scientifiques embarquées sur des bateaux professionnels avec des engins professionnels en accord avec le COREPEM, EMYN et Créocéan et ce qui a été défini lors des GT « pêche ».

L'aire d'étude immédiate est caractérisée par des fonds rocheux plus ou moins accidentés (plateau des Bœufs). De ce fait l'usage des arts trainants (chaluts de fond, chaluts à perche) n'est pas possible pour caractériser les peuplements de poissons benthodémersaux (le risque de croche étant trop important). Les engins utilisés pour ces campagnes d'échantillonnage sont donc des filets à poissons (type filets à soles et filets à merlus) et des casiers à grands crustacés (type casiers à homards). L'échantillonnage des larves et des œufs est réalisé au moyen du double bongo, filet échantillonneur à ichtyoplancton.

En l'état actuel des connaissances, les compartiments halieutiques retenus au titre de ce protocole pour l'évaluation de l'état initial et l'étude des impacts sont :

- ▶ Les grands crustacés (homard européen, araignée atlantique, etc.) ;
- ▶ Les juvéniles et adultes de la communauté benthodémersale (poissons, mollusques, crustacés) qui sont les plus directement concernés par les impacts potentiels des aménagements en mer du fait de leur dépendance vis-à-vis du fond ;
- ▶ Les larves et les œufs.

⁷⁵ Parc Éolien en Mer des Îles d'Yeu et de Noirmoutier. Cahier des charges pour la réalisation du volet « Ressources Halieutiques ». 14 avril 2015. BRLingénierie

Tableau 143 : programme d'échantillonnage lors des campagnes scientifiques sur la ressource halieutique

Type de campagne d'échantillonnage	Détail du protocole*
Campagne d'échantillonnage aux poissons Benthodémersaux	<ul style="list-style-type: none"> • Saisonnalité : 3 campagnes/an de 2 jours sur 3 saisons (printemps, été, automne) • Nombre de stations : Maximum potentiel de 14-16 stations au total par campagne : 7-8 à l'intérieur du parc – 7-8 à l'extérieur • Engins de prélèvement*: 2x 250 m filet trémail à sole en 50-55 mm/maille (100 mm maille étirée) + 2x 250 m de filet droit (4 m de haut à une maille de 100 mm étirée). Total 500 m par filière et par station
Campagne aux crustacés	<ul style="list-style-type: none"> • Saisonnalité : 3 campagnes/an sur 3 saisons /an - 2 journées par campagne* : • Nombre de stations : Maximum potentiel de 12-16 stations au total par campagne (chacune représentée par une filière) : 6-8 à l'intérieur du parc - 6-8 à l'extérieur • Engins de prélèvement : 6-8 filières de 14 -15 casiers (en fonction des bateaux)
Campagne d'échantillonnage aux larves ichtyoplanctoniques	<ul style="list-style-type: none"> • Saisonnalité : 5 campagnes d'une journée/an réparties sur 6 mois à partir du mois d'avril • Nombre de stations : maximum 5 par campagne d'une journée : 3 à l'intérieur du parc – 2 à l'extérieur • Engins de prélèvement : double collecteur bongo à maille de 500 microns

* Les campagnes casiers ont été organisées afin de respecter les périodes d'armement des navires, à savoir du printemps à la fin d'été (août - début septembre), en accord avec le comité de pilotage de l'étude. Les éléments complémentaires sur les pratiques et espèces de crustacés aux autres saisons seront fournies par la Bibliographie et les données VALPENA.

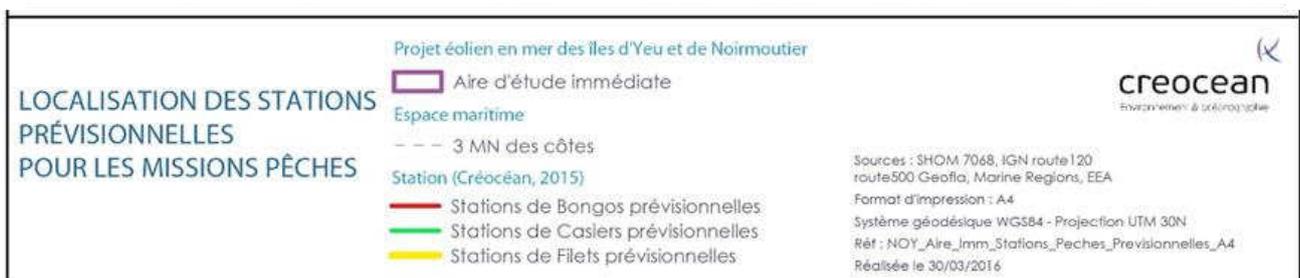
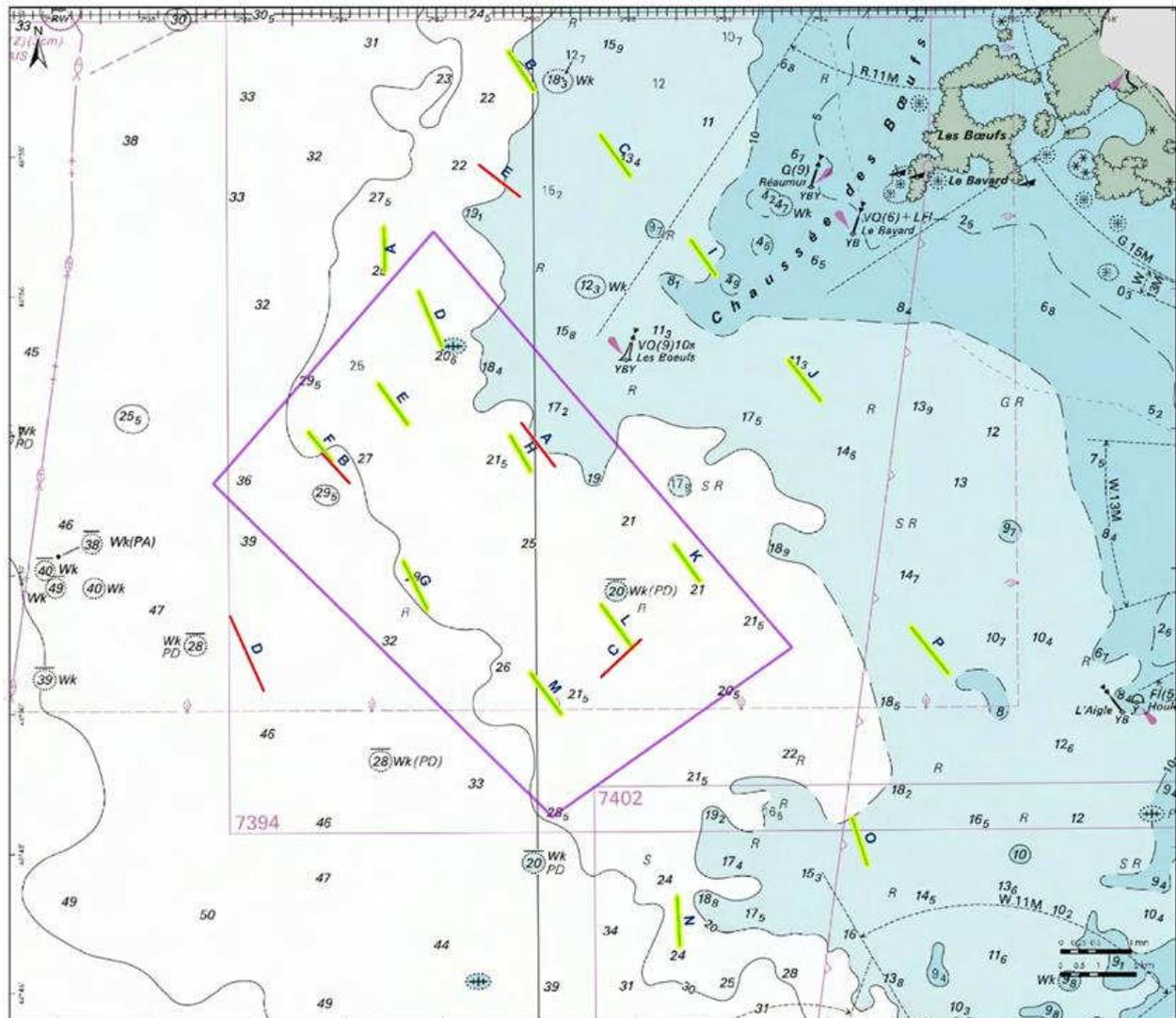
Le positionnement des différentes stations est représenté sur la carte suivante :

7. Présentation des méthodes utilisées et des difficultés rencontrées

7.7 Méthodologie des expertises réalisées sur le milieu physique et naturel

7.7.8 Plancton, ressources halieutiques et autres peuplements marins

Carte 54 : Localisation des stations prévisionnelles pour les missions « pêches »



Remarque : sur la figure 112, les stations filet se superposent aux stations casier.

Les traits réalisés *in situ* sont ensuite répartis selon les positions théoriques validées en GT ou adaptés lors des premières campagnes en mer avec le patron pêcheur pour éviter les zones de croches éventuelles. En effet, le plateau des Bœufs est très accidenté et certains secteurs sont inappropriés pour la pose de filets. Par ailleurs, le secteur situé à l'ouest de l'AEI est caractérisé par une forte présence de chalutiers (chaluts de fonds et chaluts pélagiques) rendant la pose de filets impossible sans risquer l'arrachage par un navire.

Le tableau suivant présente les caractéristiques des fonds de chaque station selon la typologie Eunis.

Tableau 144 : Nature des fonds à l'endroit de chaque station d'échantillonnage selon la typologie Eunis

Type campagne	stations	code eunis	typologie
Casiers+filet	A,B,C,J,O	A4.1	Roche circalittorale de l'Atlantique et de la Méditerranée sous fort hydrodynamisme
	I,P	A3.1	Roche infralittorale de l'Atlantique et de la Méditerranée sous fort hydrodynamisme
	A,D,E,F,G,H,K,L,M,N	A4.2	Roche circalittorale de l'Atlantique et de la Méditerranée sous hydrodynamisme modéré
Bongos	A	A4.1	Roche circalittorale de l'Atlantique et de la Méditerranée sous fort hydrodynamisme
	B,C,E	A4.2	Roche circalittorale de l'Atlantique et de la Méditerranée sous hydrodynamisme modéré
	D	A5.14	Sédiment grossier circalittoral

7.7.8.3 Moyens opérationnels et engins de prélèvement

Pour l'ensemble des campagnes en mer, le navire d'un professionnel du secteur dont le bateau est armé pour ce type de pêche et disposant des autorisations administratives pour embarquer du personnel scientifique à bord a été utilisé. Les protocoles sont optimisés (port d'embarquement/débarquement, temps de pêche).

Une équipe scientifique (deux personnels par navire) a été missionnée pour embarquer sur les navires de pêche et réaliser l'échantillonnage. Des « déclarations d'embarquement de personnel spécial (observateur à la mer) » ont été transmises aux autorités compétentes (Délégation du littoral et de la Mer Loire Atlantique et CROSS Etel) avant chaque mission.

Du matériel de sécurité et de mesures a été mis en œuvre par l'équipe scientifique afin de récolter et analyser les échantillons :

- ▶ ichtyomètres, pieds à coulisse ;
- ▶ balances RECOPECA à compensation et pesons ;
- ▶ ouvrages d'identification ;
- ▶ fiches de saisies terrain ;
- ▶ centrale de navigation (ordinateur, GPS et logiciel SIG Global Mapper) ;
- ▶ appareil photo et caméra vidéo ;
- ▶ VFI.

Chaque jour, une sonde type YSI multi paramètres est mise et enregistre les paramètres suivants : température, salinité, oxygène dissous, turbidité. Sur chaque station les captures sont identifiées et triées par espèces. Les individus sont ensuite mesurés et pesés individuellement. Le positionnement GPS est effectué au moyen de l'équipement électronique du navire.

Photographies 16 : tri et mesure des individus (de gauche à droite : bac de poissons, homard, prise de notes)



Source : Créocéan 2015

7.7.8.4 Descriptifs des engins de prélèvement et fonctionnement des campagnes

7.7.8.4.1 Les campagnes Filets

Les campagnes sont réalisées sur des fileyeurs professionnels basés sur le continent ou sur l'île d'Yeu.

Photographies 17: Fileyeur le "Bad Boy" (à gauche au premier plan) et filet à poissons (à droite)



Source : Créocéan 2015

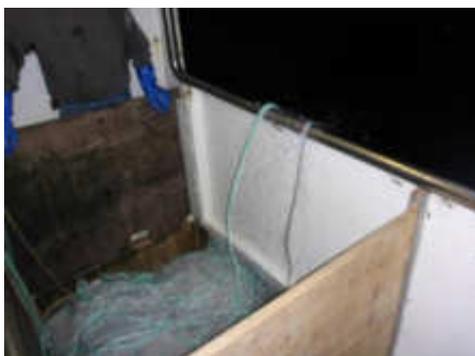
Deux types de filets sont utilisés pour cette campagne de pêche :

- ▶ des filets à merlu (maille de 50mm/ 100 mm étirée hauteur 3 m) ;
- ▶ des trémails à sole (maille de 50 mm/100 mm étirée hauteur 1,4 m).

8 filières de 500 mètres sont constituées. 4 filières de filets à soles et 4 filières de filets à merlus.

Les filières sont positionnées pendant la nuit sur 8 stations situées dans l'aire d'étude immédiate. Après le lever du jour les 8 filières sont relevées une à une. Le deuxième jour, la même opération est réalisée sur les positions à l'extérieur de l'aire d'étude immédiate du projet.

Photographies 18: Filage (pose) des filets (à gauche) et Virage (relève) des filets (à droite)



Source : Créocéan 2015

Sur chaque station les captures sont identifiées et triées par espèces. Les individus sont ensuite mesurés et pesés individuellement.

Photographies 19 : tri et mesure des individus



Source : Créocéan 2015

7.7.8.4.2 Les campagnes aux casiers à crustacés

Les campagnes mobilisent des caseyeurs enregistrés aux Sables d'Olonne ou proches de Noirmoutier.

Photographies 20 : Support nautique utilisé (à gauche) et filage (pose) des casiers (à droite)



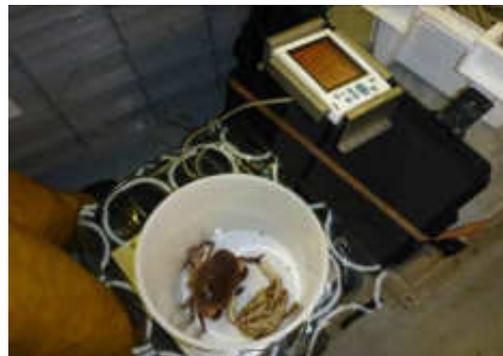
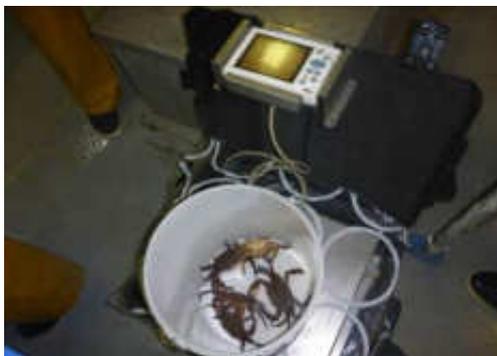
Source : Créocéan 2015

8 filières de 11 ou 14 casiers à grands crustacés sont mises en œuvre chacune représentant une station.

Les casiers sont positionnés par les pêcheurs professionnels sur 8 stations la veille de l'arrivée de l'équipe CREOCEAN.

Pour chaque station, les captures sont triées par espèces et par sexe. Elles sont ensuite mesurées individuellement (longueur céphalothoracique pour les homards les araignées et les étrilles, largeur pour les tourteaux). Des pesées par espèces sont ensuite effectuées.

Photographies 21 : Tri (en haut à gauche) et mesure des crustacés



Source : Créocéan 2015

7.7.8.4.3 Les campagnes d'échantillonnage au Bongo des larves et œufs

Les campagnes de pêche sont mises en œuvre avec des chalutiers enregistrés à Noirmoutier.

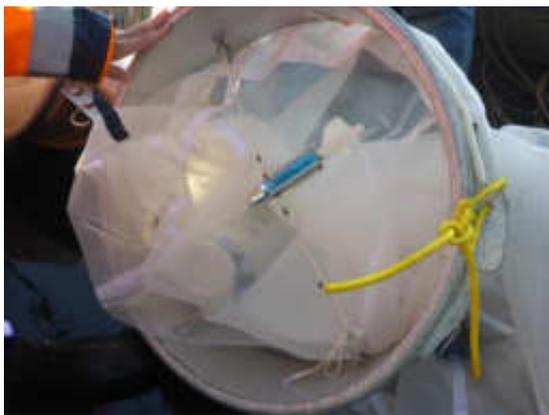
Photographies 22 : Chalutier Déesse de l'Océan (à gauche) et Double filet bongo (à droite)



Source : Créocéan 2015

Un seul type d'engin de prélèvement de larves ichtyoplanctoniques est utilisé, il s'agit d'un double filet bongo présentant les caractéristiques suivantes : ouverture de 61 cm de diamètre et maillage de 500 μm .

Photographies 23 : Volucompteur disposé sur l'ouverture du filet (à gauche) et collecteur situé à l'extrémité du filet (à droite)



Source : Créocéan 2015

Deux volucompteurs sont positionnés à chacune des ouvertures des filets et permettent d'estimer le volume filtré par filet (Photographies 23).

Les filets sont terminés par un collecteur à oreilles sur lesquels sont fixés des trames de même maille que le filet. Le concentrât récupéré grâce à un système de robinet, est directement versé dans les flacons de 2 litres.

Un trait par station d'une durée de 5 et 10 minutes est réalisé. Le temps de traîne est variable, il est ajusté afin d'éviter le colmatage excessif des filets. Le filet est maintenu sur la tranche d'eau de 1 à 15 m grâce à des bouées flottantes de façon à s'affranchir du risque de voir le filet plonger et crocheter sur le fond rocheux. La vitesse du bateau est de 2 à 2,5 nœuds.

7. Présentation des méthodes utilisées et des difficultés rencontrées

7.7 Méthodologie des expertises réalisées sur le milieu physique et naturel

7.7.8 Plancton, ressources halieutiques et autres peuplements marins

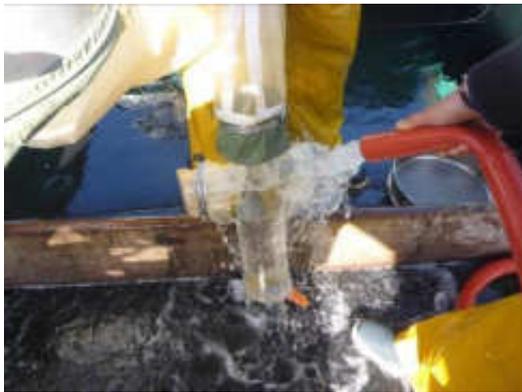
Photographies 24 : Mise à l'eau des filets et remontée des filets



Source : Créocéan 2015

Au bout du temps imparti à la pêche, les filets sont virés et remontés à l'arrière du bateau. Les filets sont rincés afin de récupérer tous les éléments capturés dans le collecteur final.

Photographies 25 : Phase de rinçage des filets



Source : Créocéan 2015

Photographies 26 : Détail d'un collecteur : jeune poisson recueilli dans le collecteur



Source : Créocéan 2015

Une fois les filets remontés, le bateau étant stationnaire, les mesures au moyen de la sonde multiparamètres sont réalisées sur la colonne d'eau. Cette sonde enregistre sur chacune des stations les paramètres suivants : température, salinité, oxygène dissous et turbidité.

7. Présentation des méthodes utilisées et des difficultés rencontrées

7.7 Méthodologie des expertises réalisées sur le milieu physique et naturel

7.7.8 Plancton, ressources halieutiques et autres peuplements marins

Photographies 27 : Poste de pilotage, équipement de positionnement du bateau et sonde multi-paramètre



Source : Créocéan 2015

CONDITIONNEMENT

Les concentrats sont recueillis dans des flacons de 2 litres auxquels est ajoutée une solution dite solution Battaglia (Mastail et Battaglia 1978) fourni par le laboratoire Ifremer. Les échantillons sont fixés avec une solution qui contient des antioxydants et des stabilisants permettant une meilleure conservation des chromatophores et des pigments.

Une fois fixés, les flacons sont stockés au noir dans une glacière. Ils seront expédiés au laboratoire d'analyse une fois de retour à terre.

7.7.8.5 Méthodes d'analyses et de présentation des résultats

7.7.8.5.1 Traitements des captures et analyses des résultats

Pour chaque campagne, les individus capturés ont été triés à bord puis identifiés jusqu'à l'espèce. Lorsque le volume des captures était important, des sous-échantillons ont été réalisés. Les effectifs et biomasses de chaque espèce ont été relevés. Des mesures biométriques individuelles ont été réalisées. Les grands crustacés ont été triés, comptés et pesés par genre.

7.7.8.5.2 Traitements informatique des données

L'ensemble des mesures effectuées sur chacune des stations est saisi dans une base de données de type tableur Excel. Des indicateurs biologiques, définis ci-après, ont été calculés afin d'évaluer la composition et la structure du peuplement. Ces indicateurs sont les suivants :

- ▶ Richesse spécifique (S) : cet indicateur est la mesure simple de la biodiversité. Il correspond au nombre total d'espèces observé pour un échantillon donné. Il permet également de distinguer des variations spatiales et des variations temporelles.

- ▶ Diversité spécifique (H), Indice de Shannon (H') : Diversité Biologique

« L'intérêt de l'indice de diversité est la prise en compte de l'abondance relative de chacune des espèces du peuplement qui est alors considérée comme une entité fonctionnelle" (Barbault, 1981). Cet indice permet de donner un poids aux différentes espèces en fonction de leur abondance ou leur biomasse. Ainsi il reflète plus justement que la richesse spécifique simple la diversité d'un échantillon. Cet indice sert de base au calcul de l'équitabilité.

- Effectif : $H' N = - \sum_{i=1}^S \frac{n_i}{N} \times \log_2 \frac{n_i}{N}$

- Biomasse : $H' B = - \sum_{i=1}^S \frac{b_i}{B} \times \log_2 \frac{b_i}{B}$

b_i et n_i sont les biomasses et effectifs de l'espèce i , et B et N les biomasses et effectifs totaux de l'échantillon

- D Indice d'équitabilité (E) : L'indice d'équitabilité de Pielou dérive de l'indice de diversité et renseigne sur l'équi-répartition des effectifs et des biomasses, entre les espèces présentes (Barbault, 1981). Il s'obtient en rapportant la diversité réelle à la diversité théorique maximale $H'_{\max} (\log_2 S)$.

- Effectif : $E_n = H' N / \log_2 S$
 ■ Biomasse : $E_b = H' B / \log_2 S$

Lorsque E_n et E_b tendent vers 1, cela signifie que la répartition des biomasses et des effectifs est homogène entre les différentes espèces. Le peuplement a alors une structure équilibrée. Si les indices tendent vers 0, une ou plusieurs espèces prédominent pondéralement et/ou numériquement et le peuplement apparaît comme déséquilibré.

- D Les fréquences d'occurrences, biomasses et effectifs observés

Ce descripteur permet d'identifier le nombre de fois où une espèce est observée dans notre échantillon global.

- $FO = 100 \times E_i / N$

E_i correspond au nombre de fois où une espèce a été observée dans un nombre N de prélèvements (ou de stations dans notre étude). F_o est la fréquence des observations de l'espèce E dans un nombre N de prélèvement. Par exemple, si une espèce est capturée à toutes les stations sa fréquence d'occurrence est de 100%.

Si FO est :

- Supérieur ou égale à 75%, l'espèce est considérée comme fréquente
 ■ Compris entre 50% et 75%, l'espèce est dite commune
 ■ Compris entre 25% et 50%, l'espèce est dite occasionnelle
 ■ Compris entre 10% et 25%, l'espèce est dite rare
 ■ Inférieur à 10%, l'espèce est considérée comme accidentelle

- D Effectifs et biomasses observés (biomasses et effectifs capturés) : ces indicateurs s'expriment en pourcentage de biomasses et d'effectifs totaux. Ils donnent une indication de l'échantillon global mais ne prennent pas en compte les différences d'effort de pêche entre les stations.

- D Captures par unités d'effort (CPUE) : cet indicateur permet de pondérer les données brutes avec les efforts de pêche. En effet, les effectifs et biomasses brutes (correspondant aux échantillons) ne permettent pas de comparer les stations entre elles alors même que l'effort de pêche n'est pas le même selon les échantillons. Les CPUE sont calculées pour chaque espèce et pour chaque station, à partir des effectifs et des biomasses.

Le calcul des CPUE diffère selon la technique de pêche utilisée (chalut, drague ou casier). Pour cette étude les unités retenues sont les suivantes (nb=nombre, m = mètre ; h=heure) :

- Casiers : $nb/100\text{casiers}/24h$ et $kg/100\text{casiers}/24h$
 ■ Filet poisson : $nb/500m$ de filet /h et $kg/500m$ de filet /h

- D Analyse de la structure en taille

Dans un premier temps, les tailles moyennes, minimales et maximales sont calculées par espèce. Dans un second temps, l'étude de la composition démographique des populations est réalisée à l'aide d'une analyse des classes de taille. La décomposition polymodale (courbe Gaussienne) des populations est obtenue par la division des écart-types selon le pas de taille souhaité. Le nombre de cohortes, l'effectif et la taille moyenne de chacune d'entre elles sont ainsi obtenus par analyse visuelle simple. Lorsque les classes de tailles se recouvrent entre elle, une analyse basée sur la méthode de Bhattacharya (1967) permet dans certains cas de déterminer différents modes. Cette analyse ne peut être réalisée lorsque le nombre de mesures individuelles est trop faible (pour cette étude un minimum de 100 individus a été choisi).

7.7.8.5.3 Méthodologie d'évaluation des enjeux sur la ressource halieutique

Afin de réaliser une étude d'impact globale du projet de parc éolien en mer des îles d'Yeu et de Noirmoutier ; homogène et lisible, une méthodologie commune pour l'évaluation des enjeux, impacts et mesures du projet sur les différentes composantes de l'environnement marin a été développée par BRLi.

La présente expertise se base sur cette méthodologie (présentée en annexe) et adaptée à la composante ressources halieutiques.

DEFINITION D'UN ENJEU

Un enjeu environnemental désigne la valeur prise par une fonction ou un usage, un territoire ou un milieu au regard de préoccupations écologiques, patrimoniales, paysagères, sociologiques, de qualité de la vie et de santé. Cette valeur est celle accordée par la société à un moment donné, qui intègre aussi des aspects économiques et sociaux.

Définir un enjeu, c'est déterminer les biens, les valeurs environnementales, les fonctions du paysage dont il faut éviter la dégradation et la disparition. C'est également déterminer les vulnérabilités et les potentialités du site concerné, les risques potentiels (naturels ou provenant des activités humaines) et la situation par rapport à des normes réglementaires ou des objectifs de qualité.

Lorsque l'on considère les ressources halieutiques, les enjeux sont d'une part relatifs à la présence et l'abondance des espèces et d'autre part liés aux fonctionnalités écologiques (habitat, reproduction, migration).

PARAMETRES D'EVALUATION

Le niveau d'enjeu sur base des 3 paramètres :

- ▶ Valeur de l'élément : La définition de ce paramètre s'appuie sur des critères tels que la rareté, le statut de protection, l'originalité, la diversité, la qualité de vie... et fait appel aux notions évoquées ci-dessus. Plus la valeur est importante, plus la note attribuée et donc celle de l'enjeu, est élevée. Le paramètre valeur est celui qui s'avère le plus facile à définir et le plus déterminant pour définir un enjeu. Il fait donc l'objet d'une surpondération. Lorsque l'information est manquante et qu'il n'est pas possible de définir ce paramètre, la note moyenne dite « conservatrice » (2) est choisie.
- ▶ L'aire d'étude la plus sollicitée : Elle correspond à l'aire d'étude majoritairement utilisée ou occupée par la composante. Plus l'aire d'étude immédiate est concernée, plus la note est importante. A l'inverse, si la répartition est plus étalée ou concentrée au sein des aires d'étude éloignée ou large, alors la note est moins élevée. Lorsque l'information est manquante et qu'il n'est pas possible de définir ce paramètre, la note moyenne dite « conservatrice » (2) est choisie.
- ▶ L'évolution de l'élément dans le temps : L'évolution et son pas de temps sont fonction des données dont on dispose au moment de la rédaction (données statistiques, informations sur la dynamique des populations, appréciations scientifiques...). Cette évolution est appréciée différemment pour les thématiques touchant aux activités humaines et à la santé (urbanisation, trafic ou cas particuliers comme les espèces envahissantes ...) ; des thématiques relatives à l'environnement et l'écologie (espèces, habitats, milieu sensible...). A titre d'exemple, la régression d'une population d'oiseaux traduit un enjeu de protection important ; dans le cas à l'inverse d'une progression de l'habitat, l'enjeu élevé traduit une pression accrue sur l'environnement. Ces deux exemples conduisent à retenir une note élevée du paramètre évolution. Lorsque l'information est manquante et qu'il n'est pas possible de définir ce paramètre, la note moyenne dite « conservatrice » (2) est choisie.

Le niveau d'enjeu est défini par 4 niveaux déterminés par le résultat de la somme des notes attribuées aux différents paramètres :

12	Fort
11	
10	
9	Moyen
8	
7	
6	Faible
5	
4	
3	Négligeable

APPLICATION AUX ENJEUX DE LA RESSOURCE HALIEUTIQUE

L'évaluation des enjeux a été réalisée à l'échelle des espèces identifiées dans la bibliographie et les campagnes en mer et réparties en plusieurs classes : les poissons (benthiques, démersaux, pélagiques et amphihalins), les crustacés, les céphalopodes et les mollusques.

Evaluation de la valeur patrimoniale

Afin d'évaluer la valeur patrimoniale, deux critères ont été retenus :

- ▶ L'état de conservation de l'espèce : ce critère prend en compte le statut de l'espèce à différentes échelles géographiques (mondiale, européenne, nationale et régional). Pour les trois premiers niveaux, les listes rouges de l'UICN ont été utilisées. Le système mis au point pour l'établissement de la Liste rouge est le résultat d'un vaste processus de concertation, d'élaboration et de validation de plusieurs années, mené par les experts de la Commission de sauvegarde des espèces de l'UICN. Avec le système de la Liste rouge de l'UICN, chaque espèce ou sous-espèce peut être classée dans l'une des neuf catégories suivantes :
 - 1. Eteinte (EX) ;
 - 2. Eteinte à l'état sauvage (EW) ;
 - 3. En danger critique (CR) ;
 - 4. En danger (EN) ;
 - 5. Vulnérable (VU) ;
 - 6. Quasi menacée (NT) ;
 - 7. Préoccupation mineure (LC) ;
 - 8. Données insuffisantes (DD) ;
 - 9. Non évaluée (NE).

La classification d'une espèce ou d'une sous-espèce dans l'une des trois catégories d'espèces menacées d'extinction (CR, EN ou VU) s'effectue par le biais d'une série de cinq critères quantitatifs qui forment le cœur du système. Ces critères sont basés sur différents facteurs biologiques associés au risque d'extinction : taille de population, taux de déclin, aire de répartition géographique, degré de peuplement et de fragmentation de la répartition.

Les espèces décrites dans l'annexe 2 de la convention de Bern ont été également prises en compte dans l'évaluation de ce critère.

L'Aire d'étude la plus sollicitée

L'aire d'étude la plus sollicitée se base sur une double notation à partir des données bibliographiques d'une part et des résultats des campagnes en mer d'autre part. Elle permet d'évaluer l'importance des fonctionnalités écologiques qui interviennent au sein des aires d'études (habitat, frayère, nourriceries).

L'ensemble des données bibliographiques récoltées apportent des informations relatives à la présence/densité des espèces identifiées au sein des trois aires d'étude. Elles identifient également l'existence et qualifient l'importance des zones de frayères/ponte et de nourriceries au sein de ce secteur géographique. L'importance de l'aire d'étude immédiate vis-à-vis d'une espèce évaluée peut donc être estimée au regard de la population globale. La question sous-jacente est donc d'analyser si l'aire d'étude immédiate joue un rôle fonctionnel (habitat, frayère, nourricerie) particulier et singulier vis-à-vis du reste de l'aire de répartition pour une espèce donnée.

Concernant les adultes, les données issues des campagnes en mer sont également prises en compte dans un second temps, spécifiquement sur l'aire d'étude immédiate et son proche environnement au sein de l'aire éloignée. Ainsi la notation est majorée en fonction des densités mesurées lors des campagnes in-situ

► L'Aire d'étude la plus sollicitée (adultes)

Le tableau ci-dessous récapitule la grille d'évaluation de l'aire d'étude la plus sollicitée pour les adultes. La fonction d'habitat privilégié est estimée dans cette partie :

Tableau 145 : Grille de notation de l'aire d'étude la plus sollicitée (adultes)

Aire d'étude la plus sollicitée (adultes)		
Référence	catégorie	Note
		Oui
Connaissances biblio	Importance marquée-distinction de l'aire Immédiate	3
	Importance modérée de l'aire Immédiate et présence marquée sur l'aire éloignée hors plateaux des bœufs	2
	faible présence sur l'aire éloignée	1
	Information insuffisante	2
	présence anecdotique ou absence de l'aire d'étude éloignée.	0
Observations Créocéan	Fréquente sur l'aire immédiate ou effectifs importants ou non échantillonné par les engins de pêche	2
	Occasionnelle ou effectifs faibles sur l'aire Immédiate	1
	Non observée	0
Notation	moyenne des notes arrondie	

Source : Créocéan, 2016

► L'Aire d'étude la plus sollicitée (frayère)

Cette partie s'attache à évaluer l'importance de la fonction de frayère/reproduction jouée par les aires d'études du projet :

Tableau 146 : Grille de notation de l'aire d'étude la plus sollicitée (Frayère)

Aire d'étude la plus sollicitée (Frayère)		
Référence	catégorie	Note
		Oui
Connaissances biblio	aire Immédiate essentielle = surface majoritaire de la frayère ou une des 2 frayères principales du Golfe de Gascogne située sur l'aire d'étude immédiate	11
	surface majoritaire de la frayère principale ou secondaire à l'échelle du golfe de Gascogne située sur l'aire d'étude éloignée	8
	une partie mineure de la frayère principale golfe de gascogne située sur l'aire d'étude éloignée	5
	Information insuffisante	2
	frayères en totalité située hors aire d'étude éloignée	0
Observations Créocéan	Présence forte d'œufs sur l'aire immédiate	6
	présence modérée d'oeufs sur l'aire Immédiate	4
	Non observée	0
Notation	moyenne des notes arrondie	

Source : Créocéan, 2016

► L'Aire d'étude la plus sollicitée (nourricerie)

Cette partie s'attache à évaluer l'importance de la fonction de nourricerie jouée par les aires d'études du projet :

Tableau 147 : Grille de notation de l'aire d'étude la plus sollicitée (nourricerie)

Aire d'étude la plus sollicitée (nourricerie)		
Référence	catégorie	Note
		Oui
Connaissances biblio	aire Immédiate essentielle = la nourricerie ou une des 2 nourriceries principales du Golfe de Gascogne pour le stock située sur l'aire d'étude immédiate	11
	surface majoritaire de nourricerie à l'échelle du golfe de Gascogne située sur l'aire d'étude éloignée.	8
	une partie mineure de la nourricerie principale du G. de Gascogne située sur l'aire d'étude éloignée	5
	Information insuffisante	2
	nourriceries en totalité située hors aire d'étude éloignée	0
Observations Créocéan	Présence forte de larves sur l'aire immédiate	6
	présence modérée d'oeufs sur l'aire immédiate / présence modérée de larves sur l'aire Immédiate	4
	Non observée	0
Notation	moyenne des notes arrondie	

Source : Créocéan, 2016

Evaluation de l'évolution temporelle

Dans le contexte de l'évaluation des enjeux pour la ressource halieutique, des indicateurs d'évolution de population ont été utilisés comme bas pour la notation :

- ▶ Evolution des populations d'après les listes rouges nationale/Européennes ;
- ▶ Evolution des stocks soumis à quotas (Ifremer, 2015).

Au regard du premier sous-critère, certaines listes rouges de l'UICN définissent des tendances concernant l'évolution des populations. Celles-ci peuvent donc être en augmentation, en diminution, stable ou inconnue. Dans le cas de cette évaluation des enjeux, la note maximale est obtenue lorsque la population globale de l'espèce concernée est affichée en déclin ou en baisse.

L'évolution des stocks soumis à quotas fait également partie intégrante de la notation. Le CIEM définit également différents tendance pour les indicateurs cités précédemment (la mortalité par pêche (F), et la biomasse de reproducteurs (B)) : en augmentation, stable ou en diminution.

Tableau 148 : Grille de notation de l'évolution temporelle

Evolution temporelle		
Référence	catégorie	Note
		Oui
Liste rouges Nat/europe	affiché En déclin ou forte baisse des populations	3
	tendance à la baisse des populations	2
	stagnation des populations	1
	non- évaluée	0
CIEM (Ifremer 2015)	En déclin, ou état critique et baisse du stock	3
	Tendance à la baisse	2
	Stagnation des populations	1
	Information manquante ou insuffisante	2
Notation	moyenne des notes arrondie	

Source : Créocéan, 2016

QUALIFICATION DES ENJEUX POUR L'AIRE D'ETUDE IMMEDIATE

Les tableaux suivants présentent une synthèse des résultats avec notamment les espèces/groupes d'espèces pour lesquels les enjeux sont les plus importants. Les éléments principaux concernant la valeur patrimoniale, l'importance de l'aire d'étude immédiate et les fonctionnalités écologiques y sont résumés par groupes de poissons/crustacés/mollusques.

Afin de faciliter la lecture du tableau présenté ci-dessous, une note explicative synthétique est portée en deçà de ces tableaux.

Espèces principales à enjeu	Éléments sur les fonctionnalités	Principaux éléments sur la rareté/protection, la situation des stocks (listes rouges/régional + CIEM) et l'évolution	Importance de l'aire d'étude immédiate et du Plateau des Bœufs Bilan expertises	Niveau d'enjeu environnemental estimé	
				Sur éléments fonctionnels Adultes/frayères/nourriceries)	Enjeu global
Poissons benthodemersaux	Adultes/stocks	<p>Une espèce est protégée à un niveau régional (DREAL 2014) : espèce déterminante (3) : la raie douce</p> <p>Les espèces de poissons benthodemersaux dont les stocks sont en situation critique sont la sole commune, la daurades rose, la raie fleurie et la raie douce. Les stocks de certaines espèces présentent un critère négatif: le merlan le grondin rouge, le rouget barbet de roche, la grande roussette, le bar commun, le lieu jaune, les raies brunettes et bouclées</p> <p>La raie brunette est classée en danger sur les listes rouges IUCN. Certaines apparaissent en situation vulnérable dans les listes Europe (Turbot , grande roussette, emissolle lisse, raie fleurie, raie bouclée,). Des espèces sont déterminée comme quasi-menacées (daurade rose, raie lisse, grande roussette. Les autres sont classées en préoccupation mineure.</p> <p>Les stock de soles, bars communs, daurades grises, raies bouclées et raies douces sont renseignés comme en régression ou en déclin.</p>	<p>Une partie des poissons affectionne les zones sableuses (présence d'une petite frange sableuse au sud-ouest de l'aire d'étude immédiate). Ce sont principalement des poissons plats (sole, céteau, plie). D'autres espèces sont présents sur les zones rocheuses telles que le plateau des Bœufs (grondin rouge, rouget barbet de roche, congre, petite et grande roussette, la daurade grise, le tacaud et la vieille commune)</p>	Faible à Moyen	Faible
	frayères		<p>Aucune zone de frayère exclusive au plateau des bœufs mais quelques espèces dont une part des frayères possibles du golfe de Gascogne sont situées dans l'aire immédiate. On peut citer la sole sur la partie sableuse au sud-ouest de l'aire immédiate, le merlan, la motelle, le bar, la daurade royale, le Saint-Pierre, les sars et le tacaud sur le plateau rocheux. A l'échelle de l'aire éloignée plusieurs espèces semblent fréquenter les fonds sableux et rocheux pour frayer tels que le turbot, la barbue, le grondin rouge, le rouget barbet de roche, la petite roussette, la petite vive et le callionyme</p>	Négligeable à Faible	
	Nourriceries		<p>Les nourriceries des principales espèces d'intérêt commercial sont situées principalement à la côtière. L'aire d'étude immédiate est fréquentée par les larves de poissons caractéristiques et résidents des fond rocheux (Blennies, gobies, syngnathes, callionymes, cténolabres, daurades et vieilles).</p>		

Source : Créocéan, 2016

7. Présentation des méthodes utilisées et des difficultés rencontrées

7.7 Méthodologie des expertises réalisées sur le milieu physique et naturel

7.7.8 Plancton, ressources halieutiques et autres peuplements marins



Espèces principales à enjeu	Éléments sur les fonctionnalités	Principaux éléments sur la rareté/protection, la situation des stocks (listes rouges/régional + CIEM) et l'évolution	Importance de l'aire d'étude immédiate et du Plateau des Bœufs Bilan expertises	Niveau d'enjeu environnemental estimé	
				Sur éléments fonctionnels Adultes/frayères/nourriceries)	Enjeu global
Sole commune	Adultes/stocks	Cette espèce est classée sur les listes rouges avec la mention "données insuffisantes". Dans le Golfe de Gascogne la biomasse diminue et la mortalité par pêche augmente, risque de réduction de la capacité reproductive, non compatible avec le RMD, risque d'exploitation non soutenable et exploitation non maximale, SSB en baisse, recrutements très faibles en 2012 et 2013	Cette espèce affectionne les zones sableuses. Espèce non observée dans les campagnes scientifiques de l'étude de l'Etat initial.ale.	Faible	Faible
	frayères		Une petite partie de la zone de frayère secondaire de la sole commune est située dans l'aire immédiate (frange sableuse au sud-ouest).La surface concernée dans l'aire d'étude immédiate est faible au regard de la zone de frayère tot La Frayère principale est située dans l'aire d'étude éloignée et large.	Faible	
	Nourriceries		Les zones de nourriceries à la côte ne sont pas concernées par l'aire immédiate ni le plateau des boeufs	négligeable	
Rouget barbet de roche	Adultes/stocks	Préoccupation mineure sur les listes rouges. Il y a un manque d'information sur le stock Golfe de Gascogne	L'aire d'étude immédiate est fréquentée par les adultes qui affectionnent les fonds rocheux du plateau des bœufs d'après la Littérature.	Faible	négligeable à Faible
	frayères		Une partie des zones de frayères positionnée sur le plateau des bœufs d'après la littérature. Aucune capture d'ouf n'a été observée lors des campagnes d'échantillonnage.	négligeable	
	Nourriceries		Aucune larve n'a été capturée lors des échantillonnage et les informations sur les nourriceries sont limitées	négligeable	
Les daurades	Adultes/stocks	La daurade rose est quasi menacée en Europe. Les autres daurades (grise et royale sont en préoccupation mineure) Le stock de daurade rose est considéré en dessous des points de référence. Les données sont insuffisantes pour les deux autres espèces.	la daurade grise est abondante dans l'aire immédiate et l'aire éloignée. Les autres daurades semblent fréquenter le secteur de manière moins importante.	Moyen	Faible à Moyen
	frayères		A l'exception de la daurade royale (qui semble fréquenter l'aire immédiate pour frayer selon la bibliographie), les fonctions de frayère/nourricerie ne semblent pas prépondérantes pour ces espèces dans le secteur. Aucun œuf ni larve n'a été capturé.	négligeable	
	Nourriceries			négligeable	
Les raies	Adultes/stocks	Les raies bénéficient de statuts de protection aussi bien au niveau régional (raie douce classée en espèce déterminante 3) qu'au niveau national et mondial (la raie fleurie et la raie bouclée sont classées vulnérables en France et la raie brunette en danger critique au niveau mondial). Les stocks de raie fleurie et raie douce sont en déclin important et les stocks de raie brunette et bouclée présentent des indicateurs négatifs.	La raie douce et la raie torpille ont été capturées de manière occasionnelle lors de scampagnes d'échantillonnage. La bibliographie témoigne d'une présence faible sur l'aire d'étude immédiate.	Moyen	Faible à moyen
	frayères		Aucun œuf et larve n'a été dénombré lors des campagnes d'échantillonnage et les données bibliographiques sont insuffisantes pour qualifier l'aire d'étude immédiate comme frayère ou nourricerie pour ces espèces.	négligeable	
	Nourriceries			négligeable	
La vieille commune	Adultes/stocks	Préoccupation mineure sur les listes rouges, Pas d'information sur les stocks halieutiques car cette espèce n'est pas soumise à quota.	La vieille commune est l'espèce majoritaire dans les captures faites lors des campagnes en mer. La bibliographie témoigne également d'une forte présence sur les différentes aires d'étude.	Moyen	Faible à moyen
	frayères		Aucun œuf de cette espèce n'a été dénombré et les données bibliographiques sont insuffisantes.	négligeable	
	Nourriceries		De nombreuses larves ont été identifiées dans les échantillons. La bibliographie est également limitée sur le sujet.	Faible	

Source : Créocéan, 2016

Espèces principales à enjeu	Éléments sur les fonctionnalités	Principaux éléments sur la rareté/protection, la situation des stocks (listes rouges/régional + CIEM) et l'évolution	Importance de l'aire d'étude immédiate et du Plateau des Bœufs Bilan expertises	Niveau d'enjeu environnemental estimé	
				Sur éléments fonctionnels Adultes/frayères/nourriceries)	Enjeu global
Poissons pélagiques	Adultes/stocks	Aucune espèce n'est protégée à un niveau régional (DREAL 2014)	Une partie des adultes fréquente l'aire immédiate selon la bibliographie (anchois, chinchard, maquereau, requin ha, sardine). Le maquereau à été capturé lors des campagnes d'échantillonnage.	Moyen	Moyen
		Le thon rouge est classé en danger sur les listes sur la liste Europe. La Sardine est déterminée comme quasi-menacée. Les autres sont classées en préoccupation mineure ou non évaluées.			
		Aucune espèce pélagique montre un stock en situation critique. Le stock de chinchard et de sardine présente un indicateur négatif dans le golfe de Gascogne.			
	L'évolution des stocks indique toutefois des espèces en régression (chinchard, maquereau, anchois, requin Ha et thon rouge) sur les listes rouges. Le CIEM indique des stocks dont la tendance est à la baisse pour le chinchard le maquereau et la sardine				
frayères		Aucune zone de frayère exclusive au plateau des bœufs mais quelques espèces dont une part des frayères possibles du golfe de Gascogne sont situées dans l'aire immédiate (anchois, sardines). Par ailleurs des oeufs d'anchois ont été rencontrés en quantité importante lors des campagnes d'échantillonnage. A l'échelle de l'aire éloignée le maquereau et le sprat semblent frayer dans le secteur.	Faible à moyen		
Nourriceries		L'aire d'étude immédiate et l'aire d'étude éloignée semblent jouer un rôle de nourricerie pour l'anchois et la sardine principalement bibliographie+capture de larves). Des larves de chinchard ont également été capturées.			
L'anchois commun	Adultes/stocks		D'après la bibliographie l'anchois commun fréquente les aires d'études immédiates et éloignées.	Moyen	Moyen
	frayères	Préoccupation mineure sur les listes rouges, Les stock halieutiques sont stables.	Les aires d'étude immédiates et éloignées sont susceptibles d'accueillir la fraie des anchois communs.	Faible	
	Nourriceries		Les aires d'étude immédiates et éloignées semblent jouer un rôle de nourricerie pour cette espèce	Moyen	
Le chinchard commun	Adultes/stocks		D'après la bibliographie le chinchard commun fréquente les aires d'études immédiates et éloignées.	Moyen	Faible
	frayères	Préoccupation mineure sur les listes rouges, Les stock halieutiques montrent des indicateurs négatifs (recrutement, mortalité par pêche importante) et une tendance générale à la baisse	D'après la bibliographie le chinchard commun peut frayer dans l'aire éloignée. Des œufs ont toutefois été capturés dans l'aire immédiate de manière modérée.	Faible	
	Nourriceries		Selon la bibliographie, le chinchard commun n'utilise pas l'aire immédiate comme nourricerie. Toutefois des larves ont été capturées de manière modérée.	négligeable	
La sardine	Adultes/stocks		D'après la bibliographie la sardine fréquente les aires d'études immédiates et éloignées.	Moyen	Moyen
	frayères	La sardine est quasi-menacée sur la liste rouge Européenne. Les stock sont en déclin avec un taux d'exploitation proche du RMD	L'aire d'étude immédiate est probablement utilisée à des fins reproductives et de nourricerie par les sardines. Des œufs et des larves ont été identifiés sur l'aire immédiate mais de façon modérée.	Faible	
	Nourriceries				

Source : Créocéan, 2016

7. Présentation des méthodes utilisées et des difficultés rencontrées

7.7 Méthodologie des expertises réalisées sur le milieu physique et naturel

7.7.8 Plancton, ressources halieutiques et autres peuplements marins



Espèces principales à enjeu	Eléments sur les fonctionnalités	Principaux éléments sur la rareté/protection, la situation des stocks (listes rouges/régional + CIEM) et l'évolution	Importance de l'aire d'étude immédiate et du Plateau des Bœufs Bilan expertises	Niveau d'enjeu environnemental estimé	
				Sur éléments fonctionnels Adultes/frayères/nourriceries)	Enjeu global
Poissons amphihalins	Adultes/stocks	Les aloses, les lamproies et le saumon sont classées espèces déterminantes au niveau régional. L'anguille et l'esturgeon sont classés en danger sur la liste rouge France. Le flet est en préoccupation mineure. Le stock d'anguille est qualifié de critique. Pour les autres espèces les données sont manquantes.	Selon la bibliographie, seule l'anguille Européenne est susceptible de traverser l'aire d'étude immédiate lors de sa migration vers les zones de reproduction (mer des Sargasses) toutefois les campagnes menées par IFREMER n'ont pas révélées de captures dans l'aire immédiate. Les données sont manquantes pour les lamproies et le saumon. Aucune de ces espèces n'a été capturée lors des campagnes in-situ. Les migration d'esturgeons restent cantonnées à la côte.	Faible à moyen	négligeable à Faible
	frayères		Les zones de frayère et de nourriceries pour ces espèce ne concernent pas les aires d'études.	négligeable	
	Nourriceries				
Crustacés	Adultes/stocks	Seul le Homard est classé en préoccupation mineure sur la liste Europe. Les autres espèces sont absentes des listes ou non-évaluées. Les données sur les stocks sont manquantes pour toutes les espèces.	L'araignée et l'étrille fréquentent l'aire d'étude immédiate d'après la bibliographie. Elles ont également été capturées lors des campagnes en mer. Le homard et le tourteau ont été les espèces majoritairement capturées lors des campagnes d'échantillonnage.	Faible	négligeable à Faible
	frayères		D'après la bibliographie, les crustacés utilisent cette zone comme aire de reproduction	Négligeable à Faible	
	Nourriceries		D'après la bibliographie, les crustacés utilisent l'aire immédiate comme zone de nourricerie		
Mollusques céphalopodes	Adultes/stocks	La seiche commune est en préoccupation mineure sur la liste Europe. L'encornet est absent des listes. Les données sont insuffisantes quant à l'état des stocks	D'après la bibliographie, la seiche commune est abondante sur l'aire d'étude immédiate. L'encornet commun semble lui présent modérément. La seiche commune à été capturée de manière occasionnelle lors des campagnes de pêche in-situ.	Faible	négligeable
	frayères		D'après la bibliographie l'aire d'étude immédiate ne représente pas une zone de frayère. Aucune capture n'a été recensée lors des campagnes d'échantillonnage au bongo	négligeable	
	Nourriceries		D'après la bibliographie l'aire d'étude immédiate ne représente pas une zone de nourricerie. Aucune capture n'a été recensée lors des campagnes d'échantillonnage au bongo	négligeable	
Mollusques bivalves	Adultes/stocks	Les espèces identifiées sont absentes des listes rouges. Les données stock sont manquantes.	D'après la bibliographie, la coquille saint-jacques, la pétoncle noir et la pétoncle noir sont présentes de manière modérée sur l'aire d'étude immédiate	Faible	négligeable
	frayères		Absence d'information	négligeable	
	Nourriceries		Absence d'information	négligeable	

Source : Créocéan, 2016

Ces tableaux de synthèse présentent 4 types d'information (colonnes) permettant de définir le niveau d'enjeu environnemental :

- ▶ Espèces principales à enjeu (poissons benthodémersaux globaux et déclinaisons, poissons pélagiques globaux et déclinaisons ; poissons amphihalins, crustacés, mollusques céphalopodes, mollusques bivalves)
- ▶ Eléments sur la fonctionnalité (adultes, frayères, nourriceries) en fonction de la bibliographie ;
- ▶ Principaux éléments sur la rareté/protection, situation des stocks, évolution ;
- ▶ Importance de l'aire d'étude immédiate et du plateau des Bœufs d'après le bilan des campagnes et expertises établis au moment de la rédaction.

L'analyse de ces critères a permis d'en déduire un niveau d'enjeu sur les éléments fonctionnels (adultes, frayères, nourriceries) et environnemental et un niveau d'enjeu global.

Poissons benthodémersaux

Les poissons benthodémersaux présentent des stocks en situation critique et sont soit en danger (liste IUCN), soit protégé au niveau régional (DREAL), soit en régression ou en déclin. Une partie des adultes affectionne les zones sableuses (poissons plats) les autres préférant les zones rocheuses. Aucune frayère n'est en exclusivité sur le plateau des Bœufs. Viennent se nourrir sur les fonds rocheux les larves de poissons caractéristiques comme résidants sur ce type de substrat.

Les enjeux fonctionnels sont de négligeables à moyens et l'enjeu global est faible.

Cinq espèces rencontrées lors des campagnes halieutiques ont été détaillées : sole commune, rouget barbet de roche, daurades, raies, vieille commune.

- ▶ La sole commune classée sur les listes rouges avec des mentions « données insuffisantes ». L'adulte affectionne les zones sableuses, une partie de la frayère secondaire est située au niveau de l'aire d'étude immédiate mais les nourriceries ne sont pas concernées par l'aire d'étude immédiate. Les enjeux fonctionnels sont négligeables à faible et l'enjeu global est faible.
- ▶ Le rouget barbet de roche est peu connu, on note un très fort manque d'information sur cette espèce. Les adultes affectionnent les fonds rocheux (bibliographie) mais peu d'information sur les frayères et nourriceries en l'absence de captures d'œufs et de larves. Les enjeux fonctionnels sont négligeables à faible et l'enjeu global est de même.
- ▶ Les daurades sont menacées en Europe (daurade rose), de préoccupation mineure (d. grise et royale). Les données sont insuffisantes. Les adultes de daurade grise sont abondants dans les aires immédiate et éloignée. Les frayères et nourriceries ne sont pas prépondérantes. Les enjeux fonctionnels sont négligeables à moyen et l'enjeu global est faible à moyen.
- ▶ Les raies bénéficient de statut de protection allant de vulnérable en France (raie bouclée) à critique au niveau mondiale (raie brunette). Les captures d'adultes ont été occasionnelles, aucun œuf ni larve n'ont été dénombrés. Les enjeux fonctionnels sont négligeables à moyens et l'enjeu global est faible à moyen.
- ▶ La vieille commune est en préoccupation mineure sur les listes rouges, peu d'information concernant les stocks. Les adultes sont très fréquemment capturés lors des campagnes de pêches sur l'aire d'étude immédiate et éloignée. Aucun œuf n'est capturé mais quelques larves ont été signalées. Les enjeux fonctionnels sont compris entre négligeable et moyen, l'enjeu global est jugé faible à moyen.

Les poissons pélagiques

Globalement les adultes pélagiques ne sont pas protégés au niveau régional. Mis à part le thon rouge (en danger sur liste Europe) et la sardine (quasi menacée) les autres espèces sont classées en préoccupation mineure ou non évaluées. Trois espèces sont analysées plus spécifiquement :

- ▶ L'anchois commun est classé en préoccupation mineure sur les listes rouges. Les adultes fréquentent les aires d'étude immédiate et éloignée (bibliographie) et peuvent accueillir les frais et les larves. Les enjeux fonctionnels sont classés comme étant faible à moyen et l'enjeu global est classé en moyen ;
- ▶ Le chichard commun est classé en préoccupation mineure sur les listes rouges les stocks sont en régression. Les adultes fréquentent les aires d'étude immédiate et éloignée (bibliographie). Il peut frayer sur ces zones mais ce ne sont pas a priori des nourriceries pour cette espèce. Les enjeux fonctionnelles sont classés de négligeable à moyen et l'enjeu global est faible ;
- ▶ La sardine est classée quasi menacée sur la liste rouge Europe. Elle fréquente les aires d'étude immédiate et éloignée (bibliographie). Des œufs et des larves ont été dénombrés sur l'aire d'étude immédiate. Les enjeux fonctionnels sont classés de faible à moyen et l'enjeu global est classé comme moyen.

Poissons amphihalins

Les espèces (aloses, lamproies et le saumon) sont classées comme espèces déterminantes au niveau régional. L'anguille et l'esturgeon sont classés en danger sur la liste rouge France. Le flet est en préoccupation mineure. Le stock d'anguille est qualifié de critique. Pour les autres espèces les données sont manquantes. Les anguilles adultes sont susceptibles de traverser l'aire d'étude immédiate (à la montaison généralement du printemps à l'été et à la dévalaison, entre août et décembre) – à confirmer. Pour les autres espèces les données sont manquantes. Les zones de frayère et de nourriceries pour ces espèces ne concernent pas les aires d'études. Les enjeux fonctionnels sont classés de négligeable à moyen et l'enjeu global est classé comme négligeable à faible.

Les crustacés

Seul le Homard est classé en préoccupation mineure sur la liste Europe. Les autres espèces sont absentes des listes ou non-évaluées. Les données sur les stocks sont manquantes pour toutes les espèces. Les adultes (étrille et araignée) fréquentent sur l'aire d'étude immédiate (bibliographie), toutes les espèces (étrille, araignée, homard, tourteau) ont été pêchées sur l'aire d'étude immédiate. Les enjeux fonctionnels sont classés de négligeable à faible et l'enjeu global est classé comme négligeable à faible.

Les mollusques céphalopodes

La seiche commune est en préoccupation mineure sur la liste Europe. L'encornet est absent des listes. Les données sont insuffisantes quant à l'état des stocks. La seiche a été capturée en faible quantité sur l'aire d'étude immédiate confirmant les informations bibliographiques. Aucune capture d'œuf et de larve n'a été faite (idem bibliographie). Les enjeux fonctionnels sont classés de négligeable à faible et l'enjeu global est classé comme négligeable.

Les mollusques bivalves

Les espèces identifiées sont absentes des listes rouges et les données sur les stocks sont manquantes. D'après la bibliographie, la coquille Saint-Jacques, la pétoncle noir et la pétoncle noir sont présentes de manière modérée sur l'aire d'étude immédiate. Aucune information concernant les larves et les œufs. Les enjeux fonctionnels sont classés de négligeable à faible et l'enjeu global est classé comme négligeable.

7.7.9 Avifaune marine

Les expertises spécifiques à l'avifaune, aux mammifères marins, tortues marines et autres grands pélagiques ainsi qu'aux chiroptères ont été réalisées par le bureau d'étude Biotope en collaboration avec de nombreux partenaires (LPO Vendée, Bretagne vivante, LPO Loire-Atlantique). Les moyens de reconnaissance pour l'avifaune et la mégafaune marine ont été mis en commun.

Ce chapitre présente les diverses méthodes de collecte de données mises en œuvre dans le cadre de l'étude spécifique à l'avifaune marine. Elles relèvent de deux démarches complémentaires :

- ▶ La compilation et la synthèse des connaissances existantes et données bibliographiques disponibles (résultats de suivis scientifiques, de programmes de recherche, exploitation des bases de données associatives, etc.) ;
- ▶ L'acquisition de données de terrain lors de campagnes d'inventaires menés spécifiquement dans le cadre du projet.

7.7.9.1 Analyse des connaissances et des données bibliographiques disponibles

L'avifaune marine (« oiseaux en mer ») englobe l'ensemble des espèces d'oiseaux qui fréquentent le milieu marin pendant tout ou partie de leur cycle biologique. Ce terme intègre donc potentiellement des oiseaux terrestres, des oiseaux littoraux (espèces fréquentant à la fois les milieux terrestres et le littoral) et les oiseaux marins à proprement parler.

La zone couverte par les recherches bibliographiques réalisées s'étend du cap Sizun (Finistère) à l'île d'Oléron (Charente-Maritime). Cette zone permet de disposer d'une analyse d'ensemble des sites importants pour la reproduction et l'hivernage des oiseaux (notamment oiseaux marins et migrateurs) dans le nord du golfe de Gascogne et des potentiels échanges entre ces sites.

Pour les oiseaux nicheurs, les données issues de l'enquête menée au niveau national entre 2009 et 2012 par le GISOM (Groupement d'intérêt scientifique oiseaux marins) ont été utilisées, entre le nord de la Charente-Maritime et le cap Sizun. Des données complémentaires ont également été utilisées au cas où elles apportent des informations nouvelles ou plus récentes.

Concernant les oiseaux hivernants, les comptages annuels organisés à la mi-janvier au niveau international par Wetlands International ont été analysés sur la période 2005-2014.

Les bases de données participatives de la LPO Vendée, de la LPO Loire-Atlantique et de Bretagne vivante ont été consultées sur l'ensemble des communes littorales du Morbihan, de Vendée et de Loire-Atlantique. Ces données ne répondent pas à un protocole standardisé et ont été collectées de manière opportuniste par des ornithologues bénévoles.

Les programmes de suivi récents ayant fait l'objet de publications ou de rapports internes disponibles ont été intégrés à l'état des lieux des connaissances. Il s'agit notamment :

- ▶ Du programme PACOMM (Programme d'acquisition de connaissances sur les oiseaux et les mammifères marins), notamment des volets SAMM (Suivi aérien de la mégafaune marine en France métropolitaine) et FAME (Future of the Atlantic marine environment) ainsi que des données collectées lors des campagnes de l'Ifremer (PELGAS, EVHOE) ;
- ▶ Des résultats de suivi de la migration des passereaux sur les côtes de Vendée et Loire-Atlantique ;
- ▶ Des synthèses ornithologiques de l'île d'Yeu, réalisées depuis 2007 ;
- ▶ Des synthèses sur les échouages d'oiseaux marins de l'hiver 2013-2014 ;

- ▮ Des ouvrages publiés suite aux programmes d'observation en mer de 1976 à 2002 (Castège & Hémerly, 2009) ;
- ▮ Des connaissances acquises dans le cadre de l'étude pour le parc éolien en mer de Saint-Nazaire (Fortin *et al.*, 2014).

7.7.9.2 Méthodes d'acquisition de données in situ

L'aire d'étude immédiate du parc éolien en mer est localisée au large des îles d'Yeu et de Noirmoutier, à proximité de l'estuaire de la Loire et du grand ensemble de la baie de Bourgneuf ainsi que sur l'axe de migration est-Atlantique.

Afin de caractériser le plus finement possible l'intérêt des aires d'étude immédiate et éloignée pour les oiseaux durant l'ensemble des phases de leur cycle biologique annuel, des protocoles spécifiques d'inventaire en mer ont été mis en œuvre entre avril 2014 et avril 2016.

Une étude des phénomènes migratoires des oiseaux terrestres et littoraux a également été menée depuis la côte entre août et novembre 2015.

Quatre grandes périodes sont généralement identifiées pour décrire les activités des oiseaux sur une année biologique : reproduction, hivernage et périodes de migration pré-nuptiale et post-nuptiale. Dans les faits, la réalité de ces périodes varie fortement entre les espèces, aux comportements migrateurs plus ou moins marqués, voire entre les individus d'une même espèce (certaines populations régionales présentant des activités migratoires clairement différentes d'autres populations de la même espèce). Enfin, la limite temporelle de ces périodes sur une année est complexe quand on traite de l'ensemble de l'avifaune, certaines espèces étant particulièrement précoces à rejoindre leurs sites de reproduction ou à les quitter, d'autres espèces étant beaucoup plus tardives, créant ainsi des chevauchements importants des périodes de migration, de reproduction ou d'hivernage.

Dans le cadre de cette étude, en particulier pour l'organisation des expertises ainsi que pour les analyses de données, une année biologique a été divisée selon quatre grandes saisons, correspondant aux quatre grandes périodes phénologiques. Au regard des espèces principalement visées (oiseaux marins) ainsi que de la connaissance des périodes d'activité de ces espèces, les quatre grandes saisons ont été délimitées comme suit :

- ▮ Le printemps, correspondant à la période de reproduction, est considéré s'étendre de début mars à fin mai ;
- ▮ L'été, correspondant à la période de dispersion des oiseaux marins nicheurs et des jeunes, est considéré s'étendre de début juin à fin août ;
- ▮ L'automne, correspondant à la période de migration post-nuptiale, est considéré s'étendre de début septembre à fin novembre ;
- ▮ L'hiver, correspondant à la période d'hivernage, est considéré s'étendre de début décembre à fin février.

Ces périodes ont été choisies pour correspondre au mieux aux périodes biologiques en utilisant un pas de temps régulier. Une partie des analyses des données collectées en mer sont réalisées par grandes périodes biologiques, notamment pour les espèces à présence saisonnière marquée (hivernants ou migrants stricts).

Les expertises ont été lancées en avril 2014, uniquement avec des sorties bateau (petits transects et grands transects), sous la coordination de PERISCOPE⁷⁶. Entre avril et août 2014, neuf sessions « petits transects » et deux campagnes « grands transects » ont été réalisées.

⁷⁶ Bretagne vivante, LPO 44 et LPO 85

A partir de début septembre 2014 et jusqu'à la fin de l'hiver 2015/2016, ce sont 21 sorties petits transects bateau, 10 sorties grands transects bateau (sur deux jours) et 10 sorties avion qui ont été réalisées pour les expertises en mer sous la coordination de Biotope et PERISCOPE (Tableau 151).

7.7.9.2.1 Protocoles des expertises menées en mer

Trois zones de prospections ont été définies :

- ▶ Zone de prospection "petits transects bateau". Elle englobe l'aire d'étude immédiate et une zone tampon d'un mille nautique (environ 1,85 km) ;
- ▶ Zone de prospection "grands transects bateau". Elle cible un ensemble géographique cohérent qui s'étend au-delà de l'aire d'étude immédiate et couvre environ 25 % de l'aire d'étude éloignée ;
- ▶ Zone de prospection "transects avion". Cette zone cible un ensemble géographique étendu et couvre une grande partie (environ 60 %) de l'aire d'étude éloignée.

Les expertises menées en bateau et en avion sont fortement complémentaires, tant sur le plan des zones couvertes par les prospections (échelles d'analyse plus ou moins zoomées, avec vision large lors des expertises en avion) que par les caractéristiques de ces modes de collecte de données.

Photographie 28 : Bateau utilisé lors des inventaires



Source : Bretagne Vivante, 2014

Photographie 29 : Avion Britten-Norman Islander utilisé pour les inventaires



Source : Biotope, 2015

7. Présentation des méthodes utilisées et des difficultés rencontrées

7.7 Méthodologie des expertises réalisées sur le milieu physique et naturel

7.7.9 Avifaune marine



Tableau 149 : Description des différents protocoles d'observation visuelle en mer

Informations	Petits transects bateau	Grands transects bateau	Transects avion
Protocole	Observations selon des parcours linéaires en bateau	Observations selon des parcours linéaires en bateau	Observations selon des parcours linéaires en avion
Aire d'étude correspondante	Aire d'étude immédiate	Environ 25 % de l'aire d'étude éloignée	Environ 60 % de l'aire d'étude éloignée
Limites de la zone prospectée	Aire d'étude immédiate + tampon de 1 mille nautique (environ 1,85 km)	Estuaire externe de la Loire Sud de l'île d'Yeu Isobathe 50 m CM	Presqu'île de Guérande Saint-Gilles-Croix-de-Vie Isobathe 100 m CM (sauf au sud)
Surface couverte (dont zone de recherche minimale / 300 m de large)	Environ 170 km ² (environ 62 Km ² de zone de recherche minimale)	Environ 2 000 km ² (environ 178 Km ² de zone de recherche minimale)	Environ 5 000 km ² (environ 437 Km ² de zone de recherche minimale)
Nombre de transects	10 transects linéaires de 9,6 à 10,8 km	8 transects linéaires de 20,5 à 49,3 km	10 transects linéaires de 62,3 à 83,6 km
Longueur cumulée	102 km	296 km	728 km
Longueur superposée avec les autres transects	30,5 km avec les grands transects bateau et les transects avion (30%)	30,6 km avec les petits transects bateau (10%) 296 km avec les transects avion (100%)	296 km avec les grands transects bateau (40,5 %)
Durée de prospection (par session)	1 journée	2 journées	1 journée
Distance entre les transects	1 milles nautiques	4 milles nautiques	8 milles nautiques
Objectif visé	Etudier finement l'aire d'étude immédiate	Intérêt relatif de l'aire d'étude immédiate vis-à-vis d'un contexte élargi	Intérêt relatif de l'aire d'étude immédiate vis-à-vis d'un contexte élargi
Intérêts de la méthode	Temps d'observations assez longs (identification plus aisée et étude des comportements)		Observations en surplomb, meilleure détectabilité des mammifères marins. Couverture géographique importante. Impact limité sur le comportement des oiseaux
Inconvénients de la méthode	Qualité des observations très dépendante des conditions météorologiques. Faible couverture géographique en une journée. Influence du bateau sur le comportement de certaines espèces		Temps d'identification court, détermination difficile pour certaines espèces, pas d'analyse des comportements possibles. Qualité des observations dépendantes des conditions météorologiques.

Source : Biotope, 2016

Des inventaires ont été mis en œuvre depuis la côte afin de collecter des données complémentaires sur les mouvements migratoires à l'échelle locale, au niveau de trois sites :

- ▶ La pointe du But sur l'île d'Yeu ;
- ▶ La pointe de l'Herbaudière sur l'île de Noirmoutier ;
- ▶ La pointe Saint-Gildas (commune de Préfailles).

Ce dernier point, situé en Loire-Atlantique et donc plus éloigné de l'aire d'étude immédiate, a été choisi pour sa position "stratégique" : il constitue en effet le point continental le plus proche de l'île de Noirmoutier pour les oiseaux traversant potentiellement la baie de Bourgneuf par le nord. Il s'agit par ailleurs d'un site de guet à la mer assez régulièrement fréquenté (quelques milliers de données).

Huit comptages ont été effectués entre le 15 août et le 15 novembre 2015. Les sessions de comptage ont été effectuées simultanément sur les trois sites, entre le lever du jour et midi.

7.7.9.2.2 Efforts d'expertise et organisation temporelle au cours de la mission

Le volume global d'expertises de terrain mis en œuvre spécifiquement pour l'étude de l'avifaune dans le cadre de la présente mission est décrit dans le Tableau 150.

Tableau 150 : Bilan du nombre de sessions et fréquence moyenne des sorties en mer et à la côte (avifaune)

Nom protocole	Nombre de sessions - durée	Période	Fréquence moyenne entre sorties
Petits transects bateau	30 sessions (1 journée)	Avril 2014 à mars 2016	1 sortie / mois 04/14 => 03/15 1 sortie / 2 mois 04/15 => 03/16
Grands transects bateau	12 sessions (2 journées)	Mai 2014 à mars 2016	1 sortie tous les 1,5 à 2 mois
Transects avion	10 sessions (1 journée)	Décembre 2014 à avril 2016	1 sortie tous les 1,5 à 2 mois
Suivis de la migration depuis la côte	8 sessions (1 matinée / 3 points de comptage)	Mi-août à mi-novembre 2015	1 session tous les 10 jours environ

Les expertises en mer ont été menées dans des conditions météorologiques adaptées et conformes aux exigences en la matière (vent nul à faible, pas de pluie, mer belle à peu agitée).

