



Benoit Waelès - Consultant Génie Côtier

Dieppe-Le Tréport – Export Câble Route

Étude de dispersion des turbidités induites par les travaux d'ensouillage

Volet 2



Rapport d'étude

Siège social

36, quai de la Douane – 29200 Brest – France
Tel : +33 298 44 24 51 – Fax : +33 298 46 91 04
Email : info@actimar.fr – Web : www.actimar.fr

ACTIMAR
Au service de la mer



Suivi des modifications

Version	Modifications	Rédacteurs	Date
V1.0	Volet 1 : Création du document	Laurent Leballeur Benoît Waeles	24/11/2015
V1.1	Volet 1 : Prise en compte des remarques de DNV-GL	Laurent Leballeur Benoît Waeles Françoise Girard	07/01/2016
V2.0	Volet 2 : Mise à jour du rapport suite aux précisions sur les techniques de travaux d'ensouillage et à la prise en compte des analyses granulométriques	Laurent Leballeur Benoît Waeles	16/06/2016
V2.1	Ajout zones de moulières sur les rendus graphiques	Laurent Leballeur	30/09/2016
V3.0	Mise à jour de l'étude suite à de nouvelles valeurs de teneurs en MES	Laurent Leballeur	29/09/2017

Liste de diffusion

Destinataire	Organisme
Pierre Héraud	DNV-GL

Sommaire

1. OBJECTIFS - METHODOLOGIE	5
1.1 QUANTIFICATION DES FLUX SOLIDES	6
1.2 SPECIFICATION DES FLUX SOLIDES DANS LA MODELISATION	7
1.3 PARAMETRISATION DU MODELE DE DISPERSION DE SEDIMENTS FINS	7
1.4 CONDITIONS SIMULEES.....	7
2. ANALYSE DES RESULTATS DE DISPERSION.....	8
2.1 REFERENCE : CONDITIONS DE TURBIDITE NATURELLE.....	8
2.2 TYPES DE RENDUS.....	9
2.3 RESULTATS : IMPACT DES TRAVAUX D'ENSOILLAGE	11
2.3.1 Cartes instantanées	11
2.3.2 Séries temporelles.....	17
2.3.3 Taux de dépassement.....	19
3. SYNTHESE DES RESULTATS.....	22

Définitions des acronymes et notations

Le tableau suivant définit les acronymes et notations utilisés dans ce document :

Notation	Définition
BM	Basse Mer
Dir	Direction moyenne de provenance de l'énergie des vagues, référencée par rapport au nord, avec une convention horaire
D ₅₀	Diamètre médian des sédiments
Hs	Hauteur spectrale significative (en mètres)
MES	Matières En Suspension (D ₅₀ < 63 µm)
ME	Marée moyenne de Morte-Eau (coefficient 45)
PM	Pleine Mer
Tp	Période pic (en secondes) correspondant à l'inverse de la fréquence f_p pour laquelle le spectre d'énergie des vagues est maximum
VE	Marée moyenne de Vive-Eau (coefficient 95)

1. OBJECTIFS - METHODOLOGIE

En 2016, Actimar a réalisé des modélisations numériques visant à représenter les turbidités induites par les travaux préalables à l'ensouillage des câbles dans le but d'estimer l'étendue et les concentrations en MES du panache turbide et les dépôts résultant des mises en suspension de sédiments fins lors du creusement des tranchées.

L'ensouillage peut être réalisé par différentes techniques en fonction de la nature des fonds marins :

- le « water-jetting » (jet d'eau sous pression pouvant être utilisé dans des sols ayant un niveau de consolidation limité),
- le charruage (principe similaire à celui d'une charrue qui fend la terre, pouvant être utilisé dans un sol suffisamment meuble),
- le tranchage (utilisation d'une machine de type scie circulaire, à roue ou chaîne, pour couper un sol dur).

Lors de la première phase de l'étude (**Volet 1**), la technique d'ensouillage par « water-jetting » avait été considérée, conduisant à un volume total journalier de matériaux extraits de 3 800 m³ pour une vitesse d'avancement des travaux de 1 200 m par jour. Une hypothèse majorante de teneur en fines dans le sédiment (5% remis en suspension) a été considérée pour caractériser les remises en suspension. Les influences engendrées par ces travaux sur le milieu naturel ont été évaluées avec ces hypothèses conservatives, sur les deux routes envisagées pour le raccordement du câble : Criel et Penly.

Pour la seconde phase de l'étude (**Volet 2**), la technique d'ensouillage par charruage avait été considérée, et seul le corridor dont l'atterrissage se situe à l'est de la centrale de Penly avait été étudié. La technique de charruage implique des tranchées plus larges et plus profondes, conduisant à un volume total journalier de matériaux mobilisés de 21 600 m³ pour une vitesse d'avancement sensiblement identique. La disponibilité d'analyses granulométriques le long du tracé a permis d'affiner la proportion de fines contenue dans le sédiment, permettant ainsi de définir plus précisément et de manière variable le long du tracé les flux sédimentaires remis en suspension.

En 2017, de nouvelles valeurs de teneurs en matières en suspension sont désormais disponibles aux endroits où les prélèvements de sédiments ont été effectués. L'étude réalisée est une mise à jour des modélisations numériques de 2016 selon ces nouvelles informations et permet d'évaluer les influences des travaux sur le milieu naturel vis-à-vis des conditions naturelles de turbidité.

1.1 QUANTIFICATION DES FLUX SOLIDES

Les flux solides de particules fines vers la colonne d'eau ont été estimés à partir des caractéristiques de travaux de charruage telles que spécifiées par DNV-GL :

- Caractéristiques de la tranchée de la charrue : forme triangulaire de 6 m de large, 3 m de profondeur, angle de coupe à 45° ;
- Vitesse d'avancement de la machine : 1 200 m par jour ;
- Soit un volume de sédiment déplacé de 21 600 m³ par jour.

Les propriétés considérées pour le sédiment superficiel qui sera remanié pendant cette phase de travaux sont les suivantes :

- Densité des grains : 2 650 kg/m³ ;
- Porosité du sédiment superficiel : 0.3.

Des prélèvements de sédiments ont été réalisés le long du tracé Penly, ils sont localisés sur la Figure 1-1 avec le pourcentage de fines associé.

En fonction de l'avancement des travaux, le pourcentage de fines correspondant à l'échantillon le plus proche est pris en compte de manière instantanée et automatique par le modèle pour définir le flux sédimentaire remis en suspension par les travaux d'ensouillage, ce qui confère davantage de réalisme aux simulations réalisées. Le long du tracé, au niveau de chaque point source, les flux (kg/jour) de fines mises en suspension lors des opérations sont calculés comme suit :

$$21\,600 \text{ m}^3/\text{jour} * (1-0.3) * 2650 * (\text{proportion de fines la plus proche}) \text{ kg/m}^3.$$

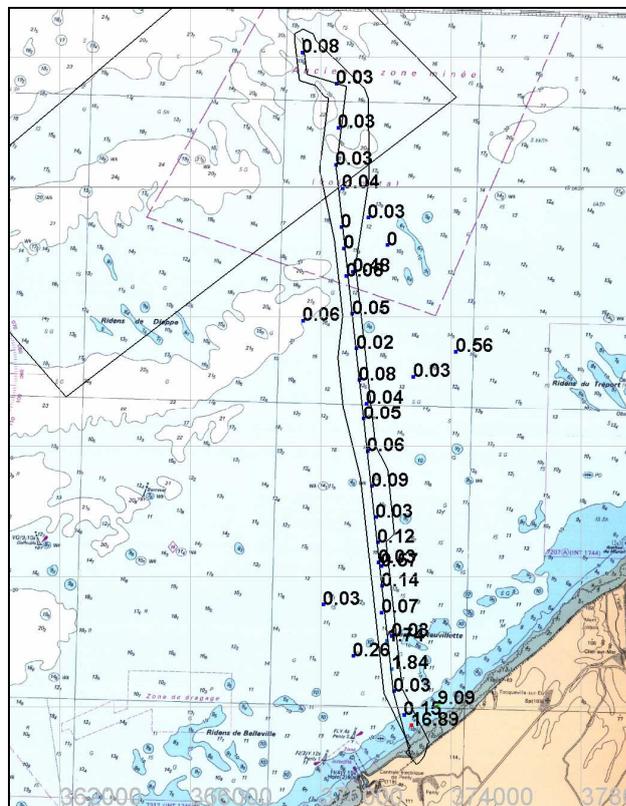


Figure 1-1 ; Position des prélèvements sédimentaires le long du tracé Penly et pourcentages de fines dans le sédiment résultant de l'analyse granulométrique et utilisés pour définir le flux remis en suspension instantané au fur et à mesure de la position des travaux le long du tracé.

1.2 SPECIFICATION DES FLUX SOLIDES DANS LA MODELISATION

Le maillage du modèle ayant une résolution de 100 m le long de chaque tracé, le flux de sédiments imposé change de point de grille toutes les deux heures afin de représenter l'avancement des opérations d'ensouillage (1 200 m/jour), ce qui limite la discontinuité dans la représentation des travaux.

Lorsqu'un point est actif, le flux de particules fines est imposé en considérant la part de fines de l'échantillon granulométrique le plus proche. Les travaux sont réalisés en continu sans interruption.

1.3 PARAMETRISATION DU MODELE DE DISPERSION DE SEDIMENTS FINS

Le modèle sédimentaire construit lors de l'étude météo-océanique et hydro-sédimentaire¹ est utilisé pour la réalisation de cette étude. Le modèle, avec un paramétrage adapté pour les sédiments fins transportés en suspension, représente les processus suivants :

- la mise en suspension dans la colonne d'eau des matériaux selon les quantités définies au paragraphe 1.1 ;
- l'advection et la dispersion par les courants ambiants ;
- la chute des particules et le dépôt sur le fond lorsque les conditions hydrodynamiques le permettent ;
- la contribution du courant et des vagues pour la remise en suspension et/ou le dépôt.

