



# Cahier des expertises

Volet Mammifères marins,  
tortues marines et autres  
grands pélagiques

Mai 2017 modifié en Avril 2018



	<p><b>BRL ingénierie – coordinateur de l'étude d'impact</b> 1105 Av Pierre Mendès-France BP 94001 30001 NIMES CEDEX 5</p>
	<p><b>BIOTOPE Nord-littoral</b> ZA de la Maie - Avenue de l'Europe 62720 RINXENT</p>
	<p><b>Quiet-Oceans - Sous-traitant de Biotope (collecte de données acoustiques en mer)</b> 65 Place Nicolas Copernic 29280 PLOUZANE</p>
	<p><b>ADERA (ex-ULR Valor) - Sous-traitant de Biotope (contribution à l'état des connaissances, travail sur les enjeux, effets et mesures)</b> Pôle Analytique – 5 allée de l'Océan 17000 LA ROCHELLE</p>
	<p><b>Aquarium La Rochelle - Sous-traitant de Biotope (contribution à l'état des connaissances, travail sur les enjeux, effets et mesures sur les tortues marines)</b> Quai Louis Prunier 17002 La ROCHELLE</p>
	<p><b>Picardie Nature (contribution à l'état des connaissances sur les colonies de phoques de l'aire d'étude)</b> 1, rue de Croy BP70010 80097 AMIENS CEDEX 3</p>



# Acronymes

AAMP : Agence des aires marines protégées

ACCOBAMS : Agreement of the conservation of cetaceans in the Black Sea, Mediterranean Sea and contiguous Atlantic area. Accord établi sous la convention de Bonn par les pays riverains de la Méditerranée, de la mer Noire et de l'Atlantique en 1996 pour la conservation des mammifères marins sur ces secteurs.

AIS : Automatic Identification System. Système d'échanges automatisés de messages entre navires par radio VHF qui permet aux navires et aux systèmes de surveillance de trafic de connaître l'identité, le statut, la position et la route des navires se situant dans la zone de navigation.

APPB : Arrêté préfectoral de protection de biotope

ASCOBANS: Agreement on the conservation of small Cetaceans of the Baltic, North-East Atlantic, Irish and North Seas. Accord conclu en 1991 par les états d'Europe du Nord et baltes dans le cadre de la Convention de Bonn sur les espèces migratrices. Cet accord a pour but d'encourager les états membres à réduire ensemble les nuisances d'origine humaine comme les captures accidentelles et la destruction progressive de l'habitat des petits cétacés pour assurer leur survie dans la mer du Nord et la mer Baltique, l'Atlantique du nord-est et la mer d'Irlande.

CESTM : Centre d'études et de soins pour les tortues marines

CITES: Convention on International trade of endangered species. Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvage menacées d'extinction (1973) qui régit le transit et le commerce d'espèces protégées (mortes ou vivantes).

CV : Coefficient de variation, varie entre 0 et 1 (du plus précis au moins précis). Ici, il indique les bornes supérieures et inférieures des densités calculées lors des campagnes SCANS et SCANS-II.

DCSMM : Directive cadre stratégie pour le milieu marin

DHFF : directive 92/43/CEE du Conseil européen du 21 mai 1992 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages, dite directive « Habitats, faune, flore »

DOCOB : Document d'objectifs (site Natura 2000)

EVHOE : Evaluation halieutique de l'ouest de l'Europe

FSD : Formulaire standard de données (site Natura 2000)

GPS : de l'anglais Global positioning system – Système mondial de positionnement

IBTS : campagne européenne d'évaluation des ressources halieutiques en Manche Orientale et en mer du Nord (Ifremer)

ICES : International council for the exploration of the sea

Ifremer : Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer

INPN : Institut national de protection de la nature

IUCN : International union for conservation of nature soit Union internationale pour la conservation de la nature (UICN). Organisation non gouvernementale internationale ayant pour but d'encourager et d'assister la conservation de l'intégrité et de la diversité de la nature, et de s'assurer de l'utilisation des ressources naturelles de façon durable.

LPO : Ligue pour la protection des oiseaux

MARSAC : suivi acoustique des Marsouins communs

MER : programme sur l'état des lieux et les enjeux de la recherche et de l'innovation en sciences marines

OSPAR : Convention Oslo-Paris, relative à la protection du milieu marin de l'Atlantique nord-est (1998), signée entre plusieurs pays de l'Union européenne plus les pays scandinaves, elle a pour objectif de prévenir et supprimer les pollutions et protéger le milieu marin dans l'Atlantique et au large de l'Europe.

MNHN : Muséum national d'histoire naturelle

PACOMM : Programme d'acquisition de connaissances sur les oiseaux et les mammifères marins. Programme mis en place par le Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie et l'Agence des aires marines protégées ayant pour objectif de réaliser un état initial de la fréquentation des eaux sous juridiction française par les oiseaux et les mammifères marins afin de compléter ou de désigner de nouvelles zones de protection Natura 2000. Composé de quatre actions, dont les campagnes SAMM.

PELAGIS : L'observatoire PELAGIS, Systèmes d'observation pour la conservation des mammifères et oiseaux marins (UMS 3462), rassemble les programmes d'observation et d'expertise sur la conservation des populations de mammifères et oiseaux marins ainsi que la gestion des bases de données associées. Son adossement au laboratoire de recherche CEBC (UMR 7372 - CNRS & université de La Rochelle) permet la valorisation des données d'observatoire par la recherche. L'unité repose sur un ensemble de bases de données et une banque de prélèvements biologiques.

PREVIMER® : système fournissant des observations et des prévisions à court terme de l'environnement côtier sur les trois façades métropolitaines Manche, Atlantique et Méditerranée.

RNN : Réserve naturelle nationale

RNR : Réserve naturelle régionale

SAMM : Suivi aérien de la mégafaune marine. Programme de survol de France métropolitaine pour estimer les abondances des cétacés, oiseaux de mer et autre mégafaune pélagique, mené entre octobre 2011 et août 2012 dans le cadre du programme PACOMM.

SAMM-ME : Campagne supplémentaire du suivi SAMM réalisé en Manche-Est durant l'hiver 2014

SCANS et SCANS-II : Small Cetacean in the european Atlantic and North Seas. Campagnes de recensement dédiées aux petits cétacés en mer du Nord et dans le proche Atlantique menées en 1994 et 2004 sous l'égide du SMRU (Sea mammal research unit) de l'université de Saint Andrews en Ecosse.

SHOM : Service hydrographique et océanographique de la marine

VFI : Vêtement de flottaison individuel

WGS : de l'anglais World Geodesic System, système géodésique mondial le plus courant, car il est utilisé par le système GPS

ZICO : Zone importante pour la conservation des oiseaux

ZNIEFF : Zone naturelle d'intérêt écologique, faunistique et floristique

ZPS : Zone de protection spéciale (site Natura 2000 désigné au titre de la directive européenne « Oiseaux »)

ZSC : Zone spéciale de Conservation (site Natura 2000 désigné au titre de la directive européenne "Habitats")

# Sommaire

<b>1 CADRE DE L'ETUDE ET OBJECTIFS .....</b>	<b>1</b>
1.1 Présentation des objectifs de l'étude	3
1.2 Cadre réglementaire	4
1.2.1 Étude d'impact	4
1.2.2 Protection et statuts de rareté des espèces	5
1.2.2.1 Droit européen	5
1.2.2.2 Droit français	6
<b>2 METHODOLOGIE .....</b>	<b>9</b>
2.1 Méthodes de collecte des données	11
2.1.1 Analyse des connaissances et des données bibliographiques	11
2.1.1.1 Présentation de la zone d'analyse bibliographique	11
2.1.1.2 Informations issues des données d'échouages	12
2.1.1.2.1 Présentation des réseaux de suivi des échouages et données générales à l'échelle de la zone d'analyse	12
2.1.1.2.2 Limites concernant les données d'échouages	14
2.1.1.3 Synthèse des données d'observation en mer disponibles	14
2.1.1.3.1 Données d'observation opportunistes	14
2.1.1.3.2 Données d'observation standardisées	15
2.1.1.3.3 Suivi télémétrique du Phoque veau-marin	15
2.1.1.4 Synthèse des données issues du suivi des colonies de reproduction	16
2.1.2 Protocoles d'acquisition de données <i>in situ</i> mis en œuvre dans le cadre du projet	16
2.1.2.1 Justification des protocoles utilisés et des zones d'inventaire	16
2.1.2.1.1 Justification des protocoles utilisés	16
2.1.2.1.2 Zone d'inventaire : les aires d'étude et les transects	18
2.1.2.2 Méthodologies d'inventaires généraux	20
2.1.2.2.1 La méthode de recensement par avion	20
2.1.2.2.2 La méthode de recensement par bateau	21
2.1.2.3 Protocole d'acquisition de données acoustiques (mammifères marins)	23
2.1.2.3.1 Objectifs de l'étude acoustique	23
2.1.2.3.2 Instrumentation mise en œuvre pour l'étude acoustique	25
2.1.2.4 Organisation temporelle des expertises	25
2.1.2.4.1 Campagnes d'observation	25
2.1.2.4.2 Campagne acoustique	27
2.2 Méthodes de traitement des données collectées et d'évaluation des enjeux	28
2.2.1 Méthodes de traitement et de présentation des données collectées en mer	28
2.2.1.1 Répartition spatiale des observations	28

2.2.1.2	Taux de rencontre	28
2.2.1.3	Graphiques de phénologie des observations	28
2.2.1.4	Analyse des données acoustiques sous-marine	29
<b>2.2.2</b>	<b>Portée de détection des hydrophones</b>	<b>30</b>
<b>2.2.3</b>	<b>Méthodes d'évaluation des enjeux</b>	<b>32</b>
2.2.3.1	Généralités sur la méthode d'évaluation des enjeux	32
2.2.3.2	Application au cas particulier des mammifères marins et tortues marines	32
2.2.3.2.1	Evaluation de la valeur patrimoniale (critère "Valeur" V)	33
2.2.3.2.2	Evaluation de l'intérêt des aires d'étude pour l'élément considéré (critère "Localisation" L)	34
2.2.3.2.3	Evaluation de la tendance démographique (critère "Conséquence de l'évolution" C)	34
2.2.3.2.4	Niveau d'enjeu E	35
<b>2.2.4</b>	<b>Méthodes d'évaluation des impacts</b>	<b>35</b>
2.2.4.1	La sensibilité de l'enjeu à l'effet (S)	36
2.2.4.1.1	La sensibilité acoustique pour les mammifères marins et tortues marines	36
2.2.4.2	La caractérisation de l'effet (R pour risque)	36
2.2.4.3	Le niveau d'impact (I)	37
<b>3</b>	<b>ETAT INITIAL .....</b>	<b>39</b>
<b>3.1</b>	<b>Zonages de protection et d'inventaires du patrimoine naturel</b>	<b>41</b>
<b>3.1.1</b>	<b>Zonages de protection du patrimoine naturel</b>	<b>41</b>
3.1.1.1	Zones spéciales de conservations situées dans l'aire d'étude éloignée	41
3.1.1.2	Le Parc Naturel Marin des estuaires picards et de la mer d'Opale	42
<b>3.1.2</b>	<b>Autres zonages</b>	<b>45</b>
<b>3.1.3</b>	<b>Zonages d'inventaire du patrimoine naturel (ZNIEFF)</b>	<b>46</b>
<b>3.2</b>	<b>État initial « tortues marines »</b>	<b>49</b>
<b>3.2.1</b>	<b>Connaissances et données disponibles concernant les tortues marines</b>	<b>49</b>
3.2.1.1	Données concernant les échouages de tortues marines	49
3.2.1.1.1	Composition spécifique et phénologie des échouages	49
3.2.1.1.2	Distribution spatiale des échouages	50
3.2.1.2	Données d'observation de tortues marines	51
<b>3.2.2</b>	<b>Données acquises dans le cadre de l'étude</b>	<b>51</b>
<b>3.2.3</b>	<b>Quelques éléments d'écologie des espèces de tortues marines rencontrées dans l'aire d'étude éloignée</b>	<b>52</b>
3.2.3.1	La Tortue luth : distribution et comportement	52
3.2.3.2	La Tortue caouanne : distribution et comportement	53
3.2.3.3	La Tortue de Kemp : distribution et comportement	54
<b>3.2.4</b>	<b>Synthèse des principales connaissances relatives aux tortues marines sur l'aire d'étude large</b>	<b>56</b>
<b>3.2.5</b>	<b>Évaluation des enjeux « tortues marines »</b>	<b>57</b>
<b>3.3</b>	<b>État initial « Mammifères marins »</b>	<b>58</b>
<b>3.3.1</b>	<b>Connaissances et données disponibles concernant les mammifères marins</b>	<b>58</b>
3.3.1.1	Informations issues des données d'échouage de mammifères marins	58
3.3.1.2	Données d'observations en mer	75

3.3.1.2.1	Données opportunistes	75
3.3.1.2.2	Données d'observations standardisées en mer concernant les mammifères marins (Campagnes SAMM-ME)	76
3.3.1.3	Prise en compte des populations de phoques au Royaume-Uni	80
3.3.1.3.1	Le Phoque veau-marin	80
3.3.1.3.2	Le Phoque gris	82
3.3.1.4	Suivi des colonies de phoques en Baie de Somme et Baie d'Authie	84
3.3.1.4.1	Le Phoque veau-marin	84
3.3.1.4.2	Le Phoque gris	86
3.3.1.5	Suivis télémétriques des phoques	87
3.3.1.5.1	Le Phoque veau-marin	87
3.3.1.5.2	Le Phoque gris	88
3.3.1.5.3	Modélisation des habitats de phoques (ECO-PHOQUES)	89
3.3.1.5.4	Détermination des zones de chasse des phoques (ECO-PHOQUES)	91
<b>3.3.2</b>	<b>Analyse des données issues des observations de mammifères marins menées dans le cadre de l'étude</b>	<b>94</b>
3.3.2.1	Données d'observations recueillies	94
3.3.2.1.1	Données collectées par type d'expertise	94
3.3.2.1.2	Répartition par espèce	96
3.3.2.1.3	Localisation des observations de mammifères marins lors des expertises	97
3.3.2.1.4	Taux de rencontre des mammifères marins calculés d'après les expertises en mer	100
3.3.2.1.5	Phénologie des observations de mammifères marins	104
3.3.2.2	Données issues du suivi acoustique	107
<b>3.3.3</b>	<b>Synthèse des principales connaissances sur les mammifères marins fréquentant l'aire d'étude large</b>	<b>114</b>
3.3.3.1	Présentation des espèces fréquentant l'aire d'étude large.	114
3.3.3.2	Quelques éléments d'écologie des principales espèces de l'aire d'étude éloignée.	116
3.3.3.2.1	Le Marsouin commun	116
3.3.3.2.2	Le Grand Dauphin	119
3.3.3.2.3	Le Phoque gris	121
3.3.3.2.4	Le Phoque veau-marin	123
<b>3.3.4</b>	<b>Synthèse de l'état initial</b>	<b>126</b>
<b>3.3.5</b>	<b>Évaluation des enjeux mammifères marins</b>	<b>128</b>
<b>3.4</b>	<b>Autres grands pélagiques</b>	<b>130</b>
<b>3.4.1</b>	<b>Le Requin pèlerin</b>	<b>130</b>
<b>3.4.2</b>	<b>Évaluation des enjeux grands pélagiques</b>	<b>132</b>
<b>4</b>	<b>IMPACT.....</b>	<b>133</b>
<b>4.1</b>	<b>Présentation des impacts envisageables sur les mammifères marins, tortues marines et grands pélagiques</b>	<b>135</b>
<b>4.1.1</b>	<b>Généralités concernant les effets des parcs éoliens en mer sur la mégafaune marine</b>	<b>135</b>
4.1.1.1	Types de pressions pouvant s'exercer sur les mammifères marins, les tortues marines et les autres grands pélagiques	135

4.1.1.2	Types d'effets envisageables	136
<b>4.1.2</b>	<b>Sensibilité acoustique, classification acoustique et seuils d'exposition au bruit de la mégafaune marine</b>	<b>137</b>
4.1.2.1	Généralités sur le bruit et la sensibilité acoustique des mammifères marins	137
4.1.2.1.1	Données générales concernant le bruit sous-marin	137
4.1.2.1.2	Généralités sur la perception des bruits	139
4.1.2.1.3	Généralités sur les sensibilités acoustiques des mammifères marins	140
4.1.2.1.4	Le cas des expositions prolongées au bruit	140
4.1.2.2	Classification acoustique des mammifères marins, des tortues marines et des autres grands pélagiques	141
4.1.2.2.1	Classification acoustique des mammifères marins	142
4.1.2.2.2	Classification acoustique des tortues marines	143
4.1.2.2.3	Classification acoustique des requins	144
4.1.2.3	Effets du bruit sur les mammifères marins, les tortues marines et les autres grands pélagiques	144
4.1.2.3.1	Effets du bruit sur les mammifères marins	144
4.1.2.3.2	Effets du bruit sur les tortues marines	146
4.1.2.3.3	Effets du bruit sur les autres grands pélagiques	146
4.1.2.4	Approche des seuils d'exposition des mammifères marins, des tortues marines et des autres grands pélagiques au bruit	147
4.1.2.4.1	Seuils d'exposition des mammifères marins au bruit	147
4.1.2.4.2	Seuils d'exposition des tortues marines au bruit	148
4.1.2.4.3	Seuils d'exposition des autres grands pélagiques au bruit	149
<b>4.1.3</b>	<b>Présentation détaillée des principaux types d'effet retenus</b>	<b>149</b>
4.1.3.1	Modification de l'ambiance sonore sous-marine en phase de construction	149
4.1.3.2	Modification de l'ambiance sonore sous-marine en phase d'exploitation	150
4.1.3.3	Modification du champ magnétique (Phase d'exploitation)	151
4.1.3.4	Perte, altération et/ou modification d'habitat (construction-exploitation)	153
4.1.3.5	Risque de collision avec des navires (construction-exploitation-démantèlement)	153
<b>4.1.4</b>	<b>Autres effets potentiels des parcs éoliens en mer sur les mammifères marins et les tortues marines</b>	<b>154</b>
4.1.4.1	Collisions avec les fondations (exploitation)	154
4.1.4.2	Mise en suspension de sédiments (construction-démantèlement)	154
4.1.4.3	Contamination par des substances polluantes	154
4.1.4.4	Perturbation lumineuse	155
<b>4.2</b>	<b>Analyse du bruit existant sur l'aire d'étude large</b>	<b>156</b>
<b>4.3</b>	<b>Bruits générés par le projet</b>	<b>158</b>
<b>4.3.1</b>	<b>Description des ateliers liés à la phase de construction générateurs de bruit</b>	<b>158</b>
4.3.1.1	Bruit généré par les opérations de dragage	158
4.3.1.2	Bruit généré par l'ensouillage des câbles	158
4.3.1.3	Bruit généré par les opérations de forage vertical	159
4.3.1.4	Bruit généré par le battage de pieux	159
<b>4.3.2</b>	<b>Description des ateliers liés à la phase d'exploitation</b>	<b>160</b>
4.3.2.1	Atelier de fonctionnement	160
4.3.2.2	Atelier de maintenance	161

<b>4.3.3</b>	<b>Description des ateliers liés au démantèlement</b>	<b>162</b>
<b>4.3.4</b>	<b>Niveaux sonores large bande à une distance de référence</b>	<b>162</b>
<b>4.3.5</b>	<b>Caractéristiques temporelles des activités</b>	<b>164</b>
<b>4.4</b>	<b>Évaluation des impacts sur les tortues marines</b>	<b>165</b>
<b>4.4.1</b>	<b>La sensibilité acoustique des tortues marines</b>	<b>165</b>
4.4.1.1	Généralités	165
4.4.1.2	Sensibilités des tortues marines associées aux différents ateliers	166
4.4.1.3	Synthèse des sensibilités spécifiques aux différents ateliers des tortues marines	168
<b>4.4.2</b>	<b>Évaluation des impacts sur les tortues marines</b>	<b>169</b>
4.4.2.1	Impacts par modification de l'ambiance sonore sous-marine en phase de construction	169
4.4.2.2	Impacts par modification de l'ambiance sonore sous-marine en phase d'exploitation	169
4.4.2.3	Impact par modification du champ magnétique	170
4.4.2.4	Impacts par perte, altération ou modification d'habitat	170
4.4.2.5	Impacts par collision avec des navires	171
4.4.2.6	Synthèse des impacts sur les tortues marines	171
<b>4.5</b>	<b>Évaluation des impacts sur les mammifères marins</b>	<b>172</b>
<b>4.5.1</b>	<b>La sensibilité acoustique des mammifères marins</b>	<b>172</b>
4.5.1.1	Généralités	172
4.5.1.2	Méthode d'estimation du nombre de cétacés affectés	173
4.5.1.3	Sensibilités acoustiques des mammifères marins associées aux différents ateliers de la phase de construction et d'exploitation	173
4.5.1.3.1	Mammifères hautes fréquences	173
4.5.1.3.2	Mammifères moyennes fréquences	177
4.5.1.3.3	Mammifères basses fréquences	179
4.5.1.3.4	Pinnipèdes	183
<b>4.5.2</b>	<b>Influence du quantile</b>	<b>186</b>
<b>4.5.3</b>	<b>Effets prolongés du bruit sur les mammifères marins</b>	<b>188</b>
<b>4.5.4</b>	<b>Sensibilités acoustiques des mammifères marins en phase de démantèlement</b>	<b>190</b>
<b>4.5.5</b>	<b>Synthèse des sensibilités acoustiques spécifiques aux différents ateliers des mammifères marins</b>	<b>190</b>
<b>4.5.6</b>	<b>Évaluation des impacts sur les mammifères marins</b>	<b>192</b>
4.5.6.1	Impacts par modification de l'ambiance sonore sous-marine en phase de construction	192
4.5.6.2	Impacts par modification de l'ambiance sonore sous-marine en phase d'exploitation	194
4.5.6.3	Impacts modification de l'ambiance sonore sous-marine en phase de démantèlement	195
4.5.6.4	Impact par modification du champ magnétique - exploitation	196
4.5.6.5	Impact par perte, altération ou modification d'habitat en phase de construction	197
4.5.6.6	Impact par perte, altération ou modification d'habitat en phase d'exploitation	199
4.5.6.7	Impacts par collision avec des navires	201
4.5.6.8	Synthèse des impacts sur les mammifères marins	202
<b>4.6</b>	<b>Évaluation des impacts sur les « grands pélagiques »</b>	<b>203</b>
<b>4.6.1</b>	<b>La sensibilité acoustique des poissons sans vessie natatoire</b>	<b>203</b>
4.6.1.1	Généralités	203

4.6.1.2	Sensibilités des requins associées aux différents ateliers	204
4.6.1.3	Synthèse des sensibilités spécifiques aux différents ateliers des grands pélagiques.	206
<b>4.6.2</b>	<b>Évaluation des impacts sur les « grands pélagiques »</b>	<b>207</b>
4.6.2.1	Impacts acoustiques en phase de construction	207
4.6.2.2	Impacts acoustiques en phase d'exploitation	207
4.6.2.3	Impacts acoustiques en phase de démantèlement	208
4.6.2.4	Impact par modification du champ magnétique	208
4.6.2.5	Impacts par modification d'habitat	209
4.6.2.6	Impacts par collision avec des navires	209
4.6.2.7	Synthèse des impacts sur les « grands pélagiques »	209
<b>4.7</b>	<b>Impacts cumulés</b>	<b>210</b>
<b>4.7.1</b>	<b>Contexte réglementaire et méthodologie</b>	<b>210</b>
<b>4.7.2</b>	<b>Détermination des projets à prendre en compte</b>	<b>211</b>
<b>4.7.3</b>	<b>Évaluation de l'impact cumulé par type d'effets</b>	<b>215</b>
4.7.3.1	Impact par modification de l'ambiance sonore sous-marine cumulé en phase de construction	215
4.7.3.2	Impact acoustique cumulé en phase d'exploitation	219
4.7.3.3	Impact électromagnétique cumulé	219
4.7.3.4	Impact cumulé par collision avec les navires	219
4.7.3.5	Impact cumulé en phase de démantèlement.	219
<b>4.7.4</b>	<b>Synthèse des impacts cumulés</b>	<b>220</b>
<b>5</b>	<b>MESURES POUR EVITER, REDUIRE OU COMPENSER LES IMPACTS DU PROJET.....</b>	<b>221</b>
<b>5.1</b>	<b>Mesures d'évitement et de réduction d'impacts</b>	<b>223</b>
<b>5.1.1</b>	<b>Mesures d'évitement des impacts</b>	<b>223</b>
<b>5.1.2</b>	<b>Mesures de réduction des impacts</b>	<b>225</b>
5.1.2.1	Présentation des mesures de réduction	225
5.1.2.2	Fiches descriptives des mesures de réduction	229
<b>5.2</b>	<b>Évaluation des impacts résiduels</b>	<b>245</b>
<b>5.3</b>	<b>Mesures de suivi de l'efficacité des mesures</b>	<b>248</b>
<b>5.3.1</b>	<b>Présentation des suivis de l'efficacité des mesures</b>	<b>248</b>
<b>5.3.2</b>	<b>Fiches descriptives des suivis de l'efficacité des mesures</b>	<b>249</b>
<b>5.4</b>	<b>Engagements du maître d'ouvrage : amélioration de la connaissance du milieu marin</b>	<b>259</b>
<b>5.4.1</b>	<b>Présentation des engagements du maître d'ouvrage</b>	<b>259</b>
<b>5.4.2</b>	<b>Fiches descriptives des engagements du maître d'ouvrage</b>	<b>260</b>
<b>6</b>	<b>BIBLIOGRAPHIE .....</b>	<b>265</b>
<b>7</b>	<b>ANNEXES .....</b>	<b>277</b>
<b>7.1</b>	<b>Annexe 1 : Equipe de travail et personnes ressources</b>	<b>279</b>
<b>7.2</b>	<b>Annexe 2 : Dates et conditions lors des inventaires réalisés en avion</b>	<b>280</b>
<b>7.3</b>	<b>Annexe 3 : Dates et conditions lors des inventaires réalisés en bateau</b>	<b>282</b>

<b>7.4 Annexe 4 : Tableau de notation des enjeux mammifères marins</b>	<b>283</b>
<b>7.5 Annexe 5 : Tableau de notation des enjeux tortues marines</b>	<b>284</b>
<b>7.6 Annexe 6 : Tableau de notation des enjeux « grands pélagiques »</b>	<b>284</b>
<b>7.7 Annexe 7 : Résultats détaillés des observations</b>	<b>285</b>

# Table des illustrations

## LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Découpage sectorielle des côtes anglaises suivies. ....	13
Figure 2 : Cessna utilisé pour les inventaires entre 2007 et 2011.....	20
Figure 3 : Britten-Norman Islander utilisé pour les inventaires entre 2014 et 2015 .....	20
Figure 4 : Matérialisation des couloirs sur les haubans du Cessna et "bubble windows" du BN2....	21
Figure 5 : Chalutier utilisé pour les recensements lors de la campagne 2011-2012 .....	22
Figure 6 : Bateau de promenade utilisé pour les recensements lors de la campagne 2011-2012 ..	22
Figure 7 : Le Celtic warrior, utilisé pour les recensements lors de la campagne 2014-2015 .....	22
Figure 8 : Observateurs en action .....	22
Figure 9 : Déploiement d'une cage instrumentée. ....	25
Figure 10 : Système Pulse© mis en œuvre. ....	25
Figure 11 : Spectrogramme illustrant un épisode de houle .....	29
Figure 12 : Spectrogramme illustrant un signal émis par un appareil de détection sous-marin (sonar actif) d'une durée de 1 seconde .....	29
Figure 13 : Spectrogramme illustrant un sifflement associé à des harmoniques [2 kHz – 25 kHz]	29
Figure 14 : Spectrogramme illustrant un train de clics servant à la communication dans la bande fréquentielle allant de 10 à 85 kHz .....	29
Figure 15 : Evolution temporelle du nombre de tortues marines échouées dans la zone d'analyse (en rouge) et sur la façade Manche-Atlantique (en bleu) .....	49
Figure 16 : Tortue luth .....	52
Figure 17 : Tortue caouanne .....	53
Figure 18 : Proportions des différentes familles de mammifères marins échoués sur l'aire d'étude large, issues des données bibliographiques entre 1972 et 2013 - 962 échouages .....	58
Figure 19 : Evolution temporelle du nombre d'individus échoués de cétacés sur l'aire d'étude large et sur la façade Manche entre 1971 et 2013 .....	59
Figure 20 : Evolution temporelle du nombre d'individus échoués sur l'ensemble des côtes du Royaume-Uni entre 1990 et 2013.....	60
Figure 21 : Composition spécifique du nombre de cétacés échoués dans l'aire d'étude large entre 1973 et 2013 (total de 508 individus échoués identifiés) .....	61
Figure 22 : Distribution saisonnière du nombre d'individus de cétacés échoués entre 1973 et 2013 (base d'analyse de 508 individus échoués) .....	61
Figure 23 : Répartition mensuelle des échouages de Marsouin commun dans la zone d'analyse (cumul du nombre d'individus retrouvés échoués par mois, entre 1973 et 2013) .....	62
Figure 24 : Distribution mensuelle des échouages de marsouins communs au Royaume Uni. En bleu, les moyennes et écart types de 2009 à 2012, et en violet les valeurs de 2013. ....	62
Figure 25 : Variation annuelle du nombre d'individus échoués pour chaque espèce de cétacés dans l'aire d'étude large entre 1973 et 2013 .....	63
Figure 26 : Variation interannuelle des échouages de marsouins communs répertoriés dans différentes régions du Royaume-Uni entre 2009 et 2013 .....	64
Figure 27 : Variation interannuelle des échouages de dauphins communs répertoriés dans différentes régions du Royaume-Uni entre 2009 et 2013 .....	64
Figure 28 : Distribution des échouages de marsouins communs (en rouge) et de dauphins communs (en bleu) au Royaume-Uni pour l'année 2013 .....	69
Figure 29 : Evolution temporelle du nombre de pinnipèdes échoués dans la l'aire d'étude large et sur la façade Manche .....	70
Figure 30 : Evolution temporelle du nombre d'échouage de phoque répertoriés au Royaume Uni entre 2009 et 2013.....	70
Figure 31 : Proportion par espèce des échouages de pinnipèdes recensés dans l'aire d'étude large entre 1971 et 2013 (base de 413 individus) .....	71

Figure 32 : Distribution saisonnière du nombre de pinnipèdes échoués dans l'aire d'étude large entre 1971 et 2013 (cumul par mois, total de 413 individus) .....	72
Figure 33 : Evolution du nombre de pinnipèdes échoués dans l'aire d'étude large entre 1971 et 2013 (total de 413 individus).....	72
Figure 34 : Distribution spatiale des échouages de phoque au Royaume-Uni pour l'année 2013...	74
Figure 35 : Composition spécifique des observations opportunistes de mammifères marins dans l'aire d'étude large entre 1993 et 2013 (18 observations) .....	75
Figure 36 : Suivis télémétriques des phoques veaux-marins depuis 2001 .....	81
Figure 37 : Distribution des localisations de colonies de phoques gris au Royaume-Uni.....	82
Figure 38 : Suivi télémétriques de 21 phoques gris et interactions avec les parcs éoliens offshore (en noir).....	83
Figure 39 : Evolution des effectifs maxima de Phoque veau-marin en baie de Somme .....	84
Figure 40 : Evolution des effectifs maxima de Phoque veau-marin en baie d'Authie.....	85
Figure 41 : Evolution du nombre de naissances et du taux de reproduction du Phoque veau-marin en baie de Somme.....	85
Figure 42 : Evolution des effectifs maxima de Phoque gris en baie de Somme .....	86
Figure 43 : Evolution des effectifs maxima de Phoque gris en baie d'Authie.....	86
Figure 44 : Répartition par espèce du nombre d'observations et d'individus pour les cétacés en avion .....	96
Figure 45 : Répartition par espèce du nombre d'observations et d'individus pour les cétacés en bateau .....	96
Figure 46 : Taux de rencontre moyen et écart type par campagne avion et bateau pour chacune des espèces et groupes d'espèces de cétacés contactés .....	100
Figure 47 : Marsouin commun photographié (à grande distance) depuis l'avion .....	101
Figure 48 : Proportions des principaux cétacés observés par strate bathymétrique.....	102
Figure 49 : Grands Dauphins observés sur site .....	102
Figure 50 : Proportions des phoques observés par strate bathymétrique (hors estran) .....	103
Figure 51 : Phoque veau-marin .....	103
Figure 52 : Phénologie des observations cumulées de dauphins en avion et bateau.....	104
Figure 53 : Grands Dauphins observés en avion sur le site.....	104
Figure 54 : Phénologie des observations de Marsouin commun en avion et bateau .....	105
Figure 55 : Phénologie des observations cumulées de phoques en avion et bateau (hors estran) .....	106
Figure 56 : Phoque gris en train de manger un poisson plat .....	106
Figure 57 : Probabilité mensuelle de présence acoustique des Delphinidés selon la détection de clics [10 kHz – 180 kHz] et de sifflements [2 kHz – 25 kHz] dans les enregistrements audio observés. ....	108
Figure 58 : Présence acoustique journalière des Delphinidés selon la détection de clics [25 kHz – 85 kHz] et de sifflements [2 kHz – 20 kHz] dans les enregistrements audio observés...	109
Figure 59 : Spectrogramme illustrant des sifflements et clics de Grand Dauphin, Tursiops truncatus, détectés par l'hydrophone situé au point R2 (ENR-011) le 08 août 2015 à 1600 UTC.	110
Figure 60 : Présence acoustique journalière des Balénoptéridés selon la détection de mugissements [0 kHz – 4 kHz] dans les enregistrements audio observés. ....	110
Figure 61 : Présence acoustique journalière des Phocoenidés selon les détections de clics [100 kHz – 150 kHz] dans les enregistrements audio observés. ....	111
Figure 62 : Probabilité mensuelle de présence acoustique des Marsouins communs selon les détections de clics [110 kHz – 150 kHz] dans les enregistrements audio observés...	112
Figure 63 : Audiogramme du Marsouin commun .....	117
Figure 64 : Bilan des observations en mer de Grands Dauphins .....	120
Figure 65 : Audiogramme du Grand Dauphin.....	120
Figure 66 : Audiogramme des phoques.....	122
Figure 67 : Audiogramme du Phoque veau-marin. ....	124
Figure 68 : Fréquence et puissance de différentes sources de bruit .....	138

Figure 69 : Chaîne de transmission acoustique d'une source (son produit) vers un récepteur (son perçu).....	139
Figure 70 : Audiogrammes de trois espèces de mammifères marins (et de poissons, pour comparaison).....	143
Figure 71 : Audiogrammes chez la tortue verte (C.m), de Kemp (L.k) et caouanne (C c) .....	143
Figure 72 : Graduation des risques biologiques en fonction de l'éloignement à la ou les sources de bruit anthropique .....	145
Figure 73 : Mesures du champ électromagnétique sur 10 parcs éoliens en mer .....	151
Figure 74 : Mesures du champ électromagnétique sur 10 parcs éolien en mer .....	152
Figure 75 : Gabarit de source sonore (en dB ref. 1µPa/√Hz @1m) localisée près du fond permettant de modéliser le bruit généré par l'opération de dragage .....	158
Figure 76 : Modèle de niveau d'exposition sonore à un mètre du pieu de diamètre 2,2 ou 3 m, pour un coup unique, en fonction de la fréquence. ....	160
Figure 77 : Modèle de bruit généré par une éolienne structure « jacket » à 1 m de la structure en fonction de la fréquence.....	161
Figure 78 : Gabarit de source sonore (en dB ref. 1µPa/√Hz @1m) modélisant un navire de type remorqueur. ....	161
Figure 79 : Cartographie des zones de perception des bruits du projet pour les tortues marines .	166
Figure 80 : Limites médianes des zones de risque de modification du comportement pour les tortues marines .....	167
Figure 81 : Limites médianes des zones de risque de dommage physiologique direct pour les tortues marines .....	167
Figure 82 : Cartographie des zones de perception des bruits du projet pour le Marsouin commun	174
Figure 83 : Limites médianes des zones de risque de modification du comportement pour le Marsouin commun.....	175
Figure 84 : Limites médianes des zones de risque de dommage physiologique direct pour le Marsouin commun.....	175
Figure 85 : Superposition des zones de risques aux données d'observation de Marsouin commun	176
Figure 86 : Cartographie des zones de perception des bruits du projet pour les cétacés moyennes fréquences .....	177
Figure 87 : Limites médianes des zones de risque de modification du comportement pour les cétacés moyennes fréquences .....	178
Figure 88 : Superposition des zones de risques aux données d'observation de cétacés moyennes fréquences .....	179
Figure 89 : Cartographie des zones de perception des bruits du projet pour les cétacés basses fréquences .....	180
Figure 90 : Limites médianes des zones de risque de modification du comportement pour les cétacés moyennes fréquences .....	181
Figure 91 : Limites médianes des zones de risque de dommage physiologique temporaire (réversible) pour les cétacés basses fréquences .....	182
Figure 92 : Cartographie des zones de perception des bruits du projet pour les pinnipèdes .....	183
Figure 93 : Limites médianes des zones de risque de modification du comportement pour les pinnipèdes.....	185
Figure 94 : Limites médianes des zones de risque de dommage physiologique temporaire pour les pinnipèdes.....	185
Figure 95 : Comparaison de la cartographie des risques sonores pour les percentiles 5 et 50% lors d'un même battage de pieu d'une fondation jacket.....	187
Figure 96 : Cartographie des risques en fonction du point de départ d'un cétacé moyenne fréquence en phase de fuite à la vitesse de 20km/h lors d'une séquence de battage de pieu ...	189
Figure 97 : Cartographie des risques en fonction du point de départ d'un pinnipède en phase de fuite à la vitesse de 20km/h lors d'une séquence de battage de pieu.....	189
Figure 98 : Limites médianes de la zone de risque de modification du comportement pour les poissons avec vessie natatoire sans cils sensitifs sur la cartographie des habitats sélectionnés par les phoques gris et veau marin .....	198

Figure 99 : Limites médianes des zones de risque de modification du comportement pour les poissons avec vessie natatoire sans cils sensitifs .....	198
Figure 100 : Cartographie des zones de perception des bruits du projet pour les poissons sans vessie natatoire .....	204
Figure 101 : Limites médianes des zones de risque de dommage physiologique direct pour les poissons sans vessie natatoire .....	205
Figure 102 : Projets retenus pour l'étude des effets cumulés .....	212
Figure 103 : Projets retenus pour l'étude des effets cumulés .....	217
Figure 104 : Superposition des zones de risques aux données d'observation de Marsouin toute saisons confondues et hors Février à mai. ....	243
Figure 105 : Schéma du principe de MAVEO .....	261

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Avantages et inconvénients des protocoles d'acquisition de données retenus.....	17
Tableau 2 : Répartition des différentes campagnes d'observations .....	26
Tableau 3 : Dates des sorties réalisées pour le déploiement et le relevage des instruments acoustiques .....	27
Tableau 4 : Synthèse des portées de détection moyenne pour chaque point de mesure en fonction de certaines espèces de mammifères marins potentiellement présentes sur le site de Dieppe – Le Tréport.....	31
Tableau 5 : Présentation des différents statuts de liste rouge et des principaux critères d'éligibilité	33
Tableau 6 : Note attribuée aux critères des listes rouges et autres statuts utilisés .....	34
Tableau 7 : Présentation des critères de notation de la valeur localisation.....	34
Tableau 8 : Correspondance entre la note d'enjeu et le niveau d'enjeu .....	35
Tableau 9 : Correspondance entre la note d'impact et le niveau d'impact.....	37
Tableau 10 : ZSC situées dans l'aire d'étude éloignée ou à proximité immédiate.....	41
Tableau 11 : Parc Naturel Marin (PNM) présent dans l'aire d'étude éloignée ou à proximité. ....	42
Tableau 12 : Autres zonages dans l'aire d'étude éloignée ou à proximité. ....	45
Tableau 13 : Caractéristiques des ZNIEFF côtières situées dans l'aire d'étude éloignée .....	46
Tableau 14 : Synthèse des caractéristiques et données concernant les espèces de tortues marines observées en Manche .....	55
Tableau 15 : Niveaux d'enjeux concernant les tortues marines .....	57
Tableau 16 : Récapitulatif des sessions d'acquisition de données en mer analysées dans le cadre de ce rapport .....	94
Tableau 17 : nombre d'observations et nombre d'individus observés par type d'expertise et par espèce.....	95
Tableau 18 : Synthèse sur la présence des données récoltées pour le site de Dieppe – Le Tréport entre juin 2015 et juin 2016. ....	108
Tableau 19 : Présence acoustique avérée sur l'aire d'étude éloignée à l'issue de l'analyse des signaux acoustiques .....	113
Tableau 20 : Caractérisation de la présence acoustique de mammifères marins sur l'aire d'étude éloignée.....	114
Tableau 21 : Statut des espèces de mammifères marins observés dans l'aire d'étude large.....	115
Tableau 22 : Schéma simplifié de la phénologie des phases clés du cycle de vie biologique du Marsouin commun .....	118
Tableau 23 : Schéma simplifié de la phénologie des phases clés du cycle de vie biologique du Grand Dauphin .....	121
Tableau 24 : Schéma simplifié de la phénologie des phases clés du cycle de vie biologique du Phoque gris .....	123

Tableau 25 : Schéma simplifié de la phénologie des phases clés du cycle de vie du Phoque veau-marin .....	125
Tableau 26 : Synthèse des enjeux mammifères marins .....	128
Tableau 27: Principaux effets des parcs éoliens en mer sur les mammifères marins, les tortues marines et les autres grands pélagiques.....	136
Tableau 28 : Synthèse des seuils de perturbation sonore pour les mammifères marins et les tortues marines .....	148
Tableau 29 : Valeurs de champ magnétique simulé en fonction de la distance au câble .....	151
Tableau 30 : Niveaux de bruit large bande estimés a point source et à une distance de référence de 750 m de leur origine. ....	163
Tableau 31 : Phasage des travaux et sensibilité biologique de chaque espèce.....	164
Tableau 32 : Sensibilité acoustique des tortues marines .....	165
Tableau 33 : Etendues des zones d'impacts physiologiques en fonction de la nature des travaux chez les tortues marines.....	166
Tableau 34 : Synthèse de la sensibilité auditive des tortues marines par type d'atelier .....	168
Tableau 35 : Analyse des impacts acoustiques sur les tortues marines en phase de construction	169
Tableau 36 : Analyse des impacts acoustiques sur les tortues marines en phase d'exploitation ...	169
Tableau 37 : Analyse des impacts sur les tortues marines par pollution magnétique.....	170
Tableau 38 : Analyse des impacts sur les tortues marines par modification d'habitats .....	170
Tableau 39 : Analyse des impacts sur les tortues marines par collision avec les bateaux.....	171
Tableau 40 : Synthèse des impacts sur les tortues marines.....	171
Tableau 41 : Synthèse des seuils de perturbation sonore pour les mammifères marins susceptibles d'être présents dans la zone d'étude.....	172
Tableau 42 : Etendues des zones de perception sonore et d'impacts comportementaux ou physiologiques en fonction de la nature des travaux pour les mammifères marins hautes fréquences .....	174
Tableau 43 : Etendues des zones de perception sonore et d'impacts comportementaux ou physiologiques en fonction de la nature des travaux pour les mammifères marins moyennes fréquences .....	177
Tableau 44 : Etendues des zones de perception sonore et d'impacts comportementaux ou physiologiques en fonction de la nature des travaux pour les mammifères marins basses fréquences .....	180
Tableau 45 : Etendues des zones de perception sonore et d'impacts comportementaux ou physiologiques en fonction de la nature des travaux pour les pinnipèdes.....	183
Tableau 46 : Comparaison des distances médianes (en mille nautique) en fonction du quantile sélectionné lors du battage de pieu de diamètre 2,2m .....	186
Tableau 47 : Synthèse de la sensibilité auditive des mammifères marins par espèce spécifique à chaque type d'atelier .....	190
Tableau 48 : Analyse des impacts sur les mammifères marins en phase de construction.....	192
Tableau 49 : Analyse des impacts sur les mammifères marins en phase d'exploitation .....	194
Tableau 50 : Analyse des impacts sur les mammifères marins en phase de démantèlement.....	195
Tableau 51 : Analyse des impacts sur les mammifères marins par pollution magnétique.....	196
Tableau 52 : Analyse des impacts par perte d'habitats en phase de construction .....	199
Tableau 53 : Analyse des impacts par perte d'habitats en phase d'exploitation .....	200
Tableau 54 : Analyse des impacts sur les mammifères marins par collision avec des navires.....	201
Tableau 55 : Synthèse des niveaux d'impacts sur les mammifères marins .....	202
Tableau 56 : Étendues des zones d'impacts physiologiques en fonction de la nature des travaux chez les poissons sans vessie natatoire .....	204
Tableau 57 : Synthèse de la sensibilité auditive des poissons sans vessie natatoire par type d'atelier .....	206
Tableau 58 : Analyse des impacts sur le requin pèlerin en phase de construction.....	207
Tableau 59 : Analyse des impacts en phase d'exploitation .....	207
Tableau 60 : Analyse des impacts sur le requin pèlerin en phase de construction.....	208

Tableau 61 : Analyse des impacts sur le Requin pèlerin par modification du champ magnétique .	208
Tableau 62 : Analyse des impacts sur le Requin pèlerin par collision avec les bateaux .....	209
Tableau 63 : Synthèse des impacts sur le Requin pèlerin .....	209
Tableau 64 : Projets retenus pour l'étude des effets cumulés .....	211
Tableau 65 : Projets écartés dont les effets sont jugés comme non significatifs .....	213
Tableau 66 : Projets pris en compte et dont les effets cumulés sont jugés comme significatifs....	213
Tableau 67 : Emprise en kilomètres autour de la zone de travaux pouvant entraîner des modifications de comportements .....	216
Tableau 68 : Evaluation des impacts cumulés en phase de construction.....	218
Tableau 69 : Mesures d'évitement concernant les mammifères marins .....	224
Tableau 70 : Mesures de réduction concernant les mammifères marins .....	226
Tableau 71 : Synthèse des niveaux d'impacts résiduels sur les mammifères marins .....	247
Tableau 72 : Présentation des suivis de l'efficacité des mesures d'évitement et de réduction .....	248
Tableau 73 : Dates et conditions des inventaires en avion de la campagne 2007/2008 .....	280
Tableau 74 : Dates et conditions des inventaires en avion de la campagne 2010/2011 .....	281
Tableau 75 : Dates et conditions des inventaires en avion de la campagne 2014/2015 .....	281
Tableau 76 : Dates et conditions des inventaires en bateau de la campagne 2010/2011 .....	282
Tableau 77 : Dates et conditions des inventaires en bateau de la campagne 2014/2015 .....	282



# 1 Cadre de l'étude et objectifs





## 1.1 Présentation des objectifs de l'étude

Le présent document constitue la version-finale du rapport spécifique "Mammifères marins, tortues marines et autres grands pélagiques" des études relatives au projet éolien en mer de Dieppe-Le Tréport.

Le rapport d'expertise constitue un document complet et détaillé utilisé pour alimenter l'étude d'impact sur l'environnement ainsi que l'évaluation des incidences au titre de Natura 2000 du projet éolien en mer.

Comme pour toutes les thématiques ciblées, les éléments fournis dans la version finale du rapport d'expertise permettront de se conformer au cadre réglementaire des demandes administratives pour la réalisation du projet de parc éolien en mer.

Les objectifs de l'étude spécifique " Mégafaune marine " sont les suivants :

- ▶ caractériser les peuplements d'espèces connus pour fréquenter, régulièrement ou occasionnellement l'aire d'étude éloignée ;
- ▶ évaluer les principales périodes de présence, les activités et les densités des principales espèces rencontrées ;
- ▶ évaluer les enjeux relatifs aux mammifères marins, aux tortues marines et autres grands pélagiques, à la fois en lien avec l'utilisation observée ou estimée du secteur, la présence d'espèces remarquables, l'intérêt fonctionnel évalué de l'aire d'étude éloignée ;
- ▶ apprécier les effets et impacts prévisibles des différentes phases de vie du parc éolien en mer sur les mammifères marins, les tortues marines et les grands pélagiques ;
- ▶ élaborer et décrire des mesures d'évitement et de réduction d'impacts en adéquation avec les impacts prévisibles identifiés ;
- ▶ évaluer les impacts résiduels du parc éolien en mer, y compris les impacts cumulés et proposer, le cas échéant, des mesures de compensation.

## 1.2 Cadre réglementaire

### 1.2.1 Étude d'impact

Les études d'impact sur l'environnement ont été introduites en France par la loi du 10 juillet 1976 relative à la protection de la nature et ses décrets d'application de 1977. Introduit plus tard, le droit européen en matière d'étude d'impact trouve sa source dans la directive CEE 85/337 du 27 juin 1985, modifiée par la directive CEE 97/11 du 3 mars 1997.

Les études d'impact sont régies par les articles L.122-1 à L.122-3-3 et R.122-1 à R.122-15 du Code de l'environnement.

L'article L122-1 du Code de l'environnement précise que « Les projets de travaux, d'ouvrages ou d'aménagements publics et privés qui, par leur nature, leurs dimensions ou leur localisation sont susceptibles d'avoir des incidences notables sur l'environnement ou la santé humaine sont précédés d'une étude d'impact ».

Des critères techniques par type de projet permettent de lister les projets soumis à étude d'impact de façon systématique ou au cas par cas (après étude du contexte particulier de chaque projet dans certaines conditions pour déterminer s'il y a nécessité ou non de réaliser une étude d'impact).

L'article R. 122-2 du Code de l'environnement (annexe) liste les projets qui, selon leur nature, sont :

- ▶ obligatoirement soumis à étude d'impact ;
- ▶ obligatoirement soumis au-dessus d'un seuil et soumis au cas par cas en dessous du seuil ;
- ▶ soumis au cas par cas.

Le projet éolien en mer des îles d'Yeu et de Noirmoutier est obligatoirement soumis à étude d'impact (point n° 27 de l'annexe de l'article R. 122-2 du Code de l'environnement).

L'article R. 122-5 du Code de l'environnement précise le contenu minimal d'une étude d'impact, qui doit être « 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 (...) ». L'étude d'impact comprend (article R. 122-5 du Code de l'environnement) :

- ▶ « 1°Une description du projet (...) ;
- ▶ 2°Une analyse de l'état initial de la zone et des milieux susceptibles d'être affectés par le projet, portant notamment sur (...) la faune et la flore, les habitats naturels, (...), les continuités écologiques telles que définies par l'article L.371-1 (...) ;
- ▶ 3°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, (...) ;
- ▶ 4°Une analyse des effets cumulés du projet avec d'autres projets connus (...) ;
- ▶ 5°Une esquisse des principales solutions de substitution examinées par le pétitionnaire ou le maître d'ouvrage (...) ;
- ▶ 6°Les éléments permettant d'apprécier la compatibilité du projet (...) et la prise en compte du schéma régional de cohérence écologique dans les cas mentionnés à l'article L. 371-3 ;

- ▶ 7° Les mesures prévues par le pétitionnaire ou le maître de l'ouvrage pour :
  - éviter les effets négatifs notables du projet sur l'environnement (...) et réduire les effets n'ayant pu être évités ;
  - compenser, lorsque cela est possible, les effets négatifs notables du projet sur l'environnement (...) qui n'ont pu être ni évités ni suffisamment réduits. (...);
- ▶ 8° Une présentation des méthodes utilisées pour établir l'état initial (...);
- ▶ 9° Une description des difficultés éventuelles, de nature technique ou scientifique, rencontrées (...) pour réaliser cette étude ;
- ▶ 10° 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 ;
- ▶ [...] ».

#### **PRISE EN COMPTE DES MAMMIFÈRES MARINS ET AUTRES GRANDS PÉLAGIQUES DANS LES ÉTUDES D'IMPACT**

L'étude d'impact s'attache à la prise en compte de l'intégralité des composantes de l'environnement. Les mammifères marins ainsi que les autres grands pélagiques (tortues marines, requins, etc.) sont pris en considération dans le cadre des études d'impact au même titre que les autres groupes faunistiques ainsi que les habitats naturels et la flore. Conformément aux dispositions du Code de l'environnement (notamment le principe de proportionnalité), les mammifères marins font l'objet d'une attention particulière dans le cadre de l'étude au regard des caractéristiques du projet (un projet éolien en mer est susceptible d'affecter ce groupe d'espèces, particulièrement en phase de construction).

Une attention particulière est portée aux espèces protégées (concernées par l'article L 411-1 du Code de l'environnement) ainsi qu'aux espèces rares ou menacées (voir chapitre suivant).

### **1.2.2 Protection et statuts de rareté des espèces**

Une espèce protégée est une espèce pour laquelle s'applique une réglementation contraignante particulière. Toutes les espèces de mammifères marins sont protégées.

L'étude d'impact se doit d'étudier la compatibilité entre le projet d'aménagement et la réglementation en matière de protection de la nature. Les contraintes réglementaires et les contraintes écologiques identifiées dans le cadre de cette étude s'appuient sur les textes en vigueur au moment où l'étude est rédigée.

#### **1.2.2.1 Droit européen**

En droit européen, les dispositions sont régies par les articles 5 à 9 de la directive 79/409/CEE du 2 avril 1979, dite directive « Oiseaux » et par les articles 12 à 16 de la directive 92/43/CEE du 21 mai 1992, dite directive « Habitats / Faune / Flore ». L'État français a transposé les directives « Habitats » et « Oiseaux » par voie d'ordonnance (ordonnance n° 2001-321 du 11 avril 2001).

### 1.2.2.2 Droit français

En droit français, la protection des espèces est régie par le Code de l'Environnement :

« Art. L.411-1. Lorsqu'un intérêt scientifique particulier ou que les nécessités de la préservation du patrimoine biologique justifient la conservation d'espèces animales non domestiques ou végétales non cultivées, sont interdits :

1° La destruction ou l'enlèvement des œufs ou des nids, la mutilation, la destruction, la capture ou l'enlèvement, la perturbation intentionnelle, la naturalisation d'animaux de ces espèces ou, qu'ils soient vivants ou morts, leur transport, leur colportage, leur utilisation, leur détention, leur mise en vente, leur vente ou leur achat ;

2° La destruction, la coupe, la mutilation, l'arrachage, la cueillette ou l'enlèvement de végétaux de ces espèces, de leurs fructifications ou de toute autre forme prise par ces espèces au cours de leur cycle biologique, leur transport, leur colportage, leur utilisation, leur mise en vente, leur vente ou leur achat, la détention de spécimens prélevés dans le milieu naturel ;

3° La destruction, l'altération ou la dégradation du milieu particulier à ces espèces animales ou végétales ; [...] ».

Ces prescriptions générales sont ensuite précisées pour chaque groupe par un arrêté ministériel fixant la liste des espèces protégées, le territoire d'application de cette protection et les modalités précises de celle-ci (article R.411-1 du Code de l'environnement).

Concernant spécifiquement les mammifères marins, l'arrêté du 1<sup>er</sup> juillet 2011 (consolidé - NOR: DEVL1110724A) fixe la liste des espèces protégées sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection.

La majorité des espèces de mammifères marins présentes régulièrement sur le territoire français (métropole et outre-mer) est concernée par l'article 2 de cet arrêté, spécifiant que :

" I. - La destruction, la mutilation, la capture ou l'enlèvement intentionnels incluant les prélèvements biologiques, la perturbation intentionnelle incluant la poursuite ou le harcèlement des animaux dans le milieu naturel.

II. - 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 compromette la conservation de l'espèce en remettant en cause le bon accomplissement des cycles biologiques.

III. - La détention, le transport, la naturalisation, le colportage, la mise en vente, la vente ou l'achat, l'utilisation commerciale ou non des spécimens de mammifères marins prélevés dans le milieu naturel : (...)".

Concernant les tortues marines, l'arrêté du 14 octobre 2005 (NOR : DEVN0540395A) fixe la liste des espèces protégées sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection.

La majorité des espèces de mammifères marins présentes régulièrement sur le territoire français (métropole et outre-mer) est concernée par l'article 2 de cet arrêté, spécifiant que :

Six espèces de tortues marines, présentes régulièrement sur le territoire français (métropole et outre-mer), sont concernées par l'article 3 de cet arrêté, spécifiant que :

" I. - Sont interdits, sur tout le territoire national et en tout temps :

- la destruction, l'altération ou la dégradation du milieu particulier des tortues marines ;
- la destruction ou l'enlèvement des œufs et des nids ;
- la destruction, la mutilation, la capture ou l'enlèvement, la perturbation intentionnelle des tortues marines.

II. - Sont interdits, sur tout le territoire national et en tout temps, la détention, le transport, la naturalisation, le colportage, la mise en vente, la vente ou l'achat, l'utilisation, commerciale ou non, des spécimens de tortues marines prélevés :

- dans le milieu naturel du territoire métropolitain de la France ou du département de la Guyane, après le 17 août 1991 ;
- dans le milieu naturel du département de la Guadeloupe, après le 19 novembre 1991 ;
- dans le milieu naturel du département de la Martinique, après le 26 mars 1993 ;
- dans le milieu naturel du reste du territoire national, après le 7 décembre 2000 ;
- dans le milieu naturel du territoire européen des autres Etats membres de l'Union européenne, après la date d'entrée en vigueur de la directive du 21 mai 1992 susvisée."

*Remarque : des dérogations au régime de protection des espèces de faune et de flore peuvent être accordées dans certains cas particuliers listés à l'article L.411-2 du Code de l'Environnement. L'arrêté ministériel du 19 février 2007 en précise les conditions de demande et d'instruction.*



## 2 Méthodologie





## 2.1 Méthodes de collecte des données

Ce chapitre présente les diverses méthodes de collecte de données mises en œuvre dans le cadre de l'étude. 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 menées spécifiquement dans le cadre du projet.

### 2.1.1 Analyse des connaissances et des données bibliographiques

#### 2.1.1.1 Présentation de la zone d'analyse bibliographique

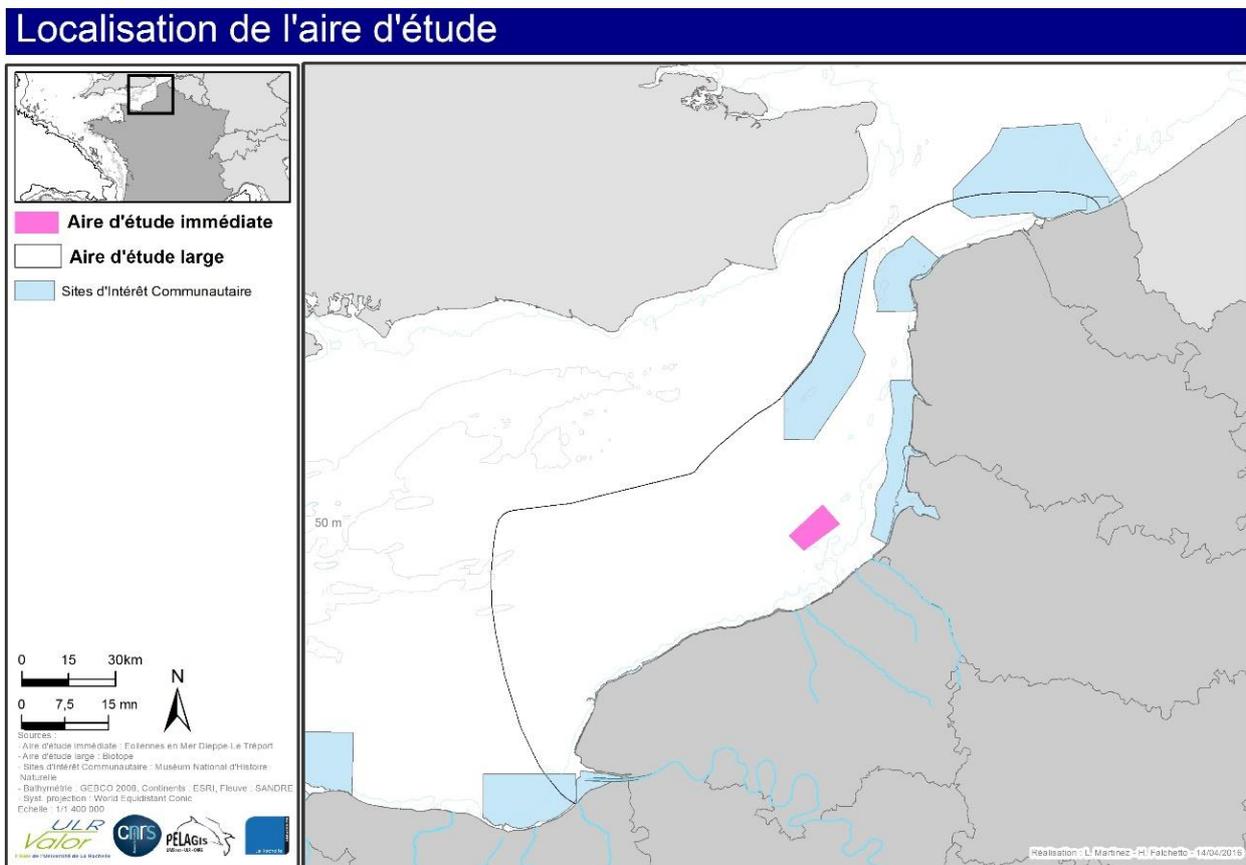
Les mammifères marins, les tortues marines et les grands pélagiques sont des espèces très mobiles. Ainsi, étudier leur distribution à une échelle cohérente pour chaque espèce peut s'avérer difficile. Afin de disposer d'une compréhension la plus complète du rôle d'une zone géographique pour les espèces, il pourrait être envisagé de réaliser une étude à l'échelle des populations et de ce que l'on appelle les unités de gestion. Les unités de gestion sont considérées comme une unité fonctionnelle démographiquement cohérente au sein de laquelle les populations se reproduisent entre elles.

Il a cependant été choisi, dans le cadre de cette étude, de prendre un raisonnement inverse et de s'intéresser aux zones potentiellement concernées par des impacts liés au projet de parc éolien en mer et de caractériser les populations de mammifères marins, de tortues marines et de grands pélagiques susceptibles de s'y trouver.

La littérature concernant les parcs éoliens en mer s'accorde sur le fait que la phase la plus bruyante est la construction. Ainsi, lors du battage de pieux, le bruit généré peut être audible jusqu'à 80 km pour le Marsouin (Madsen *et al.*, 2006 ; Bailey *et al.*, 2009). C'est pourquoi il a été choisi de définir la zone d'analyse bibliographique comme s'étendant de Calais à la Pointe d'Antifer, zone intégrée dans l'aire d'étude large qui s'étend jusqu'à plus de 100 km du projet (Carte 1).

Cette zone d'analyse apparaît comme une unité écologique cohérente en termes d'habitats pour les mammifères marins tout en étant suffisamment vaste pour permettre de comprendre son fonctionnement global.

Carte 1 : Aire d'analyse des données bibliographiques pour les mammifères marins et les tortues marines retenue dans le cadre du projet



Source : ULR Valor/Observatoire PELAGIS, 2016

### 2.1.1.2 Informations issues des données d'échouages

#### 2.1.1.2.1 Présentation des réseaux de suivi des échouages et données générales à l'échelle de la zone d'analyse

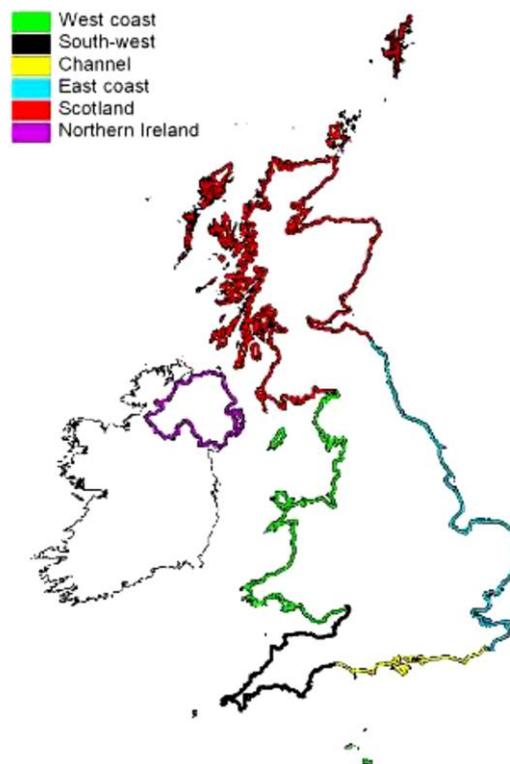
##### DONNEES D'ÉCHOUGES CONCERNANT LES MAMMIFÈRES MARINS

En France, les échouages de mammifères marins sont suivis par le Réseau National Echouages (RNE) depuis 1970. Coordonné par l'observatoire PELAGIS/université de La Rochelle, le RNE est composé de près de 300 correspondants qui interviennent sur chaque échouage signalé sur l'ensemble des côtes françaises, en métropole et à l'outre-mer.

Le RNE est essentiellement composé de volontaires formés à la réalisation d'un protocole scientifique. Pour chaque échouage, plusieurs informations de base sont relevées comme le lieu d'échouage, l'espèce, le sexe, l'état de fraîcheur et des mesures corporelles selon le protocole de Norris (1961). Selon les compétences et le matériel disponible, certains correspondants vont jusqu'à la pratique d'examens internes et la réalisation de prélèvements de tissus en accord avec les recommandations de la Société Européenne de Cétologie, ECS (Kuiken et Hartmann, 1991). Ainsi, le suivi des échouages sur les littoraux français représente une série temporelle de 40 années consécutives, soit une des plus importantes en Europe.

Au Royaume-Uni, les échouages de mammifères marins sont suivis depuis 1990 par le programme Cetaceans Stranding Investigation Programme (CSIP), composé de différentes structures (Institute of Zoology, Zoological Society of London, the Scottish rural College, the Natural History Museum and Marine Environmental Monitoring). A l'instar du RNE, ils interviennent sur l'ensemble des échouages signalés sur les côtes du Royaume-Uni. Des rapports annuels font le bilan des échouages et sont disponibles sur Internet. En l'absence d'accès aux données brutes, les résultats du CSIP sont utilisés pour contextualiser les résultats des échouages français. Les résultats sont parfois analysés pour la totalité du Royaume-Uni parfois par façade selon le découpage illustré ci-dessous. La façade qui concerne le projet étant la cote est (East coast).

Figure 1 : Découpage sectorielle des côtes anglaises suivies.



Source : CSIP, 2014

#### DONNEES D'ÉCHOUAGE CONCERNANT LES TORTUES MARINES

Sur la façade Manche-Atlantique, les échouages de tortues marines sont suivis par le Réseau Tortues Marines Atlantique Est (RTMAE) coordonné par le Centre d'Etudes et de Soins pour les Tortues Marines (CESTM) de l'Aquarium La Rochelle. Il est composé d'une centaine de membres, formés à intervenir sur les échouages et à collecter des données standardisées. Ces données concernent le lieu de l'échouage, la date de l'échouage, l'espèce, la taille, le sexe, les blessures apparentes, la présence de marque individuelle type bague métallique ou puce électronique. Les individus retrouvés vivants (échouages, captures accidentelles, en détresse en mer) sont conduits au centre de soins où ils sont alors réhabilités puis relâchés en mer lorsque leur état le permet. Les individus morts sont autopsiés et des prélèvements sont effectués puis conservés en vue d'analyses diverses (métaux lourds, analyses génétiques...).

Grâce à ce recensement, les données d'échouages sont collectées depuis 1988, constituant une série temporelle de 27 ans consécutifs permettant ainsi de mettre en évidence les variations spatio-temporelles et spécifiques sur l'aire d'étude large.

Aucune donnée d'échouage n'est disponible pour les grands pélagiques.

#### 2.1.1.2 Limites concernant les données d'échouages

Il convient d'être prudent dans l'analyse des données d'échouages. En effet, le fait de retrouver des animaux échoués sur une zone donnée ne signifie pas forcément qu'ils l'ont fréquenté de leur vivant. Les carcasses de mammifères marins et de tortues marines peuvent dériver sur de grandes distances au gré des vents et des courants (Peltier, 2007 ; Koch *et al.*, 2013). Ainsi, les échouages à la côte ne présument pas de l'abondance absolue de cétacés dans une zone mais sont des indicateurs d'abondance relative et de distribution des cétacés à l'échelle des différentes façades.

Il n'est par ailleurs pas possible de mettre directement en relation les effectifs d'échouages et les effectifs de populations. En effet, un animal mort en mer n'est pas forcément retrouvé en échouage, surtout si la mort survient loin des côtes. Néanmoins, les échouages constituent un indicateur d'abondance et de diversité spécifique des populations en mer à large échelle. Les échouages permettent un suivi des espèces, de l'abondance relative, de l'état sanitaire des populations de mammifères marins. Ainsi, les échouages de delphinidés sont nombreux, mais les effectifs des populations en mer également. De la même façon, les échouages de rorquals ou de cachalots sont peu nombreux, mais les effectifs des populations en mer sont présumés beaucoup plus faibles que ceux des dauphins et marsouins. Il est difficile de définir avec certitude si certains mammifères marins sont plus enclins à s'échouer que d'autres, proportionnellement aux effectifs des populations, dans la mesure où ces effectifs sont mal connus.

#### 2.1.1.3 Synthèse des données d'observation en mer disponibles

Deux types de données d'observations en mer sont disponibles dans les bases de données de l'Observatoire PELAGIS et du CESTM de l'Aquarium La Rochelle :

- ▮ les observations occasionnelles ou opportunistes, rapportées par des plaisanciers ou lors de sorties en mer non dédiées à l'observation des cétacés ou de tortues marines ;
- ▮ les observations standardisées, réalisées lors de campagnes dédiées spécifiquement au recensement de cétacés principalement. Pour ces dernières, l'effort d'observation est quantifié : il s'agit du temps ou de la distance parcourue pendant laquelle des observateurs qualifiés ont recherché des espèces.

##### 2.1.1.3.1 Données d'observation opportunistes

Les observations opportunistes permettent seulement d'obtenir des informations de la présence d'individus d'une ou plusieurs espèces à un moment donné. Pour les mammifères marins, les observations standardisées sont moins nombreuses mais elles sont plus fiables et permettent de réaliser des analyses d'abondance relative et de distribution.

Concernant les mammifères marins, les données opportunistes compilées dans les bases de l'observatoire PELAGIS ainsi que de l'Aquarium La Rochelle, ont été analysées dans le cadre de cette étude.

Les observations en mer de tortues marines concernent essentiellement les observations de Tortue Luth recensées dans le cadre de la campagne « Devenez observateur de l'Atlantique » menée par l'Aquarium de La Rochelle en partenariat avec l'observatoire PELAGIS. Les captures accidentelles et les observations de tortues marines en détresse ont également été prises en compte dans les analyses.

### 2.1.1.3.2 Données d'observation standardisées

#### DONNEES ISSUES DE LA CAMPAGNE SAMM (MAMMIFERES MARINS ET TORTUES MARINES)

Dans le cadre de la directive européenne « Habitats, Faune, Flore », le Ministère de l'écologie, de l'énergie et de la mer (MEEM) a délégué à l'Agence des aires marines protégées (AAMP) la mise en œuvre d'un Programme d'acquisition de connaissances sur les oiseaux et les mammifères marins (PACOMM). L'objectif de ce programme est de constituer un état initial de la fréquentation des eaux sous juridiction française, par les oiseaux et les mammifères marins afin de compléter ou de désigner de nouvelles zones de protection Natura 2000 ou ajuster les périmètres des sites déjà désignés. Au cours de ces campagnes, les observations de tortues marines ont également été relevées.

La campagne SAMM (Suivi aérien de la mégafaune marine en France métropolitaine) a été menée par l'AAMP pour évaluer la distribution des prédateurs supérieurs (oiseaux et mammifères marins notamment) et sa variabilité spatiale et temporelle. Les campagnes d'observation ont eu lieu du 3 novembre 2011 au 15 février 2012 puis du 15 mai au 15 août 2012. L'ensemble de la Zone économique exclusive (ZEE) française (et au-delà) a été survolé. Le protocole utilisé lors des campagnes SAMM, le traitement et l'analyse des données effectuées sont détaillés dans Pettex *et al.* (2014).

#### CALCUL DES TAUX DE RENCONTRE A PARTIR DES DONNEES DE LA CAMPAGNE SAMM

Des cartes maillées ont été produites à partir des données d'observations réalisées. Pour chaque maille, le nombre total d'individus observés à l'intérieur a été corrigé par l'effort d'observation dans cette même maille. L'effort d'observation est le temps passé par deux observateurs à observer la surface de la mer pour détecter des mammifères marins sur un transect. A l'échelle d'une maille, l'effort d'observation est donc directement dépendant du nombre de kilomètres parcourus en avion. Ce traitement permet ainsi de lisser les biais liés à un faible effort d'échantillonnage dans une maille et d'éviter ainsi une surestimation des taux de rencontre.

Les mailles utilisées (40 km par 40 km) sont larges et s'expliquent par le design des transects SAMM : il s'agit de la plus petite taille de maille applicable pour que toutes les mailles contiennent à minima une section de transects parcourus en avion. Le plan d'échantillonnage de la campagne SAMM a été dessiné afin de travailler à large échelle (vastes secteurs de l'Atlantique, ensemble de la Manche), il est donc impossible d'avoir des éléments plus précis à l'échelle de l'aire d'étude immédiate définie dans le cadre de la présente étude.

Des cartes ont été réalisées à partir des données collectées lors des campagnes de l'hiver 2011 et de l'été 2012, afin de comparer les distributions des cétacés entre les deux saisons. Pour chaque groupe d'espèces, l'échelle de couleur dans la légende quantifie la fréquentation : elle va du jaune (effectif faible) au bleu foncé (effectif très important). Le nombre d'individus associés à ce code couleur varie d'un groupe d'espèces à un autre en fonction de leur écologie. En effet, les petits dauphins (Dauphin commun, Dauphin bleu et blanc) sont des espèces grégaires, vivant en grands groupes, contrairement aux balénoptéridés, qui vivent généralement en solitaire ou en petits groupes.

### 2.1.1.3.3 Suivi télémétrique du Phoque veau-marin

En 2010, Vincent *et al.* ont réalisé un suivi télémétrique de 10 phoques veaux-marins en baie de Somme, financé dans le cadre du projet éolien en mer de Dieppe-Le Tréport. Les suivis ont été réalisés entre octobre 2008 et mai 2009, grâce à des balises Fastloc™ GPS/GSM et avaient pour objectif de mieux comprendre l'utilisation des différentes aires d'étude par l'espèce.

#### 2.1.1.4 Synthèse des données issues du suivi des colonies de reproduction

Depuis 1986, l'association Picardie Nature mène un programme d'étude et de protection des phoques de la baie de Somme. Les résultats concernant le Phoque gris et le Phoque veau-marin sont présentés dans ce document.

- Des séances de terrain sont organisées tout au long de l'année, elles sont décadaires hors période estivale et quotidiennes en période estivale (juin, juillet et août).
- Ces séances de terrain sont principalement réalisées lors de sorties pédestres, mais elles peuvent également être maritimes (en kayak ou en bateau moteur) et aériennes (1 sortie en ULM par mois en général).
- Les séances de terrain sont calées en fonction de l'heure de la marée basse, les marées de journées ensoleillées situées entre 10h et 16h sont favorisées. Les séances de terrain sont réalisées à partir de 3 h avant l'heure de marée basse, jusqu'à 3 heures après.
- Lors des séances de terrain, les effectifs sont régulièrement relevés. Les repaires sont cartographiés. Des photos sont prises pour enrichir la base de photo-identification des animaux.
- Le suivi en baie d'Authie est réalisé en partenariat avec l'association ADN.

#### 2.1.2 Protocoles d'acquisition de données *in situ* mis en œuvre dans le cadre du projet

Le projet de parc éolien se situe en Manche, au large de Dieppe et du Tréport (Seine-Maritime), dans une zone comprise entre 15 et 22 km des côtes environ. Les ports les plus proches sont Le Tréport et Dieppe.

L'exploitation d'un secteur donné par les mammifères marins impose de replacer 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 de l'étude :

- des acquisitions de données d'observation visuelle en mer, par bateau et avion ;
- des acquisitions de données acoustiques sous-marines.

Les protocoles mis en œuvre sont présentés dans les chapitres suivants.

##### 2.1.2.1 Justification des protocoles utilisés et des zones d'inventaire

###### 2.1.2.1.1 Justification des protocoles utilisés

Au total, trois méthodes complémentaires d'inventaires adaptées à la recherche de mammifères marins ont été mises en place. Les inventaires avion et bateau ont été mutualisés afin de collecter simultanément les données d'oiseaux et de mammifères marins.

- Des inventaires par avion : 3 campagnes 2007-2008, 2010-2011 et 2014-2015 ;
- Des inventaires par bateau : 2 campagnes 2010-2011 et 2014-2015 ;
- Une campagne acoustique avec la pose d'hydrophones : 2015-2016.

Si les méthodes bateau et avion couvrent tous deux l'aire d'étude immédiate (2.1.2.1.2), la pression y est bien différente. Le bateau se concentre uniquement sur cette aire d'étude immédiate durant plusieurs heures alors que l'avion couvre l'ensemble de l'aire d'étude éloignée (2.1.2.1.2) et ne traverse l'aire d'étude immédiate qu'à trois reprises lors de chaque sortie. Les effectifs ne peuvent donc en aucun cas être comparés.

Le tableau ci-dessous permet d'appréhender les avantages et inconvénients de chacune des techniques.

Tableau 1 : Avantages et inconvénients des protocoles d'acquisition de données retenus

Protocole mis en place dans le cadre du projet	Caractéristiques du protocole	Avantages	Inconvénients
Suivi par avion	<ul style="list-style-type: none"> <li>Permet d'avoir une image de la répartition des mammifères marins sur une vaste zone. Il permet notamment d'observer le gradient côte-large qui s'établit naturellement pour un certain nombre d'espèces (Phoques).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Détection des zones de stationnement</li> <li>Large zone d'étude parcourue rapidement</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Certaines déterminations sont délicates (Marsouin/Dauphins)</li> <li>Reste tributaire de l'état de la mer</li> </ul>
Suivi par bateau	<ul style="list-style-type: none"> <li>Permet d'effectuer un « zoom » sur une zone plus restreinte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Méthode classique utilisée depuis 1976</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Faible superficie spatiale couverte</li> <li>Tributaire de l'état de la mer</li> </ul>
Suivi acoustique	<ul style="list-style-type: none"> <li>Permet d'établir de façon plus certaine la présence de certaines espèces discrètes (balénoptéridés) et de quantifier l'occupation de la zone échantillonnée.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Suivi continu sur une année</li> <li>Détection d'espèces difficile à observer (rorqual)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pas toujours de détermination spécifique</li> <li>Sensible aux bruits ambiants (masquage)</li> <li>Non adapté aux phoques</li> </ul>

Les suivis réalisés par avion et par bateau et depuis la côte utilise la même méthodologie que celle utilisée pour les oiseaux. Les recommandations de l'AAMP pour le suivi de la mégafaune marine en Manche orientale ont montré que la mise en place d'un protocole plurispécifique n'affecte pas de manière significative la détection des petits cétacés (AAMP, 2015).

### 2.1.2.1.2 Zone d'inventaire : les aires d'étude et les transects

« Cf. Carte 2 : Présentation des aires d'étude et transects »

#### L'AIRE D'ÉTUDE AVION

Trois aires d'étude avion ont été définies entre 2007 et 2015. Ces aires d'étude ont été ajustées au cours des campagnes en fonction de l'évolution de la zone de projet depuis 2008 et des moyens techniques utilisés (type d'avion).

- ▶ L'aire d'étude avion « 2007-2008 » correspond à celle utilisée dans le cadre de la campagne 2007-2008. Au total, 446 km de transect ont été parcourus lors de chaque sortie. Les 12 transects prennent place entre la côte et 36 km au large. Ils sont espacés de 3 ou 5 km de manière à pouvoir parcourir la totalité de l'aire d'étude (1 852 km<sup>2</sup>) en une journée. Les 12 transects sont inclus dans un rectangle de 50 x 36 km environ et forment l'aire d'étude avion 1 (de la baie de Somme à Dieppe).
- ▶ L'aire d'étude avion « 2010-2011 » correspond à celle utilisée durant la campagne 2010-2011. Elle commence au nord du Tréport pour finir au large de Saint-Valéry-en-Caux. Au total, 398 km de transect ont été parcourus par avion lors de chaque sortie à raison d'une à deux sorties par mois. Les transects démarrent de la côte et vont pour les plus long jusqu'à 68 km des côtes. Cette aire d'étude a été proposée afin de répondre à certaines interrogations notamment du monde de la chasse sur la migration au large de certaines espèces (Canard pilet, Bernache cravant...) suite au débat public du projet des Deux Côtes de 2010. Les transects ont donc été allongés sensiblement au large (passant de 36 km à 68 km environ) et recentrés sur l'aire d'étude immédiate.
- ▶ L'aire d'étude avion « 2014-2015 » correspond à celle parcourue lors de la campagne 2014-2015. Elle s'étend de Dieppe jusqu'au sud de la baie d'Authie, jusqu'à 35 km au large. Elle englobe l'ensemble de l'aire d'étude immédiate et intègre également les zones écologiques d'importance présentes à proximité du projet : baie de Somme, baie d'Authie, et l'ensemble du sud du Parc Naturel Marin des Estuaires Picards et de la Mer d'Opale (PNM EPMO). Au total, 550 km de transect avion sont réalisés à chaque sortie.
- ▶ Afin de rendre cohérente l'utilisation des données acquises sur les différentes campagnes avion, une aire d'étude commune a été définie a posteriori (Carte 1). Cette aire d'étude commune (théorique et utilisée juste pour le traitement des données) correspond à la zone de recoupement entre les 3 aires d'étude avion. Sur l'ensemble de cette aire d'étude commune, la même pression d'inventaire en avion a été exercée, les données sont donc directement comparables.

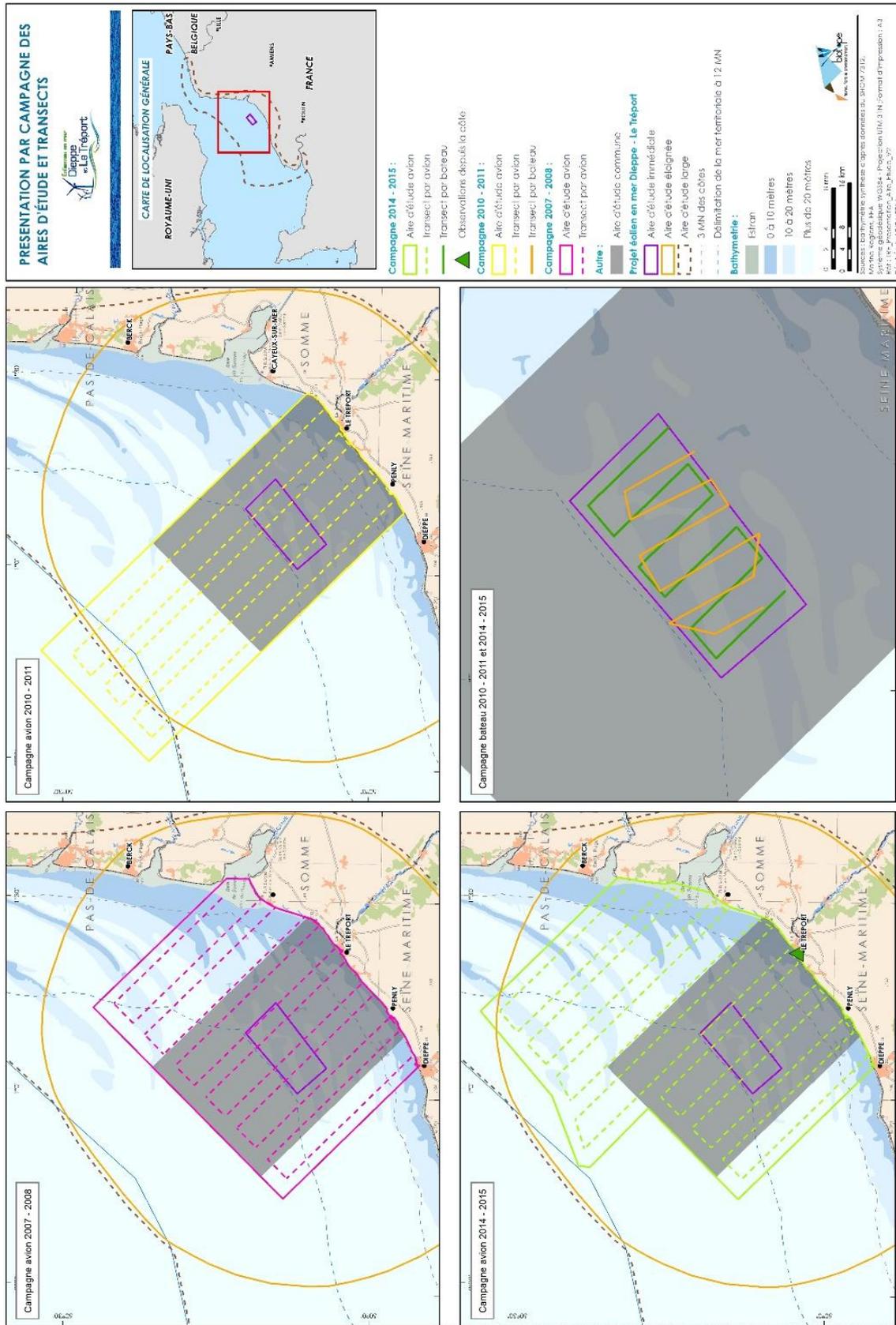
#### L'AIRE D'ÉTUDE BATEAU

L'aire d'étude bateau correspond approximativement à l'aire d'étude immédiate. L'aire d'étude bateau de la campagne 2010-2011 est légèrement décalée par rapport à la zone issue de l'appel d'offres de l'Etat, celle-ci n'ayant été connue qu'en cours de campagne.

L'aire d'étude bateau de la campagne 2014-2015 a été recentrée par rapport à l'aire d'étude immédiate.

L'aire d'étude bateau est couverte par 11 transects pour une distance totale de 56 km.

Carte 2 : Présentation des aires d'étude et transects



Biotope, 2016

### 2.1.2.2 Méthodologies d'inventaires généraux

Les protocoles sont souvent davantage axés sur l'inventaire de l'avifaune marine qui présente souvent les contraintes les plus importantes (petite taille, grande diversité, ...) que sur les mammifères marins. Les techniques utilisées sont néanmoins également adaptées à l'inventaire de ce groupe.

#### 2.1.2.2.1 La méthode de recensement par avion

Deux méthodologies distinctes ont été utilisées :

- ▶ La première exploitée, lors des campagnes 2007-2008 et 2010-2011, utilise un avion ailes hautes (Cessna). Lors des transects, l'avion vole à 110-130 km/h et à une altitude de 60 à 80 mètres, selon les conditions météorologiques. Cet avion ne dispose pas de hublots bulle (bubble windows).
- ▶ La seconde utilisée lors de la campagne 2014-2015 exploite un avion bi-moteur à ailes hautes (Britten-Norman BN2) équipé de hublots bulle (bubble windows). Lors des transects, l'avion vole à 160-180 km/h et à une altitude de 120 mètres.

Figure 2 : Cessna utilisé pour les inventaires entre 2007 et 2011



Source : Biotope

Figure 3 : Britten-Norman Islander utilisé pour les inventaires entre 2014 et 2015



Source : Biotope

Si le BN2 présente l'avantage de disposer de "Bubble windows" permettant d'observer à l'aplomb de l'avion, la vitesse et la hauteur de vol plus importante limite toutefois la qualité d'observation et oblige l'observateur à se concentrer sur une bande réduite à 200m au-dessous de l'avion. Le BN2 utilisé est le même que celui qui a servi lors du programme SAMM.

Quel que soit l'avion employé, trois personnes prennent place à bord de l'avion :

- ▶ Le pilote, qui s'occupe de la navigation, suit les transects définis et annonce le début et la fin de chaque transect ;
- ▶ Deux observateurs qui prennent place pour réaliser les observations de chaque côté de l'avion.

Au cours des transects, chaque observation est positionnée à l'aide d'un GPS (autre que celui servant à la navigation de l'avion). Les informations suivantes sont notées :

- ▶ La référence GPS (position de l'avion lors du contact) ;
- ▶ L'espèce ou le groupe d'espèce concerné ;
- ▶ Le nombre d'individus ;
- ▶ D'éventuelles remarques (contacts hors transect, comportement, ...) ;

Les observations sont réalisées à l'œil nu. La détermination peut être complétée à l'aide de jumelles (grossissement 10x). La détermination spécifique est parfois délicate surtout depuis le BN2 (à cause de la vitesse et de la hauteur de vol). Dans ce cas, seule la famille est déterminée (par exemple : Dauphin indéterminé).

A chaque sortie, le point de départ et le point d'arrivée sont alternés de manière à parcourir chaque transect un nombre égal de fois dans chaque sens (large-côte ou côte large) ce qui permet de lisser les effets dus à l'heure de la journée et aux reflets du soleil qui peuvent altérer la visibilité.

Pour le Cessna, les distances par rapport à l'avion de la mégafaune marine observée sont évaluées de la manière suivante :

- ▶ Couloir A : de 0 à 100 m ;
- ▶ Couloir B : de 100 à 250 m ;
- ▶ Couloir C : de 250 à 1000 m ;
- ▶ Couloir D : > à 1000 m.

Afin de faciliter l'évaluation par les observateurs, des repères visuels sont disposés sur les haubans de l'avion afin de matérialiser les couloirs.

Pour le BN2, seules deux classes sont utilisées, dans le couloir des 200 m ou au-delà (l'utilisation de la "bubble window" oblige les observateurs à se concentrer sous l'avion dans la première classe). Un repère visuel sur le train d'atterrissage permet de les repérer.

Figure 4 : Matérialisation des couloirs sur les haubans du Cessna et "bubble windows" du BN2



Source : Biotope

Lorsque l'avion rencontre des mammifères marins en action de chasse, l'observateur demande au pilote de dérouter l'avion et d'effectuer des cercles autour du secteur concerné afin de parfaire les observations. Le transect est ensuite poursuivi.

#### 2.1.2.2.2 La méthode de recensement par bateau

Différents bateaux ont été utilisés lors des différentes campagnes.

- ▶ Lors de la campagne 2011-2012, trois bateaux ont été utilisés. D'octobre à mars, deux chalutiers de petite taille (les mêmes que ceux utilisés dans le cadre des chalutages scientifiques). De mars à avril, un bateau de promenade en mer.
- ▶ Lors de la campagne 2014-2015 : un bateau dédié au travail en mer "le Celtic warrior" a été utilisé.

## 2. Méthodologie

### 2.1 Méthodes de collecte des données

#### 2.1.2 Protocoles d'acquisition de données in situ mis en œuvre dans le cadre du projet

Figure 5 : Chalutier utilisé pour les recensements lors de la campagne 2011-2012



Figure 6 : Bateau de promenade utilisé pour les recensements lors de la campagne 2011-2012



Source : Biotope

Figure 7 : Le Celtic warrior, utilisé pour les recensements lors de la campagne 2014-2015



les flèches indiquent la position des observateurs

Figure 8 : Observateurs en action



Source : Biotope

Au total, trois ou quatre personnes prennent place à bord du bateau.

- ▶ le skipper et son matelot qui s'occupent de la navigation, suivent les transects définis et annoncent le début et la fin de chaque transect ;
- ▶ deux observateurs qui réalisent les observations de chaque côté du bateau.

Au cours des sorties en mer, chaque observation est rapportée à la portion de transect concernée.

Ces transects sont suivis à l'aide d'un GPS. Les informations suivantes sont notées :

- ▶ l'espèce concernée ;
- ▶ le nombre d'individus ;
- ▶ la distance par rapport au bateau ;
- ▶ si le ou les mammifères marins sont en phase d'alimentation active ;
- ▶ d'éventuelles remarques (contacts hors transect, comportement, ...) ;
- ▶ les observations sont réalisées principalement à l'œil nu afin de scanner l'horizon ainsi qu'à l'aide de jumelles (10x40) en cas de nécessité ;
- ▶ lors des transects, le bateau se déplace à environ 10 nœuds de moyenne vitesse toutefois variable (entre 8 et 12 nœuds) selon les conditions météorologiques.

### 2.1.2.3 Protocole d'acquisition de données acoustiques (mammifères marins)

#### 2.1.2.3.1 Objectifs de l'étude acoustique

Une étude acoustique sous-marine est menée dans le cadre du projet par Quiet-Oceans. Cette étude fait l'objet d'un rapport d'expertise spécifique. Le paragraphe suivant en reprend les éléments méthodologiques principaux. Cette étude acoustique a un double objectif :

- Réaliser des mesures physiques *in situ* (acoustique passive et active) permettant de calibrer le modèle numérique de bruit et d'assurer une bonne représentativité des états sonores initiaux ; il est alors possible à partir de cet état initial acoustique, d'évaluer l'émergence sonore du projet durant toutes ces phases. Ces éléments sont primordiaux pour évaluer les impacts sonores.
- Fournir des éléments quantitatifs et qualitatifs sur les espèces de mammifères marins présentes sur l'aire d'étude immédiate et éloignée pas toujours facile à acquérir de façon visuelle et qui viennent compléter, appuyer l'état initial.

Des acquisitions de données de mammifères marins ont été réalisées grâce à l'installation de plusieurs hydrophones, en différents emplacements et sur une année complète.

Le protocole mis en œuvre dans le cadre de l'étude acoustique est basé sur le déploiement d'instruments d'acoustique passive et active.

Chaque instrument de mesure d'acoustique passive (hydrophone) 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 (Carte 3 : Position des enregistreurs acoustiques et des points d'émission des signaux de calibration) :

- L'hydrophone déployé en R1 dans l'aire d'étude immédiate est déployé de façon continue sur 12 mois pour fournir des éléments de caractérisation du bruit ambiant existant et de la fréquentation des cétacés au sein de l'aire d'étude immédiate, 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 au nord de l'aire d'étude immédiate sur deux périodes de trois mois environ ;
- L'hydrophone déployé en R3 entre l'aire d'étude immédiate et la zone d'habitat permanent de la colonie de phoques, la baie de Somme, permet de caractériser de façon accrue les empreintes sonores du parc vers la colonie et de contribuer à la caractérisation de la fréquentation de cet espace par les mammifères marins sur deux périodes de trois mois environ ;
- L'hydrophone déployé en R5, sur deux périodes de trois mois environ, permet de calibrer les empreintes sonores du futur parc au sein de l'espace situé entre l'aire d'étude immédiate et la côte et de contribuer à la connaissance de la fréquentation de ce secteur par les mammifères marins.

La calibration active, réalisée au moment du premier déploiement, permet de disposer de signaux de référence nécessaires à la calibration des modélisations sonores.

Ces points ont été définis en prenant en compte les contraintes scientifiques issues de la pré-étude menée, les contraintes techniques de déploiement et les contraintes d'usage, notamment des activités de pêche.

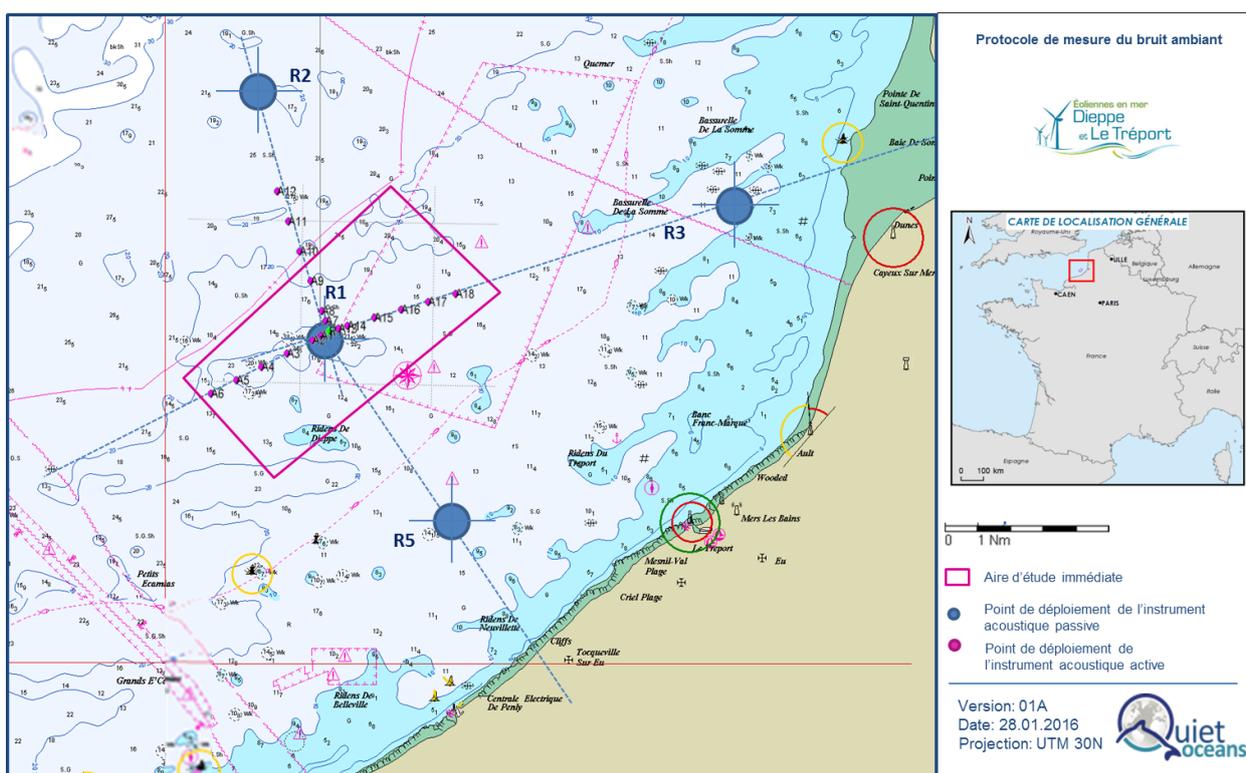
Les quatre enregistreurs acoustiques autonomes ont été déployés fin juin 2015. Parmi ces quatre enregistreurs, trois ont pu être récupérés lors de la première sortie de maintenance en septembre 2015, contrairement à l'enregistreur en R1 qui a été chaluté et perdu. Des mesures *in situ* sont toujours en cours dans et à proximité de l'aire d'étude immédiate : un nouveau dispositif a été repositionné en R1 afin d'assurer la continuité des enregistrements et les dispositifs des points R2, R3 et R5 ont été redéployés au printemps 2016 pour la deuxième campagne de mesures.

Trois radiales étant suffisantes afin de calibrer les cartes acoustiques des bruits émis par le projet depuis le parc, il a été décidé de réaliser :

- ▶ une radiale vers le large (en direction de R2) ;
- ▶ une radiale vers la Baie de Somme (en direction de R3) ;
- ▶ par symétrie, une radiale vers le Sud-Ouest

La calibration active a été réalisée lors du déploiement en juin 2015. Elle permet de disposer de signaux de référence nécessaires à la calibration des modélisations sonores. Le système d'acoustique active est déployé successivement sur un nombre important de positions dans l'aire d'étude éloignée (Carte 3 : Position des enregistreurs acoustiques et des points d'émission des signaux de calibration), afin de mesurer les pertes de propagation acoustique<sup>1</sup> entre ces positions et les hydrophones R2, R3 et R5.

Carte 3 : Position des enregistreurs acoustiques et des points d'émission des signaux de calibration



Source : Quiet-Oceans, 2016

<sup>1</sup> Les pertes de propagation acoustique correspondent à l'atténuation en fonction de la distance à la source des ondes dans leur milieu de propagation.

### 2.1.2.3.2 Instrumentation mise en œuvre pour l'étude acoustique

#### ACOUSTIQUE PASSIVE :

Les instruments d'acoustique passive mis en œuvre sont des SM2M et des SM3M produits par la société Wildlife Acoustics. Les caractéristiques techniques de ces appareils sont adaptées à la fois aux besoins de caractérisation du milieu physique et à la détection des sons des mammifères marins.

