

Eoliennes Offshore du Calvados



SYNTHESE DE L'EXPERTISE « MILIEU PHYSIQUE »

Synthèse du rapport « Étude d'impact sur le milieu physique du projet éolien en mer en Baie
de Seine »
IN VIVO, 2009 & 2011

RAPPORT DEFINITIF



Février 2013

Observations sur l'utilisation du rapport

Ce rapport, ainsi que les cartes ou documents, et toutes autres pièces annexées constituent un ensemble indissociable : en conséquence, l'utilisation qui pourrait être faite d'une communication ou reproduction partielle de ce rapport et annexes ainsi que toute interprétation au-delà des indications et énonciations de *In Vivo* ne sauraient engager la responsabilité de celle-ci.

Crédit photographique : In Vivo (sauf mention particulière)

Auteurs

Jérôme Gasnier Chargé de projets, géophysicien

IN VIVO ENVIRONNEMENT
ZA La grande Halte
29940 La FORET FOUESNANT
Tel : 02.98.51.41.75
Fax : 02.98.51.41.55



IN VIVO MÉDITERRANÉE
ZA les Castors
Le Beau Vézé
83320 Carqueiranne
Tel : 04.94.00.40.20
Fax : 04.94.00.40.22

mail : info@invivo-environnement.com
Site web : www.invivo-environnement.com

Table des matières

1	PREAMBULE	5
2	CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE	6
3	DESCRIPTIF DU PROJET	8
4	LE MILIEU PHYSIQUE	9
4.1	GENERALITES.....	9
4.1.1	<i>La zone d'étude</i>	9
4.1.2	<i>Les différents volets étudiés</i>	10
4.2	BATHYMETRIE.....	10
4.3	AGENTS HYDRODYNAMIQUES.....	12
4.3.1	<i>Vents</i>	12
4.3.2	<i>Niveau d'eau</i>	14
4.3.3	<i>Courants</i>	14
4.3.4	<i>Agitations</i>	15
4.4	SEDIMENTOLOGIE.....	15
4.4.1	<i>Nature des fonds</i>	15
4.4.2	<i>Epaisseur sédimentaire</i>	18
4.4.3	<i>Qualité des sédiments</i>	19
4.5	MAGNETOMETRIE.....	19
5	LES IMPACTS DU PROJET SUR LE MILIEU PHYSIQUE	20
5.1	LES IMPACTS EN PHASE TRAVAUX.....	22
5.2	LES IMPACTS EN PHASE EXPLOITATION.....	24
5.3	LES IMPACTS EN PHASE DEMANTELEMENT.....	26
6	FICHE SIGNALÉTIQUE ET DOCUMENTAIRE	28

Liste des figures

<i>Figure 1: Situation de la zone d'étude en Baie de Seine en 2009 – In Vivo</i>	9
<i>Figure 2: Situation de la zone d'étude étendue en Baie de Seine en 2011 – In Vivo</i>	10
<i>Figure 3 : Bathymétrie du secteur du projet en 2009, d'après le levé In Vivo, 2009</i>	11
<i>Figure 4 : Bathymétrie du secteur du projet en 2011, d'après le levé In Vivo, 2011</i>	12
<i>Figure 5 : Histogrammes et roses des vents du secteur du projet en 2009 – Actimar</i>	13
<i>Figure 6 : Vitesse et direction de courants mesurées en Baie de Seine en 2009</i>	14
<i>Figure 7 : Illustration de la mise en œuvre de la benne Day Grab</i>	15
<i>Figure 8 : Sonar et salle d'acquisition 24/24</i>	16
<i>Figure 9 : Sonogramme montrant un faciès de mégarides sableuses</i>	16
<i>Figure 10 : Nature des fonds de la zone d'études en 2009 – In Vivo</i>	17
<i>Figure 11 : Nature des fonds et isobathes de la zone d'études en 2011 – In Vivo</i>	17
<i>Figure 12: La sismique réflexion</i>	18
<i>Figure 13: Carte des isopaques sédimentaires</i>	18

Liste des tableaux

<i>Tableau 1 : Tableau de synthèse des sensibilités du milieu physique</i>	21
--	----

1 PREAMBULE

En avril 2012, la société Éolien Maritime France (EMF) - consortium regroupant la société EDF EN France et DONG Energy Power - a été autorisée à exploiter un parc éolien localisé sur le domaine public maritime au large de Courseulles-sur-Mer. Cette autorisation fait suite à la désignation de la société EMF comme lauréat de l'appel d'offres lancé par l'État pour l'installation de parcs éoliens au large des côtes françaises. En partenariat avec wpd Offshore, EMF a créé la société de projet « Eoliennes Offshore du Calvados » pour la réalisation du projet.

Dans le cadre du Débat Public, Eoliennes Offshore du Calvados souhaite mettre à disposition de tous, les synthèses des études techniques, économiques ou environnementales, réalisées depuis l'origine du projet.

Cette étude « Expertise du milieu physique » réalisée par le bureau d'études IN VIVO ENVIRONNEMENT, a été rédigée à partir du descriptif du projet tel qu'il était en 2009.

L'ensemble des données décrites dans cette synthèse correspond aux données disponibles au moment de la rédaction de l'étude et aux impacts évalués en 2009. Les conclusions qui y sont indiquées sont donc amenées à évoluer en fonction des modifications apportées au projet.

2 CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE

Depuis 2007, dans le cadre du Grenelle de l'Environnement, la France s'est engagée à atteindre 23% d'énergies renouvelables dans sa consommation d'énergie d'ici 2020. Afin de contribuer à l'atteinte de ces objectifs, différents énergéticiens ont lancé des études afin d'évaluer les possibilités de développer des projets éoliens en mer au large des côtes françaises.

En 2008, sur la base des résultats de plusieurs études prospectives menées sur la zone, le groupe POWEO, opérateur énergétique français, projetait d'implanter une centrale de production d'énergie éolienne en Baie de Seine. Les études ont depuis été acquises par Eoliennes Offshore du Calvados.

Le projet, localisé au droit de Ver-sur-Mer et de Courseulles-sur-Mer (Calvados), envisageait l'implantation de 50 aérogénérateurs d'une puissance unitaire de 5 à 6 MW, d'un poste électrique de transformation, et d'un mât de mesure de vent sur une surface globale d'environ 22,9 km². La centrale devait alors être reliée au continent par un câble rejoignant le poste source de Ranville par un tracé souterrain, le raccordement relevant de la compétence de RTE (gestionnaire du réseau de transport de l'électricité).

IN VIVO s'est vu confier la réalisation d'une étude du milieu physique pour l'implantation d'un projet éolien en mer en Baie de Seine en 2009.

Le présent document constitue une synthèse de l'étude menée par In Vivo en 2009 sur la géophysique du site de la Baie de Seine. Il s'agissait de définir le milieu physique (bathymétrie, hydrodynamique et sédimentologie) de la zone d'étude du projet s'étendant sur 60 km² en Baie de Seine afin de déterminer les impacts du parc éolien sur le milieu. En 2011, un complément d'étude géophysique de 18 km² fut réalisé pour répondre à l'appel d'offres national sur l'éolien en mer.

Avertissement

Les données décrites dans cette synthèse ont simplement été retranscrites et n'ont pas fait l'objet d'une mise à jour. Elles correspondent aux données disponibles au moment de la rédaction de l'étude géophysique du milieu en 2009 et d'un complément réalisé en géophysique en 2011. Elles décrivent le milieu physique au moment de la réalisation de ces études.

La présente synthèse reprend donc les éléments de l'étude géophysique du milieu liés au projet tel qu'il était prévu en 2009. Les conclusions qui y sont indiquées peuvent être amenées à évoluer avec les modifications apportées au projet.

3 DESCRIPTIF DU PROJET

En 2009, le projet de centrale éolienne en Baie de Seine comportait 50 aérogénérateurs, un poste électrique et un mât de mesure de vent. Les éoliennes étaient distantes de 14 à 19 km d'Arromanches-les-Bains et de 24 à 30 km du cimetière de Colleville-sur-Mer (Calvados). Elles étaient disposées dans des profondeurs d'eau allant de 22,4 à 27,8 m ramenées au zéro hydrographique et mesuraient, au niveau du moyeu, 93 m au-dessus des plus basses mers astronomiques, soit 88,7 m au-dessus du niveau moyen de la mer. Les travaux de construction devaient commencer en avril 2011 et s'étaler sur une période de 3 ans pour se terminer en septembre 2014.

Afin de diminuer le nombre de câbles d'export de l'électricité, POWEO avait opté pour la création d'un poste de transformation en mer. Ainsi, un seul câble d'export (entre la centrale éolienne et la côte) était nécessaire au lieu de 10.

Le type de fondations n'avait pas encore été défini parmi les 2 techniques disponibles et adaptables (fondation gravitaire ou treillis métallique). L'étude d'impact sur le milieu géophysique traitait donc des 2 solutions.

4 LE MILIEU PHYSIQUE

4.1 GENERALITES

4.1.1 La zone d'étude

En 2009, la zone étudiée couvre une surface de 60 km² au large d'Arromanches-les-Bains et de Courseulles-sur-Mer (figure 1). Le point le plus au nord de la zone se situe à une vingtaine de kilomètres de la côte et le point le plus au sud, à une dizaine de kilomètres. Cette zone s'étend sur 15 kilomètres selon un axe NW - SE. Elle se trouve entre les isobathes¹ 20 m et 30 m en cotes marines (CM)².

En 2011, la zone a été étendue à l'est, au nord-ouest et à l'ouest pour couvrir au final une surface de 78 km² (figure 2).

