

# Eoliennes Offshore du Calvados



## **SYNTHESE DE L'EXPERTISE « ANALYSE DES BIOCENOSSES BENTHIQUES 2009 »**

Projet de parc éolien en mer au large de Courseulles-sur-Mer (Calvados)

**RAPPORT DEFINITIF**



In Vivo- 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

Claire Etienne                      Chargée d'études, océanologue

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 MEDITERRANEE  
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](mailto:info@invivo-environnement.com)  
Site web : [www.invivo-environnement.com](http://www.invivo-environnement.com)

## Table des matières

<b>1</b>	<b>PREAMBULE</b> .....	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE</b> .....	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>DESCRIPTIF DU PROJET</b> .....	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>GENERALITES SUR LES BIOCENOSSES BENTHIQUES</b> .....	<b>9</b>
	4.1.1 <i>Macrobenthos</i> .....	9
	4.1.2 <i>Contexte bio-sédimentaire de la Baie de Seine</i> .....	9
	4.1.3 <i>Etat écologique général</i> .....	11
<b>5</b>	<b>METHODOLOGIE DE LA CAMPAGNE DE PRELEVEMENTS</b> .....	<b>12</b>
5.1	PRELEVEMENTS A LA BENNE.....	12
5.2	PRELEVEMENTS AU CHALUT A PERCHE.....	14
	5.2.1 <i>Traitement des données</i> .....	14
<b>6</b>	<b>RESULTATS DE LA CAMPAGNE DE PRELEVEMENTS</b> .....	<b>16</b>
6.1	RESULTATS DES PRELEVEMENTS A LA BENNE.....	16
	6.1.1 <i>Abondance et richesse spécifique</i> .....	16
	6.1.2 <i>Indices de diversité</i> .....	16
	6.1.3 <i>Indices écologiques</i> .....	16
	6.1.4 <i>Classification des peuplements</i> .....	16
6.2	RESULTATS DES PRELEVEMENTS AU CHALUT A PERCHE.....	17
	6.2.1 <i>Abondance et richesse spécifique</i> .....	17
<b>7</b>	<b>LES IMPACTS DU PROJET SUR LES BIOCENOSSES BENTHIQUES</b> .....	<b>19</b>
7.1	LES IMPACTS EN PHASE TRAVAUX.....	19
7.2	LES IMPACTS EN PHASE EXPLOITATION.....	20
7.3	LES IMPACTS EN PHASE DEMANTELEMENT.....	21
<b>8</b>	<b>FICHE SIGNALÉTIQUE ET DOCUMENTAIRE</b> .....	<b>23</b>

## Liste des figures

---

<i>Figure 1 : Une espèce endogée à droite (Terebellides stroemi) et épigée à gauche (Aequipecten opercularis)</i>	9
<i>Figure 2 : Etat des peuplements de la Baie de Seine suivant l'AMBI (Source: Dauvin, 2006)</i>	11
<i>Figure 3 : Plans de positionnement des prélèvements à la benne (à gauche) et au chalut à perche (à droite)</i>	12
<i>Figure 4 : base écologique de l'indice AMBI (source : A.Borja)</i>	15
<i>Figure 5 : Chaetozone caputesocis (ver annélide polychète) Source : IN VIVO</i>	16
<i>Figure 6 : Fortes densités d'Ophiothrix fragilis observées sur un trait de chalut (Source: IN VIVO)</i>	17
<i>Figure 7 : Exemple de colonisation des fondations d'éoliennes offshore au Danemark</i>	21

## Liste des tableaux

---

<i>Tableau 1 : Tableau récapitulatif des biocénoses rencontrées et leur codification EUNIS (2004)</i>	17
<i>Tableau 2 : Tableau récapitulatif des biocénoses rencontrées et leur codification EUNIS (2004)</i>	17
<i>Tableau 3 : Tableau récapitulatif des biocénoses rencontrées et leur codification EUNIS (2004)</i>	18
<i>Tableau 4 : Enchaînement des fixations des peuplements sessiles</i>	20

## Liste des planches

---

<i>Planche 1 : Solution retenue pour l'implantation des éoliennes en Baie de Seine</i>	8
<i>Planche 2 : Entités bio-sédimentaires de la Baie de Seine (source REBENT)</i>	10
<i>Planche 3 : Mise en œuvre embarquée des prélèvements à la benne (IN VIVO)</i>	13
<i>Planche 4 : Mise en œuvre des analyses bio-sédimentaires au laboratoire (IN VIVO)</i>	13
<i>Planche 5 : Mise en œuvre embarquée des prélèvements au chalut à perche (IN VIVO)</i>	14

## 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 « Analyse des biocénoses benthiques » 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

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, envisageait l'implantation de 50 aérogénérateurs d'une puissance unitaire de 5 à 6 MW, un poste électrique de transformation, et un mât de mesure de vent. La centrale était alors reliée au continent par un câble, à créer sous la compétence de RTE (gestionnaire du réseau de transport de l'électricité), qui aurait rejoint le poste source de Ranville par un tracé souterrain.

IN VIVO s'est vu confié en 2009 la réalisation d'une étude sur les biocénoses benthiques de la Baie de Seine.

Le présent document constitue une synthèse de cette étude menée par In Vivo en 2009 dans le cadre du projet de parc éolien en mer au large de Courseulles-sur-Mer, porté par la société Poweo. Il s'agissait de renseigner l'état écologique des biocénoses benthiques en Baie de Seine et sur la zone d'implantation du projet et de déterminer les impacts du parc éolien sur ces biocénoses.