Les paramètres propres à ce modèle de dispersion des sédiments sont les suivants :

- Deux vitesses de chute ont été testées : 1 et 0.1 mm/s ;
- Contrainte critique d'érosion : 0.2 N/m² ;
- Contrainte critique de dépôt : 0.1 N/m².

1.4 CONDITIONS SIMULEES

Des simulations longues, représentant des travaux en continu sur toute la distance du tracé, ont été effectuées. Elles couvrent deux cycles ME-VE (30 jours), pendant lesquels les travaux sont réalisés au cours des 19 premiers jours. Chacune des simulations est répétée :

- avec deux conditions d'agitation imposées aux limites marines du modèle : un niveau d'agitation minimale ($H_s = 0.2$ m, $T_p = 7$ s, en provenance de l'ouest) et une condition d'agitation correspondant à la moyenne annuelle ($H_s = 1$ m, $T_p = 7$ s, en provenance de l'ouest) ;
- pour les deux valeurs de vitesse de chute de 0.1 et 1 mm/s.

Au total, quatre simulations de 30 jours ont été réalisées pour évaluer les effets des opérations d'ensouillage des câbles sur la turbidité du milieu naturel.

¹ Actimar-MOC-0959-DLT-Rapport-V2.1.pdf

2. ANALYSE DES RESULTATS DE DISPERSION

2.1 REFERENCE : CONDITIONS DE TURBIDITE NATURELLE

Les conditions de turbidité naturelle auxquelles doivent être comparées les turbidités induites par les travaux d'ensouillage peuvent être synthétisées en première approche par les ordres de grandeur suivants :

- Plusieurs mg/l pour les mois (d'été) les moins turbides ;
- Plusieurs dizaines de mg/l pour les mois (d'hiver) les plus turbides.

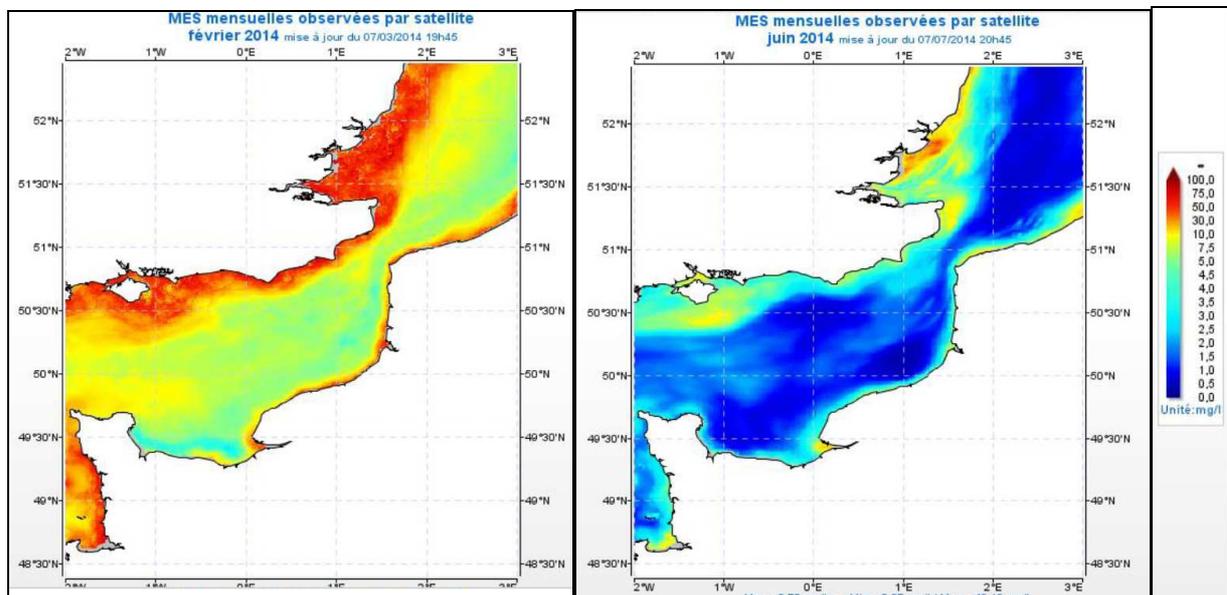


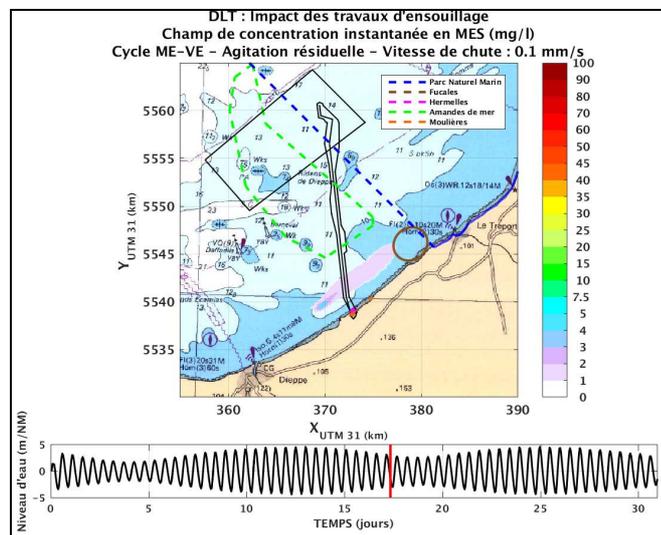
Figure 2-1 : Cartes de turbidités mensuelles moyennes établies à partir d'observations par satellite (PREVIMER – IFREMER).

2.2 TYPES DE RENDUS

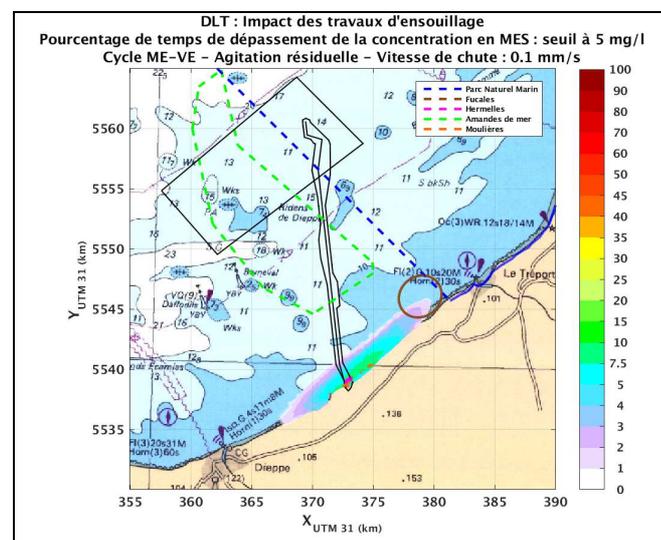
Pour chacune des simulations réalisées (pour une vitesse de chute et une condition d'agitation données), les résultats ont été analysés à partir de différentes représentations (cartes et séries temporelles en un point) des paramètres de sortie (concentrations de matières en suspension et dépôts sur le fond).

Sur les représentations cartographiques, l'emprise des zones sensibles est indiquée : le parc naturel marin des estuaires picards et de la mer d'Opale est représenté en trait pointillé bleu, les zones à fucales sont représentées par des traits pointillés marrons, celles à amandes de mer en trait pointillé vert, les hermelles en fuchsia et les moulières en orange. Il s'agit d'évaluer l'impact des turbidités et des dépôts induits vis-à-vis de ces secteurs sensibles.

- Une première série de cartes permet de visualiser le panache (concentration en MES) lié aux travaux et les dépôts induits à différents instants : pendant les travaux et également après l'arrêt des travaux.



- Des cartes présentant les temps de dépassement de certains seuils représentatifs de concentration en MES (1, 2, 3, 4, 5, 7.5, 10 mg/l) ambiante, exprimés en pourcentage de la durée totale de la simulation (30 jours) ;



- des séries temporelles présentant l'évolution au cours du temps des concentrations en MES et des dépôts, pour sept points représentés sur la Figure 2-2.