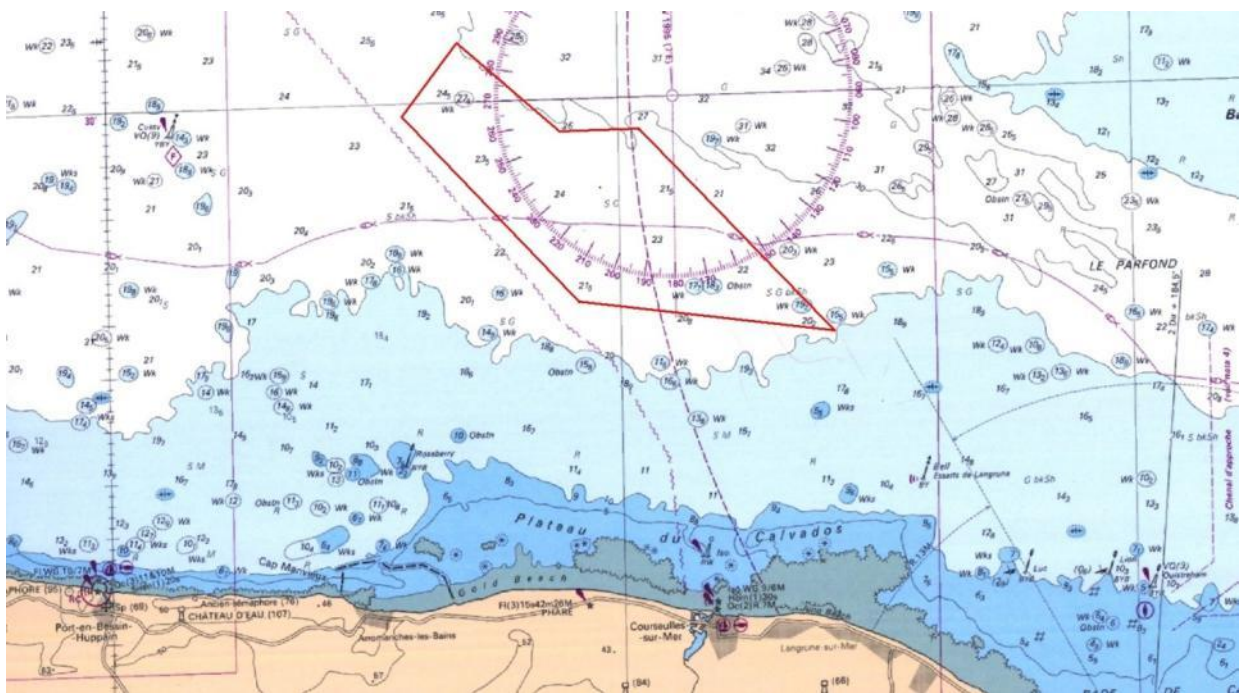


Figure 1: Situation de la zone d'étude en Baie de Seine en 2009 - In Vivo

¹ Isobathe : courbe de niveau des fonds marins, référencée par rapport au niveau des plus basses mers astronomiques

² Cote Marine : altitude des fonds en mètres pris au niveau des plus basses mers astronomiques

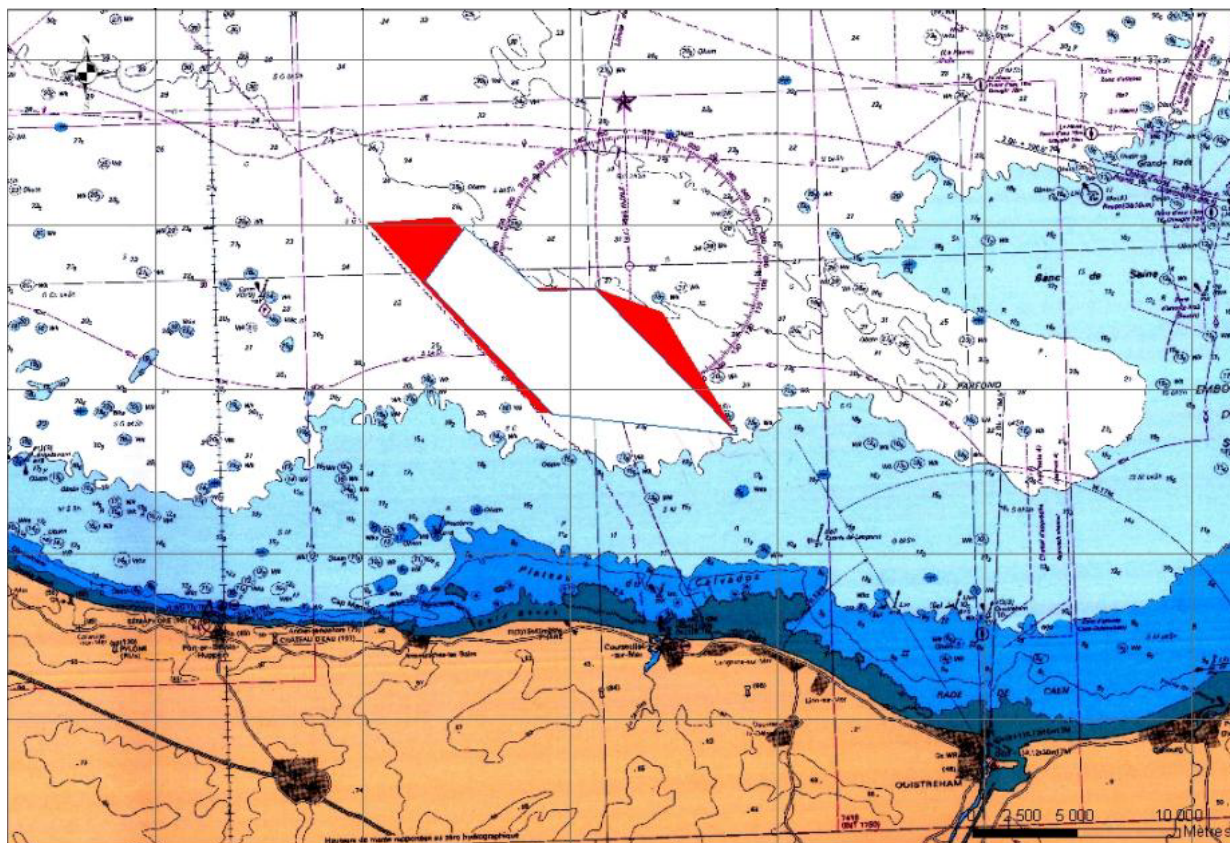


Figure 2: Situation de la zone d'étude étendue en Baie de Seine en 2011 - In Vivo

4.1.2 Les différents volets étudiés

L'étude du milieu physique comprend :

- la bathymétrie, permettant de définir précisément la hauteur d'eau et donc la morphologie du fond;
- la sédimentologie, comprenant l'épaisseur des sédiments obtenue par levés au sondeur à sédiment (sismique), la nature des fonds (roches, sables) et les structures sédimentaires (présence de vagues de sables, mégarides), ces deux derniers étant réalisés par levés sonar ;
- l'hydrodynamique (mesures des courants et des houles).

4.2 BATHYMETRIE

La zone prospectée en bathymétrie s'étend sur 60 km² entre l'isobathe des 22 mètres au sud jusqu'à des profondeurs voisines de 31 mètres au nord-est. La zone cartographiée se situe sur le flanc Sud de la paléovallée de la Seine. Elle présente une morphologie régulière en pente douce, et suivant un axe Sud-Est/Nord-Ouest.

Deux zones distinctes peuvent être décrites :

- La partie Ouest de la zone d'étude présente peu de relief. La profondeur augmente doucement du Sud-Est vers le Nord-Ouest avec une pente moyenne de 0.1 %. Les profondeurs les plus faibles, proches de 22 m CM, sont mesurées dans l'angle Sud-Ouest et à l'extrémité Sud de la zone. Ensuite, près de 75 % de la surface cartographiée se situe entre 23 et 27 m CM ;
- La bathymétrie de la partie Est de la zone d'étude est plus accidentée, et marquée par la présence de plusieurs chenaux sous-marins. Ceux-ci correspondent à d'anciens lits de rivières sur lesquels s'est avancée la transgression Holocène³. La paléovallée de la Seine reçoit effectivement sur sa rive gauche les cours d'eau bas-normands, la Seules, l'Orne, la Dives et la Touques, qui se concentrent à l'est en une vaste zone de confluence. Les sondes les plus profondes sont enregistrées dans le creux de ces chenaux, avec une profondeur maximale de 32 m CM.

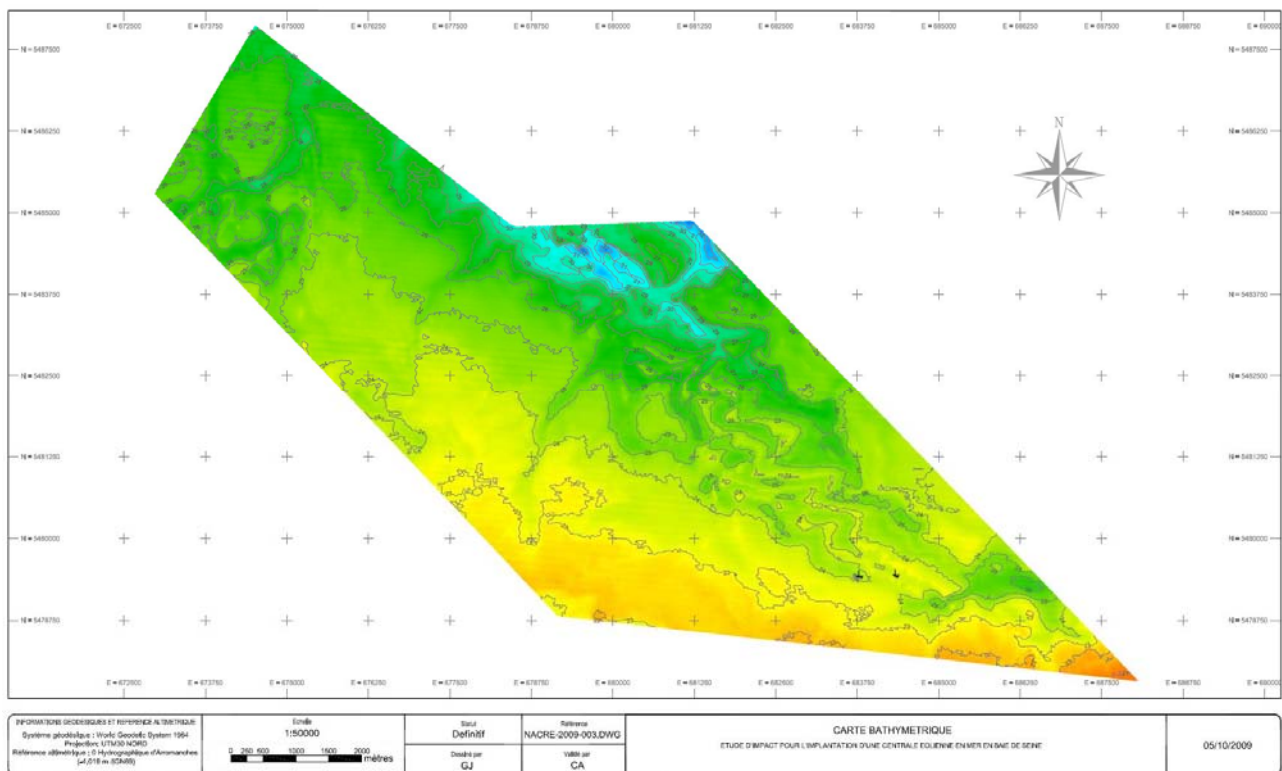


Figure 3 : Bathymétrie du secteur du projet en 2009, d'après le levé In Vivo, 2009

