



PARC EOLIEN OFFSHORE DES « DEUX CÔTES »

Synthèse de l'étude des turbidités induites par les activités de chantier

1. Objectifs de l'étude et Méthodologie

- Dans le cadre des études de faisabilité du projet éolien en mer des « Deux Côtes » et suite à la modélisation de l'environnement hydrodynamique du site situé en Manche Est en mai 2009, une étude de la turbidité autour du parc dans sa version « Large » a été réalisée par CREOCEAN début 2010.

- Les objectifs de l'étude sont d'estimer les niveaux de **turbidité** induits par les travaux d'implantation du parc, ainsi que les **impacts** éventuels de ces turbidités sur les zones sensibles à proximité (les bords de plage et les zones naturelles cartographiées dans le chapitre 3).

• *Turbidité: concentration de matières en suspension dans la masse d'eau (en grammes par litre), conditionnant la clarté de cette dernière*

- Il s'agit dans un 1^{er} temps de dresser un état initial des turbidités naturelles sur le site à partir d'une étude bibliographique et de la base de données satellites IFREMER-NAUSICAA

- Dans un 2^{ème} temps, des **simulations numériques** du transport des particules fines à l'origine de la turbidité, et mises en suspension par les travaux, ont été réalisées. Les résultats ont été comparés aux valeurs de **turbidité naturelle** (présentées dans le chapitre 3).

- Plusieurs simulations de dispersion d'éléments dissous ont été réalisées afin d'estimer l'impact éventuel d'une libération de contaminants contenus dans les sédiments.

- Les simulations sont réalisées sur **3 échelles de temps** caractéristiques du point de vue hydrodynamique :

- > Court terme: ~24 h (soit 2 successions Pleine Mer – Basse Mer)
- > Moyen terme: ~15 jours (un cycle de marée Vive Eau coef 95 – Morte Eau coef 45)
- > Long terme: 3 mois (mai à juillet)

- Ces trois échelles de temps permettent d'observer les effets immédiats des travaux (24 h), mais également les effets cumulatifs éventuels sur la durée réelle des travaux pour un type d'opération (3 mois), et enfin les effets combinés de conditions de fort et de faible hydrodynamisme (Vive-eau / Morte-eau).

- Les mois de mai à juillet ont été considérés pour le long terme car ce sont les mois les moins turbides naturellement (voir chapitre 2), pour lesquels une turbidité additionnelle non naturelle serait la plus « visible ».

-Chacune combinant plusieurs **conditions météo-océanographiques**:

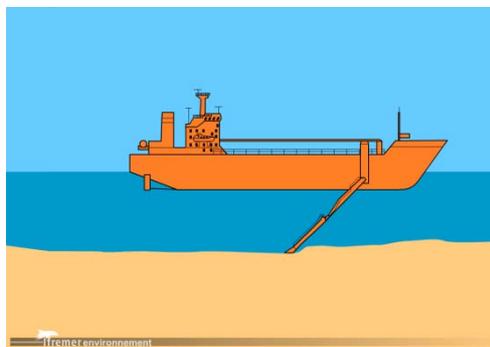
- > Marée de Vive-Eau (coef 95)
- > Marée de Morte-eau (coef 45)
- > Vents d'Ouest et de Nord de 6 m/s et 10 m/s
- > Application d'un environnement réel sur une durée de 3 mois pour le long terme

L'étude Vive-eau / Morte eau permet d'observer deux conditions respectivement « dissipatives » et « conservatives » vis-à-vis de l'intensité des courants.

Les vents d'Ouest et de Nord correspondent aux secteurs les plus susceptibles d'entraîner les masses d'eau. Les intensités de 10 et 6 m/s correspondent aux conditions générant un niveau d'agitation de période de retour 24 h/mois et un niveau médian, pour la période printemps/été (période des travaux).

-Les différents **types de travaux*** considérés sont :

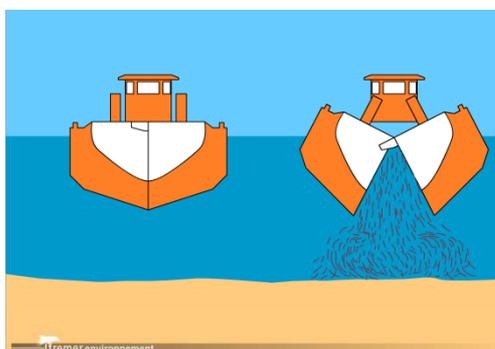
- > Forages pour fondations monopieux
- > Clapages (largage en mer depuis un navire benne) en mer des déblais de forage
- > Dragages de la couche de sédiments superficiels pour fondations gravitaires
- > Mise en place de couches de soubassement de graviers et d'enrochements de protection
- > Ensouillage du câble de raccordement électrique (câble d'export) et des câbles inter-éoliennes