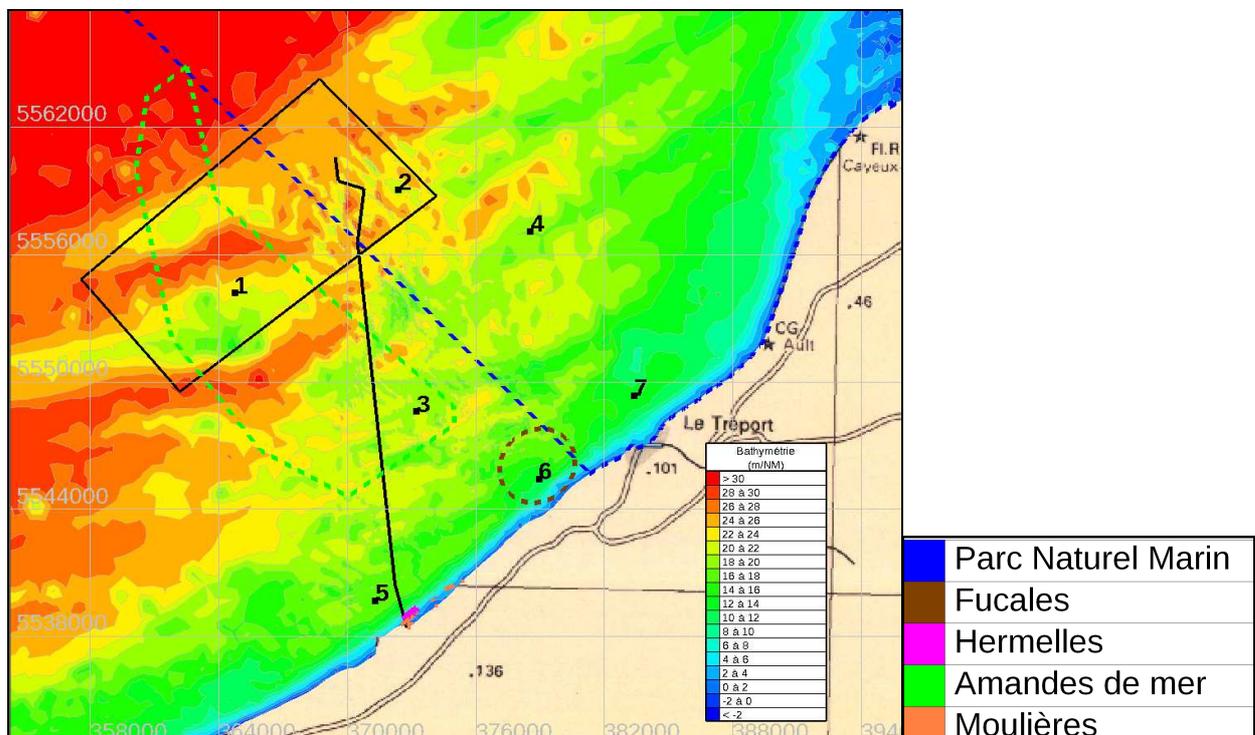
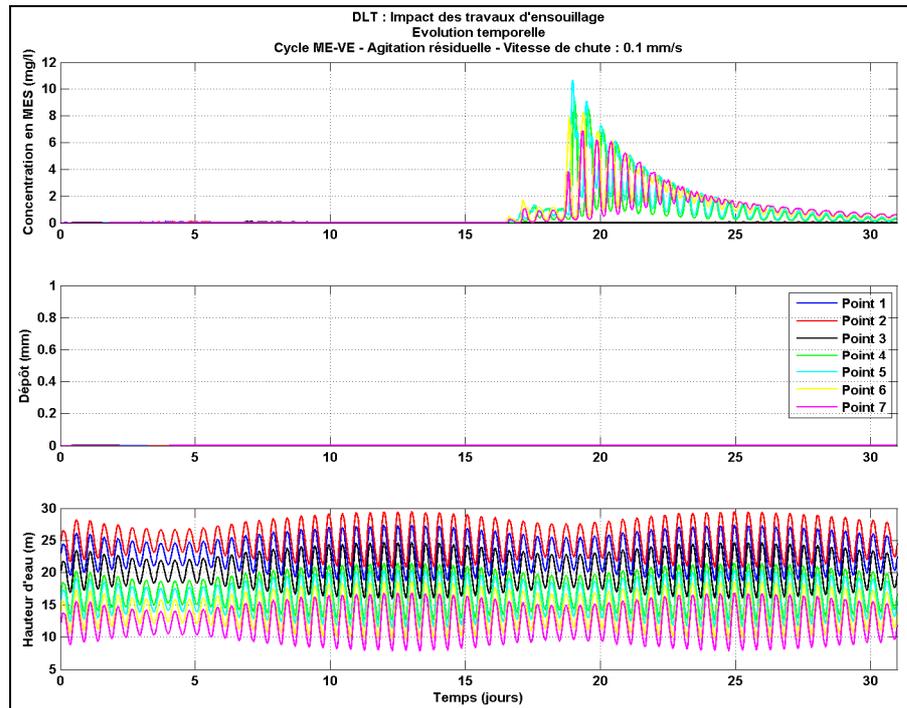


Figure 2-2 : Position des 7 points pour l'analyse des évolutions temporelles.

2.3 RESULTATS : IMPACT DES TRAVAUX D'ENSOILLAGE

2.3.1 CARTES INSTANTANÉES

Les figures présentées dans ce paragraphe sont issues des simulations réalisées en conditions d'agitation résiduelle.

Pour la première partie du tronçon, située dans le parc éolien, les teneurs en fines contenues dans le sédiment sont très faibles, inférieures à 0.1%, voire même nulles au sud immédiat de la zone définissant l'emprise du parc éolien. Les turbidités induites par les travaux d'ensouillage y sont donc très faibles, avec des valeurs simulées qui restent en-deçà de 1 mg/l pendant les six premiers jours (soit un linéaire de ~7 km) de travaux.

La Figure 2-3 illustre la suite de l'avancement des travaux, pour un tronçon où la teneur en fines est légèrement plus importante (0.5%, à l'est de Ridens de Dieppe). La carte correspond à une basse mer de ME, c'est-à-dire à un moment peu dispersif de la marée. Il s'agit donc d'une visualisation majorante. Les concentrations induites par les travaux ne dépassent pas 1 mg/l excepté très localement autour de la tranchée. Moins de 6 heures plus tard, le panache est complètement dissipé comme le montre la Figure 2-4.

Ensuite, jusqu'au Ridens de Neuville, l'influence des travaux d'ensouillage est très limitée : les proportions en fines dans le sédiment ne dépassent que rarement 0.1% ; les turbidités induites ne dépassent pas 1 mg/l.

En se rapprochant de la côte, entre les Ridens de Neuville et l'estran, les sédiments contiennent davantage de fines : certains prélèvements montrent des proportions de 1.8, 9.1 et 16.9%. Les hauteurs d'eau y sont relativement faibles (cotes du fond à -10 m CM ou plus). Les turbidités induites par les travaux d'ensouillage sont par conséquent plus importantes et dépassent ponctuellement 100 mg/l (Figure 2-5, au moment de la BM). Six heures plus tard, la Figure 2-6 montre l'extension du panache à l'est, en fin de flot, près de la PM. Le panache turbide atteint la zone de fucales pour des valeurs faibles, inférieures à 15 mg/l. Un jour plus tard (Figure 2-7), les niveaux de turbidité ont significativement diminué, en particulier à proximité des fucales où ils sont inférieurs à 10 mg/l. Les Figure 2-8, Figure 2-9, Figure 2-10 et Figure 2-11 illustrent l'atténuation progressive du panache, respectivement après 2 jours, 3 jours, 6 jours et 10 jours : les concentrations en MES ne sont plus visibles (< 1mg/l) après 10 jours.

La sensibilité des résultats au paramétrage de la vitesse de chute a été étudiée. On ne distingue pas de différence sur les cartes en raison des conditions hydrodynamiques qui limitent très largement les dépôts potentiels.

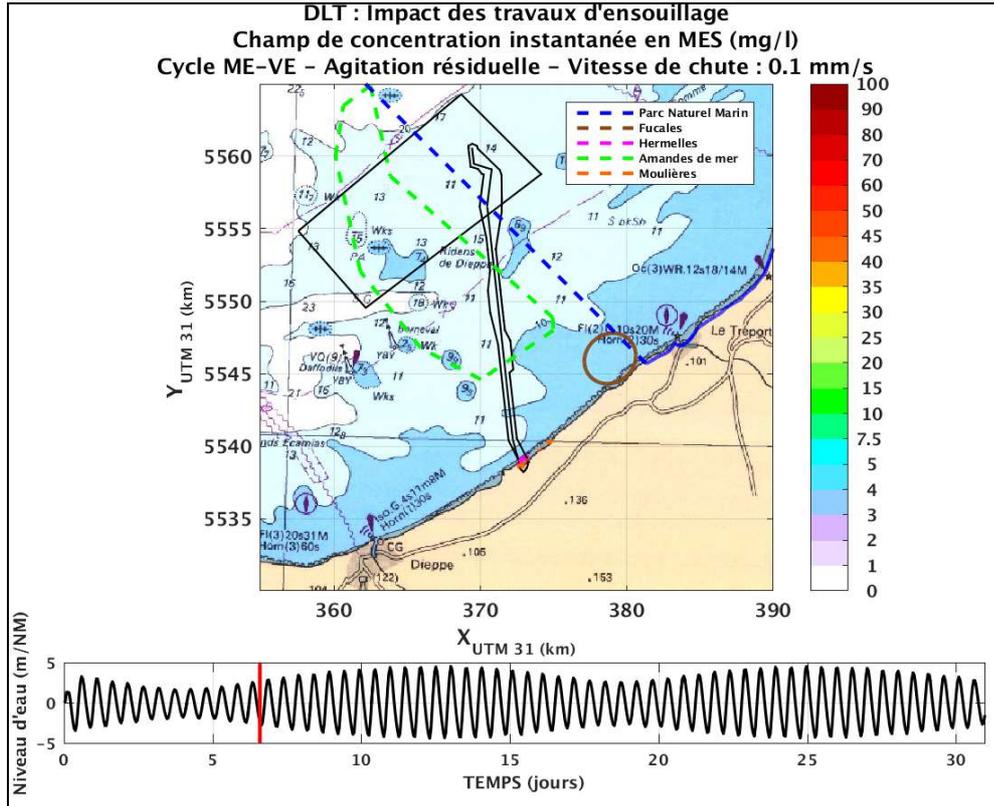


Figure 2-3 : Champ instantané de concentration en MES (mg/l) pour une agitation résiduelle et une vitesse de chute de 0.1 mm/s. Travaux à l'est des Ridens de Dieppe, où la teneur maximale en fines est de 0.5%, à proximité d'une basse mer de ME.