³ Holocène : période géologique courant sur les 10 000 dernières années, caractérisée par un réchauffement climatique et par la remontée du niveau marin de plus de 100 mètres dans la Manche

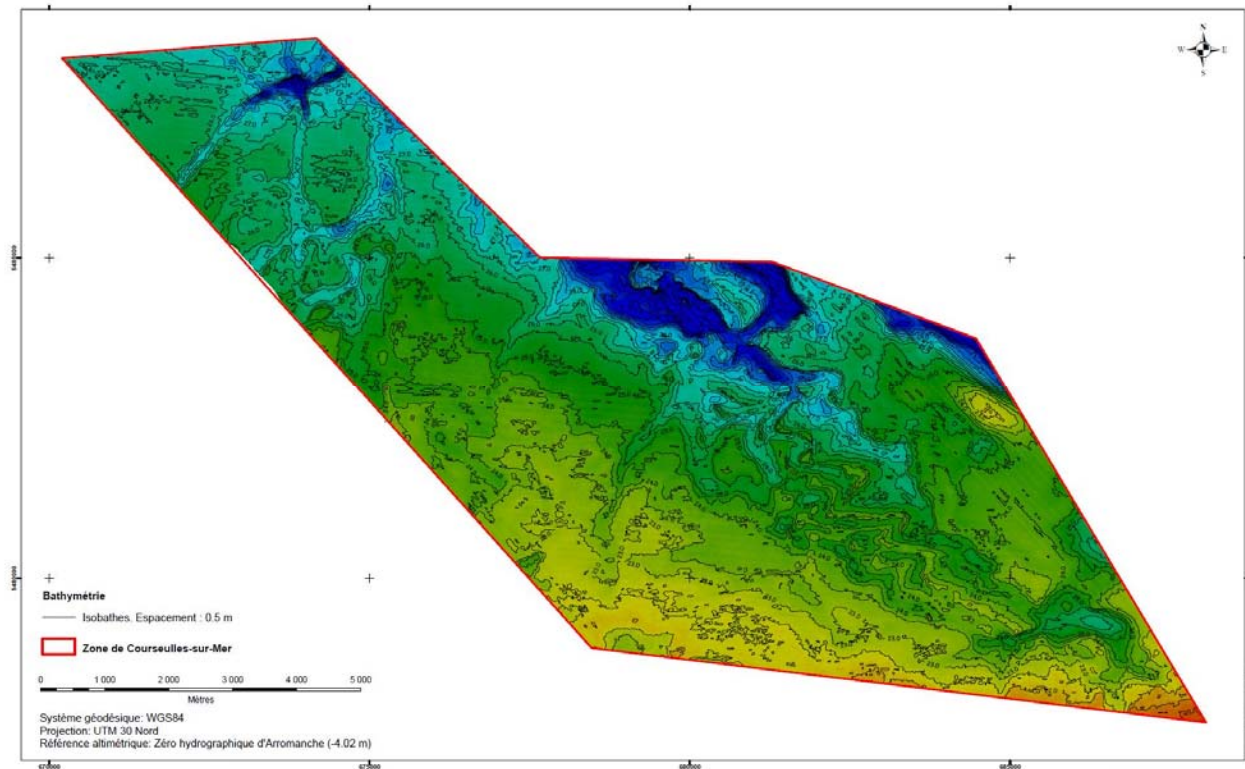


Figure 4 : Bathymétrie du secteur du projet en 2011, d'après le levé In Vivo, 2011

4.3 AGENTS HYDRODYNAMIQUES

Plusieurs organismes spécialisés dans les domaines suivants sont intervenus :

- Données METEO France : Précipitations, température, ensoleillement ;
- Données OceanWeather inc. : vent, persistance (du vent) ;
- Données SHOM: Marée : niveau de la mer (marées et surcotes) ;
- Données IN VIVO: Courantométrie.

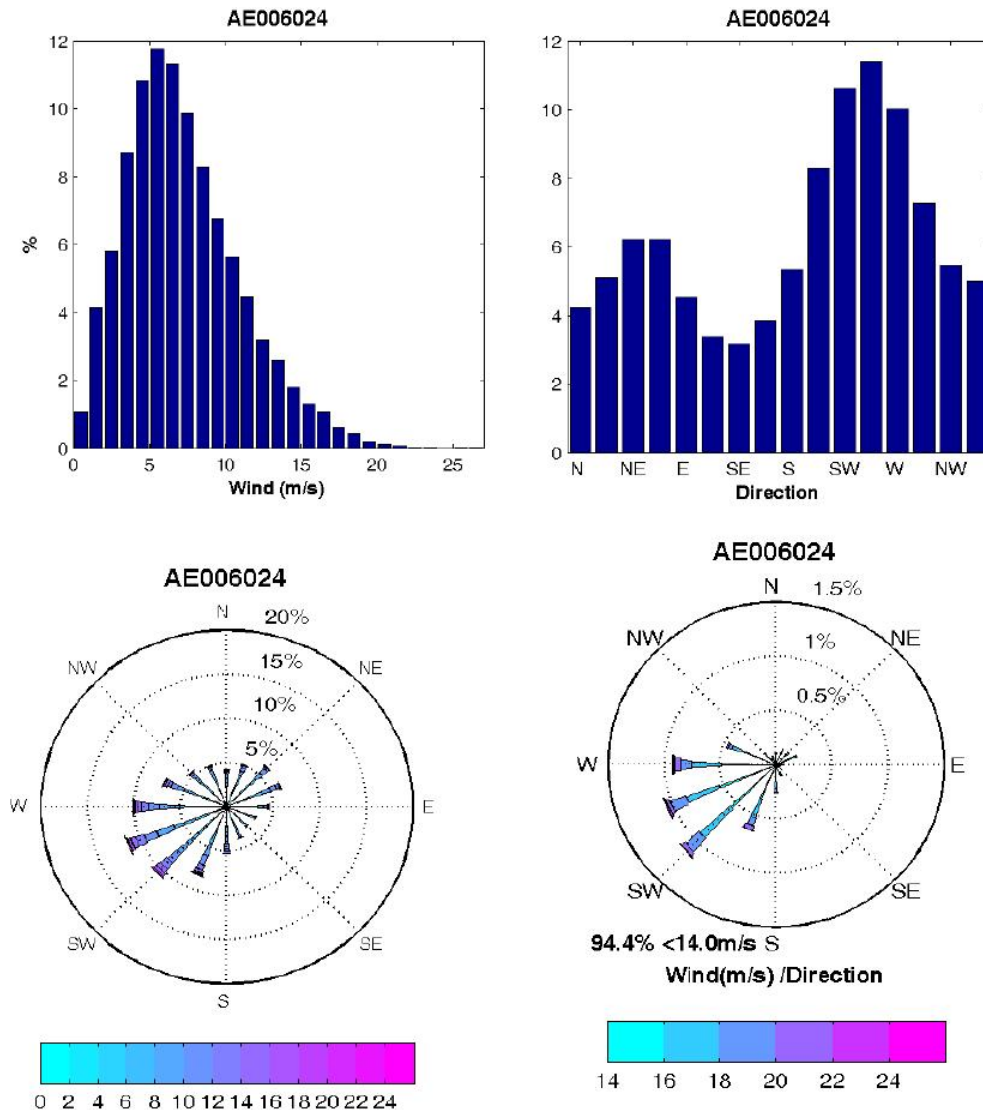
4.3.1 Vents

Les caractéristiques des vents dans la baie de Seine ont été analysées à partir d'une étude spécifique réalisée par la société Actimar (étude océano-météorologique). Les données de vent sont issues de la base AES40 (OceanWeather inc., USA), compilant des informations sur une période de 22 ans (de 1979 à 2000).

L'intensité moyenne du vent s'élève à 9 m/s en hiver (décembre et janvier) et 6 m/s en été (de mai à août).

Les valeurs maximales de vent atteignent 25 m/s (10 Beaufort, tempête) de janvier à février.

Les statistiques annuelles de l'intensité et de la direction du vent ont montré que les intensités les plus courantes se répartissaient autour de 6 m/s. Les vents proviennent principalement du secteur SSO-ONO. Les vents excédant 14 m/s (7 Beaufort, grand frais) ne représentent que 5.6% des vents modélisés. Ils proviennent quasi exclusivement du secteur OSO, le secteur le plus courant étant associé aux tempêtes venant de l'Atlantique.



Distributions annuelles de l'intensité et de la direction de provenance du vent. En haut : histogrammes de l'intensité (à gauche) et de la direction de provenance (à droite) du vent. En bas : roses de vent pour l'ensemble du jeu de données (à gauche) et pour les vents supérieurs à 14 m/s (7 Beaufort, grand frais) (à droite).

Figure 5 : Histogrammes et roses des vents du secteur du projet en 2009 - Actimar

4.3.2 Niveau d'eau

La principale variation du niveau marin, dans la baie de Seine, est due à la marée. Le marnage maximal, à Courseulles, est de 7.7 m. Les variations provenant des conditions climatiques ont des occurrences limitées. En Baie de Seine, par comparaison avec les plus hautes mers astronomiques à Courseulles-sur-Mer, une surcote centennale d'environ 1 m doit être considérée pour les critères de dimensionnement (niveau d'eau maximal de 9 m au lieu de 7.95 m pour la Plus Haute Mer Astronomique). Ainsi, le niveau d'eau ne doit pas excéder 9 m au-dessus du zéro hydrographique (en l'absence d'agitation).

4.3.3 Courants

La principale origine de la circulation des masses d'eau dans la baie provient des courants de marée. Vitesses et directions des courants ont été étudiées à partir des données de l'atlas du SHOM, d'une modélisation effectuée par la société Actimar et de mesures de courant réalisées par la société In Vivo.