Dragage (IFREMER)



Mise en place de la couche de soubassement (CDV)



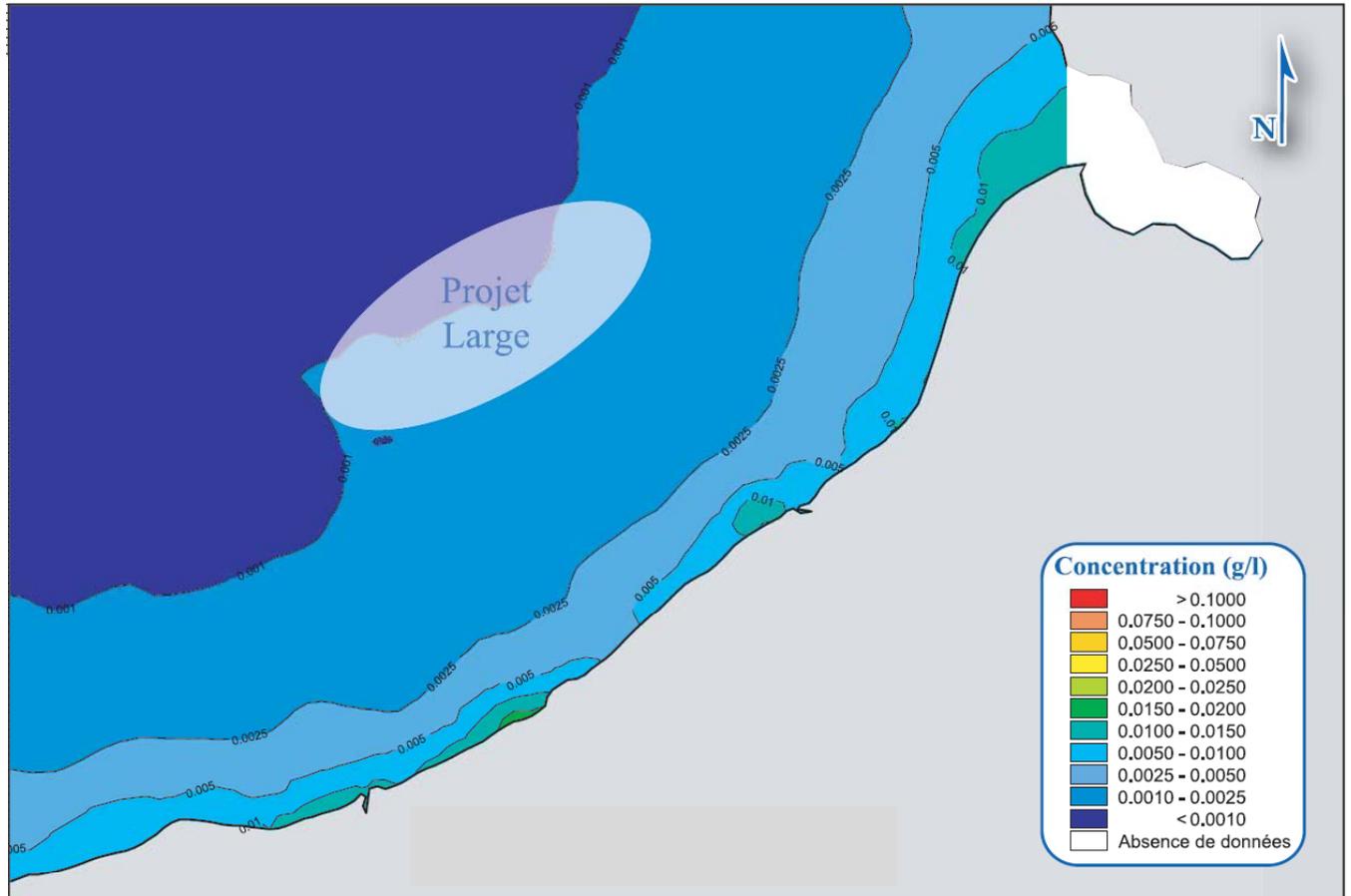
Clapage en mer (IFREMER)



Charre creusant le sillon pour ensouillage (CDV)

* Il faut noter que ces différents travaux ne sont pas eux-mêmes générateurs de pollution, dans la mesure où aucune substance toxique n'est libérée par les différents engins utilisés.