#### ACOUSTIQUE ACTIVE :

Le système d'acoustique actif PULSE®, développé spécifiquement par Quiet-Oceans (Figure 10) permet, par des transmissions acoustiques de signaux contrôlés, de quantifier les pertes de transmission entre un hydrophone mouillé et différents points à différentes positions, à portée acoustique de l'hydrophone.

Figure 9 : Déploiement d'une cage instrumentée.



Source : Quiet-Oceans

Figure 10 : Système Pulse® mis en œuvre.



Source : Quiet-Oceans

### 2.1.2.4 Organisation temporelle des expertises

#### 2.1.2.4.1 Campagnes d'observation

Les campagnes d'observation des mammifères marins sont mutualisées avec les inventaires de l'avifaune. Les expertises ont été lancées dès décembre 2007 pour une première période de 1 an d'observations à raison de 2 sorties avion par mois. Au vu des premiers enjeux identifiés, la pression d'inventaire a par la suite été réorientée (campagnes 2010-2011 et 2014-2015) sur les périodes et les aires d'observation les plus pertinentes pour l'avifaune. Cette articulation reste toutefois cohérente avec les meilleures périodes pour l'observation des mammifères marins. Elle permet en effet de couvrir les périodes les plus favorables pour le Marsouin commun (février à avril) ainsi que les périodes printanières (mars-avril) et automnale (août-septembre) des mammifères marins.

Ainsi, le volume global d'expertises de terrain mis en œuvre pour l'étude de la mégafaune marine (et de l'avifaune) dans le cadre de la présente étude est le suivant :

- ▶ 3 campagnes avions soit 44 sorties : 2007-2008 ; 2010-2011 (de septembre 2010 à mai 2011) et 2014-2015 (de décembre 2014 à mai 2015 puis d'août à novembre 2015) ;
- ▶ 2 campagnes bateau soit 20 sorties : 2010-2011 (de septembre 2010 à mai 2011) et 2014-2015 (de décembre 2014 à mai 2015 puis d'août à novembre 2015) ;
- ▶ 1 campagne acoustique de juin 2015 à juin 2016.

Le Tableau 2 ci-après présente l'organisation temporelle de ces sorties (nombre de sessions par mois) :

Tableau 2 : Répartition des différentes campagnes d'observations

Années	Méthodes	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
2007	Avion												1
	Bateau												
2008	Avion	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1
	Bateau												
2009	Avion												
	Bateau												
2010	Avion										2	1	2
	Bateau									(1)	(1)	(1)	2
2011	Avion	1	1	2	2								
	Bateau	1	1	2	1	1							
							...						
2014	Avion												1
	Bateau												1
2015	Avion	1	1	1	1	1				1	1	1	
	Bateau	1	1	1	1	1				1		1	1
	Acoustique						X	X	X	X	X	X	X
2016	Avion												
	Bateau												
	Acoustique	X	X	X	X	X							

Pour les inventaires bateau et avion, les chiffres précisent le nombre de sorties effectuées. Les chiffres entre parenthèses correspondent aux campagnes bateau réalisées depuis un bateau de pêche (transect et protocole d'observation différents). Le X indique des mesures acoustiques en continu.

### RECHERCHE DE SIMULTANÉITÉ DES EXPERTISES AVION ET BATEAU

Sur la dernière campagne 2014-2015, le principe d'une recherche de synchronisation maximale des sorties "bateau" et "avion" a été privilégié. Cette recherche de synchronisation s'entend à l'échelle de créneaux météorologiques homogènes et non nécessairement le même jour.

En effet, les conditions météorologiques nécessaires à chaque méthodologie ne sont pas les mêmes. Pour le bateau, c'est l'état de la mer qui est primordial, pour l'avion c'est l'état du ciel.

Néanmoins sur 9 sorties, 3 auront permis une synchronisation entre l'avion et le bateau.

La vitesse de déplacement nettement supérieure de l'avion par rapport au bateau ainsi que la grande différence entre les transects parcourus bien qu'ils soient partiellement superposés limitent nettement l'intérêt, certes théorique, d'une simultanéité des expertises sur une même journée. En effet, la "simultanéité" se résume globalement à une portion très réduite des transects (quelques kilomètres au maximum).

L'ensemble des dates de sorties et conditions associées sont reprises en annexes 2 et 3.

### CONDITIONS D'INVENTAIRE LORS DES EXPERTISES

Les expertises en mer sont largement dépendantes des conditions météorologiques et de l'état de mer. Les expertises ont été menées dans des conditions globalement satisfaisantes et conformes aux préconisations méthodologiques.

Les conditions météorologiques et conditions d'observation ont été soigneusement reportées lors de chaque session. Elles présentent en effet une importance capitale car la détectabilité des mammifères en dépend.

### 2.1.2.4.2 Campagne acoustique

Le Tableau 3 suivant liste les dates des différentes interventions en mer pour le déploiement et le relevage des différents instruments acoustiques.

Tableau 3 : Dates des sorties réalisées pour le déploiement et le relevage des instruments acoustiques

Dates d'intervention en mer		
Enregistreur	Date de mise à l'eau	Date de relevage
R1 (aire d'étude immédiate)	25/06/2015	Dispositif chaluté et perdu
	25/09/2015	16/01/2015
	16/01/2016	12/04/2016
	12/04/2016	04/06/2016
R2 (aire d'étude éloignée)	25/06/2015	25/09/2015
	12/04/2016	04/06/2016 (dispositif dégradé)
R3 (aire d'étude éloignée)	25/06/2015	25/09/2015
	12/04/2016	04/06/2016
R5 (aire d'étude éloignée)	25/06/2015	25/09/2015
	12/04/2016	04/06/2016

Source : Quiet-Oceans

## 2.2 Méthodes de traitement des données collectées et d'évaluation des enjeux

### 2.2.1 Méthodes de traitement et de présentation des données collectées en mer

#### 2.2.1.1 Répartition spatiale des observations

Les informations récoltées sur le terrain sont intégrées à une base de données réalisée sous le logiciel Excel (Microsoft Office 2013©). Cette base de données recoupe les informations sur les observations réalisées en mer, les conditions météorologiques et environnementales et la méthodologie d'acquisition de ces données telles que relevées lors des expertises en mer.

Avant tout traitement des données, la première étape a consisté à positionner les individus observés au niveau de leur position "réelle" au moment de l'observation en utilisant l'angle d'observation par rapport au bateau/avion et la distance à l'observateur.

A partir des observations réalisées, des cartes de localisation des observations sont produites.

#### 2.2.1.2 Taux de rencontre

##### TAUX DE RENCONTRE PAR TYPE D'EXPERTISE

Le taux de rencontre s'utilise généralement dans l'objectif de pouvoir comparer les observations réalisées entre plusieurs sources d'informations (bateau, avion, source bibliographique). Dans le cas présent, il n'a été calculé que pour l'espèce régulièrement observée : le Marsouin commun et pour un seul type d'inventaire : l'avion (les rencontres sont relativement anecdotiques en bateau et trop dépendantes de l'état de la mer).

Ce taux, calculé pour chaque période, correspond au nombre cumulé d'individus observés rapporté à 1000 km de transect.

*Remarque : aucune analyse statistique de correction des observations n'a été mise en œuvre. Le choix a été fait de travailler sur les données brutes afin que les données puissent être comparés aux données de la campagne SAMM.*

##### TAUX DE RENCONTRE PAR NIVEAU BATHYMETRIQUE

Afin d'analyser les corrélations possibles entre les observations de mammifères marins et la bathymétrie, les moyennes et écart type des taux de rencontre pour le Marsouin commun ont été calculés pour chaque session d'expertise par avion dans trois gammes bathymétriques ; ces classes ont été définies en fonction des gammes couvertes par l'aire d'étude éloignée :

- ▶ 0 – 30 m de profondeur ;
- ▶ 30 – 50 m de profondeur ;
- ▶ supérieure à 50 m de profondeur.

#### 2.2.1.3 Graphiques de phénologie des observations

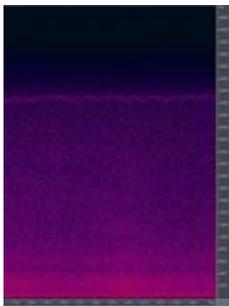
Dans l'objectif de décrire les observations réalisées sur l'ensemble de la période considérée, les taux de rencontre mensuelle (moyenne et écart-type) pour chaque espèce ou groupe d'espèces ont été calculés.

#### 2.2.1.4 Analyse des données acoustiques sous-marine

Chaque famille de mammifères marins se caractérise par des émissions sonores, transitoires et/ou impulsives, qui, dans le cadre d'un suivi par acoustique passive, permettent l'identification des espèces ainsi que la fréquentation de la zone d'étude par ces dernières.

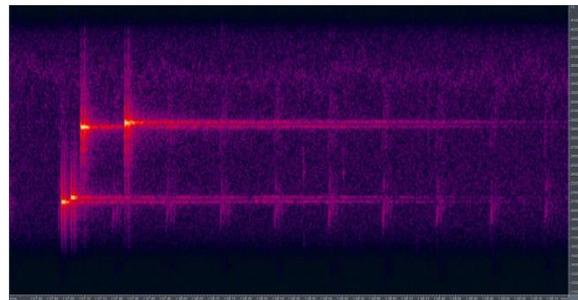
L'ensemble des bruits d'origines anthropiques (moteur d'un navire, sonar, sondeur, ...) et environnementaux (précipitation/houle) ont été écartés.

Figure 11 : Spectrogramme illustrant un épisode de houle



Source : Quiet-Oceans, 2016

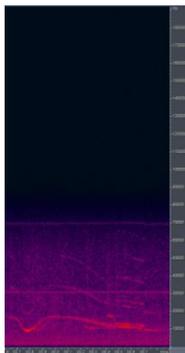
Figure 12 : Spectrogramme illustrant un signal émis par un appareil de détection sous-marine (sonar actif) d'une durée de 1 seconde



Source : Quiet-Oceans, 2016

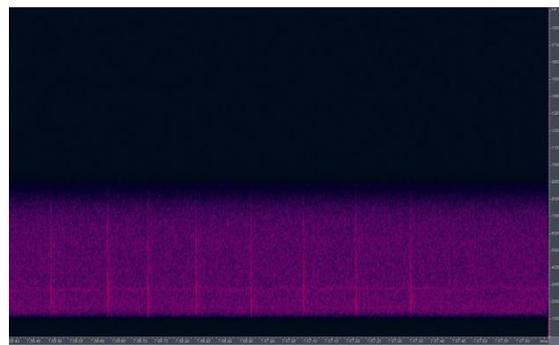
Afin de pouvoir préciser la fréquentation du site par les mammifères marins, un traitement bioacoustique a été réalisé sur la base des données enregistrées. Ce traitement bioacoustique fait référence à la détection manuelle dans un premier temps, et automatique dans un deuxième temps des signaux biologiques présents dans les enregistrements audio.

Figure 13 : Spectrogramme illustrant un sifflement associé à des harmoniques [2 kHz – 25 kHz]



Source : Quiet-Oceans, 2016

Figure 14 : Spectrogramme illustrant un train de clics servant à la communication dans la bande fréquentielle allant de 10 à 85 kHz



Source : Quiet-Oceans, 2016

La détection manuelle des signaux biologiques présents dans les enregistrements audio a été réalisée en deux étapes :

- ▶ La première étape de la détection auditive et visuelle des signaux émis par les mammifères marins parmi les données mesurées consiste à déterminer aléatoirement trois instants par jour d'enregistrement audio à l'aide d'une fonction de tirage uniforme. Ce nombre d'instantanés aléatoires par jour de campagne permet d'assurer une bonne représentativité des résultats avec un taux moyen de 12,5 % d'enregistrements audio observés *via* détection manuelle. Les instants déterminés aléatoirement sont ensuite répertoriés dans un tableau dit de vérification et ce, selon chaque type de signaux biologiques recherchés (sifflements, mugissements et clics).
- ▶ La seconde étape consiste en la détermination de la présence ou l'absence de signaux biologiques impulsifs et/ou transitoires aux instants précédemment déterminés. Une recherche manuelle des enregistrements audio, correspondants à ces instants déterminés aléatoirement, a été entreprise de manière consciencieuse et méthodique. Les spectrogrammes de ces enregistrements audio ont ensuite été visualisés et analysés *via* le logiciel Adobe Audition, station de travail audionumérique. La présence dans ces spectrogrammes de signaux biologiques impulsifs et/ou transitoires a alors pu être validée le cas échéant. Les résultats de cette détection manuelle sont reportés dans les tableaux de vérification selon le type de signal biologique observé afin de permettre une analyse *a posteriori* de la fréquentation du site.

#### 2.2.2 Portée de détection des hydrophones

La portée acoustique de détection des individus est fonction du bruit ambiant instantané, des caractéristiques acoustiques d'émission des espèces et des conditions de propagation autour de l'hydrophone. En effet, plus le bruit environnant est élevé, plus il est difficile de capter un son lointain. De même, plus l'espèce émet un son élevé, plus il sera possible de capter ses sons à de grandes distances. Enfin, plus la propagation des sons des mammifères est entravée par le milieu marin, plus il sera difficile de capter un son lointain.

La connaissance de ces paramètres permet donc le calcul des portées de détection pour chacune des espèces. Le Tableau 4 synthétise les statistiques des distances de détection pour la période entre Juin 2015 et Juin 2016. Les portées de détection sont fournies pour différentes proportions du temps et pour chaque point de suivi (R1, R2, R3 et R5).

Il est important de préciser que dans le cadre de cette étude, la portée médiane mensuelle de détection est minimale en Novembre 2015 et Février 2016, et maximale en Mai 2016 avec une différence de l'ordre de 32 %. Cette variation de portée de détection des signaux biologiques peut influencer l'évaluation de la probabilité de présence acoustique mensuelle de chaque espèce.

Le calcul des portées de détection quant aux émissions de clics par les mammifères marins n'a pas pu être réalisé faute d'informations suffisantes sur leurs caractéristiques acoustiques. Toutefois, la littérature renseigne sur la portée de détection des clics de Marsouin commun (*Phocoena phocoena*). Ces derniers émettent des clics très haute fréquence, entre 110 et 150 kHz, qui sont généralement audibles dans un rayon de 200 à 300 m autour de l'hydrophone (Tougaard J., 2006) (Bailey H.R., 2010).

Tableau 4 : Synthèse des portées de détection moyenne pour chaque point de mesure en fonction de certaines espèces de mammifères marins potentiellement présentes sur le site de Dieppe – Le Tréport.

Familie	Espèce	Point de mesure	Portée de détection (m)				
			Proportion du temps (%)				
			95%	75%	50%	25%	5%
<b>Delphinidés</b>	Dauphin bleu et blanc <i>Stenella coeruleoalba</i>	R1	95	189	231	282	368
		R2	121	222	294	371	475
		R3	211	321	420	581	809
		R5	74	188	265	338	444
	Grand dauphin <i>Tursiops truncatus</i>	R1	492	898	1177	1535	2247
		R2	479	929	1341	1828	2755
		R3	519	1364	2007	2934	5333
		R5	339	861	1289	1768	2794
	Globicéphale noir <i>Globicephala melas</i>	R1	18014	31690	41916	54864	83811
		R2	17578	34069	48512	66413	104904
		R3	24429	49757	72005	105725	214902
		R5	13340	32739	48913	68954	115805
<b>Balénoptéridés</b>	Baleine à bosse <i>Megaptera novaeangliae</i>	R1	1990	4248	5924	8066	12747
		R2	1569	3633	5520	7782	12130
		R3	2164	5732	8941	13174	26374
		R5	1202	3452	5740	8541	15448
	Rorqual commun <i>Balaenoptera physalus</i>	R1	501	1375	2099	3080	5296
		R2	390	1011	1585	2304	3673
		R3	751	1787	2912	4614	9325
		R5	291	925	1737	2933	6350

## 2.2.3 Méthodes d'évaluation des enjeux

### 2.2.3.1 Généralités sur la méthode d'évaluation des enjeux

Les enjeux sont, par définition, indépendants de la nature du projet. Ils correspondent à un état de l'environnement dont l'appréciation repose sur une méthodologie définie au préalable. La valeur qui leur est accordée est donc susceptible d'évoluer progressivement au cours du temps.

Conformément à la méthode standard définie par BRLi pour l'évaluation des enjeux dans le cadre des études relatives au projet éolien en mer de Dieppe-Le Tréport, l'évaluation des niveaux d'enjeux pour un élément biologique donné (exemple : une espèce de mammifères marins) s'appuie sur une matrice composée de trois paramètres affectés d'une valeur numérique (attribution de notes).

Ces paramètres sont les suivants :

- ▮ La valeur de l'élément. La définition de cette valeur s'appuie sur des critères tels que la rareté, la diversité... Plus la valeur est importante, plus la note attribuée est élevée. Les notes vont de 0 à 6.
- ▮ L'aire d'étude la plus sollicitée. Elle correspond à l'aire d'étude la plus directement concernée par l'élément étudié (utilisation de la zone par les populations d'une espèce de mammifères marins). Plus l'aire d'étude immédiate présente une importance pour les activités de l'élément considéré, plus la note augmente. La note va de 0 à 3.
- ▮ L'évolution de l'élément dans le temps. Elle est basée sur la prise en compte des tendances d'évolution connues ou supposées. Ainsi, une composante dont l'évolution tend vers une amélioration (état des populations, effectifs) est affectée d'une plus faible note et donc d'un moindre enjeu. A l'inverse, une composante dont l'évolution tend vers une dégradation de l'environnement et/ou de la santé, mérite une attention particulière et donc une note plus élevée, ce qui se traduit au final par un plus fort enjeu. La note va de 0 à 3.

Afin de pallier le manque d'informations notamment sur l'un des deux derniers paramètres, les notes qui traduisent la valeur sont surpondérées par rapport aux autres paramètres : Négligeable 0, Faible 2, Modérée 4 et Forte 6.

En fonction des informations ou connaissances disponibles, cette évaluation peut ne concerner qu'un seul ou deux paramètres sur les trois à renseigner.

### 2.2.3.2 Application au cas particulier des mammifères marins et tortues marines

Afin de se conformer au cadre général d'évaluation des enjeux, des choix méthodologiques ont été pris afin de définir les notes attribuées à chacun des trois paramètres considérés.

Dans le cadre de la présente étude, l'évaluation des enjeux est réalisée uniquement pour les espèces fréquentant régulièrement l'aire d'étude éloignée (notamment les cétacés).

Le Tableau 5 ci-dessous présente les différents statuts IUCN des listes rouges et les notes attribuées dans le calcul de l'enjeu.

Tableau 5 : Présentation des différents statuts de liste rouge et des principaux critères d'éligibilité

Statut	Signification	Note attribuée	Critère d'éligibilité
CR	En danger critique d'extinction	3	Espèce dont la population a très fortement diminué (80-90%), dont la répartition est très limitée (10-100km <sup>2</sup> ) ou dont les effectifs sont très réduits.
EN	En danger	3	Espèce dont la population a fortement diminué (50-70%), dont la répartition est limitée (500-5 000 km <sup>2</sup> ) ou dont les effectifs sont réduits.
VU	Vulnérable	3	Espèce dont la population diminuée (30-50%), dont la répartition est limitée (2 000 à 20 000 km <sup>2</sup> ) ou dont les effectifs sont réduits.
NT	Quasi menacé	2	Equivalent de presque menacée. L'espèce ne remplit pas les critères des catégories « En danger critique », « En danger » ou « Vulnérable » mais est susceptible de les remplir dans un proche avenir.
LC	Préoccupation mineure	1	Non menacée. L'espèce ne remplit pas les critères des catégories « En danger critique », « En danger » ou « Vulnérable » et n'est pas susceptible de les remplir dans un proche avenir.
DD	Données insuffisantes	2	Les informations disponibles pour l'espèce sont considérées comme insuffisantes pour pouvoir évaluer son degré de menace, dans l'attente de l'acquisition de nouvelles connaissances.
NA	Non applicable	0	Il s'agit des espèces introduites et des espèces erratiques pour lesquelles la méthodologie IUCN n'est pas applicable
NE	Non évaluée	0	Concerne les espèces qui ne se reproduisent pas en milieu naturel dans la région ou qui sont des visiteurs irréguliers.

Pour le critère « données insuffisantes », c'est la valeur intermédiaire 2 qui a été attribuée comme si l'espèce était quasi-menacée. Pour le critère « non évaluée » et « non applicable » souvent appliqué à la faune non locale (espèces irrégulières, erratiques ou introduites), c'est la note 0 qui a été retenue.

### 2.2.3.2.1 Evaluation de la valeur patrimoniale (critère "Valeur" V)

L'évaluation de la "valeur" des espèces est une démarche particulièrement complexe, réalisée à diverses échelles (monde, Europe, France, régions) entre autres à travers l'élaboration de listes rouges ou l'identification de la responsabilité de conservation vis-à-vis d'une espèce donnée. Dans le cas présent, le recours à des statuts de référence a été recherché.

Ce critère intègre deux échelles :

- ▶ la valeur patrimoniale locale mise en valeur par les listes rouge régionales (V1) :
  - Liste rouge Picardie (Picardie Nature, 2009) ;
  - Liste rouge Haute-Normandie (GMN, 2013) ;

Le critère maximal est retenu.

- ▶ la valeur patrimoniale nationale mise en valeur par les listes rouges nationales (V2) :
  - Liste rouge France (IUCN France, 2009).

La note valeur est égale à la moyenne des valeurs patrimoniales locale et nationale multipliée par 2 (surpondération de la note valeur). La valeur V correspond donc à une note entre 0 et 6 points.

La note valeur  $V = ((V1+V2) / 2) * 2$

Tableau 6 : Note attribuée aux critères des listes rouges et autres statuts utilisés

Liste rouge / Statuts	Critère	Note attribuée
V1 : Liste rouge Picardie ou Liste rouge Haute-Normandie V2 : Liste rouge France	En danger critique En danger	4 points
	Vulnérable	3 points
	Quasi menacé	2 points
	Autre statut	1 point

### 2.2.3.2 Evaluation de l'intérêt des aires d'étude pour l'élément considéré (critère "Localisation" L)

Tableau 7 : Présentation des critères de notation de la valeur localisation

Localisation	Critère	Note attribuée
Potentialité de fréquentation des aires d'étude (L)	Présence régulière sur l'aire d'étude immédiate	3 points
	Présence régulière sur l'aire d'étude éloignée	2 points
	Présence occasionnelle sur l'aire d'étude éloignée	1 point
	Présence rare (notée uniquement en échouages sur l'aire d'étude éloignée)	0 point

### 2.2.3.2.3 Evaluation de la tendance démographique (critère "Conséquence de l'évolution" C)

Le critère de base d'une liste rouge labellisée UICN est basé soit sur la taille de la population (population très réduite), soit le plus souvent sur des critères de tendances démographiques. Toutes les listes rouges prises en compte dans le "critère valeur" intègrent donc déjà à leur niveau une tendance évolutive à une échelle plus réduite.

Il apparaît pertinent d'utiliser pour ce critère, une échelle plus large à savoir la liste rouge européenne qui met en avant les statuts de menace pesant sur la faune européenne avec des espèces ne se reproduisant pas dans les eaux françaises mais susceptibles de transiter par notre aire d'étude.

En utilisant le tableau de correspondance, on obtient pour le critère C une note allant de 0 à 3.

### 2.2.3.2.4 Niveau d'enjeu E

Le niveau d'enjeu est ensuite défini sur la base de la note globale (e) obtenue (allant de 1 à 12) et d'une grille d'évaluation des enjeux.

$$\text{Note d'enjeu (e)} = V + L + C$$

Tableau 8 : Correspondance entre la note d'enjeu et le niveau d'enjeu

Note d'enjeu e	Niveau d'enjeu E
12	Fort
11	
10	
9	Moyen
8	
7	
6	Faible
5	
4	
3	Négligeable
2	
1	

## 2.2.4 Méthodes d'évaluation des impacts

L'impact peut se définir comme la résultante d'une contextualisation de l'effet pour les différentes phases du projet (travaux, exploitation/maintenance, démantèlement). Un effet est, dans tous les cas, générique ; pour définir un niveau d'impact on choisit de le qualifier à partir de trois éléments :

- ▶ Le niveau de l'enjeu environnemental (E) de la composante considérée sur laquelle s'applique l'effet (défini précédemment comme faible, modéré ou fort correspondante à une note allant de 1 à 3).  
 Pour rappel, les espèces dont les enjeux sont considérés comme négligeable ne font pas l'objet d'une évaluation des impacts ;
- ▶ La sensibilité à la perte ou dégradation de la composante environnementale par application de l'effet (S) ; Dans le cas particulier des mammifères marins, on définit une sensibilité globale de l'espèce (intrinsèque à l'espèce définie pas des seuils) mais également une sensibilité acoustique différente en fonction du type de travaux et donc prenant en compte la caractérisation de l'effet.
- ▶ La caractérisation de l'effet ou, le cas échéant, le risque d'occurrence de l'effet (R).

### 2.2.4.1 La sensibilité de l'enjeu à l'effet (S)

#### 2.2.4.1.1 La sensibilité acoustique pour les mammifères marins et tortues marines

A ce jour, la bibliographie fournit d'une part des seuils biologiques en fonction des classes d'espèce relatifs aux bruits impulsifs intégrés sur une seconde et d'autre part, des seuils biologiques associés au 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). Ces expériences ont été menées pour des durées limitées (respectivement 240 min et 30 min) très différentes des durées cumulées prises en compte dans ce projet (plusieurs dizaines d'heures).

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 re 1 $\mu$ Pa pour les cétacés, 186 dB re 1 $\mu$ Pa pour les pinnipèdes sous l'eau et 144 dB re 20 $\mu$ Pa pour les pinnipèdes dans l'air pour la perte d'audition. Pour les perturbations comportementales, les seuils passent à 183 dB re 1 $\mu$ Pa pour les cétacés, 171 dB re 1 $\mu$ Pa pour les pinnipèdes dans l'eau et 100 dB re 20 $\mu$ Pa pour les pinnipèdes dans l'air.

A partir de ces seuils, il a été possible de définir différentes zones de risques :

- ▶ La zone d'emprise sonore qui correspond à la zone d'audibilité, zone sans risque, 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.
- ▶ La zone de risque de modifications de comportement 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.
- ▶ La zone de risque de dommages temporaires qui correspond à une zone dans laquelle les niveaux de bruit sont susceptibles de provoquer des dommages physiologiques temporaires provoquant des lésions réversibles.
- ▶ La zone de risque de dommages permanents qui correspond à une zone dans laquelle les niveaux de bruit dépassent les seuils de dommage physiologiques permanents, provoquant des lésions irréversibles.

Ce sont ces zones d'emprise sonore et de risque qui ont permis de déterminer la sensibilité de chacun des groupes d'espèces.

#### 2.2.4.2 La caractérisation de l'effet (R pour risque)

L'effet est caractérisé par 4 paramètres :

- ▶ Le risque d'occurrence correspond à la probabilité que l'effet se produise ;
- ▶ La durée de l'effet peut être qualifié de temporaire ou de permanent ;
- ▶ L'étendue de l'effet correspond à l'ampleur spatiale de la modification de l'élément affecté définie par les périmètres d'étude ;
- ▶ L'intensité de l'effet 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.

Dans le cas particulier de la modification de l'ambiance sonore, la sensibilité acoustique prend déjà en compte une partie de la caractérisation de l'effet, sa durée, son étendue et son intensité, seul reste le risque d'occurrence.

Si la durée, l'étendue et l'intensité sont les mêmes pour chacun des effets, le risque d'occurrence va évoluer en fonction de l'espèce ou du groupe concerné.

Pour le risque d'occurrence, il est important de prendre en compte si l'espèce est présente dans la zone d'effet, en quelle densité et sur quelles périodes. En effet, plus l'espèce est présente, plus le risque d'occurrence est grand.

La probabilité que l'effet se produise dépend également de la sensibilité de l'espèce à l'effet, c'est dans ce cadre que sont pris en compte les retours d'expérience sur les parcs éoliens en mer existants.

L'effet est caractérisé à dire d'expert en 3 catégories de faible à moyen ou fort (1 à 3).

### 2.2.4.3 Le niveau d'impact (I)

Sur la base des éléments : enjeux- sensibilité - caractérisation de l'effet, on obtient une note de 1 à 9 ( $I=E+S+R$ ) qui, à l'aide d'une grille d'évaluation des impacts, conduit aux niveaux d'impacts suivants :

Tableau 9 : Correspondance entre la note d'impact et le niveau d'impact.

9	Fort	Impact susceptible de porter atteinte à la survie d'une population dans la zone biogéographique donnée. Cadre de vie fortement perturbé.
8		
7	Moyen	Impact ressenti par les espèces 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 éléments ayant une conséquence mineure sur les populations, les espèces et le cadre de vie
4		
3	Négligeable	Effet ressenti mais n'entraînant aucune nuisance sur les espèces ou les populations.
2		



# 3 Etat initial





## 3.1 Zonages de protection et d'inventaires du patrimoine naturel

Le présent chapitre fournit une approche complète des zonages du patrimoine naturel d'intérêt pour les mammifères marins :

- ▶ les zonages de protection de type sites Natura 2000 (Zones spéciales de conservation – ZSC ou Sites d'importance communautaire - SIC) dans le périmètre de l'aire d'étude éloignée ;
- ▶ les zonages d'inventaires de type ZNIEFF (Zones d'intérêt écologique, faunistique et floristique) sélectionnés uniquement lorsqu'ils sont situés en totalité ou en partie dans l'aire d'étude éloignée.

Cette aire d'étude éloignée est considérée comme l'aire d'influence du projet, elle intègre l'aire d'étude immédiate. Il s'agit de l'aire au sein de laquelle les espèces sont susceptibles de se déplacer et donc d'interagir éventuellement avec le projet.

Les informations concernant les zonages d'intérêt sont présentées sous forme de tableaux.

### 3.1.1 Zonages de protection du patrimoine naturel

#### 3.1.1.1 Zones spéciales de conservations situées dans l'aire d'étude éloignée

Au total, quatre ZSC sont intégrées tout ou partie dans l'aire d'étude éloignée et concernent particulièrement les mammifères marins.

Le tableau ci-dessous en fournit une présentation rapide.

Tableau 10 : ZSC situées dans l'aire d'étude éloignée ou à proximité immédiate.

Code / Intitulé / superficie	Type de ZSC	Distance minimale à l'aire d'étude immédiate	Principales caractéristiques
FR3102005 "Baie de Canche et couloir des trois estuaires" 33 306 hectares	ZSC marine, estuarienne, côtière, littorale	14,5 km de l'aire d'étude immédiate	Le site est principalement ciblé pour les habitats d'intérêt communautaire "Bancs de sable à faible couverture permanente d'eau marine", "Estrans sableux et/ou vasières exondés à marée basse" et "Estuaires". Il est également important pour les poissons amphihalins et les mammifères marins (avec la reproduction importante du Phoque veau-marin en baie de Somme).
FR3102004 "Ridens et dunes hydrauliques du Nord Pas-de-Calais" 68 245 hectares	ZSC marine	22 km de l'aire d'étude immédiate	Le site est principalement ciblé pour l'habitat d'intérêt communautaire "Bancs de sable à faible couverture permanente d'eau marine" (1110). En association avec cet habitat sableux, l'habitat rocheux sublittoral du secteur des Ridens de Boulogne est également ciblé comme habitat d'intérêt communautaire : "Récifs" (1170). Il est également important pour les mammifères marins.

Code / Intitulé / superficie	Type de ZSC	Distance minimale à l'aire d'étude immédiate	Principales caractéristiques
FR2200346 "Estuaires et littoral Picards (baies de Somme et d'Authie)" 15 662 hectares	ZSC estuarienne, côtière, littorale, terrestre	10,2 km de l'aire d'étude immédiate	La diversité d'habitats littoraux (66 relevant de la directive Habitat) ici représentée est tout à fait exceptionnelle : les intérêts spécifiques sont en conséquence.  Le site revêt une importance particulière pour les mammifères marins. Il constitue un site majeur de reproduction en France pour le Phoque veau-marin et les stationnements de Phoque gris.
FR2300139 "Le littoral Cauchois" 6 303 hectares	ZSC côtière, littorale, terrestre	14,5 km de l'aire d'étude immédiate	Sur la zone littorale : le site est principalement ciblé pour l'habitat d'intérêt communautaire "Récifs", qui est d'autant plus exceptionnel qu'il est constitué du substrat calcaire.  On note la présence de certaines espèces de mammifères marins d'intérêt communautaire dont le Globicéphale noir.

### 3.1.1.2 Le Parc Naturel Marin des estuaires picards et de la mer d'Opale

Un autre zonage du patrimoine naturel est présent, le Parc Naturel Marin des estuaires picards et de la mer d'Opale (PNM EPMO). Il s'agit d'une zone de protection contractuelle (au même titre que les Parcs Naturels Régionaux). Bien qu'il n'existe pas de contraintes réglementaires associées à un PNM, il est nécessaire de prendre en compte les objectifs/orientations de son Plan de Gestion approuvé le 24 février 2016 par le Conseil d'Administration de l'AAMP.

Tableau 11 : Parc Naturel Marin (PNM) présent dans l'aire d'étude éloignée ou à proximité.

Code / Intitulé / superficie	Distance minimale à l'aire d'étude immédiate	Principales caractéristiques / intérêt pour l'avifaune
FR9100005 "Estuaires picards et mer d'Opale" (234 719 ha)	Intercepte l'aire d'étude immédiate	Le PNM se situe au large de la Seine-Maritime, de la Somme et du Pas-de-Calais, et s'étend jusqu'au dispositif de séparation du trafic maritime. Il couvre 2 300 km <sup>2</sup> de surface maritime, et longe 118 km de côtes.  Le Parc naturel marin des estuaires picards et de la mer d'Opale constitue, de par sa localisation, un carrefour biologique et économique majeur. Activités humaines et environnement marin y sont historiquement et culturellement liés.  Il est alimenté par sept fleuves côtiers, un fleuve marin et de multiples courants, et représente un important carrefour biologique. Il accueille de très nombreuses espèces animales et végétales, au sein d'une grande diversité d'habitats : prés salés, plaines sableuses, platiers rocheux, etc.  Intégré au sein de la ZPS FR2210068

Parmi les missions du parc on notera que :

- ▶ « Dans les conditions prévues au quatrième alinéa de l'article L. 334-5, il se prononce sur les demandes d'autorisation d'activités énumérées à l'article R. 331-50. » (Article R334-33, 6° du code de l'environnement). Le conseil de gestion, sur délégation de l'AAMP, se prononce ainsi sur toute activité présente sur le périmètre du Parc étant susceptible d'altérer de façon notable le milieu marin de son périmètre.
- ▶ « Le conseil de gestion peut également proposer aux autorités de l'État compétentes en mer toute mesure nécessaire à la protection et à la gestion durable du parc naturel marin, notamment en matière d'occupation du domaine public maritime, d'utilisation des eaux, de pêche, de circulation, de loisir, d'utilisation des ondes, de mouillage des navires, et il est tenu informé des suites réservées à ses propositions. » (Article R334-33, dernier alinéa du code de l'environnement).

Le Plan de gestion du Parc Naturel Marin des Estuaires picards et de la mer d'Opale, approuvé le 24 février 2016 par le Conseil d'Administration de l'AAMP, décline les orientations de gestion définies au sein du décret de création du 11 décembre 2012 du PNM EPMO et définit les objectifs et les finalités à atteindre pour les 15 prochaines années.

Ces orientations de gestion sont au nombre de 8 :

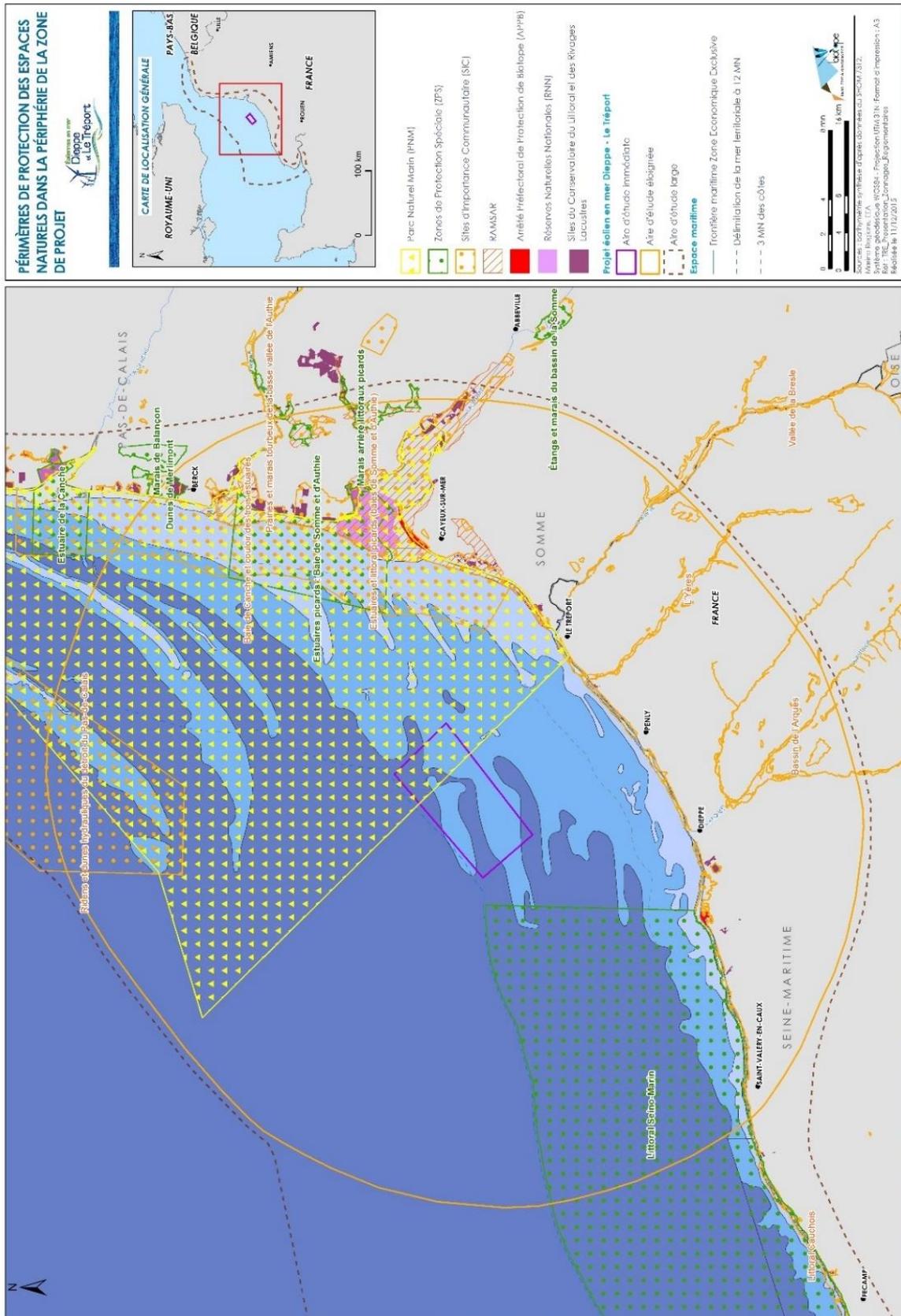
- ▶ 1 - Faire du parc naturel marin un secteur de référence pour la connaissance et le suivi partagés de l'état et de l'évolution du milieu marin ainsi que de l'influence des activités humaines, notamment pour les estuaires et les bancs de sable sous-marins ;
- ▶ 2 - Protéger, maintenir en bon état de conservation et si besoin restaurer le patrimoine naturel marin, exploité ou non, ainsi que les fonctionnalités multiples et originales des écosystèmes, en particulier celles des nourriceries, des frayères et des couloirs de migration en mer ainsi qu'à l'interface terre-mer, dans et à l'ouvert des estuaires, en lien étroit avec les usagers du milieu marin ;
- ▶ 3 - Contribuer à l'évaluation et à l'amélioration de l'état écologique des eaux marines et estuariennes, en associant les acteurs concernés aux échelles appropriées, en particulier en participant à l'observation et à la gestion de la mobilité hydro-sédimentaire, importante pour le bon état des habitats marins et pour conserver le caractère maritime des estuaires ;
- ▶ 4 - Mieux connaître, faire connaître et contribuer à préserver les paysages marins et sous-marins, les valeurs et biens culturels liés à la mer et à l'originalité des estuaires, de l'estran, à la mobilité particulière des côtes et des fonds, aux pratiques et savoir-faire traditionnels, aux risques marins, aux conflits historiques et aux activités spécifiques au détroit international ;
- ▶ 5 - Soutenir et animer une gestion coordonnée et partenariale avec les instances de gestion des espaces protégés inclus ou contigus à cet espace marin et estuarien ;
- ▶ 6 - Mettre en valeur et soutenir les différentes activités de pêche visant une exploitation durable des ressources, dans le respect des milieux et en confortant leur rôle social et économique ;
- ▶ 7 - Mettre en valeur et développer durablement les activités s'exerçant dans le respect des milieux et vivant raisonnablement des ressources vivantes, minérales ou énergétiques de la mer, les usages de loisirs et les usages traditionnels porteurs de l'identité maritime, en œuvrant pour une cohabitation équilibrée de tous, en restant ouvert à l'innovation et à de nouveaux usages
- ▶ 8 - Participer activement à une coopération technique avec les pays voisins pour une protection commune du milieu marin et un développement durable des activités maritimes dans le détroit international en impliquant les acteurs locaux.

### 3. Etat initial

#### 3.1 Zonages de protection et d'inventaires du patrimoine naturel

##### 3.1.1 Zonages de protection du patrimoine naturel

Carte 4 : Périmètres de protection des espaces naturels dans l'aire d'étude éloignée



### 3.1.2 Autres zonages

Parmi les autres zonages d'intérêt pour les mammifères marins, deux zones de protection réglementaire ont également été recensées au sein de l'aire d'étude éloignée : une Réserve naturelle nationale (RNN) et un Arrêté préfectoral de protection de biotope (APPB). Un site faisant l'objet d'une convention RAMSAR est également présent (Tableau 12).

Tableau 12 : Autres zonages dans l'aire d'étude éloignée ou à proximité.

Code / Intitulé / Superficie	Distance minimale à l'aire d'étude immédiate	Principales caractéristiques / intérêt pour les mammifères marins
<b>Réserves naturelles nationales (RNN)</b>		
FR3600118 "Baie de Somme" (3 417 ha)	18,5 km de l'aire d'étude immédiate	Située au nord-ouest de la baie de Somme. Elle est essentiellement composée d'une zone maritime qui se divise en deux grands habitats.  En marée basse, les phoques veaux marins se reposent sur l'estran et ses bancs de sable.  Intégrée au sein de la ZPS FR2210068
<b>Site RAMSAR</b>		
RAMS80 "Baie de Somme" (17 320 ha)	14,5 km de l'aire d'étude immédiate	Le classement de la zone en site RAMSAR, souligne l'importance de cette zone humide à l'échelle internationale, en plus des classements en Natura 2000 et en Réserve Naturelle Nationale.  Intégrée au sein de la ZPS FR2210068
<b>Arrêtés préfectoraux de protection de biotope (APPB)</b>		
FR3800319 "Cap d'Ailly" (55 ha)	19,5 km de l'aire d'étude immédiate	Site important pour les mammifères marins et les chiroptères.  Intégrée au sein de la ZPS FR2310045

### 3.1.3 Zonages d'inventaire du patrimoine naturel (ZNIEFF)

De très nombreuses ZNIEFF sont situées en totalité ou en partie dans l'aire d'étude éloignée. Cependant, seuls les zonages en contact avec le milieu marin et présentant un intérêt pour les mammifères marins, ont été retenus.

Cette sélection de ZNIEFF situées dans l'aire d'étude éloignée (sur la base des fiches INPN) est présentée dans le tableau ci-dessous. L'organisation du tableau est la suivante :

- ▮ Une présentation succincte des ZNIEFF de type II auxquelles sont rattachées les ZNIEFF de type I qui sont situées au sein du même ensemble géographique ou à proximité immédiate.
- ▮ Une présentation succincte des ZNIEFF de type I non reprise dans les ZNIEFF de type II.

Remarque :

*ZNIEFF de type I : Secteur de superficie en général limitée, défini par la présence d'espèces, d'associations d'espèces ou de milieux rares, remarquables ou caractéristiques du patrimoine naturel national ou régional.*

*ZNIEFF de type II : Grand ensemble naturel riche ou peu modifié par l'Homme, ou offrant des potentialités biologiques importantes.*

Source : INPN

Les zonages réglementaires d'intérêt pour la mammalofaune marine (ZSC et Réserves naturelles) superposés en totalité ou partiellement avec les ZNIEFF, sont indiqués.

Tableau 13 : Caractéristiques des ZNIEFF côtières situées dans l'aire d'étude éloignée

Code, intitulé et superficie du site	Distance minimale à l'aire d'étude immédiate	Zonages réglementaires superposés (au moins partiellement)	Intérêt pour les mammifères marins (adapté d'après fiches INPN)
ZNIEFF 2 n°230000304 "Le littoral de Neuville-les-Dieppe au Petit-Berneval" (431 ha) Intégrant ZNIEFF 1 n°230031227	15 km de l'aire d'étude immédiate		Aucun enjeu pour les mammifères marins signalé.
ZNIEFF 2 n°230000305 "La côte aux hérons" (54 ha)	17,5 km de l'aire d'étude immédiate		
ZNIEFF 2 n°220320035 "Plaine maritime picarde" (37 858 ha)	15 km de l'aire d'étude immédiate	FR2200346 "Estuaires et littoral Picards (baies de Somme et d'Authie)"	Zone importante pour la reproduction du Phoque veau-marin et les stationnements de Phoque gris.
ZNIEFF 2 N°23M000002 « Bacs à <i>Ophiotrix fragilis</i> de la Manche orientale »	27 km à l'ouest de l'aire d'étude immédiate		Aucune information disponible pour le moment. Proposée sur la base du type d'habitat. Manque de données sur les espèces présentes.
ZNIEFF 2 N°23M000013 « Cailloutis à Epibiose sessile du littoral cauchois »	25 km au sud-ouest de l'aire d'étude immédiate	FR2300139 "Le Cauchois" littoral	Aucune information disponible pour le moment. Proposée sur la base du type d'habitat. Manque de données sur les espèces présentes.

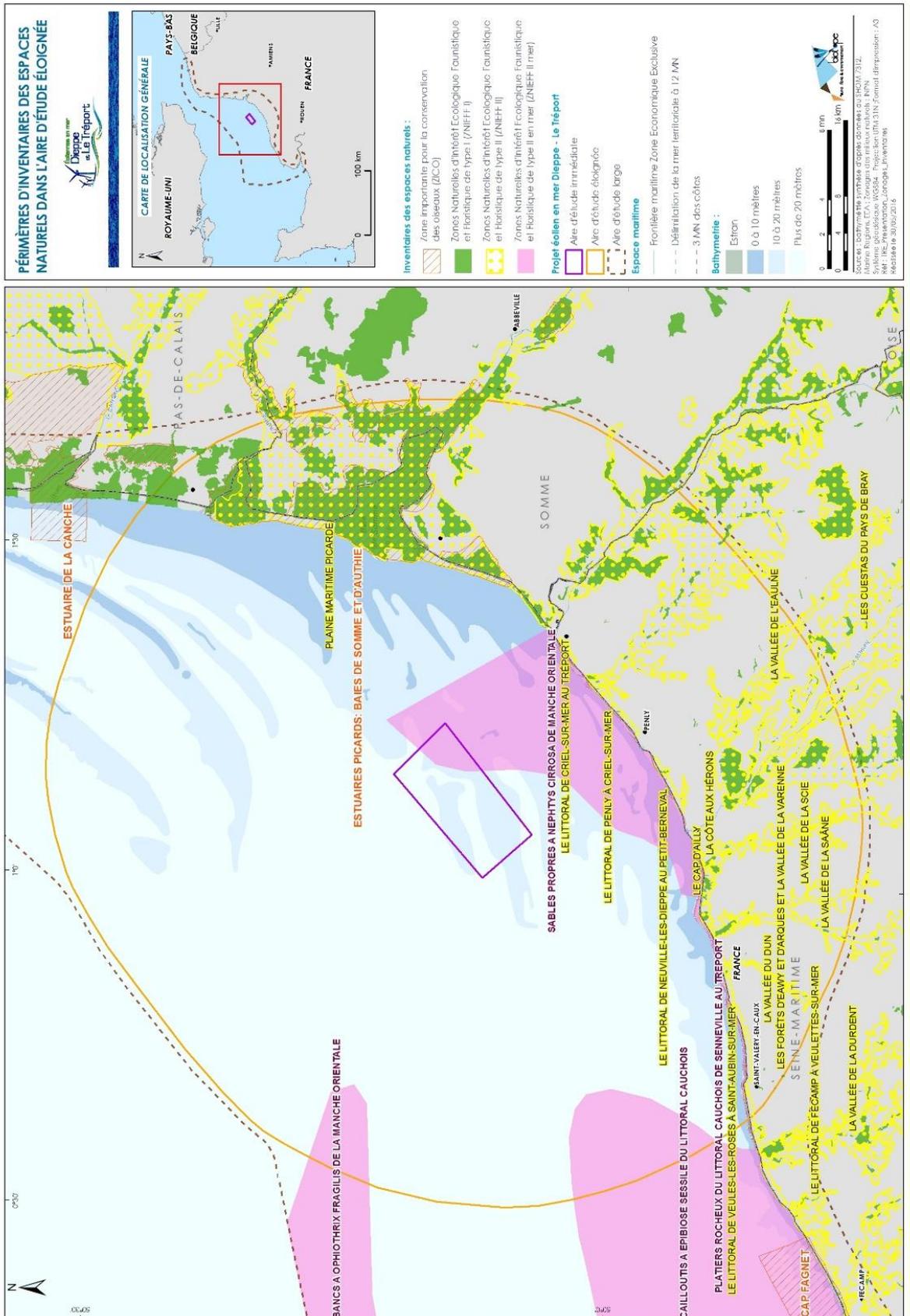
Code, intitulé et superficie du site	Distance minimale à l'aire d'étude immédiate	Zonages réglementaires superposés (au moins partiellement)	Intérêt pour les mammifères marins (adapté d'après fiches INPN)
ZNIEFF 2 N°23M000012 « Sables propres à <i>Nephtys cirrosa</i> de Manche orientale »	Intersecte l'aire d'étude immédiate		Aucune information disponible pour le moment. Proposée sur la base du type d'habitat. Manque de données sur les espèces présentes.
ZNIEFF 1 n°230000222 "Les prés salés de la basse vallée de la Scie" (60 ha)	18,5 km de l'aire d'étude immédiate		Aucun enjeu pour les mammifères marins signalé.
ZNIEFF 1 n°230030593 "Les prés salés de Saint-Aubin-sur-Mer" (10 ha)	25 km de l'aire d'étude immédiate		
ZNIEFF 1 n°230016052 "La falaise de Berneval-le-Grand" (5 ha)	17 km de l'aire d'étude immédiate		
ZNIEFF 1 n°220013893 "Falaises maritimes et estran entre Ault et Mers-les-Bains, bois de Rompval" (377 ha)	15 km de l'aire d'étude immédiate		
ZNIEFF 1 n°220004976 "Levées de galets entre Cayeux-sur-Mer et la pointe du Hourdel, dunes de Brighton et du Hourdel (191 ha)	18 km de l'aire d'étude immédiate		
ZNIEFF 1 n°220004977 "Hâble d'Ault, levée de galets, prairies et marais associés (905 ha)	16 km de l'aire d'étude immédiate		Aucun enjeu pour les mammifères marins signalé.
ZNIEFF 1 n°220014314 "Baie de Somme, parc ornithologique du Marquenterre et Champ neuf (8194 ha)	17,5 km de l'aire d'étude immédiate	FR2200346 "Estuaires et littoral Picards (baies de Somme et d'Authie)"	Le Phoque veau-marin et le Phoque gris sont signalés comme présent.
ZNIEFF 1 n°220004972 "Baie de l'Authie" (1655 ha)	29 km de l'aire d'étude immédiate		Le Phoque veau-marin est signalé de passage.
ZNIEFF1 n°310007240 "Rive nord de la baie d'Authie" (808 ha)	33 km de l'aire d'étude immédiate		Aucun enjeu pour les mammifères marins signalé.
ZNIEFF 1 n°310013737 "Mollières de Berck" (153 ha)	35 km de l'aire d'étude immédiate		

### 3. Etat initial

#### 3.1 Zonages de protection et d'inventaires du patrimoine naturel

##### 3.1.3 Zonages d'inventaire du patrimoine naturel (ZNIEFF)

Carte 5 : Périmètres d'inventaires des espaces naturels dans l'aire d'étude éloignée



## 3.2 État initial « tortues marines »

### 3.2.1 Connaissances et données disponibles concernant les tortues marines

#### 3.2.1.1 Données concernant les échouages de tortues marines

##### 3.2.1.1.1 Composition spécifique et phénologie des échouages

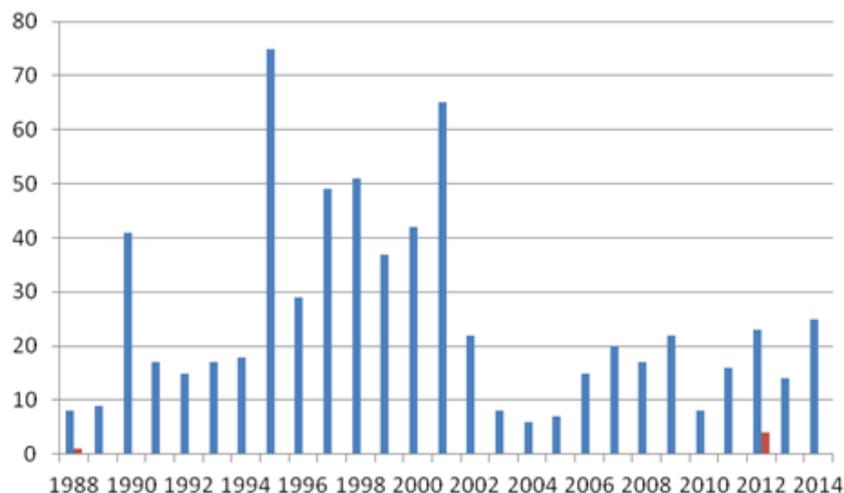
Entre 1988 et 2014, 5 échouages ont été recensés sur l'aire d'étude large et concernent trois des quatre espèces de tortues marines présentes sur l'ensemble de la façade Manche-Atlantique.

La Tortue de Kemp et la Tortue luth enregistrent respectivement 2 échouages au cours de cette période. La cinquième donnée concerne une Tortue caouanne. La Tortue verte n'a pas été observée au cours de la période étudiée.

Alors que la Tortue luth vient spécifiquement s'alimenter sur la façade Manche-Atlantique, les tortues caouannes et de Kemp sont des individus juvéniles projetés sur la façade atlantique par les courants et des épisodes de fortes tempêtes.

Les échouages répertoriés sur l'aire d'étude large ne sont pas associés aux pics d'échouages observés sur l'ensemble de la façade Manche-Atlantique. Il est à noter que ces échouages sont récents. Sur les 5 échouages, 4 ont été recensés en 2012 (Figure 15).

Figure 15 : Evolution temporelle du nombre de tortues marines échouées dans la zone d'analyse (en rouge) et sur la façade Manche-Atlantique (en bleu)



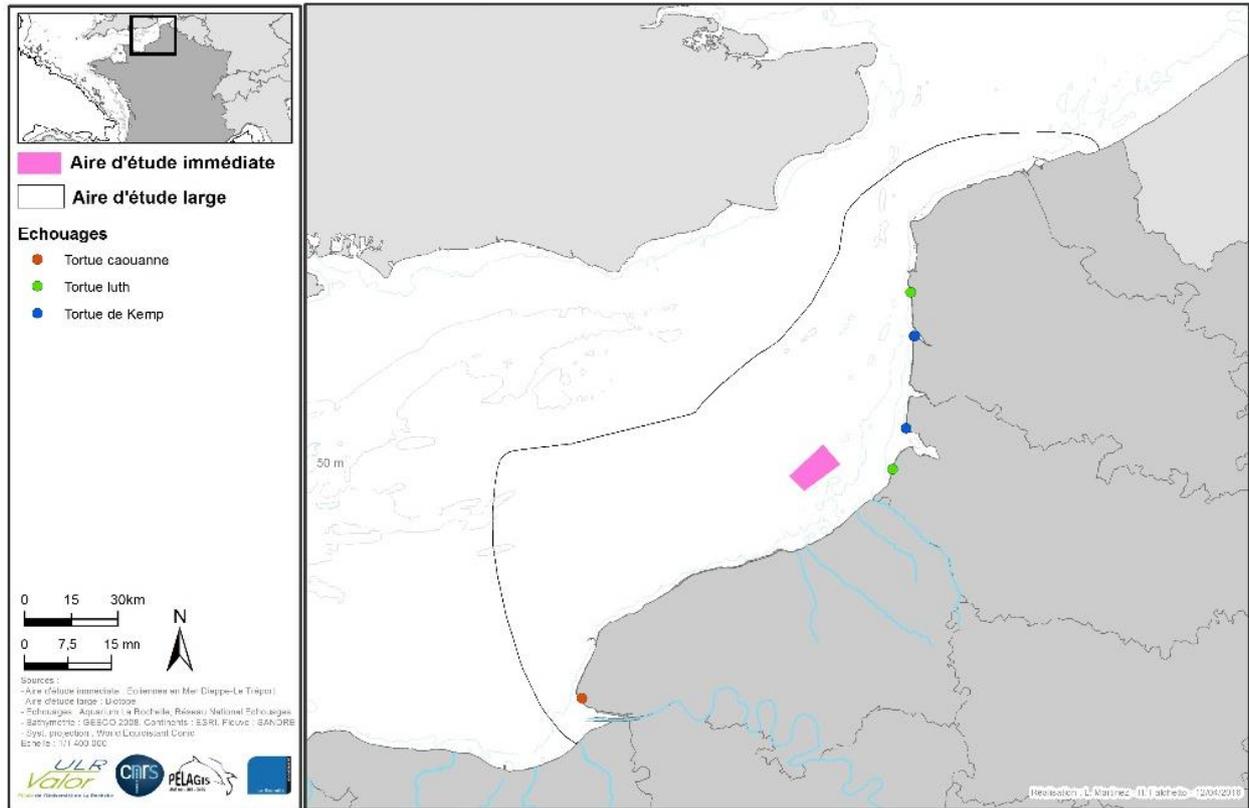
Source : CESTM - Aquarium La Rochelle, septembre 2015

Compte tenu du faible nombre d'échouages recensés sur l'aire d'étude large, il est difficile de mettre en évidence une tendance dans la saisonnalité. Les individus se sont échoués en janvier (2), avril (1), septembre (1) et décembre (1).

### 3.2.1.1.2 Distribution spatiale des échouages

Les tortues luth et de Kemp ont été observées dans la moitié Nord de l'aire d'étude large tandis que la seule tortue caouanne a été observée dans la partie Sud.

Carte 6 : Distribution spatiale des échouages des 5 tortues marines recensés dans l'aire d'étude large sur la période 1988/2014

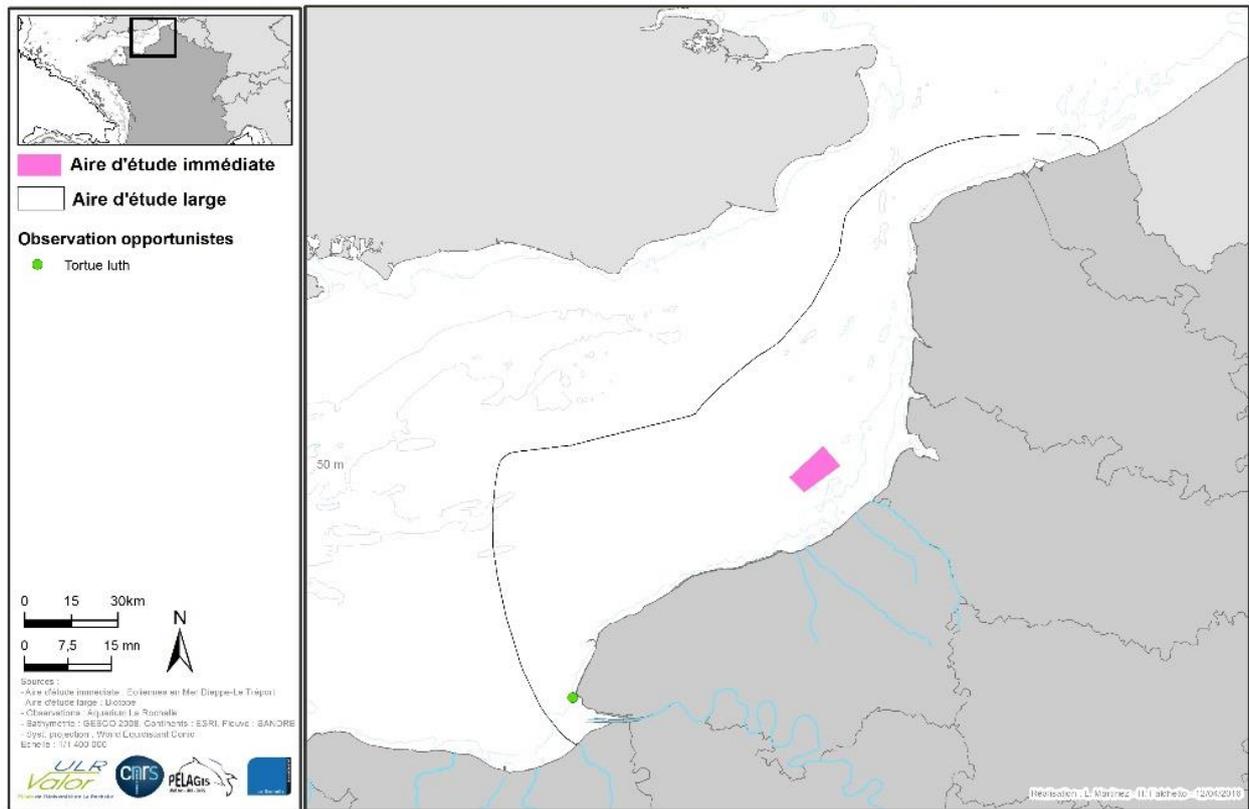


Source : CESTM - Aquarium La Rochelle, septembre 2015

### 3.2.1.2 Données d'observation de tortues marines

Une seule observation de Tortue luth issue d'une observation opportuniste a été signalée en limite Sud de l'aire d'étude large au cours de la période 1988-2014 (Carte 7).

Carte 7 : Localisation de la seule observation opportuniste de Tortue luth dans l'aire d'étude large transmise à l'Aquarium La Rochelle entre 1988 et 2014



Source : CESTM - Aquarium La Rochelle, septembre 2015

Lors de la campagne SAMM, aucune observation de tortues marines n'a été réalisée dans l'aire d'étude large.

### 3.2.2 Données acquises dans le cadre de l'étude

Aucune observation de tortues marines n'a été réalisée dans le cadre des inventaires avion et bateau réalisés en bateau et en avion sur l'aire d'étude éloignée.

### 3.2.3 Quelques éléments d'écologie des espèces de tortues marines rencontrées dans l'aire d'étude éloignée

#### 3.2.3.1 La Tortue luth : distribution et comportement

Figure 16 : Tortue luth



Source : Biotope/ Ruffray X

La Tortue luth (*Dermochelys coriacea*) est la plus grande de toutes les espèces actuelles de tortues. Les femelles adultes mesurent en moyenne environ 150 cm (longueur droite de carapace). Elle présente la plus large aire de répartition géographique (71°N à 47°S) (Eckert, 2012) et un mode de vie pélagique.

Dans l'océan Atlantique, les sites de pontes principaux sont observés en Guyane française, au Surinam et au Guyana à l'ouest et au Gabon, Congo-Brazzaville et en Angola à l'est. La présence de la Tortue luth sur la façade Manche-Atlantique est avérée, grâce aux observations en mer et aux échouages réguliers recensés depuis 1968 (Duguy, 1968 ; Morinière, 2011). Tandis que les individus de Tortue luth sont principalement observés vivants en mer l'été, les échouages sont majoritairement recensés en automne et au début de l'hiver, depuis les Pyrénées-Atlantiques jusque dans le Pas-de-Calais.

Dans l'océan Atlantique, la Tortue luth quitte les zones de reproduction pour les zones d'alimentation dans les eaux tempérées plus riches en nourriture et est observée en été et en automne sur la côte est du Canada et en Europe du nord, notamment dans le golfe de Gascogne (Doyle, 2008) notamment les côtes de Vendée et de la Charente-Maritime (Duguy, 1997), où elles viennent s'alimenter de méduses du genre *Rhizostoma*.

### 3.2.3.2 La Tortue caouanne : distribution et comportement

Figure 17 : Tortue caouanne



Source : Biotope/Prat M.

La Tortue caouanne (*Caretta caretta*) possède une aire de répartition géographique très étendue. Principalement rencontrée dans les eaux tropicales et subtropicales, la Tortue caouanne est la seule tortue marine à se reproduire dans des zones tempérées. Les femelles qui nidifient présentent en moyenne une longueur droite de carapace d'environ 90 cm.

Dans l'Atlantique Nord, à l'ouest, les sites de ponte majeurs se trouvent notamment au sud-est des Etats-Unis et, à l'est, ils se localisent dans l'archipel du Cap Vert. Les nouveau-nés « américains » entrent dans la mer, après avoir émergé de leur nid, puis gagnent dans une nage frénétique les principaux courants marins et restent dans la zone océanique en moyenne entre 6,5 et 11,5 ans (Bjorndal, 2000). Certains juvéniles restent autour du territoire américain, tandis que d'autres juvéniles sont transportés par les courants marins (gyre subtropical) de l'Atlantique nord vers l'Atlantique est où ils trouvent des zones d'alimentation propices, au niveau des Açores et des Canaries. Les tortues retournent ensuite vers les zones néritiques<sup>2</sup> de l'Atlantique nord-ouest, pour atteindre ensuite leur maturité sexuelle. Au cours de leur période océanique, les jeunes individus peuvent être soumis à des forces océanographiques et météorologiques qui peuvent altérer leur dispersion. Certains d'entre eux sont alors transportés vers l'Europe du nord, où ils peuvent souffrir voire mourir d'hypothermie.

Sur la façade Manche-Atlantique, les échouages de Tortue caouanne ont lieu toute l'année, depuis le département des Pyrénées-Atlantiques jusqu'en Seine-Maritime et concernent majoritairement des individus juvéniles dont la longueur droite de carapace est comprise entre 15 et 24 cm (Morinière, 2011). Les analyses génétiques réalisées sur ces individus ont montré qu'ils provenaient principalement des sites de ponte de la Floride du Sud et du Cap Vert (Monzón-Argüello, 2012).

<sup>2</sup> La zone néritique est la zone qui s'étend au-dessus du plateau continental jusqu'à la rupture de pente du talus continental (soit jusqu'à l'isobathe 200 m)

### 3.2.3.3 La Tortue de Kemp : distribution et comportement

Photo 1 : Tortue de Kemp



Source : Aquarium La Rochelle S.A.S., 2012

La Tortue de Kemp (*Lepidochelys kempii*) appartient au groupe des chéloniides. Son aire de répartition géographique est restreinte au golfe du Mexique, où le site de ponte principal se trouve sur la plage de Rancho Nuevo (Tamaulipas). Elle est présente dans l'Atlantique ouest jusqu'au Grand Banks et Nova Scotia (sud du Canada).

Des individus sont également observés près des Açores, dans l'Atlantique nord-est et en Méditerranée (NMFS, 2011). Il s'agit de la plus petite espèce de tortues marines, atteignant une longueur droite de carapace moyenne comprise entre 60 et 65 cm à l'âge adulte. Les nouveau-nés entrent dans l'eau puis sont transportés dans la partie nord du golfe du Mexique, puis en direction de l'est. Certains individus sont retenus dans la partie nord du golfe du Mexique tandis que d'autres individus sont transportés par le Gulf stream puis le gyre nord Atlantique vers l'Atlantique est. La Tortue de Kemp retourne ensuite vers les zones néritiques lorsqu'elle atteint une taille d'environ 20-25 cm (longueur droite de carapace) (Musick, 1997).

Sur la façade Manche-Atlantique, les observations de Tortue de Kemp sont réalisées depuis les Pyrénées-Atlantiques jusque dans le Nord-Pas-de-Calais et concernent principalement des individus juvéniles (Morinière & Dell'Amico, 2011 ; Dell'Amico & Morinière, 2015).

Tableau 14 : Synthèse des caractéristiques et données concernant les espèces de tortues marines observées en Manche

Espèces	Tortue luth	Tortue caouanne	Tortue de Kemp
Distribution			
Ecologie générale	Espèce océanique	Espèce côtière et océanique	Zones côtière et océanique
Présence sur le littoral Atlantique	Observations sur l'ensemble de la façade Manche-Atlantiques et échouages depuis les Pyrénées-Atlantiques jusqu'au Pas de Calais	Echouages recensés sur l'ensemble de la façade Manche-Atlantique depuis les Pyrénées-Atlantiques jusqu'en Seine Maritime	Echouages recensés sur l'ensemble de la façade Manche-Atlantique, depuis les Pyrénées-Atlantiques jusqu'au Nord-Pas-de-Calais
Comportement	Solitaire	Solitaire	Solitaire
Alimentation	Proies gélatineuses (cnidaires...)	Omnivore à tendance carnivore	Omnivore à tendance carnivore
Menaces	Captures accidentelles, pollution, diminution des ressources, dérangement.	Captures accidentelles, pollution, diminution des ressources, dérangement.	Captures accidentelles, pollution, diminution des ressources, dérangement.
Statut de Menace (IUCN, 2015)	Vulnérable	En danger	En danger critique d'extinction
Protection en France	Oui	Oui	Oui
DHFF	Annexe IV	Annexes II et IV	Annexe IV
Autres statuts / convention et accords	CITES (annexe I), Convention de Berne (annexe II) Convention de Bonn (annexes I et II) OSPAR (annexe V)	CITES (annexe I) Convention de Berne (annexe II) Convention de Bonn (annexes I et II) OSPAR (annexe V)	CITES (annexe I) Convention de Berne (annexe II) Convention de Bonn (annexes I et II)

### 3.2.4 Synthèse des principales connaissances relatives aux tortues marines sur l'aire d'étude large

La présence de tortues marines dans l'aire d'étude large semble davantage le fait d'individus dérivant depuis la façade atlantique à l'intérieur de la Manche, ce qui explique le faible nombre de données récoltées, notamment en Manche orientale.

- ▶ La Tortue luth est largement distribuée dans les eaux tempérées des deux hémisphères et est particulièrement bien adaptée aux eaux froides. Dans l'océan Atlantique, les sites de pontes principaux sont observés en Guyane française, au Surinam et au Guyana à l'ouest et au Gabon, Congo-Brazzaville et en Angola à l'est. Les individus de Tortue luth quittent ensuite ces zones pour partir s'alimenter, notamment dans le golfe de Gascogne. Avec 2 échouages (1,5% des échouages nationaux) et une observation sur la période 1988-2014, on peut estimer que sa présence est occasionnelle dans l'aire d'étude large (espèce signalée plusieurs fois par décennie). Notamment si on compare au littoral atlantique où les données sont beaucoup plus nombreuses. (sur le littoral atlantique, la Tortue luth représente 68,5% des échouages de tortues marines soit 89 échouages entre 1988 et 2014).
- ▶ La Tortue caouanne est rencontrée dans les eaux tropicales et subtropicales des deux hémisphères, mais nidifie également en zone tempérée. Dans l'Atlantique nord, à l'ouest, les sites de ponte majeurs se trouvent notamment au sud-est des Etats-Unis et à l'est, dans l'archipel du Cap Vert. Certains individus sont alors transportés par les courants et peuvent arriver en Europe. On peut juger la présence de l'espèce comme accidentelle et exceptionnelle dans l'aire d'étude large. En effet une seule donnée d'échouage a été répertoriée ces dernières 26 années dans un périmètre de 100 km autour de l'aire d'étude, à l'extrémité sud de celui-ci. Pourtant il s'agit de la seconde espèce la plus représentée sur le littoral atlantique avec 36 cas d'échouages (27,7%) sur le littoral atlantique entre 1988 et 2014.
- ▶ L'aire de répartition géographique de la Tortue de Kemp est restreinte à l'Atlantique nord, où elle nidifie dans le golfe du Mexique. Les individus sont alors transportés par les courants, certains en direction de l'est et de l'Europe. Il s'agit de la plus petite espèce de tortues marines. Elle est omnivore, à tendance carnivore. Avec deux données d'échouages ces 26 dernières années, on peut juger la présence de l'espèce comme accidentelle et exceptionnelle dans l'aire d'étude, d'autant que les échouages de l'espèce sont peu communs sur le littoral atlantique (uniquement 4 cas entre 1988 et 2014).

### 3.2.5 Évaluation des enjeux « tortues marines »

Les données bibliographiques compilées et analysées ainsi que les données obtenues dans le cadre de l'étude ont permis de cerner les enjeux que représentent chacune des espèces de tortues marines considérées dans l'aire d'étude large.

Ce niveau d'enjeu est la résultante de la prise en compte de 3 critères (chapitre 2.2.3.1) :

- ▶ la valeur patrimoniale est considérée comme faible par hypothèse (note de 0). En effet, ces espèces ne disposent pas de statut réellement défini au niveau national et régional et ne se reproduisent pas sur le territoire métropolitain (souvent non applicable ou données insuffisantes) ;
- ▶ la présence de l'espèce sur l'aire d'étude éloignée ;
- ▶ les tendances évolutives au niveau mondial (les espèces ne se reproduisant pas à l'échelle européenne).

Le tableau avec l'ensemble des notes obtenues pour les trois critères pour chaque espèce est présenté en Annexe 7.4.

Tableau 15 : Niveaux d'enjeux concernant les tortues marines

Nom vernaculaire	Caractéristiques ayant conduit à l'évaluation des enjeux	Niveau d'enjeu
Tortue luth	Présence occasionnelle dans l'aire d'étude éloignée Menacée à l'échelle mondiale	Faible
Tortue caouanne	Présence rare/exceptionnelle dans l'aire d'étude éloignée Menacée à l'échelle mondiale	Négligeable
Tortue de Kemp	Présence rare/exceptionnelle dans l'aire d'étude éloignée Menacée à l'échelle mondiale	Négligeable

### 3.3 État initial « Mammifères marins »

La synthèse des connaissances disponibles sur les mammifères marins est donnée dans ce chapitre. Les informations sont issues de diverses sources (chapitre 2.1.1) et ont été analysées par l'ULR Valor / ADERA et l'Aquarium La Rochelle.

Des données concernant les suivis de colonies de Phoque gris de Phoque veau-marin de baie de Somme et de baie d'Authie, fournies par l'association Picardie Nature, ont permis de compléter les connaissances acquises sur les pinnipèdes.

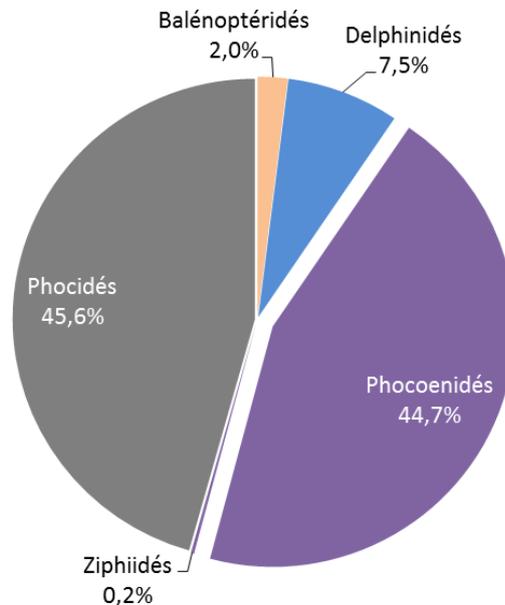
#### 3.3.1 Connaissances et données disponibles concernant les mammifères marins

Pour les analyses statistiques effectuées dans le cadre de l'étude, seules les données des échouages répertoriés en France sont utilisées. Faute d'accès aux données d'échouages côté anglais, nous utiliserons les rapports du CSIP pour contextualiser les résultats français.

##### 3.3.1.1 Informations issues des données d'échouage de mammifères marins

Entre 1972 et 2013, 962 échouages ont été recensés dans l'aire d'étude large. Ces échouages concernent 17 espèces, dont 6 espèces de phoques. Le Marsouin commun (Phocoenidés) représente un peu moins de 45% des animaux échoués (423 individus) (Figure 18). Les phoques représentent un peu plus de 45% des effectifs. Les autres mammifères marins sont des delphinidés (Dauphin commun, Grand Dauphin...) pour moins de 8% des échouages (78 individus), ainsi que des balénoptéridés (rorquals) et des ziphiidés (baleines à bec) en effectifs très faibles.

Figure 18 : Proportions des différentes familles de mammifères marins échoués sur l'aire d'étude large, issues des données bibliographiques entre 1972 et 2013 - 962 échouages



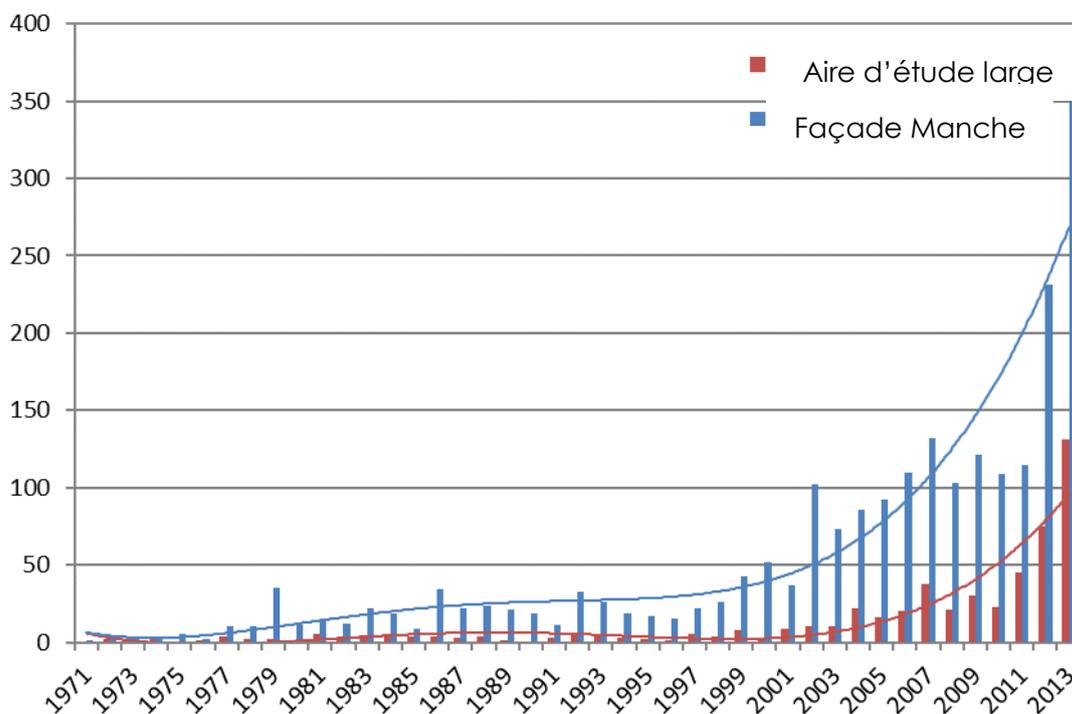
Source : PELAGIS 2015

## LES ECHOUAGES DE CETACES

Au total, 530 cétacés se sont échoués dans l'aire d'étude large. Parmi ces échouages, de nombreux individus n'ont pas pu être identifiés, généralement en raison d'un état de dégradation trop avancé. Ils sont ainsi répertoriés sous « delphinidés sp. », « odontocètes sp. » ou encore « cétacés sp » en fonction de la précision possible. Il a été choisi de ne pas utiliser ces individus dans les analyses réalisées ici afin de ne pas ajouter d'incertitude. Ainsi le nombre de cétacés identifiés à l'espèce, et donc retenus pour l'étude, s'élève à 508 individus.

Globalement, les échouages répertoriés suivent les mêmes tendances qu'au niveau de la façade Manche. En effet, une hausse générale des échouages est constatée tout au long de la série, avec une accélération depuis la fin des années 90.

Figure 19 : Evolution temporelle du nombre d'individus échoués de cétacés sur l'aire d'étude large et sur la façade Manche entre 1971 et 2013



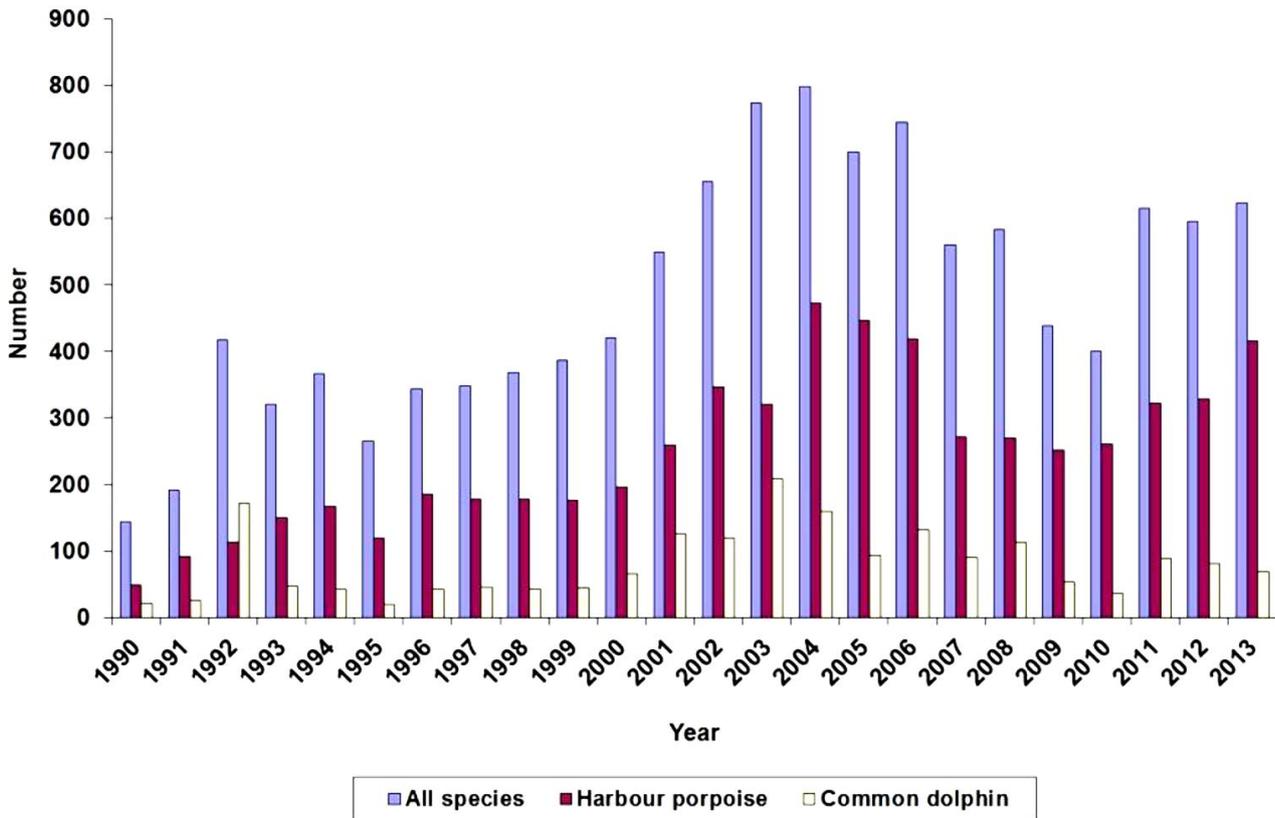
Source : Observatoire PELAGIS, 2015

Globalement, les échouages de cétacés dans l'aire d'étude large représentent environ 24% des échouages de la façade Manche. L'aire d'étude large représentant un peu moins de 30% du linéaire côtier de la façade, le taux d'échouage est donc légèrement inférieur à celui de la moyenne de la Manche.

Au Royaume-Uni, les échouages de mammifères marins représentent entre 200 et 800 individus chaque année. Globalement, la tendance des échouages apparaît moins nette que celle constatée sur la façade française de la Manche. Alors que la tendance est à la hausse en France, notamment en 2013 où un record d'échouage est atteint (figure 16), au Royaume Uni, la tendance est plutôt à la baisse.

L'espèce prépondérante dans les échouages anglais apparaît également être le marsouin commun.

Figure 20 : Evolution temporelle du nombre d'individus échoués sur l'ensemble des côtes du Royaume-Uni entre 1990 et 2013.



Source : CSIP, 2014

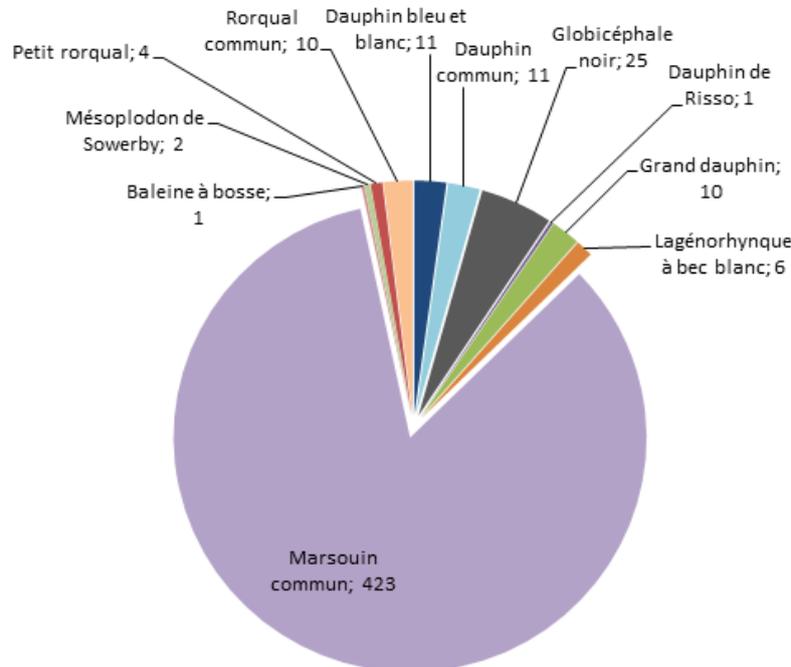
En bleu sont représentés les échouages toutes espèces confondues, en violet les échouages de Marsouin commun (Harbour porpoise) et en rose les échouages de Dauphin commun (Common dolphin)

### Composition spécifique des échouages répertoriés

Le Marsouin commun est prépondérant dans la composition spécifique des animaux échoués, puisqu'ils représentent plus de 83% (423 individus) (Figure 21). Le Globicéphale noir arrive loin derrière avec 5% (25 individus), suivi du Dauphin bleu et blanc (11 individus) et du Dauphin commun avec un peu plus de 2% (11 individus). Les effectifs de Grand Dauphin et Rorqual commun représentent un peu moins de 2% (10 individus pour chacun). Le Lagénorhynque à bec blanc représente un peu plus de 1% (6 individus). Les autres espèces représentent chacune moins de 1% (Dauphin de Risso, Baleine à bec...).

Quelques espèces rares sont ainsi à signaler : une Baleine à bosse et deux Mésoplodons de Sowerby ont ainsi été retrouvés échoués dans la zone, alors qu'elles sont relativement rares à l'échelle de la façade.

Figure 21 : Composition spécifique du nombre de cétacés échoués dans l'aire d'étude large entre 1973 et 2013 (total de 508 individus échoués identifiés)



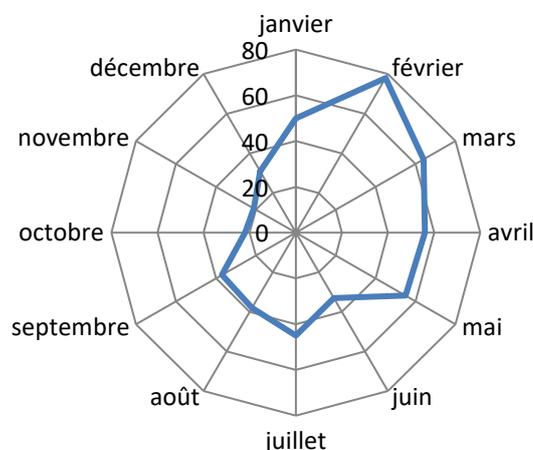
Source : Observatoire PELAGIS, 2015

Au Royaume-Uni, le Marsouin commun est l'espèce majoritairement rencontrée en échouage (66%) suivi de très loin par le Dauphin commun (7%). Les autres espèces rencontrées sont le Lagénorhynque à bec blanc, le Petit Rorqual, le Globicéphale noir, le Grand Dauphin et le Dauphin bleu-et-blanc (CSIP, 2013).

#### Distribution saisonnière des échouages de cétacés

Les échouages de cétacés ont lieu toute l'année sur l'aire d'étude large (20 à 30 animaux/mois) mais de manière plus importante de janvier à mai avec des valeurs maximales atteignant près de 80 individus/mois en février.

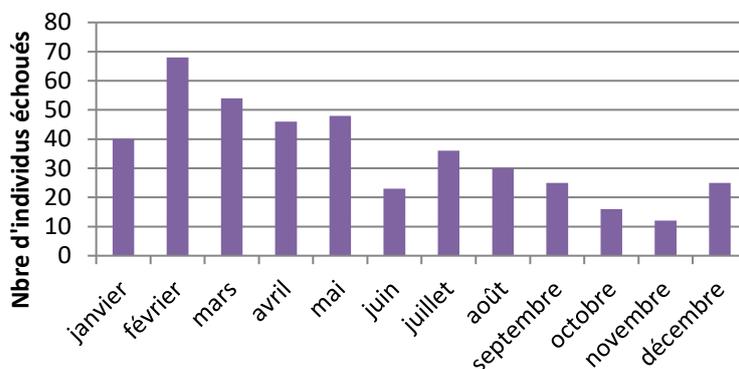
Figure 22 : Distribution saisonnière du nombre d'individus de cétacés échoués entre 1973 et 2013 (base d'analyse de 508 individus échoués)



Source : Observatoire PELAGIS, 2015

Le profil saisonnier des échouages de cétacés est essentiellement influencé par les échouages de Marsouin commun. Ces échouages ont lieu toute l'année, avec un maximum entre janvier et mai. Plafonnant entre 16 et 36 échouages de mai à décembre, les effectifs passent à près de 70 en février.

Figure 23 : Répartition mensuelle des échouages de Marsouin commun dans la zone d'analyse (cumul du nombre d'individus retrouvés échoués par mois, entre 1973 et 2013)

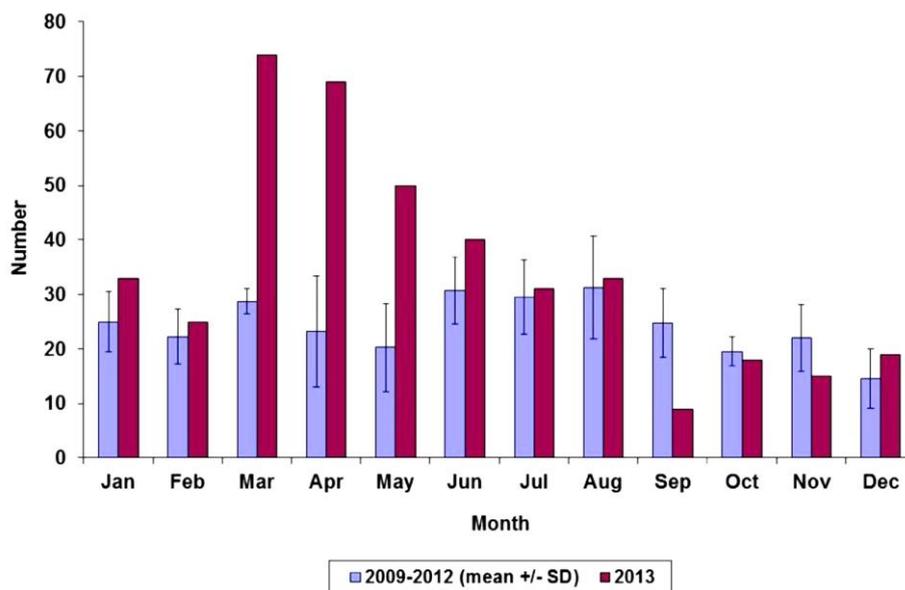


Source : Observatoire PELAGIS, 2015

Les autres espèces présentent des effectifs très faibles et ne représentent que 1 à 6 échouages par mois sur les 42 années de données.

Au Royaume Uni, les marsouins communs s'échouent toute l'année (Figure 24). En 2013, un pic est observé entre février et mai, mais il est lissé lorsque l'on fait la moyenne entre 2009 et 2012.

Figure 24 : Distribution mensuelle des échouages de marsouins communs au Royaume Uni. En bleu, les moyennes et écart types de 2009 à 2012, et en violet les valeurs de 2013.



Source : CSIP, 2014

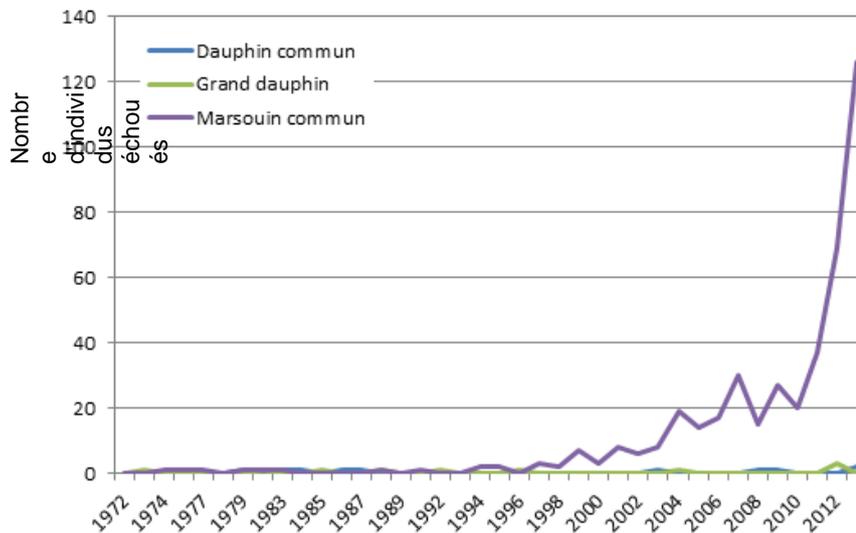
### Variations interannuelles et tendances à long terme

L'augmentation observée de la moyenne des échouages est majoritairement due aux échouages de Marsouin commun. On constate en effet une forte augmentation dans les échouages de cette espèce depuis la fin des années 90, passant de quelques individus par an à 20, puis 50 puis plus de 300. L'augmentation semble exponentielle. Le fonctionnement du Réseau National Echouage étant stable depuis les années 1980, la hausse constatée est bien due à une augmentation des carcasses arrivées à la côte et non pas à une vigilance renforcée.

Il est en revanche difficile d'expliquer si ces tendances sont dues à une augmentation des populations ou à une augmentation de la mortalité. Les grands recensements sont trop peu nombreux pour évaluer les effectifs de populations régulièrement. De plus, une augmentation locale peut être d'avantage due à un déplacement des populations qu'à une réelle augmentation, à l'instar du marsouin (Hammond et MacLeod, 2006).

Le Dauphin commun et le Grand Dauphin sont trop peu nombreux pour dégager une réelle tendance.

Figure 25 : Variation annuelle du nombre d'individus échoués pour chaque espèce de cétacés dans l'aire d'étude large entre 1973 et 2013



Source : Observatoire PELAGIS, 2015

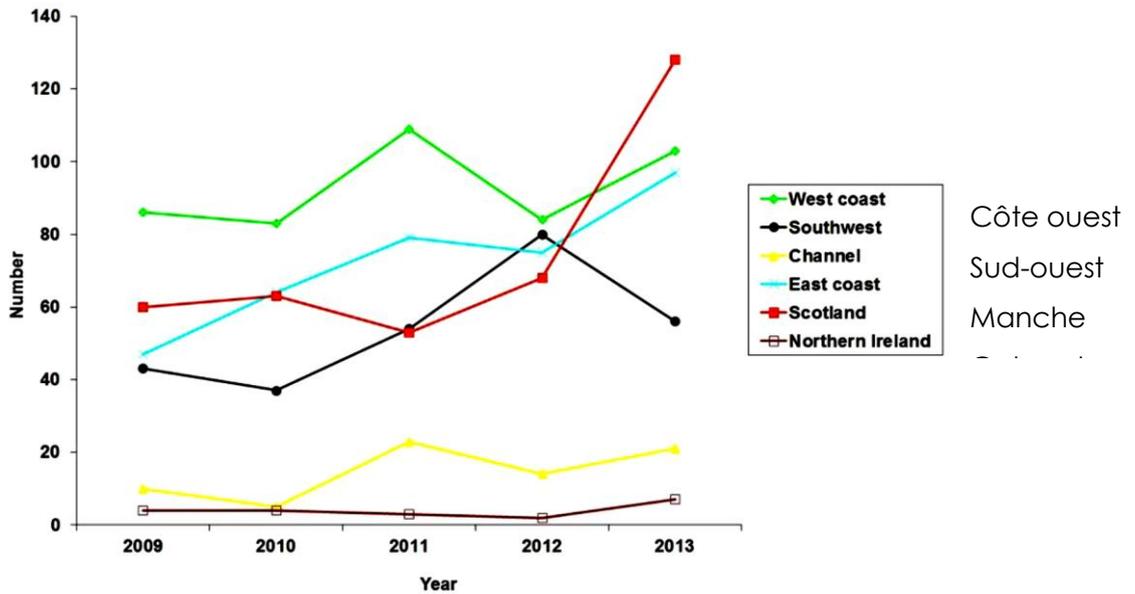
Sur la côte Est du Royaume-Uni (ligne bleue de la Figure 26), les échouages de marsouins communs sont en augmentation. La tendance est moins importante que pour d'autres régions comme l'Ecosse, mais représente 40 à 100 marsouins par an.

3. Etat initial

3.3 État initial « Mammifères marins »

3.3.1 Connaissances et données disponibles concernant les mammifères marins

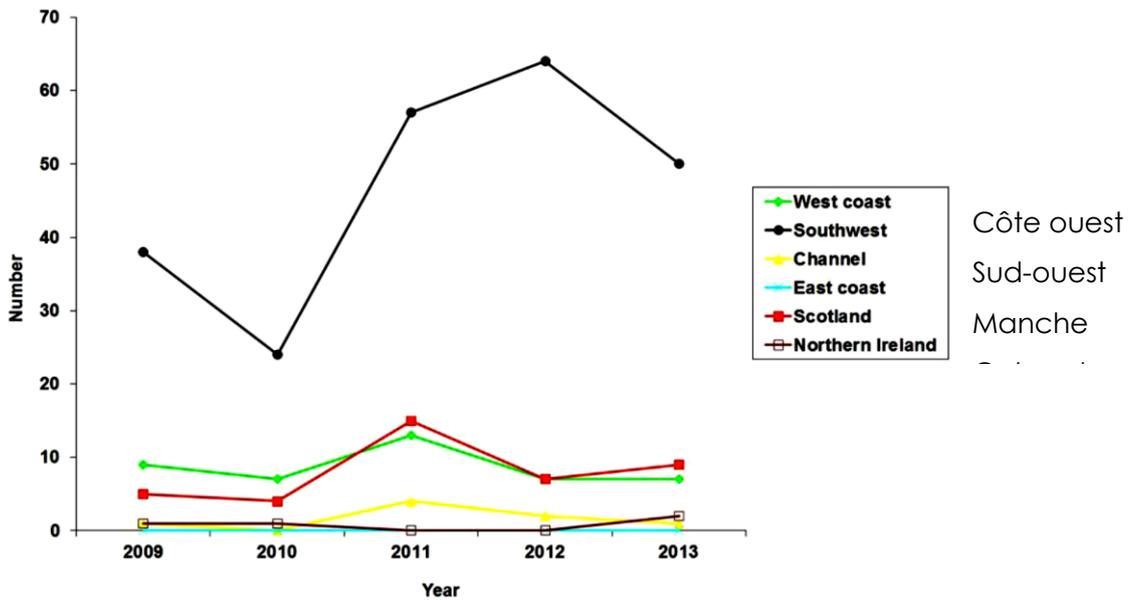
Figure 26 : Variation interannuelle des échouages de marsouins communs répertoriés dans différentes régions du Royaume-Uni entre 2009 et 2013



Source : CSIP, 2014

Les échouages de dauphins communs apparaissent quasi-nuls sur la côte Est du Royaume-Uni (Figure 27, ligne bleue).