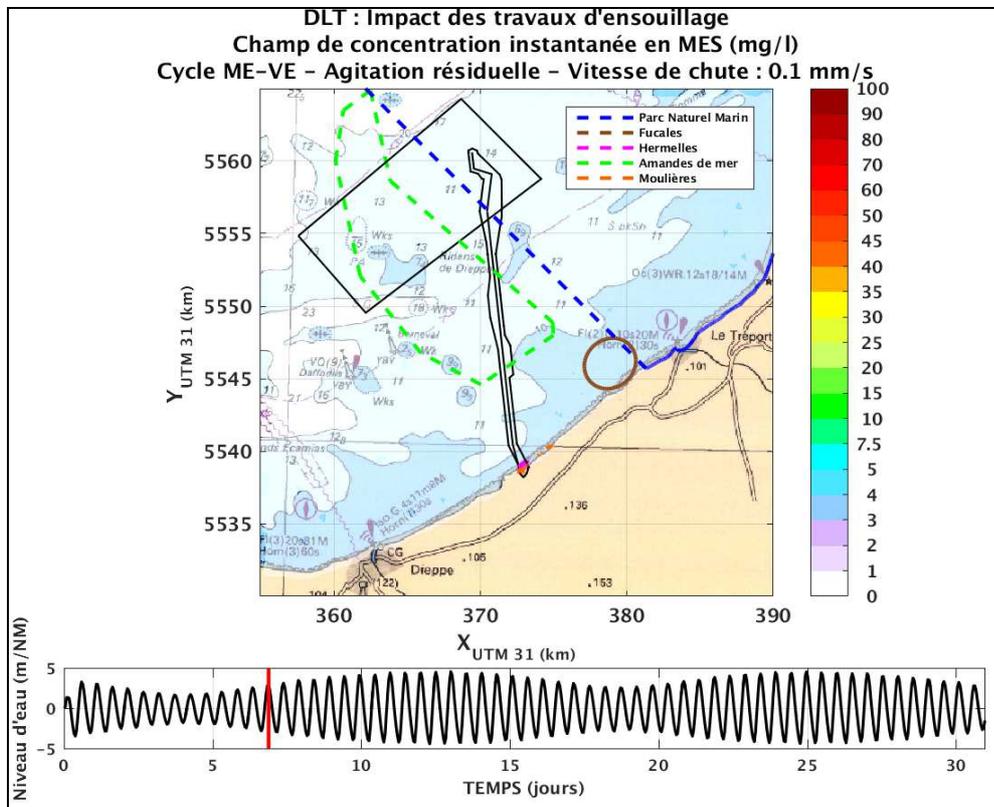


Figure 2-4 : Champ instantané de concentration en MES (mg/l) pour une agitation résiduelle et une vitesse de chute de 0.1 mm/s. Travaux à l'est des Ridens de Dieppe, où la teneur maximale en fines est de 0.5%, à la PM suivant l'illustration Figure 2-3.

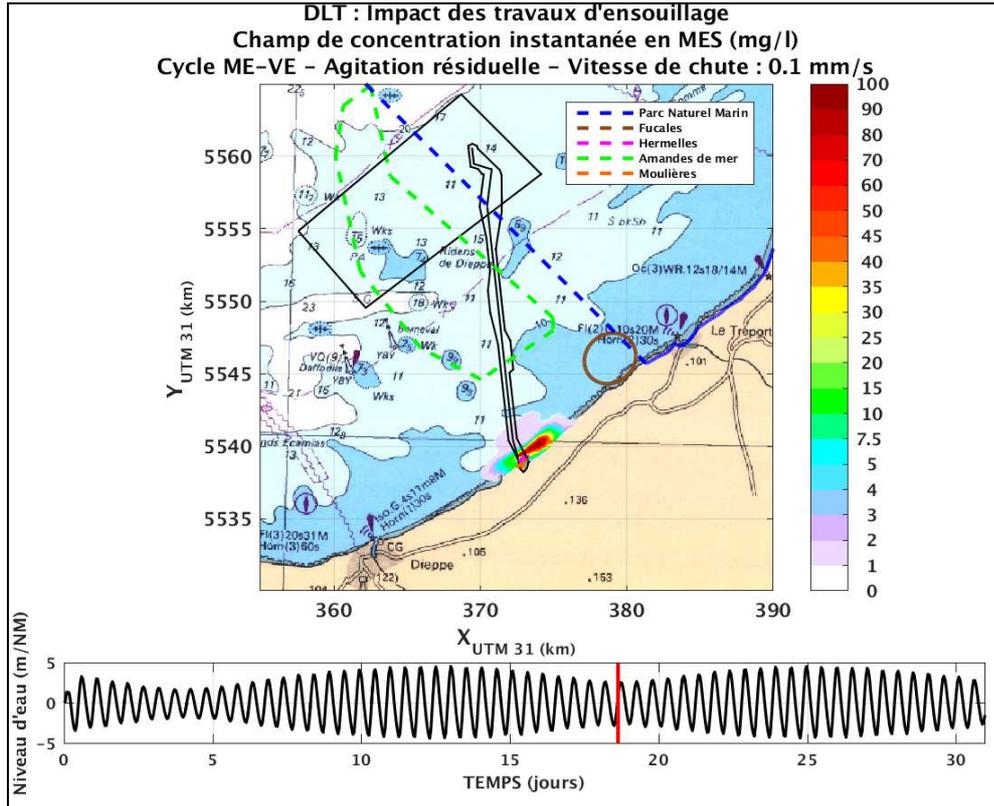


Figure 2-5 : Champ instantané de concentration en MES (mg/l) pour une agitation résiduelle et une vitesse de chute de 0.1 mm/s. Travaux entre les Ridens de Neuville et l'estran, où la teneur maximale en fines est de 16.9%, à proximité d'une basse mer de ME.

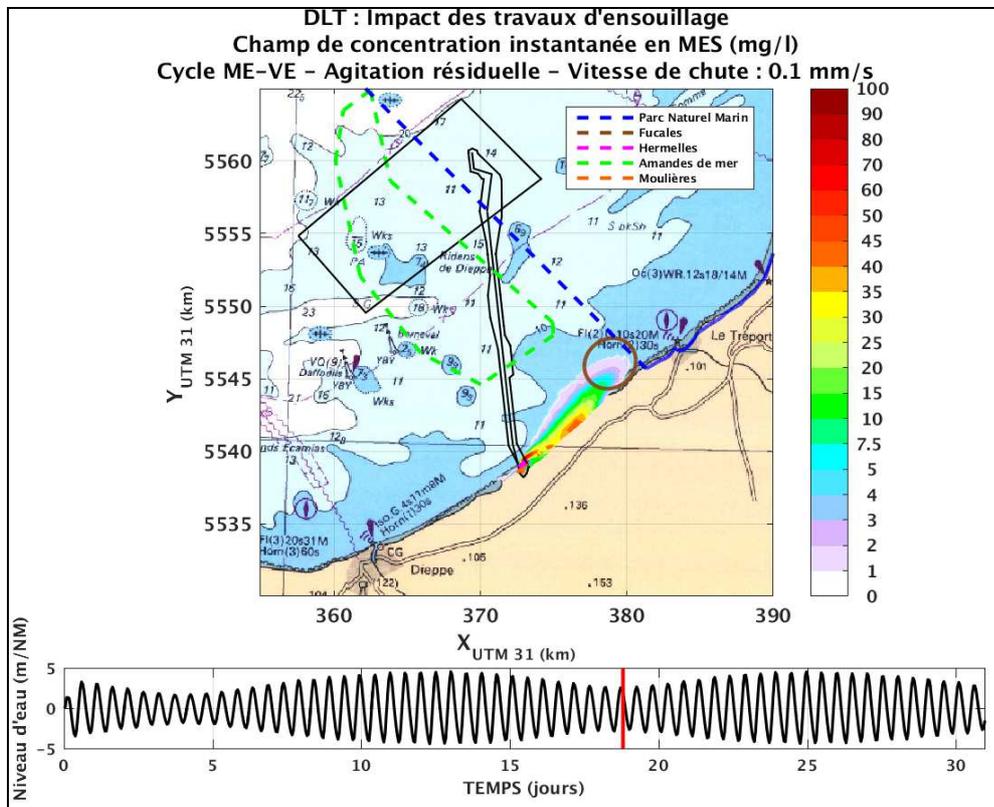


Figure 2-6 : Champ instantané de concentration en MES (mg/l) pour une agitation résiduelle et une vitesse de chute de 0.1 mm/s. Travaux entre les Ridens de Neuville et l'estran, où la teneur maximale en fines est de 16.9%, PM suivant l'illustration Figure 2-5.

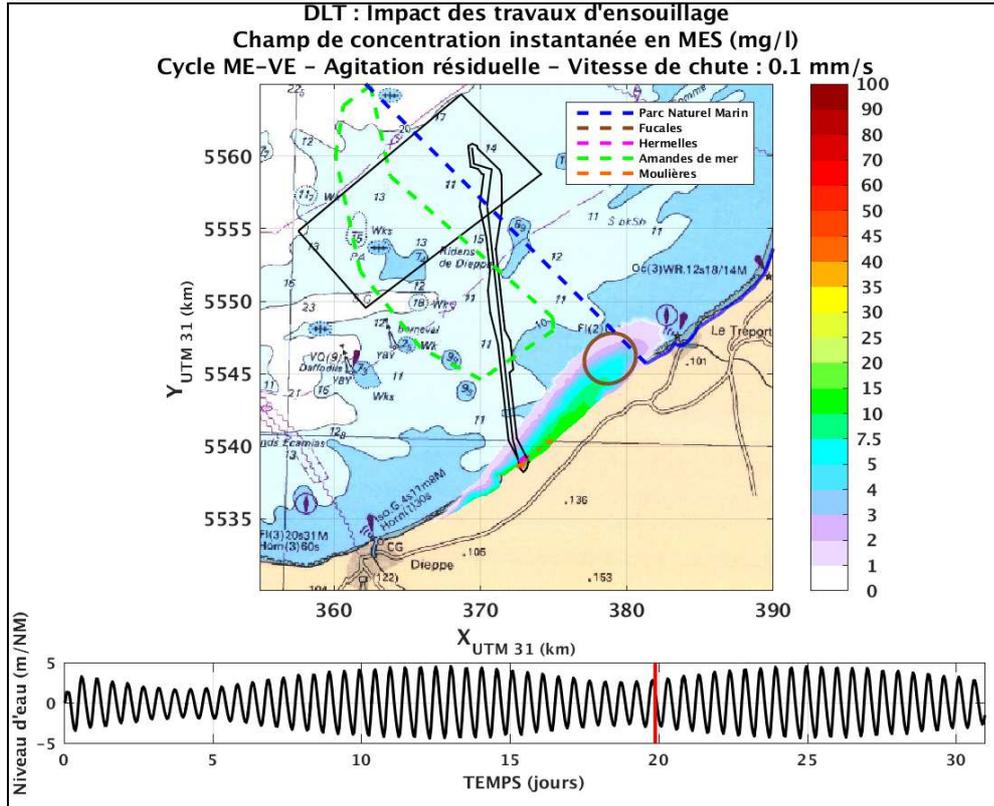


Figure 2-7 : Champ instantané de concentration en MES (mg/l) pour une agitation résiduelle et une vitesse de chute de 0.1 mm/s. Travaux entre les Ridens de Neuville et l'estran, où la teneur maximale en fines est de 16.9%, 24 heures après l'illustration Figure 2-6.

