



*Ailes Marines SAS*

# "Lot n°4 de Saint-Brieuc"

N° 2011/S 126 - 208873

**APPEL D'OFFRES ÉOLIEN EN MER I** Janvier 2012



## Note D7 > Evaluation des Impacts Environnementaux

"L'énergie est notre avenir, économisons-la !"

## SYNTHESE NOTE D7

La présente note a pour but la réalisation d'une première évaluation des impacts potentiels du projet de parc éolien offshore sur la faune, la flore, les milieux naturels et le paysage. Le délai imparti pour monter le dossier-réponse à l'appel d'offre ne permettant pas de réaliser un état initial complet sur l'intégralité des cycles biologiques de la faune, cette étude s'appuie essentiellement sur les données bibliographiques disponibles et les enjeux identifiés devront être précisés par la réalisation d'un état initial exhaustif dans le cadre de l'étude d'impact sur l'environnement.

Cette évaluation a permis d'identifier des impacts potentiels moyens ou forts, que cela soit en phase chantier et/ou exploitation, pour les compartiments suivants :

- La qualité des eaux, qui ne devra pas être altérée lors des opérations de chantier
- Le Benthos, pour lequel une attention particulière devra être portée sur la dynamique des crépidules, espèce invasive, sur les surfaces remaniées
- Les oiseaux, la richesse avifaunistique de la baie étant avérée
- Les mammifères marins, le golfe Normando-Breton de part la présence, entres autres, de groupes de grands dauphins, du Marsouin commun et de phocidés
- Le paysage, de part un littoral de grande qualité paysagère et la présence de sites reconnus (Cap Erquy, Cap Fréhel, en particulier)

Le projet proposé par le Consortium IBERDROLA-EOLE-RES a été conçu suivant une logique d'optimisation technique et environnementale de façon à concevoir le projet de moindre impact.

En termes d'implantation, les éoliennes ont été éloignées des côtes autant que possible. Ce choix représente une mise à distance significative du littoral qui limite les impacts paysagers et avifaunistiques du projet, en particulier :

- vis-à-vis du Cap Erquy, site classé emblématique,
- vis-à-vis du Cap Fréhel, site classé emblématique abritant des colonies d'oiseaux à forte valeur patrimoniale



*Le Cap Fréhel et ses alentours (ici, vue sur la pointe du Jas), un ensemble de grande qualité paysagère*

En termes de choix de conception, la jacket est le type de fondation dont l'installation est la moins impactante et présentant la plus faible empreinte (7 m<sup>2</sup> par fondation). De même, le plan de câblage a été optimisé de façon à diminuer les perturbations liées à l'installation des câbles. Cette diminution des surfaces impactées réduira d'autant les incidences du projet sur les organismes vivants sur le fond (Benthos).



Toutes les précautions seront prises pour un impact minimal sur les mammifères marins  
(photo GECC)

Les nuisances sonores en phase chantier ont été identifiées comme un impact potentiel majeur sur la faune, mammifères en particulier. Pour réduire ces incidences potentielles :

Les opérations les plus bruyantes ne se feront qu'après vérification par des professionnels de l'absence de mammifères marins.

Le Consortium a choisi de privilégier le forage, technique de moindre impact sonore.

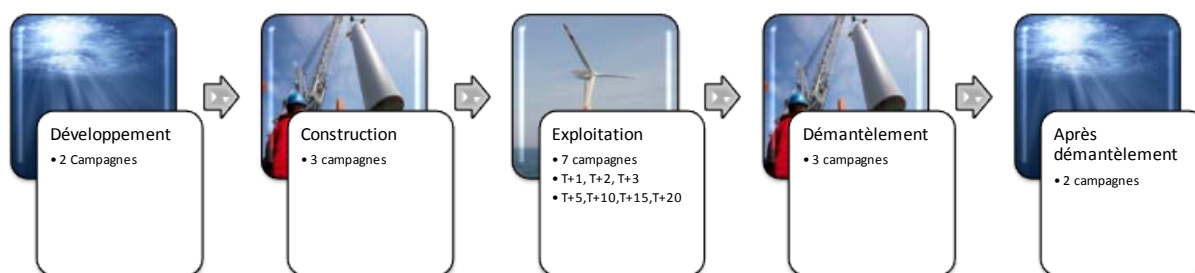
Ces forages seront effectués de manière progressive, ce qui permet une augmentation progressive des nuisances sonores associées de manière à éloigner les animaux pouvant être impactés

Le chantier sera géré de manière exemplaire pour prévenir tout risque de pollution et sur le strict respect de la convention MARPOL. Le Consortium s'appuiera sur ce point sur l'expérience acquise par la construction de 3 parcs éoliens offshore et celle du Groupe Technip.

Pour suivre précisément l'incidence du projet sur l'environnement, le Consortium s'engage à mettre en place des suivis sur la qualité des eaux, la bathymétrie, la macrofaune benthique dont la coquille St-jacques et les autres bivalves, les poisons démerseaux, les mammifères marins, les oiseaux et les chauves-souris.

Ces suivis seront menés sur toute la vie du projet, du développement (réalisation de l'état initial) jusqu'après le démantèlement selon des protocoles reconnus au niveau européen. A titre d'exemple, il est notamment prévu :

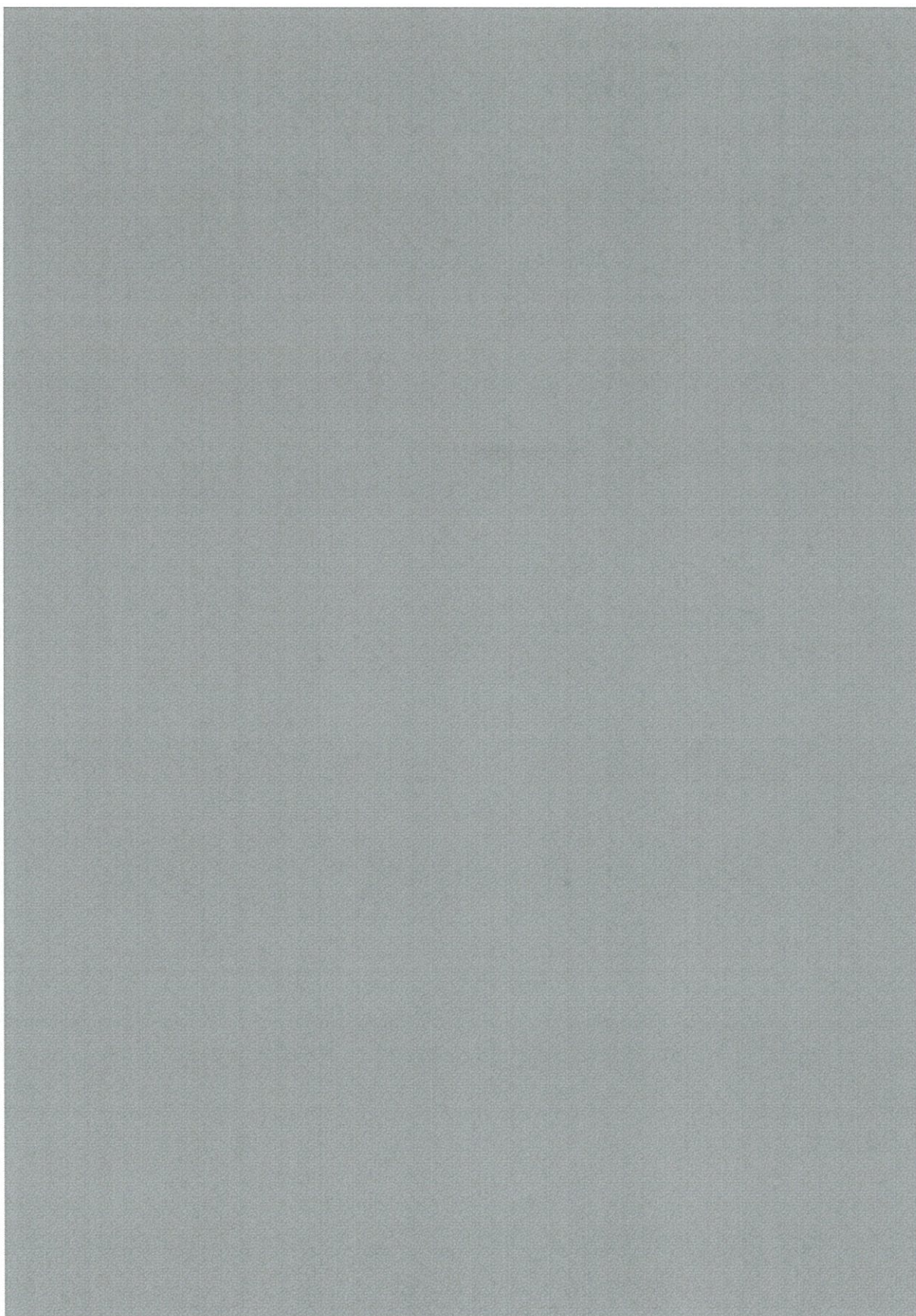
- Un Suivi de l'avifaune avec des inventaires en bateau croisés avec des inventaires en avion et complétés par des observations côtières
- Un Suivi mammifères marins avec des inventaires en bateau croisés avec des inventaires en avion et des détections acoustiques passives.



Planning des campagnes de suivi ornithologique

Pour la réalisation de l'étude d'impact, le Consortium a signé des lettres d'intention avec les bureaux d'études IN VIVO et SOGREAH, acteurs de référence dans le domaine.







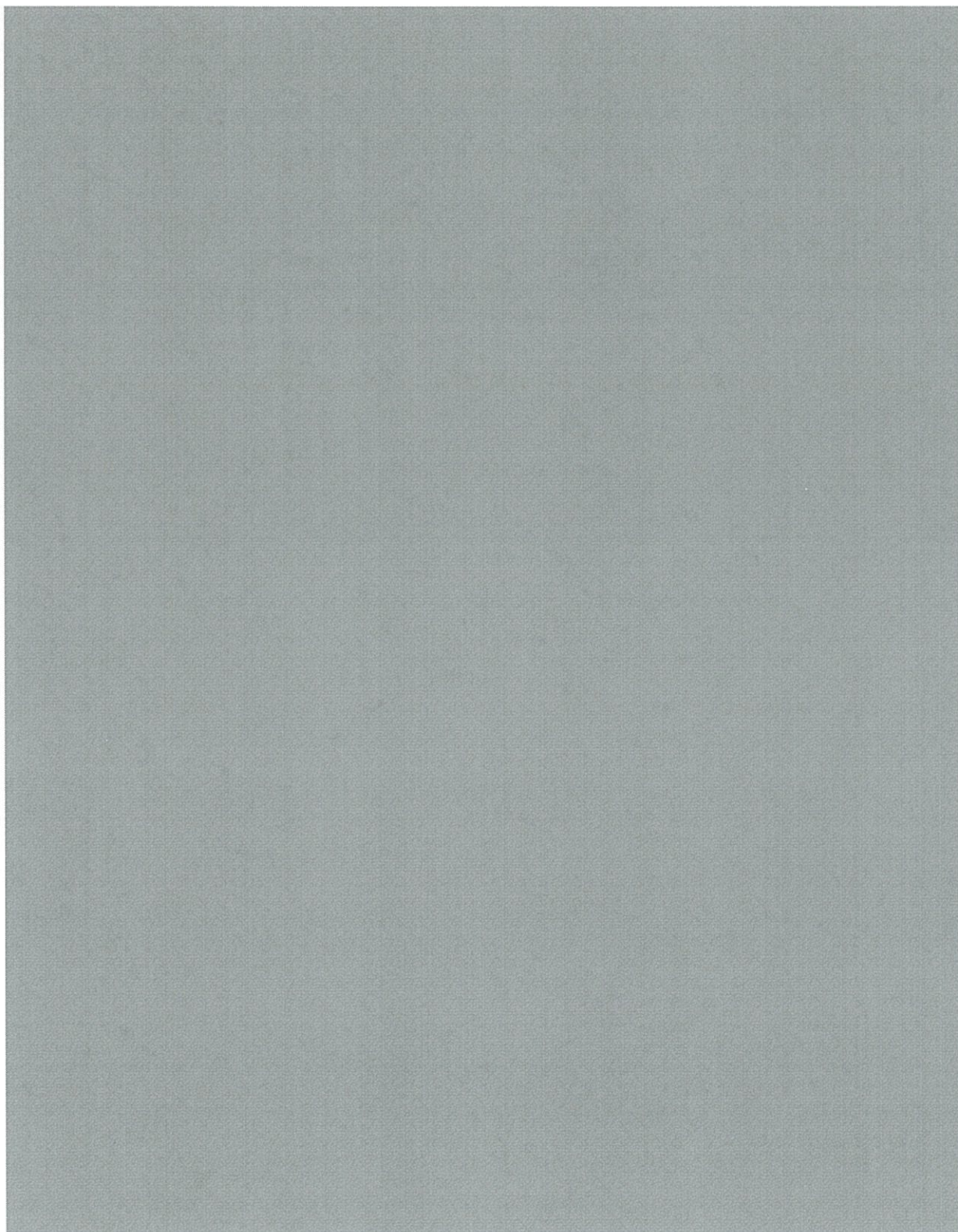
## ADDENDUM

En complément des engagements figurant dans la présente Note D7 : Evaluation des impacts environnementaux, **le Consortium s'engage à mettre en œuvre un accompagnement environnemental** global de ses pratiques et activités dans le cadre du projet éolien en mer de Saint Briec.