### Avertissement

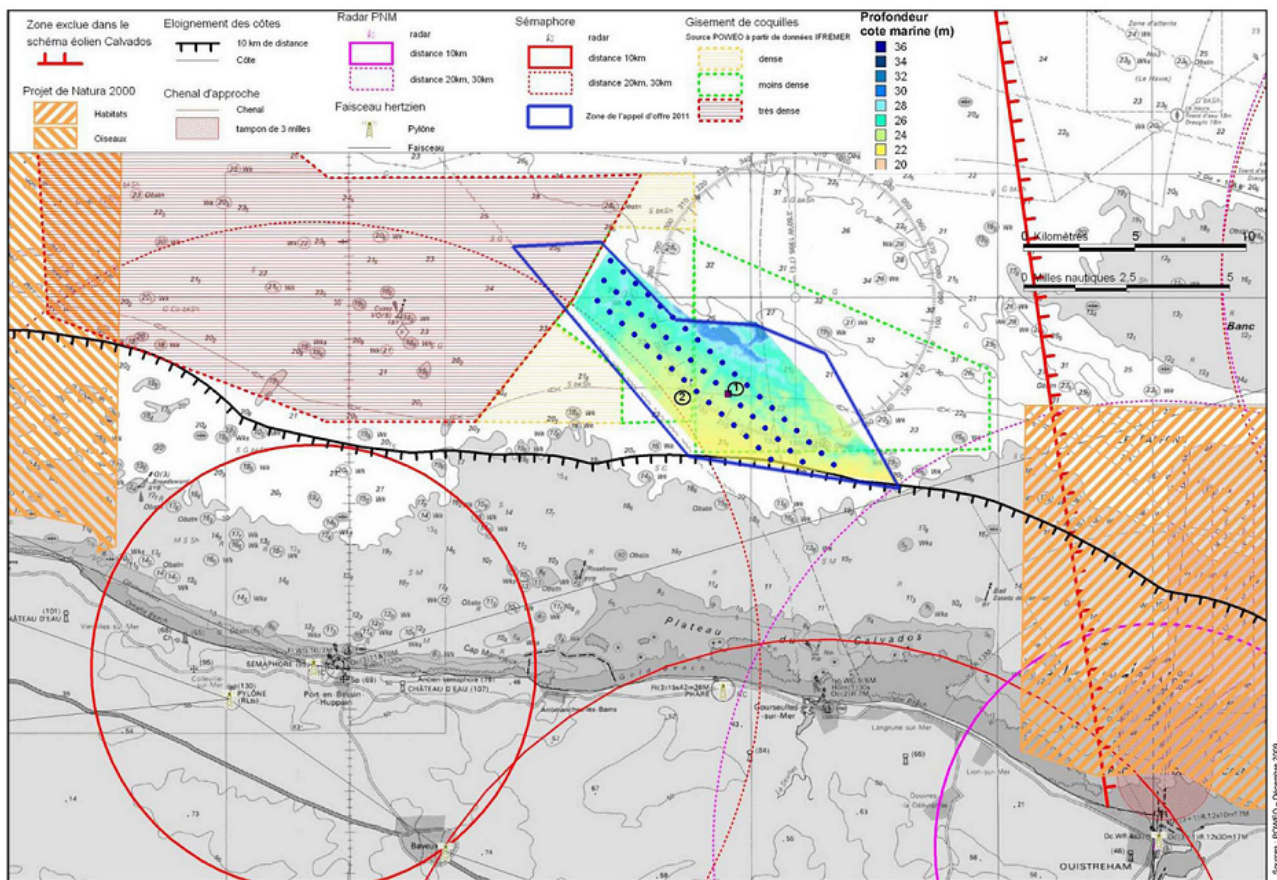
Les données décrites dans cette synthèse ont simplement été retranscrites de l'étude de 2009 et n'ont pas fait l'objet d'une mise à jour. Elles correspondent aux données disponibles au moment de la mise en œuvre de cette campagne et de la rédaction de l'étude en décembre 2009 ; elles décrivent l'état écologique des biocénoses benthiques au moment de la réalisation de cette étude.

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



### 3 DESCRIPTIF DU PROJET

Le projet de centrale éolienne en Baie de Seine, tel qu'il avait été défini en 2009, comportait 50 aérogénérateurs, un poste électrique et un mât de mesure de vent. Les éoliennes étaient implantées sur 3 lignes orientées au nord-ouest permettant un effet de perspective ou de transparence selon les points de vue. Les éoliennes étaient disposées dans des profondeurs d'eau allant de 22,4 à 27,8 m, ramenées au zéro hydrographique. Les travaux étaient prévus entre les mois d'avril et de septembre et s'étalaient sur une période de 3 ans.



*Planche 1 : Solution retenue pour l'implantation des éoliennes en Baie de Seine*

Pour ne conserver qu'un seul câble au lieu de 10, il avait été retenu la création d'un poste de transformation en mer.

Le type de fondations n'avait pas été défini parmi les techniques disponibles et adaptables.



## 4 GENERALITES SUR LES BIOCENOSSES BENTHIQUES

Les **biocénoses benthiques** (ensemble des êtres vivants coexistant dans un espace marin défini) sont caractéristiques d'un milieu. Elles sont déterminées par les **conditions environnementales** comme la **nature du substrat** (roche, graviers, sable...), le **mode d'exposition à la houle et aux courants**, la **profondeur** (qui influe sur la température et l'éclairement) et les **apports d'eau douce** par les rivières (influant sur la salinité, la turbidité etc ...) conjuguées aux **relations de dépendance entre les organismes benthiques** (nourriture, abris ...) (REBENT.org).

### 4.1.1 Macrobenthos

- Le **macrobenthos des substrats meubles** regroupe tous les animaux de taille supérieure à 1 mm vivant dans le sédiment (faune endogée) ou à sa surface (faune épigée). La nature physique du sédiment et les paramètres environnementaux (comme la teneur en matière organique) structurent les communautés benthiques des substrats meubles.



Figure 1 : Une espèce endogée à droite (*Terebellides stroemi*) et épigée à gauche (*Aequipecten opercularis*)  
(Source : IN VIVO)

- Le **macrobenthos des substrats durs** est composé par tous les organismes vivants de taille supérieure à 1 mm libres ou fixés, présents sur les zones rocheuses (algues, communautés animales vivant attachées au substrat ou bien capables de se déplacer).

### 4.1.2 Contexte bio-sédimentaire de la Baie de Seine

La Baie de Seine est soumise à de forts courants de marée. Cet important hydrodynamisme influe et conditionne la nature bio-sédimentaire des fonds marins. La majeure partie de ces fonds est composée par des sédiments grossiers à dominance caillouto-graveleuse ou sablo-graveleuse. Les surfaces couvertes par les sédiments sableux se trouvent restreintes à quelques enclaves discontinues (soit des bancs dunaires, soit des sables fins envasés à la côte ou au débouché des fleuves et cours d'eau). Dans la partie orientale de la Baie se trouve la surface de sables fins envasés la plus importante des côtes françaises de la Manche.