Sur deux années, les effets d'inventaire mis en œuvre permettent de disposer d'une très bonne couverture saisonnière pour les inventaires en mer.

Tableau 151 : Bilan du nombre de sessions d'expertises d'observation en mer par période biologique et par année de suivi (deux cycles annuels)

Année	Type d'expertise	Mars		Avril		Mai		Juin		Juillet		Aout		Sept.		Octobre		Nov.		Déc.		Janvier		Février	
		Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2
Cycle 1 (avril 2014 à mars 2015)	Petits transects bateau	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1			1	1	1	1
	Grands transects bateau	1				1							1			1						1			
	Transects avion	1																				1			1
Cycle 2 (avril 2015 à mars 2016)	Petits transects bateau	1		1			1		1			1			1			1	1	1		1			
	Grands transects bateau	1				1			1			1			1			1				1			
	Transects avion			1		1			1			1			1			1				1			
Bilan sur 2 années	Petits transects bateau	2	1	1	1	1	2	1	2	1	1	2	1	1	2	1	1	1	2	1		2	1	1	1
	Grands transects bateau	2				1	1		1			1	1		1	1		1				1	1		
	Transects avion	1		1		1			1			1			1			1				1	1		1

Source : Biotope, 2016

7.7.9.3 Exploitation des données d'état initial

Les données issues de la bibliographie ont été synthétisées pour en faire ressortir les principales informations concernant :

- ▶ Les effectifs des colonies du nord du golfe de Gascogne (oiseaux marins nicheurs) ;
- ▶ L'importance de l'aire d'étude éloignée pour l'accueil et la conservation des espèces migratrices et hivernantes.

Les informations collectées lors des expertises en mer ont été exploitées par diverses méthodes permettant d'en ressortir les informations suivantes :

- ▶ Evolution des effectifs observés par espèce et selon les sessions d'expertises ; Evaluation des variations d'effectifs observés au niveau de l'aire d'étude immédiate, sur un cycle annuel complet ;
- ▶ Distribution des observations en mer, avec identification des principales zones de concentration des spécimens (notamment par la méthode des noyaux) et élaboration de cartes de densité ;
- ▶ Analyse des hauteurs de vol collectées spécifiquement lors des expertises par bateau (étude régulière des oiseaux en vol lors des sessions d'inventaire : technique du snapshot) ;
- ▶ Analyse des directions de vol et activités en mer.

7.7.9.4 Méthodes d'évaluation des enjeux

L'évaluation du niveau d'enjeu, pour chaque espèce, est basée sur les critères suivants : localisation, valeur patrimoniale et tendance démographique, conformément à la méthode standard utilisée pour l'étude d'impact

En vue de l'application de cette méthode aux spécificités de l'avifaune marine, certaines adaptations ont été faites pour permettre d'obtenir une évaluation le plus juste possible de l'enjeu réel local.

En règle générale, l'évaluation des niveaux d'enjeux a été réalisée pour la période interuptiale (migration et hivernage) mais une évaluation spécifique d'enjeux en période de reproduction a également été réalisée pour les oiseaux marins nicheurs du nord du golfe de Gascogne.

7.7.9.4.1 Valeur patrimoniale

L'évaluation de la « valeur patrimoniale » des espèces est une démarche complexe, réalisée à diverses échelles (Europe, France, régions, etc.) entre autres à travers l'élaboration de listes rouges ou l'identification de la responsabilité de conservation. Ici, le recours à des statuts de référence a été recherché dans la mesure du possible. Toutefois, dans le cas d'espèces mal connues, l'évaluation peut être basée principalement sur le dire d'expert.

Ce critère (note sur 6) est basé sur les statuts des listes rouges Europe (BirdLife International, 2015 et sa déclinaison pour le territoire de la Commission Européenne - Liste rouge EUR27) et France (UICN France, MNHN, LPO, SEOF & ONCFS, 2016).

Par ailleurs, un traitement spécifique a été réalisé pour les oiseaux marins nicheurs du nord golfe de Gascogne en prenant en compte le statut liste rouge nicheurs.

Tableau 152 : Note attribuée aux critères des listes rouges utilisés pour déterminer la valeur

Liste rouge	Statuts	Note attribuée
Liste rouge Europe (V3.1 – 2015) et déclinaison EUR27	En danger critique / En danger	4 points
	Vulnérable	3 points
Liste rouge France (nicheurs ou hivernants/migrateurs)	Quasi menacé / Données insuffisantes	2 points
	Préoccupation mineure / Autres statuts	1 point

Remarque : pour le statut « Liste rouge Europe », c'est le statut le plus défavorable entre la liste rouge Europe à proprement parlé et la liste rouge déclinée à l'échelle EUR27 qui a été prise en compte (approche maximisant la valeur de conservation à l'échelle des populations européenne, au sens large).

Remarque : pour la note attribuée à la liste rouge France, ce sont les statuts liste rouge hivernants et migrateurs qui sont classiquement les plus pertinents pour les oiseaux marins et migrateurs. Le statut le plus défavorable des deux critères a été pris en compte.

Enfin, une bonification de +1 est affectée aux espèces inscrites à l'annexe 1 de la directive « Oiseaux » et citées au sein des sites Natura 2000 (Zones de protection spéciale – ZPS) proches de l'aire d'étude immédiate (trois ZPS situées à moins de 15 km), afin de valoriser l'importance de la conservation locale de ces espèces et proposer une évaluation des enjeux similaires avec l'évaluation des incidences au titre de Natura 2000.

La note correspondant à la valeur a été obtenue en sommant les notes attribuées pour chacun des deux statuts liste rouge pris en compte et l'éventuelle bonification. La note obtenue est utilisée comme note du critère « valeur » dans le cadre de l'évaluation des enjeux (dans la limite d'une valeur de 6).

7.7.9.4.2 Localisation (aire d'étude la plus sollicitée)

Ce second critère (note sur 6) a pour objectif de contextualiser l'évaluation des enjeux à une échelle locale. Il s'appuie sur l'importance connue ou estimée du nord du golfe de Gascogne pour la conservation de l'espèce (note sur 4 points) et les résultats des expertises menées in situ (note sur 2 points).

Tableau 153: Note attribuée pour le critère "Localisation" (oiseaux migrateurs et hivernants)

Sous-critère	Caractéristiques	Note attribuée
Importance de l'aire d'étude éloignée et de l'aire d'étude large pour l'espèce (période interrégionale : migrations et hivernage)	Très forte importance de l'aire d'étude éloignée (voire du nord du golfe de Gascogne) pour l'espèce (accueil en hivernage et/ou halte migratoire d'au moins 50% de la population hivernant en France et/ou au moins 20 % de la population biogéographique et/ou très forte présence de l'espèce en migration)	4 points
	Importance marquée du nord du golfe de Gascogne (voire de l'aire d'étude éloignée) pour l'espèce (effectifs notables, régularité de la présence, secteur géographique considéré comme important pour la conservation de l'espèce)	3 points
	Importance modérée du nord du golfe de Gascogne (voire de l'aire d'étude éloignée) pour l'espèce (espèce régulièrement présente mais pour laquelle l'aire d'étude éloignée et le nord du golfe de Gascogne jouent un rôle secondaire en France et à l'échelle des populations)	2 points
	Espèce observée assez régulièrement mais pour laquelle l'aire d'étude éloignée et le nord du golfe de Gascogne ne présentent pas d'importance de conservation à l'échelle des populations	1 point
	Espèce anecdotique dans le secteur géographique considéré	0 point
Bilan des observations (toutes les périodes)	Espèce régulièrement observée et/ou en effectifs notables	2 points
	Espèce occasionnellement observée et/ou en effectifs faibles	1 point
	Espèce non observée	0 point

Tableau 154: Note attribuée pour le critère "Localisation" (oiseaux marins nicheurs)

Sous-critère	Caractéristiques	Note attribuée
Importance de l'aire d'étude éloignée et de l'aire d'étude large pour l'espèce (période de nidification)	Très forte importance de l'aire d'étude large et de l'aire d'étude éloignée pour la reproduction de l'espèce (au moins 50 % des effectifs nicheurs français dans l'aire d'étude large) et au moins 25 % des effectifs nicheurs français susceptibles d'exploiter l'aire d'étude immédiate lors de recherche alimentaire (aire d'étude immédiate intégrée dans le <i>foraging range</i> des colonies connues)	4 points
	Forte importance de l'aire d'étude large et de l'aire d'étude éloignée pour la reproduction de l'espèce (au moins 25 % des effectifs nicheurs français dans l'aire d'étude large)	3 points
	Importance notable de l'aire d'étude large pour la reproduction de l'espèce (entre 10 et 25 % des effectifs nicheurs français) mais sans interaction possible entre les principales colonies et l'aire d'étude immédiate	2 points
	Autres espèces nicheuses considérées dans l'aire d'étude large (intérêt secondaire vis-à-vis des populations nicheuses françaises)	1 point
Bilan des observations (toutes les périodes)	Espèce régulièrement observée et/ou en effectifs notables	2 points
	Espèce occasionnellement observée et/ou en effectifs faibles	1 point
	Espèce non observée	0 point

La note finale de ce critère est obtenue en sommant les notes spécifiques aux deux paramètres pris en compte. Elle est donc basée sur une échelle de 6 points, et constitue donc une adaptation par rapport à la méthode standard définie dans le cadre du projet afin de valoriser les données d'observation en mer et les connaissances générales concernant l'intérêt de l'aire d'étude large (et de l'aire d'étude éloignée) pour les espèces.

Cette notation sur 6 vise également à s'affranchir des difficultés à évaluer le troisième critère (« Evolution ») et à limiter la surévaluation des enjeux pour les espèces rares et en déclin à l'échelle européenne (quel que soit leur statut local).

7.7.9.4.3 Tendances démographiques (conséquence de l'évolution)

Les tendances d'évolution de certaines espèces d'oiseaux sont mal connues à l'échelle européenne (voire également à l'échelle nationale). La notion de tendance, notamment pour les oiseaux migrateurs, n'a véritablement de sens qu'à l'échelle des populations biogéographiques.

L'UICN intègre dans la détermination des statuts listes rouge la notion d'évolution des populations ; ainsi, chaque espèce dispose d'une évaluation des tendances européennes associée à la liste rouge Europe (IUCN Red list, V 3.1 2015). En analysant les informations fournies, on note une variabilité importance des niveaux de connaissances sur les tendances d'évolution (assez nombreuses espèces à la tendance « inconnue »). Par ailleurs, les tendances d'évolution étant prises en compte dans la détermination des statuts listes rouge Europe, la valorisation des tendances d'évolution sur une échelle de valeur de trois points entrainerait une surévaluation des enjeux concernant les espèces rares et en dégradation à l'échelle européenne.

Il a donc été fait le choix de ne pas intégrer de note spécifique au critère « Evolution » mais de valoriser davantage (dans le critère "Localisation") la présence locale.

Toutefois, pour les espèces dont les tendances démographiques sont jugées défavorables en Europe (« *Decreasing* » selon la liste rouge européenne UICN, V 3.1 2015), un bonus de +1 a été ajouté à la somme des notes des critères « Valeur » et « Localisation ».

7.7.9.4 Evaluation finale de l'enjeu

Les notes obtenues pour les sous-critères "Valeur" et "Localisation" ont été sommées pour atteindre une note sur 12 points, retranscrite en niveau d'enjeu qualitatif (de négligeable à fort).

- ▶ **Enjeu fort** : note de 10 à 12 ;
- ▶ **Enjeu moyen** : note de 7 à 9 ;
- ▶ **Enjeu faible** : note de 4 à 6 ;
- ▶ **Enjeu négligeable** : note inférieure ou égale à 3.

7.7.9.5 Méthodes d'évaluation des impacts dans le cas de l'avifaune

Dans le cadre de la présente étude, trois éléments sont utilisés pour qualifier un niveau d'impact relatif à un effet donné :

- ▶ **Enjeu (E)**. Le niveau de l'enjeu (E) de la composante considérée est défini à l'issue de l'état initial (négligeable, faible, moyen ou fort). Les espèces dont les enjeux sont considérés comme négligeables ne font pas l'objet d'une évaluation des impacts.
- ▶ **Sensibilité (S)**. La sensibilité d'une composante de l'environnement à un effet donné est directement liée à la nature du projet et aux conséquences de l'effet. La sensibilité exprime le risque d'une perte ou d'une dégradation en raison de l'application de l'effet. La sensibilité dépend de la tolérance de la composante environnementale à l'effet (capacité à ressentir ou non les conséquences de l'effet) ainsi que de sa résilience (capacité à revenir, plus ou moins rapidement, à un état similaire à celui avant application de l'effet) (MEDDE, 2012). Dans le cas de la présente étude, la sensibilité d'une composante environnementale à un effet est donc générale à l'échelle d'une espèce donnée (bibliographique) et non liée aux caractéristiques locales de l'environnement.
- ▶ **Caractérisation de l'effet (C)**. Il s'agit de l'identification des caractéristiques d'un effet donné (générique) dans le cadre du projet étudié. Quatre paramètres peuvent être utilisés pour caractériser l'effet, selon les données disponibles :
 - Le risque d'occurrence qui traduit la probabilité que l'effet se produise et soit ressenti par des spécimens d'une espèce donnée. Il s'agit du principal paramètre pris en compte. Il se base sur l'état initial afin de déterminer le niveau de présence de l'espèce étudiée, l'importance des populations, les périodes de présence ;
 - La durée, qui traduit le fait qu'un effet peut être temporaire (durée variable mais avec une disparition à court, moyen ou long terme de ses conséquences) ou permanent (maintien des conséquences de l'effet lors de la durée de vie du projet, voire au-delà).
 - L'étendue qui correspond à l'ampleur spatiale de la modification induite par l'effet sur la composante étudiée. Ce paramètre est principalement utilisé pour les effets engendrant des modifications comportementales, à distance du parc éolien.
 - L'intensité, qui est fonction de l'ampleur des conséquences de l'effet sur la composante environnementale étudiée (perturbations, modifications). L'intensité peut être en lien avec le caractère direct ou indirect de l'effet.

7.7.9.5.1 Détermination des paramètres définissant le niveau d'impact dans le cas de l'avifaune

ENJEU

Le niveau d'enjeu est repris à partir de la synthèse de l'état initial selon les critères suivants :

- ▶ Niveau d'enjeu fort : 3 points ;
- ▶ Niveau d'enjeu moyen : 2 points ;
- ▶ Niveau d'enjeu faible : 1 point ;
- ▶ Niveau d'enjeu négligeable : non considéré (les espèces présentant un enjeu négligeable sont considérées comme non impactées par le projet (impact négligeable)).

SENSIBILITE

L'analyse de la sensibilité des espèces d'oiseaux aux éoliennes en mer est basée sur deux approches :

- ▶ La méthode des SSI (Indices de sensibilité spécifiques – *Species sensitivity index*) développée par Garthe & Hüppop (2004) et modifiée notamment par Furness *et al.* (2013);
- ▶ Des synthèses bibliographiques internationales basées sur des retours d'expérience (notamment Europe du nord-ouest, Royaume-Uni, Pays-Bas, Allemagne, Danemark) et fournissant, pour de nombreuses espèces, des notions de sensibilité générale.

Synthèse de références bibliographiques internationales

Un travail de détermination des niveaux de sensibilité générale à la collision, au déplacement et à l'effet barrière a été mené par de nombreux auteurs en Europe, notamment au Royaume-Uni, aux Pays-Bas et en Allemagne. Ces synthèses se basent sur de nombreux retours d'expérience (suivis post-implantation des impacts de parcs éoliens en mer) permettant d'identifier des niveaux de sensibilité pour de nombreuses espèces d'oiseaux marins.

Ces références bibliographiques vont généralement au-delà de l'approche, assez théorique, du SSI puisqu'elles utilisent des résultats de suivis du type BACI (*Before after control impact*). Humphreys *et al.* (2015), Bradbury *et al.* (2014) ainsi que Furness *et al.* (2013) constituent des références de premier plan dans cette approche. Plusieurs autres références sont exploitées (Wade, 2015 ; Cook *et al.*, 2014 ; Furness, 2013 ; Langston, 2013 ; Krijgsveld *et al.*, 2011).

Dans le cadre de la présente étude, le niveau de sensibilité générale d'une espèce donnée aux principaux effets étudiés est basé sur une synthèse bibliographique de plus de 20 publications internationales, y compris certaines synthèses internationales. Les niveaux de sensibilité sont estimés, pour chaque espèce et chaque effet, sur la base des retours d'expérience et publications internationales. Les niveaux de sensibilité sont évalués sur cette base bibliographique. Lorsque les retours d'expérience et sensibilités estimées sont variables selon les sources, le niveau de sensibilité le plus fréquemment documenté a été pris en compte (et non nécessairement le plus défavorable) ; la pertinence des études a également été considérée au regard du projet à l'étude (contexte similaire, importance et durées des suivis réalisés).

Les niveaux de sensibilité sont souvent déterminés pour plusieurs espèces aux caractéristiques écologiques proches, bien que des différences de sensibilité générale estimée puissent être observées entre plusieurs espèces d'une même famille.

Remarque : dans le cas où la bibliographie internationale n'ait pas traité une espèce considérée dans la présente étude, ont été retenus des niveaux de sensibilité identiques aux espèces dont l'écologie, la morphologie et l'éthologie sont les plus proches.

INDICE DE SENSIBILITE (SSI) DE GARTHE & HÜPPOP (2004)

L'indice de sensibilité de Garthe & Hüppop (2004) a été créé initialement pour être appliqué dans les eaux territoriales allemandes en mer du Nord. Furness *et al.* (2013) l'ont adapté à la situation écossaise.

Remarque – Dans le cadre de la présente étude, les SSI n'ont pas été directement utilisés pour évaluer la sensibilité des espèces à différents effets (perturbations, évitement, etc.). Toutefois, de nombreuses références bibliographiques utilisées pour définir le niveau de sensibilité exploitent ou s'appuient sur cette approche SSI.

Notes attribuées pour la sensibilité

Des notes sur 3 points ont été attribuées en fonction des niveaux de sensibilité générale documentés, pour chaque espèce et chacun des trois effets étudiés :

- ▶ Sensibilité forte : 3 points ;
- ▶ Sensibilité moyenne : 2 points ;
- ▶ Sensibilité faible : 1 point ;
- ▶ Sensibilité négligeable : 0 point.

CARACTERISATION DE L'EFFET

La caractérisation des effets fait appel, selon l'effet analysé et les caractéristiques de l'espèce considérée aux paramètres suivants, par ordre d'importance :

- ▶ **Le risque d'occurrence.** Il s'agit du principal paramètre pris en compte. Il se base sur l'état initial afin de déterminer le niveau de présence de l'espèce étudiée, l'importance des populations, les périodes de présence. Il s'agit donc d'évaluer la probabilité que l'effet soit ressenti par les individus de l'espèce étudiée.
- ▶ **L'étendue.** Il s'agit d'une évaluation de la zone géographique au sein de laquelle l'effet sera potentiellement ressenti par des spécimens de l'espèce. Il s'agit d'une approche surfacique, qui est directement liée au type d'effet étudié, à son caractère très localisé ou au contraire pouvant être perçu à distance. Ce paramètre est important, par exemple, pour les perturbations sonores lors de travaux ou bien pour les réactions pouvant être induites par la présence des éoliennes (comportement d'évitement par des oiseaux posés ou en vol). La distance de perception de l'effet est généralement directement dépendante de la sensibilité d'une espèce donnée à cet effet.
- ▶ **La durée.** Ce paramètre est important principalement pour l'analyse des impacts en phase travaux (construction ou démantèlement). En phase d'exploitation, le paramètre « durée » n'est pas pertinent pour l'avifaune (présence permanente du parc et des effets induits).
- ▶ **L'intensité.** Concernant l'avifaune, ce paramètre est redondant avec le risque d'occurrence et l'étendue.

L'effet est caractérisé à dire d'expert et/ou sur la base de modélisations, en fonction de sa probabilité d'être ressenti par des spécimens de l'espèce étudiée, de son intensité, de sa durée et de ses conséquences estimées :

- ▶ Niveau d'effet caractérisé comme fort : 3 points ;
- ▶ Niveau d'effet caractérisé comme modéré : 2 points ;
- ▶ Niveau d'effet caractérisé comme faible : 1 point ;
- ▶ Niveau d'effet caractérisé comme négligeable / nul : 0 point ;

Caractériser l'importance des effets perçus par les oiseaux en mer s'appuie souvent sur des hypothèses. Dans le cadre de ces analyses, une justification des évaluations est fournie. Etant données les nombreuses incertitudes concernant la caractérisation des effets et leurs conséquences, l'évaluation des effets respecte souvent un principe de précaution.

Les modélisations mises en œuvre dans le cadre du projet concernent principalement les collisions et leurs conséquences sur les populations. Les méthodes mises en œuvre pour cette approche spécifique sont décrites ci-après.

7.7.9.5.2 Evaluation du niveau d'impact

Sur la base des trois éléments, une notation sur 9 points est obtenue en sommant les notes des trois paramètres (E+S+C). Une grille de correspondance est utilisée.

Note impact	Niveau d'impact	Appréciation du niveau d'impact
9	Fort	Impact susceptible de porter fortement atteinte à l'état de conservation d'une population dans la zone biogéographique prise en compte. Cadre de vie fortement perturbé.
8		
7	Moyen	Impact ressenti par de nombreux spécimens à un certain moment de leur cycle de vie. Le milieu est perturbé à un niveau entraînant une modification significative du cadre de vie.
6		
5	Faible	Nuisances potentielles sur certains spécimens voire des éléments du cadre de vie, ayant une conséquence mineure sur l'état de conservation des populations et le cadre de vie.
4		
3	Négligeable	Effet ressenti mais n'entraînant aucune nuisance notable sur les spécimens de l'espèce ou les populations.
2		

7.7.9.5.3 Evaluation des impacts par collision

Afin d'apprécier les impacts liés à l'effet collision de l'avifaune sur les éoliennes, et étant donné la complexité d'évaluer les mortalités effectives en milieu marin, l'utilisation de modèles de collision est largement développée.

Le modèle utilisé dans le cadre de cette étude est l'adaptation par Masden (2015) pour les parcs éoliens sous le logiciel de statistique R du modèle de Band (2012). Ce modèle prend en compte plusieurs facteurs comme :

- ▶ La probabilité qu'un oiseau traverse la zone des pales des éoliennes (horizontalement et verticalement) en fonction de ses caractéristiques et son activité de vol ;
- ▶ La probabilité qu'un oiseau entre en collision avec une le rotor d'une éolienne, sans comportement d'évitement ;
- ▶ La capacité d'un oiseau à éviter les éoliennes, de près comme de loin ;
- ▶ Le nombre d'oiseau impliqués dans ce type d'interaction.

Le résultat du modèle estime un nombre probable de collision par mois, ainsi qu'une estimation du nombre annuel de collisions pour chaque espèce considérée, suivant plusieurs scénarios résultant de l'incertitude du modèle.

PARAMETRES UTILISES DANS LE MODELE DE COLLISION

Les différentes informations intégrées au modèle et l'utilisation qui en est faite, sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau 155 : Paramètres utilisés dans la modélisation des collisions avec les éoliennes en mer

Type d'information	Description de l'utilisation de l'information
Informations sur l'espèce	
Espèce	Identifier l'espèce dans le modèle
Taux d'évitement	Ces informations sont issues de la bibliographie spécialisée (notamment Cook <i>et al.</i> , 2012 ; Cook <i>et al.</i> , 2014) ou issues des recommandations de Band (Band, 2012)
Longueur de l'espèce	Longueur du bec aux rectrices (queue). Définir la probabilité de traverser perpendiculairement la zone de rotation des pales, sans évitement, sans collision.
Envergure	Largeur ailes écartées. Définir la probabilité de traverser non perpendiculairement la zone de rotation des pales, sans évitement, sans collision.
Vitesse de vol moyenne	Définir la vitesse à laquelle une espèce traverse la zone de rotation des pales d'après la littérature (Christensen <i>et al.</i> , 2004 ; Cook et BTO, 2011 ; Day <i>et al.</i> , 2004 ; Hedenstrom, 1998 ; Kolotylo, 1989 ; Miller <i>et al.</i> , 2005 ; Pennycuick, 1997, s. d.)
Activité nocturne	Activité nocturne (non suivie) par rapport à l'activité diurne (suivi), d'après le SSI (Garthe et Hüppop, 2004 ; King <i>et al.</i> , 2009)
Type de vol	Vol battu ou plané
Informations de suivi	
Densité diurne d'oiseau	Nombre d'oiseaux présents sur la zone du parc éolien lors des expertises
Hauteur de vol	Modélisation de la hauteur de vol (en fonction soit de données issues de synthèses internationales soit de données acquises sur le terrain)
Proportion de vol face au vent	Ratio de 50 % sauf cas spécifique : vents dominants stables, axes de migrations déterminés
Informations de migration	
Nombre d'oiseaux migrant	Définir le nombre d'oiseaux migrateurs traversant le parc éolien
Largeur du corridor migratoire	Définir le couloir de migration par rapport au parc
Proportion de vol dans la zone des éoliennes	Proportion d'oiseaux de l'espèce présentant un risque de collision
Proportion de vol face au vent	Ratio de 50 % sauf cas spécifique : vents dominants stables, axes de migrations déterminés
Parc éolien	
Nom du site	Identifier le site dans le modèle
Latitude	Définir la durée moyenne du jour par mois
Nombre d'éoliennes	Définir le nombre d'obstacles
Largeur du parc	Définir l'emprise du parc
Marnage	Définir la variation de distance entre le bas des pales et la mer

Type d'information	Description de l'utilisation de l'information
Eoliennes	
Type de l'éolienne	Type d'éolienne à renseigner dans le modèle
Rayon du rotor	Définir l'emprise de la zone de rotation des pales
Nombre de pales	Définir le nombre de pales
Vitesse de rotation moyenne	Définir la vitesse de rotation
Hauteur de la nacelle / mât	Définir la position des pales dans l'espace
Temps de fonctionnement par mois	Définir le ratio en fonctionnement / à l'arrêt
Temps de maintenance	Estimation du nombre de jours d'arrêt pour maintenance, par mois
Largeur maximum des pales	Définir la taille de la pale
Angle d'inclinaison de la pale	Définir l'angle par rapport au plan rotor

Le modèle est paramétré pour réaliser 500 itérations pour chaque analyse, c'est-à-dire qu'il réalise 500 fois la même analyse en utilisant la variabilité des paramètres. L'estimation présentant la plus forte récurrence dans les résultats est jugée comme la plus crédible.

Note sur la densité et les jeux de données utilisés

Les densités utilisées dans le cadre du modèle (données locales) ont été calculées à partir des données de terrain extraites des expertises par bateau. Les données compilées lors des expertises par avion n'ont pas été exploitées dans le modèle de collision en raison des biais d'analyse des oiseaux en vol (hauteurs de vol non évaluables par observation directe). La méthode de calcul est différenciée suivant les comportements :

- ▶ Pour les oiseaux en vol, seules les données collectées via la technique des « snapshot » ont été utilisées car elles permettent de disposer d'une densité plus représentative que le *Strip-Transect* (le snapshot constitue une expertise dédiée des oiseaux en vol).
- ▶ Pour les oiseaux posés, les données utilisées proviennent de la méthode du *Strip-Transect*. L'utilisation du distance-sampling est envisagée dans un second temps pour les espèces pour lesquelles cette technique est applicable.

Les oiseaux suiveurs de bateau de pêche professionnelle sont écartés de l'analyse, conformément aux principes d'utilisation du modèle de Band (2012) adapté par Masden (2015). En effet, les grands regroupements ponctuels d'oiseaux suiveurs (notamment de goélands) peuvent engendrer des biais importants dans les jeux de données et analyses.

Par ailleurs, les individus indéterminés n'ont pas été intégrés dans l'analyse. L'absence d'information ne permet pas d'appliquer les paramètres corrects à un genre, comme le groupe des goélands, dont les différentes espèces présentent des comportements différents.

Ces choix (non prise en compte des oiseaux suiveurs et des oiseaux indéterminés) impliquent que les taux réels de collisions peuvent être potentiellement plus élevés que ceux estimés du fait de l'absence de prise en compte d'une partie de la population.

Note sur l'altitude de vol

Les altitudes modélisées à partir des données de terrains sont utilisées pour estimer le nombre de collisions. Le modèle utilisé est un GLM⁷⁷ utilisant la loi de Poisson.

Des données internationales issues de plusieurs parcs en exploitation ou étudiés (principalement Royaume-Uni, Pays-Bas, Belgique) sont également utilisées pour comparer les estimations de collisions par rapport aux données de hauteurs de vol issues d'autres programmes de suivi. Ces données sont issues d'une publication scientifique de synthèse (Johnston *et al.*, 2014) et fournies par Aonghais Cook (BTO – British Trust for Ornithology, organisme de recherche indépendant britannique) qui a accepté l'exploitation de ces fichiers pour chaque espèce.

INTERPRETATION DES RESULTATS DU MODELE DE COLLISION

En fonction des options

Le modèle décrit quatre options, deux intégrant des paramètres relativement simples (modèles de type basique) et deux intégrant des paramètres complexes (modèles de type étendu) :

- ▶ Option 1 : Cette option fournit une estimation élevée du risque de collision, puisque la probabilité de collision est considérée être la même sur toute la hauteur de l'éolienne. Ce n'est pas particulièrement adapté aux éoliennes de très grande taille comme dans le cas du projet à l'étude.
- ▶ Option 2 : Cette option reste basique mais permet une approche plus fine des collisions en intégrant les données de vol modélisées à partir de sources de données internationales. Les variabilités et probabilités de fonctionnement de l'éolienne ne sont cependant pas prises en compte.
- ▶ Option 3 : Cette option est la référence utilisée pour les modèles de collision, considérée comme la plus aboutie, avec les estimations jugées les plus fines. Cette option utilise les données internationales pour les caractéristiques de hauteur de vol et intègre plusieurs variables (notamment incertitudes) dans les modélisations.
- ▶ Option 4 : Cette option est similaire à l'option 3 à la différence qu'elle utilise les données recueillies dans le cadre des expertises menées pour le projet éolien en mer. Il est cependant à noter que certaines espèces peu observées peuvent avoir une imprécision plus importante que les données internationales. L'option 4, inexistante dans le modèle original, a été rajoutée pour prendre en compte les données locales.

Tableau 156 : Description des paramètres des options du modèle de collision

Options du modèle	Option 1	Option 2	Option 3	Option 4
Type du modèle	Basique	Basique	Etendu	Etendu
Stage A – Densité	OUI	OUI	OUI	OUI
Stage B – Activité de vol	OUI	OUI	OUI	OUI
Stage C – Collision	OUI	OUI	OUI	OUI
Stage D – Activité de l'éolienne			OUI	OUI
Stage E – Variations de densité			OUI	OUI
Stage F – Incertitudes			OUI	OUI
Format des données de vol	Linéaires	Modélisées	Modélisées	Modélisées
Données de vol	Données récoltées sur le terrain	Données internationales	Données internationales	Données récoltées sur le terrain

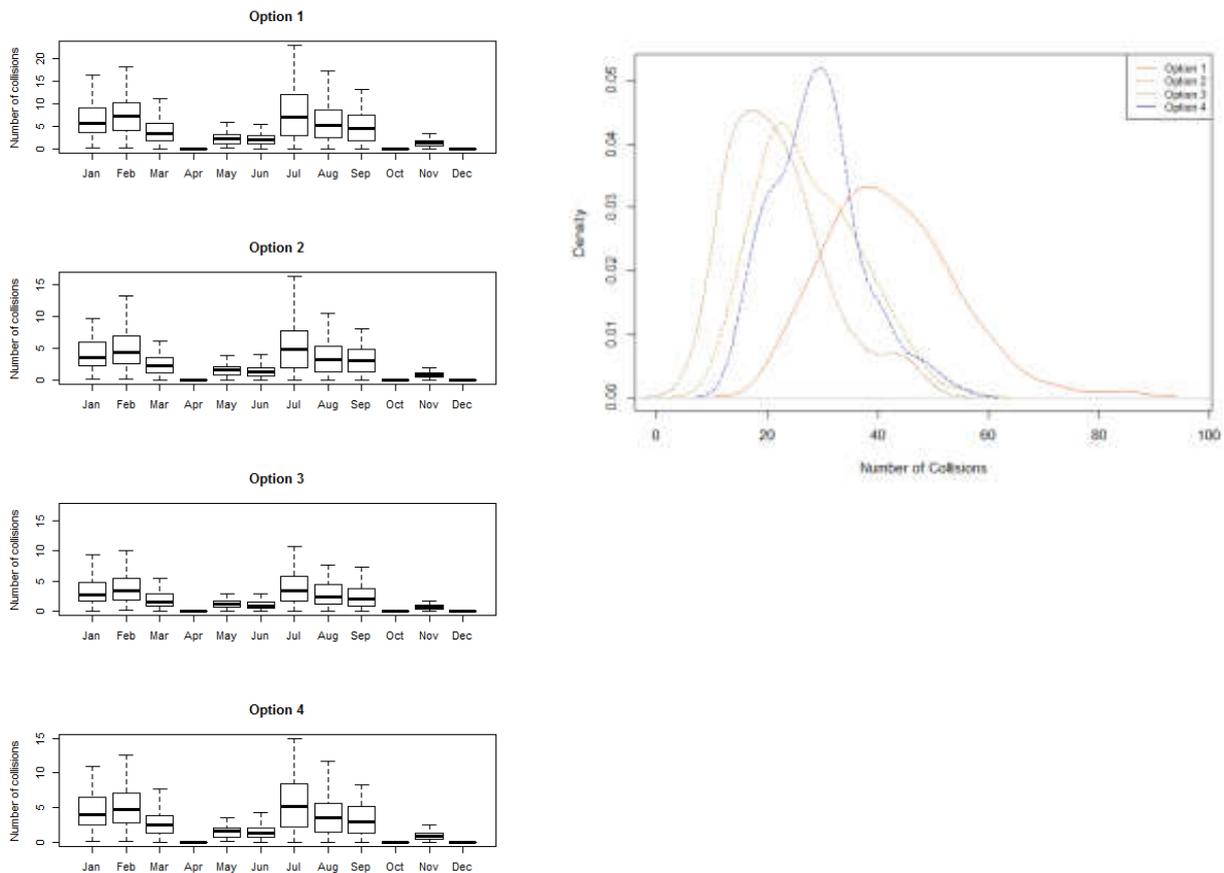
⁷⁷ GLM (*Generalized linear model*) : modèle linéaire généralisé de statistique

Des exemples de résultats graphiques issus du modèle sont présentés sur la figure 114.

La figure de gauche montre l'estimation du nombre de collision par mois suivant les options. La représentation est du type « diagramme en boîte » présentant la médiane des valeurs issues des récurrences du modèle (ligne noire), les quartiles représentant 25 % et 75 % de l'échantillon (rectangle) et les valeurs extrêmes (lignes pointillées).

La figure de droite montre les probabilités de collisions suivant les options. Elle montre l'étendue des résultats. Une courbe très « aplatie » indique une grande variabilité dans les résultats et une courbe en « pic » montre une faible dispersion dans les résultats (fiabilité supérieure).

Figure 114: Probabilité de collisions en fonction des options par mois (gauche) et en fonction de la fréquence des résultats (droite)



Paramètres d'activité des éoliennes

En plus des caractéristiques physiques des éoliennes (hauteur au moyeu, longueur des pales, largeur des pales) les données de fonctionnement des éoliennes les plus précises ont été utilisées pour la modélisation des risques de collision. Les paramètres intégrés dans le modèle sont les suivants :

- ▶ Vitesse maximale de rotation du rotor : 13 tours / minute ;
- ▶ Niveau de fonctionnement en fonction des vitesses du vent de 0 à 25 m/s ;
- ▶ Nombre d'heures par mois pour chaque gamme de vitesse de vent (gamme de 1 m/s) ;
- ▶ Nombre d'heures de fonctionnement par an et par mois, intégrant les arrêts de fonctionnement pour maintenance.

EVALUATION DES CONSEQUENCES DES COLLISIONS

La collision des individus augmente la mortalité naturelle des espèces par une surmortalité accidentelle. Les trois méthodes les plus utilisées (Collier et Cook, 2015) pour évaluer la surmortalité induite par les collisions et leurs conséquences sur les populations sont décrites ci-dessous.

Dans tous les cas, les auteurs soulignent que ces résultats sont à corréliser avec les enjeux et objectifs de conservation des espèces, de manière à s'assurer que la mortalité entraînée par le projet présente, ou non, une probabilité sérieuse de faire décliner les populations. Une approche précautionneuse reste nécessaire, liée aux incertitudes concernant les paramètres démographiques et les mécanismes des impacts sur la population.

Méthode des 1% de la surmortalité naturelle (Collier et Cook, 2015 ; Leopold et al., 2015).

Cette méthode, utilisée originellement au Pays-Bas, est à l'origine issue d'une application détournée (Leopold et al., 2015) de la directive européenne sur la chasse durable (2008), qui stipule que le prélèvement du seuil de 1% de la mortalité naturelle est conforme à la réglementation. Cette approche considère intrinsèquement les paramètres démographiques, incluant la taille et la dynamique de la population. Cette approche a été reprise pour mesurer le prélèvement acceptable pour une population vis-à-vis d'un projet d'aménagement à l'occasion de nombreuses études d'impact environnemental. Cette méthode, contraignante car présentant souvent des seuils faibles, permet d'estimer si l'espèce sera impactée, mais ne représente pas nécessairement une menace directe pour la survie des espèces. On suppose ici que la mortalité concerne uniquement les adultes (principe de précaution), dont la valeur de la survie est connue.

Ce concept est le plus facile à comprendre et à appliquer. Si on augmente de 1% la mortalité naturelle d'une population en raison d'un projet, on impacte la population. Pour exemple, pour une population de 10 000 individus avec une survie annuelle des adultes de 95%, 500 individus adultes vont naturellement mourir par an. Le seuil de 1% amène donc à considérer que si un projet engendre une mortalité supplémentaire de 5 individus adultes par an, il est susceptible d'avoir un impact significatif sur l'état de conservation et la dynamique de la population. Cette méthode d'évaluation permet d'obtenir un critère objectif bien que les valeurs nécessaires à un calcul précis ne soient pas toujours accessibles. Des valeurs comme la survie annuelle des adultes, la taille de la population française et européenne ou les structures d'âges des espèces sont nécessaires pour une approche plus réaliste (Niel & Lebreton, 2005). Les paramètres démographiques essentiels à l'estimation de la taille d'une population manquants sont dans ce cas estimés en utilisant les connaissances concernant des espèces proches ou l'expertise locale. Les survies adultes sont prises par défaut dans la littérature (Garthe & Hüppop, 2004) et les tailles de population sont estimées à partir du nombre d'individus nicheurs et de l'âge de première reproduction (Dillingham & Fletcher, 2008, 2011).

Méthode des 5% de surmortalité naturelle (Vanermen et al., 2013).

L'approche est identique à la précédente, ce calcul permet l'intégration d'une mortalité acceptable supérieure. Les auteurs considèrent que ce taux est une valeur plus proche de la réalité théorique en termes d'acceptabilité de la mortalité additionnelle par les espèces mais souligne cependant que ce taux doit être conservé à 1 % pour les espèces menacées notamment au titre du principe de précaution.

Utilisation du « Potential Biological Removal », (PBR).

Sources : Wade, 1998 ; Brooks & Lebreton, 2001 ; Niel & Lebreton, 2005 ; Dillingham & Fletcher, 2008 ; Richard & Abraham, 2013).

Le PBR pourrait être interprété comme le taux de capacité d'une population à supporter le prélèvement par mortalité. Cette approche a été initialement développée pour des populations de petite taille dont la connaissance des paramètres démographique est réduite, comme les cétacés. Cette approche reste très globale mais est de plus en plus utilisée en milieu marin également pour les oiseaux (Trinder, 2014 ; Busch et al., 2015 ; Busch et al., 2016). L'utilisation du PBR peut, pour rendre l'analyse plus pertinente, être envisagée sur certaines périodes de l'année uniquement, en utilisant différents jeux de données entrantes, par exemple période de reproduction et période internuptiale (Moore & Merrick, 2011 ; Busch et al., 2016). L'approche PBR ne prend en compte que les impacts engendrant une mortalité.

7.7.10 Mammifères marins, tortues marines et autres grands pélagiques

7.7.10.1 Analyse des données bibliographiques

Des recherches bibliographiques concernant les mammifères marins ont été réalisées au sein d'une zone de 100 km autour de l'aire d'étude immédiate, appelée « zone d'analyse ». Cette distance d'analyse est conforme aux capacités de déplacement importantes de ces espèces et permet également de prendre en compte les impacts acoustiques potentiels éloignés lors des travaux de construction de parc éolien en mer.

Ce recueil de données concerne donc une zone qui s'étend depuis le nord-ouest de l'île de Ré et les pertuis charentais, au sud, jusqu'à Belle-Île et le nord de Quiberon, au nord. Elle intègre plusieurs sites Natura 2000 désignés pour la conservation des mammifères marins, notamment le plateau de Rochebonne, les abords de l'île d'Yeu, le plateau du Four.

Les données bibliographiques compilées dans un rayon de 100 km autour de l'aire d'étude immédiate sont les suivantes :

- ▶ Les données d'échouage de mammifères marins (suivis par le Réseau National Echouages) entre 1971 et 2013 et d'échouages de tortues marines par le RTMAE depuis 1988 ;
- ▶ Les données d'échouage de tortues marines suivis par le réseau tortues marines Atlantique est (RTMAE) depuis 1988 ;
- ▶ Les données d'observations opportunistes de mammifères marins et tortues marines issues des bases de données de l'Observatoire PELAGIS et du CESTM de l'Aquarium La Rochelle ;
- ▶ Les données d'observation réalisées dans le cadre de la campagne SAMM, inscrite dans le Programme PACOMM lors de l'hiver 2011/2012 et l'été 2012 ;
- ▶ Des données d'observation de mammifères marins compilées lors des campagnes scientifiques PELGAS (Ifremer) menées au printemps (données exploitées entre 2003 et 2014) ;
- ▶ Des données issues du suivi satellitaire des tortues marines sur la façade Manche-Atlantique (Aquarium La Rochelle).

Les données bibliographiques ont principalement été exploitées par l'ADERA (rattachée à l'Université de La Rochelle et l'Observatoire PELAGIS) ainsi que par l'Aquarium La Rochelle.

7.7.10.2 Méthodes d'acquisition de données in situ

L'analyse de l'exploitation d'un secteur donné par les mammifères marins impose de mettre en adéquation l'approche à une échelle adaptée aux nombreux déplacements de longue distance de ces animaux, à la relative méconnaissance de leurs activités en mer et aux difficultés d'expertise qu'ils impliquent.

Deux approches complémentaires sont mises en œuvre dans le cadre du projet :

- ▶ Des acquisitions de données d'observation visuelle en mer, par bateau et avion ;
- ▶ Des acquisitions de données par acoustique sous-marine.

7.7.10.2.1 Inventaires visuels en mer

Les inventaires en mer ont été menés simultanément aux expertises en mer de l'avifaune par bateau et avion. Les protocoles sont décrits au paragraphe 7.7.9.2.1. La carte de localisation des zones d'expertises de la mégafaune marine est présentée au paragraphe 4.2.2.4.2 de l'état initial de l'environnement.

L'approche par type d'habitat exploité par les mammifères marins impose également de s'intéresser aux gammes bathymétriques couvertes par les expertises. Le Tableau 157 fournit une synthèse, pour chaque mode d'expertise, des linéaires d'inventaire selon les gammes bathymétriques concernées, depuis l'estran jusqu'à des zones de plus de 100 m de profondeur.

On note que les petits transects sont quasiment intégralement situés sur des fonds compris entre 20 et 50 m de profondeur avec une nette proportion (environ deux tiers) de fonds entre 20 et 30 m. Les grands transects bateau se répartissent sur des gammes bathymétriques plus étalées, débutant vers 5 m de profondeur pour s'étendre jusqu'à plus de 50m (20 % des transects à plus de 50 m de profondeur).

Enfin les transects par avion, couvrent des zones depuis l'estran (flots) jusqu'à des zones de plus de 100 m de profondeur. Près de la moitié des linéaires de prospection est comprise entre 50 et 100 m de profondeur, ce qui est intéressant pour l'étude des cétacés à tendance océanique. Une analyse spécifique des fréquences d'observation de mammifères marins en fonction de la bathymétrie est menée dans le cadre de l'étude.

Tableau 157: Linéaires et proportion de la distance totale parcourue par gammes bathymétriques, pour les trois protocoles d'observation

Domaine de distribution en mer	Transects avion		Grands transects bateau		Petits transects bateau	
	Longueur (km)	%	Longueur (km)	%	Longueur (km)	%
Estran – Zones émergées	2,81	0,39				
0 à 5 m de profondeur	28,09	3,88	0,70	0,23		
5 à 10 m de profondeur	42,42	5,86	26,60	8,99		
10 à 20 m de profondeur	90,26	12,47	51,08	17,26	7,07	6,89
20 à 30 m de profondeur	80,27	11,09	53,54	18,09	63,98	62,39
30 à 50 m de profondeur	136,37	18,84	101,57	34,32	31,51	30,72
50 à 100 m de profondeur	343,47	47,44	62,44	21,10		
Plus de 100 m de profondeur	0,24	0,03				

7.7.10.2.2 Expertises par acoustique sous-marine

Dans le cadre de l'étude acoustique sous-marine, des acquisitions de données de bioacoustique spécifiques aux mammifères marins ont été réalisées grâce à l'installation de plusieurs hydrophones sur le fond au sein des aires d'étude immédiate et éloignée (Tableau 9).

Tableau 158 : Synthèse des protocoles de mesure acoustique et des résultats attendus

Type de mesure	Moyens déployés	Zone de déploiement	Point de mesure	Période de mesures	Résultats attendus
Acoustique passive	1 SM2M fixe	Aire d'étude immédiate (nord)	R1	31/07/2015 à fin octobre 2015 Mi-janvier 2016 à fin juin 2016	Caractérisation du bruit ambiant dans l'aire d'étude immédiate Proxy bioacoustique de présence des cétacés (toutes espèces) dans l'aire d'étude immédiate
	1 SM2M ou SM3M fixe	Aire d'étude immédiate (sud)	R2	Mi-janvier 2016 à fin septembre 2016	Calibration de l'empreinte sonore du projet vers le large
	1 SM2M ou SM3M fixe	Aire d'étude éloignée	R4	Mi-janvier 2016 à fin juin 2016	Calibration de l'empreinte sonore du projet entre l'aire d'étude immédiate et l'île d'Yeu Proxy bioacoustique de fréquentation des cétacés (toutes espèces) dans le passage de l'île d'Yeu
	1 SM3M fixe	Aire d'étude éloignée	R5	Mi-janvier 2016 à fin juin 2016	Calibration de l'empreinte sonore du projet entre l'aire d'étude immédiate et Noirmoutier Proxy bioacoustique de fréquentation des cétacés (toutes espèces) dans le passage de Noirmoutier

Source : Quiet-Oceans, 2016

D'avantage d'informations sur l'expertise acoustique sous-marine sont données dans les parties Acoustique sous-marine (plus haut) et Méthodes d'évaluation des impacts (ci-dessous). La carte de localisation des dispositifs d'enregistrements acoustiques est présentée au sein du de l'état initial acoustique sous-marine, document 2.

7.7.10.3 Exploitation des données d'état initial

Les données issues de la bibliographie ont été synthétisées pour en faire ressortir les principales informations concernant :

- ▶ La diversité spécifique connue dans le golfe de Gascogne et notamment dans un rayon de 100 km autour de l'aire d'étude immédiate, avec des informations concernant les périodes et fréquence d'observation ;
- ▶ Les activités connues ou supposées des différentes espèces.
- ▶ Les informations collectées lors des expertises en mer ont été exploitées par diverses méthodes permettant d'en ressortir les informations suivantes :
- ▶ Evolution des effectifs observés par espèce et selon les sessions d'expertises ;
- ▶ Distribution des observations en mer, avec analyse spécifique des observations en fonction de la bathymétrie ;
- ▶ Synthèse des données issues des enregistrements sous-marins.

Les détails précis des méthodologies d'analyse et traitement des données sont donnés dans l'étude spécifique sur la mégafaune marine.

7.7.10.4 Méthodes d'évaluation des enjeux

Sur la base du cadre général d'évaluation des enjeux, des ajustements spécifiques ont été intégrés pour l'évaluation des enjeux relatifs aux mammifères marins et autres espèces de mégafaune marine, au regard des particularités propres à ces groupes d'espèces et des données disponibles.

L'évaluation du niveau d'enjeu, pour chaque espèce, est basée sur les deux critères principaux suivants : la « valeur » et la « localisation ».

A l'inverse de l'avifaune, le critère de « tendance » n'est pas utilisé dans l'évaluation des enjeux liés aux mammifères marins car les tendances d'évolution des populations de mammifères marins sont mal connues à l'échelle européenne et mondiale.

L'UICN intègre dans la détermination des statuts liste rouge (Europe et monde) la notion d'évolution des populations, ainsi, chaque espèce dispose d'une évaluation des tendances européennes associée à la liste rouge Europe (IUCN Red list, V 2015-4). En observant les informations fournies, on note une variabilité importante des niveaux de connaissances sur les tendances d'évolution (assez nombreuses espèces à la tendance « inconnue »). Par ailleurs, les tendances d'évolution étant prises en compte dans la détermination des statuts listes rouge Europe et monde, la valorisation des tendances d'évolution sur une échelle de valeur de trois points entraînerait une surévaluation des enjeux concernant les espèces rares et en dégradation à l'échelle européenne.

Il a donc été fait le choix de ne pas intégrer de note spécifique au critère « Evolution » mais de valoriser davantage (sans le critère "Localisation") la présence locale. Toutefois, pour les espèces dont les tendances démographiques sont jugées défavorables en Europe (« Dégradation » selon la liste rouge européenne UICN, V 2015-4), un bonus de +1 a été ajouté à la somme des notes des critères « Valeur » et « Localisation ».

7.7.10.4.1 Evaluation de la valeur patrimoniale (critère « valeur »)

Ce critère est basé sur les statuts les listes rouges Europe (UICN, version actualisée 2015-4) et France (UICN France, MNHN, SFPEM & ONCFS, 2009) ainsi que l'importance des populations dans les sites Natura 2000 proches.

Tableau 159: Note attribuée aux critères des listes rouges et autres statuts utilisés

Liste rouge / Statuts	Critère	Note attribuée
Liste rouge Europe Liste rouge France	En danger critique En danger	4 points
	Vulnérable	3 points
	Quasi menacé Données insuffisantes	2 points
	Préoccupation mineure Autres statuts	1 point
	Statuts DHFF et importance des sites Natura 2000 proches pour l'espèce	Espèce de l'annexe II citée dans les FSD d'au moins l'un des sites Natura 2000 pris en compte dans l'évaluation d'incidences Espèces de l'annexe IV citées dans l'une des trois ZSC les plus proches de l'aire d'étude immédiate

Remarque : par principe de précaution, les espèces présentant un statut « Données insuffisantes » se sont vu attribuer une note de 2 points.

Les notes obtenues pour chaque liste rouge sont sommées pour obtenir une note « listes rouges » à laquelle est ajoutée la valeur « statuts DHFF et importance des sites proches ». La valeur théorique maximale obtenue est donc 9 points (dans les faits la note maximale obtenue pour les espèces considérées est de 6 pour les espèces considérées dans l'étude).

7.7.10.4.2 Evaluation de l'intérêt des aires d'étude pour l'élément considéré (critère « localisation »)

Ce critère a pour objectif de contextualiser l'évaluation des enjeux à une échelle d'analyse locale. Il s'appuie sur l'importance connue ou estimée du nord du golfe de Gascogne pour la conservation de l'espèce (note sur 3 points) et les résultats des expertises menées *in situ* (note sur 3 points). Pour chacun de ces sous-critères des notes ont été attribuées pour chaque espèce. Un poids identique a été affecté aux connaissances générales (notées sur 3 points) et aux résultats d'observation lors des expertises en mer (notés sur 3 points), étant donné l'importance des jeux de données collectés *in situ* dans le cadre du projet en comparaison des données bibliographiques.

La note du critère « Localisation » est donc basée sur une échelle de valeur de 0 à 6 points, afin de valoriser les données d'observation en mer et les connaissances générales concernant l'intérêt de l'aire d'étude large (et de l'aire d'étude éloignée) pour les espèces. Cette notation sur 6 vise également à s'affranchir des difficultés à évaluer le troisième critère (« Evolution ») et à limiter la surévaluation des enjeux pour les espèces rares et en déclin à l'échelle européenne (quel que soit leur statut local). Les critères utilisés pour déterminer l'importance de l'aire d'étude éloignée et de l'aire d'étude large sont basées sur les synthèses bibliographiques et données disponibles (bases de données de l'Observatoire PELAGIS, données SAMM, données PELGAS, publications).

Tableau 160: Note attribuée pour le critère "Localisation"

Sous-critère	Caractéristiques	Note attribuée
Connaissances générales (abondance, fréquence et localisation)	Espèce abondante et fréquente dans le golfe de Gascogne, régulièrement observée y compris près des côtes	3 points
	Espèce régulière dans le golfe de Gascogne, moyennement abondante et/ou périodique	2 points
	Espèce permanente dans le golfe de Gascogne mais occasionnellement observée près des côtes	1 point
	Espèce d'observation exceptionnelle près des côtes dans le golfe de Gascogne	0 point
Bilan des observations	Espèce très régulière et en effectifs importants	3 points
	Espèce régulièrement observée et/ou en effectifs notables	2 points
	Espèce occasionnellement observée et/ou en effectifs faibles	1 point
	Espèce non observée	0 point

Les notes obtenues pour les sous-critères "Valeur" et "Localisation" ont été sommées pour atteindre une note sur 12 points, retranscrite en quatre niveaux d'enjeu (négligeable à fort).

7.7.10.4.3 Evaluation du niveau d'enjeu

L'évaluation de la note d'enjeu est basée sur les deux critères principaux suivants :

- ▶ Valeur (note sur 6 points) ;
- ▶ Localisation (note sur 6 points).

Ces deux notes ont été sommées, permettant d'arriver à une note maximale de 12 points.

Comme décrit précédemment, un bonus de +1 a été affecté aux espèces dont la tendance d'évolution des populations est jugée défavorable à l'échelle européenne ou mondiale (« dégradation » selon UICN Liste rouge, V 2015-4).

Les notes obtenues sont ensuite retranscrites en niveau d'enjeu qualitatif selon la grille suivante:

- ▶ **Enjeu fort** : note supérieure ou égale à 10 points ;
- ▶ **Enjeu moyen** : note de 7 à 9 points ;
- ▶ **Enjeu faible** : note de 4 à 6 points ;
- ▶ **Enjeu négligeable** : note inférieure ou égale à 3 points.

7.7.10.5 Méthodes d'évaluation des impacts

7.7.10.5.1 Evaluation et niveau d'impact

La méthode d'évaluation des impacts est similaire à celle utilisée pour les oiseaux, toutefois l'évaluation spécifique des risques biologiques liés à l'acoustique sous-marine est précisée ci-dessous.

Il convient de préciser toutefois que concernant la sensibilité des mammifères marins et autres grands pélagiques, des niveaux de sensibilité des espèces aux différents effets étudiés sont fournis, sur la base de données bibliographiques et avis d'experts. La sensibilité aux effets acoustiques (bruit) constitue un aspect important concernant ces espèces.

Concernant la caractérisation de l'effet, l'étendue qui correspond à l'ampleur spatiale de la modification induite par l'effet sur la composante étudiée, est un paramètre fondamental pour caractériser l'effet sur la mégafaune marine. Les effets d'ordre acoustique sont particulièrement concernés, pour ces espèces, par l'identification précise de l'extension spatiale des zones de perturbation ou de perception.

A noter de plus que pour ces espèces, l'intensité de l'effet est intégrée dans les paramètres de risques d'occurrence et d'étendue.

7.7.10.5.2 Evaluation des risques biologiques lié aux émissions sonores

L'étude des impacts acoustiques sur les mammifères marins et autres grands pélagiques a été réalisée par le bureau d'étude Quiet-Océans.

La méthode d'évaluation des risques biologiques repose sur un cadre réglementaire national et international, et des considérations scientifiques issues des efforts récents pour caractériser les risques et les impacts. L'estimation des risques inclue :

- ▶ Une estimation du nombre de mammifères marins affectés ;
- ▶ Une estimation des risques selon une hiérarchisation des effets par classes d'espèces.

L'estimation des effets acoustiques a ainsi consisté à caractériser, dans la mesure du possible :

- ▶ Les distances des zones de risque sonore ;
- ▶ La cartographie des zones de risques ;
- ▶ La variabilité de ces distances liées aux incertitudes ;
- ▶ L'estimation du nombre d'individu susceptible d'être affecté aux différents risques sonores ;

METHODE D'ESTIMATION DU NOMBRE DE MAMMIFERES MARINS AFFECTES

L'estimation du nombre de mammifères marins affectés est réalisée à partir des données SAMM (Suivi Aérien de la Mégafaune Marine en France métropolitaine) (Pettex, 2014).

Le projet de recherche SAMM permet également de connaître une répartition à l'échelle de la Manche et de l'Atlantique de la densité de population exprimée en nombre d'individu par km² pour certaines espèces de mammifère marin et pour les saisons caractéristiques de l'été et de l'hiver. Ces données sont exploitées afin d'estimer le nombre d'individus affectés par les bruits générés et propagés par le projet.

La méthode de quantification est issue des résultats du projet RESPECT (décrit ci-dessous). La disponibilité des données d'habitat limite le nombre d'espèces pour lesquelles cette quantification est réalisable. Aussi, la quantification du nombre d'individu susceptible d'être dérangé ou impacté par les différentes phases est établi uniquement pour :

- ▶ L'empreinte sonore et les différents seuils de tolérance ;
- ▶ Les différents ateliers mis en œuvre ;
- ▶ Les différentes familles d'animaux marins dont les données sont disponibles.

Remarque : Programme RESPECT - Réduction des Empreintes Sonores des Parcs Eoliens en mer

Le projet de recherche travaille simultanément sur deux fronts et de belles avancées ont été réalisées lors de la première phase grâce aux efforts d'une équipe multidisciplinaire regroupant acousticiens, physiciens, océanographes, géotechniciens, écologues et spécialistes des prédateurs supérieurs.

Un atelier de battage de pieu au 1/400^{ième} : Le premier front a consisté à mettre au point un dispositif expérimental qui reproduit fidèlement à l'échelle 1/400^{ème} une opération de battage de pieu. Cette approche est innovante pour trois raisons. Tout d'abord l'étude du battage de pieu a rarement été abordée sous l'angle d'une étude petite échelle en laboratoire. Ensuite, à cette échelle, le pieu faisant 2 cm de diamètre au lieu de 8 m, il est possible de contrôler les différents paramètres ayant une incidence sur la génération et la propagation acoustique : hauteur d'eau, type de sédiments, enfoncement du pieu, etc. Un transducteur joue le rôle du marteau en engendrant une onde qui va être transmise dans l'eau et le sédiment, se propager et être mesurée par un hydrophone. La pression peut être relevée en de multiples points dans la colonne d'eau et ainsi permettre la caractérisation de la génération du bruit. Enfin, ces résultats expérimentaux ont un intérêt supplémentaire dans la mesure où ils permettent de valider les résultats issus d'une modélisation numérique menée en parallèle.

Un modèle prédictif pour quantifier des conséquences sur les populations de mammifères marins : Le deuxième front consiste à établir un modèle prédictif permettant de quantifier les impacts démographiques liés aux EMR. C'est un modèle intérimaire de quantification des conséquences sur les populations de mammifères marins du dérangement acoustique. RESPECT propose un raffinement supplémentaire à cette première tentative en couplant des données cartographiques d'empreintes sonores à cet outil prédictif. Le challenge principal repose sur la qualification de la sensibilité du modèle aux incertitudes et aux lacunes de connaissances.

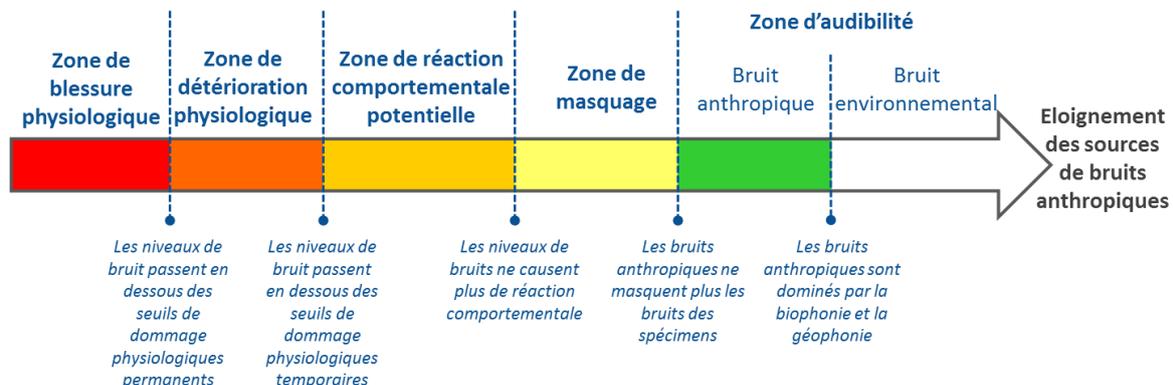
HIERARCHISATION DES RISQUES SONORES

Les risques potentiels sont d'autant plus importants que les individus se trouvent à proximité d'une ou plusieurs sources de bruit et sont exposés à un bruit intense. Une hiérarchisation des risques sur un axe de niveau de bruit décroissant a été établie partir de la littérature et des capacités scientifiques et techniques actuelles à quantifier les distances de risques pour des projets offshore. Au fur et à mesure que les niveaux de bruit se réduisent, les zones de risques changent de natures :

- ▶ une **zone de blessure physiologique** qui correspond à une zone dans laquelle les niveaux de bruit dépassent les seuils de dommage physiologiques permanents, provoquant des lésions irréversibles (PTS : *Permanent Treshold Shift*) ; ces lésions peuvent, dans les cas extrêmes, être létales ;
- ▶ une **zone de détérioration physiologique** qui correspond à une zone dans laquelle les niveaux de bruit sont susceptibles de provoquer des dommages physiologiques temporaires provoquant des lésions réversibles (TTS : *Temporary Treshold Shift*). Les cellules retrouvent leur état initial après un certain temps hors d'une exposition importante au bruit ;
- ▶ une **zone de réaction comportementale** qui correspond à une zone dans laquelle les niveaux de bruit sont susceptibles de provoquer une gêne suffisante pour que les individus interrompent leur activité normale pour fuir la zone. Les conséquences ne sont pas directes, mais peuvent provoquer une augmentation de la consommation d'énergie individuelle, d'autant plus critique que l'individu est jeune, une interruption dans leurs activités de chasse ou de socialisation ou bien encore un changement forcé d'habitat. In fine, les impacts peuvent être ressentis à l'échelle des individus et de la population ;
- ▶ une **zone de masquage**, qui intervient lorsque les sons émis et reçus par les spécimens (utiles dans leurs activités de chasse, de communication, de socialisation ou d'évitement des prédateurs) sont couverts par les bruits anthropiques. Ce type d'effet est pertinent pour les bruits continus. Dans cette zone, le rayon d'interaction des spécimens est réduit, ce qui engendre des impacts potentiels à l'échelle des individus et de la population ;
- ▶ une **zone d'audibilité**, qui correspond à une zone dans laquelle les bruits anthropiques, biologiques et naturels sont perçus par les individus, sans pour autant causer d'effet particulier connu.

Le passage d'une zone de risque à l'autre correspond au franchissement d'un seuil biologique fourni, le cas échéant, par la recherche et par la littérature (Dooling & Blumenrath, 2013). Ces seuils de tolérances et d'effet du bruit ne sont pas nécessairement connus pour toutes les espèces.

Figure 115 : Graduation des risques biologiques en fonction de l'éloignement à la ou les sources de bruit anthropique.



Source : Quiet-Oceans (2016) d'après Dooling & Blumenrath

CLASSIFICATION ACOUSTIQUE DES ESPECES DE MAMMIFERES MARINS DANS LA ZONE D'ETUDE

Les cétacés et les pinnipèdes peuvent être répertoriés en 4 classes en fonction de leur sensibilité auditive et de différents paramètres liés à la qualité de l'écoute (milieu de propagation, morphologie, ...) (Southall *et al.*, 2007). Chaque espèce d'une même classe présente :

- ▶ une gamme de fréquence d'audition et de sensibilité similaire ;
- ▶ des seuils de dommages temporaires et permanents identiques.

Les quatre classes de mammifères marins sont (Tableau 161) :

- ▶ Cétacés hautes fréquences ;
- ▶ Cétacés moyennes fréquences ;
- ▶ Cétacés basses fréquences ;
- ▶ Pinnipèdes.

CLASSIFICATION ACOUSTIQUE DES POISSONS ET TORTUES MARINES DANS LA ZONE D'ETUDE

Les poissons et tortues marines perçoivent les sons sous-marins de différentes manières. La classification suivante est par conséquent proposée (Popper *et al.*, 2014) :

- ▶ les espèces n'ayant pas de vessie natatoire, sensibles au déplacement des particules telles que, par exemple, la Seiche ou la Limande ;
- ▶ les espèces ayant une vessie natatoire, sensibles au déplacement des particules et potentiellement à la pression acoustique telles que, par exemple, le Rouget Barbet ;
- ▶ les espèces ayant une vessie natatoire et des cils sensitifs permettant de percevoir leur environnement, sensibles au déplacement des particules et à la pression acoustique ;
- ▶ les tortues marines ;
- ▶ les œufs et larves des poissons.

CRITERES DE DEPASSEMENT DES SEUILS

La méthode retenue repose sur une analyse absolue des niveaux d'exposition sonore et consiste à comparer les empreintes sonores de chaque atelier du projet à des valeurs absolues de seuil biologique définis pour chaque classe d'espèce. Ces seuils sont listés dans les recommandations de Southall *et al.*, 2007 et Popper *et al.*, 2014 qui constituent des consensus internationaux.

Les seuils pour les mammifères marins, repris et amendés par des études scientifiques récentes menées en 2013 par l'administration américaine (NOAA), sont synthétisés dans le Tableau 24. Ils ne sont pas applicables pour une exposition prolongée aux bruits. Les seuils pour les poissons et tortues marines sont récents. Ils sont valables pour une exposition prolongée aux bruits. Les seuils pour les invertébrés ne sont pas connus à ce jour.

Tableau 161: Synthèse des seuils de perturbation sonore pour les mammifères marins et poissons susceptibles d'être présents dans la zone d'étude.

Types d'espèces	Gamme de fréquences de perception	Bruits impulsifs Exprimés en Niveau d'Exposition Sonore Unité dB réf. 1µPa²s			Bruits continus Exprimés en Niveau de Pression Sonore Unité dB réf. 1µPa		
		Seuil de réaction	Seuil de dommage temporaire	Seuil de dommage permanent	Seuil de réaction	Seuil de dommage temporaire	Seuil de dommage permanent
Cétacés Hautes Fréquences	200Hz-180kHz	145	164	198	NC	224	230
Cétacés Moyennes Fréquences	150Hz-160kHz	NC	183	198	NC	224	230
Cétacés Basses Fréquences	7Hz-22kHz	NC	183	198	NC	224	230
Pinnipèdes dans l'eau	75Hz-75kHz	NC	171	186	NC	212	218
Tortues marines	< 0.9kHz	166	175	210	NC	NC	NC
Poissons sans vessie natatoire	< 1kHz	NC	186	219	NC	NC	NC
Poissons ayant une vessie natatoire sans cils sensitifs	< 4kHz	140	186	207	NC	158	NC
Poissons ayant une vessie natatoire avec cils sensitifs	< 1kHz	NC	186	210	NC	NC	NC
Œufs et larves de poissons	< 1kHz	NC	NC	210	NC	NC	NC
Invertébrés	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC

NC : non connu à ce jour

Source : Southall, et al., 2007, Popper, et al., 2014

7.7.11 Chiroptères

7.7.11.1 Analyse des données bibliographiques

Une analyse des données bibliographique existantes et disponibles a été menée dans un rayon d'analyse de 50 km autour de l'aire d'étude immédiate. Ce périmètre intègre 73 communes réparties sur trois départements (Vendée, Loire-Atlantique et Morbihan) dont des communes insulaires (Yeu, Noirmoutier, Hoëdic). Les données disponibles proviennent :

- ▶ De la bibliographie existante et disponible (publications scientifiques, diagnostics éoliens, volet chiroptères d'études d'impacts, etc.).
- ▶ D'une partie des bases naturalistes à savoir la base commune à la LPO Vendée et aux Naturalistes Vendéens, celle de la LPO 44, celle de Bretagne Vivante (sur l'île de Hoëdic) et celle du Groupe mammalogique breton (Boireau, GMB, 2016).

7.7.11.2 Méthodes d'acquisition de données in situ

Les inventaires menés sur la côte et les îles ont été réalisés dans l'objectif d'apporter des éléments de réponse aux questions suivantes :

- ▶ Quelle est l'importance du flux migratoire sur la côte au droit de l'aire d'étude immédiate ?
- ▶ Quelle est la phénologie de ces déplacements ?
- ▶ Quelles sont les espèces principalement contactées ?
- ▶ Existe-t-il des indices tangibles de mouvements en mer (notamment à partir des stations insulaires) ?

Trois protocoles d'acquisition de données acoustiques ont été spécifiquement mis en œuvre dans le cadre du projet, en s'appuyant sur des enregistreurs autonomes d'ultrasons (SM2Bat) :

- ▶ Enregistrements acoustiques sur la côte et les îles (trois points de suivi : un sur l'île d'Yeu, un sur l'île de Noirmoutier et un à Saint-Jean-de-Monts) ciblant les périodes clés pour les chiroptères sur deux années (2014 et 2015 pour les points de suivi sur les îles d'Yeu et de Noirmoutier). Lors de ces écoutes, les enregistreurs automatiques étaient déclenchés et arrêtés respectivement 30 mn avant et après le coucher et levé du soleil, afin de couvrir l'intégralité de la période d'activité des chiroptères ;
- ▶ Enregistrement acoustique en mer grâce à un enregistreur automatique SM2Bat installé sur un bateau de pêche professionnelle fréquentant l'aire d'étude immédiate et ses abords (3 périodes d'enregistrement continu de un mois au printemps, en été et en automne 2015 – Photographie 30 et Photographie 31) ;
- ▶ Enregistrement acoustique en mer depuis un enregistreur automatique fixé sur une bouée météocéanique (Figure 118, Photographie 32 et Photographie 33) installée au sein de l'aire d'étude immédiate : au niveau de deux emplacements successifs : l'un au centre-ouest de l'AEI du parc du 29 mars au 12 juin 2015 et l'autre à l'extrémité nord-est de l'AEI du 13 juin 2015 à mars 2016.

Les Figure 116 et Figure 117 présentent les périodes du cycle biologique des chiroptères couvertes par les enregistrements. On note que la pression d'échantillonnage ainsi mise en place permet de couvrir la quasi-totalité des phases d'activité annuelle des chiroptères, notamment les périodes de transit printanier/gestation, les périodes de mise-bas/d'élevage de jeunes et les périodes de transits automnaux / regroupement / accouplement.