Les résultats de ces analyses montrent que :

- Le flot est orienté vers le sud-est, le jusant (marée descendante) est orienté vers le nord-ouest ;
- Les courants maximaux sont de l'ordre de 0.63 m/s (1.22 noeuds) lors des faibles coefficients ;
- Les courants maximaux sont de l'ordre de 1.13 m/s (2.19 noeuds) lors des forts coefficients ;
- Les courants maximaux sont de l'ordre de 1.38 m/s (2.68 noeuds) lors des marées exceptionnelles.

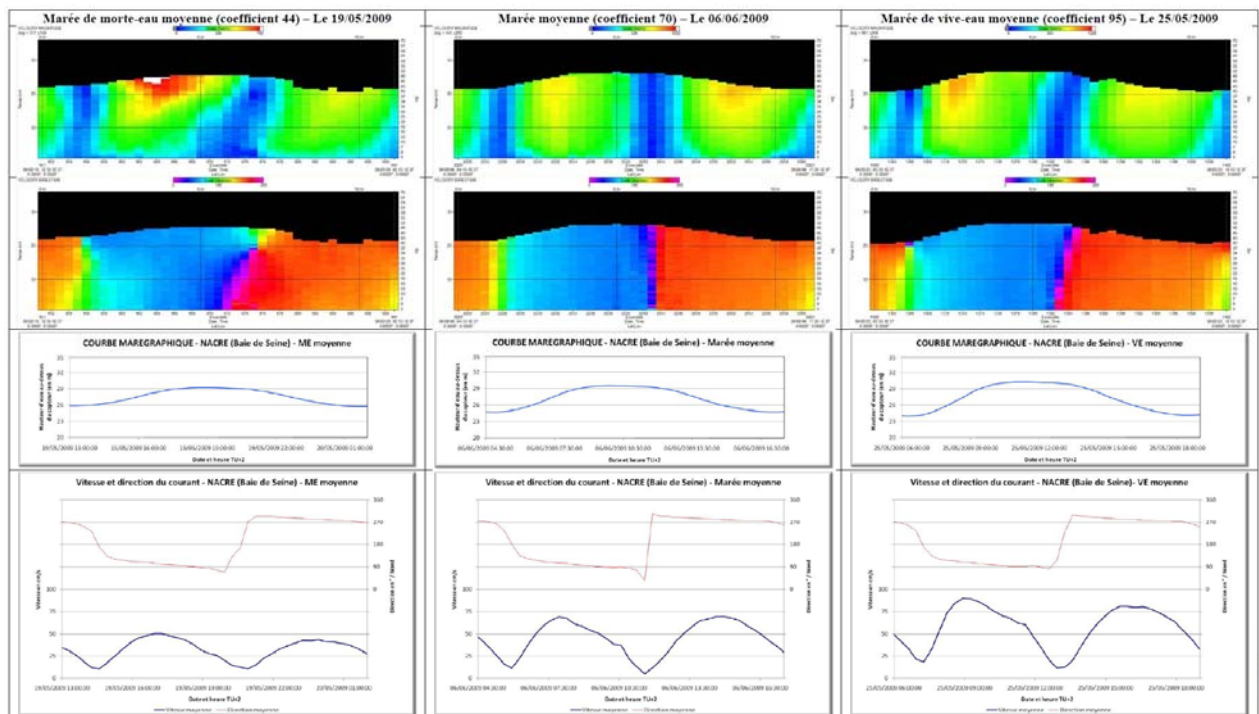


Figure 6 : Vitesse et direction de courants mesurées en Baie de Seine en 2009

4.3.4 Agitations

Les agitations (houle, mers de vent et clapot) ont été analysées par la modélisation (étude Actimar) et par le courantomètre (équipé d'un module de mesure de houle) installé par la société In Vivo.

L'analyse de ces données a montré que les vagues dont la hauteur significative est la plus importante apparaissent lors de la période hivernale (décembre, janvier et février). La hauteur de ces vagues atteint les 4 m. En moyenne annuelle, les hauteurs les plus fréquentes n'excèdent pas un mètre.

4.4 SEDIMENTOLOGIE

4.4.1 Nature des fonds

4.4.1.1 Granulométrie

Les prélèvements de sédiments ont été réalisés à la Benne Day Grab. Ils permettent de valider l'interprétation sédimentaire faite au levé sonar.

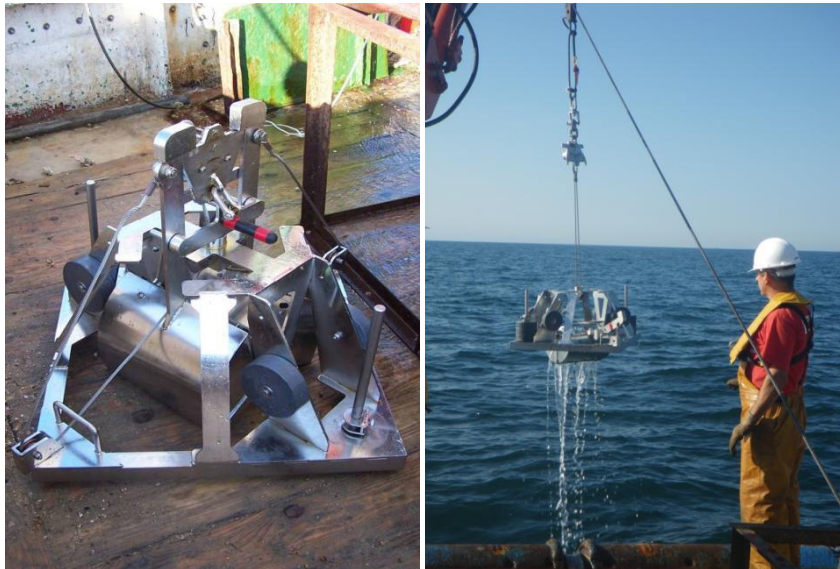


Figure 7 : Illustration de la mise en œuvre de la benne Day Grab

4.4.1.2 Imagerie Sonar et structure sédimentaire

Un levé sonar a été réalisé afin d'obtenir une cartographie des faciès sédimentaires.

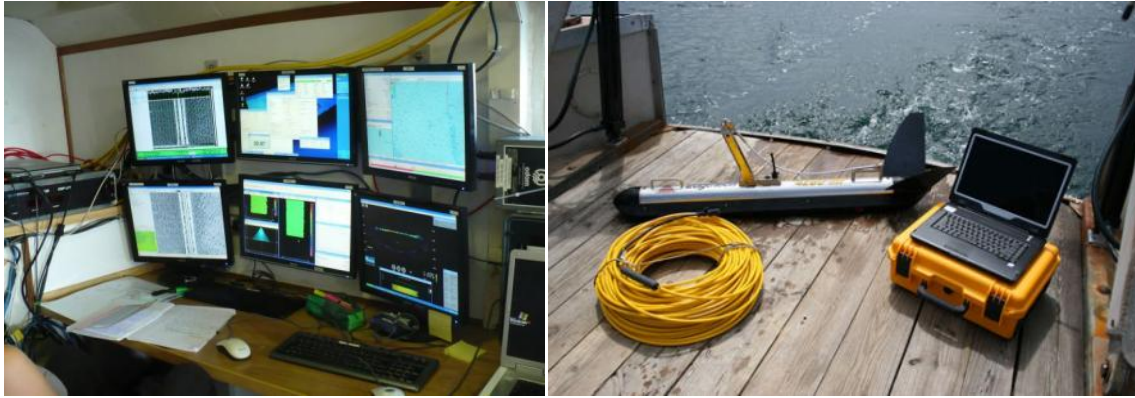


Figure 8 : Sonar et salle d'acquisition 24/24.

Sur l'ensemble de la zone d'étude, seules trois zones de mégarides sont observées. Ces structures sédimentaires présentent la caractéristique de s'orienter transversalement au courant. Leur longueur d'onde est comprise entre 2 et 5 m et leurs crêtes sont alignées selon un axe Nord-Nord-Est / Sud-Sud-Ouest, perpendiculairement au courant qui les génère. L'orientation du flanc long indique la direction de provenance du courant dominant. Sur la zone cartographiée, le courant résiduel sur le fond semble porter vers l'Est-Sud-Est.

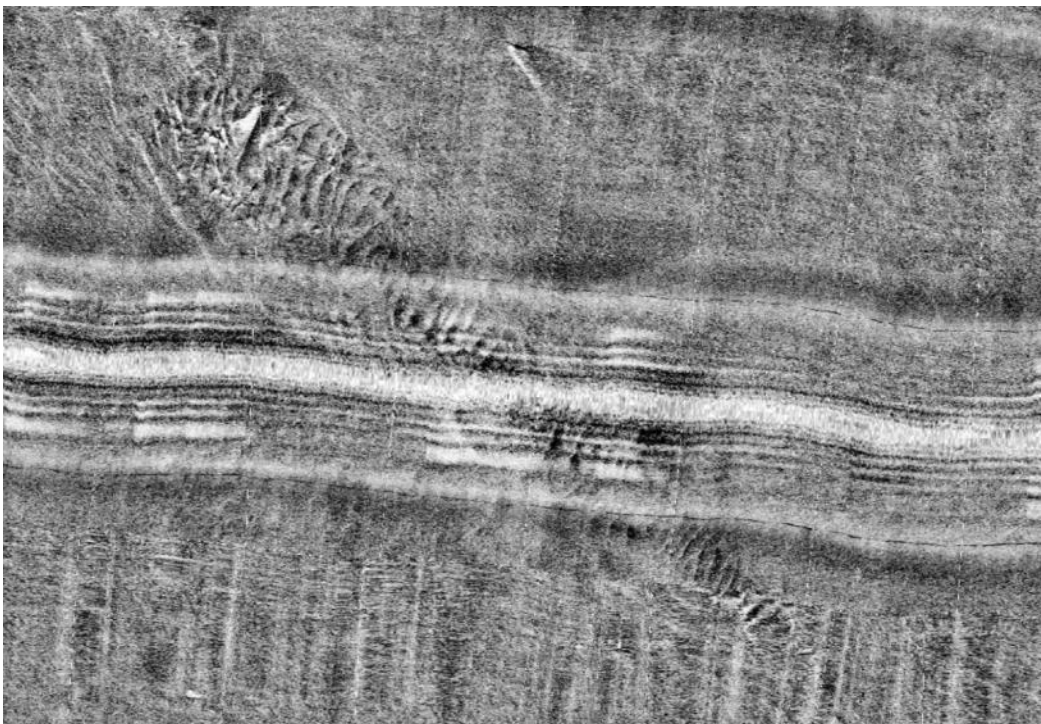


Figure 9 : Sonogramme montrant un faciès de mégarides sableuses.