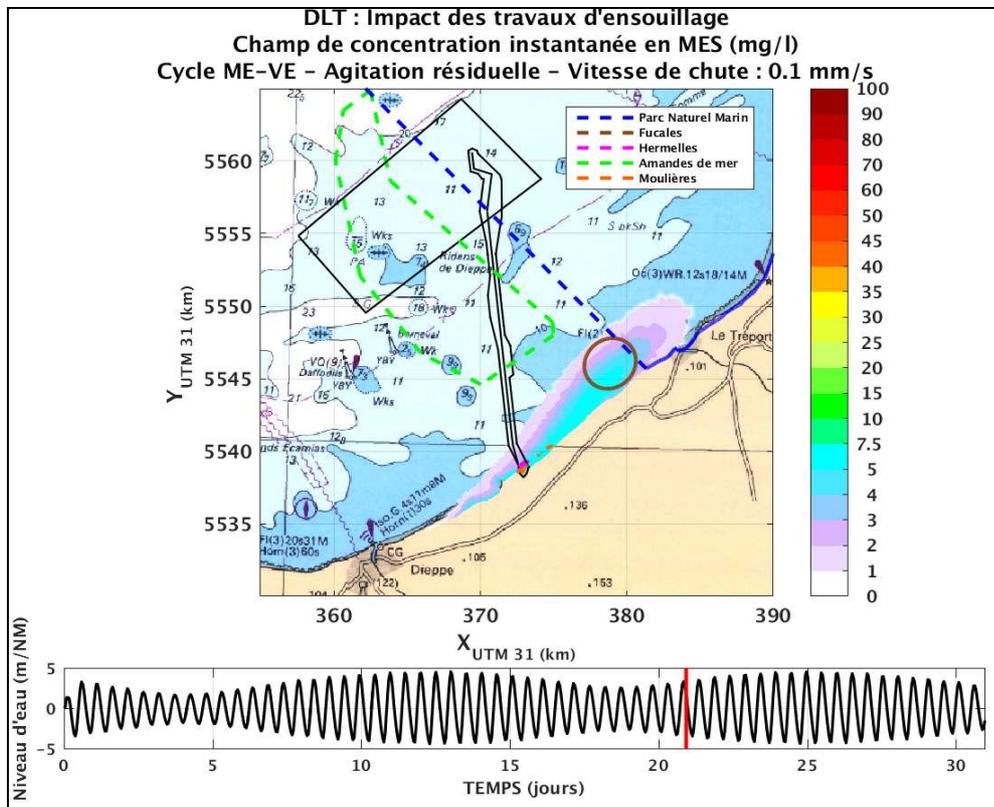


Figure 2-8 : Champ instantané de concentration en MES (mg/l) pour une agitation résiduelle et une vitesse de chute de 0.1 mm/s. Travaux entre les Ridens de Neuville et l'estran, où la teneur maximale en fines est de 16.9%, 2 jours après l'illustration Figure 2-6.

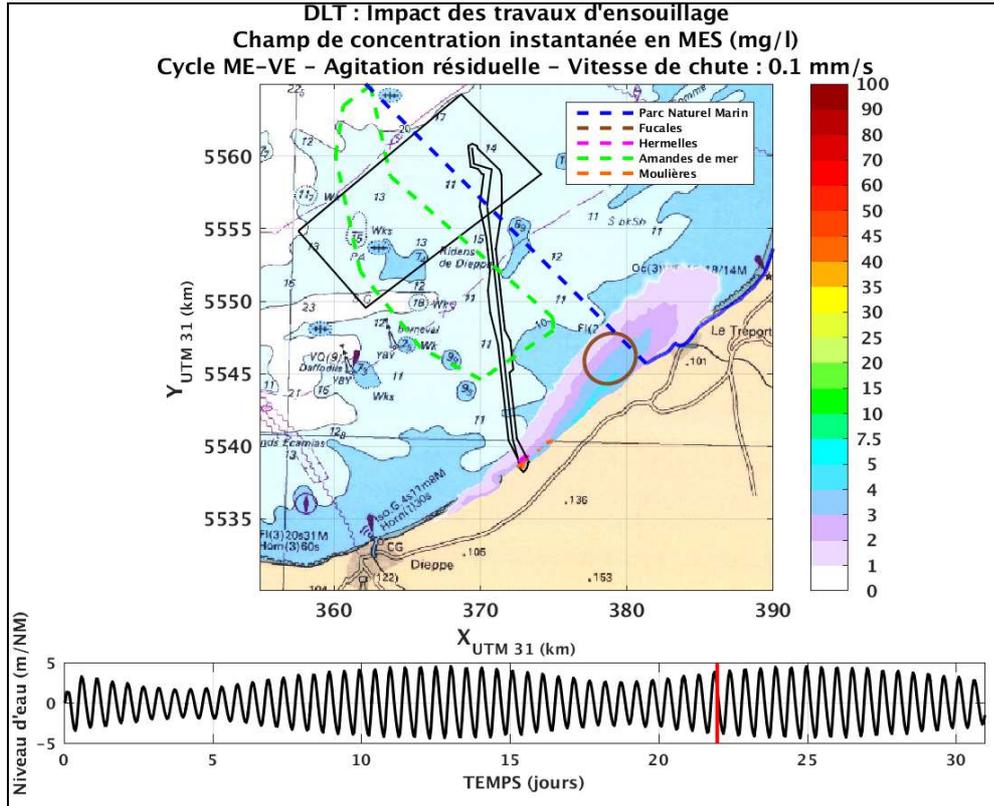


Figure 2-9 : Champ instantané de concentration en MES (mg/l) pour une agitation résiduelle et une vitesse de chute de 0.1 mm/s. Travaux entre les Ridens de Neuville et l'estran, où la teneur maximale en fines est de 16.9%, 3 jours après l'illustration Figure 2-6.

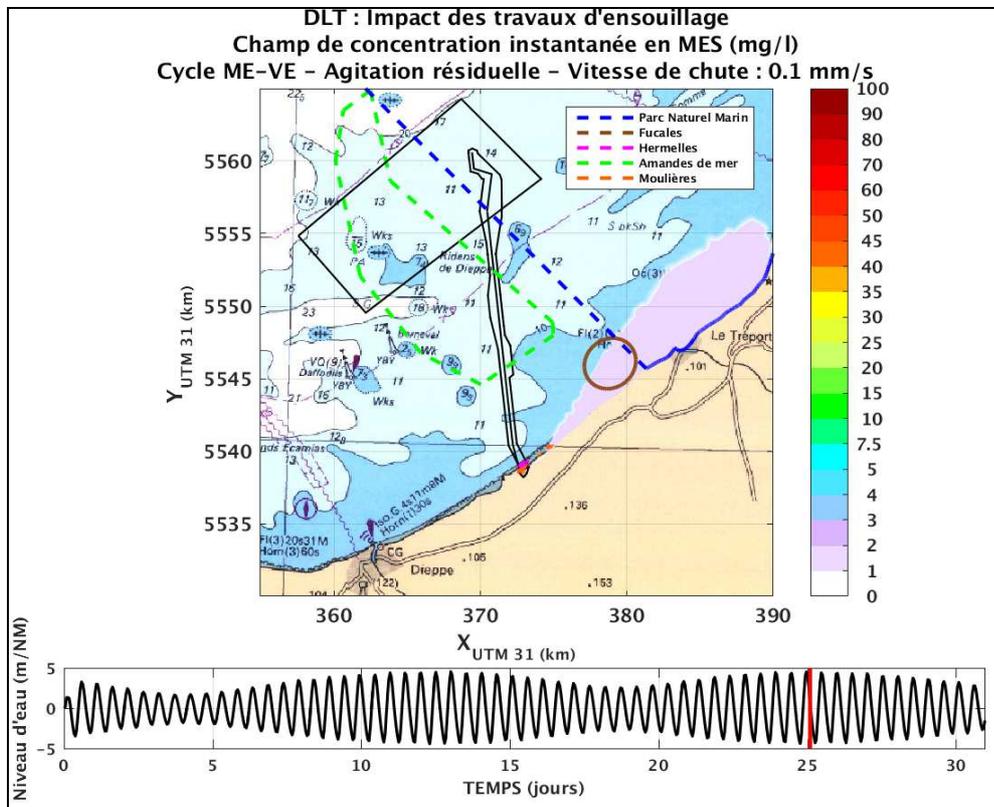


Figure 2-10 : Champ instantané de concentration en MES (mg/l) pour une agitation résiduelle et une vitesse de chute de 0.1 mm/s. Travaux entre les Ridens de Neuville et l'estran, où la teneur maximale en fines est de 16.9%, 6 jours après l'illustration Figure 2-6.