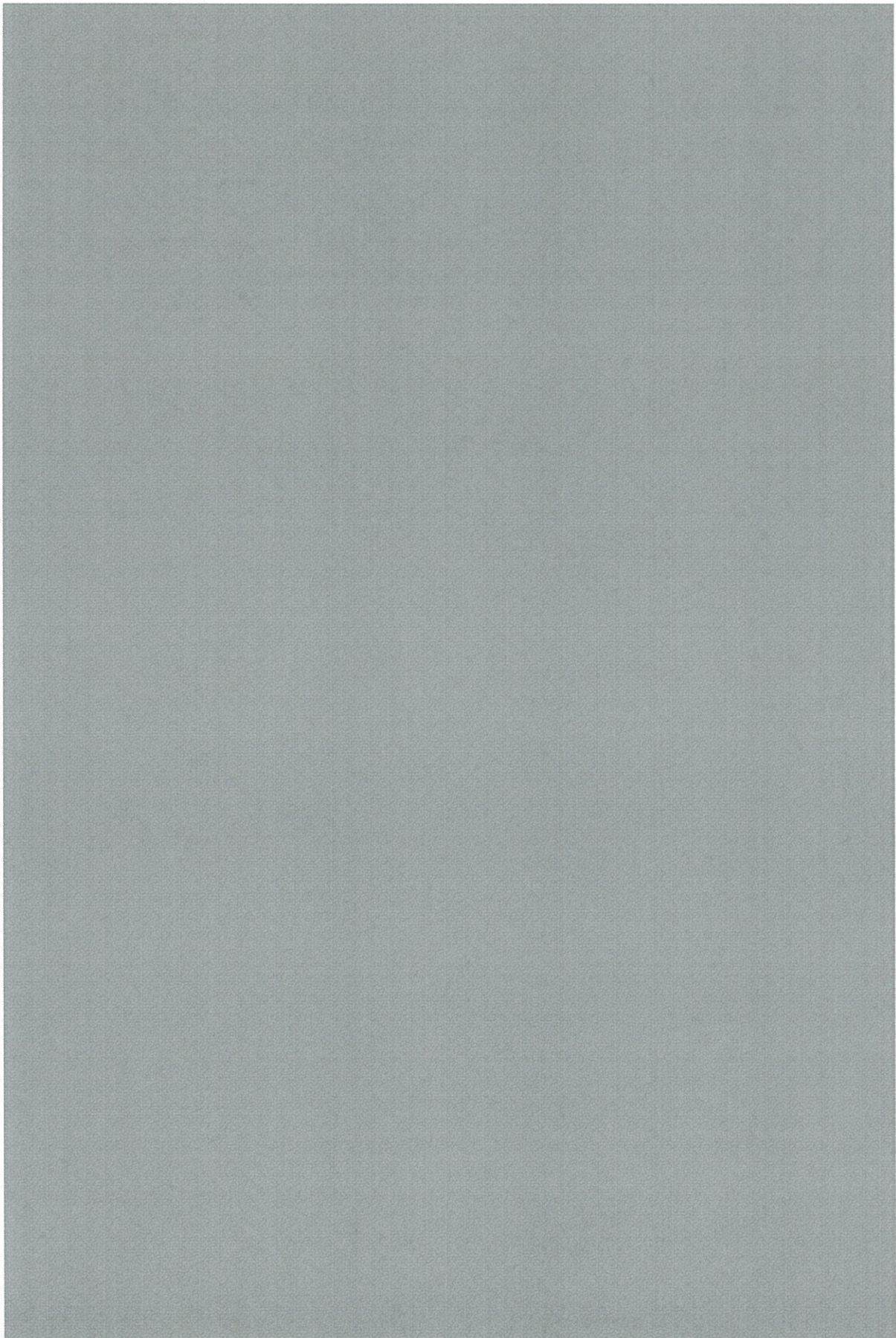
Le Consortium souhaite s'engager dans une démarche de progrès vers plus de responsabilité environnementale dans le but de limiter les effets négatifs potentiels de ces activités et garantir ainsi l'innocuité de son projet vis-à-vis de la biodiversité et des écosystèmes.

**Cet engagement s'inscrira dans une coopération de longue durée en partenariat avec une ONG pour la protection de l'environnement.**