Figure 27 : Variation interannuelle des échouages de dauphins communs répertoriés dans différentes régions du Royaume-Uni entre 2009 et 2013

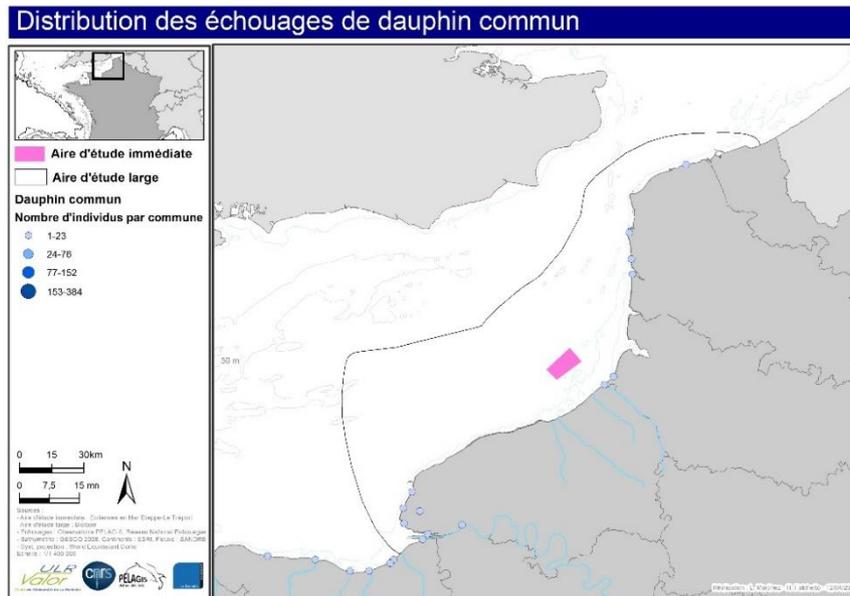


Source : CSIP, 2014

### Distribution spatiale des échouages

Les échouages de Dauphin commun sont peu nombreux dans l'aire d'étude large et ne semblent pas répartis de façon homogène. Les échouages se distribuent essentiellement autour de la région du Havre (estuaire de la Seine) et entre Le Touquet et Wimereux (côte d'Opale).

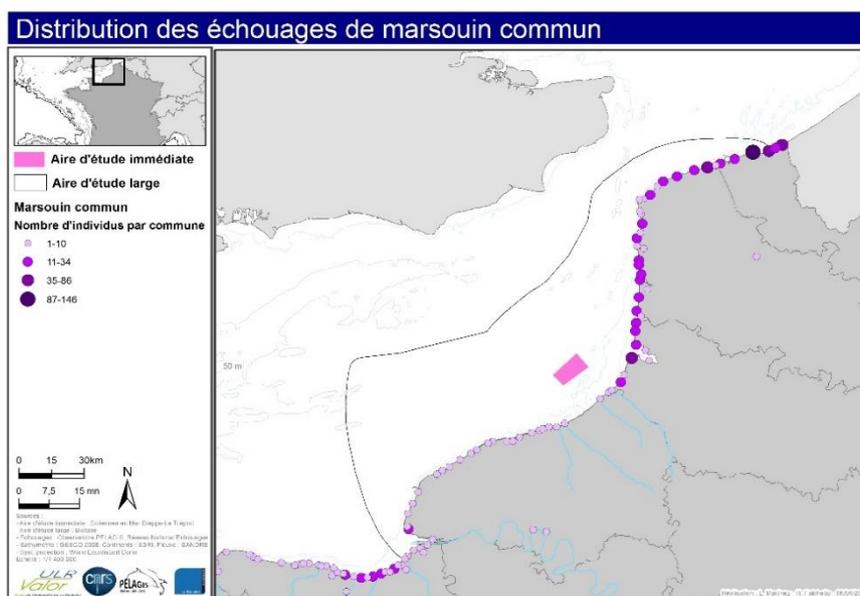
Carte 8 : Distribution spatiale des échouages de Dauphin commun sur l'aire d'étude large entre 1971 et 2013 (n=11)



Source : Observatoire PELAGIS, 2015

Les échouages de Marsouin commun en revanche sont très nombreux sur l'aire d'étude large (Carte 9). Des échouages sont observés sur l'ensemble de la zone même si la partie nord (de Sangatte à Cayeux-sur-Mer) et son littoral sableux enregistre les plus forts effectifs. Cet effectif peut être lié à un biais de détection. En effet, il est probablement plus délicat de retrouver les cadavres en pied de falaise (moins accessible et cadavre plus facilement repris par la mer).

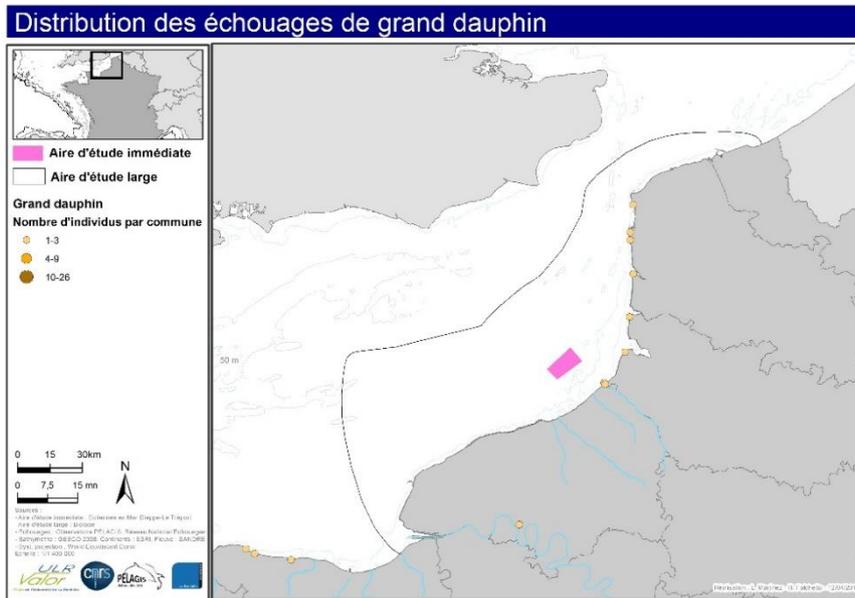
Carte 9 : Distribution des échouages de Marsouin commun dans l'aire d'étude large entre 1971 et 2013 (n=423)



Source : Observatoire PELAGIS, 2015

Concernant le Grand Dauphin, les échouages sont très peu nombreux et localisés essentiellement dans la moitié nord de l'aire d'étude large (de Wimereux à la baie de Somme) (Carte 10 : Distribution des échouages de Grand Dauphin dans l'aire d'étude large entre 1971 et 2013 (n=10)).

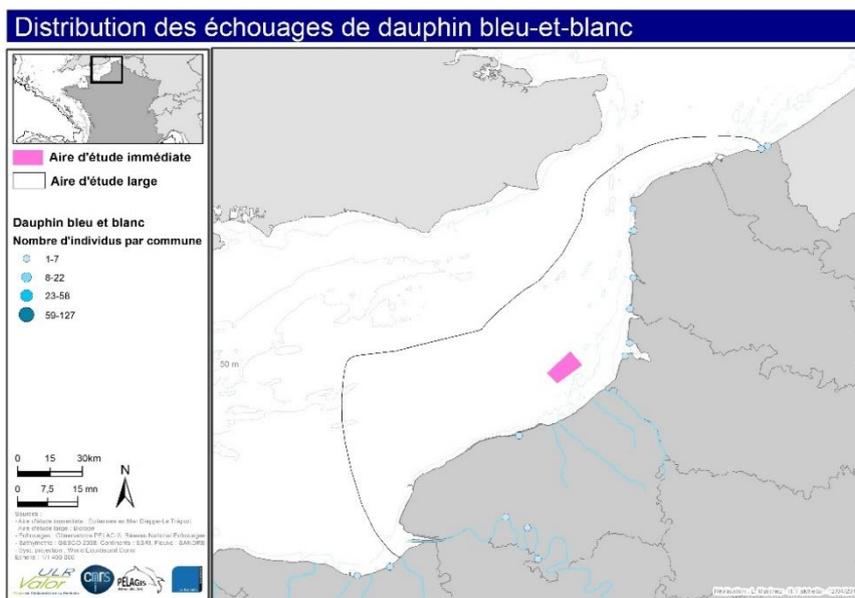
Carte 10 : Distribution des échouages de Grand Dauphin dans l'aire d'étude large entre 1971 et 2013 (n=10)



Source : Observatoire PELAGIS, 2015

Les effectifs de Dauphin bleu-et-blanc sont également faibles, et essentiellement localisés entre Wimereux et la baie de Somme (Carte 11 : Distribution des échouages de Dauphin bleu et blanc dans l'aire d'étude large entre 1971 et 2013 (n=11)). Il convient également de noter que plusieurs individus ont été retrouvés dans la Seine.

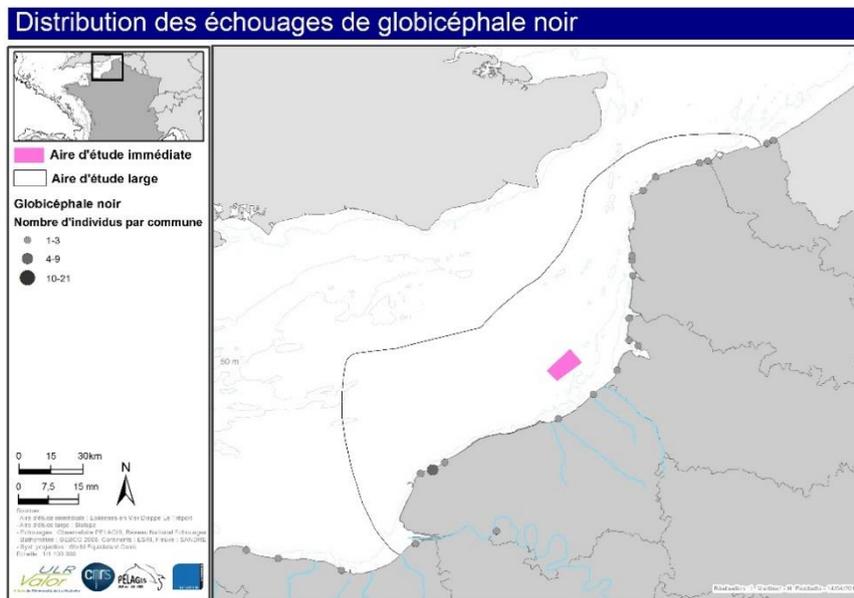
Carte 11 : Distribution des échouages de Dauphin bleu et blanc dans l'aire d'étude large entre 1971 et 2013 (n=11)



Source : Observatoire PELAGIS, 2015

Les échouages de Globicéphale noir sont peu nombreux mais néanmoins répertoriés sur l'ensemble de la zone d'étude large (Carte 12 : Distribution des échouages de Globicéphale noir dans l'aire d'étude large entre 1971 et 2013 (n=25)).

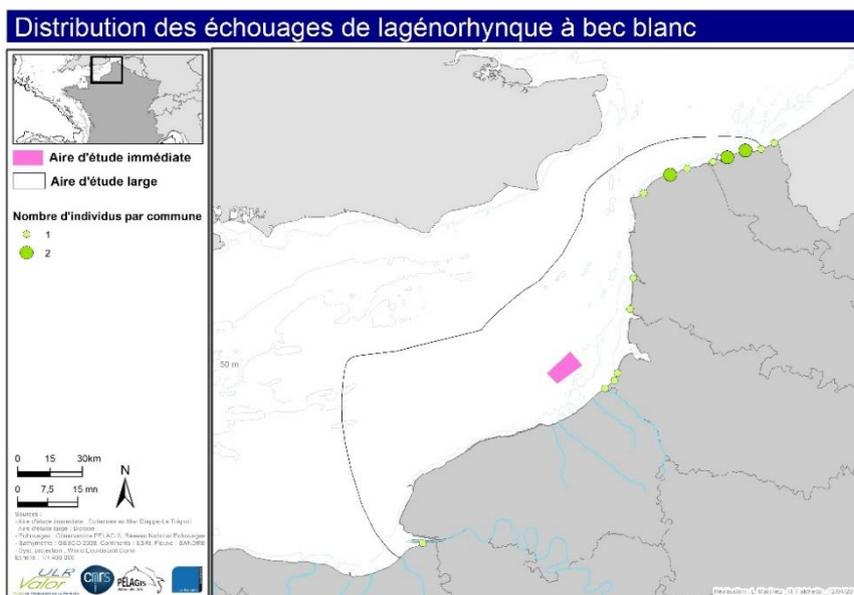
Carte 12 : Distribution des échouages de Globicéphale noir dans l'aire d'étude large entre 1971 et 2013 (n=25)



Source : Observatoire PELAGIS, 2015

Les échouages de Lagénorhynque à bec blanc sont surtout localisés face à la mer du Nord. Quelques données sont néanmoins enregistrées en baie de Somme.

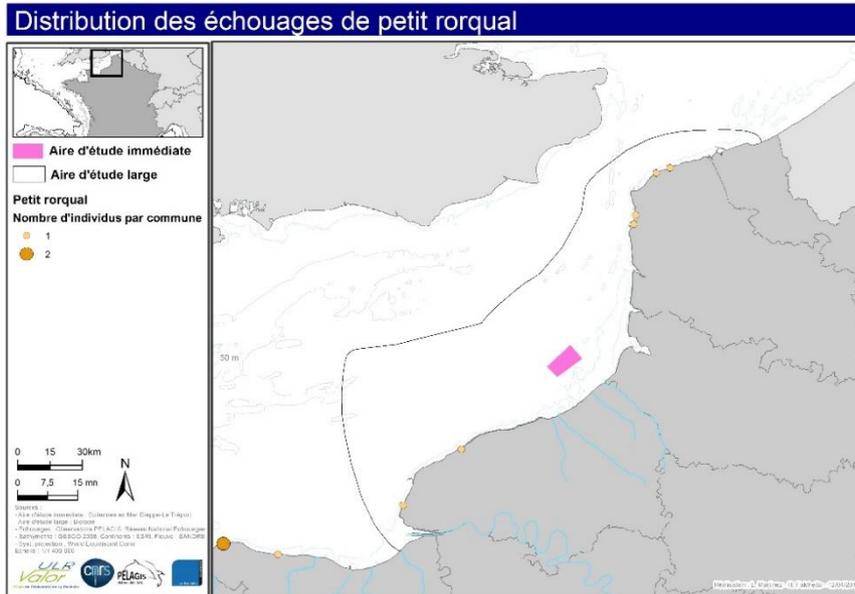
Carte 13 : Distribution des échouages de Lagénorhynque à bec blanc dans l'aire d'étude large entre 1971 et 2013 (n=7)



Source : Observatoire PELAGIS, 2015

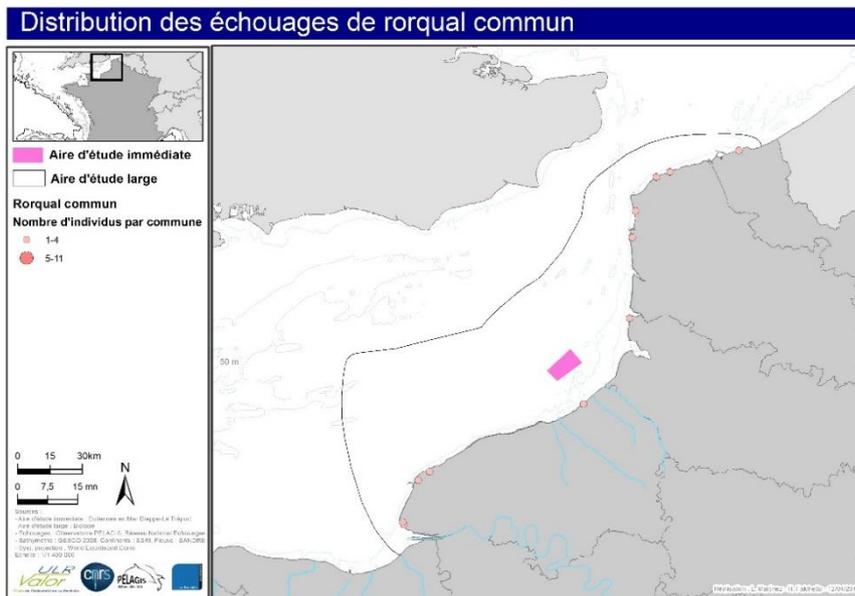
Peu d'échouages de Rorqual commun ou de Petit Rorqual sont répertoriés sur l'aire d'étude large. Les échouages sont essentiellement localisés entre Boulogne-sur-Mer et Wissant et entre Le Havre et Fécamp (Carte 14 & Carte 15).

Carte 14 : Distribution des échouages de Rorqual commun dans l'aire d'étude large entre 1971 et 2013



Source : Observatoire PELAGIS, 2015

Carte 15 : Distribution des échouages de Petit Rorqual dans l'aire d'étude large entre 1971 et 2013

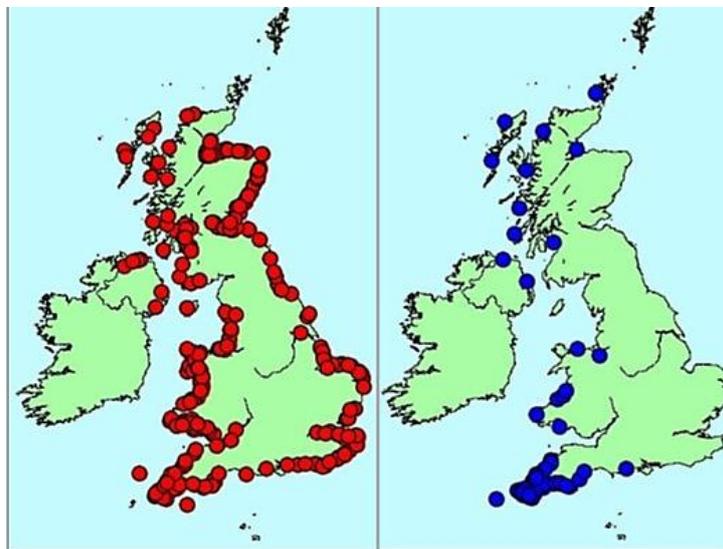


Source : Observatoire PELAGIS, 2015

De manière générale, les échouages ont lieu sur l'ensemble du littoral. Les zones exposées aux courants et aux vents enregistrent les plus fortes concentrations mais certains secteurs abrités enregistrent également des échouages en particulier pour certaines espèces au comportement côtier comme le Marsouin commun. Un biais de détection peut-être également évoqué pour les espèces de petit taille (marsouin, dauphin) notamment sur les littoraux rocheux de Haute-Normandie surplombés par les falaises probablement moins prospectées que les plages sableuses de Picardie et du Pas-de-Calais. De plus, un cadavre sera plus facilement repris par la marée sur les plages courtes de Haute-Normandie que sur les larges plages sableuses de la plaine maritime picarde.

Au Royaume-Uni pour l'année 2013, les échouages de marsouins communs sont répartis sur l'ensemble des côtes de façon relativement homogène et abondante (Figure 28). Les dauphins communs en revanche sont distribués sur les côtes Ouest.

Figure 28 : Distribution des échouages de marsouins communs (en rouge) et de dauphins communs (en bleu) au Royaume-Uni pour l'année 2013



Source : CSIP, 2014

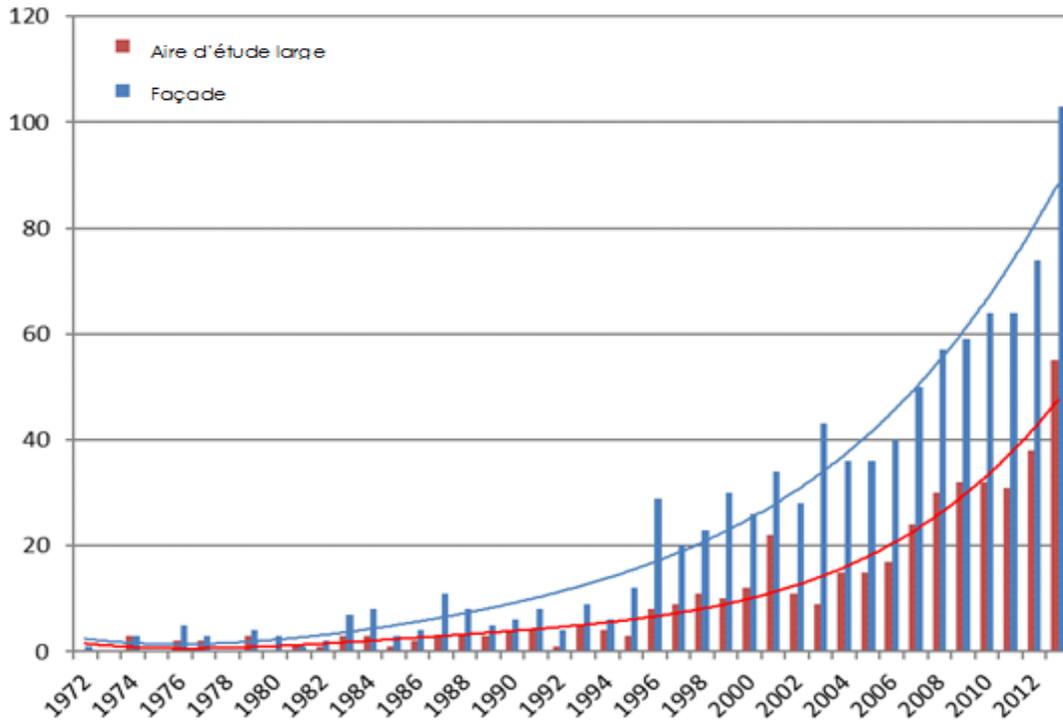
### LES ECHOUAGES DE PINNIPÉDES

432 phoques ont été retrouvés échoués dans l'aire d'étude large, parmi lesquels 19 n'ont pu être identifiés à l'espèce. 413 échouages seront donc utilisés pour l'analyse.

A l'échelle de la façade Manche, une hausse générale des échouages est constatée depuis les années 90. Cette tendance est également observée à l'échelle de l'aire d'étude large sur la même période. Les effectifs représentent en moyenne 43% des effectifs de la façade, et jusqu'à plus de 60% pour certaines années. L'aire d'étude large représentant un peu moins de 30% du linéaire côtier de la façade, le taux d'échouage des phoques est plus fort que la moyenne de la Manche (Figure 29).

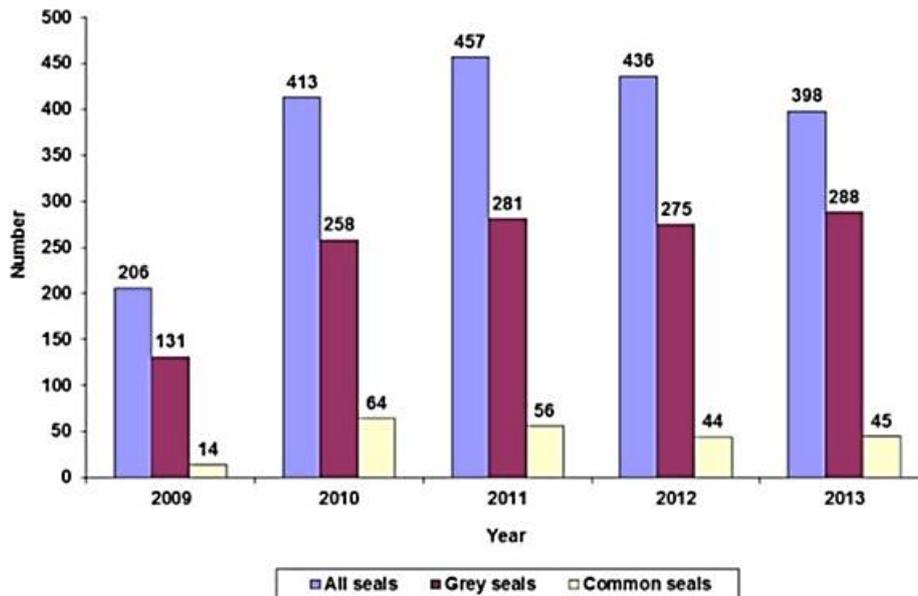
La présence de la plus grande colonie de reproduction de Phoque veau-marin de la Manche peut en être à l'origine.

Figure 29 : Evolution temporelle du nombre de pinnipèdes échoués dans la l'aire d'étude large et sur la façade Manche



Source : Observatoire PELAGIS, 2015

Figure 30 : Evolution temporelle du nombre d'échouage de phoque répertoriés au Royaume Uni entre 2009 et 2013.



Source : CSIP, 2014

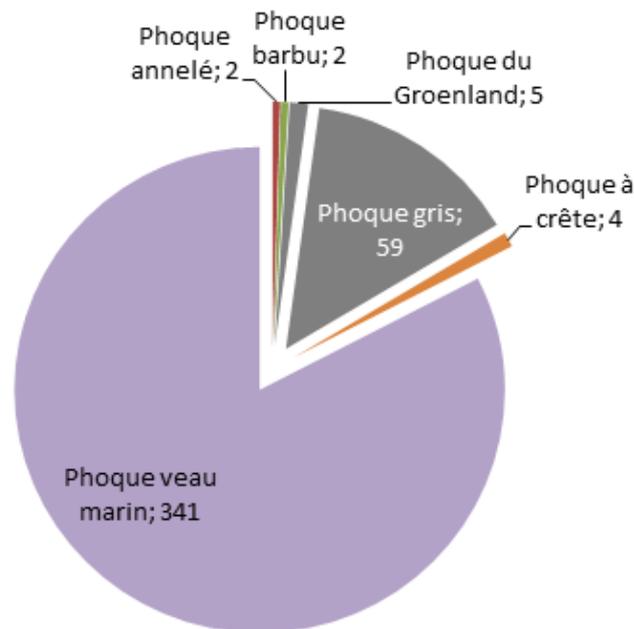
En Bleu, les échouages toutes espèces confondues, en violet les échouages de phoques gris et en rose les échouages de phoque veau-marin

Au Royaume-Uni, entre 200 et 400 phoques s'échouent chaque année sur les côtes. La majorité concerne des phoques gris (60 à 70%), suivi du phoque veau-marin (moins de 15 %) (Figure 30).

### Composition spécifique des échouages de pinnipèdes

Le Phoque veau-marin est l'espèce principale retrouvée en échouage puisqu'il représente plus de 82% (341 individus) des phoques échoués. Le Phoque gris représente un peu plus de 13% (59) des échouages. Les autres pinnipèdes échoués correspondent au Phoque à crête, au Phoque barbu et au Phoque du Groenland (Figure 31). Il s'agit de phoques polaires, arrivés par hasard sur le littoral français. Leur présence n'est pas représentative d'un quelconque schéma migratoire.

Figure 31 : Proportion par espèce des échouages de pinnipèdes recensés dans l'aire d'étude large entre 1971 et 2013 (base de 413 individus)



Source : Observatoire PELAGIS, 2015

La colonie de Phoque veau-marin la plus proche l'aire d'étude immédiate est située en baie de Somme. Il s'agit d'une espèce qui reste généralement à proximité de la colonie, les individus retrouvés échoués en proviennent probablement en majorité.

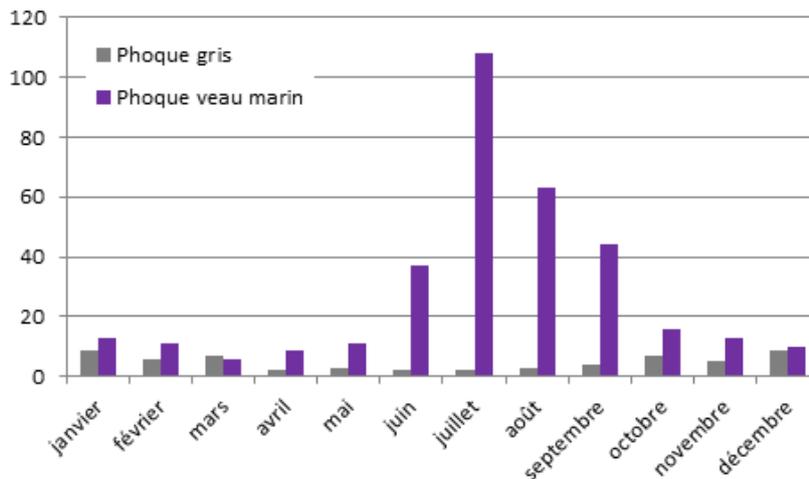
Concernant le Phoques gris, de nombreux individus sont également présents en baie de Somme. Cependant, contrairement au phoque veau-marin, les phoques gris peuvent parcourir de grandes distances et rayonnent sur toute la façade Manche et le littoral atlantique. De plus, la reproduction du Phoque gris en baie de Somme est encore occasionnelle.

### Distribution saisonnière des échouages

La saisonnalité des échouages de pinnipèdes est essentiellement due aux échouages de Phoque veau-marin, principale espèce retrouvée en échouage. Les échouages de Phoque veau-marin sont importants en été, avec un maximum de 108 individus en juillet (Figure 32).

Les effectifs de Phoques gris sont beaucoup plus faibles, mais néanmoins constatés sur la zone en particulier entre décembre et mars. La mise-bas du Phoques gris a lieu en automne, alors que celle du Phoque veau-marin a lieu en été. Les échouages de chaque espèce concernent principalement des jeunes individus sevrés ou non, pendant la phase la plus vulnérable de leur vie.

Figure 32 : Distribution saisonnière du nombre de pinnipèdes échoués dans l'aire d'étude large entre 1971 et 2013 (cumul par mois, total de 413 individus)



Source : Observatoire PELAGIS, 2015

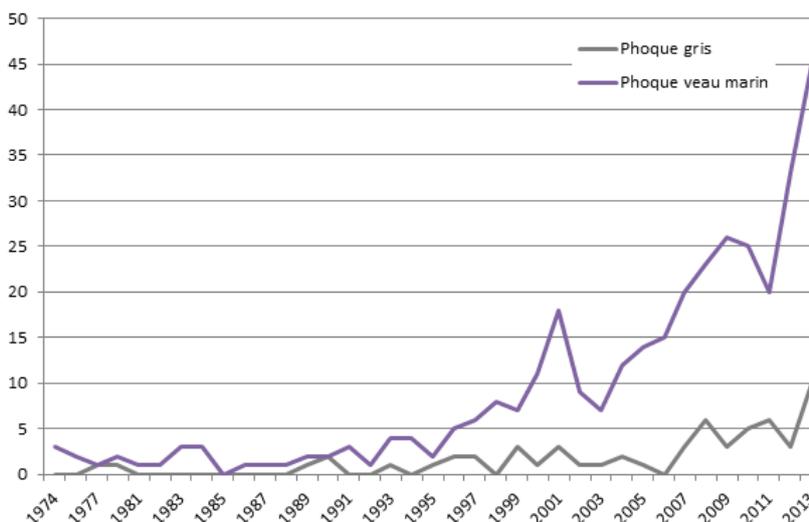
### Variations interannuelles et tendances à long terme

La tendance à l'augmentation des échouages observée pour les pinnipèdes est essentiellement due aux échouages de Phoque veau-marin. Cette hausse correspond vraisemblablement à l'augmentation des populations de phoques en baie de Somme mais également en baie d'Authie.

Les échouages de Phoques gris sont moins nombreux que ceux de Phoque veau-marin mais néanmoins présents et en augmentation. (Figure 33).

Pour ce qui est des phoques polaires, leur présence sur la zone est vraisemblablement accidentelle.

Figure 33 : Evolution du nombre de pinnipèdes échoués dans l'aire d'étude large entre 1971 et 2013 (total de 413 individus)

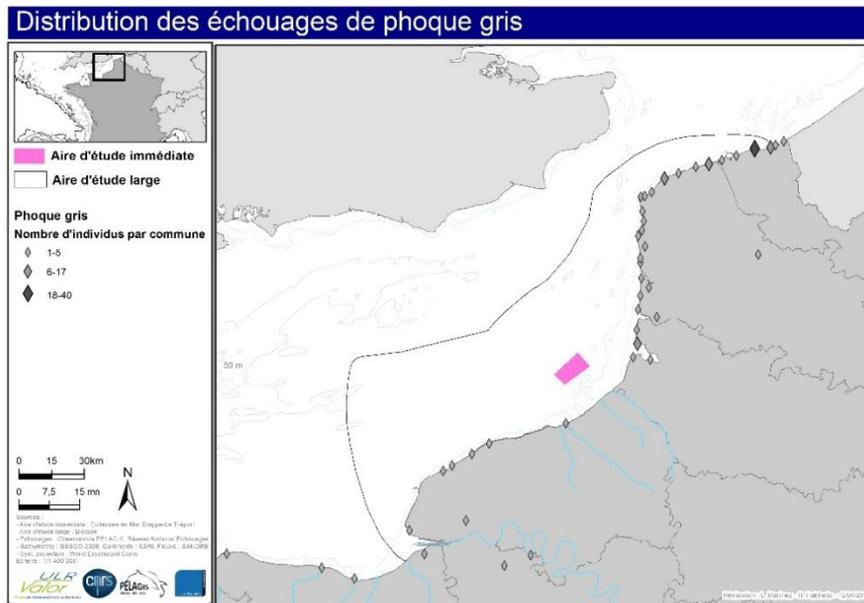


Source : Observatoire PELAGIS, 2015

### Distribution spatiale des échouages

Les Phoques gris sont retrouvés échoués dans l'ensemble de l'aire d'étude large mais les plus forts effectifs sont localisés entre Dunkerque et la baie de Somme (carte 16).

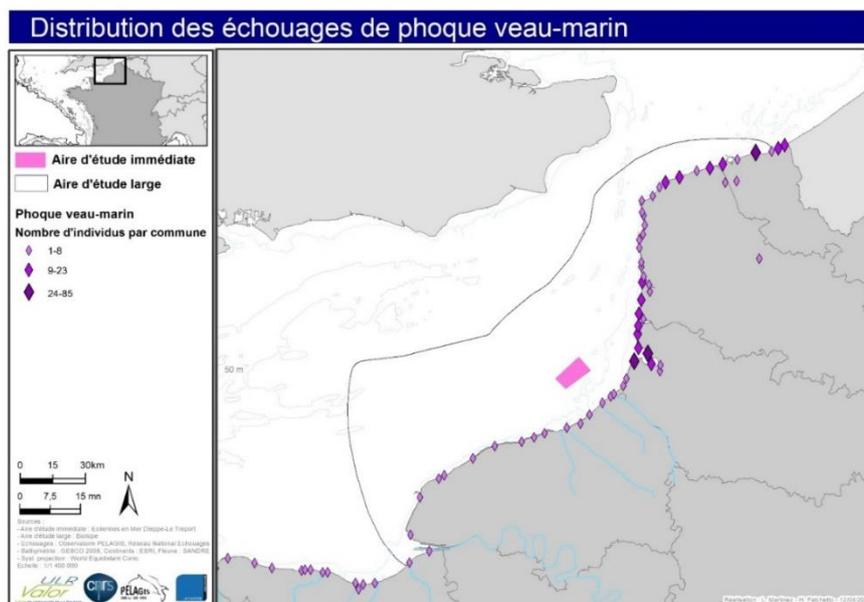
Carte 16 : Distribution spatiale des échouages de Phoque gris dans l'aire d'étude large entre 1971 et 2013



Source : Observatoire PELAGIS, 2015

Les échouages de Phoque veau-marin sont nombreux dans l'aire d'étude large mais leur répartition n'est pas homogène. A l'instar du Phoque gris, les plus forts effectifs sont localisés entre Dunkerque et la baie de Somme (carte 17).

Carte 17 : Distribution spatiale des échouages de Phoque veau-marin dans l'aire d'étude large entre 1971 et 2013

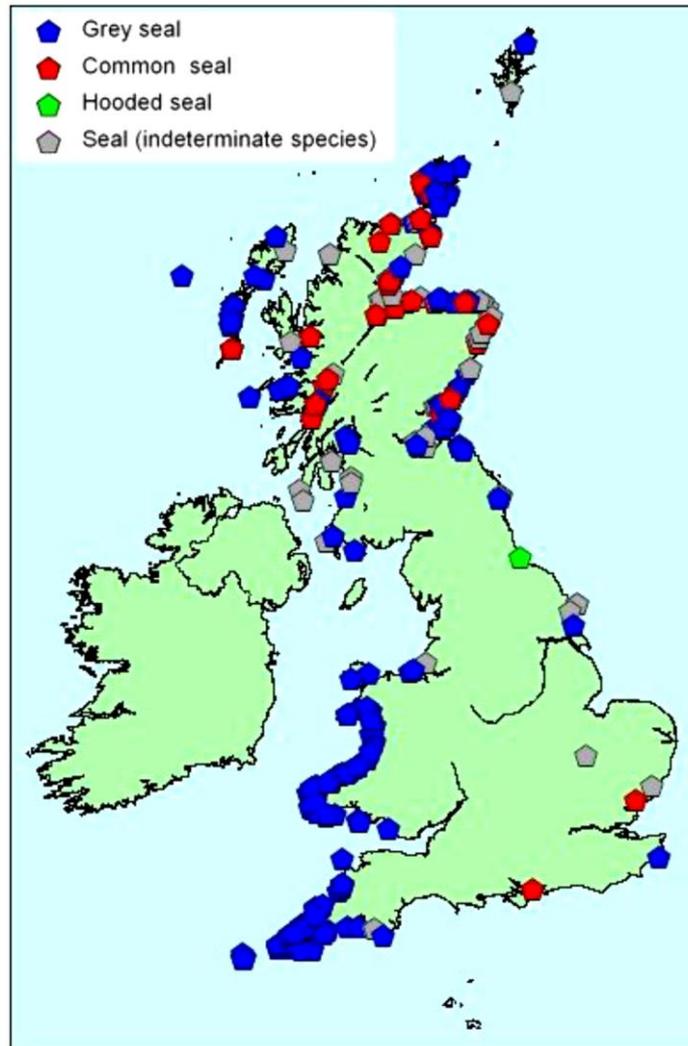


Source : Observatoire PELAGIS, 2015

Quelques échouages de phoques polaires (Phoque à capuchon, Phoque annelé et Phoque barbu) ont été répertoriés sur l'aire d'étude large, localisés entre Le Touquet et Boulogne-sur-Mer, en baie de Somme et la baie de Seine.

Au Royaume-Uni, les échouages de phoques sont essentiellement distribués en Ecosse et sur la façade ouest. Sur la façade sud est de l'Angleterre, face à l'aire d'étude large, très peu d'échouage de phoque ont été recensés en 2013 (Figure 34Figure 35).

Figure 34 : Distribution spatiale des échouages de phoque au Royaume-Uni pour l'année 2013.



Source : CSIP, 2014

En bleu les échouages de phoque gris, en rouge les échouages de phoque veau-marin, en vert les échouages de phoque à capuchon, en gris les échouages de phoques indéterminés

### 3.3.1.2 Données d'observations en mer

#### 3.3.1.2.1 Données opportunistes

Pour les besoins de l'étude, seules les observations opportunistes dont l'identification de l'espèce est certaine ont été utilisées (photographie, observateurs qualifiés...).

Les observations opportunistes de mammifères marins sur l'aire d'étude large sont au nombre de 18, rapportées entre 1993 à 2014. Une grande partie de ces données provient du programme « Observateurs de l'Atlantique » mené en partenariat entre l'Observatoire PELAGIS et l'Aquarium La Rochelle.

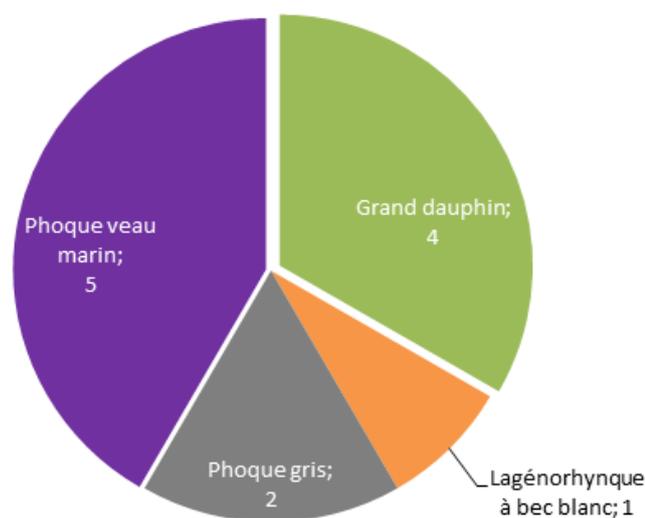
Etant donné qu'il est relativement difficile d'estimer la taille d'un groupe de mammifères marins, *a fortiori* pour des observateurs non professionnels, seul le nombre d'observations et non le nombre d'individus sera considéré.

La majorité des observations enregistrées concerne des pinnipèdes 66% (12 observations). Un peu plus de 44% des observations concernent des delphinidés (6 observations).

#### COMPOSITION SPECIFIQUE DES DONNEES D'OBSERVATIONS OPPORTUNISTES DANS L'AIRE D'ETUDE LARGE

Seules 4 espèces ont été observées. La majorité des observations concerne le Phoque veau marin (28% soit 5 observations) suivi du Grand Dauphin (22% soit 4 observations). Quelques Phoques gris ont également été signalés (11% soit 2 observations) ainsi que le Lagénorhynque à bec blanc (8% soit une observation). 5 observations de Phoque indéterminé et une d'odontocète indéterminé ont été également réalisées.

Figure 35 : Composition spécifique des observations opportunistes de mammifères marins dans l'aire d'étude large entre 1993 et 2013 (18 observations)



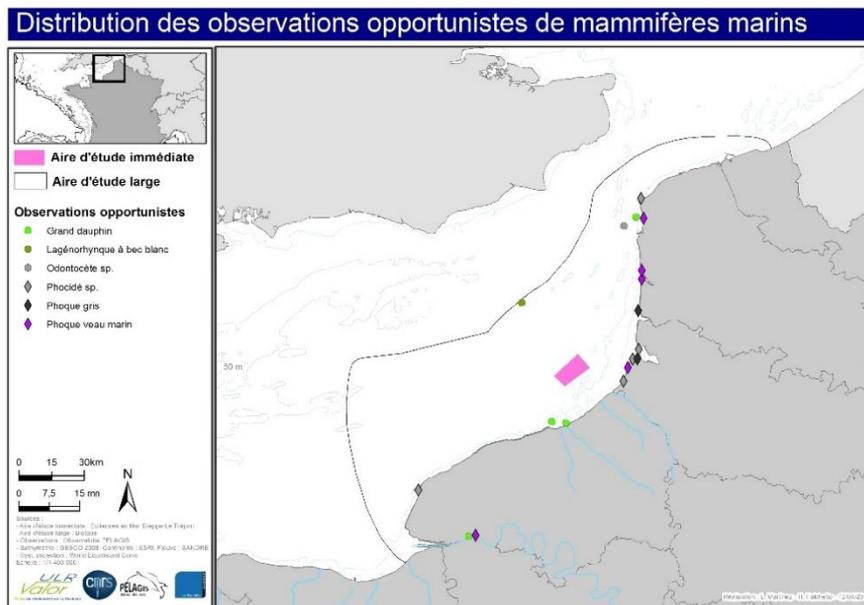
Source : Observatoire PELAGIS, 2015

Les observations opportunistes ont théoriquement lieu toute l'année, mais elles sont en réalité principalement effectuées entre juin et septembre lorsque les conditions de mer sont favorables, notamment pour les plaisanciers. Cette saisonnalité constitue un biais inhérent aux observations opportunistes.

### DISTRIBUTION SPATIALE DES OBSERVATIONS OPPORTUNISTES DANS L'AIRE D'ETUDE LARGE

Peu d'observations opportunistes sont recensées l'aire d'étude large et elles sont essentiellement côtières. Les observations concernent essentiellement les Phoques gris et veau-marin le long du littoral. Quelques observations de Grand Dauphin ont également été rapportées. Il convient de noter également une observation de Lagénorhynque à bec blanc au large de l'aire d'étude immédiate. Comme déjà évoqué, il convient de considérer les données opportunistes avec prudence notamment vu le nombre faible de données probablement peu représentatif de l'existant.

Carte 18 : Distribution des observations opportunistes de mammifères marins dans l'aire d'étude large entre 1993 et 2013



Source : Observatoire PELAGIS, 2015

#### **3.3.1.2.2 Données d'observations standardisées en mer concernant les mammifères marins (Campagnes SAMM-ME)**

##### TAUX DE RENCONTRE DES PETITS DAUPHINS

Les observations aériennes rendent difficiles la distinction entre certaines espèces morphologiquement proches, comme le Dauphin commun et le Dauphin bleu-et-blanc. Lors des campagnes SAMM, les deux espèces ont donc été regroupées sous le terme "petits delphininés" (sous-famille des delphinidés).

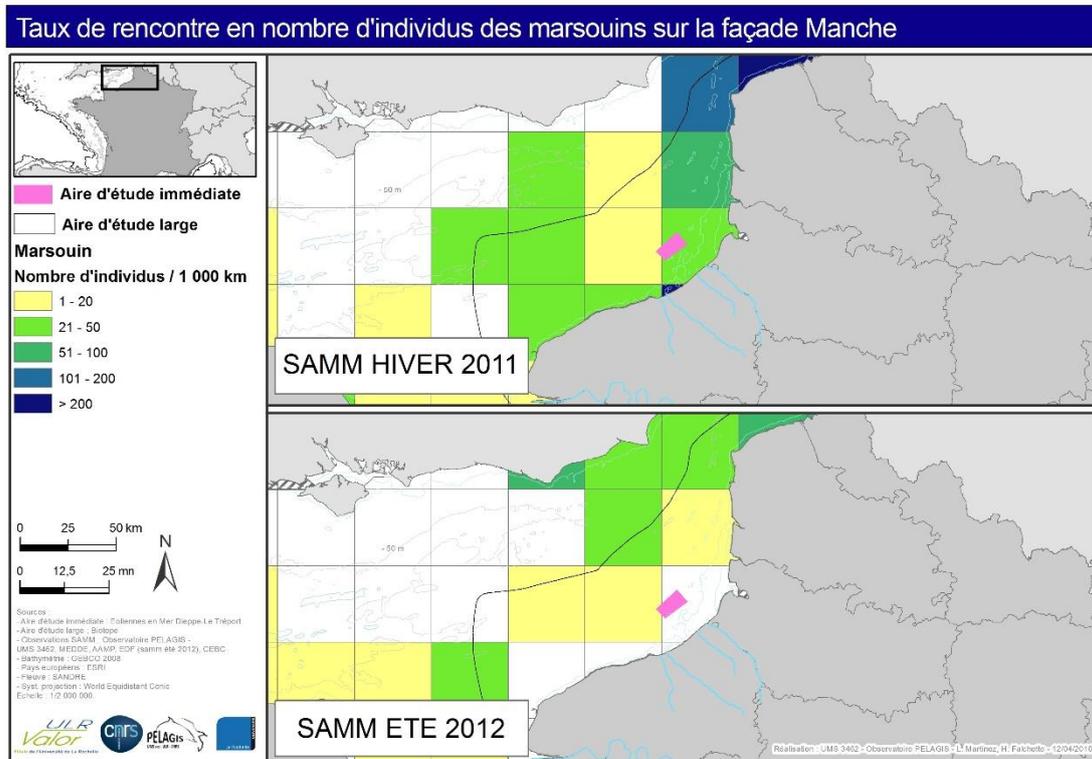
Hiver comme été, aucun petit delphininé n'a été observé dans l'aire d'étude large.

##### TAUX DE RENCONTRE DU MARSOUIN COMMUN

Le Marsouin commun a été observé en hiver et en été dans l'aire d'étude large et au niveau de l'aire d'étude immédiate. L'espèce apparaît plus abondante en hiver, notamment au niveau du Pas-de-Calais. Des concentrations faibles à moyennes sont observées à proximité de l'aire d'étude immédiate (jusqu'à 100 individus pour 1 000 km), mais des concentrations importantes sont également constatées à l'intérieur de l'aire d'étude large en hiver (21-50 ind. /1000 km).

En été, les marsouins semblent moins côtiers qu'en hiver. Les concentrations sont également moins importantes, mais l'aire d'étude large reste fréquentée par l'espèce (1-20 ind./1000 km) (carte 19).

Carte 19 : Taux de rencontre de Marsouin commun en nombre d'individus lors des campagnes SAMM hiver 2011 et été 2012



Source : Observatoire PELAGIS, 2015

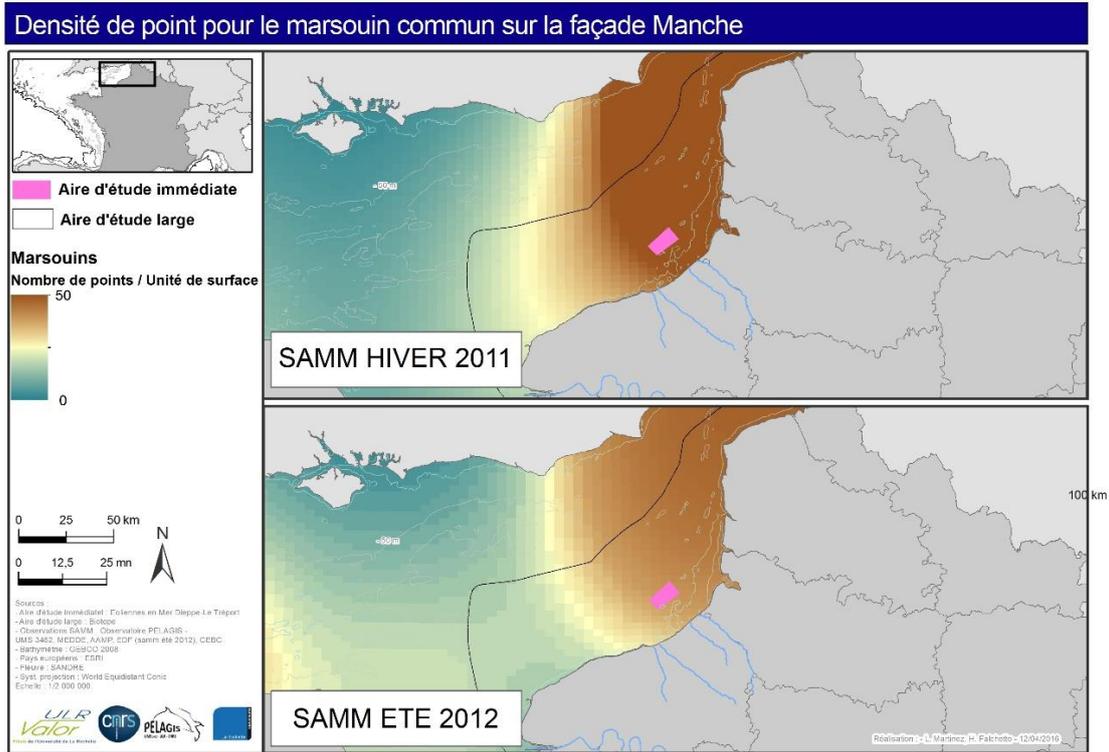
Des cartes supplémentaires ont été établies en Manche orientale pour le Marsouin commun sous la forme d'une carte de densité de points (Carte 20). Il n'a été possible de procéder à ces analyses que pour l'espèce la plus abondante sur l'aire d'étude large à savoir le Marsouin commun. Pour les autres espèces, le nombre très faible d'observations dans l'aire d'étude large rend le traitement statistique trop incertain.

Hiver comme été, la présence des marsouins communs dans l'aire d'étude large est très importante. Le Nord Pas de Calais est la zone de plus forte concentration. Elle s'étend ensuite en décroissant jusqu'à la côte d'Albâtre. Les densités de marsouins apparaissent cependant plus fortes en hiver qu'en été.

Une carte de prédiction des modèles d'habitat a été également réalisée pour le Marsouin commun (Carte 21). De la même façon que pour les densités, les prédictions à partir des modèles d'habitats n'ont été possibles que pour le marsouin commun. Il convient en revanche d'être prudent concernant les cartes produites : l'échelle de valeur n'étant pas la même entre l'hiver et l'été, il a été choisi de présenter les cartes avec des légendes différentes. Les codes couleur ne doivent donc pas être comparés entre eux.

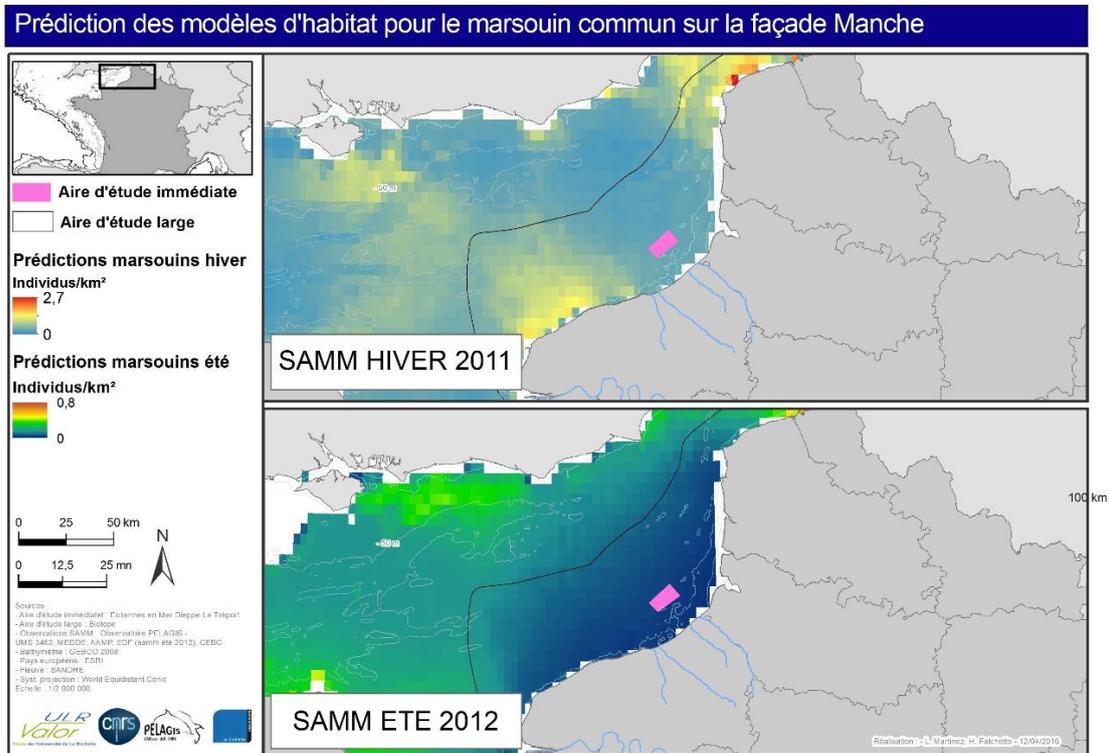
Lorsque l'on compare les résultats de Ricart *et al.* 2015, on observe que les distributions prédites par le modèle d'habitat sont très proches entre l'hiver 2011 et l'hiver 2014. On retrouve de fortes concentrations dans le détroit du pas de Calais, autour de l'île de Wight et face à la côte d'Albâtre.

Carte 20 : Densité de points de Marsouin commun campagnes SAMM hiver 2011 et été 2012



Source : Observatoire PELAGIS, 2015

Carte 21 : Prédiction des modèles d'habitat pour le Marsouin commun sur la base des données des campagnes SAMM hiver 2011 et été 2012

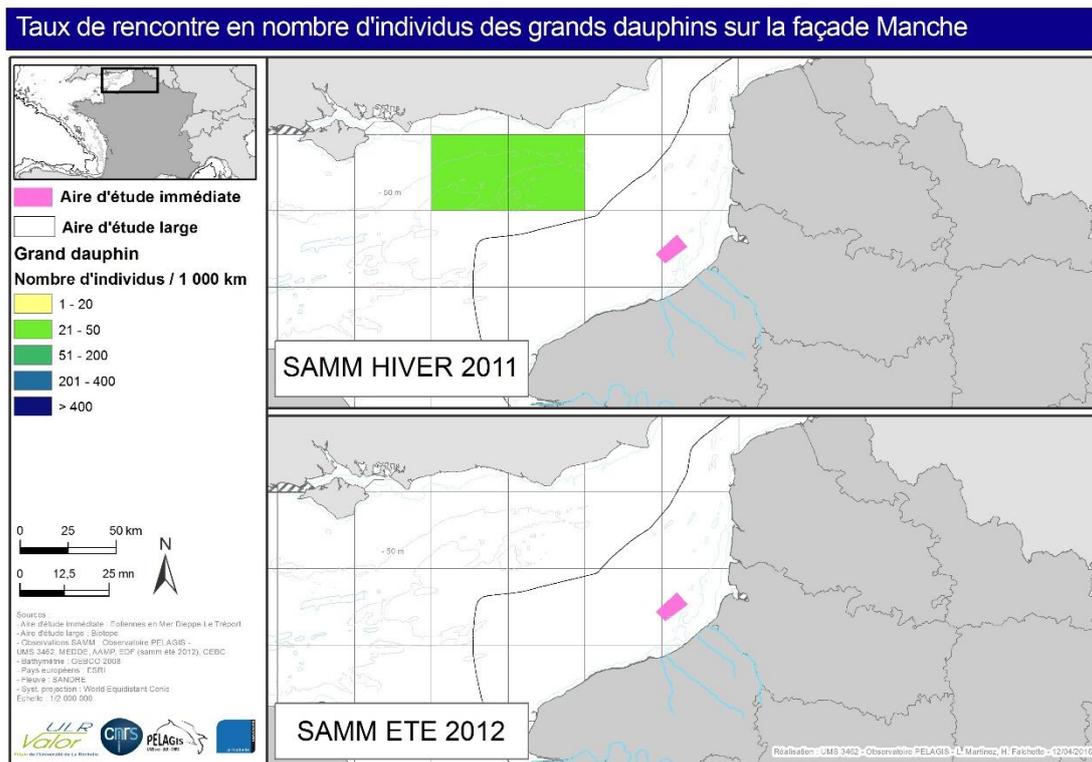


Source : Observatoire PELAGIS, 2015

### TAUX DE RENCONTRE DU GRAND DAUPHIN

Les grands dauphins n'ont été observés qu'en hiver hors de l'aire d'étude large. Bien que présents en effectifs moyens (21-50 ind./1000km), les observations ont eu lieu face aux côtes anglaises et non à proximité de l'aire d'étude immédiate (Carte 22). Aucune observation n'a été effectuée en été.

Carte 22 : Taux de rencontre de Grand Dauphin en nombre d'individus lors des campagnes SAMM hiver 2011 et été 2012

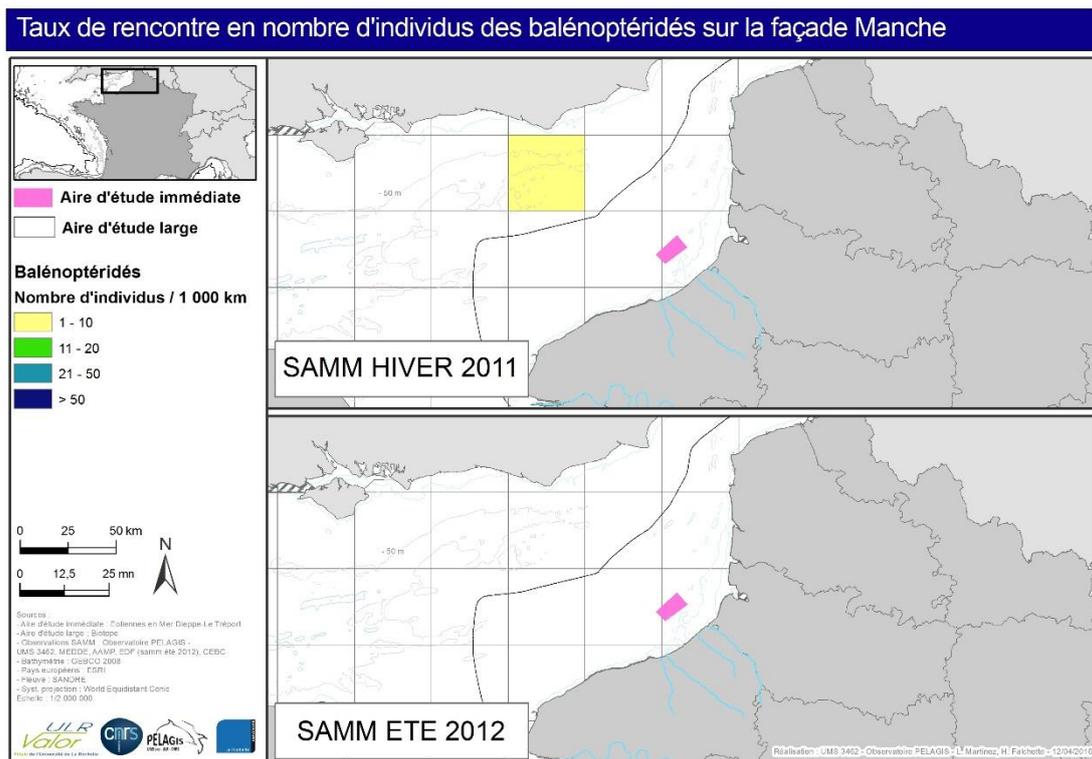


Source : Observatoire PELAGIS, 2015

### TAUX DE RENCONTRE DES BALENOPTERIDES

Le Rorqual commun et le Petit Rorqual ont également été regroupés sous le terme « balénoptéridés ». Des observations de ce groupe ont été effectuées hors de l'aire d'étude large uniquement en hiver. De la même façon que pour le Grand Dauphin, l'observation a eu lieu près des côtes anglaises. L'effectif concerné est faible (1-10 ind./1000 km). Cela confirme néanmoins la présence occasionnelle de grands cétacés dans la Manche (Carte 23).

Carte 23 : Taux de rencontre des balénoptéridés en nombre d'individus lors des campagnes SAMM hiver 2011 et été 2012



Source : Observatoire PELAGIS, 2015

### TAUX DE RENCONTRE DES AUTRES ESPECES

Aucune autre espèce (Globicéphale, Dauphin de Risso, Baleine à bec) n'a été contactée dans l'aire d'étude large dans le cadre des campagnes d'inventaires SAMM.

#### **3.3.1.3 Prise en compte des populations de phoques au Royaume-Uni**

Compte tenu de la localisation de l'aire d'étude, les populations de phoques de l'autre côté de la Manche sont intégrées à l'état initial.

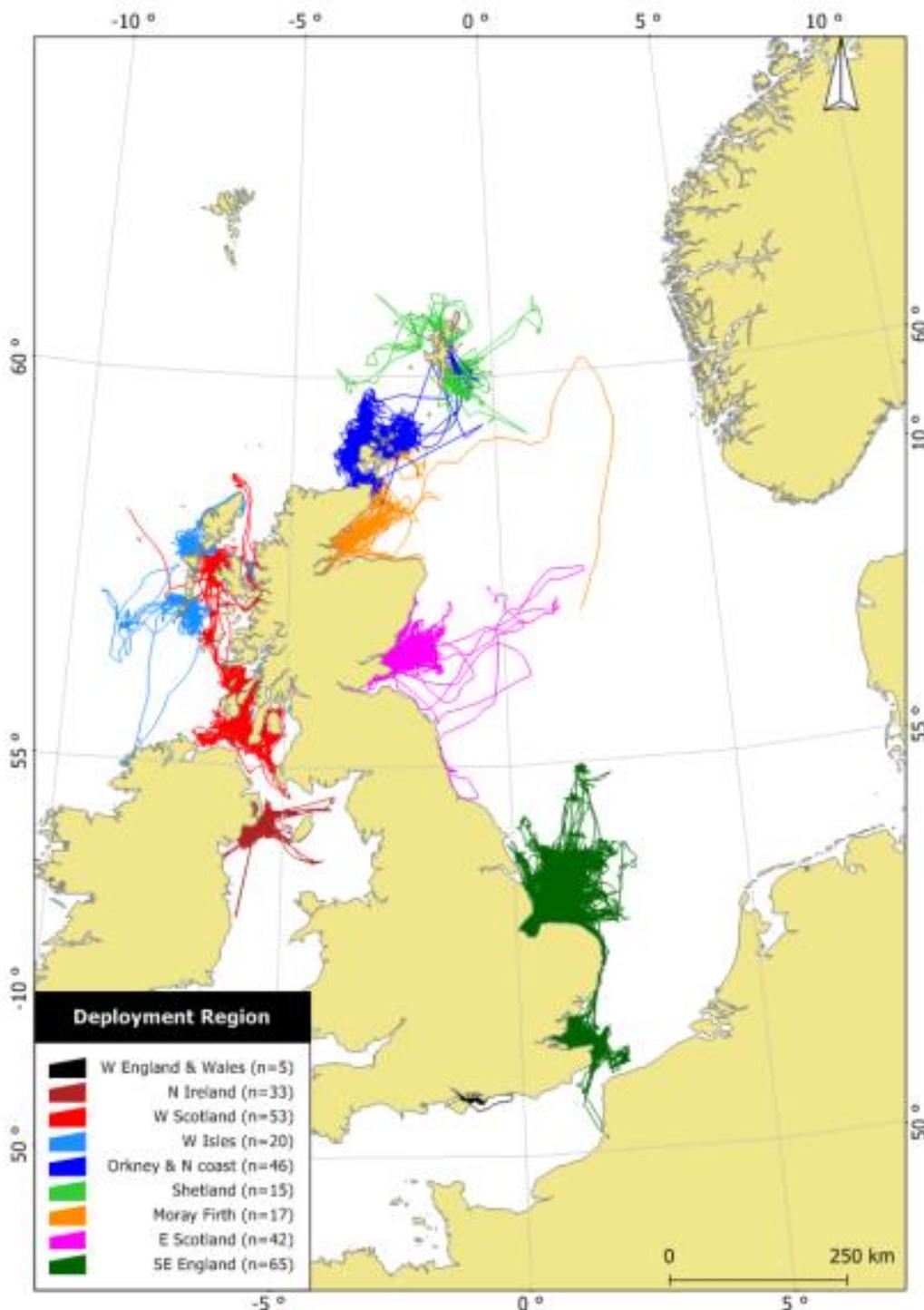
##### **3.3.1.3.1 Le Phoque veau-marin**

Après des années d'exploitation commerciale et deux épidémies de morbilivirus, les populations de phoque veau-marin en Angleterre ont fortement souffert (Thompson et al., 2005). En 2010, la population de phoques veaux-marins pour l'ensemble du Royaume Uni était estimée à 25 000 individus (Thompson et al., 2010). Elle serait aujourd'hui estimée entre 48 000 et 56 000 individus (JNCC, 2017).

Comme pour le phoque gris, les colonies sont principalement situées en Ecosse. Cependant, Donna Nook, Blakeney et l'estuaire de la Tamise accueillent également des colonies de phoques veaux-marins.

Les suivis télémétriques de 65 individus des colonies de Donna Nook, Blakeney et de l'Estuaire de la Tamise ont montré que les phoques restent relativement proches des colonies (Figure 36). Un seul individu a entrepris un voyage jusqu'à la baie de Somme.

Figure 36 : Suivis télémétriques des phoques veaux-marins depuis 2001



Source : Russell & McConnel (2014)

### 3.3.1.3.2 Le Phoque gris

Des nombreuses colonies de phoques gris sont connues au Royaume-Uni. La plupart sont situées en Ecosse (Figure 37). Quelques colonies sont situées en Angleterre comme Donna Nook sur la côte Est et Skomer sur la côte Ouest (Duck & Thompson, 2007). Depuis les années 2000, un nouveau site très fréquenté a fait son apparition sur la côte ouest, au sud de Donna Nook, dans la réserve de Blakeney (Norfolk). Plus de 2 700 naissances y ont été comptabilisée en 2017 (National Trust, 2017).

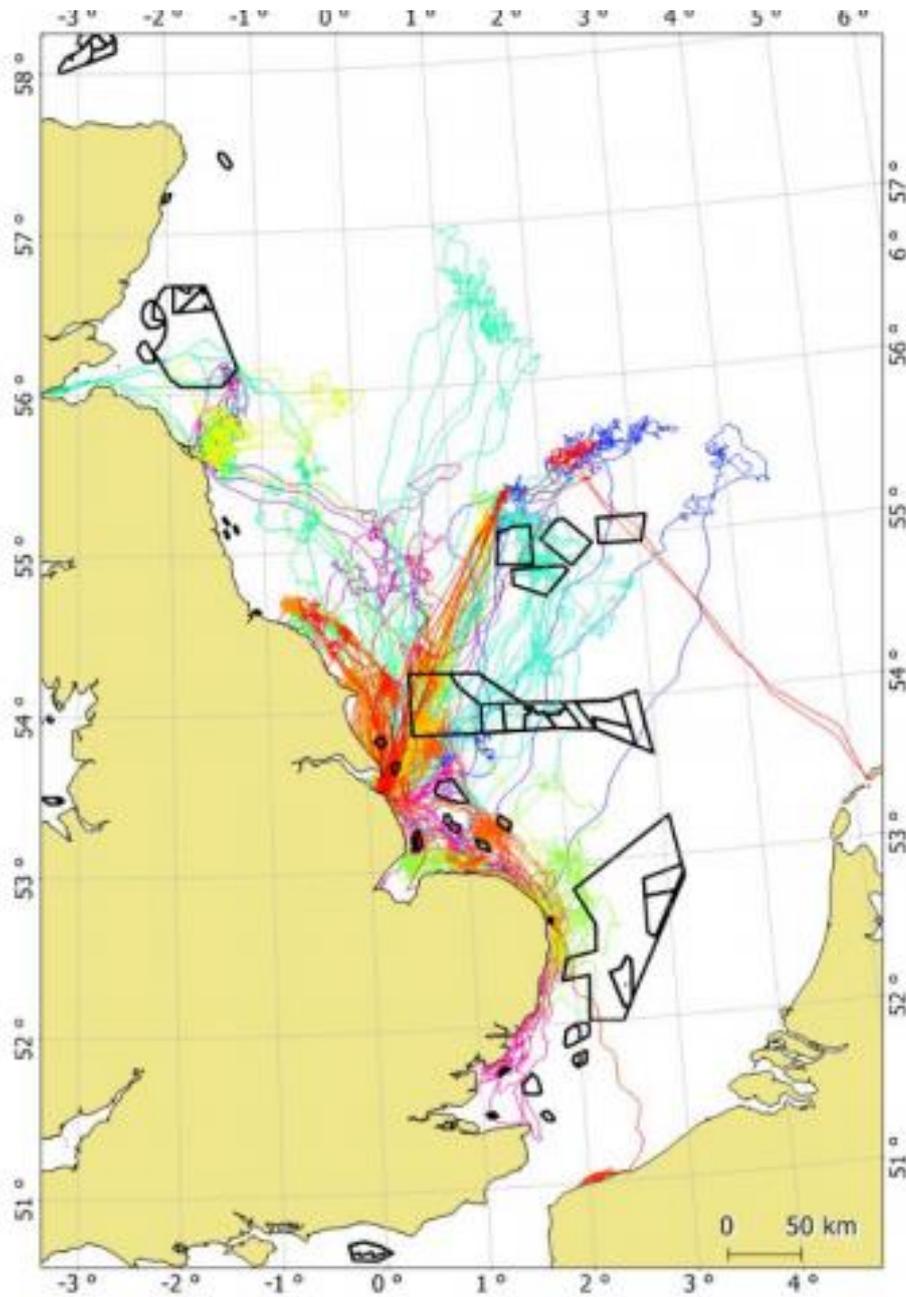
Figure 37 : Distribution des localisations de colonies de phoques gris au Royaume-Uni



Source : Duck & Thompson (2007)

La population de phoques gris est estimée à environ 120 000 individus pour l'ensemble du Royaume-Uni et à 13 500 individus (95% : 8 500 – 28 000) dans le sud de la mer du Nord (Russell, 2016). Un suivi télémétrique de 21 individus des colonies de Donna Nook et Blakeney a été effectué en 2015. Un seul individu est parti vers les côtes françaises, les autres sont restés en Mer du Nord (Figure 38). Il convient également de noter que 17 individus sont passés dans des parcs éoliens en fonctionnement, et un individu dans un parc en cours de construction (Russell, 2016).

Figure 38 : Suivi télémétriques de 21 phoques gris et interactions avec les parcs éoliens offshore (en noir)



Source : Russell (2016).

### 3.3.1.4 Suivi des colonies de phoques en Baie de Somme et Baie d'Authie

L'ensemble des données de ce chapitre ont été fournies par l'association Picardie Nature. Il s'agit des résultats de suivis visuels depuis la côte, des sites de rassemblements de phoques situés sur les bancs de sable des estuaires de la Somme et de l'Authie.

#### 3.3.1.4.1 Le Phoque veau-marin

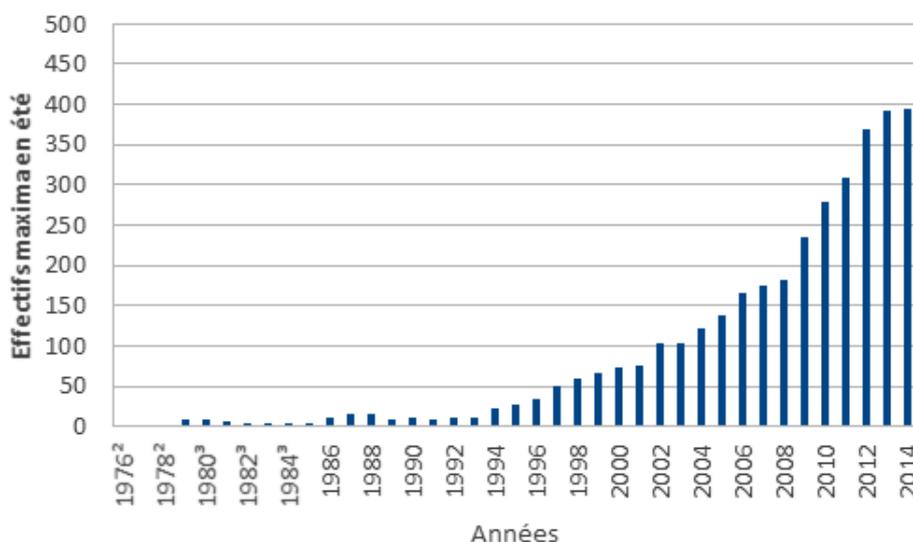
##### Evolution des effectifs

Les Phoques veaux-marins sont présents tout au long de l'année en baie de Somme et en baie d'Authie. Les effectifs maxima sont habituellement dénombrés en baie de Somme en période de mue, soit en août, alors qu'en baie d'Authie, les effectifs les plus importants sont observés en automne.

Le graphique ci-dessous (Figure 39) montre l'évolution des effectifs depuis le retour des phoques en baie de Somme, noté en 1976 (données 1976 à 1985 de Duguy puis Triplet ; données Picardie Nature depuis 1986). Le taux d'accroissement est variable sur la période 2000-2012 avec une moyenne de +14,6 % par an. Ces deux dernières années, le taux d'accroissement annuel constaté est nettement inférieur à cette tendance avec +5,95 % entre 2012 et 2013 et +0,51 % seulement entre 2013 et 2014.

Les effectifs maxima observés en 2014 étaient de 394 Phoques veaux-marins (le 14/07/14).

Figure 39 : Evolution des effectifs maxima de Phoque veau-marin en baie de Somme

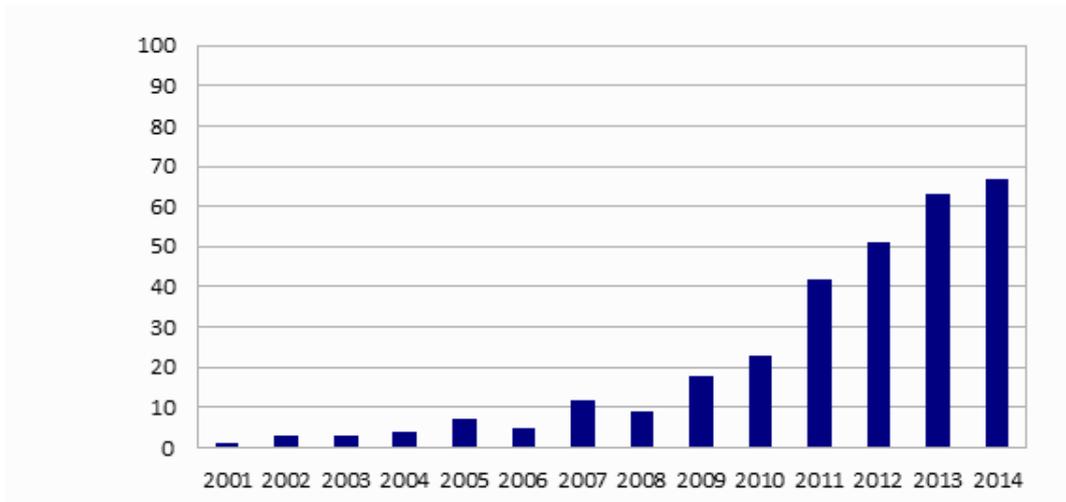


Source : Picardie Nature, 2015

Le retour des Phoques veaux-marins a été noté en 2001 en baie d'Authie. Depuis, le taux d'accroissement annuel est fortement variable d'une année sur l'autre variant de -28,6 % (2005-2006) à +200 % (2001-2002) avec une moyenne sur la dernière décennie de (2004-2013) de +45 % par an (Figure 40).

Les effectifs maxima observés en 2014 étaient de 67 Phoques veaux-marins (le 19 août 2014), ce qui représente une augmentation annuelle de +6,3 %.

Figure 40 : Evolution des effectifs maxima de Phoque veau-marin en baie d'Authie



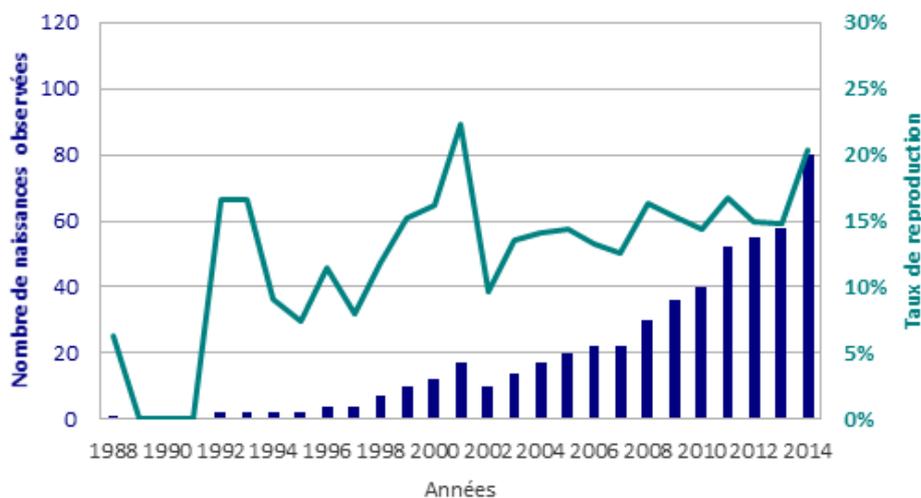
Source : Picardie Nature, 2015

### La reproduction

Depuis 1992, la reproduction du Phoque veau-marin est annuelle en baie de Somme. Le taux de reproduction annuel en baie de Somme est variable (Figure 41). Il est de 15 % en moyenne sur la période 2003-2013. Pour l'année 2014, 80 naissances ont été dénombrées, ce qui représente un taux de reproduction annuel de 20 %.

Tous les jeunes qui naissent en baie de Somme ne survivent pas en milieu naturel jusqu'à l'âge du sevrage. De nombreuses séparations prématurées mère-jeune sont constatées, entraînant dans certains cas, la mort du petit. Ces séparations sont principalement constatées suite à des dérangements des groupes de phoques à marée basse par les activités humaines, mais dans certains cas elles peuvent également avoir lieu suite à des orages ou des forts coups de vent. Les 10 premières années du suivi (1992-2002), on note un taux de réussite d'allaitement de 58,1% puis plus récemment, sur la période 2003-2014 le taux est de 72,6 %. Globalement depuis 1992 518 jeunes nés en baie de Somme sont répertoriés, parmi lesquels 27 % se sont échoués.

Figure 41 : Evolution du nombre de naissances et du taux de reproduction du Phoque veau-marin en baie de Somme



Source : Picardie Nature, 2015

A ce jour, deux naissances de Phoques veaux-marins ont été observées en baie d'Authie, toutes deux en 2014.

### 3.3.1.4.2 Le Phoque gris

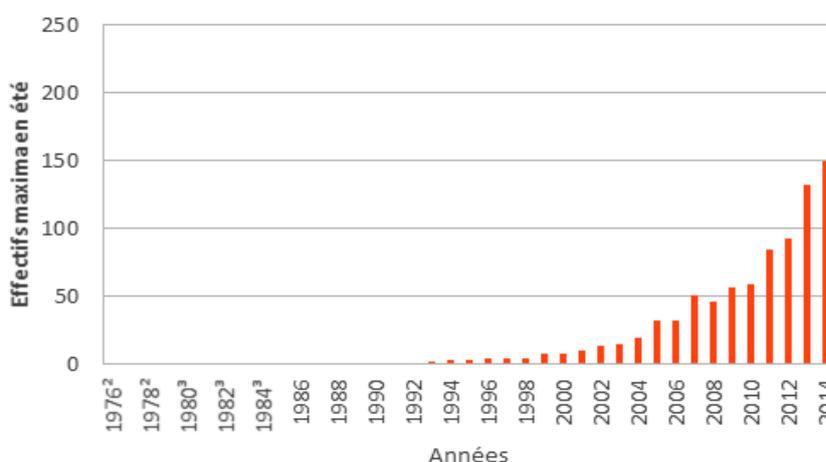
#### Evolution des effectifs

Le Phoque gris est présent en baie de Somme depuis 1988. Actuellement, ils sont présents tout au long de l'année. Les effectifs maxima sont habituellement dénombrés en période estivale, plus précisément en août (Figure 42).

Au cours de la dernière décennie, le taux d'accroissement annuel est très irrégulier, variant de -9,8% en 2008 à +68,5 % en 2005. Sur la période 1988-2014, on note un taux d'accroissement de population moyen de +24,5 % par an.

Les effectifs maxima observés en 2014 étaient de 149 Phoques gris (le 31/07/14), l'année 2013-2014 présente un accroissement de +12,9 %.

Figure 42 : Evolution des effectifs maxima de Phoque gris en baie de Somme



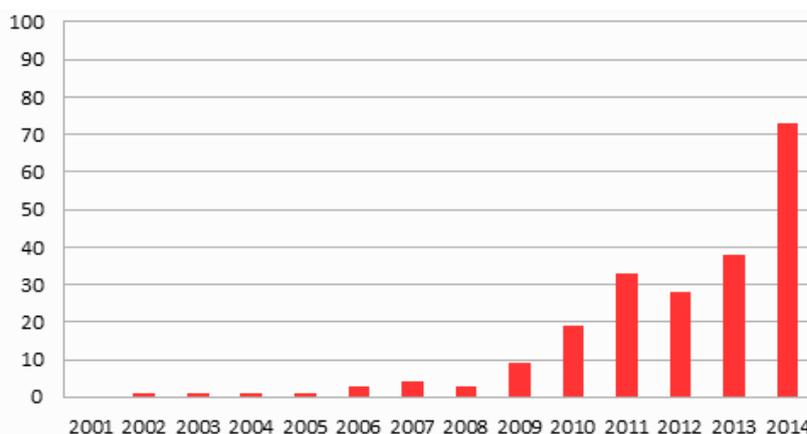
Source : Picardie Nature, 2015

Le Phoque gris est présent en baie d'Authie depuis 2002. Actuellement, il y est présent tout au long de l'année. Les effectifs maxima sont habituellement dénombrés à l'automne (Figure 43).

Le taux d'accroissement annuel est fortement variable d'une année sur l'autre variant de -15,2 % (2011-2012) à +200 % (2005-2006) avec une moyenne sur la dernière décennie de (2004-2013) de +61,4 % par an.

En baie d'Authie, les effectifs maxima observés en 2014 étaient de 73 Phoques gris (le 16/10/14), ce qui représente une augmentation annuelle de +92,1 % par rapport à 2013.

Figure 43 : Evolution des effectifs maxima de Phoque gris en baie d'Authie



Source : Picardie Nature, 2015

## La reproduction

Depuis 2008, uniquement 6 jeunes Phoques gris sont nés en baie de Somme. Les femelles ont mis bas sur divers milieux : estran, mollières, poulier de galets... 4 d'entre eux sont morts (3 morts noyés et 1 jeune mort-né). 1 échoué vivant en janvier 2011 a été placé en centre de soins avant d'être relâché. Le dernier encore allaité par sa mère a disparu à l'occasion d'une tempête. En baie de Somme, aucun jeune n'a donc été mené jusqu'au sevrage de manière naturelle.

Aucune naissance de Phoques gris n'a été observée en baie d'Authie.

### 3.3.1.5 Suivis télémétriques des phoques

#### 3.3.1.5.1 Le Phoque veau-marin

En 2010, Vincent *et al.* ont réalisé un suivi télémétrique de 10 phoques veaux-marins en baie de Somme. Les suivis ont été réalisés entre octobre 2008 et mai 2009, grâce à des balises Fastloc™ GPS/GSM et avaient pour objectif de mieux comprendre l'utilisation de la baie de Somme et de ses environs par l'espèce.

Les résultats de ces suivis prouvent le comportement très côtier des phoques veaux-marins, puisque 72% des localisations « dans l'eau » sont situées en zone d'estran. Les phoques veaux-marins de la baie de Somme ont passé en moyenne 77 % de leur temps dans l'eau et 23% sur des reposoirs (Carte 24).

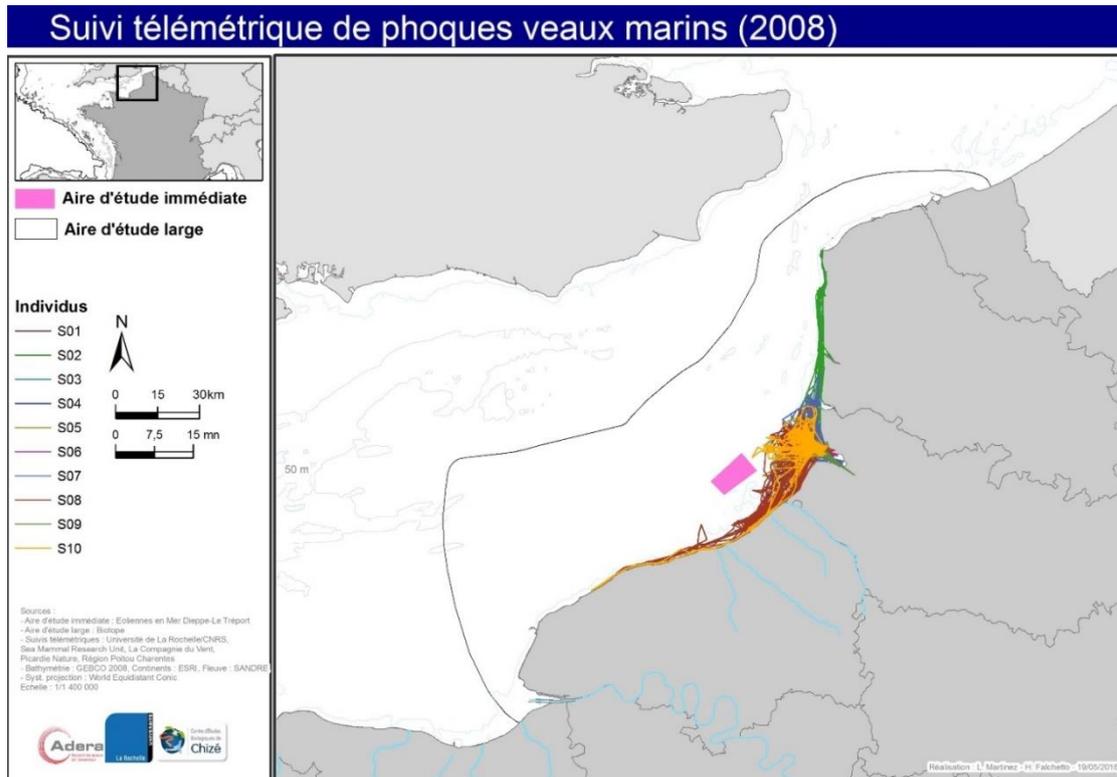
L'analyse de l'influence de la marée a montré que les phoques se reposent à terre essentiellement durant la marée basse. Le repos à terre a également majoritairement lieu dans l'après-midi, alors que les plongées sont prépondérantes durant la nuit.

Les suivis télémétriques ont montré que la baie de Somme est la seule zone de reposoir utilisée par les 10 phoques équipés. Leurs zones de chasse sont localisées très près de l'estran, où vivent les proies préférentielles des phoques veaux-marins (poissons plats de stades juvéniles).

Aucune localisation de phoque n'a eu lieu à l'intérieur de l'aire d'étude immédiate et seules quelques localisations ont eu lieu à proximité immédiate (moins de 2 km).

L'étude conclut que l'aire d'étude immédiate ne constitue pas une zone utilisée par les phoques veaux-marins mais qu'ils exploitent comme zone de chasse les secteurs situés entre l'aire d'étude immédiate et la côte (entre 7 et 20 km de l'aire d'étude immédiate).

Carte 24 : Ensemble des déplacements des 10 phoques veaux marins équipés de balises GPS/GSM en baie de Somme d'octobre 2008 à mai 2009



Source : Université de la Rochelle, Adera et CNRS de Chizé

Le suivi des phoques marqués (plaques, bagues) permet également de montrer des échanges entre les différentes colonies européennes (Pays-Bas, Danemark, Royaume-Uni).

### 3.3.1.5.2 Le Phoque gris

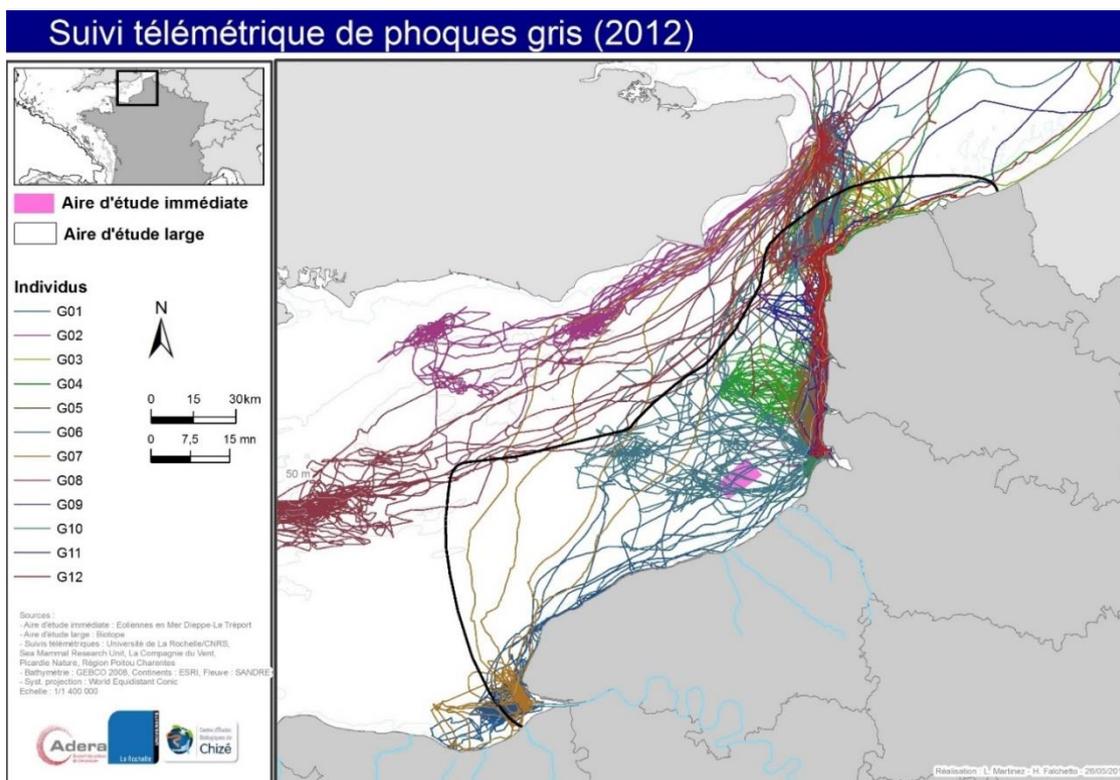
Au cours de l'année 2012, l'association Picardie Nature a participé à une étude menée par l'Université de La Rochelle consistant en un suivi télémétrique de Phoques gris. Ainsi, 12 balises GSM ont été posées en deux sessions de captures : fin mai et début septembre. Les données recueillies ne sont actuellement pas publiées.

Néanmoins, les premiers résultats de ces suivis télémétriques de Phoques gris réalisés à partir de la baie de Somme mettent en évidence un comportement très différent de celui du Phoque veau-marin. Cette espèce se déplace à beaucoup plus grande distance et beaucoup plus au large à des distances de la côte atteignant 100 voire 300 km : certains individus se sont rendus aux Pays-Bas, au sud de l'Allemagne ou en Ecosse, et plusieurs ont effectué de fréquents voyages en mer au centre de la Manche voire au centre de la mer du Nord pour chasser.

Les résultats obtenus montrent ainsi d'une part la plus grande mobilité des Phoques gris à partir de la colonie où ils peuvent être ponctuellement observés à terre, mais aussi la plus grande variabilité inter-individuelle de comportement (chaque phoque exploitant apparemment une zone différente pour chasser).

En 2005, Vincent *et al.* avaient déjà publié des données de suivis télémétriques de 16 Phoques gris, capturés et équipés de balises dans l'archipel de Molène entre 1999 et 2003. Ils avaient également montré que les Phoques gris étaient très mobiles et que la Bretagne n'était qu'un reposoir parmi d'autres, situés dans l'aire de vie des animaux. Ainsi, les phoques utilisaient également des reposoirs situés au Royaume-Uni (particulièrement en Cornouailles et aux îles Scilly), au Pays-de-Galle et dans la Manche.

Carte 25 : Ensemble des déplacements des 12 phoques gris équipés de balises GPS



Source : Université de La Rochelle, Adera et CNRS de Chizé

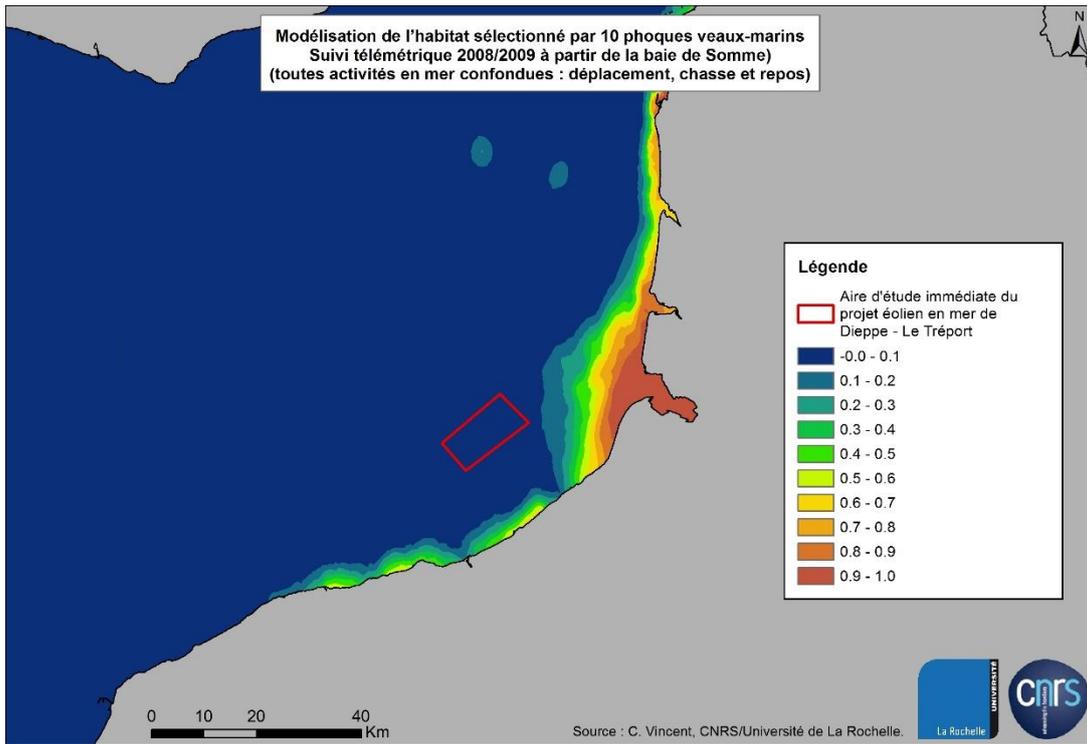
### 3.3.1.5.3 Modélisation des habitats de phoques (ECO-PHOQUES)

Dans le cadre du programme ECO-PHOQUES initié par le Parc naturel marin des estuaires et de la mer d'Opale et de nombreuses structures participantes (Université de la Rochelle, CNRS CMNF, Picardie Nature, ADN, GEMEL), une analyse plus poussée des données obtenues par les suivis télémétriques a permis de déterminer un modèle d'habitat pour chacune des espèces.

Les modèles ont intégré les localisations des phoques dans l'eau (les données à sec ont été retirées), les données de bathymétrie, de sédimentologie et de courants de marée en Manche Est, ainsi que les distances à la côte ou aux derniers repaires utilisés (Huon *et al.*, 2015).

Cette modélisation d'habitat inclut toutes les données de localisation des phoques, toutes activités confondues. Une modélisation des préférences d'habitat de chasse des phoques des deux espèces est prévue.

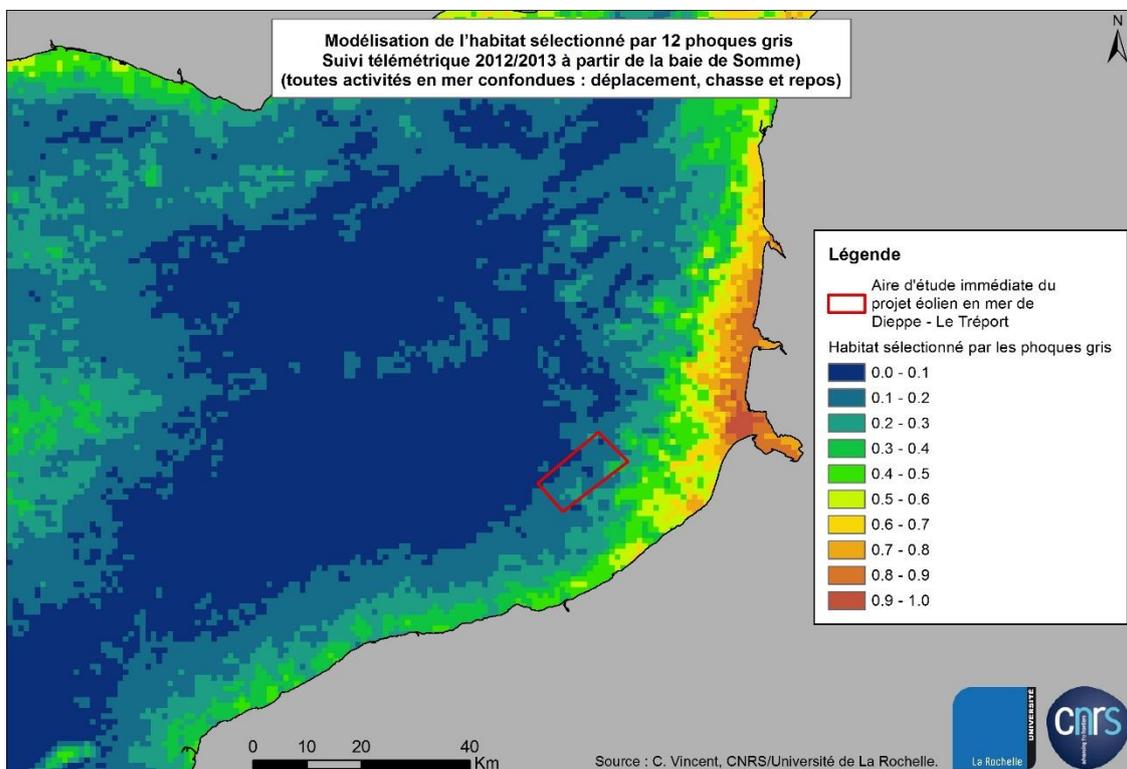
Carte 26 : carte de la sélection d'habitat par les phoques veaux-marins obtenue par modélisation.