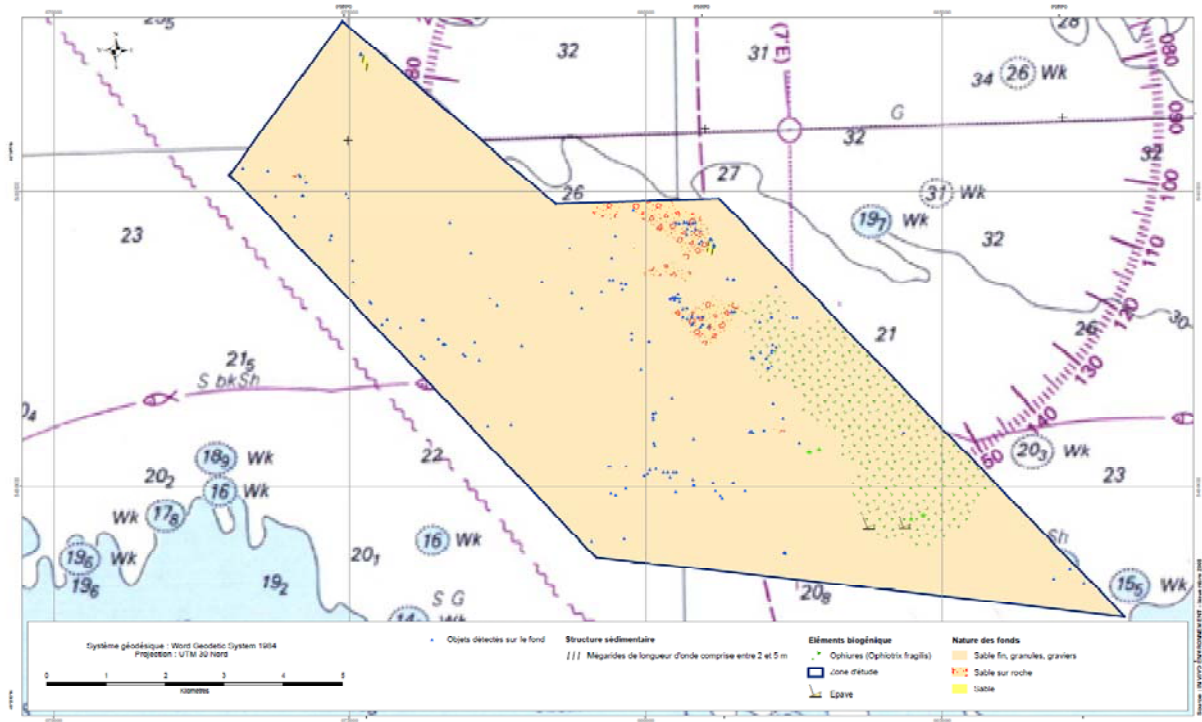


Figure 10 : Nature des fonds de la zone d'études en 2009 - In Vivo

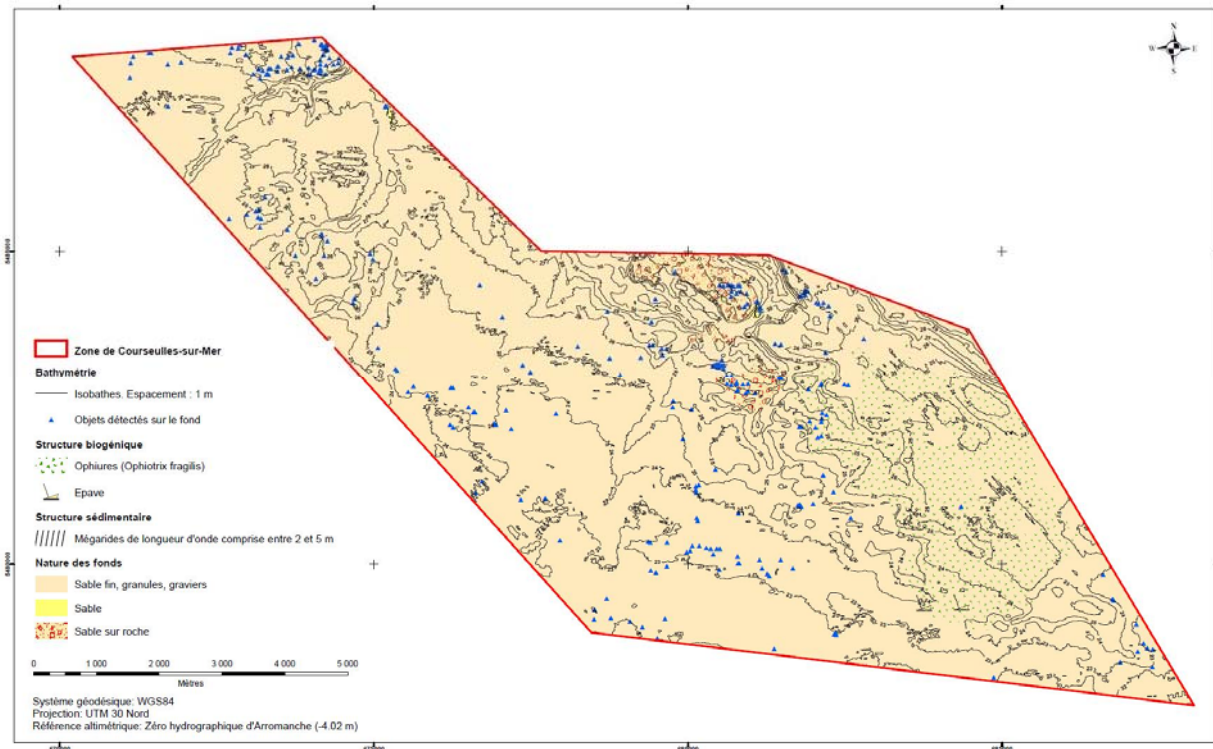


Figure 11 : Nature des fonds et isobathes de la zone d'études en 2011 - In Vivo

Le levé au sonar latéral et les prélèvements de sédiments ont montré que sur l'ensemble de la zone d'implantation le substrat est caractérisé par des sables grossiers. Dans la partie centrale de la zone d'étude sur le côté Est, des affleurements rocheux ont été mis en évidence. Un tapis d'ophiures, *Ophiotrix fragilis*, est présent au sud-est de la zone d'étude.

4.4.2 Epaisseur sédimentaire

4.4.2.1 Sismique réflexion

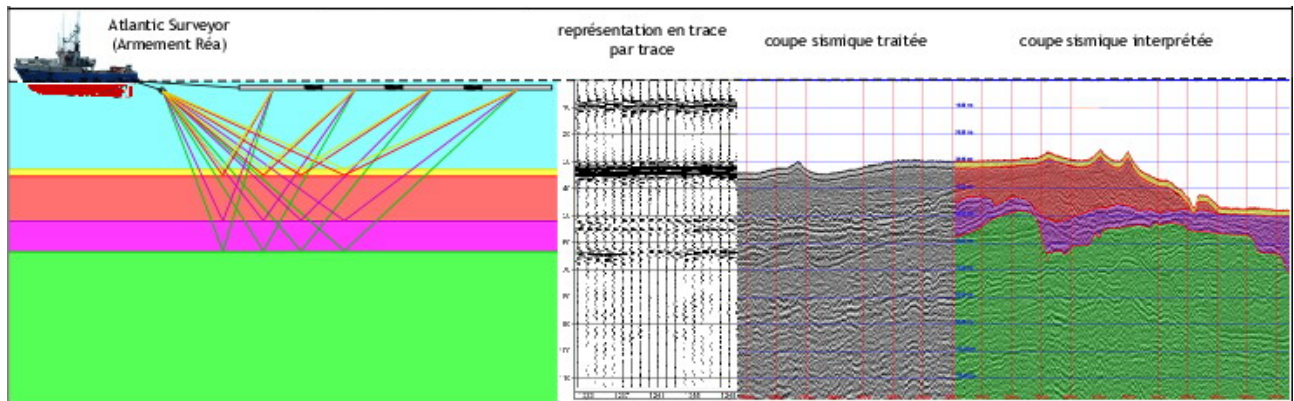


Figure 12: La sismique réflexion.

La sismique réflexion est une méthode géophysique permettant d'accéder à la géométrie, la structure et la configuration des strates géologiques.

Le levé au sondeur à sédiments a mis en évidence que l'épaisseur de sédiment varie entre 0 et 3.5 mètres sur la zone d'implantation.