#### 4.1.2.1 Entités biocénologiques

De ce fait, deux grands ensembles bio-sédimentaires sont présents :

- L'ensemble bio-sédimentaire des fonds grossiers, majoritaires et situés le plus au large (cailloutis plus ou moins graveleux et graviers plus ou moins ensablés) ;
- L'ensemble bio-sédimentaire des fonds sableux, plus à la côte (sables fins à moyens dunaires, sables fins plus ou moins envasés, sédiments hétérogènes sous influence de vases très fines et de vases sableuses d'estuaires).

Ces grands ensembles se déclinent en une série de faciès bio-sédimentaires bien particuliers présentés sur la carte de synthèse ci-après. Le faciès représenté par les bancs d'ophiures *Ophiuthrix fragilis* sur les fonds grossiers est très présent et peut coloniser de grands espaces.

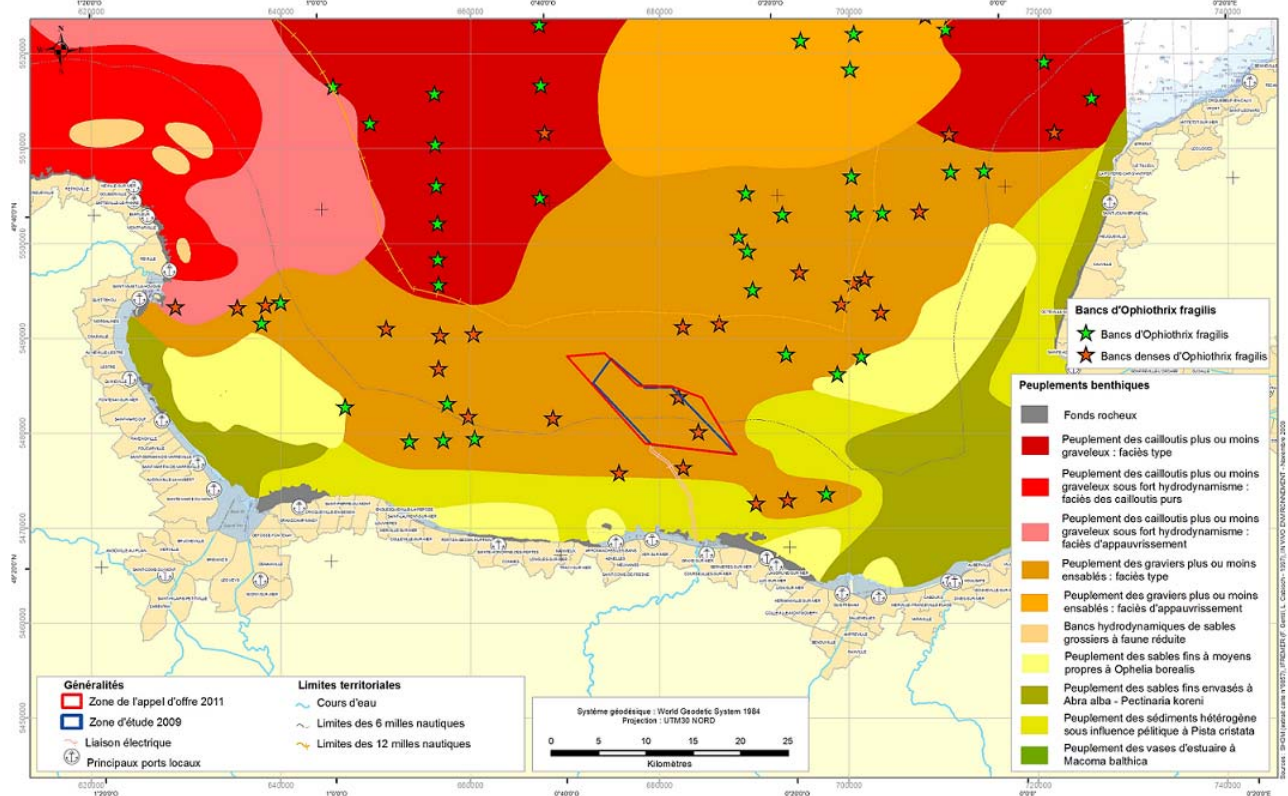


Planche 2 : Entités bio-sédimentaires de la Baie de Seine (source REBENT)

### 4.1.3 Etat écologique général

La Baie de Seine représentant un modèle d'étude intéressant par la diversité et la répartition des entités biocénétiques, de nombreuses études avaient été menées sur la zone. De nombreuses données sur la qualité écologique de la baie (constitution de la base de données MABES<sup>1</sup>) étaient donc disponibles et ont pu être exploitées. L'indice écologique AMBI (AZTI Marine Biotic Index) montre que les peuplements benthiques en Baie de Seine sont dans un état écologique bon ou excellent. Cet indice, préconisé dans le cadre des suivis de la Directive Cadre européenne sur l'Eau, est basé sur le ratio des différents groupes trophiques. Il permet la classification de la qualité écologique des eaux littorales par l'analyse des proportions de l'abondance des groupes écologiques en fonction de leur sensibilité au stress environnemental.