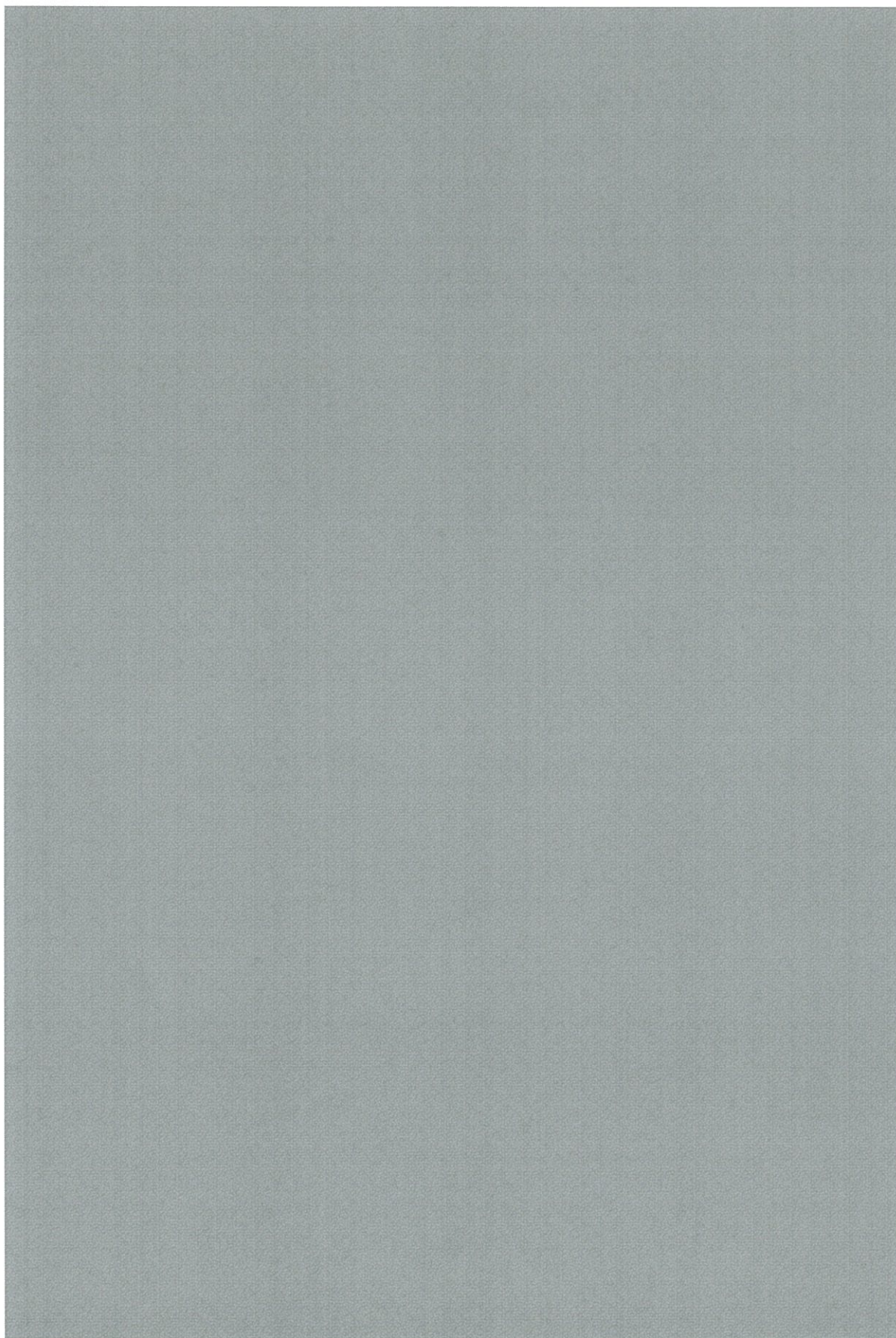




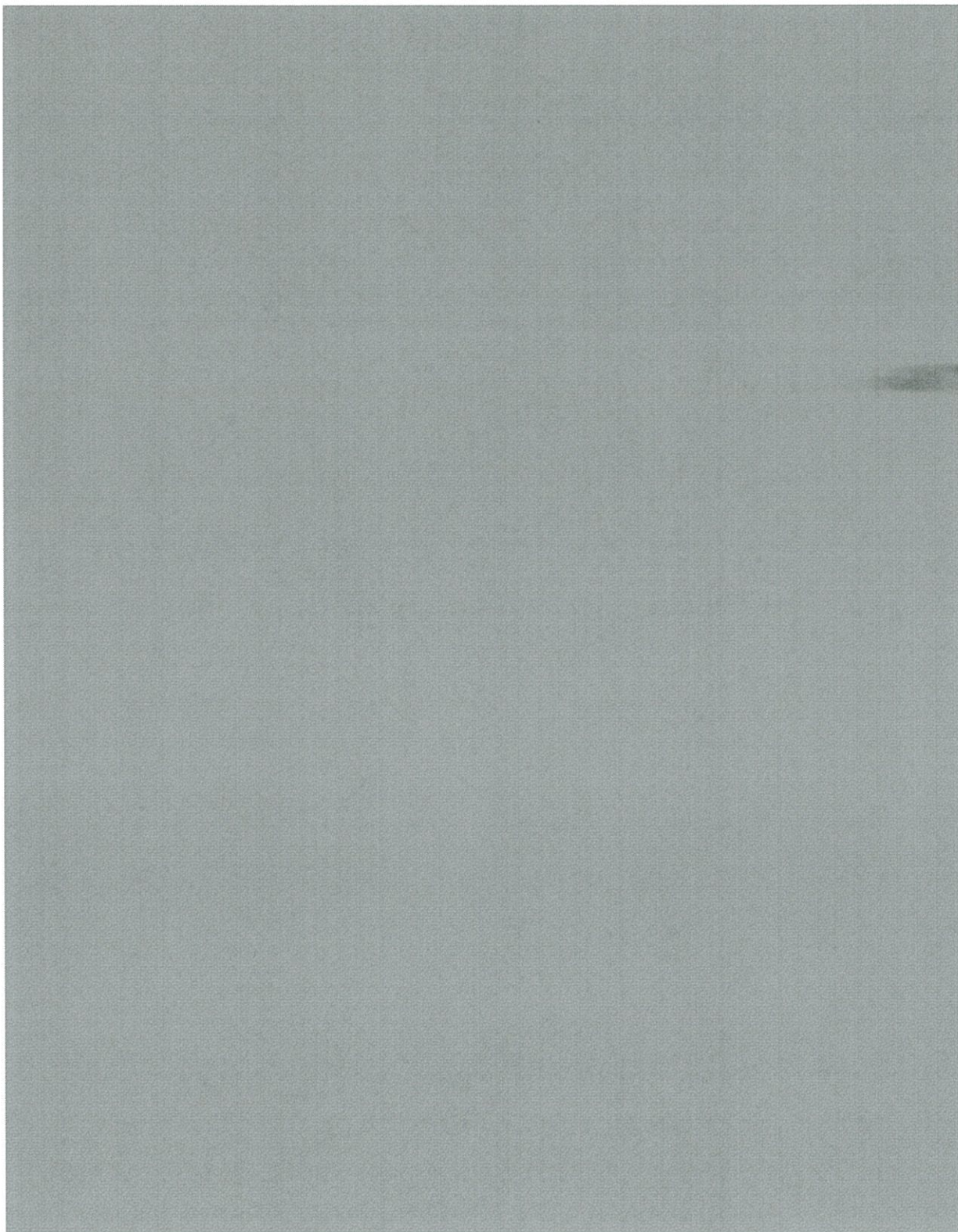




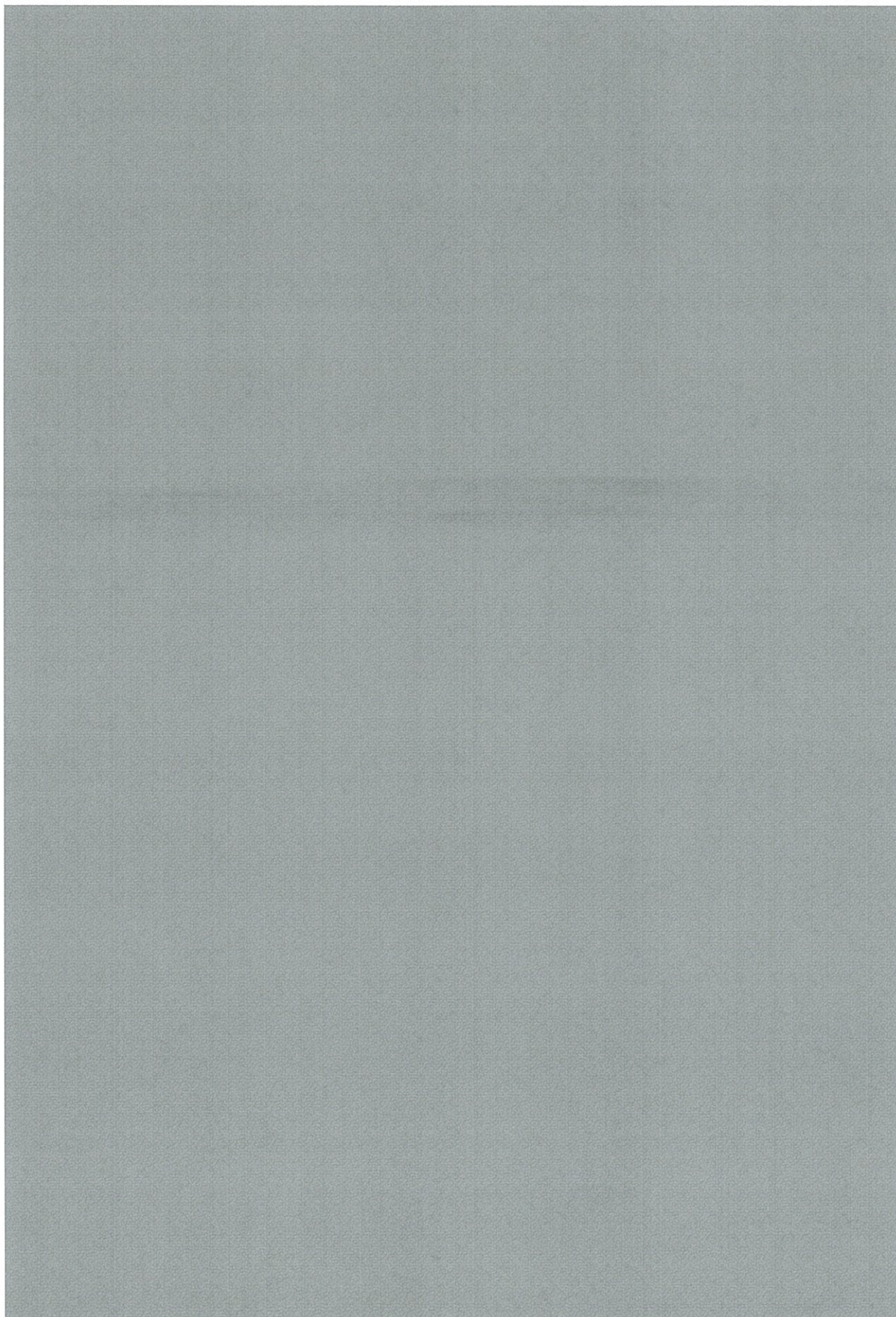




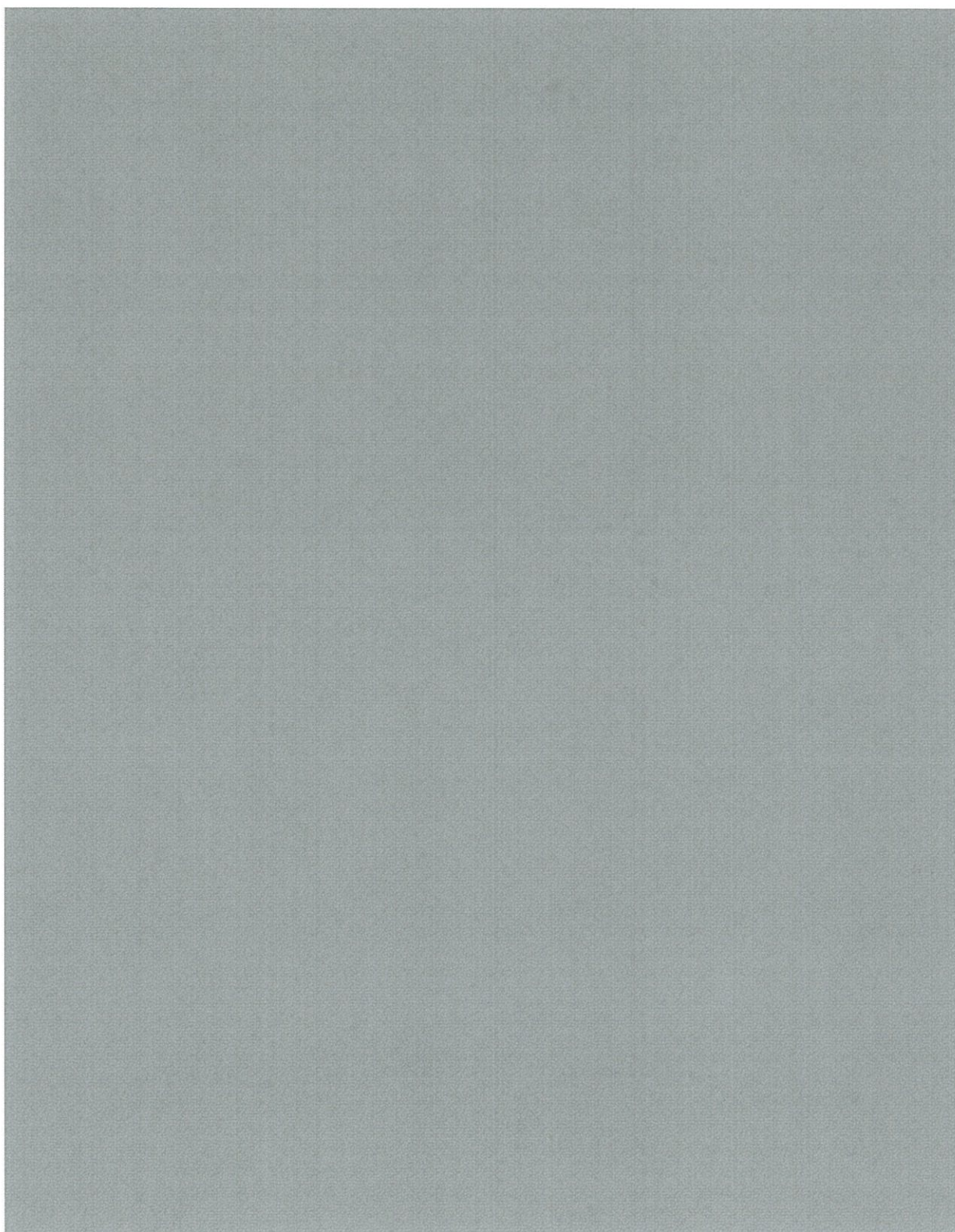












## GLOSSAIRE

ANEMOC :	Atlas Numérique d'État de Mer Océaniques et Côtiers
BACI :	Before After Control Impact
BMME :	Basse Mer de Morte Eau
BMVE :	Basse Mer de Vive-Eau
BRGM :	Bureau de la Recherche Géologique et Minière
CETMEF :	Centre d'Études Techniques Maritimes et Fluviales
CITES :	Convention sur le commerce International des espèces protégées
CM :	Cote Marine
CPUE :	Capture Par Unité d'Effort
CRMM :	Centre de Recherche sur les Mammifères Marins
DCE :	Directive Cadre Eau
DDASS :	Direction Départementale des Affaires Sanitaires et Sociales
DDTM :	Direction Départementale des Territoires et de la Mer
DOCOB :	Document d'Objectifs
DRAC :	Direction Régionale des Affaires Culturelles
DRASSM :	Département de Recherche d'Archéologie Subaquatique et Sous-Marine
DREAL :	Direction Régionale de l'Environnement de l'Aménagement et du Logement
GMB :	Groupe Mammalogique Breton
IFEN :	Institut Français pour l'Environnement
IFREMER :	Institut Français de Recherche pour l'Exploitation le Mer
JNCC :	Joint Nature Conservation Committee
LNHE :	Laboratoire National d'Hydraulique et d'Environnement d'EDF
LPO :	Ligue de Protection des Oiseaux
MES :	Matière en Suspension
MNHN :	Muséum National d'Histoire Naturelle
MW :	Méga Watt
NM :	Niveau moyen
PACOMM :	Programme d'Acquisition des Connaissances sur les Oiseaux et les Mammifères Marins
PAE :	Plan d'Assurance Environnement
PBMA :	Plus Basse Mer Astronomique
PHMA :	Plus Haute Mer Astronomique
PM :	Pleine Mer
PMME :	Pleine Mer de Morte-Eau



PMVE :	Pleine Mer de Vive-Eau
PPSPS :	Plan Particulier de Sécurité et de Protection de la Santé
PSIC :	Pré-Site d'Intérêt Communautaire
REBENT :	Réseau Benthique
REMI :	Réseau de surveillance Microbiologique
REPHY :	Réseau de surveillance du phytoplancton et des phycotoxines
ROCCH :	Réseau d'observation de la contamination chimique du littoral
SC :	Site Classé
SHOM :	Service Hydrographique et Océanographique de la Marine
SI :	Site Inscrit
SIC :	Site d'Intérêt Communautaire
SIG :	Système d'Information Géographique
ZICO :	Zone d'Importance pour la Conservation des oiseaux
ZNIEFF :	Zone d'Intérêt Écologique Faunistique et Floristique
ZPPAUP :	Zone de Protection du Patrimoine Architectural, Urbain et Paysager
ZPS :	Zone de Protection Spéciale

## 1. PREAMBULE

La présente note a pour but la réalisation d'une première évaluation des impacts environnementaux du projet de parc éolien offshore sur la faune, la flore, les milieux naturels et le paysage.

Elle ne tient pas lieu d'étude d'impact sur l'environnement.

Elle consiste en :

- Une identification des principaux enjeux environnementaux potentiellement présents sur le site du projet et ses alentours,
- Une première évaluation des impacts potentiels de la construction, de l'exploitation et du démantèlement du projet,
- Une présentation des choix de conception et des mesures envisagées pour prévenir, réduire ou compenser ces impacts potentiels durant les différentes phases de la vie du projet,
- Les propositions de suivis environnementaux que le Consortium s'engage à mettre en place pendant la phase de développement du projet, durant la phase exploitation ainsi que pendant la remise en état du site,
- Les propositions de partenariat que le Consortium souhaite mettre en place pour la réalisation de l'étude d'impact sur l'environnement qui sera réalisée au cours du développement du projet.

**En effet, conformément à l'article 3.7 du cahier des charges de l'appel d'offres (le « Cahier des Charges »), cette note ne tient en aucun cas lieu d'étude d'impact au titre des articles L. 122-1 et suivants du Code de l'environnement, ni de document d'incidences au sens de l'article R. 214-6 du même Code.**

**Si le Consortium est lauréat à l'appel d'offre, il s'engage à mettre en œuvre les études nécessaires pour approfondir et compléter les connaissances sur les différentes thématiques traitées dans la présente note, afin de réaliser l'évaluation exhaustive des impacts du projet.**

### 1.1. CARACTERISTIQUES DU SITE

Afin d'identifier les potentiels enjeux du site, différentes sources de données ont été utilisées. Celles-ci sont exclusivement bibliographiques car le temps imparti pour répondre à l'appel d'offre ne permettait pas de réaliser des campagnes sur site sur l'intégralité des cycles biologiques de la faune.

Les différentes sources sont les suivantes :

- Données provenant de bureaux d'études prestataires ayant une base de données sur la zone,
- Données sur le retour d'expérience des parcs étrangers qui sont suivis depuis leur mise en service,
- Données disponibles sur internet et provenant d'organismes reconnus dans leur domaine.

Afin de connaître au mieux la zone pour les thématiques les plus sensibles, nous avons fait appel à plusieurs bureaux d'études spécialisés.



Il s'agit de :

- Le Groupe d'Études Ornithologiques des Côtes d'Armor (GEOCA) pour l'avifaune,
- Le CRMM pour les mammifères marins,
- Le GMB pour la synthèse des données d'observations de Chiroptères,
- AXECO pour la réalisation du prédiagnostic chiroptérologique,
- Océanic Développement pour la ressource halieutique,
- L'Atelier de l'Isthme pour le paysage,
- IXSurvey pour les mesures géophysiques (bathymétrie, nature des sédiments et caractérisation du benthos).

## 1.2. DEFINITION DES ENJEUX ET DES IMPACTS

A l'issue de cette compilation des données, il est nécessaire de définir la sensibilité du site et les enjeux autour du projet.

L'analyse des effets du projet a ensuite été réalisée sur sa durée de vie totale, en les hiérarchisant de la manière suivante :

- Effets pendant les travaux ;
- Effets pendant l'exploitation ;
- Effets pendant le démantèlement ;
- Effets positifs ou négatifs ;
- Le degré de l'effet potentiel : non concerné, faible, moyen et fort.

Puis les impacts ont été évalués en tenant compte des sensibilités identifiées dans l'état initial. La synthèse des impacts est présentée sous forme de tableau. Afin de permettre l'évaluation des impacts un « poids » plus important a été donné à la sensibilité par rapport aux effets.

SENSIBILITÉ	EFFETS		IMPACTS	
	NATURE	DEGRÉ	NATURE	NATURE
Nulle	Positif ou négatif	Non concerné	Positif ou négatif	Non concerné
Faible		Faible		Faible
Moyenne		Moyen		Moyen
Forte		Fort		Fort

Tableau 1 : Analyse des impacts

### 1.3. DEFINITION DES MESURES DE REDUCTION

Le paragraphe ***Présentation des choix de conception et des mesures envisagés pour éviter, réduire ou le cas échéant, compenser les effets négatifs notables du projet*** présente les mesures envisageables et envisagées lors de la construction du parc mais également durant l'exploitation et le démantèlement.

Les mesures se distinguent de la manière suivante :

- Les mesures de suppression permettant d'éviter l'impact dès la conception du projet ;
- Les mesures de réduction visant à réduire l'impact ;
- Les mesures de compensation visant à permettre de conserver globalement la valeur initiale des milieux.

### 1.4. MESURES DE SURVEILLANCE

Des mesures de surveillance de l'environnement (ou mesures de suivis) doivent être mise en œuvre lors de chaque phase du projet.

Ainsi, dans le cadre de cette étude de nombreux suivis ont été proposés comme par exemple :

- Mesures de bruit lors de la phase travaux et d'exploitation ;
- Contrôles du développement des peuplements benthiques
- Contrôle de la non perturbation de l'avifaune et des mammifères marins.

Le paragraphe ***Présentation des choix de conception et des mesures envisagés pour éviter, réduire ou le cas échéant, compenser les effets négatifs notables du projet (D7.2)*** présente l'ensemble des mesures de suivi que le Consortium s'engage à mettre en place lors des travaux sur le site et lors de l'exploitation du parc.



## 2. PRESENTATION DU PROJET

### 2.1. SITUATION GEOGRAPHIQUE

Le projet se situe au large des Côtes d'Armor, en face de la baie de Saint-Brieuc, à environ :

- 27 km de l'île de Bréhat,
- 28 km de Saint-Brieuc,
- 10 km du cap d'Erquy,
- 13 km du Cap Fréhel,
- 33 km de Saint-Malo
- 34 km de l'île de Jersey.



Figure 1 : Localisation de la zone de projet (Cf. Annexe 1)

### 2.2. PRESENTATION TECHNIQUE DU PROJET

Cette partie présente succinctement les caractéristiques techniques du projet, à savoir le nombre de machines et leur hauteur, le type de fondation envisagé ainsi que le tracé des câbles.

L'ensemble des informations peut être consulté dans la note D1.

### 2.2.1. Les éoliennes

Le parc sera constitué de 100 aérogénérateurs de type M5000-135 d'AREVA et d'une sous-station de distribution.

Les lignes d'éoliennes seront orientées conformément au cahier des charges de l'appel d'offre, selon un cap de 314°. L'espacement inter-éolienne sera de 810 m, et celui entre les lignes d'éoliennes de 1 045 m.

La sous-station électrique sera implantée au centre de la zone de projet.



Figure 2 : Schéma d'implantation du parc (Cf. Annexe 1)

La hauteur des aérogénérateurs en bout de pale sera d'environ 175 m par rapport au zéro hydrographique, le moyeu se situant à environ 108 m. Le diamètre du rotor sera de 135 m.



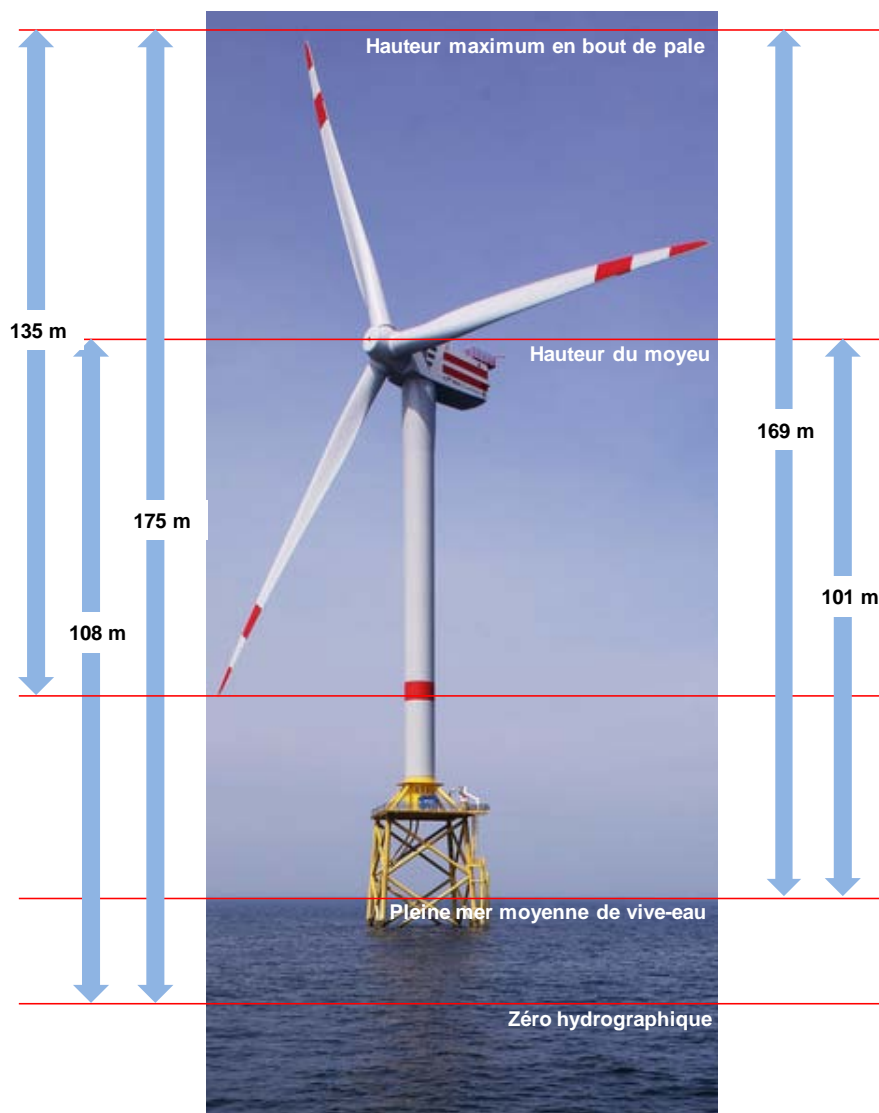


Figure 3 : Eolienne M5000-135

### 2.2.2. Les fondations

Les fondations seront de type jacket, à savoir constituées d'un treillis métallique implanté dans la roche grâce à 4 pieux.

La hauteur des jackets sera variable en fonction de la bathymétrie du site ; elle oscillera entre 50 et 60 m environ (pièce de transition comprise). Le sommet des fondations (pièce de transition incluse) sera à environ 22 m au dessus du zéro hydrographique.