Les zones sélectionnées préférentiellement apparaissent en rouge, les zones les moins sélectionnées en bleu

Source : Université de La Rochelle, CNRS, CMNF, Picardie Nature, ADN & GEMEL, 2016

Carte 27 : carte de la sélection d'habitat par les phoques gris obtenue par modélisation.



Les zones sélectionnées préférentiellement apparaissent en rouge, les zones les moins sélectionnées en bleu

Source : Université de La Rochelle, CNRS, CMNF, Picardie Nature, ADN & GEMEL, 2016

#### 3.3.1.5.4 Détermination des zones de chasse des phoques (ECO-PHOQUES)

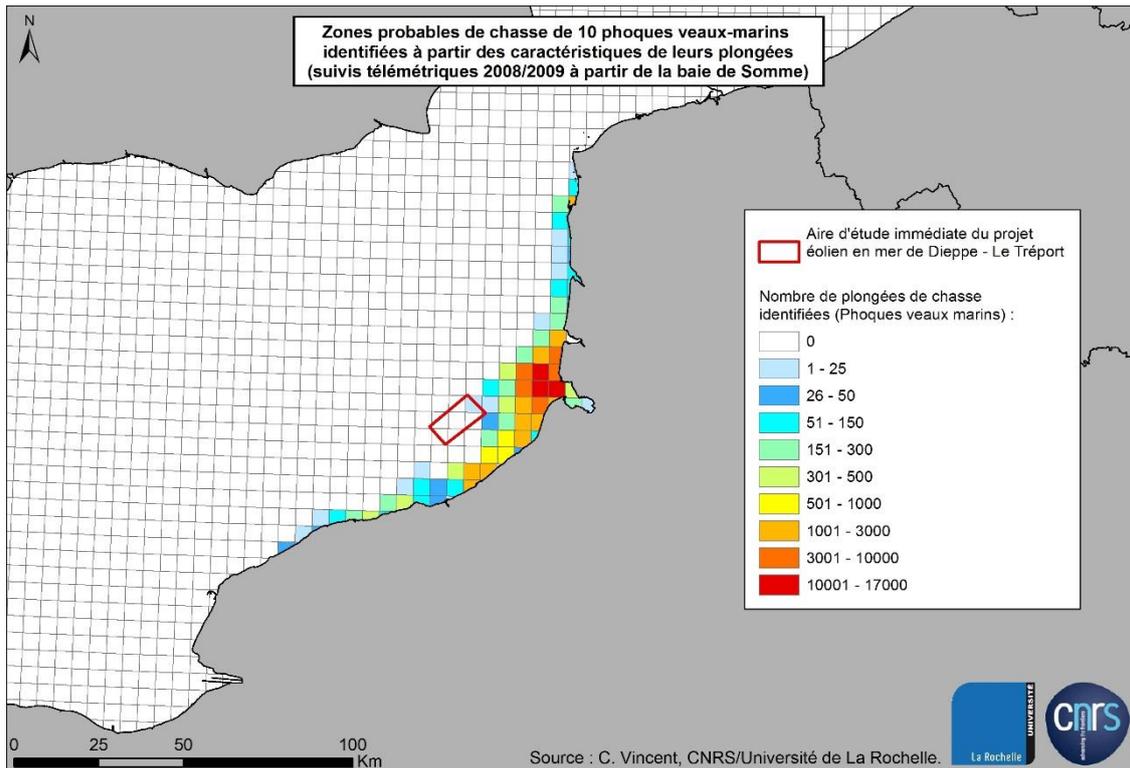
Ces résultats ont été également exploités afin de déterminer des zones de chasse des phoques.

Deux méthodes ont été testées et comparées pour tenter d'identifier les zones de chasse des phoques à partir des données télémétriques obtenues : la première méthode, dite « 2D », est basée sur l'analyse des trajectoires des phoques en mer (en surface), tandis que la seconde méthode, dite « 3D », est basée sur l'analyse des caractéristiques des plongées des phoques.

- ▶ La méthode « 2D » est basée sur l'hypothèse que, lorsqu'ils rencontrent une ressource alimentaire en mer, les phoques passent d'un mode de déplacement relativement « rectiligne » à des mouvements moins rapides en tournant plus ou moins sur place. Ils entrent alors dans ce que l'on nomme des « zones de recherche restreintes », qui peuvent être mises en évidence en calculant le temps de résidence dans des périmètres de rayons choisis (Fauchald et Tveera, 2003). Lorsque les trajectoires des phoques sont significativement modifiées pour entrer dans une « zone de recherche restreinte », cela est supposé correspondre à un comportement de chasse (ou prospection alimentaire). Ces zones de recherche restreintes sont analysées à l'échelle de chaque trajet en mer des phoques (entre deux repos à sec successifs).
- ▶ La méthode « 3D » est basée sur l'analyse des caractéristiques des plongées individuelles des phoques, indépendamment des caractéristiques des trajectoires en surface. Les Phoques gris comme les Phoques veaux-marins sont considérés comme des chasseurs benthiques (Thompson *et al.* 1991 ; Austin *et al.* 2006), ce qui signifie qu'ils chassent près du fond. Ils passent alors la majeure partie de leur temps à la même profondeur (celle du fond), ce qui donne à leurs plongées une forme caractéristique en « U » (Thompson *et al.* 1991 ; Sjoberg & Ball, 2000 ; Goulet *et al.* 2001). De telles plongées sur le fond peuvent néanmoins également correspondre à des plongées de sommeil ou de repos au fond de l'eau. Dans ce cas, la distinction entre plongées en « U » de sommeil et plongées en « U » de chasse peut être effectuée en éliminant les plongées dont la phase de descente est caractérisée par de faibles vitesses. En effet, lorsque les phoques plongent pour se nourrir, ils plongent relativement rapidement, tandis que lorsqu'ils plongent pour se reposer, ils descendent beaucoup plus doucement (Lesage *et al.* 1999 ; Gallon *et al.* 2007). Enfin, lorsqu'ils chassent, les phoques diminuent généralement le temps de récupération en surface de façon à passer plus de temps en profondeur, là où se trouve la ressource qu'ils convoitent (Lesage *et al.* 1999 ; Austin *et al.*, 2006). Afin de sélectionner ces séries de plongées rapprochées tout en tenant compte de la durée de récupération nécessaire (directement proportionnelle à la durée de la plongée précédente), ont été sélectionnées les plongées pour lesquelles le ratio de temps passé en surface après la plongée sur la durée totale de plongée est inférieur à 0,5. Les plongées en « U » ont été sélectionnées grâce à un indice mathématique, le TAD (Time Allocation at Depth, Fedak *et al.*, 2001), puis les vitesses de descentes calculées à partir de la différence de profondeur et de durée entre le départ de la plongée et le premier point enregistré par la balise (à 10% de la durée totale de plongée). Le ratio a été calculé à partir du temps de récupération en surface et la durée de la plongée précédente.

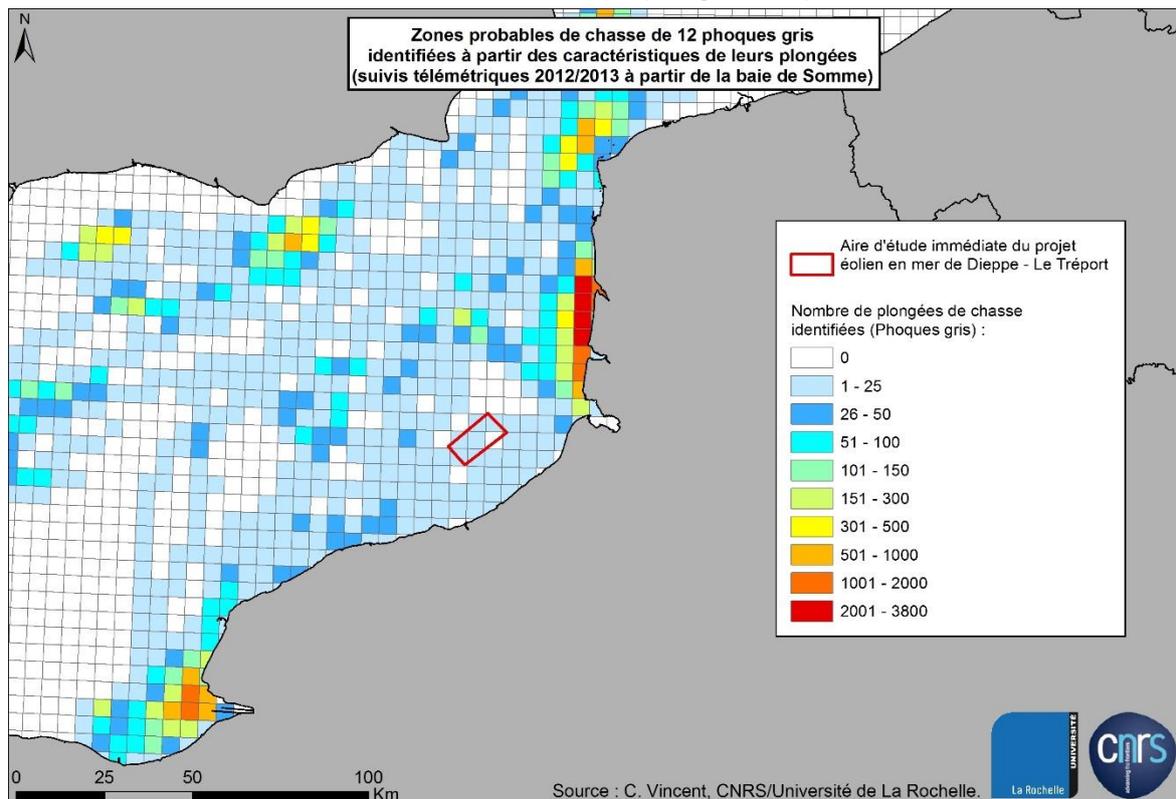
Les résultats obtenus diffèrent selon les espèces. Pour les Phoques gris, plus mobiles et effectuant des trajets en mer plus longs et plus étendus, les deux approches méthodologiques ont permis d'obtenir des résultats satisfaisants, c'est-à-dire qu'elles ont chacune permis d'identifier des zones de chasse probable pour l'ensemble des individus (Figure 23). Pour les Phoques veaux-marins en revanche, l'approche 2D s'est révélée inefficace, les trajets des phoques étant trop courts et trop peu éloignés des sites de repos à sec pour que la méthode puisse identifier des différences de mouvements en surface (Figure 22). L'approche « 3D » basée sur l'analyse des plongées a en revanche permis d'identifier des zones de chasse probable.

Carte 28 : Zones de chasse des Phoques veaux marins suivis par télémétrie

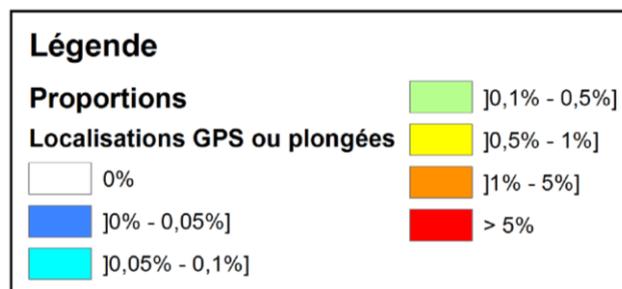


Source : Université de La Rochelle, CNRS, CMNF, Picardie Nature, ADN & GEMEL, 2016

Carte 29 : Zones de chasse des Phoques gris suivis par télémétrie



Source : Université de La Rochelle, CNRS, CMNF, Picardie Nature, ADN & GEMEL, 2016



Source : Université de La Rochelle, CNRS, CMNF, Picardie Nature, ADN & GEMEL, 2016

**Ces éléments sont encore en cours d'analyse et les travaux présentés ne sont que provisoire.**

Néanmoins on remarque le Phoque veau-marin exploite majoritairement le panache de la Baie de Somme en se décalant vers le nord jusqu'à la Baie d'Authie et au sud jusqu'au nord du Tréport, pour le Phoque gris les zones exploitées sont beaucoup plus vastes et diversifiées et même si on note une forte exploitation du littoral allant de la Baie de Somme à la baie de Canche et moins axée sur le panache de la Baie de Somme, des zones situées au cœur de la Manche ou de l'autre côté sont également exploitées.

### 3.3.2 Analyse des données issues des observations de mammifères marins menées dans le cadre de l'étude

Les expertises en mer considérées dans le présent rapport ont été réalisées de la façon suivante (chapitre 2.1.2) :

- ▶ 3 campagnes avion soit 44 sorties ont été réalisées : 2007-2008 ; 2010-2011 et 2014-2015 ;
- ▶ 2 campagnes bateau soit 20 sorties : 2010-2011 et 2014-2015.

Tableau 16 : Récapitulatif des sessions d'acquisition de données en mer analysées dans le cadre de ce rapport

Type de données	Méthode	Début des sessions	Dernière session considérée	Nombre de sessions considérées	Longueur unitaire (1 session)	Effort cumulé de prospection
<b>2007-2008</b>	Avion	Décembre 2007	Décembre 2008	24	446 km	10704 km
<b>2009-2010</b>	Avion	Octobre 2009	Avril 2010	11	398 km	4378 km
	Bateau	Septembre 2009	Avril 2010	11	55 km	605 km
<b>2014-2015</b>	Avion	Décembre 2014	Novembre 2015	9	550 km	4950 m
	Bateau	Décembre 2014	Novembre 2015	9	51 km	459 km

#### 3.3.2.1 Données d'observations recueillies

##### 3.3.2.1.1 Données collectées par type d'expertise

###### EN AVION

Les jeux de données avion analysés dans ce rapport fournissent au total dans l'aire d'étude éloignée :

- ▶ 190 observations de cétacés (271 individus) ;
- ▶ 90 observations de phoques pour 3548 individus (cet effectif important s'explique par le comptage lors de la première campagne des regroupements sur le sable, opérations non réalisées par la suite puisque des comptages terrestres étaient réalisés par ailleurs (chapitre 3.3.1.4).

A l'échelle de l'aire d'étude éloignée, les phoques (gris et veau-marin) et le Marsouin commun sont les espèces les plus observées puisqu'ils concentrent 87% des observations.

Les autres espèces arrivent loin derrière, le Grand Dauphin et le Dauphin commun recueillent uniquement 1,5% des observations (léger avantage pour le Grand Dauphin en termes de nombre d'individus avec 4% des effectifs contre 2% pour le Dauphin commun). Le Grand Dauphin a été également observé durant toutes les campagnes alors que le Dauphin commun uniquement sur une campagne (et dans un pas de temps très réduit : mars-avril 2008).

## EN BATEAU

Sur l'aire d'étude immédiate et donc en bateau, les observations sont bien plus limitées :

- ▶ 32 observations de cétacés (66 individus), dont 97 % concernent le Marsouin et 3 % le Grand Dauphin (une seule observation concernant 3 individus) ;
- ▶ 2 observations de Phoque gris pour 2 individus (dont 1 sur l'aire d'étude immédiate et une située entre la côte et l'aire d'étude immédiate).

Les cétacés arrivent donc en première position avec le Marsouin commun suivi par le Grand Dauphin. Parmi les phoques, seul le Phoque gris a fourni une observation en bateau mais en dehors de l'aire d'étude immédiate.

Le bilan des observations est présenté ci-après.

Tableau 17 : nombre d'observations et nombre d'individus observés par type d'expertise et par espèce

	Nombre d'observations			Nombre d'individus		
	Transects bateau	Transects avion	Total	Transects bateau	Transects avion	Total
<b>Dauphins/Marsouin</b>		17	17		36	36
<b>Grand Dauphin</b>	1	3	4	3	11	14
<b>Dauphin commun</b>		3	3		5	5
<b>Dauphin bleu et blanc</b>		1	1		2	2
<b>Dauphin de Risso</b>		1	1		1	1
<b>Marsouin commun</b>	31	165	196	63	216	279
<b>Phoque indéterminé</b>		61	61		3327	3327
<b>Phoque veau-marin</b>		13	13		58	58
<b>Phoque gris</b>	2	16	18	2	163	165
<b>Total</b>	35	280	315	68	3819	3887

Aucune tortue marine, ni aucun autre grand pélagique marin (Requin pèlerin, Poisson-lune) n'a fait l'objet d'observation lors des inventaires réalisés en avion et en bateau.

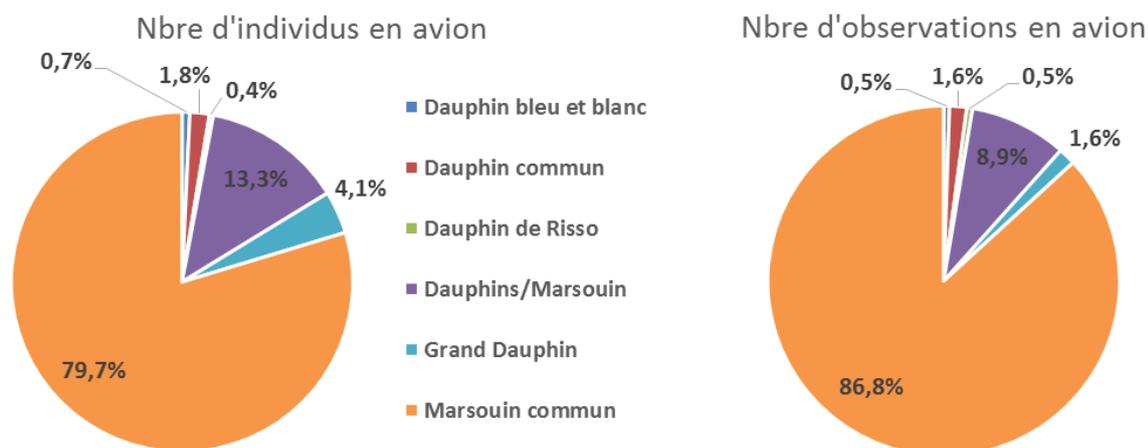
Les observations recueillies auprès des professionnels de la mer (bateaux de pêche, bateau de manutention) auprès de qui nous avons pu embarquer pour réaliser les expertises en bateau vont dans le sens d'une présence régulière du Marsouin commun et dans une moindre mesure du Grand Dauphin dans le secteur (communications personnelles). Il s'agit de données non circonstanciées à prendre en compte avec précaution (pas d'observations standardisées, observateurs non aguerris) mais qui reflètent souvent la réalité de la zone.

### 3.3.2.1.2 Répartition par espèce

Les proportions d'espèces de mammifères marins obtenues d'après les expertises par bateau et par avion donnent des résultats assez similaires. Le nombre d'observations et d'individus non identifiés est plus important par avion du fait des contraintes d'observations inhérentes à ce mode d'inventaire.

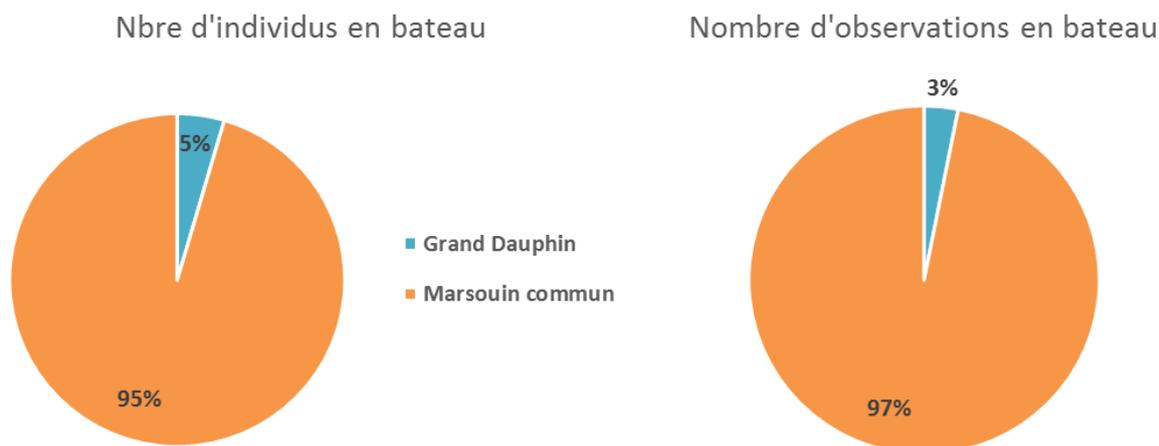
Les proportions de phoques sont à analyser avec précaution puisqu'il n'y a pas de distinctions faites entre des individus observés à l'eau et d'individus observés sur l'estran, les comptages de phoques sont donc fortement favorisés lors des inventaires en avion. Seules les proportions de cétacés sont mises en valeur dans les graphiques suivants (Figure 44 et Figure 45).

Figure 44 : Répartition par espèce du nombre d'observations et d'individus pour les cétacés en avion



Source : Biotope, 2015

Figure 45 : Répartition par espèce du nombre d'observations et d'individus pour les cétacés en bateau



Source : Biotope, 2015

### 3.3.2.1.3 Localisation des observations de mammifères marins lors des expertises

Les observations de phoques en avion sont majoritairement concentrées sur la frange littorale, seules quelques rares observations sont localisées en dehors de cette zone. Concernant les dauphins, la majorité des observations ont été réalisées de mars à mai et dans une moindre mesure de septembre à novembre. Il s'agit de période où des transits de mammifères marins sont observés à travers la Manche. Notons que les observations de Dauphins indéterminés correspondent en fait à des observations de Dauphins/Marsouin.

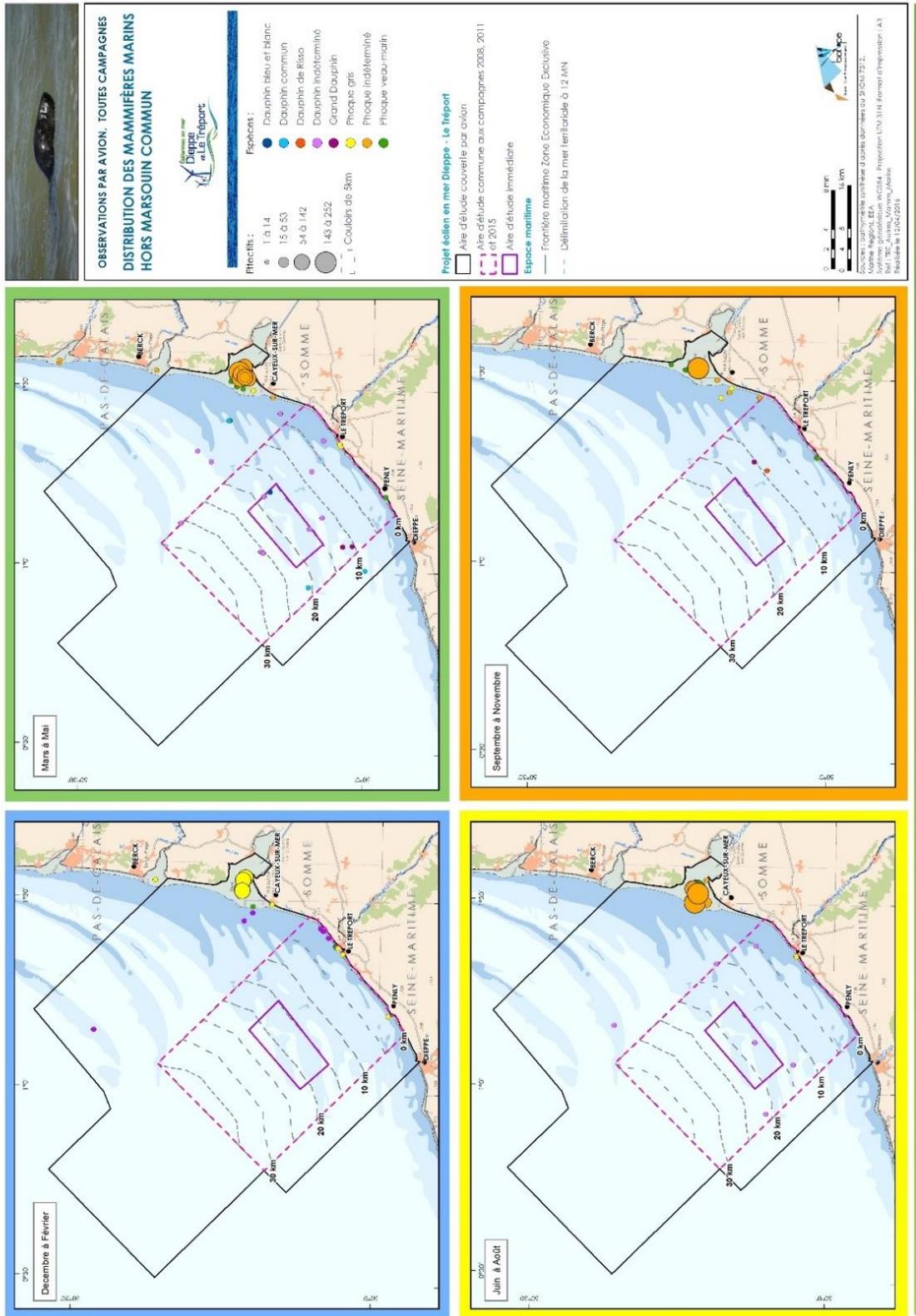
La carte des observations de Marsouin commun montre nettement que les effectifs les plus importants sont contactés de mars à mai même si l'espèce reste présente toute l'année (les observations estivales sont moins nombreuses mais le fait d'une unique campagne). Ce sont les zones d'agrégation de bancs de sable, où se situe l'aire d'étude immédiate, qui accueillent les plus grandes densités. On note également une augmentation des contacts lors des deux dernières campagnes par rapport à celle de 2007/2008.

### 3. Etat initial

#### 3.3 État initial « Mammifères marins »

##### 3.3.2 Analyse des données issues des observations de mammifères marins menées dans le cadre de l'étude

Carte 30 : Distribution des observations de mammifères marins hors Marsouin commun (toutes campagnes confondues)





### 3.3.2.1.4 Taux de rencontre des mammifères marins calculés d'après les expertises en mer

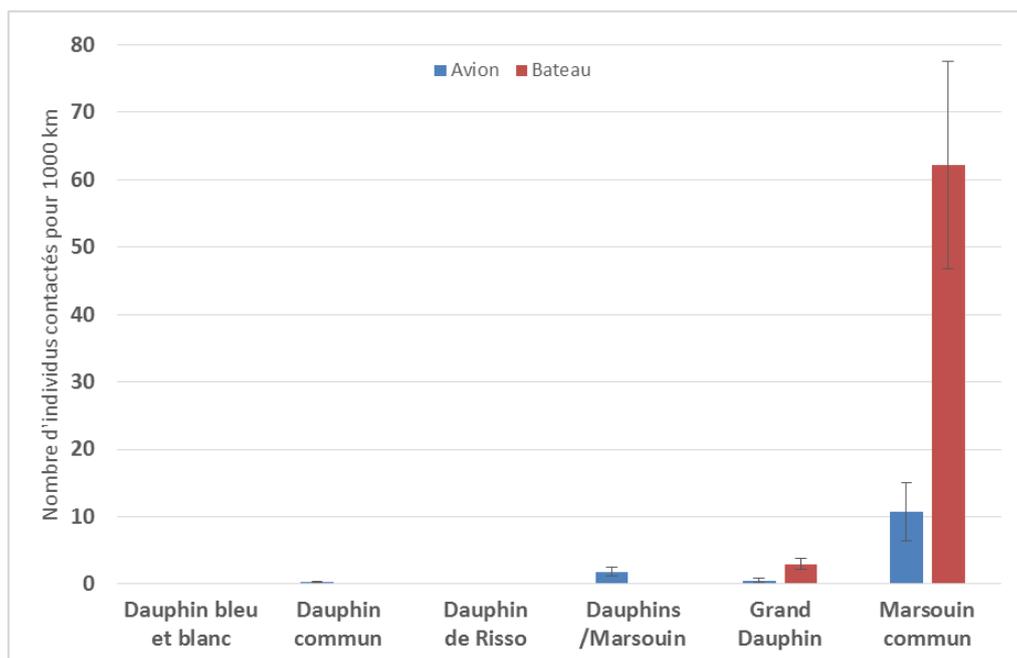
#### Taux de rencontre pour l'ensemble des types d'expertise

Comme le montre la Figure 46 ci-dessous, les taux de rencontre en avion pour certains delphinidés sont très faibles. Pour le Dauphin bleu et blanc et le Dauphin de Risso, ils sont inférieurs à 1 individu pour 10 000 km parcourus. Pour le Dauphin commun, ce taux atteint 0,2 ind./1000km et 0,5 ind./1000 km pour le Grand Dauphin qui reste le dauphin à la fois le plus commun et le plus régulier de l'aire d'étude éloignée. Parmi ces espèces, en bateau, le Grand Dauphin atteint un taux de rencontre de 3 ind./1000 km (les autres espèces n'ont pas été contactées en bateau).

En avion, le Marsouin commun dépasse le taux de 10 ind./ 1000 km et une présence dans plus de 43% des sorties. Le taux en bateau monte jusqu'à + de 60 ind./1000 km alors que l'espèce n'a été contactée que dans 20% des sorties. Ce taux de rencontre en bateau est fortement influencé par une sortie très productive (57 individus).

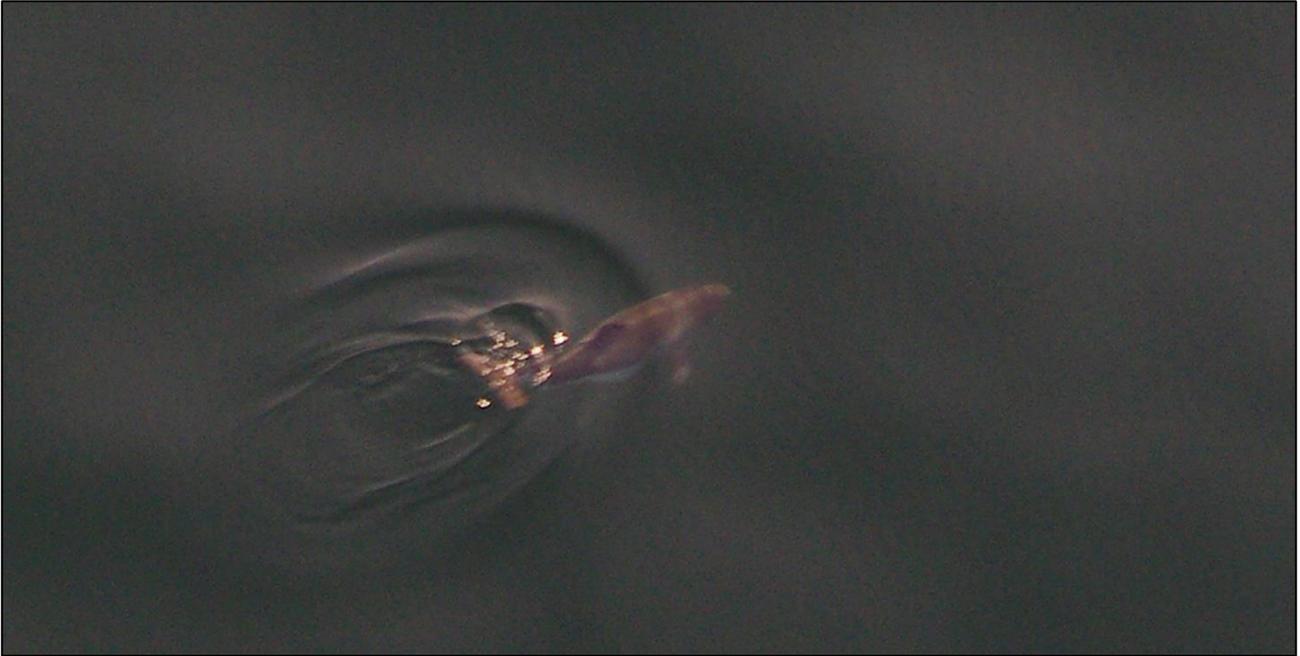
Ces taux sont cohérents avec les résultats obtenus lors de la campagne SAMM (entre 10 et 50 ind./1000km pour le marsouin, (supérieur à 1 ind./1000km pour les dauphins) mais également avec les données d'échouages. En effet on retrouve le Marsouin commun très fortement surreprésenté par rapport aux delphinidés.

Figure 46 : Taux de rencontre moyen et écart type par campagne avion et bateau pour chacune des espèces et groupes d'espèces de cétacés contactés



Source : Biotope, 2015

Figure 47 : Marsouin commun photographié (à grande distance) depuis l'avion



Source : Biotope/ Caloin Frédéric - Mars 2011

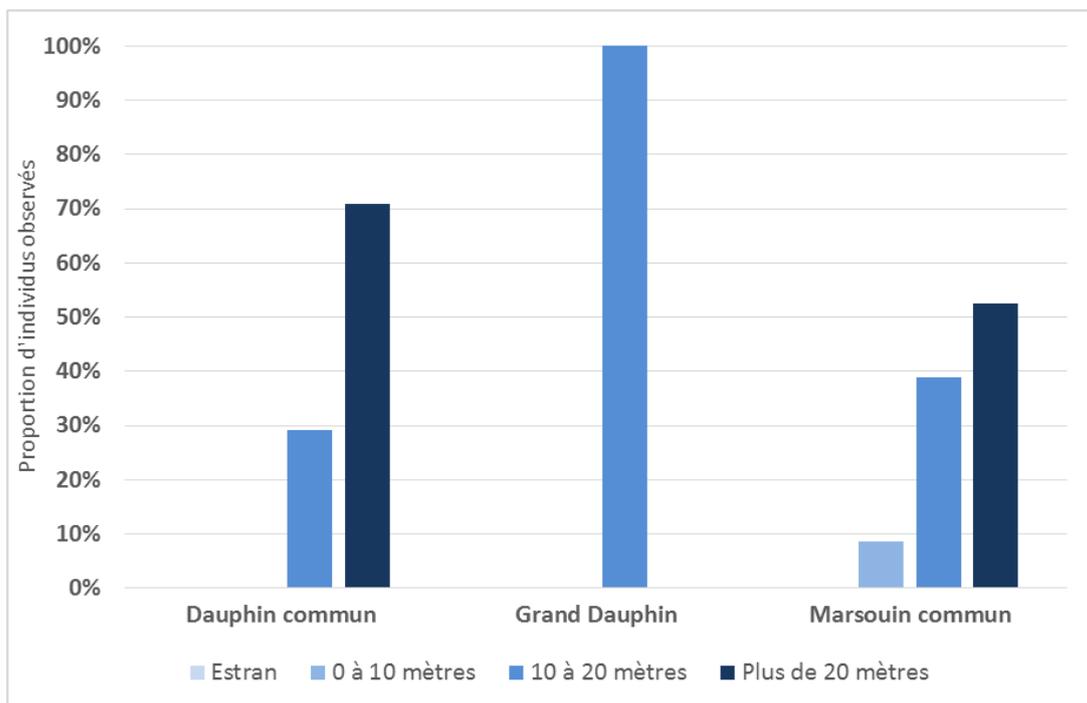
#### Taux de rencontre en fonction de la bathymétrie

La bathymétrie peut être considérée comme un des éléments caractéristiques de l'habitat d'espèce pour certaines espèces de mammifères marins. Ce paramètre a donc fait l'objet d'une analyse particulière.

La totalité des observations de mammifères marins réalisées en avion concerne les gammes bathymétriques inférieures à 30 m de profondeur. Les variations de profondeur dans la zone d'étude restent limitées notamment à cause de la présence de successions de bancs de sables immergés dans le nord de l'aire d'étude éloignée. Dans les graphiques suivants, la pression d'observation sur chaque bande bathymétrique est prise en compte (nombre de kilomètres parcourus par bande de profondeur).

Concernant les cétacés, on remarque que les zones de 0 à 10m de profondeur sont uniquement exploitées par le Marsouin commun, que ce soit au large ou à la côte. Néanmoins, les résultats obtenus pour les delphinidés sont à prendre avec précaution vu le faible nombre de données. Les densités les plus importantes de Marsouin sont notées sur les fonds supérieurs à 20m (+50%) (Figure 48).

Figure 48 : Proportions des principaux cétacés observés par strate bathymétrique



Source : Biotope, 2015

Figure 49 : Grands Dauphins observés sur site



Source : Biotope/ Caloin Frédéric - Mars 2011

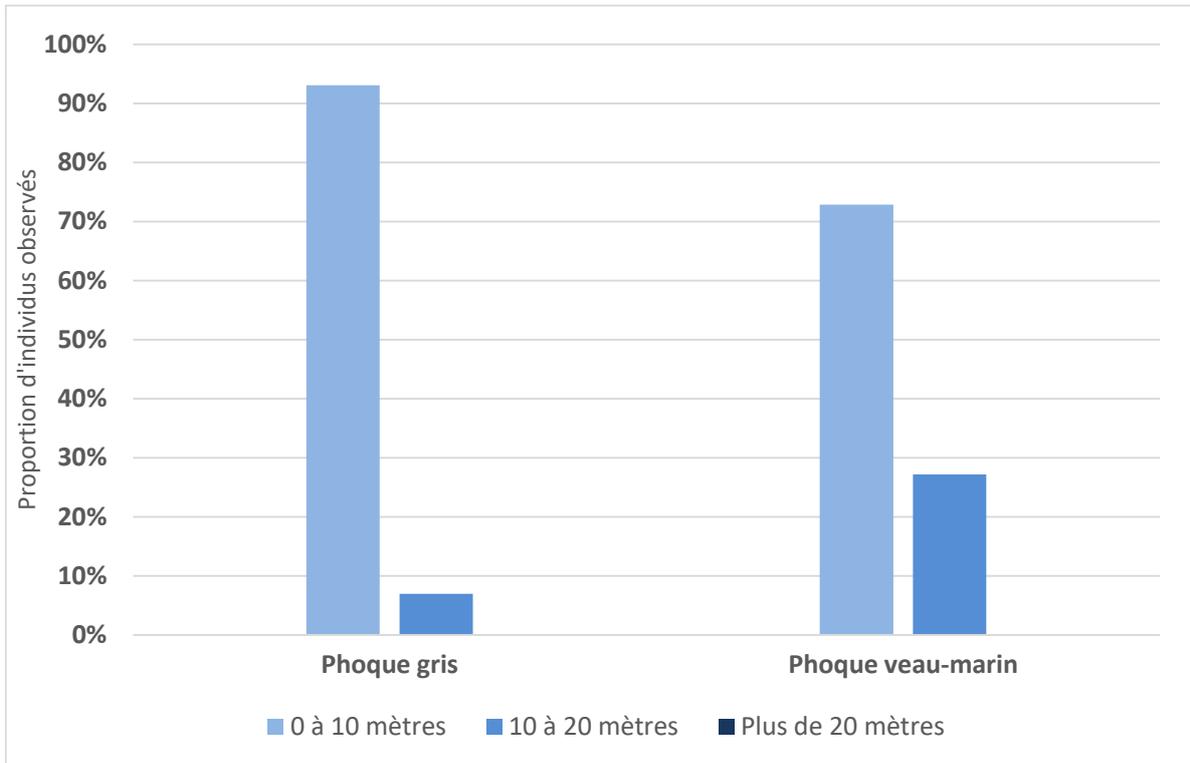
Concernant les phoques, seules les données obtenues en mer ont été analysées (18 données ont été obtenues hors estran). 11 concernent le Phoque gris, 3 le Phoque veau-marin, 4 des phoques indéterminés. Tous ont été observés sur des fonds bathymétriques de 0 à 10 m excepté un Phoque gris et un Phoque veau-marin sur des fonds de 10 à 20 m.

Notons néanmoins qu'en bateau, deux observations de Phoque gris ont été réalisées sur des fonds bathymétriques de 10 à 20 m.

Aucune observation n'a été réalisée sur les fonds supérieurs à 20 m.

Ces proportions sont bien sûr à relativiser en raison de la sous-estimation liée à la difficulté d'observations des phoques en mer depuis un avion ou un bateau. C'est la raison pour laquelle les données de suivis des colonies ou de suivi télémétrique ont été exploitées dans le cadre de cette étude comme cela a été le cas dans le programme de recherche Eco-phoques initié par le PNM des estuaires picards et de la Mer d'Opale.

Figure 50 : Proportions des phoques observés par strate bathymétrique (hors estran)



Source : Biotope

Figure 51 : Phoque veau-marin



Source : Biotope/ Caloin Frédéric

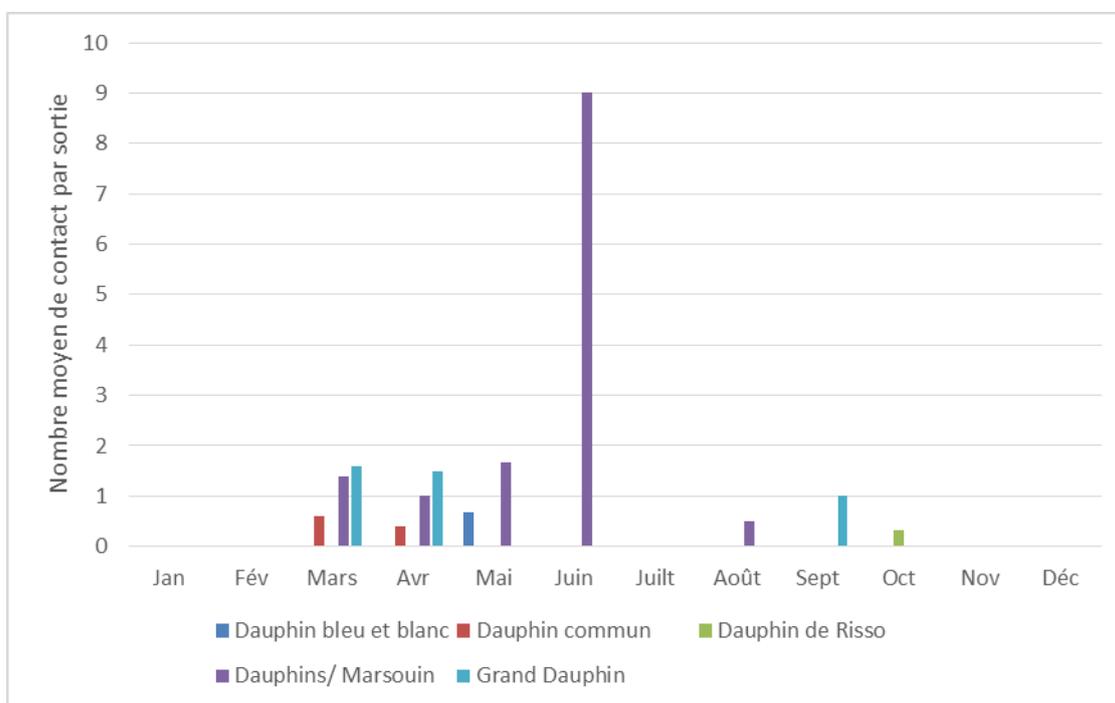
### 3.3.2.1.5 Phénologie des observations de mammifères marins

La phénologie est représentée à partir du nombre d'individus moyens observé par sortie pour chacun des moyens d'inventaires. Notons que plus que la pression d'inventaire, c'est la météorologie et notamment l'état de la mer qui influe sur les observations. Même dans de bonnes conditions, les différences entre une mer ridée et une mer d'huile sont déjà énormes surtout pour les inventaires de Marsouin commun (c'est moins le cas pour les dauphins). Les meilleures journées de comptage coïncident toujours avec d'excellentes conditions de mer (plus ou moins rares selon la période).

#### LES DAUPHINS

Concernant les dauphins on remarque que l'ensemble des données ont été recueillies de mars à octobre avec plus de 90% des observations de mars à juin. Les observations de Dauphin commun ont été réalisées en avril, celles de Grand Dauphin en mars et septembre. L'unique donnée de delphinidés obtenue en bateau concerne une observation de 3 Grands Dauphins en avril (Figure 52).

Figure 52 : Phénologie des observations cumulées de dauphins en avion et bateau



Source : Biotope, 2015

Figure 53 : Grands Dauphins observés en avion sur le site

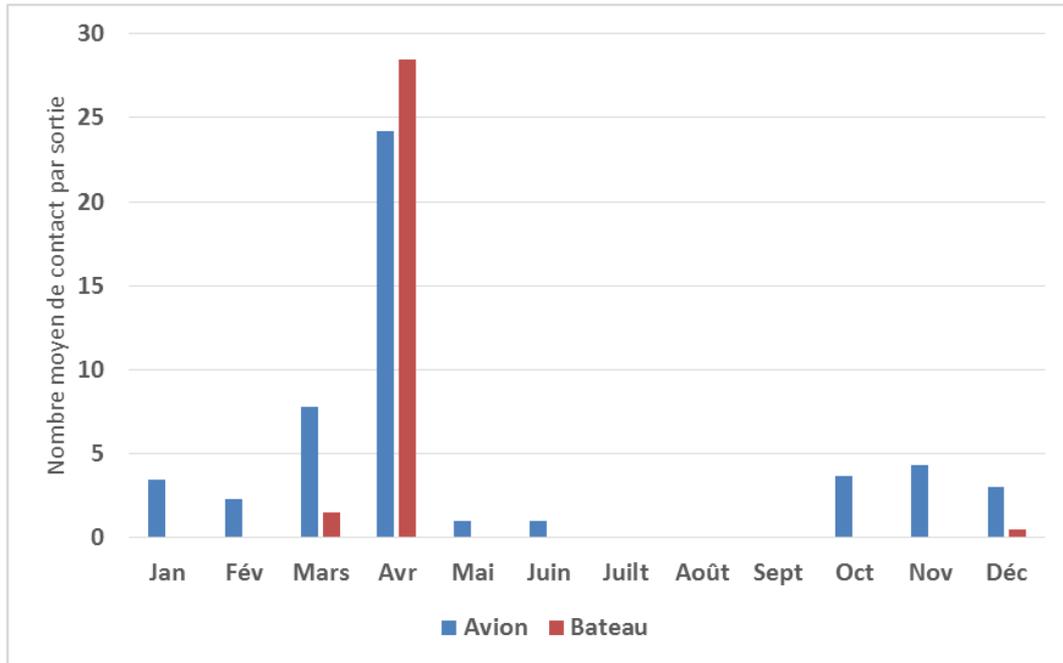


Source : Biotope/ Caloin Frédéric – Mars 2011

### Le Marsouin commun

Concernant le Marsouin commun, on note une présence annuelle dans l'aire d'étude avec des effectifs plus importants en mars-avril ainsi qu'une présence accrue dans l'aire d'étude immédiate.

Figure 54 : Phénologie des observations de Marsouin commun en avion et bateau



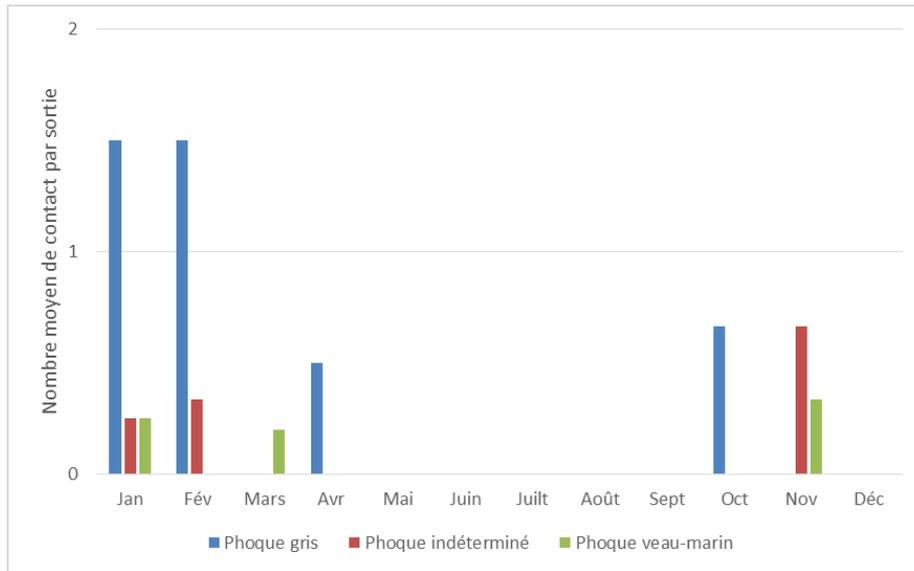
Source : Biotope, 2015

Si on compare les données de densités de Marsouin commun obtenues dans l'aire d'étude immédiate et l'aire d'étude commune à partir des données obtenues en avion, on remarque que les densités observées dans l'aire d'étude immédiate sont plus de 3 fois supérieures à celle de l'aire d'étude commune. Ce résultat peut être lié au hasard de la pression d'échantillonnage et au poids important d'une sortie comme celle du mois d'avril 2015. Le bateau confirme néanmoins que des zones de concentrations importantes peuvent se situer sur l'aire d'étude immédiate.

### Phoques

La phénologie des observations cumulées de phoques (hors estran) en bateau et en avion apporte peu d'éléments sur la phénologie réelle de ce groupe. On remarque néanmoins une augmentation des observations de Phoque gris en période hivernale. C'est à cette période que les effectifs de cette espèce sont les plus importants. On remarque qu'il n'y a aucune observation estivale de Phoque veau-marin alors que c'est à cette période que les effectifs sont les plus importants en baie de Somme.

Figure 55 : Phénologie des observations cumulées de phoques en avion et bateau (hors estran)



Source : Biotope, 2015

Figure 56 : Phoque gris en train de manger un poisson plat



Source : Biotope/ Caloin Frédéric

### 3.3.2.2 Données issues du suivi acoustique

#### INFORMATIONS GENERALES

Les données issues du suivi acoustique sous-marin au sein de l'aire d'étude immédiate et de ses alentours attestent de la nature bruyante de l'aire d'étude immédiate. Le paysage acoustique du site est fortement influencé par la présence de bruits anthropiques divers et variés issus entre autres du passage de navires et de signaux émis par un sonar actif (appareil de prospection sous-marine émettant un son propre). Ce paysage acoustique influe sur la qualité des données récoltées. L'importance des bruits environnementaux et anthropiques rend en effet difficile l'utilisation des algorithmes de détections automatique. En effet, bien que les algorithmes détectent de manière fiable la présence, le cas échéant, de signaux impulsifs et/ou transitoires dans la donnée mesurée, le nombre de détections réalisées est surestimé en présence d'un milieu ambiant très bruyant.

La majorité des signaux ont donc dû être vérifiés manuellement afin de valider les « vrais positifs » (sonogramme identifié comme issu d'un mammifère marin et en provenant réellement) des « faux positifs » (sonogramme identifié comme issu d'un mammifère marin mais provenant d'une autre source).

Cette atmosphère bruyante a également pour effet un potentiel masquage de certaines données de mammifères marins, notamment les moyennes fréquences et hautes fréquences qui passent plus facilement inaperçues dans un environnement bruyant. Ce bruit entraîne également une altération de la qualité de la donnée limitant les capacités de détermination spécifique.

Durant la première campagne, trois hydrophones ont été déployés sur l'aire d'étude éloignée permettant ainsi de récolter un total de 92 612 minutes d'enregistrement audio sur une période allant du 25 juin au 24 septembre 2015 :

- ▶ 29 160 minutes pour l'hydrophone situé au point R2 ;
- ▶ 24 720 minutes pour l'hydrophone situé au point R3 ;
- ▶ 38 732 minutes pour l'hydrophone situé au point R5.

La configuration spatiale de ces trois hydrophones et le jeu de données récoltées ont permis d'obtenir une connaissance bioacoustique dans l'aire d'étude éloignée.

Le dispositif d'enregistrement situé au point R1 a disparu (probablement chaluté) et n'a pas été retrouvé. Il a été remplacé par un nouveau système. La seconde campagne, qui a été réalisée du 26 septembre 2015 au 25 décembre 2015, a permis de récolter 39 283 minutes d'enregistrement audio sur ce point R1, c'est-à-dire dans l'aire d'étude immédiate, sur la base d'un enregistrement continu de 18 minutes toutes les heures.

La troisième campagne, qui reprend l'hydrophone ENR-013 situé au point R1, a permis de récolter 34 680 minutes d'enregistrement audio sur la période du 18 janvier 2016 au 11 avril 2016, sur la base d'un enregistrement continu de 17 minutes toutes les heures.

Enfin, la dernière campagne réalisée du 13 avril au 04 juin 2016 a permis de récolter sur un total de quatre hydrophones déployés :

- ▶ 22 824 minutes d'enregistrement audio pour l'hydrophone au point R1 (ENR-013), sur la base d'un enregistrement de 18 minutes toutes les heures ;
- ▶ 25 220 minutes d'enregistrement audio pour l'hydrophone au point R3 (ENR-005), sur la base d'un enregistrement de 20 minutes toutes les heures ;
- ▶ 23 058 minutes d'enregistrement audio pour l'hydrophone au point R5 (ENR-015), sur la base d'un enregistrement de 18 minutes toutes les heures.

L'hydrophone positionné en R2 (ENR-016) ayant subi les aléas d'un déploiement en mer (câble sectionné par un tiers), n'a pas permis la collecte de données sur cette période de temps. Aucune analyse n'a donc pu être réalisée pour cet hydrophone.

Tableau 18 : Synthèse sur la présence des données récoltées pour le site de Dieppe – Le Tréport entre juin 2015 et juin 2016.

Point géographique	Présence de données												
	2015						2016						
	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin
R2	X	X	X										
R3	X	X	X								X	X	X
R5	X	X	X	X							X	X	X
R1				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Source : Quiet-Oceans, 2016

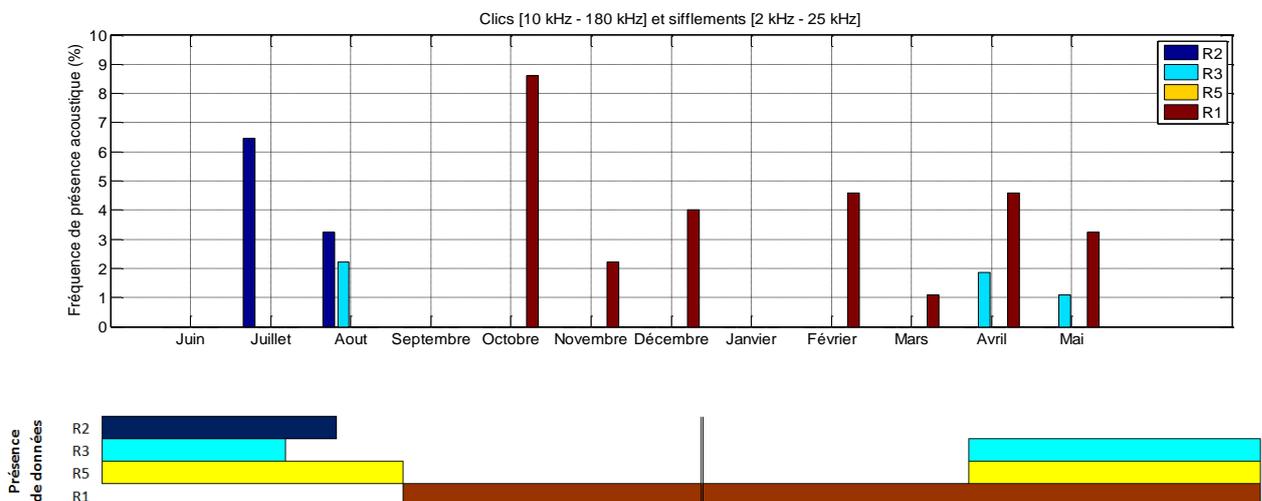
### LES DELPHINIDES

Les Delphinidés étant caractérisés acoustiquement par des émissions de clics et de sifflements, la détection de l'un ou l'autre de ces signaux sonores dans les enregistrements audio est un gage de la présence acoustique de ces mammifères marins sur le site. De ce fait, l'évolution de la présence acoustique journalière des Delphinidés selon les détections de clics dans la bande fréquentielle allant de 25 à 85 kHz et de sifflements dans la bande fréquentielle allant de 2 à 20 kHz a été représentée pour toute la période allant du 26 juin au 4 juin 2016 et ce, pour chaque position d'hydrophone (Figure 58).

Il apparait que la présence acoustique journalière des Delphinidés est principalement erratique sur l'ensemble de la période d'étude, avec une majorité de détections de clics et/ou de sifflements dans un enregistrement audio c'est-à-dire une fois par jour.

Du point de vue mensuel, la présence acoustique des Delphinidés est régulière sur l'ensemble de la période avec des détections tous les 2 à 10 jours de mi-juin à septembre 2015 et tous les 2 à 12 jours d'octobre à mai 2016. Les mois pour lesquels l'analyse mensuelle a été réalisée (Figure 57) démontrent une présence acoustique variable entre 1 et 8 %, renforçant l'hypothèse d'une présence acoustique erratique des Delphinidés dans le temps

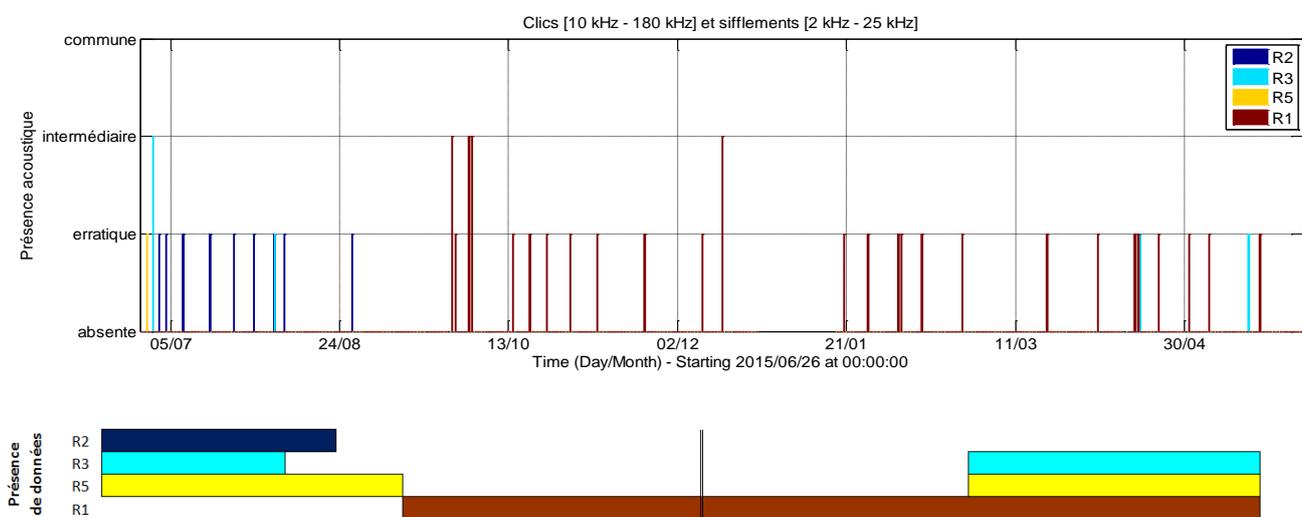
Figure 57 : Probabilité mensuelle de présence acoustique des Delphinidés selon la détection de clics [10 kHz – 180 kHz] et de sifflements [2 kHz – 25 kHz] dans les enregistrements audio observés.



Source : Quiet-Oceans, 2016

D'un point de vue spatial, bien que le nombre de jours soit peu important, l'observation de clics et/ou de sifflements émis par les Delphinidés apparaît plus élevée au niveau de l'hydrophone situé au Nord du site, c'est-à-dire au point R2 avec 9 jours de présence entre les mois de juillet et août 2015. Seuls 2 jours de présence ont été recensés pour l'hydrophone positionné en R3 et 1 jour de présence pour l'hydrophone au point R5 qui est l'hydrophone le plus proche de la côte (Figure 58). Pour la période du 13 Avril au 04 Juin 2016, 6 jours de présence acoustique sont recensés pour l'hydrophone positionné en R1 contre 2 jours pour l'hydrophone situé en R3. Il apparaît alors qu'au printemps 2016 l'observation de clics et/ou de sifflements émis par les Delphinidés soit plus élevée dans l'aire d'étude immédiate.

Figure 58 : Présence acoustique journalière des Delphinidés selon la détection de clics [25 kHz – 85 kHz] et de sifflements [2 kHz – 20 kHz] dans les enregistrements audio observés.

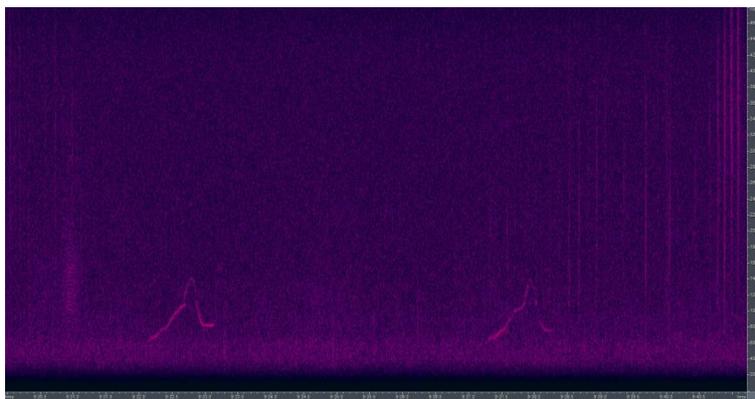


Source : Quiet-Oceans, 2016

Sur l'ensemble de la période d'étude, c'est-à-dire du 26 Juin 2015 au 04 Juin 2016, et sur l'ensemble des hydrophones positionnés dans les aires d'études immédiate et éloignée, des sifflements ont été détectés dans 13 enregistrements audio sur un total de 1635. Les résultats de la classification font apparaître que sur ces 13 enregistrements audio :

- ▶ 8 enregistrements ont permis d'identifier avec certitude les sifflements comme étant émis par des Grands Dauphins *Tursiops truncatus*, dans la bande fréquentielle typique de l'espèce allant de 7 à 15 kHz (Figure 59);
- ▶ 3 enregistrements ont permis d'identifier les sifflements comme étant probablement émis par des Grands Dauphins, les caractéristiques des signaux étant non discriminatoires et pouvant être faussées/masquées par le bruit provoqué par le trafic maritime (se référer pour plus de renseignements à ce sujet à la partie 4.2) ;
- ▶ 2 enregistrements n'ont pas permis l'identification des sifflements en raison d'une trop faible densité sur toute la durée totale de l'enregistrement audio (1 à 2 sifflements sur 18 à 20 minutes d'enregistrement audio).

Figure 59 : Spectrogramme illustrant des sifflements et clics de Grand Dauphin, *Tursiops truncatus*, détectés par l'hydrophone situé au point R2 (ENR-011) le 08 août 2015 à 1600 UTC.



Source : Quiet-Oceans, 2016

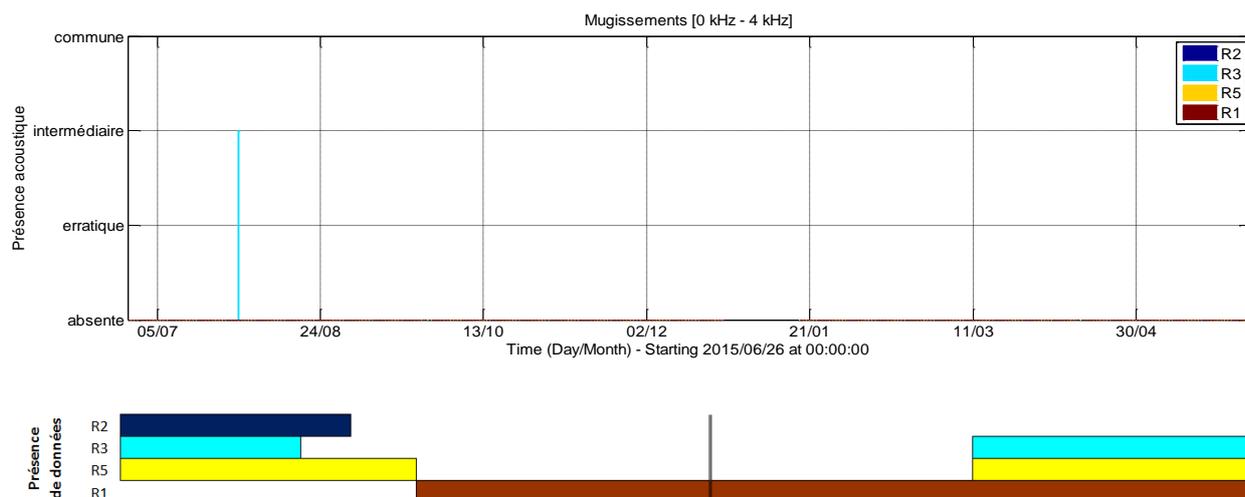
### LES BALENOPTERIDES

La Figure 60 représente l'évolution de la présence acoustique journalière des Balénoptéridés sur le site en fonction de leurs émissions sonores c'est-à-dire les mugissements, sur l'ensemble de la période d'étude allant du 26 juin au 4 juin 2016, et ce pour chaque position d'hydrophone.

Les résultats obtenus via la méthode de détection manuelle permettent de noter la présence acoustique occasionnelle de Balénoptéridés sur l'aire d'étude éloignée avec une détection de mugissements qualifiée d'intermédiaire. Des mugissements ont été visualisés deux fois dans la journée du 30 juillet 2015 dans l'aire d'étude éloignée (plus précisément au point R3).

Malgré cette présence acoustique rare mais avérée, les résultats obtenus appuient la rareté acoustique des Balénoptéridés sur l'ensemble de la période, aucun mugissement n'ayant été observé sur les hydrophones positionnés en R2, R5 et R1 et ce quel que soit le mois de l'étude.

Figure 60 : Présence acoustique journalière des Balénoptéridés selon la détection de mugissements [0 kHz – 4 kHz] dans les enregistrements audio observés.



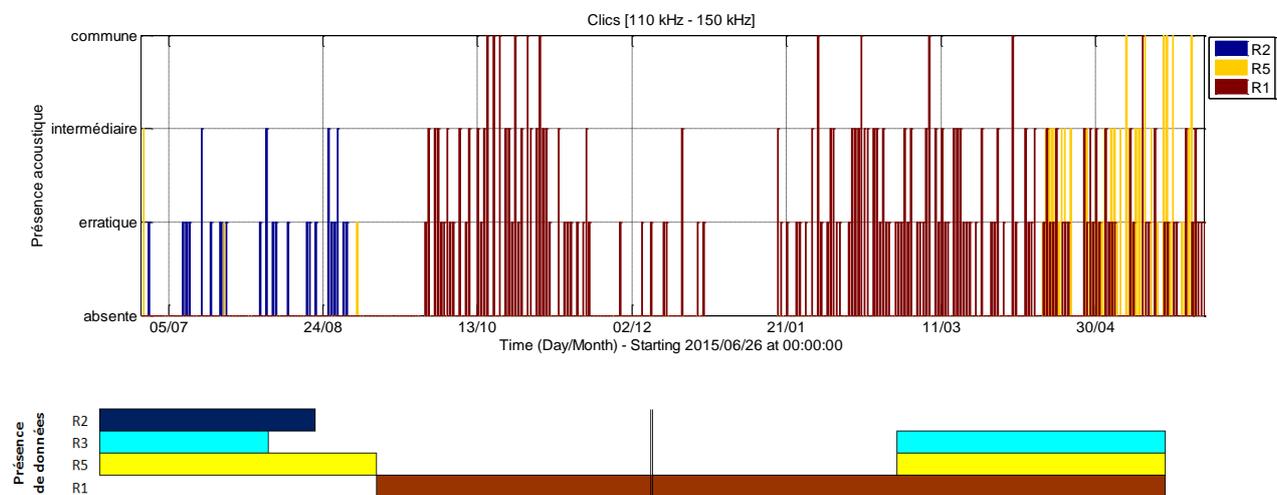
Source : Quiet-Oceans, 2016

## LE MARSOUIN COMMUN

La Figure 61 représente l'évolution de la présence acoustique journalière des Marsouins communs en fonction de leurs émissions de clics sur l'ensemble de la période d'étude soit du 26 Juin 2015 au 04 Juin 2016, et ce pour chaque position d'hydrophone (R2, R5 et R1). Dans un contexte similaire, la Figure 62 représente la probabilité mensuelle de présence acoustique des Marsouins communs.

Les résultats obtenus lors de la méthode de détection manuelle des clics émis par les Phocoenidés permettent d'affirmer la présence acoustique régulière de ces cétacés sur les aires d'étude éloignée et immédiate avec des détections journalières récurrentes sur l'ensemble de la période d'étude, sans distinction du jour et de la nuit.

Figure 61 : Présence acoustique journalière des Phocoenidés selon les détections de clics [100 kHz – 150 kHz] dans les enregistrements audio observés.



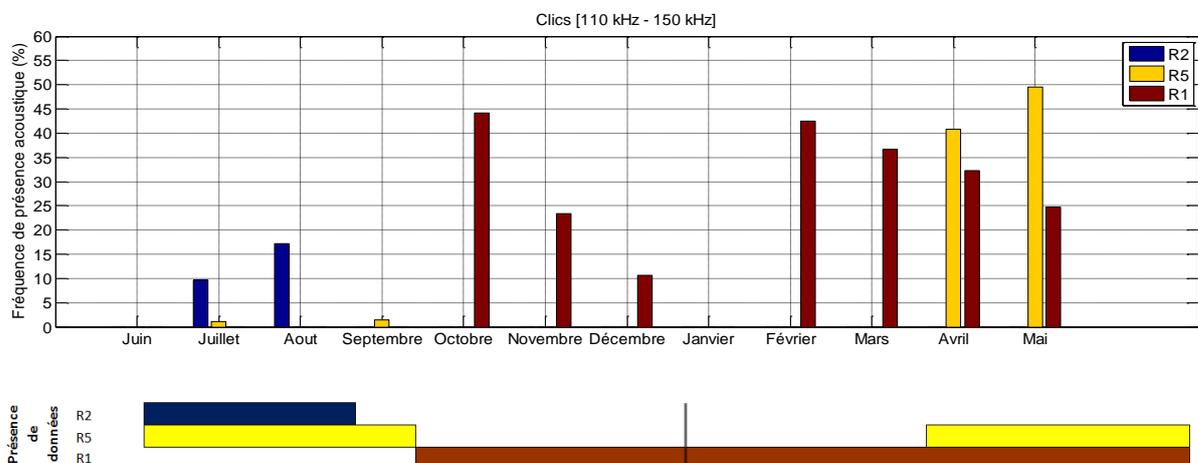
Source : Quiet-Oceans, 2016

Ces détections récurrentes sont principalement qualifiées d'erratiques du 26 Juin au 01<sup>er</sup> Septembre 2015, c'est-à-dire durant la période estivale. Du 26 Septembre au 25 Décembre 2015, les détections de clics sur une base journalière se font plus fréquentes, avec un accroissement à la fois du nombre de détections par jour (détections de clics dans deux enregistrements audio donc deux fois par jour) et du nombre de jours avec au moins une période présence. Il est possible de noter une présence acoustique journalière plus commune pour le mois d'Octobre 2015 (détections de clics dans trois enregistrements audio donc trois fois par jour). De manière similaire, la présence acoustique des Marsouins communs durant l'hiver s'accroît de manière notable, et ce, essentiellement pendant le mois de Février 2016 avec au moins une détection de clics par jour. Vers la fin Mars 2016 qui marque l'arrivée du printemps, les détections bien que régulières sont plus espacées dans le temps avec une diminution du nombre de jours ayant au moins une période présence, pour de nouveau s'accroître en Avril 2016. La présence acoustique de ces mammifères marins est commune sur l'ensemble des mois d'Avril à Juin 2016, avec une détection de clics au moins une fois par jour.

A la vue de ces résultats, il est possible de noter une évolution de la fréquentation du site par les Marsouins communs en fonction des saisons. La fréquentation du site s'accroît à partir de l'automne pour ensuite s'intensifier au cours de l'hiver et du printemps. Cette hypothèse se confirme par l'analyse mensuelle des détections de clics de Marsouins communs (Figure 62) avec une probabilité de présence acoustique de :

- ▶ 2 à 17 % pour les mois de juillet à septembre 2015 (été/automne) ;
- ▶ 10 à 45 % pour les mois d'octobre à décembre 2015 (automne/hiver) ;
- ▶ 24 à 50 % pour les mois de février à mai 2016 (hiver/printemps).

Figure 62 : Probabilité mensuelle de présence acoustique des Marsouins communs selon les détections de clics [110 kHz – 150 kHz] dans les enregistrements audio observés.



Source : Quiet-Oceans, 2016

En outre, l'observation des enregistrements audio lors de la détection manuelle a permis de mettre en évidence de nombreux trains de clics typiques d'un comportement de chasse chez les Marsouins communs. Ces trains de clics ont été observés dans une moindre mesure de juin à septembre 2015, et principalement sur la période allant d'avril à juin 2016. L'aire d'étude éloignée semble donc principalement être une zone de nourrissage pour cette espèce.

## SYNTHÈSE

La détection de sifflements dans la bande fréquentielle [2 kHz – 20 kHz] a permis de noter une présence acoustique avérée des Delphinidés (dauphins ou globicéphales) sur le site de mi-juin à juin 2016 :

- ▶ Présence acoustique erratique sur une base journalière ;
- ▶ Présence acoustique régulière sur une base mensuelle.
- ▶ Cette présence surtout notée au large durant l'été 2015 semble positionnée au printemps 2016 sur l'aire d'étude immédiate.
- ▶ L'identification des signaux de type « sifflements » conduit à l'identification d'une unique espèce de delphinidés : le Grand Dauphin.

La détection de mugissements dans la bande fréquentielle [0 kHz – 4 kHz] a permis de noter la présence acoustique occasionnelle de Balénoptéridés (Baleine à Bosse ou rorquals) sur l'aire d'étude éloignée (au point R3) au mois de juillet 2015. Malgré cette présence acoustique rare mais avérée, l'absence de détections sur le reste de la période d'étude appuie la rareté des Balénoptéridés sur le site.

Concernant le Marsouin commun, sa présence acoustique est avérée. D'un point de vue temporel, il est possible de noter une évolution de la fréquentation annuelle du site par ces mammifères marins avec une présence acoustique mensuelle de :

- ▶ 2 à 17 % de juillet à septembre 2015 (été/automne) ;
- ▶ 10 à 45 % d'octobre à décembre 2015 (automne/hiver) ;
- ▶ 24 à 50 % de février à mai 2016 (hiver/printemps).

Leur présence est nettement plus intense sur la période de février à mai 2016. Cette présence acoustique plus importante durant l'hiver et le printemps suppose une migration saisonnière liée à une recherche de nourriture. En effet, les Marsouins communs semblent fréquenter le site de Dieppe – Le Tréport dans le cadre d'une activité de nourrissage ; des séquences de chasse ayant été détectées dans la grande majorité des échantillons où leur présence est avérée.

Tableau 19 : Présence acoustique avérée sur l'aire d'étude éloignée à l'issue de l'analyse des signaux acoustiques

Mois	06	07	08	09	10	11	12	01	02	03	04	05
Marsouin commun	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Dauphins	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Baleine à bosse ou Rorquals		X										

Légende	Régulière et en fort effectif	Régulière mais en faible effectif	Irrégulière	Absent
---------	-------------------------------	-----------------------------------	-------------	--------

Source : Biotope, 2016

Tableau 20 : Caractérisation de la présence acoustique de mammifères marins sur l'aire d'étude éloignée

Mammifères marins	Présence acoustique			Plage temporelle préférentielle	
	Aire d'étude éloignée		Aire d'étude immédiate	Mois	Saison
	A la côte (R5 et R3)	Au large (R2)	(R1)		
<b>Delphinidés</b> (Dauphins et Globicéphales)	Peu fréquente		Peu fréquente	Aucune	Aucune
<b>Balénoptéridés</b> (Rorquals et Baleine à bosse)	Exceptionnelle	Absente	Absente	Aucune	Aucune
<b>Phocoenidés</b> (Marsouin)	Peu fréquente à abondante	Commune	Abondante	Février à mai	Hiver / Printemps

Source : Quiet-Oceans, 2016

### 3.3.3 Synthèse des principales connaissances sur les mammifères marins fréquentant l'aire d'étude large

Plus de 20 espèces de mammifères marins sont fréquemment rencontrées le long des côtes françaises principalement représentées par des dauphins, des marsouins, des rorquals et des phoques.

Les résultats bibliographiques et des expertises de terrain réalisées dans le cadre du projet ont permis de synthétiser les informations disponibles sur les mammifères marins fréquentant l'aire d'étude large, l'aire d'étude éloignée et l'aire d'étude immédiate.

#### 3.3.3.1 Présentation des espèces fréquentant l'aire d'étude large.

Le tableau ci-dessous présente toutes les espèces de mammifères marins pouvant être observées sur la façade de la Manche. 27 espèces y sont citées dont 11 espèces permanentes, 7 occasionnelles, 4 espèces erratiques et 6 espèces au statut inconnu.

La dernière colonne identifie les dernières données acquises pour chacune de ces espèces (sources naturalistes diverses). Les espèces ont été classées par régularité dans le secteur d'étude (Manche orientale). Sont signalées :

- ▶ En gras, les espèces dont les observations sont annuelles dans l'aire d'étude éloignée. Ces espèces sont les principales à prendre en compte.
- ▶ Avec un astérisque, les espèces contactées dans l'aire d'étude éloignée durant les dernières campagnes réalisées par Biotope et lors de campagnes SAMM, ou qui ont été observées vivantes ces dernières années dans l'aire d'étude large.
- ▶ Les autres espèces observées de façon plus anecdotique (du fait de leur irrégularité ou de leur difficulté d'observation). Il s'agit principalement des données d'échouages.

Tableau 21 : Statut des espèces de mammifères marins observés dans l'aire d'étude large.

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Niveau de présence en Manche-orientale	Particularité	Données récentes dans l'aire d'étude éloignée
Marsouin commun	Phocoena phocoena	Permanent	Espèce Natura 2000	Nombreuses données en 2015
Grand Dauphin	Tursiops truncatus	Permanent	Espèce Natura 2000	Espèce contactée en 2015 dans l'aire d'étude éloignée
Phoque veau-marin	Phoca vitulina	Permanent	Espèce Natura 2000	Omniprésente à la côte Colonie proche : baie de Somme
Phoque gris	Halichoerus grypus	Permanent	Espèce Natura 2000	Omniprésente à la côte Colonie proche : baie de Somme
Petit Rorqual *	Balaenoptera acutorostrata	Permanent		Données récentes dans le Nord-Pas de Calais en 2014-2015
Dauphin bleu et blanc*	Stenella coeruleoalba	Permanent		Derniers contacts en 2007-2008
Dauphin commun*	Delphinus delphis	Permanent		Derniers contacts en 2007-2008
Lagénorhynque à bec blanc*	Lagenorhynchus albirostris	Permanent		Contacts en 2012 et 2013 en Manche-est
Dauphin de Risso*	Grampus griseus	Permanent		Derniers contacts en 2007-2008
Globicéphale noir*	Globicephala melas	Permanent	Citée dans la Natura 2000 Littoral cauchois	Echouages ces 25 dernières années. Echouages et observations récentes en Nord Pas-de-Calais
Mégaptère (Baleine à bosse)*	Megaptera novaeangliae	Occasionnel		Echouages ces 25 dernières années et contact régulier en Nord-Pas de Calais
Rorqual commun	Balaenoptera physalus	Permanent		Echouages ces 25 dernières années
Mésoplodon de Sowerby	Mesoplodon bidens	Occasionnel		Echouages ces 25 dernières années
Phoque à crête (P. à capuchon)	Cystophora cristata	Occasionnel		Echouages ces 25 dernières années
Phoque annelé	Phoca hispida	Erratique		Echouages ces 25 dernières années
Phoque barbu	Erignathus barbatus	Erratique		Echouages ces 25 dernières années

Source : d'après Martinez et al., 2011, complété par Biotope

Légende niveau de présence en Manche :

Permanent : espèce signalée tous les ans ; Occasionnel : espèce signalée plusieurs fois par décennie ; Erratique : espèce signalée n'appartenant pas à la zone de référence.

### 3.3.3.2 Quelques éléments d'écologie des principales espèces de l'aire d'étude éloignée.

Les données bibliographiques et de terrain obtenues montrent que 4 espèces sont considérées comme régulières dans l'aire d'étude éloignée : le Marsouin commun, le Grand Dauphin, le Phoque gris et le Phoque veau-marin. Le chapitre suivant présente quelques éléments d'écologie de ces principales espèces.

#### 3.3.3.2.1 Le Marsouin commun

Photo 2 : Marsouin commun



Source : BIOTOPE

Le Marsouin commun (*Phocoena phocoena*) est un petit cétacé discret qui fréquente les eaux tempérées de l'hémisphère nord (Read, 1999).

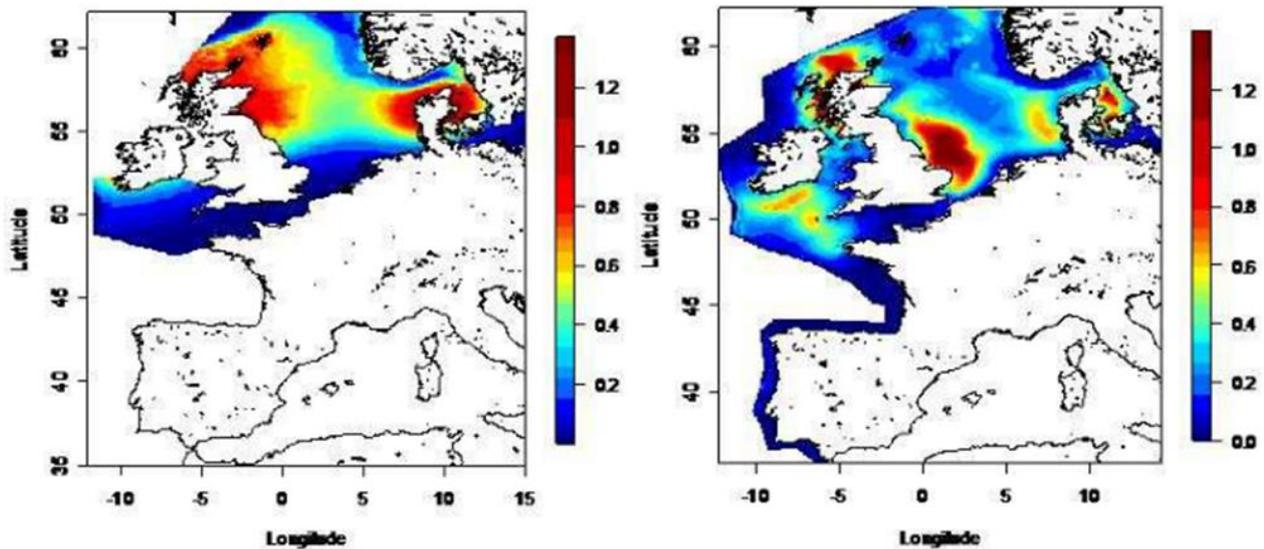
L'espèce était considérée comme abondante sur les côtes françaises jusque dans les années 60-70 puis a décliné drastiquement (Duguy et Hussenot, 1982 ; Rosel, 1997). Les principales raisons de cette réduction seraient la chasse directe (Read, 1999) et la destruction des habitats (Donovan et Bjørge, 1995).

Dorénavant assez commun le long des côtes irlandaises et en mer du Nord, le Marsouin commun est de plus en plus observé le long des côtes françaises (Manche et Atlantique) (Jung *et al.* 2009). Des observations relativement nombreuses ont été rapportées autour de la Bretagne. Une autre étude (MacLeod *et al.* 2009) a mis en évidence une augmentation significative de la présence du Marsouin commun en Manche depuis 1996. Ce changement d'occurrence ne serait pas dû à une réelle augmentation de la population, mais plutôt à un glissement de l'aire de répartition de la mer du Nord vers la Manche (Carte 32 (Hammond et MacLeod, 2006). Les dernières estimations (issues de la campagne SCANS-II) chiffrent la population de la zone sud de la mer du Nord-mer Celtique-Manche à 40 900 individus ( $\pm 15\ 500$  individus) et à 2 900 individus ( $\pm 1\ 900$  individus) pour le talus continental du golfe de Gascogne et de la péninsule ibérique.

Une étude génétique a révélé que les individus rencontrés sur les côtes françaises appartiendraient à la même population que ceux de la mer du Nord (Fontaine *et al.* 2007).

Malgré sa préférence pour les eaux côtières, le Marsouin commun n'est probablement pas cantonné aux eaux littorales et pourrait entreprendre des « migrations » saisonnières côte-large et nord-sud (Rosel, 1997).

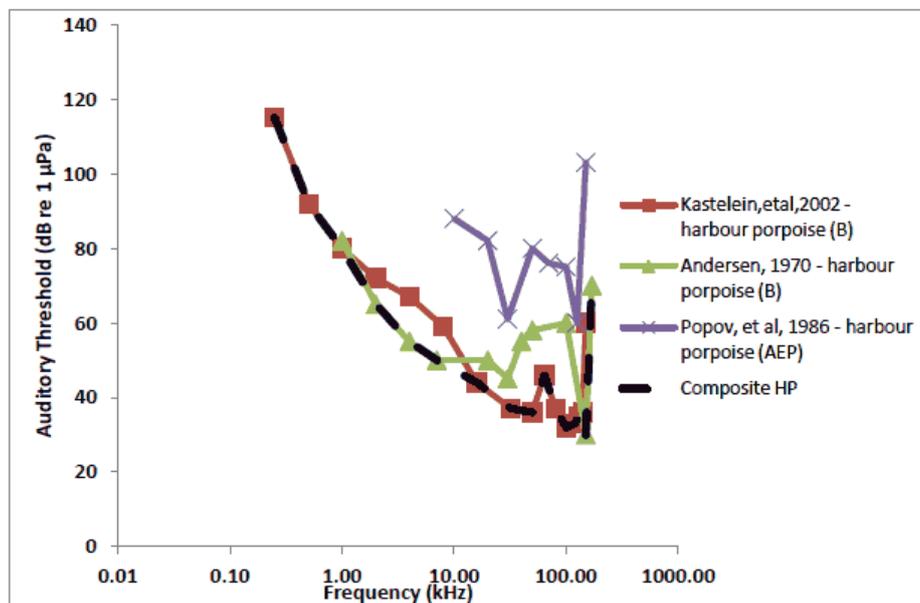
Carte 32 : Estimation des densités de Marsouin commun (individus/km<sup>2</sup>) lors des recensements SCAN de 1994 (gauche) et SCANS II de 2005 (droite)



Source : Hammond et MacLeod, 2006

Le Marsouin commun se nourrit principalement de petits poissons de fond (Donovan et Bjørge, 1995).

Figure 63 : Audiogramme du Marsouin commun



Source : <http://www.gov.scot>, 2013

Le Marsouin commun est sensible aux ondes sonores d'une fréquence supérieure à 100 Hz principalement entre 1 kHz (seuil 80 dB re 1  $\mu$ Pa) et 150 kHz (seuil 120 dB re 1  $\mu$ Pa) (Dudgeon Offshore Windfarm, 2009 ; Hammond *et al.* 2002 ; Nedwell *et al.* 2009). A 40 kHz, il est gêné à partir de 130 dB (Legall *et al.* 2004). Les niveaux sonores audibles minimaux varient entre 92 et 115 dB pour une fréquence inférieure à 1kHz, entre 60 et 80 dB pour une fréquence entre 1 et 8kHz et entre 32 et 46 dB pour les fréquences allant de 16 à 140 kHz avec un seuil minimum de 120 dB pour 100 kHz (Erbe, 2004 ; Nedwell *et al.*, 2009 ; Thomsen *et al.*, 2006). Le Marsouin commun est particulièrement sensible entre 8 et 30/40 kHz où il entend des sons de moins de 50 dB. En dehors de ces limites, il entend en-dessous de 80 dB pour des fréquences comprises entre 1 et 150 kHz (Andersen, 1970 ; Hoffmann *et al.* 2000).

Pour la communication, le Marsouin commun utilise des sons de fréquences comprises entre 13 Hz et 130 kHz (Hoffmann *et al.* 2000) mais également des fréquences plus basses (1,4 - 2,5 Hz et 30-60 Hz) (Verboom et Kastelein, 1995 in Thomsen *et al.* 2006). Pour l'écholocation, les clics émis sont d'une durée moyenne de 77  $\mu$ s et d'une fréquence comprise entre 120 et 150 kHz, 131 kHz en moyenne (Teilmann et Carstensen, 2001 ; Verboom et Kastelein, 1995 in Thomsen *et al.* 2006).

A partir des données biologiques et des observations réalisées sur site, un schéma simplifié des périodes de sensibilité du Marsouin commun au regard des phases clés de son cycle de vie a pu être établi (Tableau 22).

Tableau 22 : Schéma simplifié de la phénologie des phases clés du cycle de vie biologique du Marsouin commun

Synthèse des périodes de sensibilités du Marsouin commun													
ESPECE	PERIODE SENSIBLE	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembr e	Octobre	Novembr e	Déembr e
Marsouin commun	Accouplement												
	Gestation												
	Mise-bas												
	Lactation												
	Présence sur l'aire d'étude éloignée												

Source : Biotope, 2016

#### Légende

Sensibilité	Période la plus sensible	Période assez sensible	Période sensible	peu	Période sensible	moins
Présence	Régulière mais en fort effectif	Régulière mais en faible effectifs	Irrégulière		Absent	

### 3.3.3.2.2 Le Grand Dauphin

Photo 3 : Grand Dauphin



Source : PELAGIS

Le Grand Dauphin (*Tursiops truncatus*) est très certainement le cétacé le plus étudié dans le monde (Wells et Scott, 1999). Cosmopolite, il fréquente la plupart des océans, à l'exception des très hautes latitudes (Leatherwood et Reeves, 1983).

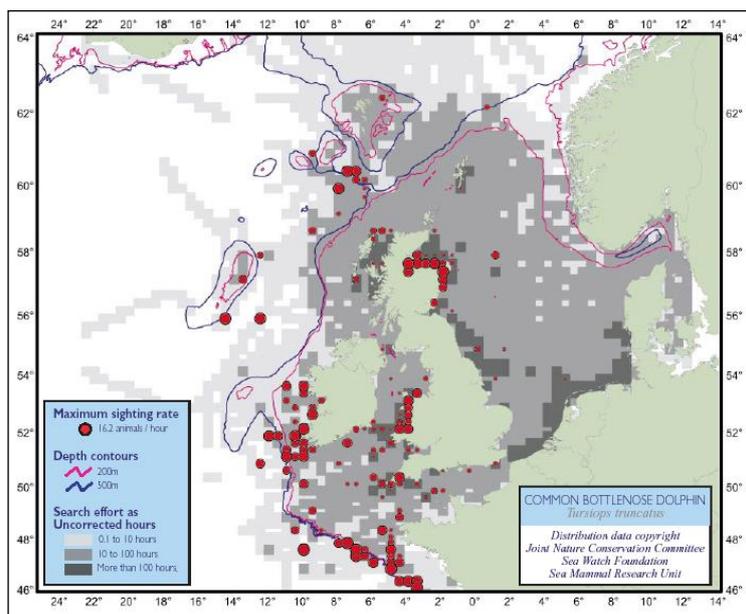
Si l'espèce tend à être côtière, le Grand Dauphin est également observé dans les eaux océaniques, sur le talus et le plateau continental, voire dans les estuaires et occasionnellement dans les rivières (Wells et Scott, 1999). Les habitats qu'il occupe sont donc très diversifiés, ce qui influence directement son comportement alimentaire.

En France, la répartition du Grand Dauphin est assez morcelée. Des groupes côtiers résidents sont actuellement observés dans le Cotentin, en Corse et en Bretagne (Liret, 2001) et ont existé dans d'autres secteurs littoraux de la façade Atlantique (Noirmoutier, pertuis charentais, bassin d'Arcachon) (Ferrey *et al.* 1993). Au large, des groupes de Grand Dauphin sont fréquemment rencontrés dans les campagnes d'observations visuelles (Certain *et al.* 2008) ou par les plateformes opportunistes que constituent les ferries (Brereton *et al.* 2001 ; Kiszka *et al.* 2007).

Les résultats de la campagne de recensement à échelle européenne SCANS II (2005) ont conduit à estimer les effectifs de Grand Dauphin du plateau continental à environ 12 600 individus (plus ou moins 3400 individus) (MacLeod *et al.* 2008), principalement localisés entre la péninsule ibérique et l'ouest de l'Irlande. Les cartes ne sont pas disponibles pour l'espèce.

Les Grands Dauphins sont des animaux sociaux. Ils forment des groupes de 2 à 25 individus en moyenne, même si des rassemblements de centaines d'individus ont déjà été observés. Le régime alimentaire des grands dauphins est largement opportuniste et dépend du site. Globalement, les Grands Dauphins se nourrissent de grands poissons démersaux (comme les mugilidés), de gadidés et de céphalopodes (comme les loliginidés) (Spitz *et al.* 2006). La reproduction a lieu vers le printemps en général (CASTEGE & HEMERY, 2009). La mise-bas a lieu environ un an plus tard.

Figure 64 : Bilan des observations en mer de Grands Dauphins

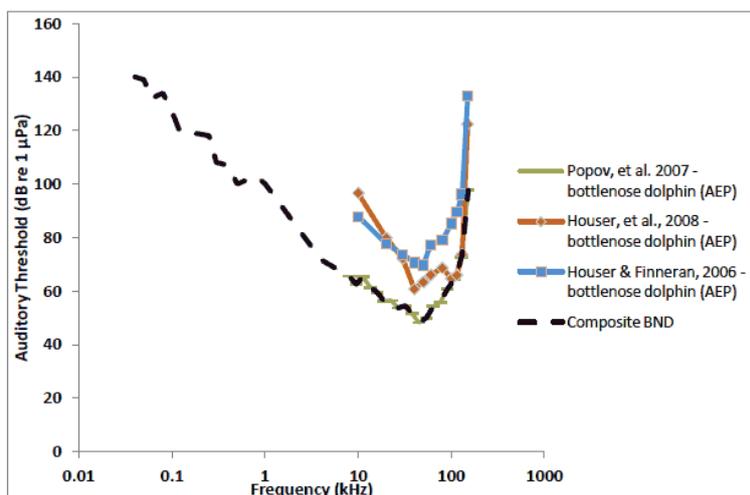


Source : Reid et al. 2003

La sensibilité auditive du Grand Dauphin est comprise entre 0,075 (seuil 130 dB re 1  $\mu$ Pa) et 150 kHz (seuil 135 dB re 1  $\mu$ Pa) (ERBE, 2004 ; HAMMOND et al. 2002), centrée autour de 60 kHz (WALKER et CRESSWELL, 2009) et il présenterait une gêne à partir de 150 dB (LEGALL & al. 2004). Tout comme le Dauphin commun, il émet deux types de sons :

- ▶ des sifflements d'une durée de 0,5 seconde et d'une fréquence variant de 7 à 15 kHz ;
- ▶ des clics, de 20 à 120 kHz (voire 170 kHz).

Figure 65 : Audiogramme du Grand Dauphin



Source : <http://www.gov.scot>, 2013

Il semblerait qu'il présente des phénomènes d'évitement à partir de 90-120 dBht (LEGALL et al. 2004 ; RICHARDSON et al. 1995).

A partir des données biologiques et des observations réalisées sur site, un schéma simplifié des périodes de sensibilité du Grand dauphin au regard des phases clés de son cycle de vie a pu être établi (Tableau 23).

Tableau 23 : Schéma simplifié de la phénologie des phases clés du cycle de vie biologique du Grand Dauphin

Synthèse des périodes de sensibilités du Grand Dauphin													
ESPECE	PERIODE SENSIBLE	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembr e	Octobre	Novembr e	Décebr e
Grand Dauphin	Accouplement												
	Gestation												
	Mise-bas												
	Lactation												
	Présence sur l'aire d'étude éloignée												

Source : Biotope, 2016

Légende

Sensibilité	Période la plus sensible	Période assez sensible	Période sensible	peu	Période sensible	moins
Présence	Régulière mais en fort effectif	Régulière mais en faible effectifs	Irrégulière		Absent	

### 3.3.3.2.3 Le Phoque gris

Photo 4 : Phoque gris



Source : PELAGIS

Le Phoque gris (*Halichoerus grypus*) est rencontré dans les eaux tempérées froides de l'Atlantique Nord. Il vit en colonie le long de la côte nord-est du Canada, en Islande, en Scandinavie, dans les îles britanniques. En France, le Phoque gris forme des colonies de quelques dizaines d'individus, en Bretagne (archipel de Molène, Sept-Iles, ...) et en Manche orientale (baies de Somme, Canche et Authie). Les colonies françaises de Phoque gris sont les plus méridionales pour l'espèce.

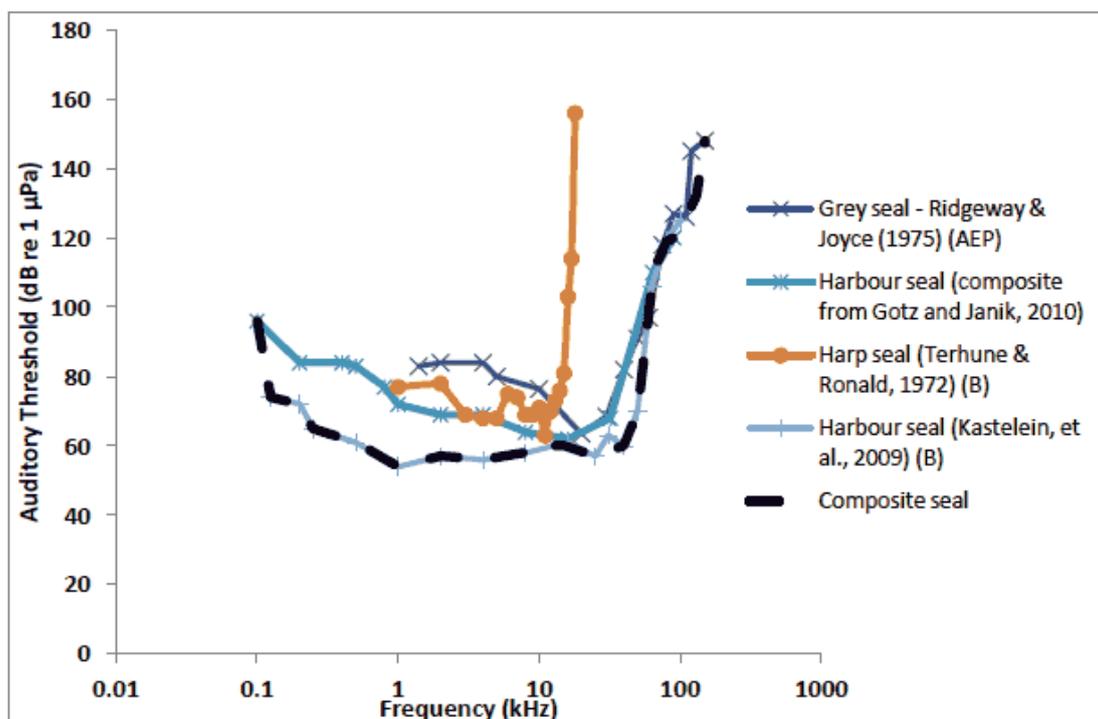
Contrairement aux cétacés, les phoques ne sont pas inféodés au milieu aquatique et reviennent fréquemment à terre, sur des reposoirs. Les sites de repos du Phoque gris sont des rochers en zone intertidale, ou des bancs de sable depuis la baie du Mont Saint-Michel jusqu'à la frontière belge.

La mue a lieu de janvier à mars et la mise bas d'octobre à décembre. Durant ces périodes, le Phoque gris limite le temps passé en mer et est plus souvent observé sur les reposoirs. En France, le Phoque gris est en augmentation (Vincent *et al.* 2005).