Figure 116 : Périodes du cycle biologique couvertes par les stations d'enregistrement en 2014 et 2015

	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
	Hibernation		Transits printaniers/Gestation			Mise-bas/Elevage des jeunes		Transits automnaux/Accouplements		Hibernation		
Expertises menées en 2014												
Noirmoutier - port de Morin												
Yeu - pointe du But												
Saint-Jean-de-Monts												
Expertises menées en 2015												
Noirmoutier - port de Morin												
Yeu - pointe du But												

Source : BIOTOPE, LPO Vendée 2016

Figure 117 : Période du cycle biologique couverte par les enregistrements effectués en mer

	Mars 2015	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc. 2015	Janv. 2016	Fév. 2016
	Transits printaniers/Gestation			Mise-bas/Elevage des jeunes		Transits automnaux/Accouplements		Hibernation			Hibernation	
Enregistrement sur bateau de pêche (3 sessions d'un mois)												
Enregistrement sur bouée (dates de maintenance en rouge)												

Source : BIOTOPE, LPO Vendée 2016

Légende : En gris foncé : période d'enregistrement ; En gris clair (bouée) : dispositif en place mais capacités d'enregistrement altérées ou inexistantes ; Barres rouges : maintenance du dispositif sur bouée en mer

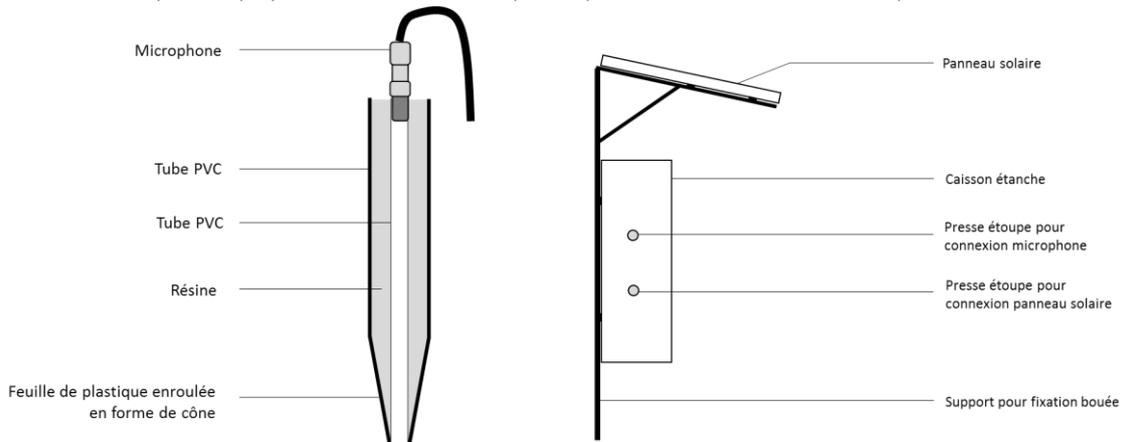
Photographie 30 Bateau de pêche sur lequel le dispositif d'enregistrement a été installé



Photographie 31 Installation du dispositif sur le bateau de pêche

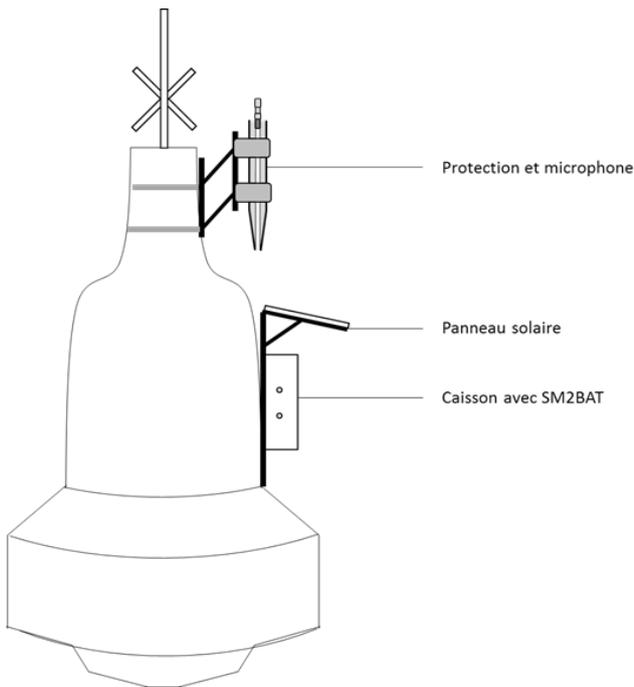


Figure 118: Schéma du support du détecteur d'ultrasons SM2BAT, alimentation et microphone # 2 (©Biotope). Les câbles ne sont pas représentés, sauf sur le microphone



Source : Biotope, 2015

Photographie 32 : Schéma du montage du détecteur et du microphone # 2 sur la bouée



Source : Biotope, 2015

Photographie 33 : Dispositif mis en place sur la bouée



Source : Fugro EMU Limited, 2015

7.7.11.3 Méthodes d'exploitation des données

Les données acoustiques collectées pour les chiroptères ont été exploitées pour :

- ▶ Préciser les espèces contactées (richesse spécifique), en fonction des stations d'enregistrement et période ;
- ▶ Evaluer les niveaux d'activité constatés en fonction des saisons et de la période la nuit ;
- ▶ Emettre des hypothèses sur les activités possibles, notamment de migration.

La méthode d'analyse des séquences enregistrées utilisée est celle développée par Michel Barataud (Barataud, 2012). Elle s'appuie également sur les connaissances décrites dans divers ouvrages (Pfalzer, 2002 ; Pfalzer & Kush, 2003 ; Russ, 2010).

Pour chaque séquence, la date et l'heure d'enregistrement ont été notées, la date retenue étant celle du début de nuit. Les données ont ensuite été agrégées par la méthode dite de la « minute positive ». Cette méthode consiste à recenser le nombre de minutes de présence d'une espèce ou d'un groupe d'espèces. Elle permet de comparer les différents sites échantillonnés sur une couverture temporelle comparable, tout en ne surestimant pas l'activité, du fait par exemple du comportement des chauves-souris tournant autour d'une station d'enregistrement.

7.7.11.4 Méthodes d'évaluation des enjeux

L'évaluation des enjeux relatifs aux chiroptères intègre des ajustements spécifiques, au regard des particularités propres à ce groupe et des données disponibles.

7.7.11.4.1 Evaluation de la valeur patrimoniale (critère "Valeur")

Afin de générer un classement des espèces selon leur valeur patrimoniale, un système de notation a été réalisé en s'appuyant sur les deux listes rouges suivantes :

- ▶ Liste rouge Europe (UICN Red list, version 3.1, 2015) ;
- ▶ Liste rouge France (UICN France, MNHN, SFEPM & ONCFS, 2009).

Il a été fait volontairement le choix d'exclure les listes régionales afin de concentrer l'évaluation de la valeur patrimoniale sur les populations d'espèces à une échelle biogéographique plus large, représentative des espèces susceptibles d'être rencontrées (migration notamment).

Pour chaque liste rouge, une note a été définie selon les niveaux de patrimonialité. Le Tableau 162 reprend la définition de chaque note.

Tableau 162: Note attribuée aux critères des listes rouges et autres statuts utilisés

Liste rouge / Statuts	Critère	Note attribuée
Liste rouge Europe Liste rouge France	En danger critique En danger	4 points
	Vulnérable	3 points
	Quasi menacé Données insuffisantes	2 points
	Préoccupation mineure Non applicable	1 point

La note relative au critère « Valeur » a été obtenue en sommant les notes attribuées à chaque statut liste rouge pour une espèce donnée (note LR Europe + note LR France). La note maximale affectée est de 6 pour ce critère ; cette note est attribuée aux espèces pour lesquelles la somme des deux notes de liste rouge est égale ou supérieure à 6. Il est important de noter que pour l'ensemble des espèces prises en compte dans l'étude, le statut le plus défavorable observé est « Vulnérable ».

7.7.11.4.2 Evaluation de l'intérêt des aires d'étude pour l'élément considéré (critère "Localisation")

Le critère « Localisation » a pour objectif de contextualiser l'évaluation des niveaux d'enjeux à une échelle locale. L'évaluation de l'intérêt des aires d'étude est basée sur deux sous-critères :

- ▶ le caractère migrateur des espèces et leur propension à utiliser le milieu marin au cours de leurs déplacements ou activités (par exemple pour la recherche alimentaire) ;
- ▶ les résultats des expertises menées dans le cadre de la présente étude, en fonction de la fréquence et de la localisation des contacts obtenus.

Pour chacun de ces sous-critères des notes ont été attribuées pour chaque espèce. Un poids plus important a été affecté aux données générales concernant le caractère migrateur et l'affinité marine des espèces.

Tableau 163: Informations utilisées pour la notation du critère « Localisation »

Information	Critère localisation	Note attribuée
Caractère migrateur des espèces et propension à survoler / exploiter le milieu marin	Espèce migratrice au long cours connue pour exploiter ou survoler régulièrement le milieu marin	4 points
	Espèce migratrice au long cours connue pour exploiter ou survoler occasionnellement le milieu marin Espèce migratrice régionale ou sédentaire connue pour exploiter ou survoler régulièrement le milieu marin	3 points
	Espèce migratrice régionale ou sédentaire montrant des activités réduites pour le milieu marin (généralement uniquement sur le littoral)	2 points
	Espèce résidente et montrant une faible utilisation du milieu marin	1 point
Résultats des expertises menées dans le cadre de l'étude	Espèce régulièrement contactée lors des inventaires sur la côte, les îles et/ou en mer	2 points
	Espèce contactée à quelques reprises lors des inventaires sur la côte, les îles et/ou en mer	1 point
	Espèce non contactée lors des inventaires sur la côte, les îles et/ou en mer	0 point

La note finale du critère « Localisation » est obtenue en sommant les notes spécifiques aux deux paramètres pris en compte. La note du critère « Localisation » est donc basée sur une échelle de valeur de 1 à 6 points, ce qui constitue une adaptation par rapport à la méthode standard afin, d'une part, de valoriser les données d'observation et connaissances sur le caractère migrateur des espèces et, d'autre part, de s'affranchir des difficultés à évaluer le troisième critère (« Evolution »).

7.7.11.4.3 Evaluation de la tendance démographique (critère "Conséquence de l'évolution")

Les tendances d'évolution des espèces de chiroptères sont très mal connues à l'échelle européenne (et plus encore à l'échelle nationale). La détermination des statuts listes rouge intègre déjà la notion d'évolution des populations ; ainsi, chaque espèce dispose d'une évaluation des tendances européennes associée à la liste rouge Europe (IUCN Red list, V 3.1 2015), bien que pour de nombreuses espèces les tendances soient inconnues.

Des tendances d'évolution de certaines espèces de chauves-souris ont été identifiées en France par l'Observatoire national de la Biodiversité (ONB), à travers un indicateur « Taux d'évolution de l'abondance des chiroptères métropolitains » (site internet : <http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/indicateurs/evolution-des-populations-de-chauves-souris>, consulté le 05/02/2016).

Il a donc été fait le choix de ne pas intégrer de note spécifique au critère « Evolution ». Toutefois, pour les espèces dont les tendances démographiques sont jugées défavorables en Europe (« Dégradation » selon la liste rouge européenne UICN, V 3.1 2015) ou en France (en l'état des travaux de l'ONB), un bonus de +1 a été ajouté à la somme des notes des critères « Valeur » et « Localisation ».

7.7.11.4.4 Evaluation du niveau d'enjeu

L'évaluation de la note d'enjeu est basée sur les deux critères principaux suivants :

- ▶ Valeur (note sur 6) ;
- ▶ Localisation (note sur 6).

Ces deux notes ont été sommées, permettant d'arriver à une note sur 12.

Comme décrit précédemment, un bonus de +1 a été affecté aux espèces dont la tendance d'évolution des populations est jugée défavorable à l'échelle européenne (« dégradation » selon UICN Liste rouge, V 3.1 2015).

Les notes obtenues sont ensuite retranscrites en niveau d'enjeu qualitatif selon la grille suivante :

- ▶ **Enjeu fort** : note de 10 ou plus ;
- ▶ **Enjeu moyen** : note de 7 à 9 ;
- ▶ **Enjeu faible** : note de 4 à 6 ;
- ▶ Enjeu négligeable : note de 3 ou moins.

1.1.1.2 Méthodes d'évaluation des impacts

La méthode d'évaluation des impacts est similaire à celle utilisée pour l'avifaune et les mammifères marins et correspond plus généralement à la méthode standard définie dans le cadre de cette étude d'impact sur l'environnement. Elle est basée sur la prise en compte de trois éléments : le niveau d'enjeu (déterminé dans le cadre de l'état initial), la sensibilité à l'effet et la caractérisation de l'effet (paragraphe 7.3.2, 7.7.9.5).

A noter que l'évaluation de la sensibilité a été réalisée à dire d'expert au vu des spécificités des chiroptères et de leurs activités en milieu marin et sur la base des caractéristiques des espèces et des retours d'expérience.

7.8 Méthodologie d'analyse des sensibilités paysagères

La première étape dans la réalisation de cette étude a consisté à analyser attentivement les cartes IGN (Institut Géographique National) du territoire aux différentes échelles (1/100 000 et 1/25 000) pour mettre en évidence les principales caractéristiques du paysage, en particulier l'organisation du relief, le réseau hydrographique, l'occupation du sol, l'urbanisation, etc.

Des recherches bibliographiques basées sur l'analyse d'études ou d'ouvrages existants sur la région, ont ensuite complété les informations recueillies à partir de cette analyse cartographique. La bibliographie intègre notamment l'atlas des paysages des Pays de la Loire dans la version validée de fin juin 2016.

La troisième étape a porté sur des observations de terrain. Elles ont permis de compléter l'analyse cartographique et la recherche bibliographique afin de caractériser et hiérarchiser les sensibilités.

Les photographies et les cartes constituent les supports de base pour décrire et définir les enjeux des paysages face aux aménagements.

Un bloc-diagramme permet également de décrire les structures paysagères et le fonctionnement du paysage autour de l'aire d'étude. Six blocs-diagrammes proviennent de l'atlas paysager de Loire-Atlantique ; quatre nouveaux ont été réalisés car ils n'existaient pas sur la Vendée.

L'établissement de l'état initial permet de hiérarchiser les enjeux du territoire, par unité paysagère. Les critères retenus sont explicités dans la figure suivante. La reconnaissance des paysages étant indissociables de leur caractère patrimonial, la synthèse est à la fois paysagère et patrimoniale. Le niveau d'enjeu final de l'unité est le résultat du croisement entre ces différents critères et leurs niveaux.

Figure 119 : Critères et niveaux d'enjeu retenus pour la synthèse des enjeux paysages et patrimoniaux

Niveau d'enjeu	fort	moyen	faible	négligeable
Distance à l'AEI	20 km			40 km
Visibilité vers l'AEI	Visibilité sur le grand côté de l'AEI		Visibilité sur le petit côté de l'AEI	
Présence d'éléments patrimoniaux	Grande densité d'éléments du patrimoine (MH, sites, AVAP...) Visibilité forte sur l'AEI		Faible densité d'éléments du patrimoine (MH, sites, AVAP...) Visibilité nulle sur l'AEI	
Reconnaissance sociale (tourisme, plaisance)	Fréquentation élevée (stations balnéaires, tourisme...)		Fréquentation limitée (stations balnéaires, tourisme...)	

Source : Abiès, 2016

7.9 Méthodologie propre au patrimoine

7.9.1 Différents éléments du patrimoine réglementé

7.9.1.1 Les Monuments historiques

Aux termes de la loi du 31 décembre 1913 sur les monuments historiques et de ses textes modificatifs, les procédures réglementaires de protection d'édifices sont de deux types et concernent :

- ▶ « les immeubles dont la conservation présente, du point de vue de l'histoire ou de l'art, un intérêt public » ; ceux-ci peuvent être classés parmi « les monuments historiques en totalité ou en partie par les soins du ministre » chargé de la culture (article 1er) ;
- ▶ « les immeubles qui, sans justifier une demande de classement immédiat, présentent un intérêt d'histoire ou d'art suffisant pour en rendre désirable la préservation » ; ceux-ci peuvent être inscrits sur l'inventaire supplémentaire des monuments historiques par arrêté du préfet de région (article 2 modifié par décret du 18 avril 1961).

Un champ de visibilité de 500 m est défini autour de ces monuments, c'est-à-dire que tout paysage ou édifice situé dans ce champ est soumis à des réglementations spécifiques en cas de modification. Est considéré par la loi comme étant dans le champ de visibilité tout autre immeuble, nu ou bâti, visible du monument ou visible en même temps que lui et situé dans un périmètre (en fait, un rayon selon la jurisprudence) n'excédant pas 500 mètres.

Un monument, c'est aussi l'impression que procurent ses abords. D'où la vigilance qui s'impose à l'égard des projets de travaux dans le champ de visibilité des monuments historiques.

7.9.1.2 Les sites protégés

La loi du 2 mai 1930 intégrée depuis dans les articles L 341-1 à L 341-22 du code de l'environnement permet de préserver des espaces du territoire français qui présentent « un intérêt général du point de vue scientifique, pittoresque et artistique, historique ou légendaire ».

Elle comprend deux niveaux de servitudes :

- ▶ les sites classés dont la valeur patrimoniale justifie une politique rigoureuse de préservation. Le classement est une protection forte qui correspond à la volonté de maintien en l'état d'un site désigné, ce qui n'exclut ni la gestion ni la valorisation. Généralement consacré à la protection de paysages remarquables, le classement peut intégrer des espaces bâtis qui présentent un intérêt architectural et sont des parties constitutives du site. Les sites classés ne peuvent être ni détruits ni modifiés dans leur état ou leur aspect sauf autorisation spéciale. Celle-ci en fonction de la nature des travaux est soit de niveau préfectoral ou soit de niveau ministériel. En site classé, le camping et le caravanning, l'affichage publicitaire, l'implantation de lignes électriques et téléphoniques aériennes nouvelles sont interdits.
- ▶ les sites inscrits dont le maintien de la qualité appelle une certaine surveillance. L'inscription à l'inventaire supplémentaire des sites constitue une garantie minimale de protection. L'architecte des bâtiments de France émet un avis simple sur les projets de construction et les autres travaux et un avis conforme sur les projets de démolition.

Limitée à l'origine à des sites ponctuels tels que cascades et rochers, arbres monumentaux, chapelles, sources et cavernes, l'application de la loi du 2 mai 1930 s'est étendue à de vastes espaces formant un ensemble cohérent sur le plan paysager tels que villages, forêts, vallées, gorges et massifs montagneux.

Les sites classés et les sites inscrits correspondent à des servitudes d'utilité publique qui doivent être reportées au plan local d'urbanisme. Les enjeux du paysage doivent être pris en compte au sein des périmètres des sites, mais aussi à leurs abords (en particulier les zones en covisibilité avec un site classé, ou visible du site, ou cônes de vision vers le site...) ; les orientations du PLU doivent être cohérentes avec ces enjeux.

7.9.1.3 Les Aires de Mise en Valeur de l'Architecture et du Patrimoine (AVAP) (ex-Zones de Protection du Patrimoine Architectural, Urbain et Paysager - ZPPAUP)

Une aire de mise en valeur de l'architecture et du patrimoine (AVAP) est une servitude d'utilité publique ayant pour objet de « promouvoir la mise en valeur du patrimoine bâti et des espaces ». Les AVAP ont été instituées par la loi Grenelle II du 12 juillet 2010 en remplacement des zones de protection du patrimoine architectural, urbain et paysager (ZPPAUP). Elles se substituent aux ZPPAUP en intégrant les objectifs du développement durable. Elle propose ainsi une meilleure prise en compte des enjeux environnementaux, notamment ceux relatifs à l'énergie, et une meilleure concertation avec la population. Afin d'articuler plus fortement la mise en valeur du patrimoine avec l'ensemble des composantes de l'aménagement elle crée les conditions d'une plus forte coordination avec le plan local d'urbanisme (PLU).

Les AVAP ne sont pas des documents d'urbanisme, mais constituent un ensemble de prescriptions, au service d'un projet de protection et de développement durable, à l'origine de servitudes d'utilité publique.

Les AVAP peuvent être créées sur des quartiers, des espaces bâtis, des sites non bâtis ou des paysages, situés autour de monuments historiques ou non, pour des motifs d'intérêt culturel, architectural, urbain, paysager, historique ou archéologique. Ces espaces peuvent n'avoir jamais fait l'objet d'une mesure de protection.

Elles ont pour objet la mise en valeur du patrimoine bâti et des espaces dans le respect du développement durable.

Ayant un objet voisin des autres dispositifs de protection relevant du patrimoine naturel ou bâti, elles ne s'y superposent généralement pas.

La création d'une AVAP est sans incidence sur le régime de protection propre aux immeubles inscrits ou classés au titre des monuments historiques situés dans son périmètre. En revanche l'AVAP suspend les effets de la servitude des abords de monuments historiques à l'intérieur de son territoire. Au-delà de ses limites, la servitude continue de s'appliquer, à la différence de la ZPPAUP.

La création d'une AVAP n'a aucun effet sur l'application des servitudes de sites classés dans lesquels les demandes d'autorisation de travaux sont soumises à déclaration ou à autorisation au titre du code de l'environnement. Les effets d'un site inscrit sont suspendus dans le périmètre d'une AVAP, ils demeurent dans la partie du site éventuellement non couverte par l'aire.

Une AVAP ne peut se superposer à un secteur sauvegardé. Secteurs sauvegardés et AVAP peuvent en revanche être contigus⁷⁸.

⁷⁸ Denis Berthelot - Maître de conférences à l'Institut d'aménagement régional (IAR) d'Aix-en-Provence - Université Paul Cézanne - Aix-Marseille III, <http://www.outil2amenagement.certu.developpement-durable.gouv.fr/avap-aires-de-valorisation-de-l-architecture-et-du-r261.html> consulté le 24/02/2016

7.9.2 Prise en compte du patrimoine réglementé dans l'étude

Sur la base des inventaires du patrimoine existants (Base Mérimée, données de la Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement), un inventaire dédié à l'aire d'étude éloignée est effectué. Chaque élément de patrimoine réglementé est ainsi analysé (distance, situation de visibilité vers l'extérieur, reconnaissance institutionnelle). Les enjeux sont ensuite établis selon un système de coefficients (avec les limites que cela comporte concernant les sites surfaciques, qui peuvent présenter plusieurs types de situations).

Ces coefficients prennent en compte :

- ▶ La visibilité de l'élément de patrimoine : visibilité vers l'AEI et covisibilité avec l'AEI (mise en relation par un même regard du patrimoine et de l'AEI) ;
- ▶ La distance de l'élément de patrimoine à l'aire d'étude immédiate (pour des éléments étendus, la distance retenue est la distance la plus courte entre l'enjeu patrimonial et l'AEI) ;
- ▶ La reconnaissance sociale éventuelle (renseignée uniquement pour les éléments présentant une visibilité vers l'AEI) : tourisme, balnéaire ou autre, référencé sur les cartes IGN.

La somme de ces coefficients indique le niveau d'enjeu final ; le coefficient de la visibilité est un multiplicateur de l'addition des autres coefficients (de manière à avoir un enjeu nul quand la visibilité est nulle).

Les tableaux suivants explicitent les coefficients appliqués en fonction de la thématique.

Tableau 164 : Coefficients pour la définition des sensibilités patrimoniales (monuments historiques)

Visibilité	Distance	Reconnaissance	Enjeu
	> 40 km = 0	Aucune = 0	0 = nul
Nulle = 0	Entre 30 et 40 km = +1	Edifice remarquable (présence de l'édifice sur les cartes IGN) = +1	[1-3] = faible
Visibilité = x1	Entre 20 et 30 km = +2	Tourisme (présence de l'édifice sur les cartes IGN et/ou fréquentation touristique avérée) = +2	[4 - 6] = modéré
Visibilité + covisibilité = x2	< 20 km = +3		> 6 = fort

Source : Abiès, 2016

Tableau 165 : Coefficients pour la définition des sensibilités patrimoniales (sites inscrits, classés, AVAP)

Visibilité	Distance	Reconnaissance	Enjeu
	> 40 km = 0	Aucune = 0	0 = nul
Nulle = 0	Entre 30 et 40 km = +1	Tourisme existant (mention sur cartes) = +1	1/2 = faible
Visibilité = x1	Entre 20 et 30 km = +2	Tourisme fortement présent (chemins, plages) = +2	3/4 = modéré
Visibilité + covisibilité = x2	< 20 km = +3		> 4 = fort

Source : Abiès, 2016

7.9.3 Logiciels spécifiques utilisés pour l'évaluation des impacts

Pour décrire ces impacts, deux outils particuliers sont utilisés :

- ▶ des cartes d'impact visuel, résultant d'un calcul de visibilité (y sont cartographiés les zones qui auront une visibilité sur les éoliennes) ;
- ▶ des photomontages montrant l'aménagement une fois construit.

7.9.3.1 Le calcul de visibilité : Cartographie Approfondie de Visibilité des Eoliennes (CAVE)

7.9.3.1.1 Objectifs

L'outil CAVE développé par Abies reprend les paramètres « classiques » d'une étude de visibilité en prenant en compte l'occupation du sol globale (présence d'écrans végétaux significatifs comme les bois) et la topographie mais il pondère la visibilité par la distance, afin de retranscrire au mieux la diminution de l'empreinte visuelle du parc en fonction de son éloignement.

7.9.3.1.2 Principes méthodologiques

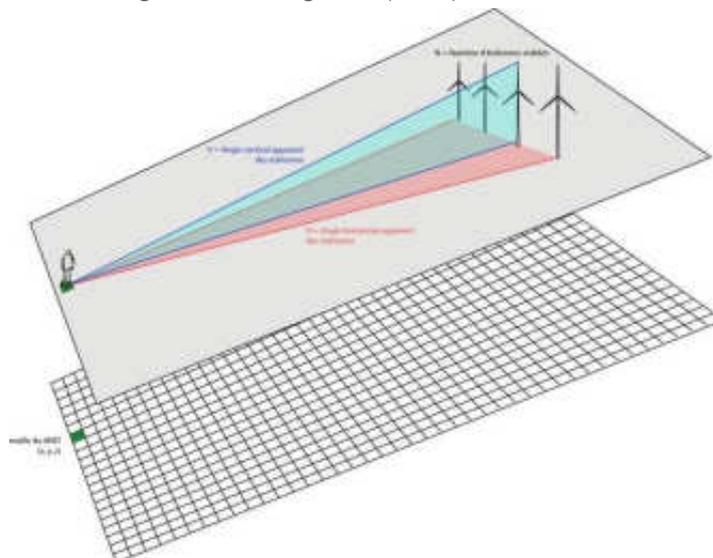
Cet outil développé par Abies s'appuie sur l'utilisation complémentaire de deux logiciels SIG (MapInfo Professional 10.0 et son extension Vertical Mapper et ArcGIS Desktop 10.0) et des données cartographiques détaillées :

- ▶ un Modèle Numérique de Terrain (MNT) issu de la BD ALTI de l'IGN pour la définition du relief. Ce modèle est retranscrit sous la forme d'un maillage du territoire qui permet d'associer une altitude moyenne à chaque point espacé de 75 m ;
- ▶ l'appréciation de la hauteur de la végétation à partir de l'occupation du sol issue de la couche Corine Land Cover ; seuls les boisements sont pris en compte dans le calcul (les haies ne sont pas cartographiées). Une hauteur standard (10 m) est affectée à la végétation qui constitue un masque visuel sur le territoire ;

L'outil CAVE calcule en chaque maille du MNT trois valeurs :

- ▶ le nombre d'éoliennes visibles (E) en chaque point du territoire ;
- ▶ l'angle vertical (V) : c'est-à-dire la plus grande hauteur de l'éolienne visible ;
- ▶ l'angle horizontal (H) : c'est à dire l'étendue horizontale du parc ramenée à la distance d'observation, quelle que soit l'organisation de son implantation.

Figure 120 : Les grands principes du calcul



Source : Abiès, 2016

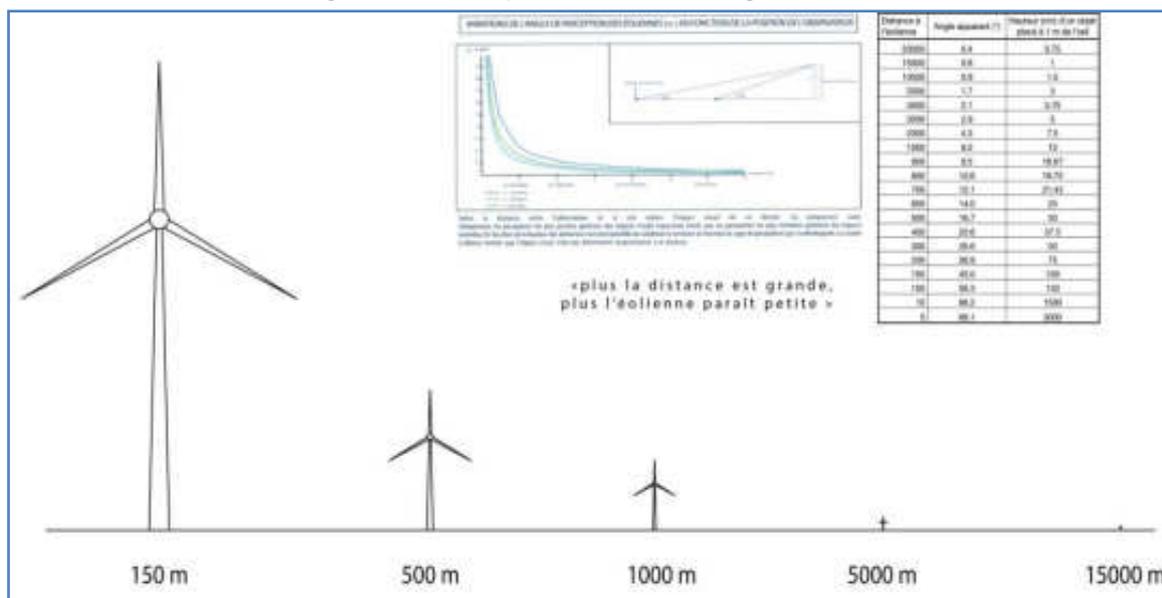
NOMBRE D'ÉOLIENNES VISIBLES

A la manière des logiciels classiquement utilisés, l'outil CAVE calcule, en chaque point du territoire d'étude, le nombre d'éolienne(s) potentiellement visible(s). Ceci quelle que soit la distance aux éoliennes.

ANGLE VERTICAL

L'outil CAVE calcule l'angle vertical apparent du parc éolien ; cette information est une traduction directe de l'éloignement entre l'observateur et les éoliennes considérées puisque une éolienne sera vue sous un angle vertical apparent d'autant plus faible qu'elle est éloignée.

Figure 121 : Principe de calcul de l'angle vertical



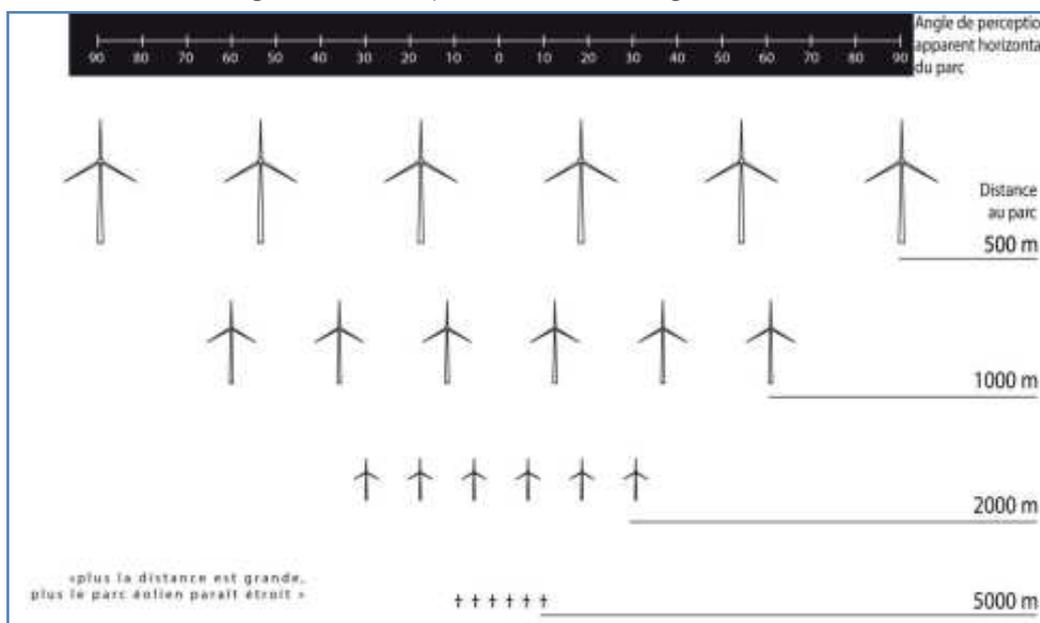
Source : Abiès, 2016

Cet angle vertical tient compte des masques visuels éventuels : ainsi, par exemple, si un bois s'interpose entre les éoliennes et l'observateur, seule une partie de l'éolienne sera visible (et la hauteur visible d'éolienne sera moindre).

ANGLE HORIZONTAL

L'outil CAVE calcule également l'angle horizontal apparent du parc éolien, c'est-à-dire le champ visuel horizontal occupé par le parc. Cet angle est également fonction de la distance entre l'observateur et le parc, mais aussi de l'organisation du parc (ainsi une ligne d'éoliennes vue de profil occupe un faible angle horizontal par rapport à une ligne d'éoliennes vue de face).

Figure 122 : Principe de calcul de l'angle horizontal



Source : Abiès, 2016

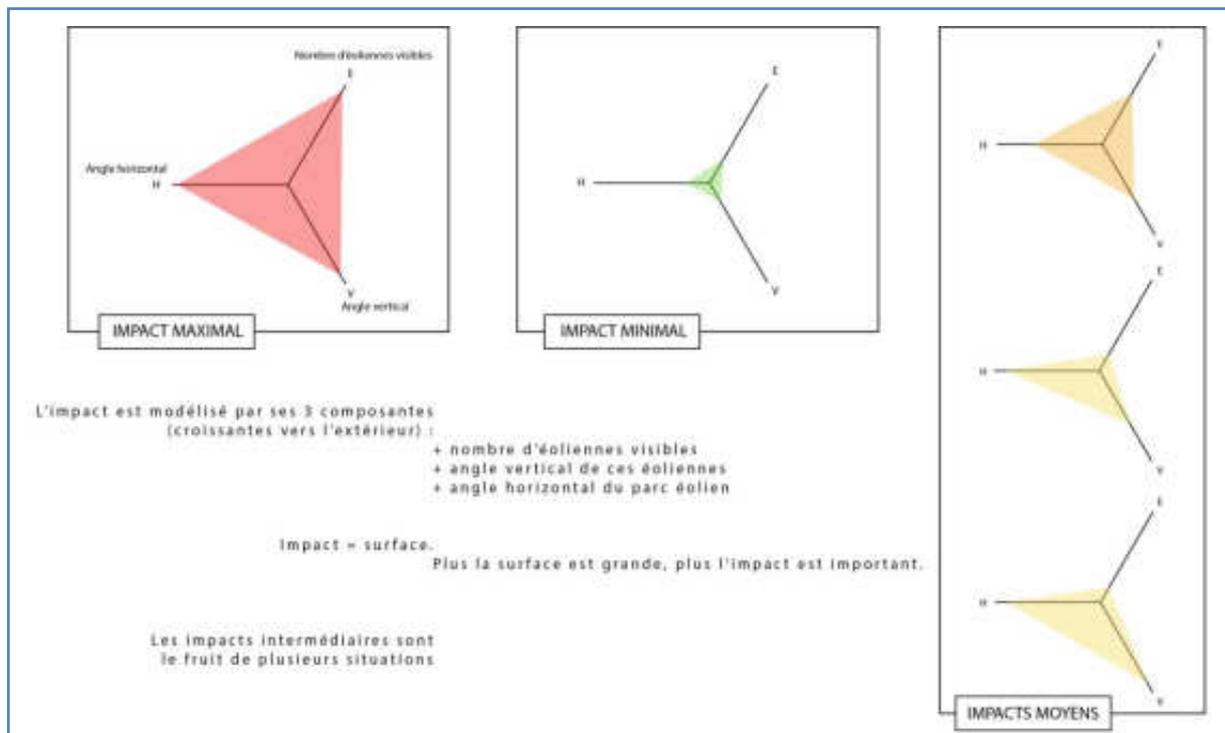
7.9.3.1.3 Cartographie de synthèse

Les différents calculs aboutissent à la création de cartes intermédiaires, par thématique :

- ▶ carte du nombre d'éoliennes visibles ;
- ▶ carte de la hauteur d'éolienne visible ;
- ▶ carte de l'angle vertical apparent des éoliennes ;
- ▶ carte de l'angle horizontal apparent du parc éolien.

La cartographie de synthèse présente une fusion de ces différentes cartes. Elle zone le territoire en fonction de l'impact visuel du parc éolien. Elle peut être représentée en fonction de l'impact maximal potentiel du parc éolien (les valeurs en chaque point du territoire sont ramenées aux valeurs maximales d'impact, c'est-à-dire à la situation où toutes les éoliennes sont visibles, selon des angles vertical et horizontal maximaux, soit grosso-modo la vue au pied des éoliennes). On obtient ainsi un pourcentage de l'impact maximal potentiel.

Figure 123 : Principe de la synthèse des différents calculs de visibilité



Source : Abiès, 2016

Le résultat obtenu est une carte avec des empreintes visuelles dégradées suivant les différents paramètres utilisés. La simple carte des impacts visuels qui donnait des valeurs « tout ou rien » est remplacée par une carte plus précise où les différents secteurs du territoire sont clairement différenciés. Cette analyse permettra de situer les photomontages par rapport à ces critères, et donc d'argumenter sur leur représentativité.

Cette carte a également l'avantage de présenter des impacts relatifs sur un territoire. L'impact sera toujours décrit par rapport aux impacts maximaux et minimaux.

7.9.3.2 Les simulations visuelles

7.9.3.2.1 Objectifs et limites

Un photomontage doit permettre à un observateur du document de se faire une opinion, aussi précise que possible, de la perception visuelle d'un parc éolien dans son environnement.

Un photomontage traduit la perception visuelle à partir d'un point précis, dans l'environnement localisé et figé de la prise de vue, dans les conditions d'éclairage et de météorologie du moment. Ainsi il ne rend pas compte de la perception à un autre point (même parfois proche), ni à un autre moment de la journée ou de l'année. La couleur des éoliennes est proche de celle indiquée par le développeur, mais son rendu peut varier en fonction des paramètres de lumière imposés par la position solaire.

Notre acuité visuelle est en réalité concentrée sur un secteur de faible amplitude (de l'ordre du degré). Cependant, le mouvement rapide de la pupille permet la construction de l'image centrale de notre vue avec une vue périphérique pouvant s'étendre jusqu'à 120°.

Notre champ visuel, lorsque nous regardons devant nous, sans mouvement de tête, se situe autour de 60° x 35°. Cette valeur est approximative mais présente un bon compromis en offrant un angle horizontal plus important qu'une photographie unique (sur la base d'une focale de 50 mm pour un capteur 24x36) et un rapport largeur/hauteur adapté à la vue binoculaire (proche du format 16:9). Pour permettre de reproduire ce champ visuel, les simulations doivent être réalisées sur des vues panoramiques.

Il est communément admis que les photographies obtenues à l'aide d'un objectif de focale 50 mm (24x36) respectent la vue humaine. Les dimensions d'un capteur APS-C sont 15,8 x 23,6 mm, imposent une focale de 28,4 mm et c'est donc une focale de 28 mm qui est utilisée (équivalent à 42 mm en 24x36). Il est important de souligner que le point de focalisation du regard est également très différent entre la vue réelle et l'observation d'un document imprimé et placé à quelques décimètres.

7.9.3.2 Prises de vue et montage des panoramiques

La localisation des points de vue est déterminée sur la base de l'analyse paysagère. La marge de manœuvre sur site est généralement celle permettant d'obtenir le point de vue le plus défavorable (impact le plus fort), dans la limite du cohérent et du but recherché par le choix du paysagiste (élément de patrimoine, covisibilité, voie de circulation...).

Les photographies ont été réalisées avec un appareil photo numérique (APN1 APS-C) NIKON D90 au format JPEG/RAW résolution 4288 x 2848 pixels (12Mpx) en orientation paysage. La focale utilisée est fixe et d'une longueur de 28mm. L'angle de vue vertical est d'environ 31°.

A chaque point de vue, une série de photographies est réalisée de façon à produire un assemblage panoramique en projection cylindrique de la scène. Pour ce faire, l'APN est monté sur une tête panoramique installée sur un trépied. Avant la prise de vue, la planéité est réglée à l'aide d'un niveleur à 3 points et vérifiée par niveau à bulle monté sur le sabot flash de l'APN. Dans le cas des photomontages en mer, les 360° du champ visuel sont couverts. Ceci permet de bénéficier de tous les points de repères visibles depuis le point de vue et indispensables au bon recalage.

Pour chaque prise de vues, les coordonnées de positionnement sont relevées par GPS. Le secteur à photographier est défini à l'aide d'un GPS de randonnée dans lequel la position des éoliennes a été préalablement enregistrée. De cette façon, le GPS indique l'azimut magnétique des éoliennes par rapport au point d'observation. Dans le cas de prise de vues réalisées depuis la mer, la prise de vue se fait à main levée afin de limiter les effets de houle et de préserver un horizon aussi plan que possible.

Des prises de vues nocturnes peuvent être réalisées. La méthodologie est similaire aux prises de vues diurnes. Une attention particulière est portée sur les repères lumineux disponibles (phares, tourelles, balises lumineuses). Une prise de vue diurne à la même position peut être utilisée.

L'APN est monté sur une tête panoramique afin de supprimer les problèmes de parallaxe. La tête est elle-même fixée sur un niveleur 3 points afin de régler le plan de rotation de l'APN à l'horizontal. Ce réglage est vérifié par un niveau à bulles placé sur le sabot flash. Ce réglage est utile pour placer l'horizon numérique

Des points de repère sont relevés ainsi que les relevés azimutaux pour chaque point de vue. On choisit en priorité les repères répartis autour du site, visibles et, si possible, identifiés.

L'assemblage des photographies en vue panoramique est réalisé à l'aide du logiciel HUGIN. Une fois la vue panoramique réalisée, des ajustements de luminosité et/ou de contraste sont faits pour donner une image agréable, détaillée et réaliste. Le ciel et le sol sont parfois traités de manière différenciée de façon à faire apparaître des détails dans ces deux zones du paysage. L'horizon peut-être parfois retouché afin de faire apparaître plus nettement la ligne d'horizon et de simuler une visibilité lointaine.

7.9.3.2.3 Réalisation du photomontage

Le travail de rendu photo-réaliste est principalement réalisé à l'aide du logiciel Resoft Windfarm R4.2. Il peut néanmoins être mené avec un logiciel 3D (Blender) pour les éléments non pris en compte par Resoft Windfarm R4.2 comme les fondations jacket ou les flashes des balises de signalisation.

Le modèle numérique de terrain est de préférence la BDalti50 de l'IGN pour assurer une bonne précision. Le MNE du SRTM peut également être utilisé. La différence sera sensible au niveau du trait de côte. Des retouches peuvent être nécessaires pour la bonne correspondance des altitudes.

Resoft Windfarm R4.2 ne tient pas compte du marnage. Il convient alors d'utiliser différents fichiers topographiques dont les altitudes auront été augmentées ou diminuées pour que le différentiel altitude moins hauteur d'eau corresponde aux valeurs réelles au moment de la prise de vue. La hauteur des éoliennes (partie fondation émergée) est alors ajustée en conséquence.

Le panoramique est introduit dans Resoft Windfarm R4.2. En plus des éoliennes, le modèle numérique contient les repères connus. Ainsi, par approximations successives, le panorama est recalé en faisant correspondre les repères visibles (et connus) présents dans le champ visuel étudié. Une fois l'azimut réglé, l'horizon est ajusté, soit sur le relief numérique s'il est visible, soit sur les repères dont on connaît la hauteur (antennes, château d'eau, clochers, terrain...). Enfin, la rotation de l'image est ajustée généralement en fonction de la topographie ou des détails présents dans le panorama. Une fois ces réglages réalisés, l'image est ajustée en hauteur et rechargée dans Resoft Windfarm R4.2.

Le rendu photo-réaliste de Resoft Windfarm R4.2 est basé sur le réglage des paramètres de lumière ambiante, diffuse et spéculaire. La position solaire est prise en compte pour le calcul des ombres et des surfaces éclairées. Ces réglages sont limités mais offrent des résultats acceptables et réalistes dans la plupart des situations.

Les rotors sont fréquemment face aux vents dominants, mais peuvent être positionnés face à l'observateur (pour maximiser la visibilité) ou bien tenter de rester dans les vents dominants tout en offrant une orientation de trois-quarts, jugée plus naturelle.

L'image ainsi obtenue est traitée dans un éditeur d'image pour faire disparaître les parties des éoliennes qui se trouvent masquées derrière des obstacles végétaux, bâtis, etc...

L'image obtenue est le photomontage.

Resoft Windfarm R4.2 ne prend pas en charge l'affaiblissement de visibilité en fonction de la distance, telle qu'elle pourrait être ressentie en situation brumeuse. Ce travail peut néanmoins être mené a posteriori. Resoft Windfarm R4.2 prend en charge la courbure terrestre (par défaut) et la réfraction atmosphérique (si nécessaire). Ce logiciel ne prend pas en charge le rendu des fondations treillis (jacket). Ce travail doit être réalisé a posteriori à l'aide d'un logiciel 3D.

Le photomontage représente le projet de façon fiable en ce qui concerne les aspects dimensionnels (hauteur, emprise, etc...). En revanche le rendu visuel, même s'il s'appuie sur des éléments concrets (orientation solaire, couleur des matériaux, etc...), est « une vue d'artiste » directement liée au ressenti visuel de son créateur et à son interprétation des conditions naturelles qui auraient présidées au rendu de cette image.

L'observation du photomontage à plat est possible compte tenu de l'amplitude limité du champ visuel, cependant l'observation courbée est toujours préférable. Il s'agit de courber le photomontage selon un arc de cercle équivalent au champ visuel du photomontage (90°) en le courbant selon un quart de cercle et placer le regard au centre. Dans cette situation, les échelles sont bien retranscrites et l'image occupe le même espace qu'en situation réelle.

Sur écran électronique, la distance d'observation adaptée est indiquée afin de respecter les échelles et favoriser une perception juste du projet.

7.9.3.2.4 Document de présentation

La présentation des photomontages doit être faite d'une manière appropriée. Deux paramètres sont à étudier avec précision et méthode :

- ▶ le champ visuel du photomontage (horizontal et vertical)
- ▶ la dimension du support de présentation

Ces deux paramètres sont liés par la distance d'observation, de façon à ce que le photomontage occupe dans le regard de l'observateur le même espace angulaire que la vue réelle.

Dans le cas de projets offshore éloignés de la côte, la distance importante du point de vue aux machines impose d'augmenter sensiblement la dimension des supports de présentation pour pouvoir décerner les éoliennes. De plus, la nature du paysage impose la représentation d'élément côtier pour faciliter la lecture. Ceci n'est possible qu'en augmentant le champ visuel représenté, qui, à son tour, contribue à élargir le support. Il s'agit alors de trouver le bon compromis entre dimensions du support, étendue du champ visuel et détail des éoliennes.

Le document de présentation doit présenter au lecteur tous les éléments nécessaires à la bonne compréhension du photomontage. On pourra notamment présenter les éléments suivants, dans la limite des possibilités de mise en page :

- ▶ Situation :
 - Cartographie générale avec point de vue et implantation
 - Cartographie de localisation du point de vue
 - Cartographie de situation du point de vue
 - Cônes d'observation et d'angle solide
 - Identification du photomontage et nom du lieu
 - Coordonnées du point de vue, y compris altitude
- ▶ Panoramique :
 - Azimut central, champ visuel horizontal et vertical
 - Type de projection
 - Référence APN
 - Vitesse / diaphragme / sensibilité iso
- ▶ Projet éolien :
 - Nombre d'éoliennes, hauteur (réf. NM), hauteur visible (y compris fondation), diamètre
 - Type de fondations
 - Orientation rotor
 - Identification de l'éolienne la plus proche, la plus éloignée, la plus à gauche, la plus à droite
- ▶ Distance aux éoliennes citées ci-dessus
 - Azimut aux éoliennes citées ci-avant
 - Angle solide horizontal du projet
 - Vue filaire du projet (topographie et éoliennes), avec ou sans fond photographique.

- ▶ Conditions météorologiques :
 - Observations du sémaphore de la Marine Nationale le plus proche
 - Mesures locale (vent, pression, température, humidité)
 - Observations locale
 - Date et heure TU
 - Azimut et hauteur du soleil
- ▶ Conditions de marnage :
 - Coefficient de marée
 - Temps avant BM/PM ou après BM/PM
 - Hauteur d'eau
- ▶ Utilisation et limites
 - Recommandations de distance et de courbure si nécessaire
 - Limites du photomontage
- ▶ Imprimante, résolution et type de papier

7.9.4 Paysage

L'étude sur le paysage et le patrimoine culturel a été réalisée par le bureau d'étude ABIES. Les différents éléments méthodologiques mis en œuvre sont directement intégrés dans les paragraphes de l'état initial et d'évaluation des impacts correspondants.

L'analyse paysagère a été réalisée à l'échelle d'une aire d'étude spécifique : l'aire d'étude rétro-littorale (AER). Cette AER correspond à la bande de terre au sein de laquelle un observateur sur terre peut avoir une visibilité sur l'aire d'étude immédiate du parc et sur la partie marine de l'aire d'étude immédiate du raccordement. Cette aire d'étude comprend toutes les communes littorales au sein de l'aire d'étude éloignée. Sa surface est de 209km².

7.9.5 Patrimoine

7.9.5.1 Différents éléments de patrimoine réglementé

7.9.5.1.1 Les Monuments Historiques

Aux termes de la loi du 31 décembre 1913 sur les monuments historiques et de ses textes modificatifs, les procédures réglementaires de protection d'édifices sont de deux types et concernent :

- ▶ « les immeubles dont la conservation présente, du point de vue de l'histoire ou de l'art, un intérêt public » ; ceux-ci peuvent être classés parmi « les monuments historiques en totalité ou en partie par les soins du ministre » chargé de la culture (article 1er) ;
- ▶ « les immeubles qui, sans justifier une demande de classement immédiat, présentent un intérêt d'histoire ou d'art suffisant pour en rendre désirable la préservation » ; ceux-ci peuvent être inscrits sur l'inventaire supplémentaire des monuments historiques par arrêté du préfet de région (article 2 modifié par décret du 18 avril 1961).

Un champ de visibilité de 500 m est défini autour de ces monuments, c'est-à-dire que tout paysage ou édifice situé dans ce champ est soumis à des réglementations spécifiques en cas de modification. Est considéré par la loi comme étant dans le champ de visibilité tout autre immeuble, nu ou bâti, visible du monument ou visible en même temps que lui et situé dans un périmètre (en fait, un rayon selon la jurisprudence) n'excédant pas 500 mètres.

Un monument, c'est aussi l'impression que procurent ses abords. D'où la vigilance qui s'impose à l'égard des projets de travaux dans le champ de visibilité des monuments historiques.

7.9.5.1.2 Les sites protégés

La loi du 2 mai 1930 intégrée depuis dans les articles L 341-1 à L 341-22 du code de l'environnement permet de préserver des espaces du territoire français qui présentent « un intérêt général du point de vue scientifique, pittoresque et artistique, historique ou légendaire ».

Elle comprend deux niveaux de servitudes :

- ▶ les sites classés dont la valeur patrimoniale justifie une politique rigoureuse de préservation. Le classement est une protection forte qui correspond à la volonté de maintien en l'état un site désigné, ce qui n'exclut ni la gestion ni la valorisation. Généralement consacré à la protection de paysages remarquables, le classement peut intégrer des espaces bâtis qui présentent un intérêt architectural et sont parties constitutive du site. Les sites classés ne peuvent être ni détruits ni modifiés dans leur état ou leur aspect sauf autorisation spéciale. Celle-ci en fonction de la nature des travaux est soit de niveau préfectoral ou soit de niveau ministériel. En site classé, le camping et le caravanning, l'affichage publicitaire, l'implantation de lignes aériennes nouvelles sont interdits.
- ▶ les sites inscrits dont le maintien de la qualité appelle une certaine surveillance. L'inscription à l'inventaire supplémentaire des sites constitue une garantie minimale de protection. L'architecte des bâtiments de France émet un avis simple sur les projets de construction et les autres travaux et un avis conforme sur les projets de démolition.

Limitée à l'origine à des sites ponctuels tels que cascades et rochers, arbres monumentaux, chapelles, sources et cavernes, l'application de la loi du 2 mai 1930 s'est étendue à de vastes espaces formant un ensemble cohérent sur le plan paysager tels que villages, forêts, vallées, gorges et massifs montagneux.

Les sites classés et les sites inscrits correspondent à des servitudes d'utilité publique qui doivent être reportées au plan local d'urbanisme. Les enjeux du paysage doivent être pris en compte au sein des périmètres des sites, mais aussi à leurs abords (en particulier les zones en covisibilité avec un site classé, ou visible du site, ou cônes de vision vers le site...) ; les orientations du PLU doivent être cohérentes avec ces enjeux.

7.9.5.1.3 Les Aires de Mise en Valeur de l'Architecture et du Patrimoine (AVAP) (ex-Zones de Protection du Patrimoine Architectural, Urbain et Paysager - ZPPAUP)

Une aire de mise en valeur de l'architecture et du patrimoine (AVAP) est une servitude d'utilité publique ayant pour objet de « promouvoir la mise en valeur du patrimoine bâti et des espaces ». Les AVAP ont été instituées par la loi Grenelle II du 12 juillet 2010 en remplacement des zones de protection du patrimoine architectural, urbain et paysager (ZPPAUP). Elles se substituent aux ZPPAUP en intégrant les objectifs du développement durable. Elle propose ainsi une meilleure prise en compte des enjeux environnementaux, notamment ceux relatifs à l'énergie, et une meilleure concertation avec la population. Afin d'articuler plus fortement la mise en valeur du patrimoine avec l'ensemble des composantes de l'aménagement elle crée les conditions d'une plus forte coordination avec le plan local d'urbanisme (PLU).

Les AVAP ne sont pas des documents d'urbanisme, mais constituent un ensemble de prescriptions, au service d'un projet de protection et de développement durable, à l'origine de servitudes d'utilité publique.

Les AVAP peuvent être créées sur des quartiers, des espaces bâtis, des sites non bâtis ou des paysages, situés autour de monuments historiques ou non, pour des motifs d'intérêt culturel, architectural, urbain, paysager, historique ou archéologique. Ces espaces peuvent n'avoir jamais fait l'objet d'une mesure de protection.

Elles ont pour objet la mise en valeur du patrimoine bâti et des espaces dans le respect du développement durable.

Ayant un objet voisin des autres dispositifs de protection relevant du patrimoine naturel ou bâti, elles ne s'y superposent généralement pas.

La création d'une AVAP est sans incidence sur le régime de protection propre aux immeubles inscrits ou classés au titre des monuments historiques situés dans son périmètre. En revanche l'AVAP suspend les effets de la servitude des abords de monuments historiques à l'intérieur de son territoire. Au-delà de ses limites, la servitude continue de s'appliquer, à la différence de la ZPPAUP.

La création d'une AVAP n'a aucun effet sur l'application des servitudes de sites classés dans lesquels les demandes d'autorisation de travaux sont soumises à déclaration ou à autorisation au titre du code de l'environnement. Les effets d'un site inscrit sont suspendus dans le périmètre d'une AVAP, ils demeurent dans la partie du site éventuellement non couverte par l'aire.

Une AVAP ne peut se superposer à un secteur sauvegardé. Secteurs sauvegardés et AVAP peuvent en revanche être configus⁷⁹.

⁷⁹ Denis Berthelot - Maître de conférences à l'Institut d'aménagement régional (IAR) d'Aix-en-Provence - Université Paul Cézanne - Aix-Marseille III, <http://www.outil2amenagement.certu.developpement-durable.gouv.fr/avap-aires-de-valorisation-de-l-architecture-et-du-r261.html> consulté le 24/02/2016

7.9.5.2 Prise en compte du patrimoine réglementé dans l'étude

Sur la base des inventaires du patrimoine existants (Base Mérimée, données de la Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement), un inventaire dédié à l'aire d'étude éloignée est effectué. Chaque élément de patrimoine réglementé est ainsi analysé (distance, situation de visibilité vers l'extérieur, reconnaissance institutionnelle). Les enjeux sont ensuite établis selon un système de coefficients (avec les limites que cela comporte concernant les sites surfaciques, qui peuvent présenter plusieurs types de situations).

Ces coefficients prennent en compte :

- ▶ La visibilité de l'élément de patrimoine : visibilité vers l'AEI et covisibilité avec l'AEI ;
- ▶ La distance de l'élément de patrimoine à l'aire d'étude immédiate (pour des éléments étendus, la distance retenue est la distance la plus courte entre l'enjeu patrimonial et l'AEI) ;
- ▶ La reconnaissance sociale éventuelle (renseignée uniquement pour les éléments présentant une visibilité vers l'AEI) : tourisme, balnéaire ou autre, référencé sur les cartes IGN.

La somme de ces coefficients indique le niveau d'enjeu final ; le coefficient de la visibilité est un multiplicateur de l'addition de autres coefficients (de manière à avoir un enjeu nul quand la visibilité est nulle).

Les tableaux suivants explicitent les coefficients appliqués en fonction de la thématique.

Tableau 166 : coefficients pour la définition des sensibilités patrimoniales (monuments historiques)

Visibilité	Distance	Reconnaissance	Enjeu
	> 40 km = 0	Aucune = 0	0 = nul
Nulle = 0	Entre 30 et 40 km = +1	Edifice remarquable (présence de l'édifice sur les cartes IGN) = +1	[1-3] = faible
Visibilité = x1	Entre 20 et 30 km = +2	Tourisme (présence de l'édifice sur les cartes IGN et/ou fréquentation touristique avérée) = +2	[4 – 6] = modéré
Visibilité + covisibilité = x2	< 20 km = +3		> 6 = fort

Tableau 167 : coefficients pour la définition des sensibilités patrimoniales (sites inscrits, classés, AVAP)

Visibilité	Distance	Reconnaissance	Enjeu
	> 40 km = 0	Aucune = 0	0 = nul
Nulle = 0	Entre 30 et 40 km = +1	Tourisme existant (mention sur cartes) = +1	1/2 = faible
Visibilité = x1	Entre 20 et 30 km = +2	Tourisme fortement présent (chemins, plages) = +2	3/4 = modéré
Visibilité + covisibilité = x2	< 20 km = +3		> 4 = fort

7.9.6 Archéologie sous-marine

Les données magnétométriques sont issues de l'utilisation du logiciel Geosoft Oasis Montaj.

Le processus de récupération des données nécessite plusieurs étapes :

- ▶ Import de toutes les lignes dans la base de données Geosoft ;
- ▶ Filtre des points X-Y, suppression des doublons et des anomalies ;
- ▶ Lissage des points X-Y pour un repositionnement optimal ;
- ▶ Vérification des données du champ magnétique, suppression des pics (sauts dans les données magnétiques) ;
- ▶ Création d'un ensemble de filtres pour déterminer un « champ magnétique de fond » (moyenne du champ magnétique sans anomalies) ;
- ▶ Détermination du « champ magnétique résiduel », à partir de la différence entre le champ magnétique mesuré et le champ magnétique de fond (moyenne de 0 avec les variations positives et négatives, représentant les anomalies) ;
- ▶ Cartographie du champ magnétique résiduel (échelle adaptée) ;
- ▶ Digitalisation des cibles (comparaison entre la grille et le signal magnétique) ;
- ▶ Calcul de la grille du signal analytique pour pouvoir calculer/estimer la profondeur et le poids des cibles magnétométriques (analyse statistique des ensembles de données) ;
- ▶ Exportation des cibles, évaluation des cibles par combinaison des différents ensembles de données.

7.10 Navigation, sécurité, trafic maritime et servitudes

Quelle qu'en soit leur taille, la présence de nouvelles structures faisant obstacle à la navigation maritime (piles de pont, plateformes offshore, parcs éoliens) impacte inévitablement l'activité maritime qui s'y exerçait avant leur installation. Il s'agit alors d'évaluer :

- ▶ Les risques encourus par les personnes (agissant pour le compte du maître d'ouvrage et usagers de la mer), les structures du parc éolien, les navires en estiment, entre autres, la nature et l'ampleur du trafic maritime au sein du périmètre du parc éolien ;
- ▶ L'impact des structures du parc éolien qui, si elles détournent les flux de trafic existants, peuvent modifier les risques (de collisions notamment) ou augmenter les délais de navigation.

L'objet de l'expertise « Navigation, sécurité, trafic maritime et servitudes » est multiple et vise à la fois le trafic à proprement dit mais également la surveillance de ce trafic et les servitudes pouvant interagir avec le projet. Les objectifs sont donc :

- ▶ De réaliser un état initial de l'ensemble du trafic maritime dans l'aire d'étude immédiate et l'aire d'étude spécifique à cette expertise ;
- ▶ D'évaluer l'impact de l'implantation du projet éolien en mer des îles d'Yeu et de Noirmoutier sur ce trafic maritime ;
- ▶ De détailler les moyens techniques existants destinés à assurer la surveillance de la navigation maritime, soit détenus par l'Etat, soit détenus par d'autres acteurs ;
- ▶ De caractériser l'impact de l'implantation du projet sur ces moyens de surveillance du trafic maritime ;
- ▶ De déterminer une série de mesures permettant de limiter ces différents impacts ;
- ▶ Pour finir, d'identifier les servitudes présentes dans l'aire d'étude éloignée et d'identifier de potentielles interactions ou incompatibilités avec le projet.

7.10.1 Analyse du trafic maritime et de sa surveillance

Pour les thématiques « *trafic maritime* » et « *surveillance de la navigation* », la présente expertise se base principalement sur les données du système SPATIONAV mais aussi sur des sources de données bibliographiques.

7.10.1.1 Sources bibliographiques

Pour ce qui concerne le trafic maritime, les principales sources d'information sur les flux longitudinaux et traversiers sont les bilans annuels du CROSS Etel. Concernant les flux à destination ou en provenance des ports littoraux, on ne peut pas directement se référer aux statistiques portuaires qui portent quasiment exclusivement sur le nombre de passagers ou sur le tonnage de marchandises ayant transité dans le port. Pour une évaluation du nombre de mouvements quotidiens, il est préférable d'enquêter auprès des capitaineries ou des sémaphores adjacents. Par ailleurs, l'évaluation a également été confortée par l'étude « étude de trafic maritime en Atlantique » réalisée par la société SONOVISION en novembre 2016.

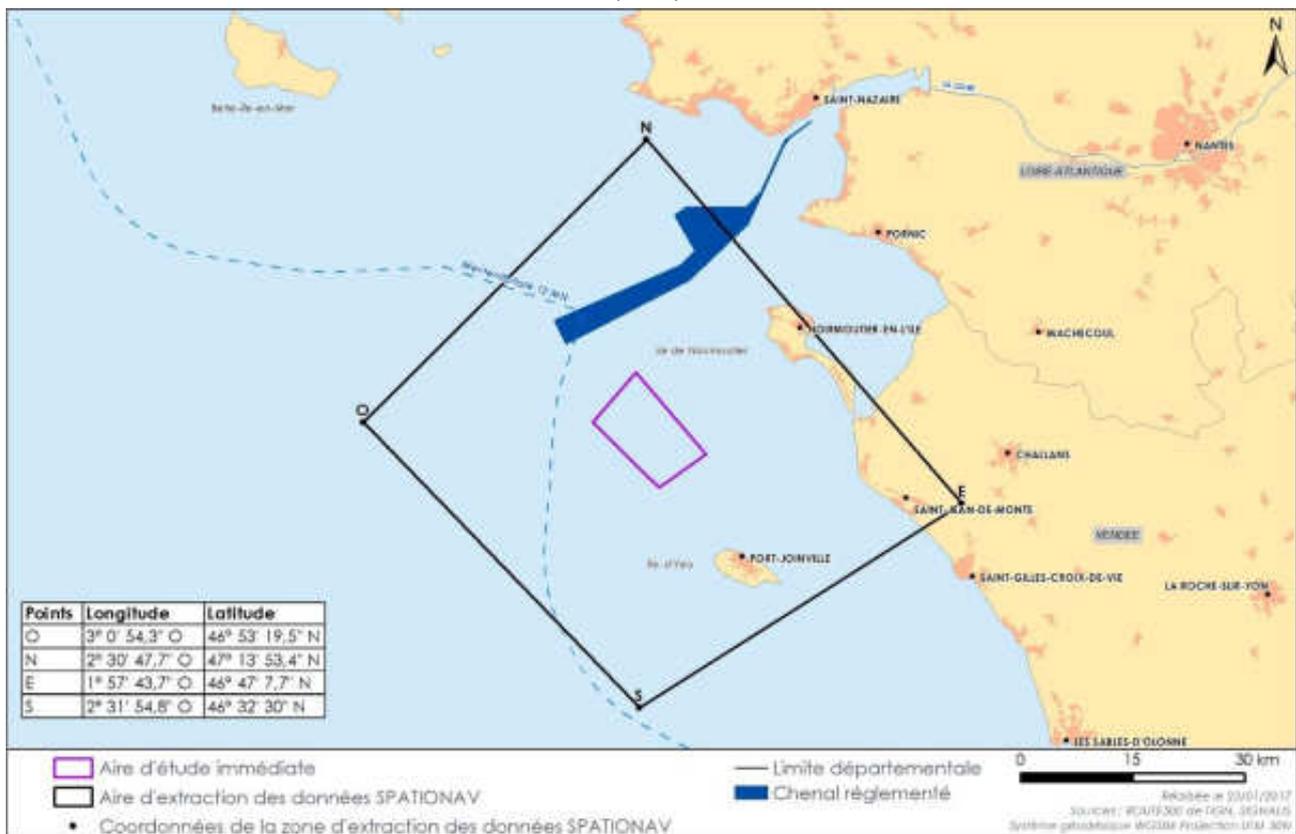
Pour ce qui concerne la surveillance de la navigation maritime, l'inventaire des moyens de surveillance du trafic maritime (radar, goniomètres, etc.) est tiré d'une enquête menée par le maître d'ouvrage auprès de divers acteurs locaux.

7.10.1.2 Aire d'étude utilisée pour l'étude du trafic maritime

L'aire d'étude immédiate du projet éolien en mer des îles d'Yeu et de Noirmoutier représente approximativement un rectangle se situant à environ 16,5 km (environ 8.9 NM) de l'île de Noirmoutier et 11,7 km (environ 6.3 NM) de l'île d'Yeu et s'étendant sur environ 112 km².

Sur les recommandations de l'Etat-Major de la Marine Nationale et afin d'obtenir une vision à la fois locale du trafic sur la zone d'implantation du parc éolien mais aussi dans un périmètre plus large, la présente expertise s'est basée sur l'analyse des enregistrements de la Situation des Approches Maritimes (SAM – voir plus loin) filtrés sur l'AEI mais aussi sur un périmètre de 12 NM (environ 22.2 km) autour de l'AEI, tel que défini dans la figure suivante.

Carte 55 : Aires d'étude du parc éolien en mer des Iles d'Yeu et de Noirmoutier – Aires dans lesquelles les données SPATIONAV (SAM) utilisées sont extraites



Source : Signalis, 2016

7.10.1.3 Système SPATIONAV

Le système SPATIONAV constitue, pour la Marine Nationale Française et les administrations associées au projet, le système de surveillance de l'espace maritime dans lequel s'exerce l'action de l'Etat en mer. C'est l'outil principal du Ministère de la Défense pour la sauvegarde maritime, et l'outil de partage et d'agrégation de l'information maritime pour la fonction garde-côte française. En conséquence, il est déployé sur les façades Manche-Atlantique et Méditerranée, ainsi que sur la zone Antilles-Guyane et à Mayotte pour la surveillance des approches maritimes nationales où il met en œuvre des capteurs radars, AIS (à terre et aéroportés), goniométriques et optroniques.

Le système SPATIONAV est opéré par la Marine Nationale qui en est l'instigateur et l'acteur central, armant le plus grand nombre de sites équipés de SPATIONAV. La Direction des Affaires Maritimes et les Douanes participent également au système, respectivement (de manière non exhaustive) au travers de la gestion des DST et des Centres Opérationnels des Douanes (COD).

Le système SPATIONAV repose sur une chaîne de sites senseurs localisés sur l'ensemble des côtes françaises (Sémaphores de la Marine Nationale et CROSS) ainsi que des interfaces avec des systèmes externes coopératifs (LRIT, base de données, etc.) pour générer une image de trafic maritime à la fois locale et nationale.

Pour cette étude, le maître d'ouvrage a utilisé les données disponibles au COM Brest qui représente la Situation des Approches Maritimes (SAM) de toute la façade Atlantique. La SAM est constituée à partir de 4 sources d'information :

- ▮ information radar local provenant des sites littoraux (Sémaphores et CROSS) mettant en œuvre des capteurs radar ;
- ▮ information AIS provenant d'un réseau AIS constitué d'une chaîne de stations de base AIS installées aux Sémaphores et CROSS ;
- ▮ information des opérateurs SPATIONAV localisés dans les Sémaphores et CROSS et qui entrent manuellement ou de façon semi-automatique des informations sur le trafic maritime local ;
- ▮ information de TRAFIC 2000 qui est une base de données sur les navires de commerce regroupant à la fois des données AIS, des données sur la conformité des navires aux normes de sécurité, des données spécifiques comme des incidents par exemple ainsi qu'un historique sur la navigation (zones géographiques, lieux de passage, fréquentation, etc.). De plus, TRAFIC 2000 échange des données avec d'autres pays au travers du système SAFESEANET.

Le système SPATIONAV fusionne l'ensemble de ces données afin de restituer aux opérateurs du système une tenue de situation du trafic maritime à la fois locale et nationale (la SAM).

Dans le cadre de l'expertise « trafic maritime » et « surveillance de la navigation », les données utilisées possèdent un pas de temps d'une minute. L'échantillon de données SPATIONAV utilisé s'étale sur une période de 30 mois allant de mai 2012 à octobre 2014.

Le système SPATIONAV fonctionnant de manière automatisée, la création de fausses pistes radar est possible (sur deux vagues déferlantes successives à proximité l'une de l'autre par exemple). Les résultats présentés dans l'expertise ont donc été obtenus en filtrant a posteriori les faux échos radar.

Les résultats des analyses des enregistrements AIS et radar disponibles via le Système SPATONAV, sont présentés :

- ▮ Sous forme de cartes de densités mensuelles pour les navires identifiés par AIS et suivis par radar et AIS. Ces cartes sont dessinées à l'échelle de l'AEI et de l'AEE. Les figurés représentent le nombre de pistes radar dans une surface d'un pixel soit, à l'échelle, dans un carré de 21 m de côté pour l'AEI et de 144 m de côté pour l'AEE. Le nombre de pistes détectées dans cette surface élémentaire pendant 1 mois définit la couleur du pixel selon l'échelle de couleur donnée en légende.
- ▮ Sous forme de cartes de trajectoire mensuelles, à l'échelle de l'AEI seule, pour les navires non équipés d'AIS et suivis par radar uniquement. Ces cartes représentent chaque trajectoire enregistrée par le système en les classant selon la vitesse du navire en question. Les cinq classes de vitesse utilisées permettent de distinguer avec plus ou moins de précision l'activité du navire.

7.10.1.4 Évaluation des impacts et proposition de mesures

Il est apparu que le projet aurait des impacts sur certains dispositifs de surveillance de la navigation maritime à terre, mais également sur certains dispositifs de signalisation maritime. De même, la Direction des Affaires Maritimes a fait état d'un impact potentiel sur les communications VHF qui, faute de retours d'expériences applicables au cas des stations VHF françaises, devra être confirmé dès les premiers mois de la phase d'exploitation.

Seule la méthodologie d'évaluation des impacts sur les moyens de surveillance du trafic maritime est évoquée ici. En effet, les autres servitudes sont des contraintes réglementaires auxquels le projet doit s'adapter. Celui-ci n'a donc pas d'action directe ou indirecte sur les servitudes.

Les performances des portées radar, ainsi que l'impact dû à l'implantation du projet, ont été calculées à partir de l'outil de simulation CARPET (Computer-Aided Radar Performance Evaluation Tool), outil le plus couramment utilisé pour ce type de calcul.