Les jackets seront fixées sur le fond par quatre pieux de 1,5 m de diamètre, enfoncés dans le substrat sur une profondeur de l'ordre de 15 à 20 m, soit une emprise directe d'environ 7 m<sup>2</sup> par fondation.

La sous-station sera également posée sur une fondation de type jacket dont les caractéristiques seront identiques.



Figure 4: Fondations jackets

### 2.2.3. Le câblage électrique

Les machines seront reliées entre-elles par un réseau de câblage électrique aboutissant à une sous-station électrique, avant un départ vers la terre.

Le linéaire de câble est de 118,5 km. Le diamètre des câbles envisagés variera de 93 mm à 145 mm.

Les câbles seront ensouillés dans une tranchée de 0,60 m de large, creusée dans les sédiments. Conformément au cahier des charges de l'appel d'offre, la profondeur d'ensouillage sera, sous réserve de la compatibilité des fonds, d'1,5 m dans la partie sud de la zone de Saint-Brieuc, et de 0,8 m dans la partie nord.

En pied de fondation, les câbles ne pouvant pas être ensouillés, ceux-ci seront protégés par des matelas béton.



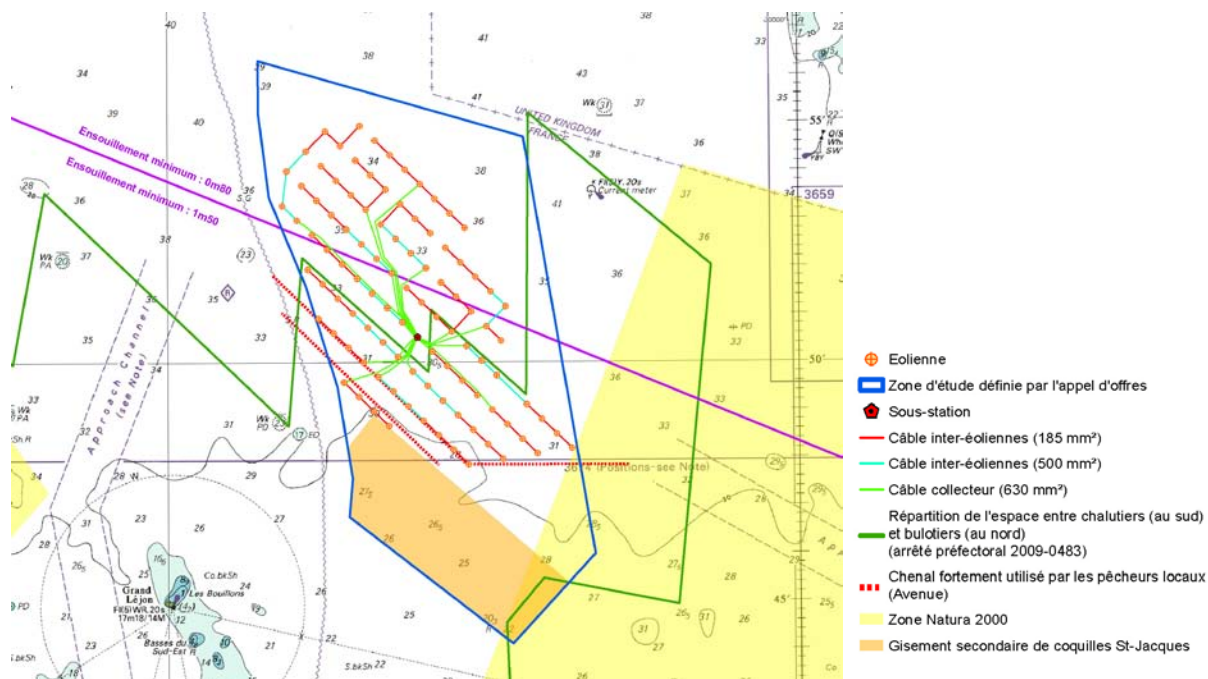


Figure 5 : Réseau de câblage (Cf. Annexe 1)

## 2.3. PRESENTATION DES TRAVAUX

Le présent chapitre a pour objet d'apporter une description simplifiée des travaux en vue de l'évaluation des impacts environnementaux. Les méthodes décrites et les valeurs indiquées correspondent au « cas général ».

Pour une description détaillée, le lecteur devra se référer à la note D2.

Le chantier s'organise globalement en 5 phases, listées ci-dessous :

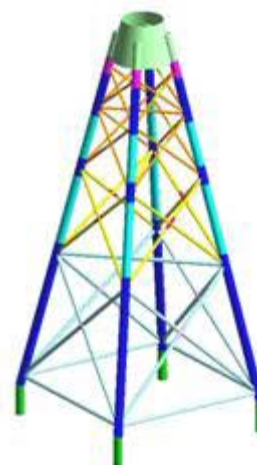
- Installation des pieux pour les jackets
- Installation de la sous-station
- Installation des jackets
- Câblage
- Installation des éoliennes

### 2.3.1. Installation des pieux pour les jackets



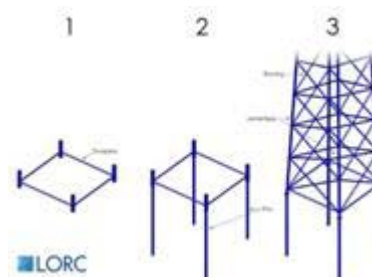
Les pieux sont transportés par barge jusqu'au site d'installation. Une barge peut transporter jusqu'à 16 pieux

Pour rappel, une jacket nécessite 4 pieux (cf. figure ci-contre)



Un gabarit est posé sur le fond, à l'emplacement précis de la fondation.

Ce gabarit sert à l'installation des jackets selon la séquence ci-contre.



Ensuite, les opérations de forage seront effectuées par paire. Puis, les pieux seront mis en place.





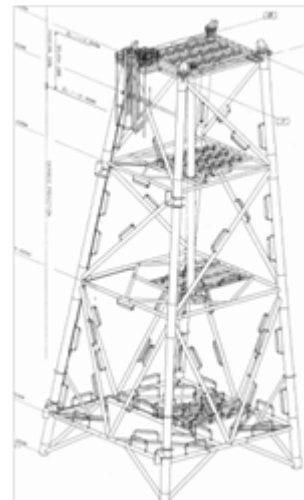
### 2.3.2. Installation de la sous-station



Transport des éléments par barge.

Installation de la fondation type jacket (même principe que pour les éoliennes)

Pose de la sous-station sur la Jacket.



### 2.3.3. Installation des jackets



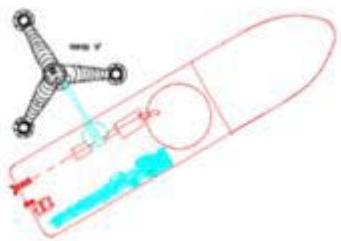
Les jackets sont transportées par barges puis positionnées à l'emplacement des pieux à l'aide d'une barge équipée d'une grue de grande capacité.

*A noter que les pièces de transition sont déjà pré-assemblées sur les jackets.*



### 2.3.4. Pose des câbles<sup>1</sup>

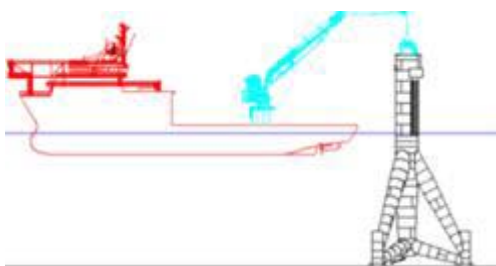
La pose des câbles entre les éoliennes s'effectue selon les étapes illustrées comme suit. Le même principe est utilisé pour le câblage entre les éoliennes et la sous-station électrique.



Transfert d'une partie du personnel sur la fondation.

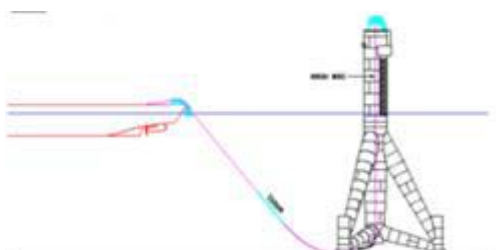
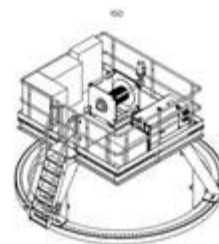


*1 Seule est décrite ici la méthode privilégie, c.-à-d. l'ensouillage des câbles. L'ensemble des techniques sont décrites dans la note D2*

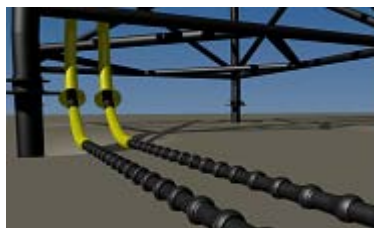


Pose du module de tirage de câble sur la fondation.

Ce module est une plateforme spécifiquement conçue pour tirer les câbles à travers les J-tubes grâce à un treuil.

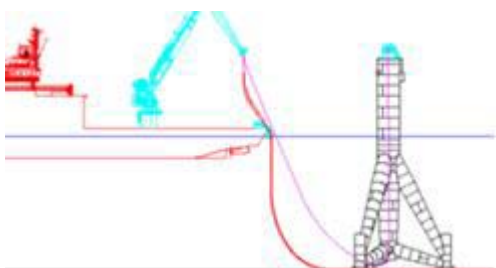


Le câble est déroulé depuis le bateau (qui est équipé d'un enrouleur) puis est tiré jusqu'au sommet de la fondation à travers les J-tubes. Les câbles électriques sont alors serrés dans la tour et branchés sur la boîte de jonction.



Le câble est déroulé depuis le bateau, puis ensouillé à l'aide d'une trancheuse.

Cette machine creuse une tranchée de 0,6 m de large, pose le câble dans la tranchée et le recouvre avec les matériaux extraits.



Transfert d'une partie du personnel. Ensuite, le câble est coupé à la longueur et le dispositif de gréement est transféré du bateau vers la fondation

Ensuite, le câble coupé est posé au fond et tiré à travers les J-tubes selon la même méthode que décrite précédemment.

### 2.3.5. Installation des éoliennes



Transport des éléments pré-assemblés (pour 5 éoliennes) par barge.

Installation du mât (en 3 sections)

Installation de nacelle et hub (pré-assemblés)

Installation des pâles





### 3. IDENTIFICATION DES PRINCIPAUX ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX DU SITE ET DES IMPACTS POTENTIELS DES PHASES CONSTRUCTION, EXPLOITATION ET DEMANTELEMENT (D7.1)

#### 3.1. SYNTHÈSE

Les impacts potentiels du projet sont résumés par phase dans les tableaux suivants.

Il est important de rappeler ici :

- Qu'il s'agit d'une **première évaluation des impacts environnementaux potentiels** du projet de parc éolien offshore sur la faune, la flore, les milieux naturels et le paysage,
- Que cette évaluation doit être précisée par la réalisation d'un état initial complet du site du projet, grâce à des investigations de terrain détaillées menées par des experts.

### 3.1.1. En phase construction

THEME	RENOI (PAGE)	CARACTERISTIQUES	SENSIBILITE	NATURE DE L'EFFET		EFFET	IMPACT POTENTIEL
<b>Géologie</b>	36	Substratum ancien à récent et couverture sédimentaire	Nulle	Altération du substratum	Fondations	Faible	Nul
					Câbles	Faible	Nul
<b>Hydrodynamisme</b>	39	Marnage important, jusqu'à 12,80 m Prédominance de houles de secteur nord-ouest inférieur à 1 m Courants pouvant être importants en vive-eau	Nulle	Modification des agents hydrodynamiques		Aucun	Nul
<b>Bathymétrie</b>	48	Les fonds de la zone peuvent atteindre près de 40 m et descendent en pentes douces	Nulle	Modification de la morphologie des fonds	Fondations	Aucun	Nul
					Câbles	Faible	Nul
					Moyens nautiques	Faible	Nul
<b>Sédimentologie</b>	51	Couverture sableuse à graveleuse plus ou moins épaisse Fonds soumis aux conditions hydrodynamiques	Faible	Remise en suspension de sédiments	Fondations	Faible	Faible
					Câbles	Faible	Faible
				Apports en matériaux extérieurs	Fondations	Aucun	Nul
					Câbles	Faible	Faible
<b>Géomorphologie</b>	56	Le trait de côte est une alternance de zones rocheuses et sableuse Zones artificialisées et urbanisées	Moyenne	Érosion du trait de côte		Aucun	Nul
<b>Qualité des eaux</b>	58	Assez bonne qualité Zones conchylicoles propices à la consommation Eaux de baignade de qualité moyenne à bonne	Moyenne	Turbidité		Faible	Moyen
				Enrichissement du milieu		Aucun	Nul
				Apport de matériaux extérieurs		Aucun	Nul

THEME	RENOI (PAGE)	CARACTERISTIQUES	SENSIBILITE	NATURE DE L'EFFET	EFFET	IMPACT POTENTIEL
		Quelques pics de pollution microbiologiques et phytoplanctonique		Pollution accidentelle	Faible	Moyen
				Rejet d'eaux usées	Faible	Moyen
Qualité de l'air	64	Bonne qualité	Nulle	Émission de particules	Aucun	Nul
Natura 2000 Au titre de la directive Habitats	66	Un site à une centaine de mètres de la zone d'implantation du projet 2 autres sites à proximité	Forte	Modification des habitats	Faible	Moyen
				Remise en suspension de particules	Aucun	Nul
				Émissions sonores	Faible	Moyen
				Augmentation du trafic	Faible	Moyen
Natura 2000 Au titre de la directive Oiseaux	66	Un site à une centaine de mètres de la zone d'implantation du projet 2 autres sites à proximité	Forte	Augmentation du trafic	Aucun	Nul
				Risque de collision	Aucun	Nul
				Dérangement des oiseaux	Faible	Moyen
				Dégradation du milieu	Faible	Moyen
				Pollution accidentelle	Aucun	Nul
Autres protections réglementaires	75	Réserve Naturelle Nationale en fond de baie Plusieurs réserves de chasse sur le littoral	Nulle	Altération des zones de protection	Aucun	Nul
Inventaires patrimoniaux	76	Présence de ZNIEFF terrestres et de ZICO	Faible	Altération des zonages	Aucun	Nul
Patrimoine paysager	78	Paysages littoraux de grande qualité Nombreux sites classés et inscrits	Forte	Perception des navires	Faible	Moyen
Patrimoine	96	Nombreux monuments historiques à terre	Faible	Détérioration des épaves	Aucun	Nul