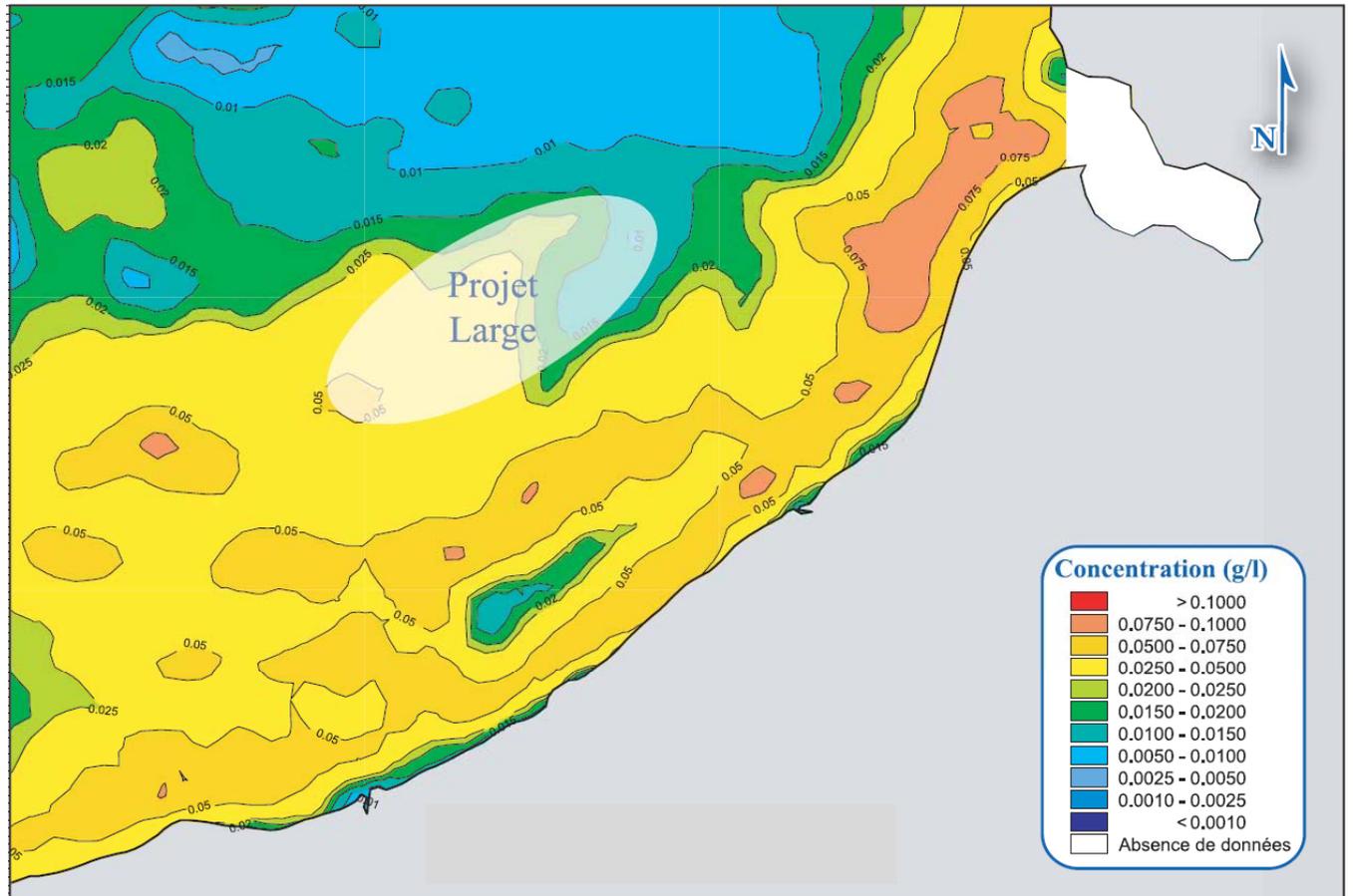
2. Turbidités naturelles de mars à septembre



Carte des turbidités naturelles les plus faibles établie à partir de la base de donnée IFREMER - NAUSICAA

- Une cartographie des **turbidités naturelles** observées par les satellites MERIS et MODIS (IFREMER) a été réalisée. Les plages de couleur qui tendent vers le bleu indiquent des turbidités faibles (< 0.005 g/l), celles qui sont dans les tons jaunes à rouge indiquent des turbidités plus fortes (> 0.025 g/l).

- Les **turbidités les plus faibles** rencontrées sur la période mars à septembre (figure ci-dessus) sont rencontrées au mois de juin (valeurs moyennes mensuelles). Elles permettent de fixer la limite basse de la fourchette des valeurs naturelles rencontrées pendant la période des travaux, et sont de l'ordre de **0.001 à 0.0025 g/l**.