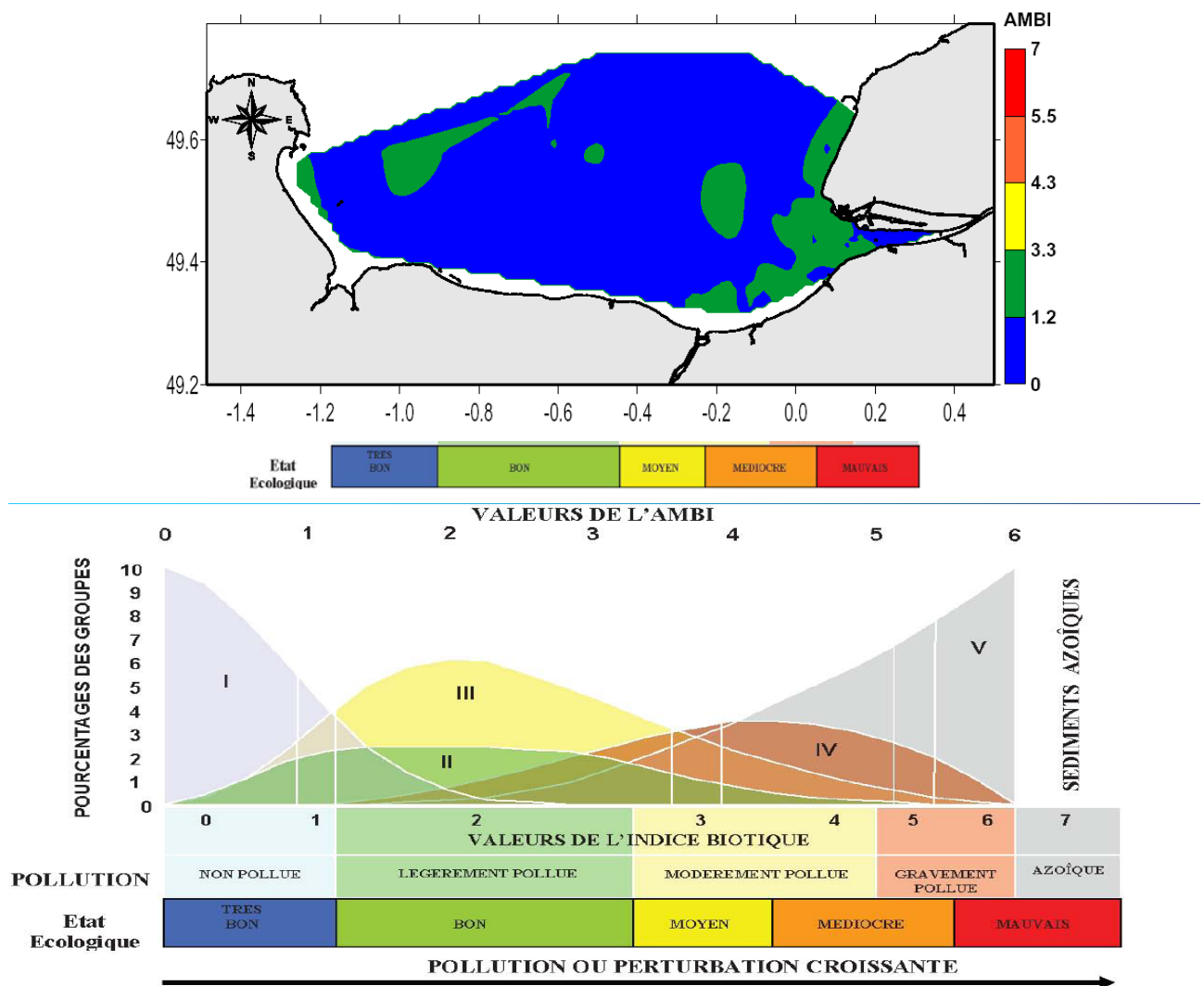


Figure 2 : Etat des peuplements de la Baie de Seine suivant l'AMBI (Source: Dauvin, 2006)

<sup>1</sup> MABES : MAcrobenthos Baie et Estuaire de Seine

## 5 METHODOLOGIE DE LA CAMPAGNE DE PRELEVEMENTS

Les études menées par IN VIVO ont permis d'acquérir des données biologiques dans le périmètre de la zone d'étude (zone d'implantation du parc éolien) et sur le passage du câble.

Les biocénoses des substrats meubles ont été identifiées par deux méthodes complémentaires :

- La caractérisation de l'**endofaune subtidale** (espèces benthiques vivant dans les sédiments) par des prélèvements à la benne selon le plan d'échantillonnage établi. Ce dernier était constitué de 30 stations réparties sur la zone d'étude dont 3 situées sur le tracé du câble.
- La caractérisation des **épibioses subtidales** (espèces vivant à la surface des sédiments) et des espèces **vagiles** (espèces mobiles). Elles ont été décrites grâce à une campagne de prélèvements au chalut à perche effectuée en parallèle. Le plan d'échantillonnage était constitué de 10 traits de chalut.