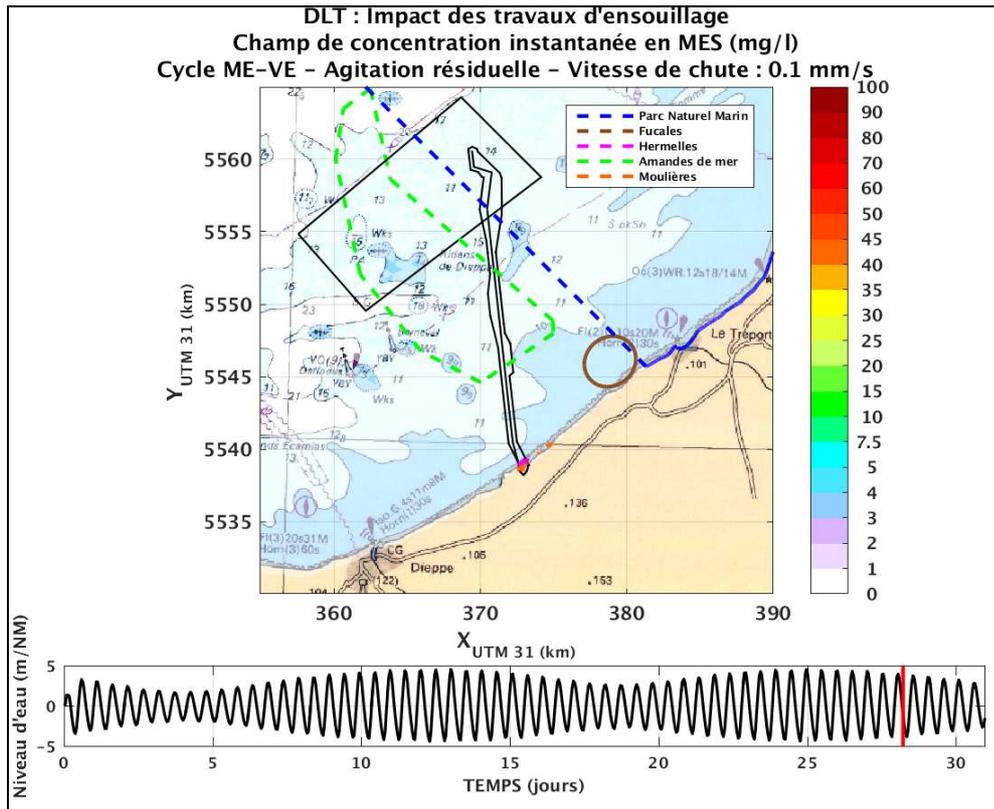


Figure 2-11 : Champ instantané de concentration en MES (mg/l) pour une agitation résiduelle et une vitesse de chute de 0.1 mm/s. Travaux entre les Ridens de Neuville et l'estran, où la teneur maximale en fines est de 16.9%, 10 jours après l'illustration Figure 2-6.

2.3.2 SERIES TEMPORELLES

Les variations temporelles de la concentration en MES et des dépôts associés sont présentés pour sept points localisés sur la carte de la Figure 2-2.

- Points 1 et 2 (courbes bleues marines et rouges) : positionnés dans le parc éolien dans la zone des amandes de mer pour le point 1 et à l'est de corridor pour le point 2 dans les limites du Parc Naturel Marin ;
- Points 3 et 4 (courbes noires et vertes) : situés entre le parc éolien et la côte à l'est du tracé, le point 3 est dans la zone d'amandes de mer et le point 4 en limite intérieure du Parc Naturel Marin ;
- Point 5 (courbes bleues claires) : près de la côte, à 1.5 km de la centrale de Penly, à environ 1 km à l'ouest du corridor ;
- Point 6 (courbes jaunes) : situé dans la zone de fucales à 1.5 km de la côte ;
- Point 7 (courbes roses) : situé à l'est du point 6, à 2 km au droit du Tréport, dans les limites du Parc Naturel Marin.

Les séries temporelles (Figure 2-12 et Figure 2-13 respectivement pour une agitation moyenne annuelle et résiduelle et pour une vitesse de chute de 0.1 mm/s) donnent une vue synthétique des évolutions des turbidités et des dépôts induits. Quels que soient le paramétrage du modèle sédimentaire (vitesse de chute) et la condition d'agitation (moyenne annuelle ou résiduelle), les tendances sont similaires : dépôts inexistants ou non significatifs, et des panaches turbides qui suivent l'avancement des travaux avec des valeurs de MES qui sont de l'ordre de quelques mg/l et qui s'estompent dans les jours qui suivent l'arrêt des travaux.

Pendant toute la durée des travaux d'ensouillage, les concentrations de MES pour ces sept points restent toujours en deçà de 12 mg/l, et peuvent dépasser ponctuellement 5 mg/l pour les points les plus côtiers (4, 5, 6, 7) en fin de période de travaux, lorsqu'on se rapproche de la bande côtière où les proportions en fines deviennent plus importantes (2 à 17%) et où la profondeur est plus faible. Les dépôts associés sont rapidement repris et ne sont donc pas significatifs.

Il faut toutefois rappeler que la résolution du modèle (100 m) dans la bande littorale ne permet pas de représenter la totalité des phénomènes pour des profondeurs relativement faibles.

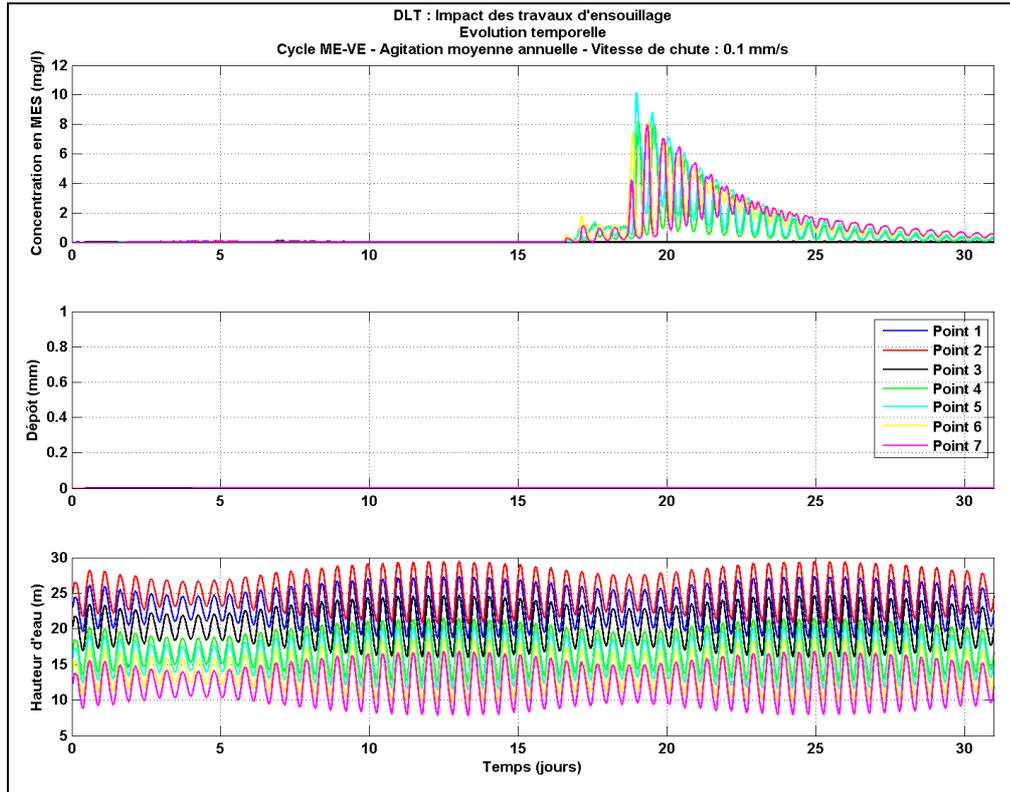


Figure 2-12 : Variations temporelles de la concentration en MES (en haut), des dépôts (au milieu) et de la hauteur d'eau (en bas) pendant la durée des travaux pour les 7 points présentés sur la Figure 2-2 ; cycle ME-VE, agitation moyenne annuelle, vitesse de chute de 0.1 mm/s.