Les zones d'alimentation varient en fonction des préférences individuelles, des habitats et des ressources disponibles, allant de la proximité immédiate des reposoirs à plusieurs dizaines de kilomètres, et de profondeurs de quelques mètres à plus de 100 m (Ridoux *et al.* 2007).

Il communique avec des sons compris entre 0,1 et 3 kHz (ERBE, 2004) et est sensible entre 2 et 100 kHz.

Figure 66 : Audiogramme des phoques



Source : <http://www.gov.scot>, 2013

A partir des données biologiques et des observations réalisées sur site nous avons déduit le tableau suivant.

A partir des données biologiques et des observations réalisées sur site, un schéma simplifié des périodes de sensibilité du Phoque gris au regard des phases clés de son cycle de vie a pu être établi (Tableau 24).

Tableau 24 : Schéma simplifié de la phénologie des phases clés du cycle de vie biologique du Phoque gris

Synthèse des périodes de sensibilités du Phoque gris													
ESPECE	PERIODE SENSIBLE	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Phoque gris	Accouplement												
	Gestation												
	Mise-bas												
	Lactation												
	Présence sur l'aire d'étude éloignée												

Source : Biotope, 2016

Légende

Sensibilité	Période la plus sensible	Période assez sensible	Période sensible	peu	Période sensible	moins
Présence	Régulière mais en fort effectif	Régulière mais en faible effectifs	Irrégulière		Absent	

### 3.3.3.2.4 Le Phoque veau-marin

Les Phoques veaux-marins (*Phoca vitulina*) sont largement distribués dans les eaux côtières de l'hémisphère nord, des régions polaires aux zones tempérées. En France, la sous-espèce présente est *Phoca vitulina vitulina*.

Photo 5 : Phoque veau-marin



Source : PELAGIS

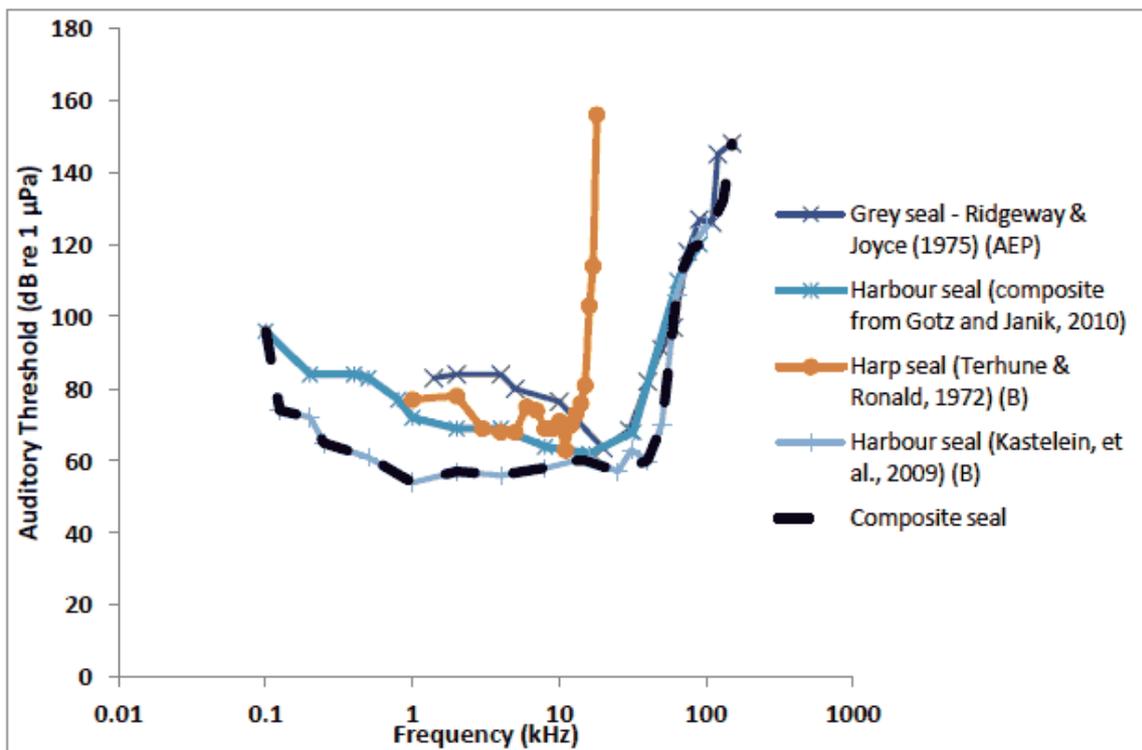
Le Phoque veau-marin affectionne particulièrement les milieux estuariens sablonneux. Leurs sites de repos sont généralement des bancs de sable ou de vase de la zone intertidale. En France, ils sont regroupés en plusieurs colonies, toutes situées en Manche : la baie du Mont Saint-Michel, la baie des Veys, la baie de Somme, baie d'Authie et dans une moindre mesure les côtes de la mer du Nord.

Certaines populations en Europe ont connu un déclin important (nord de la mer du Nord) alors que d'autres augmentent (sud du Royaume-Uni, mer de Wadden...). En France, les phoques veaux-marins sont en augmentation. Le nombre de phoques sur les reposoirs et les naissances attestent d'une augmentation de l'ordre de 14% pour les colonies de la baie du Mont Saint-Michel, de baie de Veys et de baie de Somme (Hassani, 2011). Cet accroissement correspondrait à un déplacement vers le sud des populations du nord de la mer du Nord.

La reproduction puis la mue se déroulent en été (juin à août). Bien que passant plus de temps à terre à ces périodes que le reste de l'année, le contraste est moins important que chez le Phoque gris, car le jeune Phoque veau-marin rejoint le milieu aquatique plus rapidement que chez l'autre espèce.

Les zones d'alimentation sont généralement proches des sites de repos, limitées à quelques km voire dizaine de km autour des colonies, pour des profondeurs de quelques mètres à quelques dizaines de mètres.

Figure 67 : Audiogramme du Phoque veau-marin.



Source : <http://www.gov.scot>, 2013

A partir des données biologiques et des observations réalisées sur site nous avons déduit le tableau suivant.

A partir des données biologiques et des observations réalisées sur site, un schéma simplifié des périodes de sensibilité du Phoque veau-marin au regard des phases clés de son cycle de vie, a pu être établi (Tableau 25).

Tableau 25 : Schéma simplifié de la phénologie des phases clés du cycle de vie du Phoque veau-marin

Synthèse des périodes de sensibilités du Phoque veau-marin													
ESPECE	PERIODE SENSIBLE	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Phoque veau-marin	Accouplement												
	Gestation												
	Mise-bas												
	Lactation												
	Présence sur l'aire d'étude éloignée												

Source : Biotope, 2016

Légende

Sensibilité	Période la plus sensible	Période assez sensible	Période sensible peu	Période sensible moins
Présence	Régulière mais en fort effectif	Régulière mais en faible effectifs	Irrégulière	Absent

### 3.3.4 Synthèse de l'état initial

#### CETACES

Le Marsouin commun est le cétacé le plus régulier sur les aires d'étude immédiate et éloignée. Les expertises de terrain menées dans le cadre de l'étude montrent des taux de rencontre dépassant les 60 ind./1000 km (valeur conforme à la campagne SAMM). L'espèce est présente toute l'année avec des effectifs plus importants entre mars et avril (février à mai pour les données accoustiques). Ces dernières années, les effectifs semblent en augmentation localement (augmentation des contacts lors des 3 dernières campagnes parallèlement aux résultats d'échouages). L'espèce semble éviter les plus faibles profondeurs (0-10m). Les données acoustiques montrent que l'espèce est présente régulièrement au niveau de l'aire d'étude immédiate (surtout au printemps-hiver) et au large de celle-ci (pour les saisons été et automne) mais est moins présente à la côte.

Le Grand Dauphin semble être le dauphin le plus représenté dans l'aire d'étude éloignée. Il s'agit de la seule espèce contactée lors de toutes les campagnes (avion et bateau) et dont quelques observations opportunistes ont été recueillies. Il s'agit souvent d'observations de petits groupes (3-5 individus) surtout présents durant l'été. Les données acoustiques obtenues confirment la présence irrégulière de cette espèce. L'espèce est notée chaque mois mais pas quotidiennement et toujours sur de courtes durées (transit, erratisme). L'espèce est davantage notée sur l'aire d'étude immédiate au printemps/été et plus au large durant les autres saisons.

Des témoignages d'utilisateurs de l'aire d'étude éloignée confirment également cette présence estivale et irrégulière d'un petit groupe de Grand Dauphin. Il est probable qu'un groupe assez nomade fréquente une large zone et transite régulièrement dans l'aire d'étude éloignée et en période estivale sur l'aire d'étude immédiate. Les connaissances acquises par Biotope dans le cadre d'autres études vont également dans ce sens.

Le Dauphin commun, le Dauphin bleu et blanc et le Dauphin de Risso n'ont fourni que quelques données ponctuelles. Les taux de rencontre sont d'ailleurs extrêmement faibles pour ces espèces. Celles-ci n'ont d'ailleurs pas fait l'objet d'observations durant et dans la zone d'étude de la campagne SAMM. Les données acoustiques montrent la présence peu fréquente et erratique de delphinidés dont l'identification spécifique n'a pas été toujours possible. Leur présence peut être considérée comme occasionnelle dans cette partie de la Manche.

Les autres espèces : Globicéphale, Rorquals, Mésoplodon, Baleine à bosses n'ont pas fait l'objet d'observations durant les campagnes d'inventaires et ne figurent pas dans les observations opportunistes. Seules les données d'échouages ou les données récentes témoignent de leur présence occasionnelle dans la Manche. Les données acoustiques vont dans le même sens avec un unique contact de Balénoptéridés sur la période été-hiver. Ces espèces sont donc considérées comme rares sur l'aire d'étude éloignée.

## LES PHOQUES

Le Phoque veau-marin est l'espèce phare de la baie de Somme. Elle s'y regroupe en effectif important (maximum de 473 en 2015) mais également s'y reproduit (88 naissances en 2015). Un suivi télémétrique a montré que le Phoque veau-marin est assez casanier et se déplace peu hors de l'estuaire et de la frange côtière. Il n'est donc pas étonnant que l'espèce n'ait pas été observée sur l'aire d'étude immédiate et de façon plus générale au-delà du premier kilomètre depuis la plage.

L'étude télémétrique conclut que l'aire d'étude immédiate ne constitue pas une zone utilisée par les phoques veaux-marins mais qu'ils exploitent comme zone de chasse les secteurs situés entre l'aire d'étude immédiate et la côte (entre 7 et 20 km de l'aire d'étude immédiate).

Le Phoque gris est probablement présent toute l'année sur l'aire d'étude éloignée. La présence de regroupements importants en baie de Somme y participe. Sur ce site, les effectifs s'accroissent régulièrement et ont atteint en 2015 un maximum de 151 individus. Les cas de reproduction n'y sont pour l'instant que ponctuels mais de plus en plus réguliers (1 à 2 cas par an).

Les suivis télémétriques et les expertises avion-bateau ont montré que l'espèce est capable d'importants déplacements et fréquente régulièrement des zones situées au large au contraire du Phoque veau-marin. L'espèce fréquente donc l'aire d'étude immédiate probablement en effectif réduit (les premiers résultats de suivi télémétriques montreraient une répartition des zones de chasse).

### 3.3.5 Évaluation des enjeux mammifères marins

Les données bibliographiques compilées et analysées ainsi que les données obtenues dans le cadre de l'étude ont permis de cerner les enjeux que représentent chacune des espèces de mammifères marins considérées dans l'aire d'étude large.

Ce niveau d'enjeu est la résultante de la prise en compte de 3 critères (chacun intégrant également plusieurs indices (chapitre 2.2.3.1) :

- ▶ La valeur patrimoniale de l'espèce ;
- ▶ La localisation de l'espèce (susceptible d'être modifiée en fonction des nouvelles données acoustiques) ;
- ▶ Les tendances évolutives.

Trois espèces présentent un enjeu fort : le Marsouin commun au regard de sa forte valeur patrimoniale et de sa présence régulière dans l'aire d'étude immédiate, le Phoque veau-marin et le Phoque gris. Un site majeur pour ces deux dernières espèces est situé à proximité de l'aire d'étude immédiate (colonie de baie de Somme). Celui-ci représente un intérêt fort à l'échelle nationale et pour le Parc Naturel Marin des Estuaires et de la Mer d'Opale. La valeur patrimoniale de ces espèces a donc été considérée comme forte, tout comme le critère de localisation des espèces, du fait de leur présence régulière dans ou à proximité de l'aire d'étude immédiate.

Le tableau avec l'ensemble des indices est présenté en Annexe 7.4.

Tableau 26 : Synthèse des enjeux mammifères marins

Nom vernaculaire	Critères ayant conduit à l'évaluation des enjeux	Niveau d'enjeu
Marsouin commun	Forte valeur patrimoniale Présence régulière sur l'aire d'étude immédiate Fortement menacé en Europe	Fort
Phoque gris	Forte valeur patrimoniale Présence régulière sur l'aire d'étude immédiate Enjeu fort au niveau du PNM EMO et au niveau national Non menacé en Europe	Fort
Phoque veau-marin	Forte valeur patrimoniale Présence régulière dans l'aire d'étude éloignée Enjeu fort au niveau du PNM EMO et au niveau national Non menacé en Europe	Fort
Grand Dauphin	Valeur patrimoniale moyenne Présence régulière dans l'aire d'étude éloignée Niveau de menace non déterminé en Europe	Moyen
Dauphin de Risso	Valeur patrimoniale moyenne Présence occasionnelle dans l'aire d'étude éloignée Niveau de menace non déterminé en Europe	Faible
Globicéphale noir	Valeur patrimoniale moyenne Présence occasionnelle dans l'aire d'étude éloignée Niveau de menace non déterminé en Europe	Faible

Nom vernaculaire	Critères ayant conduit à l'évaluation des enjeux	Niveau d'enjeu
Lagénorhynque à bec blanc	Valeur patrimoniale moyenne Présence occasionnelle dans l'aire d'étude éloignée Non menacé en Europe	Faible
Rorqual commun	Valeur patrimoniale moyenne Rarement présente dans l'aire d'étude éloignée Faiblement menacé en Europe	Faible
Dauphin bleu et blanc	Faible valeur patrimoniale Présence occasionnelle dans l'aire d'étude éloignée Niveau de menace non déterminé en Europe	Faible
Dauphin commun	Faible valeur patrimoniale Présence occasionnelle dans l'aire d'étude éloignée Niveau de menace non déterminé en Europe	Faible
Mésoplodon de Sowerby	Valeur patrimoniale moyenne Rarement présente dans l'aire d'étude éloignée Niveau de menace non déterminé en Europe	Faible
Petit Rorqual	Faible valeur patrimoniale Présence occasionnelle dans l'aire d'étude éloignée Non menacé en Europe	Faible
Mégaptère (Baleine à bosse)	Faible valeur patrimoniale Rarement présente dans l'aire d'étude éloignée Non menacé en Europe	Négligeable
Phoque à crête (P. à capuchon)	Faible valeur patrimoniale Rarement présente dans l'aire d'étude éloignée Non menacé en Europe	Négligeable
Phoque annelé	Faible valeur patrimoniale Rarement présente dans l'aire d'étude éloignée Non menacé en Europe	Négligeable
Phoque barbu	Faible valeur patrimoniale Rarement présente dans l'aire d'étude éloignée Non menacé en Europe	Négligeable

## 3.4 Autres grands pélagiques

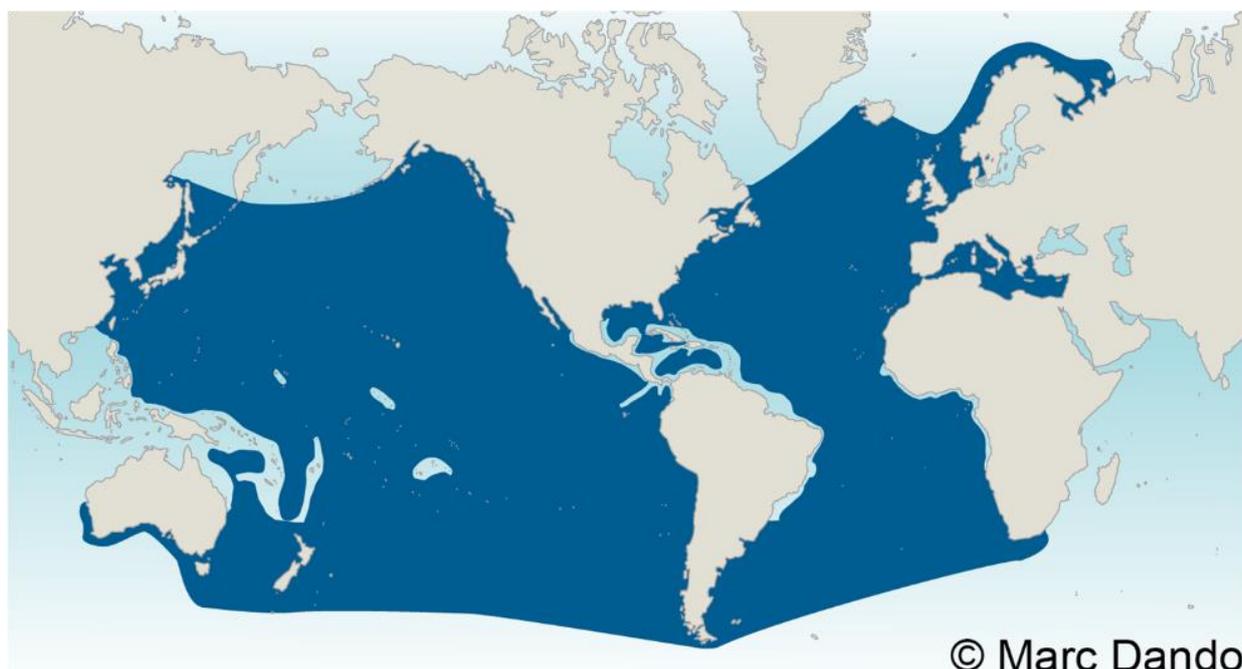
Une seule espèce de « Grands pélagiques », autres que les mammifères marins, fréquente l'aire d'étude large il s'agit du Requin pèlerin. Aucune donnée n'a été acquise durant cette étude, les informations suivantes sont donc basées uniquement sur de la bibliographie.

### 3.4.1 Le Requin pèlerin

#### DISTRIBUTION

Le Requin pèlerin (*Cetorhinus maximus*) est visible dans les eaux tempérées et boréales. Il a récemment été montré qu'il fréquentait également des eaux tropicales.

Carte 33 : Aire de distribution du Requin pèlerin

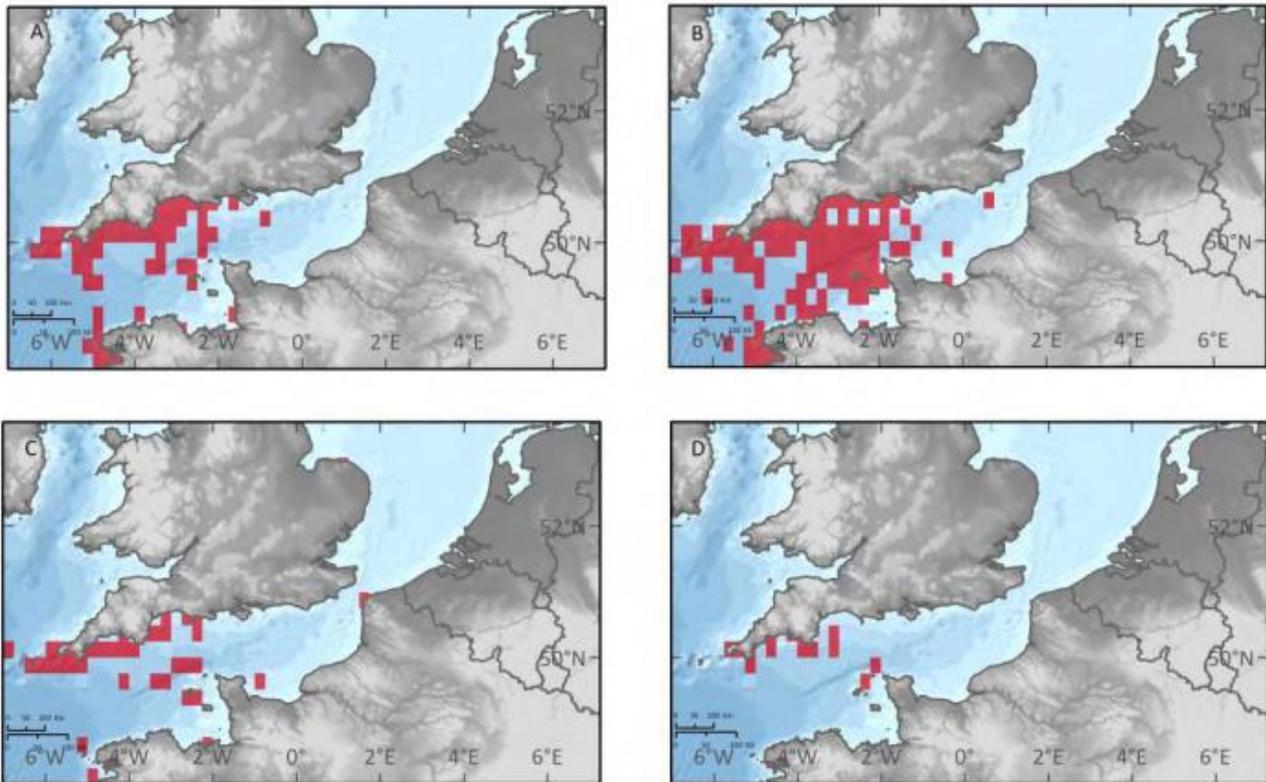


© Marc Dando

Source : Marc Dando, APECS, 2016

En Manche, le Requin pèlerin est surtout présent en période estivale et à l'ouest de la pointe du Cotentin. Des densités importantes d'individus sont observées sur la côte ouest de l'Angleterre, notamment autour de l'île de Man où de nombreuses opérations de marquage ont eu lieu afin de suivre leurs déplacements. Sur une vingtaine d'individus marqués, aucun n'est entré en Manche ([wildlifetracking.org](http://wildlifetracking.org)).

Carte 34 : Distribution saisonnière des données de Requin pèlerin de 1970 à 2011



Source : campagne CHARM III A : Printemps, B : Eté, C : automne, D : Hiver

### **COMPOTEMENTS ET REGIME ALIMENTAIRE**

Pouvant atteindre 12 à 15m (Compagno, 1984), le Requin pèlerin est le deuxième plus grand requin du monde. C'est un grand migrateur capable d'effectuer des trajets de plus de 3400 km. L'été, le Requin pèlerin se nourrit près de la surface (Compagno, 2001). Il est alors parfois visible près des côtes (Fowler *et al.* 2005). Son alimentation se compose de zooplancton qu'il capture en filtrant l'eau à l'aide de ses branchies (Sims & Quayle, 1998). En hiver, il semble rejoindre des eaux plus profondes mais reste localisé sur le plateau continental (Sims *et al.* 2003).

La reproduction du Requin pèlerin est mal connue. Il semble cependant que son cycle de vie soit relativement long : temps de gestation probable d'un à deux ans, maturité sexuelle estimée à 10-12 ans (Sims, 2008). A cela s'ajoute un taux de fécondité très bas. Pour cette raison, cette espèce est souvent considérée comme particulièrement vulnérable à la surpêche (Sims, 2008 ; Compagno, 1984).

### **STATUTS**

Au niveau mondial, le Requin pèlerin est considéré comme « vulnérable » par l'IUCN (IUCN Red list, 2013). Il est également inscrit sur la liste rouge des requins, raies et chimères de France métropolitaine (MNHN, 2013). Il est cité dans l'annexe B de l'application de la CITES.

Il est par ailleurs listé dans plusieurs accords internationaux (CITES, OSPAR, convention de Bonn, Convention de Berne...).

### 3.4.2 Évaluation des enjeux grands pélagiques

Les données bibliographiques compilées et analysées ont permis de cerner l'enjeu que représente le Requin pèlerin

Ce niveau d'enjeu est la résultante de la prise en compte de 3 critères (chacun intégrant également plusieurs indices (chapitre 2.2.3.1) :

- ▶ La valeur patrimoniale de l'espèce (IUCN France & MNHN (2013). La Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Requins, raies et chimères de France métropolitaine.)
- ▶ La régularité de l'espèce dans l'aire d'étude éloignée ;
- ▶ Les tendances évolutives. (IUCN, 2015. European Red List of Marine Fishes.)

Le tableau avec l'ensemble des indices est présenté en Annexe 7.6.

Nom vernaculaire	Critères ayant conduit à l'évaluation des enjeux	Niveau d'enjeu
Requin pèlerin	Valeur patrimoniale forte Rarement présent dans l'aire d'étude éloignée Fortement menacé en Europe	Moyen

# 4 Impact





## 4.1 Présentation des impacts envisageables sur les mammifères marins, tortues marines et grands pélagiques

### 4.1.1 Généralités concernant les effets des parcs éoliens en mer sur la mégafaune marine

#### 4.1.1.1 Types de pressions pouvant s'exercer sur les mammifères marins, les tortues marines et les autres grands pélagiques

Les mammifères marins, les tortues marines et les autres grands pélagiques étudiés (requins notamment) sont des espèces longévives (longue durée de vie) occupant des niveaux trophiques de prédateurs supérieurs. A ce titre, ils sont au sommet des chaînes alimentaires marines et peuvent subir l'ensemble des pressions s'exerçant sur les échelons trophiques inférieurs en plus de celles s'exerçant directement sur eux. Ainsi, les pressions pouvant s'exercer durant les phases de construction, d'exploitation et de démantèlement du parc éolien en mer peuvent être classées en trois catégories :

- ▶ Les pressions dites primaires, qui entraînent des surmortalités directes. Il s'agit des mortalités par prise dans les engins de pêche, les collisions avec les navires, les destructions volontaires ou encore l'exposition à des sources sonores de très forte intensité.
- ▶ Les pressions dites secondaires, qui entraînent une dégradation de l'état général des individus pouvant aboutir à des surmortalités indirectes dues à des pathologies opportunistes ou une baisse des capacités reproductrices. Cela peut être induit par les contaminants chimiques, la modification des ressources alimentaires ou la pollution sonore qui peuvent nuire au succès alimentaire et reproducteur.
- ▶ Les pressions dites tertiaires, qui entraînent une dégradation de la qualité des habitats, pouvant aboutir au déplacement des animaux vers des zones moins favorables. Cela peut être dû à des modifications de disponibilité alimentaire, au dérangement par des activités touristiques ou à la pollution sonore, qui pousserait les animaux à quitter la zone pour d'autres potentiellement moins propices.

Ces différentes pressions peuvent bien sûr s'exercer de façon concomitante et se cumuler. L'impact synergique des différentes pressions cumulées peut alors s'avérer plus important que la somme de chacune des pressions.

#### 4.1.1.2 Types d'effets envisageables

Deux grands types d'effets peuvent être envisagés dans le cadre de la construction, l'exploitation puis le démantèlement de parcs éoliens en mer :

- ▮ Des perturbations pouvant entraîner des phénomènes d'évitement de la zone lors de la phase de construction et de démantèlement (réponse physique à des stimuli visuels ou sonores). Les perturbations sonores constituent les atteintes les plus prévisibles et les mieux connues.
- ▮ 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).

Il existe plusieurs sources d'impacts pour les mammifères marins et les tortues marines : les sources sonores et vibratoires, les sources électromagnétiques, etc.

Le tableau 27 présente de façon synthétique les principaux effets recensés des parcs éoliens en mer sur les mammifères marins et les tortues marines. Ces effets sont décrits dans les chapitres 4.1.3 et 4.1.4.

Tableau 27: Principaux effets des parcs éoliens en mer sur les mammifères marins, les tortues marines et les autres grands pélagiques

Type d'effet	Caractéristiques	Période du projet concernée		
		Construction	Exploitation	Démantèlement
<b>Modification de l'ambiance sonore sous-marine (travaux)</b>	Direct / Temporaire	X		X
<b>Modification de l'ambiance sonore sous-marine (exploitation)</b>	Direct / Permanent		X	
<b>Modification du champ magnétique</b>	Direct / Permanent		X	
<b>Perte, altération ou modification des habitats</b>	Direct / Permanent	X	X	X
<b>Risque de collision avec des navires</b>	Direct / temporaire	X	X	X

## 4.1.2 Sensibilité acoustique, classification acoustique et seuils d'exposition au bruit de la mégafaune marine

Étant donné l'importance de l'audition pour les espèces marines, notamment les mammifères marins, et le caractère prioritaire de cet aspect dans l'évaluation des impacts et incidences du projet de parc éolien en mer sur ce groupe d'espèces, les chapitres suivants fournissent des données générales.

### 4.1.2.1 Généralités sur le bruit et la sensibilité acoustique des mammifères marins

#### 4.1.2.1.1 Données générales concernant le bruit sous-marin

Il n'existe pas d'endroit sans bruit dans l'océan. Le bruit est cependant de nature bien différente selon les endroits, les saisons, la bathymétrie, les conditions climatiques, le jour, la nuit, etc.

Le bruit sous-marin est un véritable chœur sonore (nombreuses sources sonores aux caractéristiques variées) où des bruits de différentes nature et origine se mélangent :

- ▶ Les bruits anthropiques, ou anthropophonie, sont les bruits d'origine humaine générés par les activités maritimes ;
- ▶ Les bruits naturels (géophonie) qui regroupent les bruits issus des craquements de la Terre, des déplacements des sédiments marins, le déferlement des vagues, les précipitations, etc. ;
- ▶ Les bruits biologiques (biophonie) qui regroupent les bruits générés par la faune marine.

Tous ces bruits interagissent les uns avec les autres pour former le contexte sonore d'une zone. Certains organismes marins sont sensibles à la pression ou au mouvement des particules ou aux deux. Seule une description selon une échelle logarithmique, l'échelle des décibels<sup>3</sup> (dB), permet de décrire correctement les mécanismes physiologiques liés à la réception des sons. Cette échelle est, par définition, une unité relative à un niveau de pression acoustique de référence. En acoustique sous-marine, ce niveau de référence est de 1 µPa (un millionième de Pascal). Aussi, un niveau en décibel n'a de sens que s'il est fait mention de sa référence, et, sous l'eau, il correspond à un multiple non linéaire de 1 µPa.

---

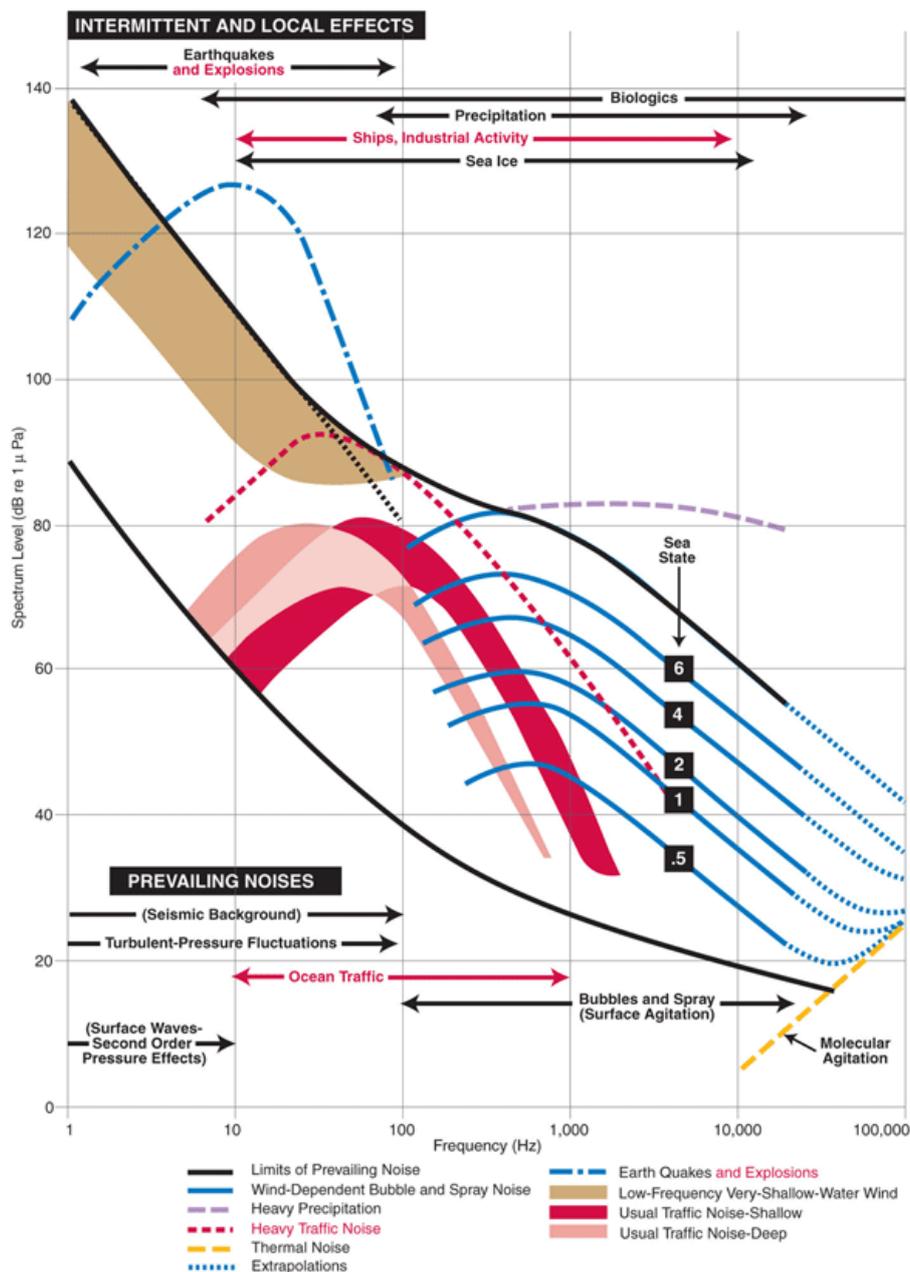
<sup>3</sup> Le décibel est une échelle de mesure logarithmique en acoustique. La définition du décibel est  $P_{dB} = 20 \log_{10} (P/P_{ref})$ , avec  $P_{ref}$  la pression acoustique de référence exprimée en µPa, et  $P$  la pression acoustique aussi exprimée en µPa.

## 4. Impact

### 4.1 Présentation des impacts envisageables sur les mammifères marins, tortues marines et grands pélagiques

#### 4.1.2 Sensibilité acoustique, classification acoustique et seuils d'exposition au

Figure 68 : Fréquence et puissance de différentes sources de bruit



Source : <http://www.gov.scot>, 2013

Les ondes acoustiques dans l'eau se propagent très rapidement (environ 1 500 m/s) et sur des distances qui peuvent être très importantes (plusieurs centaines de kilomètres pour certains sons puissants dans des fréquences basses). La distribution du niveau de bruit dans la colonne d'eau et dans les sédiments est principalement fonction des sources en présence (naturelles, d'origine animale ou d'origine humaine), des conditions de bathymétrie, des conditions de température et de salinité, de la nature du fond, de l'état de mer. Les disparités de propagation sont donc souvent très importantes à l'échelle locale (en lien avec des profondeurs différentes par exemple) ou à l'échelle d'un bassin océanique.

La propagation du bruit est principalement conditionnée par :

- ▶ la bathymétrie ;
- ▶ la nature du fond ;
- ▶ les conditions océanographiques, telles que la température et la salinité, la marée ;
- ▶ les conditions météorologiques, tel que le vent (et par suite les vagues).

La pression peut être mesurée à l'aide d'un dispositif sensible à la pression tel qu'un hydrophone<sup>4</sup>, qui restitue les fluctuations rapides de pression en fonction du temps. L'oscillation du signal acoustique définit sa fréquence, exprimée en Hertz (Hz). Lorsque la fréquence est basse (oscillations lentes) le son est grave, lorsque la fréquence est élevée, le son est aigu.

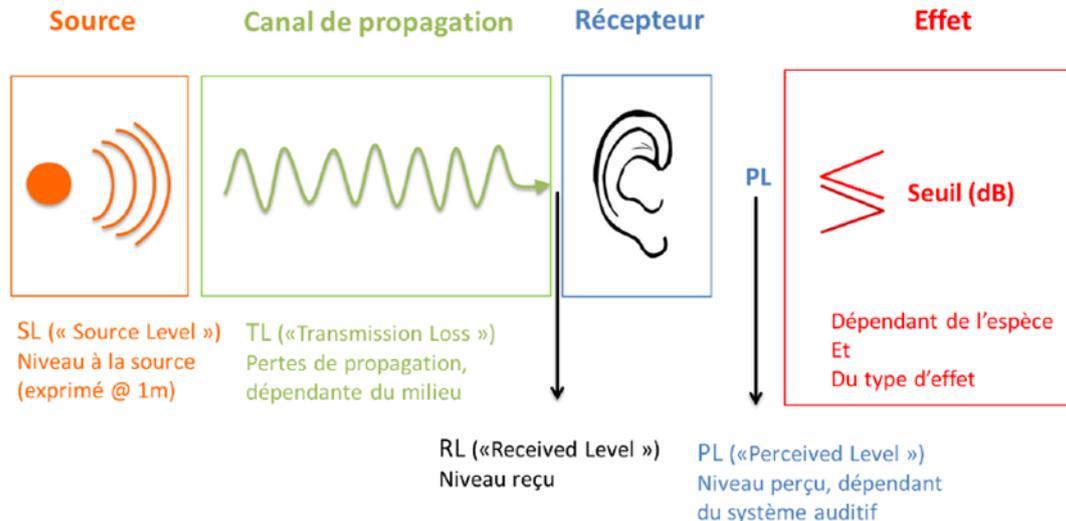
#### 4.1.2.1.2 Généralités sur la perception des bruits

Selon Jolivet *et al.* (2015), une chaîne de transmission acoustique est constituée d'une source sonore (d'un niveau sonore – SL pour « Sound level »), d'une propagation du son induisant une atténuation de l'onde émise (perte de transmission) et d'un récepteur. Le niveau sonore atteignant le récepteur est ainsi différent du niveau sonore de la source. Le récepteur (mammifères marins, oiseaux, homme) possède un appareil auditif qui modifie (plus ou moins selon le type de systèmes auditifs) ce son : c'est le niveau sonore perçu.

Dans le cadre de l'analyse des effets acoustiques sur les espèces (mammifères marins notamment) c'est ce niveau perçu qui est pris en considération.

Les niveaux sonores et les pertes de transmission sont exprimés en décibel.

Figure 69 : Chaîne de transmission acoustique d'une source (son produit) vers un récepteur (son perçu)



Source : Jolivet *et al.* (2015)

<sup>4</sup> Un hydrophone est un microphone destiné à être utilisé sous l'eau. Il convertit une variation de pression en variation de tension électrique permettant ainsi l'enregistrement de la pression acoustique en fonction du temps.

Les niveaux sonores peuvent être quantifiés par :

- ▶ leur amplitude efficace (Niveau de pression sonore, communément nommé SPL d'après l'anglais *Sound pressure level*) mesuré en dB re.  $1\mu\text{Pa}$ ) ;
- ▶ la dose d'énergie sonore reçue (niveau d'exposition sonore, communément nommé SEL d'après l'anglais *Sound Exposure Level*), exprimée en dB re.  $1\mu\text{Pa}^2\text{s}$ . Il s'agit de l'énergie acoustique reçue sur la bande de fréquence de sensibilité biologique (bande de fréquence effectivement perçue par une espèce) pendant une durée d'une seconde) ;
- ▶ et leurs spectres acoustiques (dB re.  $1\mu\text{Pa}^2/\text{Hz}$ ).

La comparaison directe des niveaux sonores des signaux sous-marins et des signaux aériens est délicate (Jolivet *et al.* 2015).

#### 4.1.2.1.3 Généralités sur les sensibilités acoustiques des mammifères marins

Le champ sonore perçu est fonction de la sensibilité de chaque espèce. Cette sensibilité dépend de la fréquence du bruit et/ou de leur fonction d'audition.

La quantité physique définie pour traduire la sensibilité acoustique de chaque espèce est le Niveau d'Exposition Sonore (SEL en anglais).

A ce jour, les critères proposés récemment pour les animaux sous-marins ont été formulés par Southall *et al.* (2007), NOAA (2013) et Popper *et al.* (2014) et sont d'une double nature, fournissant à la fois les limites de la pression acoustique de crête-à-crête (entre deux pics sonores) et des niveaux d'exposition sonore spécifiques (SEL) pour une espèce.

Le bruit ambiant, en particulier s'il présente une composante anthropique, est par définition de nature stochastique<sup>5</sup>. La notion de percentile permet de traduire et de quantifier cet aspect aléatoire. Un percentile correspond à la proportion du temps et de l'espace pour lequel le bruit dépasse un niveau donné.

#### 4.1.2.1.4 Le cas des expositions prolongées au bruit

Les émissions sonores peuvent s'étaler sur des durées pouvant atteindre quelques heures à quelques jours suivant les techniques utilisées.

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).

L'étude des effets induits sur les capacités auditives par des expositions prolongées à des émissions de longue durée (typiquement plusieurs heures) des mammifères marins reste du domaine de la recherche, en particulier en milieu naturel. Des expérimentations se sont intéressées à des expositions sonores s'étalant entre 1 minute et 240 minutes (Popov, 2011); (Kastelein, 2012), n'atteignant cependant pas les durées de travaux d'installation des projets et réalisées dans des bassins clos, de dimensions limitées. Hors, la différence majeure entre une exposition prolongée en bassin et une exposition prolongée en milieu naturel est que l'individu exposé est libre de se déplacer sur des distances importantes et selon des schémas qui peuvent être extrêmement complexes et variables.

<sup>5</sup> Un phénomène stochastique est un phénomène qui ne se prête qu'à une analyse statistique, par opposition à un phénomène déterministe.

L'exposition prolongée est aussi très dépendante du laps de temps entre deux battages (ou deux événements sonores anthropiques), puisqu'il est connu que ce laps de temps permet la récupération totale ou partielle des facultés auditives de l'animal, sans pour autant disposer à ce jour de connaissances chiffrées permettant ni une évaluation quantitative, ni une modélisation représentative.

L'exposition sonore prolongée est donc susceptible de très grandes variations et de très grandes fluctuations en fonction de la distance entre l'individu et la source de bruit le long de son parcours, et ce, de façon totalement imprédictible en l'état actuel des connaissances.

Il est à noter que la mise à jour des seuils et gammes d'audition (NOAA, 2016) ne considère plus le risque d'exposition cumulée, par manque de connaissance scientifique.

Devant ces incertitudes, nous avons considéré vraisemblable qu'un spécimen exposé dans la zone de risque physiologique instantané s'éloigne de la source de bruit, réduisant ainsi son exposition. C'est pourquoi, lorsque la zone de risque instantané existe, EMDT a adopté la stratégie qui consiste en :

- ▶ des mesures de contrôle de non-présence dans cette zone de risque instantanée par acoustique passive temps-réelle (SmartPAM – MR6ter) et par observation (Thermmo – MR6bis) avant le démarrage des opérations. L'objectif est de s'assurer qu'aucun individu n'est exposé à un risque de dommage physiologique direct ;
- ▶ une mesure de démarrage progressif (procédure soft-start et/ou ramp-up MR6) ayant pour effet d'éloigner les individus significativement au-delà de la zone d'un risque direct, et par conséquence de réduire l'exposition cumulée, ou tout du moins, d'exposer les individus de façon prolongée à des niveaux significativement plus faibles. (Southall, et al., 2007) estime à des niveaux SEL de 150dB re 1µPa<sup>2</sup>.s comme le seuil pour lequel aucune accumulation n'est détectée («silence efficace»). Cela signifie qu'il n'est pas nécessaire de prendre en compte les effets cumulatifs à de faibles niveaux sonores.

Afin d'adresser les effets d'exposition prolongée, la recherche scientifique s'oriente désormais vers des modèles d'effets populationnels. Une première tentative d'implémentation d'un modèle populationnel est réalisée dans le programme de recherche RESPECT financé par la société Eoliennes en Mer Dieppe- Le Tréport (Pettex, 2016), qui voit le développement expérimental du modèle Interim-PCod (Harwood, 2014) à l'échelle de la Manche. L'avancement de la recherche à ce sujet est préliminaire et ne peut raisonnablement pas être appliqué dans une étude d'impact en l'état.

#### 4.1.2.2 Classification acoustique des mammifères marins, des tortues marines et des autres grands pélagiques

Les travaux de recherche des dernières décennies ont clairement démontré que les mammifères marins, mais aussi de nombreux poissons et invertébrés, sont sensibles à la pression acoustique et répondent au mouvement des particules, généré par celle-ci, pouvant causer différents degrés de perturbation de la vie sous-marine (Sable & Karlsen, 2000 ; Ona *et al.* 2007 ; Sable *et al.*, 2008 ; Anon, 2008 ; Sigray & Andersson, 2011).

Les mammifères marins utilisent l'acoustique pour s'orienter, pour chasser et pour communiquer (David, 2006). Il s'agit de leur sens le plus développé et le plus utilisé (IWC, 2005). L'ouïe des tortues marines est impliquée dans les déplacements et l'équilibre (Wyneken, 2001). L'ouïe est, par contre, un sens peu développé chez les autres espèces de grands pélagiques étudiés (requins et Poisson-lune).

**Rappel** : concernant les grands pélagiques (autres que mammifères marins et tortues marines), seul le Requin pèlerin est traité dans cette étude.

#### 4.1.2.2.1 Classification acoustique des mammifères marins

Les cétacés et les pinnipèdes peuvent être répertoriés en quatre 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.

Globalement, on peut répartir les mammifères marins en quatre catégories en fonction de leur utilisation de l'acoustique (Southall *et al.* 2007) :

- ▶ Les pinnipèdes (phoques), avec deux catégories selon le milieu (dans l'eau et dans l'air) ;
- ▶ Les cétacés basse fréquence, qui regroupent les grandes baleines (rorquals) ;
- ▶ Les cétacés moyennes fréquences, comme les delphinidés et grands plongeurs (glocéphales) ;
- ▶ Les cétacés hautes fréquences, comme les marsouins.

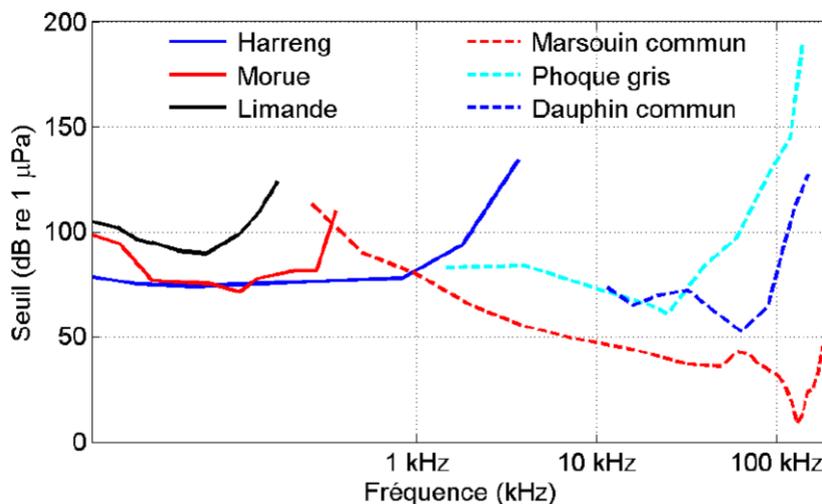
Les fréquences entendues par les mammifères marins constituent leur gamme d'audition. La représentation des fréquences audibles pour une espèce en fonction de la pression est l'audiogramme. La pression est généralement exprimée en dB Sound Pressure Level (SPL), c'est-à-dire selon une échelle logarithmique 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 re.  $1\mu\text{Pa}$ .

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).

Bien que les audiogrammes et spectres auditifs des mammifères marins constituent une base de connaissance et de travail importante, il convient de les traiter avec une relative prudence. En effet, les mammifères marins sont des espèces relativement difficiles à étudier et ce type d'expérience ne peut se faire que sur quelques animaux captifs. Ceci pose, d'une part, la question de l'extrapolation des données à partir de quelques individus et, d'autre part, la question de la représentativité d'animaux captifs par rapport aux populations sauvages. Par ailleurs, les données disponibles ne concernent pas toutes les espèces et des données sont donc manquantes (rorquals, baleines à bec, delphinidés pélagiques etc.).

La figure 70 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.

Figure 70 : Audiogrammes de trois espèces de mammifères marins (et de poissons, pour comparaison)

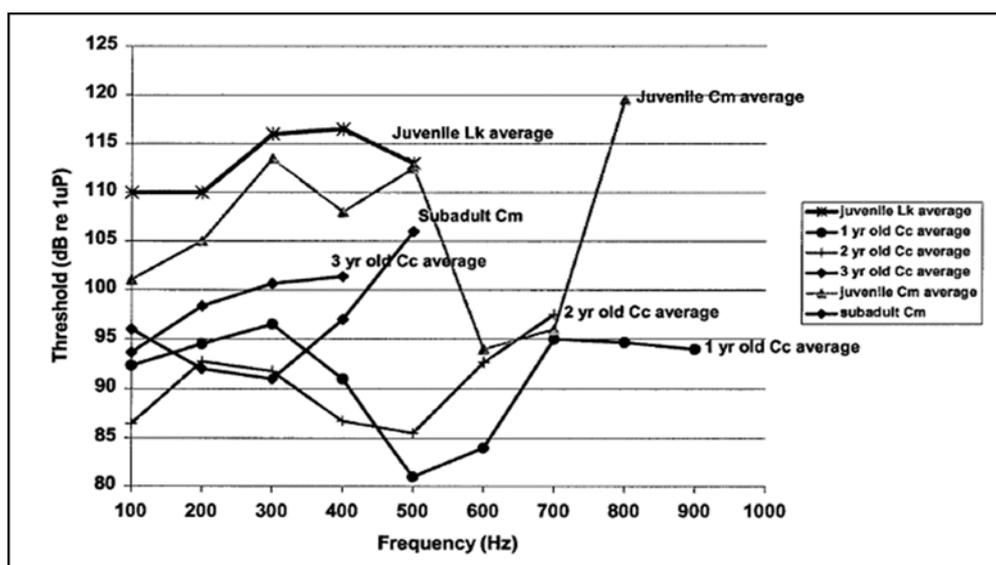


Source : Jolivet et al. 2015

#### 4.1.2.2 Classification acoustique des tortues marines

Seuls les sons basses fréquences (50 – 1600 Hz) peuvent être détectés par les tortues marines (Nelms et al. 2016). La figure 71 présente l'audiogramme de trois espèces de tortues marines, pour plusieurs classes d'âge (juvénile, subadulte, adulte). En effet, la sensibilité acoustique des tortues marines évolue selon leur âge. Dépourvue d'oreille externe, l'oreille moyenne conduit le son tandis que l'oreille interne le réceptionne et détecte la position et l'accélération (Wyneken, 2001). Les sons peuvent être également conduits vers l'oreille interne directement à travers les os de la tête, de la colonne vertébrale et de la carapace permettant ainsi aux tortues marines de sentir les vibrations lorsqu'elles se trouvent à terre (Spotila, 2004).

Figure 71 : Audiogrammes chez la tortue verte (C.m), de Kemp (L.k) et caouanne (C c)



Source : Ketten, 2005

#### 4.1.2.2.3 Classification acoustique des requins

Les requins présentent, parmi les poissons, le système auditif le moins performant (Jolivet *et al.* 2015 ; Popper & Fay, 2011). En effet, ces poissons n'ont pas de vessie natatoire, qui joue le rôle d'amplificateur sonore pour de nombreuses espèces de poissons. Les fréquences perçues par les requins sont inférieures à 1 kHz.

### 4.1.2.3 Effets du bruit sur les mammifères marins, les tortues marines et les autres grands pélagiques

#### 4.1.2.3.1 Effets du bruit sur les mammifères marins

Les cétacés sont un groupe taxonomique particulièrement dépendant de l'acoustique puisqu'ils utilisent le son dans tous les aspects de leur vie : lors de la reproduction, pour chasser, s'alimenter, éviter les prédateurs, communiquer ou s'orienter. 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 (Weilgart, 2007). Les mysticètes comme la baleine bleue peuvent ainsi communiquer entre eux alors que les individus sont séparés de plusieurs centaines de kilomètres (Tyack, 2008).

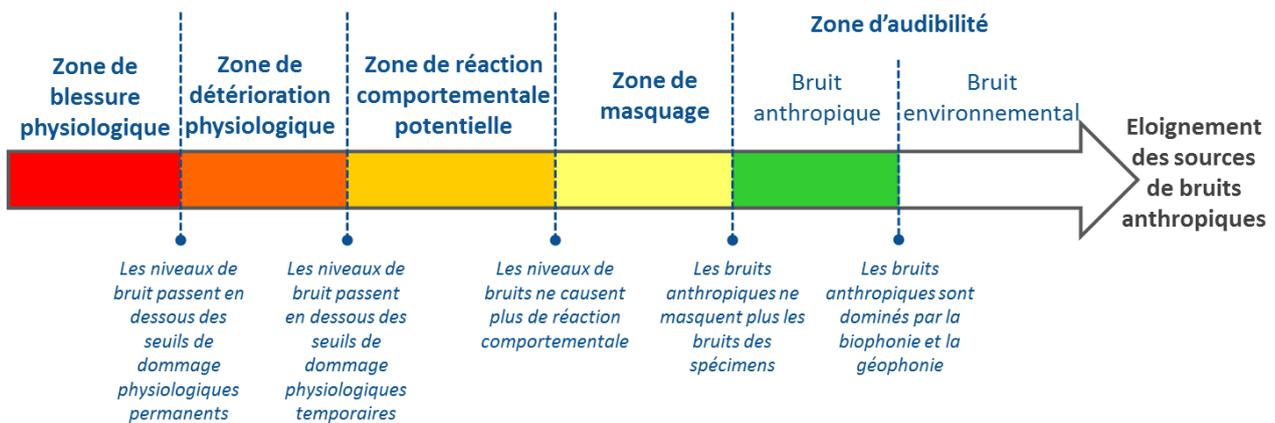
En raison de leur sensibilité auditive et de l'importance du son pour leurs activités (déplacement, relations sociales, etc.), les mammifères marins sont particulièrement sensibles aux perturbations sonores. Les réactions des mammifères marins face aux émissions sonores sont de différents types et dépendent de l'espèce concernée, de l'intensité du bruit et de la durée d'émission. On distingue plusieurs niveaux de dérangement. 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.

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 (cf. figure 72). 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 72 : 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). En effet, les exemples de changement de comportements peuvent inclure l'abandon d'une activité importante (nourrissage, reproduction ou élevage des jeunes) ou d'un site d'importance écologique en réaction au bruit émis. L'abandon répété ou prolongé d'activités vitales pourrait mener à des conséquences dommageables pour l'animal affecté (Nowacek *et al.* 2007) et à terme pour la population si plusieurs individus sont concernés (Harwood *et al.* 2014). Pour tous les niveaux d'effet, l'impossibilité d'accéder à une zone fonctionnelle comme une zone d'alimentation ou de reproduction peut affecter les réserves énergétiques d'un animal et par conséquent sa survie ou sa fertilité (New *et al.* 2014).

Des enjeux résident également dans la dissimulation des sons émis par les animaux. D'une manière générale, l'augmentation du niveau sonore ambiant au sein des océans à des fréquences utilisées par les mammifères marins ne leur permet plus de communiquer de façon aussi efficace qu'auparavant. Ceci entraîne des modifications comportementales (altération des signaux sonores), des difficultés de perception de l'environnement, etc. Une majorité des sons d'origine humaine est en effet comprise dans des fréquences basses, par exemple entre 5 et 500 Hz pour les navires de commerce ou transport, 10 Hz à 1 KHz pour les charges sismiques (IFAW, 2008). Les diverses espèces de mammifères marins sont plus ou moins sensibles aux fréquences émises mais les sons produits sont compris pour presque l'ensemble d'entre eux au sein de leur zone d'audibilité.

L'évaluation des conséquences du dérangement acoustique pour les populations de mammifères marins représente un enjeu de recherche important et difficile. En 2014, Harwood *et al.* ont développé un modèle appelé *Interim Population Consequences of Disturbance* (IPCoD), permettant de quantifier l'impact démographique d'un chantier éolien à long terme. Les résultats de ce travail de recherche qui s'inscrit dans la durée ne peuvent être exploités à ce stade (non consolidés).

On peut distinguer deux principales sources d'interrogations concernant les impacts physiologiques et comportementaux des émissions sonores sur les individus et les populations :

- ▶ l'impact d'émission à court terme et de forte intensité (par exemple lors de la phase de construction d'un parc éolien) ;
- ▶ l'impact d'émission à long terme mais d'intensité faible (par exemple lors de la phase de d'exploitation d'un parc éolien).

Même si à l'heure actuelle, les conséquences biologiques de l'augmentation des émissions sonores sont encore peu documentées, plusieurs études suggèrent qu'elles peuvent affecter les mammifères marins, notamment par des processus de masquage acoustique, réduisant le rayon de perception acoustique de l'environnement (Erbe *et al.* 2016 ; Clark *et al.* 2009 ; Richardson *et al.*, 1995).

#### 4.1.2.3.2 Effets du bruit sur les tortues marines

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).

#### 4.1.2.3.3 Effets du bruit sur les autres grands pélagiques

Les effets du bruit sur les poissons 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 les poissons (Popper *et al.* 2014).

Les espèces sans vessie natatoire sont cependant, comme indiqué précédemment, uniquement sensibles à des sons de très basse fréquence (inférieurs à 1 kHz). Ces poissons sont considérés comme faiblement sensibles à des risques de dommages physiologiques (Popper *et al.* 2014).

Les études relatives aux effets de la construction de parcs éoliens sur les poissons s'intéressent plus particulièrement aux opérations de battage de pieux (Popper *et al.* 2014 ; Jolivet *et al.* 2015).

#### 4.1.2.4 Approche des seuils d'exposition des mammifères marins, des tortues marines et des autres grands pélagiques au bruit

##### 4.1.2.4.1 Seuils d'exposition des mammifères marins au bruit

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, ), (Lucke, Siebert, Lepper, & Blanchet, June 2009), et Popper, et al., 2014 qui constituent des consensus internationaux.

Concernant le seuil de modification du comportement ou de dérangement, Southall et al., 2007 classent les réactions comportementales suivant un indice variant de 1 à 9 (1 : pas de réaction, 9 : panique, échouage), le niveau de 120 dB choisi dans cette étude est susceptible de provoquer des réactions d'indices variant de 2 à 4 (alerte individuelle, changement mineur et modéré de la vitesse, de la direction de nage, du rythme de respiration et du profil de plongée, mais pas de réaction d'évitement de la source sonore). Ce seuil est appliqué pour les cétacés et les pinnipèdes.

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 4. Ils ne sont pas applicables pour une exposition prolongée aux bruits (paragraphe 3.7.6).

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.

La publication (Southall, et al., 2007) est un consensus international de la communauté scientifique qui se fonde sur la littérature scientifique disponible sur une période de temps significative. Il est fortement déconseillé de ne se fonder que sur des études particulières, en l'occurrence si elles n'ont pas fait l'objet de validation par les pairs.

L'étude d'impact réalisée pour le projet reprend les seuils de (Southall, 2007). Ils sont plus exigeants que l'étude au Danemark. L'utilisation des seuils de (Southall, 2007), telle que réalisée dans l'étude d'impact, offre la possibilité de comparer les résultats des études réalisées pour les projets éoliens posés en Manche et sur la façade Atlantique.

Il est essentiel de comprendre que le Guide édité par la NOAA en Juillet (NOAA, 2016), outre son caractère très récent, modifie non seulement les seuils, mais de façon plus fondamentale, la manière de quantifier l'énergie sonore perçue par chaque type d'espèce. Les effets de ces modifications ne sont pas établis à ce jour, les seuils ayant été réduits, mais la quantité d'énergie sonore perçue ayant aussi été limitée. La combinaison des deux facteurs n'est pas prédictible sans un développement informatique conséquent et une étude paramétrique dédiée qu'il s'agit encore de réaliser. Il est intéressant de noter que le risque comportemental n'est pas adressé dans (NOAA, 2016).

Au stade actuel des connaissances, il est ainsi raisonnable de conserver l'évaluation des impacts au moyen des seuils (Southall, 2007), complétés, comme proposé au sein de l'étude d'impact par des approches sur les seuils comportementaux. Ceux-ci sont pleinement validés par la communauté scientifique, des moyens de calcul adaptés existent et ces seuils ont été utilisés pour la majorité des projets français et constituent en ce sens une base de travail acceptable. Dans l'expertise « Acoustique sous-marine », une étude comparative des deux approches (Southall, 2007) et (NOAA, 2016) met en valeur que les seuils retenus dans cette étude sont les plus conservateurs.

Tableau 28 : Synthèse des seuils de perturbation sonore pour les mammifères marins et les tortues marines

Groupes d'espèces	Gamme de fréquences de perception. Seuil de réaction	Bruits impulsifs (1 seconde) exprimés en niveau d'exposition sonore Unité : dB réf. 1 $\mu$ Pa <sup>2</sup> s			Bruits continus (24 heures) exprimés en niveau d'exposition sonore Unité dB réf. 1 $\mu$ Pa		
		Seuil de réaction	Seuil de dommage temporaire	Seuil de dommage permanent	Seuil de réaction	Seuil de dommage temporaire	Seuil de dommage permanent
<b>Cétacés Hautes Fréquences</b>	200Hz-180kHz	145	164	179	NC	224	230
<b>Cétacés Moyennes Fréquences</b>	150Hz-160kHz	120	183	198	NC	224	230
<b>Cétacés Basses Fréquences</b>	7Hz-22kHz	120	183	198	NC	224	230
<b>Pinnipèdes dans l'eau</b>	75Hz-75kHz	120	171	186	NC	212	218
<b>Tortues marines</b>	< 0.9kHz	166	175	210	NC	NC	NC

Source : Quiet-Oceans, 2016 (d'après Southall et al.2007 ; Lucke et al., 2009 ; Popper & al, 2014)

NC = non connu à ce jour

#### 4.1.2.4.2 Seuils d'exposition des tortues marines au bruit

Les effets à court et à long terme sur la santé et le comportement des tortues marines exposées à des émissions sonores sont encore mal connus. Les effets d'une émission sonore sur les tortues marines dépendront notamment de la source de l'émission, de la distance qui sépare l'animal de la source sonore, de la taille et de la position dans la colonne d'eau de l'animal (Viada et al. 2008). Après une émission sonore basse fréquence, les tortues marines placées dans des bassins expérimentaux sont agitées, présentent des mouvements saccadés de leur corps, rétractent leur cou ou encore restent inactives de façon prolongée sur le fond. Sur le long terme, les émissions sonores peuvent augmenter le stress, causer des blessures physiologiques aux oreilles, altérer les temps de plongée et de surface ou encore perturber leur sens de l'orientation (Samuel et al. 2005).

Les seuils de perte d'audition temporaire ou permanente chez les tortues marines n'ont pas été clairement définis. Cependant, il a été observé une perte d'audition temporaire pour une émission sonore supérieure 15 dB (Lenhardt et al. 2002), les SPL (niveau de pression sonore, de l'anglais Sound Pressure Level) supérieurs à 166 dB re 1 $\mu$ Pa augmenteraient l'activité de nage chez les tortues marines (Mc Cauley et al. 2000). Enfin, selon la NMFS (National Marine Fisheries Service – Service national des pêches aux Etats-Unis), les tortues marines ne devraient pas être exposées à des niveaux de bruit pulsé sous l'eau supérieurs à 190 dB re 1 $\mu$ Pa (Scripps Institution of Oceanography, UCSD, 2012).

#### 4.1.2.4.3 Seuils d'exposition des autres grands pélagiques au bruit

Les seuils d'exposition sonores sont mal connus pour les espèces étudiées (requins). Popper *et al.* (2014) indiquent que les poissons sans vessie natatoire présentent les seuils suivants concernant les niveaux sonores d'exposition pour des opérations de type battage de pieux ou de type charges sismiques (bruits impulsifs cumulés) :

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

Les seuils de réactions comportementales et de masquage ne sont pas connus. Toutefois, Popper *et al.* (2014) considèrent que les poissons sans vessie natatoire sont les moins sensibles, avec des phénomènes de masquage et de réactions comportementales notables uniquement à proximité des sources de bruit (distances non précisées).

Selon Popper *et al.* (2014) les poissons sans vessie natatoire ne sont pas susceptibles de subir des dommages auditifs induits par des bruits continus non impulsionnels, comme le bruit des hélices de navires. Toutefois, cette étude de référence, indique que ces bruits continus peuvent engendrer des risques de masquage élevés à proximité et à moyenne distance de la source de bruit, de même que des risques modérés de réactions comportementales (Popper *et al.* 2014).

### 4.1.3 Présentation détaillée des principaux types d'effet retenus

#### 4.1.3.1 Modification de l'ambiance sonore sous-marine en phase de construction

Les bruits les plus importants pendant la construction résultent de l'installation des fondations.

Le type de fondations utilisé (jacket) ainsi que les techniques employées pour les installer (battage ou forage) influencent fortement les niveaux sonores produits et, par conséquent, les impacts engendrés.

Il ne s'agit donc pas ici de faire une revue exhaustive des retours d'expérience sur l'installation de la fondation jacket mais bien de définir les principaux effets possibles à travers quelques exemples.

Les fondations jackets (4 pieux) ont été utilisées pour installer deux éoliennes de la phase de démonstration du parc de Beatrice, en Ecosse. Des mesures empiriques sur le site ont permis d'estimer l'apparition de lésions sévères dans un périmètre de 100 m pour les grands dauphins ainsi que des perturbations comportementales dans un périmètre allant jusqu'à 70 km pour le Marsouin commun (Bailey *et al.* 2010). Pour les phoques, les modélisations ont quant à elle montré que des dommages physiques sont attendus dans un rayon de 215 m autour de la source sonore et des réactions comportementales jusqu'à 14 km (Bailey *et al.* 2010).

En Allemagne, les 12 éoliennes du parc Alpha Ventus ont été installées sur des fondations tripod qui bien que différentes des fondations jackets dans leur dimensionnement présentent un battage de pieux de taille similaire. Ainsi il a été constaté que la période de construction a globalement affectée la fréquentation du Marsouin commun : une réaction d'évitement a été observée dans un rayon de 20 km de la zone de travaux alors que les densités ont augmenté au-delà (Dähne *et al.* 2013).

Peu de retours d'expérience sont disponibles sur les effets du dragage et de la circulation nautique liés au chantier. Ces phases de chantier étant fortement majorées par l'installation des fondations.

#### 4.1.3.2 Modification de l'ambiance sonore sous-marine en phase d'exploitation

Le fonctionnement d'un parc éolien en mer peut produire des émissions sonores, bien qu'elles soient nettement moins marquées que lors de la construction.

Aucun retour d'expérience n'a été publié dans une revue scientifique pour les fondations en structures métalliques « jacket » lors de la phase d'exploitation. Il semblerait toutefois que les impacts des fondations jackets soient moindres que ceux des fondations monopieux (Norro *et al.* 2013).

En effet, des modélisations sur les trois différents types de fondations (Marine Scotland, 2013) ont montré que les niveaux de bruit émis en phase d'exploitation par des éoliennes sur jacket est moins impactant pour la faune marine (poissons, mammifères marins) que les éoliennes sur monopieu ou fondation gravitaire. Cette même étude précise que les espèces basses fréquences sont les espèces les plus susceptibles d'être affectées par le bruit en phase exploitation.

Les suivis réalisés pendant le fonctionnement du parc éolien de Horns Rev I (Danemark) équipé de fondations monopieux témoignent d'un retour des marsouins sur le site à hauteur des fréquentations d'avant la construction (Tougaard *et al.* 2006). Il a été constaté que le retour des marsouins était complet 2 ans après le début de l'exploitation et que leur densité était constante et identique à celles observées à l'extérieur du parc.

Il est toutefois difficile de déterminer si le retour des espèces dans la zone, après installation des éoliennes, est dû à une habituation au bruit ou à une diminution permanente du seuil de l'audition. En outre, des expériences ont montré une grande variabilité inter-individuelle dans la réaction aux perturbations sonores (Koschinski *et al.* 2003).

Dans le parc d'Egmond aan Zee, aux Pays-Bas, des fondations monopieux ont également été utilisées pour installer 36 éoliennes. Les suivis qui ont été conduits avant et après la construction établissent que le parc est devenu un nouvel habitat pour les différentes espèces, avec une richesse spécifique benthique plus importante qu'auparavant (Lindeboom *et al.* 2011). Il a également été constaté que la fréquentation des marsouins est plus importante à l'intérieur du parc qu'en dehors et que les effectifs ont augmenté depuis la construction (Scheidat *et al.* 2011). Ces observations peuvent être imputées à un effet « récif » ou à un effet « réserve » puisque la pêche est interdite dans le parc (Lindeboom *et al.* 2011). Par ailleurs l'emplacement des parcs étudiés c'est à dire à proximité de la côte, habitat qui tend à être la zone de nourrissage de certaines espèces de mammifères marins (Evans, 2008) peut expliquer l'absence de réactions d'évitement ; ces espèces étant motivées à rester dans cet habitat privilégié pour leur alimentation (Diederichs *et al.* 2008). Ainsi, il est probable que l'utilisation du site avant l'installation d'éoliennes joue un rôle important dans la vitesse de recolonisation et l'abondance des animaux et que l'intérêt du site pour l'écologie des animaux motive plus ou moins leur retour.

Globalement, l'effet du fonctionnement d'un parc éolien sur l'ambiance acoustique est beaucoup plus faible que celui de la construction. Le bruit ambiant généré par des sources naturelles ou anthropiques peut être plus élevé que le bruit lié au fonctionnement du parc. Il n'est toutefois pas à négliger car, contrairement aux nuisances de la construction qui sont temporaires, le fonctionnement est permanent jusqu'au démantèlement des éoliennes. Ainsi, certaines études ont montré que les émissions sonores répétées, selon leur intensité et leur fréquence, peuvent engendrer un état de stress chronique chez les baleines à bec. Cet état de stress impliquerait des effets sur l'alimentation et la reproduction des animaux (Wright *et al.*, 2007).

### 4.1.3.3 Modification du champ magnétique (Phase d'exploitation)

Les parcs éoliens en mer nécessitent la pose de câbles électriques sous-marins à la fois pour relier les éoliennes au poste électrique en mer mais aussi pour acheminer l'énergie produite vers le continent. En fonction du type de sol, ces câbles sont soit ensouillés (enfouis à une profondeur de 1,1 m) soit enrochés (recouvert par des enrochements de 60cm).

Les câbles produisent un champ magnétique comparable au champ magnétique terrestre (Inger *et al.* 2009). Le champ magnétique décroît rapidement quand on s'éloigne de la source de champ. La modification du champ magnétique peut avoir des effets sur les espèces en particulier celles s'appuyant fortement sur l'électroréception ou l'utilisation d'ondes magnétiques pour se déplacer, chasser et migrer (Gil *et al.* 2005).

Des simulations du champ magnétique du câblage inter-éoliennes du projet ont été réalisées et permettent de montrer que les valeurs de ce champ au-dessus des câbles sont très basses et rapidement négligeables lorsque l'on s'éloigne du câble (cf. tableau Tableau 29).

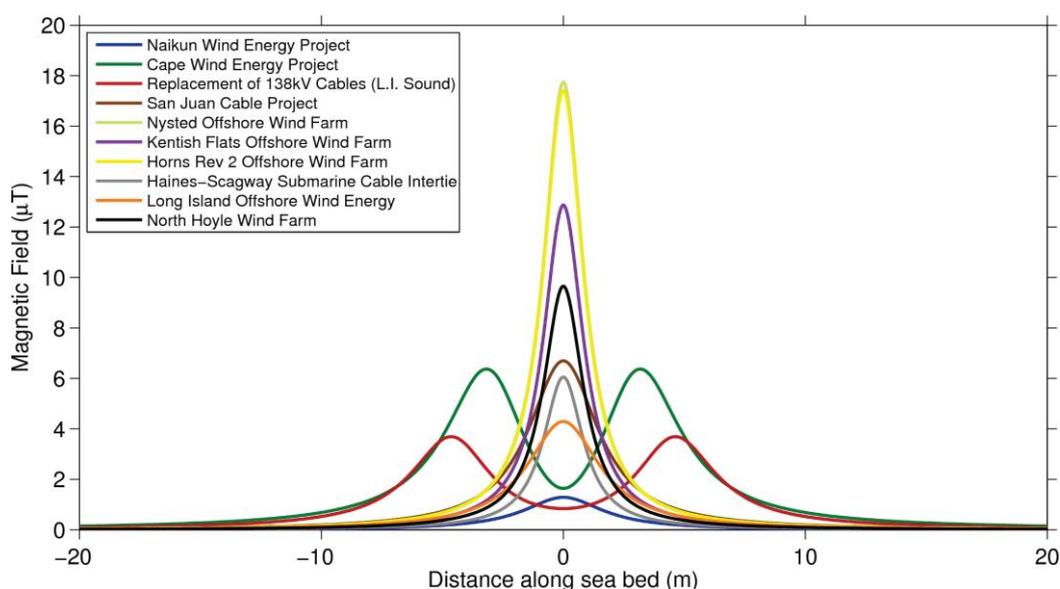
Tableau 29 : Valeurs de champ magnétique simulé en fonction de la distance au câble

	Valeurs de champ magnétique			
	Au-dessus de la liaison	à 5 m de l'axe d'un circuit de la liaison	à 10 m de l'axe d'un circuit de la liaison	à 100 m de la liaison
<b>Valeur de champ Liaison 66 kV (enrochement)</b>	Inférieur à 35 $\mu$ T	Inférieur à 2 $\mu$ T	négligeable	négligeable
<b>Valeur de champ Liaison 66 kV (ensouillage)</b>	Inférieur à 13 $\mu$ T	Inférieur à 1 $\mu$ T	négligeable	négligeable
<b>Valeur de champ J-Tube (avec prise en compte effet réducteur)</b>	Inférieur à 90 $\mu$ T (J-Tube 1,6 cm) Inférieur à 60 $\mu$ T (J-Tube 4 cm)	négligeable	négligeable	négligeable

Source : Cirteus, 2016

Des mesures ont été réalisées sur certains parcs. Le graphique suivant représente la puissance du champ électromagnétique (courant alternatif) enregistrés à différentes distances du câble.

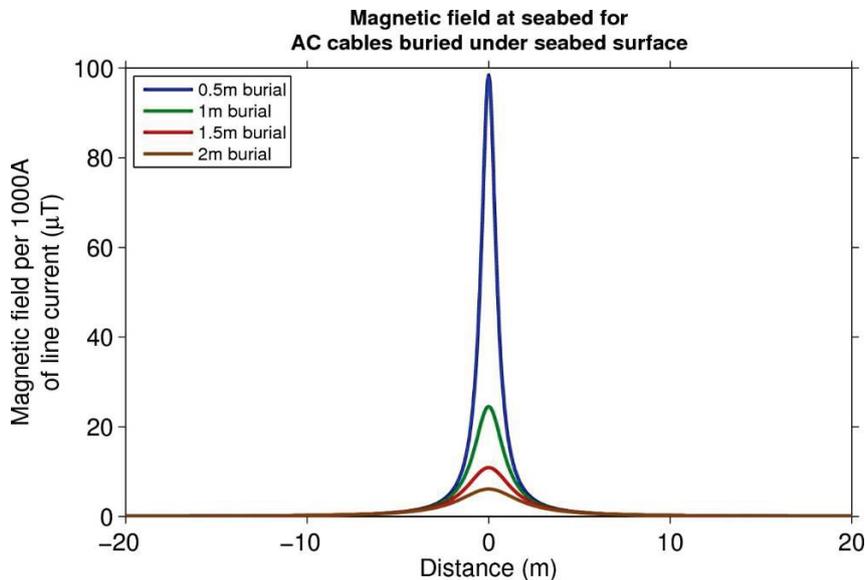
Figure 73 : Mesures du champ électromagnétique sur 10 parcs éoliens en mer



Source : Normandeau, 2011

Globalement le champ magnétique est plus élevé au-dessus des câbles puis décroît proportionnellement avec la distance au câble. L'enfouissement du câble permet d'augmenter cette distance et donc de diminuer le champ magnétique au-dessus du câble. Plus l'enfouissement est important, plus le champ magnétique ressenti est faible.

Figure 74 : Mesures du champ électromagnétique sur 10 parcs éolien en mer



Source : Normandeau, 2011

Burial : enterrement

La puissance décroît plus rapidement lorsqu'on s'éloigne en remontant verticalement dans la colonne d'eau. La puissance du champ magnétique est réduite de 80% à 5m et 95% à 10m. Les courbes vertes et rouges correspondent à des types de câblages particulier (bimodal ou le câble est scindé en 2 câbles transportant moins de courant).

L'émission d'ondes électromagnétiques est susceptible de causer des dommages, en particulier pour les espèces s'appuyant fortement sur l'électro-réception ou l'utilisation d'ondes magnétiques pour se déplacer, chasser et migrer (Gil *et al.* 2005). Certaines études évoquent les effets possibles des champs électriques produits dans les parcs éoliens sur la navigation des mammifères marins (Dolman *et al.* 2003) mais il n'existe pas à l'heure actuelle de preuve de ces impacts. Il est en effet probable que la structure du câble limite la propagation du champ magnétique vers l'extérieur. Les effets de ces champs magnétiques sont difficiles à évaluer, tout comme l'utilisation du champ magnétique terrestre par les cétacés lors de déplacements (Gould, 2008).

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 et de naviguer à travers les océans. Les câbles magnétiques utilisés pourraient alors désorienter les individus. Cependant, selon le système de câbles utilisé, leur extension et, en cas d'ensouillage, la profondeur à laquelle les connexions entre les câbles sont ensouillées, les impacts peuvent être minimisés (Jarvis, 2005).

Les mammifères marins peuvent utiliser l'électro-réception pour s'alimenter ou se diriger dans des zones où ils ont peu de visibilité.

L'électro réception est également une faculté indispensable aux requins, puisqu'elle leur permet de chasser de nuit ou de trouver des proies même enfouis dans le sable. Il est probable que le Requin pèlerin utilise moins cette faculté puisqu'il s'agit d'un requin filtreur et qu'il se nourrit en surface.

Ainsi, le principal effet sur les mammifères marins, les tortues marines et les grands pélagiques serait la désorientation ou l'impossibilité de chasser au voisinage du câble.

#### 4.1.3.4 Perte, altération et/ou modification d'habitat (construction-exploitation)

L'implantation d'éoliennes va entraîner une modification locale du milieu et peut donc modifier potentiellement l'écosystème. Ces changements pourraient signifier une perte d'habitat pour certaines espèces, en particulier celles aux territoires restreints (Dolman *et al.* 2003) et conduire à la disparition de certaines espèces inféodées à ces habitats, avec des répercussions sur l'ensemble du réseau trophique (Gill, 2005).

A contrario, l'introduction de structures solides peut générer de nouveaux habitats et favoriser la colonisation et le développement de nombreuses espèces (effet récif) (Thomsen *et al.* 2006). C'est d'autant plus vrai si le substrat est meuble (Vella *et al.* 2001). Plusieurs expériences recensent l'effet récif comme celle de Horns Rev (monopieu, Danemark) où la présence des éoliennes a induit une augmentation de la présence de proies pour les mammifères marins (Skov, 2006). L'augmentation du nombre de marsouins recensé au sein du parc en fonctionnement a également été observée à Egmon aan Zee (Allemagne) (Scheidat *et al.* 2011). Beaucoup de facteurs entrent en compte dans la colonisation potentielle des structures à l'origine des effets récifs : rugosité de la fondation, température de l'eau, salinité, profondeur, distance par rapport à un autre récif, sédiments présents...

Ces « récifs » peuvent attirer les espèces naturellement présentes dans le milieu (Connel, 2001) mais peuvent également générer le développement d'espèces invasives ou non présentes de façon naturelle (Page *et al.* 2006). L'implantation de récifs artificiels peut donc perturber l'écosystème.

#### 4.1.3.5 Risque de collision avec des navires (construction-exploitation-démantèlement)

La collision accidentelle avec les navires utilisés pour la phase de construction (hélice, coque, ancrage) peut blesser l'animal et le rendre plus vulnérable. Beaucoup de facteurs entrent en jeu : la vitesse du bateau, le type de bateau, le bruit dans l'eau, les conditions climatiques et les caractéristiques de l'animal. Ces collisions peuvent également intervenir durant les interventions pour maintenance durant la phase d'exploitation.

Les collisions avec les navires demeurent la première cause de mortalité des grands cétacés (notamment les grandes baleines, comme le Rorqual commun) à travers le monde (Evans *et al.* 2011). Les tortues marines sont des espèces pulmonées, nécessitant de remonter à la surface pour respirer. Il s'agit d'un moment sensible, où elles peuvent être percutées par les bateaux. Une étude menée en Australie a montré que les tortues marines avaient du mal à éviter les bateaux qui naviguent à plus de 4 km/h (Hazel *et al.* 2007). Sur la façade Manche-Atlantique, les tortues luth sont la plupart du temps observées en train de s'alimenter à la surface et les petites tortues marines à écailles, rencontrées sur cette zone en mer, flottent souvent du fait de leur état d'hypothermie ou de blessures.

Des blessures peuvent être également occasionnées par la présence de matériaux utilisés sur les chantiers, comme par exemple des câbles ou des chaînes qui flottent à la surface ou sont maintenues en suspension dans la colonne d'eau (Inger *et al.* 2009).

## 4.1.4 Autres effets potentiels des parcs éoliens en mer sur les mammifères marins et les tortues marines

### 4.1.4.1 Collisions avec les fondations (exploitation)

L'installation d'éoliennes en mer implique une modification physique du milieu, notamment par la présence des fondations. Le risque de collision avec les fondations pour les mammifères marins et les tortues marines existe, même s'il demeure faible. Certains mammifères marins, en plus de la vue, s'orientent également par leur système d'écholocation et sont donc à même de détecter les obstacles, même dans des eaux turbides. Les structures submergées, fixes et de grande taille telles que les fondations d'éoliennes présentent peu de risque de collision pour les mammifères marins (Inger *et al.* 2009), quel que soit le type de fondation utilisé. Les tortues marines utilisent notamment leur vue pour éviter les obstacles, le risque de collision peut donc être limité à partir du moment où la turbidité et un éclairage artificiel trop important ne désorientent pas les individus.

### 4.1.4.2 Mise en suspension de sédiments (construction-démantèlement)

La mise en place des éoliennes et l'enfouissement des câbles peuvent engendrer une modification de l'habitat et une remise en suspension des sédiments, provoquant une augmentation de la turbidité dans la zone. Cette remise en suspension peut également libérer des polluants chimiques ou organiques (organochlorés...) piégés dans les sédiments. La turbidité impacte peu les mammifères marins, en raison de leur utilisation préférentielle de l'écholocation, en particulier en milieu côtier. En revanche, elle pourrait impacter les organismes benthiques ou pélagiques, se répercutant ainsi sur les autres chainons du réseau trophique (Wilhelmson *et al.*, 2010).

Les tortues marines utilisent leur vue pour s'orienter, rechercher de la nourriture et éviter les obstacles ou les prédateurs. L'augmentation de la turbidité de façon temporaire peut avoir pour effet de diminuer la visibilité des tortues marines et diminuer leur potentiel de captures de proies ou les rendre plus vulnérables face aux prédateurs ou aux obstacles.

### 4.1.4.3 Contamination par des substances polluantes

Les travaux peuvent engendrer des pollutions accidentelles, localisées et de diverses natures. Ces pollutions peuvent être causées par la phase de chantier, provoquant la remise en suspension des sédiments et des polluants associés. Cela concerne essentiellement des polluants organiques persistants (POPs) comme les organochlorés (DDT, PCB...). Il est toutefois difficile de qualifier leur impact. Non seulement, la zone concernée par leur dispersion dépend beaucoup des conditions topographiques, courantologiques et de la marée, mais en plus la détermination de leurs effets sur les mammifères marins et les tortues marines n'en est qu'à ses balbutiements (Hall *et al.* 2006 ; Keller, 2013).

Malgré le respect des bonnes pratiques et de prévention des pollutions, des accidents sont toujours possibles lors de travaux en mer. L'impact sur les mammifères marins et les tortues marines est difficile à évaluer et dépend surtout des concentrations mises en suspension. Il est toutefois présumé que cet impact sera minime en comparaison à d'autres.

Les accidents entraînant un déversement de pétrole peuvent avoir des conséquences dramatiques sur les mammifères marins et les tortues marines qui doivent remonter à la surface pour respirer. Leur exposition aux nappes de pétrole peut entraîner des lésions aux yeux, poumons et aux muqueuses (Jarvis, 2005).

Durant les opérations de maintenance, des rejets accidentels de substances nocives dans l'environnement peuvent avoir lieu, en particulier depuis les navires (huile, carburant...). Les protocoles visant le respect des règlements et normes en vigueur, doit permettre de limiter des risques d'accident et, le cas échéant, permettre de contenir ses effets. Cet aspect est général et concerne l'ensemble des réseaux trophiques, sans pouvoir être appréhendés.

#### 4.1.4.4 Perturbation lumineuse

Lors des travaux de nuit, le cas de la pollution lumineuse peut également être évoqué. L'éclairage intensif utilisé dans le cas de travaux nocturnes peut entraîner la remontée en surface de certains organismes comme les céphalopodes. Les mammifères marins pourraient se trouver attirés par ces proies potentielles, ou même par la lumière elle-même. Ils pourraient alors être attirés vers la zone de chantier et être affectés par d'autres effets (collisions avec les navires, impacts acoustiques).

Les tortues marines pourraient également être désorientées par cet éclairage artificiel.

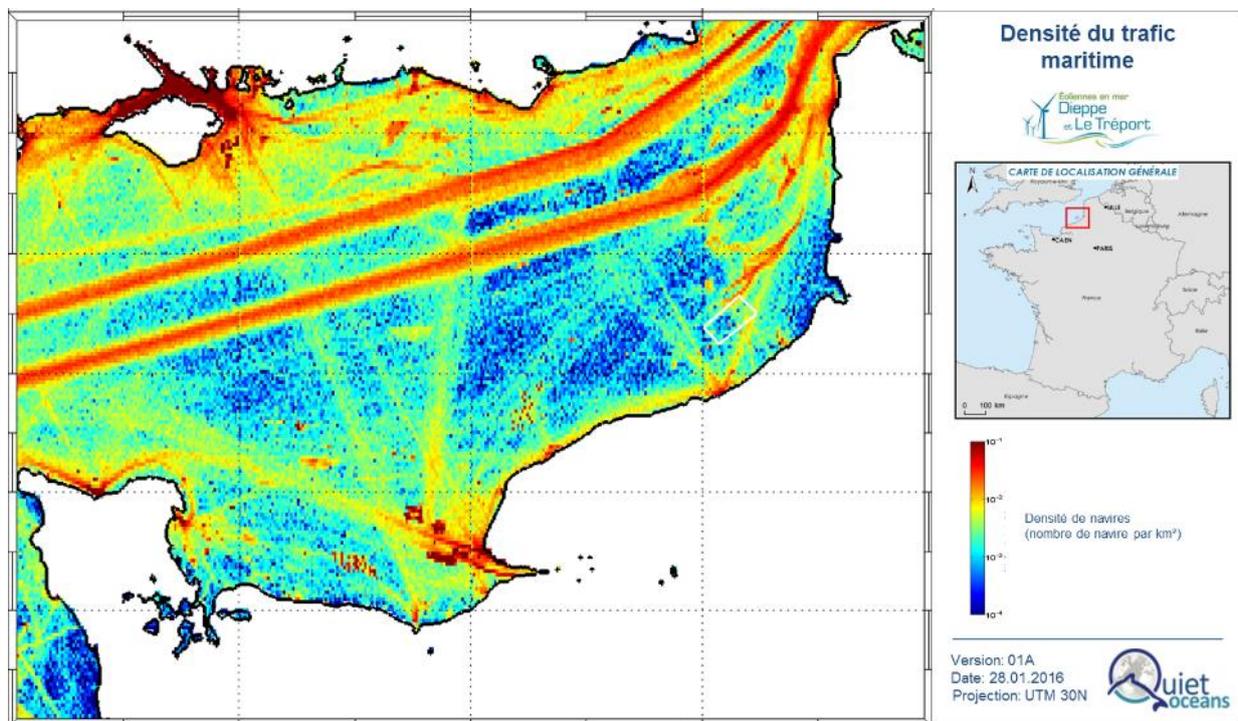
## 4.2 Analyse du bruit existant sur l'aire d'étude large

Afin de pouvoir analyser, les impacts sonores sur les espèces, il est nécessaire de réaliser un état des lieux du bruit existant sur l'aire d'étude large. Ce chapitre reprend les éléments du rapport d'expertise réalisé par Quiet-Oceans (Etude d'impact : Acoustique sous-marine).

Cette analyse se base sur deux types de données :

- Les données concernant le trafic maritime. A partir du traitement des données AIS (système qui permet de localiser en temps réel les bateaux), on obtient des cartes de densité de trafic maritime, sans distinction de la nature de l'activité. Ces données sont directement exploitées dans l'élaboration des cartes de bruit initial.

Carte 35 : Densité du trafic (échelle logarithmique) au sein de la Manche Orientale et centrale obtenue par traitement des données AIS



Source : Quiet-Oceans, 2016

- Les données acoustiques enregistrées sur site. Afin d'obtenir un échantillon représentatif à l'échelle d'une année, le bruit a été enregistré pendant les 18 premières minutes de chaque heure sur les 4 enregistreurs acoustiques placés sous l'eau sur la période allant de juin à décembre 2105 (Chapitre 2.1.2.3). Cette durée unitaire correspond à l'enregistrement maximal possible pour une durée de campagne de trois mois et est tout à fait suffisante pour un échantillonnage de qualité (Sutton *et al.*, 2013).

L'ensemble de ces mesures permettent d'établir des cartes sonores illustrant le bruit ambiant pour différentes périodes et probabilités.

Le choix a été fait de présenter dans ce rapport la carte de modélisation du bruit ambiant présentant la plus grande probabilité. C'est-à-dire l'état sonore jugé comme le plus fréquent (dans 75% des cas) et donc la plus représentatif.

Les cartes obtenues serviront de base à l'estimation des empreintes sonores du projet, c'est-à-dire à estimer les distances au-delà desquels le bruit des activités dépasse un seuil physiologique (4.1.2.3.1)



## 4.3 Bruits générés par le projet

### 4.3.1 Description des ateliers liés à la phase de construction générateurs de bruit

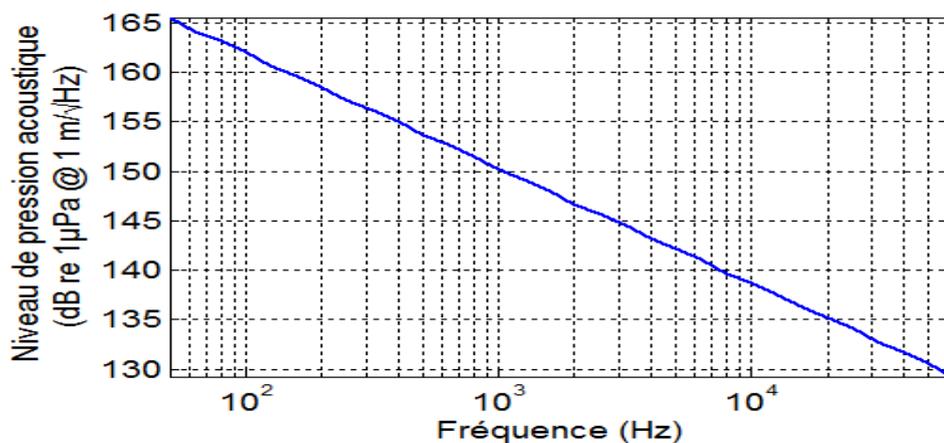
#### 4.3.1.1 Bruit généré par les opérations de dragage

L'opération de dragage est effectuée à partir d'un navire spécifique (dragage aspiratrice en marche ou stationnaire). Les opérations ont lieu en continu, et le bruit généré est donc de même nature.

Le modèle de bruit de dragage correspond à la superposition du bruit d'un navire en station et du bruit d'un engin sous-marin sur le fond. Le gabarit de source sonore à 1m choisi est dérivé de la littérature (Parvin, 2008 ; Robinson, 2011).

La Figure 74 montre la position représentative choisie pour la modélisation d'une opération de dragage effectuée au centre du site d'implantation du futur parc éolien.

Figure 75 : Gabarit de source sonore (en dB ref.  $1\mu\text{Pa}/\sqrt{\text{Hz}}$  @1m) localisée près du fond permettant de modéliser le bruit généré par l'opération de dragage



Source : Quiet-Oceans, d'après Parvin (2008), Robinson (2011)

#### 4.3.1.2 Bruit généré par l'ensouillage des câbles

L'ensouillage des câbles est réalisé par un navire de surface et un outil spécialisé, le plus souvent tracté sur le fond. Les opérations ont lieu en continu, et le bruit généré est donc de même nature.

Le scénario représentatif de l'ensouillage des câbles correspond à la superposition d'un navire générant un bruit propre et d'un engin sous-marin sur le fond générant un bruit propre, très peu documenté (Nedwell et Howell, 2004).

Le gabarit de source sonore à 1 m qui a été choisi, est dérivé des mesures effectuées sur le parc éolien en mer écossais « Beatrice » (Talisman Energy (UK) Limited, 2004) et de mesures réalisées en Ecosse (Wilson, Carter, & Elliott, 2009). L'ensouillage est modélisé par un point de simulation au centre de l'aire d'étude immédiate.

### 4.3.1.3 Bruit généré par les opérations de forage vertical

Durant l'opération, un navire de type « remorqueur » est positionné à proximité de la position du forage. Pour prendre en compte le diamètre de la foreuse, un gabarit de forage en fonction du diamètre et de la fréquence a été défini.

La distribution du bruit source est modélisée par trois sources ponctuelles : une source située à proximité de la surface représentant 25% de l'énergie totale, une source au niveau de la tête de la foreuse qui représente 25% de l'énergie (tiers inférieur de la colonne d'eau) et une source au niveau du fond qui représente 50% de l'énergie totale (forage propre).

### 4.3.1.4 Bruit généré par le battage de pieux

La pose des fondations jacket de chaque éolienne sera effectuée en totalité ou partiellement par un atelier de battage. La fixation au sol se fait par l'intermédiaire de quatre pieux de 2,2 m de diamètre pour chaque éolienne et de 3m pour la fondation jacket du poste électrique en mer. Chaque pieu est battu indépendamment.

Dans cette étude, un point de simulation est choisi au centre de l'aire d'étude immédiate et est considéré comme représentatif de l'ensemble des ateliers de battage (emplacement de chaque éolienne).

L'hypothèse d'un double atelier de battage n'est pas à l'ordre du jour du maître d'ouvrage.

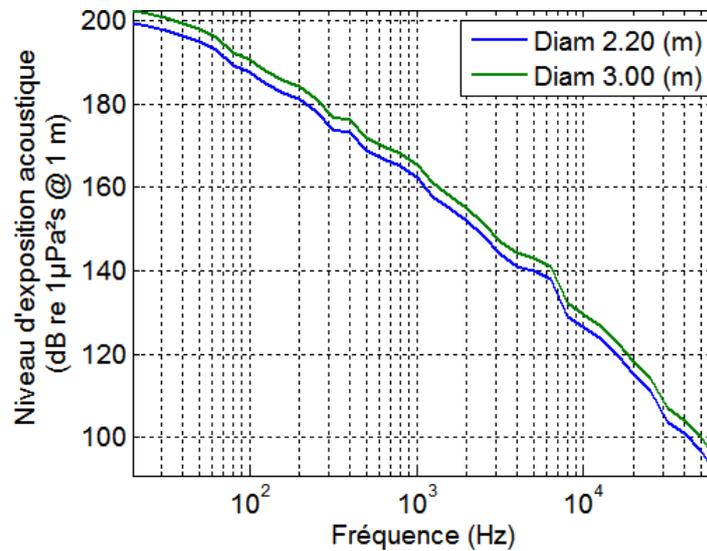
Les hypothèses relatives aux niveaux des bruits de construction choisies sont dérivées des résultats du projet RESPECT (Réduction des Empreintes Sonores des Parcs Éoliens en mer: Comprendre pour de nouvelles Technologies) et de la littérature internationale disponible. Ces mesures sont issues en particulier des projets de construction des parcs Prinses Amalia et d'Egmond Aan Zee (Pays-Bas) (De Jong, Ainslie, Benda-Beckman, & Blacquièrre, 2008, Talisman Energy (UK) Limited, 2004 Nedwell, Langworthy, & Howell, 2004 et ITAP, 2008).

Le programme de recherche RESPECT, financé par le maître d'ouvrage, a permis notamment de mettre au point un modèle expérimental de battage de pieu à petite échelle (1/400ème) en cuve (Quiet-Oceans). L'étude a montré que l'énergie rayonnée dans le sédiment (cas du sable) via le tube est aussi importante que celle rayonnée dans la colonne d'eau.

En fonction du type de substrat (sable, craie, bicouche sable/craie), l'énergie sonore dans la colonne d'eau varie de l'ordre de 3 à 4 dB. Toutefois, l'énergie nécessaire à l'enfoncement du pieu est susceptible de varier en fonction du type de sol. Le sable étant le sédiment entraînant le niveau d'exposition sonore le plus élevé dans la colonne d'eau, pouvant ainsi influencer le niveau de bruit total. Les modélisations ont permis de mettre en évidence que, dans le cas d'un substrat constitué de craie, une partie importante de l'énergie est convertie en une onde (dite de Scholte) se propageant à l'interface entre le sédiment et l'eau.

La modélisation a 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 par (Betke, Measurement of wind turbine construction noise at Horns Rev II, 2008).

Figure 76 : Modèle de niveau d'exposition sonore à un mètre du pieu de diamètre 2,2 ou 3 m, pour un coup unique, en fonction de la fréquence.



Source : Quiet-Oceans, 2016

## 4.3.2 Description des ateliers liés à la phase d'exploitation

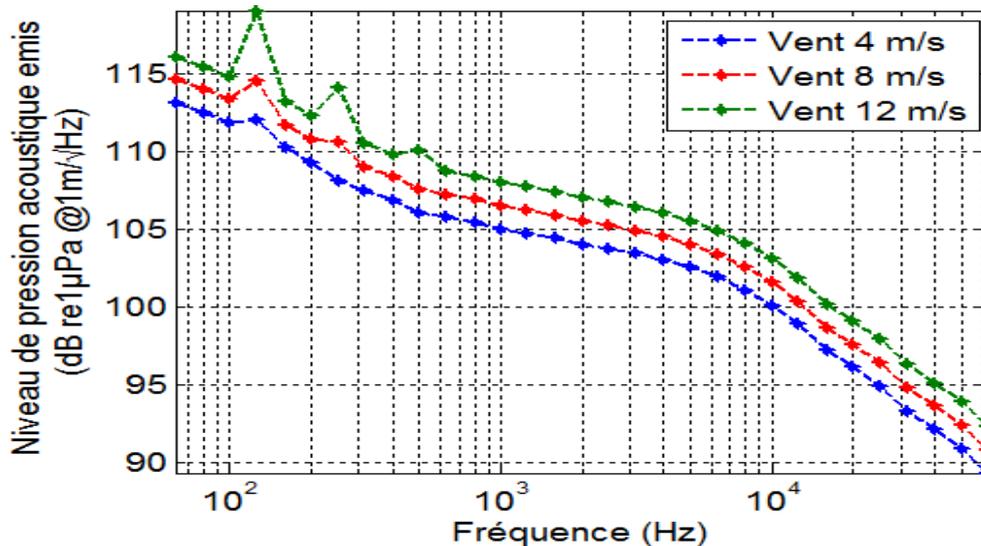
### 4.3.2.1 Atelier de fonctionnement

Des mesures de bruit transmis dans la colonne d'eau par une structure éolienne « monopieu » de 4,9 m de diamètre réalisées sur le site de Horns Rev II (situé en mer du Nord dans les eaux territoriales danoises) mettent en évidence un bruit rayonné de fond très large bande, auquel vient se rajouter des raies spectrales<sup>6</sup> en basse fréquence (Betke K., 2006). Il semblerait que ces raies spectrales s'expliquent par l'existence de modes de propagation sur les fondations. Ainsi, la raie spectrale la plus énergétique correspond à un mode de vibration de la structure de l'éolienne localisé à basse fréquence, autour d'une centaine de Hz. D'autres raies spectrales sont aussi présentes à plus haute fréquence. Les niveaux des raies spectrales peuvent varier en fonction de la rotation des pales et donc la force du vent.