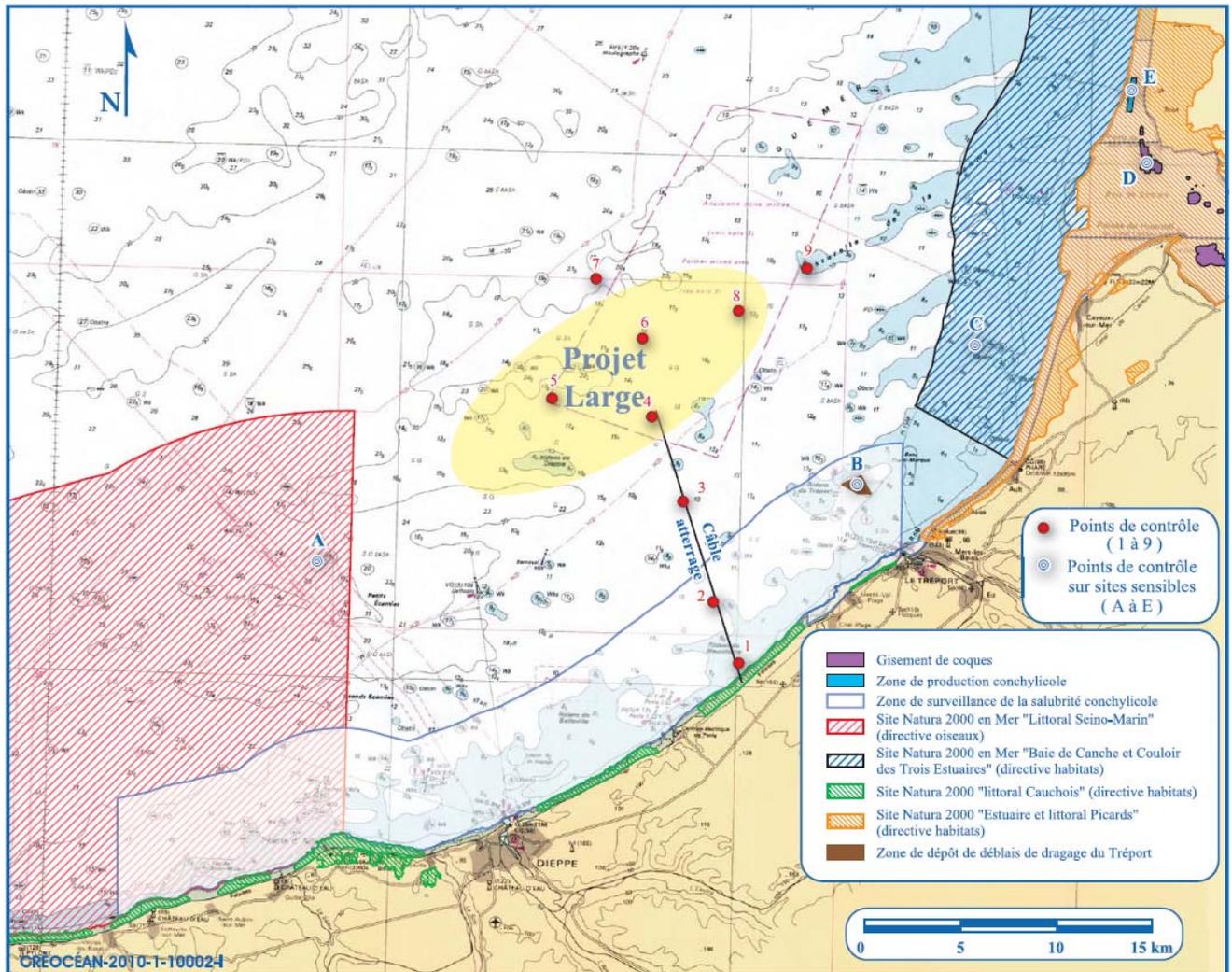
Carte des turbidités naturelles les plus fortes établie à partir de la base de donnée IFREMER - NAUSICAA

- Les **turbidités les plus fortes** rencontrées sur la période mars à septembre (figure ci-dessus) sont rencontrées au mois de mars (valeurs maximales journalières). Elles permettent de fixer la limite haute de la fourchette des valeurs naturelles rencontrées pendant la période des travaux, et sont de l'ordre de **0.01 à 0.05 g/l**.

- Ces valeurs élevées s'expliquent par les fortes précipitations et le débit important de la Somme à cette époque, ainsi que par les niveaux d'agitation des cette fin de période hivernale.

- Ces valeurs de référence ont servi à déterminer si les turbidités induites par les travaux atteignaient des niveaux supérieurs à ceux d'une situation « normale » sur la période concernée.