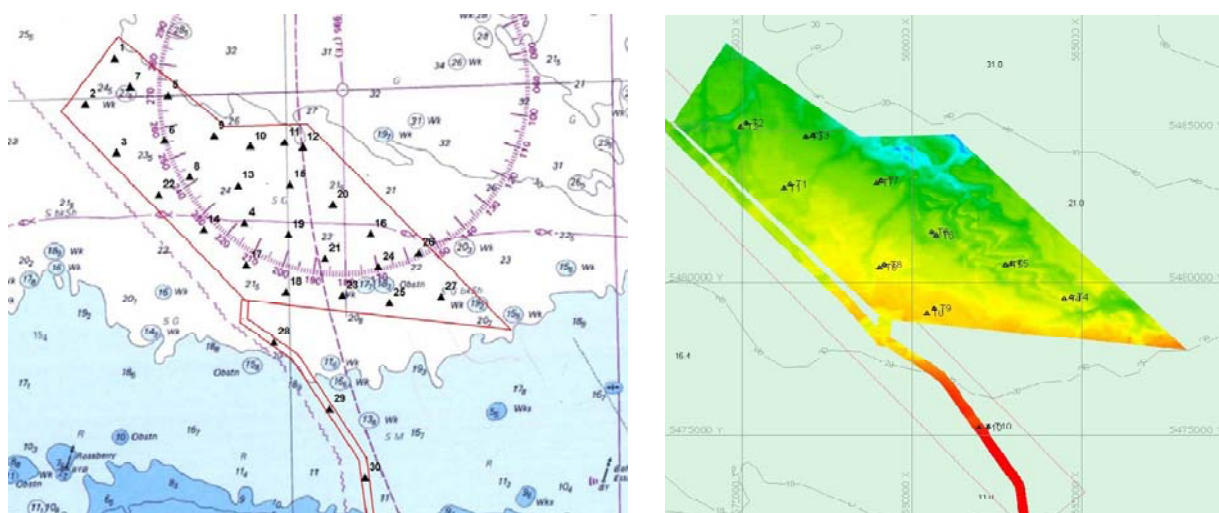


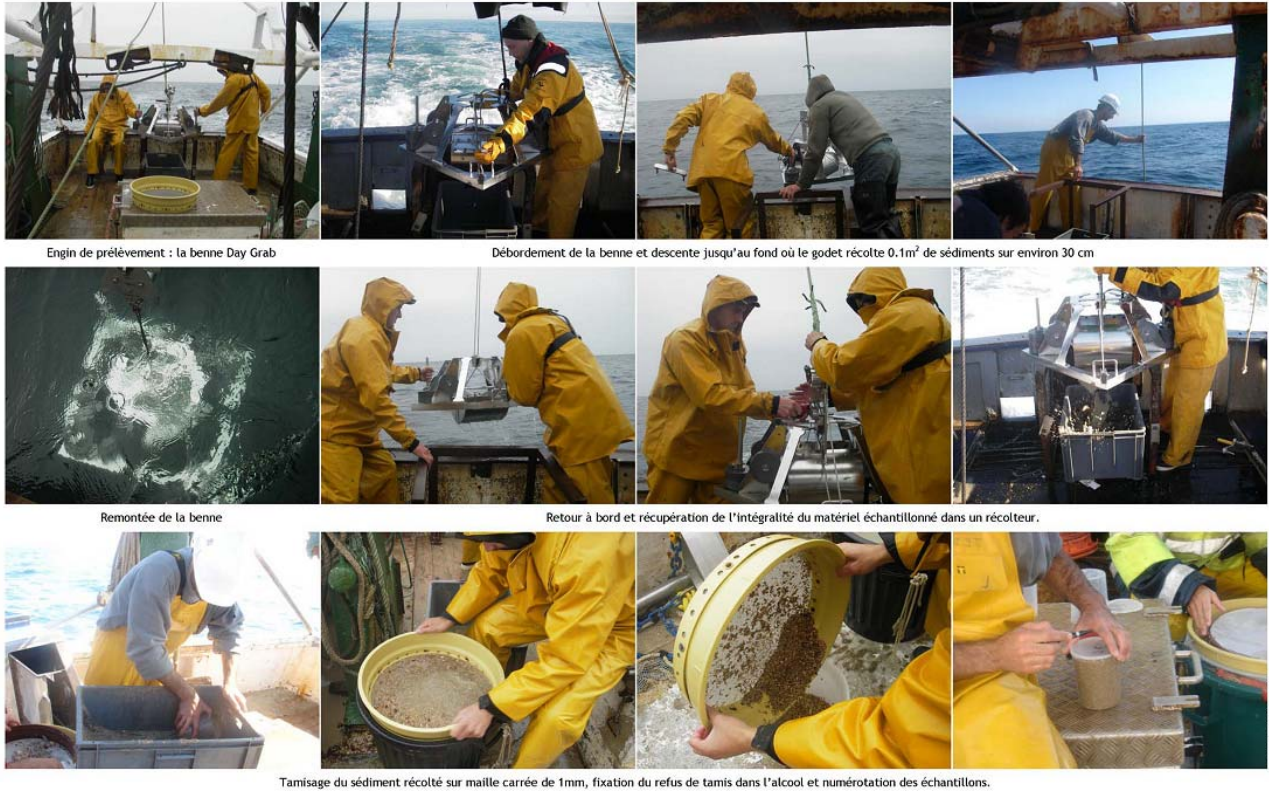
Figure 3 : Plans de positionnement des prélèvements à la benne (à gauche) et au chalut à perche (à droite)

### 5.1 PRELEVEMENTS A LA BENNE

Les prélèvements ont été réalisés à l'aide d'une benne Day-Grab. Elle permet l'échantillonnage de 1/10 m<sup>2</sup> de sédiment à chaque coup de benne, surface « normée » dans les protocoles (conformément à la norme ISO 16665 et suivant les préconisations de la procédure REBENT) de prélèvement du macrobenthos. Trois prélèvements ont été effectués sur chaque station.

Les échantillons ont été tamisés sur tamis de maille carrée de 1 mm, cette taille permettant de ne sélectionner que la macrofaune du sédiment.

Les échantillons, conservés dans l'alcool à 70°, ont ensuite été triés en laboratoire afin de récupérer les organismes vivants pour qu'ils soient identifiés sous loupe binoculaire.



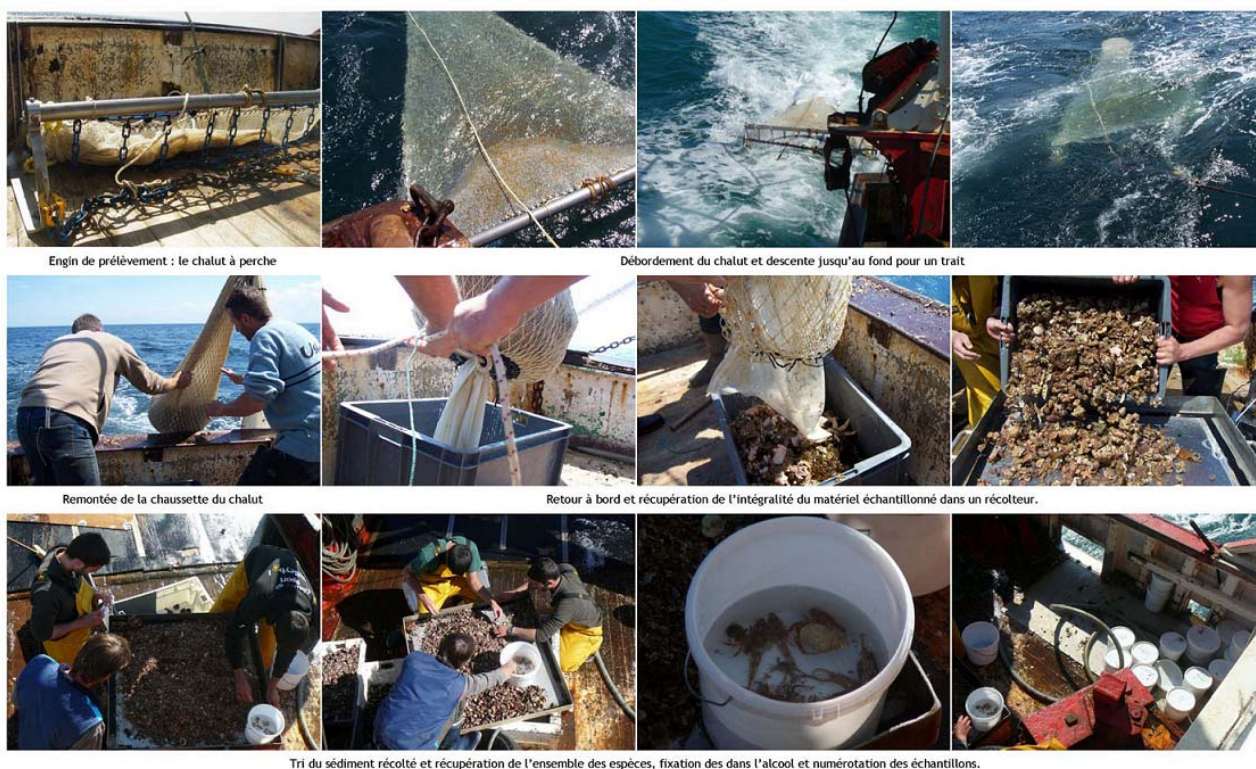
*Planche 3 : Mise en œuvre embarquée des prélèvements à la benne (IN VIVO)*