A partir de cette analyse, un gabarit de bruit rayonné par une éolienne à 1 m basée sur une structure « jacket » a été élaboré (Figure 77). Le bruit rayonné par les vibrations le long de la structure est modélisé par une répartition uniforme de sources sur toute la hauteur d'eau. La courbe bleue correspond au rayonnement pour un fonctionnement par un vent moyen de 4m/s, de 8m/s, et de 12m/s.

<sup>6</sup> Une raie spectrale est une fréquence à laquelle l'énergie est significativement plus intense que le niveau moyen aux fréquences avoisinantes

Figure 77 : Modèle de bruit généré par une éolienne structure « jacket » à 1 m de la structure en fonction de la fréquence

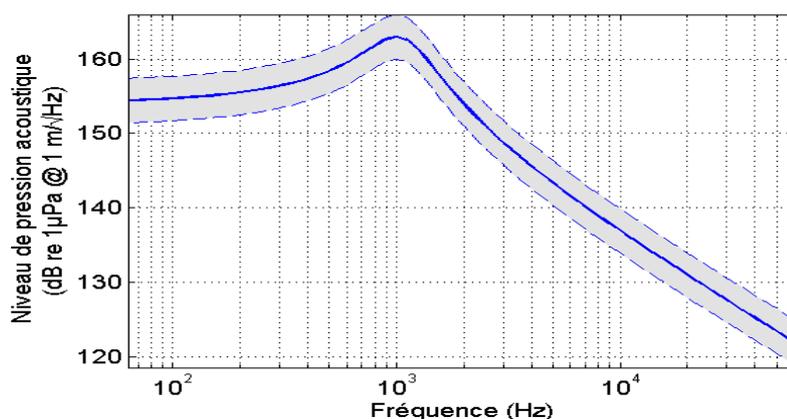


Source : Quiet-Oceans d'après (Betke K., 2006)

#### 4.3.2.2 Atelier de maintenance

Afin d'acheminer les outils, les personnels ou les matériaux sur le parc éolien lors de la maintenance du site de production, des navires spécifiques de type catamaran circuleront dans ou à proximité de l'aire d'étude immédiate à partir du port de Dieppe. En moyenne, sur une journée de maintenance, 3 navires au maximum seront en activité dans ou à proximité du parc éolien et dans le couloir de circulation Dieppe/parc éolien simultanément. Un ensemble de scénarios statiquement représentatifs des différentes situations permet d'établir une carte médiane des niveaux sonores. Le gabarit de source sonore utilisé est issu du modèle de bruit de navire de type remorqueur (Wales and Heitmeyer 2002) et adapté à partir des informations issues des travaux de la « Scripps Oceanographic Institution » (Hildebrand 2009). La figure 75 montre le niveau de pression acoustique à 1 m en fonction de la fréquence.

Figure 78 : Gabarit de source sonore (en dB ref. 1 µPa/√Hz @ 1 m) modélisant un navire de type remorqueur.



Source : Quiet-Oceans, 2016

### 4.3.3 Description des ateliers liés au démantèlement

A ce jour, il existe peu de littérature sur les opérations de démantèlement en mer et en particulier aucune publication concernant le démantèlement des parcs éoliens en mer. Le premier parc éolien à avoir été démantelé est celui de Vattenfall en Suède en 2016 pour des raisons de mise à jour de la turbine. Des mesures de bruit ont été faites mais aucune publication ne se réfère actuellement au bruit engendré par ce démantèlement. Les pieux (mono de 3,7 m de diamètre) ont été extraits à l'aide d'un marteau vibreur (PVE 500 M).

En général, lors du démantèlement de structure offshore, les pieux sont sectionnés à la base et les câbles sont retirés. Pour effectuer ces travaux, différentes techniques sont mises en œuvre en fonction de l'atelier. Concernant le pieu, le découpage de la section à la base du pieu peut se faire soit par explosif, soit par une méthode de « cutter jetting », soit par tranchage à l'aide d'un plongeur ou d'un robot. L'extraction des câbles se fait à partir de navires spécifiques.

Pendant la totalité de la phase de démantèlement, des navires spécifiques au transport des moyens humains et matériels circulent sur zone à vitesse très réduite et également entre le site et un port d'attache (Cherbourg dans le cadre de ce projet).

Du point de vue sonore, le démantèlement fera appel majoritairement à des navires de charge et du découpage de pieu, mais ni du battage, ni du forage ni de l'explosif ne seront utilisés lors de cette phase. La principale source de bruit sera probablement la phase de découpage des pieux de fondation jacket des éoliennes et du poste électrique. Mais à ce jour aucune littérature n'est disponible quant au niveau sonore engendré par ce type d'atelier. La grande majorité des études actuelles, en l'absence de connaissance sur les méthodes utilisées lors de cette phase, considèrent que l'impact sera au maximum égal à ceux obtenus lors de la phase d'installation. Toutefois, une mise à jour de l'étude d'impact devra nécessairement être faite deux ans avant le début de cette phase de démantèlement en accord avec la réglementation qui saura alors en vigueur et des évolutions technologiques qui auront eu lieu d'ici là.

### 4.3.4 Niveaux sonores large bande à une distance de référence

De plus en plus, la distance de 750 m sert de référence aux contrôles des niveaux de bruits propagés dans le milieu marin. 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).

Aussi, nous proposons dans le tableau suivant, une estimation des niveaux sonores large bande pour chaque atelier considéré. Ces seuils ne sont pas à comparer avec les seuils de sensibilité des espèces marines, car ces niveaux de bruit intègrent une très large bande. Les espèces sont sensibles à des bandes de fréquences plus restreintes et perçoivent donc ces bruits avec une intensité moins forte. Ces niveaux perçus par les différentes espèces sont aussi estimés et servent à l'évaluation des risques biologiques présentés dans les paragraphes suivants.

Toutefois, ces niveaux peuvent être comparés, à titre illustratif et en dehors de tout cadre réglementaire français, à des réglementations en vigueur dans d'autres pays européens qui utilisent comme indicateur le niveau large bande, par exemple en Allemagne. Selon cette analyse, seules les opérations de battage pieu dépasseraient les seuils de 160 dB ref.  $1\mu\text{Pa}^2\text{s}$  (Recommandation Federal Environmental Agency Umweltbundesamt, UBA).

Pour le jacket à la distance de 750 m du centre d'une éolienne, le bruit ambiant existant domine le bruit engendré par le parc éolien en fonctionnement.

Tableau 30 : Niveaux de bruit large bande estimés à point source et à une distance de référence de 750 m de leur origine.

Scénario	Typologie	Niveaux de bruit introduits dans le milieu A 1 m dans la bande 50Hz – 67kHz	Niveaux de bruit large bande prédits à 750m des ateliers			Distances médianes d'émergence des bruits du projet large bande
			Min	Médiane	Max	
			(dB réf. 1µPa²s)			Milles nautiques
<b>Forage de Jacket d'éolienne (pieu de 2.2m de diamètre)</b>	Source de bruit fixe et quasi-continue dont l'énergie émise est majoritairement proche du fond	177 dB réf. 1µPa²s @1m	129.4	129.5	129.7	4,1
<b>Battage de Jacket d'éolienne (pieu de 2.2m de diamètre)</b>	Source de bruit fixe et impulsionnelle dont l'énergie est distribuée sur la colonne d'eau	211 dB réf. 1µPa²s @1m	165.9	166.1	166.3	20,9
<b>Forage de Jacket du poste électrique (pieu de 3.0m de diamètre)</b>	Source de bruit fixe et quasi-continue dont l'énergie émise est majoritairement proche du fond	180 dB réf. 1µPa²s @1m	132.4	132.6	132.8	5,8
<b>Battage de Jacket du poste électrique (pieu de 3.0m de diamètre)</b>	Source de bruit fixe et impulsionnelle dont l'énergie est distribuée sur la colonne d'eau	214 dB réf. 1µPa²s @1m	168.9	169.2	169.4	24,7
<b>Dragage</b>	Source de bruit lentement mobile et quasi-continue dont l'énergie émise est à la fois proche de la surface et proche du fond	188 dB réf. 1µPa²s @1m	140.6	140.9	141.2	9,3
<b>Ensoilage des câbles</b>	Source de bruit lentement mobile et quasi-continue dont l'énergie émise est à la fois proche de la surface et proche du fond	181 dB réf. 1µPa²s @1m	134.3	134.5	135.0	5,7
<b>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</b>	Sources de bruit en manœuvre sur la zone du projet ou mobiles entre la zone du projet et les ports, 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

### 4.3.5 Caractéristiques temporelles des activités

Les travaux sont prévus sur 3 années. Dans le cadre de la consultation du Parc Naturel Marin des Estuaires Picards et de la Mer d'Opale (PNM EPMO) ainsi que l'Agence Française pour la Biodiversité (AFB) des demandes d'autorisations relatives au projet éolien en mer de Dieppe Le Tréport, la société porteuse du projet Eoliennes en mer Dieppe Le Tréport (EMDT) s'est engagée à mettre en oeuvre l'exclusion de toute opération de battage de pieux pendant la période de 4 mois la plus sensible pour les espèces marines afin de réduire l'impact des nuisances sonores des travaux.

Le recueil d'avis d'expert (DREAL Normandie, cellule Cohabys Adera Université de La Rochelle, retours d'expérience sur des projets étrangers) montre que le Marsouin commun est l'espèce la plus impactée car fréquentant plus largement le site de projet. Cette fréquentation s'observe à son maximum pendant les mois de février à mai. De plus, le marsouin est une espèce acoustiquement plus sensible aux bruits susceptibles d'être générés par du battage de pieux que les deux espèces de phoques. Par ailleurs, cette espèce présente un statut bien plus menacé que les espèces de phoques (listes rouges régionales, nationale, européenne).

Dès lors, après échanges avec les experts du sujet, il apparaît pertinent de fixer la période d'exclusion du battage entre début février et fin mai bénéficiant ainsi en priorité au Marsouin commun lors de sa fréquentation maximum mais également au Phoque gris pendant sa période de mue et postérieurement à sa période de mise bas permettant aux mères et leurs petits une quiétude renforcée. Le Phoque veau-marin bénéficiera également de cette période d'interruption du battage de manière indirecte.

Tableau 31 : Phasage des travaux et sensibilité biologique de chaque espèce.

Phases du chantier	Année 2												Année 3											
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Installation des pieux						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Installation des fondations																								
Installations des câbles																								
Installation du poste électrique																								
<i>Périodes sensibles (accouplement / mise-bas)</i>																								
Marsouin commun						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Phoque veau-marin						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Phoque gris	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
<i>Présence maximale sur l'aire d'étude immédiate</i>																								
Marsouin commun		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	

## 4.4 Évaluation des impacts sur les tortues marines

### 4.4.1 La sensibilité acoustique des tortues marines

#### 4.4.1.1 Généralités

Les seuils de perte d'audition temporaire ou permanente chez les tortues marines n'ont pas été établis. Cependant, il a été observé une perte d'audition temporaire pour une émission sonore supérieure 15 dB (Lenhardt *et al.* 2002), les SPL (Sound Pressure Level) supérieurs à 166 dB re 1µPa augmenteraient l'activité de nage chez les tortues marines (Mc Cauley *et al.* 2000). Enfin, selon la NMFS (National Marine Fisheries Service), les tortues marines ne devraient pas être exposées à des niveaux de bruit pulsé sous l'eau supérieurs à 190 dB re 1µPa (Scripps Institution of Oceanography, UCSD, 2012).

Les effets à court et à long terme sur la santé et le comportement des tortues marines exposées à des émissions sonores sont encore mal connus. Les effets d'une émission sonore sur les tortues marines dépendront notamment de la source de l'émission, de la distance qui sépare l'animal de la source sonore, de la taille et de la position dans la colonne d'eau de l'animal (Viada *et al.* 2008). Après une émission sonore basse fréquence, les tortues marines placées dans des bassins expérimentaux sont agitées, présentent des mouvements saccadés de leur corps, rétractent leur cou ou encore restent inactives de façon prolongée sur le fond. Sur le long terme, les émissions sonores peuvent augmenter le stress, causer des blessures physiologiques aux oreilles, altérer les temps de plongée et de surface ou encore perturber leur sens de l'orientation (Samuel *et al.* 2005).

Tableau 32 : Sensibilité acoustique des tortues marines

Types d'espèces	Gamme de Fréquences de perception	Bruits impulsifs			Bruits continus		
		Exprimés en Niveau d'Exposition Sonore			Exprimés en Niveau de Pression Sonore		
		Unité dB réf. 1µPa²s			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
Tortues marines	< 0,9kHz	166	175	210	NC	NC	NC

Source : Quiet-Oceans, 2016

### 4.4.1.2 Sensibilités des tortues marines associées aux différents ateliers

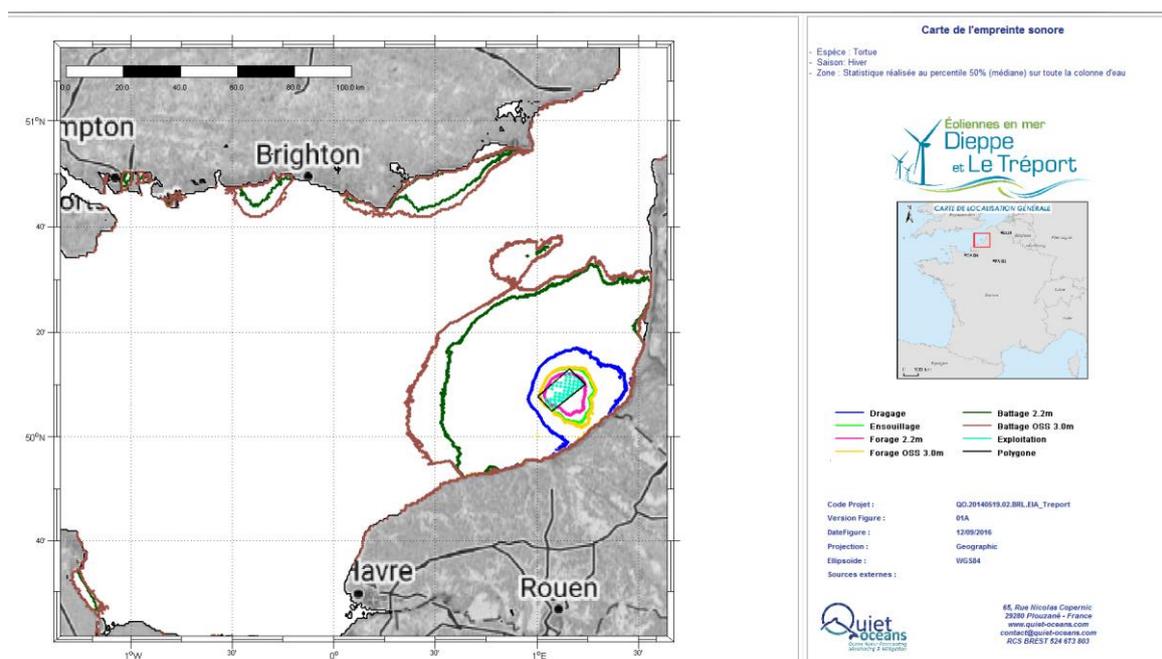
A partir des seuils de sensibilité des tortues marines, des mesures du bruit ambiant et des simulations acoustiques pour chaque type de travaux, des cartes d'estimation des risques ont été réalisées pour les tortues marines (Quiet-Oceans, 2016).

Tableau 33 : Etendues des zones d'impacts physiologiques en fonction de la nature des travaux chez les tortues marines

Ateliers Durée d'exposition : 1 seconde	Zone de perception sonore (médiane en km)	Zone de modification du comportement (médiane en km)	Zone de dépassement des seuils de dommage physiologique temporaire (médiane en km)	Zone de dépassement des seuils de dommage physiologique permanent (médiane en km)
Dragage	26	0,04	-	-
Ensuillage	26	0	-	-
Forage	8	0	-	-
Battage éolienne (pieu de 2,2m)	33	0,5	0,2	-
Battage poste électrique (pieu de 3m)	40	1	0,2	-
Maintenance	21	-	-	-
Fonctionnement	3	-	-	-

Source : Quiet-Oceans, 2016

Figure 79 : Cartographie des zones de perception des bruits du projet pour les tortues marines



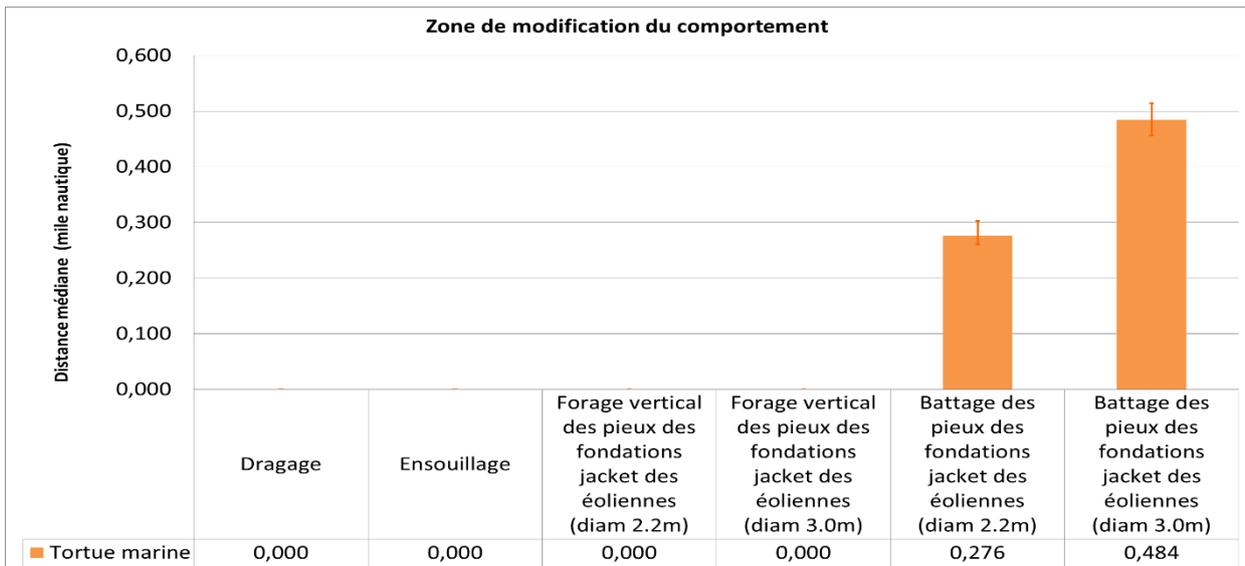
Source : Quiet-Oceans, 2016

Les zones de perception du projet s'étendent jusqu'à 40 km dans le cas de battage des pieux de 3 m. L'empreinte sonore minimum du projet est de 8 km en phase de travaux et de 3 km en phase d'exploitation.

Le battage d'un pieu de 2,2 m est susceptible de modifier le comportement dans un rayon de 500 m (Figure 80) et de créer des dommages physiologiques temporaires dans un rayon de 200 m (Figure 81). Aucun dommage permanent n'est envisagé (Figure 81).

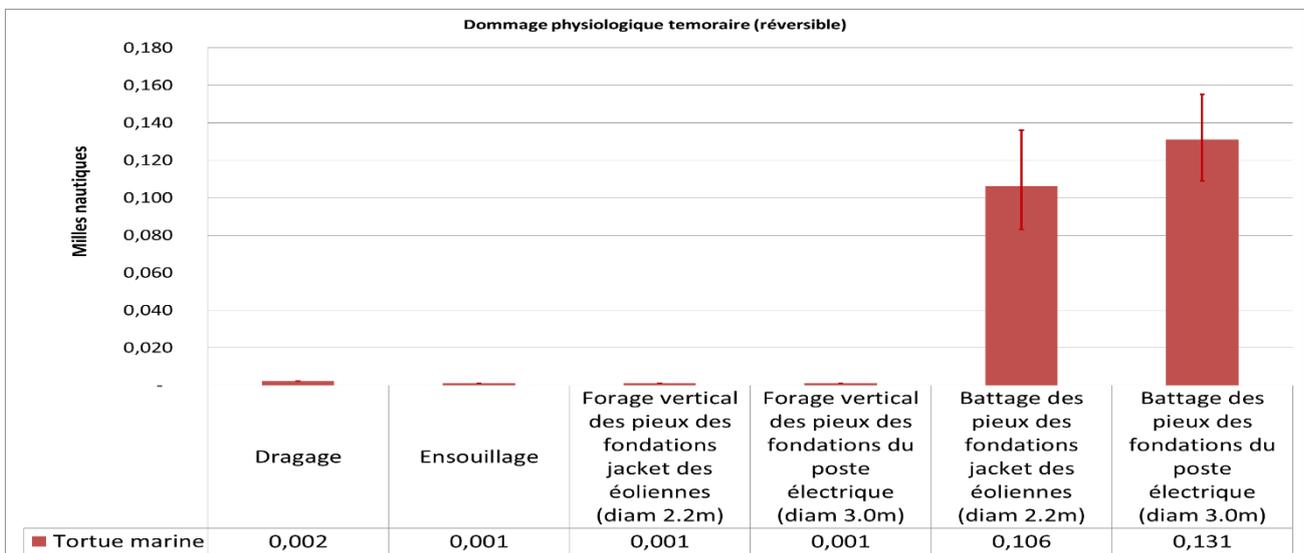
L'impact maximal est atteint pour les pieux de 3 m de diamètre (sous-station) avec une modification de comportement sur 1 km et des dommages physiologiques temporaires dans un rayon de 250 m.

Figure 80 : Limites médianes des zones de risque de modification du comportement pour les tortues marines



Source : Quiet-Oceans, 2016

Figure 81 : Limites médianes des zones de risque de dommage physiologique direct pour les tortues marines



Source : Quiet-Oceans, 2016

Les autres ateliers de construction du parc entraînent des étendues négligeables.

### 4.4.1.3 Synthèse des sensibilités spécifiques aux différents ateliers des tortues marines

Le Tableau 34 synthétise les informations concernant les sensibilités de chaque groupe pour chaque partie des phases de construction et d'exploitation. Cette sensibilité n'est pas la sensibilité globale de l'espèce au bruit mais la sensibilité particulière à un effet particulier (qui diffère selon la phase). Celle-ci prend donc déjà en compte des éléments de caractérisation de l'effet.

Tableau 34 : Synthèse de la sensibilité auditive des tortues marines par type d'atelier

Synthèse de la sensibilité acoustique par espèce et par type d'atelier									
Espèces	Phase de construction						Phase d'exploitation		Démantèlement
	Dragage	Ensouillage	Forage vertical (2,2 m)	Battage (2,2 m)	Forage vertical (8 m)	Battage (3,3 m)	Maintenance	Exploitation	Toutes
Tortues marines	Faible	Faible	Négligeable	Faible	Faible	Faible	Faible	Négligeable	Faible

Négligeable	Aucun risque de dommages physiologiques ni de changements de comportements – Empreinte sonore <14 km- (7,5 MN).
Faible	Risques de dommages physiologiques temporaires sur des distances maîtrisables (<300 m - environ 0,15 MN) ou risque connu de changements de comportement sur des distances inférieures à 5 km (environ 2,7 MN) ou empreinte sonore > 14 km (7,5 MN)
Modéré	Risques de dommages physiologiques temporaires sur des distances non maîtrisables (environ 300 m - 0,15 MN) mais inférieurs à 5 km (2,7 MN) ou risques de modifications du comportement sur des distances supérieures à 5 km (2,7 MN).
Fort	Risque de dommages permanents Risques de dommages physiologiques temporaires sur des distances supérieures à 5 km (environ 2,7 MN)

## 4.4.2 Évaluation des impacts sur les tortues marines

Notons qu'une seule espèce fait l'objet d'une évaluation des impacts : la Tortue luth. Les autres espèces (Tortue caouanne et Tortue de Kemp) représentent un enjeu négligeable et ne sont donc pas évaluées.

Dans l'aire d'étude large, les échouages de tortues marines sont occasionnels et l'observation d'individus encore plus exceptionnelle. Une seule observation est recensée au sud de l'aire d'étude large concernant une Tortue luth. Dans le cadre des campagnes dédiées à ce projet, aucune observation n'a été réalisée sur l'aire d'étude éloignée.

### 4.4.2.1 Impacts par modification de l'ambiance sonore sous-marine en phase de construction

Le Tableau 35 dresse donc, en l'état actuel des connaissances, les principaux impacts acoustiques en phase de construction. Cet impact est considéré comme temporaire. La zone d'effet varie en fonction de la nature des travaux (battage, forage ...) et du groupe d'espèce.

Le risque est évalué à dire d'expert en fonction de la régularité de la présence de l'espèce, des densités observées et de sa répartition spatiale.

Tableau 35 : Analyse des impacts acoustiques sur les tortues marines en phase de construction

Analyse des impacts en phase de construction					
Espèce ou groupe d'espèces	Enjeu	Nature des opérations	Sensibilité	Risque concernant l'espèce	Niveau d'impact
Tortue luth	Faible	Battage (2,2 m ou 3 m)	Faible	Faible Présence très occasionnelle dans l'aire d'étude immédiate, éloignée et large	→ Négligeable
		Autres phases	Faible		→ Négligeable

### 4.4.2.2 Impacts par modification de l'ambiance sonore sous-marine en phase d'exploitation

Le Tableau 36 dresse donc, en l'état actuel des connaissances, les principaux impacts acoustiques en phase d'exploitation. Cet impact est considéré comme permanent au contraire de la phase de construction. Cet impact intègre également les opérations de maintenance.

Le risque est évalué à dire d'expert en fonction de la régularité de la présence de l'espèce, des densités observées et de sa répartition spatiale. Les justifications sont les mêmes que pour l'impact acoustique en phase de construction.

Tableau 36 : Analyse des impacts acoustiques sur les tortues marines en phase d'exploitation

Analyse des impacts en phase d'exploitation					
Espèce ou groupe d'espèces	Enjeu	Sensibilité	Risque concernant l'espèce		Niveau d'impact
Tortue luth	Faible	Faible	Faible	→	Négligeable

#### 4.4.2.3 Impact par modification du champ magnétique

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 et de naviguer à travers les océans. La sensibilité de l'espèce est donc considérée comme modérée.

Cependant, selon le système de câbles utilisé, le fait qu'il sera ensouillé ou recouvert d'embrochement minimise l'impact. De plus, les individus contactés dans l'aire d'étude large sont probablement des individus déjà désorientés. Nous considérons la sensibilité comme modérée.

Le tableau suivant dresse donc, en l'état actuel des connaissances, les impacts par pollution magnétique en phase d'exploitation. Cet impact est considéré comme permanent. La zone d'effet correspond à l'aire d'étude immédiate où les densités de câblages sont les plus importantes.

Le risque est considéré comme faible car il s'agit d'une espèce occasionnelle sur l'aire d'étude immédiate mais également car l'ensouillage ou l'embrochement du câble devrait minimiser le volume d'eau impacté.

Tableau 37 : Analyse des impacts sur les tortues marines par pollution magnétique

Analyse des impacts par pollution magnétique					
Espèce ou groupe d'espèces	Enjeu	Sensibilité	Risque concernant l'espèce		Niveau d'impact
Tortue luth	Faible	Modérée	Faible	→	Faible

#### 4.4.2.4 Impacts par perte, altération ou modification d'habitat

Une perte d'habitat peut être due à la fois aux modifications directes de l'habitat notamment par la mise en suspension des sédiments ou par l'impact indirect sur les réseaux trophiques.

Les tortues marines utilisent leur vue pour s'orienter, rechercher de la nourriture et éviter les obstacles ou les prédateurs. L'augmentation de la turbidité de façon temporaire peut avoir pour impact de diminuer la visibilité des tortues marines et diminuer leur potentiel de capture de proies ou les rendre plus vulnérables face aux prédateurs ou aux obstacles.

Contrairement au littoral atlantique, l'aire d'étude immédiate n'est pas un habitat adéquat pour ces espèces, qui s'y retrouvent souvent de manière contrainte et forcée (animal dérivant), souvent en détresse. L'espèce se nourrit principalement de méduses mais également d'algues, de céphalopodes et secondairement de poissons. A notre connaissance, il n'y a pas pour l'instant pas d'étude scientifique cherchant à déterminer les effets de sources de bruit d'origine anthropique tels que le battage de pieux, les activités maritimes ou les sonars sur les invertébrés marins. Bien qu'il soit reconnu que les invertébrés sont sensibles aux ondes basses fréquences, il semblerait cependant qu'il n'y ait pas encore de données fiables à ce jour sur les dommages physiologiques chez les invertébrés exposés à des bruits anthropiques (OSPAR Commission, 2009).

Le Tableau 38 dresse donc, en l'état actuel des connaissances, les principaux impacts par modification d'habitat. La zone d'effet se concentre sur l'aire d'étude immédiate. L'impact est considéré comme temporaire car principalement concentré en phase de construction.

Tableau 38 : Analyse des impacts sur les tortues marines par modification d'habitats

Analyse des impacts par modification d'habitat					
Espèce ou groupe d'espèces	Enjeu	Sensibilité	Risque concernant l'espèce		Niveau d'impact
Tortue luth	Faible	Modérée	Faible	→	Faible

#### 4.4.2.5 Impacts par collision avec des navires

Les tortues marines sont des espèces pulmonées, nécessitant de remonter à la surface pour respirer. Il s'agit d'un moment sensible, où elles peuvent être percutées par les bateaux. Ces collisions peuvent avoir lieu en phase chantier par les bateaux du chantier mais aussi en phase d'exploitation lors des opérations de maintenance.

La sensibilité est considérée comme forte, la majorité des individus fréquentant l'aire d'étude étant probablement à la dérive, en difficulté et donc en surface.

Le Tableau 40 dresse donc, en l'état actuel des connaissances, les principaux impacts par collision. La zone d'effet se concentre sur l'aire d'étude immédiate. L'impact est considéré comme temporaire car principalement concentré en phase de construction.

Tableau 39 : Analyse des impacts sur les tortues marines par collision avec les bateaux

Analyse des impacts par collision avec les bateaux					
Espèce ou groupe d'espèces	Enjeu	Sensibilité	Risque concernant l'espèce		Niveau d'impact
Tortue luth	Faible	Forte	Faible	→	Faible

#### 4.4.2.6 Synthèse des impacts sur les tortues marines

Le tableau suivant dresse donc la synthèse des évaluations des impacts concernant les tortues marines.

Tableau 40 : Synthèse des impacts sur les tortues marines

Synthèse des impacts						
Phase	Acoustiques			Pollution magnétique	Modification d'habitat	Collision avec des navires
	Construction		Exploitation			
Espèce ou groupe d'espèces	Battage (2,3m)	Autres ateliers				
Tortue luth	Négligeable	Négligeable	Négligeable	Faible	Faible	Faible

Les impacts du projet sur la Tortue luth sont considérés comme faibles à négligeables, principalement en raison du faible risque de présence de l'espèce dans l'aire d'étude immédiate.

## 4.5 Évaluation des impacts sur les mammifères marins

### 4.5.1 La sensibilité acoustique des mammifères marins

#### 4.5.1.1 Généralités

A ce jour, la bibliographie fournit des seuils biologiques en fonction des classes d'espèce relatifs d'une part aux bruits impulsifs intégrés sur une seconde et d'autre part des seuils biologiques associés au 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). Ces expériences ont été menées pour des durées limitées (respectivement 240 min et 30 min) très différentes des durées cumulées prises en compte dans ce projet (plusieurs dizaines d'heures).

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 pour la perte d'audition sont globalement compris autour de 198 dB re 1 $\mu$ Pa pour les cétacés, 186 dB re 1 $\mu$ Pa pour les pinnipèdes sous l'eau et 144 dB re 20 $\mu$ Pa pour les pinnipèdes dans l'air. Pour les perturbations comportementales, les seuils passent à 183 dB re 1 $\mu$ Pa pour les cétacés, 171 dB re 1 $\mu$ Pa pour les pinnipèdes dans l'eau et 100 dB re 20 $\mu$ Pa pour les pinnipèdes dans l'air.

Tableau 41 : Synthèse des seuils de perturbation sonore pour les mammifères marins susceptibles d'être présents dans la zone d'étude

Groupes d'espèces	Gamme de fréquences de perception Seuil de réaction	Bruits impulsifs (1 seconde) exprimés en niveau d'exposition sonore Unité : dB réf. 1 $\mu$ Pa <sup>2</sup> s			Bruits continus (24 heures) exprimés en niveau d'exposition sonore Unité dB réf. 1 $\mu$ Pa		
		Seuil de réaction	Seuil de dommage temporaire	Seuil de dommage permanent	Seuil de réaction	Seuil de dommage temporaire	Seuil de dommage permanent
<b>Cétacés Hautes Fréquences</b>	200Hz-180kHz	145 (*)	164	179	Inconnu	224	230
<b>Cétacés Moyennes Fréquences</b>	150Hz-160kHz	120	183	198	Inconnu	224	230
<b>Cétacés Basses Fréquences</b>	7Hz-22kHz	120	183	198	Inconnu	224	230
<b>Pinnipèdes dans l'eau</b>	75Hz-75kHz	120	171	186	Inconnu	212	218

Source : Southall, *et al.*, 2007, Lucke, *et al.*, 2009, Popper, *et al.*, 2014

Concernant le seuil de modification du comportement ou de dérangement, Southall *et al.*, 2007 classent les réactions comportementales suivant un indice variant de 1 à 9 (1 : pas de réaction, 9 : panique, échouage), le niveau de 120 dB choisi dans cette étude est susceptible de provoquer des réactions d'indices variant de 2 à 4 (alerte individuelle, changement mineur et modéré de la vitesse, de la direction de nage, du rythme de respiration et du profil de plongée, mais pas de réaction d'évitement de la source sonore). Ce seuil est appliqué pour les cétacés et les pinnipèdes.

#### 4.5.1.2 Méthode d'estimation du nombre de cétacés affectés

L'estimation du nombre de cétacés affectés est réalisée à partir des données SAMM du programme PACOMM (Pettex, 2014). Seules données globales compatibles avec la dimension des empreintes sonores du projet, en particulier celles issues du battage de pieux (voir chapitre 3.3.1.2.2) sont utilisées.

Le projet 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'individus par km<sup>2</sup> pour certaines espèces de mammifères marins 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 du nombre d'individus affectés a été élaborée dans le cadre du projet de recherche RESPECT (Pettex.E, 2016) et est appliquée au cas du projet de Dieppe -Le Tréport. La disponibilité des données d'habitat limite toutefois le nombre d'espèces pour lesquelles cette quantification est réalisable. Aussi, la quantification du nombre d'individus susceptibles d'être dérangés ou impactés par les différentes phases est établie uniquement pour :

- ▶ Phocoenidae (Marsouin),
- ▶ Globicephaline (Globicéphale noir et Dauphin de Risso),
- ▶ Delphininae (Grands delphininés : Grand Dauphin),
- ▶ Delphininae (petits delphininés : Dauphin commun et Dauphin bleu et blanc).

#### 4.5.1.3 Sensibilités acoustiques des mammifères marins associées aux différents ateliers de la phase de construction et d'exploitation

Les différents ateliers de la phase de construction et les bruits associés sont décrits dans le chapitre 4.3.1.

A partir des seuils de sensibilité des mammifères marins, des mesures du bruit ambiant et des simulations acoustiques pour chaque type de travaux, des cartes d'estimation des risques ont été réalisées pour chacun des groupes de mammifères marins (Quiet-Oceans, 2016).

##### 4.5.1.3.1 Mammifères hautes fréquences

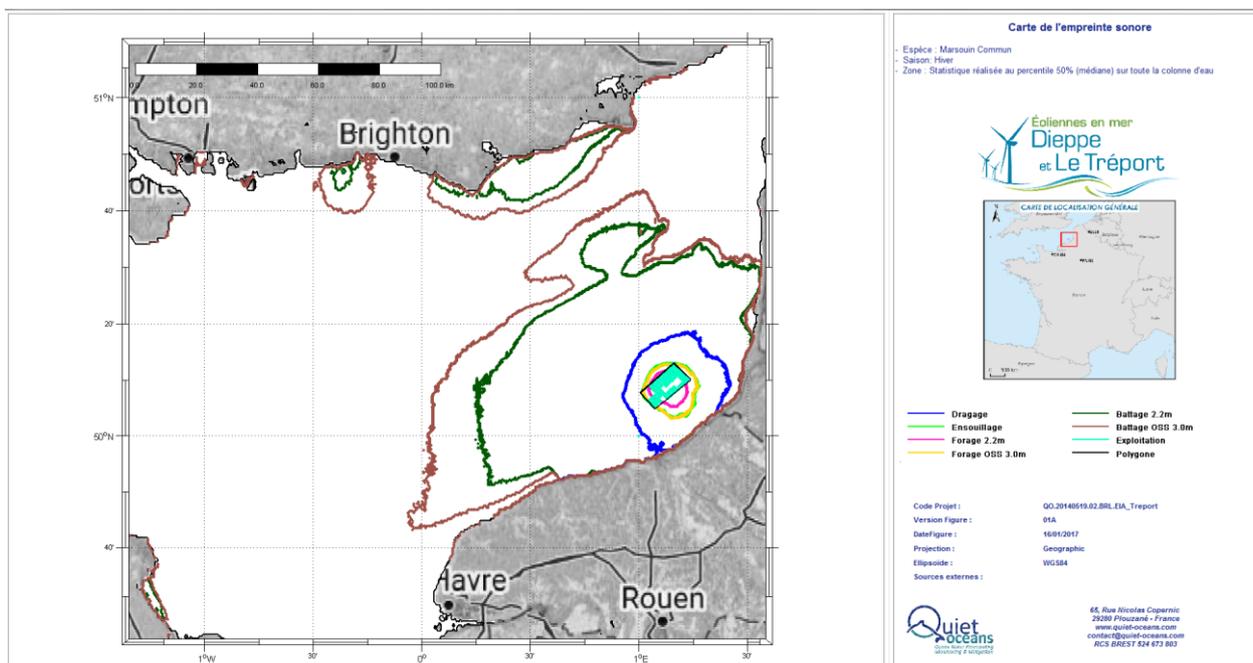
Ce groupe comprend uniquement le Marsouin commun, espèce la plus commune dans l'aire d'étude éloignée et dans l'aire d'étude immédiate. Cette espèce est présente toute l'année avec de plus fortes densités entre février et mai. La présence estivale de l'espèce laisse planer le doute quant à la possibilité de reproduction sur l'aire d'étude. Même si aucun indice sur des individus vivants n'a été recueilli (femelle accompagnée de son petit), des échouages de femelles gestantes ou de jeunes ont été notés en Normandie.

Tableau 42 : Etendues des zones de perception sonore et d'impacts comportementaux ou physiologiques en fonction de la nature des travaux pour les mammifères marins hautes fréquences

Mammifères marins Hautes fréquences (gamme de perception entre 200 Hz et 180 Hz)				
Atelier Durée d'exposition 1 seconde	Zone de perception sonore (médiane en km)	Zone de modification du comportement (médiane en km)	Zone de dépassement du seuil de dommage physiologique temporaire (médiane en km)	Zone de dépassement du seuil de dommage physiologique permanent (médiane en km)
Dragage	17	0,33	Non significatif	Non atteint
Ensouillage	8,8	0,11	Non significatif	Non atteint
Forage éolienne (pieu de 2,2m)	6	0,1	Non significatif	Non atteint
Forage poste électrique (pieu de 3,0m)	8,5	0,13	Non significatif	Non atteint
Battage éolienne (pieu de 2,2 m)	38,7	3,3	0,3	Non atteint
Battage poste électrique (pieu de 3 m)	46	4,6	0,4	Non atteint

Source : Quiet-Oceans, 2016

Figure 82 : Cartographie des zones de perception des bruits du projet pour le Marsouin commun

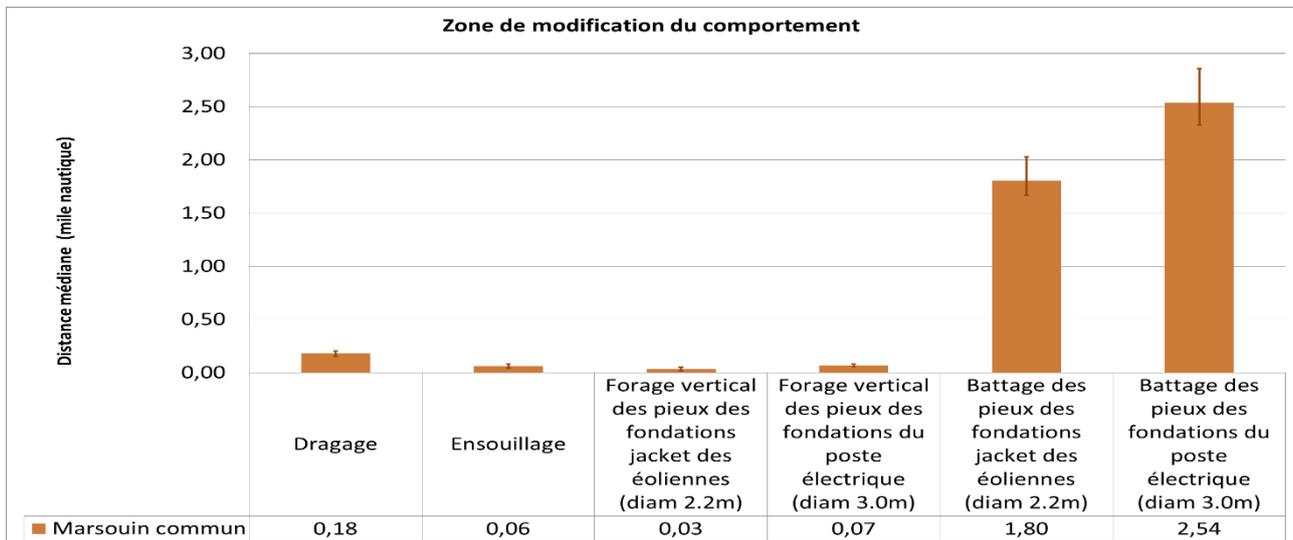


Source : Quiet-Oceans, 2016

Pour le Marsouin commun, les zones de perception du bruit s'étendent jusqu'à 46 km pour le battage et 6 km au maximum pour le forage.

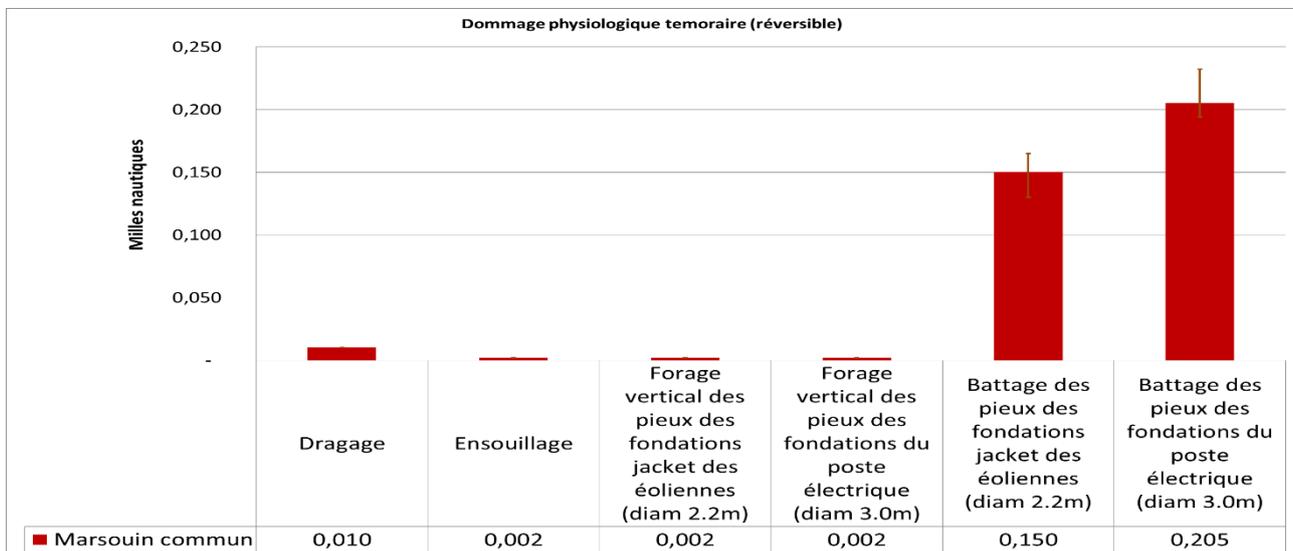
Les étendues des zones d'impact pour cette espèce sont les plus importantes au regard de l'ensemble des mammifères marins. Le battage du pieu de 3 m est l'activité la plus impactante puisqu'elle est susceptible de modifier le comportement du Marsouin commun dans un rayon de 4,7 km autour du point de battage et de créer des dommages physiologiques temporaires jusqu'à 400 m. Aucun dommage permanent n'est toutefois envisagé (Quiet-Oceans, 2016).

Figure 83 : Limites médianes des zones de risque de modification du comportement pour le Marsouin commun



Source : Quiet-Oceans, 2016

Figure 84 : Limites médianes des zones de risque de dommage physiologique direct pour le Marsouin commun



Source : Quiet-Oceans, 2016

Les autres ateliers de construction du projet entraînent des étendues de zones d'impacts plus faibles mais non négligeables. Celles-ci peuvent induire des dommages temporaires dans un périmètre de 200 m.

## 4. Impact

### 4.5 Évaluation des impacts sur les mammifères marins

#### 4.5.1 La sensibilité acoustique des mammifères marins

Un calcul théorique donne potentiellement une atteinte du seuil de dommage physiologique permanent sur une distance de 0,024 mille nautique pour le battage des pieux de la fondation du poste électrique en mer et 0,008 milles nautiques pour le battage des éoliennes, distances à la limite de validité du modèle étant donné les dimensions physiques de la source. En ce qui concerne les autres activités du projet, ni le modèle, ni les calculs théoriques ne font ressortir de dépassement du seuil de dommage physiologique permanent pour le Marsouin commun.

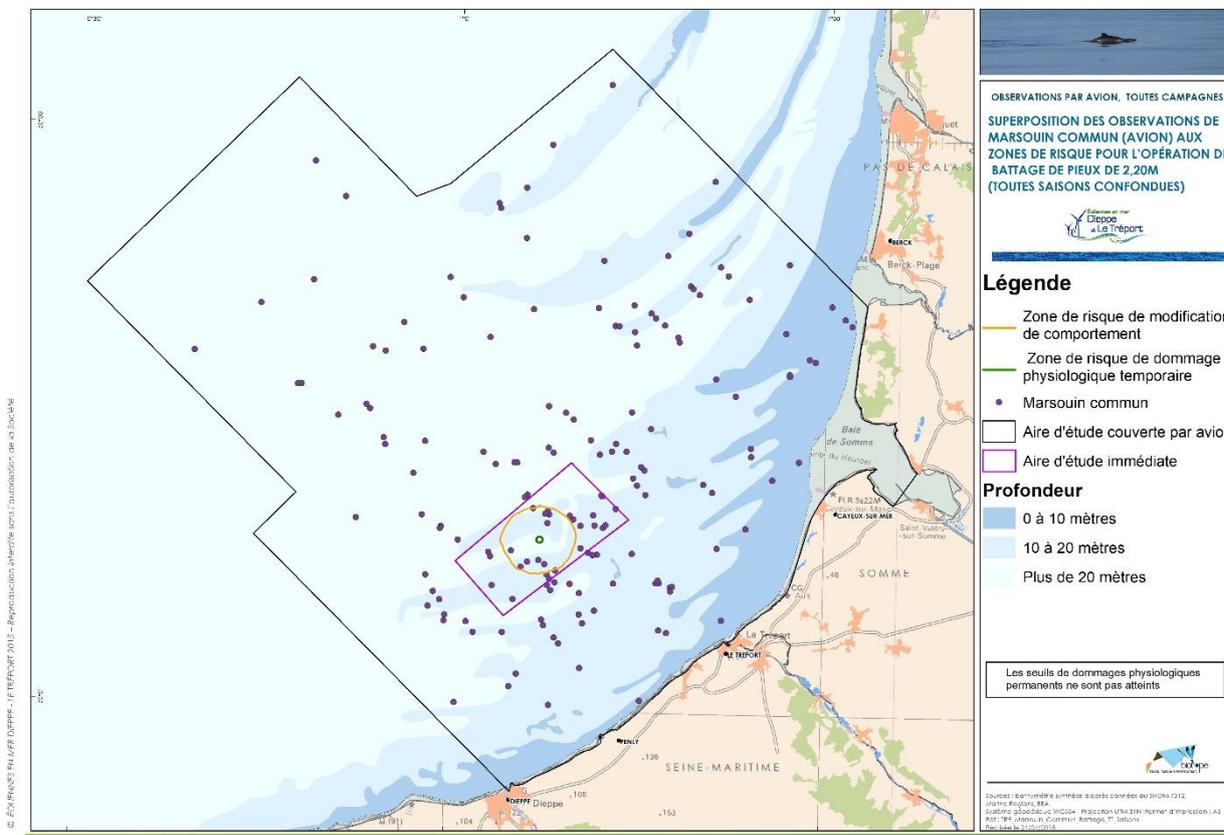
En phase exploitation, l'empreinte sonore minimum du projet est de 3 km pendant le fonctionnement des éoliennes.

Des modélisations ont été réalisées, en croisant les données des campagnes SAMM, les données acoustiques et le modèle d'habitat (Pettex & al, 2016) (voir 0). Ces modélisations permettent de déduire le nombre d'individus susceptibles d'être concernés par les différents ateliers.

Le nombre maximum d'individus de Marsouin commun susceptibles d'être exposé est atteint pour le battage des pieux de 3 m. 3 500 marsouins seraient ainsi soumis à l'empreinte sonore associé et 20 individus seraient susceptibles d'avoir une modification de comportement.

La carte ci-dessous représente la superposition des zones de risque et des observations réalisées en avion de Marsouin commun. Elle a comme objectif de montrer les zones occupées par l'espèce en l'absence d'habitat préférentiel bien défini. Il s'agit là d'observations cumulées, il faut donc bien comprendre que des individus ont pu être comptés et notés à l'occasion de plusieurs sorties. Les zones de risque concernent l'atelier de battage des pieux des fondations des éoliennes, atelier le plus impactant car sur une longue durée (contrairement au battage des pieux du poste électrique)

Figure 85 : Superposition des zones de risques aux données d'observation de Marsouin commun



### 4.5.1.3.2 Mammifères moyennes fréquences

Ce groupe intègre de nombreuses espèces dont le Grand Dauphin, le Dauphin commun, le Dauphin bleu et blanc ou encore le Globicéphale noir. Pour ces espèces, les seuils de modification de comportement ne sont pas connus (une valeur conservatrice de 120 db a été néanmoins prise en compte).

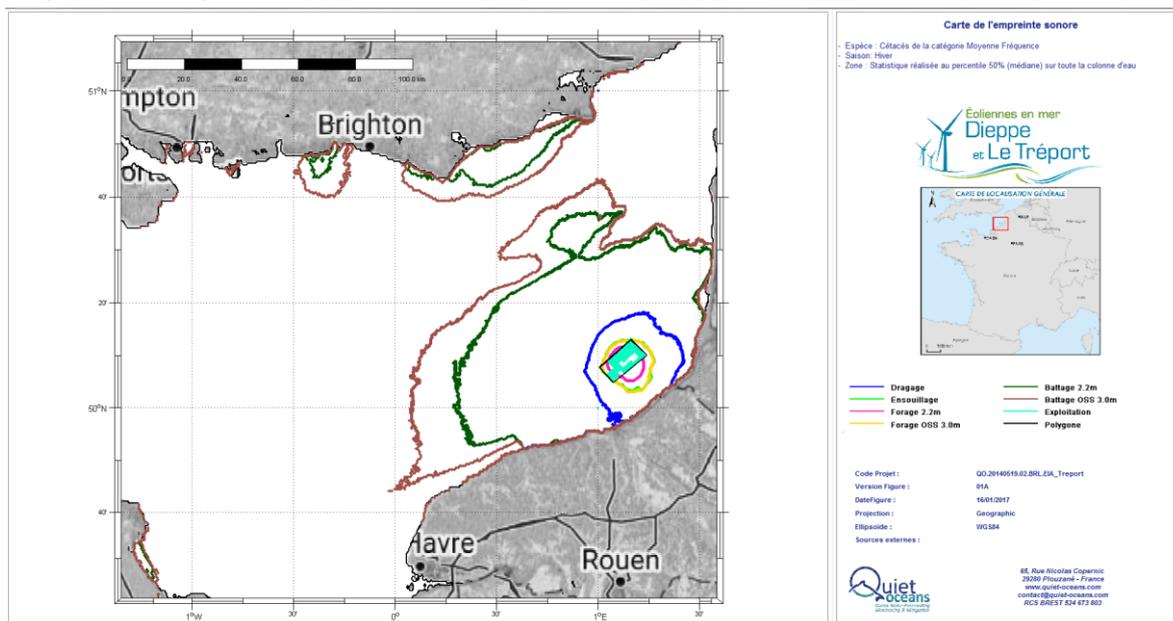
Le Grand Dauphin est bien moins régulier que le Marsouin commun dans l'aire d'étude. Les premières informations laissent penser qu'il est présent dans l'aire d'étude large toute l'année mais de façon transitoire (passage dans la zone).

Tableau 43 : Etendues des zones de perception sonore et d'impacts comportementaux ou physiologiques en fonction de la nature des travaux pour les mammifères marins moyennes fréquences

Mammifères marins Moyennes fréquences (gamme de perception entre 150 Hz et 160 kHz)				
Atelier Durée d'exposition 1 seconde	Zone de perception sonore (médiane en km)	Zone de modification du comportement (médiane en km)	Zone de dépassement du seuil de dommage physiologique temporaire (médiane en km)	Zone de dépassement du seuil de dommage physiologique permanent (médiane en km)
Dragage	17	6	Non significatif	Non atteint
Ensoilage	9	2,8	Non atteint	Non atteint
Forage éolienne (pieu de 2,2m)	6	1,6	Non atteint	Non atteint
Forage poste électrique (pieu de 3,0m)	9	2,5	Non atteint	Non atteint
Battage (pieu de 2,2 m)	40	34,5	Non significatif	Non atteint
Battage poste électrique (pieu de 3 m)	43	41,5	Non significatif	Non atteint

Source : Quiet-Oceans, 2016

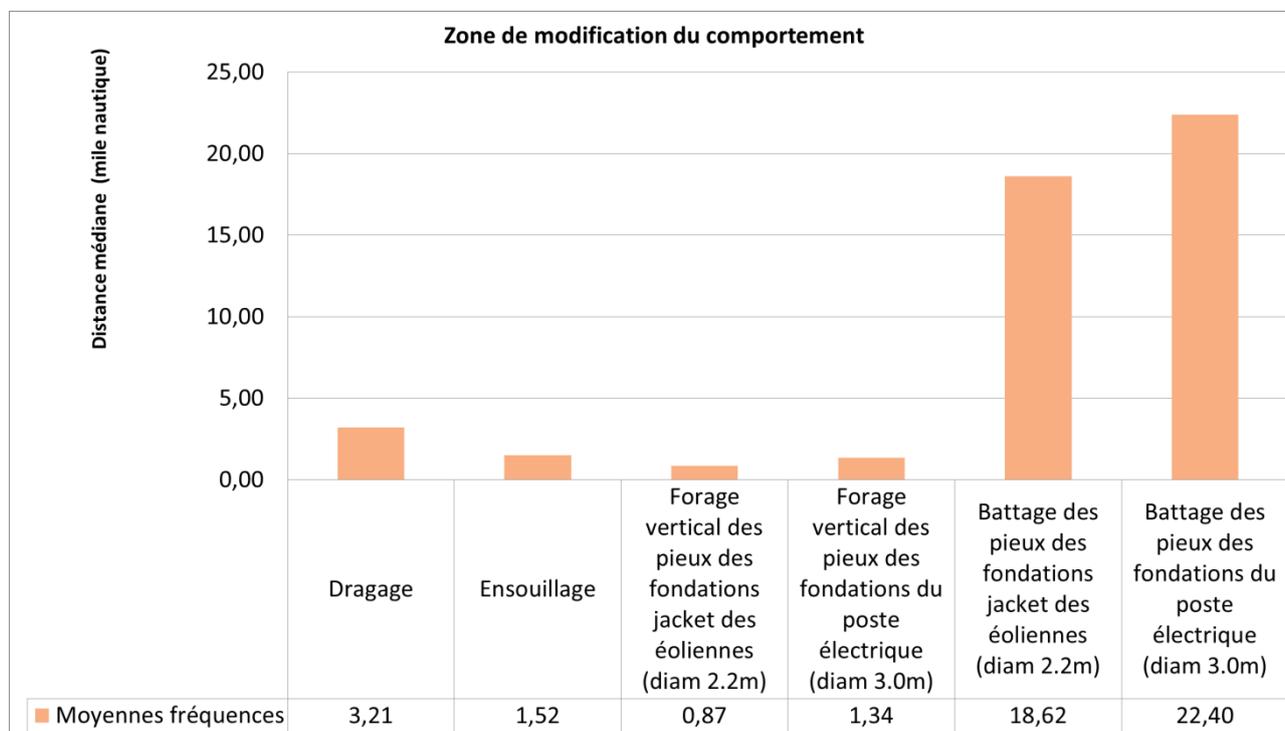
Figure 86 : Cartographie des zones de perception des bruits du projet pour les cétacés moyennes fréquences



Source : Quiet-Oceans, 2016

Pour les mammifères moyennes fréquences (dauphins, globicéphales) les zones de perception du bruit s'étendent jusqu'à 43 km dans le cas de battage des pieux de la sous-station. L'empreinte sonore minimum du projet est de 6 km en phase travaux lors des opérations de forage.

Figure 87 : Limites médianes des zones de risque de modification du comportement pour les cétacés moyennes fréquences



Source : Quiet-Oceans, 2018

Les zones de dérangement pour les cétacés moyennes fréquences ne sont pas systématiquement très différentes des limites de l'empreinte sonore en raison du seuil de tolérance choisi (120 dB, valeur conservatrice). Une forte disparité existe entre les différents ateliers de construction. Les opérations de battage des pieux des fondations d'éoliennes et ceux de la fondation du poste électrique en mer présentent un risque de modification du comportement dans des rayons médians de 18,6 et 22,4 milles nautiques, soit respectivement des surfaces de 4200 et 6200 km<sup>2</sup>. Les autres activités présentent des zones de risque de dérangement très inférieures (respectivement de 3,2 et 1,5 milles nautiques pour le dragage et l'ensouillage). Le forage vertical entraîne un rayon médian faible inférieur 1,4 milles nautiques en fonction du diamètre.

Aucun dommage physiologique permanent ni temporaire n'est prévu quel que soit l'atelier.

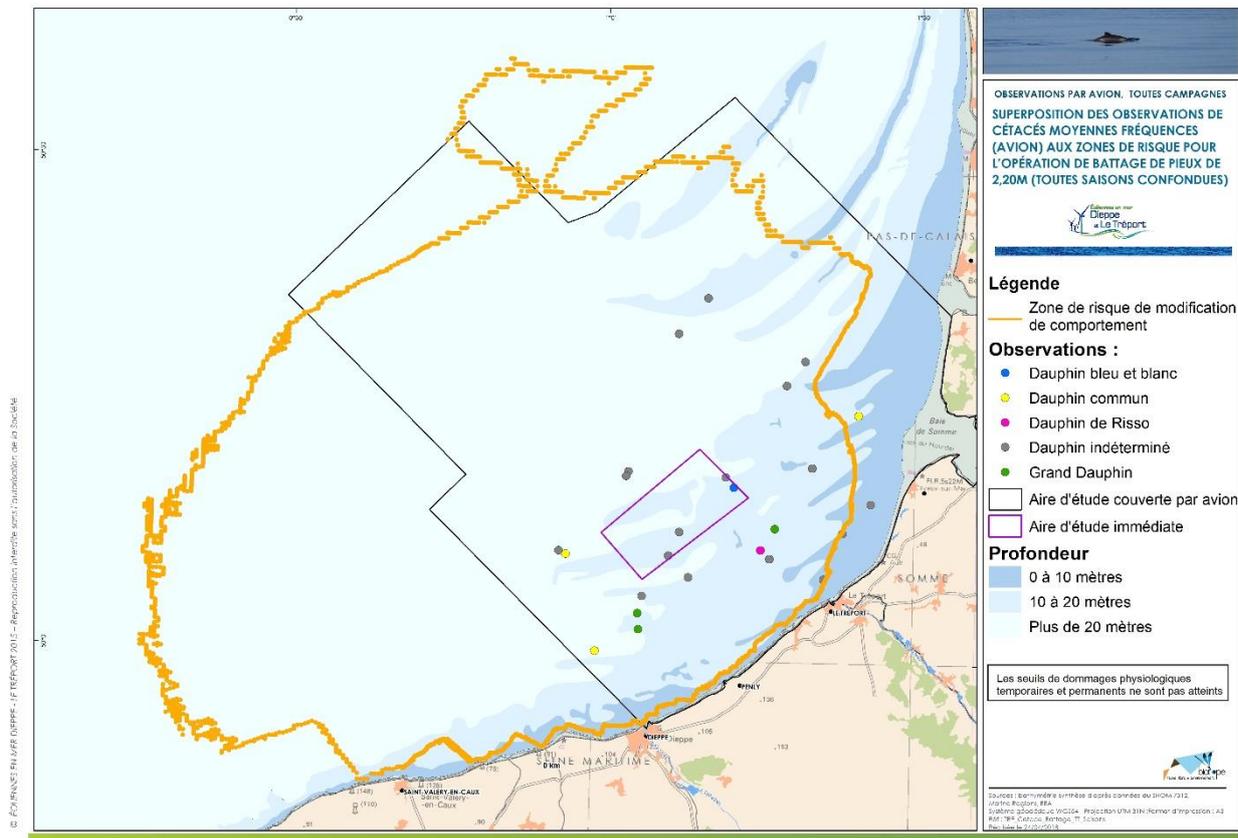
En phase exploitation, l'empreinte sonore minimum du projet est de 4 km durant le fonctionnement des éoliennes.

Le nombre maximum d'individus de Grand Dauphin susceptibles d'être exposés par le battage des pieux de 3 m est de 40 individus (et de 31 individus pour les petits delphinidés comme le Dauphin commun et le Dauphin bleu et blanc). En utilisant la valeur conservatrice de 120 dB comme seuil de modification de comportement, le nombre de Grand Dauphin potentiellement victime de modification de comportement est de 27 individus (25 individus pour les petits delphinidés)

La carte ci-dessous représente la superposition des zones de risque et des observations réalisées en avion de cétacés moyenne fréquence donc hors Marsouin commun. Elle a comme objectif

de montrer les zones occupées par l'espèce en l'absence d'habitat préférentiel bien défini. Il s'agit là d'observations cumulées, il faut donc bien comprendre que des individus ont pu être comptés et notés à l'occasion de plusieurs sorties. Les zones de risque concernent l'atelier de battage des pieux des fondations des éoliennes, atelier le plus impactant car sur une longue durée (contrairement au battage des pieux du poste électrique)

Figure 88 : Superposition des zones de risques aux données d'observation de cétacés moyennes fréquences



Source : Biotope, 2018

#### 4.5.1.3.3 Mammifères basses fréquences

Ce groupe intègre de grandes espèces comme les rorquals ou la Baleine à bosse. Pour ces espèces, les seuils de modification de comportement ne sont pas connus (une valeur conservatrice de 120 db. a été néanmoins prise en compte).

Bien que les seules observations de ce groupe dans l'aire d'étude éloignée concernent des échouages. Ceci démontre bien la présence au moins occasionnelle de ce groupe en Manche-est. Les données acoustiques sous-marines confirment ce fait avec un unique contact réalisé sur l'aire d'étude éloignée entre juin et décembre (1 contact en juillet).

## 4. Impact

### 4.5 Évaluation des impacts sur les mammifères marins

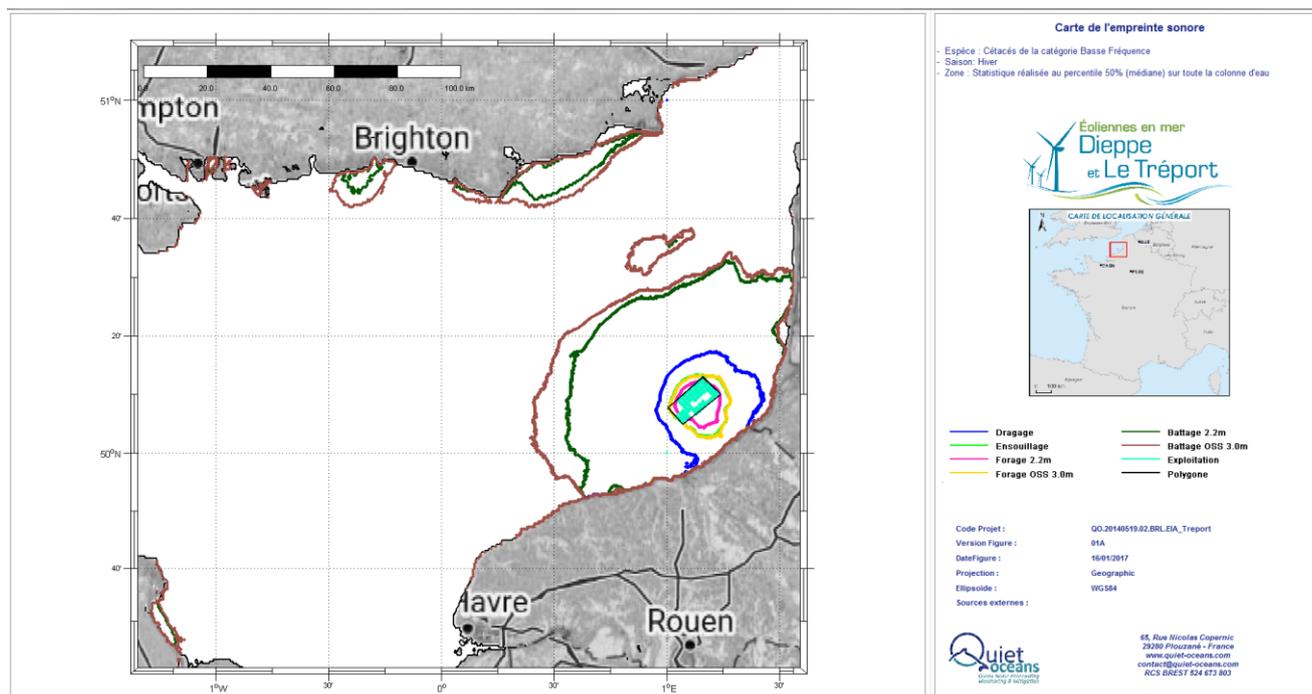
#### 4.5.1 La sensibilité acoustique des mammifères marins

Tableau 44 : Etendues des zones de perception sonore et d'impacts comportementaux ou physiologiques en fonction de la nature des travaux pour les mammifères marins basses fréquences

Mammifères marins Basses fréquences (gamme de perception entre 7 Hz et 22 kHz)				
Atelier Durée d'exposition 1 seconde	Zone de perception sonore (médiane en km)	Zone de modification du comportement (médiane en km)	Zone de dépassement du seuil de dommage physiologique temporaire (médiane en km)	Zone de dépassement du seuil de dommage physiologique permanent (médiane en km)
Dragage	16	7,9	Non significatif	Non atteint
Ensouillage	10	4,5	Non atteint	Non atteint
Forage éolienne (pieu de 2,2m)	7	3	Non atteint	Non atteint
Forage poste électrique (pieu de 3,0m)	10	4,2	Non atteint	Non atteint
Battage (pieu de 2,2 m)	33	30,6	0,12	Non atteint
Battage poste électrique (pieu de 3 m)	37	35	0,17	Non atteint

Source : Quiet-Oceans, 2016

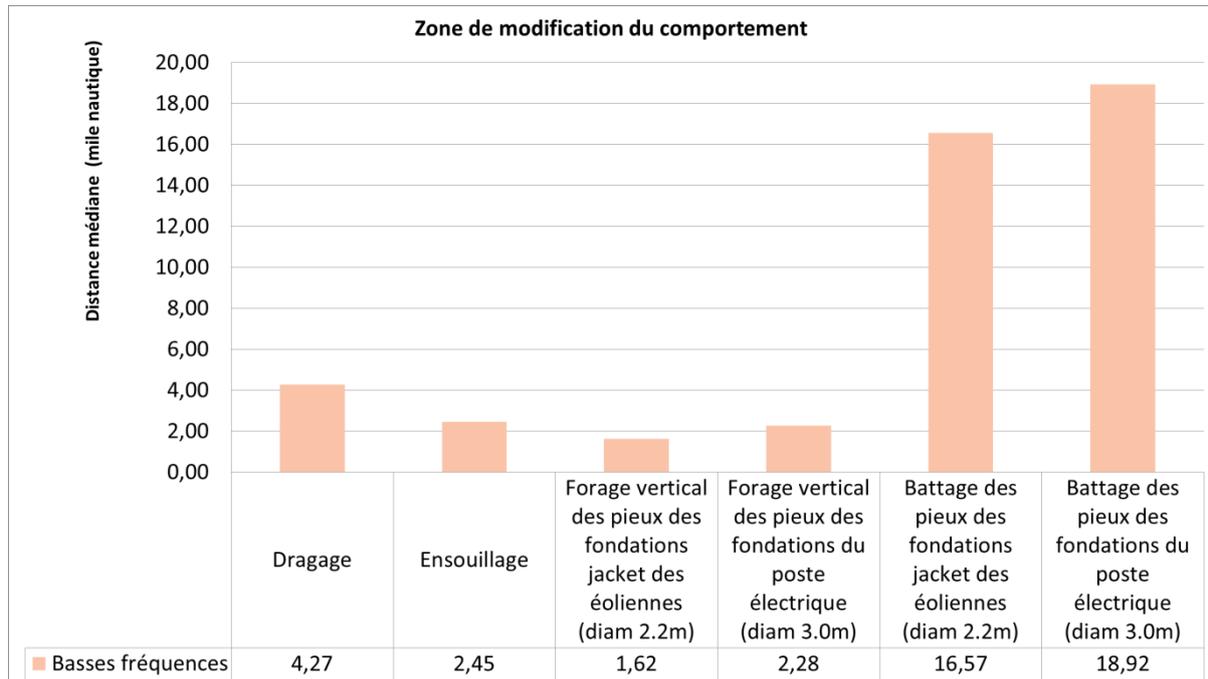
Figure 89 : Cartographie des zones de perception des bruits du projet pour les cétacés basses fréquences



Source : Quiet-Oceans, 2016

Pour les mammifères basses fréquences (rorquals et baleines) les zones de perception du bruit s'étendent jusqu'à 37 km. L'empreinte sonore minimum du projet est de 7 km en phase construction et de 3 km en phase d'exploitation.

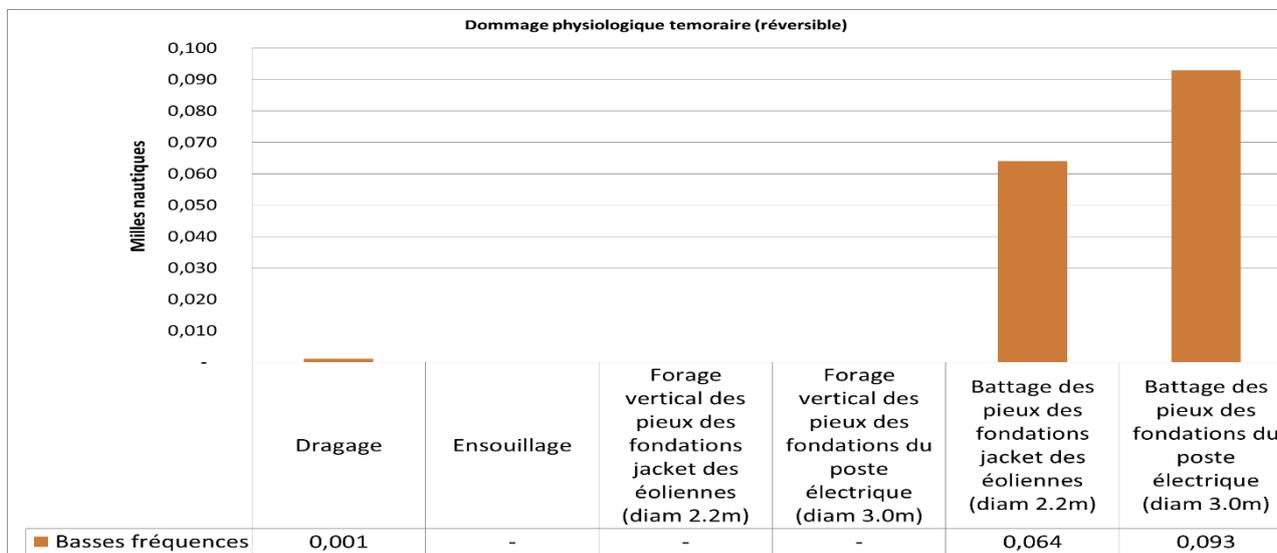
Figure 90 : Limites médianes des zones de risque de modification du comportement pour les cétacés moyennes fréquences



Source : Quiet-Oceans, 2018

Les zones de dérangement pour les cétacés basses fréquences ne sont pas systématiquement très différentes des limites de l'empreinte sonore en raison du seuil de tolérance choisi (120 dB, valeur conservatrice). Une forte disparité existe entre les différents ateliers de construction (Figure 99 : Limites médianes des zones de risque de modification du comportement pour les poissons avec vessie natatoire sans cils sensitifs). Les opérations de battage des pieux de la fondation de l'éolienne et ceux de la fondation du poste électrique en mer présentent un risque de modification du comportement dans des rayons médians de 30 et 35 km, soit respectivement des surfaces de 3200 et 4300 km<sup>2</sup>. Les autres activités présentent des zones de risque de dérangement très inférieures (respectivement de 4 et 2 milles nautiques pour le dragage et l'ensouillage). Le forage vertical entraîne un rayon médian faible de l'ordre de 2 milles nautiques en fonction du diamètre.

Figure 91 : Limites médianes des zones de risque de dommage physiologique temporaire (réversible) pour les cétacés basses fréquences



Source : Quiet-Oceans, 2016

La Figure 91 montre que seules les opérations de battage de pieu sont susceptibles d'engendrer des dommages physiologiques temporaires (réversibles) jusqu'à 0,09 mille nautique.

Un calcul théorique de la distance de risque de dommage physiologique temporaire pour les opérations de dragage donne une distance de 2 m qui n'a pas véritablement de réalité physique étant donné les dimensions physiques des sources de bruit. Les autres opérations ne présentent pas de risque de dommage physiologique temporaire.

Les autres ateliers de construction du parc n'atteignent jamais le seuil de dommage physiologique temporaire.

Aucune carte de superposition des zones de risque et des observations n'a pu être réalisée en l'absence de données de terrain concernant les mammifères basses fréquences.

#### 4.5.1.3.4 Pinnipèdes

Ce groupe rassemble le Phoque gris et le Phoque veau-marin. Le Phoque veau-marin fréquente uniquement la frange côtière proche de la baie de Somme. Les suivis télémétriques réalisés sur l'espèce montrent qu'elle ne fréquente pas l'aire d'implantation. Le Phoque gris fréquente davantage l'aire d'étude éloignée et notamment le large y compris l'aire d'étude immédiate. Pour ces espèces, les seuils de modification de comportement ne sont pas connus (une valeur conservatrice de 120 dB. a été néanmoins prise en compte)

Tableau 45 : Etendues des zones de perception sonore et d'impacts comportementaux ou physiologiques en fonction de la nature des travaux pour les pinnipèdes

Pinnipèdes (gamme de perception entre 75 Hz et 75 kHz)				
Atelier Durée d'exposition 1 seconde	Zone de perception sonore (médiane en km)	Zone de modification du comportement (médiane en km)	Zone de dépassement du seuil de dommage physiologique temporaire (médiane en km)	Zone de dépassement du seuil de dommage physiologique permanent (médiane en km)
Dragage	17	7	Non significatif	Non significatif
Ensouillage	11	3,6	Non significatif	Non atteint
Forage éolienne (pieu de 2,2m)	7	2,3	Non significatif	Non atteint
Forage poste électrique (pieu de 3,0m)	11	3,4	Non significatif	Non atteint
Battage (pieu de 2,2 m)	36	32,6	0,23	Non significatif
Battage poste électrique (pieu de 3 m)	41	38,6	0,31	Non significatif

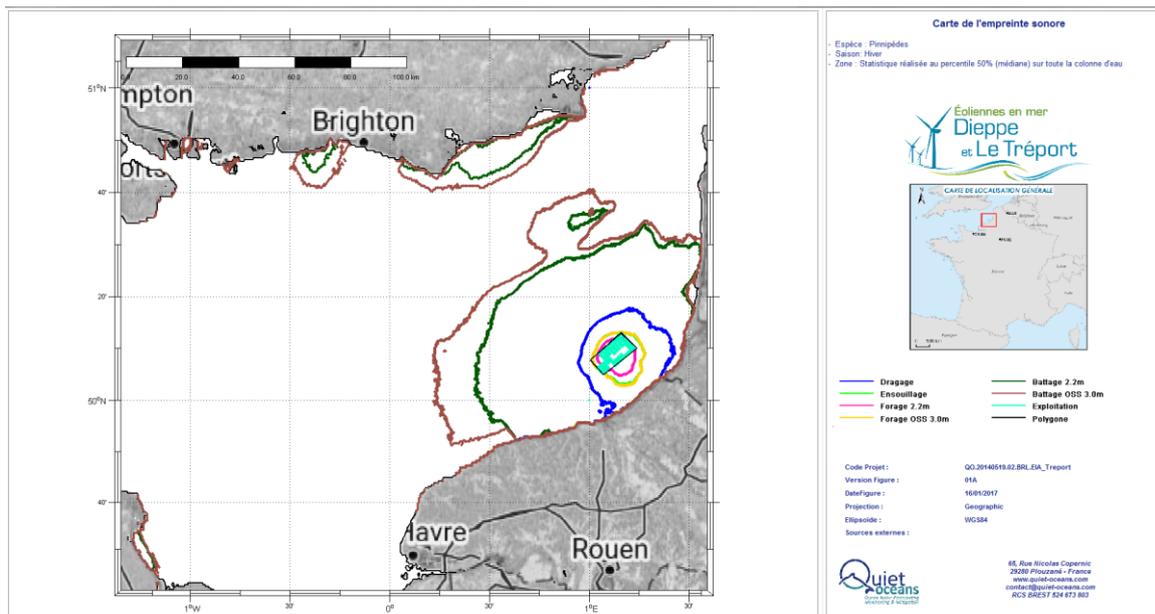
Source : Quiet-Oceans, 2016

Figure 92 : Cartographie des zones de perception des bruits du projet pour les pinnipèdes

## 4. Impact

### 4.5 Évaluation des impacts sur les mammifères marins

#### 4.5.1 La sensibilité acoustique des mammifères marins

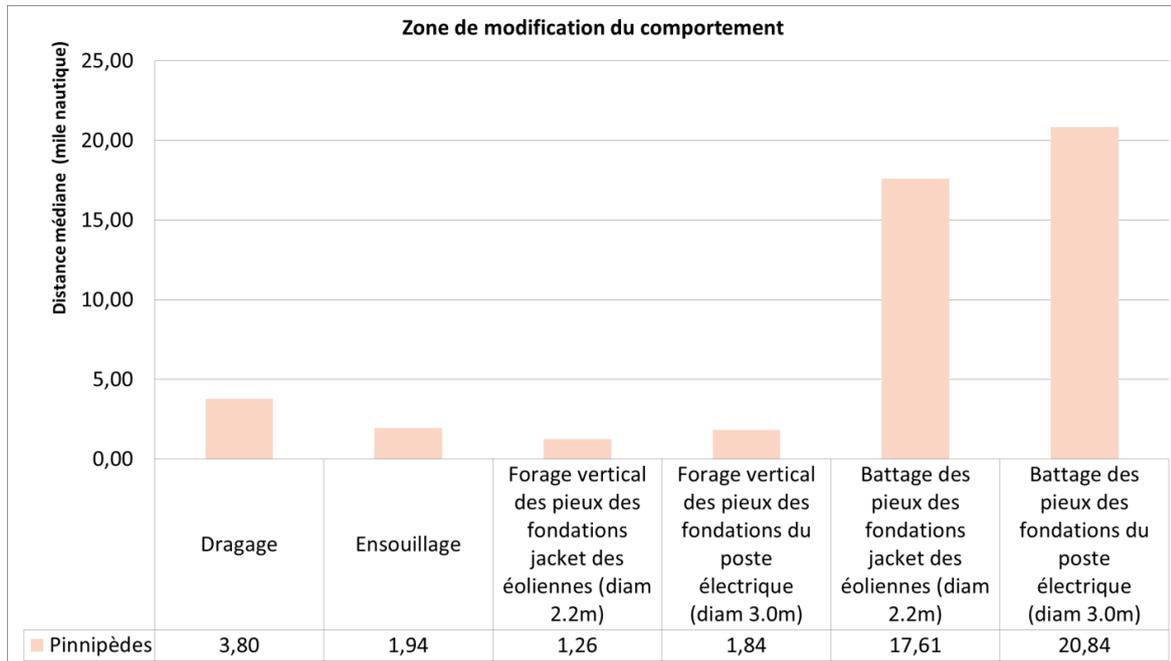


Source : Quiet-Oceans, 2016

Pour les phoques les zones de perception du bruit s'étendent jusqu'à 41 km. L'empreinte sonore minimum du projet est de 67 km en phase construction.

Les zones de dérangement pour les pinnipèdes ne sont pas systématiquement très différentes des limites de l'empreinte sonore en raison du seuil de tolérance choisi (120 dB, valeur conservatrice). Une forte disparité existe entre les différents ateliers de construction (Figure 93). Les opérations de battage des pieux de la fondation de l'éolienne et ceux de la fondation du poste électrique en mer présentent un risque de modification du comportement dans des rayons médians de 17,6 et 20,8 milles nautiques, soit respectivement des surfaces de 3700 et 5400 km<sup>2</sup>. Les autres activités présentent des zones de risque de dérangement très inférieures (respectivement de 3,8 et 2 milles nautiques pour le dragage et l'ensouillage). Le forage vertical entraîne un rayon médian inférieur à 2 milles nautiques en fonction du diamètre.

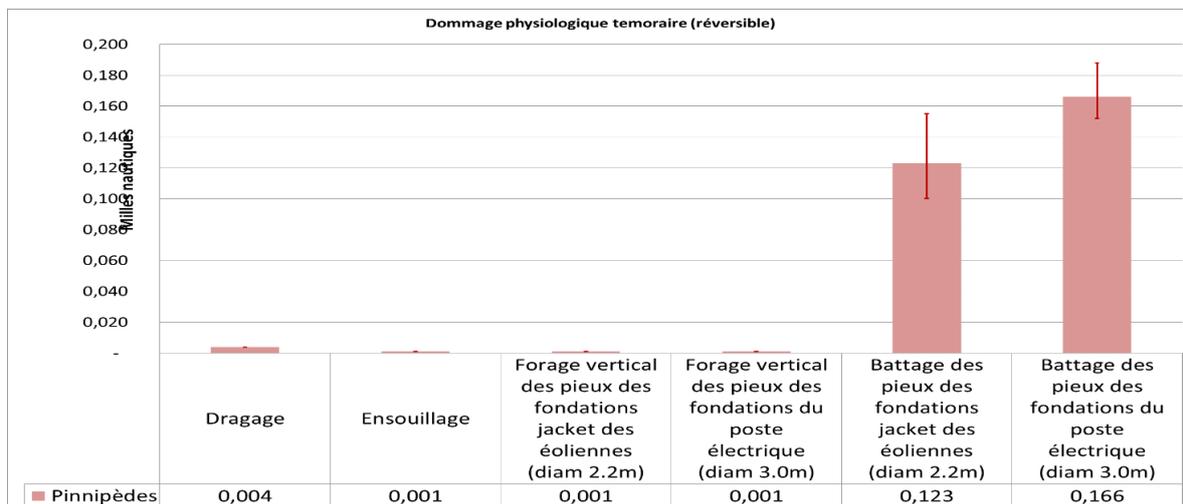
Figure 93 : Limites médianes des zones de risque de modification du comportement pour les pinnipèdes



Source : Quiet-Oceans, 2016

Seuls les ateliers de battage sont susceptibles de générer le dépassement des seuils de dommages physiologiques temporaires sur des distances allant jusqu'à 310 m pour le battage. Le seuil de dommage permanent n'est pas atteint.

Figure 94 : Limites médianes des zones de risque de dommage physiologique temporaire pour les pinnipèdes



Source : Quiet-Oceans, 2016

En phase d'exploitation du parc, l'empreinte sonore minimum du projet est de 3 km.

Aucune carte de superposition des zones de risque et des observations n'a pu être réalisée car les données obtenues en avion ou bateau ne sont pas représentatives de l'occupation des pinnipèdes. Les données SIG d'habitats préférentiels des phoques issus du programme éco-phoques (3.3.1.5.3) n'ont pas pu être récupérées à temps pour réaliser ce travail de superposition.

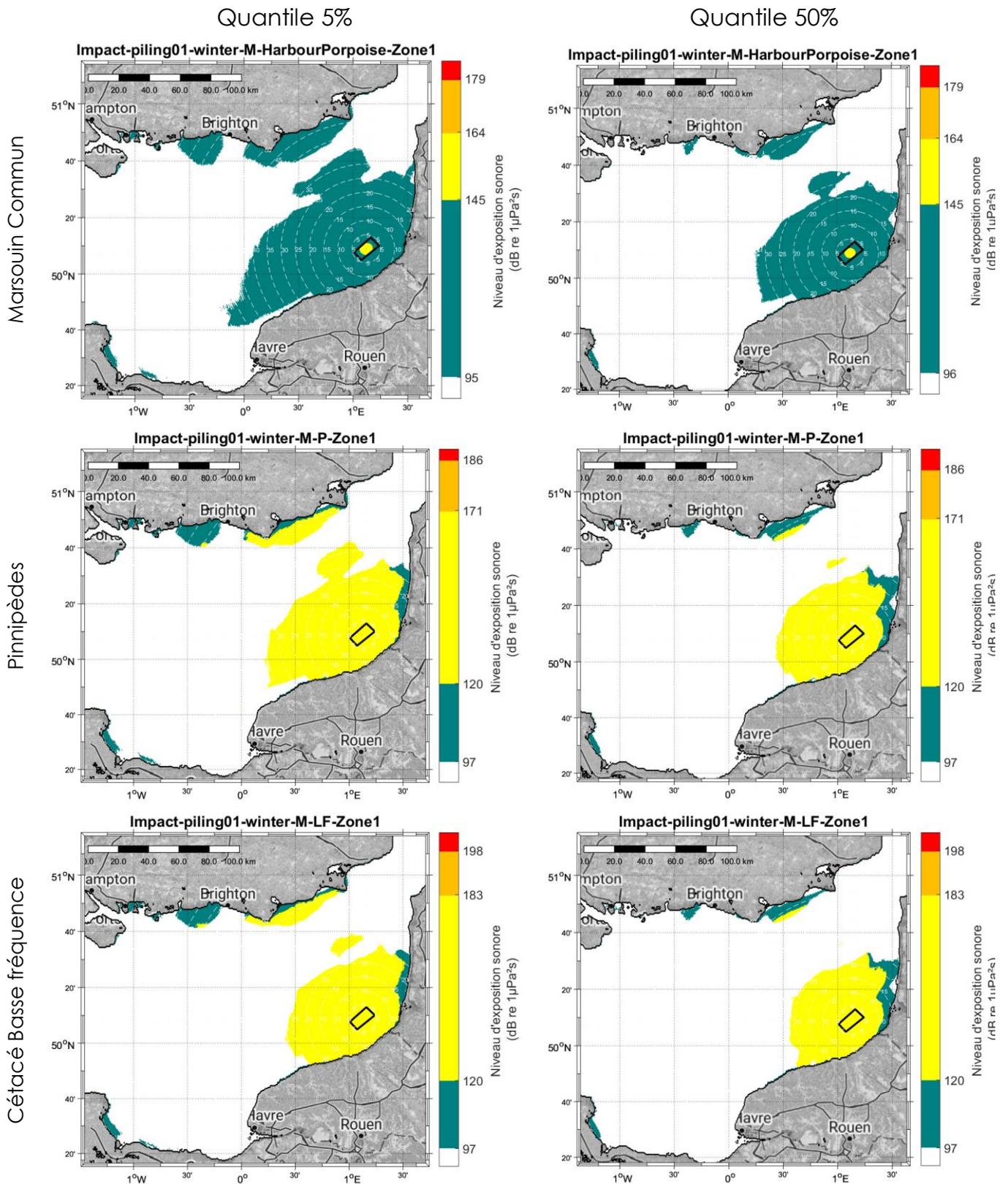
## 4.5.2 Influence du quantile

Les modélisations des empreintes sonores et des risques ont été établies par défaut pour le percentile médian (50%). Une analyse spécifique a été effectuée pour d'autres percentiles caractéristiques afin d'obtenir des distances conservatrices (5, 10, 25 %). Dans ce contexte sans variation significative de la hauteur d'eau dans cette zone, les résultats montrent que les distances augmentent d'environ 15 à 20% lors du passage du quantile 50 à 5%. Le Tableau 46 synthétise dans le cas d'un battage de pieu de diamètre 2,2m, les variations des distances médianes pour chaque compartiment (empreinte, modification du comportement, TTS et PTS) en fonction du quantile (5 ou 50%) et de l'espèce. La Figure 95 illustre les variations géographiques de l'empreinte sonore et des risques biologiques dans le cas d'un coup de battage de pieu perçu par différentes espèces (marsouin commun, pinnipède et cétacé basse fréquence). Ces cartographies mettent en évidence un accroissement global de chaque zone sans direction privilégiée.

Tableau 46 : Comparaison des distances médianes (en mille nautique) en fonction du quantile sélectionné lors du battage de pieu de diamètre 2,2m

Quantile	Empreinte sonore		Modification du comportement		TTS		PTS	
	5%	50%	5%	50%	5%	50%	5%	50%
Marsouin commun	25,6	20,9	2,06	1,80	0,17	0,15	0,008	0,061
Moyennes fréquences	25,2	20,2	23,53	18,62	0,04	0,01	0,001	0,001
Basses fréquences	20,1	17,7	19,39	16,57	0,10	0,06	0,003	0,003
Pinnipèdes	22,2	18,8	21,42	17,61	0,15	0,12	0,051	0,007

Figure 95 : Comparaison de la cartographie des risques sonores pour les percentiles 5 et 50% lors d'un même battage de pieu d'une fondation jacket



### 4.5.3 Effets prolongés du bruit sur les mammifères marins

Afin de prendre en considération la durée des opérations de construction, une modélisation spatiale prend en compte d'une part une phase de battage d'un pieu et d'autre part la fuite d'un mammifère marin dans la direction opposée à l'emplacement de l'atelier. Dans cette modélisation dynamique, l'animal est supposé se déplacer à la vitesse moyenne de 20km/h. L'atelier de battage d'un diamètre de 2,2m prévoit une cadence 30 coups par minute pendant une durée totale de deux heures et sans interruption. L'énergie acoustique accumulée pendant la fuite de l'animal est comparée aux seuils de tolérance. Dès que l'animal sort de l'empreinte sonore, la contribution acoustique est alors considérée comme nulle. Cette modélisation a été effectuée pour les cétacés de la catégorie moyenne fréquence et pour les pinnipèdes. Chaque point de la cartographie représente le point de départ de l'animal lors du premier coup de battage.

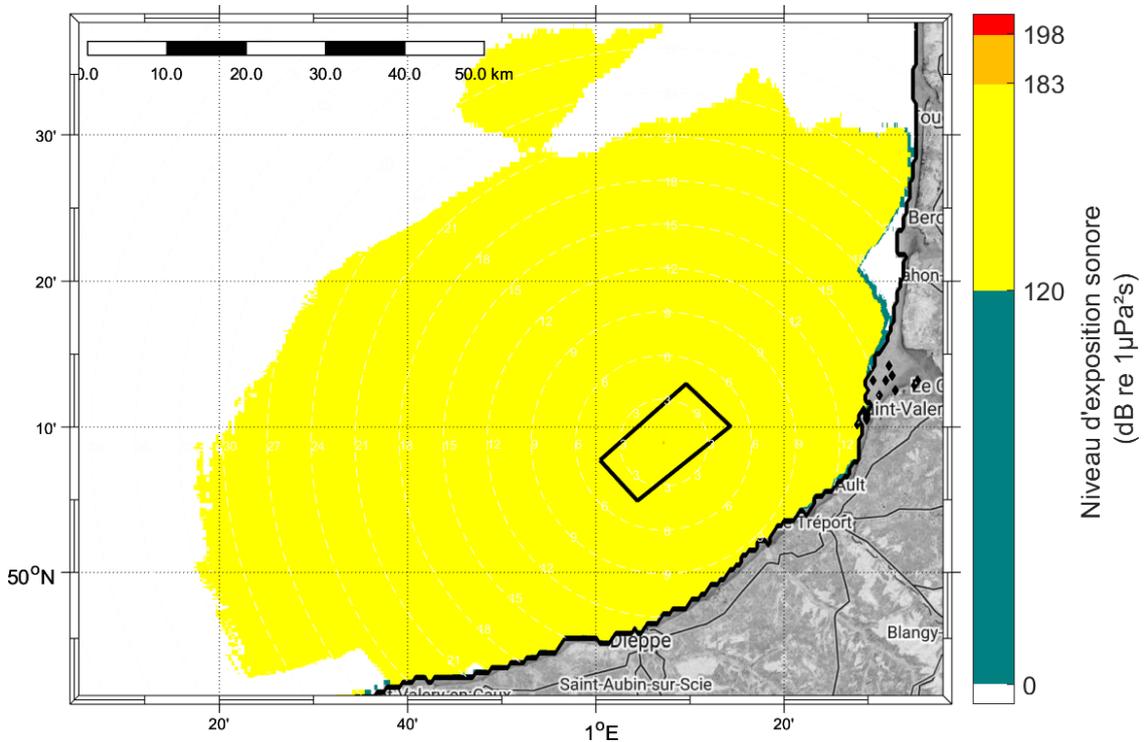
Les seuils de tolérance choisis pour cette évaluation des effets prolongés sur un animal en fuite, sont identiques aux seuils établis une exposition d'une seconde. Cette hypothèse est issue du consensus Southall 2007. A ce jour, aucun consensus n'est établi quant à l'évolution des seuils de tolérance en fonction du temps cumulé de l'atelier de construction. L'analyse menée dans cette étude est donc très conservatrice d'une part par les seuils de tolérance choisis (principalement le seuil de modification du comportement) et d'autre part par la constance de ces seuils au cours du temps cumulé (id de l'énergie sonore cumulée par l'animal).

Ces simulations ne prennent pas en compte le fait que l'espèce doit reprendre régulièrement sa respiration (surtout dans la cadre d'une fuite) et donc sortir partiellement de l'eau. Si cette phase s'avère courte chez les cétacés qui ne doivent pas sortir la tête complète de l'eau, elle peut représenter, pour les pinnipèdes, une façon efficace d'échapper à cette accumulation sonore.

La Figure 96 donne la position initiale du cétacé moyenne fréquence. La couleur jaune signifie que durant les deux heures cumulées de fuite (identiquement les deux heures de battage); l'animal va subir une accumulation d'énergie sonore dépassant le seuil de modification du comportement. Cette carte ne permet pas de quantifier à partir de quelle durée de la phase de battage ce dépassement est atteint. Ce seuil de modification du comportement est atteint quel que soit la position de l'animal dans l'empreinte sonore de cet atelier. De la même manière, la couleur orange indique le dépassement du dommage physiologique temporaire (TTS). Ce dépassement est atteint si le cétacé moyenne fréquence se situe, au démarrage, dans un rayon maximal de 208m depuis le centre de l'atelier. Le seuil de dommage physiologique permanent n'est pas atteint sauf si le cétacé moyenne fréquence se situe à proximité immédiate de l'atelier (<10m).

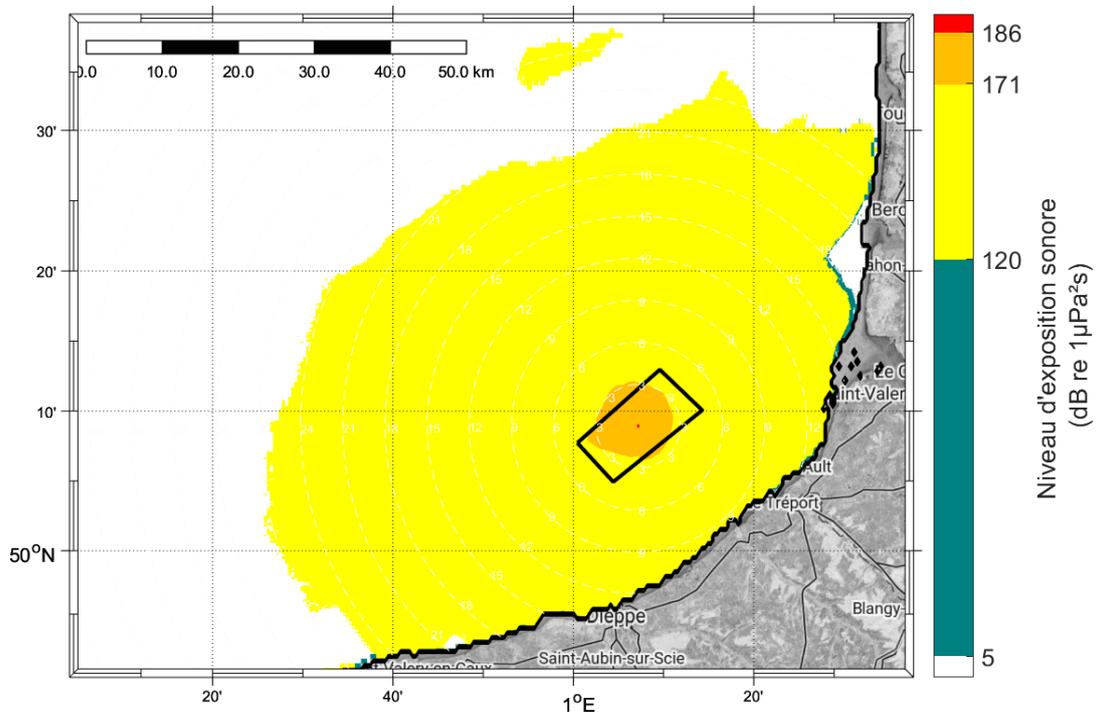
De manière similaire, la Figure 97 illustre les risques vis-à-vis d'un pinnipède en déplacement lors d'une phase de battage de pieu. Si l'animal se situe dans l'empreinte sonore au moment du démarrage, il subira un dépassement du seuil de modification comportementale quelle que soit sa position par accumulation de l'énergie sonore lors de son parcours de fuite. Le dépassement du seuil de dommage physiologique temporaire interviendra si l'animal se situe au démarrage dans un rayon maximum de 6,9 km autour de l'atelier de battage (valeur moyenne de 5,1km). Cette distance de risque d'un dommage temporaire est légèrement plus étendue dans les directions ouest et nord-ouest. Le risque d'un dépassement du seuil d'un dommage physiologique permanent est atteint si l'animal se situe au démarrage dans un rayon maximal de 241 m autour de l'atelier (valeur moyenne de 184m).