Il permet, à partir des paramètres caractéristiques du radar, de son environnement (hauteur de l'antenne mais aussi conditions météorologiques), de la cible (Surface Equivalente Radar (SER) et hauteur), de déterminer les probabilités de détection du radar et donc de déduire des performances de couverture pour plusieurs configurations et hypothèses opérationnelles. L'impact lié à l'implantation du projet est ainsi évalué pour chaque radar.

Les caractéristiques techniques de chaque radar étudié et le détail des calculs de performance radar ne sont pas donnés. Seuls les tracés des couvertures radar sont présentés.

Afin de réduire les impacts identifiés par les différentes expertises, des mesures d'évitement, de réduction et de compensation sont proposées.

En outre, des suivis de l'efficacité de ces mesures seront mis en place dès la mise en œuvre de ces dernières.

Ces mesures ont été définies et dimensionnées en lien étroit avec les Autorités compétentes.

7.10.2 Analyse des servitudes

L'inventaire des servitudes est tiré d'une enquête menée par le maître d'ouvrage auprès de gestionnaires de servitudes.

La méthodologie d'évaluation des impacts sur les moyens de surveillance du trafic maritime est évoquée dans le chapitre précédent. Les autres servitudes sont des contraintes réglementaires auxquelles le projet doit s'adapter. Celui-ci n'a donc pas d'action directe ou indirecte sur les servitudes.

7.10.3 Analyse des risques maritimes

L'analyse a été réalisée par la société SONOVISION en novembre 2016 conformément à la méthodologie d'évaluation formelle de la sécurité maritime, ou démarche FSA (Formal safety assessment), telle que définie par l'OMI (Organisation maritime internationale).

La démarche FSA, qui comprend 5 étapes, est déclinée comme suit.

- ▶ L'étape 1 « Identification des dangers » se base sur les 3 analyses suivantes :
 - Une analyse de l'accidentologie relative au trafic maritime sur la façade maritime française de l'Atlantique ;
 - Une analyse de l'accidentologie relative aux éoliennes, d'une manière générale dans un premier temps puis plus spécifiquement pour les éoliennes en mer ;
 - Une analyse des dangers du parc éolien visant à identifier et caractériser les scénarios d'accidents en termes de gravité et de probabilité d'occurrence.
- ▶ L'étape 2 « Analyse des risques » présente le degré d'acceptabilité des scénarios d'accidents au regard d'une matrice d'aide à la décision (matrice de criticité).
- ▶ L'étape 3 « Options de maîtrise des risques » présente l'identification des mesures de maîtrise des risques.
- ▶ L'étape 4 « Analyse coûts – avantages » n'a pas été développée, en l'absence d'éléments de chiffrages des coûts.
- ▶ L'étape 5 « Recommandations en vue de la prise de décision » qui présente les conclusions de l'étude.

L'analyse a été conduite en considérant le trafic de navires dans la configuration où le parc éolien en mer de Saint-Nazaire serait également en phase d'exploitation. En effet, la mise en service de ce parc devrait entraîner une augmentation du trafic du chenal permettant l'accès au port de Nantes Saint-Nazaire par la déviation des navires transitant actuellement sur la zone d'implantation du parc éolien du banc de Guérande.

De manière conservative, le nombre de navire naviguant à proximité du parc éolien des Iles d'Yeu et de Noirmoutier a été considéré égal au trafic total en sortie de l'estuaire de la Loire.

7.10.3.1.1 Analyse des risques

De façon schématique, l'analyse des risques comprend trois grandes étapes successives qui sont :

- ▶ La définition des scénarios d'accidents :

Les scénarios d'accidents sont constitués d'une combinaison d'événements qui s'enchaînent. Du point de vue de la maîtrise des risques, un accident est donc le résultat de la conjonction d'événements élémentaires, conduisant à un événement redouté central qui, lorsqu'il se manifeste, peut constituer un événement majeur en termes de conséquences.

L'identification d'un scénario d'accident constitue la première étape d'un processus d'analyse de risque qui intègre les travaux menés dans l'analyse préliminaire des dangers (APD), notamment grâce à :

- Des considérations tirées de l'analyse des accidents passés sur des installations similaires (retour d'expérience) ;
- Des outils systématiques d'analyse de risques ou de défaillances tels que l'APD ou l'arbre des causes ;

- L'étude des agressions externes d'origine naturelle (tempête, foudre, etc.) ou liées à l'activité humaine (navigation, etc.).

A l'issue de l'APD, les scénarios d'accidents ont été analysés plus précisément en termes de gravité et de probabilité d'occurrence.

- ▶ L'évaluation de leurs conséquences physiques en termes de gravité :

Les conséquences des scénarios d'accidents ont été estimées de façon qualitative.

L'étude prend en compte les risques pour :

- les personnes : tiers (plaisanciers, pêcheurs, etc.) et personnels exploitant du parc éolien ;
- l'environnement marin et littoral ;
- les biens matériels : composantes du parc éolien, navires tiers...

- ▶ L'évaluation de leur probabilité d'occurrence :

L'évaluation de la probabilité d'occurrence des scénarios d'accidents est réalisée de manière quantitative sur la base des informations récoltées dans l'accidentologie mais également en regard des informations trouvées dans la littérature.

Conformément aux directives FSA la méthode des arbres des causes a été mise en œuvre.

Dans certains cas, en l'absence de données suffisantes, une simple analyse qualitative a été réalisée.

7.10.3.1.2 Maîtrise des risques

L'analyse des risques ayant permis d'identifier l'ensemble des scénarios d'accidents, chacun d'eux fait ensuite l'objet d'une description plus fine et surtout d'une évaluation qualitative des effets ou conséquences envisageables et quantitative des probabilités d'occurrence des scénarios d'accidents retenus. Ceci constitue l'aboutissement de la partie analytique de l'étude qui se poursuit par la partie « Maîtrise des risques ».

L'objet de l'étude de maîtrise des risques est d'apprécier le degré d'acceptabilité des scénarios au regard d'une matrice d'aide à la décision (matrice de criticité), puis, pour les scénarios qui le justifient, de définir les actions nécessaires en vue :

- ▶ de les extraire du domaine non admissible pour les transférer dans le domaine admissible ;
- ▶ de renforcer la vigilance pour les scénarios critiques du domaine admissible.

L'admissibilité s'apprécie au regard du binôme Gravité – Probabilité.

L'évaluation de la gravité des conséquences consiste à traduire l'atteinte potentielle des enjeux par les effets d'un phénomène dangereux en combinant :

- ▶ les effets ou conséquences physique de l'accident en question ;
- ▶ la vulnérabilité de la zone potentiellement exposée à ces effets ou conséquences physiques, c'est-à-dire l'appréciation des dommages causés aux enjeux présents dans la zone.

La gravité d'un accident est principalement exprimée en conséquence vis-à-vis des enjeux humains (blessures, décès) et matériels.

A titre sécuritaire, il est considéré une vulnérabilité maximale des personnes potentiellement exposées.

La cotation de la gravité est estimée à l'aide de l'échelle de gravité, basée sur la note technique du 11 juillet 2016 relative aux mesures de sécurité maritime applicables à la planification d'un champ éolien en mer (NOR : DEVT1613199N).

C'est le cas également de la cotation de la probabilité d'occurrence des scénarios, tout comme de la matrice de criticité, détaillée ci-dessous.

Tableau 168 Grille de criticité

Indice de fréquence FI dans la zone d'étude					
FI	Fréquence	Gravité SI			
		1	2	3	4
		Mineure	Significative	Grave	Catastrophique
7	Fréquent -10	8	9	10	11
6	1	7	8	9	10
5	Raisonnablement probable - 0,1	6	7	8	9
4	0,01	5	6	7	8
3	Rare - 0,001	4	5	6	7
2	0,0001	3	4	5	6
1	Extrêmement rare - 0,00001	2	3	4	5

Source : Sonovision, 2016

La matrice détermine 3 domaines :

- ▶ le domaine des risques acceptables en l'état (vert) ;
- ▶ le domaine des risques dits tolérables (jaune) ;
- ▶ le domaine des risques non acceptables (rouge).

La juxtaposition des domaines « tolérables » et « acceptables » détermine le domaine des risques admissibles, sachant que les scénarios du domaine tolérable justifient une vigilance renforcée pour éviter qu'une dérive ne les conduise dans le domaine « non acceptable ».

Afin de réduire les impacts identifiés par les différentes expertises, des mesures d'évitement, de réduction et de compensation sont proposées.

En outre, des suivis de l'efficacité de ces mesures seront mis en place dès la mise en œuvre de ces dernières.

Ces mesures ont été définies et dimensionnées en lien étroit avec les Autorités compétentes.

Pour ce qui concerne les mesures de maîtrise des risques (notamment définition de propositions de règles de navigation pendant la phase de chantier, puis pendant la phase d'exploitation), même si ce sont elles, plus que les mesures de réductions proposées, qui contribuent le plus à réduire le risque de collisions et les autres risques maritimes, elles n'ont pas été considérées comme des mesures de réduction car :

- ▶ A ce stade, les règles de navigation ne sont que des propositions du maître d'ouvrage, qui ne peut s'engager sur celles-ci. Leur mise en place incombe au Préfet Maritime
- ▶ Les règles de navigation proposées ont servi de « données d'entrée » pour l'évaluation des impacts sur le milieu humain et ne peuvent être donc être considérées comme des mesures de réduction à d'autres impacts.

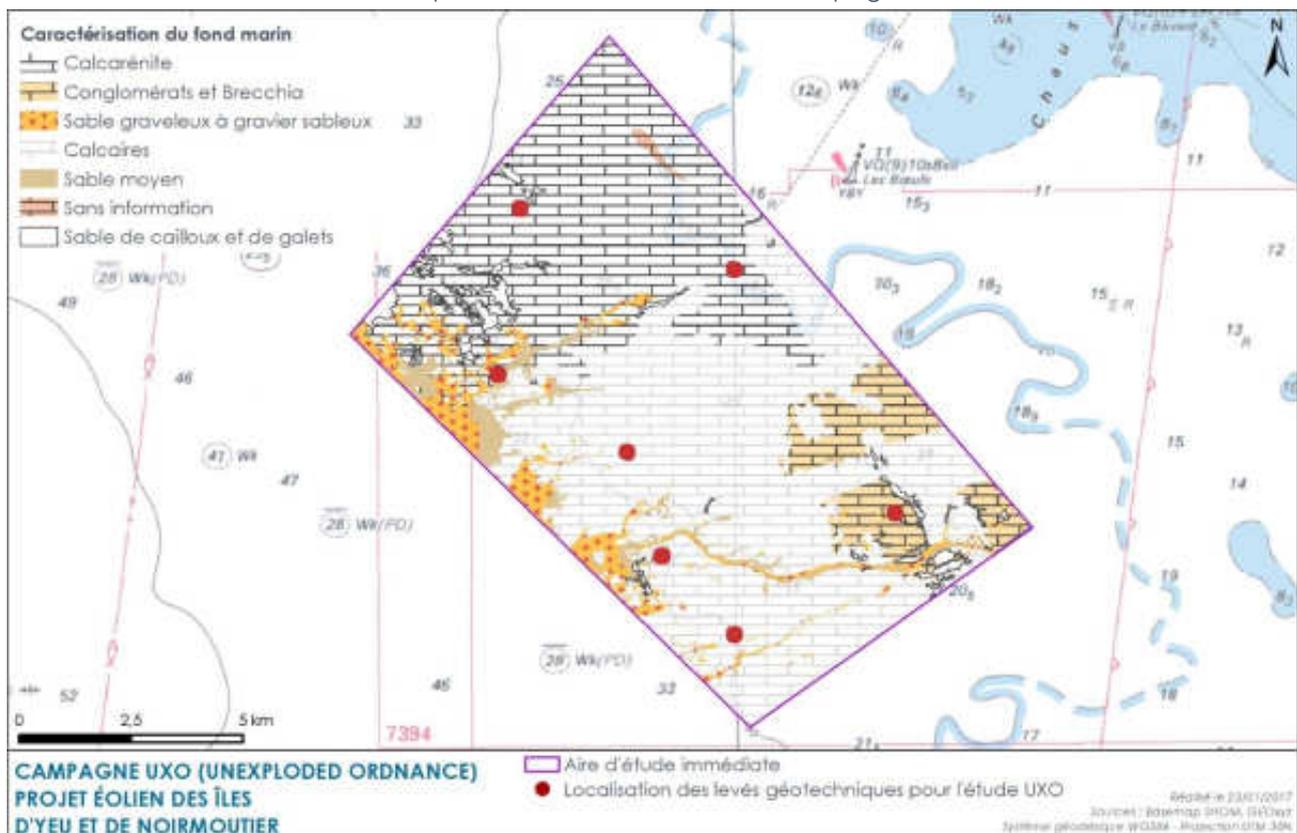
7.10.4 Risques pyrotechniques

L'évaluation du risque pyrotechnique a été effectuée en avril 2015 lors d'une campagne offshore à bord du Geosurveyor. Courant sur 4 jours, cette campagne impliquait l'utilisation de données de bathymétrie à haute résolution multifaisceaux (MBES), et la mise en œuvre de technique de sonar à balayage latéral (SSS) et magnétiques.

Le but du projet était de réaliser un sondage UXO sur 7 emplacements géographiques et de fournir des données de haute qualité permettant une analyse de la zone et une éventuelle levée des risques UXO. Il était entendu que les objectifs spécifiques seraient la collecte de données de haute qualité permettant les interprétations suivantes :

- ▶ identifier la présence d'objets métalliques, incluant d'éventuelles UXO, sur une profondeur d'au moins deux mètres sous le fond marin ;
- ▶ afin de fournir un espace de travail suffisant, et une relocalisation potentielle, les sondages se feront sur une « box » de 75 m sur 75 m (centrée sur le point d'investigations géotechniques, qui coïncide avec l'emplacement de certaines fondations d'éolienne et la fondation du mat de mesure) ;
- ▶ fournir des données réelles au sol et une prestation d'équipement permettant le support de la stratégie de sondage au-delà de la construction OWF ;
- ▶ produire des certificats de levées des risques pyrotechniques établissant que le risque UXO a été réduit ALARP⁸⁰.

Carte 56 : Les 7 emplacements sondés lors de la campagne de levée UXO



⁸⁰ En anglais : *as low as reasonably possible*.

7. Présentation des méthodes utilisées et des difficultés rencontrées

7.10 Navigation, sécurité, trafic maritime et servitudes

7.10.4 Risques pyrotechniques



La méthodologie adoptée fut de collecter et d'enregistrer toutes les séries de données simultanément, ce qui permet d'obtenir la plus haute qualité et la meilleure efficacité de données possibles. Sur chaque sondage, le but était d'obtenir des données bathymétriques précises, en parallèle des données provenant du sonar à balayage latéral et du magnétomètre, pour établir une « carte de risque » pour chaque emplacement, ainsi qu'une zone de levées de risques aux alentours. La liste complète des équipements utilisés pendant le projet est détaillée dans le Tableau 169.

Tableau 169 : Liste des Equipements

Requis	Equipement
GNSS ⁸¹ Principal	Stema Systems GNSS receiver DB982
Gyro Compass et Motion Sensor	Ixsea Octans 3000
MRU et Capteur de Cap	Applanix POS MV 320
USBL	Easytrak
Echosondeur multifaisceaux	R2Sonic 2024
Sonar à balayage latéral	Edgetech 4200 (100/500 kHz)
Magnétomètre	Marine Magnetics Seaspy
Sonde de Vitesse sonore	AML SVP
Capteur de Vitesse sonore	Valeport miniSVS

Source : Fugro EMU, 2015

Les données issues des campagnes magnétométriques, vérifiées en temps réel à bord du navire ont ensuite été transmises à la société Ordtek. Spécialisé dans le traitement du risque UXO, Ordtek analysé les cibles sélectionnées, identifié des sites adéquats pour les investigations géotechniques, et produit les certificats de levées des risques pyrotechniques ALARP, le cas échéant.

⁸¹ Global Navigation Satellite System

7.11 Analyse socio-économique spécifique à l'activité de pêche professionnelle

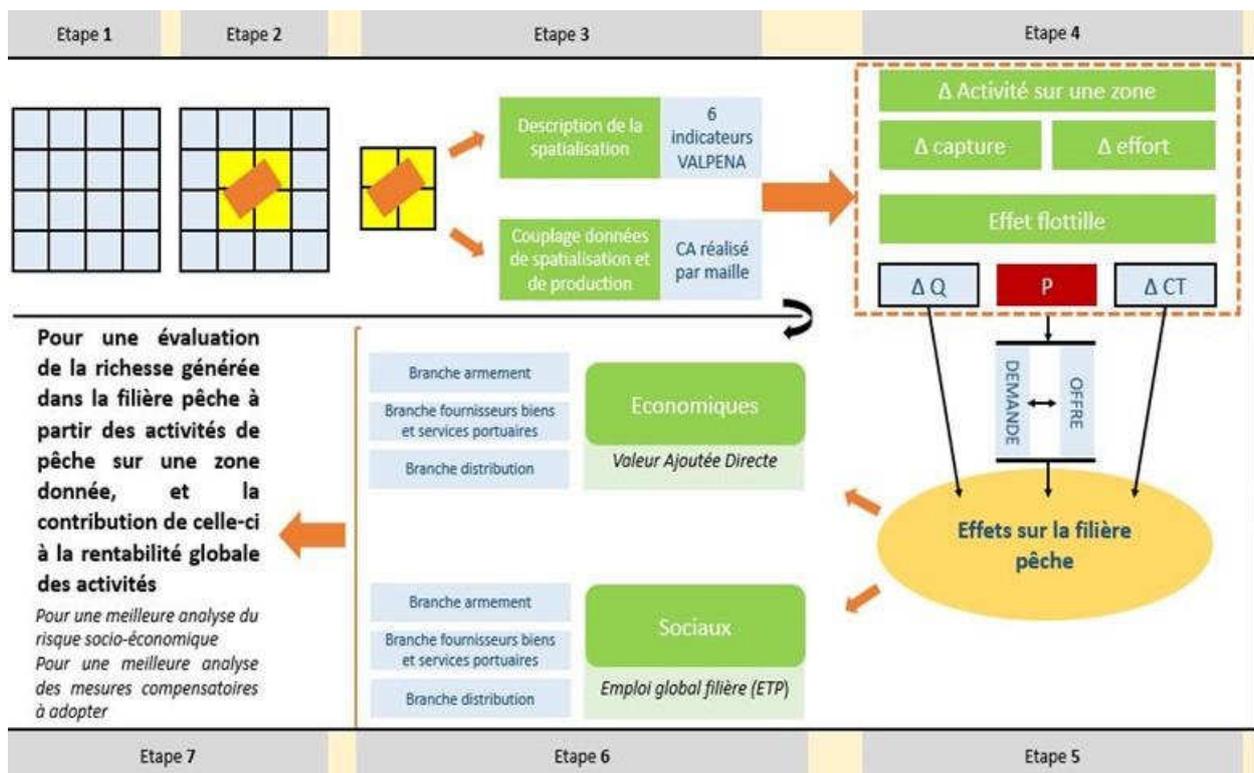
7.11.1 Principes généraux

7.11.1.1 Les grandes étapes de la méthode

La méthodologie pour mesurer les impacts du projet de parc éolien en mer s'appuie sur des données de spatialisation issues du dispositif VALPENA (cf. description ci-dessous), sur des indicateurs et des données socio-économiques. De manière synthétique elle peut être résumée de la manière suivante :

- ▶ Des indicateurs socio-économiques permettront de mesurer les impacts sur la filière
 - 2 indicateurs de résultat ;
 - 19 indicateurs de suivi.
- ▶ Le schéma suivant synthétise le processus d'évaluation retenu en 7 étapes.

Figure 124 : descriptif des 7 étapes de la méthodologie employée

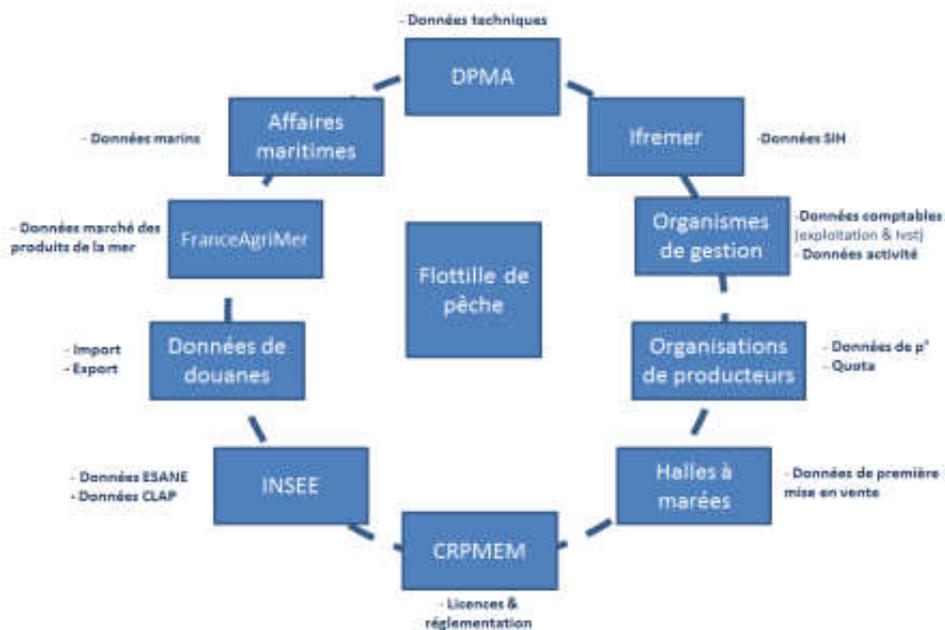


Source : RICEP (2016)

7.11.1.2 Source de données

Au sein de la filière pêche, la donnée est gérée, selon les compétences, par de multiples structures publiques, professionnelles ou privées (Figure 125). Si cette liste n'est pas exhaustive, elle montre la complexité pour créer un système d'information cohérent et pourtant préalablement nécessaire au développement de plan stratégique ou à l'argumentation de choix de gestion.

Figure 125: source des données recueillies pour l'étude des effets socio-économiques



Source : RICEP (2013)

Les données de base pour cette étude proviennent de l'analyse des données VALPENA et du secteur des pêches réalisée par le COREPEM.

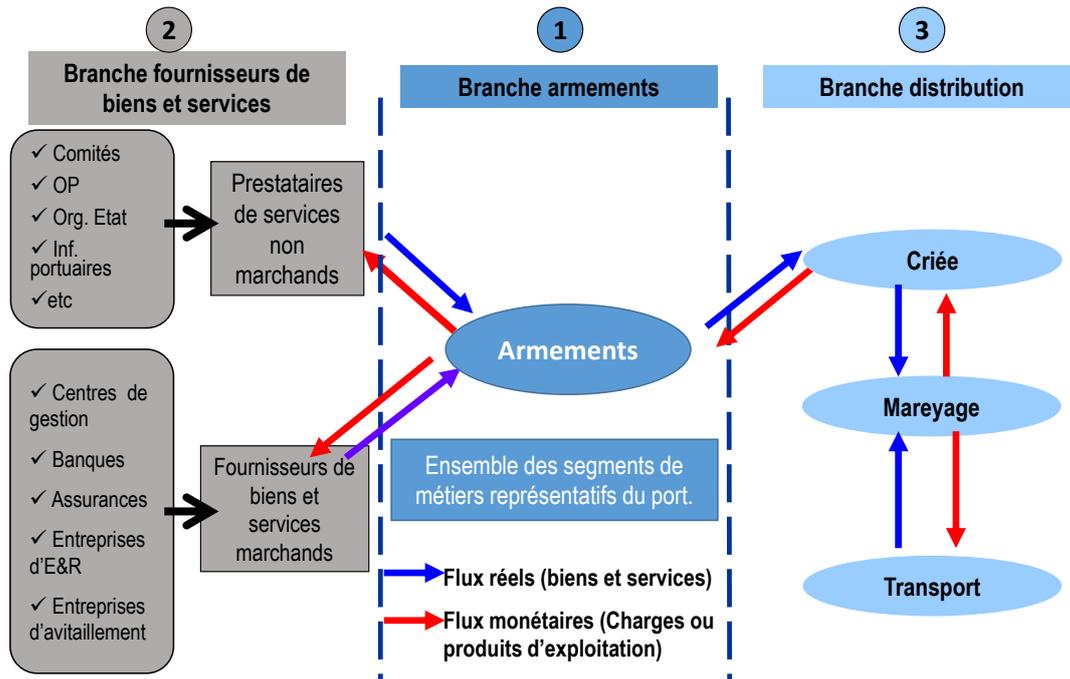
7.11.2 Outil de caractérisation socio-économique de la filière pêche

L'étude a été étendue à l'ensemble de la filière pêche. Trois branches composent cette filière :

- ▶ la branche «armement» (ou amont) représentée par les entreprises de pêche, en interaction avec l'ensemble des autres usages en mer ;
- ▶ la branche « distribution » (ou aval) composée des premiers acheteurs en criée (ou halle à marée), transformateurs et distributeurs, chargés de la vente des produits de la mer et en lien direct ou indirect avec les marchés ;
- ▶ la branche dite « portuaire » correspondant à l'ensemble des fournisseurs de biens et services portuaires, marchands ou non marchands, indispensables au bon fonctionnement des activités amont et aval.

Ces différentes activités s'articulant verticalement entre elles symbolisent l'existence d'une filière (figure ci-dessous).

Figure 126 : représentation de la filière liée à la pêche professionnelle⁸²



Source : RICEP (2004)

En amont de la filière, la branche des armements regroupe l'ensemble des navires, répartis par segment de métier. C'est la branche principale et essentielle car c'est leur activité halieutique qui est à l'origine de la création de richesses. Dans son processus d'exploitation, l'activité des armements nécessite le concours des autres opérateurs portuaires. Elle entretient des relations avec la branche des fournisseurs de biens et services. Cette seconde branche est segmentée en deux catégories. D'un côté, les fournisseurs de biens et services marchands, qui sont des producteurs de biens et services échangeables sur le marché à un prix couvrant au moins la moitié de leurs coûts de production. Ce sont des entreprises d'avitaillement, d'entretien et de réparation, des organismes de gestion, des banques, des assurances, etc. Parallèlement, sont présents des prestataires de services non marchands qui offrent des services « réglementés » dont le prix de vente ne permet pas de couvrir la moitié des coûts de production. Ils regroupent des organisations privées à but non lucratif et des institutions publiques (Organismes ministériels, Organisations de producteurs, Comité Régional des pêches, CCI, Conseils Généraux, municipalités, etc.).

En aval de la filière, des structures portuaires sont en charge de la commercialisation et de la distribution auprès des consommateurs des produits débarqués. Ce sont les criées, les entreprises de mareyage, de transformation, de logistique et de conditionnement.

Ces trois branches sont interdépendantes car liées entre elles par deux types de flux : des flux de biens et services en contrepartie de flux monétaires. Par conséquent, cette économie de filière implique la problématique du maintien de l'équilibre portuaire défini comme « un état compatible avec les contraintes, les interdépendances et les comportements des acteurs qui forment cette économie » (Malinvaud, 1993).

⁸² E&R : Entretien et Réparation; OP : Organisation de Producteurs

Il faut noter que cette représentation synthétique de la filière portuaire, liée à l'activité de pêche, s'arrête au stade de la première mise en marché et que les autres activités maritimes telle que la pêche à pied ou la plaisance ne sont pas prises en considération ici.

Pour caractériser la filière concernée, la méthodologie déployée par le RICEP comprend 4 étapes.

7.11.2.1 Identification de la population concernée (étape 1)

Cette étape d'identification de la population de référence de l'étude est nécessaire pour construire un plan d'échantillonnage représentatif des différentes caractéristiques d'entreprises identifiées.

La méthodologie générale de réalisation de cette étude repose sur la mobilisation des données issues de l'observatoire VALPENA ainsi que des données de production des navires, issues du Système d'Information des Organisations de Producteurs (SIOP). Un premier travail d'analyse de la base de données VALPENA fournie par le COREPEM a permis de valider l'activité de 96 navires en 2010, 66 navires en 2011 soit un total de 111 entreprises de pêche différentes issues des Pays de la Loire concernées au moins une fois dans l'année 2010 et 2011 par l'« aire d'étude activité de pêche VALPENA » (navires armés à la petite pêche, pêche côtière, pêche au large et grande pêche)⁸³. Aucune extrapolation n'a été réalisée dans le cas de navires non enquêtés. Au-delà des caractéristiques techniques habituelles (métier/longueur/quartier maritime), d'autres critères, en particulier le port d'attache ont été nécessaires pour identifier l'ensemble des opérateurs de la filière et les territoires associés.

7.11.2.2 Segmentation des flottilles concernées et échantillonnage (étape 2)

La segmentation de la flottille des Pays de la Loire concernée par l'« aire d'étude activité de pêche VALPENA » combine principalement 2 critères, la taille du navire et son métier identifié dans cette aire d'étude. Si cette classification repose sur des critères arbitraires, il convient de mentionner que le métier retenu s'appuie sur la classification officielle⁸⁴. Au total, 8 segments de métier ont été constitués. Afin de limiter au mieux l'hétérogénéité d'activités au sein d'un même segment de métier, le quartier maritime d'immatriculation et le port d'attache du navire ont été ajoutés. Au total le nombre de navires par segment est synthétisé dans le tableau ci-dessous.

⁸³ Une évaluation a posteriori du COREPEM a montré que quelques navires de la région Bretagne pouvaient accéder à la zone de manière occasionnelle. Ces navires n'ont pas pu être pris en considération dans l'évaluation socio-économique dans le temps imparti à l'étude, compte tenu notamment des contraintes de collecte de données et de concordance des années de référence. Le COREPEM des Pays de la Loire a été l'initiateur avec l'Université de Nantes du dispositif VALPENA en 2010. La Bretagne et d'autres régions maritimes françaises ont adapté ce dispositif par la suite. Ce principe a été validé le maître d'ouvrage et le COREPEM des Pays de la Loire.

⁸⁴ Le règlement Data Collection Framework (CE) n° 199/2008 du Conseil de l'Union Européenne du 25 février 2008 établit un cadre communautaire pour la collecte, la gestion et l'utilisation de données dans le secteur de la pêche.

Tableau 170: 111 navires des Pays de la Loire concernés par l'« aire d'étude activité de pêche VALPENA »⁸⁵

	Nombre total de navires actifs dans la région Pays de La Loire	Dont navires concernés par l'aire d'étude activité de pêche VALPENA		Répartition par port de débarquement des navires concernés par l'aire d'étude activité de pêche VALPENA *					
		Nombre d'unités	%	La Turballe	Le Croisic	Ile de Noirmoutier	Ile d'Yeu	Saint-Gilles-Croix-de-Vie	Les Sables d'Olonne
Caseyeurs < 12m	32	4	13%			4			
Chalutiers de fond < 12m	73	11	15%	5		5		1	
Chalutiers et sennes de fond > 12m	32	20	63%	6	6			1	7
Chalutiers pélagiques < 12m	6	3	50%	1				2	
Chalutiers pélagiques > 12m	24	17	71%	11				6	
Fileyeurs < 12m	64	16	25%			7	5	1	3
Fileyeurs > 12m	28	11	39%			5	5		1
Ligneurs et palangriers < 12m	59	29	49%		3	11	6	9	
Autres métiers < 12m	82								
Total tous segments	400	111	28%	23	9	32	16	20	11

Source : RICEP (2015), d'après données administratives et travaux du COREPEM (données VALPENA 2010-2011)

7.11.2.3 Collecte des données (étape 3)

7.11.2.3.1 Filière amont

PRINCIPE DE SELECTION DES DONNEES A COLLECTER

- Données concernant les entreprises de pêche : données techniques

Les données techniques regroupent l'ensemble des caractéristiques techniques et administratives du navire. Ce sont le plus souvent ces données techniques qui permettent de segmenter la population des navires en groupes homogènes.

- Données concernant les entreprises de pêche : données d'activité

Les données d'activité permettent de définir les différents modes d'exploitation du navire, à savoir l'intensité ou la durée d'utilisation du navire (temps de pêche), le cycle énergétique et les consommations de matières premières associées, et l'effort de pêche déployé selon les métiers pratiqués (intensité d'utilisation des engins).

- Données concernant les entreprises de pêche : données de production

Les données de production par navire comprennent à la fois les espèces ciblées, la saison ou période de l'année correspondante, la zone de capture et les droits à produire correspondants (licences notamment). Ces éléments peuvent permettre dans un premier temps d'évaluer la part du chiffre d'affaires annuel réalisée dans la zone d'implantation du parc et le mode d'exploitation correspondant (périodicité, espèces ciblées, licences, etc.). Dans un second temps, si l'activité de pêche venait à être interdite dans la zone du parc, ils permettraient d'évaluer, en lien avec les professionnels, les possibilités pour ces navires de se reporter sur d'autres pêcheries.

⁸⁵ * Il s'agit bien ici d'une répartition des navires par port de débarquement et non par port d'attache. Par exemple, parmi les bateaux débarquant à Noirmoutier, on retrouve des navires rattachés au port du Bec.

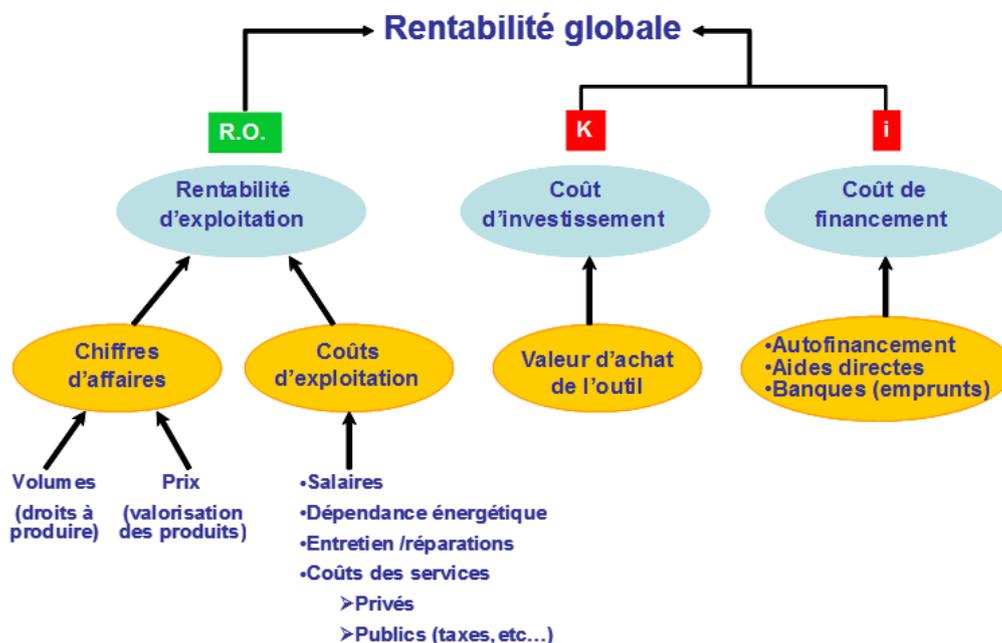
Données concernant les entreprises de pêche : données économiques

L'analyse de la rentabilité des entreprises de pêche nécessite de distinguer trois composantes (Figure 127) afin de mettre en évidence l'ensemble des facteurs déterminants de la rentabilité globale de l'entreprise.

- **La rentabilité d'exploitation (R.O.)** est le résultat de la confrontation des produits de l'entreprise (chiffres d'affaires) avec ses charges (coûts d'exploitation). Elle dépend donc de facteurs endogènes (stratégie de gestion propre à l'entreprise) et exogènes (contexte sectoriel et environnement économique).
- L'acquisition d'un navire de pêche et de l'ensemble des biens et services nécessaires pour générer une activité de pêche représente le **coût d'investissement (K)**. Il détermine le coût d'accès au métier avec notamment, dans le cas de la pêche, la prise en compte des barrières à l'entrée.
- Cet investissement peut être réalisé par l'intermédiaire de capitaux propres ou externes (établissements bancaires ou subventions spécifiques). Cette source de financement va engendrer un coût de mobilisation du capital. C'est le **coût de financement (i)**.

Pour qu'une entreprise soit viable d'un point de vue économique, elle doit être en mesure de rentabiliser son outil de production et de le renouveler. L'entreprise doit dégager un résultat opérationnel (R.O.) au moins égal à ses engagements financiers (K+i) pour rentabiliser son outil et dégager des réserves suffisantes pour financer le renouvellement de son outil.

Figure 127 : les déterminants de la rentabilité globale d'une entreprise de pêche



Source : RICEP (2013)

L'ensemble des données à collecter pour la filière amont est synthétisé dans la figure ci-dessous.

Figure 128 : synthèse des données à collecter



Source : RICEP (2013)⁸⁶

METHODE D'ECHANTILLONNAGE ET COLLECTE DES DONNEES

Compte tenu de la segmentation retenue, l'objectif a été d'obtenir un échantillonnage représentatif de la population de base permettant in fine de construire des «bateaux types» pour chaque segment de métier. On entend par « bateau type » une catégorie de navire (métier, taille, marins embarqués, zone de pêche,...) associée à des données d'activité moyennes correspondantes (volume de poissons, chiffre d'affaires, taux de rentabilité d'exploitation,...). Pour chaque segment de métier, un bateau type sera construit. Il y aura donc autant de bateaux types que de segments de métier retenus dans l'évaluation d'impact.

Il a été convenu avec les opérateurs professionnels locaux (organisation de producteurs, comité régional des pêches et organismes de gestion) que la notion de port d'attache était le meilleur critère de substitution pour définir au mieux les comportements économiques homogènes de flottille.

L'échantillonnage a été opéré par la méthode des quotas. Cette méthode consiste à s'assurer de la représentativité de l'échantillon en lui affectant une structure similaire à celle de la population de base selon des critères définis en amont et pour lesquels l'information est exhaustive. Au final, pour définir cette structure, 3 critères disponibles pour toute la flottille ont été retenus : le métier, la longueur du navire et le port d'attache. Concernant le critère métier, l'étude s'est appuyée sur la segmentation proposée par le COREPEM qui repose sur l'engin de pêche le plus utilisé sur l'« aire d'étude activité de pêche VALPENA ».

⁸⁶ COREPEM : Comité Régional des Pêches Maritimes et des Elevages Marins des Pays de la Loire; DPMA : Direction des Pêches Maritimes et de l'Aquaculture

EBE : Excédent Brut d'Exploitation; énergétiq. : énergétique; exploit° : exploitation; JDM : Jour De Mer; nb : nombre; P° : Production; princ. : principales; SIG : Soldes Intermédiaires de Gestion; tps : temps; vol : volume.

7. Présentation des méthodes utilisées et des difficultés rencontrées

7.11 Analyse socio-économique spécifique à l'activité de pêche professionnelle

7.11.2 Outil de caractérisation socio-économique de la filière pêche



Une fois le plan d'échantillonnage défini, la phase de collecte des données a pu être mise en œuvre. Pour prendre en compte les éventuelles disparités d'activité d'une année sur l'autre (apparence d'espèces, marché, etc.), l'étude s'appuie sur la collecte des données issues de la comptabilité des entreprises pour les 3 années de référence les plus récentes, à savoir de 2011 à 2013 (exercices comptables clôturés de 09/2010 à 12/2013).

L'échantillon final est constitué de 54 navires⁸⁷ (142 observations sur 39 mois). Le tableau suivant présente les caractéristiques principales de l'échantillon.

Tableau 171 : présentation des 54 navires échantillonnés

	Nombre de navires concernés par l'aire d'étude activité de pêche VALPENA	Navires échantillonnés / Population de référence						Représentativité de l'échantillon
		La Turballe	Le Croisic	Ile de Noirmoutier	Ile d'Yeu	Saint-Gilles-Croix-de-Vie	Les Sables d'Olonne	
Caseyeurs < 12m	4			NP*				NP*
Chalutiers de fond < 12m	11	2/5		3/5		0/1		45%
Chalutiers et sennes de fond > 12m	20	3/6	3/6			0/1	4/7	50%
Chalutiers pélagiques < 12m	3	NP*				NP*		NP*
Chalutiers pélagiques > 12m	17	6/11				4/6		59%
Fileyeurs < 12m	16			2/7	1/5	0/1	2/3	31%
Fileyeurs > 12m	11			4/5	3/5		0/1	64%
Ligneurs et palangriers < 12m	29		0/3	6/11	2/6	7/9		52%
Total tous segments	111	48%	33%	53%	38%	55%	55%	49%

Source : RICEP (2015), d'après données des groupements de gestion NP*: Non pris en compte pour raison de secret statistique⁸⁸

Au final, tous segments confondus, la représentativité de l'échantillon, de l'ordre de 50 %, est satisfaisante.

7.11.2.3.2 Filière aval

Les informations relatives à la filière aval sont plus atomisées par comparaison avec le secteur de la production.

Données concernant les acheteurs en halle à marée : données d'approvisionnement en halles à marée

Les données d'approvisionnement par entreprise (données de ventes des halles à marée de la région Pays de la Loire) comprennent les achats en volume et valeur pour l'ensemble des acheteurs s'étant approvisionnés dans les halles à marée de la région. En 2012, près de 190 entreprises ont été identifiées, la plupart étant implantées dans la région (9 entreprises sur 10).

Les données d'approvisionnement permettent d'analyser (de façon partielle puisque seuls les achats dans les halles à marée de la région sont connus), les stratégies d'approvisionnement des entreprises de la filière aval (halles à marée principale et secondaires, espèces principales, saisonnalité).

⁸⁸ Seul le niveau moyen d'activité de ces navires en termes de chiffre d'affaires a été collecté pour permettre d'évaluer l'activité globale des 111 navires. Il s'agit du chiffre d'affaires de 4 caseyeurs et 3 chalutiers pélagiques de moins de 12 mètres

Elles permettent également d'identifier les opérateurs qui s'approvisionnent, via le système des enchères en halle à marée, auprès des 111 navires concernés par l'« aire d'étude activité de pêche VALPENA ». L'analyse de la représentativité de la production commercialisée sous halle à marée en région, permet de vérifier qu'une large partie de la production commercialisée par les navires des Pays de la Loire passe par les halles à marée. En effet, les chiffres de vente sous halle à marée (enchères et gré à gré) représentent 86% du chiffre d'affaires des armateurs. Il apparaît que la représentativité dépend du segment de métier, elle est inférieure à 80% pour 3 segments. Il s'agit de petits métiers (caseyeurs, chalutiers de fond et fileyeurs de moins de 12 mètres) qui ont des comportements de commercialisation hétérogènes.

Tableau 172 : représentativité des données de vente en halles à marée des Pays de la Loire

Segments de métiers	Nombre de navires concernés par l'aire d'étude activité de pêche VALPENA	Chiffre d'affaires consolidé du segment (k€)	Chiffre d'affaires réalisés sous les halles à marée Pays de la Loire (k€)	Part du chiffre d'affaires réalisé sous les halles à marée des Pays de la Loire
Caseyeurs < 12m	4	173	132	76%
Chalutiers de fond < 12m	11	3 570	2 827	79%
Chalutiers et sennes de fond > 12m	20	18 723	17 519	94%
Chalutiers pélagiques < 12m	3	906	906	100%
Chalutiers pélagiques > 12m	17	12 171	9 983	82%
Fileyeurs < 12m	16	5 649	3 381	60%
Fileyeurs > 12m	11	5 935	5 935	100%
Ligneurs et palangriers < 12m	29	5 543	4 476	81%
Total tous segments	111	52 670	45 159	86%

Source: RICEP (2015), d'après données de vente en halle à marée des Pays de la Loire 2011 et 2012 et données des groupements de gestion

Données concernant les acheteurs en halle à marée : données économiques et administratives

L'INSEE produit chaque année des statistiques structurelles d'entreprises, regroupant les données comptables des fichiers administratifs (déclarations annuelles sur les bénéficiaires et déclarations annuelles de données sociales), ainsi que des informations sectorielles collectées par enquête. Chaque entreprise est classée selon son secteur d'activité défini par un code APE (Activité Principale Exercée) attribué par l'INSEE.

Les entreprises sont ainsi regroupées selon 3 principales catégories de métiers :

- ▶ (1) les grossistes et mareyeurs (code APE 4638A « Commerce de gros (commerce interentreprises) de poissons, crustacés et mollusques ») ; cette catégorie comprend 52 entreprises qui représentent 80% des achats en valeur dans les halles à marée en région Pays de la Loire ;
- ▶ (2) les détaillants ou poissonniers (codes APE 4723Z « Commerce de détail de poissons crustacés et mollusques en magasin spécialisé » et 4781Z « Commerce de détail alimentaire sur éventaires et marchés ») ;
- ▶ (3) les Grandes et Moyennes Surfaces (codes APE 4711D « Supermarchés » et 4711F « Hypermarchés »).
- ▶ Les autres catégories de métiers (pêcheurs, aquaculteurs, restaurateurs, transformateurs, ...) sont regroupés dans un segment intitulé « Autres métiers ».

Tableau 173: principales catégories d'acheteurs s'approvisionnant dans les halles à marée des Pays de la Loire

Catégories de métiers	Nombre d'entreprises	Approvisionnements sous les halles à marée Pays de la Loire		
		Volumes (tonnes)	Valeur (Millions d'Euros)	Part en valeur
Grossistes et Mareyeurs	52	18 989	74,6	80%
Détaillants-Poissonniers	107	2 722	15,2	16%
Grandes et Moyennes Surfaces	15	598	3	3%
Autres	14	244	0,7	1%
Total toutes catégories	189	22 553	93,6	100%

Source : RICEP (2015), d'après données de vente en halle à marée des Pays de la Loire (2011 & 2012)

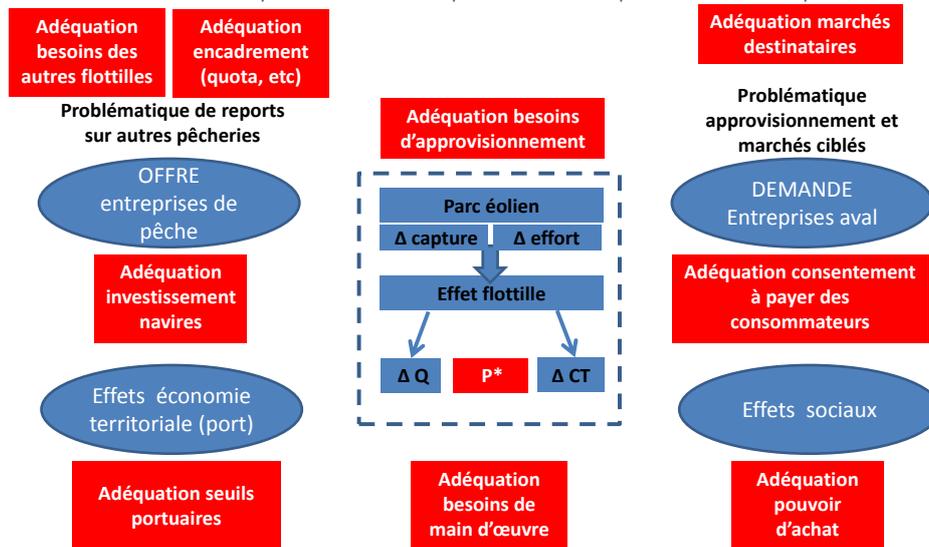
7.11.2.4 Caractérisation des activités potentiellement impactées (étape 4)

7.11.2.4.1 Définition des indicateurs cibles

L'objectif poursuivi dans la caractérisation des activités potentiellement impactées est double. Il s'agit tout d'abord de proposer un outil basé sur des indicateurs explicites, disponibles et reproductibles dans le temps. Le second objectif est de pouvoir disposer d'un « état initial », situation de référence (état initial) permettant de mesurer par la suite les effets du projet sur l'ensemble de la filière pêche.

Avant de définir les indicateurs cibles, la première étape de l'approche a consisté à évaluer les interactions possibles à prendre en compte, suite à l'implantation d'un parc éolien en mer. Le schéma suivant en présente une synthèse.

Figure 129 : les interactions à prendre en compte suite à l'implantation d'un parc éolien en mer



Source : RICEP (2013)

L'implantation d'un parc éolien, que ce soit en phase de construction, d'exploitation ou de démantèlement, peut, en fonction des règles de pêche en son sein, perturber le mode d'exploitation habituel des entreprises de pêche fréquentant la zone, en modifiant la structure de l'offre (Q) et la structure de coût (CT) des entreprises. Pour une entreprise de pêche, le retour à une situation normale ou la compensation du manque à gagner, passe alors, soit par une meilleure valorisation du reste de sa production non impactée (atteindre un nouveau prix d'équilibre - P^*) soit par le report de son activité sur d'autres pêcheries. Les phénomènes déjà observés par le passé suite à des situations comparables (fermeture temporaire de pêcherie, plans de gestion, etc.) montrent que le retour à une situation normale ne peut être instantané (il existe des « processus de transformation » ou d'adaptation). Il est donc nécessaire de prendre en considération de nombreux paramètres, et notamment :

- L'offre globale face à la problématique du report de l'activité des entreprises impactées vers d'autres pêcheries : l'encadrement des droits à produire est-il compatible ? Ces pêcheries déjà exploitées par d'autres entreprises de pêche peuvent-elles « accueillir » de nouveaux protagonistes ? Enfin, dans l'hypothèse d'un changement de métier, l'entreprise impactée en a-t-elle la capacité financière (coûts de transition) ?
- La demande globale portuaire (entreprises à la première mise en vente) face à la modification de la structure des approvisionnements. Existe-t-il des alternatives d'approvisionnement pour les entreprises de l'aval (autres sources d'approvisionnement, modification des espèces stratégiques et des marchés ciblés, compensation par le prix, etc..) ?

- Les seuils d'activité portuaires : l'impact potentiel est-il compatible avec le maintien des outils et services portuaires ou existe-il un risque d'irréversibilité ?
- Les effets sociaux : le principe de rémunération à la part des marins peut conduire à une perte de pouvoir d'achat des marins. Existe-t-il un risque de fuite de la main d'œuvre vers d'autres secteurs d'activité ?

Afin de pouvoir suivre et mesurer ces paramètres, l'étude propose de retenir plusieurs indicateurs qui pourront être calculés selon la disponibilité des données d'entrée. En fonction des finalités envisagées, deux types d'indicateurs peuvent être construits :

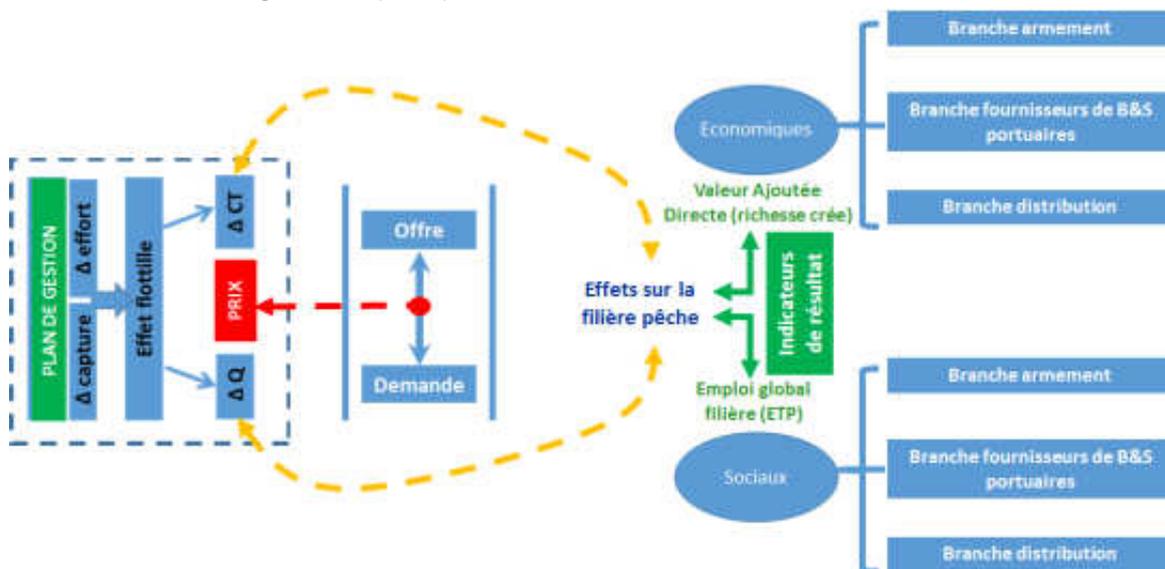
- Les indicateurs de résultat** : ils doivent permettre de mesurer de façon globale et synthétique les effets socio-économiques d'un dispositif. Ils doivent pouvoir servir d'outil de concertation sur les options de gestion, et d'outil d'aide à la décision.
- Les indicateurs de suivi** : ils doivent permettre de suivre dans le temps les ajustements possibles à chaque stade de la filière. Ils permettent d'évaluer les conditions de mise en œuvre d'un dispositif et les éventuelles compensations nécessaires. Ce sont à la fois des outils d'évaluation de la situation initiale et des outils de monitoring (ou contrôle) durant chaque phase de déploiement du parc éolien (travaux et exploitation). Autrement dit, ce sont des « capteurs » qui permettent de mesurer les effets des différentes décisions de gestion.

LES INDICATEURS DE RESULTAT

Deux indicateurs de résultat ont été retenus :

- Un indicateur permettant de mesurer l'appauvrissement/l'enrichissement du port suite à un choc entraînant une variation de la valeur des débarquements : la Valeur Ajoutée Directe (VAD).
- Un indicateur permettant de mesurer l'effet global sur l'emploi en mer et à terre : l'emploi global filière en équivalent temps plein (ETP).

Figure 130 : principe de sélection des indicateurs de résultat



Source : RICEP (2013)

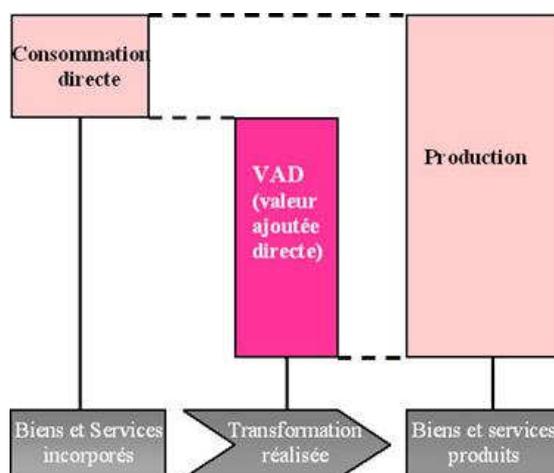
Chacun de ces indicateurs peut, le cas échéant, être décliné par branche (armements, fournisseurs de biens et services portuaires, distribution), pour mettre en évidence d'éventuelles asymétries dans les effets attendus.

► La Valeur Ajoutée Directe (VAD) :

La VAD est un concept récent (Brodier, 2001) qui repose sur la définition de la valeur ajoutée (VA) de la comptabilité nationale. C'est donc une grandeur économique qui est calculée à partir des données de la comptabilité générale des entreprises. Elle permet de mesurer la richesse réellement créée par une structure productive, ou un ensemble d'entreprises d'un secteur d'activité donné.

La VAD est le solde du chiffre d'affaires et du coût des biens et services directement incorporés au processus de production. L'ensemble des charges « en entrée » est regroupé dans le poste Consommation d'Unité d'Œuvre (ou consommation directe). Il s'agit des matières premières, produits finis ou non et des services entrant dans la composition du produit final (figure suivante).

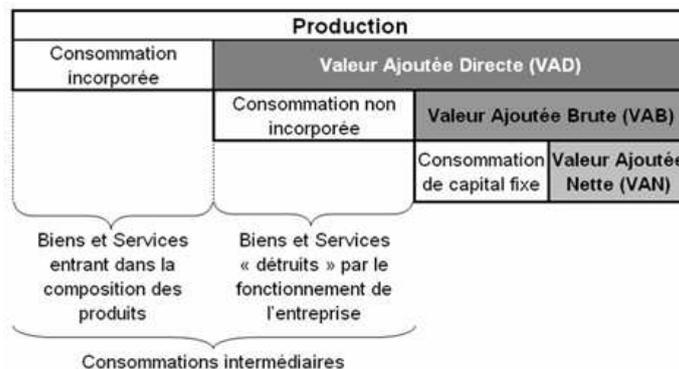
Figure 131 : le calcul de la VAD



Source : PL. BRODIER (2001)

Il faut noter que la VAD se différencie de la Valeur Ajoutée de la comptabilité générale (Figure 132). La Valeur Ajoutée Brute s'obtient en déduisant du chiffre d'affaires CA la consommation incorporée mais aussi la consommation non incorporée détruite par le fonctionnement de l'entreprise et non pour la composition du produit (charges liées aux frais d'approvisionnement, de transformation, transport, manutentions et autres charges externes, frais généraux, etc.).

Figure 132 : les 3 niveaux de valeur ajoutée



Source : RICEP (2013)

► L'emploi en mer et à terre :

L'emploi global filière en équivalent temps plein (ETP) agrège trois niveaux d'emplois qui sont aussi des indicateurs de suivi :

- Les emplois directs de marins pêcheurs opérant en mer ;
- Les emplois indirects sur la sphère portuaire ;
- Les emplois induits dans les « bassins d'emplois littoraux » concernés.

Pour le premier niveau d'emploi, il suffit de ramener l'ensemble des emplois concernés par la pêche, à un équivalent temps plein, en considérant le temps consacré à la zone.

La seconde estimation repose sur la logique de comptabilité d'entreprise et la notion de circuit, dans lequel les flux « sortants » d'un agent économique correspondent à des flux « intrants » pour d'autres agents. Les ventes (produits) des marins pêcheurs correspondent à des dépenses (charges) pour les mareyeurs-expéditeurs-exportateurs qui génèrent à partir de leurs achats une activité de négoce. De l'autre côté, les dépenses (charges) des marins pêcheurs correspondent à des recettes (produits) pour les fournisseurs des armements.

Ces deux premières sphères représentent les emplois maritimes.

Enfin, à travers un comportement de consommation induite, l'ensemble des emplois maritimes génèrent des emplois sur l'économie de proximité. C'est sur la théorie de la base qu'est fondée la méthode des multiplicateurs d'induction d'emplois. Des personnes employées dans un secteur génèrent d'autres emplois liés à la vie quotidienne dans un espace géographique donné. Le principe méthodologique consiste à distinguer au sein d'un bassin d'emplois les activités dites de base des activités induites. Le propre des activités de base est d'être très inégalement présentes dans les bassins d'emplois. La pêche est considérée comme une activité de base.

A noter que le périmètre de cette évaluation s'arrête au stade de la première vente des produits de la mer et qu'en ce sens, les emplois liés à la seconde vente ou à la transformation du poisson ne sont par exemple pas considérés. Ce choix méthodologique se justifie par la traçabilité plus difficile des produits de la mer après la première vente et par le fait que l'origine des produits de la mer traités par les transformateurs (domestique ou import), est difficile à appréhender. D'autre part, les emplois administratifs non financés directement par les flux financiers internes à la filière pêche ne sont pas comptabilisés (seuls les emplois des administrations ou organismes de tutelle financés en partie par des taxes sur les produits de la mer sont évalués). A contrario, la méthode d'évaluation employée ici (théorie de la base) prend bien en considération l'effet touristique de la pêche sur les façades littorales dans l'emploi induit à travers le nombre de nuitées à l'année.

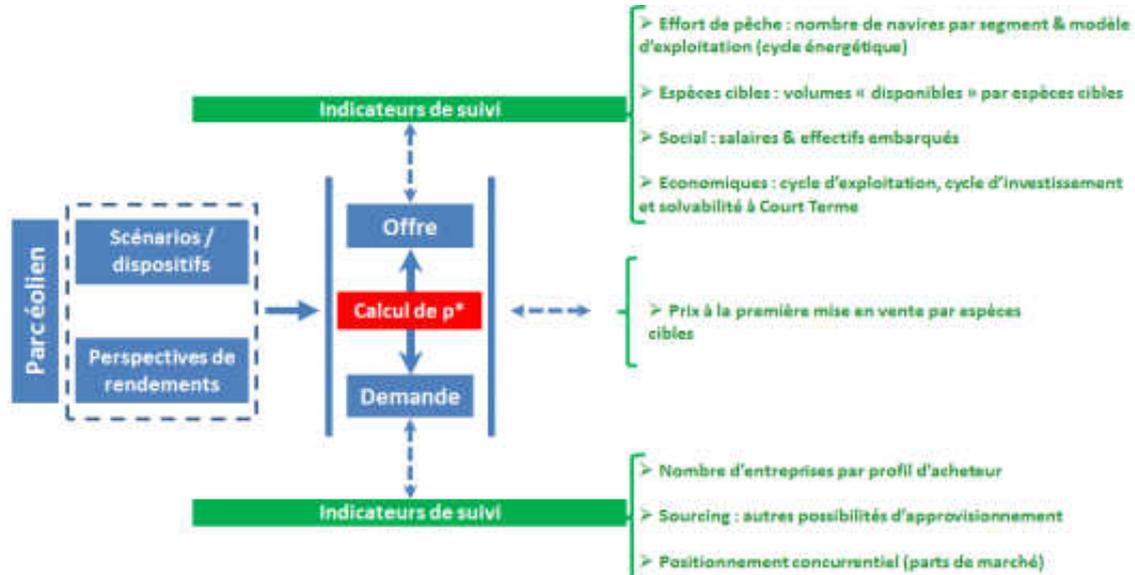
L'évaluation qui est faite dans cette étude et qui aboutit à un ratio proche de un emploi en mer pour deux emplois à terre, s'appuie sur des éléments tangibles (analyses des flux physiques et financiers entre les acteurs de la filière et données économiques par secteur d'activité fournies périodiquement par l'INSEE). On peut considérer qu'un emploi direct (ETP) en mer (le marin) est lié à un emploi indirect (ETP) à terre sur les ports et à un emploi induit (ETP) à terre sur l'économie de proximité.

Ce périmètre restreint et ces choix méthodologiques peuvent en partie expliquer des différences avec les estimations sociales que l'on retrouve dans plusieurs papiers sur l'emploi à la pêche qui mentionne un emploi à mer génère trois emplois à terre.

LES INDICATEURS DE SUIVI

Comme précisé plus haut, le choix des indicateurs de suivi s'est concentré sur des indicateurs dont les données nécessaires aux calculs sont facilement mobilisables (Figure 133 suivante).

Figure 133: principe de sélection des indicateurs de suivi



Source : RICEP (2013)⁸⁹

Au total, 19 indicateurs de suivi ont été retenus, dont 4 indicateurs pour le volet social et 15 indicateurs pour le volet économique. Ces indicateurs permettront un marquage de l'état initial et pourront contribuer à un système de surveillance sur le long terme.

- ▶ **3 indicateurs permettant de mesurer l'effort de pêche :**
 - Le nombre de navires par segment;
 - L'intensité d'utilisation du navire : le nombre de jours de mer;
 - Le cycle énergétique, décomposé en temps de route et en temps de pêche.
- ▶ **3 indicateurs permettant de mesurer la dépendance des segments de métier aux espèces cibles stratégiques :**
 - L'indice de dépendance à l'« aire d'étude activité de pêche VALPENA »;
 - Le volume pêché par espèce et par segment de métier;
 - Le volume disponible (encadrement des droits à produire) par espèces cibles dans les zones de pêche ciblées.
- ▶ **1 indicateur permettant de mesurer le niveau de valorisation : prix moyen à la première mise en vente par espèce cible.**
- ▶ **3 indicateurs permettant de mesurer la santé financière des entreprises de pêche :**
 - Le taux de marge brute d'exploitation : correspond au « revenu » de l'entreprise qui est généré par son activité. Le taux de marge brute d'exploitation est la marge brute d'exploitation (obtenue en déduisant de la valeur ajoutée, les frais de personnel et les impôts) rapportée au chiffre d'affaires de l'entreprise. C'est un indicateur de la capacité des entreprises à investir et à faire face à leurs engagements financiers.
 - Le taux de rentabilité des capitaux investis : les capitaux investis représentent les moyens mis en œuvre par l'entreprise pour assurer son activité. Le taux de rentabilité des capitaux investis est le rapport entre le résultat opérationnel et les coûts d'investissement de l'entreprise.

89

P* : prix d'équilibre

- Le ratio de solvabilité à court terme : le défaut de paiement prolongé des frais financiers (ou intérêts) peut provoquer la mise en faillite d'une entreprise par ses créanciers. Le ratio de solvabilité à court terme représente la capacité de l'entreprise à couvrir ses engagements financiers par son exploitation. Il est calculé en rapportant le résultat opérationnel au remboursement du capital emprunté et des intérêts correspondants. Il est généralement admis que le ratio de prudence, dans le secteur des pêches, se situe au-delà de 1,5. Autrement dit lorsque l'entreprise génère un excédent d'exploitation supérieur à 1,5, l'entreprise est considérée en bonne santé financière. A l'inverse lorsque ce ratio est inférieur à 1, elle doit puiser dans ses réserves des exercices passés pour faire face à ses engagements financiers. Ce ratio est aussi un indicateur essentiel pour évaluer la capacité des entreprises à investir dans le renouvellement ou le changement de ses outils de production. Il permet donc d'évaluer la capacité financière de l'entreprise à s'adapter à un changement de production.
- ▶ **1 indicateur permettant de déterminer la structure de la demande** et correspondant au nombre d'entreprises par profil d'acheteur (grossiste ou mareyeur, détaillant ou poissonnier, grande et moyenne surface, etc.).
- ▶ **2 indicateurs permettant de mesurer l'exposition des entreprises de l'aval au risque d'approvisionnement.** Le principe de ces 2 indicateurs est d'évaluer les conditions d'approvisionnement des opérateurs locaux de l'aval pour les principales espèces cibles stratégiques :
 - L'écart de prix de la production locale par rapport aux prix à la production nationale;
 - L'écart de prix de la production locale par rapport aux prix à la production importée.
- ▶ **2 indicateurs permettant de mesurer l'exposition des entreprises de l'aval au risque concurrentiel.** Le principe de ces 2 indicateurs est d'évaluer les conditions d'exposition concurrentielle des opérateurs locaux de l'aval pour les principales espèces cibles stratégiques :
 - L'écart de prix de la production locale par rapport aux prix à la consommation selon les principaux circuits de distribution;
 - L'écart de prix de la production locale par rapport aux prix à l'exportation.
- ▶ **3 indicateurs permettant de mesurer l'évolution de l'emploi** : les 3 niveaux d'emploi en équivalent temps plein (emplois directs, indirects et induits).
- ▶ **1 indicateur permettant de mesurer l'évolution du pouvoir d'achat des marins** : cet indicateur compare le salaire moyen des marins locaux à celui des marins nationaux.

A ce stade, il est important de rappeler que l'ensemble des indicateurs de suivi présentés ont été sélectionnés dans le cadre d'une analyse des interactions potentiellement induites sur la filière pêche suite à l'implantation d'un parc éolien (Figure 133). En ce sens, ces indicateurs représentent un cadre idéal de suivi des impacts. Pour passer à une phase opérationnelle de suivi, il faudra avant tout s'assurer de la possibilité d'accéder de manière pérenne aux données d'entrée nécessaires à leur calcul. Aujourd'hui, il apparaît clairement que le système d'informations en place ne permet pas le calcul de tous les indicateurs.

7.11.3 Processus d'évaluation des scénarios de gestion du parc

Les évaluations mises en place doivent permettre de mesurer l'impact de chacun des scénarios (construction et exploitation) sur les indicateurs identifiés en amont. Le processus d'expertise repose sur un certain nombre d'hypothèses d'application et sur des principes de modélisation.

Préalablement à l'évaluation, un travail de définition des hypothèses et des biais a été nécessaire.

7.11.3.1 Les biais et limites de l'évaluation

Compte tenu du système d'informations des activités de pêche en place aujourd'hui, il existe un certain nombre de limites pour disposer d'une évaluation fine de l'activité de pêche professionnelle à l'échelle de l'aire d'étude immédiate. Mais au-delà des limites liées à l'utilisation des données de spatialisation et particulièrement des données VALPENA, l'analyse économique dispose de ses propres limites.

► **Report d'activité :**

- Les évaluations d'impacts réalisées doivent être considérées comme un risque maximal de perte sèche pour la filière pêche (effet majorant) car aucune hypothèse de report d'activité des navires de pêche sur d'autres zones n'est considérée dans cette première évaluation, ni un éventuel « effet réserve » joué par le parc éolien lui-même de nature à limiter les impacts sur la filière pêche. En effet, le manque de données et de références capables de renseigner la mesure du report d'activité est trop important pour pouvoir être abordé à ce stade. Cela a été validé par le maître d'ouvrage, les services de l'Etat et le COREPEM compte tenu des limites actuelles des outils VALPENA et des données disponibles. Cependant, dans le cadre d'un suivi à moyen terme des activités de pêche, il sera intéressant d'analyser les éventuels reports de pêcherie qui auront pu être mis en place. La méthode proposée pour le suivi (voir chapitre 4.1.5 relatif au suivi de l'efficacité des mesures) permettra d'apporter de nouveaux éléments méthodologiques innovants en France et en Europe en la matière.

► **Production trimestrielle en tonnage toutes zones :**

- Difficulté de prise en compte des effets ETPQ (Espèce, Taille, Présentation, Qualité) en volume et en prix au cours du trimestre;
- Une seule option possible : considérer que la structure de l'offre est la même pour un trimestre donné. Ceci peut conduire à une sous ou sur-évaluation du manque à gagner.

► **Absence de modèle d'exploitation précis par période/zone :**

- Difficulté de prise en compte des variations de modèle économique (cycle énergétique, métier-engin pratiqué) par saison/zone;
- Une seule option possible : considérer que le modèle économique ne varie pas au cours du trimestre. Ceci peut conduire à une sous ou sur-évaluation des coûts d'exploitation saisonniers.

► **L'« aire d'étude activité de pêche VALPENA » est nettement plus importante que l'aire d'étude immédiate :**

- Compte tenu de l'absence de données de spatialisation à un niveau plus fin que celui des mailles VALPENA, seul un calcul de surfacage pourrait permettre d'estimer la richesse créée dans l'aire d'étude immédiate ou toute zone représentée par le périmètre d'implantation des éoliennes. Par exemple, l'aire d'implantation du parc éolien représente 32 % de la surface de l'« aire d'étude activité de pêche VALPENA » et ce ratio a été appliqué dans l'analyse des impacts ;

- De fait, cette première évaluation se limite à évaluer la richesse créée par la filière pêche à partir des activités générées sur l'« aire d'étude activité de pêche VALPENA ».