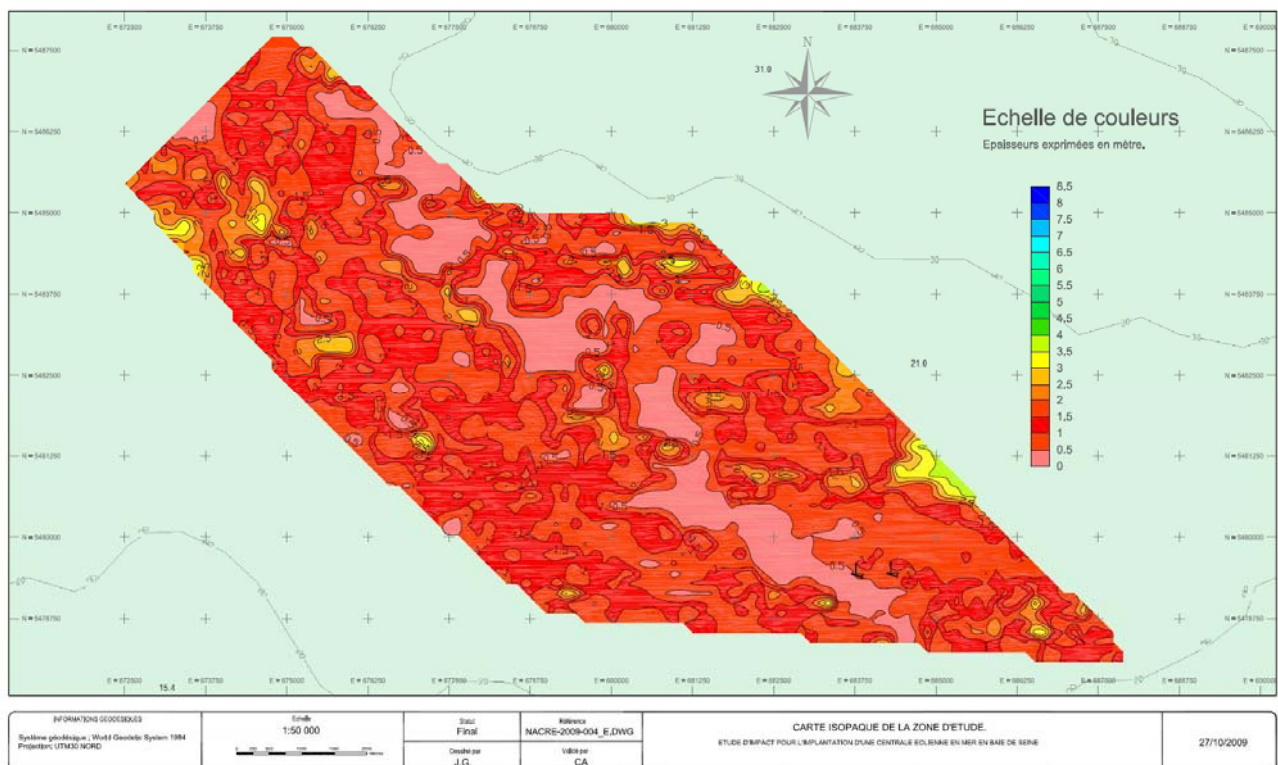


Figure 13: Carte des isopaques sédimentaires.

4.4.3 Qualité des sédiments

Dans le cadre de cette étude, des prélèvements de sédiments ont été réalisés au niveau de la zone d'étude. Des analyses géochimiques ont été réalisées sur un échantillon moyen résultant d'un mélange de chaque prélèvement de la zone d'étude. Le référentiel utilisé est celui relatif au dragage dont les seuils, sur différents paramètres, sont fixés depuis juin 2000. Ces seuils constituent des niveaux de références pour la procédure administrative en cas d'opération de dragage. Cependant ils permettent également de situer le niveau de contamination sur la base des valeurs moyennes nationales (N1/2) et ainsi le risque environnemental potentiel.

Les résultats de ces analyses ont montré que le sable de la zone d'implantation ne présentait aucune pollution que ce soit d'un point de vue chimique ou bactériologique.

4.5 MAGNETOMETRIE

Une étude magnétométrique a été réalisée afin de détecter d'éventuelles obstructions métalliques (mines, épaves, etc ...) sur la zone d'étude. La carte suivante présente le relevé des anomalies observées.

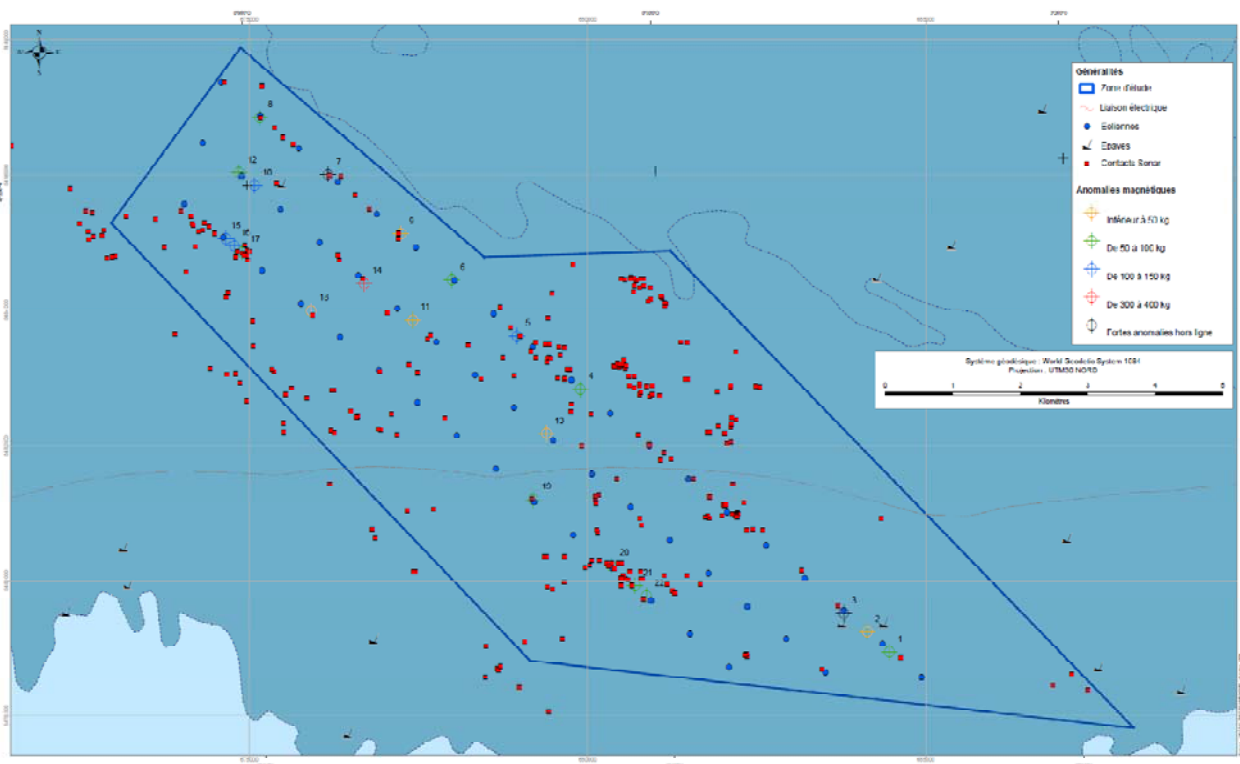


Figure 10: Représentation des anomalies magnétométriques et des contacts sonar (points rouges).

5 LES IMPACTS DU PROJET SUR LE MILIEU PHYSIQUE

Les travaux peuvent générer des effets ayant ou non un impact sur le milieu. Les impacts sont définis selon la nature de l'effet, la sensibilité du milieu à cet effet (nul / faible / moyen / fort), l'effet potentiel sur le milieu étudié (positif/ négatif), sa nature (directe / indirecte) et selon leur durée (temporaire / permanent).

Le tableau ci-après décrit la sensibilité de la baie de Seine au regard du milieu physique :

Thème		Caractéristiques	Sensibilité	
Géologie	Baie de Seine	Le substratum rocheux est constitué dans la partie occidentale de formations Bathoniennes de calcaire avec des alternances de marnes, dans la partie orientale de formation Calloviennes avec des épaisseurs marneuses plus importantes.	Nulle	
	Zone d'étude	Calcaires du Bathonien supérieur : calcaire avec alternance de marne	Nulle	
Géomorphologie	Côte ouest	De la pointe de Barfleur à Saint-Vaast, côte basse avec secteurs rocheux granitiques. De Saint-Vaast à la baie des Veys, dunes et mielles composés de sédiments Quaternaires.	Faible	
	Fond de baie	De la baie des Veys à l'estuaire de la Seine, succession de falaises hautes et de cordons sableux	Moyen	
	Côte est	De l'estuaire de la Seine à Antifer, falaises de craie.	Moyen	
Bathymétrie et topographie de l'estran	Baie de Seine	Bassin peu profond de pente faible. Profondeur maximale de 40 m dans la paléovallée de la Seine.	Nulle	
	Zone d'étude	Flanc Sud de la paléovallée de la Seine. Coté ouest : Morphologie régulière en pente douce de 22 m CM à 27 m CM. Coté Est : Relief plus tourmenté lié à la présence de plusieurs chenaux sous-marin.	Nulle	
Agents hydrodynamiques	Vents	Vent provenant du secteur SSO-ONO (48 %), et du secteur NNE à E (22 %).	Nulle	
	Courants de marée	Courant orienté à l'Est au flot et à l'Ouest au jusant	Nulle	
	Agitations	Agitations (mers de vents et houles) provenant généralement du secteur ONO à NO (50%), et NE (20 %)	Nulle	
Sédimentologie	Nature des fonds	Baie de Seine	4 classes granulométriques : cailloutis, graviers, sables, et vases.	Faible
		Zone d'étude	Fonds de nature quasi-uniforme constitués de sédiment de granulométrie très hétérogène : mélange de 30 à 50 % de sable fin à moyen avec 30 à 50 % de granules et graviers. Quelques affleurements rocheux localisés.	Faible
	Structure des fonds	Baie de Seine	Nombreuses figures longitudinales et transversales.	Nulle
		Zone d'étude	Trois zones de mégarides faiblement étendues et très localisées.	Nulle
	Epaisseurs sédimentaires	Baie de Seine	La couverture sédimentaire meuble correspond au remblaiement alluvial des paléovallées de la Seine et de ses affluents.	Nulle
		Zone d'étude	Epaisseurs sédimentaires submétriques.	Nulle

Thème		Caractéristiques	Sensibilité
Evolution des fonds et du littoral	Evolution des fonds	La zone d'étude est localisée principalement sur une surface d'érosion. Elle présente une faible épaisseur de sédiments au dessus du "bed-rock".	Nulle
	Evolution du littoral	Sur le littoral de la baie de Seine, la tendance générale est à l'érosion. Seuls les secteurs en retrait sur le littoral, telle la baie des Veys, apparaissent comme des zones de sédimentation.	Forte
Qualité des eaux littorales	Qualité des eaux de baignade	La qualité est moyenne à bonne en Manche et dans le Calvados, voire momentanément polluée dans le département du Calvados. La tendance interannuelle n'est pas constante en fonction des points. Selon les points de contrôles la qualité se dégrade, tandis qu'elle s'améliore sur d'autres.	Moyenne
	Qualité des eaux et zones conchylicoles	Un peu plus de la moitié des zones sont classées en A et B pour les bivalves non fouisseurs. Pour les bivalves fouisseurs aucune zone n'est classée A. Pour les gastéropodes, seules les zones situées plus au large et les estuaires sont classés respectivement en A et D.	Moyenne
	Qualité physico-chimique des eaux	Turbidité évoluant en fonction des saisons. L'eau est de bonne qualité au niveau de la zone d'étude, cependant les masses d'eau aux alentours sont de qualité moyenne.	Faible
Qualité des sédiments		Aucune contamination particulière	Nulle
Environnement sonore	Dans l'air	Le bruit de fond dans l'air est de l'ordre de 30 - 40 dB en situation normale et peut dépasser les 50 dB lorsque les conditions climatiques sont plus défavorables	Nulle
	Dans l'eau	Le bruit de fond dans l'eau est de l'ordre de 50 - 70 dB en situation normale et peut dépasser les 100 dB lorsque les conditions climatiques sont plus défavorables	Moyenne