Figure 96 : Cartographie des risques en fonction du point de départ d'un cétacé moyenne fréquence en phase de fuite à la vitesse de 20km/h lors d'une séquence de battage de pieu



Source : Quiet-Oceans, 2016

Figure 97 : Cartographie des risques en fonction du point de départ d'un pinnipède en phase de fuite à la vitesse de 20km/h lors d'une séquence de battage de pieu



Source : Quiet-Oceans, 2016

#### 4.5.4 Sensibilités acoustiques des mammifères marins en phase de démantèlement

Les impacts en phase de démantèlement ne peuvent être évalués précisément à ce stade, en l'absence de retours d'expériences techniques sur les effets des opérations de démantèlement (le premier démantèlement de parc éolien en mer vient de se terminer en Suède).

Les activités maritimes liées aux opérations de démantèlement engendreront des perturbations sonores accrues et des risques de collision avec les navires.

Dans une approche conservatrice, les niveaux d'impacts pour les opérations de démantèlement sont évalués comme similaires à ceux de la phase de construction, battage et forage exceptés.

#### 4.5.5 Synthèse des sensibilités acoustiques spécifiques aux différents ateliers des mammifères marins

Le Tableau 47 synthétise les informations concernant les sensibilités de chaque groupe pour chaque partie des phases de construction et d'exploitation. Cette sensibilité n'est pas la sensibilité globale de l'espèce au bruit mais la sensibilité particulière à un effet particulier (qui diffère selon la phase). Celle-ci prend donc en compte, des éléments de caractérisation de l'effet.

Dans le cas particulier des mammifères marins, la sensibilité prend en compte une partie de la caractérisation de l'effet (emprise sonore, intensité).

Tableau 47 : Synthèse de la sensibilité auditive des mammifères marins par espèce spécifique à chaque type d'atelier

Synthèse de la sensibilité acoustique par espèce ou groupes d'espèces et par type d'atelier								
Espèces	Phase de construction					Phase d'exploitation		Phase de démantèlement
	Dragage	Ensouillage	Forage vertical (2,2m)	Battage (2,2m)	Battage (3m)	Maintenance	Fonctionnement	Toutes opérations
Moyennes fréquences	Moyen	Faible	Faible	Moyen	Moyen	Faible	Négligeable	Moyen
Basses fréquences	Moyen	Faible	Faible	Moyen	Moyen	Faible	Négligeable	Moyen
Marsouin commun	Faible	Faible	Faible	Moyen	Fort	Faible	Négligeable	Faible
Pinnipèdes	Moyen	Faible	Faible	Moyen	Fort	Faible	Négligeable	Moyen

<b>Négligeable</b>	Aucun risque de dommages physiologiques ni de changements de comportements – Empreinte sonore <14km- (7,5 MN).
<b>Faible</b>	Risque connu de changements de comportement sur des distances inférieures à 5 km (2,7 MN) ou empreinte sonore > 14km (7,5 MN)
<b>Moyen</b>	Risques de dommages physiologiques temporaires sur des distances maîtrisables (environ 300 m - 0,15 MN) ou risque de modification de comportement sur des distances supérieures à 5km (environ 2,7 MN)
<b>Forte</b>	Risque de dommages permanents Risques de dommages physiologiques temporaires sur des distances non maîtrisables (supérieures à 300 m - 0,15 MN)

Pour rappel la valeur conservatrice de 120 dB a été choisie comme seuil de modification de comportement pour les cétacés moyennes fréquences, basses fréquences et pinnipèdes dont la sensibilité n'est pas connue au contraire du Marsouin commun.

Pour l'emprise sonore Le seuil de 7,5 milles nautiques correspond à 14 km soit la distance à la côte a été choisi comme limite entre le niveau négligeable et faible, c'est-à-dire la possibilité pour l'espèce de sortir de l'empreinte sonore quelle que soit la direction de fuite.

La distance de 5km (2,7 MN) correspond à la distance maximale que doit parcourir un mammifère marin pour sortir de l'emprise physique du parc (et donc du chantier).

Le seuil de 300 m (soit 0,15 mille nautique) a été choisi comme délimitation entre la sensibilité faible et moyenne. Ce rayon de 300m correspond à la surface qui peut être surveillée de façon efficace en phase de construction par la veille acoustique et visuelle.

Les sensibilités aux ateliers de construction les plus importantes sont notés pour les pinnipèdes et les cétacés moyennes fréquence et basses fréquences principalement en raison de la valeur conservatrice prise pour établir le seuil de réaction (120 dB).

Ceci alors qu'intrinsèquement ce sont les mammifères marins hautes fréquences qui sont les plus sensibles quand on prend en compte les risques de dommages physiologiques temporaires ou permanents pour lesquelles il existe des valeurs fondées.

On retrouve ce même biais pour la phase de démantèlement ou pour laquelle la référence prise en compte consiste aux opérations de construction, exclusion faite du battage.

Pour le fonctionnement, la sensibilité reste négligeable pour tous les groupes, le seuil de modification du comportement (même les valeurs conservatrice) n'étant pas atteint et l'emprise sonore restant limitée.

## 4.5.6 Évaluation des impacts sur les mammifères marins

### 4.5.6.1 Impacts par modification de l'ambiance sonore sous-marine en phase de construction

Le Tableau 48 dresse donc, en l'état actuel des connaissances, les principaux impacts acoustiques en phase de construction. Cet impact est considéré comme temporaire. La zone d'effet varie en fonction de la phase et du groupe d'espèce.

Le risque est évalué à dire d'expert en fonction de la régularité de l'espèce, de ses densités et de sa répartition spatiale.

Tableau 48 : Analyse des impacts sur les mammifères marins en phase de construction

Espèce	Enjeu	Atelier	Sensibilité	Risque d'occurrence	Niveau d'impact
Marsouin commun	Fort	Battage (pieu de 2,2m)	Moyen	Fort	→ Fort
		Battage (pieu de 3 m)	Fort	Présence régulière dans l'aire d'étude éloignée et dans l'aire d'étude immédiate – forte densité en mars-avril	→ Fort
		Autres phases	Faible		→ Moyen
Phoque gris	Fort	Battage (pieu de 2,2m)	Moyen	Moyen	→ Moyen
		Battage (pieu de 3 m)	Fort	Présence régulière à la côte - noté à plusieurs reprises dans l'aire d'étude immédiate et éloignée y compris au large.	→ Fort
		Autres phases	Moyen		→ Moyen
Phoque veau-marin	Fort	Battage (pieu de 2,2m)	Moyen	Faible	→ Moyen
		Battage (pieu de 3 m)	Fort	Présence régulière dans l'aire d'étude éloignée,	→ Moyen
		Autres phases	Moyen	principalement à la côte. Jamais notée sur l'aire d'étude immédiate.	→ Moyen
Grand Dauphin	Moyen	Battage (pieu de 2,2m)	Moyen	Moyen	→ Moyen
		Battage (pieu de 3 m)	Moyen	Présence régulière dans l'aire d'étude éloignée. Plus occasionnelle à l'échelle de l'aire d'étude immédiate.	→ Moyen
		Autres phases	Moyen		→ Moyen
Dauphin de Risso	Faible	Battage (pieu de 2,2m)	Moyen	Faible	→ Faible
		Battage (pieu de 3 m)	Moyen	Présence occasionnelle	→ Faible
		Autres phases	Moyen	Probablement en transit	→ Faible

Espèce	Enjeu	Atelier	Sensibilité	Risque d'occurrence	Niveau d'impact
Globicéphale noir	Faible	Battage (pieu de 2,2m)	Moyen	Faible	→ Faible
		Battage (pieu de 3 m)	Moyen	Présence occasionnelle	→ Faible
		Autres phases	Moyen	Probablement en transit	→ Faible
Lagénorhynque à bec blanc	Faible	Battage (pieu de 2,2m)	Moyen	Faible	→ Faible
		Battage (pieu de 3 m)	Moyen	Présence occasionnelle	→ Faible
		Autres phases	Moyen	Probablement en transit	→ Faible
Rorqual commun	Faible	Battage (pieu de 2,2m)	Moyen	Faible	→ Faible
		Battage (pieu de 3 m)	Moyen	Présence occasionnelle	→ Faible
		Autres phases	Moyen	Probablement en transit	→ Faible
Dauphin bleu et blanc	Faible	Battage (pieu de 2,2m)	Moyen	Faible	→ Faible
		Battage (pieu de 3 m)	Moyen	Présence occasionnelle	→ Faible
		Autres phases	Moyen	Probablement en transit	→ Faible
Dauphin commun	Faible	Battage (pieu de 2,2m)	Moyen	Faible	→ Faible
		Battage (pieu de 3 m)	Moyen	Présence occasionnelle	→ Faible
		Autres phases	Moyen	Probablement en transit	→ Faible
Mésoplodon de Sowerby	Faible	Battage (pieu de 2,2m)	Moyen	Faible	→ Faible
		Battage (pieu de 3 m)	Moyen	Présence occasionnelle	→ Faible
		Autres phases	Moyen	Probablement en transit	→ Faible
Petit Rorqual	Faible	Battage (pieu de 2,2m)	Moyen	Faible	→ Faible
		Battage (pieu de 3 m)	Moyen	Présence occasionnelle	→ Faible
		Autres phases	Moyen	Probablement en transit	→ Faible

C'est pour le Marsouin commun et le Phoque gris pour lesquelles les impacts en phase de construction sont les plus importants Fort pour le battage des pieux de 3 m de diamètre du poste électrique en mer Moyen pour le reste des opérations de construction

Ils sont considérés comme moyen, quel que soit l'atelier, pour les 2 autres espèces qui fréquentent régulièrement l'aire d'étude immédiate, c'est-à-dire le Phoque veau-marin et le Grand Dauphin.

Les niveaux d'impact de toutes les autres espèces sont faibles.

### 4.5.6.2 Impacts par modification de l'ambiance sonore sous-marine en phase d'exploitation

Le Tableau 49 dresse donc, en l'état actuel des connaissances, les principaux impacts acoustiques en phase d'exploitation. Cet impact est considéré comme permanent au contraire de la phase de construction. La zone d'effet varie en fonction de la phase et du groupe d'espèces.

Le risque est évalué à dire d'expert en fonction de la régularité de présence de l'espèce ou groupe d'espèces, des densités observées et de sa répartition spatiale. Les justifications sont les mêmes que pour l'impact acoustique en phase de construction.

Tableau 49 : Analyse des impacts sur les mammifères marins en phase d'exploitation

Espèce ou groupe d'espèces	Enjeu	Atelier en phase d'exploitation	Sensibilité	Risque d'occurrence		Niveau d'impact
Marsouin commun	Fort	Fonctionnement	Négligeable	Fort	→	Moyen
		Maintenance	Faible		→	Moyen
Phoque gris	Fort	Fonctionnement	Négligeable	Moyen	→	Faible
		Maintenance	Faible		→	Moyen
Phoque veau-marin	Fort	Fonctionnement	Négligeable	Faible	→	Négligeable
		Maintenance	Faible		→	Faible
Grand Dauphin	Moyen	Fonctionnement	Négligeable	Moyen	→	Faible
		Maintenance	Faible		→	Faible
Dauphin de Risso	Faible	Fonctionnement	Négligeable	Faible	→	Négligeable
		Maintenance	Faible		→	Négligeable
Globicéphale noir	Faible	Fonctionnement	Négligeable	Faible	→	Négligeable
		Maintenance	Faible		→	Négligeable
Lagénorhynque à bec blanc	Faible	Fonctionnement	Négligeable	Faible	→	Négligeable
		Maintenance	Faible		→	Négligeable
Rorqual commun	Faible	Fonctionnement	Négligeable	Faible	→	Négligeable
		Maintenance	Faible		→	Négligeable
Dauphin bleu et blanc	Faible	Fonctionnement	Négligeable	Faible	→	Négligeable
		Maintenance	Faible		→	Négligeable
Dauphin commun	Faible	Fonctionnement	Négligeable	Faible	→	Négligeable
		Maintenance	Faible		→	Négligeable
Mésoplodon de Sowerby	Faible	Fonctionnement	Négligeable	Faible	→	Négligeable
		Maintenance	Faible		→	Négligeable
Petit Rorqual	Faible	Fonctionnement	Négligeable	Faible	→	Négligeable
		Maintenance	Faible		→	Négligeable

Les impacts acoustiques pressentis pendant le fonctionnement des éoliennes sont considérés comme moyen pour le Marsouin commun, faibles pour le Phoque gris, le Phoque veau-marin et le Grand Dauphin.

Ces impacts seront proches de ceux existant aujourd'hui du fait du trafic maritime ou des activités de pêche. Les retours d'expérience montrent que les espèces, une fois les travaux de construction terminés, se réapproprient rapidement l'intérieur du parc.

Les opérations de maintenance entraineront néanmoins des niveaux d'impact légèrement supérieurs pendant la phase d'exploitation.

#### 4.5.6.3 Impacts modification de l'ambiance sonore sous-marine en phase de démantèlement

Le Tableau 50 et le Tableau 49 dressent donc, en l'état actuel des connaissances, les principaux impacts acoustiques en phase de démantèlement. Cet impact est considéré comme temporaire comme la phase de construction. Les opérations sont jugées comme assez proches de la phase de construction (forage et battage exceptés).

Il n'existe pas de retour d'expérience sur le démantèlement de fondation Jacket de parc éolien. Le premier parc démantelé l'a été dans le courant de l'année 2016 et il n'y a pas encore eu à notre connaissance de publication. Il s'agit d'un parc de 2 MW constitué de 4 éoliennes installées sur des fondations monopieu sur le site de Lely à IJsselmeer au Pays-Bas. Dès lors, il est fort probable que les opérations de démantèlement (découpe des pieux) soient plus bruyantes que la phase d'exploitation du parc. Néanmoins, les émissions sonores seront bien moins bruyantes que la phase de construction et notamment des opérations de battage.

Le risque est évalué à dire d'expert en fonction de la régularité de présence de l'espèce ou groupe d'espèces, des densités observées et de sa répartition spatiale. Les justifications sont les mêmes que pour l'impact acoustique en phase de construction.

Tableau 50 : Analyse des impacts sur les mammifères marins en phase de démantèlement

Espèces	Enjeu	Sensibilité	Risque concernant l'espèce		Niveau d'impact
Marsouin commun	Fort	Faible	Moyen	→	Moyen
Phoque gris	Fort	Moyen	Moyen	→	Moyen
Phoque veau-marin	Fort	Moyen	Faible	→	Moyen
Grand Dauphin	Moyen	Moyen	Faible	→	Moyen
Dauphin de Risso	Faible	Moyen	Faible	→	Faible
Globicéphale noir	Faible	Moyen	Faible	→	Faible
Lagénorhynque à bec blanc	Faible	Moyen	Faible	→	Faible
Rorqual commun	Faible	Moyen	Faible	→	Faible
Dauphin bleu et blanc	Faible	Moyen	Faible	→	Faible
Dauphin commun	Faible	Moyen	Faible	→	Faible
Mésoplodon de Sowerby	Faible	Moyen	Faible	→	Faible
Petit Rorqual	Faible	Moyen	Faible	→	Faible

Les impacts en phase de démantèlement sont jugés comme moyen pour le Marsouin commun, le Phoque gris, le Phoque veau-marin et Grand Dauphin et faible pour les autres espèces.

Reste néanmoins une inconnue sur les niveaux sonore liés à la découpe des fondations.

Ainsi, il apparaît opportun de prévoir une évaluation de l'impact environnemental des opérations de démantèlement au terme de l'exploitation afin d'envisager les opérations et mesures les plus adéquates.

#### 4.5.6.4 Impact par modification du champ magnétique - exploitation

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 (cf.4.1.1.2). En l'absence d'éléments concrets et probants nous sommes donc partis d'une sensibilité modérée pour les cétacés (l'effet des ondes magnétiques sur ce groupe est connu mais non documenté pour le cas qui nous concerne) et faible pour les phoques. Il est probable vu la structure et la protection des câbles que cet impact, s'il existe, soit très limité dans l'espace autour de chaque câble. En effet, il s'agit d'un câble triphasé en courant discontinu qui sera ensouillé à 1,2 m de profondeur ou mis sous 0,6 m d'enrochements. Des études sur 10 parcs (Normandeau, 2011) ont montré que l'effet est concentré au voisinage des câbles et décroît rapidement en s'éloignant (sur ces études, la puissance du champ magnétique est réduite de 80% à 5 m et 95% à 10m) (cf. Figure 74).

Le Tableau 51 dresse donc, en l'état actuel des connaissances, les impacts par pollution magnétique en phase d'exploitation. Cet impact est considéré comme permanent. La zone d'effet correspond à l'aire d'étude immédiate où les densités de câblages sont les plus importantes, notamment au niveau du poste de livraison.

Les ouvrages de transport d'électricité installés au milieu marin n'émettent pas de champ électrique à 50 Hz. Ils émettent un champ magnétique à 50 Hz décroissant très rapidement.

De ce fait, seules les communautés situées au voisinage immédiat du câble seraient susceptibles d'être exposées au champ magnétique (Meißner et Sordyl, 2006). Au vu des connaissances scientifiques sur les espèces concernées, et au vu des retours d'expériences menés au-dessus d'ouvrages déjà installés, **les impacts potentiels de l'électromagnétisme sur la faune marine sont jugés mineurs** par la communauté scientifique (Wilson *et al.* 2010). Enfin, afin d'approfondir encore sa connaissance des effets potentiels des câbles électriques sur la biodiversité marine, RTE a engagé des partenariats avec des instituts de recherche. »

Tableau 51 : Analyse des impacts sur les mammifères marins par pollution magnétique

Espèces	Enjeu	Sensibilité	Risque	Niveau d'impact
Marsouin commun	Fort	Moyen	Moyen	→ Moyen
Phoque gris	Fort	Faible	Les distances de perception des champs magnétiques seront très limitées mais fréquentation régulière du parc par ces espèces	→ Moyen
Phoque veau-marin	Fort	Faible	Faible Les distances de perception des champs magnétiques seront très limitées et les perturbations peu probables.	→ Faible
Grand Dauphin	Moyen	Moyen		→ Faible
Dauphin de Risso	Faible	Moyen		→ Faible
Globicéphale noir	Faible	Moyen		→ Faible
Lagénorhynque à bec blanc	Faible	Moyen		→ Faible
Rorqual commun	Faible	Moyen		→ Faible
Dauphin bleu et blanc*	Faible	Moyen		→ Faible
Dauphin commun	Faible	Moyen		→ Faible
Mésoplodon de Sowerby	Faible	Moyen		→ Faible
Petit Rorqual	Faible	Faible		→ Faible

#### 4.5.6.5 Impact par perte, altération ou modification d'habitat en phase de construction

En phase de construction, la perte d'habitat peut être due à la fois aux modifications directes de l'habitat notamment par la mise en suspension des sédiments ou par l'impact indirect sur les réseaux trophiques. Cet impact est temporaire.

Les surfaces soumises aux modifications de comportement par la modification de l'ambiance sous-marine en phase de construction traité dans le chapitre précédent correspond également à de la perte d'habitat. Celle-ci aura tendance à majorer l'ensemble des autres effets (la mise en suspension des sédiments, l'impact indirect sur les réseaux trophiques).

Concernant la mise en suspension des sédiments, la turbidité impacte peu les mammifères marins, en raison de leur utilisation préférentielle de l'écholocation, en particulier en milieu côtier. En revanche, elle pourrait impacter les organismes benthiques ou pélagiques, se répercutant ainsi les autres chaînons du réseau trophique (Wilhelmson *et al.*, 2010). Il est fort probable que les poissons (espèces proies) présents dans la zone de projet se déplacent pendant la construction du parc. Toutefois, étant donné la grande mobilité des mammifères marins, certains chercheurs considèrent qu'il s'agit d'un impact mineur (DUDGEON OFFSHORE WINDFARM, 2009).

L'impact acoustique sur les ressources trophiques été modélisé et est repris dans la partie halieutique de l'étude d'impact pour les poissons à vessie natatoire (les espèces les plus mobiles et les plus sensibles). Les résultats donnent un risque de modification du comportement pour les poissons à vessie natatoire (les espèces les plus mobiles) en phase travaux sur des distances de l'ordre de 5,9 à 7,31 milles nautiques dans le cas du battage des fondations des éoliennes et de la sous-station électrique. Les phases de dragage et d'ensouillage des câbles entraînent des distances respectives de 0,43 et 0,19 mille nautique autour de chaque atelier. Le forage engendre des distances de 0,11 à 0,16 mille nautique, significativement plus faibles que celles engendrées par le battage.

Dans ces zones de risque, le changement de comportement peut se traduire de multiples façons (Popper *et al.* 2016) : des changements de vitesse ou de direction de nage, des réactions d'effarouchement ou de fuite pour s'éloigner de la source de bruit (Hassel *et al.* 2004), des changements de distribution ou de disposition des bancs (Pearson *et al.* 1992), par exemple les distributions horizontales ou verticales des poissons pélagiques et démersaux (observé toutefois pour des bruits intenses de canons à air (Løkkeborg *et al.* 2012).

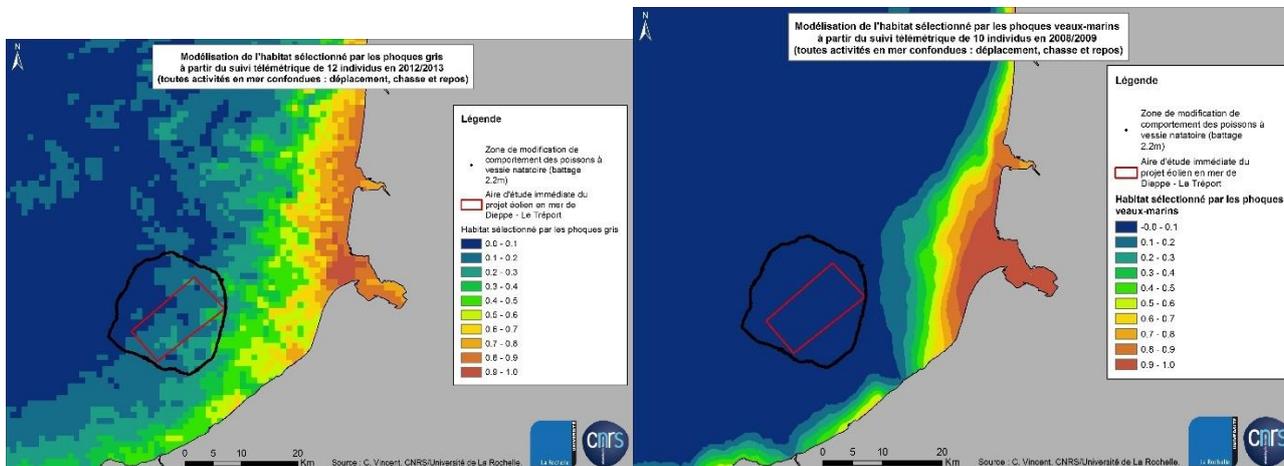
A notre connaissance, il n'y a pour l'instant pas d'étude scientifique cherchant à déterminer les effets de sources de bruit d'origine anthropique tels que le battage de pieux, les activités maritimes ou les sonars sur les invertébrés marins que sont les céphalopodes. Bien qu'il soit reconnu que les invertébrés sont sensibles aux ondes basses fréquences, il semblerait cependant qu'il n'y ait pas encore de données fiables à ce jour sur les dommages physiologiques chez les invertébrés exposés à des bruits anthropiques (OSPAR Commission, 2009). Ce sont donc les zones exploitées par le Phoque gris et le Marsouin commun comme zone de pêche qui seront les plus affectées (Figure 98). Le Phoque veau-marin exploitant quant à lui quasi-exclusivement la frange côtière, sa ressource alimentaire ne devrait pas être affectée directement (Figure 99).

#### 4. Impact

##### 4.5 Évaluation des impacts sur les mammifères marins

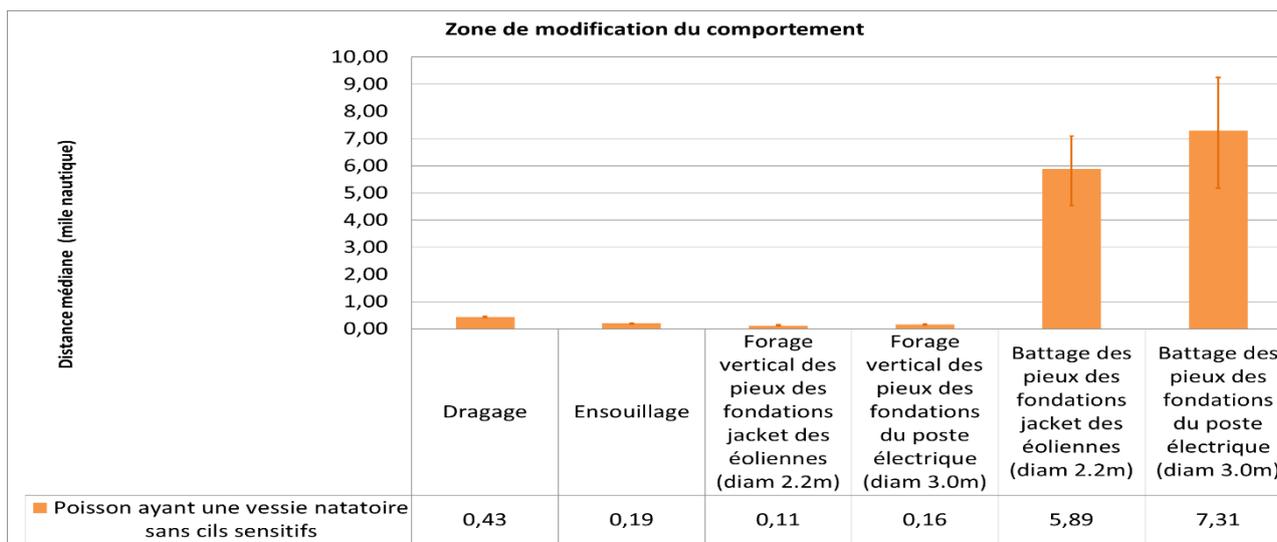
##### 4.5.6 Évaluation des impacts sur les mammifères marins

Figure 98 : Limites médianes de la zone de risque de modification du comportement pour les poissons avec vessie nataoire sans cils sensitifs sur la cartographie des habitats sélectionnés par les phoques gris et veau marin



Source : Université de La Rochelle, CNRS, CMNF, Picardie Nature, ADN & GEMEL, 2016/ Quiet-Oceans, 2016

Figure 99 : Limites médianes des zones de risque de modification du comportement pour les poissons avec vessie nataoire sans cils sensitifs



Parallèlement des effets de masquage peuvent se produire pour les mammifères marins au sein des zones de perception et réduire la capacité temporaire des individus à communiquer entre eux, et contribuer à créer une réduction du préavis dans la détection des prédateurs (le cas doit se présenter rarement dans l'aire d'étude immédiate ou les prédateurs de mammifères marins sont très rares) ou des difficultés accrues pour détecter les proies.

Ce masquage de la même façon peu affecter les proies.

Les sensibilités à la perte d'habitat sont considérées en fonction de la flexibilité écologique de l'espèce. Le Phoque veau-marin peut apparaître comme peu flexible en termes d'habitat mais celui-ci est cantonné aux habitats côtiers. Par ailleurs, comme cela est illustré sur la figure ci-dessus, le Phoque veau-marin exploite quasi-exclusivement la frange côtière, par conséquent sa ressource alimentaire ne devrait pas être affectée directement.

A la vue des modélisations de distances de modifications de comportement, la sensibilité du Marsouin, du Phoque gris et du Grand Dauphin sont considérés comme moyen. La sensibilité du Phoque veau marin est quant à elle considérée comme forte du fait de sa faible flexibilité écologique. Précisons néanmoins que sa ressource alimentaire ne devrait pas être affectée du fait de sa zone de chasse situé en hors de la zone où les poissons devraient être affectés.

Le tableau suivant dresse donc, en l'état actuel des connaissances, les principaux impacts par perte d'habitat en phase de construction. Cet impact est indirect et reste temporaire, de plus il est mobile sur l'aire d'étude immédiate.

Tableau 52 : Analyse des impacts par perte d'habitats en phase de construction

Espèces	Enjeu	Sensibilité	Risque concernant l'espèce	Niveau d'impact
Marsouin commun	Fort	Moyen	Moyen	→ Moyen
Phoque gris	Fort	Moyen	Moyen	→ Moyen
Phoque veau-marin	Fort	Fort	Faible	→ Moyen
Grand Dauphin	Moyen	Moyen	Faible	→ Faible
Dauphin de Risso	Faible	Moyen	Faible	→ Faible
Globicéphale noir	Faible	Moyen	Faible	→ Faible
Lagénorhynque à bec blanc	Faible	Moyen	Faible	→ Faible
Rorqual commun	Faible	Moyen	Faible	→ Faible
Dauphin bleu et blanc	Faible	Moyen	Faible	→ Faible
Dauphin commun	Faible	Moyen	Faible	→ Faible
Mésoplodon de Sowerby	Faible	Moyen	Faible	→ Faible
Petit Rorqual	Faible	Moyen	Faible	→ Faible

#### 4.5.6.6 Impact par perte, altération ou modification d'habitat en phase d'exploitation

Cet impact est considéré comme permanent sur la phase d'exploitation et concerne uniquement l'impact indirect sur les réseaux trophiques.

Les sensibilités écologiques sont les mêmes que pour l'impact par perte d'habitat en phase de construction (4.5.6.5). Si l'impact peut être jugée comme beaucoup moins intense sur les réseaux trophiques que celui en phase de construction, celui est par contre jugée comme permanent et concerne l'ensemble de l'aire d'implantation. Les mêmes niveaux de risques ont donc été pris en compte.

Les modélisations réalisées montrent qu'en fonctionnement, la géométrie des empreintes sonores perçues par les poissons avec vessie natatoire sans cils sensitifs englobe l'empreinte physique du parc en la débordant au plus de 0,7 à 1,3 mille nautique lors de l'exploitation des éoliennes. Autrement dit, le bruit des éoliennes en fonctionnement domine le bruit ambiant perçu dans l'ensemble du périmètre du parc et s'étale au plus jusque 0,7 mille nautique au droit des éoliennes périphériques.

Un risque de modification du comportement est marginal car les niveaux de bruit rayonnés par chaque éolienne sont vraisemblablement en dessous des seuils connus, même si ceux-ci ne sont connus que pour les bruits impulsifs.

De plus, en phase d'exploitation, l'impact sur les poissons est souvent contrebalancé par l'effet récif et l'effet réserve. En effet, 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. Le nouveau substrat disponible sera 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) seront 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. Cet effet pourrait être plus important dans le cadre de l'installation de fondation jacket car celle-ci offre une surface d'accroche plus importante et davantage d'abris pour les poissons (à l'instar des épaves).

Les résultats obtenus sur plusieurs parcs vont dans ce sens. 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 en Angleterre ont démontré :

- ▮ des effets mineurs sur les assemblages de poisson, spécialement près des turbines ; 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).

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 mats d'éoliennes.

Tableau 53 : Analyse des impacts par perte d'habitats en phase d'exploitation

Espèces	Enjeu	Sensibilité	Risque concernant l'espèce		Niveau d'impact
Marsouin commun	Fort	Moyen	Moyen	→	Moyen
Phoque gris	Fort	Moyen	Moyen	→	Moyen
Phoque veau-marin	Fort	Négligeable	Faible	→	Faible
Grand Dauphin	Moyen	Faible	Faible	→	Faible
Dauphin de Risso	Faible	Faible	Faible	→	Négligeable
Globicéphale noir	Faible	Faible	Faible	→	Négligeable
Lagénorhynque à bec blanc	Faible	Faible	Faible	→	Négligeable
Rorqual commun	Faible	Faible	Faible	→	Négligeable
Dauphin bleu et blanc	Faible	Faible	Faible	→	Négligeable
Dauphin commun	Faible	Faible	Faible	→	Négligeable
Mésoplodon de Sowerby	Faible	Faible	Faible	→	Négligeable
Petit Rorqual	Faible	Faible	Faible	→	Négligeable

#### 4.5.6.7 Impacts par collision avec des navires

Les sensibilités au risque de collision avec les navires utilisés lors de la construction, de l'exploitation du parc ou de la phase de démantèlement sont considérées comme négligeables pour les espèces de petite taille et très mobiles (Marsouin commun, phoques, dauphin), faibles pour les espèces de taille moyenne (Globicéphale noir, Mésoplodon) et modérées pour les balénoptéridés (principales victimes de collision avec les navires). En effet, ce dernier groupe est moins agile que les petits mammifères marins.

Le Tableau 54 dresse donc, en l'état actuel des connaissances, les principaux impacts par collision en phase d'exploitation. Cet impact est considéré comme permanent au contraire de la phase de construction. La zone d'effet varie en fonction de la phase et du groupe d'espèces.

Le risque est évalué en fonction de la présence de l'espèce sur la zone.

Tableau 54 : Analyse des impacts sur les mammifères marins par collision avec des navires

Espèces	Enjeu	Sensibilité	Risque concernant l'espèce		Niveau d'impact
Marsouin commun	Fort	Négligeable	Moyen	→	Faible
Phoque gris	Fort	Négligeable	Moyen	→	Faible
Phoque veau-marin	Fort	Négligeable	Faible	→	Faible
Grand Dauphin	Moyen	Négligeable	Faible	→	Négligeable
Dauphin de Risso	Faible	Négligeable	Faible	→	Négligeable
Globicéphale noir	Faible	Faible	Faible	→	Négligeable
Lagénorhynque à bec blanc	Faible	Négligeable	Faible	→	Négligeable
Rorqual commun	Faible	Moyen	Faible	→	Faible
Dauphin bleu et blanc	Faible	Négligeable	Faible	→	Négligeable
Dauphin commun	Faible	Négligeable	Faible	→	Négligeable
Mésoplodon de Sowerby	Faible	Faible	Faible	→	Négligeable
Petit Rorqual	Faible	Moyen	Faible	→	Faible

#### 4.5.6.8 Synthèse des impacts sur les mammifères marins

Le Tableau 55 dresse donc la synthèse des évaluations des impacts concernant les mammifères marins.

Tableau 55 : Synthèse des niveaux d'impacts sur les mammifères marins

Espèces	Synthèse des impacts							
	Impacts acoustiques					Pollution électro-magnétique	Modification ou perte d'habitat (Construction/exploitation)	Collision
	Construction			Exploitation	Démantèlement			
	Battage (2,2 m)	Battage (3m)	Autres travaux					
Marsouin commun	Fort	Fort	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Faible
Phoque gris	Moyen	Fort	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Faible
Phoque veau-marin	Moyen	Moyen	Moyen	Faible	Moyen	Faible	Moyen	Faible
Grand Dauphin	Moyen	Moyen	Moyen	Faible	Moyen	Faible	Faible	Négligeable
Dauphin de Risso	Faible	Faible	Faible	Négligeable	Faible	Faible	Faible	Négligeable
Globicéphale noir	Faible	Faible	Faible	Négligeable	Faible	Faible	Faible	Négligeable
Lagénorhynque à bec blanc	Faible	Faible	Faible	Négligeable	Faible	Faible	Faible	Négligeable
Rorqual commun	Faible	Faible	Faible	Négligeable	Faible	Faible	Faible	Faible
Dauphin bleu et blanc	Faible	Faible	Faible	Négligeable	Faible	Faible	Faible	Négligeable
Dauphin commun	Faible	Faible	Faible	Négligeable	Faible	Faible	Faible	Négligeable
Mésoplodon de Sowerby	Faible	Faible	Faible	Négligeable	Faible	Faible	Faible	Négligeable
Petit Rorqual	Faible	Faible	Faible	Négligeable	Faible	Faible	Faible	Faible

La forte valeur patrimoniale de Marsouin commun et ses fortes densités dans l'aire d'étude immédiate expliquent les niveaux d'impact plus élevés pour cette espèce. L'espèce est également plus sensible (espèce du groupe des hautes fréquences). Il faut néanmoins relativiser ces impacts qui restent circonscrit à l'aire d'étude immédiate pour les modifications de comportement et à moins de 400 m concernant les dommages physiologiques directs.

Le Phoque gris présente une sensibilité moindre mais reste présent au large et est susceptible de fréquenter la zone de projet et sa proximité. Il pourra être impacté à un niveau moyen pour quasiment tous les impacts excepté la collision.

Le Grand Dauphin et le Phoque veau-marin devraient être moins impactés notamment en phase d'exploitation vu leur faible fréquentation de l'aire d'étude immédiate. Pour le Grand Dauphin, la présence sur la zone de projet semble irrégulière et exploitée surtout en transit. Pour le Phoque veau-marin, la zone de projet ne semble pas exploitée ni en transit, ni en phase d'alimentation ou les zones plus côtières sont largement privilégiées. Ces espèces seront affectées à un niveau moyen en phase de travaux (construction, démantèlement)

Les autres espèces ne devraient être impactées que de façon faible à négligeable.

## 4.6 Évaluation des impacts sur les « grands pélagiques »

Une seule espèce de grand pélagique (hors mammifères marins et tortue marines) fait l'objet d'une évaluation des impacts : le Requin pèlerin.

Les requins sont des poissons sans vessie natatoire, c'est donc uniquement ce groupe qui fait l'objet d'une évaluation de leur sensibilité.

### 4.6.1 La sensibilité acoustique des poissons sans vessie natatoire

#### 4.6.1.1 Généralités

Les seuils d'exposition sonores sont mal connus pour les requins. Popper *et al.* (2014) indiquent que les poissons sans vessie natatoire présentent les seuils suivants concernant les niveaux sonores d'exposition pour des opérations de type battage de pieux ou de type charges sismiques (bruits impulsifs cumulés) :

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

Les seuils de réactions comportementales et de masquage ne sont pas connus. Toutefois, Popper *et al.* (2014) considèrent que les poissons sans vessie natatoire sont les moins sensibles, avec des phénomènes de masquage et de réactions comportementales notables uniquement à proximité des sources de bruit (distances non précisées).

Selon Popper *et al.* (2014) les poissons sans vessie natatoire ne sont pas susceptibles de subir des dommages auditifs induits par des bruits continus non impulsionnels, comme le bruit des hélices de navires. Toutefois, cette étude de référence, indique que ces bruits continus peuvent engendrer des risques de masquage élevés à proximité et à moyenne distance de la source de bruit, de même que des risques modérés de réactions comportementales (Popper *et al.*, 2014).

Aussi, en l'état actuel des connaissances et en dehors de la zone de risque de dommage physiologique direct à quelques mètres de l'atelier de battage, il est peu probable d'observer un impact réel sur des individus ou sur les populations ou encore des modifications substantielles (telle que le déplacement d'une alimentation ou d'un site de reproduction ou de perturbation des fonctions critiques) qui affectent la survie des espèces. Ceci est d'autant plus vrai que seul l'atelier de battage est générateur de bruits impulsifs de forte amplitude et que cet atelier est d'une durée relativement courte.

### 4.6.1.2 Sensibilités des requins associées aux différents ateliers

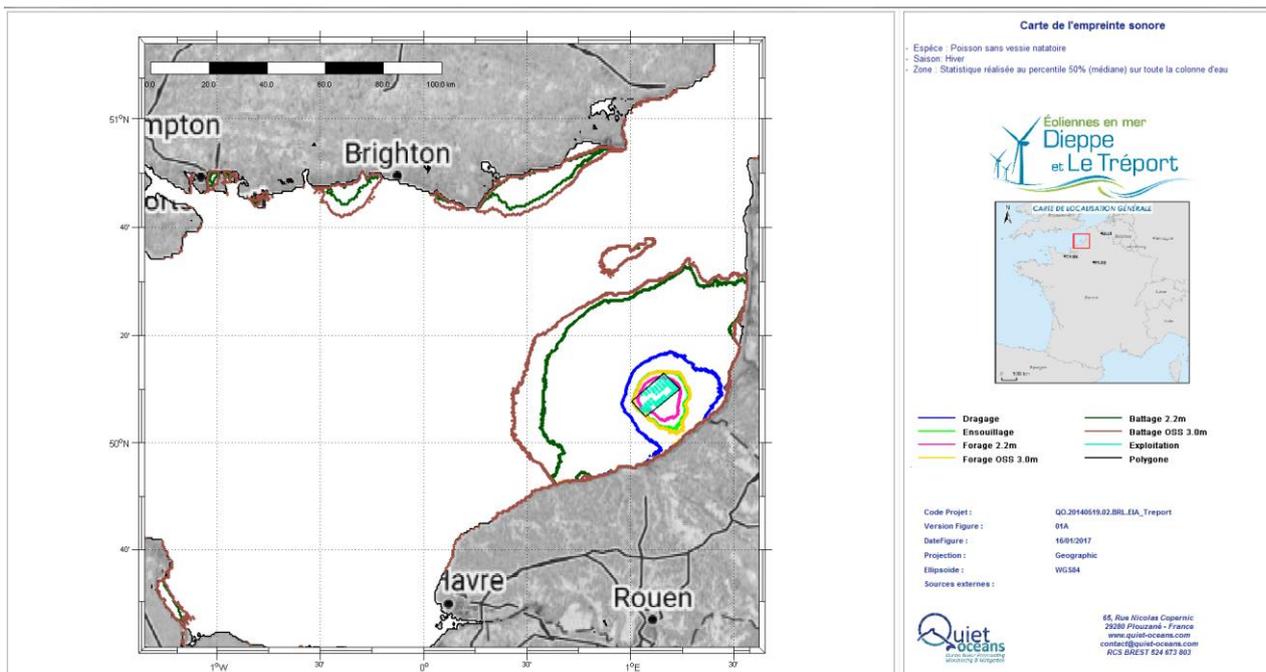
A partir des seuils de sensibilité des poissons sans vessie natatoires, des mesures du bruit ambiant et des simulations acoustiques pour chaque type de travaux, des cartes d'estimation des risques ont été réalisées (Quiet-Oceans, 2016).

Tableau 56 : Étendues des zones d'impacts physiologiques en fonction de la nature des travaux chez les poissons sans vessie natatoire

Ateliers Durée d'exposition : 1 seconde	Zone de perception sonore (médiane en km)	Zone de modification du comportement (médiane en km)	Zone de dépassement des seuils de dommage physiologique temporaire (médiane en km)	Zone de dépassement des seuils de dommage physiologique permanent (médiane en km)
<b>Dragage</b>	27	Inconnu	-	-
<b>Ensuillage</b>	27	Inconnu	-	-
<b>Forage</b>	8	Inconnu	-	-
<b>Battage éolienne (pieu de 2,2m)</b>	32	Inconnu	-	-
<b>Battage poste électrique (pieu de 3m)</b>	36	Inconnu	0,1	-
<b>Maintenance</b>	19	-	-	-
<b>Fonctionnement</b>	3	-	-	-

Source : Quiet-Oceans, 2016

Figure 100 : Cartographie des zones de perception des bruits du projet pour les poissons sans vessie natatoire

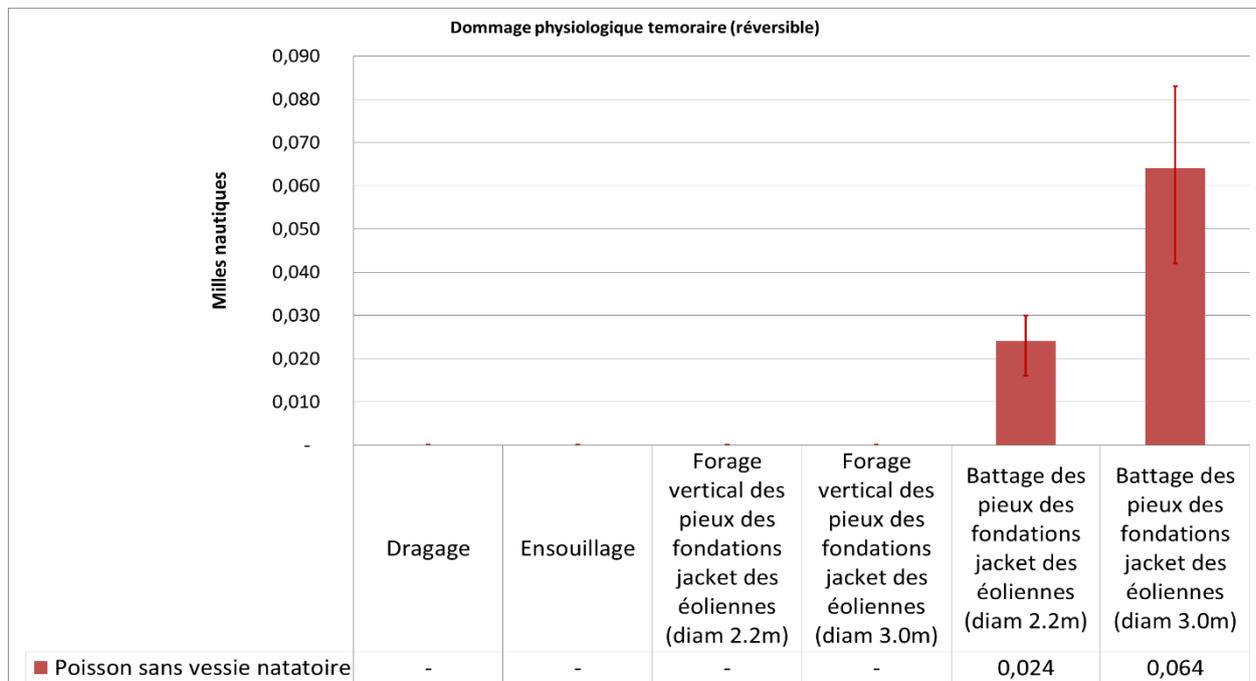


Source : Quiet-Oceans, 2016

Les zones de perception du projet s'étendent jusqu'à 36 km dans le cas de battage des pieux de 3 m. L'empreinte sonore minimum du projet est de 8 km en phase de travaux et de 3 km en phase d'exploitation.

Le battage d'un pieu de 3 m est susceptible d'entraîner des dommages physiologiques directs et temporaires dans un rayon de 100 m autour du pieu (Figure 101). Aucun dommage permanent n'est envisagé (Figure 101).

Figure 101 : Limites médianes des zones de risque de dommage physiologique direct pour les poissons sans vessie natatoire



Source : Quiet-Oceans, 2016

### 4.6.1.3 Synthèse des sensibilités spécifiques aux différents ateliers des grands pélagiques.

Le Tableau 57 synthétise les informations concernant les sensibilités de chaque groupe pour chaque partie des phases de construction et d'exploitation. Cette sensibilité n'est pas la sensibilité globale de l'espèce au bruit mais la sensibilité particulière à un effet particulier (qui diffère selon la phase). Celle-ci prend donc déjà en compte des éléments de caractérisation de l'effet.

Tableau 57 : Synthèse de la sensibilité auditive des poissons sans vessie natatoire par type d'atelier

Synthèse de la sensibilité acoustique par espèce et par type d'atelier								
Groupes d'espèces	Phase de construction du parc						Phase d'exploitation	
	Dragage	Ensouillage	Forage vertical (2,2 m)	Battage (2,2 m)	Forage vertical (3 m)	Battage (pieu de 3 m)	Maintenance	Fonctionnement
Poissons sans vessie natatoire	Faible	Faible	Négligeable	Faible	Faible	Faible	Faible	Négligeable

Négligeable	Aucun risque de dommages physiologiques ni de changements de comportements – Empreinte sonore <14 km- (7,5 MN).
Faible	Risques de dommages physiologiques temporaires sur des distances maîtrisables (<300 m - environ 0,15 MN) ou risque connu de changements de comportement sur des distances inférieures à 5 km (environ 2,7 MN) ou empreinte sonore > 14 km (7,5 MN)
Moyen	Risques de dommages physiologiques temporaires sur des distances non maîtrisables (environ 300 m - 0,15 MN) mais inférieurs à 5 km (2,7 MN) ou risques de modifications du comportement sur des distances supérieures à 5 km (2,7 MN).
Fort	Risque de dommages permanents Risques de dommages physiologiques temporaires sur des distances supérieures à 5 km (environ 2,7–MN)

## 4.6.2 Évaluation des impacts sur les « grands pélagiques »

Une seule espèce de grand pélagique (hors mammifères marins et tortue marines) fait l'objet d'une évaluation des impacts : le Requin pèlerin.

Dans l'aire d'étude large, le Requin pèlerin est occasionnel mais son fort statut de patrimonialité en fait une espèce représentant un enjeu moyen.

### 4.6.2.1 Impacts acoustiques en phase de construction

Le Tableau 35 dresse donc, en l'état actuel des connaissances, les principaux impacts acoustiques en phase de construction. Cet impact est considéré comme temporaire. La zone d'effet varie en fonction de la nature des travaux (battage, forage ...) et du groupe d'espèce.

Le risque est évalué à dire d'expert en fonction de la régularité de la présence de l'espèce, des densités observées et de sa répartition spatiale.

Tableau 58 : Analyse des impacts sur le requin pèlerin en phase de construction

Espèce ou groupe d'espèces	Enjeu	Nature des opérations	Sensibilité	Risque concernant l'espèce	Niveau d'impact
Requin pèlerin	Moyen	Battage (2,2 m ou 3 m)	Faible	Faible	→ Faible
		Autres ateliers	Faible	Présence très occasionnelle dans l'aire d'étude immédiate, éloignée et large	→ Faible

### 4.6.2.2 Impacts acoustiques en phase d'exploitation

Le Tableau 36 dresse donc, en l'état actuel des connaissances, les principaux impacts acoustiques en phase d'exploitation. Cet impact est considéré comme permanent au contraire de la phase de construction. Cet impact intègre également les opérations de maintenance.

Le risque est évalué à dire d'expert en fonction de la régularité de la présence de l'espèce, des densités observées et de sa répartition spatiale. Les justifications sont les mêmes que pour l'impact acoustique en phase de construction.

Tableau 59 : Analyse des impacts en phase d'exploitation

Espèce	Enjeu	Sensibilité	Risque concernant l'espèce	Niveau d'impact
Requin pèlerin	Moyen	Faible	Faible	→ Faible

### 4.6.2.3 Impacts acoustiques en phase de démantèlement

Le Tableau 60 dresse donc, en l'état actuel des connaissances, les principaux impacts acoustiques en phase de démantèlement. Cet impact est considéré comme temporaire. Les opérations sont jugées comme assez proches de la phase de construction (forage et battage exceptés).

Le risque est évalué à dire d'expert en fonction de la régularité de la présence de l'espèce, des densités observées et de sa répartition spatiale.

Tableau 60 : Analyse des impacts sur le requin pèlerin en phase de construction

Espèce ou groupe d'espèces	Enjeu	Nature des opérations	Sensibilité	Risque concernant l'espèce	Niveau d'impact
Requin pèlerin	Moyen	Démantèlement	Faible	Faible	Faible
				Présence très occasionnelle dans l'aire d'étude immédiate, éloignée et large	

### 4.6.2.4 Impact par modification du champ magnétique

Certaines espèces d'élastranchés, et notamment les requins, sont sensibles à de très faibles variations de champ électrique, naturellement provoquées par le déplacement de leurs proies dans l'eau. Les champs électriques induits par le champ magnétique des liaisons sous-marines sont du même ordre de grandeur et il est logique de supposer que les élastranchés (requins notamment) sont biologiquement capables de le percevoir. Notons toutefois que le champ émis par les liaisons électriques est un champ alternatif à 50 Hz alors que les élastranchés sont sensibles à un champ statique.

Néanmoins, les scientifiques ayant étudié ce sujet considèrent d'une part que le phénomène est de faible ampleur et localisé, d'autre part que d'autres sens (odorat et vue notamment) jouent un rôle déterminant dans le repérage des proies par ces espèces. Au final, ils en concluent qu'il est peu probable que ce phénomène ait une influence significative sur les espèces considérées (Poléo, Johannessen *et al.* 2001).

Les requins utilisent de façon importante l'électro-réception pour se déplacer et surtout pour chasser. Néanmoins, il est probable que le Requin pèlerin qui se nourrit de plancton utilise moins cette capacité pour se nourrir et davantage pour se déplacer. Nous considérons donc sa sensibilité comme modérée.

Le tableau suivant dresse donc, en l'état actuel des connaissances, les impacts par pollution électromagnétique en phase d'exploitation. Cet impact est considéré comme permanent. La zone d'effet correspond à l'aire d'étude immédiate où les densités de câblages sont les plus importantes.

Le risque est considéré comme faible car il s'agit d'une espèce occasionnelle sur l'aire d'étude immédiate mais également car l'ensouillage ou l'enrochement du câble devrait minimiser le volume d'eau impacté.

Tableau 61 : Analyse des impacts sur le Requin pèlerin par modification du champ magnétique

Espèce	Enjeu	Sensibilité	Risque concernant l'espèce	Niveau d'impact
Requin pèlerin	Moyen	Modéré	Faible	Faible

#### 4.6.2.5 Impacts par modification d'habitat

L'aire d'étude immédiate ne constitue pas un habitat très favorable pour l'espèce (d'où sa présence occasionnelle). De plus, son régime alimentaire étant composé principalement de plancton, son réseau trophique ne devrait pas être affecté.

Nous considérons que cet impact est nul.

#### 4.6.2.6 Impacts par collision avec des navires

Les impacts par collision avec les navires de chantier sont possibles lors des travaux, la sensibilité de l'espèce est forte étant donné les caractéristiques de nage du Requin pèlerin (nage lente en surface, faible réactivité des animaux). Le risque est considéré comme faible en raison de la présence occasionnelle de l'espèce.

Le Tableau 62 dresse donc, en l'état actuel des connaissances, les principaux impacts par collision. La zone d'effet se concentre sur l'aire d'étude immédiate. L'impact est considéré comme temporaire car principalement concentré en phase de construction.

Tableau 62 : Analyse des impacts sur le Requin pèlerin par collision avec les bateaux

Espèce	Enjeu	Sensibilité	Risque concernant l'espèce	Niveau d'impact
Requin pèlerin	Moyen	Forte	Faible	→ Faible

#### 4.6.2.7 Synthèse des impacts sur les « grands pélagiques »

Le tableau suivant dresse donc la synthèse des évaluations des impacts concernant le Requin pèlerin.

Tableau 63 : Synthèse des impacts sur le Requin pèlerin

Synthèse des impacts						
Phase	Acoustiques				Modification du champ magnétique	Collision avec des navires
	Construction		Exploitation	Démantèlement		
Espèce	Battage (2,2m)	Autres ateliers				
Requin pèlerin	Faible	Faible	Faible	Faible	Faible	Faible

Les impacts du projet sur le Requin pèlerin sont considérés comme faibles en raison de sa faible sensibilité aux impacts acoustiques mais également de son caractère occasionnel.

## 4.7 Impacts cumulés

### 4.7.1 Contexte réglementaire et méthodologie

Pour l'étude d'impact, l'évaluation des effets cumulés est régie par l'article R. 122- 5 nouveau du Code de l'environnement qui précise les douze rubriques que doit comporter l'étude d'impact, certaines se rapportant aux effets cumulés :

- ▶ Les interrelations entre les éléments de l'état initial (R. 122-5-II 2°) ;
- ▶ L'addition et l'interaction des effets du projet à l'étude entre eux (R. 122-5-II 3°) ;
- ▶ Les effets cumulés avec les autres projets connus (R. 122-5-II 4°) qui ont :
  - Fait l'objet d'un dossier d'autorisation loi sur l'eau et d'une enquête publique (au titre de l'article R. 214-6 du Code de l'environnement) ;
  - Fait l'objet d'une étude d'impact et d'un avis de l'autorité environnementale (au titre du présent article R. 122-5).

La prise en compte des effets cumulés de plusieurs projets est une problématique complexe.

Les impacts cumulés de plusieurs parcs éoliens en mer sont susceptibles d'affecter les espèces ayant des capacités de déplacement suffisantes pour les amener à rencontrer plusieurs projets au cours d'un même cycle biologique.

Les retours d'expérience sont encore peu abondants sur cet aspect.

Deux grands types d'effets génériques sur les mammifères marins peuvent potentiellement être cumulatifs entre plusieurs projets :

- ▶ Les dommages physiologiques directs induits principalement par les impacts acoustiques en phase de construction lors du battage mais également par les risques de collision.
- ▶ La perte d'habitat liée à la modification de ceux-ci par plusieurs bails : impact acoustique, modification du champ électromagnétique.
- ▶ Ces effets cumulatifs peuvent être :
  - ▶ Additionnels (effets indépendants qui s'additionnent) ;
  - ▶ Antagonistes (l'effet cumulé de deux projets est moins fort que les effets pris individuellement) ;
  - ▶ Synergiques (l'effet cumulé de deux projets est plus fort que l'addition simple des deux effets pris séparément).

Les grands pélagiques comme le Requin pèlerin ou les tortues marines sont très occasionnelles au niveau de l'aire d'étude immédiate. Le risque que les individus passent par plusieurs parcs est extrêmement réduit. Nous estimons donc qu'il n'existe aucun impact cumulé pour ces groupes d'espèces et cette évaluation ne concerne donc que les mammifères marins.

## 4.7.2 Détermination des projets à prendre en compte

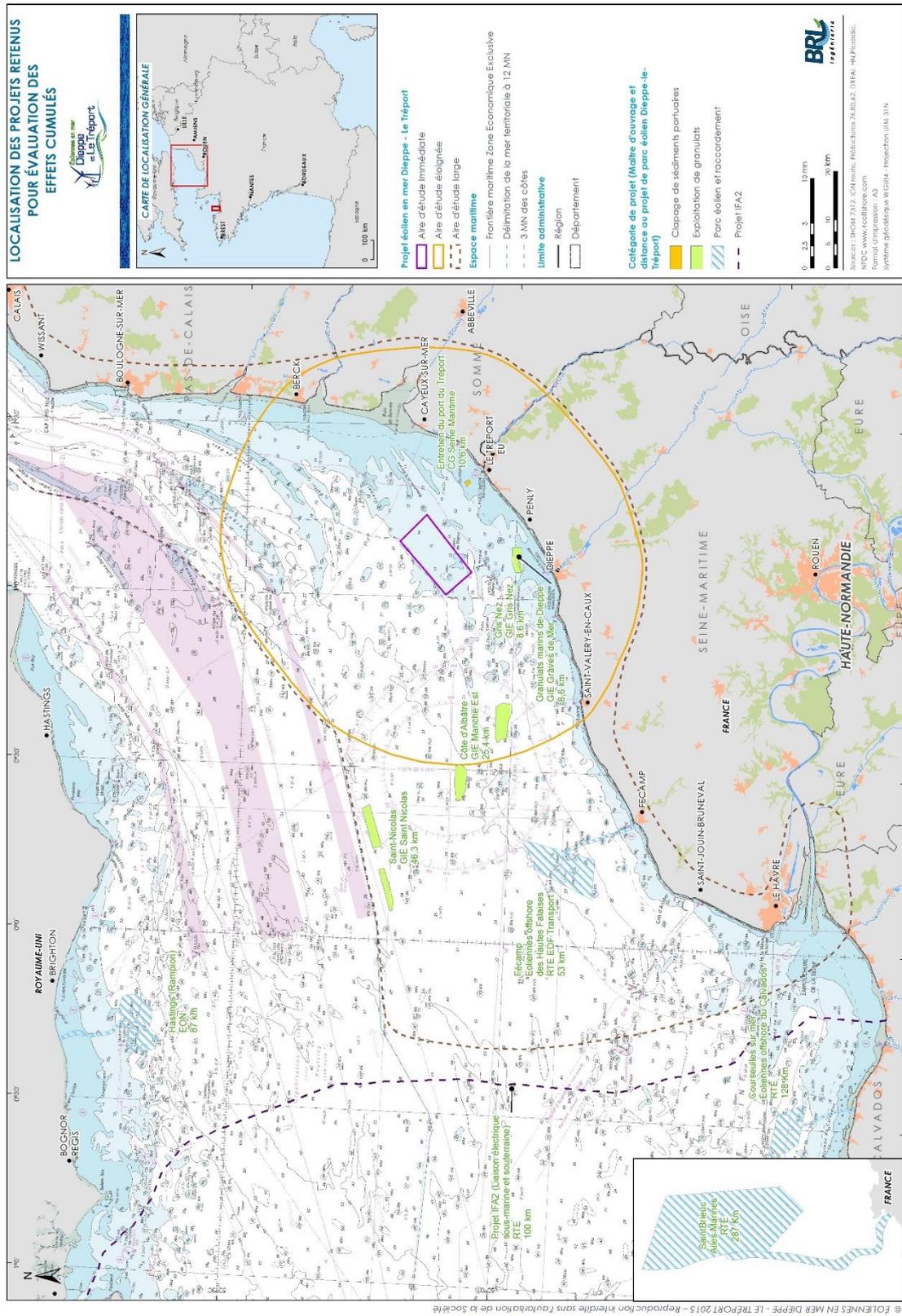
Les projets localisés au sein de l'aire d'étude ou d'influence ou bien pouvant affecter de manière significative la mégafaune marine sont listés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 64 : Projets retenus pour l'étude des effets cumulés

Département	Date	Intitulé et nature du projet	Maîtrise d'ouvrage
76	2012	Granulats marins de Dieppe : autorisation d'ouverture des travaux miniers	GIE graves de mer
76	2012	Concession des granulats marins de la côte d'albâtre : autorisation d'ouverture des travaux miniers	GIE manche est
76	2013	Dragage d'entretien du port du Tréport et immersion des déblais de dragage	
76	2013	Granulats marins Gris nez AOT : ouverture de travaux miniers	GIE Gris-Nez
80	2013	Implantation de 24 épis sur la plage de Cayeux-sur-Mer dans le cadre du programme de confortement des zones urbanisées du Vimeu sur la commune de Cayeux-sur-Mer	Syndicat Mixte Baie de Somme Grand Littoral Picard.
76	2013	Concession des granulats marins Saint-Nicolas : ouverture des travaux miniers	GIE Saint Nicolas
76	2014	Projet de réhabilitation de la station d'épuration de Saint-Martin-en-Campagne	Syndicat mixte d'adduction d'eau potable et d'assainissement de la région Dieppe nord
76	2015	Parc éolien en mer de Fécamp et son raccordement	Eoliennes offshore des Hautes-falaises et RTE
14	2015	Parc éolien en mer de Courseulles-sur-Mer et son raccordement	Eoliennes offshore du Calvados et RTE
14/Angleterre	2017-2018	Liaison électrique sous-marine et souterraine IFA2	RTE
Angleterre		Parc éolien au Royaume-Uni : Hastings (Rampion)	EON

Source : BRLi, 2016

Figure 102 : Projets retenus pour l'étude des effets cumulés



Une première analyse a été menée sur les aires d'études et les effets des projets. Cette analyse a permis d'écartier les projets pour lesquels les effets sur la mégafaune marine étaient négligeables ou circonscrits dans l'espace sans interaction avec le projet éolien de Dieppe Le Tréport. C'est le cas :

- ▶ Des projets en partie terrestre et dont l'impact sur le milieu marin est considéré comme négligeable ;
- ▶ Des projets marins ne présentant pas de risque d'impact par modification du champ magnétique ou d'impact par modification de l'ambiance sonore sous-marine significatif.
- ▶ Cette analyse est présentée par projet dans le Tableau 65 :

Tableau 65 : Projets écartés dont les effets sont jugés comme non significatifs

Département	Intitulé et caractéristiques du projet	Effet induit
76	Dragage d'entretien du port du Tréport et immersion des déblais de dragage Clapage sur une zone de 1 km <sup>2</sup> entre le 15 septembre et le 15 mai.	Dragage intra-portuaire Uniquement clapage en mer Impact acoustique limité
80	Implantation de 24 épis sur la plage de Cayeux-sur-Mer dans le cadre du programme de confortement des zones urbanisées du Vimeu sur la commune de Cayeux-sur-Mer Implantation littorale achevée au normalement au 31 décembre 2015	Projet terrestre achevée Plus d'impact direct sur le milieu marin
76	Projet de réhabilitation de la station d'épuration de Saint-Martin-en-Campagne Projet terrestre, ne concerne qu'indirectement le milieu marin	Projet terrestre Pas d'impact direct sur le milieu marin

Source : BRLi, 2016

Les projets pris en compte dans l'évaluation des effets cumulés sont présentés dans le Tableau 66. Il s'agit de 3 autres parcs éoliens en mer, de 4 concessions des granulats marins et d'un projet de câble sous-marin.

Tableau 66 : Projets pris en compte et dont les effets cumulés sont jugés comme significatifs

Département	Intitulé et caractéristiques prévues du projet	Distance au projet	Etat du projet	Effet cumulé induit
76	Parc éolien des Hautes Falaises et son raccordement 83 machines de 175m sur 65 km <sup>2</sup> 13km des côtes – Fondations gravitaires Pêche aux arts trainants non autorisée	53 km	Déposé	Perte d'habitat en phase de construction Perte d'habitat en phase d'exploitation (acoustique et électromagnétique)
14	Parc éolien en mer du Calvados et son raccordement 75 machines sur 50 km <sup>2</sup> 10 km des côtes – Monopieu Aucune précision sur l'autorisation de la pêche aux arts trainants.	128 km	Déposé	Perte d'habitat en phase de construction Perte d'habitat en phase d'exploitation (acoustique et électromagnétique)

Département	Intitulé et caractéristiques prévues du projet	Distance au projet	Etat du projet	Effet cumulé induit
Angleterre	Parc éolien au Royaume-Uni : Hastings (Rampion) 175 machines de 140m sur 72 km². 13 km des côtes – Monopieu Aucune précision sur l'autorisation de la pêche aux arts trainants.	87 km	En construction	Perte d'habitat en phase de construction Perte d'habitat en phase d'exploitation (acoustique et électromagnétique)
76	Granulats marins de Dieppe : autorisation d'ouverture des travaux miniers Unique barge aspiratrice sans traitement des matériaux sur place et aucun rejet à la mer (sauf eaux de surverse) 5,4 km² exploitée du 1 <sup>er</sup> février au 31 octobre	8 km	En exploitation	Perte d'habitat en phase d'exploitation (acoustique)
76	Concession des granulats marins de la côte d'albâtre : autorisation d'ouverture des travaux miniers. Maximum de 2 barges aspiratrices sans traitement des matériaux sur place et aucun rejet à la mer (sauf eaux de surverse) 20 km² exploitée du 1 <sup>er</sup> janvier au 31 octobre	25 km	En exploitation	Perte d'habitat en phase d'exploitation (acoustique)
76	Granulats marins Gris nez AOT : ouverture de travaux miniers Unique barge aspiratrice sans traitement des matériaux sur place et aucun rejet à la mer (sauf eaux de surverse) 2,36 km² exploité du 1 <sup>er</sup> février au 31 octobre	8 km	En exploitation	Perte d'habitat en phase d'exploitation (acoustique)
76	Concession des granulats marins Saint-Nicolas : ouverture des travaux miniers Maximum de 2 barges aspiratrices sans traitement des matériaux sur place et aucun rejet à la mer (sauf eaux de surverse) 12,5km² exploité sans limitations de période	46 km	En exploitation	Perte d'habitat en phase d'exploitation (acoustique)
76	Installation nucléaire EPR Penly 3		Déposé et en suspens	Perte d'habitat en phase de construction
14/Angleterre	Liaison électrique sous-marine et souterraine IFA2	100 km	En projet travaux prévu en 2018	Pas d'impact en phase de construction car le câble sera déjà installé lors de la construction du parc éolien Perte d'habitat en phase exploitation (magnétique)

Source : BRLi, 2016

## 4.7.3 Évaluation de l'impact cumulé par type d'effets

### 4.7.3.1 Impact par modification de l'ambiance sonore sous-marine cumulé en phase de construction

L'impact cumulé avec le parc de Fécamp est jugé comme négligeable puisque seuls 3 pieux vont être installés pour le poste de livraison, le reste du parc étant sur fondations gravitaires.

Le parc d'Hastings n'est pas pris en compte car la construction a déjà débuté (depuis février 2016) et les phases les plus bruyantes devraient être achevées avant le début des travaux du parc éolien en mer de Dieppe-Le Tréport. Cet impact intègre deux composantes :

- ▶ Les dommages physiologiques directs souvent limités à l'espèce  
Ils concernent uniquement les travaux de battage qui présentent les risques acoustiques les plus grands. En effet, la phase de battage de pieux est la seule susceptible de présenter un dépassement du seuil de dommages physiologiques pour les mammifères marins (d'après Southall, *et al.* 2007 et Lucke, Siebert, Lepper, & Blanchet, June 2009). (Les projets d'extraction ne sont pas concernés par cette composante). Les simulations acoustiques réalisées pour les autres types de travaux (dont dragage et exploitations de granulats) montrent que pour toutes les catégories acoustiques, le seuil de modification du comportement n'est jamais atteint. On admettra en outre, que l'éloignement entre les projets est un élément qui contribue à restreindre encore les effets cumulatifs potentiels. Ces risques sont concentrés sur le projet d'éoliennes en mer de Dieppe-Le Tréport à moins de 400 m (de l'ordre de 500 m pour Hastings et de 3 km pour le parc du Calvados). Sur chacun de ces parcs, des mesures de réduction ont été mises en place pour limiter les risques :
  - Des effaroucheurs afin de pousser les mammifères marins à quitter la zone de travaux,
  - Un démarrage progressif du battage pour laisser le temps de quitter la zone,
  - Des suivis visuels et acoustiques afin de contrôler l'absence de mammifères marins dans la partie impactée.
- ▶ Les modifications de comportement (assimilables à de la perte d'habitat) plus étendues. Elles concernent tous les ateliers de la phase de construction à des degrés divers et toutes les espèces, mais la phase de battage reste de loin la plus impactante et le Marsouin commun, l'espèce la plus sensible. Elle concerne également les projets d'extraction où les impacts sont assimilables à l'atelier de dragage sur un parc éolien en mer. Les effets sur les espèces « moyennes fréquences » (Dauphins, Globicéphales) et « basses fréquences » (baleines, rorquals) peuvent être considérés comme faibles vu qu'il s'agit d'espèces occasionnelles dans l'aire d'étude large et très mobiles et donc capables de se déplacer facilement en dehors des zones impactées et ceci même si la prise en compte dans la modélisation d'une valeur conservatrice entraîne d'importantes surfaces affectées. Il en est de même pour les pinnipèdes. Notons que les autres projets n'ont pas pris en compte cette valeur conservatrice.

Dans le cadre du projet d'EPR Penly 3, EDF prévoit la création d'un puits de rejet en mer à l'aide d'une foreuse à 1 km du chenal de la centrale nucléaire existante qui aurait un rayon global de perception acoustique de l'ordre d'1 km pour la faune sous-marine. Ces opérations de forage, en termes d'émissions acoustiques sous-marines, sont peu impactantes sur les mammifères marins, en particulier lorsqu'on les compare aux opérations de battage de pieu. Au regard des informations générales issues du volet acoustique sous-marine de la présente étude venant confirmer cette assertion et malgré l'absence d'information quant au calendrier du projet d'EPR, il est raisonnable d'évaluer l'impact cumulé sur les mammifères marins comme négligeable.

Tableau 67 : Emprise en kilomètres autour de la zone de travaux pouvant entraîner des modifications de comportements

Projets	Espèce	Emprise en km autour de la zone de travaux (valeur médiane) pouvant entraîner des modifications de comportement
<b>Parc éolien en mer de Dieppe-le Tréport</b>	Marsouin commun	2,1 km
	Phoques	0,2 km (perte d'audition temporaire) 23,2 km(modification de comportement sur la base d'une valeur conservatrice)
<b>Parc éolien en mer des Hautes falaises</b>	Marsouin commun	5,41 km (Clapage, dragage et dépose)
	Phoques	0 km
<b>Parc éolien en mer du Calvados</b>	Marsouin commun	27,4 km (cas de double atelier)
	Phoques	2,79 km au minimum (perte d'audition temporaire)
<b>Installation nucléaire EPR Penly 3</b>	Mammifères marins	1 km



Remarque : Les impacts du projet des Hautes Falaises ont été définis sur 5 niveaux : Très faible-Faible-Modéré-Moyen-Fort.

Les impacts des autres projets ont été définis sur 4 niveaux : Négligeable – Faible – Moyen – Fort. Le niveau modéré du projet des Hautes falaises peut être considéré comme intermédiaire entre faible et moyen.

Tableau 68 : Evaluation des impacts cumulés en phase de construction

Espèce	Dieppe- le Tréport	Hautes falaises	Calvados	Exploitation (4 sites)	Impact cumulé attendu
<b>Marsouin commun</b>	Moyen	Modéré	Négligeable	Faible	Impact cumulé attendu et jugé comme important principalement en terme acoustique dans le cas de travaux synchrones sur les différents parcs (ce qui est peu probable), plus faible en cas de travaux asynchrone. Impact cumulé réduit par l'exclusion des travaux de battage de février à mai, périodes où les densités de Marsouin sont les plus importantes.
<b>Phoque gris</b>	Faible à moyen	Faible	Négligeable	Faible	Impact cumulé attendu mais jugé comme faible en raison de l'espacement important des différents parcs.
<b>Phoque veau-marin</b>	Faible	Faible	Négligeable	Faible	Pas d'impact cumulé attendu, forte sédentarité des individus qui ne devraient pas fréquenter plus d'un parc.

*En gris, les espèces pour lesquels on peut s'attendre à un effet cumulé*

Pour le Phoque veau-marin, les suivis télémétriques et par balise « argos » ont montré que l'espèce en Baie de Somme est peu mobile même si des échanges sont réguliers. On peut donc considérer qu'il y a peu de risques pour un Phoque veau-marin de fréquenter plusieurs parcs sur un court laps de temps. L'espèce est également très côtière et sa présence autour de la zone de travaux n'est pas envisageable. Nous considérons que pour cette espèce les impacts de chaque projet ne se cumulent pas.

Concernant le Phoque gris, bien que l'espèce soit très mobile et apte à fréquenter plusieurs parcs, les surfaces impactées en phase de construction sont limitées et l'impact cumulé ne devrait pas dépasser le niveau d'impact de chaque parc.

Pour le Marsouin commun, les surfaces impactées sont plus importantes (forte sensibilité) et avec les concessions d'extraction de granulats, une densité importante de zones dérangées s'instaure le long du littoral normand et induit un impact cumulé important (dans l'hypothèse où tous les travaux ont lieu en même temps, ce qui reste peu probable) même si les surfaces non impactées restent encore importantes.

L'exclusion du battage sur le projet de Dieppe-Le Tréport durant les périodes de février à mai permettent de limiter chronologiquement les impacts cumulés notamment sur le Marsouin commun (période où les densités sont les plus fortes) mais également sur le Phoque gris et le Phoque veau-marin.

#### 4.7.3.2 Impact acoustique cumulé en phase d'exploitation

Les modélisations de l'impact acoustique en phase d'exploitation sur chacun des parcs ont montré que l'impact reste concentré sur le parc et à son voisinage immédiat. Ce sont principalement les espèces « hautes fréquences » qui y sont sensibles et qui peuvent connaître des modifications de comportement dans un rayon de 3 à 4 km autour du parc. Néanmoins les retours d'expérience ont montré qu'une fois les travaux terminés, le Marsouin commun et les phoques recolonisaient facilement les parcs éoliens, profitant probablement de l'effet récif et réserve des parcs éoliens.

Cet impact limité dans l'espace est donc souvent considéré comme faible à négligeable. Nous estimons donc qu'il n'y a pas d'impact cumulé.

#### 4.7.3.3 Impact électromagnétique cumulé

Cet impact ne concerne que les parcs éoliens et les câbles sous-marins (câbles inter-éoliennes, de raccordement électrique des parcs et autre câble). Les études ont montré que c'est au voisinage du câblage (plus ou moins 10 m) que les ondes magnétiques sont les plus fortes et pourraient induire une gêne pour la chasse ou l'orientation. Cet impact est limité à l'emprise du parc (et des câbles) et se confond avec l'impact acoustique en phase d'exploitation. Les retours d'expérience ont montré qu'une fois les travaux terminés, le Marsouin commun et les phoques recolonisaient facilement les parcs éoliens, profitant probablement de l'effet récif et réserve des parcs.

Cet impact est limité à l'emprise de chaque parc et se confond avec l'impact magnétique. Nous estimons qu'il n'y a pas d'impact cumulé.

#### 4.7.3.4 Impact cumulé par collision avec les navires

En phase de construction et de démantèlement, l'augmentation du trafic est une cause potentielle d'impact sur les mammifères marins. Ce sont les mammifères marins de grande taille et lents comme les rorquals et baleines qui sont concernés. Les impacts sur les autres espèces très mobiles et de petite taille (dauphins, Marsouin commun, phoques) sont limités.

Ils sont d'autant plus réduits que sur chaque site, en phase de construction, l'activité devrait éloigner les mammifères marins des zones de travaux et que des mesures d'évitement sous forme de sensibilisation des pilotes au respect de la faune marine (évitement des rassemblements et limitation de la vitesse) sont prévus.

Aucun impact cumulé n'est attendu.

#### 4.7.3.5 Impact cumulé en phase de démantèlement.

Les impacts en phase de démantèlement sont sensiblement les mêmes qu'en phase de construction sans les opérations de battage (et de forage) qui sont les plus impactantes. Peu de retours d'expérience sont disponibles et les techniques de démantèlement sont susceptibles d'évoluer durant ces 20 prochaines années

Néanmoins, les opérations les plus impactantes sont celles liés au dragage (excavation des câbles et des fondations). Pour cette opération, les zones de changement comportemental pour le marsouin commun sont limitées à 2 km autour de la zone de travaux.

Nous estimons qu'il n'y a pas d'impact cumulé.

#### 4.7.4 Synthèse des impacts cumulés

Pour les mammifères marins, les principaux effets cumulés concernent le Marsouin commun en phase de construction.

En effet, les surfaces importantes impactées par les différents parcs (lors des phases de battage pour le parc du Calvados et de Dieppe-Le Tréport) et par les concessions d'extraction de granulats s'étalent sur le linéaire des côtes normandes. Néanmoins, il est fort probable que les calendriers des travaux de construction des parcs du Calvados et de Fécamp ne coïncident que sur une courte période avec celui du projet de Dieppe-Le Tréport. La construction des parcs de Fécamp et du Calvados devrait en effet débiter 1 à 2 ans avant celle du projet de Dieppe-Le Tréport et la simultanéité des travaux ne devrait pas durer plus de quelques mois, ce qui limitera fortement les éventuels effets cumulés.

De plus, l'exclusion de 4 mois de battage (février à mai) sur le projet de Dieppe-Le Tréport permet d'éviter tous cumuls d'impacts des activités de battage sur ces 4 mois entre ce projet et celui du parc du Calvados.

Pour la phase d'exploitation (y compris pollution magnétique et impacts par collision) et de démantèlement, les surfaces concernées sont limitées à l'emprise du parc. Aucun impact n'est par conséquent attendu.

# 5 Mesures pour éviter, réduire ou compenser les impacts du projet





## 5.1 Mesures d'évitement et de réduction d'impacts

### 5.1.1 Mesures d'évitement 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 concernent donc l'ensemble des phases du projet.

Dans le cas de ce projet, l'établissement de la zone propice au développement du parc éolien en mer de Dieppe Le Tréport par l'Etat implique une localisation du projet, une puissance installée et des 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.

Les mesures d'évitement sont liées aux choix de conception du projet établis par le maître d'ouvrage en phase de développement. 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.

Elles agissent sur plusieurs composantes et évitent différents effets. C'est la raison pour laquelle ces mesures ont été prises en compte lors de l'évaluation des impacts. Le coût de ces mesures qui est intégré dans le coût global du projet est difficilement évaluable. Toutefois, leur effectivité est contrôlée lors de la réalisation du projet (indicateurs de mise en œuvre) ainsi que par la mise en œuvre de suivi.

Le tableau ci-dessous présente les différentes mesures envisagées pendant toutes les phases de vie du projet :

- ▶ Construction ;
- ▶ Exploitation ;
- ▶ Démantèlement.

Les mesures d'évitement ne sont pas détaillées au sein de fiches individuelles car pour la plupart d'entre elles sont intrinsèquement liées à la conception du projet. Les mesures de suivis sont quant à elles détaillées au 5.3.

Tableau 69 : Mesures d'évitement concernant les mammifères marins

Type et n° de la fiche mesure	Description de la mesure	Composantes biologiques concernées	Phases du projet pendant laquelle la mesure s'applique	Type d'impact réduit	Coût global en € HT	Principales modalités de suivi de l'efficacité de la mesure
ME1	Eviter les Ridens de Dieppe et les principales dunes hydrauliques	Habitats et biocénoses benthiques Ressources halieutiques et autres peuplements marins Pêche professionnelle Mammifères marins Risques technologiques (UXO)	Construction Exploitation	Perte d'habitats et destruction des biocénoses benthiques Perte, altération ou modification d'habitats d'espèces Modification des activités de pêches et de la disponibilité de la ressource Détonation de charges explosives	Intégré dans le coût du projet	Transmission des coordonnées géographiques des éléments du parc au SHOM. Evaluation des changements éventuels des communautés benthiques de substrats meubles (Suivi efficacité : SE 5) Veille bibliographique et mise en œuvre de campagnes d'inventaires de la ressource halieutique et des autres peuplements (Suivi efficacité : SE 6)
ME5	Protéger les câbles par enfouissement et/ou enrochements naturels	Trafic maritime lié à la pêche professionnelle Navigation et sécurité maritime Habitats et biocénoses benthiques Ressources halieutiques et autres peuplements Mammifères marins	Construction Exploitation	Risque de croche Modification du champ magnétique lié à la présence des câbles Modification de la température au niveau des câbles	Intégré dans le coût du projet	Suivi géophysique de l'ensouillage des câbles et des fondations (Suivi efficacité : SE 4) Evaluation des changements éventuels des communautés benthiques de substrats meubles (Suivi efficacité : SE 5) Veille bibliographique et mise en œuvre de campagnes d'inventaires de la ressource halieutique et des autres peuplements (Suivi efficacité : SE 6) Suivi de la modification du champ magnétique et de la température (Suivi efficacité : SE 7) Evaluation de l'effet récif (Suivi efficacité : SE 8)

## 5.1.2 Mesures de réduction des impacts

### 5.1.2.1 Présentation des mesures de réduction

Les impacts du projet éolien n'ayant pu être 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'autre composante.

A l'instar des mesures d'évitement, l'évaluation des impacts a été réalisée en intégrant les mesures de réduction.

Le tableau ci-dessous présente les différentes mesures de réduction envisagées pendant toutes les phases de vie 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.

Tableau 70 : Mesures de réduction concernant les mammifères marins

N° de la mesure	Description de la mesure	Composantes concernées	Phase du projet pendant laquelle la mesure s'applique	Type d'impact réduit	Coût global en € HT	Principales modalités de suivi de l'efficacité de la mesure
MR1	Installer des éoliennes de très grande puissance pour réduire l'ensemble des impacts	Ensemble des composantes	Construction Exploitation Démantèlement	<p>Perte d'habitats et destruction des biocénoses benthiques</p> <p>Perte, modification ou altération d'habitats d'espèces</p> <p>Effet barrière ou perturbation des trajectoires, risque de collision (avifaune)</p> <p>Co-visibilités et intrusions visuelles (ou modification de la perception du paysage)</p> <p>Modification de l'ambiance sonore sous-marine</p> <p>Modification des cheminements maritimes et augmentation du trafic maritime</p> <p>Modification des activités de pêche et disponibilité de la ressource</p> <p>Risque de collision (navires)</p>	Intégré dans le coût du projet	<p>Suivis acoustiques des niveaux de bruits sous-marins (suivi efficacité : SE 1)</p> <p>Suivis à long terme des populations d'oiseaux en mer (et autres groupes de mégafaune marine) selon le protocole BACI (suivi efficacité : SE 2)</p> <p>Etude des activités de chauves-souris en vol au sein du parc éolien (suivi efficacité : SE 3)</p> <p>Evaluation des changements éventuels des communautés benthiques de substrats meubles (suivi efficacité : SE 5)</p> <p>Veille bibliographique et mise en œuvre de campagnes d'inventaires de la ressource halieutique et des autres peuplements (suivi efficacité : SE 7)</p> <p>Suivi de l'accidentologie (suivi efficacité : SE 9)</p> <p>Suivi de l'impact socio-économique du projet sur la pêche professionnelle maritime (suivi efficacité : SE 12)</p>
MR4	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 Mammifères marins	Construction Exploitation Démantèlement	<p>Perte d'habitats et destruction des biocénoses benthiques</p> <p>Modification des activités de pêche et disponibilité de la ressource</p>	Intégré dans le coût du projet	Plan de recellement du parc éolien
MR5	Mettre en place des mesures relatives à la réduction du bruit de minimum 7 db (rideau de bulle ou confinement)	Mammifères marins Ressources halieutiques et autres peuplements	Construction	<p>Modification de l'ambiance sonore sous-marine (battage de pieux)</p> <p>Effet barrière ou modification des trajectoires (poissons)</p>	7 700 000	<p>Suivis acoustiques des niveaux de bruits sous-marins (Suivi efficacité : SE1)</p> <p>Suivis des phoques gris et veaux-marins avant, pendant la construction, pendant l'exploitation et durant le démantèlement (Suivi efficacité : SE1bis)</p> <p>Suivis à long terme des populations d'oiseaux en mer (et autres groupes de mégafaune marine) selon le protocole BACI (Suivi efficacité : SE2)</p>

N° de la mesure	Description de la mesure	Composantes concernées	Phase du projet pendant laquelle la mesure s'applique	Type d'impact réduit	Coût global en € HT	Principales modalités de suivi de l'efficacité de la mesure
						Veille bibliographique et mise en œuvre de campagnes d'inventaires de la ressource halieutique et des autres peuplements (Suivi efficacité : SE6)
MR6	Mettre en œuvre des mesures de maîtrise des risques de dommages physiologiques directs	Mammifères marins Ressources halieutiques et autres peuplements	Construction Démantèlement	Modification de l'ambiance sonore sous-marine	660 000	Contrôle du respect des procédures (respect du cahier de prescriptions écologiques « démarrage chantier de battage ») Suivi de la présence des mammifères marins (suivi de l'efficacité SE1).
MR6 bis	Mettre en œuvre le projet THERMMO pour réduire les risques d'impacts acoustiques	Mammifères marins	Pré-construction Construction	Modification de l'ambiance sonore sous-marine	359 300	Suivis acoustiques des niveaux de bruits sous-marins (suivi de l'efficacité SE1) Suivis des phoques gris et veaux-marins avant, pendant la construction, pendant l'exploitation et durant le démantèlement (suivi de l'efficacité SE1bis)
MR6 ter	Mettre en œuvre le projet Smart PAM pour contrôler en temps réel la présence de mammifères marins	Mammifères marins	Pré-construction Construction	Modification de l'ambiance sonore sous-marine	224 550	Suivi de la présence des mammifères marins (suivi de l'efficacité SE1) Suivis des phoques gris et veaux-marins avant, pendant la construction, pendant l'exploitation et durant le démantèlement (suivi de l'efficacité SE1bis)
MR8	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	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
MR13	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	Suivis des phoques gris et veaux-marins avant, pendant la construction, pendant l'exploitation et durant le démantèlement (suivi de l'efficacité SE1bis) Suivis à long terme des populations d'oiseaux en mer (et autres groupes de mégafaune marine) selon le protocole BACI (Suivi efficacité : SE2)

N° de la mesure	Description de la mesure	Composantes concernées	Phase du projet pendant laquelle la mesure s'applique	Type d'impact réduit	Coût global en € HT	Principales modalités de suivi de l'efficacité de la mesure
MR18	Mettre en place des anodes ICCP à la place d'anodes sacrificielles	Qualité de l'eau et des sédiments Habitats et biocénoses benthiques Ressources halieutiques et autres peuplements Mammifères marins	Exploitation	Contamination par des substances polluantes	Intégré dans le coût du projet	Evaluation de l'effet récif (Suivi efficacité SE8)
MR20	Arrêter le battage des pieux des éoliennes durant la période sensible des espèces	Mammifères marins	Février à mai (inclus)	Modification de l'ambiance sous-marine en période sensible pour le Marsouin commun	9 000 000	Suivis des phoques gris et veaux-marins avant, pendant la construction, pendant l'exploitation et durant le démantèlement (suivi de l'efficacité SE1bis)  Suivis à long terme des populations d'oiseaux en mer (et autres groupes de mégafaune marine) selon le protocole BACI (suivi efficacité : SE 2)

### 5.1.2.2 Fiches descriptives des mesures de réduction

Fiche n°	MR1	Catégorie de mesure	Réduction	Composantes	Ensemble des composantes
Installer des éoliennes de très grande puissance pour réduire l'ensemble des impacts					
<b>Objectif de la mesure</b>					
<p>Le maître d'ouvrage a fait le choix de recourir à des éoliennes de très grande puissance (8 MW) pour réduire l'ensemble des impacts, notamment :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Les emprises sur les fonds marins ;</li> <li>• le temps de construction du parc éolien ;</li> <li>• le nombre d'obstacles en mer.</li> </ul>					
<b>Description de la mesure</b>					
<p>Cette mesure, intégrée dans la conception du projet dès 2013, constitue la principale mesure permettant de réduire les impacts environnementaux globaux du projet et également la durée du chantier. Comparé au même projet présenté lors du débat Public de 2010 avec des machines de 5 MW, le nombre de machines est réduit de 38 % dans la configuration actuelle et la durée du chantier de moitié (de 4 à 2 années).</p> <p>La diminution du nombre d'éoliennes permet également de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Réduire les risques de collision entre navire et éolienne ;</li> <li>• 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 ;</li> <li>• Réduire le linéaire de câbles inter-éoliennes et l'impact engendré par leur pose sur les habitats et les biocénoses benthiques en phase de construction ainsi que la modification du champ magnétique à leur voisinage ;</li> <li>• Réduire la modification de perception du paysage ;</li> </ul> <p>Pour l'avifaune et les chiroptères, cette mesure permet en outre de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Limiter le nombre d'obstacles en mer et le risque de collision ;</li> <li>• Envisager un parc moins dense avec des interdistances entre éoliennes plus importantes (minimisation des phénomènes de perturbation des oiseaux en vol) ;</li> <li>• Limiter le nombre de balisages lumineux réglementaires (et les perturbations associées) ;</li> <li>• Limiter la collision : la hauteur en bas de pale des éoliennes retenues est importante (environ 30 m au-dessus du niveau de hautes-eaux moyen). Cette hauteur importante 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).</li> </ul>					
<b>Phases d'intervention</b>	Maître d'ouvrage		Partenaires techniques pressentis		Fournisseur d'éolienne
<b>Dates d'intervention</b>	Construction, exploitation et démantèlement.				
<b>Secteurs concernés</b>	Zone du parc éolien		Estimation des coûts (€ HT)		Intégré dans le coût du projet

<b>Modalités de suivi de la mesure et de ses effets</b>			
Suivi acoustique des mammifères marins en phase de construction, exploitation, démantèlement (suivi efficacité : SE 1) Suivi avifaune et mammifères marins (suivi efficacité : SE 2) Suivi chiroptères en phase d'exploitation (suivi efficacité : SE 3) Suivi des biocénoses benthiques (suivi efficacité : SE 6) Suivi de la ressource halieutique (suivi efficacité : SE 7) Suivi de l'accidentologie (suivi efficacité : SE 9) Suivi socio-économique de l'impact sur l'activité de pêche professionnelle (suivi efficacité : SE 12)			
Indicateurs de mise en œuvre	/	Indicateurs de résultats	Rapports des suivis

Fiche n°	MR4	Catégorie de mesure	de Réduction	Composante	Habitats et biocénoses benthiques Ressources halieutiques et autres peuplements Pêche professionnelle
<b>Mettre en place des câbles de plus grande capacité (66 kV au lieu de 33 kV) pour diminuer leur emprise</b>					
<b>Objectif de la mesure</b>					
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 électrique 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 ».					
<b>Description de la mesure</b>					
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"> <li>• 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 ;</li> <li>• 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.</li> </ul>					

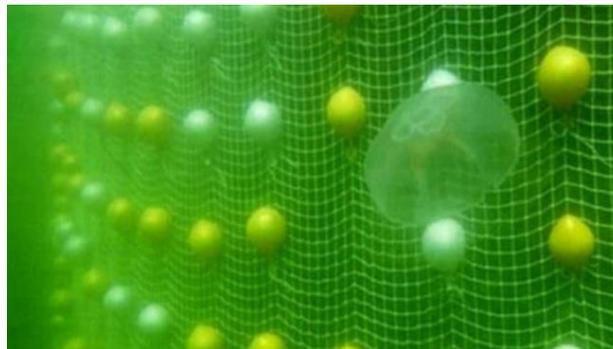
Responsable de la mise en œuvre	Maître d'ouvrage	Partenaires techniques pressentis	/
Phases d'intervention	Construction, d'exploitation et de démantèlement		
Secteurs concernés	Zone du parc éolien	Estimation des coûts (€ HT)	Intégré dans le coût du projet
Modalités de suivi de la mesure et de ses effets			
Suivi non applicable			
Indicateurs de mise en œuvre	Plan de recollement du parc	Indicateurs de résultats	

Fiche n°	MR5	Catégorie de mesure	Réduction	Composante	Mammifères marins Ressources halieutiques et autres peuplements
<b>Mettre en place de mesures relatives à la réduction du bruit de minimum 7 db (rideau de bulle ou confinement)</b>					
<b>Objectif de la mesure</b>					
<p>L'objectif du projet de la mesure est de réduire le bruit du battage de pieux dans la colonne d'eau (bruit sous-marin) et dans la colonne d'air (bruit aérien)</p> <p>Au regard des résultats issues du projet R&amp;D RESPECT (Réduction des Empreintes Sonores des Parcs Eoliens en mer: Comprendre pour de nouvelles Technologies) ainsi que des expertises acoustiques sous-marines et mammifères marins, le maître d'ouvrage s'engage à mettre en œuvre une solution de réduction du bruit de battage à la source d'environ 7dB.</p> <p>En effet, ces études permettent d'estimer que la réduction optimale de l'énergie sonore introduite dans la bande de sensibilité du marsouin commun est d'environ 7 dB.</p> <p>Cette réduction permettra de réduire considérablement l'impact sur la population de marsouin commun et plus généralement sur celles des poissons présents dans les aires d'étude et donc de limiter les modifications concernant les ressources alimentaires potentielles des nombreuses espèces d'oiseaux piscivores (Fou de Bassan, Alcidés, plongeurs, ...).</p> <p>Les mesures de réduction consistant à la réduction des émissions sonores à la source permettent de réduire significativement les empreintes sonores aux seuils. Les résultats présentés au chapitre 1924.5.6 apportent des éléments détaillés sur ces emprises acoustiques. Cette mesure de réduction est associée également à des mesures de suivi par acoustique passive, des suivis télémétriques des mammifères marins avant et pendant la construction, ainsi que les suivis aériens digitaux, particulièrement performant pour la détection et la détermination des mammifères marins, tortues et requins, y compris sous l'eau.</p>					

Description de la mesure

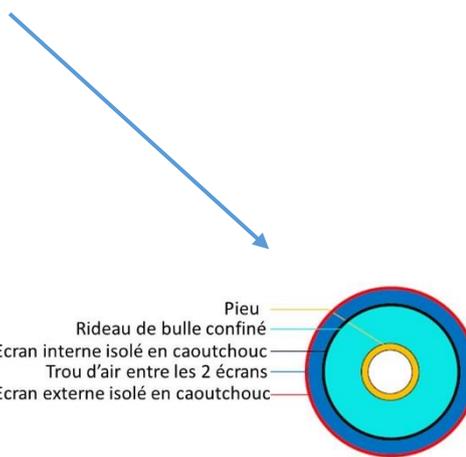
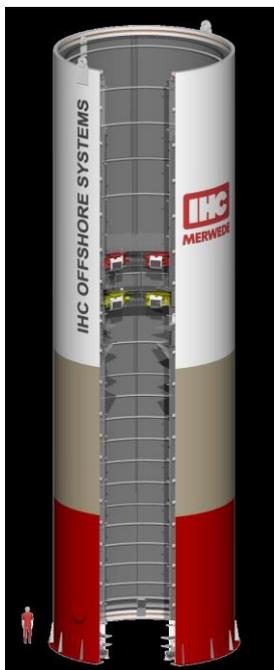
Plusieurs solutions existent :

- Une solution consisterait à mettre en place une barrière sonore sous-marine sous la forme de rideaux de bulles, de filet composé de ballons d'air, etc.



Exemple de rideau de bulle (à gauche) et de filet

- Une solution consisterait à mettre des systèmes de protection directement autour du pieu à battre.



Exemple de protection

Cette mesure permet de limiter les impacts pour le Marsouin commun en limitant la surface de modification du comportement de 70 km<sup>2</sup> à 14 km<sup>2</sup> lors du battage des pieux de 3 m et de 36 km<sup>2</sup> à 6 km<sup>2</sup> lors du battage des pieux de 2,2 m. Elle permet également de limiter les distances de dommages physiologiques autour de l'atelier de battage de près de 400 m à moins de 200 m, distance plus facile à maîtriser.

La mesure MR5 permet en particulier de limiter les surfaces sur lesquelles une modification de comportement est attendue pour les poissons avec vessie natatoire sans cils sensitifs de 381 km<sup>2</sup> à 189 km<sup>2</sup> (médiane de 11 km à 7 km) et donc de limiter la surface d'habitat de chasse du Phoque gris impacté.

L'application de la mesure MR5 améliore donc la situation pour les poissons en réduisant les périmètres de fuite/changement de comportement autour de l'AEI durant les travaux et donc réduisant les surfaces d'impacts pour les seiches et les harengs en période de reproduction (voir chapitre ressource halieutique). Les poissons et céphalopodes pourront se reporter sur les zones adjacentes utiles à leurs fonctions vitales (nourriture, fraie).

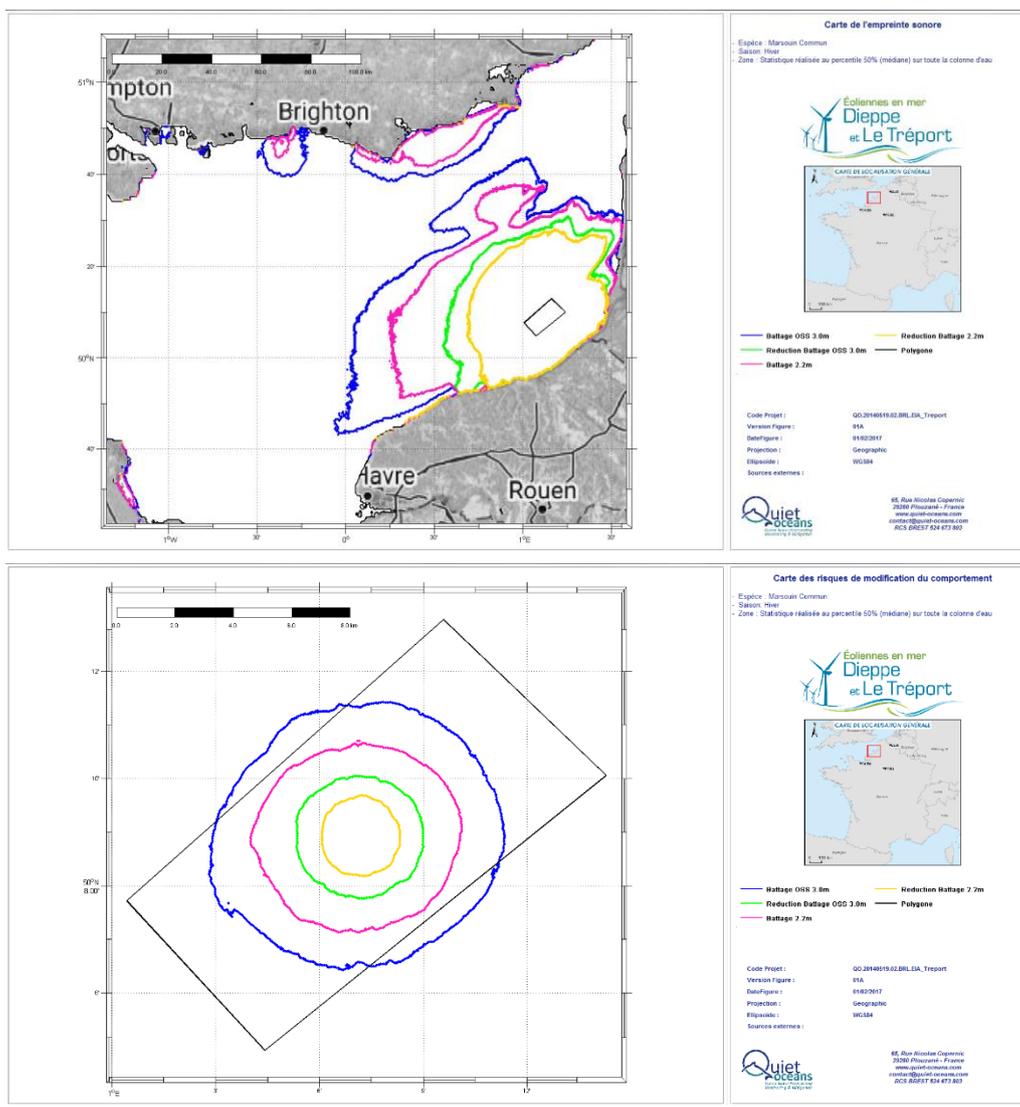
Les gains réalisés sur les autres groupes (Grand Dauphin, Phoque veau-marin) sont plus limités, étant déjà soumis à un impact faible mais néanmoins ils permettent de limiter les surfaces concernées par l'emprise sonore de près de 60% (45% pour les espèces basses fréquences).