THEME	RENOI (PAGE)	CARACTERISTIQUES	SENSIBILITE	NATURE DE L'EFFET	EFFET	IMPACT POTENTIEL
archéologique et culturel		Pas d'épave sur la zone d'implantation ou à proximité		Perception depuis les MH	Aucun	Nul
Plancton	102	Efflorescences de phytoplancton en fond de baie	Moyenne	Remise en suspension de particules	Faible	Faible
Benthos	104	Différents substrats et peuplements, plus ou moins communs et pauvres Présence d'espèces d'intérêt commercial notamment la coquille Saint-Jacques Crépidule potentiellement présente	Forte	Destruction directe	Faible	Moyen
				Augmentation de la turbidité	Faible	Moyen
				Enrichissement du milieu	Aucun	Nul
				Dépôt de sédiments	Faible	Moyen
				Nuisances sonores et vibrations	Faible	Moyen
Poissons	118	Présence de nombreuses espèces, notamment d'intérêt halieutique Nourricerie et zone de concentration de juvéniles pour certaines espèces en fond de baie de Saint-Brieuc, mais pas sur la zone	Forte	Destruction directe	Aucun	Nul
				Augmentation de la turbidité	Faible	Moyen
				Pollution accidentelle	Faible	Moyen
				Nuisances sonores et vibrations	Faible	Moyen
Mammifères marins	133	Nombreuses espèces potentiellement présentes sur la zone, toutes inscrites en annexe de la Convention CITES et de la Directive Habitats	Forte	Augmentation de la turbidité	Aucun	Nul
				Augmentation du trafic maritime	Faible	Moyen
				Risque de collision	Aucun	Nul
				Pollution accidentelle	Faible	Moyen
				Nuisances sonores et vibrations	Faible	Moyen
				Étouffement par ingestion de déchets	Aucun	Nul

THEME	RENOI (PAGE)	CARACTERISTIQUES	SENSIBILITE	NATURE DE L'EFFET	EFFET	IMPACT POTENTIEL
Avifaune	149	Proximité de colonies de reproduction	Forte	Risque de collision	Faible	Moyen
		Proximité de flux migratoires		Perturbation et dégradation du milieu	Faible	Moyen
		Nombreuses espèces de grand intérêt patrimonial		Pollution accidentelle	Faible	Moyen
Chiroptères	166	Intérêt chiroptérologique du littoral, à préciser sur la zone d'implantation Espèces potentiellement présentes en mer	Faible	Risque de collision	Faible	Faible

Tableau 2 : Construction - Les impacts potentiels du projet

### 3.1.2. En phase exploitation

THEME	RENOI (PAGE)	CARACTERISTIQUES	SENSIBILITE	NATURE DE L'EFFET		EFFET	IMPACT POTENTIEL
<b>Géologie</b>	36	Substratum ancien à récent et couverture sédimentaire	Nulle	Altération du substratum	Fondations	Faible	Nul
					Câbles	Faible	Nul
<b>Hydrodynamisme</b>	39	Marnage important, jusqu'à 12,80 m	Nulle	Modification des hauteurs d'eau		Aucun	Nul
		Prédominance de houles de secteur nord-ouest inférieur à 1 m		Modification des courants locaux		Faible	Nul
		Courants pouvant être importants en vive-eau		Modification des hauteurs de houle		Faible	Nul
<b>Bathymétrie</b>	48	Les fonds de la zone peuvent atteindre près de 40 m et descendent en pentes douces	Nulle	Modification de la morphologie des fonds	Fondations	Faible	Nul
					Câbles	Faible	Nul
<b>Sédimentologie</b>	51	Couverture sableuse à graveleuse Fonds soumis aux conditions hydrodynamiques	Faible	Modification de la sédimentologie	Fondations	Aucun	Nul
					Câbles	Aucun	Nul
<b>Géomorphologie</b>	56	Le trait de côte est une alternance de zones rocheuses et sableuse Zones artificialisées et urbanisées	Moyenne	Érosion du trait de côte		Aucun	Nul
<b>Qualité des eaux</b>	58	Assez bonne qualité	Moyenne	Turbidité		Aucun	Nul
				Enrichissement en éléments nutritifs		Aucun	Nul



THEME	RENOI (PAGE)	CARACTERISTIQUES	SENSIBILITE	NATURE DE L'EFFET	EFFET	IMPACT POTENTIEL
		Zones conchyliques propices à la consommation Eaux de baignade de qualité moyenne à bonne Quelques pics de pollution microbiologiques et phytoplanctonique		Pollution accidentelle	Faible	Moyen
Qualité de l'air	64	Bonne qualité	Nulle	Émission de particules	Aucun	Nul
Natura 2000 Au titre de la directive Habitats	66	Un site à une centaine de mètres de la zone d'implantation du projet 2 autres sites à proximité	Forte	Modification des habitats	Aucun	Nul
				Émissions de bruit	Aucun t	Nul
				Champ électromagnétique	Aucun	Nul
				Augmentation du trafic	Aucun	Nul
Natura 2000 Au titre de la directive Oiseaux	66	Un site à une centaine de mètres de la zone d'implantation du projet 2 autres sites à proximité	Forte	Modification des caractéristiques des sites	Faible	Moyen
Autres protections réglementaires	75	Réserve Naturelle Nationale en fond de baie Plusieurs réserves de chasse sur le littoral	Nulle	Altération des zones de protection	Aucun	Nul
Inventaires patrimoniaux	76	Présence de ZNIEFF terrestres et de ZICO	Faible	Altération des zonages	Aucun	Nul
Patrimoine paysager	78	Paysages littoraux de grande qualité Nombreux sites classés et inscrits	Forte	Perception diurne et nocturne depuis la côte	Faible	Moyen
Patrimoine	96	Nombreux monuments historiques à terre	Faible	Détérioration des épaves	Aucun	Nul

THEME	RENOI (PAGE)	CARACTERISTIQUES	SENSIBILITE	NATURE DE L'EFFET	EFFET	IMPACT POTENTIEL
archéologique et culturel		Pas d'épave sur la zone d'implantation ou à proximité		Perception depuis les MH	Faible	Faible
Plancton	102	Efflorescences de phytoplancton en fond de baie	Moyenne	Efflorescences	Aucun	Nul
Benthos	104	Différents substrats et peuplements, plus ou moins communs et pauvres Présence d'espèces d'intérêt commercial notamment la coquille Saint-Jacques Crépidule potentiellement présente	Forte	Effet récif	Positif	Positif
				Enrichissement du milieu	Aucun	Nul
				Nuisances sonores et vibrations	Aucun	Nul
				Champs électromagnétiques	Faible	Moyen
Poissons	118	Présence de nombreuses espèces, notamment d'intérêt halieutique Nourricerie et zone de concentration de juvéniles pour certaines espèces en fond de baie de Saint-Brieuc, mais pas sur la zone	Forte	Effet récif	Positif	Positif
				Nuisances sonores et vibrations	Faible	Moyen
				Champs électromagnétiques	Faible	Moyen
Mammifères marins	133	Nombreuses espèces potentiellement présentes sur la zone, toutes inscrites en annexe de la Convention CITES et de la Directive Habitats	Forte	Nuisances sonores et vibrations	Faible	Moyen
				Champs électromagnétiques	Aucun	Nul
				Opérations de maintenance	Aucun	Nul
Avifaune	149	Proximité de colonies de reproduction Proximité de flux migratoires Nombreuses espèces de grand intérêt patrimonial	Forte	Nuisances sonores et vibrations	Aucun	Nul
				Risque de collision	Faible à moyen	Moyen à fort
				Modification de trajectoires	Faible à moyen	Moyen à fort

THEME	RENOI (PAGE)	CARACTERISTIQUES	SENSIBILITE	NATURE DE L'EFFET	EFFET	IMPACT POTENTIEL
				Perte d'habitat	Faible à Moyen	Moyen à fort
Chiroptères	166	Intérêt chiroptérologique du littoral, à préciser sur la zone d'implantation Espèces potentiellement présentes en mer	Faible	Perte de territoire	Faible	Faible
				Évitement du parc	Aucun	Nul
				Collision ou barotraumatisme	Faible	Faible

Tableau 3 : Exploitation - Les impacts potentiels du projet



### 3.1.3. En phase démantèlement

THEME	RENOI (PAGE)	CARACTERISTIQUES	SENSIBILITE	NATURE DE L'EFFET		EFFET	IMPACT POTENTIEL
<b>Géologie</b>	36	Substratum ancien à récent et couverture sédimentaire	Nulle	Altération du substratum	Fondations	Faible	Nul
					Câbles	Faible	Nul
<b>Hydrodynamisme</b>	39	Marnage important, jusqu'à 12,80 m Prédominance de houles de secteur nord-ouest inférieur à 1 m Courants pouvant être importants en vive-eau	Nulle	Modification des agents hydrodynamiques		Aucun	Nul
<b>Bathymétrie</b>	48	Les fonds de la zone peuvent atteindre près de 40 m et descendent en pentes douces	Nulle	Modification de la morphologie des fonds	Fondations	Faible	Nul
					Câbles	Faible	Nul
					Moyens nautiques	Faible	Nul
<b>Sédimentologie</b>	51	Couverture sableuse à graveleuse Fonds soumis aux conditions hydrodynamiques	Faible	Remise en suspension de sédiments		Faible	Faible
<b>Géomorphologie</b>	56	Le trait de côte est une alternance de zones rocheuses et sableuse Zones artificialisées et urbanisées	Moyenne	Érosion du trait de côte		Aucun	Nul
<b>Qualité des eaux</b>	58	Assez bonne qualité Zones conchylicoles propices à la consommation	Moyenne	Turbidité		Faible	Moyen
				Pollution accidentelle		Faible	Moyen

THEME	RENOI (PAGE)	CARACTERISTIQUES	SENSIBILITE	NATURE DE L'EFFET	EFFET	IMPACT POTENTIEL
		Eaux de baignade de qualité moyenne à bonne Quelques pics de pollution microbiologiques et phytoplanctonique		Rejet d'eaux usées	Faible	Moyen
Qualité de l'air	64	Bonne qualité	Nulle	Émission de particules	Aucun	Nul
Natura 2000 Au titre de la directive Habitats	66	Un site à une centaine de mètres de la zone d'implantation du projet 2 autres sites à proximité	Forte	Modification des habitats	Faible	Moyen
				Nuisances sonores	Faible	Moyen
				Augmentation du trafic	Faible	Moyen
Natura 2000 Au titre de la directive Oiseaux	66	Un site à une centaine de mètres de la zone d'implantation du projet 2 autres sites à proximité	Forte	Augmentation du trafic	Aucun	Nul
				Risque de collision	Aucun	Nul
				Perturbation du milieu	Aucun	Nul
				Pollution accidentelle	Faible	Moyen
Autres protections réglementaires	75	Réserve Naturelle Nationale en fond de baie Plusieurs réserves de chasse sur le littoral	Nulle	Altération des zones de protection	Aucun	Nul
Inventaires patrimoniaux	76	Présence de ZNIEFF terrestres et de ZICO	Faible	Altération des zonages	Aucun	Nul
Patrimoine paysager	78	Paysages littoraux de grande qualité Nombreux sites classés et inscrits	Forte	Perception des navires	Faible	Moyen
Patrimoine archéologique et culturel	96	Nombreux monuments historiques à terre Pas d'épave sur la zone d'implantation ou à	Faible	Détérioration des épaves	Aucun	Nul

THEME	RENOI (PAGE)	CARACTERISTIQUES	SENSIBILITE	NATURE DE L'EFFET	EFFET	IMPACT POTENTIEL
		proximité		Perception depuis les MH	Aucun	Nul
<b>Plancton</b>	102	Efflorescences de phytoplancton en fond de baie	Moyenne	Remise en suspension de particules	Faible	Faible
<b>Benthos</b>	104	Différents substrats et peuplements, plus ou moins communs et pauvres Présence d'espèces d'intérêt commercial notamment la coquille Saint-Jacques Crépidule potentiellement présente	Forte	Destruction directe	Aucun	Nul
				Remise en suspension de sédiments	Faible	Moyen
				Nuisances sonores et vibrations	Aucun	Nul
<b>Poissons</b>	118	Présence de nombreuses espèces, notamment d'intérêt halieutique Nourricerie et zone de concentration de juvéniles pour certaines espèces en fond de baie de Saint-Brieuc, mais pas sur la zone	Forte	Destruction directe	Aucun	Nul
				Dépôt de particules	Faible	Moyen
				Nuisances sonores et vibrations	Faible	Moyen
<b>Mammifères marins</b>	133	Nombreuses espèces potentiellement présentes sur la zone, toutes inscrites en annexe de la Convention CITES et de la Directive Habitats	Forte	Augmentation de la turbidité et dépôt de sédiments	Aucun	Nul
				Nuisances sonores et vibrations	Faible	Moyen
				Trafic maritime	Faible	Moyen
<b>Avifaune</b>	149	Proximité de colonies de reproduction Proximité de flux migratoires	Forte	Risque de collision	Faible	Moyen
				Perturbation et dégradation du milieu	Faible	Moyen



THEME	RENOI (PAGE)	CARACTERISTIQUES	SENSIBILITE	NATURE DE L'EFFET	EFFET	IMPACT POTENTIEL
		Nombreuses espèces de grand intérêt patrimonial		Pollution accidentelle	Faible	Moyen
<b>Chiroptères</b>	166	Intérêt chiroptérologique du littoral, à préciser sur la zone d'implantation Espèces potentiellement présentes en mer	Faible	Risque de collision	Aucun	Nul

Tableau 4 Démantèlement - Les impacts potentiels du projet

### 3.2. ENVIRONNEMENT PHYSIQUE

Deux campagnes de mesures géophysique sur le site du futur champ éolien offshore de la baie de Saint-Brieuc ont été réalisées, par les bureaux d'études IXSurvey et CERES. A cette occasion, la bathymétrie, le cadre géologique et la sédimentologie de la zone ont été étudiés.

Les études complètes se situent respectivement en Annexes 2 et 3 et leurs résultats, en complément des données bibliographiques disponibles, ont été utilisés pour la réalisation de ce paragraphe.

#### 3.2.1. Géologie

##### 3.2.1.1. *Caractéristiques générales de la zone*

Les données sur la géologie sont extraites de la carte géologique de la France au 1/1 000 000, publiée en 1996 et révisée en 2002 par le BRGM.

Le nord de la zone étudiée est composé d'une couverture Eocène (grès, craies, calcaires), reposant en discordance sur un substratum ancien, fracturé et plissé, formé du Briovérien et de l'Ordovicien.

Une couverture sédimentaire récente, allant du sable grossier à graveleux, est présente sur l'ensemble de la zone. Des affleurements rocheux caractérisent le nord du site.