Tableau 1 : Tableau de synthèse des sensibilités du milieu physique

5.1 LES IMPACTS EN PHASE TRAVAUX

Analyse des impacts sur le milieu physique en phase travaux (1/2)													
Thème		Nature de l'effet		Sensibilité	Effets				Impacts				
					Nature	Nature	Durée	Degré	Nature	Nature	Durée	Degré	
Géologie	Fondations gravitaires	Pas d'altération de la structure du sol		Nulle	Non concernée				Nul				
	Fondations jackets	Pas d'altération de la structure du sol		Nulle	Négatif	Direct	Temporaire	Faible	Nul				
	Câbles inter-éoliennes	Pas d'altération de la structure du sol		Nulle	Non concernée				Nul				
Agents hydrodynamiques	Vents	Pas de modification		Nulle	Non concernée				Nul				
	Courants de marée	Pas de perturbation		Nulle	Non concernée				Nul				
	Agitations	Pas de perturbation		Nulle	Non concernée				Nul				
Evolution des fonds	Modification des processus hydrosédimentaires	Pas de modification des agents hydrodynamiques et donc des processus hydrosédimentaires		Nulle	Non concernée				Nul				
Bathymétrie	Fondations gravitaires	Modification de la bathymétrie suite au dragage, à la pose, de la couche d'assise, de l'embase et des enrochements		Nulle	Négatif	Direct	Temporaire et permanent	Moyen	Nul				
	Fondations jackets	Très faible modification de la morphologie des fonds (dépôt des résidus de forage)		Nulle	Négatif	Direct	Temporaire et permanent	Faible	Nul				
	Câbles inter-éoliennes	Légère modification de la morphologie des fonds pendant le passage des jets sous-pression		Nulle	Négatif	Direct	Temporaire	Faible	Nul				
Nature des fonds	Remise en suspension et dépôt de fine	Fondations gravitaires	Remise en suspension lors du dragage (les autres opérations ne sont pas concernées)	Faible	Négatif	Direct	Temporaire	Faible (+)	Négatif	Direct	Temporaire	Faible (+)	
		Fondations jackets	Très légère remise en suspension au niveau des pieux	Faible	Négatif	Direct	Temporaire	Faible (-)	Négatif	Direct	Temporaire	Faible (-)	
		Câbles inter-éoliennes	Légère remise en suspension lors de la pose	Faible	Négatif	Direct	Temporaire	Faible (-)	Négatif	Direct	Temporaire	Faible (-)	
	Apport des matériaux extérieurs	Fondations gravitaires	Apports de la couche d'assise et des enrochements		Faible	Négatif	Direct	Temporaire et permanent	Moyen	Négatif	Direct	Temporaire	Faible
		Fondations jackets	Pas d'apports de matériaux extérieurs (à part le coulis de calage)		Faible	Non concernée				Nul			
		Câbles inter-éoliennes	Peu ou pas d'apport de matériaux extérieurs		Faible	Non concernée				Nul			
	Remaniement des fonds	Fondations gravitaires	Peu ou pas de remaniement à proprement parlé		Faible	Non concernée				Nul			
		Fondations jackets	Apports des matériaux des résidus de forage en surface		Faible	Négatif	Direct	Temporaire	Faible	Négatif	Direct	Temporaire	Faible
		Câbles inter-éoliennes	Très léger remaniement des fonds		Faible	Négatif	Direct	Temporaire	Faible	Négatif	Direct	Temporaire	Faible

Analyse des impacts sur le milieu physique en phase travaux (2/2)													
Thème		Nature de l'effet			Sensibilité	Effets				Impacts			
						Nature	Nature	Durée	Degré	Nature	Nature	Durée	Degré
Qualité des eaux littorales	Qualité physico-chimiques des eaux	Turbidité	Fondations gravitaires	Remise en suspension lors du dragage (les autres opérations ne sont pas concernées)	Faible	Négatif	Direct	Temporaire	Faible (+)	Négatif	Direct	Temporaire	Faible (+)
			Fondations jackets	Très légère remise en suspension au niveau des pieux	Faible	Négatif	Direct	Temporaire	Faible (-)	Négatif	Direct	Temporaire	Faible (-)
			Câbles inter-éoliennes	Légère remise en suspension lors de la pose	Faible	Négatif	Direct	Temporaire	Faible (-)	Négatif	Direct	Temporaire	Faible (-)
		Température	Fondations gravitaires	Brassage des eaux par l'opération de dragage principalement	Faible	Négatif	Direct	Temporaire	Faible	Négatif	Direct	Temporaire	Faible
			Fondations jackets	Pas de brassage des eaux	Faible	Non concerné				Nul			
			Câbles inter-éoliennes	Pas de brassage des eaux	Faible	Non concerné				Nul			
		Salinité	Fondations gravitaires	Brassage des eaux par l'opération de dragage principalement	Faible	Négatif	Direct	Temporaire	Faible	Négatif	Direct	Temporaire	Faible
			Fondations jackets	Pas de brassage des eaux	Faible	Non concerné				Nul			
			Câbles inter-éoliennes	Pas de brassage des eaux	Faible	Non concerné				Nul			
		Eléments nutritifs	Fondations gravitaires	Brassage des sédiments mais ceux contiennent peu de matière organique	Faible	Non concerné				Nul			
			Fondations jackets	Peu de remaniement des sédiments	Faible	Non concerné				Nul			
			Câbles inter-éoliennes	Peu de remaniement des sédiments	Faible	Non concerné				Nul			
	Altération par la remise en suspension de sédiments		Les sédiments sont exempts de pollution		Faible	Non concerné				Nul			
	Altération par l'apport des matériaux extérieurs	Fondations gravitaires	Les matériaux extérieurs (embases, graviers, enrochements) sont exempts de pollution	Faible	Non concerné				Nul				
		Fondations jackets	Les matériaux extérieurs (fondations sans antifouling, coulis de calage) sont exempts de pollution	Faible	Non concerné				Nul				
		Câbles inter-éoliennes	Pas d'apport de matériaux extérieurs	Faible	Non concerné				Nul				
	Pollution accidentelle		Moyen de lutte et formation du personnel		Faible	Non concerné				Nul			
	Qualité des eaux de baignades		Les plages sont situées à plus de 10 km		Moyen	Non concerné				Nul			
	Qualité des eaux et zones conchyliques	Fondations gravitaires	Remise en suspension non négligeable lors des dragages mais du même ordre de grandeur que les conditions naturelles	Moyen	Non concerné				Nul				
		Fondations jackets	Très peu de remise en suspension	Moyen	Non concerné				Nul				
Câbles inter-éoliennes		Très peu de remise en suspension	Moyen	Non concerné				Nul					
Qualité des sédiments	Au niveau de la zone d'implantation		Pollution accidentelle (liquides et solides) : formation du personnel et respect des règles d'hygiène, de sécurité et d'environnement	Nulle	Non concerné				Nul				
Qualité de l'air	Fondations gravitaires		Lors des travaux, les nombreux navires présents sur zone occasionnent une augmentation des gaz	Nulle	Négatif	Direct	Temporaire	Faible	Nul				
	Fondations jackets		Lors des travaux, les nombreux navires présents sur zone occasionnent une augmentation des gaz	Nulle	Négatif	Direct	Temporaire	Faible	Nul				
	Câbles inter-éoliennes		Lors des travaux, les nombreux navires présents sur zone occasionnent une augmentation des gaz	Nulle	Négatif	Direct	Temporaire	Faible	Nul				
Environnement sonore	Dans l'air		A 2000 mètres l'émergence est d'environ 3 dB	Nulle	Négatif	Direct	Temporaire	Faible	Nul				
	Dans l'eau	Fondations gravitaires	Les travaux de dragage engendrent une augmentation du niveau sonore	Faible	Négatif	Direct	Temporaire	Moyen (-)	Négatif	Direct	Temporaire	Faible (-)	
		Fondations jackets	Les travaux de battage engendrent une augmentation du niveau sonore (sup à dragage)	Faible	Négatif	Direct	Temporaire	Moyen (+)	Négatif	Direct	Temporaire	Faible (+)	
		Câbles inter-éoliennes	L'ensouillage engendre une légère augmentation du niveau sonore	Faible	Négatif	Direct	Temporaire	Faible	Négatif	Direct	Temporaire	Faible	
Electromagnétisme			Augmentation du champ électromagnétique	Nulle	Non concerné				Nul				