En appliquant cette mesure en hiver (saison la plus impactante), le nombre d'individus susceptibles de percevoir le bruit de l'atelier passe de :

- 3517 à 1108 dans le cas du Marsouin Commun lors du battage du pieu de diamètre 3 m ;
- 30 à 9 dans le cas des petits delphininés lors du battage du pieu de diamètre 3 m ;
- 2193 à 813 dans le cas du Marsouin Commun lors du battage du pieu de diamètre 2,2 m ;
- 19 à 6 dans le cas des petits delphininés lors du battage du pieu de diamètre 2,2 m.

Le nombre d'individus susceptibles de subir une modification du comportement passe de :

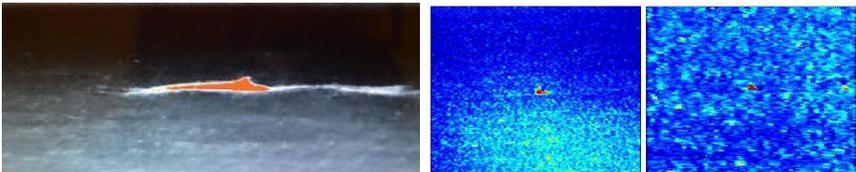
- 20 à 4 dans le cas du marsouin commun lors du battage du pieu de diamètre 3 m ;
- 10 à 2 dans le cas du marsouin commun lors du battage du pieu de diamètre 2,2 m.



Responsable de la mise en œuvre	Le maître d'ouvrage	Partenaires techniques pressentis	A définir : constructeur de marteaux hydrauliques, prestataires extérieurs
Phases d'intervention	Construction		
Secteurs concernés	Zone du parc éolien	Estimation des coûts (€ HT)	7 700 000
<b>Modalités de suivi de la mesure et de ses effets</b>			
Suivi de l'efficacité SE1 pour le suivi des niveaux acoustiques, SE2 pour l'avifaune et SE6 pour la ressource halieutique et autres peuplements. La mesure MR5 pourra être évaluée également grâce à l'AE4			
Indicateurs de mise en œuvre	Formation du personnel intervenant sur le chantier Contrôle du respect des procédures	Indicateurs de résultats	Rapport des suivis visuels Suivi des échouages de mammifères marins Données acquises pendant le suivi de l'efficacité SE1, SE2, SE6

Fiche n°	MR6	Catégorie de mesure	Réduction	Composante	Mammifères marins Ressource halieutique et autres peuplements
<b>Mettre en œuvre des mesures de maîtrise des risques de dommages physiologiques directs</b>					
<b>Objectifs de la mesure</b>					
<p>En phase de construction, les mammifères marins et l'ichtyofaune situés à proximité de la zone de travaux peuvent subir des dommages physiologiques directs. La mesure proposée consiste à démarrer les ateliers de construction de manière progressive afin que les niveaux de bruits générés par la construction augmentent de façon à ne pas exposer les espèces sensibles à des niveaux sonores pouvant causer des dommages physiologiques directs.</p> <p>Les niveaux sonores cumulés augmentent avec la durée d'exposition. L'élévation des niveaux d'exposition sonore cumulés est rapide au début des opérations (première heure), et d'autant plus lente que l'opération se poursuit. Une gestion du cadencement au démarrage des opérations permet de contenir l'augmentation rapide des niveaux d'exposition sonore cumulés et par conséquent, de contrôler la vitesse de progression des zones de risques dont les niveaux sont supérieurs aux seuils de dommages physiologiques. L'objectif est de permettre aux espèces potentiellement en présence de s'éloigner des zones à risques dans des conditions de déplacement acceptables (c'est-à-dire supportable par les capacités physique et d'endurance de l'animal – vitesse de déplacement et durée) et éviter ainsi toute exposition sonore susceptible de causer des dommages physiologiques directs.</p>					

Description de la mesure			
<p>Mesures retenues :</p> <p>Procéder de façon systématique à un démarrage progressif des opérations de battage ou de forage (en puissance et en cadence) « <b>soft-start</b> ».</p> <p>Alternativement, une procédure d'effarouchement (de <b>type ramp-up</b>) pour éloigner les mammifères marins et les poissons de la zone à risques au préalable du démarrage des ateliers de construction ou de démantèlement est mise en œuvre lorsque :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1- le « soft-start » n'est techniquement pas réalisable,</li> <li>2- ou que la procédure de « soft-start » ne permet pas une élévation progressive des bruits,</li> <li>3- ou que le monitoring temps-réel visuel par drones (MR6bis) ou par acoustique passive (MR6ter) indique la présence persistante d'un mammifère marin ou groupe de mammifères marins dans le voisinage de l'atelier dans une période minimale de 30 minutes avant le démarrage de l'atelier..</li> </ol> <p>La qualité d'exécution de cette mesure est suivie par la mesure MR6ter.</p>			
Responsable de la mise en œuvre	Entreprises en charge des opérations de construction et de démantèlement	Partenaires techniques pressentis	A définir
Phases d'intervention	Construction et démantèlement		
Secteurs concernés	Ensemble du parc éolien	Estimation des coûts (€ HT)	660 000€
Modalités de suivi de la mesure et de ses effets			
Indicateurs de mise en œuvre	<p>Contrôle du respect des procédures (respect du cahier de prescriptions écologiques « démarrage chantier de battage »)</p> <p>Taux de mise en œuvre de la procédure soft-start</p> <p>Taux de mise en œuvre de la procédure ramp-up</p>	Indicateurs de résultats	<p>Taux d'observation effective de l'augmentation progressive des niveaux de bruits à partir des données acquises pendant le suivi MR6ter.</p> <p>Evolution progressive des niveaux de bruits à partir des données acquises pendant le suivi MR6ter.</p> <p>Suivi des échouages de mammifères marins</p>

Fiche n°	MR6 bis	Catégorie de mesure	de	Réduction	Composante	Mammifères Marins
Mettre en œuvre le projet THERMMO pour réduire les risques d'impacts acoustiques						
<b>Objectif de la mesure</b>						
<p>En phase de construction, les mammifères marins et l'ichtyofaune situés à proximité de la zone de travaux peuvent subir des dommages physiologiques directs.</p> <p>Le projet THERMMO a pour objectif d'améliorer significativement les méthodes d'observation visuelle de mammifères marins telles qu'elles sont pratiquées actuellement, en particulier par faible visibilité en permettant une observation par la combinaison de drones et de capteurs thermiques ou hyper-spectraux.</p> <p>Dans le cadre de ce projet, l'utilisation de cette approche se concentre sur la détection de la présence de mammifères marins en surface dans le voisinage des ateliers de construction et de démantèlement avant le démarrage des opérations afin de réduire la probabilité qu'un spécimen ou groupe de spécimens soient exposés à des niveaux sonores pouvant causer des dommages physiologiques directs.</p>						
<b>Description de la mesure</b>						
<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"> <li>- que le contraste de température entre la mer et l'individu permet de repérer des mammifères marins en surface ;</li> <li>- 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.</li> </ul> <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><i>Exemple de résultats des enregistrements de la caméra thermique (Source : Quiet Oceans et ESC Brest, 2016)</i></p>						
<p>Afin d'augmenter les angles d'observation et ainsi augmenter les performances du système d'observation, une caméra thermique embarquée dans un drone aérien permettrait de disposer d'une vue plus globale de la zone et de meilleures performances.</p> <p>L'expérimentation de cette technologie concerne principalement la surveillance de la zone de risque de dommage physiologique direct et irréversible avant et pendant les opérations bruyantes. Elle permettra de démontrer la faisabilité :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- du caractère complémentaire aux observations visuelles en conditions de visibilité favorable et défavorable;</li> <li>- du caractère complémentaire aux observations bioacoustiques.</li> <li>- d'étendre les périodes de travail des ateliers aux périodes de nuit et par temps de brouillard et donc de mobiliser les moyens et équipes de construction pendant une période plus courte.</li> <li>- de confirmer ou infirmer d'une observation acoustique ou visuelle ;</li> <li>- de réduire les coûts d'observation et de construction.</li> </ul>						



Exemple de drone pouvant être mis en œuvre (Source : Quiet Oceans et ESC Brest, 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 du 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 et de démantèlement, le dispositif de suivi THERMMO permettra de contribuer à la détection et à l'identification de la présence de mammifères marins à proximité des zones de forage. En cas de présence de mammifères marins dans la zone de risque autour de chaque atelier dans un période de minimum 30 minutes avant le démarrage des opérations, un report du début des travaux sera effectué. 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 risques, les opérations peuvent démarrer ;
- En cas de présence avérée ou suspectée de mammifères marins dans la zone d'évitement, le démarrage des opérations est retardé jusqu'à éloignement des mammifères marins. Une période de 30 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 de l'atelier. Une fois ces conditions réunies, les opérations peuvent débuter par la mise en œuvre de la mesure de réduction MR6.

### Contribution aux autres mesures :

Les observations de cette mesure seront combinées aux observations de la mesure MR6ter afin de produire au maître d'œuvre une information synthétique relative au démarrage des ateliers.

Les mesures d'engagement E4 et E10 et de suivi SE1 bénéficieront des données et des résultats produits par cette mesure.

Responsable de la mise en œuvre	Le maître d'ouvrage	Partenaires techniques	Quiet Oceans et ESC Brest
Phases d'intervention	Pré-construction et construction.		
Secteurs concernés	Zone du parc éolien	Estimation des coûts (€ HT)	359 300€
<b>Modalités de suivi de la mesure et de ses effets</b>			
Indicateurs de mise en œuvre	Suivi de la présence des mammifères marins (suivi de l'efficacité SE1) et engagement E4 Taux de couverture des observations THERMMO	Indicateurs de résultats	Rapport des suivis Taux de détection de mammifères marins par la solution THERMMO Suivi des échouages de mammifères marins

Fiche n°	MR6Ter	Catégorie de mesure	de Réduction	Composante	Mammifères Marins Acoustique sous-marine
Mettre en œuvre le projet Smart PAM pour contrôler en temps réel la présence de mammifères marins					
<b>Objectif de la mesure</b>					
<p>Le système acoustique temps-réel, <b>Smart-PAM</b><sup>®</sup> un système intelligent et communicant, qui permet le suivi par acoustique passive en temps-réel.</p> <p>Les objectifs de la solution SmartPAM sont de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• réaliser un suivi acoustique passive temps-réel avant le démarrage de chaque atelier de construction ou de démantèlement ;</li> <li>• contrôler la non-présence de contacts acoustiques de cétacés en temps-réel pendant 30 minutes avant le démarrage des opérations dans la zone de risque de dommage physiologique autour de chaque atelier ;</li> <li>• autoriser le démarrage des opérations.</li> </ul>					
<b>Description de la mesure</b>					
<p>Le contrôle de la présence de mammifères marins dans a zone de risque située autour de chaque atelier est important dans le cas d'un projet de parc éolien en mer afin de ne pas exposer les spécimens à des niveaux sonores pouvant générer des dommages physiologiques. Pour ce faire, Quiet-Oceans, en partenariat avec le Laboratoire d'Applications Bioacoustiques de l'Ecole Polytechnique de Barcelone, a développé la bouée temps-réelle communicante SmartPAM, lauréate des investissements d'avenir de l'ADEME et labellisée par le Pole de Compétitivité Mer Bretagne Atlantique. Cette bouée, facilement déployable sur des chantiers mobiles tels que la construction d'un parc éolien, permet non seulement d'observer et mesurer les bruits anthropiques et biologiques de façon autonome, mais surtout intègre les services et applications temps-réel suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• suivi temps-réel automatisé des niveaux de bruits ;</li> <li>• cartographie temps-réel du bruit ;</li> <li>• cartographie statistique du bruit ;</li> <li>• suivi automatisé de la présence de mammifères marins (détection et identification des vocalisations) ;</li> <li>• mise en œuvre opérationnelle simplifiée dans un contexte de chantier mobile</li> <li>• aide à la décision relative au démarrage des opérations de l'atelier</li> <li>• indicateur temps-réel de niveau et de dépassement de seuil ;</li> <li>• représentation temps-réel de la zone de détection autour de la bouée ;</li> <li>• alarme de présence de mammifères marins ;</li> <li>• aide à l'identification des espèces ;</li> </ul> <p>Les résultats attendus de la solution Smart-PAM<sup>©</sup> sont :</p> <p>de proscrire la présence de cétacés au démarrage de chaque atelier autour et dans chaque zone de risques sonores ;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• suivre la mise en place et l'efficacité des mesures d'évitement et de réduction relative au bruit (mesure MR6) ;</li> <li>• renseigner de l'empreinte sonore des ateliers.</li> </ul> <p><b>Autres mesures contributrices à cette mesure :</b></p> <p>Les suivis réalisés par la mesure MR6bis seront coordonnés au travers de la solution Smart-PAM<sup>©</sup> afin de fournir au maître d'œuvre une information synthétique relative au démarrage des opérations.</p>					

**Contribution aux autres mesures :**

Les mesures d'engagement E4 et E10 et de suivi SE1 bénéficieront des données et des résultats produits par cette mesure.



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**

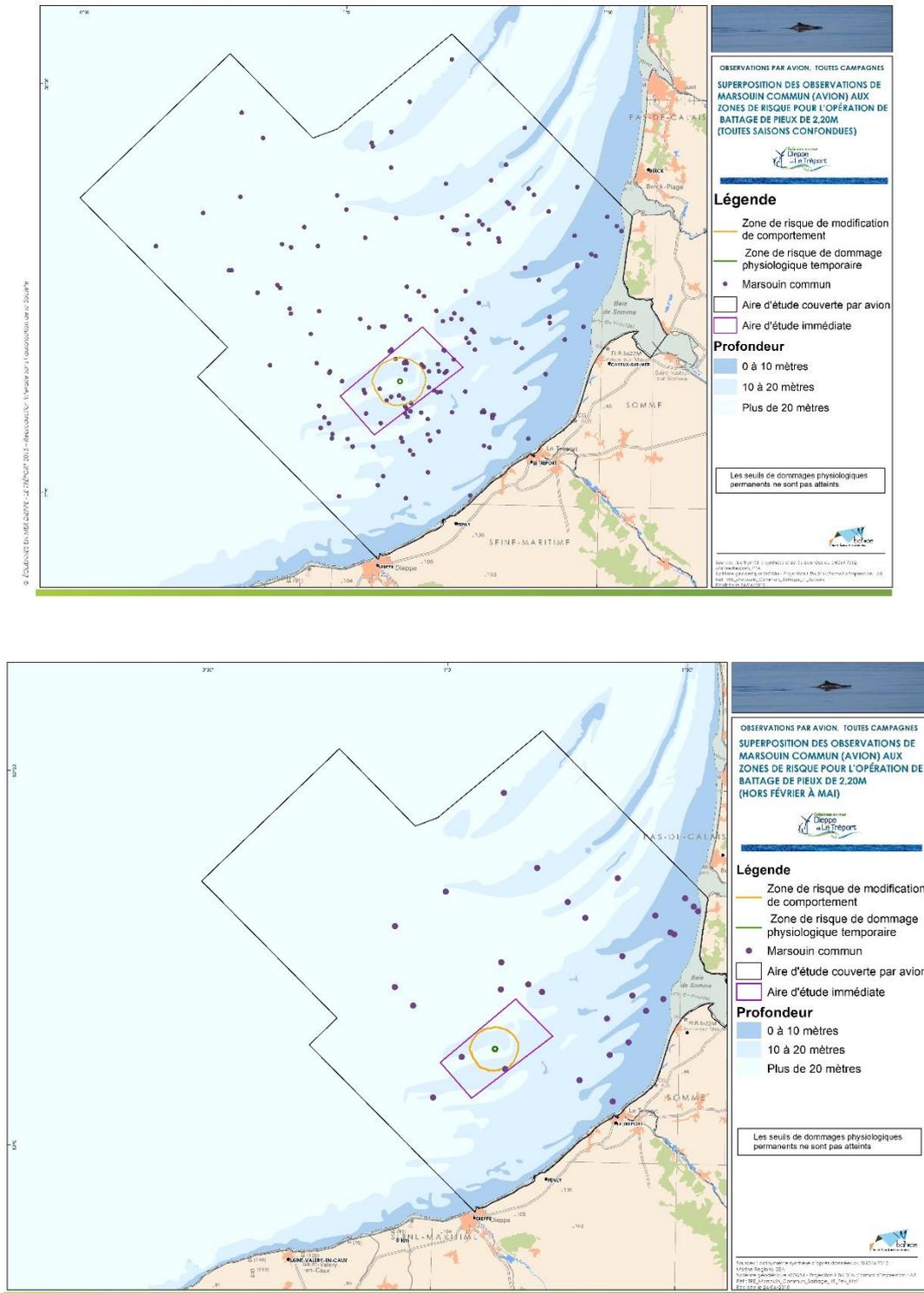
Indicateurs de mise en œuvre	Engagement du maître d'ouvrage E4 Taux de couverture de la solution temps-réelle Smart-PAM©	Indicateurs de résultats	Suivi de la présence des mammifères marins (suivi de l'efficacité SE1) et engagement E4 Taux de présence de mammifères marins 30 minutes avant le démarrage de chaque atelier Taux d'absence de mammifères marins 30 minutes avant le démarrage de chaque atelier Suivi des échouages de mammifères marins
------------------------------	--	--------------------------	---

Fiche n°	MR8	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 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 Manche Mer du Nord 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.</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.</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					
Indicateurs de mise en œuvre	Fourniture d'un cahier de prescriptions « chantier propre » Formation du personnel intervenant sur le chantier Contrôle du respect des procédures. Contrôle régulier des équipements de lutte contre les pollutions accidentelles (état de fonctionnement) Mise en place d'un responsable Sécurité et Protection de la Santé (SPS)		Indicateurs de résultats	Contrôle, formation, et tenue d'un registre des incidents par le responsable SPS (Sécurité et Protection de la Santé) + audit des bateaux	

Fiche n°	MR13	Catégorie de mesure	de 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>Eviter 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"> <li>• Création d'un livret de bonnes pratiques (qui pourrait être également adapté au grand public comme les plaisanciers) présentant les comportements à avoir ;</li> <li>• Formation en salle.</li> </ul>					
Responsable de la mise en œuvre	Maître d'ouvrage et entreprises intervenantes en phase de travaux et d'exploitation	Partenaires techniques pressentis	Associations environnementales, Universités		
Phases d'intervention	Construction, exploitation et démantèlement				
Secteurs concernés	Zone du parc éolien	Estimation des coûts (€ HT)	10 000 €		
Modalités de suivi de la mesure et de ses effets					
Suivi du stationnement des oiseaux. données acquises avec le suivi de l'efficacité SE2					
Indicateurs de mise en œuvre		Indicateurs de résultats	Rapport du suivi SE 1		

Fiche n°	MR20	Catégorie de mesure	Réduction	Composantes	Mammifères marins/ Ressources halieutiques
<b>Arrêter le battage des pieux des éoliennes durant la période sensible des espèces (Février à mai)</b>					
<b>Objectif de la mesure</b>					
Exclure les opérations de battage de pieux lors des périodes les plus sensibles pour les mammifères marins les plus présents aux alentours du projet éolien et donc réduire l'impact acoustique du projet sur ces espèces en particulier.					
<b>Description de la mesure</b>					
<p>En phase de construction, EMDT s'engage à mettre en oeuvre une mesure sans précédent en France à date : ne pas réaliser d'opérations bruyantes de battage de pieux durant la période de 4 mois la plus sensible pour les espèces de mammifères marins les plus représentatives de la zone de projet (Marsouins commun, Phoque gris). Il est rappelé que le phoque veau-marin est une espèce plus casanière restant à proximité des côtes et donc moins touchées par l'effet du battage de pieu.</p> <p>En effet, à partir des données biologiques et des observations réalisées sur site, des schémas simplifiés des périodes de sensibilité de ces espèces au regard des phases clés de leur cycle de vie, ont pu être établis. La mesure proposée permettra d'éviter les opérations les plus bruyantes lors des périodes les plus sensibles pour les principales espèces notamment le marsouin commun.</p> <p>Les échanges réalisés entre EMDT, les experts en charges des études sur la faune (Biotope/Cellule Cohabys, Adera), les services de l'Etat ainsi que les experts de l'AFB ont permis de dégager une période propice d'exclusion du battage de pieux.</p> <p>Au regard de ces échanges, il apparait en effet que la période de février à mai serait bénéfique pour le Marsouin commun, période à laquelle il est le plus présent sur la zone de projet ; le phoque gris, période postérieure à sa mise en bas ; le phoque veaux-marin, début des périodes de reproduction et mise bas.</p>					

Figure 104 : Superposition des zones de risques aux données d'observation de Marsouin toute saisons confondues et hors Février à mai.



Source : Biotope, 2018

<p>Par ailleurs, cette période d'interruption sera également bénéfique pour les périodes de reproduction de certains poissons. Les espèces concernées par le bénéfice de la mesure MR20 sont (d'après le tableau de l'état initial « Périodes de présence d'œufs ou de larves pour différentes espèces présentes sur l'aire d'étude éloignée) : Lançon équille, Grondin rouge, dragonnets, hareng, morue commune, gobies, Lançon commun, limande commune, encornet veiné, encornet commun, merlan, rouget barbet, flet commun, plie commune, raie bouclée, sole commune, sprat, tacaud commun, araignée de mer.</p>			
Phases d'intervention	Maître d'ouvrage et partenaires techniques	Partenaires techniques pressentis	/
Dates d'intervention	Construction		
Secteurs concernés	Zone du parc éolien	Estimation des coûts (€ HT)	9 000 000€
<p><b>Modalités de suivi de la mesure et de ses effets</b></p> <p>Suivi acoustique des mammifères marins en phase de construction, exploitation, démantèlement (suivi efficacité : SE 1)                  Suivi avifaune et mammifères marins (suivi efficacité : SE 2)                  Suivi chiroptères en phase d'exploitation (suivi efficacité : SE 3)                  Suivi des biocénoses benthiques (suivi efficacité : SE 6)                  Suivi de la ressource halieutique (suivi efficacité : SE 7)                  Suivi de l'accidentologie (suivi efficacité : SE 9)                  Suivi socio-économique de l'impact sur l'activité de pêche professionnelle (suivi efficacité : SE 12)</p>			
Indicateurs de mise en œuvre	/	Indicateurs de résultats	Rapports des suivis cités

## 5.2 Évaluation des impacts résiduels

L'intégration des mesures de réduction et notamment des mesures de limitation des sources acoustiques et de surveillance en période de battage afin d'éviter tout dommage physiologique permet de réduire le niveau d'impact en phase chantier de fort à moyen pour la phase de battage de pieu de 3m de diamètre et pour le battage de pieu de 2,2m de diamètre. Les autres niveaux demeurent inchangés. En effet la mesure de réduction numéro 5 est concentrée sur les phases de battage, les plus impactantes en termes de niveau acoustiques mais également les plus localisés. Les niveaux pour les autres phases du chantier (dragage et ensouillage) demeurent inchangés.

Précisons que la prise en compte d'une valeur conservatrice pour les modifications de comportement des cétacés moyennes et basses fréquences et des pinnipèdes entraîne des grandes surfaces de modification de comportement difficile à réduire à moins de 5 km. Les niveaux n'ont donc pas été revus à la baisse malgré la baisse conséquente des surfaces d'empreintes sonores et de modification de comportement.

Le fait que le battage soit interdit de février à mai permet de limiter les impacts sur le Marsouin quand les densités sont maximales. Cette limitation de l'impact permet également de limiter les impacts sur le phoque gris durant sa période de mue et postérieurement à sa période de mise bas permettant aux mères et leurs petits une quiétude renforcée. Le Phoque veau-marin bénéficiera également de cette période d'interruption du battage de manière indirecte. En effet, cette mesure aura également un effet bénéfique sur la ressource halieutiques et les autres peuplements dont la période de reproduction correspond à ces mêmes mois.

Phases du projet	Phases	Nom de l'impact	Mesure d'évitement liée à la conception du projet	Mesure de réduction liée à la conception du projet	Mesure de réduction	Impact résiduel	Commentaires	Impact résiduel nécessitant une mesure compensatoire
Construction	Battage	Modification de l'ambiance sonore sous-marine		MR1- Implantation d'aérogénérateurs de très grande puissance avec une importante hauteur en bas de pale pour réduire l'ensemble des impacts/ MR4- Mise en place de câbles de plus grande capacité (66 kV au lieu de 33 kV) pour diminuer leur emprise/	MR5- Mesure relative à la réduction du bruit: rideau de bulle ou confinement t. -7Bd	Moyen	La mesure mise en place diminue de façon conséquente les surfaces concernées par l'emprise sonore, les modifications de comportement et dans une moindre mesure les surfaces de dommages physiologiques.	Non
	Autres phases				MR6- Mise en œuvre de mesure de maîtrise des risques de dommages physiologiques directs	Faible à Moyen	Malgré les mesures de surveillance, les impacts liés aux phases de dragage et d'ensouillage reste inchangés (non concerné par la MR5) notamment pour les espèces susceptibles de fréquenter régulièrement l'aire d'étude immédiate : le Phoque gris et le Marsouin commun.	Non

Phases du projet	Phases	Nom de l'impact	Mesure d'évitement liée à la conception du projet	Mesure de réduction liée à la conception du projet	Mesure de réduction	Impact résiduel	Commentaires	Impact résiduel nécessitant une mesure compensatoire
Construction/ Exploitation		Risque de collision/ Perte, altération ou modification d'habitat d'espèces			MR13- Sensibilisation des pilotes de navires de maintenance/surveillance opérant pour le compte du maître d'ouvrage	Négligeable à moyen	Les mesures de réduction mises en place ne sont pas susceptibles de réduire sensiblement les niveaux d'impact considérés comme négligeables à faibles. Néanmoins, les risques de collision restent faibles en phase de construction (vitesse des navires faibles) et le bruit ambiant devrait limiter la présence de mammifères dans la zone de travaux. L'impact résiduel ne nécessite pas une mesure compensatoire.	Non
Exploitation		Modification du champ magnétique lié à la présence des câbles	ME5- Protection des câbles par enfouissement et/ou enrochements			Faible à moyen	Cet impact sera limité au voisinage des câbles et concernent surtout le Marsouin commun, plus sensible. Les retours d'expérience à l'étranger montrent que cet impact ne limite pas la recolonisation des parcs éoliens en phase d'exploitation.  L'impact résiduel ne nécessite pas une mesure compensatoire	Non
Exploitation		Modification de l'ambiance sonore sous-marine				Négligeable à moyen	Le niveau moyen se justifie par la forte utilisation de la zone par le Marsouin commun. Néanmoins, les retours d'expérience à l'étranger montrent que cet impact ne limite pas la recolonisation des parcs éoliens en phase d'exploitation.  L'impact résiduel ne nécessite pas une mesure compensatoire	Non

Le tableau ci-dessous présente les impacts résiduels par espèce.

Tableau 71 : Synthèse des niveaux d'impacts résiduels sur les mammifères marins

Espèces	Synthèse des impacts							
	Impacts acoustiques					Pollution électromagnétique	Modification ou perte d'habitat (Construction/ exploitation)	Collision
	Construction			Exploitation	Démantèlement			
Battage (2,2 m)	Battage (3m)	Autres travaux						
Marsouin commun	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Faible
Phoque gris	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Faible
Phoque veau-marin	Moyen	Moyen	Moyen	Faible	Moyen	Faible	Moyen	Faible
Grand Dauphin	Moyen	Moyen	Moyen	Faible	Moyen	Faible	Faible	Négligeable
Dauphin de Risso	Faible	Faible	Faible	Négligeable	Faible	Faible	Faible	Négligeable
Globicéphale noir	Faible	Faible	Faible	Négligeable	Faible	Faible	Faible	Négligeable
Lagénorhynque à bec blanc	Faible	Faible	Faible	Négligeable	Faible	Faible	Faible	Négligeable
Rorqual commun	Faible	Faible	Faible	Négligeable	Faible	Faible	Faible	Faible
Dauphin bleu et blanc	Faible	Faible	Faible	Négligeable	Faible	Faible	Faible	Négligeable
Dauphin commun	Faible	Faible	Faible	Négligeable	Faible	Faible	Faible	Négligeable
Mésoplodon de Sowerby	Faible	Faible	Faible	Négligeable	Faible	Faible	Faible	Négligeable
Petit Rorqual	Faible	Faible	Faible	Négligeable	Faible	Faible	Faible	Faible

## 5.3 Mesures de suivi de l'efficacité des mesures

### 5.3.1 Présentation des suivis de l'efficacité des mesures

Tableau 72 : Présentation des suivis de l'efficacité des mesures d'évitement et de réduction

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
Suivi efficacité SE1	Mammifères marins Ressource halieutique et autres peuplements	Suivis acoustiques des niveaux de bruits sous-marins	MR5, MR6, MR6bis, MR6ter	1 650 000 pour les 11 années de suivi
Suivi efficacité SE1bis	Mammifères marins	Suivis télémétriques des phoques gris et veaux-marins avant, pendant la construction, pendant l'exploitation et durant le démantèlement	MR5, MR6, MR6bis, MR6ter, MR13	540 000 pour les 11 années de suivi
Suivi efficacité SE2	Avifaune et mammifères marins	Suivis à long terme des populations d'oiseaux en mer (et autres groupes de mégafaune marine) selon le protocole BACI	MR3, MR7, MR9, MR13, MR14	5 090 000 pour les 11 années de suivi

### 5.3.2 Fiches descriptives des suivis de l'efficacité des mesures

Fiche n°	SE1	Catégorie de mesure	Suivi de l'efficacité des mesures	Composante	Mammifères marins Ressource halieutique et autres peuplements
Suivis acoustiques long terme des niveaux de bruits sous-marins et de la fréquentation par les cétacés					
Contexte et objectifs de la mesure					
<p>L'objectif de ces suivis est d'affiner la connaissance sur l'étendue de la zone à risque de nuisances sonores pour les mammifères marins, les tortues marines et les poissons. Cette mesure de suivi permettra d'obtenir des données plus précises de l'émergence sonore induite par les travaux de construction et de démantèlement du parc éolien en mer ainsi que pendant son exploitation, 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 protocole peut être utilisé, il s'agit du « <i>gradient sampling</i> ». Celui-ci 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 protocole qui est retenu dans le cadre du programme de suivi acoustique et qui est présenté ci-après. L'approche proposée repose sur la mise la duplication du protocole géographique, des outils et des traitements mis en œuvre pendant l'établissement de l'état initial permettant de disposer de points de références comparables :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mesures du bruit large bande par des enregistreurs acoustiques autonomes pendant des périodes successives d'une année au point fixe dans l'aire d'étude immédiate, et aux trois points fixes au-delà de la zone projet dans l'aire d'étude éloignée afin de tenir compte des rayons d'influence des différents ateliers ;</li> <li>• Traitement physique des données et assimilation dans des modèles acoustiques afin de déterminer la cartographie des empreintes sonores au cours du projet : empreintes sonores larges bandes et perçues par chaque catégorie d'espèces potentiellement exposées ;</li> <li>• Traitement bioacoustique des données permettant de suivre la fréquentation saisonnière et pluri-annuelle par les toutes les espèces de cétacé.</li> </ul> <p>Dupliquée tout au long de la vie du projet, les données acoustiques recueillies offrent un suivi grande échelle et long terme du projet. Le suivi individualisé des zones de risque physiologique autour des ateliers est traité spécifiquement par les mesures MR6bis et MR6ter.</p> <p>Le programme de suivi a donc plusieurs objectifs :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1- suivre l'évolution du bruit pendant toute la durée du projet ;</li> <li>2- 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 tout au long de la vie du projet;</li> </ol> <p>Le calage des campagnes de mesure acoustique se fera également en même temps que les campagnes de suivi halieutique (SE6) afin de vérifier les liens éventuels entre mesures acoustiques et densités/diversité de captures.</p>					

## Description de la mesure

**Zone de suivi**

Il est proposé de dupliquer 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 et de battage, de l'exploitation et des travaux de démantèlement. L'impact de la phase exploitation sur les ressources halieutiques sera développé sur la base du rapprochement des résultats des campagnes halieutiques (SE6) et des mesures acoustiques développées.

**Outils utilisés**

Identiquement au protocole défini et mis en œuvre pour l'état initial de l'étude d'impact, les suivis sont mis en œuvre grâce à des enregistreurs acoustiques autonomes et calibrés permettant de recueillir les signaux acoustiques bruts large bande en vue de leurs traitements pour l'identification de la fréquentation par toutes les espèces de cétacés (exemple : SM3M, RTSYS, etc.). Les enregistreurs devront pouvoir mesurer et restituer des signaux couvrant une bande de fréquences minimale de 10Hz à 100kHz afin de capturer les bruits du projet, les bruits naturels et les bruits biologiques de toutes les espèces (en particulier les espèces hautes fréquences). Le recours à des C-POD n'est donc pas retenu étant donné que ces dispositifs ne permettent que la détection des clics du Marsouin commun et des Delphinidés, mais ne permettent ni la détection des sifflements des Delphinidés utilisés pour la communication et la socialisation, ni la mesure du bruit.

Les traitements appliqués aux données acoustiques mesurées et les méthodes de modélisation, de calibration et de cartographies seront rigoureusement identiques à celles mises en œuvre lors de l'étude d'impact afin de garantir la comparabilité des résultats.

**Durée des suivis**

En plus de l'établissement de l'état de référence, les suivis sont mis en œuvre pendant la phase de construction, puis pendant des périodes de référence au cours de la phase d'exploitation, et enfin pendant la phase de démantèlement et un an après. Ces périodes annuelles de suivi sont référencées par rapport à l'année N de mise en service du parc éolien. Ainsi, Les années de suivi correspondent aux périodes suivantes :

- 1 année de référence avant le début de la phase de construction ;
- 2 années en cours de la phase de construction ;
- année N afin d'évaluer les effets dans l'année qui suit la fin de la phase de construction et sur la première année de la phase d'exploitation du parc ;
- année N+1 afin d'évaluer les effets après un an d'exploitation du parc ;
- puis de façon périodique avec un espacement croissant aux années N+3, N+5, N+10, N+15, N+20 au cours de la phase d'exploitation ;
- enfin lors de la phase de démantèlement et une année après la fin du démantèlement.

**Résultats attendus des suivis****Mesure des évolutions des niveaux sonores aux points de mesure fixes :**

- cartographie de l'état sonore statistique sur les aires d'étude immédiate et éloignée par modélisation et calibration par les données mesurées aux points fixes ; les résultats sont établis sous la forme de percentiles (ou quantiles) mensuels et annuels pour des niveaux large bande et pour chaque bande de perception des catégories d'espèces (cétacés, pinnipèdes, poissons, tortues marines et larves) ;
- contribution à la DCSMM pour le suivi des indicateurs 11.1 et 11.2.
- estimation de l'évolution de la fréquentation des mammifères marins autour des points de mesure fixes. Un soin particulier sera apporté à la caractérisation de la statistique de la portée de détection des hydrophones pour chaque bande de perception considéré afin de permettre leur exploitation et leur confrontation aux résultats des autres suivis (visuels notamment) ;

**Rapports annuels et de récolement**

Les rapports annuels lors de la phase d'exploitation fourniront les analyses comparatives avec l'état initial (étude d'impact) et de référence (année avant construction). Les rapports des années N+1, N+3, N+5 et N+10 et N+20 constitueront des points d'étape. Les rapports cumuleront au fur et à mesure les années de suivi antérieures afin de disposer de rapports de récolement tout au long de la vie du projet.

Autres mesures contributrices à cette thématique :

Les suivis réalisés par les mesures E5 et E12, MR6, MR6bis et MR6ter et SE1bis viennent alimenter les résultats et analyses réalisées dans le cadre de cette mesure.

**Contribution du suivi :**

Les mesures E4 et SE2 bénéficieront des données et des résultats produits par ce suivi.

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, Observatoire Pelagis ou autres prestataires)
Phases d'intervention	Nombre d'années de mise en œuvre du suivi : 11 (1 année de référence avant le début de la phase de construction, 2 années en cours de la phase de construction), 7 années en phase d'exploitation (N = année de mise en service ; N+1 ; N+3 ; N+5 ; N+10 ; N+15 ; N+20), 1 année en phase de démantèlement et 1 année après la fin du démantèlement		
Secteurs concernés	Zone du parc éolien et ses abords	Estimation des coûts (€ HT)	Estimation par année de suivi : 150 000 € HT intégrant acquisition des données, traitements des données et analyses (cartographie, rédactions)  Budget pour les 12 années de suivi : 1 650 000 € HT
<b>Modalités de suivi de la mesure</b>			
Non applicable			
Indicateurs de mise en œuvre	Fourniture des rapports annuels de mission aux services de l'Etat et au GIS.  Taux de couverture temporelle cumulée des mesures acoustiques.	Indicateurs de résultats	Ecart statistique de fréquentation des Marsouin commun et des Delphinidés par rapport à l'année initiale (étude d'impact) et à l'année de référence.  Ecart statistiques des niveaux de bruit par rapport à l'année initiale (étude d'impact) et à l'année de référence.

Fiche n°	SE1bis	Catégorie de mesure	Suivi de l'efficacité des mesures	Composante	Mammifères marins
Suivis télémétriques des phoques gris et veaux-marins avant, pendant la construction, pendant l'exploitation et durant le démantèlement et suivi des colonies de baie d'Authie et de baie de Somme					
Contexte et objectifs de la mesure					
<p>Les phoques sont des animaux discrets qui ne sont pas inféodés au milieu marin et qui reviennent à terre pour se reposer. Aussi de la même façon que pour les oiseaux, les observations réalisées en mer ne concernent donc qu'une part de la population. Deux méthodes sont appliquées pour ce suivi : le suivi des animaux à terre et le suivi des animaux en mer.</p> <p>Ces méthodes différentes mais complémentaires permettent ainsi d'avoir une représentation plus précise des populations.</p> <p>Le suivi des colonies à terre permet d'évaluer la taille et l'état de la colonie grâce notamment au dénombrement des naissances. Le suivi des colonies de baie de Somme et de baie d'Authie montre une augmentation de la présence des phoques veaux-marins et des phoques gris. Alors que les naissances de phoque veau-marin sont également en augmentation, pour le phoque gris très peu de naissance sont aujourd'hui observées dans ces baies.</p> <p>Ces suivis avant, pendant, après la construction et durant le démantèlement ont pour objectif d'évaluer les modifications éventuelles par rapport à l'état de référence sur la fréquentation de la colonie et sur sa composition.</p> <p>L'étude télémétrique menée en 2008-2009 sur les phoques veaux-marins en baie de Somme a montré que la zone de projet ne constituait pas une zone d'intérêt particulier pour l'espèce. Les suivis de phoques gris montrent que, contrairement au veau-marin qui s'éloigne peu de la colonie et du littoral, l'espèce est capable de très longs déplacements pour s'alimenter, à l'échelle de la Manche voire plus. Chaque phoque semble avoir sa propre zone de chasse, dont certaines semblent identifiées (baie de Seine, large des côtes anglaises...).</p> <p>La réalisation d'un nouveau suivi télémétrique avant, pendant la construction et pendant l'exploitation a pour objectif de comparer l'utilisation de la zone par les phoques avant et après la mise en place du parc éolien. Cela permettra de visualiser les déplacements effectués, le temps passé à terre et les zones de chasse, et ainsi d'évaluer si des modifications ont eu lieu ou non (dérangement durant la construction, nouvelles zones de chasse dues à un effet récif dans le parc...).</p>					
Description de la mesure					
<p><b>Zone de suivi</b></p> <p>Pour les suivis à terre, il est proposé de poursuivre le suivi des colonies de phoque gris et de phoques veaux-marins de baie de Somme et de baie d'Authie.</p> <p>Pour les suivis télémétriques, il est probable que la baie de Somme offre des conditions de terrain plus propices pour effectuer ce suivi (logistique pour la capture des animaux et effectifs plus importants). 10 individus par espèces seront équipés. Ce suivi sera complété par un suivi du régime alimentaire et une étude du stress de l'individu.</p> <p><b>Outils utilisés</b></p> <p>Les suivis à terre sont effectués par comptage sur les colonies (adulte, jeune et nouveau-né). Les informations sont ensuite compilées dans une base de données. Un travail de photo-identification est déjà existant sur la zone et pourrait être poursuivi.</p> <p>Les suivis télémétriques sont effectués à l'aide de balise de type GPS-GSM. Cela nécessite de pouvoir capturer les individus pour les équiper (autorisations de captures à obtenir préalablement auprès du Ministère de la transition écologique et solidaire).</p>					

**Durée des suivis**

En plus de l'établissement de l'état de référence avant travaux, les suivis doivent être mis en œuvre pendant toute la durée des travaux, puis pendant le fonctionnement selon 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 recommandé de procéder à ces années de suivi aux périodes suivantes :

**Suivi des colonies à terre :**

année N afin d'évaluer les effets dans l'année qui suit la fin des travaux et sur la 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 et une année après le démantèlement.

**Suivi téléométriques :**

année N afin d'évaluer les effets dans l'année qui suit la fin des travaux et sur la première année d'exploitation du parc ;  
 année N+3 afin d'évaluer les effets après quelques années de fonctionnement du parc, mais en veillant à espacer les interventions afin de ne pas générer du stress pour les animaux ;  
 enfin après le démantèlement.

**Résultats attendus des suivis en phase travaux (et démantèlement)**

**Suivi des colonies à terre :**

Estimation des effectifs de phoques veaux-marins et phoques gris présents sur les colonies durant les travaux  
 Estimation de la démographie dans les colonies durant les travaux  
 Comparaison avec l'état de référence

**Suivi téléométrique :**

Suivi des déplacements des phoques gris et veaux-marins dans la zone avant et durant les travaux  
 Etude de stress (dosages hormonaux sur fèces recueillies)  
 Suivi du régime alimentaire (recueil des fèces)  
 Mise à jour de la modélisation de l'habitat sélectionné par les phoques veaux-marins  
 Comparaison avec l'état de référence  
 Résultats attendus des suivis en phase d'exploitation

**Suivi des colonies à terre :**

Estimation des effectifs de phoques veaux-marins et phoques gris présents sur les colonies durant l'exploitation  
 Estimation de la démographie dans les colonies durant l'exploitation  
 Comparaison avec l'état de référence et la période de travaux

**Suivi téléométrique :**

Suivi des déplacements des phoques gris et veaux-marins dans la zone après la construction du parc  
 Comparaison avec l'état de référence et la période de travaux

Responsable de la mise en œuvre	Maître d'ouvrage et structures spécialisées (Centre d'Etudes Biologiques de Chizé)	Partenaires techniques pressentis	Bureaux d'études et structures spécialisés (Biotope, Associations locales)
Phases d'intervention	Nombre d'années de mise en œuvre du suivi : Suivi des colonies à terre : 11 (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 puis après cette phase. Suivi téléométrique : 3 (1 suivi en fin de travaux, 1 en cours d'exploitation et 1 en fin de démantèlement)		

Secteurs concernés	Baie de Somme - Baie d'Authie Parc éolien et ses abords	Estimation des coûts (€ HT)	<p>Estimation par année de suivi :</p> <p>20 000€ HT pour le suivi des colonies à terre (incluant acquisition de données, compilation et analyses), soit 220 000€ HT sur une période de 11 ans</p> <p>320 000 € HT pour le suivi télémétrique (incluant pose des balises et traitement des données), soit 240 000 €HT pour l'ensemble du suivi</p> <p>Budget pour les suivis avec les 2 méthodes : 540 000 € 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	

Fiche n°	SE2	Catégorie de mesure	Suivi de l'efficacité des mesures	Composante	Avifaune Mammifères marins
<b>Suivis à long terme des populations d'oiseaux en mer (et autres groupes de la mégafaune marine) selon le protocole BACI</b>					
<b>Contexte et objectifs de la mesure</b>					
<p>Cette mesure vise à suivre la distribution et les densités d'oiseaux et de mammifères marins 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 toute 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> <p>Parallèlement, un suivi des colonies de nidification d'oiseaux de mer potentiellement affectés par le parc ( suivi des effectifs et de la production en jeunes) sera mis en place pendant 10 années avant la construction, durant la construction et pendant la période d'exploitation.</p>					
<b>Description de la mesure</b>					
<p><b>Cadre général et justification du protocole proposé</b></p> <p>Les suivis des oiseaux et de la mégafaune marine sont principalement réalisés, en France, par mise en œuvre de suivis visuels en mer à partir de bateau et/ou d'avion. Ce sont ces méthodes qui ont été mises en œuvre dans le cadre de l'état initial de la présente étude. Bien que relativement souples et complètes, ces méthodes présentent quelques biais et limites pouvant être un frein pour les suivis en phase d'exploitation</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"> <li>• 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) ;</li> <li>• 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) ;</li> <li>• 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) ;</li> <li>• 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.</li> </ul> <p>Deux aspects fondamentaux régissent également les protocoles de suivi des parcs éoliens en mer :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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 information, les survols de parcs éoliens en mer sont interdits à moins de 400 m en Allemagne et au Royaume-Uni.</li> <li>• Les notions de sécurité et la volonté de limiter le nombre de personnels présents en mer et la durée de présence en mer.</li> </ul>					

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 via des suivis aériens digitaux. Ce type de suivis est également de plus en plus utilisé dans d'autres pays du monde (notamment Etats-Unis d'Amérique).

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 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 200 – 220 km/h.

Les suivis aériens digitaux n'impliquent pas la présence d'observateurs en mer, seuls les pilote et copilote assurant la réalisation de la phase de collecte de données. 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 ont été récemment développés et sont reconnus aujourd'hui comme généralement 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 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) ;
  - 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 marines) 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 réalisés par bateau et avion (suivis visuels).

#### **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 définie en concertation avec les services de l'Etat et le Groupe d'intérêt scientifique qui sera créé dans le cadre des engagements du maître d'ouvrage (partie suivante).

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, soit environ 3,7 km).

A l'échelle de l'aire d'étude retenue, les zones échantillonnées (= zones d'enregistrement photo ou vidéo) devront couvrir a minima 12 % 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 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.

Par ailleurs, afin de comparer finement les méthodes de suivi de l'effet du projet sur l'avifaune, le protocole présenté sera complété pendant deux ans par les moyens classiques d'échantillonnages mensuels par bateau. Ces deux méthodes comparées permettront de déterminer la méthode la plus efficace à mettre en œuvre pour le reste des années à échantillonner.

Le suivi des colonies de nidification d'oiseaux de mer déjà en place dans le cadre de l'AFB sera renforcé sur les colonies susceptibles d'être affectées par le parc avant et pendant la construction et durant la période d'exploitation (10 années au total). Ce suivi consistera en un suivi de l'effectif de la population nicheuse et de sa production de jeunes par la méthode adaptée (variable selon les espèces)

### **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.

Afin de définir l'état de référence pré-construction et exploitation, l'expertise démarrera sur deux années au préalable du commencement des travaux permettant de définir l'état de référence pré-suivi environnementaux. Celle-ci permettra notamment de compléter les données sur la période estivale.

### **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, tortues marines) qui conduit à géolocaliser l'objet sous un logiciel d'analyse, lui attribuer un identifiant unique et fournir 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 sera atteint.

La phase de traitement des données aboutira à une base de données complète et géoréférencée indiquant, pour chaque oiseau, mammifères marin, tortue marine ou requin localisé :

- sa position géographique exacte au moment de l'observation ;
- son espèce ;
- son âge ou d'autres spécificités morphologiques (largeur, longueur, plumage, etc.) ;
- son comportement (posé, vol, en alimentation) ;
- si oiseau en vol, sa direction.

**Remarque** : pour les oiseaux, 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 (vidéo HD).

**Remarque** : une copie des séquences d'enregistrement avec un ou plusieurs objets (oiseaux, mammifères marins, tortues et requins) 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 : alcidés, plongeurs, fous, laridés, fulmars, labbes, anatidés... ;
- synthèse des données collectées par espèce et par période de l'année ;
- calcul de la densité de mammifères marins au niveau des zones de suivis (transects) pour les principales espèces à enjeu ;
- 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) ;
- analyse des liens avec la répartition de la ressource alimentaire bénéfique des résultats des suivis des habitats benthiques et de la ressource halieutique).

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, N+15 et N+20 (voir planning ci-dessous) constitueront des points d'étape.

<b>Responsable de la mise en œuvre</b>	Maître d'ouvrage et prestataires spécialisés en avifaune et mégafaune marins	<b>Partenaires techniques pressentis</b>	Bureaux d'études et structures spécialisés (exemple : Biotope / associations)
<b>Phases d'intervention</b>	<b>Nombre de sorties envisagées par année de suivi</b> : 12 (une session par mois) <b>Nombre d'années de mise en œuvre du suivi</b> : 11 (2 années de référence avant construction, 2 années en cours de construction), 7 années en phase d'exploitation (N = année de mise en service ; N+1 ; N+3 ; N+5 ; N+10 ; N+15 ; N+20), 1 année en phase de démantèlement.		
<b>Secteurs concernés</b>	Zone d'étude spécifique et transects linéaires de suivi couvrant une partie de l'aire d'étude éloignée (similaire aux transects et à la zone de prospection parcourue lors des expertises visuelles par avion 2014/2015)	<b>Estimation des coûts (€ HT)</b>	Estimation par année de suivi : 300 000 € HT intégrant acquisition des données, traitements des données et analyses (cartographie, rédactions)  <b>Budget pour les 11 années de suivi : 5 090 000 € HT</b>
<b>Modalités de suivi de la mesure</b>			
<b>Indicateurs de mise en œuvre</b>	Fourniture des rapports annuels de mission.	<b>Indicateurs de résultats</b>	/

## 5.4 Engagements du maître d'ouvrage : amélioration de la connaissance du milieu marin

Afin de suivre les impacts évalués dans ce présent document et de compléter les connaissances dans le domaine de l'éolien en mer, il est prévu de réaliser plusieurs suivis environnementaux.

Le suivi environnemental doit permettre in fine de connaître l'incidence réelle du projet sur les différents compartiments du milieu naturel, durant toutes les phases de vie du parc éolien, ainsi que l'efficacité des mesures ERC mises en œuvre le cas échéant.

Les modalités de mise en œuvre des mesures de suivi répondent également au principe de proportionnalité, c'est-à-dire être en relation avec les enjeux environnementaux propres au projet.

Ces suivis concernent les compartiments environnementaux pour lesquels un manque de connaissance ou un impact résiduel significatif a été identifié.

Pour certaines thématiques comme l'avifaune ou les mammifères marins, **ils intègrent les modalités de suivi de l'efficacité de mesures d'évitement et de réduction**. Cela est précisé dans le texte quand c'est le cas.

### 5.4.1 Présentation des engagements du maître d'ouvrage

Le tableau ci-dessous présente les différents projets de recherches et de développement sur lesquels le maître d'ouvrage s'est engagé afin d'améliorer les connaissances sur différentes thématiques environnementales.

Le numéro de l'engagement est ensuite repris dans les fiches de présentation détaillée de chaque mesure.

N° de l'engagement	Description de l'engagement	Composantes concernées	Phases du projet	Coût global en € HT
E4	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  Réaliser une approche des impacts lors de l'exposition prolongée des individus	Mammifères marins Acoustique sous-marine	Construction Exploitation	137 500
E5	Mettre en place des bouées dédiées au suivi des déplacements des vertébrés en mer - MAVEO	Avifaune Mammifères marins Chiroptères Acoustique sous-marine Ressource halieutique	Construction Exploitation Démantèlement	5 100 000
E12	Réaliser, sous réserve de l'obtention de dérogation nécessaire, un suivi télémétrique des marsouins avec les experts compétents de la façade	Mammifères marins	Construction	80 000

## 5.4.2 Fiches descriptives des engagements du maître d'ouvrage

Fiche n°	E4	Catégorie de mesure		Engagement		Composante	Mammifères Marins Acoustique sous-marine
<p><b>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.</b></p>							
<p><b>Objectif de la mesure</b></p> <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 projet de parc éolien en mer de Dieppe Le Tréport.</p> <p>Le projet prévoit également une approche des impacts lors de l'exposition prolongée des individus</p>							
<p><b>Description de la mesure</b></p> <p>Cohérence avec les projets de parcs éoliens</p> <p>Ce projet de suivi offre un outil quantifiant l'efficacité des mesures d'évitement et de réduction prises dans le cadre de projets de parcs éoliens pour les phases de construction et d'exploitation.</p> <p>Expérience dans le domaine du projet</p> <p>RESPECT Phase 3/S s'inscrit dans la suite des phases 1 (finie) et 2 (programmée) du projet RESPECT mené dans le cadre du projet de parc éolien en mer.</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"> <li>• un modèle de transfert du bruit de battage de pieu vers le milieu marin (marteau, pieu, eau, sédiment) ;</li> <li>• 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).</li> </ul> <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 parc ainsi qu'établir un outil d'évaluation de l'efficacité des mesures de réduction du bruit.</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 modélisations auxquelles il a collaboré.</p>							
Responsable de la mise en œuvre	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)	137 500€			
<p><b>Modalités de suivi de la mesure et de ses effets</b></p> <p>Sans objet.</p>							

Fiche n°	E5	Catégorie mesure	de	Suivi		Thème	Avifaune Mammifères marins Chiroptères Acoustique sous-marine Ressource halieutique
Mettre en place des bouées dédiées au suivi des déplacements des vertébrés en mer - MAVEO							
<b>Objectifs de la mesure</b>							
<p>Le projet MAVEO (MARine VERtebrates &amp; Offshore wind farms) a pour but de regrouper un ensemble de capteurs pour la collecte simultanée des données sur chacun des groupes de vertébrés fréquentant le site du projet, à l'interface et dans chacun des compartiments aquatiques et aériens.</p> <p>MAVEO déploie des capteurs innovants pour collecter des séries de données à haute fréquence, spatialisées et temporalisées sur les vertébrés marins. Ces dernières seront traitées en indicateurs d'évolution des populations de poissons, d'oiseaux, ou de cétacés. La continuité et la cohérence de leur collecte lors de l'installation et de l'exploitation du parc éolien en mer informera les gestionnaires, les développeurs et les exploitants sur l'impact des parcs vis-à-vis des vertébrés fréquentant les sites de production.</p>							
<b>Description de la mesure</b>							
<p>MAVEO est une amélioration des stations SIMEO (Station Instrumentalisée de Monitoring Écologique dans l'Océan). La collecte d'informations de MAVEO s'articulera autour de 4 capteurs principaux équipant les plateformes installées pour les pré-études du parc :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Un système radar dédié aux suivis ornithologiques,</li> <li>• Un système acoustique passif large bande autorisant l'étude des trajectoires et des activités des cétacés et des chiroptères,</li> <li>• Un sonar imageur caractérisant les populations de poissons et évaluant leurs variations d'activité,</li> <li>• Une unité aérienne d'imagerie visible / proche infrarouge.</li> </ul> <p>Par ailleurs des sondes pour analyser l'eau (température, salinité, etc.) seront mise en place. MAVEO permettra ainsi de collecter des informations essentielles sur des espèces aussi variées que les oiseaux marins, les chauves-souris, les poissons ou les cétacés. La station comportera un système d'ancrage adapté à la diversité des sites - nature des fonds (sable, roches...), courants, houle – et sera composée de trois parties : aérienne, centrale et sous-marine.</p>							
<p>Le schéma illustre le principe de MAVEO. À l'arrière-plan, on voit un parc éolien offshore avec des oiseaux en vol. Au premier plan, une station de mesure est représentée par un triangle vert. Elle est équipée d'un radar, d'un microphone et d'une caméra vidéo. Des ondes acoustiques et lumineuses sont envoyées vers le fond de la mer où se trouvent des poissons. Les données sont envoyées à un ordinateur pour la 'Réception données', puis à un utilisateur pour l' 'Analyse Interprétation' et l' 'Utilisateur final'.</p>							
<p>Figure 105 : Schéma du principe de MAVEO</p> <p>source : Biotope</p>							

<p>MAVEO sera autonome en énergie et assurera la transmission des données récoltées vers la terre, sans que les scientifiques n'aient à se déplacer en mer jusqu'à la station. Le maître d'ouvrage envisage l'acquisition de deux stations pour le parc éolien de Dieppe Le Tréport.</p> <p>MAVEO permettra donc de fournir des données pour l'avifaune, les chiroptères, les poissons, cétacés et le milieu physique.</p> <p>Si la bouée n'était pas opérationnelle d'un point de vue technique au moment de la construction du parc, l'ensemble des paramètres seront, quoiqu'il en soit, suivis avec d'autres instruments sur des supports fixes du parc.</p> <p>MAVEO est équipé d'un radar qui permettra d'observer les mouvements d'oiseaux en mer liés au parc. Elle est équipée également d'une caméra (mais uniquement en diurne) qui peut permettre d'identifier certains mouvements. L'avantage de MAVEO c'est qu'elle peut être déplacée et donc répondre à diverses questions concernant les mouvements de contournements du parc (au sud, au nord, au cœur du parc, entre la côte et le parc).</p> <p>Au total, 3 bouées MAVEO seront déployées afin de disposer d'un suivi en temps réel et compléter les résultats des suivis environnementaux.</p>			
Responsable de la mise en œuvre	Maître d'ouvrage	Partenaires techniques pressentis	Biotope & partenaires
Phases d'intervention	<b>Nombre d'années de mise en œuvre du suivi</b> : 11 (1 année de référence avant construction, 2 années en cours de construction), 7 années en phase d'exploitation (N = année de mise en service ; N+1 ; N+3 ; N+5 ; N+10 ; N+15 ; N+20), 2 années en phase de démantèlement		
Secteurs concernés	Emplacement des bouées à définir avec le GIS	Estimation des coûts (€ HT)	Pré-construction : acquisition de 3 bouées : 1500 k€ + service associé de traitement de données : 300 k€ Construction : 100k€ / an / bouée soit 600 k€ Exploitation et maintenance : 100k€ / an / bouée soit 2100 k€ Démantèlement : Construction : 100k€ / an / bouée soit 600 k€ Soit 5,1 M€
Modalités de suivi de la mesure et de ses effets			
Indicateurs de mise en œuvre	Déploiement des 3 bouées	Indicateurs de résultats	Rapports annuels

Fiche n°	E12	Catégorie de mesure		Engagement		Composante	Mammifères Marins
Réaliser, sous réserve de l'obtention de dérogation nécessaire, un suivi télémétrique des marsouins avec les experts compétents de la façade							
Objectif de la mesure							
Suivre la population locale de marsouin et leur occupation de la zone autour du parc							
Description de la mesure							
<p>Ce suivi peut s'avérer très utile pour mieux comprendre le comportement de cette espèce car peu d'informations sont disponibles.</p> <p>Néanmoins celui-ci s'avère relativement difficile car il nécessite la capture ou l'équipement de l'animal en pleine mer pour une espèce de petite taille et très mobile, difficile à approcher.</p> <p>A notre connaissance, une seule expérimentation a été réalisée au Groenland « <a href="http://www.natur.gl/en/birds-and-mammals/marine-mammals/harbour-porpoise/satellite-tracking-harbour-porpoises/">http://www.natur.gl/en/birds-and-mammals/marine-mammals/harbour-porpoise/satellite-tracking-harbour-porpoises/</a> »</p> <p>La technique de marquage des cétacés par des systèmes de balises autonome afin de les suivre est surtout utilisée pour les grands cétacés (baleines) et sur les grands sélaciens (Requin pèlerin par exemple).</p> <p>Le maître d'ouvrage s'engage à étudier la faisabilité de l'utilisation d'une telle technique afin de suivre les marsouins. Puis au vu du résultat de cette étude de faisabilité, le GIS se prononcera sur la mise en œuvre effective de cette mesure.</p> <p>Remarque : cette mesure requière la capacité de capturer les individus pour les équiper. S'agissant d'espèces protégées il est nécessaire de disposer d'autorisations de captures à obtenir préalablement auprès du Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire.</p>							
Responsable de la mise en œuvre	Maître d'ouvrage		Partenaires techniques	Université de La Rochelle (ADERA) Laboratoires européens			
Phases d'intervention	Exploitation						
Secteurs concernés	Zone du parc éolien dans son ensemble		Estimation des coûts (€ HT)	80 000€			
Modalités de suivi de la mesure et de ses effets							
Sans objet.							



# 6 Bibliographie





- Bailey, H., *et al.*, 2010. Assessing underwater noise levels during pile-driving at an offshore windfarm and its potential effects on marine mammals. *Mar. Pollut. Bull.*, doi:10.1016/j.marpolbul.2010.01.003.
- Betke K., Schultz-von-Glahn M. & Matuschek R., 2005. Underwater noise emissions from offshore wind turbines. *Cfa/Daga '04*, pp.4–5.
- Blew J., Hoffmann M., Nehls G. et Hennig V., 2008. Investigation of the bird collision risk and the responses of harbour porpoises in the off shore wind farms Horns Rev, North Sea and Nysted, Baltic Sea, in Denmark Part I: Birds Universitat Hamburg and BioConsult SH, 99 pp.
- Brandt M., Diedericks A., Wolleim L., Betke K. et Nehls G., 2011. Displacement effects of pile driving during offshore windfarm construction on Harbour Porpoises (*Phocoena phocoena*). Proceedings of the Conference on Wind energy and Wildlife impacts, 2-5 may 2011, Trondheim, Norway. Norwegian Institute for Nature Research, Center for Environmental Design of Renewable Energy, p 15.
- 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).
- Castellote M, Clark C.W, Lammers O, 2012, Acoustic and behavioural changes by fin whales (*Balaenoptera physalus*) in response to shipping and airgun noise, *Biological Conservation*, 147(1) : 115-122.
- Cerchio S, Strindberg S, Collins T, Bennett C, Rosenbaum H, 2014, Seismic Survey Negatively Affect Humpback Whale Singing Activity off Northern Angola, *PLoS ONE* 9(3) : 1-11.
- 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. & Siebert, U., 2013. Effects of pile-driving on harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) at the first offshore wind farm in Germany. *Environmental Research Letters*, 8(2), 025002.
- David, J.A. (2006) likely sensitivity of bottlenose dolphins to pile-driving noise. *WATER AND ENVIRONMENT JOURNAL* 20 (2006) 48–54
- Drewery H., 2012. Basking shark (*Cetorhinus maximus*) literature review, current research and new research ideas. *Marine Scotland Science*. 26pp.
- Diedericks A., Nehls G., Dähne M., Adler S., Sven Koschinski, Verfuß U., 2008. Methodologies for measuring and assessing potential changes in marine mammal behaviour, abundance or distribution arising from the construction, operation and decommissioning of offshore windfarms\_COWRIE change, 90p.
- Diedericks A., Hennig V. ET Niels G., 2008. Investigation of the bird collision risk and the responses of harbour porpoises in the off shore wind farms Horns Rev, North Sea and Nysted, Baltic Sea, in Denmark PartIII: Harbour porpoises Universitat Hamburg and BioConsult SH, 99 pp.
- DONG ENERGY, 2006. Vattenfall, danish energy authority, danish forest and nature agency. Danish offshore wind ; key environmental issues. 144p.
- Duck CD, Thompson D, 2007. The status of grey seals in Britain. *NAMMCO Sci. Publ.* 6:69-78.
- Dudgeon offshore windfarm, 2009. Environmental statement section 12 : marine mammals.Cowrie. 54p.

- 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
- Gill A.B., Gloyne-Phillips I., Neal K.J. & Kimber J.A., 2005. The potential effects of electromagnetic fields generated by sub-sea power cables associated with offshore wind farm developments on electrically and magnetically sensitive marine organisms. a review. CMACS, commissioned by COWRIE, 128 pages.
- Hammond P.S., Gordon J.C.D., Grellier K., Hall A.J., Northridge S.P., Thompson D. & Harwood J., 2002. Background information on marine mammals relevant to Strategic Environmental Assessments 2 and 3. Department of trade and industry. Report No. TR\_006\_Rev1.
- Harwood, J., King, S., Scientific, Q.A., Quick, N., 2014b. The Sensitivity of UK Marine Mammal Populations to Marine Renewables Developments. Report SMRUL-NER-2012-027 prepared by SMRU Ltd for the Natural Environment Research Council.
- Hassani, S., Dupuis, L., Elder, J.F., Caillot, E., Gautier, G., Hemon, A., Lair, J.M. AND Haelters, J. 2010. A note on harbour seal (*Phoca vitulina*) distribution and abundance in France and Belgium. *NAMMCO SCI.PUBL.*8:107-116
- Henriksen O.D., Teilmann J., Dietz R. ET Miller L., 2001. Does underwater noise from offshore wind farm potentially affect seals and harbour porpoises ? Poster présenté à la « 14ème conférence sur la biologie des mammifères marins », Vancouver, Canada.
- Hildebrand J. a., 2009. Anthropogenic and natural sources of ambient noise in the ocean. *Marine Ecology Progress Series*, 395, pp.5–20.
- Hoffmann E., Astrup J., Larsen F., Munch-Petersen S., 2000. Effects of marine windfarms on the distribution of fish, shellfish and marine mammals in the Horns Rev area. Danish Institute for Fisheries Research. Baggrundsrapport nr. 24.
- Jensen H., Kristensen P., Hoffmann E., 2004. Sandeels in the wind farm area at Horns Reef. Final report. Danish Institute for Fisheries Research.
- Jensen A.S, Silber, G.K, 2004, Large Whale Ship Strike Database. US Department of Commerce, NOAA Technical Memorandum, NMFS- F/OPR-25, January 2004. 37pp
- JNCC, 2017, Harbour Seal (*Phoca vitulina*), <http://jncc.defra.gov.uk/protectedsites/sacselection/species.asp?FeatureIntCode=S1365> - Consulté le 30/01/2018.
- Joint Nature Conservation Committee, 2010, Statutory nature conservation agency protocol for minimising the risk of injury to marine mammals from piling noise, 13p.
- 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.
- Klrschvink, J. L., A. E. Dizon, and J. A. Westphal., 1986. Evidence from strandings for geomagnetic sensitivity in cetaceans. *Journal of Experimental Biology* 120:1-24.
- Koschinski S., Culik B.M, Henriksen O.D., Tregenza N., Ellis G.M., Jansen C. ET Kathe G., 2003. Behavioural reactions of free-ranging harbour porpoises and seals to the noise of a simulated 2 MW windpower generator. *Marine Ecology Progress Series*, 265 : 263-273.

- Legall Y, Origné L., Scalabrin C., Morizur Y., 2004. Le répulsif à cétacés, performances acoustiques requises- Actes de la 3e Conférence Internationale sur les Cétacés de Méditerranée et du 6e Séminaire annuel du Réseau National des Echouages, 13-14 nov 2004, Nice , p. 24-30 (édition 2005).
- Leonhard S., Pedersen J., 2004. Hard Bottom Substrate Monitoring Horns Rev Offshore Wind Farm. Annual Status Report 2003 Bio Consult.
- Leonhard S., Pedersen J., 2005. Hard Bottom Substrate Monitoring Horns Rev Offshore Wind Farm. Annual Status Report 2004 Bio Consult.
- Lindeboom H. J., H. J. Kouwenhoven, M. J. N. Bergman, S. Bouma, S. Brasseur, R. Daan, R. C. Fijn, D. DE Haan, S. Dirksen, R. Van Hal, R. Hille Ris Lambers, R. Terhofstede, K. L. Krijgsveld, M. Leopold AND M. Scheidat. Short-term ecological effects of an offshore wind farm in the Dutch coastal zone; a compilation. Environ. Res. Lett. 6 (2011) 035101 - 13pp
- Madsen P.T., Wahlberg M., Tougaard J., Lucke K. ET Tyack P., 2006. Wind turbine underwater noise and marine mammals : implications of current knowledge and data needs. Marine Ecology Progress Series, 309 : 279-295.
- 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
- Mckenzie Maxon C., 2000. Offshore wind turbine construction : Offshore pile-driving underwater and above water, noise measurements analysis. Odegaard & Danneskiold-Samsoe A/S\_Report No. 00.877.
- Murphy, S. & Rogan, E., 2006. External morphology of the short-beaked common dolphin, *Delphinus delphis*: growth, allometric relationships and sexual dimorphism. Acta Zool 87:315-329.
- National Research Council, 2005. Marine Mammal Populations and Ocean Noise: Determining When Noise Causes Biologically Significant Effects. The National Academies Press, Washington, DC.
- Nedwell J R , Parvin S J, Edwards B, Workman R , Brooker A G and Kynoch J E., 2007. Measurement and interpretation of underwater noise during construction and operation of offshore windfarms in UK waters. Subacoustech Report No. 544R0738 to COWRIE Ltd. ISBN: 978-0-9554279-5-4. 70 p.
- Nedwell J R, Turnpenny A W H, Langworthy J, Edwards B, 2003. Measurements of underwater noise during piling at the Red Funnel Terminal, Southampton, and observations of its effect on caged fish. Subacoustech Report Reference: 558R0207, October 2003.
- Nedwell J.R., Brooker A.G. Cummins D. and Barham R., 2009. Underwater noise impact modelling in support of the Dudgeon offshore windfarm. Subacoustech environmental report No. E200R0120.
- Nedwell, J.R., Langworthy, J. & Howell, D., 2003. Assessment of sub-sea acoustic noise and vibration from offshore wind turbines and its impact on marine wildlife; initial measurements of underwater noise during construction of offshore windfarms, and comparison with background noise. Subacoustech Report no. 554 R 0424. COWRIE.
- Nehls, G., K. Betke, S. Koschinski, and K. Lüdemann, 2008. Sources of underwater noise and their implications on marine wildlife - with special emphasis on the North Sea and the

- Baltic Sea. UBA FKZ 206 25 2021. German Federal Environment Agency (Umweltbundesamt - UBA). Dessau, Germany. 126 pp.
- Nelms S.E., Piniak W.E.D., Weir C.R., Godley B.J. 2016. Seismic surveys and marine turtles: An underestimated global threat. *Biological Conservation* 193: 49-65.
- New, L.F., Clark, J.S., Costa, D.P., Fleishman, E., Hindell, M.A., Klanjek, T., Lusseau, D., Kraus, S., McMahon, C.R., Robinson, P.W., Schick, R.S., Schwarz, L.K., Simmons, S.E., Thomas, L., Tyack, P., Harwood, J., 2014. Using short-term measures of behaviour to estimate long-term fitness of southern elephant seals. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 496, 99–108. doi:10.3354/meps10547
- NOAA, 2013. Draft Guidance for Assessing the Effects of Anthropogenic Sound on Marine Mammals : Acoustic Treshold Levels for Onset of Permanent and Temporary Treshold Shifts.
- Norro A.M.J, Rumes B, Degraer S.J, 2013, Differentiating between Underwater Construction Noise of Monopile and Jacket Foundations for Offshore Windmills: A Case Study from the Belgian Part of the North Sea, Hindawi Publishing Corporation, The Scientific World Journal, Article ID 897624, 7p.
- Parsons ECM, Dolman SJ, Jasny M, Rose NA, Simmonds MP, Wright AJ, 2009, A critique of the UK's JNCC seismic survey guidelines for minimising acoustic disturbance to marine mammals : Best practice ?, *Marine Pollution Bulletin*, 58 :643-651.
- Parvin, S.J., Nedwell, J.R., Lovell, J.M. AND Workman, R., 2006. Underwater noise impact modelling in support of the London Array, Greater Gabbard and Thanet offshore wind farm developments. Subacoustech Report No. 710R0506.
- 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.
- Richards S.D., Harland E.J. & Jones S. a. S., 2007. Underwater Noise Study Supporting Scottish Executive Strategic Environmental Assessment for Marine Renewables. 97262.
- Ritter F, 2012, Collision of sailing vessels with cetaceans worldwide : first insights into a seemingly growing problem, *Journal of Cetacean Research and Management*, 12(1) : 119-127.
- Russell DJF, 2016, Movements of grey seal that haul out on the UK coast of the southern North Sea, Sea Mammal Research Unit, report to DECC, 18p.
- Russell DJF, McConnel B, 2014, Seal at-sea distribution, movements and behaviour, Marine Mammal Research Unit, report to DECC, 72p.
- 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
- Southall, B.L., Bowles, A.E., Ellison, W.T., Finneran, J.J., Gentry, R.L., Greene JR., C.R., Kastak, D., Ketten, D.R., Miller, J.H., Nachtigall, P.E., Richardson, W.J., Thomas, J.A., Tyack, P.L., 2007. Marine mammal noise exposure criteria: initial scientific recommendation. *Aquatic Mammals* 33, 411–521.
- SNH, 2012. - Assessing the cumulative impact of onshore wind energy developments. 41 pp.
- Scottish Government, 2013. Modelling of Noise Effects of Operational Offshore Wind Turbines including noise transmission through various foundation types. *Scottish Marine and Freshwater Science* Volume 4 Number 5:

- Teilmann J., J. Carstensen, 2001. Status report of the pilot project: "Porpoise detectors (PODs) as a tool to study potential effects of offshore wind farm on harbour porpoises at Rødsand". Ministry of the Environment and Energy Denmark. 41p.
- Thompson D, Lonergan M, Duck C, 2005, Population dynamics of harbour seals *Phoca vitulina* in England: monitoring growth and catastrophic declines, *Journal of Applied Ecology*, 42(4) : 638-648.
- Thompson D, Duck C, Lonergan M, 2010, The status of harbour seals (*Phoca vitulina*) in the United Kingdom. *NAMMCO Sci. Publ.* 8:117-128.
- Tougaard J., Carstensen J., Wisz M., Teilmann J., Bech N., 2005. Harbour Porpoises on Horns Reef - Effects of the Horns Reef Wind Farm. Annual Status Report 2004 NERI Technical Report.
- Tougaard J., Henriksen O., 2009. Underwater noise from three types of offshore wind turbines: Estimation of impact zones for harbor porpoises and harbor seals. PACS number : 43.50.Rq, 43.80.Nd WWA Pages: 3766–3773.
- Tougaard, J., S. Tougaard, R. Cording Jensen, T. Jensen, J. Teilmann, D. Adelung, N. Liebsch, and G. Müller., 2006d. 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* 5: 1-67.
- Tougaard J., Carstensen J., Wisz M. S., Jespersen M., Teilmann J., Ilsted Bech N. et Skov H., 2006. Harbour Porpoises on Horns Reef. Effects of the Horns Reef Wind Farm. Final report to Vattenfall A/S. NERI. Roskilde, Danemark, 110 pp.
- Tougaard J., Tougaard, Cording Jensen R., Jensen T., Teilmann J., Adelung D., Liebsch N. et 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, Esbjerg, Denmark, 67 pp.
- Vincent C, Brevart C, Ruellet T, Caurant F, Sicard O, Huon M, Planque Y, Fremau M-H, Dupuis L, Lemaire D, , Decomble M, Spitz J, Karpouzopoulos J,D, Thierry P, Leviez F, Simon-Bouhet B, Beaudet M, Dubois M. ECO-PHOQUES Bases scientifiques pour une meilleure connaissance des phoques et de leur interactions avec les activités humaines en Manche Nord-Est - Rapport intermédiaire - Tranche 1 (2015-2016). Université de la Rochelle, CNRS, CMNF, Picardie Nature, ADN & GEMEL.
- Voisin P., 2007. Etat des lieux sur les sources anthropiques de nuisance actuelles et potentielles pour les mammifères marins en région Nord-Pas de-Calais et mesures de gestion associées. Direction Régionale de l'Environnement du Nord Pas de Calais. 17p.
- Wade, P.R., 1998. Calculating limits to the allowable human-caused mortality of cetaceans and pinnipeds. *Marine Mammal Science* 14: 1–37.
- Weir CR & Dolman SJ, 2007, Comparative Review of the Regional marine Mammals Mitigation Guidelines Implemented during Industrial Seismic Surveys and Guidance Towards a Worldwide Standard, *Journal of International Wildlife Law and Policy*, 10 : 1-27.

### **Acoustique**

- Applied Physics Laboratory. (October 1994). *APL-UW High Frequency Ocean Environmental Models HandBook*. APL-UW TR 9407 AEAS 9501, University of Washington.
- Arrigoni. (2011). Atténuation des nuisances sonores sous l'eau. Protection de l'environnement sous-marin face aux nuisances sonores, Saferseas, Brest.
- Betke. (2012). Acoustical properties of an operational pile driving noise mitigation system. *11th european conference on underwater acoustics (Edinburgh)*.
- Boyd, I. B. (2008). The effects of anthropogenic sound on marine mammals - a draft research strategy. European Science Foundation and Marine Board.
- Boyer, T., Levitus, S., Garcia, H., Locarnini, R., Stephens, C., & Antonov, J. (2004). Objective Analyses of Annual, Seasonal, and Monthly Temperature and Salinity for the World Ocean on a 1/4degree Grid. *International Journal of Climatology*, 25,, 931-945.
- Colin, M., Folegot, T., Clorennec, Dominique, Sertlek, Ö. H., Karasalo, I., Östberg, M., . . . de Jong, C. A. (2015). Definition and results of test cases for shipping sound. *IEEE Oceans Conference*. Genova, Italy.
- Collin, M., Ainslie, M. A., Binnerts, B., de Jong, C. A., Clorennec, D., Sertlek, H. Ö., . . . Folegot, T. (2015). Definition and results of test cases for shipping sound maps. *Proceeding of the IEEE Oceans Conference*. Genova.
- Commission Européenne. (2010). Decision relative aux critères et aux normes méthodologiques concernant le bon état écologique des eaux marines. *Journal officiel de l'Union européenne*, 2010/477/UE.
- Dähne. (2012). Attenuating sound underwater with air bubble curtains: practicality and and attenuation efficiency. *11th european conference on underwater acoustics (Edinburgh)*.
- Dekeling, R., Tasker, M., Folegot, T., & et al. (2015). The European Marine Strategy: Noise Monitoring in European Marine Waters from 2014. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 875:205-2015.
- Diederichs. (2012). Reducing the effects of pile driving noise on harbour porpoises - do big bubble curtains work? *11th european conference on underwater acoustics (Edinburgh)*.
- Dooling, R. J., & Blumenrath, S. H. (2013). Masking Experiments in Humans and Birds Using Anthropogenic Noises. *3rd International Conference on the Effects of Noise On Aquatic Life*. Budapest, Hungary.
- Elmer. (2007). Noise Emissions during pile driving of offshore foundations., *2nd Scientific Confrence on the Use of OWE, BMU*. Berlin.
- European Parliament. (2004). Resolution on the environmental effects of high-intensity active Naval sonar. Brussels: European Parliament.
- Folegot, T. (2010b). The most intense ocean noise pollution around the Strait of Gibraltar concentrates into bubbles located at cetacean prey hunting depths. *Annual Congres of the European Cetacean Society*. Strahlsund, Germany.
- Folegot, T. (2010c). Ship traffic noise distribution in the Strait of Gibraltar: an exemplary case for monitoring global ocean noise. *The Effect of Noise on Aquatic Life*. Cork, Ireland: Springer.

- Folegot, T., & Clorennec, D. (2013). A Monté-Carlo approach to anthropogenic sound mapping. *Underwater Acoustics Conference*. Corfu, Greece: Institute of Acoustics.
- Folegot, T., & Clorennec, D. (2015). From footprint prediction to risk assessment and focused mitigation. Dans 2. A. Meeting (Éd.), *Workshop on Noise and Environmental Impact Assessments*, (pp. 91-94). Liège, Belgium.
- Folegot, T., Clorennec, D., Brunet, P., Six, L., Chavanne, R., van der Schaar, M., & André, M. (2015). Monitoring Long Term Ocean Noise in European. Genova: IEEE OCEANS.
- Goh, T. H. (2005). The Use of Environmental Friendly Press-In Piling Technology in the Construction of Transportation Infrastructures. *Journal of the Institution of Engineers, Singapore*, 45(2): 29-49.
- Grandjean. (2011). Atténuation des ondes de souffle sous l'eau. Protection de l'environnement sous-marin face aux nuisances sonores, Saferseas, Brest.
- Guisse, L., & Sabathié, P. (1964). *Acoustique Sous-Marine*. Paris: Dunod.
- Hastings, M. C., & Popper, A. N. (2005). *Effects of sound on fish*. Report to Jones and Stokes for California Department of Transportation.
- Hildebrand. (2009). Anthropogenic and natural sources of ambient noise in the ocean. *Marine Ecology Progress Series*, Vol. 395:5-20.
- Hildebrand, J. A. (2005). Impacts of anthropogenic sound. Dans J. e. Reynolds, *Marine mammal research: conservation beyond crisis* (pp. 101-124). Baltimore, Maryland: The Johns Hopkins University Press.
- International Fund for Animal Welfare. (2008). *Ocean Noise: turn it down, a report on ocean noise pollution*. Yarmouth Port, Massashusets, USA: IFAW International headquarters.
- International Maritime Organisation. (2009). *Noise from commercial shipping and its adverse effects on marine life*. Marine Environment Protection Committee.
- Jensen, F. B., Kuperman, W. A., Porter, M. B., & Schmidt, H. (2000). *Computational Ocean Acoustics* (Vol. AIP Series in Modern Acoustics and Signal Processing). Springer.
- Kastelein. (2012). Hearing threshold shifts and recovery in harbor seals (*Phoca vitulina*) after octave-band noise exposure at 4 kHz. *J. Acoust. Soc. Am.* 132 (4).
- Laughlin, J. (2006). Underwater Sound Levels Associated with Pile Driving at the Cape Disappointment Boat Launch Facility, Wave Barrier Project. Report for Washington State Parks Cape Disappointment Wave Barrier Project.
- Lee. (2012). Mitigation of low-frequency underwater anthropogenic noise using stationary encapsulated gas bubbles. *11th european conference on underwater acoustics (Edinburgh)*.
- MacGillivray. (2005). Sound Pressure and Particle Velocity Measurements from Marine Pile Driving at Eagle Harbor Maintenance Facility, Bainbridge Island WA. Report prepared for Washington State Department of Transportation.
- Madsen, P., Wahlberg, M., Tougaard, J., Lucke, K., & Tyack, P. (2006). Wind turbine underwater noise and marine mammals: implications of current knowledge and data needs. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, Vol. 309: 279–295.
- Marine Mammal Commission. (2007). *The Marine Mammal Protection Act of 1972 as ammended 2007*. Silver Spring, MD, USA: NOAA's National Marine Fisheries Service.

- 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
- Matuschek R., B. K. (2009). Measurements of Construction Noise During Pile Driving of Offshore. *NAG/DAGA Rotterdam*, p.262.
- Ministère de l'Ecologie. (2011, Juillet 1). Décret fixant la liste des mammifères marins protégés sur le territoire national et les modalités de leur protection. France.
- Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de la Mer. (2010). *Guide de l'étude d'impact sur l'environnement des parcs éoliens*. Paris, France: Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de la Mer.
- National Research Council. (2003). *Ocean Noise and Marine Mammals*. The National Academies Press.
- 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. (2004). *NURC diver and marine mammal risk mitigation rules*. La Spezia, Italy: NURC.
- NCE. (2007). *Treatments for Reducing Underwater Sounds from Oil and Gas Industry Activities*.
- Nowacek, D. P., Thorne, L. H., Johnston, D. W., & Tyack, P. L. (2007). Responses of cetaceans to anthropogenic noise. *Mammal Rev*, 37: 81-115.
- Parlement Européen. (2000). *Cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau*. Brussel: Parlement Européen.
- Payne, R., & Webb, D. (1971). Orientation by means of long range acoustic signaling in baleen whales. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 188:110-141.
- Popov. (2011). Noise-induced temporary threshold shift and recovery in Yangtze finless porpoises *Neophocaena phocaenoides asiaeorientalis*. *J. Acoust. Soc. Am.* 130 (1).
- Popper, A. F., & McCauley, R. (2004). Anthropogenic sound: Effects on the behavior and physiology of fishes. *Marine Technology Soc. J.*, 37(4). 35-40.
- Popper, A. N., Hawkins, A. D., Fay, R. R., Mann, D. A., Bartol, S., Carlson, T. J., . . . Tavolga, W. N. (2014). *Sound Exposure Guidelines for Fishes and Sea Turtles: a technical report prepared by ANSI-Accredited Standards Committee S3/SC1*. New-York: Springer Briefs in Oceanography.
- Porter, M. B., & Reiss, E. L. (1984). A numerical method for ocean-acoustic normal modes. *Journal of the Acoustical Society of America*, 76, 244-252.
- Richardson, W., Fraker, M., Wuersig, B., & Wells, R. (1985). Behaviour of bowhead whales, *Balaena mysticetus* summering in the Beaufort sea: Reactions to industrial activities. *Biological Conservation*, 32: 195-230.
- Richardson, W., Malme, C., Green, C., & Thomson, D. (1995). *Marine Mammals and Noise*. San Diego, CA: Academic Press.
- Rustemeier. (2012). Underwater sound mitigation of bubble curtains with different bubble size distributions. *11th european conference on underwater acoustics (Edinburgh)*.
- Shutton, G., Clorennec, D., Jesshop, M., & Folegot, T. (2013). *Mapping the spatio-temporal distribution of underwater noise in Irish Waters*. Environmental Protection Agency, Dublin.

- Southall, B., Bowles, A., Ellison, W., Finneran, J., Gentry, R., Greene, C., . . . Tyack, P. (2007). Marine Mammal Noise Exposure Criteria: Initial Scientific Recommendations. *Aquatic Mammals*, 33: 411-521.
- Thomsen, F., Gill, A., Kosecka, M., Andersson, M., André, M., Degraer, S., . . . Wilson, B. (2015). *MaRVEN – Environmental Impacts of Noise, Vibrations and Electromagnetic Emissions from Marine Renewable Energy*. Brussels: European Commission.
- Thomsen, F., Lüdemann, K., Kafemann, R., & Piper, W. (2006). *Effects of offshore wind farm noise on marine mammals and fish*. Newbury, U.K.: COWRIE Ltd.
- Wahlberg, M., & Westerberg, H. (2005). Hearing in fish and their reactions to sound from offshore wind farms. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 288, 295-309.
- Wenz, G. (1962). Acoustic Ambient Noise in the Ocean: Spectra and Sources. *J. Acoust. Soc. Am.*, 34:1936-1956.
- WSDOT. (2005). (WSDOT) Washington State Department of Transportation. 2006. Guidance for Addressing.
- Würsig, B., & Richardson, W. (2002). Effects of Noise. Dans W. Perrin, B. Würsig, & J. Thewissen, *The Encyclopedia of Marine Mammals* (pp. 794-802). New-York: Academic Press.



# 7 Annexes





## 7.1 Annexe I : Équipe de travail et personnes ressources

Domaine d'intervention	Agents de BIOTOPE
<b>Direction d'étude</b>	Arnaud GOVAERE
<b>Analyse et rédaction</b> <b>Mise en forme des données et analyse</b>	Arnaud GOVAERE, Frédéric CALOIN
<b>SIG et cartographie</b>	Cédric ELLEBOODE, Paul GILLOT & François HUCHIN,
<b>Observations en avion</b>	Lucien BASQUE, Frédéric CALOIN, Yves CAPON, François CAVALIER, Xavier CUCHERAT, Mickael DEHAYE, Sébastien DEVOS, Cédric ELLEBOODE, Arnaud GOVAERE & François HUCHIN
<b>Observateurs en bateau</b>	Lucien BASQUE, Frédéric CALOIN, Yann CARASCO, François CAVALIER, Mickael DEHAYE, Arnaud GOVAERE & François HUCHIN
<b>Pilotage de l'avion</b>	2007-2008 et 2010-2011 : Frédéric VASSEUR (Aéropale) 2014-2015 : Jean-Jérôme HOUDAILLE (Pixair Survey)
<b>Pilotage du bateau</b>	2007-2008 : M LAURENT (Pêcheur professionnel) puis M MASSON (Bateau de promenade en mer) 2014-2015 : Olivier MESLIN LE BAIL (STO logistique)
<b>Contrôle Qualité</b>	Arnaud GOVAERE

Différentes personnes ressources ont par ailleurs été consultées afin d'affiner l'expertise ou le conseil sur cette mission depuis son démarrage fin 2007 :

Nom	Personne contactée	Commentaire
<b>Picardie Nature</b>	L. DUPUIS	Résultats du suivi des phoques en Baie de Sommet Baie d'Authie
<b>ULR VALOR/ ADERA</b>	L. MARTINEZ	Résultats d'échouages, campagnes standardisées et observations opportunistes de mammifères marins
<b>Aquarium de la Rochelle</b>	F DELL'AMICO	Résultats d'échouages, campagnes standardisées et observations opportunistes de tortues marines

## 7.2 Annexe 2 : Dates et conditions lors des inventaires réalisés en avion

Tableau 73 : Dates et conditions des inventaires en avion de la campagne 2007/2008

Date	Conditions de visibilité / état de la mer
28/12/2007	Bonne visibilité / mer agitée
16/01/2008	Bonne visibilité / mer belle à peu agitée
22/01/2008	Bonne visibilité / mer belle
07/02/2008	Bonne visibilité / mer belle
29/02/2008	Bonne visibilité / mer agitée
13/03/2008	Bonne visibilité / mer agitée
31/03/2008	Bonne visibilité / mer belle
15/04/2008	Visibilité moyenne / mer belle
29/04/2008	Bonne visibilité / mer belle
05/05/2008	Visibilité moyenne / mer belle
28/05/2008	Bonne visibilité / mer agitée
05/06/2008	Bonne visibilité / mer belle
16/06/2008	Très bonne visibilité / mer belle
16/07/2008	Bonne visibilité / mer belle
28/07/2008	Bonne visibilité / mer belle
06/08/2008	Bonne visibilité / mer belle
27/08/2008	Bonne visibilité / mer belle
11/09/2008	Très bonne visibilité / mer belle
25/09/2008	Bonne visibilité / mer belle
09/10/2008	Visibilité moyenne / mer peu agitée
23/10/2008	Bonne visibilité / mer belle
13/11/2008	Bonne visibilité / mer agitée
02/12/2008	Bonne visibilité / mer agitée
09/12/2008	Visibilité moyenne / mer peu agitée

Tableau 74 : Dates et conditions des inventaires en avion de la campagne 2010/2011

Date	Conditions de visibilité / état de la mer
15/10/2010	Bonne visibilité / mer peu agitée
21/10/2010	Bonne visibilité / mer peu agitée
15/11/2010	Bonne visibilité / mer belle
06/12/2010	Bonne visibilité / mer agitée
14/12/2010	Bonne visibilité / mer peu agitée à agitée
21/01/2011	Bonne visibilité / mer belle à peu agitée
31/01/2011	Bonne visibilité / mer belle à peu agitée
01/03/2011	Bonne visibilité / mer agitée
14/03/2011	Bonne visibilité / mer belle
25/03/2011	Visibilité moyenne / mer belle
04/04/2011	Visibilité moyenne / mer belle à peu agitée
15/04/2011	Bonne visibilité / mer belle

Tableau 75 : Dates et conditions des inventaires en avion de la campagne 2014/2015

Date	Conditions de visibilité / état de la mer
16/12/2014	Bonne visibilité / mer peu agitée à belle
19/01/2015	Bonne visibilité / mer peu agitée à belle
19/02/2015	Bonne visibilité / mer peu agitée
16/03/2015	Bonne visibilité / mer peu agitée à belle
09/04/2015	Très bonne visibilité / belle
26/05/2015	Bonne visibilité / mer belle
21/09/2015	Bonne visibilité / mer peu agitée à belle
23/10/2015	Très bonne visibilité / mer peu agitée à belle
23/11/2015	Bonne visibilité / mer belle

## 7.3 Annexe 3 : Dates et conditions lors des inventaires réalisés en bateau

Tableau 76 : Dates et conditions des inventaires en bateau de la campagne 2010/2011

Date	Conditions de visibilité / état de la mer
28/09/2010	Bonne visibilité / mer belle
22/10/2010	Bonne visibilité / mer peu agitée
19/11/2010	Bonne visibilité / mer peu agitée
03/12/2010	Bonne visibilité / mer belle
29/12/2010	Bonne visibilité / mer belle
21/01/2011	Visibilité moyenne / mer peu agitée
18/02/2011	Bonne visibilité / mer peu agitée
08/03/2011	Visibilité moyenne / mer peu agitée à agitée
28/03/2011	Bonne visibilité / mer peu agitée
08/04/2011	Bonne visibilité / mer belle
05/05/2011	Bonne visibilité / mer peu agitée à belle

Tableau 77 : Dates et conditions des inventaires en bateau de la campagne 2014/2015

Date	Conditions de visibilité / état de la mer
13/12/2014	Bonne visibilité / mer peu agitée à belle
19/01/2015	Bonne visibilité / mer agitée à peu agitée
18/02/2015	Très bonne visibilité / mer belle
17/03/2015	Bonne visibilité / mer belle
09/04/2015	Très bonne visibilité / mer belle
26/05/2015	Visibilité moyenne / mer belle
26/09/2015	Bonne visibilité / mer belle
01/11/2015	Visibilité moyenne / mer belle
14/12/2015	Visibilité moyenne / mer agitée à peu agitée

## 7.4 Annexe 4 : Tableau de notation des enjeux mammifères marins

Nom vernaculaire	Valeur	Localisation	Evolution	Niveau d'enjeu
Marsouin commun	5	3	3	11
Phoque gris	6	3	1	10
Phoque veau-marin	6	3	1	10
Grand Dauphin	4	2	1,5	7,5
Dauphin de Risso	3	1	1,5	5,5
Globicéphale noir	3	1	1,5	5,5
Lagénorhynque à bec blanc	3	1	1	5
Rorqual commun	3	0	2	5
Dauphin bleu et blanc	2	1	1,5	4,5
Dauphin commun	2	1	1,5	4,5
Mésoplodon de Sowerby	3	0	1,5	4,5
Petit Rorqual	2	1	1	4
Mégaptère (Baleine à bosse)	1	0	1	2
Phoque à crête (P. à capuchon)	1	0	1	2
Phoque annelé	1	0	1	2
Phoque barbu	0	0	1	1

## 7.5 Annexe 5 : Tableau de notation des enjeux tortues marines

Nom vernaculaire	Valeur	Localisation	Evolution	Niveau d'enjeu
<b>Tortue luth</b>	0	1	3	4
<b>Tortue caouanne</b>	0	0	3	3
<b>Tortue de Kemp</b>	0	0	3	3

## 7.6 Annexe 6 : Tableau de notation des enjeux « grands pélagiques »

Nom vernaculaire	Valeur	Localisation	Evolution	Niveau d'enjeu
<b>Requin pèlerin</b>	6	0	3	9

## 7.7 Annexe 7 : Résultats détaillés des observations

MAMMIFERES MARINS – EFFECTIFS PAR ESPECE POUR CHAQUE SESSION D'OBSERVATION par avion –campagne 2007/2008

	28/12/2007	16/01/2008	22/01/2008	07/02/2008	29/02/2008	13/03/2008	31/03/2008	15/04/2008	29/04/2008	05/05/2008	28/05/2008	05/06/2008	16/06/2008	16/07/2008	28/07/2008	06/08/2008	27/08/2008	11/09/2008	25/09/2008	09/10/2008	23/10/2008	13/11/2008	02/12/2008	09/12/2008	total	
Marsouin commun						1		5				1	1													8
Dauphin gris										1																1
Dauphin bleu et blanc										2																2
Dauphin bleu et blanc / Dauphin commun								3																		3
Dauphin bleu et blanc / D. commun / Grand Dauphin										2																2
Dauphin commun						1	2	2																		5
Dauphin commun /								2								1										3

## MAMMIFERES MARINS – EFFECTIFS PAR ESPECE POUR CHAQUE SESSION D'OBSERVATION par avion –campagne 2007/2008

	28/12/2007	16/01/2008	22/01/2008	07/02/2008	29/02/2008	13/03/2008	31/03/2008	15/04/2008	29/04/2008	05/05/2008	28/05/2008	05/06/2008	16/06/2008	16/07/2008	28/07/2008	06/08/2008	27/08/2008	11/09/2008	25/09/2008	09/10/2008	23/10/2008	13/11/2008	02/12/2008	09/12/2008	total	
<b>Marsouin commun</b>																										
<b>Dauphin indéterminé</b>						3	5			2		18								1						31
<b>Phoque gris</b>													35													35
<b>Phoque veau marin</b>										7			142													149
<b>Phoque indéterminé</b>			122	1	143	92	156	175	116	125	148	84		200	189	128	252	251	233	171	101	158		114	2 959	
<b>TOTAL</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>122</b>	<b>1</b>	<b>143</b>	<b>97</b>	<b>163</b>	<b>187</b>	<b>116</b>	<b>139</b>	<b>148</b>	<b>103</b>	<b>178</b>	<b>200</b>	<b>189</b>	<b>129</b>	<b>252</b>	<b>251</b>	<b>233</b>	<b>172</b>	<b>101</b>	<b>158</b>	<b>0</b>	<b>114</b>		

MAMMIFERES MARINS – EFFECTIFS PAR ESPECE POUR CHAQUE SESSION D'OBSERVATION par avion –campagne 2010/2011 -													
	15/10/2010	21/10/2010	15/11/2010	06/12/2010	14/12/2010	21/01/2011	31/01/2011	01/03/2011	14/03/2011	25/03/2011	04/04/2011	15/04/2011	Total
Marsouin commun			3			4	3		2	27	1	73	113
Grand Dauphin									5	3			8
Dauphin /Marsouin											1		1
Phoque gris							6			1		1	8
Phoque veau marin			1				1			1			3
Phoque indéterminé							1						1
<b>TOTAL</b>			<b>4</b>			<b>4</b>	<b>11</b>		<b>7</b>	<b>32</b>	<b>2</b>	<b>74</b>	<b>134</b>

MAMMIFERES MARINS – EFFECTIFS PAR ESPECE POUR CHAQUE SESSION D'OBSERVATION PAR BATEAU –Campagne 2010/2011 -												
	28/09/10	22/10/10	19/11/10	03/12/10	29/12/10	21/01/11	18/02/10	08/03/11	28/03/11	08/04/11	05/05/11	Total
Marsouin commun									3	57		60
Grand Dauphin	13									3		16
<b>TOTAL</b>	<b>13</b>								<b>3</b>	<b>60</b>		<b>76</b>

MAMMIFERES MARINS – EFFECTIFS PAR ESPECE POUR CHAQUE SESSION D'OBSERVATION PAR AVION – Campagne 2014/2015 -										
	16/12/2014	19/01/2015	19/02/2015	16/03/2015	09/04/2015	26/05/2015	21/09/2015	23/10/2015	23/11/2015	total
<b>Grand Dauphin</b>							3			3
<b>Marsouin commun</b>	6	7	7	9	42	3		11	10	95
<b>Phoque gris</b>			3		8			4		16
<b>Phoque indéterminé</b>		1							2	3
<b>Phoque veau-marin</b>		1		3	3		3	1		10
<b>Total</b>	<b>6</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>12</b>	<b>53</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>16</b>	<b>12</b>	<b>127</b>

MAMMIFERES MARINS – EFFECTIFS PAR ESPECE POUR CHAQUE SESSION D'OBSERVATION PAR BATEAU – Campagne 2014/2015 -										
	13/12/2014	19/01/2015	18/02/2015	17/03/2015	09/04/2015	26/05/2015	26/09/2015	01/11/2015	14/12/2015	total
<b>Marsouin commun</b>	1				2					3
<b>Phoque gris</b>			1		1					2
<b>Total</b>	<b>1</b>		<b>1</b>		<b>3</b>					<b>5</b>