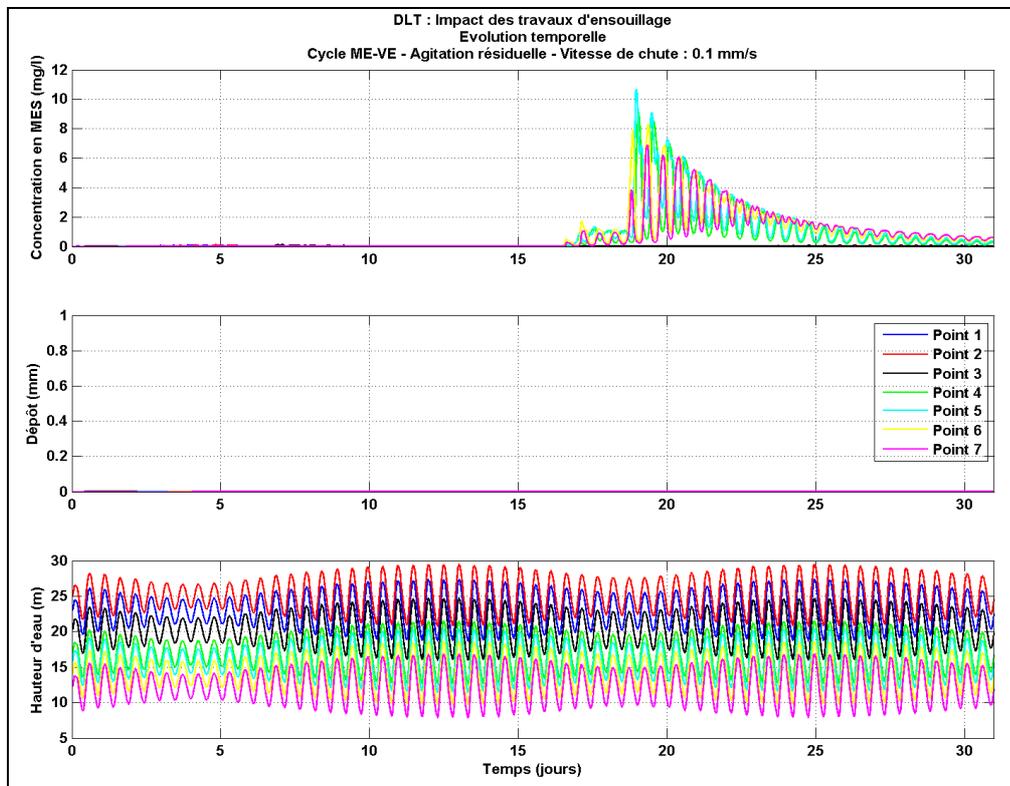


Figure 2-13 : Variations temporelles de la concentration en MES (en haut), des dépôts (au milieu) et de la hauteur d'eau (en bas) pendant la durée des travaux pour les 7 points présentés sur la Figure 2-2 ; cycle ME-VE, agitation résiduelle, vitesse de chute de 0.1 mm/s.

2.3.3 TAUX DE DEPASSEMENT

Les taux de dépassement de seuils de concentrations de MES sont exprimés en pourcentage de la durée totale des simulations.

Pour un paramétrage de la vitesse de chute à 0.1 mm/s :

- Même pour un seuil à 1 mg/l (Figure 2-14), qui est faible au regard des conditions de turbidité des mois d'été, les taux de dépassement sont partout inférieurs à 35% (soit 10-11 jours en cumulé).
- Pour un seuil à 2 mg/l (Figure 2-15), qui reste une valeur basse de la gamme des turbidités estivales, les taux de dépassement restent inférieurs à 20%.
- Pour un seuil à 5 mg/l (Figure 2-16), qui représente une valeur moyenne à haute des turbidités estivales, les taux de dépassement sont inférieurs à 10%.
- Pour un seuil à 10 mg/l (Figure 2-17), les taux de dépassement ne sont dépassés que très ponctuellement devant la centrale de Penly pendant 5 à 7.5% du temps.

La sensibilité des résultats au paramètre de vitesse de chute est analysée pour un seuil à 5 mg/l : la Figure 2-18 montre les taux de dépassement simulés pour une vitesse de chute de 1 mm/s. Pour ce paramétrage, les concentrations de MES de 5 mg/l sont dépassées moins de 10% du temps.

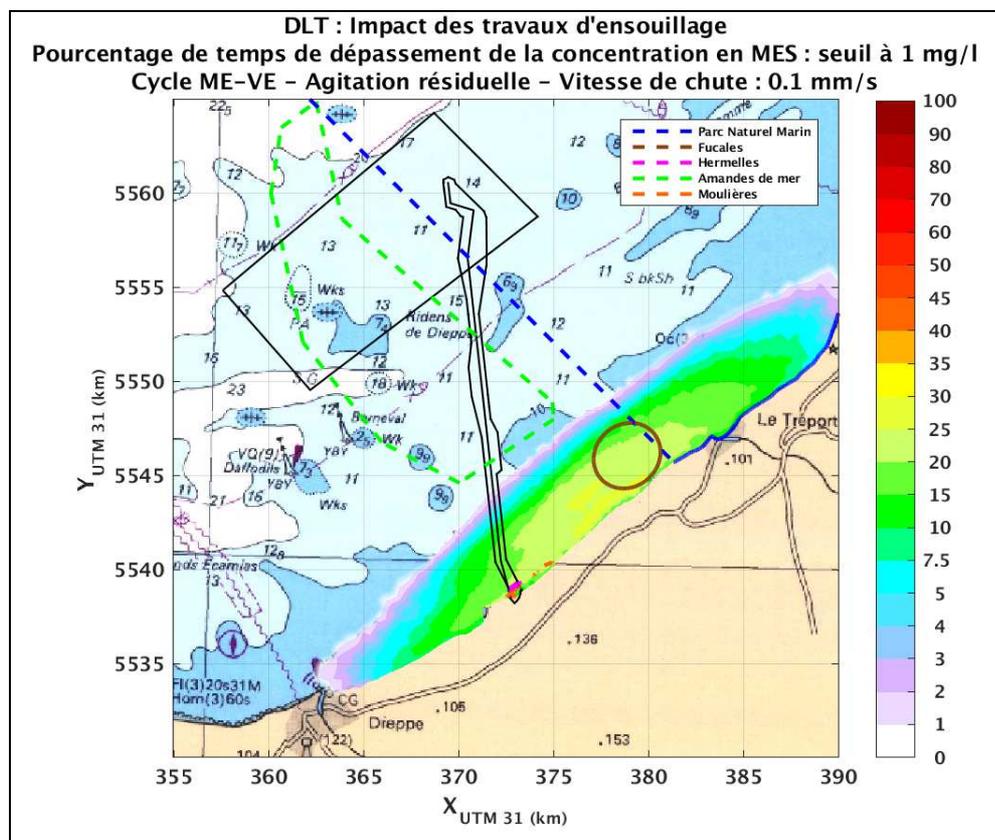


Figure 2-14 : Taux de dépassement (en pourcentage du temps) de la concentration en MES au-dessus de la valeur seuil de 1 mg/l pour une vitesse de chute de 0.1 mm/s et avec agitation résiduelle.

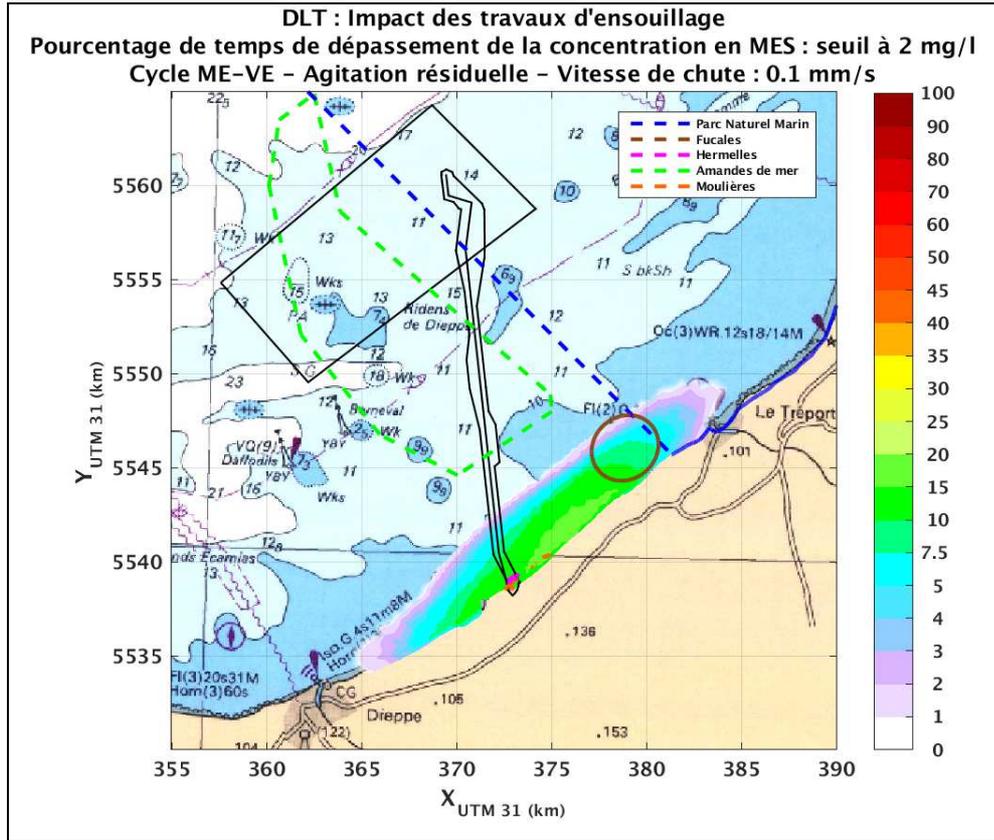


Figure 2-15 : Taux de dépassement (en pourcentage du temps) de la concentration en MES au-dessus de la valeur seuil de 2 mg/l pour une vitesse de chute de 0.1 mm/s et avec agitation résiduelle.