3. Résultats : turbidités induites par les travaux



L'ensemble des simulations réalisées révèle que **les turbidités induites aux différents points de contrôle sont très faibles, et très rapidement dispersées.**

Les seules activités produisant une turbidité équivalente aux valeurs basses de l'état initial, parmi les différents travaux cités précédemment sont :

- > le clapage des sédiments forés
- > l'ensouillage du câble d'export

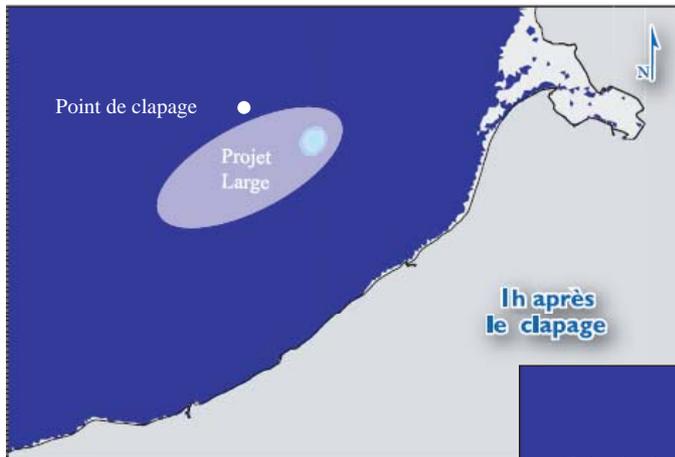
Les nuages turbides « disparaissent » très rapidement dans les deux cas, quelques heures après la fin de l'opération concernée.

Les ordres de grandeur des turbidités induites sont d'environ **0.001 à 0.003 g/l au maximum et sur un temps très limité** (les turbidités naturelles étant comprises entre 0.001 g/l au mois de juin et 0.05 g/l au mois de mars).

- > **les impacts des travaux en termes de turbidité sont donc négligeables.**

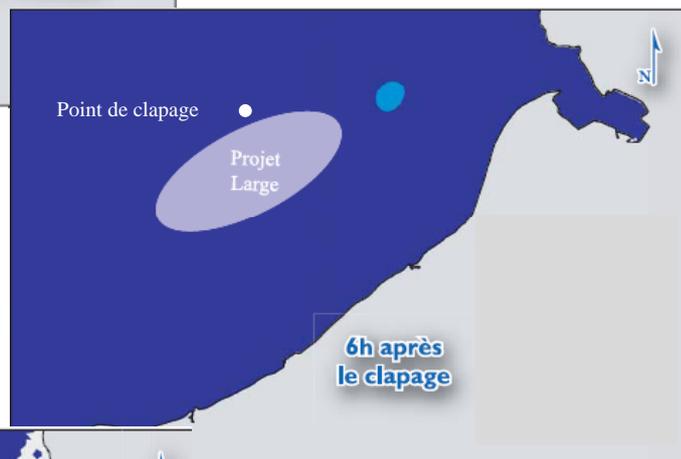
CLAPAGE OPTION II RÉALISÉ À 2 KM AU NORD DU PARC SIMULATION "COURT TERME" : MARÉE DE VIVE EAU (COEFF 95) CLAPAGE : BASSE MER

Concentration de MES dans la couche de SURFACE

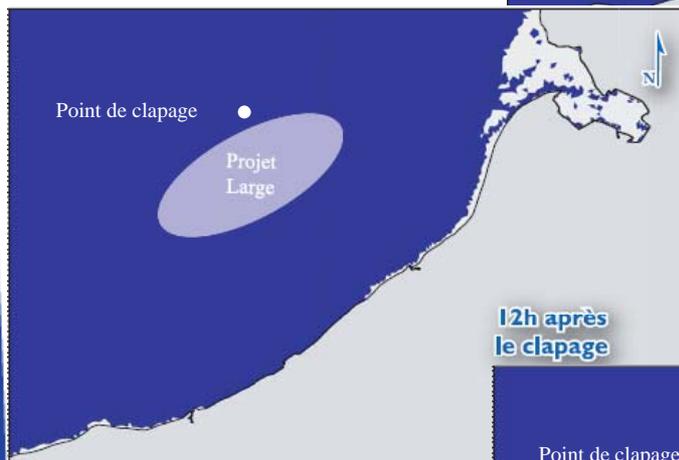


Le nuage bleu représente la turbidité induite par le clapage en mer des résidus de forage.

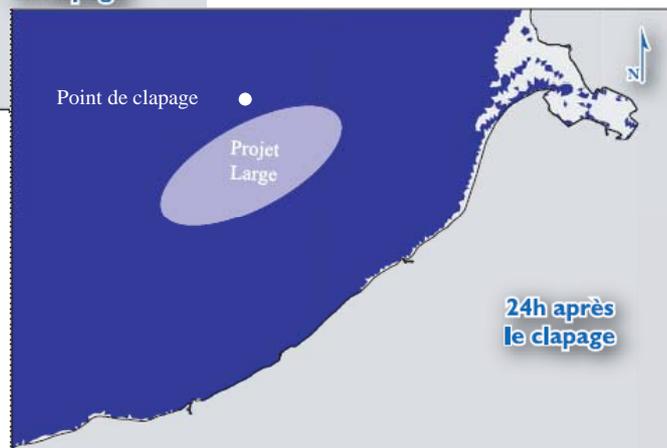
1 heure après le clapage, des valeurs comprises entre 0.005 et 0.01 g/l sont visibles au sein du parc.