5.2 LES IMPACTS EN PHASE EXPLOITATION

Analyse des impacts sur le milieu physique en phase exploitation (1/2)													
Thème		Nature de l'effet		Sensibilité	Effets				Impacts				
					Nature	Nature	Durée	Degré	Nature	Nature	Durée	Degré	
Géologie	Fondations gravitaires		Pas d'altération de la structure du sol		Nulle	Non concerné				Nul			
	Fondations jackets		Présence des pieux dans le sol		Nulle	Négatif	Direct	Permanent	Faible	Nul			
	Câbles inter-éoliennes		Pas d'altération de la structure du sol		Nulle	Non concerné				Nul			
Géomorphologie	Echelle locale et régionale		Pas de modification des processus hydrosédimentaires		Nulle	Non concerné				Nul			
Agents hydrodynamiques	Vents		Légère modification derrière les pales		Nulle	Négatif	Direct	Permanent	Faible	Nul			
	Courants de marée	Fondations gravitaires	Echelle locale	Modification aux abords des installations	Nulle	Négatif	Direct	Permanent	Faible	Nul			
			Echelle régionale	Pas de modification à l'échelle régionale	Nulle	Non concerné				Nul			
		Fondations jackets	Echelle locale	Modification aux abords des installations	Nulle	Négatif	Direct	Permanent	Faible	Nul			
			Echelle régionale	Pas de modification à l'échelle régionale	Nulle	Non concerné				Nul			
	Agitations	Fondations gravitaires	Echelle locale	Modification aux abords des installations	Nulle	Négatif	Direct	Permanent	Faible	Nul			
			Echelle régionale	Pas de modification à l'échelle régionale	Nulle	Non concerné				Nul			
		Fondations jackets	Echelle locale	Modification aux abords des installations	Nulle	Négatif	Direct	Permanent	Faible	Nul			
			Echelle régionale	Pas de modification à l'échelle régionale	Nulle	Non concerné				Nul			
	Evolution des fonds	Processus hydro-sédimentaires	Fondations gravitaires	Echelle locale	Modification aux abords des embases	Nulle	Négatif	Direct	Permanent	Moyen	Nul		
Echelle régionale				Pas de modification à l'échelle régionale	Nulle	Non concerné				Nul			
Fondations jackets			Echelle locale	Modification aux abords des embases	Nulle	Négatif	Direct	Permanent	Faible	Nul			
			Echelle régionale	Pas de modification à l'échelle régionale	Nulle	Non concerné				Nul			
Bathymétrie	Fondations gravitaires		Présence des embases		Nulle	Négatif	Direct	Permanent	Moyen	Nul			
	Fondations jackets		Présence des embases		Nulle	Négatif	Direct	Permanent	Moyen	Nul			
	Câbles inter-éoliennes		Très faible modification lors de la maintenance		Nulle	Non concerné				Nul			
Nature des fonds	Fondations gravitaires		Présence de matériaux (embases et enrochements)		Faible	Négatif	Direct	Permanent	Moyen	Négatif	Direct	Temporaire	Faible
			Modification des processus sédimentaires		Faible	Négatif	Indirect	Temporaire	Moyen	Négatif	Direct	Temporaire	Faible
	Fondations jackets		Présence de matériaux (embases et résidus de forage)		Faible	Négatif	Direct	Temporaire	Faible	Négatif	Direct	Temporaire	Faible
			Modification des processus sédimentaires		Faible	Négatif	Direct	Temporaire	Faible	Négatif	Direct	Temporaire	Faible
	Câbles inter-éoliennes		Très faible modification lors de la maintenance		Faible	Non concerné				Nul			

Analyse des impacts sur le milieu physique en phase exploitation (2/2)													
Thème			Nature de l'effet		Sensibilité	Effets				Impacts			
						Nature	Nature	Durée	Degré	Nature	Nature	Durée	Degré
Qualité des eaux littorales	Qualité physico-chimiques des eaux	Turbidité	Fondations gravitaires	Très peu de remise en suspension causée par le fouling	Faible	Non concerné				Nul			
			Fondations jackets	Très peu de remise en suspension causée par le fouling	Faible	Non concerné				Nul			
			Câbles inter-éoliennes	Légère remise en suspension en cas de maintenance	Faible	Négatif	Direct	Temporaire	Faible	Négatif	Direct	Temporaire	Faible
		Eléments nutritifs	Fondations gravitaires	Très peu de rejet du fouling	Faible	Non concerné				Nul			
			Fondations jackets	Très peu de rejet du fouling	Faible	Non concerné				Nul			
			Câbles inter-éoliennes	Peu de remise en suspension en cas de maintenance	Faible	Non concerné				Nul			
	Pollution accidentelle		Moyen de lutte et formation du personnel de maintenance	Faible	Non concerné				Nul				
	Eaux de baignades		Moyen de lutte et formation du personnel de maintenance - plages situées à 10 km	Moyen	Non concerné				Nul				
Eaux conchylicoles		Moyen de lutte et formation du personnel de maintenance	Moyen	Non concerné				Nul					
Qualité des sédiments			Respect des règles d'hygiène, de sécurité et d'environnement		Nulle	Non concerné				Nul			
Qualité de l'air			Peu de rejet en phase d'exploitation		Nulle	Non concerné				Nul			
Environnement sonore	Dans l'air		A 100 m : 55 dB		Nulle	Non concerné				Nul			
	Dans l'eau	Fondations gravitaires	Dépassement du bruit de fond - Plus de bruit en basse fréquence qu'en haute fréquence		Faible	Négatif	Direct	Permanent	Faible	Négatif	Direct	Permanent	Faible
		Fondations jackets	Dépassement du bruit de fond - Plus de bruit en haute fréquence qu'en basse fréquence		Faible	Négatif	Direct	Permanent	Faible	Négatif	Direct	Permanent	Faible
Electromagnétisme					Nulle	Non concerné				Non concerné			

5.3 LES IMPACTS EN PHASE DEMANTELEMENT

Analyse des impacts sur le milieu physique en phase démantèlement (1/2)												
Thème	Nature de l'effet		Sensibilité	Effets				Impacts				
				Nature	Nature	Durée	Degré	Nature	Nature	Durée	Degré	
Géologie	Fondations gravitaires	Pas d'altération de la structure du sol		Nulle	Non concernée				Nul			
	Fondations jackets	Les pieux sont laissés dans le sol		Nulle	Négatif	Direct	Permanent	Faible	Nul			
	Câbles inter-éoliennes	Pas d'altération de la structure du sol		Nulle	Non concernée				Nul			
Agents hydrodynamiques	Vents	Pas de modification		Nulle	Non concernée				Nul			
	Courants de marée	Pas de perturbation		Nulle	Non concernée				Nul			
	Agitations	Pas de perturbation		Nulle	Non concernée				Nul			
Evolution des fonds	Modification des processus hydrosédimentaires	Pas de modification des agents hydrodynamiques et donc des processus hydrosédimentaires		Nulle	Non concernée				Nul			
Bathymétrie	Fondations gravitaires	Modification de la bathymétrie suite, à la reprise de l'embase et des enrochements		Nulle	Négatif	Direct	Temporaire	Moyen	Nul			
	Fondations jackets	Pas de modification de la morphologie des fonds		Nulle	Non concernée				Nul			
	Câbles inter-éoliennes	Légère modification de la morphologie des fonds pendant lors de la reprise des câbles		Nulle	Négatif	Direct	Temporaire	Faible	Nul			
Nature des fonds	Remise en suspension et dépôt de fine	Fondations gravitaires	Remise en suspension lors de la reprise des enrochements et du dépôt des déblais de ballastage	Faible	Négatif	Direct	Temporaire	Faible (+)	Négatif	Direct	Temporaire	Faible (+)
		Fondations jackets	Très peu de remise en suspension	Faible	Non concernée				Nul			
		Câbles inter-éoliennes	Très peu de remise en suspension lors de la reprise du câble	Faible	Non concernée				Nul			
	Remaniement des fonds	Fondations gravitaires	Remaniement des fonds lors de la dépose des déblais de ballastage....	Faible	Négatif	Direct	Temporaire	Faible	Négatif	Direct	Temporaire	Faible
		Fondations jackets	Pas de remaniement des fonds lors de la découpe des pieux	Faible	Non concernée				Nul			
		Câbles inter-éoliennes	Très peu remaniement des fonds lors de la reprise des câbles	Faible	Non concernée				Nul			

Analyse des impacts sur le milieu physique en phase démantèlement (2/2)												
Thème	Nature de l'effet		Sensibilité	Effets				Impacts				
				Nature	Nature	Durée	Degré	Nature	Nature	Durée	Degré	
Qualité des eaux et zones conchylicoles	Fondations gravitaires		Remise en suspension non négligeable lors des dragages mais du même ordre de grandeur que les conditions naturelles	Moyen	Non concerné				Nul			
	Fondations jackets		Très peu de remise en suspension	Moyen	Non concerné				Nul			
	Câbles inter-éoliennes		Très peu de remise en suspension	Moyen	Non concerné				Nul			
Qualité des sédiments	Au niveau de la zone d'implantation		Pollution accidentelle (liquides et solides) : formation du personnel et respect des règles d'hygiène, de sécurité et d'environnement	Nulle	Non concerné				Nul			
Qualité de l'air	Fondations gravitaires		Lors des travaux, les nombreux navires présents sur zone occasionnent une augmentation des gaz	Nulle	Négatif	Direct	Temporaire	Faible	Nul			
	Fondations jackets		Lors des travaux, les nombreux navires présents sur zone occasionnent une augmentation des gaz	Nulle	Négatif	Direct	Temporaire	Faible	Nul			
	Câbles inter-éoliennes		Lors des travaux, les nombreux navires présents sur zone occasionnent une augmentation des gaz	Nulle	Négatif	Direct	Temporaire	Faible	Nul			
Environnement sonore	Dans l'air		A 2000 mètres l'émergence est d'environ 3 dB	Nulle	Négatif	Direct	Temporaire	Faible	Nul			
	Dans l'eau	Fondations gravitaires	Le bruit est principalement occasionné par la présence des navires	Faible	Négatif	Direct	Temporaire	Moyen	Négatif	Direct	Temporaire	Faible
		Fondations jackets	Le bruit est principalement occasionné par la présence des navires	Faible	Négatif	Direct	Temporaire	Moyen	Négatif	Direct	Temporaire	Faible
		Câbles inter-éoliennes	Le bruit est principalement occasionné par la présence des navires	Faible	Négatif	Direct	Temporaire	Faible	Négatif	Direct	Temporaire	Faible
Electromagnétisme			Augmentation du champ électromagnétique	Nulle	Non concerné				Nul			

6 FICHE SIGNALÉTIQUE ET DOCUMENTAIRE

Renseignements généraux concernant le document envoyé	
Titre de l'étude	Synthèse de l'expertise « milieu physique »
Nombre de pages/planches	26 pages
Maître d'Ouvrage	
N° marché / Date de notification	

Historique des envois				
Documents envoyés	Exemplaires papier	Exemplaires CD-ROM	Date d'envoi	N° récépissé
Rapport provisoire				
Rapport définitif				

Intervenants dans l'élaboration des documents
Jérôme Gasnier (rédacteur)

Réunions, visites			
Objet	Date	Intervenants	Lieu
Réunion de cadrage			
Réunion d'étape			
Réunion de rendu			

Contrôle Qualité		
	Niveau 1	Niveau 2
Contrôlé par	Hervé Bizien	Anne-Laure Milhe
Date	21/02/2013	21/02/2013
Signature		