7.11.3.2 Les principes des évaluations mises en oeuvre

Les évaluations sont matérialisées par les indicateurs de résultat présentés ci-avant. Deux niveaux d'évaluation ont été définis de la manière suivante :

- 1) **Une évaluation d'impact ciblée sur l'« aire d'étude activité de pêche VALPENA »** (niveau I). Les indicateurs sont le chiffre d'affaires et la richesse générée par la filière pêche sur cette aire d'étude en fonction des indices de dépendance des navires. Cette évaluation doit être considérée comme un risque de perte sèche. Toutefois, celle-ci ne prend pas en considération les effets de seuil. En effet, à ce niveau d'évaluation, on ne peut pas parler de risque maximal. Avec un indice de dépendance important, certains segments de métier pourraient remettre en cause la totalité de leur modèle économique venant ainsi alourdir le niveau de risque. Les résultats de l'évaluation de niveau I, présentés en conclusion de la phase I, constituent surtout la donnée d'entrée pour l'évaluation du risque de niveau II.
- 2) **Deux évaluations d'impact subordonnées aux scénarios de gestion étudiés - construction et exploitation⁹⁰ - (niveau II).** Les indicateurs sont le chiffre d'affaires et la richesse générés par la filière pêche impactée. C'est à ce stade que l'on peut parler d'évaluation du "risque parc". L'étude permet de comparer les scénarios entre eux, en fonction du degré de risque sur la filière pêche associé à chacun des scénarios. Pour effectuer cette comparaison, le calcul prend alors en compte la donnée d'entrée (évaluations ciblées) et les taux d'exclusion liés à chacun des scénarios de construction et d'exploitation. Les différents scénarios testés sont présentés de manière synthétique dans le tableau ci-dessous :

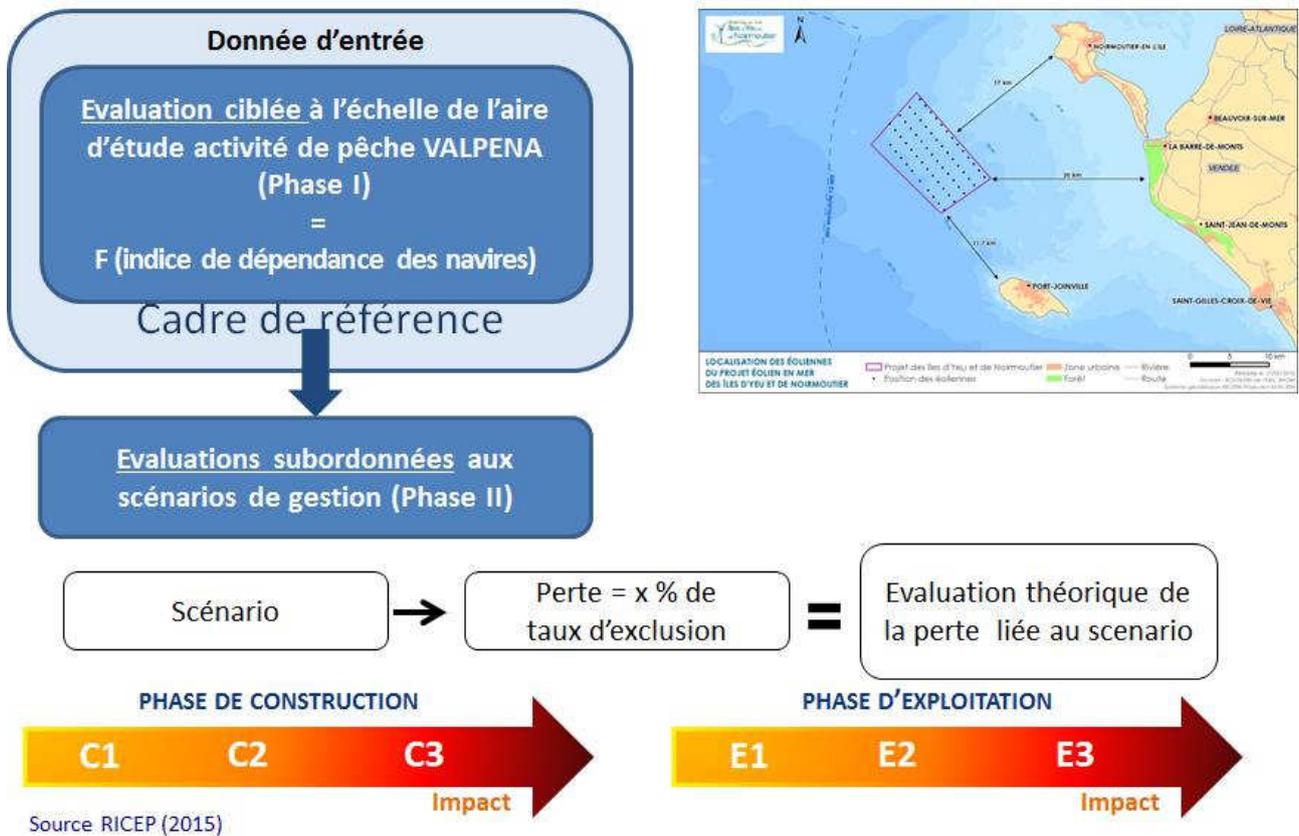
Tableau 174 : les scénarios de gestion appliqués pour l'analyse de l'impact

Scénarios de construction	Scénarios d'exploitation
<ul style="list-style-type: none"> • Scénario C1 : Pêche tous métiers autorisée avec fermeture du périmètre du parc éolien au niveau des mailles concernées par les travaux; • Scénario C1 intermédiaire : scénario C1 + fermeture du(des) périmètre(s) du parc éolien dans le(s)quel(s) des travaux se sont déjà tenus; • Scénario C2 : Pêche arts dormants autorisée avec fermeture du périmètre du parc éolien au niveau des mailles concernées par les travaux; • Scénario C2 intermédiaire : scénario C2 + fermeture du(des) périmètre(s) du parc éolien dans le(s)quel(s) des travaux se sont déjà tenus; • Scénario C3 : Pêche interdite tous métiers. 	<ul style="list-style-type: none"> • Scénario E1 : Pêche tous métiers autorisée; • Scénario E2 : Pêche arts dormants autorisée; • Scénario E3 : Pêche interdite

⁹⁰ L'évaluation en phase de démantèlement n'est pas présentée car trop lointaine (données socio-économiques changeantes à une échéance de plus de 20 ans) et elles sont toutefois, à nos échelles de simulation, à considérer comme identiques à la phase de construction.

La figure suivante précise la méthode de calcul de l'évaluation de niveau II qui, compte tenu des données mobilisables aujourd'hui, reste théorique.

Figure 134 : méthode de calcul de l'évaluation de niveau II selon les scénarios de gestion



7.12 Bilan carbone

Le Bilan des Émissions de Gaz à Effet de Serre (BEGES) est un indicateur qui, selon le protocole de Kyoto, contribue à la maîtrise des enjeux climatiques de notre planète. C'est un mono-indicateur qui peut s'inscrire dans une analyse plus globale : Bilan Énergétique, Analyse du Cycle de Vie (ACV), étude d'impacts environnementaux, etc.

La méthode du Bilan Carbone®, développée par l'Agence Nationale de l'Environnement et la Maîtrise de l'Énergie (ADEME) est la méthode reconnue et utilisée en France. Elle utilise des Facteurs d'Émission (FE) pour la majorité des produits et des traitements utilisés. Le FE d'un produit intègre notamment le Bilan Carbone de tous ses constituants, ainsi que l'énergie nécessaire à sa fabrication, son transport, son utilisation, etc.

Les émissions sont souvent exprimées en tonne équivalent CO₂ (t éq CO₂). La conversion des émissions de GES en CO₂ est possible grâce aux propriétés physiques et chimiques de chaque gaz (pouvoirs réchauffement global relatif = impacts comme GES).

L'exercice, appliqué au parc éolien en mer des Iles d'Yeu et de Noirmoutier, consiste à évaluer l'ensemble des émissions de gaz à effet de serre liées, de manière directe et indirecte, à l'existence du parc. Cela concerne donc l'ensemble du cycle de vie du projet, depuis l'élaboration et la préparation du projet, jusqu'à la remise du milieu dans son état initial à l'issue de son exploitation.

La vie du parc est découpée suivant les étapes suivantes : les d'études préalables, la fabrication des éléments, le fret des différentes éléments, l'acheminement des moyens nécessaires à l'installation du parc, l'installation des éléments, la mise en exploitation, l'exploitation et la maintenance, puis enfin, le démantèlement pour une remise en état du site et le traitement des éléments en fin de vie.

Les unités utilisées pour exprimer les émissions de GES sont généralement :

- ▶ tonne équivalent Carbone (t éq C), kilogramme équivalent Carbone (kg eq C) ;
- ▶ tonne équivalent CO₂ (t éq CO₂),

La conversion des valeurs de « X éq C » en « X éq CO₂ » se fait en multipliant⁹¹ les valeurs par 3,67.

Dans le cas d'un bilan d'une installation de production d'électricité, il est convenu de corréliser ces émissions à la quantité d'énergie produite. En effet pour comparer les moyens de production entre eux, les émissions sont exprimées en gramme équivalent Carbone par kWh produit (g eq C / kWh).

Notons que « X » g eq C / kWh = « x » kg eq C / MWh = « x » t eq C / GWh, ...

Il convient de rappeler qu'il est délicat de vouloir comparer les BEGES (ou Bilan Carbone®) entre eux, car une des étapes primordiales est de définir le périmètre de l'étude, c'est-à-dire de déterminer ce qui est pris en compte et ce qui ne l'est pas (ex : remonter l'analyse jusqu'à l'extraction du minerai de fer). En réalité, les valeurs (quantités, facteurs d'émission, etc.) sont d'une imprécision variant entre 10 et 100%. Les chiffres publiés sont donc des « ordres de grandeur ».

Concernant l'éolien terrestre, les chiffres publiés, ont une grande variabilité : entre 2,8 g et 36,7 g éq CO₂ / kWh.

⁹¹ Rapport des masses moléculaires du carbone et du dioxyde de carbone (12 et 44) : $3,67 = 44/12$

Pour les fermes d'éoliennes en mer, L'ADEME propose de retenir la valeur de 7,3 g éq CO₂ / kWh, pour tenir compte d'un facteur de charge⁹² moyen français (FE basée sur l'évaluation d'EDF).

Les Bilans Carbone® présentés lors des débats publics sur les projets des îles d'Yeu et de Noirmoutier, mais aussi de Courseulles-sur-Mer, Fécamp, Saint-Brieuc, Le Tréport et Saint-Nazaire, conduisent à retenir une valeur moyenne de 17 g éq CO₂ / kWh⁹³.

Ces écarts s'expliquent par les caractéristiques des éoliennes, les types des fondations, l'envergure et éloignement du parc, la distance de fret des éléments, etc., mais également par la précision et la discrimination des éléments considérés, le périmètre d'étude et bien sûr, par la durée projetée d'exploitation.

7.13 Difficultés rencontrées et limites de l'étude

7.13.1 Difficultés et limites dans la rédaction globale de l'étude d'impact

7.13.1.1 Difficultés relatives à la réalisation de l'étude d'impact

Elles sont de plusieurs ordres et concernent les principaux points suivants :

- **La recherche d'une bonne homogénéité de l'ensemble de l'étude d'impact**, tant sur le fond que sur la forme, malgré la multiplicité des prestataires et thématiques abordées dans le cadre de la rédaction de l'étude.

Afin d'assurer cette homogénéité, un cadre structurant, commun à l'ensemble des analyses a été construit. La méthodologie mise en œuvre et destinée à servir de base commune à l'évaluation des enjeux et des impacts, a été élaborée par le bureau d'étude BRLi. Elle fait appel aux éléments de connaissances issus des guides qui traitent de l'éolien ou de façon plus générale du milieu marin, mais aussi des méthodes spécifiques aux domaines d'expertises (expertises naturalistes...) ou encore des retours d'expériences. La mise en œuvre et l'application de cette méthodologie standard a toutefois nécessité des adaptations considérant les spécificités de certaines composantes environnementales (notamment pour les différents groupes d'espèces faunistiques, paysage...).

De la même façon, il a fallu veiller au respect de la proportionnalité des différentes parties au regard de la sensibilité environnementale de la zone de projet et de l'importance et la nature du projet.

- **L'évaluation de certains niveaux d'impacts** étant donné le manque de connaissances et/ou de retours d'expériences sur certaines problématiques récentes (par exemple l'utilisation de la zone du parc par les ressources halieutiques, les impacts des émissions magnétiques des câbles sur les espèces marines, les émissions sonores sous-marines des éoliennes en fonctionnement, les impacts du démantèlement d'un parc éolien en mer....) le principe de précaution a été appliqué ;

⁹² Rapport entre l'énergie électrique effectivement produite sur une période donnée et l'énergie qu'elle aurait produit si elle avait fonctionné à sa puissance nominale durant la même période

⁹³ Courseulles-sur-Mer : 19,3 g éq CO₂ / kWh, Fécamp : 15,4 g éq CO₂ / kWh, Saint-Brieuc : 15,8 g éq CO₂ / kWh, Le Tréport : 15,5 g éq CO₂ / kWh et Saint-Nazaire : 18,9 g éq CO₂ / kWh

- ▶ **L'obtention de données actualisées et homogènes** entre les différentes aires d'étude ou échelles d'analyse. Ce point inclut notamment les difficultés rencontrées pour la réalisation d'une base de données cartographiques SIG à jour et complète sur l'ensemble des aires d'étude.
- ▶ **La rédaction de certains chapitres de l'étude d'impact**, conformément à la réglementation en vigueur, en l'absence de méthodologie clairement définie sur ces thèmes. Il s'agit en particulier de l'analyse des effets cumulés du projet avec d'autres projets connus, de l'étude des interrelations entre les différentes composantes de l'environnement ou encore de l'addition des effets entre eux.
- ▶ S'agissant des effets cumulés et à titre d'exemple, il apparaît que les conclusions rendent le plus souvent compte d'un cumul d'effet dont le résultat correspond à la somme des effets considérés individuellement sur chacun des projets, mais sans qu'il soit vraiment possible d'aller au-delà dans l'analyse (soit l'appréciation d'un effet supra-additif ou plus rarement infra-additif).
- ▶ **La difficulté**, au vu du grand nombre d'informations contenues dans les rapports d'expertises, de proposer pour les différents thèmes et sujets abordés dans l'étude d'impact une rédaction synthétique et compréhensible par le plus grand nombre.

7.13.1.2 Limites des méthodes utilisées pour la réalisation de l'étude d'impact

Elles portent sur les principaux éléments suivants :

- ▶ **Limites inhérentes au manque de connaissances générales** sur le milieu marin et ses spécificités :
 - L'acquisition de données *in situ* ne permet pas de disposer d'un niveau de connaissance aussi exhaustif que souhaité ou équivalent à celui que l'on peut avoir sur le domaine terrestre. C'est en particulier le cas des acquisitions de données naturalistes en mer, contraintes par des limites techniques et de nombreux aléas notamment météorologiques ;
 - Etant donné l'absence ou le faible cloisonnement du milieu marin, les interrelations entre les compartiments de l'environnement sont multiples et se font à large échelle. Ce point impose une approche écosystémique pour la réalisation des études environnementales.
- ▶ **Evaluation des niveaux d'enjeu et d'impact**. Le manque de connaissance du milieu marin fragilise notamment l'évaluation précise des niveaux d'enjeu et d'impact qui est basée dans certains cas sur un dire expert ou même sur la base d'hypothèses.

L'évaluation des valeurs des 3 critères de définition du niveau d'enjeu (valeur de la composante, aire d'étude la plus sollicitée et tendances évolutives) s'est avérée dans certains cas complexe. Cette évaluation conduit à prendre en compte, en l'absence d'information, une valeur par défaut non pas toujours maximisante mais laissée à l'appréciation de l'expert. Il apparaît en effet que l'application d'une valeur maximisante sur un critère pour lequel on ne dispose pas d'information suffisante, peut finalement aboutir à une surestimation de l'enjeu réel local pour certaines espèces pour lesquelles on ne dispose pas de données suffisantes par rapport à d'autres espèces mieux connues dont l'enjeu local a pu être estimé sur la base de connaissances approfondies.

De la même façon, la notion de sensibilité à l'effet, qui est l'un des critères de définition du niveau d'impact, reste difficilement appréciable pour les espèces marines : la résilience et la tolérance d'un habitat ou d'une espèce n'étant pas forcément connue. La méthodologie présentée par le guide du MEDDE (2012) pour évaluer les sensibilités des habitats marins et les espèces benthiques se base sur la méthode MarLIN. Le site MarLIN fournit effectivement des informations sur les sensibilités des espèces en fonction de l'effet attendu de l'activité et des arbres décisionnels mais la majorité des espèces recensées sur les aires d'étude, et qui influencent l'écologie des habitats, ne sont pas répertoriées dans le tableau accessible sur le site MarLIN pour les activités « énergies renouvelables » et « dragage ». Cette notion de sensibilité n'est pas toujours applicable pour les composantes qui concernent le milieu humain, mais la méthodologie propose aussi une méthode d'évaluation qui permet de s'affranchir de ce critère pas toujours facile à évaluer ou peu voire pas adapté à la composante étudiée.

- ▮ **Suivi des mesures** : Le contrôle de l'efficacité de la mesure et de sa pérennité est plus difficile en milieu marin qu'en milieu terrestre du fait de la nécessité de la mise en œuvre de moyens importants ou encore de la pression des autres usages non maîtrisables sur le site ou à proximité pouvant rendre caduque la mesure.

Au final, ces difficultés et limites sont étroitement liées aux limites de connaissances des différentes composantes abordées. L'évaluation s'efforce de proposer une trame commune qui impose un cheminement méthodologique qui nous paraît pertinent pour disposer d'une définition fiable des enjeux et des impacts, et accepté par les différents experts rédacteurs de l'étude d'impact.

7.13.2 Difficultés et limites des expertises

7.13.2.1 Difficultés et limites de l'expertise acoustique sous-marine

7.13.2.1.1 Mise en œuvre des mesures en mer

La mise en œuvre des instruments en mer est sujette à de nombreux aléas liés en particulier :

- ▮ aux activités existantes, principalement de pêche professionnelle, qui peuvent dégrader les instruments ou les détruire ;
- ▮ aux conditions météorologiques qui ne permettent pas toujours de conduire les opérations en mer dans des conditions suffisantes de sécurité des personnels et des matériels ;
- ▮ aux pannes électroniques ou informatiques des systèmes de mesure.

Le principe du suivi acoustique passif est de recueillir un jeu de données représentatives du lieu de déploiement, c'est-à-dire pour des conditions météocéaniques variées, sans pour autant rechercher la pleine couverture temporelle d'une période. Dans le cadre de l'étude, les conditions de représentativité ont pu être assurées malgré les différents aléas.

Les difficultés rencontrées concernent exclusivement la phase de relevé terrain soumise à de nombreux aléas techniques et météorologiques qui ont généré la perte de certaines séquences d'enregistrements (perte ou dommages du dispositif en place, fichiers endommagés ou inexploitable...).

7.13.2.1.2 Limites de la base de données AIS

Les données AIS ont été utilisées pour appréhender l'importance du trafic maritime sur la zone d'étude. A noter toutefois que l'usage de l'AIS n'est obligatoire que pour les navires de plus de 300 tonnes et préconisé pour les navires de taille inférieure (navires de commerce, pêche et plaisance). Même si l'installation des systèmes AIS semble se généraliser à quasiment toute la flotte et qu'ils couvrent par conséquent une très grande majorité des activités, les données AIS ne traduisent pas de façon totalement exhaustive le trafic au sein et à proximité de l'aire d'étude.

L'opération spécifique d'extraction de granulats n'est pas indiquée dans les messages AIS. Toutefois, le navire support indique sa position et peut être considéré comme étant la source sonore significative de cette activité (De Jong, 2010).

7.13.2.1.3 Approximations de la modélisation sonore

Les sources acoustiques sont représentées par des sources ponctuelles ou par des ensembles de sources ponctuelles en fonction du type d'activité considérée. Ceci est une simplification vis-à-vis des sources sonores qui sont dans la plupart des cas étendues. Cela peut introduire un biais très localement à la position de la source de bruit.

Les effets physiques tridimensionnels de la propagation du son ne sont pas pris en compte. Dans le cas du projet, la présence des îles et la bathymétrie plongeante au large peuvent introduire ce type d'effet.

Pour des très petits fonds, (typiquement inférieurs à 10m de hauteur d'eau, l'influence des interfaces (surface et fond) sont tels que la modélisation devient d'autant moins précise que les fréquences sont basses (fréquence de coupure) et que les interfaces sont mal décrites.

7.13.2.1.4 Incertitudes relatives aux niveaux sonores émis

Les caractéristiques sonores utilisées pour décrire les bruits du projet sont dérivées de mesures réalisées lors de différents projets et reportées dans la littérature technique et scientifique. Elles ne prennent pas en compte les caractéristiques détaillées des techniques mises en œuvre. La dispersion des valeurs de bruit reportée est toutefois relativement faible. On peut donc en conclure que les gabarits utilisés sont représentatifs et que, en l'état actuel des connaissances, les incertitudes sur le type de machine-outil et les conditions de substrat, bien qu'existantes, restent probablement marginales.

Les niveaux émis par les opérations de forage dépendent de la nature du fond. Une opération de forage dans un fond dense est susceptible de générer plus de bruit que dans un fond moins dense. Les retours d'expériences des projets menés en Europe du Nord fournissent des données de source de bruit pour un certain type de fond, mais en aucun cas pour toute la diversité des fonds existants. Une incertitude est donc liée à cette lacune de connaissance.

En attendant les résultats de ces travaux, une incertitude sur le niveau de bruit généré par les activités de forage est introduite dans les prédictions réalisées dans le cadre de cette étude.

Les limites de l'étude de l'impact acoustique sur les mammifères marins sont précisées au paragraphe 7.13.2.3.4.

7.13.2.2 Difficultés et limites de l'expertise plancton, ressources halieutiques et autres peuplements marins

7.13.2.2.1 Difficultés

Afin de mettre en œuvre des opérations de pêche au large, il est indispensable d'impliquer les professionnels du secteur pour leur connaissance du milieu d'une part, et leur maîtrise des techniques de pêche et la mise à disposition de leurs navires et armement d'autre part. Mener ce type de campagne en mer implique donc de prendre en considération les périodes d'armement/désarmement des navires aux différents types de pêche. Or, s'il est coutumier d'échantillonner les différents secteurs lors de plusieurs saisons (afin de caractériser entre autre les variations inter-saisonnières dans les assemblages faunistiques) d'un point de vue scientifique, les professionnels de la pêche travaillent quant à eux par période, en fonction des contraintes réglementaires d'une part et de la disponibilité des ressources d'autre part. Les missions d'échantillonnage en mer sont également contraintes par les conditions météorologiques. Ceci est particulièrement vrai en atlantique où certaines périodes sont caractérisées par de fortes dépressions induisant de fortes houles et des vents importants, et d'autre part, sur les plateaux rocheux (à l'instar de l'aire immédiate) où l'on observe une amplification de ces phénomènes (houles, clapot). Les opérations de tri/identification, pesées et mesures ne peuvent être mise en œuvre correctement lorsque les conditions de mer sont trop mauvaises. Certains engins de pêche (pose de filets) sont également assujettis à des conditions de mer particulières (faibles coefficients, houles relativement faibles) pour éviter notamment les casses de matériel.

De ce fait, une difficulté rencontrée a été de faire coïncider le calendrier du protocole avec les périodes d'armement/désarmement des navires et les conditions météorologiques.

Par ailleurs, malgré les précautions prises, des casses de matériel (filets) ont été rencontrées. En effet, certains filets ont pu être crochetés par accident par d'autres navires et d'autres ont été endommagés par les fonds accidentés. De ce fait, pour les campagnes de pêche aux filets, certaines stations prévues initialement plus éloignées de l'aire d'étude immédiate ont dû être déplacées pour éviter ces problèmes.

7.13.2.2.2 Limites

ÉTAT INITIAL BIBLIOGRAPHIQUE

L'analyse de l'état initial bibliographique des ressources halieutiques est tributaire de la disponibilité, de la quantité et de la qualité des données recueillies. Dans le cas présent, la majorité de la bibliographie est issue des campagnes scientifiques menées par l'IFREMER depuis de nombreuses années. Ces différentes campagnes scientifiques ont permis d'obtenir une image assez précise de la structure des assemblages piscicoles durant les périodes échantillonnées. Les séries temporelles de données sont également longues, ce qui permet d'extraire les variations annuelles et interannuelles naturelles. Toutefois, il existe des limites aux interprétations faites compte tenu du fait que chaque campagne scientifique met en œuvre un engin d'échantillonnage adapté à la capture de certaines espèces, ce qui ne permet pas d'obtenir une image représentative de la totalité des espèces présentes. Par ailleurs, les données les plus récentes collectées par IFREMER (depuis 2010) sont indisponibles et n'ont pas été exploitées (les données plus récentes ne sont pas encore compilées et publiées par l'IFREMER).

CAMPAGNES D'ÉCHANTILLONNAGE IN-SITU

Chaque campagne scientifique met en œuvre un engin d'échantillonnage adapté à la capture de certaines espèces ce qui ne permet pas d'obtenir une image représentative de la totalité des espèces présentes.

Les juvéniles et les adultes de petite taille sont également sous-estimés car les engins ne permettent pas de les capturer. En effet, la nature des fonds (fonds rocheux accidentés) ne permet pas d'utiliser des mailles plus fines ou de mettre en œuvre des opérations de chalutage de type chalut à perche ou chalut de fond et chaussette de petite maille. Les individus pélagiques ne sont pas pris en compte étant donnée la difficulté à interpréter les données à petite échelle (ces espèces ont souvent des aires de déplacement très large). Enfin, ces campagnes sont réalisées sur des pas de temps relativement courts au regard des variations naturelles de distribution et de structure des peuplements piscicoles mis en lumière dans la bibliographie.

Pour la pêche au casier, la mise en œuvre du suivi 2016 a été délicate car les navires prévus initialement en 2015 pour participer aux pêches au casier ont décidé de ne pas réarmer au casier pour l'année 2016. Après négociations entre les différents acteurs impliqués, il a été décidé que les pêches se feraient avec le même bateau que l'année précédente, le patron pêcheur réarmant son bateau exceptionnellement pour nos campagnes casier. Pour ce faire il mobilisait son équipage à Noirmoutier pendant 5 jours au lieu de mobiliser de Saint-Gilles-Croix-de-Vie pour 2 jours (du fait de l'armement / désarmement pré et post campagne).

La pêche avec les filets bongo n'a pas rencontré de difficultés sur le positionnement des stations, les traits sont rapides et restent sur une tranche d'eau comprise entre 0 et 10-15m. Par contre suivant les périodes d'échantillonnage (printemps) de forts colmatages peuvent survenir dans les filets ce qui contraint la pêche. Il est nécessaire de réduire le temps de pêche afin de ne pas perdre en efficacité (refoulement).

Il existe des limites aux interprétations faites, compte tenu du fait que chaque campagne scientifique met en œuvre un engin d'échantillonnage adapté à la capture de certaines espèces ce qui ne permet pas d'obtenir une image représentative de la totalité des espèces présentes.

Les juvéniles et les adultes de petite taille sont également sous-estimés car les engins ne permettent pas de les capturer. La nature des fonds (fonds rocheux accidentés) ne permet pas d'utiliser des mailles plus fines ou de mettre en œuvre des opérations de chalutage de type chalut à perche ou chalut de fond et chaussette de petite maille. Les individus pélagiques ne sont pas pris en compte étant donnée la difficulté à interpréter les données à petite échelle (ces espèces ont souvent des aires de déplacement très large). Enfin, ces campagnes sont réalisées sur des pas de temps relativement courts au regard des variations naturelles de distribution et de structure des peuplements piscicoles mis en lumière dans la bibliographie.

7.13.2.3 Difficultés et limites de l'expertise mammifères marins, tortues marines et autres grands pélagiques

Les avantages et les limites des deux démarches complémentaires mises en œuvre pour la collecte des données sur les mammifères marins, tortues marines et autres grands pélagiques sont présentés ci-après.

7.13.2.3.1 Intérêts et limites des observations en bateau

Les expertises par bateau offrent généralement de bonnes conditions de détermination et d'étude des comportements pour les individus observés (temps d'observation généralement assez long).

Les conditions d'observation, notamment d'état de la mer, jouent un rôle fondamental dans les possibilités de détection de mammifères marins en mer, en particulier pour des espèces très difficiles à observer à la surface (Marsouin commun notamment). Le choix de créneaux météorologiques favorables est donc particulièrement important pour les observations de mammifères marins en bateau.

Enfin, les expertises en mer en bateau ne permettent pas de couvrir des distances importantes sur une journée, ce qui réduit l'effort d'échantillonnage.

7.13.2.3.2 Intérêts et limites des observations avion

L'un des grands avantages de l'avion réside dans sa grande couverture surfacique en une journée, particulièrement adaptée pour l'étude des mammifères marins.

Les expertises par avion sont moins affectées par les conditions de mer, bien que les vagues cassantes (moutons) altèrent les capacités d'observation. L'avion permet en effet des observations en surplomb (par transparence), y compris d'espèces peu démonstratives et farouches comme le Marsouin commun.

Les expertises par avion sont marquées par la vitesse de déplacement, qui réduit l'angle d'observation et offre généralement peu de temps pour identifier les espèces observées. L'étude des comportements n'est par ailleurs pas possible en avion.

7.13.2.3.3 Limites et difficultés du traitement bio-acoustique des données

Outre les difficultés inhérentes aux aléas techniques survenus lors de la mise en œuvre des suivis acoustiques sous-marins, certaines difficultés sont également survenues lors du traitement bio-acoustique des données enregistrées. Ce traitement bioacoustique fait référence à la détection manuelle dans un premier temps, et automatique dans un deuxième temps des signaux biologiques présents dans ces enregistrements audio.

Le travail de détection manuelle des signaux biologiques dans la donnée mesurée qui a été entrepris de manière consciencieuse et méthodique a permis d'extraire des conclusions représentatives des aires d'étude immédiate et éloignée en termes de fréquentation des cétacés.

Concernant le traitement bioacoustique automatique des enregistrements audio, il a été effectué à l'aide d'outils automatiques de détection et de classification tels que ceux proposés par le logiciel PAMGuard. Toutefois, il est apparu que la présence importante de bruit environnemental (transport sédimentaire et pluie), de bruit biologique (benthos), et dans une moindre mesure, de bruit anthropique (passage de navires, bruit de mouillage, etc.) dans la donnée mesurée entraîne une confusion de l'algorithme de détection entre les signaux biologiques et les signaux d'autres origines. Les fréquences d'émissions pouvant se superposer, un phénomène de masquage des signaux biologiques par les signaux anthropiques et/ou environnementaux peut alors se produire. Dans ce contexte perturbé, la capacité d'identification automatique est faible, voire nulle selon le type de signal biologique recherché.

7.13.2.3.4 Limites de l'évaluation des impacts acoustiques sur les mammifères marins, tortues et grands pélagiques

LACUNES DE CONNAISSANCE RELATIVES AUX SEUILS DE TOLERANCE

Les seuils de tolérances ne sont pas connus pour toutes les espèces à ce jour. Cela est particulièrement vrai pour les seuils de modification du comportement. De plus, les seuils sont souvent obtenus à partir d'un faible nombre de mesure et d'expérimentations.

IMPACT DES EXPOSITIONS PROLONGEES AU BRUIT

Du point de vue physique, le calcul de l'exposition sonore cumulée consiste à intégrer l'énergie sonore perçue sur la durée d'exposition. L'accumulation du bruit perçu est confinée uniquement dans l'empreinte sonore de chaque atelier qui définit la distance maximale d'exposition aux bruits du projet, aussi bien pour un événement sonore que pour une répétition successive du même événement sonore (Thomsen *et al.*, 2015).

Toutefois, malgré quelques tentatives scientifiques (Lurton, 2007 ; Popov, 2011 ; Kastelein, 2012), il n'existe pas encore de consensus au sein de la communauté scientifique sur la manière de dériver cette quantité physique aux différents effets sur les mammifères marins. Appréhender les effets d'une exposition prolongée est d'autant plus difficile que les effets de récupération entre deux événements sonores impulsifs sont méconnus.

Une difficulté supplémentaire vient s'ajouter au difficile problème de l'estimation des effets liés à une exposition prolongée aux bruits. Elle réside dans le fait que les animaux ne peuvent pas être considérés comme immobiles tout au long de l'exposition au bruit. L'estimation de la dose d'énergie sonore perçue pendant l'exposition sonore nécessiterait de modéliser le déplacement des individus.

IMPACTS SUR LES POPULATIONS

L'évaluation de l'impact d'une activité humaine sur la vie marine peut s'effectuer sur un continuum de niveaux (National Research Council, 2005) allant du niveau individuel jusqu'au niveau des populations. Le NRC (Commission de Régulation Nucléaire) (National Research Council, 2005) pointe clairement le manque de connaissance et l'ampleur nécessaire des études au niveau de la population. Compte tenu de la difficulté d'équiper des animaux vivants *in situ*, la connaissance de l'audition des mammifères marins et de l'impact des émissions sonores sur cette audition a été majoritairement acquise sur un faible nombre d'individus et d'espèces, ceci plutôt en bassin (grands dauphins, béluga, marsouin, orque) ou pour des espèces potentiellement accessibles de la côte (phoques). Aujourd'hui, l'audiogramme ou à minima la sensibilité auditive à certaines fréquences de 32 espèces de mammifères marins ont été mesurées (Simard & Leblanc, 2010).

LIMITES DE L'APPROCHE D'ÉVALUATION DU NOMBRE D'INDIVIDUS CONCERNÉS PAR LES EMPREINTES SONORES

Les données SAMM (Suivi Aérien de la Mégafaune Marine en France métropolitaine) ont été exploitées afin d'estimer le nombre d'individus affectés par les bruits générés par le projet et propagés par le projet. Bien qu'inédites à cette échelle, les données SAMM et donc les modélisations basées sur ces données, demeurent sujettes à des biais potentiels sur la représentativité des données. Ces biais ont été pris en compte dans le cadre des modélisations d'habitats à travers l'intégration de variables environnementales dans les analyses.

Les estimations d'effectifs réalisées sur la base des campagnes SAMM doivent donc être considérées comme informatives, étant données les hypothèses importantes qu'elles intègrent : représentativité des données obtenues lors de quelques survols des campagnes SAMM, estimations d'effectifs sur la base de modélisations.

Par ailleurs, il convient de prendre en considération que les estimations d'effectifs réalisées par Quiet-Oceans (2016) présentent un caractère « instantané ». Il s'agit en effet des effectifs estimés au sein des zones d'empreinte sonore d'après des modélisations « instantanées » qui ne prennent pas en compte des éventuels comportements de déplacement des mammifères marins en lien avec la gêne acoustique occasionnée durant la construction du parc.

7.13.2.3.5 Limites de l'évaluation des impacts acoustiques sur les ressources halieutiques (poissons, mollusques, céphalopodes)

MISE EN ŒUVRE DES MESURES EN MER

La mise en œuvre des instruments en mer est sujette à de nombreux aléas liés en particulier :

- ▶ aux activités existantes, principalement de pêche, qui peuvent dégrader les instruments, les détruire ou causer leur perte ;
- ▶ aux conditions météorologiques qui ne permettent pas toujours de conduire les opérations en mer dans des conditions suffisantes de sécurité des personnels et des matériels ;
- ▶ aux pannes électroniques ou informatiques des systèmes de mesure.

APPROXIMATION DE LA MODELISATION SONORE

Les sources acoustiques sont représentées par des sources ponctuelles ou par des ensembles de sources ponctuelles en fonction du type d'activité considérée. Cela est une simplification vis-à-vis des sources sonores qui sont dans la plupart des cas étendues. Cela peut introduire un biais très localement à la position de la source de bruit. Des projets en cours (projet de recherche RESPECT), permettront de mieux apprécier les impacts sur base de modèles plus précis.

INCERTITUDES RELATIVES AUX NIVEAUX EMIS

Les caractéristiques sonores utilisées pour décrire les bruits du projet sont dérivées de mesures réalisées sur différents parcs éoliens et présentées dans la littérature technique et scientifique. Ces études ne prennent pas en compte les caractéristiques détaillées des techniques mises en œuvre. La dispersion des valeurs de bruit reportée est toutefois relativement faible. On peut donc en conclure que les gabarits utilisés dans cette étude sont représentatifs et que, en l'état actuel des connaissances, les incertitudes sur le type de machine-outil utilisée dans les ateliers et les conditions de substrat, bien qu'existantes, restent probablement marginales.

LACUNES DE CONNAISSANCE RELATIVE AUX SEUILS DE TOLERANCE

Les seuils de tolérances ne sont pas connus pour toutes les espèces à ce jour, mais de récentes études donnent des indications reconnues nationalement (Popper *et al.*, 2015). Cela est particulièrement vrai pour les seuils de modification du comportement. De plus, les seuils sont souvent obtenus à partir d'un faible nombre de mesures et d'expérimentations. Les valeurs disponibles restant peu différenciées entre espèces à morphologies différentes (avec ou sans cils, vessie natatoire,...) les seuils disponibles sont utilisés pour l'ensemble des espèces de poissons par exemple.

IMPACT DES EXPOSITIONS PROLONGEES AU BRUIT

Du point de vue physique, le calcul de l'exposition sonore cumulée consiste à intégrer l'énergie sonore perçue sur la durée d'exposition. L'accumulation du bruit perçu est confinée uniquement dans l'empreinte sonore de chaque atelier (en phase de travaux) qui définit la distance maximale d'exposition aux bruits du projet, aussi bien pour un événement sonore que pour une répétition successive du même événement sonore (Thomsen, *et al.*, 2015).

Toutefois, malgré quelques tentatives scientifiques (Lurton, 2007), (Popov, 2011), (Kastelein, 2012), il n'existe pas encore de consensus au sein de la communauté scientifique sur la manière de dériver cette quantité physique aux différents effets sur les populations marines. Appréhender les effets d'une exposition prolongée est d'autant plus difficile que les effets de récupération entre deux événements sonores impulsifs sont méconnus.

Une difficulté supplémentaire vient s'ajouter au difficile problème de l'estimation des effets liés à une exposition prolongée aux bruits. Elle réside dans le fait que les animaux ne peuvent pas être considérés comme immobiles tout au long de l'exposition au bruit. L'estimation de la dose d'énergie sonore perçue pendant l'exposition sonore nécessiterait de modéliser le déplacement des individus.

IMPACTS SUR LES POPULATIONS

L'évaluation de l'impact d'une activité humaine sur la vie marine peut s'effectuer sur un continuum de niveaux (National Research Council, 2005) allant du niveau individuel jusqu'au niveau des populations. Le National Research Council pointe clairement le manque de connaissance et l'ampleur nécessaire des études au niveau de la population.

Des modèles qui cherchent à prédire les effets du bruit anthropique sur les populations de mammifères marins commencent à voir le jour tels que l'IPCOD (*Interim Population Consequences of Disturbance*) développé par le SMRU Marine en 2014 (Harwood 2014) (King 2015). Ce modèle permet de quantifier les effets potentiels de la construction d'un site éolien sur une population de mammifères marins. Il établit des liens quantitatifs entre le nombre de jours de dérangement et les paramètres vitaux des individus qui composent la population, pour en déduire in fine, l'impact démographique potentiel sur cette population. Un second modèle DEPONS (*Disturbance Effects on the Harbour Porpoise Population in the North Sea*), actuellement en développement, s'intéresse spécifiquement aux populations de Marsouin commun en mer du Nord lors de travaux en mer par battage. Une publication commune permet de faire une comparaison et une expertise de ces deux modèles (Nabe-Nielsen 2016). Aucune étude de ce type n'est identifiée pour les autres espèces d'intérêt halieutique à notre connaissance.

7.13.2.4 Difficultés et limites de l'expertise avifaune

Les suivis visuels en mer de l'avifaune à partir de bateau et/ou d'avion tels que mis en œuvre dans le cadre de la réalisation de l'état initial de la présente étude d'impact et plus généralement pour les études avifaunistiques, sont des méthodes qui, bien que relativement souples et complètes, présentent des biais et limites.

7.13.2.4.1 Intérêt et limites des observations bateau

Les observations de l'avifaune en mer depuis un bateau permettent, du fait des temps d'observations long, une identification aisée des espèces contactées ainsi qu'une approche comportementale.

Certaines limites sont toutefois à souligner, notamment :

- ▶ La forte dépendance de la qualité des observations aux conditions météorologiques (limite générale à toutes les expertises en mer) ;
- ▶ La faible couverture géographique en une journée ;
- ▶ L'influence du bateau sur le comportement de certaines espèces.

7.13.2.4.2 Intérêt et limites des observations avion

Les observations en mer de l'avifaune depuis un avion viennent compléter les inventaires bateau et permettent d'appréhender l'intérêt relatif de la zone du parc au regard d'un contexte plus large. Cette technique d'observation offre en effet la possibilité d'observations en surplomb, une meilleure détectabilité des groupes posés, un impact limité sur le comportement des oiseaux. Elle permet également de couvrir rapidement une large couverture géographique (faible effet du déplacement des oiseaux sur les densités observées).

Les principales limites de ces observations avion sont associées :

- ▶ Au temps d'identification court ;
- ▶ A la détermination difficile pour certaines espèces et à l'absence d'analyse des comportements possibles ;
- ▶ Ou encore à la dépendance de la qualité des observations aux conditions météorologiques (général à toutes les expertises en mer).

7.13.2.4.3 Limites des inventaires depuis la côte

Des observations depuis trois sites côtiers (un sur l'île d'Yeu, un sur l'île de Noirmoutier et un sur la côte vendéenne), complémentaires aux observations en mer, ont été mises en œuvre afin d'étudier la migration des passereaux.

La méthode mise en œuvre ne permet toutefois pas de mesurer la migration nocturne, prédominante chez de nombreuses espèces de passereaux insectivores (Zucca, 2010) et ne permet donc pas de tirer d'informations sur les trajets empruntés la nuit ou sur l'importance relative de la migration nocturne.

En outre, le suivi ne se fait qu'en matinée : même si ce choix permet de mesurer une grande partie de la migration diurne des passereaux, il arrive, selon les conditions météorologiques, que des flux continuent d'être observés après 12 h 00. Comme pour le suivi à la pointe de l'Aiguillon, lors de passages importants de migrateurs constatés aux alentours de midi les observateurs sont invités à l'indiquer sur la fiche de relevé de terrain. Ceci est notamment susceptible d'intervenir lors des pics de passage d'Hirondelles rustiques.

La méthode mise en place ne permet donc de ne mesurer qu'une partie de la migration des oiseaux terrestres le long de la côte.

Cependant, la comparaison avec les autres sites de migration ou avec les stations de baguage permet d'envisager l'importance relative du secteur par rapport à l'ensemble de la côte Atlantique (voire métropolitaine), notamment les sites de migration suivis selon des méthodes similaires.

Comme pour tous les suivis ornithologiques, un autre biais est apporté par la limite de détection qui est conditionnée par la taille des oiseaux, mais aussi la hauteur et le mode de vol, les conditions météorologiques, l'état de la mer. Par ailleurs, le champ de vision est limité (face aux observateurs, en direction de la mer dans le cadre de cette étude). Tous les oiseaux ne peuvent donc pas être comptés mais ceci ne pose pas de problème d'analyse étant donné que ces limites sont générales à l'étude des oiseaux en vol et que l'objet de la mission est une analyse comparative (relative) entre des sites suivis selon les mêmes méthodes.

Enfin, il existe, comme pour toute expertise naturaliste, un biais "observateur" : même si les équipes ont été constituées d'observateurs aux compétences équivalentes et que la stabilité des équipes est recherchée autant que possible, il arrive que les observateurs changent. Leurs appréciations peuvent varier, notamment sur l'estimation de la taille des grands groupes, sur la reconnaissance des espèces (même s'il s'agit d'observateurs aguerris), sur les conditions météorologiques.

7.13.2.4 Limites des modèles de collision

Les impacts par collision des oiseaux avec les éoliennes ont été appréhendés via l'utilisation du modèle de collision de Band (2012) adapté sous R par Masen (2015).

L'analyse des impacts sur l'avifaune liés à l'effet collision sur les structures éoliennes en mer est en effet particulièrement complexe en raison de la difficulté d'évaluer les mortalités effectives en milieu marin, en l'absence de possibilité de rechercher des cadavres, malgré le développement de projets R&D de surveillance automatisée (radars ou caméras thermiques) (Hill *et al.*, 2014). Le risque de collision est ainsi un impact difficilement appréciable en s'appuyant uniquement sur les observations de terrain.

Pour cette raison, l'utilisation de modélisations des risques de collision est largement développée dans le cadre des projets éoliens en mer, notamment en Europe du nord-ouest (Band, 2012 ; Masden, 2015 ; Masden & Cook, 2016). Les modèles de collision les plus utilisés demeurent des outils qui, bien que relativement complets, ne fournissent pas un nombre prédit fiable d'individus entrant en collision avec les pales des éoliennes.

Les estimations des risques permettent cependant d'avoir un ordre de grandeur pour estimer l'importance des effectifs concernés par une collision potentielle. L'intérêt majeur réside dans les comparaisons interspécifiques des risques, permettant de hiérarchiser les espèces par rapport à leurs risques de mortalité.

Plusieurs limites existent dans le modèle, présentées par l'auteur (Band, 2012) ou identifiées au cours de l'analyse. La compréhension de ces limites à la méthode est essentielle pour bien considérer que la modélisation n'est pas une réponse exacte mais une approche mathématique d'un phénomène comprenant beaucoup d'incertitudes.

- ▶ La simplification du modèle est une limite évidente sur les calculs. La complexité des paramètres environnementaux (variations météorologiques, visibilité atmosphérique...) et comportementaux (variabilité comportementale, suivant la période et l'âge des individus) ne permet pas une approche parfaitement réaliste des risques de collisions auxquels sont confrontés les oiseaux. Le modèle se base sur la moyenne des observations d'une espèce (ex. : vitesse de vol, altitude de vol), des connaissances (ex. : biométrie, activité nocturne) ou sur l'activité du parc (proportion du fonctionnement théorique, vitesse de rotation des pales) et considère les interactions moyennes entre les spécimens de chaque espèce et le parc éolien étudié.
- ▶ La notion d'évitement reste très discutée dans la communauté scientifique. Ce paramètre est défini par les deux principes de macro-évitement (oiseau évitant le parc éolien) et de micro-évitement (oiseau évitant les pales d'une éolienne) qui constituent le taux d'évitement des espèces, défini par la formule suivante (Cook et al., 2012) :

$$(1\text{-Évitement}) = (1\text{-MacroÉvitement}) \times (1\text{-MicroÉvitement})$$

Les taux d'évitements sont très variables suivant les sites et les méthodes d'observations (Cook et al., 2012). Le modèle considère plusieurs niveaux d'évitement, de 0 % (aucun évitement) à 99,9 % (fort évitement). D'après Cook, les estimations présentées par Krijgsveld sont jugées crédibles (Cook et al., 2012). Ces estimations présentent un évitement global autour de 99 % pour les Plongeurs, le Fou de Bassan, les anatidés anatidés marins et les alcidés, et autour de 98 % pour les autres espèces. Certaines espèces ont fait l'objet d'études affinées (Cook et al., 2014).

- ▶ La répulsion des espèces provoquée par le fonctionnement des sites éoliens semble relativement identifiée par la notion de macro-évitement décrit précédemment. Sa notion inverse, l'attraction, a été démontrée pour plusieurs espèces comme le Grand Cormoran ou certains laridés comme la Mouette pygmée et les goélands (Krijgsveld et al., 2011 ; Leopold, Dijkman et Teal, 2011 ; Petersen, 2005 ; Vanermen et al., 2013). Cette attraction s'expliquerait par la présence de reposoirs, la présence d'un nouvel habitat favorable à la pêche ou l'attraction induite par les lumières (balisage). Ce phénomène n'est pourtant que peu quantifié et décrit précisément dans la bibliographie et les résultats semblent variables suivant les sites (Furness, 2013). Le modèle ne prend pas en compte l'attractivité de ces espèces dans le risque de mortalité. Ces deux notions (attraction et répulsion) sont également variables au cours du temps. L'étude réalisée sur le site de Horns Rev (Danemark) a montré une augmentation graduelle dans la fréquentation du site d'implantation par les Macreuses noires après la mise en place des éoliennes. Cette augmentation de 10 à 50 % par an de fréquentation par l'espèce (Petersen et Fox, 2007), réputée comme évitant les parc éoliens (Krijgsveld et al., 2011 ; Petersen, 2005), démontre l'adaptabilité des espèces aux projets éoliens. La modélisation de ces comportements, encore peu étudiés et potentiellement très localisés, n'est pas prise en compte dans les calculs.

- Les caractéristiques du vol des espèces présentent des résultats avec une grande disparité. Les conditions météorologiques, la période de la saison (migration, reproduction), les types de vol (vol alimentaire, repos) ou encore le site étudié engendrent des résultats très différents. De plus, l'interprétation de la hauteur de vol par les observateurs reste approximative en absence de mesures fiables ou « étalon » qui permettent de définir des repères. La technologie (radar, caméra) montre aussi ses limites dans ce domaine avec des lacunes ne permettant pas d'obtenir des résultats suffisants pour les modèles (détermination spécifique pour les radars notamment). De plus, les altitudes de vol utilisées pour le modèle et issues des observations locales sont réalisées dans des conditions météorologiques choisies pour la qualité du suivi, omettant les conditions de très forte agitation où les oiseaux changent de distribution et de comportement de vol. Cette approximation des caractéristiques de vol est estimée à 50 % de l'incertitude par Band.

Les informations concernant la migration sur la zone d'étude sont peu disponibles, principalement concernant les axes migratoires et les effectifs concernés. Les variations interannuelles et le nombre de données disponibles ne permettent pas d'estimer convenablement le nombre d'individus par espèce transitant par le site d'implantation du projet. De plus, les caractéristiques de vol des individus en migration peuvent être différentes de celles des individus hivernants ou reproducteurs, ce qui influence les probabilités et risques de collisions.

7.13.2.5 Difficultés et limites de l'expertise chiroptères

7.13.2.5.1 Limites générales de la méthode d'échantillonnage acoustique

La méthode de détection acoustique passive (SM2BAT+) a été privilégiée pour l'acquisition de données sur les chiroptères.

La méthode utilisée est la plus adaptée pour ce type de projet. Néanmoins, il existe plusieurs limites :

- La différence de détectabilité entre espèces ;
- La difficulté d'identification de certaines espèces ;
- Le pourcentage de détectabilité de l'appareil ;
- La différence d'attractivité de l'environnement proche de la station d'enregistrement pour les stations terrestres et littorales.

La détectabilité diffère en fonction des espèces (Barataud, 2012). Chaque espèce de chiroptère possède un sonar dont les caractéristiques sont propres à son habitat et à son type de vol. La portée d'un signal acoustique dépend principalement de sa durée et de sa largeur de bande de fréquences. Par exemple, une espèce volant régulièrement en altitude (plusieurs dizaines voire centaines de mètres de hauteur – espèce dite « de haut vol ») utilise généralement des signaux d'une durée importante avec une faible largeur de bande, ce qui lui permet de sonder loin son environnement. De même, l'intensité d'émission d'un individu est fonction de son comportement de vol : plus un individu sera loin des obstacles et plus il émettra des signaux de forte intensité. Ainsi, certaines espèces sont audibles à plusieurs centaines de mètres tandis que d'autres sont inaudibles à plus de 5 mètres. Les rhinolophes et les murins ne sont généralement plus audibles à plus d'une dizaine de mètres (Tableau 175).

Le pourcentage de détectabilité d'un détecteur d'ultrasons est en grande partie fonction de la sensibilité et de la directivité du microphone. Un microphone à membrane est par exemple plus sensible mais également plus directif qu'un microphone électret. Le premier aura donc une distance de détection plus importante que le deuxième mais son angle de perception sera plus faible. Ainsi le pourcentage de détectabilité dépend fortement du matériel utilisé. Par exemple, le SM2BAT + ne détecte qu'entre 45 et 50 % des signaux de chauves-souris par rapport à d'autres modèles de détecteurs (Adams *et al.*, 2012). En revanche, le prix de ces derniers est nettement plus élevé et ils ne résistent pas aux conditions marines.

Le niveau d'activité et la diversité chiroptérologique sont par ailleurs fortement influencés par les caractéristiques de l'environnement proche de la station d'enregistrement, en milieu terrestre et littoral. En effet, les milieux bâtis peuvent attirer ou influencer le comportement des chiroptères à la recherche d'un gîte de repos. De même, les zones éclairées peuvent attirer certaines espèces de chauves-souris car elles attirent quantité d'insectes ou avoir un effet répulsif sur les espèces lucifuges. Enfin, le potentiel en habitats de chasse et en corridors de déplacement est fonction de la qualité des milieux environnants.

Tableau 175: Distance de détection, en milieux ouverts et semi-ouverts, des principales espèces de chiroptères de France

Intensité d'émission	Espèce	Distance de détection	Intensité d'émission	Espèce	Distance de détection	
Faible	Petit Rhinolophe (<i>Rhinolophus hipposideros</i>)	5 m	Moyenne	Pipistrelle pygmée (<i>Pipistrellus pygmaeus</i>)	25 m	
	Grand Rhinolophe (<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>)	10 m		Pipistrelle commune (<i>Pipistrellus pipistrellus</i>)	25 m	
	Rhinolophe euryale (<i>Rhinolophus euryale</i>)	10 m		Pipistrelle de Kuhl (<i>Pipistrellus kuhlii</i>)	25 m	
	Murien à oreilles échancrées (<i>Myotis emarginatus</i>)	10 m		Pipistrelle de Nathusius (<i>Pipistrellus nathusii</i>)	25 m	
	Murin d'Alcathoe (<i>Myotis alcathoe</i>)	10 m		Minioptère de Schreibers (<i>Miniopterus schreibersii</i>)	30 m	
	Moyenne	Murin à moustaches (<i>Myotis mystacinus</i>)	10 m	Très forte	Vespère de Savi (<i>Hypsugo savii</i>)	40 m
		Murion de Brandt (<i>Myotis brandtii</i>)	10 m		Sérotine commune (<i>Eptesicus serotinus</i>)	40 m
		Murin de Daubenton (<i>Myotis daubentonii</i>)	10 m		Sérotine de Nilsson (<i>Eptesicus nilssonii</i>)	50 m
		Murin de Natterer (<i>Myotis nattereri</i>)	10 m		Sérotine bicolore (<i>Vespertilio murinus</i>)	50 m
		Murin de Bechstein (<i>Myotis bechsteinii</i>)	10 m		Noctule de Leisler (<i>Nyctalus leisleri</i>)	80 m
Moyenne	Barbastelle d'Europe (<i>Basbastella barbastellus</i>)	10 m	Très forte	Noctule commune (<i>Nyctalus noctula</i>)	100 m	
	Grand Murin (<i>Myotis myotis</i>)	20 m		Molosse de Cestoni (<i>Tadarida teniotis</i>)	150 m	
	Oreillard gris / Oreillard roux (<i>Plecotus sp.</i>)	20 m		Grand Noctule (<i>Nyctalus lasiopterus</i>)	150 m	

Source : adapté d'après Barataud, 2012

7.13.2.5.2 Intérêts et limites des inventaires insulaires et côtiers

En l'absence de techniques et matériels adaptés pour réaliser des inventaires complets dans l'aire d'étude immédiate (en mer), l'analyse des données côtières et insulaires, que ce soit les données de prospection, de capture ou d'acoustique, constitue le moyen le plus accessible pour appréhender l'activité des chauves-souris en zone littorale et marine.

La mise en œuvre d'enregistrements ultrasonores sur les îles et la côte permet notamment :

- ▶ De mettre en évidence la présence d'espèces à faible dispersion mais susceptibles de chasser sur la côte continentale ou sur des îles situées à plusieurs kilomètres ainsi que d'espèces à plus large spectre de dispersion (espèces migratrices) ;
- ▶ De caractériser la phénologie de l'activité des cortèges de chauves-souris, et notamment de mettre en évidence les "pics" de passage ou d'activité ;
- ▶ D'avoir des éléments de comparaison sur l'intensité de l'activité selon les sites d'enregistrement mais également avec des sites équipés d'enregistreurs dans d'autres cadres.

Le principal écueil de l'acquisition de données sur la côte et les îles par rapport aux objectifs d'étude de l'état initial de la zone d'implantation des éoliennes est que les données obtenues se trouvent nécessairement assez loin de l'aire d'étude immédiate. La zone couverte est en outre réduite du fait de l'implantation fixe des enregistreurs, de la limite de détection du matériel et de la grande surface à couvrir.

La biologie même et la discrétion des chauves-souris suggèrent qu'un grand nombre de connaissances restent encore à acquérir, autant sur les gîtes occupés que sur les interactions entre ceux-ci, les zones de chasse utilisées, les trajets migratoires régionaux ou de longue distance.

Par ailleurs, le protocole relevant d'un échantillonnage, il convient de noter que les résultats obtenus sur une station d'enregistrement donnée peuvent différer (plus ou moins) des résultats qui auraient pu être obtenus à plusieurs centaines de mètres. En ce sens, la localisation des stations d'enregistrement, le plus proche possible de la côte, est importante.

7.13.2.5.3 Intérêts et limites des inventaires menés en mer

Les inventaires en mer visaient à caractériser la présence éventuelle de chauves-souris au sein ou à proximité de l'aire d'étude immédiate du projet de parc éolien.

L'intérêt de tels inventaires réside en leur localisation en pleine mer (notamment l'aire d'étude immédiate et ses abords). Il s'agit donc d'une collecte d'informations *in situ*, alors que les données collectées à la côte ne permettent de faire des hypothèses que sur de potentiels passages en mer. Malgré cet intérêt certain, il convient de garder la mesure des informations pouvant être retirées de la démarche :

- ▶ Des contacts de sons de chiroptères apporteront la certitude de l'existence de passages en mer, bien qu'il ne soit pas possible d'en évaluer l'importance ;
- ▶ L'absence de contact lors de la période d'enregistrement ne signifie pas en revanche l'absence de passage en mer.

LIMITES GÉNÉRALES AUX ENREGISTREMENTS ACOUSTIQUES EN MER

Des difficultés classiques sont inhérentes aux inventaires en milieu marin : difficultés d'accès au matériel, de vérification régulière, de maintenance, etc.

La principale limite des inventaires en mer concerne les faibles probabilités de détection des éventuels individus volant au large. En effet, en raison de la très grande surface à étudier, d'une assez faible portée des cris de chiroptères (entre 5 et 10 m pour les rhinolophes et plus de 100 m pour les noctules), la probabilité de détecter des chiroptères en mer est faible.

Enfin, le milieu marin présente certaines contraintes acoustiques (vent, vagues), qui peuvent produire de nombreux bruits parasites. Certains bruits électromagnétiques peuvent aussi être générés par des instruments présents sur certains bateaux. Ces divers bruits peuvent rendre difficile l'écoute des séquences enregistrées et couvrir les éventuels sons de chauves-souris.

LIMITES DU DISPOSITIF SUR BATEAU DE PÊCHE

Les plages d'enregistrement depuis le bateau sont limitées dans le temps (un mois par session) mais leur répétition sur trois campagnes réduit toutefois ces limites. Les inventaires sur bateau ont été dépendants des activités du bateau de pêche professionnelle en mer (présence en mer en fin de nuit notamment, sites de pêche définis selon les stocks de poissons) ce qui implique que les enregistrements ont été réalisés uniquement en seconde partie de nuit et jusqu'au lever du jour.

L'environnement sonore sur le bateau de pêche est particulièrement bruyant, provoquant des bruits parasites de type mécanique (bruits liés au maniement des casiers et des filets) et électromagnétiques (appareillages) venant s'ajouter aux bruits parasites du milieu marin (bruit des vagues et du vent). Ceci diminue les chances de distinguer un éventuel signal de chauve-souris au milieu des autres bruits.

Le microphone mis en place sur le bateau n'a pas été protégé ce qui limite les pertes de sensibilité acoustique. Le microphone a été changé pour chaque session d'enregistrement, afin de limiter les conséquences de l'altération progressive du microphone en conditions marines.

LIMITES DU DISPOSITIF SUR BOUÉE

Le dispositif a été spécialement dimensionné pour l'installer sur la bouée. Bien qu'un dispositif similaire soit en cours de développement par Biotope (sur une bouée dédiée, aux dimensions nettement supérieures), le développement et les tests du matériel (viabilité, efficacité) ont donc été menés simultanément à l'acquisition de données en mer (printemps 2015 notamment). Plusieurs limites et contraintes sont associées à ce protocole spécifique d'enregistrement acoustique de chiroptères en mer.

Sur le plan technique :

- ▶ Le bon fonctionnement du dispositif n'a pas pu être vérifié régulièrement (pas de communication à distance – type GSM par exemple - et pas d'intervention possible sur la bouée en-dehors des visites trimestrielles). Ainsi, l'état du dispositif n'a été connu qu'une fois tous les trois mois environ, à l'occasion des opérations de maintenance générale des bouées. Les données étaient récupérées à cette occasion.
- ▶ Les conditions extrêmes en milieu marin (humidité, vagues, sel, etc.) engendrent des altérations progressives des composants (microphones, connectiques, soudures, etc.), même si la protection du caisson étanche, des câbles et du microphone s'est globalement révélée efficace. Ainsi, l'importante altération de certains composants (notamment soudures des connecteurs) n'a pas pu être totalement réparée lors de la première maintenance à terre (12/06/2015), ce qui a conduit à réaliser un changement complet du dispositif lors de la maintenance de début septembre 2015.

Sur le plan bioacoustique, les probabilités de contact de chiroptères en mer sont globalement faibles en raison d'une sensibilité acoustique réduite du microphone et des phénomènes d'altération progressive (humidité, sel) mais également de la protection de celui-ci (baisse de sensibilité, notamment pour les sons provenant des côtés et du dessus).

7.13.2.6 Limites de la campagne d'archéologie sous-marine

L'utilisation du magnétomètre pour la détection d'objet présente plusieurs limites :

- ▶ L'espacement des lignes du magnétomètre n'est pas suffisant pour réaliser une détection détaillée des objets. Les données magnétométriques sur la zone d'étude ne fournissent pas une couverture complète de la zone et le résultat correspond à un aperçu de ce à quoi on peut s'attendre sur la zone d'étude.
- ▶ Le magnétomètre a été remorqué à 8 m du fond, ce qui ne permet pas de détecter les petits objets. Dans la figure 72, la détection des limites d'une cible est mise en évidence en fonction de la distance entre la cible et le magnétomètre. La courbe montre les limites de la détection. L'objet A sera détecté, pas l'objet B, et l'objet C restera détecté de façon marginale. Le tableau 40 donne un aperçu semblable, appliqué à différents matériaux. Avec une distance de 10 m entre le magnétomètre et la cible, les cibles de 100 kg apparaissent comme de très petites anomalies.
- ▶ Les objets sans propriété magnétique ne sont pas détectés.

7.13.2.7 Limites de l'étude de trafic

L'analyse du trafic maritime s'est basée sur un échantillon de 30 mois de données SPATIONAV V1. Le système SPATIONAV V1 a connu au cours de l'année 2014 une migration vers le système SPATIONAV V2. Cette migration a débuté à l'été 2014 et a impacté les radars de la zone des îles d'Yeu - Noirmoutier à partir du mois d'octobre 2014. Ainsi, les données recueillies en octobre 2014 se trouvent largement réduites et ne correspondent pas à la réalité du trafic maritime.

Sur la plage de temps de mai 2012 à septembre 2014, le système SPATIONAV V1 offre des données de trafic maritime très proches de la réalité.

Les données SPATIONAV regroupent des données de trafic maritime de type AIS et radar. Concernant les données AIS, il n'y a pas d'ambiguïté sur la nature et l'identité du navire car le système AIS transmet l'identité du navire. Il est donc trivial de dénombrer et classer les navires équipés d'AIS.

Les données radar sont une accumulation d'échos radar dans le temps. Ces échos radar ne permettent pas en l'état d'être certain de l'identité du navire détecté. L'étude détaillée de ces échos radar (dimension des échos) ainsi que leur dynamique (vitesse et comportement de la trajectoire) permet de déduire la nature du navire ainsi que la nature de son activité (pêche, dragage, etc...). Ainsi dans l'étude, la nature du trafic et l'identité des navires détectés au radar ne sont au final que des estimations.

Les capteurs radar sont des équipements très sensibles aux conditions météorologiques notamment à l'état de la mer et de la pluie. Les réglages radar mis en place par les services de l'Etat offrent une bonne détection radar sur la zone propice des îles d'Yeu et de Noirmoutier par tout temps.

Les limites de détection des radars du système SPATIONAV sont bien au-delà de la zone propice des îles d'Yeu et de Noirmoutier, ceci pour les radars de l'Herbaudière et du Sémaphore de Saint-Sauveur et pour de petits navires de pêche. Dans le cas de figure où le réflecteur radar de ces navires de pêche est défectueux, la détection radar s'effectue sur la structure du navire ainsi que sur les sillons qu'il crée en navigant.

7.13.2.8 Limite de l'analyse des risques maritimes

La phase de démantèlement du parc éolien n'a pas été traitée spécifiquement. D'une part, l'exploitation du parc éolien étant prévue sur plusieurs décennies, les moyens qui seront mis en œuvre pour le démantèlement ne sont pas connus. D'autre part, en l'état actuel des connaissances, cette phase présente de très fortes similitudes avec la phase de construction du parc. Les risques attendus lors de la construction, et les mesures préventives préconisées, sont donc a priori reproductibles pour le démantèlement.

Les risques liés à la malveillance (terrorisme, vandalisme) sont exclus du périmètre de l'analyse.

7.13.2.9 Limites de l'analyse socio-économique spécifique à l'activité de pêche professionnelle

Cette étude doit être appréhendée en intégrant différentes limites, inhérentes, soit à la source des données soit à la méthode utilisée.

7.13.2.9.1 Limites sur les données d'entrée

- ▶ Les données économiques sont collectées auprès des différents organismes de gestion auxquels les entreprises de pêche sous-traitent leur tenue de comptabilité.
 - L'activité de pêche étant une activité cyclique et saisonnière par nature, les données économiques présentent des variations parfois importantes. Même si ce phénomène de variabilité peut être minimisé en prenant une période de référence suffisamment longue, il ne doit pas être occulté. Dans le document, une analyse de l'activité sur longue période montre le cycle dans lequel la pêche ligérienne se situe dans le temps et permet une clé de lecture supplémentaire pour contextualiser les résultats.
 - Les données économiques des entreprises de pêche sont échantillonnées par la méthode des quotas. Avec un taux de représentativité de l'ordre de 50 %, l'échantillon peut être considéré comme représentatif de la population concernée. Toutefois, les limites propres aux données d'échantillonnage doivent être considérées.
 - Les données économiques sont présentées sous forme de moyennes d'un segment qui peuvent masquer des disparités parfois importantes au sein d'un même segment.
- ▶ Les données VALPENA sur la dépendance des navires à une zone sont traitées et collectées par le COREPEM. Toutes les limites de ces données d'entrée pour les évaluations économiques doivent être observées.
 - La variabilité interannuelle des activités de pêche qui peut s'expliquer par l'environnement dans lequel évolue l'activité, par les stratégies de pêche évolutives, par les évolutions réglementaires...
 - L'indice de dépendance au chiffre d'affaires calculé dans le cadre du dispositif VALPENA résulte du croisement entre des données de spatialisation et des données de production issues des organisations de producteurs et des halles à marée. Or, ces données sont partielles car tous les navires ne sont pas adhérents d'une organisation de producteurs et tous ne vendent pas sous criée. Certains pratiquent la vente directe.
 - Lors de ce croisement des données, la ventilation du chiffre d'affaires par maille ne distingue pas de différence de degré de fréquentation d'une maille au cours du mois, ni de différence de rendement au sein des mailles. La ventilation se fait selon une distribution homogène du chiffre d'affaires.

- ▶ Les critères de segmentation sont la taille du navire, le métier pratiqué et le port d'attache du navire.
 - Or, certains navires présentent une certaine polyvalence au cours de l'année ou d'une saison. Cependant, le classement d'un navire dans un segment est permanent. Nous utilisons pour ce fait, la segmentation officielle DCF qui repose sur l'engin le plus utilisé en termes de temps au cours de l'année.
- ▶ Des entreprises de pêche en provenance d'autres régions et pratiquant l'« aire d'étude activité de pêche VALPENA » ont été identifiées a posteriori dans les analyses de spatialisation menées par le COREPEM. Le temps, la cohérence des années de référence et la démarche de collecte de données économiques étant importants, ces entreprises n'ont pu être prises en considération dans les impacts socio-économiques. Ce principe a été validé par avec les membres du comité de pilotage de l'étude.

7.13.2.9.2 Limites sur la méthodologie d'évaluation des impacts

Compte tenu des limites sur les données d'entrée, les analyses d'impacts socio-économiques sur la filière sont réalisées à l'échelle de l'« aire d'étude activité de pêche VALPENA ». Ces évaluations, réalisées à un instant t, représentent le seul cadre référence possible pour les analyses d'impacts des scénarios.

Les indicateurs de suivi pourront ensuite être utilisés dans le cadre d'un suivi des activités de la filière. Ils permettront de mesurer les écarts entre la situation de référence (état initial) et la situation observée.

Les analyses des scénarios reposent sur une fonction d'exclusion d'une partie de l'« aire d'étude activité de pêche VALPENA ». Les coefficients d'exclusion sont des rapports de surface entre l'emprise de la zone dictée par un scénario et l'« aire d'étude activité de pêche VALPENA ».

On doit considérer que les rendements au sein d'une maille donnée sont homogènes, que ce soit en dehors ou au sein de l'aire d'implantation du parc. Ce rapport de surface permet de contourner le manque de données à une échelle plus fine que la maille VALPENA.

Les limites ont été minimisées au maximum grâce à une méthode d'analyse croisée et d'une multitude d'indicateurs renseignés.

Une autre des limites concerne l'impossibilité d'émettre dans cette évaluation des hypothèses de report d'activité des navires de pêche sur d'autres zones comme d'ailleurs d'évaluer un éventuel « effet réserve » à impact socio-économique joué par le parc éolien lui-même de nature à limiter les impacts sur la filière pêche. En effet, le manque de données et de références capables de renseigner la mesure du report d'activité est trop important pour pouvoir être abordé à ce stade. Par contre, le dispositif de suivi présenté dans le chapitre 4.1.5 relatif aux suivi de l'efficacité des mesures permettra de fournir pour la première fois des éléments méthodologiques pour un suivi du report d'activité et donc formulera une capacité de mesure d'effets cumulés impliquant plusieurs flottilles sur des espaces différents à définir (échantillon large à prévoir).

7.13.2.9.3 Limites sur la définition des mesures

Un dispositif de suivi sera établi sur la base des résultats de l'analyse socio-économique spécifique à la pêche. Les grands principes sont présentés dans cette étude et seront discutés plus en détail avec les professionnels, le GIS VALPENA, le RICEP et les services de l'Etat, afin de répondre aux enjeux de suivi des effets de report d'activité, d'effets cumulés et de variabilité inter-annuelles. En effet, seuls des suivis pourraient mettre en lumière non seulement des données utiles à la mesure de ces enjeux, mais également préciser les méthodes pour tenir compte des phénomènes cycliques, des effets de conjoncture et de la fragilité des entreprises. Les données actuelles, qu'elles soient du SIH (Ifremer) ou de VALPENA (GIS VALPENA et professionnels) ne permettent pas ce type d'analyse.