*Planche 4 : Mise en œuvre des analyses bio-sédimentaires au laboratoire (IN VIVO)*

## 5.2 PRELEVEMENTS AU CHALUT A PERCHE

Le prélèvement au chalut à perche permet de capturer les espèces dont la densité est trop faible pour qu'elles soient bien appréhendées avec la benne ou celles pour lesquelles cette méthode n'est pas appropriée (fuite au contact de la benne). Cet outil, complémentaire de la benne, a pour objectif une description qualitative des espèces en présence sur les épibioses et d'affiner la description du peuplement de la zone d'étude. La longueur des traits de chalut varie entre 160 et 290 m.



*Planche 5 : Mise en œuvre embarquée des prélèvements au chalut à perche (IN VIVO)*

### 5.2.1 Traitement des données

L'exploitation des données benthiques acquises au cours des campagnes à la mer s'appuie au final sur :

- La caractérisation des peuplements par les **indices de diversité** (Indices de Shannon et d'équitabilité) ;
- La **structure des peuplements** (abondance et richesse spécifique selon les groupes zoologiques) ;
- La caractérisation de l'état général de ces peuplements et de leur sensibilité dans le temps (espèces indicatrices). Les groupes écologiques des espèces en présence ont été identifiés pour pouvoir déterminer les indices AMBI (voir 3.1.3) et BENTIX (adaptation de l'AMBI se basant uniquement sur l'analyse des proportions d'espèces sensibles et d'espèces tolérantes).
- La comparaison avec les données biologiques et bibliographiques disponibles sur les zones marines proches.

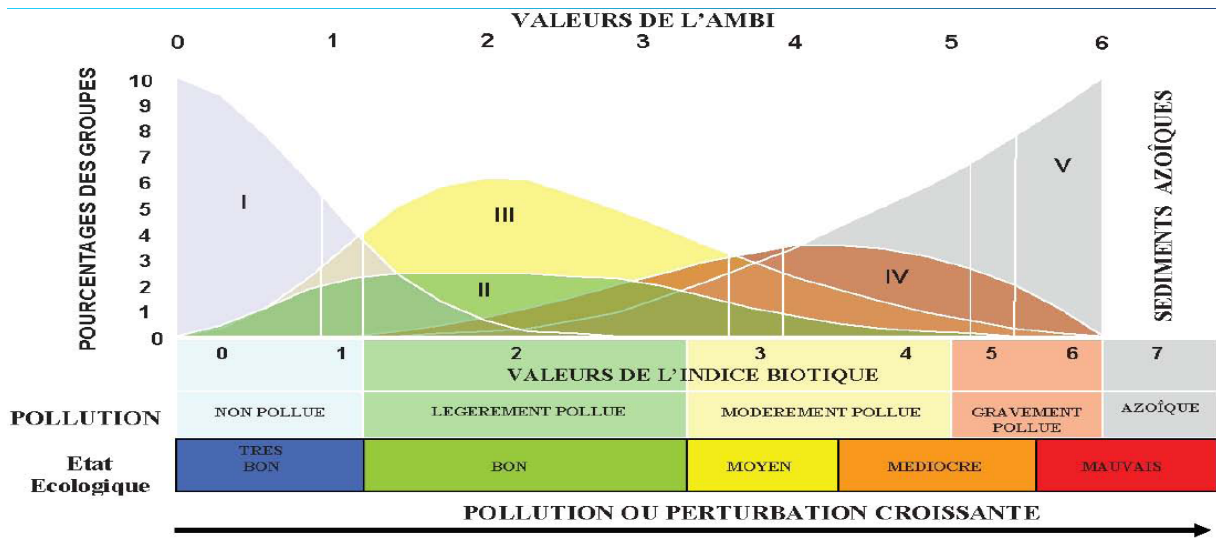


Figure 4 : base écologique de l'indice AMBI (source : A.Borja)

## 6 RESULTATS DE LA CAMPAGNE DE PRELEVEMENTS

### 6.1 RESULTATS DES PRELEVEMENTS A LA BENNE

#### 6.1.1 Abondance et richesse spécifique

- Sur les 27 stations localisées dans la zone d'étude, 147 espèces appartenant à 6 groupes zoologiques ont été répertoriées (le groupe des vers annélides étant le plus diversifié). La richesse spécifique moyenne sur l'ensemble de ces stations est de 28 espèces.
- Sur les 3 stations situées sur le tracé du câble, 66 espèces appartenant à 6 groupes zoologiques ont été répertoriées (le groupe des vers annélides étant le plus diversifié). La richesse spécifique moyenne sur l'ensemble de ces stations est de 29 espèces.



Figure 5 : *Chaetozone caputesocis* (ver annélide polychète) Source : IN VIVO

#### 6.1.2 Indices de diversité

- Les indices de diversité (Shannon et équitabilité) montrent un peuplement bien diversifié sur l'ensemble des 30 stations et dont la répartition du nombre des individus au sein des différentes espèces est équitablement répartie. Cela correspond à un milieu équilibré du point de vue de cette répartition et de la structuration des communautés.

#### 6.1.3 Indices écologiques

- L'analyse des indices écologiques des 30 stations, basés sur les caractéristiques trophiques des espèces, montre par leurs valeurs faibles (AMBI) ou fortes (BENTIX) que le milieu est peu à non-perturbé. Il faut noter la forte représentation des espèces dites « polluo-sensibles » par rapport à celles dites « opportunistes ». La détermination de ces indices peut ainsi servir de base pour un éventuel suivi de la zone du point de vue de l'évolution des peuplements benthiques.