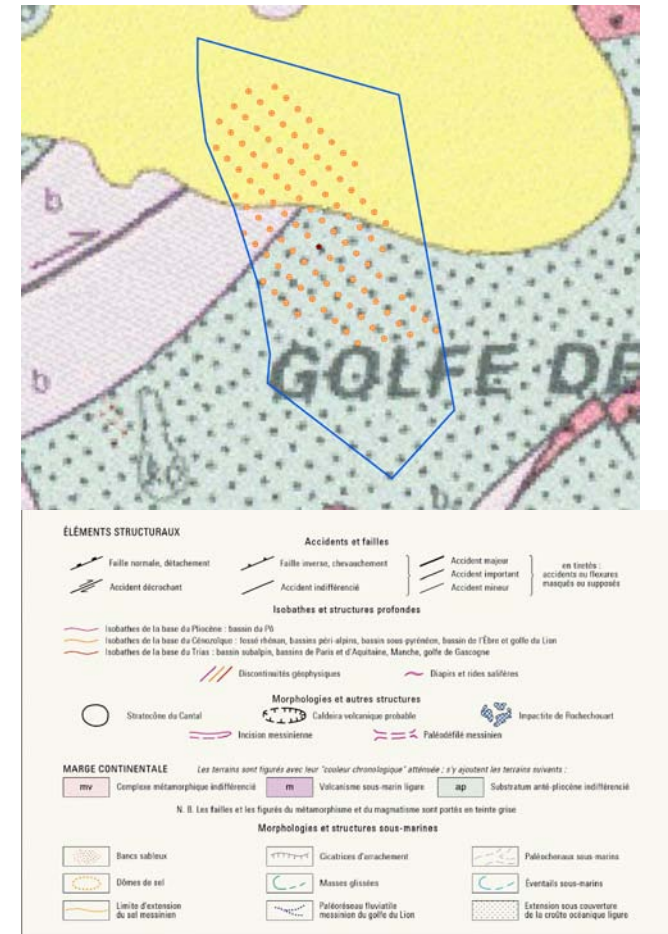
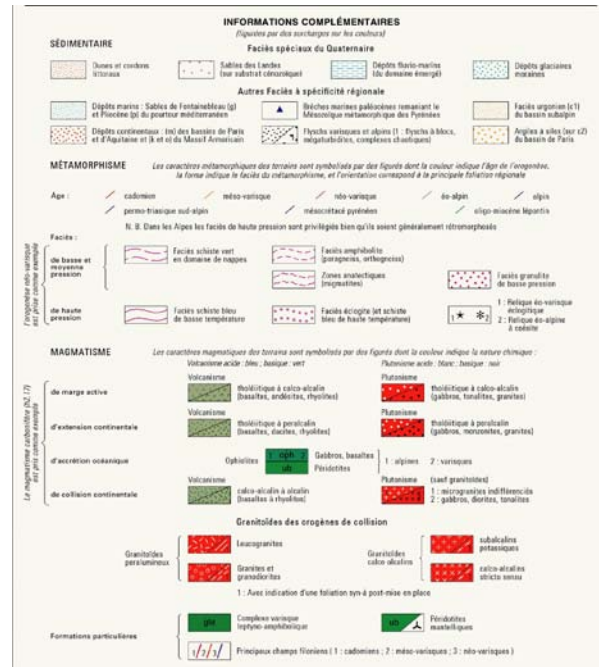
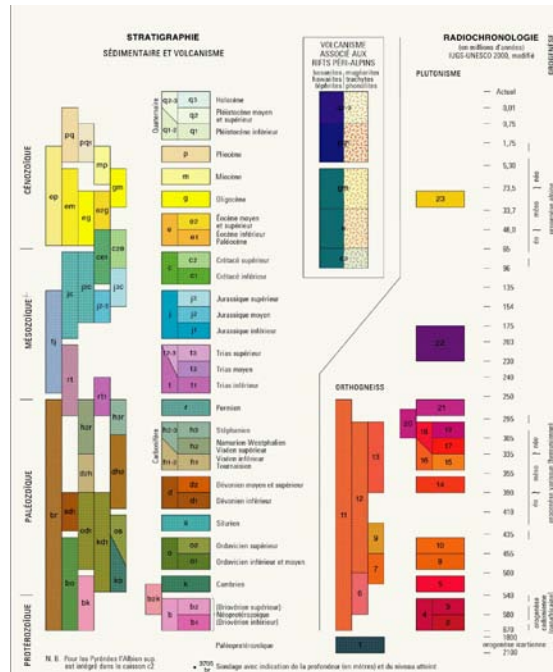


Figure 6 : Géologie du site (Source : BRGM – Cf. Annexe 1)



### 3.2.1.2. Synthèse des enjeux et sensibilités

	CARACTERISTIQUES	ENJEUX	SENSIBILITE
GEOLOGIE	Substratum ancien à récent et couverture sédimentaire	Aucun	Nulle

Tableau 5 : Géologie - Synthèse des enjeux et sensibilités

### 3.2.1.3. Effets potentiels

#### a) En phase construction

La mise en place des fondations des éoliennes nécessitera le forage du substratum pour la mise en place des pieux d'une hauteur de 15 à 20 m pour un diamètre de 1,5 m. La géologie sera donc altérée sur cette hauteur et une surface de 1,76 m<sup>2</sup> par pieu. La pose d'une fondation entraînera l'excavation de 106 à 140 m<sup>3</sup> de matériau environ, soit 10 700 à 14 250 m<sup>3</sup> de matériau déplacé pour l'ensemble du projet.

L'ensoulement des câbles se fera dans la couche sédimentaire superficielle, excepté aux endroits où celle-ci n'est pas suffisamment épaisse. En certains points du câblage, le substratum pourra donc être creusé afin de placer le câble à une profondeur de 1,5 m environ. Étant donné la couverture sédimentaire de la zone, cette altération du substratum devrait être très ponctuelle et concerner un volume très réduit de substratum.

**L'effet de la pose des fondations et des câbles sur la géologie peut être considérée comme faible.**

#### b) En phase exploitation

La présence des fondations induira une modification de la structure du sol. Les pieux sont enfoncés sur 15 à 20 m et perdureront toute la durée de vie du parc.

Les câbles seront quant à eux ensouillés essentiellement dans les sédiments superficiels et entraîneront donc une modification négligeable du substratum.

**Les effets des fondations et des câbles sur la géologie du site en phase exploitation peuvent être considérés comme faibles.**

#### c) En phase démantèlement

Lors du démantèlement, les pieux permettant la fixation des fondations seront arasés. La partie des pieux restante dans le substratum constitue un effet irréversible sur la géologie, mais peu impactant globalement sur le site (matériaux inertes).

De plus, le retrait complet des pieux nécessiterait l'emploi d'explosifs et constituerait une opération beaucoup plus dommageable pour les fonds marins.

De même, les câbles, également inertes, seront laissés en place.

**Ainsi, l'effet des fondations et des câbles sera irréversible mais faible.**

#### 3.2.1.4. Synthèse des impacts

	SENSIBILITE	PHASE	NATURE DE L'EFFET		EFFET	IMPACT POTENTIEL
GEOLOGIE	Nulle	Construction	Altération du substratum	Fondations	Faible	Nul
				Câbles	Faible	Nul
		Exploitation	Altération du substratum	Fondations	Faible	Nul
				Câbles	Faible	Nul
		Démantèlement	Altération du substratum	Fondations	Faible	Nul
				Câbles	Faible	Nul

Tableau 6 : Géologie – Synthèse des impacts

#### 3.2.2. Hydrodynamique : marées, houle, courants

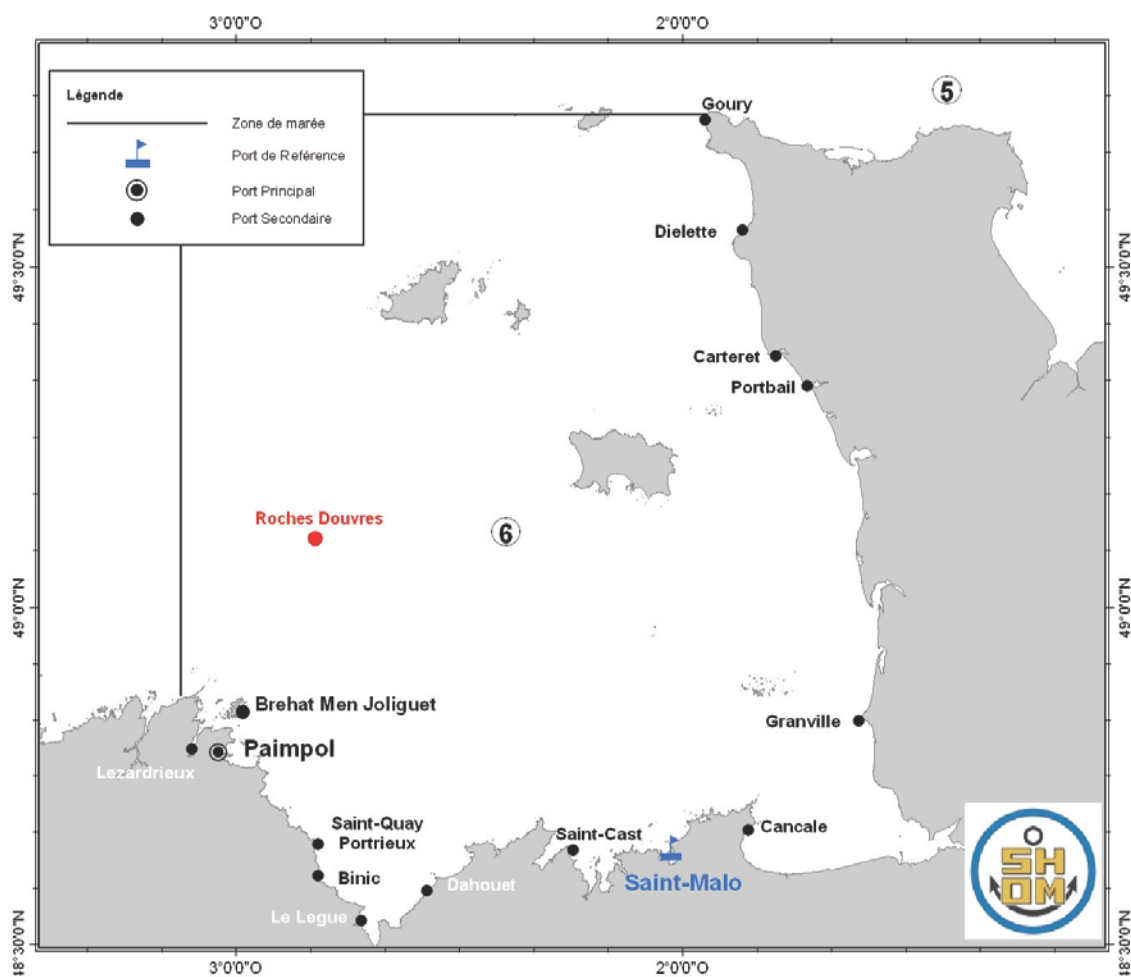
##### 3.2.2.1. Caractéristiques générales du site

###### a) La marée

En baie de Saint-Brieuc, le marnage peut être important puisqu'il varie entre 4 et 12,80 m, selon le coefficient de marée et le port de référence.

La figure suivante regroupe les différents niveaux caractéristiques de la marée, exprimés par rapport au zéro hydrographique (en cm) :

- Le niveau de plus basse mer astronomique (PBMA) ;
- Le niveau des basses mers moyennes de vives-eaux (BMVE) ;
- Le niveau des basses mers moyennes de mortes-eaux (BMME) ;
- Le niveau moyen (NM) ;
- Le niveau des pleines mers moyennes de mortes-eaux (PMME) ;
- Le niveau des pleines mers moyennes de vives-eaux (PMVE) ;
- Le niveau de plus haute mer astronomique (PHMA).



Site	PBMA (cm)	BMVE (cm)	BMME (cm)	NM (cm)	PMME (cm)	PMVE (cm)	PHMA (cm)
Bréhat	10	130	375	595	815	1055	1168
Paimpol	11	135	385	609	835	1080	1192
Saint-Quay Portrieux	11	145	400	635	865	1130	1247
Binic	0	135	400	636	865	1140	1281
Le légué	7	145	405	646	880	1145	1266
Dahouët	-6	135	400	632	865	1130	1264
Roche Douvres	3	130	355	552	760	980	1080

Figure 7 : Niveaux de référence selon les ports de la baie de Saint-Brieuc (Source : SHOM)



## b) La houle

La base de données ANEMOC<sup>2</sup>, constituée à partir des résultats de simulations numériques de houles permet de préciser les caractéristiques des conditions d'agitation du secteur d'étude. Le point du modèle le plus proche de la zone d'étude est le point COAST 2635.

Les histogrammes et corrélogrammes suivants les synthétisent :

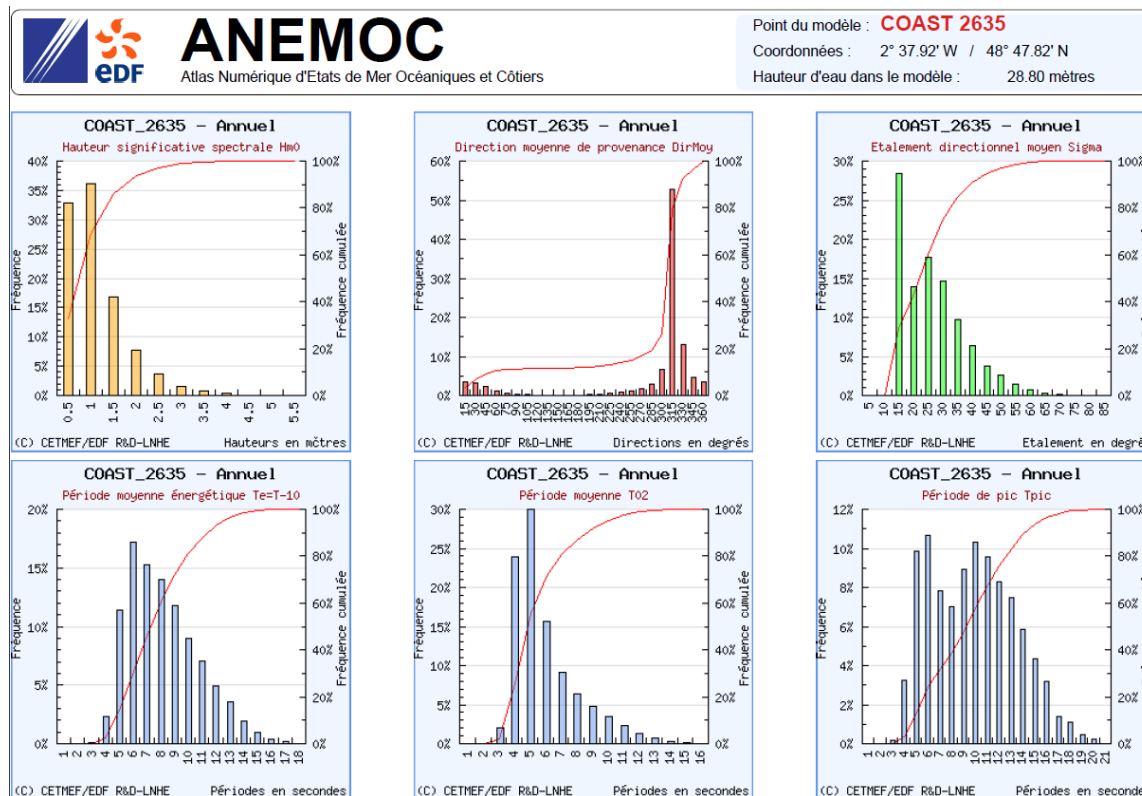


Figure 8 : Histogrammes ANEMOC annuels pour le point de mesures COAST 2635 (Source : ANEMOC)

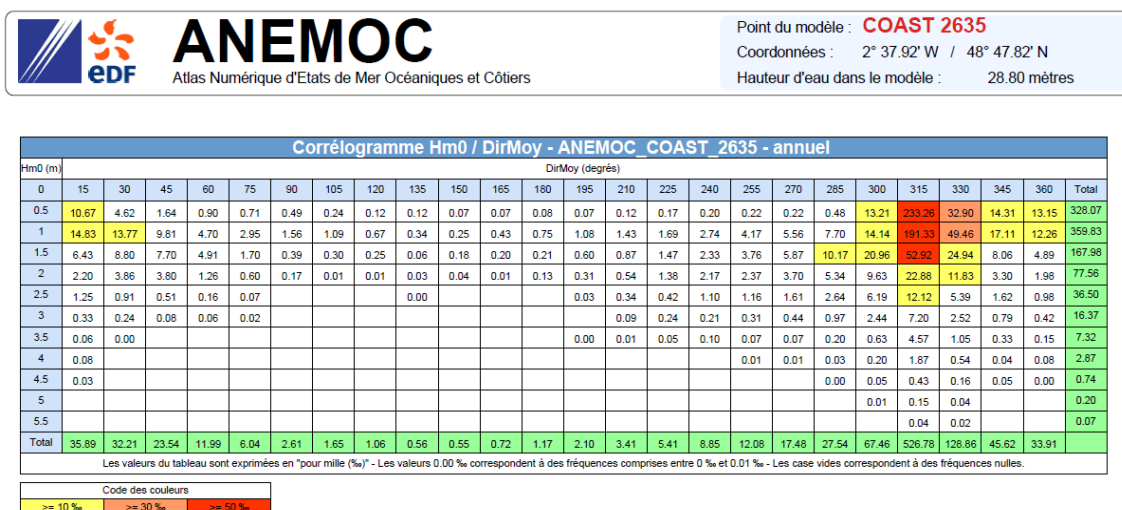


Figure 9 : Corrélogramme ANEMOC annuel pour le point de mesure COAST 2635 (Source : ANEMOC)

<sup>2</sup> Atlas Numérique d'États de Mer Océaniques et Côtiers

La baie de Saint-Brieuc est ouverte sur les houles du large, avec une prédominance des houles de secteur nord-ouest. Dans 70% des cas, la hauteur des houles significatives est inférieure à 1 m.