8 Auteurs des études



Structure	Auteur	Thématique	
BRLi	Nicolas Fraysse	Etude d'impact sur l'environnement – Coordination des expertises	
	Vincent Calland		
	Jenny Bernard		
	Valérie Faure		
	Simon Pareige		
	Quentin Renault		
	Odile Goedert-Weston		
	Sylvie Dufau		
	Valérie Mathieu		
	Isabelle Thomas		
	Antoine Mangel		
	Olivier Mercier		
	Romain Danlos	Bilan Carbone	
Waeles Admission	Benoit Waeles	Hydrodynamique et hydrosédimentaire	
IDRA	Julien Gerber	Qualité des eaux et des sédiments. Habitats et biocénoses benthiques	
	Frédéric Ziemski		
Biotope	Florian Lecorps	Chiroptères Avifaune Mégafaune	
	Willy Raitière		
	Michaël Guillon		
	Delphine Cerqueus		
	Frédéric Caloin		
	Estelle Cleach		
	Julien Mérot		
	Marie-Lilith Patou		
	Charlotte Roemer		
	Julie Touse		
	Anthony Corvaisier		
Périscope : LPO 44 et LPO 85	Perrine Dulac	Chiroptères Avifaune Mégafaune	
	Diane Anxionnat		
	Franck Latraube		
Bretagne Vivante	Benjamin Callard		
	Matthieu Fortin		
	Marine Leicher		
ULR Valor / ADERA : Université de La Rochelle	Ludivine Martinez		Chiroptères Avifaune Mégafaune
	Florence Dell'Amico		

Structure	Auteur	Thématique
Aquarium La Rochelle		
GEO transfert, EPOC, Adera	Sirina Yark	Anodes sacrificielles en mer
	Jean-Charles Massabuau	
QUIET OCEANS	Thomas Folegot	Acoustique sous-marine
	D. Clorennec	
	P. Billand	
	G. Le Provost	
	R. Gallou	
Abiès	Paul Neau	Paysage et patrimoine
	Maxime Calais	
Géophom	Frank David	Simulations paysagères (photomontages)
EREA Ingénierie	Lionel Waeber	Acoustique aérienne
	Jeremy Metais	
RICEP (Réseau d'Informations et de Conseil en Economie des Pêches)	Laurent Baranger Jean François Bigot C. Marine Lesage Arnaud Souffez	Ressources halieutiques et activités pêche
SIGNALIS	Xavier Lefevre	Sécurité et navigation maritime
	Philippe Deletang	
	Jean-Baptiste Lopez	
	Eric Deseez	
	Noël Le Floch	
SONOVISION	Jean Marc Arzel	Analyse des risques maritimes
	Nicolas-Le-Berre	
	Syvain Breton	
VUE SUR MER	Michèle Cabanis	Tourisme immobilier
CREOCEAN	Medhi Dernouny	Ressources halieutiques
	Brigitte Ravail	
	Jean Damien Bergeron	
	Ronan Launay	
	Jérôme Hermouet	
	Enored Lebourhis	
	Julien Lanshere	
	Aurélie Counil	
	Jérôme Dav	
COREPEM	Ion tillier	Ressources halieutiques
	Fanny Brivoal	

9 Bibliographie



- AAMP, 2014. Mission d'étude. Inventaires biologiques et analyse écologique des habitats marins patrimoniaux sur le secteur d'étude du Parc Naturel Marin 'Estuaires picards et Mer d'Opale »- Fiches Habitats
- AAMP, 2014. PACOMM, Programme d'Acquisition de Connaissances sur les Oiseaux et les Mammifères Marins en France métropolitaine, 2011 – 2014. Synthèse finale 2014. AAMP, Brest, 66 pages.
- Abbès R., 1991. Atlas des ressources et des pêches françaises dans les mers européennes. Eddition Ouest-France, 99 p.
- ACTeon & Ecovia, 2011. « Amélioration des connaissances sur les fonctions et usages des zones humides : évaluation économique sur des sites tests - Cas du Marais Breton ».
- ACTIMAR, « Etude de la dynamique sédimentaire » Yeu-Noirmoutier – Export Câble Route »
- ACTIMAR, 2016. « Étude de la Dynamique Sédimentaire – Rapport d'étude ».
- Adams A. M., Jantzen M. K., Hamilton R. M. & Fenton M. B., 2012. Do you hear what I hear? Implications of detector selection for acoustic monitoring of bats. *Methods in Ecology and Evolution*. doi: 10.1111/j.2041-210X.2012.00244.
- AFNOR ISO/FDIS 16665. Qualité de l'eau – Lignes directrices pour l'échantillonnage quantitatif et le traitement d'échantillons de la macrofaune marine des fonds meubles.
- AFNOR, 2013. Anodes Galvaniques Pour La Protection Cathodique Dans L'eau de Mer et Les Boues Salines
- Agence de l'Eau Seine-Normandie, Zinc.
- Agence Nationale des Fréquences (ANFR), 2005. Rapport CCE5 n°1, Perturbations du fonctionnement des radars météorologiques par les éoliennes. Commission Consultative de la Compatibilité Electromagnétique.
- Agence Nationale des Fréquences (ANFR), 2006. Rapport CCE5 n°2, Perturbations du fonctionnement des radars fixes de l'aviation civile et la défense par les éoliennes. Commission Consultative de la Compatibilité Electromagnétique.
- Agence Nationale des Fréquences (ANFR), 2008. Rapport CCE5 n°3, Perturbations du fonctionnement des radars fixes maritimes, fluviaux et portuaires par les éoliennes. Commission Consultative de la Compatibilité Electromagnétique.
- Agence régionale - Pays de la Loire Territoires d'Innovation, « Observatoire régional du tourisme - Bilan 2014 »
- AGLIA 2015. Association du Grand Littoral Atlantique. <http://www.aglia.fr/>
- Agreste Pays de la Loire - La conchyliculture/l'ostréiculture/la mytiliculture en Pays de la Loire- avril 2015.
- Agreste, recensement 2012
- Ahlén I., Bach L., Baagoe H. J., Petterson J., 2007. Bats and offshore wind turbines studied in southern Scandinavia. Report 5571. Swedish Environmental Protection Agency, 36 pages.

- Ahlén J., Baagoe H. J., Bach L., 2009. Behavior of Scandinavian bats during migration and foraging at sea. *Journal of Mammalogy*, 90(6) : 1318-1323.
- Air Pays de la Loire, 2014. Association agréée de la surveillance de la qualité de l'air (AASQA) "Rapport annuel 2014. La qualité de l'air dans les Pays de la Loire". Site internet « <http://www.airpl.org/> » consulté le 02/11/2015
- Alberti G., D'Agostino G., Palazzo G., Biesuz R., Pesavento M., 2005. Aluminium Speciation in Natural Water by Sorption on a Complexing Resin. *Journal of inorganic biochemistry* 99 (9), 1779–1787.
- Aldenberg T., Slob W., Confidence Limits for Hazardous Concentrations Based on Logistically Distributed
- Alzieu C., 2003. Bioévaluation de la qualité environnementale des sédiments portuaires et des zones d'immersion. Ed. Ifremer, 248p.
- Atlas des paysages des Pays de la Loire (www.paysages.pays-de-la-loire.developpement.gouv.fr)
- Amengual-Pieras B., Lopez-Roig M. & Serra-Cobo J., 2007. First record of seasonal over sea migration of *Miniopterus schreibersii* and *Myotis capaccinii* between Balearic Islands (Spain). *Acta Chiropterologica* 9 (1) : 319-322.
- Aminot A., Kerouel R., 2004. Hydrologie des écosystèmes marins. Paramètres et analyses. Editions IFREMER, 336p.
- Ancillotto L, Santini L, Ranc N, Maiorano L, Russo D, 2016. Extraordinary range expansion in a common bat: the potential roles of climate change and urbanisation. 2016 Apr 103(3-4):15. doi: 10.1007/s00114-016-1334-7.
- Andre, M. *et al.*, 2011. Low-frequency sounds induce acoustic trauma in cephalopods, *Frontiers in Ecology and the Environment*, November, Vol. 9, No. 9 : 489-493.
- Angel B. M., Apte B. S. C., A, A. G. E. B., A, L. A. G. 2016. Geochemical Controls on Aluminium Concentrations in Coastal Waters. 111–118
- Arcos J.M., Arroyo G.M., Bécares J., Mateos-Rodríguez M., Rodríguez B., Muñoz A.R., Ruiz A., Cruz (de la) A., Cuenca D., Onrubia A. & Oro D., 2012. New estimates at sea suggest a larger global population of the Balearic Shearwater *Puffinus mauretanicus*. *Proceedings of the 13th Medmaravis Pan-Mediterranean Symposium* : 84-94.
- ARESE Arc Atlantique (Association de recherches et d'études socio-économiques). Pour une coopération interrégionale en faveur d'un nautisme durable. Mai 2009
- Arnett EB & Baerwald EF., 2013. Impacts of wind energy development on bats: implications for conservation. In: Rick AA and Scott CP (eds.) *Bat evolution, ecology, and conservation*, Springer New York, p 435–456. doi:10.1007/978-1-4614-7397-8
- Arrêté du 17 juillet 2014 modifiant l'arrêté du 9 août 2006 / Arrêté du 8 février 2013 complémentaire à l'arrêté du 9 août 2006 / Arrêté du 23 décembre 2009 complétant l'arrêté du 9 août 2006 / relatifs aux niveaux à prendre en compte lors d'une analyse de rejets dans les eaux de surface ou de sédiments marins, estuariens ou extraits de cours d'eau ou canaux relevant respectivement des rubriques 2.2.3.0, 3.2.1.0 et 4.1.3.0 de la nomenclature annexée à l'article R.214-1 du code de l'environnement.

Arrêté du 9 août 2006 modifiant l'arrêté du 23 février 2001 fixant les prescriptions générales applicables aux travaux de dragage et rejet y afférent soumis à déclaration en application de l'article 10 de la loi n° 92-3 du 3 janvier 1992 sur l'eau et relevant de la rubrique 3.4.0 (2° [a, II], 2° [b, II] et 3° [b]) de la nomenclature annexée au décret n° 93-743 du 29 mars 1993 modifié.

Arrêté préfectoral du n°2014/125 du 28 février 2014 portant classement de salubrité et surveillance sanitaire des zones de production de coquillages

Arrêtés Préfectoraux des autorisations, dates diverses

Arrêtés préfectoraux, DDTM, Vendée, DIRM NAMO, 2014

Arthur L., 2015. La Pipistrelle de Nathusius. Focus sur la chauve-souris de l'année 2015. 19ème Nuit Internationale de la chauve-souris [en ligne]
<http://www.nuitdelachauvesouris.com/focus-sur-la-chauve-souris-de-lannee-2015.html>

Atlantique étude SAS, 2015/2016

Atlas des patrimoines

Atlas des paysages de Loire-Atlantique

Baerwald EF, D'Amours GH, Klug BJ, Barclay R, 2008. Barotrauma is a significant cause of bat fatalities at wind turbines. *Curr Biol*18(16):R695–696

Bailey H, Senior B, Simmons D, Rusin J, Picken G & Thompson PM, 2010. Assessing underwater noise levels during pile-driving at an offshore windfarm and its potential effects on marine mammals, *Marine Pollution Bulletin*, 60 : 888-897.

Band B., 2012. Using a collision risk model to assess bird collision risks for offshore windfarms.

Banks A.N., Maclean I.M.D., Burton N.H., Austin G.E., Carter N., Chamberlain D.E., Holt C. et Rehfish M.M., 2006. « The Potential Effects on Birds of the Greater Gabbard Offshore Wind Farm Report for February 2004 to April 2006 », British Trust for Ornithology.

Barataud M., 2012. Ecologie acoustique des chiroptères d'Europe. *Biotope*, Mèze, 344 pages et CD.

Barillé A-L, Derrien-Courtel S., 2009. Etat de santé des masses d'eaux côtières dans le secteur Loire-Vilaine avec le bio-indicateur des laminaires, *Estuaire Loire Vilaine. Bio-Littoral*, 93 p.

Barzic A., 2009. Suivi de la présence estivale du Puffin des Baléares *Puffinus mauretanicus* sur le littoral vendéen, des Sables-d'Olonne à Sion-sur-l'Océan (2003 à 2007). *La Gorgebleue*, 23 : 5-10.

Barzic A., 2014. La Mouette tridactyle. In Marchadour B. (coord.). *Oiseaux nicheurs des Pays-de-la-Loire. Coordination régionale LPO Pays-de-la-Loire*, Delachaux et Niestlé, Paris, 2014 : 214-215.

Bas Y., Haquart A., Tranchard J. & Lagrange H., 2014. Suivi annuel continu de l'activité des chiroptères sur 10 mâts de mesure : évaluation des facteurs de risque lié à l'éolien. *Symbioses, Actes des 14èmes Rencontres Nationales Chauves-souris de la SFEPM*, Bourges, mars 2012, 32: 83-87.

- Beck M.W., Heck K.L.Jr, Able K.W., Childers D.L., Eggleston D.B., Gillanders B.M., Halpern B., Hays C.G., Hoshino K., Minello T.J., Orth R.J., Sheridan P.F., Weinstein P. 2001. The identification, conservation and management of estuarine and marine nursery for fish and invertebrates. *Biosciences* 51:633-641.
- Bertrand J. Les populations ichtyologiques démersales du plateau / SRM GDG/ Ifremer Nantes. Document de travail.
- Bertrand J., 2004. L'état des communautés exploitées au large des côtes de France. Application d'indicateurs à l'évaluation de l'impact de la pêche. Rapport Ifremer DRV/RH/RS/04-001, 170p.
- Bertrand Jacques, Brind'Amour Anik, Cochard Marie-Laure, Coppin Franck, Leaute Jean-Pierre, Lorange Pascal, Mahe Jean-Claude, Morin Jocelyne, Poulard Jean-Charles, Rochet Marie-Joelle, Schlaich Ivan, Souplet Arnauld, Trenkel Verena, Verin Yves, 2009. Grands invertébrés et poissons observés par les campagnes scientifiques. Bilan 2007. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00000/6160/>
- Betke K., Schultz-von-Glahn M. & Matuschek R., 2005. Underwater noise emissions from offshore wind turbines. *Cfa/Daga '04*, pp.4-5.
- Bilan 2012 des actions stratégiques de l'Etat en région Pays de la Loire, Préfet de la Région des Pays de la Loire, Secrétariat général pour les affaires régionales, juin 2013
- Bio-Littoral, 2012. « Structure et dynamique des formations récifales à *Sabellaria alveolata* (L.) du delta de Fromentine »
- Bio-Littoral, 2013. « Réseau de surveillance benthique de la Région Pays de la Loire »
- Bio-littoral, 2015. Réseau de surveillance benthique de la région des Pays de la Loire. Année 2014. Rapport final.
- Biotope & Hémisphère Sub, 2013. Projet de parc éolien offshore au large de la Vendée (Noirmoutier – Yeu) - Pré diagnostic environnemental. Pour le compte de La Compagnie du Vent, 190 p.
- Biotope, 2013. Projet de parc éolien off-shore de Vendée - pré-diagnostic environnemental. GDF SUEZ.
- Bird P., Comber S. D. W., Gardner M. J., Ravenscroft J. E. Zinc Inputs to Coastal Waters from Sacrificial Anodes. *Science of The Total Environment* 1996, 181 (3), 257-264
- BirdLife International, 2004. Birds in the European Union: a status assessment. Wageningen, Pays Bas, 59 pages.
- BirdLife International, 2015. European red list of Birds. Luxembourg : Office for Official Publications of the European Communities, <http://www.birdlife.org/sites/default/files/attachments/RedList - BirdLife publication WEB.pdf>
- Bjørgesaeter A, Ugland KI, Bjørge A, 2004. Geographic variation and acoustic structure of the underwater vocalization of harbor seal (*Phoca vitulina*) in Norway, Sweden and Scotland. *Journal of the Acoustical Society of America*, 116 :2 459-2468.
- Bjorndal KA, Bolten AB & Martins HR, 2000. Somatic growth model of juvenile loggerhead sea turtles *Caretta caretta*: Duration pelagic stage, *Marine Ecology Progress Series*, 202 : 265-272.
- Blackwood, D. J.; Lim, C. S.; Teo, S. L. M. Influence of Fouling on the Efficiency of Sacrificial Anodes in Providing Cathodic Protection in Southeast Asian Tropical Seawater. *Biofouling* 2010. 26 (7), 779-785.

- Blanchard F., 2001. Une approche de la dynamique des peuplements de poissons démersaux exploités : analyse comparée de la diversité spécifique dans le golfe de Gascogne (océan Atlantique) et dans le golfe du Lion (mer Méditerranée). *Aquat. Living Resour.* 14: 29-40.
- Blew J, Diederichs A, Grünkorn T, Hoffmann M & Nehls G, 2006. Investigations of the bird collision risk and the responses of harbour porpoises in the offshore wind farms Horns Rev, North Sea, and Nysted, Baltic Sea, in Denmark. Status report 2005, 166p.
- Blew J, Nehls G, Prall U, 2013. Offshore obstructions lighting—Issues and mitigation. In: Naturvardsverket (ed.): Book of Abstracts. Conference on Wind Power and Environmental Impacts Stockholm 5–7 February. Report 6546, Stockholm, Sweden, p 36
- Boireau J., GMB, 2016. Projet éolien en mer Noirmoutier / Yeu – Synthèse chiroptérologique. Avril 2016. 17 p.
- Borja A., Franco J. & Perez V., 2000. A Marine Biotic Index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within european estuarine and coastal environments. *Marine Pollution Bulletin*, 40(12), 1100-1114.
- Boshamer J. P. C. & Bekker J. P., 2008. Nathusius' pipistrelles (*Pipistrellus nathusii*) and other species of bats on offshore platforms in the Dutch sector of the North Sea. *Lutra* 51(1) : 17-36.
- Boué A. & Dalloyau S., 2013. Les suivis côtiers : quels apports pour la conservation des oiseaux marins ? Action 2A Report from FAME Project. LPO-SEPN, 43 pages et annexes.
- Boyer T., Levitus S., Garcia H., Locarnini R., Stephens C. et J. Antonov. «Objective Analyses of Annual, Seasonal, and Monthly Temperature and Salinity for the World Ocean on a 1/4degree Grid.» *International Journal of Climatology*, 25, 2004. 931-945.
- Brabant R., Vanermen N., Stienen E.W. Degraer S., 2015. Towards a cumulative collision risk assessment of local and migrating birds in North Sea offshore wind farms. *Hydrobiologia* – February 2015. DOI: 10.1007/s10750-015-2224-2
- Bradbury G., Trinder M., Furness B., Banks A. N., Caldow R. W. G., Hume D., 2014. Mapping seabird sensitivity to offshore wind farms. *PLoS ONE* 9: e106366. doi:10.1371/journal.pone.0106366
- Brandt M, Diederichs A, Honnef C & Nehls G, 2009. The effect of pile driving activities on the distribution patterns of harbour porpoises in the North Sea. 23rd Annual Conference of the European Cetacean Society 2009, Istanbul (Turkey).
- Brandt M. J., Diederichs A., Betke K. & Nehls G., 2011. Responses of harbour porpoises to pile driving at the Horns Rev II offshore wind farm in the Danish North Sea. *Marine Ecology Progress Series*, 421, 205-216.
- Breeding. Research Ambient Noise Directionality (RANDI) 3.1 Physics Description. Naval Research laboratory, 1996.
- Brereton T, Wall D, Cermeño P, Vasquez A, Curtis D, Williams A, 2001. Cetacean Monitoring in North-West European waters, The Atlantic Research Coalition, 1 : 28p.
- Bretagne environnement (Groupe d'intérêt public), Océanopolis Brest, Groupe mammalogique breton, Bretagne vivante, 2015. Liste rouge régionale et responsabilité biologique régionale. Mammifères de Bretagne. Listes validées par le CSRPN de Bretagne le 11 juin 2015

- BRGM –MEDDE, 2011. Carte des remontées de nappes
http://www.inondationsnappes.fr/donnees_SIG.htm?map=tout&dpt=85&x=308800&y=2192000&r=70 (consulté le 09/05/2016)
- BRGM, 2003. « Carte de vulnérabilité simplifiée des bassins versants de la région Pays de la Loire ».
- BRGM, 2007. Carte des cavités souterraines (consultée en ligne le 15/03/2016)
<http://www.georisques.gouv.fr/dossiers/cavites-souterraines/carte#/dpt/85>
- BRGM, 2010. « Observatoire du littoral des Pays de Monts ».
- BRGM, 2014. « Relevés piézométriques lors des basses-eaux d'octobre 2014 »
- BRGM, Carte géologique au 1 000 000ème de la France
- BRGM-MEDDE (2010). Carte aléa retrait-gonflement des argiles
<http://www.georisques.gouv.fr/dossiers/argiles/carte#/dpt/85> (consultée le 23/02/2016)
- Bried J., 2009a. Pingouin torda Alca torda. Pp 129-133 in Castège I. & Hémary G. (coord.), 2009. Oiseaux marins et cétacés du Golfe de Gascogne. Répartition, évolution des populations et éléments pour la définition des aires marines protégées. Biotope, Muséum national d'histoire naturelle, 176 pages.
- Bried J., 2009b. Guillemot de Troïl *Uria aalge*. Pp 134-138 in Castège I. & Hémary G. (coord.), 2009. Oiseaux marins et cétacés du Golfe de Gascogne. Répartition, évolution des populations et éléments pour la définition des aires marines protégées. Biotope, Muséum national d'histoire naturelle, 176 pages.
- Briggs J.C., 1974. Marine zoogeography, Population Biology, New York.
- Brigham R.M. & Barclay R.M.R. 1992. Lunar influence on foraging and nesting activity of common poorwills (*Phalaenoptilus nuttallii*).
- Brignon J.-M., Gouzy A., Zinc et Principaux Composés, 2015.
- Brinkmann R., Behr O., Niermann I. & Reich M. ed. 2011: Entwicklung von Methoden zue Untersuchung und Reduktion des Kollisionrisikos von Fledermausen an Onshore-Windenergieanlagen. Umwelt und Raum 4, 457 pp.
- BRLi, 2015. Eoliennes en Mer : Iles d'Yeu et de Noirmoutier. Habitats & biocénoses benthiques. Synthèse d'études.
- BRLi, 2015. Modélisation hydrodynamique marine
- BRLi, 2016. Eléments méthodologiques pour la réalisation des notes de synthèse des rapports d'experts.
- BRLi, 2016. Parc éolien en mer des îles d'Yeu et de Noirmoutier – Impacts hydrosédimentaires.
- Brooks E.N. & Lebreton J.D., 2001. Optimizing removals to control a metapopulation: application to the yellow legged herring gull (*Larus cachinnans*). Ecol. Model., vol. 136, n°2-3, pp. 269-284.
- Brown J., Colling A., Park D., Phillips J., Rothery D., Wright J. 1989. Ocean Chemistry and Deep-Sea Sediment;

- Bruns B., Kuhn C., Stein P., Gattermann J., & Elmer K. H., 2014. The new noise mitigation system 'Hydro Sound Dampers': history of development with several hydro sound and vibration measurements. In Proc Internoise (pp. 16-19).
- Buckland S.T., Anderson D.R., Burnham K.P., Laake J.L., Borchers D.L. et Thomas L., 2001. Introduction to distance sampling: estimating abundance of biological populations, Oxford University Press, Incorporated, 452 p.
- Busch M. & Garthe S., 2016. Approaching population thresholds in presence of uncertainty : assessing displacement of seabirds from offshore wind farms. Environmental impact assessment review n°56 : 31-42.
- Busch M., Buisson R., Barrett Z., Davies S., Rehfishch M., 2015. Developing a Habitat Loss Method for Assessing Displacement Impacts From Offshore Wind Farms. JNCC Report 551. JNCC, Peterborough.
- Busch M., Kannen A., Garthe S., Jessopp M., 2013. Consequences of a cumulative perspective on marine environmental impacts: offshore wind farming and seabirds at North Sea scale in context of the EU Marine Strategy Framework Directive. Ocean Coast. Manag 71, 213–224.
- Cadiou B. et les coordinateurs régionaux, coordinateurs départementaux et coordinateurs-espèce, 2014. Cinquième recensement national des oiseaux marins nicheurs de France métropolitaine : bilan final 2009-2012. Rapport Gisom & AAMP, Brest, 75 pages.
- Cadiou B., (coord.), 2002. Les oiseaux marins nicheurs de Bretagne – Les cahiers naturalistes de Bretagne – Bretagne Vivante – SEPNEB, Région Bretagne, Editions Parthénope, 127 p.
- Cadiou B., 2012. Océanite tempête. Pp 78-79 in GOB (coord.), 2012. Atlas des oiseaux nicheurs de Bretagne. Delachaux & Niestlé, 512 pages.
- Cadiou B., Fortin M., Le Noc C., Raitière W. et Desmots D., 2012. Impact de la marée noire de l'Erika sur la population nicheuse d'Eiders à duvet *Somateria mollissima* dans le golfe de Gascogne. Alauda vol. 80 n°2, pp : 133-142.
- Calidris, 2015. « Raccordement électrique du parc éolien en mer des îles d'Yeu et de Noirmoutier – Etude faune-flore ».
- Caloin F. (coord.), Cap Ornis Baguage, Station ornithologique du cap Gris-Nez, PNR Caps et marais d'Opale, 2014. La migration, des oiseaux sur le littoral du Pas-de-Calais. Synthèse et analyse des données récentes. Biotope, Mèze, 204 pages.
- Camphuysen K.C.J., Fox A.D., Leopold M. et Petersen I.K. 2002. « Towards standardised seabirds at sea census techniques in connection with environmental impact assessments for offshore wind farms in the U.K. A comparison of ship and aerial sampling methods for marine birds, and their applicability to offshore wind farm », COWRIE.
- Capgemini France, 2005. MESH. IFREMER – DEL/A0 - Traitement et structuration des données en zones côtières. Contrat N° 04/2 210 934. Auteur : T. BAJJOUK.
- Caplat C., Mottin E, Lebel J-M., Serpentine A., Barillier D., Mahaut M-L., 2012. Impact of a sacrificial anode as assessed by zinc accumulation in different organs of the oyster *Crassostrea gigas*: results from long- and short-term laboratory tests.
- Carlström J, Berggren P. & Tregenza NJC, 2009. Spatial and temporal impact of pingers on porpoises, Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 66: 72-82.

- Carstensen J, Henriksen OD, Teilmann J, 2006. Impacts of offshore wind farm construction on harbor porpoises: acoustic monitoring of echolocation activity using porpoise detectors (T-PODs), *Marine Ecology Progress Series*, 321 : 295-308.
- Cartographie de la réglementation des pêches professionnelles, région pays de la Loire, Projet CARTOREG II, MAIA, octobre 2010.
- Castège I., 2009a. Plongeurs Gavia sp. Pp 34-36 in Castège I. & Hémary G. (coord.), 2009. Oiseaux marins et cétacés du Golfe de Gascogne. Répartition, évolution des populations et éléments pour la définition des aires marines protégées. Biotope, Muséum national d'histoire naturelle, 176 pages.
- Castège I., 2009b. Grèbe huppé Podiceps cristatus. Pp 37-38 in Castège I. & Hémary G. (coord.), 2009. Oiseaux marins et cétacés du Golfe de Gascogne. Répartition, évolution des populations et éléments pour la définition des aires marines protégées. Biotope, Muséum national d'histoire naturelle, 176 pages.
- Castège I., Hémary G. (Coord.), 2009. Oiseaux marins du golfe de Gascogne. Répartition, évolution des populations et éléments pour la définition des aires marines protégées. Biotope (collection Parthénope), Mèze; Muséum national d'histoire naturelle, Paris, 176 p.
- Castella V., Ruedi M., Excoffier L., Ibanes C., Arlettaz R. & Hausser J., 2000. Is the Gibraltar Strait a barrier to gene flow for the bat *Myotis myotis* (Chiroptera : Vespertilionidae) ? *Molecular Ecology* 9: 1761 - 1772.
- Cerema 2014. « Evaluation environnementale Stratégique du plan d'action pour le milieu marin de la sous-région marine Golfe de Gascogne »,
- Certain G, 2008. Thèse de doctorat d'écologie marine - Distribution, abondance et stratégie de recherche alimentaire chez les prédateurs supérieurs du golfe de Gascogne: une étude spatialisée, 238p.
- Certain G, Ridoux V, Van Canneyt O, Bretagnolle V, 2008. Delphinid spatial distribution and abundance estimates over the shelf of the Bay of Biscay, *ICES Journal of Marine Science*, 65 : 656-666.
- Chassé C., Glémarec M., 1976. Atlas des fonds meubles du plateau continental du golfe de Gascogne - Cartes biosédimentaires - Echelle 1 / 100 000ème à 1 / 500 000ème. CNEXO.
- Chassé C., Glémarec M., 1976. Avec le concours du CNEXO. Atlas du littoral français : atlas des fonds meubles du plateau continental du golfe de Gascogne : cartes biosédimentaires. Produit numérique REBENT Ifremer-Université-CNRS, 2009
- Chiffolleau J.-F., Auger D., Chartier E. - Fluxes of Selected Trace Metals from the Seine Estuary to the Eastern English Channel during the Period August 1994 to July 1995. *Continental Shelf Research* 1999, 19 (15-16), 2063-2082.
- Chivers L.S., Lundy M.G., Colhoun K., Newton S.F., Houghto, J.D.R. & Reid N., 2012. Foraging trip time-activity budgets and reproductive success in the black-legged kittiwake. *Marine Ecology Progress Series*, 456, 269-277.
- Christensen T. K., Hounisen J. P., Clausager I., Petersen I. K., 2004. Visual and radar observations of birds in relation to collision risk at the Horns Rev offshore wind farm: annual status report 2003. National Environmental Research Institute, University of Aarhus, Denmark.

- Ciechanowski M. 2007. Spatiotemporal variation in activity of bat species differing in hunting tactics: effects of weather, moonlight, food abundance, and structural clutter.
- Claisse D., 2009. IFREMER. Adaptation de la surveillance chimique pour la DCE conformément à la directive fille 2008/105/CE. Propositions pour l'élaboration de stratégies. Convention ONEMA / Ifremer 2009.
- Clark CW, Ellison WT, Southall BL, Hatch L, Van Parijs S, Frankel A & Ponirakis D, 2009. Acoustic masking in marine ecosystems : intuitions, analysis, and implication. *Marine Ecology Progress Series*, 395 : 201-222.
- CNDP. Projet de Parc éolien En Mer de Dieppe - Le Tréport, 2015b.
- CNDP. Projet de Parc éolien En Mer Des îles d'Yeu et Noirmoutier, 2015a.
- Code EUNIS : les habitats naturels sont codifiés selon une typologie prédéfinie appelée EUNIS
- Collier M. et Cook A., 2015. Understanding Avian Collision Rate Modeling and Discussing what this Means in a Population Context at Land-Based and Offshore Windfarms. Webinar, 2 avril 2015.
- Collin, Mathieu, *et al.* «Definition and results of test cases for shipping sound maps.» *Proceeding of the IEEE Oceans Conference*. Genova, 2015.
- Comité régional de la conchyliculture des Pays de la Loire - note d'information de l'observatoire conchylicole -novembre 2011- N°1-
- Commeçy X., 2009. Grand Labbe Catharacta skua. Pp 76-79 in Castège I. & Hémerly G. (coord.), 2009. Oiseaux marins et cétacés du golfe de Gascogne. Répartition, évolution des populations et éléments pour la définition des aires marines protégées. *Biotope*, Muséum national d'Histoire naturelle, 176 pages.
- Communauté de Communes Océan-Marais de Monts, 2013. DICRIM des communes de l'aire d'étude immédiate du raccordement.
- Comolet-Tirman J., Hindermeyer X. & Sibley J.-P., 2007. Liste française des espèces d'oiseaux marins susceptibles de justifier la création de zones de protection spéciale. *Rapport MNHN -S.P.N./MEDD*, Paris, 11 pages.
- Connel SD, 2001. Urban structures as marine habitats: an experimental comparison of the composition and abundance of subtidal epibiota among pillings, pontoons and rocky reefs. *Marine Environmental Research*, 52: 115-125.
- Conseil départemental de Vendée (2015). « Analyse du réseau routier »
- Cook A.S.C.P. et BTO, 2011. Identifying a range of options to prevent or reduce avian collision with offshore wind farms using a UK-based case study : report of work carried out by the British Trust for Ornithology, AEA Group, the Met Office and the University of Birmingham Centre for Ornithology under contract to Defra », *Thetford*, British Trust for Ornithology.
- Cook A.S.C.P., Humphreys E.M., Masden E.A. et Burton N.H.K. 2014. The avoidance rates of collision between birds and offshore turbines. N°656, UK, BTO.
- Cook A.S.C.P., Johnston A., Wright L.J. et Burton N.H.K., 2012. A review of flight heights and avoidance rates of birds in relation to offshore wind farms. SOSS-02, n°618, UK, British Trust for Ornithology.
- Coopérative aquacole de Noirmoutier (radiée le 11 août 2014).

- Coppack T, Kulemeyer C, Schulz A, Steuri T, Liechti F, 2011. Automated in situ monitoring of migratory birds at Germany's first offshore wind farm. In: May R, Bevanger K (eds): Proceedings of Conference on Wind energy and Wildlife impacts. NINA Report 693. Conference on Wind energy and Wildlife impacts, 2-5 May 2011. Norwegian Institute for Nature Research. Trondheim, Norway, p 20
- Cramp S. et Simmons K. E. L., 1983. Handbook of the birds of Europe, the Middle East and North Africa: The birds of western Palearctic. Volume 3. Waders to gulls. Oxford University Press, Oxford, UK.
- Cresswell G, Walker D & Coles P, 1998. The Bay of Biscay cetacean report 1997. Organisation Cetacea, 15p.
- CRISP, 1984. Crisp, D.J. 1984. Energy flow measurements. In Methods for the study of marine benthos. Edited by N.A. Holme and A.D. McIntyre. Blackwell Scientific Publications, Oxford. IPB Handbook No. 16. pp. 197–279.
- CROSS Corsen
- Cryan PM, Barclay R., 2009. Causes of Bat Fatalities at Wind Turbines: hypotheses and Predictions. *J Mammal* 90(6):1330–1340. doi:10.1644/09-MAMM-S-076R1.1
- Cryan PM, Gorresen MP, Hein CD, Schirmacher MR, Diehl RH, Huso MM, 2014. Behavior of bats at wind turbines. *Proc Natl Acad Sci*. doi:10.1073/pnas.1406672111
- CT ONCFS, 2008. Caractérisation des pollutions lumineuses sur les sites de nidification des tortues marines de la Martinique. Propositions de mesures de gestion. Rapport technique ONCFS (Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage). CT Martinique. DROM : 66pp.
- Cury P.M., Boyd I.L., Bonhommeau S., Anker-Nilssen T., Crawford R.J.M., Furness R.W., Mills J.A., Murphy E.J., Österblom H., Paleczny M., Piatt J.F., Roux J-P., Shannon L. and Sydeman W.J. 2011. Global seabird response to forage fish depletion – one-third for the birds. *Science* 334: 1703-1706.
- Dahl P.H., Dall'Osto D.R. & Farrell D.M., 2015. The underwater sound field from vibratory pile driving. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 137(6), pp.3544–3554
- Dähne M, Gilles A, Lucke K, Peschko V, Adler S, Krügel K, Sundermeyer J & Siebert U, 2013. Effects of pile driving on harbor porpoise (*Phocoena phocoena*) at the first offshore wind farm in Germany, *Environmental Research Letters*, 8: 1-16.
- Danish Energy Agency, 2013. Danish Offshore Wind Key Environmental Issues – a Follow-Up. The Danish Energy Agency, The Danish Nature Agency, DONG Energy and Vattenfall, Copenhagen.
- Dauvin J-C., Ruellet T., Desroy N., Janson, A-L, 2006. Indicateurs benthiques de l'état des peuplements benthiques de l'estuaire marin et moyen de la partie orientale de la Baie de Seine. GIP Seine-aval.
- David JA, 2006. Likely sensitivity of bottlenose dolphins to pile-driving noise. *Water and Environment Journal*, 20: 48-54.
- Davis S.E., Nager R.G. and Furness R.W. 2005. Food availability affects adult survival as well as breeding success of parasitic jaegers. *Ecology* 86: 1047-1056.
- Day R.H., Rose J.H., Prichard A.K., Blaha R.J. et Cooper B.A., 2004. Environmental effects on the fall migration of eiders at barrow, Alaska. *Marine Ornithology*, vol. 32, pp. 13-24.

- Deborde J., Refait P., Bustamante P., Caplat C., Basuyaux O., Grolleau A.M., Mahaut M.-L., Brach-Papa C., Gonzalez J.-L., Pineau S., Impact of Galvanic Anode Dissolution on Metal Trace Element Concentrations in Marine Waters. *Water, Air, & Soil Pollution* 2015, 226 (12), 423.
- Deborde J., Refait P., Bustamante P., Clapat C., Basuyaux O. *et al.*, 2015. Impact of galvanic anode dissolution on metallic trace element concentrations in marine waters. *Water, Air, & Soil Pollution*, 2015, 226 (423), pp.1-14.
- Debout G., 2009a. Grand Cormoran *Phalacrocorax carbo*. Pp 63-66 in Castège I. & Hémerly G. (coord.), 2009. Oiseaux marins et cétacés du golfe de Gascogne. Répartition, évolution des populations et éléments pour la définition des aires marines protégées. Biotope, Muséum national d'Histoire naturelle, 176 pages.
- Debout G., 2009b. Cormoran huppé *Phalacrocorax aristotelis*. Pp 67-69 in Castège I. & Hémerly G. (coord.), 2009. Oiseaux marins et cétacés du golfe de Gascogne. Répartition, évolution des populations et éléments pour la définition des aires marines protégées. Biotope, Muséum national d'Histoire naturelle, 176 pages.
- Debray Noëlie, 2012. Comptages réalisés de mars à juillet 2012. « Etude de l'activité de pêche à pied récréative en baie de Bourgneuf » Stage de Master 2 à vocation professionnalisante. Approche intégrée des écosystèmes littoraux.
- Deceuninck B., Maillet N., Ward A., Dronneau C. & Mahéo R., 2006. Dénombrement d'anatidés et de foulques hivernant en France. Janvier 2005. *Wetlands International / Ligue pour la Protection des Oiseaux*, 40 pages.
- Deceuninck B., Maillet N., Ward A., Dronneau C. & Mahéo R., 2007. Dénombrement d'anatidés et de foulques hivernant en France. Janvier 2006. *Wetlands International / Ligue pour la Protection des Oiseaux*, Rochefort (France), 40 pages.
- Deceuninck B., Maillet N., Ward A., Dronneau C. & Mahéo R., 2008. Dénombrement d'anatidés et de foulques hivernant en France. Janvier 2007. *Wetlands International / Ligue pour la Protection des Oiseaux*, Rochefort (France), 40 pages.
- Deceuninck B., Maillet N., Ward A., Dronneau C. & Mahéo R., 2009. Dénombrement d'anatidés et de foulques hivernant en France. Janvier 2008. *Wetlands International / Ligue pour la Protection des Oiseaux*, Rochefort (France), 41 pages.
- Deceuninck B., Maillet N., Ward A., Dronneau C. & Mahéo R., 2010. Dénombrement d'anatidés et de foulques hivernant en France. Janvier 2009. *Wetlands International / Ligue pour la Protection des Oiseaux*, Rochefort (France), 41 pages.
- Deceuninck B., Maillet N., Ward A., Dronneau C. & Mahéo R., 2011. Dénombrement d'anatidés et de foulques hivernant en France. Janvier 2010. *Wetlands International / Ligue pour la Protection des Oiseaux*, Rochefort (France), 47 pages.
- Deceuninck B., Maillet N., Ward A., Dronneau C. & Mahéo R., 2012. Dénombrement d'anatidés et de foulques hivernant en France. Janvier 2011. *Wetlands International / Ligue pour la Protection des Oiseaux*, Rochefort (France), 43 pages.
- Deceuninck B., Maillet N., Ward A., Dronneau C. & Mahéo R., 2013. Dénombrement d'anatidés et de foulques hivernant en France. Janvier 2012. *Wetlands International / Ligue pour la Protection des Oiseaux*, Rochefort (France), 42 pages.
- Deceuninck B., Quintenne G., Ward A., Dronneau C. & Dalloyau S., 2015. Synthèse des dénombrements d'anatidés et de foulques hivernant en France à la mi-janvier 2014. *Wetlands International / MEDDE / Ligue pour la Protection des Oiseaux*, Rochefort (France), 46 pages.

- Deceuninck B., Quintenne G., Ward A., Dronneau C. & Mahéo R., 2014. Synthèse des dénombrements d'anatidés et de foulques hivernant en France à la mi-janvier 2013. Wetlands International / MEDDTL / Ligue pour la Protection des Oiseaux, Rochefort (France), 80 pages.
- Degrear S., Brabant R., Rumes B, (Eds), 2013. Environmental impacts of offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea: Learning from the past to optimize future monitoring programmes. Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Operational Directorate Natural Environment, Marine Ecology and Management Section. 239 pp.
- Delpéch J. P. (coord.) 2007. Evaluation des ressources halieutiques par les campagnes scientifiques françaises Façades « Manche-Est » et « Loire-Gironde », 149 p. + données EVHOE disponibles sur le site du Système d'Information Halieutique d'Ifremer.
- Deplaine L., Romera V. & Guégnard A., 2014. La migration post-nuptiale 2013 à la pointe de l'Aiguillon (Vendée). LPO Vendée, La Roche-sur-Yon, 42 pages.
- Derrien-Courtel S., Le Gal A., 2014. Mise en réseau des suivis des biocénoses des roches subtidales de la façade Manche/Atlantique & Elaboration d'une stratégie d'Evaluation de leur Etat de Conservation – Protocole ECBRS - version 5. 18 p.
- Désaunay Y. 2003. Conséquences écologiques et écotoxicologiques de la marée noire de « l'Erika ». Projet n° = 9 ECTOPHY-nourriceries, contrat MATE-INERIS, rapport IFREMER n°3, 128 pp.
- Désaunay Y., Guérault D., 2002. Manuel des protocoles de campagne halieutique. Campagnes nourriceries Gascogne. Ifremer, 13 p. + 18 p. d'annexes.
- Désaunay Y., Laffargue P., Lobry J., 2006. Caractérisation halieutique et benthique de l'estuaire de la baie de Vilaine. Rapport interne, pp. 101.
- Désaunay Y., Perodou J.B., Beillois P. 1981. Etudes des nurseries de poissons du littoral de la Loire Atlantique. Science et Pêche, (319), 23.
- Desholm M. & Kahlert J., 2005. Avian collision risk at an offshore wind farm. Biology Letters, vol. 1, n°3, pp. 296-298.
- Deslous-Paoli, J. Toxicité Des éléments Métalliques Dissous Pour Les Larves D'organismes Marins : Données Bibliographiques. Revue des travaux de l'Institut des pêches maritimes 1981. 45 (1), 73-83
- Desroy N, Soudant D., Le Mao P., 2009. Contrôle de surveillance benthique de la Directive Cadre sur l'Eau (2000/60/CE) : état écologique des masses d'eau – année 2007. Rapport Ifremer (2009)
- Det Norske Veritas. DNV-RP-B401 Cathodic Protection Design; 2011.
- Dexter, S. C.; Lin, S.-H. Effect of Marine Biofilms on Cathodic Protection. International Biodeterioration & Biodegradation 1992. 29 (3-4), 231-249
- DHI 2007 et Geolittoral (MEDDE), 2015. Etude de connaissance des phénomènes d'érosion sur le littoral vendéen
- Diederichs A, Nehls G, Dähne M, Adler S, Koschinski S. & Verfuss U, 2008. Methodologies for measuring and assessing potential changes in marine mammal behavior, abundance or distribution arising from the construction, operation and decommissioning of offshore windfarms. Commissioned by COWRIE Ltd, 90p.

- Dierschke V. & Garthe S., 2006. Literature review of offshore wind farms with regards to seabirds. In: Zuccho, Wende W, Merck T, Köchling I, Köppel J (eds). Ecological research on offshore wind farms: international exchange of experience. Part B: Literature review of ecological impacts 2006; 186: 131-198.
- Dietz C., Helversen (von) O. & Nill D., 2009. L'encyclopédie des chauves-souris d'Europe et d'Afrique du Nord. Coll. Les encyclopédies du naturaliste, Delachaux et Niestlé, Paris. 400 pages.
- Dietz R, Teilmann J, Henriksen OD & Laidre K, 2001. Satellite tracking as a tool to study potential effects of offshore wind farm on seals at Rødsand. Technical report, 45p.
- Dillingham P.W. et Fletcher D., 2011. Potential biological removal of albatrosses and petrels with minimal demographic information. *Biological Conservation*, vol. 144, n°6, pp. 1885-1894.
- Dillingham, P.W., Fletcher, D., 2008. Estimating the ability of birds to sustain additional human-caused mortalities using a simple decision rule and allometric relationship. *Biol. Conserv.* 141, 1783–1792.
- Direction des Affaires Maritimes, 03/11/2014. Mesures compensatoires induites par l'implantation d'éoliennes en mer - Note n°243-14.
- Direction des Affaires Maritimes, 13/08/2013. Mesures compensatoires induites par l'implantation d'éoliennes en mer - Note n°168.13.
- Direction interrégionale de la mer Nord Atlantique-Manche Ouest, 2012. « Monographie maritime de la façade Nord Atlantique - Manche Ouest »
- Directive 2007/60/CE du parlement européenne et Conseil du 23 octobre 2007, relative à l'évaluation et à la gestion des risques d'inondation.
- DIRM NAMO - « Les autres ressources marines »- Monographie maritime de la façade - NAMO 2014-
- DIRM NAMO, 2014. Monographie de la façade Nord-Atlantique-Manche-Ouest
- DIRM NAMO, novembre 2012. Monographie maritime de la façade Nord Atlantique – Manche Ouest (Bretagne – Pays de la Loire), année 2011, 129 p.
- DIRM NAMO, septembre 2015
- Document d'Objectifs « Marais breton, baie de Bourgneuf, île de Noirmoutier et forêt de Monts» site FR5200653- 2002.
- Document d'Objectifs «Côtes rocheuses, dunes, landes et marais de l'île d'Yeu» site FR5200654-2014.
- Document d'Objectifs «Plateau rocheux de île d'Yeu» site FR5202013-2015 (non validé).
- Dokter A.M., Liechti F., Stark H., Delobbe L., Tabary P. & Holleman I. 2011. Bird migration flight altitudes studied by a network of operational weather radars. *Journal of the Royal Society Interface* 8: 30-43.
- Dolman S & Simmonds M, 2010. Towards best environmental practice for cetacean conservation in developing Scotland's marine renewable energy. *Marine Policy*, 34: 1021-1027.
- Dolman S, 2009. Marine renewable energy development and Scotland's cetaceans. Document AC16/Doc.42 rev. 1 presented to the ASCOBANS Advisory Committee, April 2009, Bruges (Belgium).

- Dolman SJ, Simmonds MP, & Keith S, 2003. Marine wind farms and cetaceans. Paper SC/55/E4 presented to the IWC Scientific Committee, June 2003, Berlin (Germany), 18p.
- Dong energy, 2006. Danish Offshore Wind: Key Environmental Issues. DONG Energy, Vattenfall, the Danish Energy Authority and the Danish Forest and Nature Agency.
- Données Météo France
- Donovan GP, Bjørge A, 1995. Harbour Porpoises in the North Atlantic: edited extract from the Report of the IWC Scientific Committee, Dublin 1995 In: Biology of Phocoenids (eds : Bjørge A, Donovan GP), The International Whaling Commission, Cambridge, 3-25.
- Dooling R., 2002. Avian Hearing and the Avoidance of Wind Turbines. National Renewable Energy Laboratory, Golden, Colorado, USA. 13 p (et annexes)
- Dorel D., 1986. Poissons de l'Atlantique nord-est. Relations taille-poids. Ifremer, DRV.86.001/RH/Nantes, 165 p.
- Dorel D., Koutsikopoulos, C., Désaunay Y., Marchand J., 1991. Seasonal distribution of young sole (*Solea solea* L.) in the nursery ground of the bay of Vilaine (Northern Bay of Biscay). Netherlands Journal of Sea Research 27: 297-306.
- Dorémus G. (coord), 2012. Bilan des observations des mammifères et oiseaux marins. Campagne PELGAS. Golfe de Gascogne – printemps 2012. Pelagis, AAMP, Ifremer, 20 pages.
- Dorémus G., Gonzalez L., Caurant F., 2011b. Bilan des observations des mammifères et oiseaux marins. Campagne PELGAS. Golfe de Gascogne – printemps 2011. Pelagis, AAMP, Ifremer, 17 pages.
- Dorémus G., Mercier F., Caupenne M., Dian O. & Gonzalez L., 2010. Bilans des observations des mammifères et oiseaux marins. Campagne EVHOE. Golfe de Gascogne - automne 2010/2009. Pelagis, LPO, AAMP, Ifremer, 20 pages.
- Dorémus G., Mercier F., Gonin J., Dars C. & Boubert J.-J., 2011a. Bilans des observations des mammifères et oiseaux marins. Campagne EVHOE. Golfe de Gascogne - automne 2011. Pelagis, LPO, AAMP, Ifremer, 29 pages.
- Dossier territorial régional des pays de la Loire, Préfet de la Région des Pays de la Loire, 9 janvier 2013.
- Doyle TK, Houghton JDR, O'Suilleabháin PF, Hobson VJ, Marnell F, Davenport J & Hays GC, 2008. Leatherback turtles satellite-tagged in European waters, Endangered Species Research, 4: 23-31.
- DREAL Centre, délégation de bassin Loire-Bretagne, DREAL Pays de la Loire, Décembre 2014. Plan de Gestion des Poissons migrateurs du bassin de la Loire, de la Sèvre niortaise et des côtiers vendéens 2014-2019 -
- DREAL des Pays de la Loire, 2015. « Schéma Régional de Cohérence Écologique des Pays de la Loire »
- DREAL Pays de la Loire, 2014. Faune et flore maritime des Pays de la Loire. Méthodologie et proposition d'une liste d'espèces déterminantes dans le cadre des ZNIEFF Mer.
- DREAL Pays de la Loire, 2015. « Profil environnemental » ww.profil-environnemental.pays-de-la-loire.developpement-durable.gouv.fr (consulté le 13/11/2015)

- DREAL Pays de la Loire, 2015. Carte des risques industriels et technologiques en Pays de la Loire http://carto.sigloire.fr/1/n_pac_risque_r52.map, consultée le 20/05/2016
- DREAL Pays-de-la-Loire : données SIG (unités paysagères, sites protégés, enjeux paysagers, éléments de patrimoine, paysages remarquables...);
- Driessen J., 2013. Inch Cape offshore wind farm appendix 15A: offshore ornithology technical report. RPS, Edinburgh, UK.
- Dubois *et al.* 2011. «Conditions de préservation des formations récifales à *Sabellaria alveolata* (L.) en baie de Bourgneuf »
- Dubois P.J. & Issa N., 2013. Résultats du 4e recensement des laridés hivernants en France (hiver 2011-2012). *Ornithos* 20(2) : 107-121.
- Duguay R, 1968. Note sur la fréquence de tortues luth (*Dermochelys coriacea* L.) près des côtes de la Charente Maritime. *Annales de la Société de Sciences Naturelles de Charente-Maritime*, 4(8) : 8-16.
- Duguay R, Hussenot E, 1982. Occasional captures of delphinids in the northeast Atlantic, Paper SC/33/SM11 presented to the IWC Scientific Committee, 2p.
- Dulac P., 2008. Evaluation de l'impact du parc éolien de Bouin (Vendée) sur l'avifaune et les chauves-souris. Bilan de 5 années de suivi. Ligue pour la Protection des Oiseaux délégation Vendée / ADEME Pays de la Loire / Conseil Régional des Pays de la Loire, La Roche-sur-Yon - Nantes, 106 pages.
- Dulac P., 2014. Éoliennes de Bouin (Vendée). Bilan du programme 2013 de suivi de la mortalité des oiseaux et des chauves-souris. LPO Vendée / EDF Energies Nouvelles, 65 pages.
- Duron M, 1978. Contribution à l'étude de la biologie de *Dermochelys coriacea* (Linné) dans les Pertuis Charentais. University of Bordeaux, Talence.
- DUSSAUZE *et al.*, juin 2010. « Modélisation 2D de la turbidité en baie de Bourgneuf »
- Duursma, E. ; Dawson, R. *Marine Organic Chemistry*; New-York, 1981. Vol. 1.
- Ebbinge B.S., Blew J., Clausen P., Günter K., Hall C., Holt C., Koffijber K., Le Dréan-Quénech'hdu S., Mahéo R. & Pil S., 2013. Population development and breeding success of Dark-bellied Brent Geese *Branta b. bernicla* from 1991–2011. *Wildfowl Special Issue* 3:74-89.
- Eckert KL, Wallace BP, Frazier JG, Eckert SAS & Pritchard PCH, 2012. Synopsis of the biological data on the leatherback sea turtle (*Dermochelys coriacea*). U.S. Department of Interior, Fish and Wildlife Service, Biological Technical publication BTP-R4015-2012, Washington, D.C.
- Edren SMC, Andersen SM, Teilman J, Carstensen J, Harders PB, Dietz R & Miller A, 2010. The effect of a large Danish offshore wind farm on harbor and gray seal. *Marine Mammal Science*, 26: 614-634.
- Elbée (d') J. & Castège I., 2009. Passériformes. Pp 143-145 in Castège I. & Hémerly G. (coord.), 2009. Oiseaux marins et cétacés du golfe de Gascogne. Répartition, évolution des populations et éléments pour la définition des aires marines protégées. Biotope, Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 176 pages.
- Ellis I. et Hazleton M., 2013. « Ornithological Technical Report: Walney Extension Offshore Wind Farm », Dong Energy.

- Elsam Engineering, 2005. Elsam Offshore Wind Turbines – Horns Rev Annual status report for the environmental monitoring program 1 January 2004 - 31 December 2004. Elsam Engineering.
- Environmental Protection Heritage, T. N. R. M. M. C. and T. N. H. and M. R. C. Australian and New Zealand Guidelines for Fresh and Marine Water Quality. The Guidelines (Chapters 1-7) 2000, 1 (4).
- Erbe C., 2009. Underwater noise from pile driving in Moreton Bay, QLD. *Acoustics Australia*, 37(3), pp.87–92.
- Erbe C., Reichmuth C., Cunningham K., Lucke K., Dooling R., 2016. Communication masking in marine mammals: A review and research strategy. *Marine Pollution Bulletin* 103 (2016) 15–38
- Erea 2016.
- ESA.DTU Space, 2014.
- Etude d'impact du projet de parc éolien en mer de Saint-Nazaire – 2015.
- EU (European union), 2009. « Directive Oiseaux », 2009/147/CE, pp. 7-25.
- Evans P.G.H., Baines M.E. & Anderwald P. 2011. Risk assessment of Potential Conflicts between Shipping and Cetaceans in the ASCOBANS Region, 18th ASCOBANS Advisory Committee Meeting, Bonn, Germany, 32p.
- Evans PGH, 1987. The natural history of whales and dolphins. HELM editions. 343p.
- Evans PGH, 2008. Offshore wind farms and marine mammals: impacts & methodologies for assessing impacts, (Proceedings of the ASCOBANS/ECS workshop), ECS special publication series no. 49: 68p.
- Evans PGH, Hoelzel R, Ingram S, Islas V, Natoli A, Ridoux V, 2009. Bottlenose Dolphin *Tursiops truncatus* In : Report of ASCOBANS/HELCOM Small Cetacean Population Structure Workshop held on 8-10 october 2007 (eds : Evans PGH, Teilmann J), Bonn, Germany, 87-96.
- Evans WE, 1994. Comon dolphin, White-bellied porpoise. In *Handbook of Marine Mammals* vol 5, eds. Ridgway SH & Harrison SR, Academic Press, 191-224.
- Everaert J. & Stienen E.W.M., 2006. Impact of wind turbines on birds in Zeebrugge (Belgium). *Biodiversity and Conservation*, vol. 16, n°12, pp. 3345-3359.
- Farque P.-A., 2014. Échouage massif d'oiseaux marins durant l'hiver 2014 sur la façade atlantique. LPO France, MEDDE, AAMP, Rochefort, 88 pages.
- Ferrer Costa A, 2005. Environmental effects of wind farm developments and their implications for harbour porpoise conservation in UK waters. Mémoire de master, Cranfield University, 73p.
- Ferrey M, Collet A, Guinet C, 1993. Statut et comportement social du Grand Dauphin (*Tursiops truncatus*) dans le bassin d'Arcachon, *Terre et vie*, 48: 257-278.
- Fiches des cahiers habitats accessibles sur le site de l'INPN
- FISHBASE : Froese R. and Pauly D. Editors. 2013. FishBase. World Wide Web electronic publication. <http://www.fishbase.org> version (02/2013).
- Folegot, Thomas, *et al.* «Monitoring Long Term Ocean Noise in European.» Genva: IEEE OCEANS, 2015.

- Folegot, Thomas, et Dominique Clorennec. «From footprint prediction to risk assessment and focused mitigation.» Édité par 22nd ASCOBANS Advisory Committee Meeting. Workshop on Noise and Environmental Impact Assessments. Liège, Belgium, 2015. 91-94.
- Folegot, Thomas. «Ship traffic noise distribution in the Strait of Gibraltar: an exemplary case for monitoring global ocean noise.» Conference on the effect of noise on aquatic life. Cork, Ireland: Springer, 2010.
- Fontaine MC, Baird SJE, Piry S, Ray N, Tolley KA, Duke S, Birkun AJ, Ferreira M, Jauniaux T, Llavona A, Öztürk AA, Ridoux V, Rogan E, Sequeira M, Siebert U, Vikingsson GA, Bouquegneau JM, Michaux JR, 2007. Rise of oceanographic barriers in continuous populations of a cetacean: the genetic structure of harbour porpoises in Old World waters, *BioMedCentral Biology*, 5 : 1-30.
- Forest A, 2001. Ressources halieutiques hors quotas du Nord Est Atlantique : bilan des connaissances et analyse de scénarios d'évolution de la gestion. Contrat Ifremer/MAPA, Réf. 99-11-03-01. 390 p.
- Formulaires FSD des sites Natura 2000 accessibles sur le site de l'INPN
- Fortin M., 2010. Oiseaux marins du Mor Braz. Synthèse des connaissances. Bretagne Vivante
- Fortin M., 2012. Cormoran huppé. Pp 84-85 in GOB (coord.), 2012. Atlas des oiseaux nicheurs de Bretagne. Delachaux & Niestlé, 512 pages.
- Fortin M., Callard B., Latraube F., Ouvrard E. & Leicher M. 2014. Diagnostic environnemental 2013-2014 pour le groupe avifaune et évaluation du risque d'impact dans le cadre du projet de parc éolien en mer de Saint- Nazaire : Rapport final. Bretagne Vivante – SEPNB, LPO Loire-Atlantique, LPO Vendée, 445 pages.
- Fortin M., Delord K. & Boué A., 2013. Captures en mer de Puffins des Baléares et suivi satellitaire : rapport 2012. Bretagne Vivante, CNRS-CEBC, Report from FAME Project, 13 pages.
- Fossecave P., 2005. La sole commune (*Solea solea* L.) et son exploitation dans le golfe de Gascogne depuis 1998 : une espèce stratégique pour de nombreux ports de la façade AGLIA. Observatoire des pêches et des cultures marines du golfe de Gascogne. IMA Bayonne, 94p.
- Fox A.D., Petersen I.K., 2006. Assessing the Degree of Habitat Loss to Marine Birds from the Development of Offshore Wind Farms. In: Boere, G.C., Galbraith, C.A., Stroud, D.A. (Eds.), *Waterbirds Around the World. A Global Overview of the Conservation, Management and Research of the World's Waterbird Flyways*. Edinburgh, The Stationery Office, pp. 801–804.
- Fritsch M., 2005. Traits biologiques et exploitation du Bar commun *Dicentrarchus labrax* (L.) dans les pêcheries françaises de la Manche et du golfe de Gascogne. Brest.
- Fukai R., Huynh-Ngoc L. Chemical Forms of Zinc in Sea Water -Problems and Experimental Methods. *Journal of the Oceanographical Society of Japan* 1975, 31 (1970), 175–191
- Furness R.W. 2007. Responses of seabirds to depletion of food fish stocks. *Journal of Ornithology* 148: S247-252.
- Furness R.W. 2015. Non-breeding season populations of seabirds in UK waters. Population sizes for Biologically Defined Minimum Population Scales (BDMPS). Natural England Commissioned Reports, Number 164.

- Furness R.W., 2013. Extent of Displacement, and Mortality Implications of Displacement of Seabirds by Offshore Wind Farms. MacArthur Green Report to Forewind, Glasgow. 22 pages
- Furness R.W., Wade H.M., Masden E.A., 2013. Assessing vulnerability of marine bird populations to offshore wind farms. *J. Environ. Manag.* 119, 56–66
- Gabelle C., Baraud F., Biree L., Gouali S., Hamdoun H., Rousseau C., van Veen E., Leleyter L. The Impact of Aluminium Sacrificial Anodes on the Marine Environment : A Case Study. *Applied Geochemistry* 2012, 27 (10), 2088–2095
- Garthe S. & Hüppop O., 2004. Scaling possible adverse effects of marine wind farms on seabirds: developing and applying a vulnerability index. *Journal of Applied Ecology*, vol. 41, n°4, pp. 724-734.
- Gaskin DE, 1984. The Harbour Porpoise *Phocoena phocoena* (L.): Regional populations, Status, and Information on Direct and Indirect Catches, Paper SC/35/SM24 presented to the IWC Scientific Committee, 20p.
- Genesis, 2012. Aberdeen wind farm ornithological baseline and impact assessment addendum. Genesis, Aberdeen, UK.
- Geotech *et al.* (2015)
- GEOXYZ, 2015. En collaboration avec CREOCEAN. Eoliennes en mer : Iles d'Yeu et de Noirmoutier. Rapport d'interprétation / cartes / données de nature des fonds et de bathymétrie.
- Gerondeau M, Barbraud C, Ridoux V & Vincent C, 2007. Abundance estimate and seasonal patterns of grey seal (*Halichoerus grypus*) occurrence in Brittany, France, as assessed by photo-identification and capture-mark-recapture, *Journal of the Marine Biological Association of the UK*, 87: 365-372.
- Gibson R.N. 1994. Impact of habitat quality and quantity on the recruitment of juvenile flatfishes. *Netherlands Journal of Sea Research* 32: 191-206. Gibson R.N. 1997. Behaviour and the distribution of flatfishes. *Journal of Sea Research* 37: 241-256.
- Gill AB, 2005. Offshore renewable energy: ecological implications of generating electricity in the coastal zone. *Journal of Applied Ecology*, 42: 605-615.
- Gill J. P., Sales D., Pinder S. et Salazar R., 2008. Kentish flats wind farm: fifth ornithological monitoring report – report to Kentish Flats Ltd. Environmentally Sustainable Systems, Edinburgh, UK.
- Gillmore M. L., Golding L. A., Angel B. M., Adams M. S., Jolley D. F. Toxicity of Dissolved and Precipitated Aluminium to Marine Diatoms. *Aquatic Toxicology* 2016.
- GIP Bretagne Environnement, 2010. Les espèces marines invasives en Bretagne. Observatoire de la biodiversité et du patrimoine naturel en Bretagne.
- GIP Bretagne Environnement, 2015. Liste rouge régionale et Responsabilité biologique régionale. Oiseaux nicheurs et oiseaux migrateurs de Bretagne. http://www.observatoire-biodiversite-bretagne.fr/content/download/25193/493159/version/3/file/oiseaux_LRR_RBR_11_juin_2015.pdf
- Glutz Von Blotzheim U. N. et Bauer K. M., 1982. Handbuch der vögel Mitteleuropas. Band 8. Charadriiformes (3. Teil). Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden, Germany.

- Golding L. A., Angel B.M., Batley G. E., Apte S. C., Krassoi R., Doyle C. J. Derivation of a Water Quality Guideline for Aluminium in Marine Waters. *Environmental Toxicology and Chemistry* 2015a et 2015b, 34 (1), 141–151.
- Gomiero A., Volpato E., Nasci C., Perra G., Viarengo A., Dagnino A., Spagnolo A., Fabi G. Use of Multiple Cell and Tissue-Level Biomarkers in Mussels Collected along Two Gas Fields in the Northern Adriatic Sea as a Tool for Long Term Environmental Monitoring. *Marine Pollution Bulletin* 2015, 93 (1-2), 228–244.
- Goodman SJ, 1998. Patterns of extensive genetic differentiation and variation among European harbor seals (*Phoca vitulina vitulina*) revealed using microsatellite DNA polymorphisms, *Molecular Biology and Evolution*, 15(2): 104-118.
- Gordon J, Thompson D, Gillepsie D, Lonergan M, Calderan S, Jaffrey B & Todd V, 2007. Assessment of the potential for acoustic deterrents to mitigate the impact on marine mammals of underwater noise arising from the construction of offshore windfarms. SMRU Ltd and COWRIE Ltd, 82p.
- Gouali S. Impact Environnemental Des Anodes Sacrificielles En Aluminium, Université de Caen, 2013.
- Gould J, 2008. Animal Navigation: The Evolution of Magnetic Orientation. *Current Biology*, 18 (11) : 482-485.
- GRALL J., COIC N., 2005. Synthèse des méthodes d'évaluation de la qualité du benthos en milieu côtier. Ref. Ifremer DYNECO/VIGIES/06-13/REBENT.
- Grodsky SM, Jennelle CS, Drake D, Virzi T 2012. Bat mortality at a wind-energy facility in southeastern Wisconsin. *Wildl Soc Bull* 36(4):773–783. doi:10.1002/wsb.191
- Grolier F., Pirio M. & Vrignault J.-D., 2015. Observation de la migration à la Maison de Clémenceau, Saint-Vincent-sur-Jard (Vendée), comparaison avec la pointe de l'Aiguillon du 27 au 31 octobre 2014. *La Gorgebleue 2.0*, 007-FV2015, 8 pages. Disponible sur http://www.faune-vendee.org/index.php?m_id=20022
- Grossman GD, Jones GP & Seaman WJ, 1997. Do artificial reefs increase regional fish production? A review of existing data. *Fisheries*, 22: 17–23.
- G-tec, « Geophysical survey for export cables – Yeu Noirmoutier – Factual report », 2015.
- Guerault, D., Dorel, D., Desaunay, Y. 1996. Cartographie des nourriceries littorales de poissons du golfe de Gascogne. Nantes, 137 p.
- Guisse, L., et P. Sabathié. *Acoustique Sous-Marine*. Paris: Dunod, 1964.
- Guilford T., Wynn R., McMin M., Rodriguez A., Fayet A., Maurice L., Jones A. & Meier R., 2012. Geolocators Reveal Migration and Pre-Breeding Behaviour of the Critically Endangered Balearic Shearwater *Puffinus mauretanicus*. *PLoS ONE* 7(3): e33753. doi:10.1371/journal.pone.0033753
- Guillemette M., Larsen J.K. et Clausager I., 1999. Assessing the Impact of the Tunø Knob Wind Park on Sea Ducks: The Influence of Food Resources. Ministry of Environment and Energy, National Environmental Research Institute.
- Guillemot J. et Le Quintrec G., 2012. « Analyse-diagnostic de l'agriculture du Marais breton ». Publié sur le site de L'Association pour le Développement du Bassin Versant de la Baie de Bourgneuf, consulté le 01/03/2016

- Hall A J, Hugunin K, Deaville R, Law R.J., Allchin CR & Jepson PD, 2006. The Risk of Infection from polychlorinated Biphenyl Exposure in the Harbour Porpoise (*Phocoena phocoena*) : a case-control approach. *Environmental Health Perspectives*, 114 (5): 704-711.
- Halle à marée de l'île d'Yeu, données de débarquement, 2012.
- Halle à marée de Noirmoutier, données de débarquement, 2011.
- Hamdi A., Vasquez M., Populus J., 2010. Cartographie des habitats physiques EUNIS – Côtes de France, IFREMER – DYNECO, 110 p.
- Hammond Philip, 2006. Small Cetaceans in the European Atlantic and North Sea (SCANS-II). Final report. Covering the project activities from 01.04.2004 to 31.12.2006, LIFE Project Number LIFE04NAT/GB/000245, University of St Andrews, St Andrews, UK, 48 pages
- Hammond PS, 2007. Small Cetaceans Abundance in the European Atlantic and the North Sea (SCANS-II). Final report prepared for DEFRA, United Kingdom, 10 p.
- Hammond PS, Berggren P, Benke H, Borchers DL, Collet A, Heide-Jørgensen MP, Heimlich S, Hiby AR, Leopold MF & Øien N, 1995. Distribution and abundance of the harbour porpoise and other small cetaceans in the North Sea and adjacent waters. Final report to the European Commission under contract LIFE 92-2/UK/027. 242p.
- Hammond PS, Berggren P., Benke, H, Borchers, DL, Collet, A, Heide-Jørgensen, MP, Heimlich, S, Hiby, AR, Leopold, MF, Øien, N, 2002. Abundance of harbour porpoises and other cetaceans in the North Sea and adjacent waters, *Journal of Applied Ecology*, 39: 361-376.
- Hammond PS, MacLeod K, 2006. Progress report on the SCANS-II project, Paper prepared for ASCOBANS Advisory Committee, Finlande, 6p.
- Harden Jones F.R. 1968. Fish migration. Edward Arnold. London 325 pp.
- Harding A.M.A., Welcker J., Steen H., Hamer K.C., Kitaysky A.S., Fort J., Talbot S.L., Cornick L.A., Karnovsky N.J., Gabrielsen G.W., Grémillet D., 2011. Adverse foraging conditions may impact body mass and survival of a high Arctic seabird. *Oecologia* 167, 49–59.
- Hartmann J.C., Krijgsveld K.L., Poot M.J.M, Fijn R.C., Leopold M.F., Dirksen S., 2012. Effects on birds of Offshore Wind farm Egmond aan Zee (OWEZ) - An overview and integration of insights obtained. Bureau Waardenburg bv. Commissioned by: NoordzeeWind. Report nr 12-005. 136 p.
- Hassani S, 2011. NAMMCO, Annual Report. Tromso (Norway).
- Hastings, M. C. et A. N. Popper. Effects of sound on fish. Report to Jones and Stokes for California Department of Transportation, 2005.
- Hatch S.K, Connelly E., Divoll T., Stenhouse I & Williams K., 2013. Offshore Observations of Eastern Red Bats (*Lasiurus borealis*) in the Mid-Atlantic United States Using Multiple Survey Methods. *PLoS One*. 2013; 8(12): e83803
- Hazel J, Lawler IR, Marsh H & Robson S, 2007. Vessel speed increases collision risk for the green turtle *Chelonia mydas*. *Endangered Species Research*, 3: 105-113.

- Hedenstrom A., 1998. Flight speed of Ross's Gull *Rhodostethia rosea* and Sabine's Gull *Larus sabini*. *Arctic*, vol. 51, n°3, pp. 283-285.
- Hémery G., 2009a. Fou de Bassan *Morus Bassanus*. Pp 59-62 in Castège I. & Hémery G. (coord.), 2009. Oiseaux marins et cétacés du golfe de Gascogne. Répartition, évolution des populations et éléments pour la définition des aires marines protégées. Biotope, Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 176 pages.
- Hémery G., 2009b. Mouette tridactyle *Rissa tridactyla*. Pp 111-114 in Castège I. & Hémery G. (coord.), 2009. Oiseaux marins et cétacés du golfe de Gascogne. Répartition, évolution des populations et éléments pour la définition des aires marines protégées. Biotope, Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 176 pages.
- Hémery G., 2009c. Océanite tempête *Hydrobates p. pelagicus*. Pp 39-41 in Castège I. & Hémery G. (coord.), 2009. Oiseaux marins et cétacés du golfe de Gascogne. Répartition, évolution des populations et éléments pour la définition des aires marines protégées. Biotope, Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 176 pages.
- Hémery G., 2009d. Macreuse noire *Melanitta nigra*. Pp 72-73 in Castège I. & Hémery G. (coord.), 2009. Oiseaux marins et cétacés du golfe de Gascogne. Répartition, évolution des populations et éléments pour la définition des aires marines protégées. Biotope, Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 176 pages.
- Johansen K.L., Boertmann D., Mosbech A. et Hansen T.B. (2012), « Manual for seabird and marine mammal survey on seismic vessels in Greenland », n°3rd revised edition.
- Hennequi M., 2010. R - Spatialisation des données de modélisation par Krigeage. *Mehodology*. 2010<dumas-00520260>. 75 pages
- Henriksen OD, Carstensen J, Tougaard J & Teilmann J, 2004. Effects of the Nysted Offshore Wind Farm construction on harbour porpoises. Annual status report for the acoustic T-POD monitoring programme during 2003. Technical Report to Energi E2 A/S, 33p.
- Hildebrand J, 2005. Impacts of Anthropogenic Sound In Marine Mammal Research, Conservation beyond Crisis, eds Reynolds, J.E., Perrin, W.F., Reeves, R.R., Montgomery, S. & Ragen, T.J. The Johns Hopkins University Press: 101-123.
- Hildebrand J. a., 2009. Anthropogenic and natural sources of ambient noise in the ocean. *Marine Ecology Progress Series*, 395, pp.5-20.
- Hildebrand, J. A. «Impacts of anthropogenic sound.» Dans *Marine mammal research: conservation beyond crisis*, de J.E. *et al.* Reynolds, 101-124. Baltimore, Maryland: The Johns Hopkins University Press, 2005.
- Hildebrand. «Anthropogenic and natural sources of ambient noise in the ocean.» *Marine Ecology Progress Series*, 2009: Vol. 395:5-20.
- Hill R, Hill K, Aumüller R, Schulz A, Dittmann T, Kulemeyer C, Coppack T, 2014. Of birds, blades and barriers: Detecting and analyzing mass migration events at alpha ventus. In: Federal Maritime and Hydrographic Agency, Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (eds.) *Ecological Research at the Offshore Windfarm alpha ventus*, Springer Fachmedien, Wiesbaden 2014, pp 111-131
- Hill R. & Hüppop O., 2007. Birds and bats: automatic recording of flight calls and their value for the study of migration. Institute of Avian Research Vogelwarte Helgoland, Helgoland, Germany. 6 pages.