Les stations investiguées sont donc dans un bon état écologique selon les critères de la DCE.

#### 6.1.4 Classification des peuplements

- Suite à l'échantillonnage effectué sur la zone d'étude du projet (zone d'implantation du parc), les peuplements en présence ont été classifiés selon la typologie EUNIS (2004). EUNIS est une référence européenne de classification hiérarchique des habitats pour les domaines terrestres, dulçaquicoles et marins.



Dénomination de la biocénose	CODE EUNIS
Sédiments grossiers circalittoraux	A5.13
Sédiment grossier sablo-graveleux à bivalves venerides, <i>Lumbrineris sp. et Mediomastus fragilis</i>	A5.132
Sédiment grossier sablo-graveleux à <i>Branchiostoma lanceolatum</i>	A5.135
Peuplement de sédiments hétérogènes circalittoraux	A5.44
Banc d'Ophiures <i>Ophiothrix fragilis</i>	A5.445

Tableau 1 : Tableau récapitulatif des biocénoses rencontrées et leur codification EUNIS (2004)

- Concernant les stations du tracé du câble, il est difficile d'effectuer une classification des peuplements en présence. La faible abondance sur chaque station rend compliquée la caractérisation des milieux. Il semble toutefois que les mêmes milieux que ceux de la zone d'étude aient été observés.

Dénomination de la biocénose	CODE EUNIS
Sédiments grossiers circalittoraux	A5.13
Sédiment grossier sablo-graveleux à bivalves venerides, <i>Lumbrineris sp. et Mediomastus fragilis</i>	A5.132
Peuplement de sédiments hétérogènes circalittoraux	A5.44

Tableau 2 : Tableau récapitulatif des biocénoses rencontrées et leur codification EUNIS (2004)

## 6.2 RESULTATS DES PRELEVEMENTS AU CHALUT A PERCHE

### 6.2.1 Abondance et richesse spécifique

- La campagne de chalutage a permis de recenser 5073 individus de 58 espèces, réparties dans 7 groupes zoologiques. Le trait de chalut n°4 situé au sud-est de la zone doit être considéré séparément ; en effet durant ce trait, le chalut fut rempli presque exclusivement de l'ophiure d'*Ophiothrix fragilis*. Seule une estimation d'environ 198 000 individus fut possible.



Figure 6 : Fortes densités d'*Ophiothrix fragilis* observées sur un trait de chalut (Source: IN VIVO)

Le but premier de cette prospection au chalut à perche est d'effectuer une description qualitative des peuplements en présence et de révéler d'éventuelles différences au sein de la zone d'étude.

### 6.2.1.1 Description écologique de la zone d'étude

- Les épibioses du périmètre d'étude sont caractéristiques des zones soumises à de forts courants de marée. Elles sont majoritairement peuplées d'espèces tolérantes à ces conditions contraignantes. La faune fixée est dominée par l'association d'alcyons, d'hydriaires dressés et de vers à tubes calcaires.
- Dans les interstices des cailloutis et sur le substrat vit une faune vagile (qui se déplace en « rampant » sur le fond) dominée en termes de diversité par des crustacés de petite taille et par des échinodermes parfois très nombreux (l'oursin *Psammechinus miliaris*, l'Ophiure *Ophiothrix fragilis*). La richesse spécifique de la zone est relativement importante du fait de la diversité des habitats potentiels créés par la présence de ces cailloutis.
- L'utilisation du chalut à perche a permis d'observer très localement un peuplement caractéristique de la Baie de Seine : les bancs denses à *Ophiothrix fragilis*. Celui-ci se caractérise par des densités très fortes supérieures à 400 individus/m<sup>2</sup>.

### 6.2.1.2 Classification des peuplements

La biocénose en place dans la zone d'étude peut se développer dans l'infralittoral (zone comprise entre les basses mers de vives eaux et la limite compatible avec la vie des plantes à fleurs marines) aussi bien que dans le circalittoral (zone sur le plateau continental, dont la limite profonde est compatible avec la vie des algues qui ont besoin de peu de lumière pour se développer). Elle est décrite dans la typologie EUNIS 2004 sous la dénomination *Sédiments hétérogènes circalittoraux*. Au vu des espèces en présence retrouvées sur la zone, le niveau d'expression de la biocénose est jugé bien exprimée.

Dénomination de la biocénose	CODE EUNIS
Peuplement de sédiments hétérogènes circalittoraux	A5.44
Sédiments hétérogènes circalittoraux avec couverture en <i>Flustra foliacea</i> et <i>Hydrallmania falcata</i>	A5.444
Banc d'Ophiures <i>Ophiothrix fragilis</i>	A5.445

Tableau 3 : Tableau récapitulatif des biocénoses rencontrées et leur codification EUNIS (2004)

## 7 LES IMPACTS DU PROJET SUR LES BIOCENOSSES BENTHIQUES

### 7.1 LES IMPACTS EN PHASE TRAVAUX

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). Les impacts potentiels des travaux sur les communautés benthiques des substrats meubles ont été évalués et sont présentés ci-après.

- **La remise en suspension de particules sédimentaires** : elle est essentiellement engendrée par, l'ensouillage des câbles d'une part, et par la pose des fondations des éoliennes d'autre part.
  - **Augmentation de la turbidité** : l'augmentation de la turbidité peut avoir un impact sur certains organismes du milieu marin. Ces effets sont plus marqués pour les communautés végétales et pour certains animaux appartenant à la faune sessile des substrats durs. En revanche, la faune benthique de substrat meuble, enfouie dans le sédiment ou résidant à sa surface, ne subit pas les effets d'une variation de pénétration de la lumière.

L'augmentation de la turbidité n'a donc pas d'impact sur les organismes benthiques de substrats meubles quel que soit le type d'ouvrage envisagé.

- **Enrichissement du milieu** : la remise en suspension des sédiments peut également influencer sur la charge en matière organique du milieu. Cette augmentation de la charge organique peut également perturber l'état des communautés benthiques en favorisant certaines espèces par rapport à d'autres. Les valeurs obtenues lors de l'analyse de la teneur en matière organique (COT) des sédiments sont très faibles. Ainsi, un enrichissement du milieu dû à la seule remise en suspension de ces particules sédimentaires est peu probable.