6 heures après le clapage, le nuage s'est déplacé vers l'Est, dans le sens des courants de marée, tout en s'atténuant. Les concentrations sont inférieures à 0.005 g/l.



12 heures après le clapage, plus aucune trace du nuage n'est visible. Les concentrations dans le nuage restent inférieures aux valeurs hautes de la turbidité naturelle.

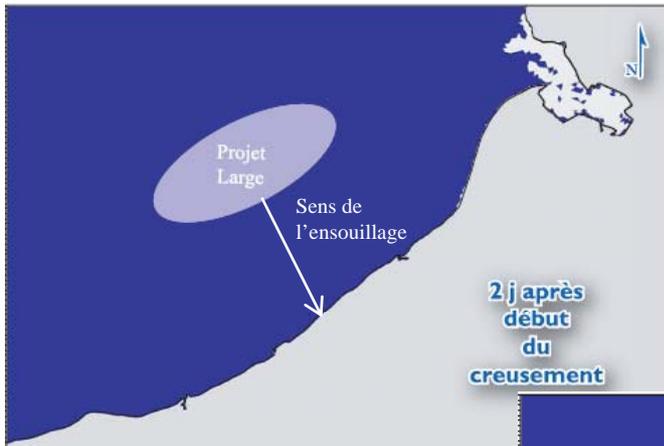


Concentration (g/l)

■	> 0.1000
■	0.0750 - 0.1000
■	0.0500 - 0.0750
■	0.0250 - 0.0500
■	0.0200 - 0.0250
■	0.0150 - 0.0200
■	0.0100 - 0.0150
■	0.0050 - 0.0100
■	0.0025 - 0.0050
■	0.0010 - 0.0025
■	< 0.0010

ENSOUILLAGE DU CÂBLE D'ATTERRAGE SIMULATION "MOYEN TERME" : CYCLE DE VIVE EAU - MORTE EAU (15 JOURS) DÉBUT DU CREUSEMENT DE LA SOUILLE À BASSE MER

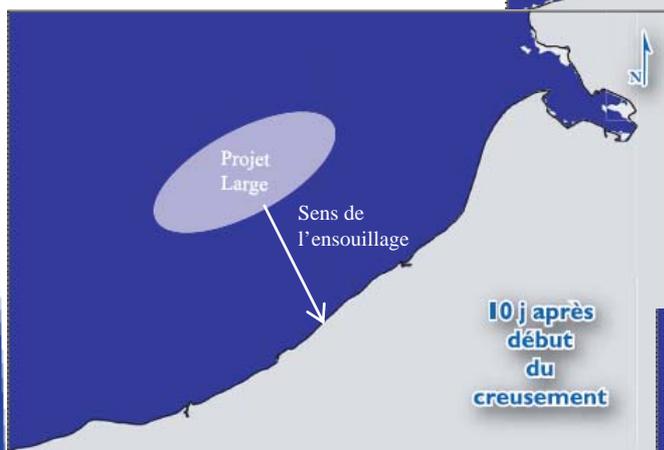
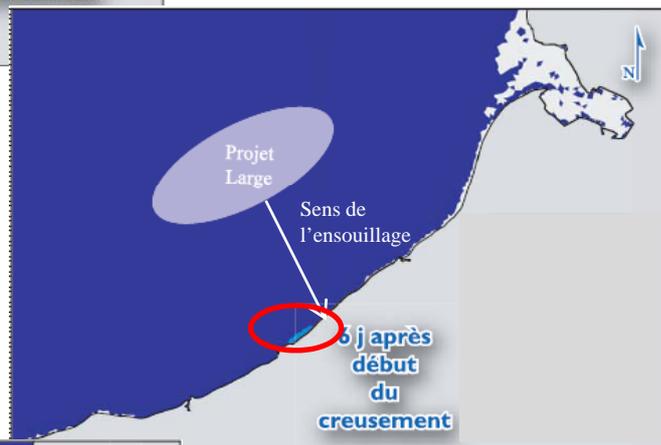
Concentration de MES dans la couche de SURFACE



Le nuage bleu représente la turbidité induite par l'ensouillage du câble d'atterrage.

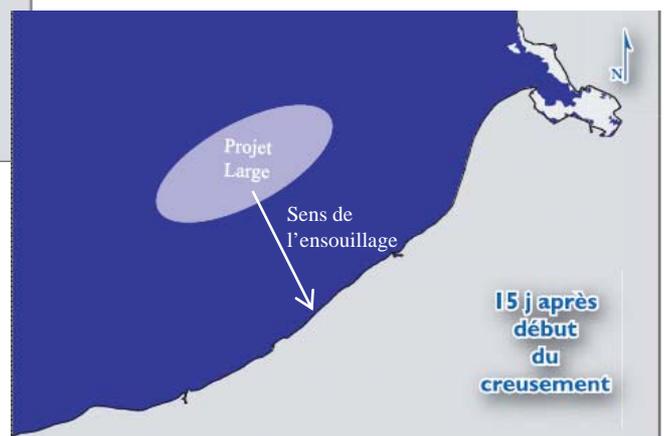
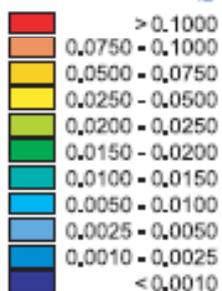
2 jours après le début de l'ensouillage, aucune turbidité supérieure à 0.001 g/l n'apparaît.