- Hill R., Aumüller R., Hill K., Rebke M., Weiner C., 2015. Is the modification of safety lights a suitable mitigation measure to reduce bird collisions at offshore structures? At Conference on Wind Energy and Wildlife impacts, Berlin, march 2015
- HILY C., 1984. Variabilité de la macrofaune benthique dans les milieux hypertrophiques de la Rade de Brest. Thèse de doctorat d'État, Sciences Naturelles., Université de Bretagne Occidentale, Brest, Vol I & II, 359 p.
- HILY C., GRALL J., 2003. Echantillonnage quantitatif des biocénoses subtidales des fonds meubles. Fiche technique REBENT/ FT-01-2003-01.
- Hindermeyer M.-P. & Hindermeyer X., 2014. Synthèse ornithologique - Ile d'Yeu. Volume 7, année 2013. 41 pages. Disponible en ligne ("<http://files.biolovision.net/www.faune-vendee.org/userfiles/Yeu/SynthseornithologiqueYeu2013.pdf>").
- Hindermeyer M.-P. & Hindermeyer X., 2015. Synthèse ornithologique - Ile d'Yeu. Volume 8, année 2014. 47 pages. Disponible en ligne ("<http://files.biolovision.net/www.faune-vendee.org/userfiles/Yeu/SynthseornithologiqueYeu2014.pdf>").
- Hüppop & Hilgerloh G., 2012. Flight call rates of migrating thrushes: effects of wind conditions, humidity and time of the day at an illuminated platform. *J; avian Biol.* 43 : 85-90
- Hüppop O, Dierschke J, Exo K, Fredrich E, Hill R., 2006. Bird migration studies and potential collision risk with offshore wind turbines. *IBIS* 148:90–109
- Hüppop O. & Hill R., 2013. The occurrence of migrating bats at an anthropogenic offshore structure in the south-eastern North Sea. Poster presentation. Proceedings of the 3rd International Bat Meeting: Bats in the Anthropocene: 150. Leibniz Institute for Zoo and Wildlife Research (IZF), Berlin, Germany.
- Hutterer R., Ivanova T., Meyer-Cords C. & Rodrigues L., 2005. Bat migrations in Europe, a review of banding data and literature. Federal Agency for Nature Conservation, Bonn 2005. 162 pages.
- ICES, 2008. Report of the Working Group on Seabird Ecology (WGSE), 10-14 March 2008, Lisbon, Portugal. ICES CM 2008/LRC: 05. 99 pages.
- ICES, 2010a. Life-cycle spatial patterns of small pelagic fish in the Northeast Atlantic. ICES Cooperative Research Report, No. 306. Chapitre 7.
- Identification de « paysages hydrologiques » dans les eaux marines sous juridiction française France métropolitaine - Mars 2012 - Ifremer
- Idra Bio & Littoral, 2015. « Etat initial benthique & physico-chimique »,
- Ifremer et SDAGEs, 2016-2021.
- Ifremer SIH-C, 2007. Poissons et invertébrés au large des côtes de France. Indicateurs issus des pêches scientifiques. Bilan 2004. Ifremer, Nantes, EMH : 07-001. 84 p.
- Ifremer, 2011. Impacts des câbles sous-marins sur les écosystèmes côtiers. Cas particulier des câbles électriques de raccordement des parcs éoliens offshore (compartiments benthiques et halieutiques). Contrat RTE / Ifremer - juillet 2011.
- Ifremer, 1985. Par Pierre MICHEL. L'arsenic en milieu marin : synthèse bibliographique. *Rev. Trau. inst. Pêches marit.* 49 (3 et 4) : 175-185, 1985 (1987).
- Ifremer, 2007. Evaluation des ressources halieutiques par les campagnes scientifiques françaises. « Façade Manche Est » et « Façade Loire-Gironde ».

- Ifremer, 2009. Evaluation DCE Avril 2009. Elément de qualité : température. Rapport DYNECO/PELAGOS/09.02.
- Ifremer, 2011b. Synthèse bibliographique : Impacts des câbles sous-marins sur les écosystèmes côtiers-Cas particulier des câbles électriques de raccordement des parcs éoliens offshore (compartiments benthiques et halieutiques). Contrat RTE
- Ifremer, 2013. Observations des ressources halieutiques par les campagnes scientifiques françaises. « Façade Bretagne Nord et Sud » et « Façade Sud-Gascogne».
- Ifremer, 2013. Surveillance écologique et halieutique du site électronucléaire de Penly
- Ifremer, 2015. Qualité du Milieu Marin Littoral Bulletin de la surveillance 2014. Départements de Loire Atlantique et Vendée (Partie nord). Juin 2015 – ODE/LITTORAL/LERMPL/15-05
- Ifremer/SIH, 2013. Activité 2011 des navires de pêche du quartier maritime de l'île d'Yeu, SIH – Ifremer, mai 2013
- Ifremer/SIH, 2013. Activité 2011 des navires de pêche du quartier maritime de Noirmoutier, SIH – Ifremer, mai 2013
- Ifremer/SIH, 2013. Activité 2011 des navires de pêche du quartier maritime de Saint Nazaire, SIH – Ifremer, mai 2013
- Ifremer/SIH, 2014. Synthèse des flottilles de pêche 2012. Flotte de Mer du Nord - Manche – Atlantique Flotte de Méditerranée
- Ifremer/SIH, 2015. Activité 2012 des navires de pêche du quartier maritime de l'île d'Yeu, SIH – IFREMER, octobre 2015.
- Ifremer/SIH, 2015. Activité 2012 des navires de pêche du quartier maritime de Noirmoutier, SIH – Ifremer, octobre 2015.
- IGN, Photographies aériennes (Géoportail)
- INERIS, 2010. Qualité chimique des sédiments marins en France : synthèse des bases de données disponibles. Rapport d'étude 02/11/2010. N° INERIS-DRC-10-105335-11618A.
- Inger I, Attrill MJ, Bearhop S, Broderick AC, Grecian WJ, Hodgson DJ, Mills C, Sheehan E, Votier SC, Witt MJ & Goodley BJ, 2009. Marine renewable energy: potential benefits to biodiversity ? An urgent call for research. *Journal of Applied Ecology*, 46: 1145-1153.
- Inra. « Outil cartographique indiquasol » (consulté le 29/02/2016)
- International Whaling Commission, 2005. Report of the Scientific Committee. Annex K. Report of the standing Working Group on Environmental Concerns. *Journal of Cetacean Research and Management*. 7 : 267-307.
- Inventaire national des paratonnerres radioactifs, 2013. « Carte du niveau kéraunique en France ».
- ITOPF_11, 2013. Effet de la pollution par les hydrocarbures sur les pêches et la mariculture. Guide d'information technique n° 11. 11 p.
- ITOPF_13, 2013. Effet de la pollution par les hydrocarbures sur l'environnement. Guide d'information technique n° 13. 11 p.
- IXSURVEY, 2013. Iles d'Yeu et de Noirmoutier – évaluation des impacts environnementaux, rapport final. GDF SUEZ, 85 p.

- Jakimska A, Konieczka P, Skora K & Namiesnik J, 2011. Bioaccumulation of metals in tissues of marine animal, Part II: metal concentrations in animal tissues. *Polish Journal of Environmental Studies*, 20(5) : 1127-1146.
- Jarvis CM, 2005. An evaluation of the wildlife impacts offshore wind development relative to fossil fuel power production. Master's thesis, University of Delaware 123 pp.
- Jelmert A., 2000. Research Note Harming Local Species or Preventing the Transfer of Exotics ? Possible Negative and Positive Effects of Using Zinc Anodes for. *Science* 34 (6), 1937-1940
- Jensen A, 2002. Artificial reefs in Europe: perspectives and future. *ICES Journal of Marine Science*, 59: 3-13.
- Jensen Finn B, William A., Kuperman Michael, Porter B. et Schmidt Henrik, 2000. *Computational Ocean Acoustics*. Vol. AIP Series in Modern Acoustics and Signal Processing. Springer,
- Johnston A., Cook A.S.C.P., Wright L.J., Humphreys E.M. et Burton N.H.K., 2014. Modelling flight heights of marine birds to more accurately assess collision risk with offshore wind turbines. M. Frederiksen (dir.), *Journal of Applied Ecology*, vol. 51, n°1, pp. 31 - 41.
- Joint Nature Conservation Committee, 2009. Statutory nature conservation agency protocol for minimising the risk of disturbance and injury to marine mammals from piling noise. Aberdeen, UK. 12p.
- Jolivet A., Kinda B., Mathias D., Gervaise C. (coord.) & Chauvaud L. (coord.), 2015. Synthèse des connaissances de la communauté scientifique sur l'impact acoustique des projets éoliens offshore sur la faune marine. Société SOMME, 20 juillet 2015, 76 p.
- Jonge Poerink B., Lagerveld S., Verdaat J.P., 2013. Pilot study Bat activity in the dutch offshore wind farm OWEZ and PAWP. Den Helder: IMARES, (Report / IMARES C026/13) - p. 22.
- Journal Officiel de l'Union Européenne, 2010. Directive 2009/147/CE du parlement européen et du conseil du 30 novembre 2009 concernant la conservation des oiseaux sauvages. 19 pages et annexes.
- JP Guyon, ONF, 1991. Département des recherches techniques, Interrégion Ouest. « Dépérissement du pin maritime en Vendée. Les causes écologiques ».
- Jung JL, Stéphan E, Louis M, Alfonsi E, Liret C, Carpentier FG, Hassani S, 2009. Harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) in north-western France : aerial survey, opportunistic sightings and stranding monitoring, *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 89 (5) : 1045-1050.
- Kastelein RA, Hoek L & Wensveen P J, 2010. The effect of signal duration on the underwater hearing thresholds of two harbor seals (*Phoca vitulina*) for single tonal signals between 0,2 and 40 kHz. *Journal of the Acoustical Society of America*, 127 (2): 1135-1145.
- Kastelein RA, Sander S, Van der Verboom, WC, Triesscheijn R JV & Jennings NV, 2006. The influence of underwater data transmission sounds on the displacement behaviour of captive harbour seals (*Phoca vitulina*) in a floating pen. *Marine Environmental Research*. 61, 19-39.

- Keller JM, 2013. Exposure to and effects of persistent organic pollutants. In *The biology of sea turtles Vol III*. Wyneken K, Lohman KJ, Musick JA eds. CRC Press: Boca Raton FL.
- Ketten D & Finneran J, 2004. Noise exposure criteria: "Injury (PTS) criteria". In: R. Gentry: Presentation at the Second Plenary Meeting of the Advisory Committee on Acoustic Impacts on Marine Mammals. Arlington, Virginia, 28-30 April 2004 In Nehls, G., Betke, K., Eckelmann, S. & Ros. M. 2007. Assessment and costs of potential engineering solutions for the mitigation of the impacts of underwater noise arising from the construction of offshore windfarms. BioConsult SH, Husum, Germany. On behalf of COWRIE Ltd, 55p.
- Ketten DR & Bartol SM, 2005. Functional measures of sea turtle hearing. Woods Hole Oceanographic Institution: ONR Award No: N00014-02-1-0510.
- King S., Maclean I., Norman T. & Prior A., 2009. Developing guidance on ornithological cumulative impact assessment for offshore wind farm developers. COWRIE.
- Kiszka J, Pézeril S, Hassani S, 2004. A status of review off the French Channel coast, Organisation Cetacea (ORCA), 4p.
- Kiszka J, Van Canneyt O, Macleod K, Walker D, Ridoux V, 2007. Distribution, encounter rates and habitat characteristics of toothed cetaceans in the Bay of Biscay and adjacent waters from platform of opportunity data, ICES Journal of Marine Science, 64 : 1033-1043.
- Klinowska M, *Dolphins, Porpoises and Whales of the World: The IUCN Red Data Book*, IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK, 429p.
- Koch V, Peckham H, Mancini A, Eguchi T, 2013. Estimating At-Sea Mortality of Marine Turtles from Stranding Frequencies and Drifter Experiments. PLoS ONE 8(2): e56776. doi:10.1371/journal.pone.0056776
- Kolotylo R.A., 1989. Flight speeds and energetics of seven bird species, PhD thesis, CA, University of British Columbia, 121 p.
- Komdeur J., Bertelsen J. et Cracknell G., 1992. Manual for aeroplane and ship survey of waterfowl and seabird, International Wetland Publication, DK, National Environmental Research Institute, 37 p.
- Koschinski S, Culik BM, Henriksen OD, Tregenza N, Ellis G, Jansen C & Kathe G, 2003. Behavioural reactions of free-ranging porpoises and seals to the noise of a simulated 2 MW windpower generator. *Marine Ecology Progress Series*, 265: 263–273.
- Koutsikopoulos C., Désaunay Y., Dorel D., Marchand J. 1989. The role of coastal areas in the life history of sole (*Solea solea* L.) in the Bay of Biscay. *Topics in Marine Biology ROS.J.D. (ED.)*; *Scient. Mar.* 53 (2-3): 567-575.
- Krijgsveld K.L., Fijn R.C., Japink M., Horssen P.W. van, Heunks C., Collier M.P., Poot M.J.M., Beuker D. & Dirksen S., 2011. Effect studies Offshore Wind Farm Egmond aan Zee. Final report on fluxes, flight altitudes and behaviour of flying birds. Noordzeewind, NL, Bureau Waardenburg bv. Bureau Waardenburg report 10-2019.
- Krone R., Dederer G. & Dannheim J., 2015. Abundant mobile demersal megafauna at wind farm alpha ventus foundations (German Bight) – two years after construction. Poster shown on Conference on Wind energy and Wild life impacts - March 10-12, 2015, Technische Universität Berlin

- Krone R., Gutow L., Joschko T. J., Schröder, A., 2013. Epifauna Dynamics at an Offshore Foundation - Implications of Future Wind Power Farming in the North Sea. *Marine Environmental Research*, 85, 1–12.
- Krüger T. et Garthe S., 2011. Flight altitudes of coastal birds in relation to wind direction and speed. *Atlantic seabirds*, 3, 203-216.
- Kuiken T & Hartmann MG, 1991. Dissection techniques and tissue sampling. *European Cetacean Society Newsletter*, 17 (special issue). Proceedings of the first ECS workshop on cetacean pathology. Leiden, Netherlands, 13-14 september 1991, 38p.
- Kunz T. H & Parsons S., 2009. *Ecological and Behavioral Methods for the Study of Bats*. Second Edition. The Johns Hopkins University Press, Baltimore, 901 pages.
- L'activité maritime dans le département de la Vendée : monographie 2011 et monographie 2012, DDTM, Délégation à la mer et au littoral.
- Lagerveld S., Jonge Poerink B. & de Vries P., 2015. Monitoring bat activity at the Dutch EEZ in 2014. IMARES Report number C094/15.
- Lagerveld. S., Jonge Poerink B., Verdaat. H., 2014. Monitoring bat activity in offshore wind farms OWEZ and PAWP in 2013. IMARES Report C165/14.
- Lahaye V, 2001. Mode de fréquentation du globicéphale noir (*Globicephala melas*) dans le golfe de Gascogne. Rapport maîtrise de biologie, 40p.
- Langston R. H. W., 2010. Offshore wind farms and birds at sea: Round 3 zones, extensions to Round 1 & Round 2 sites, & Scottish Territorial Waters. RSPB Research Report No. 39, 40 pages.
- Latraube F., 2015. Bilan du STOC et du camp de baguage sur l'Espace Naturel Sensible du marais de Lyarne (commune des Moutiers-en-Retz). LPO Loire-Atlantique, pour le Conseil Départemental de Loire-Atlantique, 10 pages.
- Le Campion T., 2010. Projet de parc éolien offshore du Banc de Guérande (44). Pré-diagnostic chiroptérologique. Groupe Mammalogique Breton, Nass & Wind Offshore, 37 pages.
- Le Campion T., 2013. Projet de parc éolien offshore du Banc de Guérande (44). Synthèse du pré-diagnostic chiroptérologique. Groupe Mammalogique Breton. EDF EN, 20 pages.
- Le Mauff, 2015. Les dynamiques hydro-sédimentaires du goulet de Fromentine et des plages adjacentes des Pays-de-Monts. Présentation lors du 2ème comité de thèse, Université de Nantes
- LE N.-T., 2008. Protection Cathodique
- Le Nevé A., 2012a. Sterne naine. Pp 180-181 in GOB (coord.), 2012. Atlas des oiseaux nicheurs de Bretagne. Delachaux & Niestlé, 512 pages.
- Le Nevé A., 2012b. Sterne caugek. Pp 186-187 in GOB (coord.), 2012. Atlas des oiseaux nicheurs de Bretagne. Delachaux & Niestlé, 512 pages.
- Le Nevé A., 2012c. Sterne pierregarin. Pp 188-189 in GOB (coord.), 2012. Atlas des oiseaux nicheurs de Bretagne. Delachaux & Niestlé, 512 pages.
- Le Nevé A., 2012d. Sterne de Dougall. Pp 192-193 in GOB (coord.), 2012. Atlas des oiseaux nicheurs de Bretagne. Delachaux & Niestlé, 512 pages.

- Le Nuz M. & Siorat F., 2012. Puffin des Anglais. Pp 76-77 in GOB (coord.), 2012. Atlas des oiseaux nicheurs de Bretagne. Delachaux & Niestlé, 512 pages.
- Le Pape O., 2005. Les habitats halieutiques essentiels en milieu côtier. Les identifier, comprendre leur fonctionnement et suivre leur qualité pour mieux gérer et pérenniser les ressources marines exploitées. L'exemple des nourriceries côtières de poissons plats. Mémoire d'habilitation à diriger des recherches, Université de Bretagne Occidentale, pp. 77.
- Le Pape O., Chauvet F., Désaunay Y., Guérault G. 2003a. Relationship between interannual variations of the river plume and the extent of nursery grounds for common sole (*Solea solea* L.) in Vilaine Bay. Effect on recruitment variability. *Journal of Sea Research* 50: 177-185.
- Le Pape O., Chauvet F., Mahévas S., Lazure P., Guérault D., Désaunay Y. 2003b. Quantitative description of habitat suitability for the juvenile common sole (*Solea solea* L.) in the Bay of Biscay (France) and the contribution of different habitats to the adult population. *Journal of Sea Research* 50 : 139-149.
- Louisy, P., 2002. Guide d'identification des poissons marins, Europe de l'ouest et Méditerranée. ULMER, 430 p.
- Leatherwood S, Reeves RS, 1983. Bottlenose Dolphin In : The Sierra Club Handbook of Whales and Dolphins, Sierra Club Book, San Francisco, 225-229.
- Leleyter L., Rousseau C., Gil O., Baraud F., 2007. Répartition Des Métaux Lourds Dans Les Différentes Fractions Des Sédiments Marins : Influence de La Protection Cathodique. *Comptes Rendus Geoscience* 339 (1), 31-39.
- Lenhardt M, 2002. Sea turtle auditory behavior, *Journal of the Acoustical Society of America*, 112(5, Pt. 2):2314.
- Leopold M. F., Boonman M., Collier M.P., Davaasuren N., Jongbloed R.H., Lagerveld S., van der Wal J.T., Scholl M.M, 2015. A first approach to deal with cumulative effects on birds and bats of offshore wind farms and other human activities in the southern North Sea. Den Burg : IMARES (Report / IMARES Wageningen UR C166/14) - 188 p.
- Leopold M., Dijkman E. et Teal L., 2011. Local birds in and around the offshore wind farm Egmond Aan Zee (OWEZ) (T-0 & T-1, 2002-2010). IMARES – Institute for Marine Resources & Ecosystem Studies, Texel.
- Les cahiers de FranceAgriMer, édition 2013. Les filières pêche et aquaculture en France, 35 p.
- Lescroël A. Grémillet D., Provost P. & Boué A., 2014. Suivi biotéléométrique des fous de Bassan, saison 2013 Action 2D Report from FAME Project. LPO-SEPN, France, 10 pages.
- Lesueur, P., Klingebiel, A, 1986. Carte des sédiments superficiels du Golfe de Gascogne - Partie septentrionale à 1/500 000ème. Carte géologique de la marge continentale. Coédition BRGM – IFREMER Ed., réf. AMAR 27, notice explicative : 22 p.
- Linard J.-C. & Monnat J.-Y., 1991. Fonctionnement d'une population de goélands marins. Relations avec les populations de goélands argenté et bruns., *Travaux des Réserves*.
- Liret C, 2001. Domaine vital, utilisation de l'espace et des ressources : les grands dauphins *Tursiops truncatus* de l'île de Sein, thèse de doctorat, Université de Bretagne Occidentale, 155p.

- Liret C, Baine M, Evans P, Gourmelon F, Le Berre I, Hammond P & Wilson B, 2006. Réseau européen d'étude des grands dauphins TURSIOPS, 114p.
- Lloyd C., Tasker M. L. et Partridge K., 1991. The status of seabirds in Britain and Ireland. Poyser, London, UK.
- Long CV, Flint JA, Lepper PA, Dible SA, 2009. Wind turbines and bat mortality: interactions of bat echolocation pulses with moving turbine rotor blades. In: Fifth International Conference on Bio-acoustics 2009, 31st March-2nd April 2009, Loughborough. Proceedings of the Institute of Acoustics 31 (1): 183—190
- Lorance P., Bertrand J.A., Brind'Amour A., Rochet M.J. & Trenkel V., 2009. Assessment of impacts from human activities on ecosystem components in the Bay of Biscay in the early 1990s. Aquatic living resources 22: 409-431.
- Lucke K, Lepper PA, Blanchet MA & Siebert U, 2008. Testing the acoustic tolerance of harbour porpoise hearing for impulsive sounds. Bioacoustics : The International Journal of Animal Sound and its Recording, 17 (11) : 329-331.
- Lucke K, Storch S, Cooke J & Siebert U, 2006. Literature Review of Offshore Wind Farms with Regards to Marine Mammals In Ecological Research on Offshore Wind Farms : International Exchange of Experiences (eds : Zucco C, Wende W, Merck T, Köchling I & Köppel J), BfN Skripten, Bonn, 199:277.
- Ludeke J., 2015. A review of 10 years of Research of Offshore Wind Farms in Germany: The State of Knowledge of Ecological Impacts. Advances in Environmental and Geological Science and Engineering. Technical University of Berlin.
- Maclean I.M.D., Rehfisch M.M., Skov H., Thaxter C., 2013. Evaluating the statistical power of detecting changes in the abundance of seabirds at sea. Ibis 155, 113–126.
- MacLeod CD, Brereton T, Martin C, 2009. Changes in the occurrence of common dolphins, striped dolphins and harbour porpoises in the English Channel and Bay of Biscay, Journal of Marine Biological Association of the United Kingdom, 89 (5) : 1059-1065.
- MacLeod K, Burt ML, Cañadas A, Santos B, Uriarte A, Van Canneyt O, Vasquez A, Hammond PS, 2008. Preliminary abundance estimates of cetaceans in offshore European Atlantic waters, Paper SC/60/O2 presented to the IWC Scientific Committee, 15p.
- Madsen PT, Wahlberg M, Tougaard J, Lucke K & Tyack P, 2006. Wind turbine underwater noise and marine mammals : implications of current knowledge and data needs. Marine Ecology Progress Series. 309 : 279-295.
- Magris L., 2003. The Jersey bat survey. Jersey, Environment Department and Public Services Committee, 37 pages.
- Mahé K., Delpech J.P., Carpentier A. 2006. Synthèse bibliographique des principales espèces de Manche orientale et du golfe de Gascogne. IFREMER, Ministère de l'industrie, UNPG, 164 p.
- Mahé K., Delpech J-P., Carpentier A., 2006. Synthèse bibliographique des principales espèces de Manche orientale et du golfe de Gascogne. Ifremer Centre Manche-mer du Nord. Département Halieutique. Laboratoire Ressources Halieutiques de Boulogne sur mer. Convention Ifremer-Ministère de l'Industrie n°2006-0000708. 167 p.
- Mahéo R. & Le Dréan-Quéneec'hdu S. (coord.), 20 14. Limicoles séjournant en France (littoral). Janvier 2014. Wetlands International, Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage, 50 pages.

- Mahéo R. & Le Dréan-Quéneec'hdu S. (coord.), 2012. Limicoles séjournant en France (littoral). Janvier 2012. Wetlands International, Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage, 49 pages.
- Mahéo R. & Le Dréan-Quéneec'hdu S. (coord.), 2013. Limicoles séjournant en France (littoral). Janvier 2013. Wetlands International, Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage, 49 pages.
- Mahéo R. (coord.), 2006. Limicoles séjournant en France (littoral). Janvier 2005. Wetlands International, Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage, 46 pages.
- Mahéo R. (coord.), 2007. Limicoles séjournant en France (littoral). Janvier 2006. Wetlands International, Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage, 46 pages.
- Mahéo R. (coord.), 2008. Limicoles séjournant en France (littoral). Janvier 2007. Wetlands International, Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage, 46 pages.
- Mahéo R. (coord.), 2009. Limicoles séjournant en France (littoral). Janvier 2008. Wetlands International, Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage, 46 pages.
- Mahéo R. (coord.), 2010. Limicoles séjournant en France (littoral). Janvier 2009. Wetlands International, Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage, 49 pages.
- Mahéo R. (coord.), 2010. Limicoles séjournant en France (littoral). Janvier 2010. Wetlands International, Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage, 49 pages.
- Mahéo R. (coord.), 2011. Limicoles séjournant en France (littoral). Janvier 2011. Wetlands International, Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage, 49 pages.
- Maillard M., 2012a. Mouette rieuse. Pp 168-169 in GOB (coord.), 2012. Atlas des oiseaux nicheurs de Bretagne. Delachaux & Niestlé, 512 pages.
- Maillard M., 2012b. Mouette mélanocéphale. Pp 170-171 in GOB (coord.), 2012. Atlas des oiseaux nicheurs de Bretagne. Delachaux & Niestlé, 512 pages.
- Maillard M., 2014. La Mouette rieuse. In Marchadour B. (coord.). Oiseaux nicheurs des Pays-de-la-Loire. Coordination régionale LPO Pays-de-la-Loire, Delachaux et Niestlé, Paris, 2014 : 216-217.
- Mansfield KL & Putman N, 2013. Oceanic habits and habitats *Caretta caretta*, In The biology of sea turtles. Eds Wyneken J, Lohmann KJ, Musick JA, CRC Press 189-210.
- Mao A., Mahaut M.-L., Pineau S., Barillier D., Caplat C., 2011. Assessment of Sacrificial Anode Impact by Aluminum Accumulation in Mussel *Mytilus Edulis*: A Large-Scale Laboratory Test. Marine pollution bulletin, 62 (12), 2707-2713
- MAO Marion, 2015. « Contribution à la boîte à outils Natura 2000 : état des lieux et hiérarchisation des enjeux des espèces et habitats Natura 2000 dans la sous-région marine Golfe de Gascogne ».
- Marchadour B. (coord.), 2009. Mammifères, Amphibiens et Reptiles prioritaires en Pays de la Loire. Coordination régionale LPO Pays de la Loire, Conseil régional des Pays de la Loire, 125 p.
- Marchadour B. et Pailley P., 2014. La Sterne naine. in Marchadour B. (coord.). Oiseaux nicheurs des Pays-de-la-Loire. Coordination régionale LPO Pays-de-la-Loire, Delachaux et Niestlé, Paris, 2014 : 232-233.
- Marchadour B. et Séchet E. (coord.), 2008. Avifaune prioritaire en Pays de la Loire. Coordination régionale LPO Pays de la Loire, conseil régional des Pays de la Loire, 21 p.

- Marchadour B., Beaudoin J-C., Beslot E., Boileau N., Montfort D., Raitière W., Tavenon D. et Yésou P., 2014. Liste rouge des populations d'oiseaux nicheurs des Pays de la Loire. Coordination régionale LPO Pays de la Loire, Bouchemaine, 24 p.
- Marine Traffic, 2013.
- Marion L., 2012. Grand Cormoran. Pp 82-83 in GOB (coord.), 2012. Atlas des oiseaux nicheurs de Bretagne. Delachaux & Niestlé, 512 pages.
- Marmo B., Roberts I., Buckingham M.P., King S., Booth C. 2013. Modelling of Noise Effects of Operational Offshore Wind Turbines including noise transmission through various foundation types. Edinburgh: Scottish Government. Document No: MS-101-REP-F, 77 pages
- Marques A.T., Batalha H., Rodrigues S., Costa H., Pereira M.J.R., Fonseca C., Mascarenhas M., Bernardino J., 2014. Understanding bird collisions at wind farms: an updated review on the causes and possible mitigation strategies. *Biol. Conserv.* 179, 40–52.
- Martin GR, 2011. Understanding bird collisions with man-made objects : a sensory ecology approach. *Ibis* 153 : 239 - 254
- Martin KJ, Alessi SC, Gaspard JC, Tucker AD, Bauer GB & Mann DA, 2012. Underwater hearing in the loggerhead turtle (*Caretta caretta*) : a comparison of behavioral and auditory evoked potential audiograms. *The Journal of Experimental Biology* 215 : 3001-3009.
- Martinez L, Dabin W, Caurant F, Kiszka J, Peltier H, Spitz J, Vincent C, Van Canneyt O, Dorémus G, Ridoux V, 2011. Contributions thématiques concernant les pressions et les impacts s'exerçant sur les populations de mammifères marins dans les régions golfe de Gascogne, Mers Celtiques, Manche Mer du Nord et Méditerranée Occidentale dans le cadre de la Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin (DCSMM), Rapport CRMM pour Ifremer-Agence des Aires Marines Protégées- Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de la Mer.
- Marty R., 2014. La Sterne caugek. In Marchadour B. (coord.). Oiseaux nicheurs des Pays de la Loire. Coordination régionale LPO Pays de la Loire, Delachaux et Niestlé, Paris, 2014 : 242-245.
- Masden E.A. & Cook A.S.C.P., 2016. Avian collision risk models for wind energy impact assessments. *Environmental Impact Assessment Review*, vol. 56, pp. 43-49.
- Masden E.A., 2015. Developing an avian collision risk model to incorporate variability and uncertainty.
- Masden E.A., Fox A.D., Furness R.W., Bullman R., Haydon D.T., 2010a. Cumulative impact assessment and bird/wind farm interactions: developing a conceptual framework. *Environ. Impact Assess. Rev.* 30, 1–7.
- Masden E.A., Haydon D.T., Fox A.D., Furness R.W., 2010b. Barriers to movement: modelling energetic costs of avoiding marine wind farms amongst breeding seabirds. *Mar. Pollut. Bull.* 60, 1085–1091.
- Massabuau J.-C., Campbell P., Monnin C., Roux B, 2006. Etude de L ' Impact Potentiel Du Rejet de L ' Effluent Goro Nickel Dans Le Lagon Sud de Nouvelle - Calédonie. 1, 98.
- May R., 2015. A Unifying Framework for the Underlying Mechanisms of Avian Avoidance of Wind Turbines. *Biological Conservation* 190 (2015) 179-187, 9 p.

- May R., Reitan O., Bevanger K., Lorentsen S. & Nygård T., 2015. Mitigating wind-turbine induced avian mortality: Sensory, aerodynamic and cognitive constraints and options. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 42, pp.170–181. DOI: 10.1016/j.rser.2014.10.002.
- Mazeas O., 2004. Evaluation de l'exposition des organismes aux hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) dans le milieu marin par le dosage des métabolites de. Bordeaux I.
- McCauley RD, Fewtrell J, Duncan A J, Jenner C, Jenner MN, Penrose JD, Prince RIT, Adhitya A, Murdoch J & McCabe K, 2000. Marine seismic surveys: analysis and propagation of air-gun signals; and effects of air-gun exposure on humpback whales, sea turtles, fishes and squid, REPORT R99-15 (Centre for Marine Science and Technology, Curtin University).
- McDonald C., Searle K., Wanless S. and Daunt F., 2012. Effects of displacement from marine renewable development on seabirds breeding at SPAs: A proof of concept model of common guillemots breeding on the Isle of May. Report to Marine Scotland. Centre for Ecology & Hydrology
- McSorley C.A., Dean B.J., Webb A. et Reid J.B., 2003. Seabird use of waters adjacent to colonies: implications for seaward extensions to existing breeding seabird colony special protection areas. Joint Nature Conservation Committee, Aberdeen (UK), 102 pages.
- MEDAD et Ministère de la Défense : circulaire du 03/03/2008
- MEDDE, 2011. « Article D. 563-8-1 du code de l'environnement (créé par le décret n°2010-1255 du 22 octobre 2010 et modifié par le décret n°2015-5 du 6 janvier 2015) ».
- MEDDE, 2012. Energies marines renouvelables. Etude méthodologique des impacts environnementaux et socio-économiques. Version 2012.
- MEDDE, 2012. PAMM Sous-région marine Golfe de Gascogne. Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin.
- MEDDE, 2014. Ministère de l'Ecologie, du développement Durable et de l'Energie. Pêche et Aquaculture. Chiffres Clés. Edition 2014.
- MEDDE, version 2012 du Guide « Energies marines renouvelables : étude méthodologique des impacts environnementaux et socio-économiques »
- MEDDE/Préfecture Maritime Sud Atlantique, 2012. Plan d'action pour le milieu marin - Évaluation initiale des eaux marines Sous-région marine Golfe de Gascogne
- MEEDDM, 2010. Guide de l'étude d'impact sur l'environnement des parcs éoliens. Actualisation 2010. Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de la Mer, en charge des Technologies vertes et des Négociations sur le climat. 188 p.
- Mendel B., Kotzerka J., Sommerfeld J., Schwemmer H., Sonntag N. & Garthe S, 2014. Effects of the Alpha Ventus offshore test site on distribution patterns, behaviour and flight heights of seabirds. *Ecological Research at the Offshore Windfarm Alpha Ventus* (eds F.M. and H. Agency & F.M. for the E. Nature Conservation and Nuclear Safety), pp. 95–110. Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Mer et Littoral
- Météo France, 2009. « Carte du nombre moyen d'impacts de foudre au sol par km²/an (période 2000-2009) ».

- Michel P., Boutier B., Chiffolleau J.-F., 2000. Net Fluxes of Dissolved Arsenic, Cadmium, Copper, Zinc, Nitrogen and Phosphorus from the Gironde Estuary (France): Seasonal Variations and Trends. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 51 (4), 451–462.
- Miller JD, 1997. Reproduction in sea turtles. In *The biology of Sea turtles*. Lutz PL and Musick JA. CRC Presse Boca Raton: Florida. p 51-81.
- Miller M.R., Takekawa J.Y., Fleskes J.P., Orthmeyer D.L., Casazza M.L., Haukos D.A. et Perry W.M., 2005. Flight speeds of Northern Pintails during migration determined using satellite telemetry. *The Wilson Bulletin*, vol. 117, n°4, pp. 364-374.
- Ministère de l'Ecologie du Développement Durable et de l'Energie, 2009. La Première Loi Du Grenelle.
- Ministère de l'écologie, d. d., 2013. Cahier des charges de l'appel d'offres portant sur des installations éoliennes de production d'électricité en mer en France métropolitaine
- Ministère de la Culture : base Mérimée
- MNHN Musée National d'Histoire Naturelle de Concarneau (chap 42212 El sed_habitats)
- Modèle Numérique de Terrain : Shuttle Radar Topographic Mission (SRTM) de la NASA
- Momber A., 2011. Corrosion and Corrosion Protection of Offshore Wind Energy Towers. *Spc.Org* 16.
- Monnat J.Y., 2012. Mouette tridactyle. Pp 166-167 in GOB (coord.), 2012. Atlas des oiseaux nicheurs de Bretagne. Delachaux & Niestlé, 512 pages.
- Montfort D., 2009. Guifette noire *Chlidonias niger*. Pp 120-122 in Castège I. & Hémerly G. (coord.), 2009. Oiseaux marins et cétacés du golfe de Gascogne. Répartition, évolution des populations et éléments pour la définition des aires marines protégées. Biotope, Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 176 pages.
- Monzón-Argüello C, Dell'Amico F, Morinière P, Marco A, López-Jurado LF, Hays GC, Scott R, Marsh R & Lee PLM, 2012. Lost at sea: genetic, oceanographic and meteorological evidence for storm-forced dispersal. *J. R. Soc. Interface*. doi: 10.1098/rsif.2011.0788
- Monzón-Argüello C, López-Jurado LF, Rico C, Marco A, López P, Hays GC, Lee PLM, 2010. Evidence from genetic and Lagrangian drifter data for transatlantic transport of small juvenile green turtles. *Journal of Biogéography*, 37 (9) : 1752-1766.
- Moore J.E., Merrick R., 2011. Guidelines for Assessing Marine Mammal Stocks: Report of the GAMMS III Workshop, February 15–18, 2011, La Jolla, California. Dept. of Commerce, NOAA Technical Memorandum NMFS-OPR-47
- Moray Offshore Renewables Ltd., 2012. Environmental statement Telford, Stevenson, MacColl wind farms and associated transmission infrastructure. Moray Offshore Renewables Ltd, Edinburgh, UK.
- Morin J., Bertrand J., Cochard M.L., Coppin F., Léauté J.P., Lobry J., Mahé J.C., Poulard J.C., Rochet M.J., Schlaich I., Souplet A., Trenkel V., Vaz S., Vérin Y., 2009. L'état des communautés exploitées au large des côtes de France. Application d'indicateurs à l'évaluation de l'impact de la pêche. Bilan 2004 – Edition 2009. Ifremer, HMMN, 43 pages et 749 pages d'annexes.

- Morinière P & Dell'Amico F, 2011. Synthèse des observations de tortues marines sur la façade Manche-Atlantique de 1988 à 2008. Bulletin de la Société Herpétologique de France, 139-140 : 131-141.
- Mottin E., Caplat C., Latire T., Mottier A., Mahaut M. L., Costil K., Barillier D., Lebel J. M., Serpentine A., 1911–1920. Effect of Zinc Sacrificial Anode Degradation on the Defence System of the Pacific Oyster, *Crassostrea Gigas*: Chronic and Acute Exposures. Marine Pollution Bulletin 2012, 64 (9)
- Muséum National d'Histoire Naturelle (coord.), 2012. Cahiers d'habitats Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 8. Oiseaux. La Documentation Française, 1160 pages.
- Musick JA & Limpus C, 1997. Habitat utilization and migration in juvenile sea turtles. In The biology of Sea turtles. Lutz PL & Musick JA. CRC Presse Boca Raton : Florida. p 137-163.
- Myrberg AA. Jr, 1990. The effects of man-made noise on the behavior of marine animals. Environment International, 16 : 575-586.
- National Research Council, 2005. Marine Mammal Populations and Ocean Noise : Determining When Noise Causes Biologically Significant Effects. Washington DC: The National Academies Press,.
- NATO Undersea Research Centre (NURC), 2004. Diver and marine mammal risk mitigation rules. Staff Instruction 77, La Spezia, Italy
- Nedwell J., Langworthy J. & Howell D., 2003. Offshore wind turbines and its impact on marine wildlife; initial measurements of underwater noise during construction of offshore windfarms, and comparison. Subacoustech Report ref: 544R0424, May 2003.
- Nedwell J.R., Turnpenny A.W.H., Lovell J., Parvin S.J., Workman R., Spinks J.A.L. & Howell, D., 2007. A validation of the dBht as a measure of the behavioural and auditory effects of underwater noise. Subacoustech Report No. 534R1231.
- Nehls G, Betke K, Eckelmann S & Ros M, 2007. Assessment and costs of potential engineering solutions for the mitigation of the impacts of underwater noise arising from the construction of offshore windfarms. BioConsult SH, Husum, Germany. On behalf of COWRIE Ltd, 55p.
- Niel C. & Lebreton J.D., 2005. Using demographic invariants to detect overharvested bird populations from incomplete data. Conserv. Biol., vol. 19, n°3, pp. 826-835.
- NOAA, December 2013. Draft Guidance for Assessing the Effects of Anthropogenic Sound on Marine Mammals Acoustic Threshold Levels for Onset of Permanent and Temporary Threshold Shifts.
- NOEC Toxicity Data, 1993. Ecotoxicology and environmental safety 25 (1) 48–63.
- Normand M. & Batard R., non publié. Note sur la migration en Loire-Atlantique Résultats d'un comptage concerté sur la côté ligérienne, le 14 novembre 2015. LPO Loire-Atlantique, 9 pages.
- Norris K, 1961. Standardized methods for measuring and recording data on the smaller cetaceans. Journal of Mammalogy, 42(4) : 471-776.
- Nowacek D. P., Thorne L. H., Johnston D. W., et Tyack, 2007. «Responses of cetaceans to anthropogenic noise.» Mammal Rev: 37: 81-115.

- O'Brien S.H., Webb A., Brewer M.J. et Reid J.B., 2012. Use of kernel density estimation and maximum curvature to set Marine Protected Area boundaries: Identifying a Special Protection Area for wintering red-throated divers in the UK. *Biological Conservation*, vol. 156, pp. 15-21.
- Observatoire économique, social et territorial de Vendée, 2006. « Désenclavement routier vendéen et développement économique »
- Occupation du sol : CORINE Landcover 2006. IFEN
- O'Donald P., 2009. *The Arctic Skua. A study of the ecology and evolution of a seabird.* Cambridge Univ. Pr. 344 pages.
- Oger-Jeanneret, H. (coord.), 2007. Mise en place de la DCE dans les masses d'eau côtières des Pays de la Loire, Prospection de la flore et de la faune benthiques et proposition d'un réseau de surveillance, REBENT, 66 p. + annexes.
- Ohnemus, D. C., Lam, P. J., 2015. Cycling of Lithogenic Marine Particles in the US GEOTRACES North Atlantic Transect. *Deep Sea Research Part II : Topical Studies in Oceanography* 116, 283–302
- ONEMA, 2010. Qualité chimique des sédiments marins en France : Synthèse des bases de données disponibles. Rapport d'étude 02/11/2010 N° INERIS-DRC-10-105335-11618A.
- OSPAR Commission, 2008. Assessment of the environmental impact of offshore wind-farms.
- OSPAR Commission, 2009. Assessment of the environmental impact of cables.
- Ouest France Article du 22/01/2014.
- Ouvrard E. & Dulac P., 2013. Pré-diagnostic Oiseaux et Chauves-souris. Projet éolien en mer des Iles d'Yeu et de Noirmoutier. LPO Vendée, pour le compte de GDF Suez – Futures Energies, La Roche-sur-Yon, 163 pages.
- Ouvrard E. & Fortin M., 2014. Diagnostic environnemental 2013-2014 pour le groupe chiroptères et évaluation du risque d'impacts dans le cadre du projet de parc éolien en mer de Saint- Nazaire : Rapport final. Bretagne Vivante – SEPNB, LPO Loire-Atlantique, LPO Vendée. 105p
- Page HM, Dugan JE, Culver CS & Hoesterey JC, 2006. Exotic invertebrate species on offshore oil platforms. *Marine Ecology Progress Series*, 325 : 101–107.
- Pailley P., 2014. La Sterne pierregarin. In Marchadour B. (coord.). Oiseaux nicheurs des Pays de la Loire. Coordination régionale LPO Pays de la Loire, Delachaux et Niestlé, Paris, 2014 : 246-249.
- PAMM Manche-mer du Nord, août 2014.
- PAMM, 2012. Sous-Région marine golfe de Gascogne. Plan d'Action pour le Milieu Marin. Évaluation initiale des eaux marines Sous-région marine golfe de Gascogne. Directive cadre stratégie pour le milieu marin. MEDDE.
- Parvin S.J., Nedwell J.R. & Harland E., 2007. Lethal and physical injury of marine mammals, and requirements for passive acoustic monitoring. Subacoustech Report No. 565R0212.

- Paton P., Winiarski K., Trocki C et McWilliams S., 2010. Spatial distribution, abundance, and flight ecology of birds in nearshore and offshore waters of Rhode Island. Interim technical report for the Rhode Island Ocean Special Area Management Plan 2010. University of Rhode Island.
- Payne, R., et Webb D., 1971. «Orientation by means of long range acoustic signaling in baleen whales.» *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1971: 188:110-141.
- Pebesma E.J., 2002. Interpolating sea bird densities : cokriging temporal changes and block aggregate estimates. University of Utrecht
- Pelletier SK., Omland KS., Watrous KS. & Peterson TS., 2013. Information Synthesis on the Potential for Bat Interactions with Offshore Wind Facilities - Final report. U.S. Dept of the Interior, Bureau of Ocean Energy Management, Headquarters, Herndon, VA. OCS Study BOEM 2013-01163. 119 pp.
- Peltier H, 2007. Améliorer la valeur d'observatoire des données d'échouages de mammifères marins: Déterminer les taux de dérive et de découverte des cadavres de petits cétacés. Mémoire de master 2 recherche, Université de La Rochelle. 50p.
- Peltier H, 2011. Cétacés et changements environnementaux : développement et test d'indicateurs d'état de conservation en vue d'établissement des stratégies de surveillance. Thèse de doctorat, Université de La Rochelle, 243p.
- Pennycuik C.J. (s. d.). Flight of Auks (Alcidae) and other northern seabirds compared with southern Procellariiformes: ornithodolite observations. *Journal of Experimental Biology*, vol. 128.
- Pennycuik C.J., 1997. Actual and 'optimum' flight speeds: field data reassessed. *Journal of Experimental Biology*, vol. 200, pp. 2355-2361.
- Percival S.M., 2010. Kentish Flats Offshore Wind Farm: Diver Surveys 2009–2010. Report to Vattenfall Wind Power. Ecology Consulting, Durham.
- Percival S.M., 2012. Thanet Offshore Wind Farm Ornithological Monitoring 2011–2012. Ecology Consulting/Royal Haskoning report to Vattenfall.
- Péron C. & Grémillet D., 2014. Habitats maritimes des Puffins de France métropolitaine : une approche par balises et analyses isotopiques. Agence des Aires Marines Protégées, CNRS-CEFE, 131 pages.
- Perrin WF & Brownell RL, 2002. Minke whales. In *Encyclopedia of marine mammals*, eds. Perrin WF, Würsig B & Thewissen J GM, Academic Press : 750-753.
- Perrow M. R., Skeate E. R., Gilroy J. J., 2011. Visual tracking from a rigid-hulled inflatable boat to determine foraging movements of breeding terns. *Journal of field ornithology*, 82: 68-79.
- Persohn, C. 2009. Sensibilité des populations de poissons aux changements globaux en fonction de leurs traits d'histoire de vie étudiée par une approche empirique. Université de Bretagne Occidentale.
- Petersen I. K et Fox A. D., 2007. Changes in bird habitat utilisation around the Horns Rev 1 offshore wind farm, with particular emphasis on Common Scoter. National Environmental Research Institute, University of Aarhus, Denmark.
- Petersen I.K., 2005. Bird numbers and distributions in the Horns Rev offshore wind farm area. NERI.

- Petersen I.K., Christensen T.K., Kahlert J., Desholm M. et Fox A.D., 2006. Final results of bird studies at the offshore wind farms at Nysted and Horns Rev Denmark. NERI.
- Petitgas Pierre, Massé Jacques, Huret Martin, Duhamel Erwan, Doray Mathieu. Les populations ichthyologiques de petits pélagiques / SRM GDG/ Ifremer Nantes.
- Petterson J, Fagelvind JP, 2011. Night migration of songbirds and waterfowl at the Utgrunden off-shore wind farm. A radarassisted study in southern Kalmar Sound. Report 6438, Stockholm, Sweden d farm, with particular emphasis on Common Scoter. NERI.
- Pettex E., Lambert C., Laran S., Ricart A., Virgili A., Falchetto H., Authier M., Monestiez P., Van Canneyt O., Doremus G., Blanck A., Toison V. & Ridoux V., 2014. Suivi Aérien de la Mégafaune Marine en France métropolitaine. Rapport final. Pelagis, CNRS-CEBC, Agence des Aires Marines Protégées, Brest, 169 pages.
- Pezeril S & Kiszka J, 2004. Distribution of harbour porpoise (*Phocoena phocoena*) along the French eastern English Channel and the southern bight of the North Sea: a preliminary investigation for the FilManCet project, unpub.
- Pfalzer G. et Kusch J., 2003. Structure and variability of bat social calls: implications for specificity and individual recognition. *J. Zool. Lond.*, 261 : 21-33.
- Pfalzer G., 2002. Inter und intraspezifische Variabilität der Soziallaute heimischer Fledermausarten (Chiroptera: Vespertilionidae). Thèse de doctorat de biologie. Kaiserslautern, 275 pages.
- Pichard A., 2005. Aluminium Et Dérivés. 1–53
- Piorkowski MD, O'Connell TJ, 2010. Spatial pattern of summer bat mortality from collisions with wind turbines in mixed-grass prairie. *A Midl Nat* 164(2):260–269. doi:10.1674/0003-0031-164.2.260
- Planque B., Bellier E., & Lazure P., 2007. Modelling potential spawning habitat of sardine (*Sardina pilchardus*) and anchovy (*Engraulis encrasicolus*) in the Bay of Biscay. *Fisheries Oceanography*, 16(1), pp. 16–30.
- Pondera Consultants, 2014. Underwater noise caused by pile driving Impacts on Marine Mammals, Regulations and Offshore Wind Developments. Report 713068 for TKI Wind op Zee. Expert session underwater noise, 18 June 2014.
- Pons J.M., 2009a. Goéland marin *Larus marinus*. Pp 85-88 in Castège I. & Hémerly G. (coord.), 2009. Oiseaux marins et cétacés du golfe de Gascogne. Répartition, évolution des populations et éléments pour la définition des aires marines protégées. Biotope, Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 176 pages.
- Pons J.M., 2009b. Goéland brun *Larus fuscus*. Pp 89-92 in Castège I. & Hémerly G. (coord.), 2009. Oiseaux marins et cétacés du golfe de Gascogne. Répartition, évolution des populations et éléments pour la définition des aires marines protégées. Biotope, Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 176 pages.
- Pons J.M., 2009c. Goéland leucophaée *Larus fuscus*. Pp 97-99 in Castège I. & Hémerly G. (coord.), 2009. Oiseaux marins et cétacés du golfe de Gascogne. Répartition, évolution des populations et éléments pour la définition des aires marines protégées. Biotope, Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 176 pages.
- Poot M.J.M., Horssen P.W. van, Collier M.P., Lensink R. et Dirksen S., 2011. Effect studies Offshore Wind Egmond aan Zee: cumulative effects on seabirds. Noordzeewind, NL, Bureau Waardenburg bv.

- Popper A.N., Fewtrell J., Smith M.E., et McCauley R.D., 2004. «Anthropogenic sound: Effects on the behavior and physiology of fishes.» *Marine Technology Soc. J.* : 37(4). 35-40.
- Posthuma L., Suter W. G., Traas P. T., 2002. *Species Sensitivity Distributions in Ecotoxicology*; Lewis Publishers, Ed.
- PPRL de la Baie de Bourgneuf, 2015. « Cartes d'aléa 2100 de la commune de La Barre-de-Monts ».
- PPRL de la Baie de Bourgneuf, 2015. « Zonage réglementaire de la commune de La Barre-de-Monts ».
- Pravettoni R., UNEP GRID-Arendal, 2011. http://www.grida.no/graphicslib/detail/nathusius-pipistrelle-distribution-and-migration_18cb
- Préfecture de Vendée, 2001. « Carte du classement sonore des infrastructures de transport terrestres de la Vendée ».
- Préfecture de Vendée, 2012. PPRL, 2015 - BRGM, 2011
- Préfecture de Vendée, 2012. « Dossier départemental des risques majeurs ».
- Préfecture Loire-Atlantique, 2008. « Dossier départemental des Risques majeurs ».
- Pusineri C, Chancollon O, Ringelstein J & Ridoux V, 2008. Feeding niche segregation among the Northeast Atlantic community of oceanic top predators, *Marine Ecology Progress Series*, 361 : 21-34.
- Quekenborn D., 2005. Porquerolles 2004 : recherche d'une colonie de Murins à oreilles échancrées par radiotracking. Actes des IVe Rencontres Chiroptères Grand Sud, Bidarraï, 19 et 20 mars 2005 : 13-15
- Quéro J.C. & Cendrero O., 1996. Incidence de la pêche sur la biodiversité ichthyologique marine : le bassin d'Arcachon et le plateau continental sud Gascogne. *Cybium* 20 (4): 323-356.
- Quéro J.C., 1997. Les poissons de mer des pêches françaises. Delachaux et Niestlé, Les encyclopédies du naturaliste: 304 p.
- Quéro J.C., Dardignac J. & Vayne J.J., 1989. Les poissons du golfe de Gascogne. Ifremer. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00000/4286/>. 233 p.
- Quéro J.C., Porché P. & Vayne J.J., 2003. Guide des poissons de l'Atlantique européen. Delachaux et Niestlé, Les guides du naturaliste : 465 p.
- Quiet Oceans, 2013. Etude préliminaire des incidences sonores du projet de parc éolien en mer des Iles d'Yeu et de Noirmoutier, Chapitres 6&7 : Mitigation et programme de suivi, QO.RAP.20130318.01.001, version 1.0
- Quiet Oceans, 2016. Acoustique sous-marine : état initial de l'environnement dans le cadre du projet de parc éolien en mer des îles d'Yeu et de Noirmoutier. BRLi.
- R Development Core Team, 2015. R: A language and environment for statistical computing. English, Austria, R Foundation for Statistical Computing, version 3.1.3.
- R2 Etude DAMGM / X - Auteur : Xavier Lefèvre, 2000. (actualisation du trafic en Manche suite au naufrage de l'Erika)
- R2 Rapport de la CCE5 n°3 - Version 1 du 26/02/2008. Perturbations du fonctionnement des radars fixes maritimes, fluviaux et portuaires par les éoliennes

- R3 Fiches de synthèse des flottilles de pêche (édition 2011). Système d'Information Halieutiques (SIH) d'IFREMER.
- R3 Kentish Flats Radar Study – BWEA – Examining the effect of offshore wind farms on radar navigation
- R4 Sonovision – Ref :435S-35-RA-01 Indice 1.1 – 15/01/2013. Etude de Trafic Maritime en Atlantique
- R5 Bulletin officiel des Armées, 13/01/2009. Circulaire 27814, Instruction n° 284/DEF/EMM/ORJ relative aux missions et à l'organisation des sémaphores de la Marine Nationale
- R5 D11 – Consortium GDF, offre du 29/11/2013. Prise en compte des activités préexistantes – Iles d'Yeu et de Noirmoutier
- R7 AISM, Décembre 2008. La recommandation O-139 sur "La signalisation des structures artificielles en mer" édition 1
- R8 QinetiQ and the Maritime and Coastguard Agency, 22/11/2004. Results of the electromagnetic investigations and assessments of marine radar, communications and positioning systems undertaken at the North Hoyle wind farm by – Reference: QUINETIQ/03/00297/1/1 – Reference: MCA MNA 53/10/366
- Ralls K, Fiorelli P & Gish S, 1995. Vocalisations and vocal mimicry in captive harbour seals, *Phoca vitulina*. *Canadian Journal of Zoology*. 63 (5):1050–1056.
- Ramboll 2013. Design Meteocean Data". Meteocean report
- Read AJ, 1999. Harbour porpoise *Phocoena phocoena* (Linnaeus, 1758). In *Handbook of Marine Mammals*. Volume 6. The second book of Dolphins and the porpoises, eds. Ridgway SH & Harrison SR. Academic Press : 323-355.
- RECIF, 2015. Projet Interreg RECIF WP4. Rapport technique – Suivis environnementaux : colonisation des matériaux en mésocosmes et in situ.
- Reichmuth C, Holt MM, Mulsow J, Sills JM. & Southall BL, 2013. Comparative assessment of amphibious hearing in pinnipeds, *Journal of Comparative Physiology A: Special Issue on the Sensory Biology of Aquatic Mammals*, 199 : 491-507.
- Reid JB, Evans PGH & Northridge SP, 2003. Atlas of Cetacean distribution in north-west European waters. Joint Nature Conservation Committee, Peterborough, 82p.
- Reynolds T.J., Harris M.P., King R., Swann R.L., Jardine D.C., Frederiksen M. and Wanless S. 2011. Among-colony synchrony in the survival of common guillemots *Uria aalge* reflects shared wintering areas. *Ibis* 153: 818-831.
- Rice DW, 1998. Marine mammals of the world, systematics and distribution. The Society for Marine Mammalogy, Special publication number 4, 231p.
- Richard Y. et Abraham E.R., 2013. Application of Potential Biological Removal methods to seabird populations. n°108, NZ, *New Zealand Aquatic Environment and Biodiversity*.
- Richards S.D., Harland E.J. & Jones S. a. S., 2007. Underwater Noise Study Supporting Scottish Executive Strategic Environmental Assessment for Marine Renewables. 97262.
- Richardson W.J., Fraker M.A., Wuersig B., et Wells R.S. 1985. «Behaviour of bowhead whales, *Balaena mysticetus* summering in the Beaufort sea: Reactions to industrial activities.» *Biological Conservation* 32 : 195-230.

- Richardson W.J., Malme C.I., Green C.R., et Thomson D.H., 1995. *Marine Mammals and Noise*. San Diego, CA: Academic Press,
- Richardson WJ, Greene CRG Jr, Malme CI & Thomson DH, 1995. *Marine Mammals and Noise*. Academic Press, San Diego, 576p.
- Ridou V, Spitz J, Vincent C & Walton MJ, 2007. Grey seal diet at the southern limit of its European distribution : combining analyses and fatty acid profiles. *Journal of Marine Biology Association of U.K.*, 87 : 255-264.
- Robineau D, 2004. Phoques de France. Faune de France 88. Fédération Française des Sociétés de Sciences Naturelles, 196p.
- Robineau D, 2005. Cétacés de France. Faune de France 89. Fédération Française des Sociétés de Sciences Naturelles, 646p.
- Rodrigues L., Bach L., Dubourg-Savage M-J., Karapandza B., Kovac D., Kervyn T., Dekker J., Kepel A., Bach P., Collins J., Harbusch C., Park K., Micevscki B., Minderman J., 2015. Guidelines for consideration of bats in wind farm projects - Revision 2014. EUROBATS Publication Series No. 6 (English version). UNEP/EUROBATS Secretariat, Bonn, Germany, 133 pp.
- Rose P. M. et Scott D. A., 1997. *Waterfowl publication estimates*, 2nd edn. Publication n°44. Wetlands International, Wageningen, the Netherlands.
- Rosel P, 1997. A review and assessment of the status of the harbour porpoise (*Phocoena phocoena*) in the North Atlantic In : *Molecular Genetics of Marine Mammals* (eds : Dizon AE, Chivers SJ, Perrin WF), Society for Marine Mammalogy, Lawrence, 209-227.
- Ross HM, Wilson B, 1996. Violent Interactions between Bottlenose Dolphins and Harbour Porpoises, *Proceedings of the Royal Society of Biological Sciences*, 263 (1368) : 283-286.
- Rossini G, 2008. ville de St Jean De Monts - modifiée : Legras L., Suaud S., 2009.
- Rousseau C., Baraud F., Leleyter L., Gil O., 2009b. Cathodic Protection by Zinc Sacrificial Anodes: Impact on Marine Sediment Metallic Contamination. *Journal of hazardous materials* 167 (1-3), 953-958
- Rousseau C., Baraud F., Leleyter L., Gil O., 2009a. Cathodic Protection by Zinc Sacrificial Anodes: Impact on Marine Sediment Metallic Contamination. *Journal of Hazardous Materials* 167 (1-3), 953-958.
- RSK Environmental Ltd., 2012. Rampion offshore wind farm: ES section 11 – Marine Ornithology.
- RTE, 2016
- Russ J., 2010. *British Bat Calls: A Guide to Species Identification*. Pelagis publishing, 192 pages.
- Sage du bassin de la Vie et du Jaunay, 2011. « Plan d'Aménagement et de Gestion Durable de la ressource en eau et des milieux aquatiques ».
- Sage du Marais Breton et du bassin versant de la Baie de Bourgneuf, 2014. « Evaluation environnementale du SAGE ».
- Sage du Marais Breton et du bassin versant de la Baie de Bourgneuf, 2014. « Fiche synthétique des résultats du point de prélèvement – Etier de la Grande Taillée ».

- Sage du Marais Breton et du bassin versant de la Baie de Bourgneuf, 2014. « Plan d'Aménagement et de Gestion Durable »
- Samuel Y, Morreale SJ, Clarck CW, Greene CH & Richmond ME, 2005. Underwater, low-frequency noise in a coastal sea turtle habitat, *Journal of Acoustical Society of America*, 117(3), Pt. 1.
- Scheidat M, Tougaard J, Brasseur S, Carstensen J, Van Polanen Petel T, Teilmann J & Reijnders P, 2011. Harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) and wind farms : a case study in the Dutch North Sea, *Environmental Research Letters*, 6 : 1-10.
- Scheidat M., Brasseur S., & Reijnders P., 2008. Assessment of the Effects of the Offshore Wind Farm Egmond aan Zee (OWEZ) for Harbour Porpoise (T1). IMARES, Texel, Netherlands
- Schéma Régional Climat Air Energie Pays de la Loire : <http://www.pays-de-la-loire.developpement-durable.gouv.fr/adoption-du-schema-regional-climat-a2641.html>
- Schwemmer P., Mendel B., Sonntag N., Dierschke V. & Garthe S., 2011. Effects of ship traffic on seabirds in offshore waters: implications for marine conservation and spatial planning. *Ecological Applications*, 21, 1851–1860.
- SCOT du nord-ouest Vendée, 2015. « Etat initial de l'environnement »
- SCOT Nord-Ouest Vendée, 2015. « Diagnostic – La gestion des sols ».
- SCOT Nord-ouest vendéen, 2011. « Rapport de diagnostic – Chapitre Economie »
- Scotish Power Renewables & Vattenfall, 2013. Outline Landscape and management Strategy. East Anglia Offshore wind limited. 70 p.
- Scripps Institution of Oceanography, UCSD, 2012. Draft environmental assessment of marine geophysical surveys by R/V Marcus G. Langseth for the Southern California Collaborative offshore geophysical survey. 254 p.
- Sdage du bassin Loire-Bretagne, 2016-2021. « Tableaux des objectifs ». 2015
- Sdage Loire-Bretagne, 2013 et 2015. (dernières versions disponibles le 03/05/2016 sur le site internet du Sdage)
- Searle K., Mobbs D., Butler A., Bogdanova M., Freeman S., Wanless S., Daunt F., 2014. Population Consequences of Displacement From Proposed Offshore Wind Energy Developments for Seabirds Breeding at Scottish SPAs. Final Report to Marine Scotland Science.
- Séret B, 2010. Guide des requins, des raies et des chimères des pêches françaises, Direction de la pêche maritime et de l'aquaculture, Ministère de l'alimentation, de l'agriculture et de la Pêche – Institut de Recherche pour le Développement – Ifremer – Comité National des Pêches, 156p.
- Shirihai H & Jarret B, 2006. Whales, Dolphins and Seals, a field guide to the Marine Mammals of the world. A&C Black, 384p.
- SHOM / IFREMER, 2012. Modèle Numérique de Terrain Bathymétrique à 100m.
- SHOM, 2012. Statistiques des niveaux marins extrêmes des côtes de France en Manche et Atlantique
- SHOM, 2014. Références Altimétriques Maritimes

- SHOM, 2015. Programme de publication des cartes G au 01/08/2015.
- Siblet J.-P., 2009a. Mouette pygmée *Larus minutus*. Pp 107-110 in Castège I. & Hémerly G. (coord.), 2009. Oiseaux marins et cétacés du golfe de Gascogne. Répartition, évolution des populations et éléments pour la définition des aires marines protégées. Biotope, Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 176 pages.
- Siblet J.-P., 2009b. Sterne caugek *Sterna sandvicensis*. Pp 126-128 in Castège I. & Hémerly G. (coord.), 2009. Oiseaux marins et cétacés du golfe de Gascogne. Répartition, évolution des populations et éléments pour la définition des aires marines protégées. Biotope, Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 176 pages.
- Siblet J.-P., 2009c. Mouette rieuse *Larus ridibundus*. Pp 103-106 in Castège I. & Hémerly G. (coord.), 2009. Oiseaux marins et cétacés du golfe de Gascogne. Répartition, évolution des populations et éléments pour la définition des aires marines protégées. Biotope, Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 176 pages.
- Siblet J.-P., 2009d. Sterne pierregarin *Sterna hirundo*. Pp 123-125 in Castège I. & Hémerly G. (coord.), 2009. Oiseaux marins et cétacés du golfe de Gascogne. Répartition, évolution des populations et éléments pour la définition des aires marines protégées. Biotope, Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 176 pages.
- Signalis 2015
- Sjollema AL, Gates EJ, Hilderbrand RH & Sherwell J., 2014. Offshore Activity of Bats along the Mid-Atlantic Coast. *Northeastern Naturalist*, Volume 21, Issue 2 (2014): 154–163
- Skiba R., 2007. Die Fledermäuse im Bereich der Deutschen Nordss unter Berücksichtigung der Gefährhunden durch Winderergieanlagen (WEA). *Nyctalus* 12(2-3): 199-220.
- Smith A., 2013. Migration and stopover ecology of songbirds and bats along a major ecological barrier. Thèse de doctorat. University of Rhode Island, open access dissertation, 128 pages.
- SNH, 2010. Use of avoidance rates in the SNH wind farm collision risk model. SNH Avoidance Rate Information & Guidance Note. Scottish Natural Heritage, Inverness, UK, 10 p.
- Solan M., *et al.*, 2016. Anthropogenic sources of underwater sound can modify how sediment-dwelling invertebrates mediate ecosystem properties. *Sci. Rep.* 6, 20540; doi: 10.1038/srep20540 (2016).
- Soudant D., Daniel, A., 2009. IFREMER. Evaluation DCE. Elément de qualité : bilan d'oxygène. Rapport DYNECO/PELAGOS/09.02
- Southall B L, Bowles AE, Ellison WT, Finneran JJ, Gentry RL, Greene CR Jr., Kastak D, Ketten DR, Miller JH, Nachtigall PE, Richardson WJ, Thomas JA & Tyack LT, 2007. Marine mammal noise-exposure criteria: Initial Scientific recommendations, *Aquatic Mammals*, 33(4) : 1-121.
- Southall B.L., *et al.* 2007. «Marine Mammal Noise Exposure Criteria: Initial Scientific Recommendations.» *Aquatic Mammals* : 33: 411-521.
- Southwood A, Fritches K, Brill R, Swimmer Y, 2008. Sound, Chemical, and light detection in sea turtles and pelagic fishes : sensory-based approaches to bycatch reduction in longline fisheries. *Endangered Species Research*, 5: 225-228.
- Spear L.B., Nur N. et Ainley D.G., 1992. Estimating Absolute Densities of Flying Seabirds Using Analyses of Relative Movement. *The Auk*, vol. 109, n°2, pp. 385-389

- Spitz J, 2010. Stratégie alimentaire et énergétique de la prédation chez les mammifères marins, Thèse de doctorat d'Université, Université de la Rochelle.
- Spitz J, Rousseau Y, Ridoux V, 2006. Diet overlap between harbour porpoise and bottlenose dolphin : An argument in favour of interference competition for food ? , *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 70 : 259-270.
- Svane I.; Petersen J. K. 2001. On the Problems of Epibioses, Fouling and Artificial Reefs, a Review. *Marine Ecology*, 22 (3), 169–188
- Syndicat Départemental d'Energie et d'Equipement de la Vendée (2015). « Schéma de développement de la distribution de gaz »
- Tasker M.L., Jones P.H., Dixon T. et Blake B.F., 1984. Counting seabirds at sea from ships: a review of methods employed and a suggestion for a standardized approach. *The Auk*, pp. 567-577
- TBM, 2013. Etude cartographique des habitats naturels marins du site Natura 2000 FR5200654 « Côtes rocheuses, dunes, landes et marais de l'île d'Yeu »
- Teilmann J & Carstensen J, 2012. Negative long term effects on harbour porpoises from a large scale offshore wind farm in the Baltic – evidence of slow recovery, *Environmental Research Letters*, 7 : 1-11.
- Teilmann J, Tougaard J & Carstensen J, 2006a. Summary on harbour porpoise monitoring 1999-2006 around Nysted and Horns Rev Offshore Wind Farms. Report to Energi E2 A/S and Vattenfall A/S, 14p.
- Teilmann J, Tougaard J & Carstensen J, 2006b. Marine Mammals : Seals and Porpoises react differently In Danish offshore wind : Key Environmental Issues, eds. DONG Energy, Vattenfall, The Danish Energy Authority, The Danish Forest and Nature Agency. Operate A/S : 80-93.
- Teilmann J, Tougaard J, Carstensen J, Dietz R & Tougaard S, 2006. Summary on seal monitoring 1999-2005 around Nysted and Horns Rev Offshore Wind Farms. Technical report to Energi E2 A/S and Vattenfall A/S.
- Thaxter C., Lascelles B., Sugar K., Cook A., Roos S., Bolton M., Langston R. & Burton N., 2012. Seabird foraging ranges as a preliminary tool for identifying candidate Marine Protected Areas. *Biological Conservation* 156: 53–61.
- The National Academies Press, 2003. Ocean Noise and Marine Mammals..
- Thomas H., 2012a. Goéland argenté. Pp 174-175 in GOB (coord.), 2012. Atlas des oiseaux nicheurs de Bretagne. Delachaux & Niestlé, 512 pages.
- Thomas H., 2012b. Goéland marin. Pp 178-179 in GOB (coord.), 2012. Atlas des oiseaux nicheurs de Bretagne. Delachaux & Niestlé, 512 pages.
- Thomas H., 2012c. Goéland brun. Pp 172-173 in GOB (coord.), 2012. Atlas des oiseaux nicheurs de Bretagne. Delachaux & Niestlé, 512 pages.
- Thomas L., Buckland S.T., Rexstad E.A., Laake J.L., Strindberg S., Hedley S.L., Bishop J.R.B., Marques T.A. et Burnham K.P., 2010. Distance software: design and analysis of distance sampling surveys for estimating population size. English, version 6.0
- Thompson PM, Lusseau D, Barton T, Simmons D, Rusin J & Bailey H, 2010. Assessing the responses of coastal cetaceans to the construction of offshore wind turbines. *Marine Pollution Bulletin*, 60 : 1200-1208.