Une modification de la structure du peuplement benthique sous la seule influence de l'enrichissement en matière organique est peu probable sur la zone de projet.

- **Dépôt des particules sédimentaires** : lors de la remise en suspension de matériel sédimentaire, les particules les plus fines subissent des déplacements très importants ; la sédimentation de ces particules peut influencer sur le type de peuplement en favorisant l'implantation d'espèces opportunistes et en faisant disparaître les espèces non-tolérantes (mortalité de la faune fixée...).

Vu les résultats des analyses granulométriques, les sédiments de la zone d'implantation contiennent peu de sédiments fins, la remise en suspension peut être estimée très faible en phase de travaux et n'altérer que très faiblement les biocénoses benthiques et sur une courte durée.

- **Destruction directe** : La pose des fondations et des câbles implique un certain remaniement du sol qui engendre une altération voire une destruction directe des espèces benthiques en présence. Les espèces non-mobiles subiront alors des effets négatifs. La recolonisation du milieu par les organismes benthiques sera possible rapidement à partir des individus proches de la zone, le cas échéant lors de la phase de recrutement suivante.

Les effets sur les biocénoses benthiques de substrats meubles liés à la destruction directe sont forts mais limités ; en effet ils induisent une mortalité directe des individus mais les espaces concernés seront recolonisés rapidement après la phase de travaux.

- **Nuisances sonores et vibrations** : les peuplements macrobenthiques sont peu perturbés par les nuisances sonores et les vibrations car ils sont peu sensibles aux stimuli sonores.

Compte-tenu des caractéristiques des espèces macrobenthiques de substrat meuble, les effets du son et des vibrations sont négligeables.

## 7.2 LES IMPACTS EN PHASE EXPLOITATION

La mise en place de structures solides dans un espace marin va engendrer la colonisation de ces dernières par des organismes vivants. Ce phénomène dit « effet récif » est régi par des processus complexes et se décompose en phases successives.

Mois	Groupes
Hiver	Fixations minimales, Bryozoaires essentiellement
Printemps	Balanes, <i>Pomatoceros</i> , quelques Hydraires
Eté	Grande diversification de fixation d'espèces (optimum)
Automne	Bryozoaires, Hydraires

Tableau 4 : Enchaînement des fixations des peuplements sessiles



Figure 7 : Exemple de colonisation des fondations d'éoliennes offshore au Danemark

(Source : DEA, ©Maks Klaustrup)

Cet « effet récif » implique d'autres impacts que la colonisation des structures mises en place :

- Perte d'habitat pour les espèces initialement présentes due à l'implantation des embases : la surface de ces constructions correspond à une perte d'habitat permanente pour les espèces benthiques de substrat meuble.

L'implantation des structures des éoliennes va conduire une perte d'habitat pour les biocénoses benthiques de substrats meubles sur les surfaces concernées par ces implantations, sauf au niveau des câbles. En effet seuls les premiers centimètres de sédiments étant colonisés par l'endofaune, les câbles enfouis sous le fond marin n'engendrent pas de perte d'habitat pour ces espèces.

- Enrichissement du milieu (création d'un gradient de concentration organique) : ces effets sont liés au potentiel de colonisation des structures par les organismes benthiques (*fouling*). Certaines espèces dites 'polluo-sensibles', c'est-à-dire ne tolérant pas de modification importante de la qualité du milieu, auront ainsi tendance à disparaître au profit d'autres espèces plus tolérantes à cet enrichissement. L'enrichissement organique de l'écosystème benthique peut éventuellement provoquer un accroissement de la consommation d'oxygène par les sédiments et les rendre anoxiques (déficit en oxygène).

Les effets liés à l'enrichissement du milieu sur les peuplements benthiques de substrats meubles sont liés au potentiel de colonisation des structures (les câbles ne sont pas concernés) par les organismes benthiques (*fouling*) et sont jugés comme faibles.

- Favorisation de l'implantation d'espèces non-natives : les espèces exogènes introduites peuvent causer des perturbations sur les assemblages en place d'espèces locales. Ces espèces pourraient donc être favorisées sur ces structures nouvelles. Le risque réside alors dans le fait que les structures jouent le rôle de relais dans l'expansion des espèces invasives en proposant des substrats neufs pour leur installation. Toutefois, le nombre d'espèces concernées est potentiellement assez faible et aucune invasion biologique à proprement parlé (*i.e* crépidules) n'est escomptée.

Les effets liés à la favorisation de l'implantation d'espèces non-natives sont faibles (et nuls au niveau des câbles inter-éoliennes).

### 7.3 LES IMPACTS EN PHASE DEMANTELEMENT

---



Les communautés benthiques des substrats meubles peuvent potentiellement subir, durant la phase de démantèlement, des effets d'origines diverses. Comme détaillé dans la phase travaux, les dépôts de sédiments peuvent provoquer l'apparition d'espèces affiliées à un nouveau type sédimentaire, modifiant ainsi la composition du peuplement des biocénoses benthiques de substrats meubles.

La remise en suspension sera principalement causée par la reprise des enrochements, celle-ci étant toutefois limitée. Lors de la reprise des superstructures et des fondations, la remise en suspension de particules sera générée par les engins de travaux. Lors du désensouillage du câble, il y aura une légère remise en suspension de particules. L'impact est très localisé mais toutefois exercé sur un linéaire relativement important. Les effets liés à la remise en suspension de particules sédimentaires sur les biocénoses benthiques de substrats meubles sont moyens car ils sont temporaires.

## 8 FICHE SIGNALÉTIQUE ET DOCUMENTAIRE

Renseignements généraux concernant le document envoyé	
Titre de l'étude	Synthèse de l'expertise « biocénoses benthiques »
Nombre de pages/planches	19 pages/5 planches
Maître d'Ouvrage	Parc éolien en mer du Calvados
N° marché / Date de notification	4500018562-10 / 18/02/2013

Historique des envois				
Documents envoyés	Exemplaires papier	Exemplaires FTP	Date d'envoi	N° récépissé
Rapport provisoire		1	21/02/2013	
Rapport définitif		1	06/02/2013	0603/CE03

Intervenants dans l'élaboration des documents
Claire Etienne (rédacteurs)

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	20/02/2013	20/02/2013
Signature		