6 jours après le début de l'ensouillage, un nuage apparaît à la côte, à proximité de l'endroit où les travaux sont effectués à cet instant. Les concentrations sont inférieures à 0.005 g/l



10 jours après le début de l'ensouillage, plus aucune trace du nuage n'est visible.

Concentration (g/l)



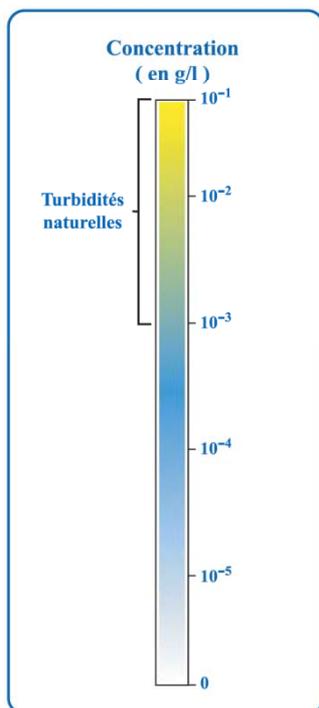
4. Concentrations pour les simulations les plus significatives

MOYEN TERME

Opération	Localisation	Condition	Phasage	Date / début	point 1	point 2	point 3	point 4	point 5	point 6	point 7	point 8	point 9	point A	point B	point C	point D	point E
Forage	SE	sans vent	continu	6 jours			2.E-06	6.E-06	3.E-06	3.E-05	2.E-05	5.E-04	3.E-04		1.E-06	1.E-05		2.E-05
				15 jours		2.E-06	8.E-06	4.E-05	2.E-05	1.E-04	2.E-04	2.E-04	3.E-04		1.E-05	4.E-05		
Forage	SE	vent W 6 m/s	continu	6 jours				1.E-06		1.E-05	7.E-06	6.E-04	3.E-04			5.E-06		2.E-05
				15 jours				1.E-05	4.E-06	6.E-05	8.E-05	1.E-04	2.E-04		1.E-06	1.E-05		
Forage	SE	vent N 6 m/s	continu	6 jours				1.E-06		1.E-05	7.E-06	6.E-04	3.E-04			4.E-06		2.E-05
				15 jours				1.E-05	4.E-06	6.E-05	8.E-05	1.E-04	2.E-04			1.E-05		
Cables inter	P3	sans vent	continu	6 jours			2.E-06	1.E-05	1.E-05	2.E-04	8.E-05	5.E-04	4.E-04			6.E-06		1.E-05
				15 jours		2.E-06	2.E-05	1.E-04	8.E-05	3.E-04	4.E-04	2.E-04	2.E-04		7.E-06	8.E-06		
Cables inter	P3	vent W 6 m/s	continu	6 jours				4.E-06	3.E-06	1.E-04	5.E-05	5.E-04	5.E-04			6.E-06		4.E-05
				15 jours			8.E-06	4.E-05	2.E-05	9.E-05	1.E-04	1.E-04	2.E-04		5.E-06	2.E-05		
Cables inter	P3	vent N 6 m/s	continu	6 jours				4.E-06	3.E-06	1.E-04	5.E-05	4.E-04	5.E-04			5.E-06		4.E-05
				15 jours			8.E-06	3.E-05	2.E-05	9.E-05	1.E-04	1.E-04	2.E-04		5.E-06	2.E-05		
Cable export		sans vent	continu	6 jours	5.E-04	2.E-04	9.E-05	5.E-05	2.E-05	3.E-05	1.E-05	4.E-05	3.E-05		3.E-05	2.E-06		
				15 jours	4.E-05	5.E-05	3.E-05	2.E-05	7.E-06	2.E-05	1.E-05	4.E-05	5.E-05		1.E-04	4.E-05		
Cable export		vent W 6 m/s	continu	6 jours	6.E-04	4.E-04	2.E-04	7.E-05	2.E-05	5.E-05	2.E-05	1.E-04	9.E-05		1.E-04	1.E-05		
				15 jours	1.E-05	2.E-05	1.E-05	6.E-06	2.E-06	7.E-06	5.E-06	3.E-05	5.E-05		8.E-05	2.E-04		9.E-05
Cable export		vent N 6 m/s	continu	6 jours	6.E-04	4.E-04	2.E-04	7.E-05	2.E-05	5.E-05	2.E-05	1.E-04	9.E-05		1.E-04	1.E-05		
				15 jours	1.E-05	1.E-05	1.E-05	6.E-06	1.E-06	7.E-06	5.E-06	2.E-05	5.E-05		8.E-05	2.E-04		9.E-05