La hauteur de houle pour une période de retour cinquantennale est de 6,16 m.

### c) Les courants

Des données de prédictions de courants de marée ont été acquises auprès du SHOM par IBERDROLA.

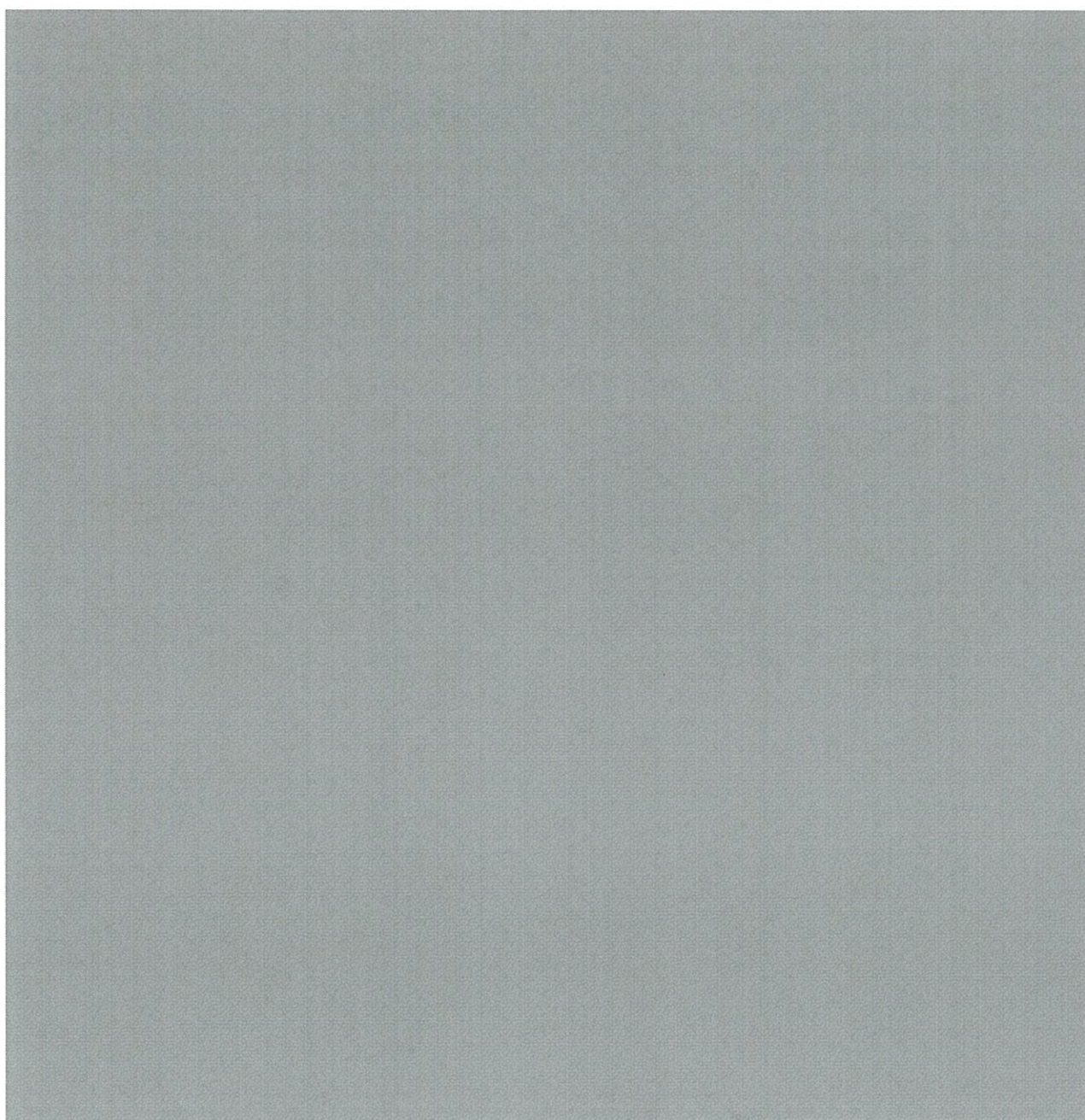
Des modélisations ont été réalisées en cinq points de la zone ou à proximité.



Figure 10 : Localisation des points de modélisation des courants sur la zone (Source : IBERDROLA, 2011)

Les résultats des modélisations de courants de marée pour ces cinq points sont présentés en Figure 11 : Modélisation des courants de marée en cinq points de la zone (Source : IBERDROLA).

Ils révèlent un flot de direction sud-est d'une amplitude maximale variant entre 2,1 et 2,9 nœuds en vive-eau (marée de coefficient 95) et 0,9 et 1,1 nœuds en morte-eau (marée de coefficient 45).



### 3.2.2.2. Synthèse des enjeux et des sensibilités

	CARACTERISTIQUES	ENJEUX	SENSIBILITE
<b>Hydrodynamisme</b>	<p>Marnage important</p> <p>Prédominance de houles de secteur nord-ouest inférieur à 1 m</p> <p>Courants pouvant être importants en vive-eau</p>	<p>Ne pas modifier les courants locaux</p> <p>Conserver les conditions de houle actuelles</p> <p>Colonne</p>	Nulle

*Tableau 7 : Hydrodynamisme - Synthèse des enjeux et des sensibilités*



### 3.2.2.3. Effets potentiels

#### a) En phase construction

L'influence des moyens nautiques utilisés en phase de travaux (barge autoélévatrice, remorqueurs, chalands...) sur l'agitation de la mer sera négligeable. **Ces effets sont faibles et prendront fin avec la fin des travaux.**

Les effets des travaux du parc éolien de Saint-Brieuc sur les conditions de courants, de marées et de houle (hydrodynamique) peuvent être considérés comme nuls.

La présence des fondations entraînent des modifications très locales des courants et des houles. La mise en place des éoliennes sera progressive, l'évolution des agents hydrodynamiques sera donc également progressive.

Lors de la phase travaux, les effets sur les agents hydrodynamiques seront donc très limités dans le temps et dans l'espace.

**Ainsi, les travaux de construction n'auront pas d'effet sur les conditions hydrodynamiques..**

#### b) En phase exploitation

- *Impact sur la marée*

**Il n'y aura pas d'effet sur la marée.**

- *Impact sur les courants*

Localement, les courants seront perturbés par la présence des fondations qui représenteront un obstacle à l'écoulement du fluide. On parle d'effet de sillage.

A l'échelle du futur parc, aucun effet cumulé ne peut être envisagé entre les différentes éoliennes du fait de la distance comprise entre 800 et 1 000 m entre des dernières, ce qui permet de garantir la transparence du parc.

Les retours d'expérience montrent qu'à l'échelle d'une ferme éolienne, les fondations induisent une diminution faible de l'intensité des courants. Toutefois, celle-ci n'excède pas 0,10 m/s en valeur absolue. Dans un rayon de 100 m autour d'une fondation de type monopieu, les courants sont en revanche plus impactés avec, transversalement, une accélération alors qu'à l'aval des mats ceux-ci sont ralentis.

En termes d'emprise globale, l'effet de sillage généré par l'ensemble des fondations se répercute sur le courant à environ 2 km à l'aval de la dernière fondation. Cela correspond néanmoins à un ralentissement très faible. Au delà, aucun effet sur la courantologie n'est constaté, à la fois en termes d'intensité et de direction des courants.

Ces retours d'expérience concernent des fondations monopieux. Le projet étant basé sur des fondations jacket, la modification des courants autour des pieux, d'un diamètre beaucoup plus petit (1,5 m contre 7 à 8 m pour un monopieu), sera moindre.

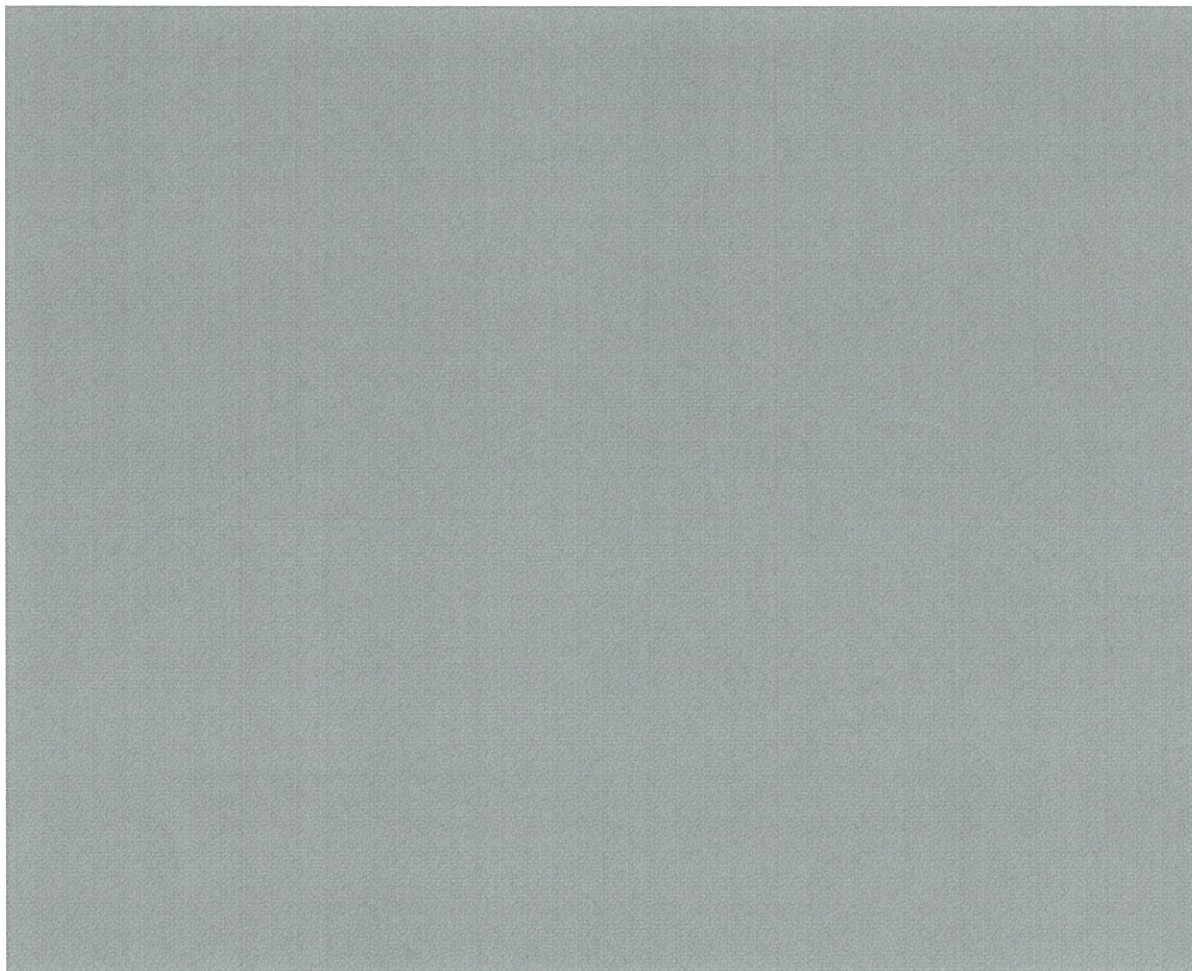
**L'effet des éoliennes sur le courant est donc nul.**

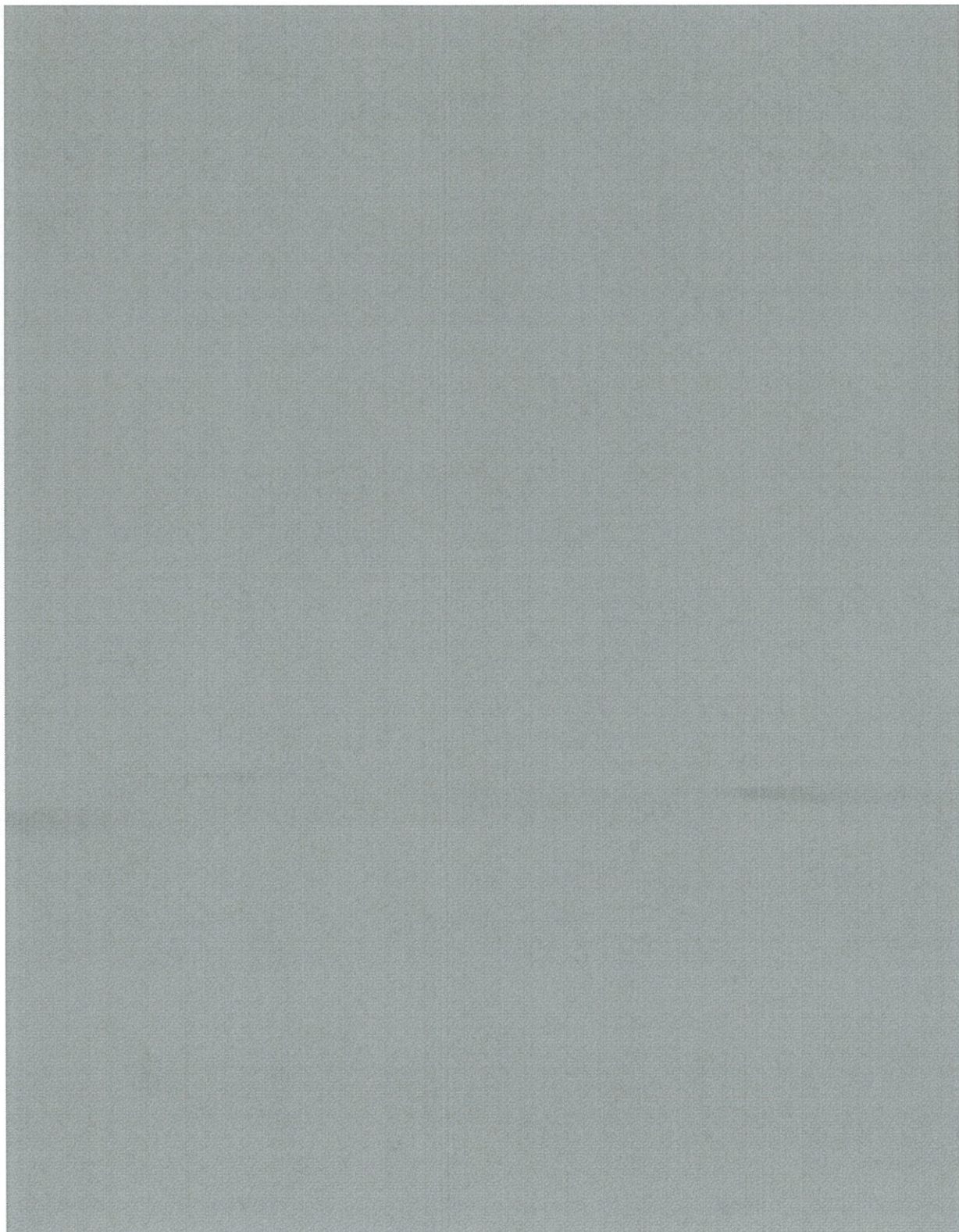
- *Impact sur les houles*

A l'échelle régionale, les effets de chaque éolienne se cumulent et le champ de houle à l'aval du site (après passage à travers la ferme d'éoliennes) peut être, sur une certaine distance, modifié par rapport à la configuration « avant éoliennes ».