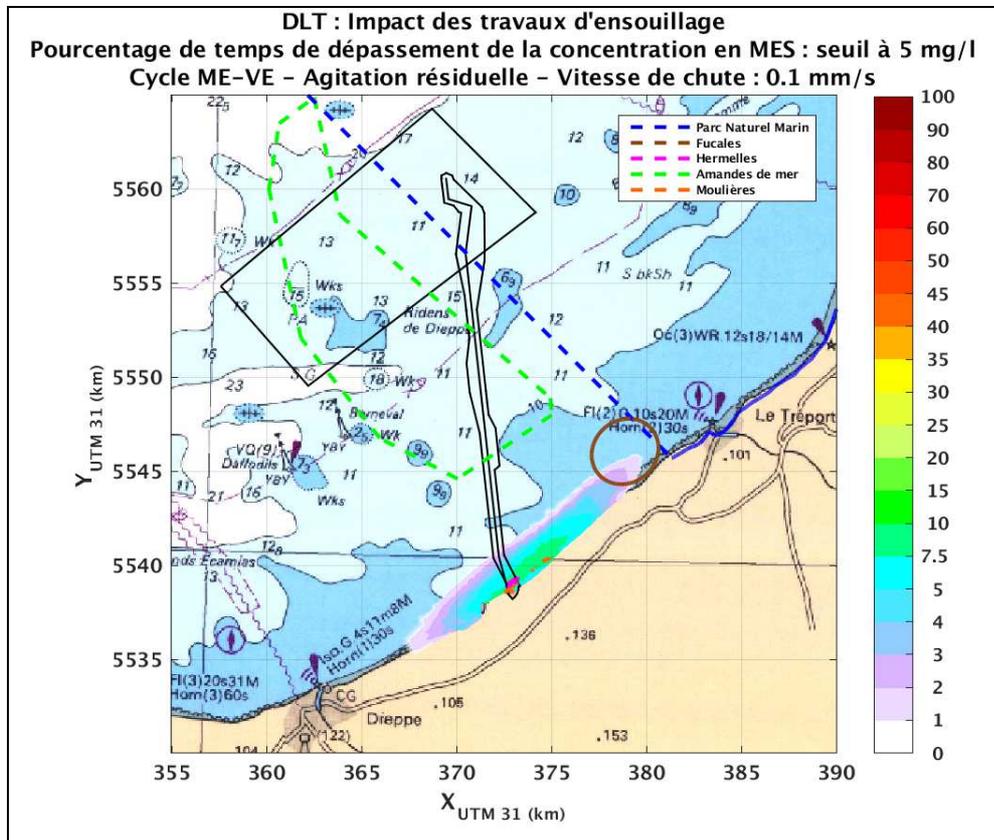


Figure 2-16 : Taux de dépassement (en pourcentage du temps) de la concentration en MES au-dessus de la valeur seuil de 5 mg/l pour une vitesse de chute de 0.1 mm/s et avec agitation résiduelle.

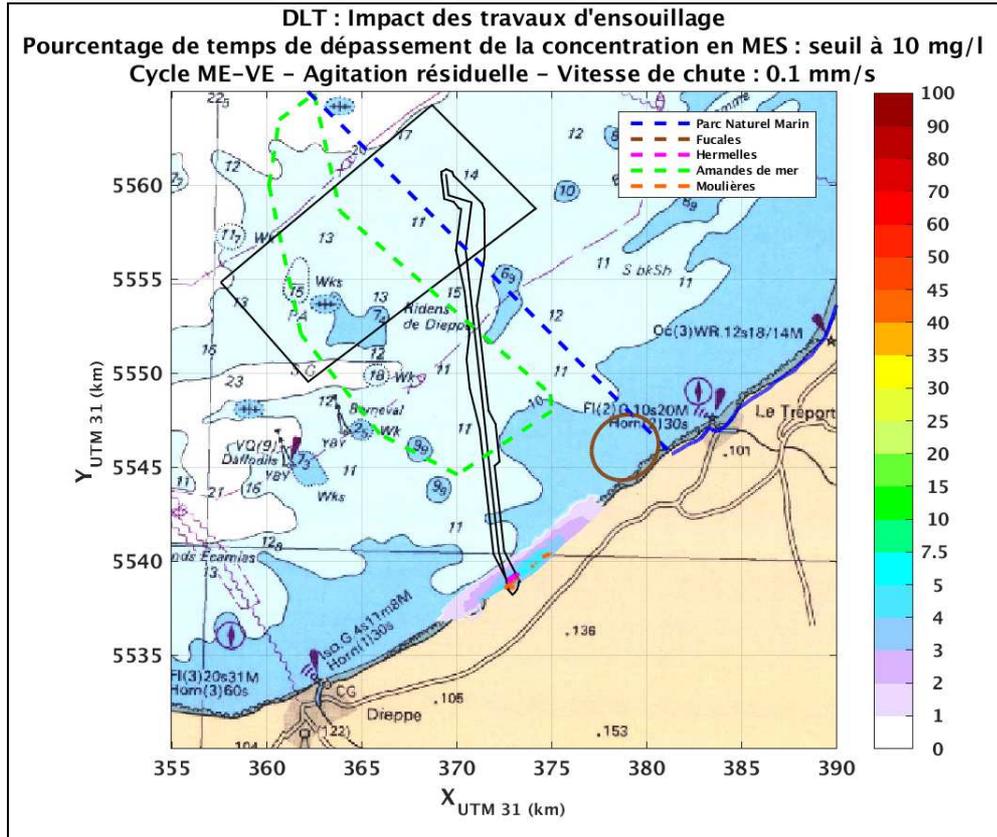


Figure 2-17 : Taux de dépassement (en pourcentage du temps) de la concentration en MES au-dessus de la valeur seuil de 10 mg/l pour une vitesse de chute de 0.1 mm/s et avec agitation résiduelle.

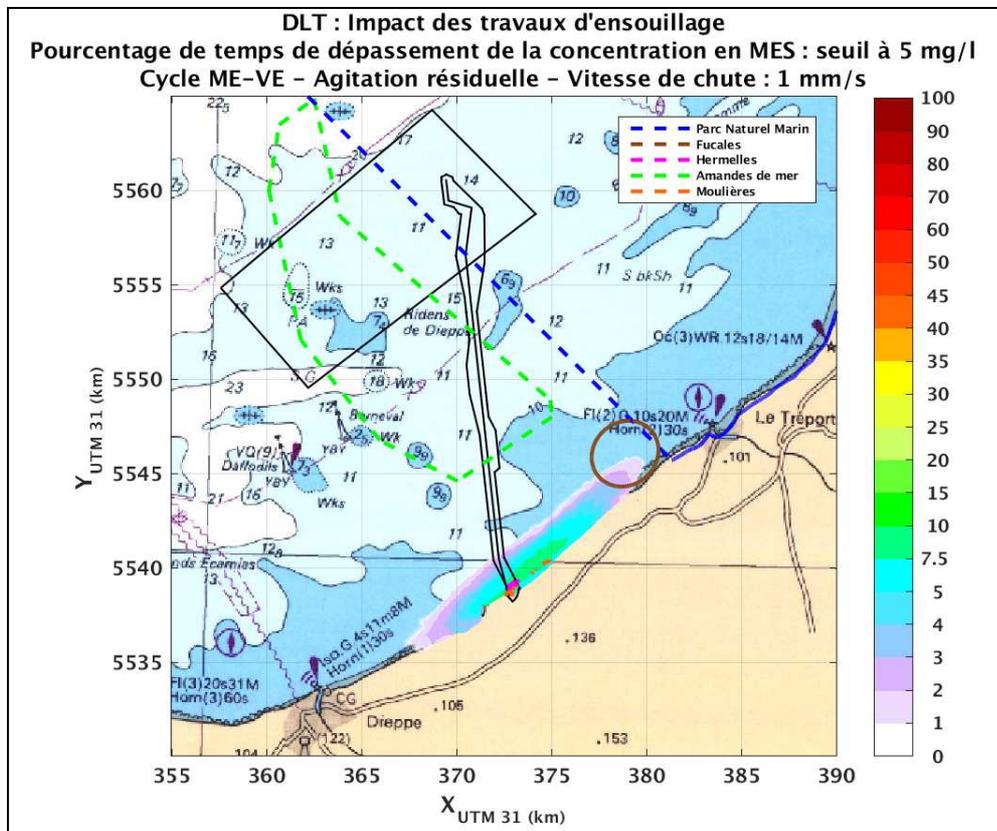


Figure 2-18 : Taux de dépassement (en pourcentage du temps) de la concentration en MES au-dessus de la valeur seuil de 5 mg/l pour une vitesse de chute de 1 mm/s et avec agitation résiduelle.

3. SYNTHÈSE DES RESULTATS

Afin d'estimer l'étendue et les concentrations en MES du panache turbide et des dépôts résultant des mises en suspension de sédiments fins lors du creusement des tranchées pour l'ensouillage des câbles, le modèle numérique a été exploité sur l'ensemble de la durée des travaux.

Parmi les différentes techniques possibles, le water-jetting a été considéré dans un premier temps lors du Volet 1 de l'étude pour les tracés Criel et Penly, en considérant une hypothèse majorante conservatrice de 5% de proportion de fines dans le sédiment.

Puis, le Volet 2 de l'étude, présenté dans ce rapport, considère uniquement le tracé Penly ainsi qu'une technique d'ensouillage par charruage qui remobilise potentiellement plus de matériaux car elle nécessite de creuser des tranchées plus larges et profondes. La disponibilité d'analyses granulométriques le long du tracé a permis de prendre en compte une proportion réaliste de fines dans le sédiment, permettant ainsi de définir plus précisément et de manière variable le long du tracé les flux sédimentaires remis en suspension en fonction de la part de fines de l'échantillon granulométriques le plus proche.

Les résultats de simulations, correspondant à deux cycles ME-VE (30 jours de simulation avec 19 jours de travaux consécutifs), montrent globalement que :

- les turbidités induites par les travaux d'ensouillage ne dépassent les gammes basses de la turbidité naturelle (quelques mg/l) que localement autour du corridor et pendant des durées réduites. Le panache se disperse très rapidement après l'arrêt des travaux et les turbidités induites ne sont plus détectables (inférieures au mg/l) après quelques jours ;
- les dépôts simulés sont négligeables, avec des épaisseurs qui restent toujours en deçà de 0.1 mm, et sont très rapidement repris en dehors des périodes d'étalement de courant.
- Au niveau des zones sensibles, on peut retenir que : une concentration de 5 mg/l (qui correspond à une valeur moyenne à haute des turbidités estivales) est dépassée moins de 1% à 3% du temps au niveau du Parc Naturel Marin, de la zone de fucales ou d'amandes de mer. Pour la zone d'Hermelles et les moulières, cette valeur de MES est dépassée pendant environ 10% du temps.

Fin du document