- Thomsen F, Lüdemann K, Kafemann R & Piper W, 2006, Effects of offshore wind noise on marine mammals and fish, biola, Hamburg, Germany on behalf of COWRIE Ltd.
- Thomsen F., Lüdemann K., Kafemann R. et Piper W., 2006. Effects of offshore wind farm noise on marine mammals and fish. Newbury, U.K.: COWRIE Ltd.
- Thomsen Frank, *et al.* 2015. MaRVEN – Environmental Impacts of Noise, Vibrations and Electromagnetic Emissions from Marine Renewable Energy. Brussels: European Commission.
- Tilbury KL, Stein JE, Meador JP, Krone CA, Chan SL, 1997. Chemical contaminants in harbor porpoise (*Phocoena phocoena*) from the North Atlantic coast: Tissue concentrations and intra- and inter-organ distribution, *Chemosphere*, 34 (9-10) : 2159-2181.
- Tillon L., 2002. Les chauves-souris. Insectes. N°125. 2 pages.
- Tøttrup A.P., Klaassen R.H.G., Strandberg R., Thorup K., Kristensen M.W., Jørgensen P.S., Fox J., Afanasyev V., Rahbek C. & Alerstam T., 2012. The annual cycle of a trans-equatorial Eurasian-African passerine migrant: different spatio-temporal strategies for autumn and spring migration. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 279 (1730) : 1008 1016.
- Tougaard J & Teilmann J, 2005. Effects of the Horns Reef Wind Farm on harbour porpoises, Interim report to Elsam Engineering A/S for the harbour porpoise monitoring program 2004, 23p.
- Tougaard J, Carstensen J & Teilmann J, 2009. Pile driving zone of responsiveness extends beyond 20km for harbour porpoises (*Phocoena phocoena*). *Acoustical Society of America*, 126: 11-14.
- Tougaard J, Tougaard S, Cording Jensen R, Jensen T, Teilmann J, Adelung D, Liebsch N & Müller G, 2006. Harbour seals on Horns Reef before, during and after construction of Horns Rev Offshore Wind Farm. Final report to Vattenfall A/S. *Biological Papers from the Fisheries and Maritime Museum No. 5*, 67p.
- Tougaard J., Henriksen O. D., & Miller L. A., 2009. Underwater noise from three types of offshore wind turbines: Estimation of impact zones for harbour porpoises and harbour seals. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 125(6), 3766-3773.
- Tougaard J., Madsen P.T. & Wahlberg M., 2008. Underwater Noise From Construction and Operation of Offshore Wind Farms. *Bioacoustics*, 17(1-3), pp.143–146.
- Tregenza NJC, Berrow S D, Hammond PS & Leaper R, 1997. Harbour porpoise (*Phocoena phocoena*) by-catch in set gillnets in the Celtic Sea. *ICES Journal of Marine Science*. 54 : 896-904.
- Trenkel V.-M., Berthelé O., Lorance P., Bertrand J., Brind'Amour A., Cochard M.-L., Coppin F. *et al.* 2009. Atlas des grands invertébrés et poissons observés par les campagnes scientifiques. Nantes, 100 p.
- Tria J.; Butler E. C. V, Haddad P. R., Bowie A. R. 2007. Determination of Aluminium in Natural Water Samples. *Analytica chimica acta* 588 (2), 153–165.
- Trimoreau E., Archambault B., Brind'Amour A., Lepage M., Guitton J., Le Pape O., 2013. A quantitative estimate of the function of soft-bottom sheltered coastal areas as essential flatfish nursery habitat. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 133 193-205.

- Trinder M., 2014. PBR for Flamborough Head and Filey Coast pSPA population of Kittiwake and Gannet. Forewind — Appendix 14 of SoCGwith JNCC and NE (Offshore)(1). Report to Forewind, Doggerbank Creyke Beck
- Trinder M., Hill C. and Stolk S., 2012. Beatrice Offshore Wind Farm Ornithological Technical Report. RPS, Glasgow.
- UICN France, 2014. Développement des énergies marines renouvelables et préservation de la biodiversité. Synthèse à l'usage des décideurs. Paris, France.
- UICN France, MNHN, LPO, SEOF & ONCFS, 2011. La Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Oiseaux de France métropolitaine. Paris, France. Dossier électronique (<http://www.uicn.fr/Liste-rouge-oiseaux.html>)
- Urcun J.-P., 2014. Observatoire Régional de la Migration des Oiseaux en Aquitaine. Pointe de Grave 2013. Bilan annuel. LPO Aquitaine, Bordeaux, 26 pages.
- Van Canneyt O, 2002. Structure bio-démographique de dauphin commun (*Delphinus delphinus*) lors des échouages multiples sur la côte Atlantique française. Mise en évidence des captures accidentelles et effets démographiques potentiels. Mémoire de DEA, Université de La Rochelle. 42p.
- Van Canneyt O, Boudault P, Dabin W, Dorémus G, Gonzalez L, 2010. Les échouages de mammifères marins sur le littoral français en 2009, Rapport CRMM pour le Ministère de l'Ecologie de l'Energie, du Développement Durable et de la Mer, Direction de l'eau et de la biodiversité, Programme Observatoire du Patrimoine Naturel, 48p.
- Van de Laar FJT, 2007. Green light to birds. Investigation into the effect of bird-friendly lighting.
http://www.waddenzee.nl/fileadmin/content/Dossiers/Energie/pdf/green_light_to_birdsNAM.pdf.
- Vanermen N., Stienen E. W. M., Onkelinx T., Courtens W., Van de walle M., Verschelde P., & Verstraete H., 2012. Seabirds and Offshore Wind Farms Monitoring Results 2011. INBO.R.2012.25. Brussels: Research Institute for Nature and Forest.
- Vanermen N., Stienen E.W.M., Courtens W., Onkelinx T., Van de walle M. et Verstraete H., 2013. Bird monitoring at offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea - Assessing bird displacement effects. n°INBO.R.2013.755887, Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek.
- Vanney J.R., 1971. Carte sédimentologique sous-marine des côtes de France au 1/100 000ème, Ile d'Yeu. Délégation Générale de la recherche Scientifique et Technique, CNEXO, notice explicative.
- Vanney, 1977.
- Vannucci O. et Marty R., 2014. La Mouette mélanocéphale. In Marchadour B. (coord.). Oiseaux nicheurs des Pays-de-la-Loire. Coordination régionale LPO Pays-de-la-Loire, Delachaux et Niestlé, Paris, 2014 : 218-221.
- Vella G, Rushforth I, Mason E, Hough A, England R, Styles P, Holt T & Thorne P, 2001. Environmental Impact Assessment Investigation of marine mammals in relation to the establishment of a marine wind farm on Horns Reef, 107p.
- Vendée Expansion. « Chiffres clés du tourisme 2014 »
- Viada ST, Hammer RM, Racca R, Hannay D, Thompson MJ, Balcom BJ & Phillips NW, 2008. Review of potential impacts to sea turtles from underwater explosive removal of offshore structures. Environmental Impact Assessment Review 28: 267-285.

- Vincent C, 2001. Bases écologiques de la conservation du phoque gris, *Halichoerus grypus*, en mer d'Iroise. Mémoire de doctorat, Université de Bretagne Occidentale, Brest, France, 215p.
- Vincent C, McConnell BJ, Fedak MA & Ridoux V, 2002. Assessment of Argos location accuracy from satellite tags deployed on captive grey seals. *Marine Mammal Science* 18(1) : 301-322.
- Vincent C, Ridoux V, Fedak MA, 2003. Exploitation des habitats marins par les phoques gris en Bretagne : Application à la mise en place du Parc National Marin de l'Iroise, *Océanis*, 27: 101-119.
- Vues sur Mer, 2015. « Etude socio-économique du projet éolien en mer des îles d'Yeu et Noirmoutier »,
- Wade H. M., september 2015. Investigating the potential effects of marine renewable energy developments on seabirds. PhD Thesis, university of Aberdeen.
- Wade P.R., 1998. Calculating limits to the allowable human-caused mortality of cetaceans and pinnipeds. *Marine Mammal Science* 14: 1–37.
- Wagner P., Little B., Hart K., Ray R., Thomas D., Trzaskoma-Paulette P., Lucas K., 1996. Environmental Fate of Sacrificial Zinc Anodes and Influence of a Biofilm. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 37 (3-4), 151–157
- Wagstaff, 1973. «RANDI :Research Ambient Noise Directionality Model.» Naval Undersea Center, Tech. Pub. 349 pp
- Wahlberg M. et H. Westerberg, 2005. «Hearing in fish and their reactions to sound from offshore wind farms.» *Mar. Ecol. Prog. Ser.* : 288, 295-309.
- Walker MM, 2002. Biomagnetism. In *Encyclopedia of marine mammals*, eds Perrin WF, Würsig B & Thewissen JGM, Academic Press : 104-105.
- Walls R., Canning S., Lye G., Givens L., Garrett C., Lancaster J., 2013. Analysis of Marine environmental Monitoring Plan Data From the Robin Rigg Offshore Wind Farm, Scotland (Operational Year 1). Technical Report to E.ON Climate & Renewables Available at: <http://www.scotland.gov.uk/Resource/0041/00413017.pdf>.
- Weimerskirch H., Delord K. & Boué A., 2013. Suivi télémétrique du Puffin des Baléares sur l'île d'Ibiza. Action 2C, Report from FAME Project. CEBC-CNRS-LPO-SEPN, Rochefort, 21 pages.
- Wells RS, Scott MD, 1999, Bottlenose Dolphin *Tursiops truncatus* (Montagu, 1921) In : *Handbook of Marine Mammals* (eds : Ridgway SH, Harrison R), Volume 6, Academic Press, London, 137-182.
- Wenz G.M., «Acoustic Ambient Noise in the Ocean: Spectra and Sources.» *J. Acoust. Soc. Am.*, 1962: 34:1936-1956.
- Wetlands International, 2006. *Waterbird Population Estimates. Fourth Edition.* Wetlands International, Wageningen, Netherlands, 240 pages.
- Wheeler J., Grist E. P., Leung K.M., Morrith D., Crane M., 2002. Species Sensitivity Distributions: Data and Model Choice. *Marine Pollution Bulletin*, 45 (1-12), 192–202.
- Wilhelmsson D, Malm T, Thompson R, Tchou J, Sarantakos G, McCormick N, Luitjens S, Gullström M, Patterson Edwards JK, Amir O & Dubi A (eds.) 2010. *Greening Blue Energy: Identifying and managing the biodiversity risks and opportunities of off shore renewable energy*, Gland, Switzerland. IUCN. 102p.

- Wilhelmsson D., Malm T., Thompons R., Tchou J., Sarantakos G., McCormick N., Luitjens S., Gullstrom M., Patterson Edwards J., Amir O. *et al.*, 2010. Greening Blue Energy : Identifying and Managing the Biodiversity Risks and Opportunities of off Shore Renewable Energy Edited by Dan Wilhelmsson *et al.*
- Wilson B, Batty RS, Daunt F 1 Carter C, 2007. Collision risk between marine renewable devices and mammals, fish and diving birds. Strategic environmental assessment of marine renewable energy development in Scotland. ICES WGMME, 2011. Report of the Working Group on Marine Mammal Ecology, Advisory Committee.
- Wright AJ, Aguilar Soto N, Baldwin AL, Bateson M, Beale C, M, Clark C, Deak T, Edwardson E F, Fernandez A, Godinho A, Hatch LT, Kakuschke A, Lusseau D, Martineau D, Romero ML, Weilgart LS, Wintle BA, Notarbartolo-di-Sciara G & Martin V, 2007. Do Marine Mammals Experience Stress Related to Anthropogenic Noise ? - International Journal of Comparative Psychology, 20 : 274-316.
- Würsig B, Greene C & Jefferson TA, 2000. Development of an air bubble curtain to reduce underwater noise of percussive piling. Marine Environmental Research, Vol. 49 : 79-93.
- Würsig B., et Richardson W.J., 2002. «Effects of Noise.» Dans The Encyclopedia of Marine Mammals, de W.F. Perrin, B. Würsig et J.G.M. Thewissen, 794-802. New-York: Academic Press
- Yark S., Massabuau J-C., 2016. Impact environnemental des anodes sacrificielles en mer. GEO Transfert – EPOC – ADERA.
- Yazvenko SB, Mcdonald T L, Blokhin SA, Johnson SR, Melton HR, Newcomer MW, Nielson R & Wainwright PW, 2007. Feeding of western gray whales during a seismic survey near Sakhalin Island, Russia. Environmental Monitoring Assessment, 34 : 93-106.
- Yésou P. & Le Mao P., 2009. Puffin des Baléares *Puffinus mauretanicus*. Pp 53-55 in Castège I. & Hémerly G. (coord.), 2009. Oiseaux marins et cétacés du golfe de Gascogne. Répartition, évolution des populations et éléments pour la définition des aires marines protégées. Biotopie, Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 176 pages.
- Yésou P. & Thébault L., 2012. Le Puffin des Baléares *Puffinus mauretanicus* entre estuaire de la Loire et Baie du Mont Saint Michel : situation en 2011. Le Cormoran 76 (18) : 221-228.
- Yésou P., 2003. Recent changes in the summer distribution of the Balearic Shearwater *Puffinus mauretanicus* of western France. Scientia Marina vol. 67 n°2, pp : 143-148.
- Yésou P., 2014 (a). Le Cormoran huppé. In Marchadour B. (coord.). Oiseaux nicheurs des Pays de la Loire. Coordination régionale LPO Pays de la Loire, Delachaux et Niestlé, Paris, 2014 : 84-85.
- Yésou P., 2014 (b). Le Goéland argenté. In Marchadour B. (coord.). Oiseaux nicheurs des Pays de la Loire. Coordination régionale LPO Pays de la Loire, Delachaux et Niestlé, Paris, 2014 : 224-226.
- Yésou P., 2014 (c). Le Goéland brun. In Marchadour B. (coord.). Oiseaux nicheurs des Pays de la Loire. Coordination régionale LPO Pays de la Loire, Delachaux et Niestlé, Paris, 2014 : 222-223.
- Yésou P., 2014 (d). Le Goéland marin. In Marchadour B. (coord.). Oiseaux nicheurs des Pays de la Loire. Coordination régionale LPO Pays de la Loire, Delachaux et Niestlé, Paris, 2014 : 230-231.
- Zucca M., 2010. La migration des oiseaux. Comprendre les voyageurs du ciel. Editions Sud Ouest, 350 pages.

WEBOGRAPHIE

« le coin des becas salés » Site consulté le 08/12/2015

AAMP : <http://cartographie.caires-marines.fr>

AGLIA, 2015. Association du Grand Littoral Atlantique. <http://www.aglia.fr/>

Base Gaspar. « Atlas de Zone Inondable pour le département Vendée ». <http://macommune.prim.net/gaspar/azi.php?departement=85> (Consulté le 10/05/2016)

Base Gaspar. Liste des Arrêtés de catastrophes naturelles <http://macommune.prim.net/gaspar/acn.php?departement=85> (consultée le 23/02/2016)

<http://www.catholicprotection101.com/protection-cathodique.htm>

www.chasse-sous-marine.com site consulté le 10/11/2015

Climat-Vendée. "Le climat Vendéen" [en ligne] <http://www.climat-vendee.fr/> (consulté le 28/10/2015)

Communauté de Communes Océan Marais de Monts (2012). « L'assainissement non collectif » [en ligne] <http://www.oceanmaraisdemonts.fr/Preserver-l-environnement/L-assainissement-non-collectif> (consultée le 25/05/2016)

Conseil Départemental de Vendée, <http://www.vendee.fr/> site consulté le 17/11/15)

Conseil départemental Vendée, 2012. A la découverte du marais à vélo <http://www.vendee.fr/Territoire-et-environnement/Tourisme/A-la-decouverte-de-la-Vendee-a-velo/A-la-decouverte-de-la-Vendee-a-velo>, consulté le 18/05/2016

www.debatpublic.fr/projet-parc-eolien-mer-entre-dieppe-treport

www.debatpublic.fr/projet-parc-eolien-mer-entre-iles-dyeu-noirmoutier

www.developpement-durable.gouv.fr

DORIS : Données d'Observation pour la Reconnaissance et l'Identification de la faune et de la flore Subaquatique. <http://doris.ffessm.fr/accueil.asp>

http://www.esa.int/spaceinimages/Images/2014/06/June_2014_magnetic_field

France Turbot - site internet consulté le 7/12/2015

Ifremer - <http://envlit.ifremer.fr/>

<http://sextant.ifremer.fr/fr/geoportail/sextant;jsessionid=6FC9F6FC3E993DFA966D3BA61ACBC30E#/metadata/bfe28686-6925-43ec-8b3d-0876b64ac398>

<http://www.ile-yeu.fr/>

Site INPN

IUCN Red list, V 2015-4 – Site internet <http://www.iucnredlist.org/> (consulté le 05/02/2016)

MEEM, (2016). « Base de données des installations classées » <http://www.installationsclassées.developpement-durable.gouv.fr/recherche/ICForm.php> (consultée le 10/05/2016)

<http://www.oeil.nc/cdm/index.php/files/bibliographie/250>

ONF, 2015. Connaissez-vous la forêt [en ligne]

http://www.onf.fr/activites_nature/sommaire/decouvrir/animaux/dossier/faune/20070921-141218-667848/@@index.html (consulté le 8 septembre 2015)

SHOM - <http://data.shom.fr/>

Site internet Vendée tourisme, consulté en novembre 2015

WoRMS - <http://www.marinespecies.org/>

10 Annexes



Sommaire

10.1 Annexe 1 : Résultats détaillés des modélisations des risques de collision et des conséquences sur les populations	905
10.1.1 Résultats détaillés des modélisations de collision	905
10.1.2 Résultats des analyses des conséquences des collisions sur les populations	907
10.2 Annexe 2 : Synthèse des impacts résiduels du projet sur les oiseaux	909

TABLEAUX

Tableau 176 : Résultats détaillés des modélisations de collision.....	905
Tableau 177 : Synthèse des niveaux d'impact résiduels à une échelle locale et conséquences des impacts à l'échelle des populations.....	910

10.1 Annexe 1 : Résultats détaillés des modélisations des risques de collision et des conséquences sur les populations

10.1.1 Résultats détaillés des modélisations de collision

Le tableau suivant présente les résultats détaillés des modélisations de collision pour les 21 espèces présentées, pour une vitesse maximale de rotation des pales de 10,8 tours / minute. L'ensemble des résultats est fourni (quatre options par espèces), ainsi que plusieurs paramètres permettant d'estimer la finesse des modélisations.

L'ensemble des résultats est présenté mais des choix ont été réalisés sur les évaluations de collisions pertinentes à retenir :

- ▶ Les jeux de données présentant des nombres d'informations insuffisants ont été défavorisés (espèces peu fréquentes dans le nord du golfe de Gascogne, comme le Goéland cendré, ou le Puffin des Baléares) ;
- ▶ Les espèces non traitées dans la bibliographie anglo-saxonne ont été adaptées à partir des espèces proches (Mouette mélanocéphale à partir des données de Mouette rieuse et Puffin des Baléares à partir des données concernant le Puffin des Anglais) mais défavorisées par rapport aux données locales ;
- ▶ Quand les jeux de données des deux sources (données locales et données internationales) sont recevables, les données locales ont été privilégiées (Option 4)

Remarque –

Le nombre de cas de mortalité (par an et à l'échelle du parc éolien) a été retenu selon une approche de précaution. L'estimation est systématiquement arrondie au nombre entier supérieur.

L'option ou les options retenues dans le cadre de l'étude sont surlignées en vert. Il s'agit de celles fournissant les résultats les plus fiables au regard des données disponibles et fiabilité des analyses (notamment importance de l'écart-type et de l'erreur-type).

Dans le cas où deux options du modèle ont fourni des résultats jugés plausibles, l'option 4 a été privilégiée pour les espèces pour lesquelles les données d'observation lors des expertises menées sur site sont nombreuses (« analyse locale »). A contrario, l'option 3 a été privilégiée pour les espèces pour lesquelles le faible nombre d'observations d'oiseaux en vol lors des expertises fragilise les analyses. Enfin, lorsque les résultats des options 3 et 4 fournissent des résultats proches et plausibles, l'estimation maximale de nombre de collisions probables par an a été retenue, par principe de précaution.

Tableau 176 : Résultats détaillés des modélisations de collision

Espèce	Option du modèle utilisée	Nombre de collisions estimé par an (parc éolien)	Ecart-type	Erreur type	Evaluation des résultats	Evaluation du modèle	Mortalité retenue (par an)
Guillemot de Troil	4	0,164	0,048	0,002	★★★	★★★	0,2
Pingouin torda	4	0,0002	0,000	0,000	★★	★★★	0
Macareux moine	4	0.000	0.000	0.000	①	★	0
Fou de Bassan	3	9,460	3,684	0,165	★★★	★★★	10
	4	9,706	2,838	0,127	★★★	★★★	10

Océanite tempête	4	0.000	0.000	0.000	②	★★★	0
Puffin des Anglais	4	0.000	0.000	0.000	②	★★★	0
Puffin des Baléares	4	0.000	0.000	0.000	②	★★★	0
Goéland argenté	3	4,568	2,476	0,111	★★★	★★★	5
	4	5,931	1,803	0,081	★★★	★★★	7
Goéland brun	3	9,430	7,103	0,318	★★★	★★★	10
	4	8,368	2,704	0,121	★★★	★★★	9
Goéland marin	3	11,744	5,731	0,256	★★★	★★★	12
	4	14,844	5,051	0,226	★★★	★★★	16
Goéland cendré	3	4,125	2,021	0,090	★★★	★★★	5
	4	7,247	2,613	0,117	★★★	★★★	8
Mouette mélanocéphale	4	0.000	0.000	0.000	①		0
Mouette pygmée	4	6,109	3,083	0,138	★★★	★★	7
Mouette tridactyle	3	5,261	1,948	0,087	★★★	★★★	6
Mouette rieuse	4	0,158	0,086	0,004	★★★	★★★	0,2
Grand Labbe	4	1,087	0,266	0,012	★★★	★★★	2
Sterne caugek	4	1,408	0,619	0,028	★★★	★★★	2
Sterne pierregarin	4	0,005	0,002	0,000	★★★	★★	0,01
Grand Cormoran	4	0,006	0,004	0,000	★★★	★★★	0,01
Cormoran huppé	3	1,187	1,133	0,051	★★★	★★★	2
Macreuse noire	3	0.000	0.000	0.000	①	★★★	0

Evaluation des résultats : il s'agit ici d'une appréciation portant sur la pertinence du résultat obtenu par rapport à l'écart-type et l'erreur type (sur les 500 itérations réalisées). L'appréciation est ici portée indépendamment des résultats de l'analyse :

- ★ Modèles montrant une grande variabilité dans les résultats
- ★★ Modèles montrant une variabilité acceptable dans les résultats
- ★★★ Modèles montrant une faible variabilité dans les résultats
- ① Nombre de données de terrain insuffisant pour le modèle
- ② Altitudes de vols trop faibles pour estimer des collisions.
- ③ Résultats exclus dû à certaines particularités des données.

Evaluation des modèles : il s'agit ici d'une appréciation portant sur la pertinence du modèle utilisé (nombre de données disponible, hypothèses de calculs...). L'appréciation est ici portée indépendamment des résultats de l'analyse :

- ★ Modèles les moins plausibles par rapport aux paramètres.
- ★★ Modèles plausibles par rapport aux paramètres.
- ★★★ Modèles les plus plausibles par rapport aux paramètres.

10.1.2 Résultats des analyses des conséquences des collisions sur les populations

Toute collision est considérée comme entraînant la mortalité de l'individu. Plusieurs méthodes peuvent être envisagées pour évaluer les conséquences des mortalités sur les populations. Elles peuvent être considérées comme complémentaires pour circonscrire au mieux le risque d'impact lié à la collision. Dans le cadre de cette étude, deux méthodes sont utilisées :

- ▶ le PBR, *Potential Biological Removal* ;
- ▶ et l'évaluation de la mortalité additionnelle générée par le projet industriel par rapport à la mortalité naturelle.

Le tableau ci-dessous fournit les résultats des évaluations du PBR et de la surmortalité naturelle pour les 21 espèces d'oiseaux pour lesquelles des évaluations de nombre de collisions annuelles ont été déterminées.

Les paramètres démographiques utilisés dans les calculs sont fournis dans la suite du tableau.

Il convient de rappeler que ces évaluations ne concernent que les oiseaux adultes nicheurs. Par ailleurs, deux zones d'analyse ont été retenues :

- ▶ Les oiseaux nicheurs locaux, c'est-à-dire les effectifs d'oiseaux adultes nicheurs fréquentant les colonies éloignées du parc éolien d'une distance inférieure ou égale à leur rayon de recherche alimentaire (*foraging range*) ;
- ▶ Les oiseaux nicheurs en France, soit les effectifs d'oiseaux adultes nicheurs en France pour l'espèce, sur la base des derniers recensements disponibles.

Pour ces deux ensembles, les calculs sont réalisés pour le PBR selon trois facteurs de rétablissement (0.1, 0.3 et 0.5) et pour la surmortalité selon les critères 1% et 5%.

La manière dont se lit ce tableau est la suivante :

La colonne « Nombre de collisions retenu par an » indique le nombre de collision potentiel par an et à l'échelle du parc éolien d'après les résultats des modélisations ;

Les cases relatives au PBR et à la surmortalité indiquent pour les paramètres pris en compte, le nombre de cas de mortalité pouvant engendrer des implications sur les populations nicheuses locales ou française. Ces nombres ne concernent, respectivement, que les oiseaux adultes nicheurs locaux ou les oiseaux adultes nicheurs en France.

L'analyse n'a pas été menée à l'échelle des populations européennes.

Espèce	Nombre de collisions retenu par an	Analyse concernant les nicheurs locaux (foraging range depuis les colonies intégrant le parc éolien)					Analyse concernant les nicheurs en France				
		PBR			Surmortalité		PBR			Surmortalité	
		$f_{(0.1)}$	$f_{(0.3)}$	$f_{(0.5)}$	1%	5%	$f_{(0.1)}$	$f_{(0.3)}$	$f_{(0.5)}$	1%	5%
Guillemot de Troïl	0,2	NC	NC	NC	NC	NC	2	7	12	1	4
Pingouin torda	0	NC	NC	NC	NC	NC	0	1	2	1	1
Macareux moine	0	NC	NC	NC	NC	NC	1	3	5	1	1
Fou de Bassan	10	NC	NC	NC	NC	NC	262	785	1309	30	148
Océanite tempête	0	0	1	1	1	1	14	42	70	4	17
Puffin des Anglais	0	0	0	0	1	1	2	5	9	1	4
Puffin des Baléares	0	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
Goéland argenté	7	96	288	479	14	68	587	1761	2935	83	414
Goéland brun	10	181	544	907	26	128	240	720	1199	34	70
Goéland marin	16	12	36	60	2	9	75	226	376	11	53
Goéland cendré	8	NC	NC	NC	NC	NC	1	2	3	1	1
Mouette mélanocéphale	0	26	77	128	6	27	45	134	223	10	46
Mouette pygmée	7	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
Mouette tridactyle	6	0	1	1	1	1	32	95	158	9	42
Mouette rieuse	0,2	6	17	28	1	5	582	1745	2909	95	473
Grand Labbe	2	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
Sterne caugek	2	21	63	105	4	20	51	153	256	10	47
Sterne pierregarin	0,01	6	17	29	1	5	38	115	191	7	33
Cormoran huppé	2	0	0	1	1	1	119	256	593	28	137
Grand Cormoran	1	0	0	0	0	0	20	60	100	5	21
Macreuse noire	0	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC

10.2 Annexe 2 : Synthèse des impacts résiduels du projet sur les oiseaux

Le tableau suivant synthétise les niveaux d'impacts résiduels évalués sur les 73 espèces d'oiseaux faisant l'objet d'une évaluation des impacts (espèces observées et espèces non observées mais présentant un enjeu de conservation local et/ou traitées dans le cadre de l'évaluation des incidences au titre de Natura 2000).

Les niveaux d'impact sont évalués à l'échelle locale.

La dernière colonne s'attache à relativiser les conséquences de ces impacts locaux à une échelle plus large, uniquement pour les espèces considérées comme impactées par le projet éolien en mer.

Les statuts de protection en France sont rappelés.

Rappel : l'évaluation des impacts résiduels intègre l'ensemble des mesures d'évitement et de réduction d'impact décrites précédemment.

Remarque : Les impacts résiduels négligeables correspondent à une évaluation d'impact négligeable ou à une non-évaluation d'impact du fait d'un effet négligeable (méthodologie de l'étude d'impact).

Tableau 177 : Synthèse des niveaux d'impact résiduels à une échelle locale et conséquences des impacts à l'échelle des populations

Espèce	PN	Enjeu	Déplacement (construction / démantèlement)	Déplacement / Habitats (exploitation)	Effet « Collision » (exploitation)	Effet barrière (exploitation)	Synthèse concernant les impacts à une échelle locale / régionale	Evaluation des impacts à l'échelle nationale du projet éolien (hors impacts cumulés)
Alcidés								
Guillemot de Troïl	Art. 3	Fort	Moyen	Moyen	Négligeable	Moyen	<p>Moyen</p> <p>Les niveaux d'impact (moyen) concernant les effets « déplacement » et « barrière » sont principalement induits par le niveau d'enjeu (fort) et les niveaux de sensibilité générale documentés (modérés). Le Guillemot de Troïl est très présent localement, l'aire d'étude se situant en limite d'une vaste zone de concentration d'alcidés localisée au niveau de secteurs de 30 à 80 m de fond à l'ouest et au sud-ouest de l'île d'Yeu.</p> <p>La zone du parc éolien (86 km²) pourrait être moins exploitée par les alcidés (réduction probable des densités, susceptibles d'affecter plusieurs dizaines à quelques centaines de spécimens, mais désertion de la zone très improbable). Les impacts par perturbation (éviterment / déplacement) ne concerneront probablement qu'une proportion réduite des populations hivernantes locales. Les effectifs hivernants localement sont très mal connus et probablement fortement sous-estimés à l'échelle du golfe de Gascogne. A une échelle locale, les impacts du projet éolien ne sont pas susceptibles d'affecter l'état des populations hivernantes dans ce secteur du golfe de Gascogne.</p>	<p>Négligeable à faible</p> <p>A une échelle nationale, les impacts du projet éolien ne sont pas susceptibles d'affecter l'état des populations hivernantes dans le golfe de Gascogne et en France.</p> <p>A l'exception des effets barrière, ce sont principalement les hivernants locaux qui seront concernés par le projet.</p>
Pingouin torda	Art. 3	Moyen	Faible	Faible	Négligeable	Faible	Faible	Négligeable

Espèce	PN	Enjeu	Déplacement (construction / démantèlement)	Déplacement / Habitats (exploitation)	Effet « Collision » (exploitation)	Effet barrière (exploitation)	Synthèse concernant les impacts à une échelle locale / régionale	Evaluation des impacts à l'échelle nationale du projet éolien (hors impacts cumulés)
Macareux moine	Art. 3	Moyen	Négligeable	Faible	Négligeable	Faible	<p>Les niveaux d'impact concernant le Pingouin torda et le Macareux moine sont inférieurs à ceux évalués pour le Guillemot, en raison de leur présence nettement moins importante et d'enjeux plus réduits.</p> <p>Le Macareux moine, très présent loin des côtes dans le golfe de Gascogne, pourrait être plus présent localement à l'occasion de tempêtes d'ouest rapprochant les oiseaux des côtes. De tels évènements occasionnels ne se traduiront pas par des impacts particuliers (pas de risque de collision, intérêt fonctionnel habituel limité de la zone du parc éolien).</p>	A l'exception des effets barrière, ce sont principalement les hivernants locaux qui seront concernés par le projet.
Solidés								
Fou de Bassan	Art. 3	Moyen	Faible	Faible	Faible à Moyen	Faible à Moyen	<p style="text-align: center;">Faible à moyen</p> <p>Ce sont les effets « déplacement », « collision » et « barrière » en phase d'exploitation qui sont les plus importants pour le Fou de Bassan. Les retours d'expérience sont variables en ce qui concerne les phénomènes d'évitement des parcs éoliens même si une majorité d'études indiquent une réduction des densités et activités de l'espèce au sein et à proximité des parcs éoliens en mer en exploitation. Les modélisations des risques de collision laissent présager de mortalité de l'ordre de 109 individus par an à l'échelle du parc éolien, principalement en période postnuptiale. Ces niveaux de mortalité ne sont pas susceptibles d'affecter les populations locales (migrateurs, estivants non reproducteurs, hivernants).</p>	<p>Négligeable à faible</p> <p>A une échelle nationale, les impacts du projet éolien ne sont pas susceptibles d'affecter l'état des populations hivernantes dans le golfe de Gascogne et en France ni les populations nichant en nord Bretagne.</p> <p>Ce sont principalement des migrateurs et immatures qui seront concernés par le projet.</p>

Espèce	PN	Enjeu	Déplacement (construction / démantèlement)	Déplacement / Habitats (exploitation)	Effet « Collision » (exploitation)	Effet barrière (exploitation)	Synthèse concernant les impacts à une échelle locale / régionale	Evaluation des impacts à l'échelle nationale du projet éolien (hors impacts cumulés)
Hydrobatidés								
Océanite culblanc	Art. 3	Faible	Négligeable	Négligeable	Négligeable	Négligeable	Négligeable Espèce occasionnelle, présence ponctuelle en effectifs faibles.	Négligeable
Océanite tempête	Art. 3	Fort	Faible	Faible	Négligeable	Moyen	<p>Moyen pour l'effet barrière - Négligeable à faible pour les autres effets</p> <p>Les principaux impacts potentiels résident dans les perturbations d'oiseaux en vol (effet barrière – impact moyen) et, plus secondairement, par évitement potentiel du parc éolien. Bien que des effectifs ponctuellement importants aient été observés, l'AEI ne constitue pas une zone de forte concentration régulière de l'Océanite tempête qui fréquente un très vaste secteur s'étendant sur plusieurs dizaines de kilomètres à l'ouest de l'île d'Yeu.</p> <p>Le niveau d'impact jugé « moyen » pour l'effet barrière est induit par le niveau d'enjeu (fort) et la sensibilité générale documentée (modérée). Eu égard à la présence globalement ponctuelle et relativement étendue de l'Océanite tempête, les impacts pressentis sont limités.</p>	Négligeable à faible Bien que des incertitudes demeurent sur les conséquences d'éventuels effets barrière sur les oiseaux en transit, les impacts pressentis concerneront une proportion limitée des populations, sans atteinte de milieux d'intérêt particulier pour cette espèce.

Espèce	PN	Enjeu	Déplacement (construction / démantèlement)	Déplacement / Habitats (exploitation)	Effet « Collision » (exploitation)	Effet barrière (exploitation)	Synthèse concernant les impacts à une échelle locale / régionale	Evaluation des impacts à l'échelle nationale du projet éolien (hors impacts cumulés)
Procellariidés								
Puffin des Baléares	Art. 3	Fort	Faible	Négligeable à Faible	Négligeable	Moyen	<p>Moyen pour l'effet barrière - Négligeable à faible pour les autres effets</p> <p>Le Puffin des Baléares a été peu observé lors des inventaires et ne semble pas fréquenter de façon notable la zone du parc éolien et ses abords. Les observations de l'espèce lors des expertises ont été ponctuelles (observations de quelques individus par sortie lors de la période de présence) et ont concerné uniquement des oiseaux en vol (pas de stationnement observé au niveau de la zone du parc).</p> <p>Des incertitudes demeurent sur l'intérêt fonctionnel de la zone du parc éolien vis-à-vis de deux zones d'estivage importantes (littoral du Sud Vendée et Mor Braz – environ 50 km de la zone du parc éolien) où l'espèce effectue sa mue. Des transits d'oiseaux en vol sont possibles entre ces deux secteurs de regroupement accueillant plusieurs centaines à ponctuellement quelques milliers d'individus. Des sites de regroupement d'importance secondaire sont ponctuellement observés ailleurs sur le littoral de la Vendée, de la Loire-Atlantique et du Morbihan. Par ailleurs, une proportion significative de la population de Puffin des Baléares estive au nord de la Bretagne, dans la Manche et en Mer du Nord, impliquant des transits depuis le sud du Portugal.</p>	<p>Négligeable à faible</p> <p>Bien que des incertitudes demeurent sur les conséquences d'éventuels effets barrière sur les oiseaux en transit, les impacts pressentis concerneront probablement une proportion limitée des populations, sans atteinte de milieux d'intérêt particulier pour cette espèce.</p>

Espèce	PN	Enjeu	Déplacement (construction / démantèlement)	Déplacement / Habitats (exploitation)	Effet « Collision » (exploitation)	Effet barrière (exploitation)	Synthèse concernant les impacts à une échelle locale / régionale	Evaluation des impacts à l'échelle nationale du projet éolien (hors impacts cumulés)
							<p>Les zones de déplacement en mer du Puffin des Baléares ne sont pas connues, potentiellement assez diffuses depuis la zone côtière proche (les regroupements sont principalement observés à moins de 3 ou 4 kilomètres des côtes) mais également plus au large. Etant donné les effectifs observés lors des expertises en mer et la faible activité constatée, notamment au niveau de l'aire d'étude immédiate, il est peu probable que la zone du parc éolien soit située au sein d'une voie de déplacement / transit importante pour cette espèce.</p> <p>Des perturbations sont prévisibles lors des travaux (notamment en lien avec les éclairages des zones de travaux qui pourraient attirer des spécimens).</p> <p>Le niveau d'impact jugé « moyen » pour l'effet barrière est induit par le niveau d'enjeu (fort) et la sensibilité générale documentée (modérée). Ce niveau d'impact est volontairement précautionneux puisqu'il traduit les incertitudes concernant les mouvements de transit au niveau des côtes vendéennes par les populations estivantes de Bretagne, Manche et mer du Nord.</p> <p>Il demeure cependant très peu probable que le parc éolien affecte significativement les activités d'estivage du Puffin des Baléares au niveau des zones de regroupement du sud-Vendée et du Mor Braz (regroupements d'oiseaux en halte et mue, déplacements d'oiseaux en transit).</p>	<p>Remarque : en lien avec les incertitudes mesant sur cette espèce et afin d'améliorer les connaissances sur les mouvements en mer, le maître d'ouvrage s'engage à financer une étude de suivi télémétrique d'oiseaux notamment de Puffins de Baléares (voir – mesure MS2).</p>

Espèce	PN	Enjeu	Déplacement (construction / démantèlement)	Déplacement / Habitats (exploitation)	Effet « Collision » (exploitation)	Effet barrière (exploitation)	Synthèse concernant les impacts à une échelle locale / régionale	Evaluation des impacts à l'échelle nationale du projet éolien (hors impacts cumulés)
Fulmar boréal	Art. 3	Moyen	Négligeable	Négligeable	Négligeable	Faible	Faible pour l'effet barrière – Négligeable pour les autres effets	<p>Négligeable</p> <p>Les impacts éventuels du parc éolien en mer ne sont pas susceptibles d'affecter l'état de conservation des populations migratrices de ces espèces.</p>
Puffin des anglais	Art. 3	Moyen	Négligeable	Négligeable	Négligeable	Faible	Espèces présentes ponctuellement en faibles effectifs. Transits probables par l'aire d'étude immédiate. Le parc éolien n'est pas susceptible d'engendrer d'atteintes particulières à des spécimens ni des milieux d'intérêt pour l'alimentation ou le repos.	
Puffin cendré	Art. 3	Faible	Négligeable	Négligeable	Négligeable	Négligeable	<p>Négligeable</p> <p>Pour ces espèces occasionnelles à rares dans l'aire d'étude immédiate (oiseaux en migration ou transit principalement), le parc éolien n'est pas susceptible d'engendrer d'atteintes particulières à des spécimens ni des milieux d'intérêt pour l'alimentation ou le repos.</p>	
Puffin fuligineux	Art. 4	Faible	Négligeable	Négligeable	Négligeable	Négligeable		
Puffin majeur	Art. 4	Faible	Négligeable	Négligeable	Négligeable	Négligeable		
Stercoraridés								
Grand Labbe	Art. 4	Faible	Négligeable	Négligeable	Négligeable à Faible	Négligeable	<p>Négligeable à faible</p> <p>Principale espèce de labbe fréquentant ce secteur du golfe de Gascogne, le Grand Labbe est susceptible de subir des impacts limités par collision. Les risques de collision sont cependant limités par des hauteurs de vol souvent assez réduites et une présence limitée. Les modélisations des risques de collision n'indiquent pas de risques particuliers pour cette espèce (nombre probable de collisions annuelles de l'ordre de 1 à 2 spécimens).</p>	<p>Négligeable</p> <p>Les impacts éventuels du parc éolien en mer ne sont pas susceptibles d'affecter l'état de conservation des populations hivernantes de cette espèce.</p>

Espèce	PN	Enjeu	Déplacement (construction / démantèlement)	Déplacement / Habitats (exploitation)	Effet « Collision » (exploitation)	Effet barrière (exploitation)	Synthèse concernant les impacts à une échelle locale / régionale	Evaluation des impacts à l'échelle nationale du projet éolien (hors impacts cumulés)
Labbe pomarin	Art. 4	Faible	Négligeable	Négligeable	Négligeable	Négligeable	<p>Négligeable à faible</p> <p>Pour ces espèces occasionnelles à rares dans l'aire d'étude immédiate (oiseaux en migration uniquement), le parc éolien n'est pas susceptible d'engendrer d'atteintes particulières à des spécimens ni des milieux d'intérêt pour l'alimentation ou le repos.</p>	<p>Négligeable</p> <p>Les impacts éventuels du parc éolien en mer ne sont pas susceptibles d'affecter l'état de conservation des populations migratrices de ces espèces.</p>
Labbe parasite	Art. 4	Moyen	Négligeable	Négligeable	Négligeable	Négligeable à Faible		
Laridés								
Goéland argenté	Art. 3	Fort	Faible	Faible	Moyen	Faible à Moyen	<p>Moyen pour l'effet collision</p> <p>Les impacts pressentis les plus importants pour le Goéland argenté résident dans les risques de collision (niveau d'impact estimé comme moyen). Les autres impacts sont d'un niveau jugé faible pour cette espèce, à l'exception des effets barrière lors des transits locaux qui sont jugés faibles à moyens en raison des nombreux mouvements entre la côte et le large (recherche alimentaire).</p> <p>Des colonies nicheuses sont présentes sur l'îlot du Pilier (environ 500 couples), l'île d'Yeu (environ 300 couples) et l'estuaire de la Loire (env. 1500 couples).</p>	<p>Négligeable à faible</p> <p>Les impacts par collision sont considérés concerner majoritairement des oiseaux non nicheurs locaux et non susceptibles de porter atteinte à l'état de conservation des populations nicheuses régionales.</p>

Espèce	PN	Enjeu	Déplacement (construction / démantèlement)	Déplacement / Habitats (exploitation)	Effet « Collision » (exploitation)	Effet barrière (exploitation)	Synthèse concernant les impacts à une échelle locale / régionale	Evaluation des impacts à l'échelle nationale du projet éolien (hors impacts cumulés)
							<p>Les modélisations des risques de collision indiquent un nombre probable de collisions annuelles de l'ordre de 7 spécimens ce qui est faible pour cette espèce. Des impacts sur les populations locales sont jugés très peu probables d'après les analyses réalisées (PBR et surmortalité), et ce même si tous les individus tués étaient nicheurs locaux, ce qui est peu plausible. Ces niveaux de surmortalité ne sont pas susceptibles de porter atteinte à l'état de conservation des populations, mais pourraient venir s'ajouter à l'actuelle dynamique défavorable de l'espèce.</p> <p>En ce sens, le niveau d'impact « moyen » peut être considéré comme précautionneux. Il s'agit d'un niveau d'impact traduisant une surmortalité réelle de quelques individus par an, mais sans atteinte de l'état de conservation des populations locales.</p>	<p>Les impacts à l'échelle des populations nationales sont faibles d'après les modélisations réalisées. Une certaine vigilance reste de rigueur étant donnée la dynamique globalement défavorable de cette espèce (diminution des effectifs) mais qui conserve un nombre de couples très important en France.</p> <p>Une analyse fine des effets cumulés avec le projet éolien en mer de Saint-Nazaire est nécessaire.</p>

<p>Goéland brun</p>	<p>Art. 3</p>	<p>Moyen</p>	<p>Négligeable</p>	<p>Négligeable</p>	<p>Moyen</p>	<p>Faible</p>	<p>Moyen pour l'effet collision</p> <p>Les impacts pressentis les plus importants pour le Goéland brun résident dans les risques de collision (niveau d'impact estimé comme moyen). Les autres impacts sont d'un niveau jugé négligeable ou faible pour cette espèce présente principalement en période printanière. Les impacts par effet barrière lors des transits locaux sont faibles du fait de la configuration du parc éolien.</p> <p>Des colonies nicheuses sont présentes sur l'îlot du Pilier (environ 300 couples) et l'île d'Yeu (environ 350 couples).</p> <p>Les modélisations des risques de collision indiquent un nombre probable de collisions annuelles de l'ordre de 10 spécimens ce qui est faible pour cette espèce. Les impacts par collision sont considérés concerner majoritairement des oiseaux nicheurs locaux (la présence du Goéland brun est saisonnière). Des impacts sur les populations locales sont jugés très peu probables d'après les analyses réalisées (approche PBR et surmortalité 1%), mais pourraient venir s'ajouter à l'actuelle dynamique défavorable de l'espèce.</p> <p>En ce sens, le niveau d'impact « moyen » peut être considéré comme précautionneux. Il s'agit d'un niveau d'impact traduisant une surmortalité réelle de quelques individus par an, mais sans atteinte de l'état de conservation des populations locales.</p>	<p>Négligeable à faible</p> <p>Les impacts par collision ne sont pas susceptibles de porter atteinte à l'état de conservation des populations nicheuses régionales d'après les analyses réalisées. Les impacts à l'échelle des populations nationales sont très faibles d'après les modélisations réalisées. Une certaine vigilance reste de rigueur étant donnée la dynamique globalement défavorable de cette espèce (diminution des effectifs) mais qui conserve un nombre de couples très important en France.</p> <p>Une analyse fine des effets cumulés avec le projet éolien en mer de Saint-Nazaire est nécessaire.</p>
----------------------------	---------------	--------------	--------------------	--------------------	--------------	---------------	--	--

Espèce	PN	Enjeu	Déplacement (construction / démantèlement)	Déplacement / Habitats (exploitation)	Effet « Collision » (exploitation)	Effet barrière (exploitation)	Synthèse concernant les impacts à une échelle locale / régionale	Evaluation des impacts à l'échelle nationale du projet éolien (hors impacts cumulés)
Goéland marin	Art. 3	Moyen	Négligeable	Faible	Moyen à Fort	Faible	<p>Moyen à fort pour l'effet collision</p> <p>Les impacts pressentis les plus importants pour le Goéland marin résident dans les risques de collision (niveau d'impact estimé comme moyen voire fort à l'échelle locale). Les autres impacts en phase d'exploitation sont d'un niveau jugé faible pour cette espèce.</p> <p>Le nord du golfe de Gascogne accueille une proportion significative de la population nicheuse de Goéland marin en France. Des colonies nicheuses sont présentes sur l'îlot du Pilier (environ 30 couples) et l'île d'Yeu (environ 20 couples). Des colonies importantes sont situées dans le Morbihan et peuvent exploiter la zone du parc éolien (intégré dans le rayon de recherche alimentaire – <i>Foraging range</i>).</p> <p>Les modélisations des risques de collision indiquent un nombre probable de collisions annuelles de l'ordre de 16 spécimens ce qui est notable pour cette espèce dont les effectifs sont beaucoup plus réduits que ceux des Goélands bruns et argentés. La dynamique de cette espèce est globalement favorable (effectifs en augmentation). Les impacts par collision sont envisagés toute l'année et concerneront des oiseaux nicheurs locaux ainsi que des oiseaux non locaux et des immatures.</p>	<p>Faible</p> <p>Les impacts par collision pourraient potentiellement affecter l'état de conservation des populations nicheuses régionales d'après les analyses réalisées si tous les oiseaux tués étaient des adultes nicheurs locaux, ce qui est peu probables. Les impacts à l'échelle des populations nationales sont faibles en l'état des connaissances et des modélisations réalisées.</p>

Espèce	PN	Enjeu	Déplacement (construction / démantèlement)	Déplacement / Habitats (exploitation)	Effet « Collision » (exploitation)	Effet barrière (exploitation)	Synthèse concernant les impacts à une échelle locale / régionale	Evaluation des impacts à l'échelle nationale du projet éolien (hors impacts cumulés)
							<p>Les calculs des PBR pour les populations locales ne conduisent pas à envisager d'impact, dans la dynamique actuelle de l'espèce (augmentation) : des atteintes sur les populations locales sont supposées au-delà de 60 cas de collision par an (PBR avec $f=0,5$). Les impacts sur les populations à l'échelle nationale seront <i>a priori</i> très faibles (atteinte du seuil PBR avec facteur $f = 0,5$ pour plus de 375 cas de surmortalité par an). Seule l'approche très pessimiste de la « Surmortalité 1% » conduit à une relative vigilance à l'échelle locale (2 cas par an) et nationale (11 cas par an).</p> <p>En ce sens, le niveau d'impact « moyen à fort » peut être considéré comme précautionneux. Il s'agit d'un niveau d'impact traduisant une surmortalité probable d'une vingtaine d'individus par an, mais avec de faibles risques d'atteinte de l'état de conservation des populations locales.</p>	<p>Une certaine vigilance est de rigueur malgré la dynamique globalement favorable de cette espèce (augmentation des effectifs), puisque le nombre de couples reste relativement réduit en France.</p> <p>Les principaux risques résident dans les effets cumulés avec le projet de parc éolien en mer de Saint-Nazaire, pour lequel des mortalités importantes ont été avancées. Une analyse fine des effets cumulés avec le projet éolien en mer de Saint-Nazaire est nécessaire.</p>

Espèce	PN	Enjeu	Déplacement (construction / démantèlement)	Déplacement / Habitats (exploitation)	Effet « Collision » (exploitation)	Effet barrière (exploitation)	Synthèse concernant les impacts à une échelle locale / régionale	Evaluation des impacts à l'échelle nationale du projet éolien (hors impacts cumulés)
Goéland leucopnée	Art. 3	Faible	Négligeable	Négligeable	Négligeable	Négligeable	<p>Négligeable</p> <p>Pour ces espèces occasionnelles à rares dans l'aire d'étude immédiate (oiseaux en transit), le parc éolien n'est pas susceptible d'engendrer d'atteintes particulières à des spécimens même si des cas de collision occasionnelle ne peuvent être totalement exclus.</p>	<p>Négligeable</p> <p>Les impacts éventuels du parc éolien en mer ne sont pas susceptibles d'affecter l'état de conservation des populations de ces espèces.</p>
Goéland bourgmestre	Art. 4	Faible	Négligeable	Négligeable	Négligeable	Négligeable		
Mouette de Sabine	Art. 4	Faible	Négligeable	Négligeable	Négligeable	Négligeable		
Goéland cendré	Art. 3	Faible	Négligeable	Négligeable	Faible	Négligeable	<p>Faible</p> <p>Le Goéland cendré est peu présent dans l'AEE et la zone du parc éolien, qui ne constitue pas une zone privilégiée par cette espèce. Les niveaux d'impact pressentis sur cette espèce sont faibles (pour l'effet collision – environ 8 cas de mortalité probables par an selon les modélisations) et négligeables pour les autres effets.</p>	<p>Négligeable</p> <p>Les impacts éventuels du parc éolien en mer ne sont pas susceptibles d'affecter l'état de conservation des populations de cette espèce hivernante.</p>
Mouette mélanocéphale	Art. 3	Moyen	Négligeable	Négligeable	Négligeable	Faible	<p>Faible</p> <p>L'importance de l'AEE pour la reproduction de cette espèce à l'échelle de la façade atlantique française lui confère un niveau d'enjeu non négligeable. Les activités de Mouette mélanocéphale sont presque exclusivement limitées au littoral et à la zone côtière. Des transits d'individus au large reste possibles. Les modélisations des risques de collision n'indiquent pas de probabilité notable de mortalité (estimations de 0 cas de collision probable par an).</p>	<p>Négligeable</p> <p>Les impacts sur les populations nationales ou européennes sont délicats à estimer (populations principalement présentes en mer Méditerranée) mais les niveaux d'impact ne sont pas de nature à porter atteinte aux populations.</p>

Espèce	PN	Enjeu	Déplacement (construction / démantèlement)	Déplacement / Habitats (exploitation)	Effet « Collision » (exploitation)	Effet barrière (exploitation)	Synthèse concernant les impacts à une échelle locale / régionale	Evaluation des impacts à l'échelle nationale du projet éolien (hors impacts cumulés)
Mouette pygmée	Art. 3	Moyen	Faible	Faible	Faible	Faible	<p>Faible</p> <p>Bien que des effectifs ponctuellement importants aient été observés, la zone du parc éolien ne constitue pas une zone de forte concentration régulière de la Mouette pygmée qui fréquente un très vaste secteur s'étendant sur plusieurs dizaines de kilomètres à l'ouest de l'île d'Yeu (y compris dans la ZPS FR5212015). Les modélisations de collision fournissent un nombre de 7 collisions probables par an à l'échelle du parc éolien. Ces cas de mortalité concerneraient des migrants (pas de « populations locales » de Mouette pygmée. Les autres impacts pressentis sur cette espèce sont tous faibles (espèce peu sensible au déplacement et à l'effet barrière).</p>	<p>Négligeable</p> <p>Les impacts sur les populations migratrices et hivernantes à l'échelle nationale ou européenne sont délicats à estimer (populations migratrices mal connues) mais les niveaux de mortalité et autres impacts pressentis ne sont pas de nature à porter atteinte aux populations.</p>

Espèce	PN	Enjeu	Déplacement (construction / démantèlement)	Déplacement / Habitats (exploitation)	Effet « Collision » (exploitation)	Effet barrière (exploitation)	Synthèse concernant les impacts à une échelle locale / régionale	Evaluation des impacts à l'échelle nationale du projet éolien (hors impacts cumulés)
Mouette tridactyle	Art. 3	Fort	Faible	Faible	Moyen	Faible	<p>Faible à Moyen</p> <p>Bien que des effectifs ponctuellement importants aient été observés, la zone du parc éolien ne constitue pas une zone de forte concentration régulière de la Mouette tridactyle qui fréquente un très vaste secteur s'étendant sur plusieurs dizaines de kilomètres à l'ouest de l'île d'Yeu (y compris dans la ZPS FR5212015).</p> <p>Les modélisations de collision fournissent un nombre de 6 collisions probables par an à l'échelle du parc éolien. Les impacts concernent principalement des oiseaux migrateurs et hivernants (mortalités modélisées lors de la période internuptiale).</p> <p>Ces impacts engendreront une surmortalité limitée concernant uniquement les oiseaux migrateurs et hivernants (plusieurs millions de couples en Europe). En cas de mortalité de spécimens nicheurs de la petite colonie du phare des Barges, des conséquences importantes sont possibles sur cette petite population isolée (hypothèse peu probable, aucune activité de Mouette tridactyle n'a été constatée dans la zone du parc éolien et ses abords en période de reproduction).</p> <p>En ce sens, le niveau d'impact « moyen » peut être considéré comme précautionneux. Il s'agit d'un niveau d'impact traduisant un risque (faible) d'altération d'une population nicheuse isolée.</p>	<p>Négligeable</p> <p>Bien que des impacts locaux soient pressentis, ils ne sont pas de nature à affecter les populations hivernantes de cette espèce à l'échelle nationale.</p> <p>Les impacts sur les populations migratrices et hivernantes à l'échelle nationale ou européenne sont délicats à estimer (populations migratrices mal connues) mais ces niveaux de mortalité ne sont pas de nature à porter atteinte aux populations (effectifs très importants à l'échelle biogéographique).</p>

Espèce	PN	Enjeu	Déplacement (construction / démantèlement)	Déplacement / Habitats (exploitation)	Effet « Collision » (exploitation)	Effet barrière (exploitation)	Synthèse concernant les impacts à une échelle locale / régionale	Evaluation des impacts à l'échelle nationale du projet éolien (hors impacts cumulés)
Mouette rieuse	Art. 3	Faible	Négligeable	Négligeable	Négligeable	Négligeable	<p>Négligeable</p> <p>La Mouette rieuse est quasiment strictement côtière. La fréquentation de la zone du parc éolien est considérée comme anecdotique (très peu d'observation en mer lors des expertises) et aucun impact significatif n'est envisagé.</p>	Négligeable
Sternidés								
Sterne caugek	Art. 3	Fort	Négligeable	Faible	Faible	Faible	<p>Faible</p> <p>L'importance de l'AEE pour la reproduction de la Sterne caugek confère à cette espèce un niveau d'enjeu fort. Les activités de sternes sont presque exclusivement limitées au littoral et à la zone côtière. Des transits d'individus au large ont été observés occasionnellement (recherche alimentaire notamment, principalement de Sterne caugek). La Sterne caugek est, avec la Sterne arctique, l'espèce de Sterne la plus observée en mer. Les modélisations de collision fournissent un nombre de 1 à 2 collisions probables par an à l'échelle du parc éolien pour la Sterne caugek. Bien que très faibles, ces éventuels cas de surmortalité pourraient affecter directement des nicheurs locaux. Les autres impacts envisagés sont faibles.</p>	<p>Négligeable</p> <p>Les impacts envisagés ne sont pas de nature à affecter l'état des populations à l'échelle nationale.</p>

Espèce	PN	Enjeu	Déplacement (construction / démantèlement)	Déplacement / Habitats (exploitation)	Effet « Collision » (exploitation)	Effet barrière (exploitation)	Synthèse concernant les impacts à une échelle locale / régionale	Evaluation des impacts à l'échelle nationale du projet éolien (hors impacts cumulés)
Sterne pierregarin	Art. 3	Moyen	Négligeable	Négligeable	Négligeable	Faible	<p>Faible</p> <p>L'importance relative de l'AEE pour la reproduction de la Sterne pierregarin confère à cette espèce un niveau d'enjeu modéré. Les activités de sternes, notamment Sterne pierregarin sont presque exclusivement limitées au littoral et à la zone côtière. Des transits d'individus au large ont été observés occasionnellement et restent possibles (recherche alimentaire notamment). Les impacts pressentis pour la Sterne pierregarin sont tous jugés négligeables à l'exception des impacts par effet barrière. Les modélisations indiquent des risques de collision très faibles pour cette espèce (près de 0 cas probable par an à l'échelle du parc éolien). Les éventuels impacts locaux ne sont pas susceptibles d'affecter l'état de conservation des populations nicheuses locales.</p>	<p>Négligeable</p> <p>Les impacts envisagés ne sont pas de nature à affecter l'état des populations à l'échelle nationale.</p>
Sterne arctique	Art. 3	Moyen	Négligeable	Négligeable	Négligeable	Faible	<p>Faible</p> <p>Pour cette espèce migratrice au long cours difficilement détectable, ce sont principalement les effets barrière et collision qui peuvent concerner des spécimens lors de transits migratoires.</p>	<p>Négligeable</p> <p>L'importance des flux migratoires transitant par l'aire d'étude immédiate n'est pas connue mais ne concerne probablement qu'une proportion limitée des populations</p>
Guifette noire	Art. 3	Moyen	Négligeable	Négligeable	Négligeable	Négligeable à Faible	<p>Négligeable à faible</p> <p>Pour ces espèces migratrices, ce sont principalement les effets barrière et collision qui peuvent concerner des spécimens lors de transits migratoires. La Sterne de Dougall est une nicheuse très rare en Bretagne. La Guifette noire est une nicheuse à fort enjeu des grands marais de l'ouest de la France (notamment marais de Brière). Les zones de transit migratoire de ces deux espèces sont plutôt connues au niveau des zones humides littorales mais peuvent s'étendre en mer (îles notamment).</p>	
Sterne de Dougall	Art. 3	Moyen	Négligeable	Négligeable	Négligeable	Négligeable à Faible		

Espèce	PN	Enjeu	Déplacement (construction / démantèlement)	Déplacement / Habitats (exploitation)	Effet « Collision » (exploitation)	Effet barrière (exploitation)	Synthèse concernant les impacts à une échelle locale / régionale	Evaluation des impacts à l'échelle nationale du projet éolien (hors impacts cumulés)
Sterne caspienne	Art. 3	Faible	Négligeable	Négligeable	Négligeable	Négligeable	<p>Négligeable</p> <p>Pour ces espèces occasionnelles à rares dans l'aire d'étude éloignée (oiseaux en migration uniquement), le parc éolien n'est pas susceptible d'engendrer d'atteintes particulières à des spécimens ni des milieux d'intérêt pour l'alimentation ou le repos.</p>	<p>Négligeable</p> <p>Les impacts éventuels du parc éolien en mer ne sont pas susceptibles d'affecter l'état de conservation des populations de ces espèces.</p>
Sterne hansel	Art. 3	Faible	Négligeable	Négligeable	Négligeable	Négligeable		
Sterne naine	Art. 3	Faible	Négligeable	Négligeable	Négligeable	Négligeable		
Guifette moustac	Art. 3	Faible	Négligeable	Négligeable	Négligeable	Négligeable		
Limicoles pélagiques								
Phalarope à bec large	Art. 3	Moyen	Négligeable	Négligeable	Négligeable	Négligeable	<p>Négligeable</p> <p>Pour cette espèce occasionnelle dans l'aire d'étude éloignée (oiseaux en migration uniquement), le parc éolien n'est pas susceptible d'engendrer d'atteintes particulières à des spécimens même si des cas de collision occasionnel ne peuvent être totalement exclus.</p>	<p>Négligeable</p> <p>Les impacts éventuels du parc éolien en mer ne sont pas susceptibles d'affecter l'état de conservation des populations de cette espèce migratrice.</p>
Gavidés								
Plongeon arctique	Art. 3	Faible	Négligeable	Négligeable	Négligeable	Négligeable	<p>Négligeable</p> <p>Le Plongeon arctique n'a pas été identifié avec certitude lors des inventaires, mais il est connu localement (bien que rare). Les impacts pressentis sont faibles et ne concerneront que les stationnements d'oiseaux hivernants au niveau de l'aire d'étude immédiate.</p>	<p>Négligeable</p>

Espèce	PN	Enjeu	Déplacement (construction / démantèlement)	Déplacement / Habitats (exploitation)	Effet « Collision » (exploitation)	Effet barrière (exploitation)	Synthèse concernant les impacts à une échelle locale / régionale	Evaluation des impacts à l'échelle nationale du projet éolien (hors impacts cumulés)
Plongeon catmarin	Art. 3	Moyen	Faible à Moyen	Moyen	Négligeable	Faible	<p>Moyen</p> <p>Les niveaux d'impact concernant les effets « déplacement » et « barrière » sont principalement induits par les niveaux d'enjeu et les niveaux de sensibilité générale documentés. Le Plongeon catmarin et le Plongeon imbrin sont présents en effectifs très fluctuants localement, généralement faibles (quelques individus observés par sortie). Les effectifs hivernants localement sont très mal connus. Ces espèces demeurent complexes à étudier en mer (déteabilité réduite lors d'inventaires visuels). Ainsi, par principe de précaution, des présences ponctuellement non négligeables de ces deux espèces ont été considérées dans les analyses d'impacts.</p>	<p>Faible à négligeable</p> <p>A une échelle nationale, les impacts du projet éolien ne sont pas susceptibles d'affecter l'état des populations hivernantes dans le golfe de Gascogne et en France.</p>
Plongeon imbrin	Art. 3	Fort	Moyen	Moyen	Négligeable	Faible à Moyen	<p>Les impacts par perturbation (éviterement / déplacement) ne concerneront probablement qu'une proportion réduite des populations hivernantes locales (potentiellement quelques oiseaux). En effet, les zones de concentration des abords de l'île d'Yeu ou de la presqu'île guérandaise, ne seront pas affectées.</p> <p>Le niveau d'impact « Moyen » pour l'effet déplacement traduit les incertitudes concernant la présence de ces espèces localement. Il s'agit d'une évaluation précautionneuse pour ces espèces.</p>	<p>A l'exception des effets barrière, ce sont principalement les hivernants locaux qui seront concernés par le projet (perturbation très ponctuelle).</p>

Espèce	PN	Enjeu	Déplacement (construction / démantèlement)	Déplacement / Habitats (exploitation)	Effet « Collision » (exploitation)	Effet barrière (exploitation)	Synthèse concernant les impacts à une échelle locale / régionale	Evaluation des impacts à l'échelle nationale du projet éolien (hors impacts cumulés)
Phalacrocoracidés								
Cormoran huppé	Art. 3	Moyen	Négligeable	Faible	Faible	Négligeable	<p>Faible</p> <p>Espèces ne fréquentant actuellement pas la zone du parc éolien (ou alors exceptionnellement), les cormorans pourraient potentiellement être attirés par les structures du parc éolien après construction (reposoirs). Les impacts potentiels du projet ne sont cependant pas de nature à affecter les populations locales.</p>	<p>Négligeable</p> <p>Les impacts éventuels du parc éolien en mer ne sont pas susceptibles d'affecter l'état de conservation des populations de ces espèces.</p>
Grand Cormoran	Art. 3	Faible	Négligeable	Faible	Négligeable	Négligeable		
Anatidés côtiers								
Macreuse noire		Faible	Faible	Faible	Négligeable	Faible	<p>Faible</p> <p>Bien que côtière, la Macreuse noire est occasionnellement observée en transit à plusieurs kilomètres des côtes. Passage d'individus en transit possible par la zone du parc éolien mais proportion réduite des populations. Les niveaux d'impact sont principalement liés aux sensibilités générales documentées.</p>	<p>Négligeable</p> <p>Les impacts éventuels du parc éolien en mer ne sont pas susceptibles d'affecter l'état de conservation des populations de cette espèce.</p>
Macreuse brune		Moyen	Négligeable	Négligeable	Négligeable	Négligeable	<p>Négligeable</p> <p>Espèces non observées, rares à anecdotiques pour lesquelles la zone du parc éolien ne joue pas de rôle particulier.</p>	<p>Négligeable</p> <p>Les impacts éventuels du parc éolien en mer ne sont pas susceptibles d'affecter l'état de conservation des populations de ces espèces.</p>
Fuligule milouinan		Fort	Négligeable	Négligeable	Négligeable	Négligeable		
Harelda boréale		Faible	Négligeable	Négligeable	Négligeable	Négligeable		

Espèce	PN	Enjeu	Déplacement (construction / démantèlement)	Déplacement / Habitats (exploitation)	Effet « Collision » (exploitation)	Effet barrière (exploitation)	Synthèse concernant les impacts à une échelle locale / régionale	Evaluation des impacts à l'échelle nationale du projet éolien (hors impacts cumulés)
Eider à duvet		Moyen	Négligeable	Négligeable	Négligeable	Faible	<p>Faible</p> <p>Espèces côtières rarement observées loin des côtes. Passage d'individus en transit possible par la zone du parc éolien mais proportion réduite des populations. Les niveaux d'impact par effet barrière sont principalement liés aux sensibilités générales documentées et le niveau d'enjeu.</p>	<p>Négligeable</p> <p>Les impacts éventuels du parc éolien en mer ne sont pas susceptibles d'affecter l'état de conservation des populations de ces espèces.</p>
Bernache cravant	Art. 3	Moyen	Négligeable	Négligeable	Négligeable	Faible		
Tadorne de Belon	Art. 3	Faible	Négligeable	Négligeable	Négligeable	Négligeable	<p>Négligeable</p> <p>Espèces côtières rarement observées loin des côtes et non observées lors des inventaires. Passage d'individus en transit peu probable par l'aire d'étude immédiate mais proportion réduite des populations.</p>	<p>Négligeable</p> <p>Les impacts éventuels du parc éolien en mer ne sont pas susceptibles d'affecter l'état de conservation des populations de ces espèces.</p>
Harle huppé	Art. 3	Faible	Négligeable	Négligeable	Négligeable	Négligeable		
Podicipédidés								
Grèbe huppé	Art. 3	Faible	Négligeable	Négligeable	Négligeable	Négligeable	<p>Négligeable</p>	<p>Négligeable</p>
Grèbe esclavon	Art. 3	Moyen	Négligeable	Négligeable	Négligeable	Négligeable		

Espèce	PN	Enjeu	Déplacement (construction / démantèlement)	Déplacement / Habitats (exploitation)	Effet « Collision » (exploitation)	Effet barrière (exploitation)	Synthèse concernant les impacts à une échelle locale / régionale	Evaluation des impacts à l'échelle nationale du projet éolien (hors impacts cumulés)
Limicoles								
Avocette élégante	Art. 3	Moyen	Négligeable	Négligeable	Négligeable	Faible	Faible Espèce côtière non observées en mer. Le transit d'individus par la zone du parc éolien est peu probable et ne concerneraient que des effectifs limités.	Négligeable
Barge à queue noire		Fort	Négligeable à Faible	Négligeable	Faible	Faible à Moyen	Faible à Moyen Espèce non observée en mer durant les expertises. Migration certifiée de spécimens au cœur du golfe de Gascogne mais risques de perturbation jugés faibles et activités concernant une part probablement réduite de la population migratrice.	Négligeable
Bécasseau maubèche		Moyen	Négligeable	Négligeable	Négligeable	Faible	Faible Espèces côtières non observées en mer. Bien que possible, le transit d'individus par la zone du parc éolien ne concernerait que des effectifs limités.	Négligeable
Courlis corlieu		Moyen	Négligeable	Négligeable	Négligeable à Faible	Faible	Faible Les niveaux d'impact par effet barrière sont principalement liés aux sensibilités générales documentées et le niveau d'enjeu.	Négligeable
Pluvier doré		Faible	Négligeable	Négligeable	Négligeable	Négligeable à Faible	Négligeable à Faible Espèces non observées en mer durant les expertises. Migrateurs fréquentant les côtes et îles vendéennes. Migration possible de spécimens au cœur du golfe de Gascogne mais risques de perturbations très faibles au regard des distances entre les éoliennes.	Négligeable
Barge rousse		Faible	Négligeable	Négligeable	Négligeable	Négligeable à Faible	Négligeable à Faible Espèces non observées en mer durant les expertises. Migrateurs fréquentant les côtes et îles vendéennes. Migration possible de spécimens au cœur du golfe de Gascogne mais risques de perturbations très faibles au regard des distances entre les éoliennes.	Négligeable

Espèce	PN	Enjeu	Déplacement (construction / démantèlement)	Déplacement / Habitats (exploitation)	Effet « Collision » (exploitation)	Effet barrière (exploitation)	Synthèse concernant les impacts à une échelle locale / régionale	Evaluation des impacts à l'échelle nationale du projet éolien (hors impacts cumulés)
Tournepiere à collier	Art. 3	Moyen	Négligeable	Négligeable	Négligeable	Négligeable	Négligeable Espèces côtières non observées en mer. Le transit d'individus par la zone du parc éolien est peu probable et ne concernerait que des effectifs limités.	Négligeable
Huïtrier pie		Moyen	Négligeable	Négligeable	Négligeable	Négligeable		
Autres espèces terrestres								
Héron cendré	Art. 3	Faible	Négligeable	Négligeable	Négligeable	Négligeable	Négligeable à Faible Bien que des phénomènes de migration aient été notés lors des inventaires en bateau (notamment près de l'île d'Yeu), l'importance des flux migratoires au niveau de l'aire d'étude immédiate est probablement très limitée pour ces espèces au regard de la localisation de l'aire d'étude immédiate (excentrée par rapport aux îles et située à plus de 20 km des côtes vendéennes). Des risques de collision ne peuvent être totalement exclus mais, en l'état des connaissances et analyses, des collisions régulières d'effectifs non négligeables semblent très peu probables.	Négligeable
Aigrette garzette	Art. 3	Faible	Négligeable	Négligeable	Négligeable	Négligeable		
Faucon crécerelle	Art. 3	Faible	Négligeable	Négligeable	Négligeable à Faible	Négligeable		
Martinet noir	Art. 3	Faible	Négligeable	Négligeable	Négligeable à Faible	Négligeable		
Foulque macroule		Faible	Négligeable	Négligeable	Négligeable	Négligeable		
Alouette des champs		Faible	Négligeable	Négligeable	Négligeable à Faible	Négligeable		
Linotte mélodieuse	Art. 3	Faible	Négligeable	Négligeable	Négligeable à Faible	Négligeable		
Hirondelle de fenêtre	Art. 3	Faible	Négligeable	Négligeable	Négligeable à Faible	Négligeable		
Hirondelle rustique	Art. 3	Faible	Négligeable	Négligeable	Négligeable à Faible	Négligeable		

Espèce	PN	Enjeu	Déplacement (construction / démantèlement)	Déplacement / Habitats (exploitation)	Effet « Collision » (exploitation)	Effet barrière (exploitation)	Synthèse concernant les impacts à une échelle locale / régionale	Evaluation des impacts à l'échelle nationale du projet éolien (hors impacts cumulés)
Bergeronnette grise	Art. 3	Faible	Négligeable	Négligeable	Négligeable à Faible	Négligeable		
Bergeronnette printanière	Art. 3	Faible	Négligeable	Négligeable	Négligeable à Faible	Négligeable		
Pouillot véloce	Art. 3	Faible	Négligeable	Négligeable	Négligeable à Faible	Négligeable		
Pipit farlouse	Art. 3	Faible	Négligeable	Négligeable	Négligeable à Faible	Négligeable		
Etourneau sansonnet		Faible	Négligeable	Négligeable	Négligeable à Faible	Négligeable		

PN = protection en France au titre de l'arrêté du 29 octobre 2009