LONG TERME

Forage	P3	réaliste	continu	1 mois	4.48E-06	4.92E-06	5.20E-06	6.32E-06	2.20E-06	3.34E-05	1.34E-05	2.36E-04	3.53E-04		1.00E-05	2.19E-05	6.33E-05	8.19E-05
				3 mois	1.04E-04	1.52E-04	2.62E-04	3.49E-04	1.96E-04	3.91E-04	2.24E-04	7.82E-04	6.72E-04	3.53E-05	2.17E-04	2.29E-04	2.00E-04	1.96E-04
Clapage	E 2 km	réaliste		1 mois								5.06E-05	1.88E-04		1.75E-06	3.33E-06	9.93E-06	1.38E-05
				3 mois	1.34E-05	1.77E-05	2.50E-05	2.69E-05	1.76E-05	3.22E-05	2.44E-05	6.20E-05	1.00E-04	2.47E-06	3.67E-05	6.25E-05	5.76E-05	5.64E-05



Les résultats d'une liste exhaustive de tests sont compilés dans ce tableau (résultats présentés au niveau des points de contrôle) pour les cas les plus significatifs, engendrant les turbidités les plus fortes sur les points de contrôle.

Les résultats des simulations court terme, servant de tests de sensibilité aux différents paramètres ne sont pas repris ici. Les seuls cas présentant des turbidités significatives (sur des temps très courts, de l'ordre de quelques heures) sont présentés sous forme de planches dans le chapitre 3.

On note que l'éventuel effet cumulatif des concentrations sur moyen et long termes est négligeable au regard de celui de la variabilité des conditions océano-météorologiques.

Les concentrations ne dépassent jamais les valeurs naturelles, même sur le long terme, en particulier pour les sites sensibles à proximité de la Baie de Somme (points de contrôle D et E).

Concernant les éléments dissous, les taux de dilution sont dans tous les cas au minimum d'un facteur 10⁵. Leurs effets sont donc négligeables.

* Les cases vides indiquent des concentrations inférieures à 10⁻⁶ g/l, soit 1000 fois inférieures aux valeurs de la turbidité naturelle. Les effets sont donc totalement négligeables.

5. Estimation des impacts environnementaux

Sur la base des résultats de simulation de turbidités et d'éléments dissous, une estimation des impacts environnementaux a été réalisée.

Les impacts potentiels ont été étudiés par enjeu et par type de travaux puis compilés dans le tableau suivant.

		Impacts de la turbidité				Impacts des éléments dissous
		Eaux de baignade	Peuplements planctoniques	Habitats naturels	Ressources halieutiques	
Travaux de forage pour fondations monopieux	Option 1 (déblai sur place)	Le nuage turbide n'atteint pas la côte → Pas d'impact de la turbidité sur les eaux de baignade	Turbidité induite de niveau comparable ou inférieur aux conditions naturelles → Pas d'impact sur le milieu			Sédiments propres au large → Pas d'impact sur le milieu
	Option 2 (clapage)		<ul style="list-style-type: none"> - Concentration du nuage turbide similaire aux concentrations naturelles - surface restreinte du nuage turbide - rapide retour aux conditions naturelles de turbidité → Impact négligeable* sur le milieu			
Préparation du sol pour l'installation des fondations gravitaires	Dragage des sédiments superficiels					
	Mise en place de la couche de graviers					
Ensouillage des câbles	Câble inter-éoliennes		Turbidité induite de niveau comparable (ponctuellement) ou inférieur aux conditions naturelles → Pas d'impact sur le milieu			
	Câble de raccordement électrique (export)					

On retient globalement que, au vu de la faiblesse des turbidités atteintes et des ordres de grandeur des dilutions des éventuels éléments dissous, **les impacts sur le milieu sont négligeables. Par conséquent, il n'y a pas d'impact sur les eaux de baignade attendu, ni de modification de la qualité des eaux sur les sites de pêche à pied et d'exploitation conchylicole.**

Les impacts étant négligeables, d'éventuelles mesures compensatoires ne sont pas envisagées. En revanche, une campagne de mesure sur la qualité des sédiments mobilisés par les travaux permettrait de quantifier de manière plus précise l'impact des éléments dissous.

* On entend par négligeable que la turbidité induite par les travaux ne dépasse pas les niveaux des conditions naturelles du milieu et reste très localisée, et se retrouve rapidement (au bout de quelques heures) très en deçà des turbidités naturellement présentes sur le site.