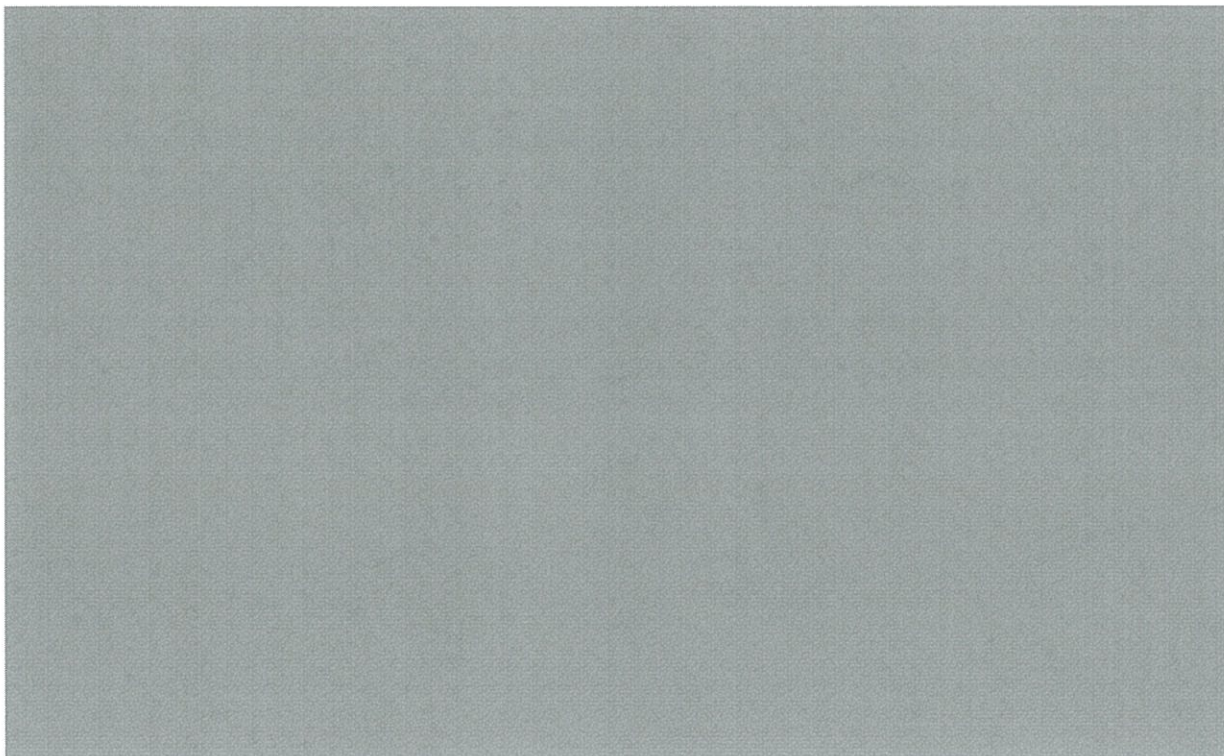


Plusieurs études ont été menées pour déterminer l'effet d'un champ d'éoliennes offshore sur le champ de houle à l'aval du site et à la côte. Les études disponibles sont basées sur la modélisation numérique du champ de houle à l'aide de modèles de propagation, avant et après la mise en place d'une ferme éolienne offshore.









**c) En phase démantèlement**

Tout comme les travaux mis en œuvre en phase de construction, les travaux de démantèlement ne devraient pas modifier les conditions hydrodynamiques.

**L'effet du démantèlement sera donc nul sur les conditions hydrodynamiques.**

**3.2.2.4. Synthèse des impacts**

	SENSIBILITE	PHASE	NATURE DE L'EFFET	EFFET	IMPACT POTENTIEL
HYDRODYNAMISME	Nulle	Construction	Modification des agents hydrodynamiques	Aucun	Nul
		Exploitation	Modification des hauteurs d'eau	Aucun	Nul
			Modification des courants locaux	Faible	Nul
			Modification des hauteurs de houle	Faible	Nul
		Démantèlement	Modification des agents hydrodynamiques	Aucun	Nul

Tableau 8 : Hydrodynamisme - Synthèse des impacts

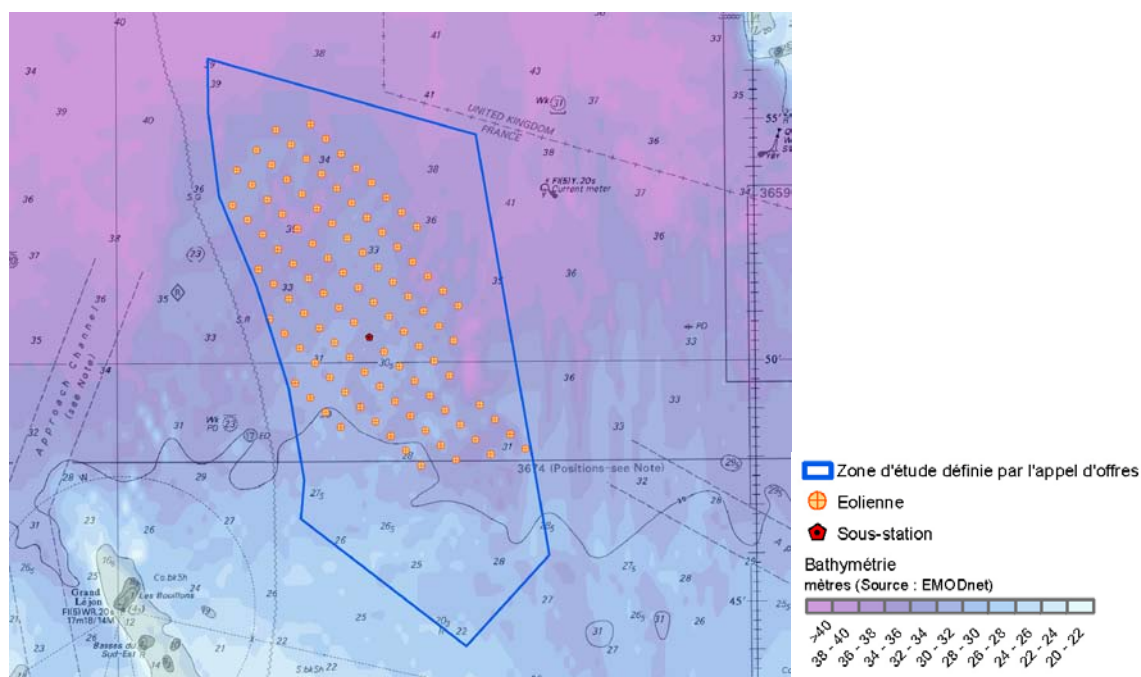
### 3.2.3. Bathymétrie

#### 3.2.3.1. Caractéristiques générales du site

La bathymétrie du site est généralement très modérée, s'approfondissant doucement vers le nord.

Les profondeurs relevées au niveau des plus basses mers (références carte SHOM), varient entre 28 m au sud de la zone, jusqu'à 41,5 m au nord-est.

Aucune obstruction topographique majeure n'est présente sur le site, qui présente généralement un relief doux et peu marqué.



#### 3.2.3.2. Levés bathymétriques

Afin de compléter les données du SHOM, le Consortium a fait réaliser des mesures sur site par le bureau d'études IXSurvey, spécialisé dans le domaine de l'océanographie. Le rapport complet des résultats des levés est présenté en Annexe 2.

Les résultats de ces levés démontrent que la bathymétrie augmente progressivement de 21,1 m dans le sud-ouest à 46 M dans le NE, avec une pente négligeable. A noter la présence d'une faille à l'est de la zone d'étude.



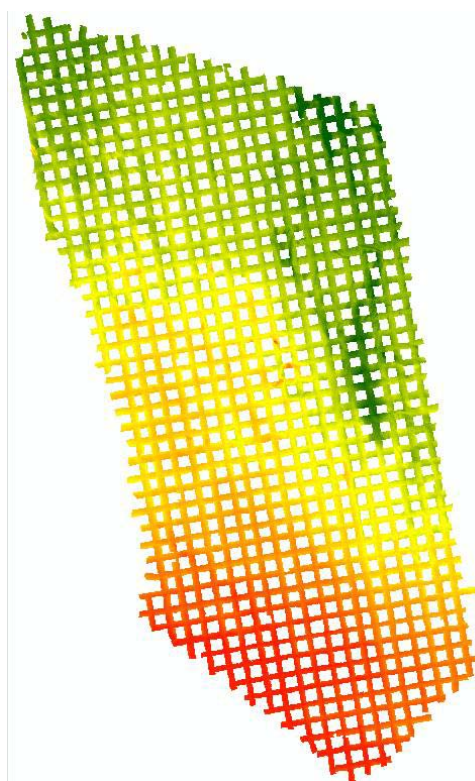


Figure 15 : Carte bathymétrique de la zone issue des mesures en mer (Source : IXSurvey, 2011)

#### 3.2.3.3. Synthèse des enjeux et des sensibilités

	CARACTERISTIQUES	ENJEUX	SENSIBILITE
BATHYMETRIE	Les fonds de la zone peuvent atteindre près de 40 m et descendent en pentes douces	Conservation de la bathymétrie actuelle	Nulle

Tableau 9 : Bathymétrie - Synthèse des enjeux et des sensibilités

#### 3.2.3.4. Effets potentiels

##### a) En phase construction

La pose des fondations n'affectera pas la morphologie des fonds.

L'enfouissement des câbles pourra engendrer un bourrelet sédimentaire qui sera rapidement « étalés naturellement » par la marée suivante.

Les moyens nautiques utilisés en phase chantier doivent également être considérés. Les navires mobiles (barges, remorqueurs, chaland, bateau de soutien,...) peuvent induire la formation de sillons au niveau de leur ancrage qui peut se déplacer sous l'action de la houle. La plateforme auto élévatrice provoquera un poinçonnement du sous-sol au niveau des 4 colonnes qui la supportent et la formation de 4 « cratères » tous les 810 m à 1 045 m.

Cependant, l'hydrodynamisme et la sédimentologie locale combleront très probablement de manière rapide les trous formés, la surface concernée par ces derniers (de l'ordre de 60 m<sup>2</sup>) restant infime par

rapport à la superficie de la zone d'étude et trop espacée pour avoir un effet cumulé significatif sur les fonds marins.

**L'effet des travaux de construction sur la bathymétrie peut donc être considéré comme faible.**

#### **b) En phase exploitation**

Les sédiments meubles présents sur la zone sont facilement mobilisables sous l'effet de la houle et des courants de fonds et peuvent, en présence des obstacles physiques que représenteront les éoliennes, générer des désordres hydro-sédimentaires.

Des zones d'affouillement<sup>3</sup> se créeront autour des structures du parc. Il en résulte une érosion à l'avant de l'objet et un dépôt à l'arrière. Des figures en croissant (« crescent marks ») peuvent apparaître, prenant naissance lorsqu'un objet posé sur le fond provoque une déflexion des lignes de courant. Le calcul de la stabilité des fondations intègre toutefois ce phénomène.

Du fait de l'espacement important entre chaque éolienne et des différentes directions des courants, l'ampleur de cet effet restera d'autant plus limitée car le jeu des différents courants permettra de rétablir des équilibres au gré des marées et de la houle. Il n'en est pas moins que, suivant les directions de courants principaux, l'aval des éoliennes devrait connaître des zones de « creux » quand l'amont connaîtra un effet de piégeage des sédiments fins.

Il est important de noter que cet affouillement est proportionnel au diamètre des pieux, soit 1,5 m pour ceux utilisés dans le cadre du projet éolien de Saint-Brieuc (contre 7 à 8 m pour les monopieux et 25 m pour les embases gravitaires). Ce phénomène sera donc limité par le choix du type de fondation.

**L'effet des éoliennes sur la bathymétrie sera donc vraisemblablement faible et temporaire.**

La présence des câbles ne modifie pas la morphologie des fonds puisque ceux-ci sont ensouillés, excepté au niveau des fondations lorsque les câbles ne pourront pas être ensouillés et seront protégés par des matelas béton.

**L'effet des câbles sur la bathymétrie en phase exploitation peut donc être considéré comme faible.**

#### **c) En phase démantèlement**

Afin d'aller découper au plus près du substratum les pieux fixant les fondations, un dragage des sédiments sera effectué au niveau de ceux-ci. Les sédiments seront ainsi creusés, la bathymétrie sera donc perturbée au niveau de chaque pieu, mais encore une fois de manière temporaire car grâce aux jeux des courants et des marées, on peut s'attendre à ce que les sédiments s'étalent à nouveau.

Les câbles étant laissés en place après l'exploitation du parc, aucun effet n'est attendu.

Comme en phase de construction du parc, les moyens nautiques utilisés pourront également avoir un effet sur la bathymétrie, celui-ci étant ma

**L'effet du démantèlement peut donc être considéré comme faible.**

---

<sup>3</sup> Action d'attaque par la base, naturelle ou anthropique, d'un versant naturel, d'un escarpement, d'une falaise, d'un mur ou d'un enrochement entraînant les matériaux les moins résistants sur lesquels il repose ou qui le protègent.

### 3.2.3.5. Synthèse des impacts

	SENSIBILITE	PHASE	NATURE DE L'EFFET		EFFET	IMPACT POTENTIEL
BATHYMETRIE	Nulle	Construction	Modification de la morphologie des fonds	Fondations	Aucun	Nul
				Câbles	Faible	Nul
				Moyens nautiques	Faible	Nul
		Exploitation	Modification de la morphologie des fonds	Fondations	Faible	Nul
				Câbles	Faible	Nul
		Démantèlement	Modification de la morphologie des fonds	Fondations	Faible	Nul
				Câbles	Faible	Nul
				Moyens nautiques	Faible	Nul

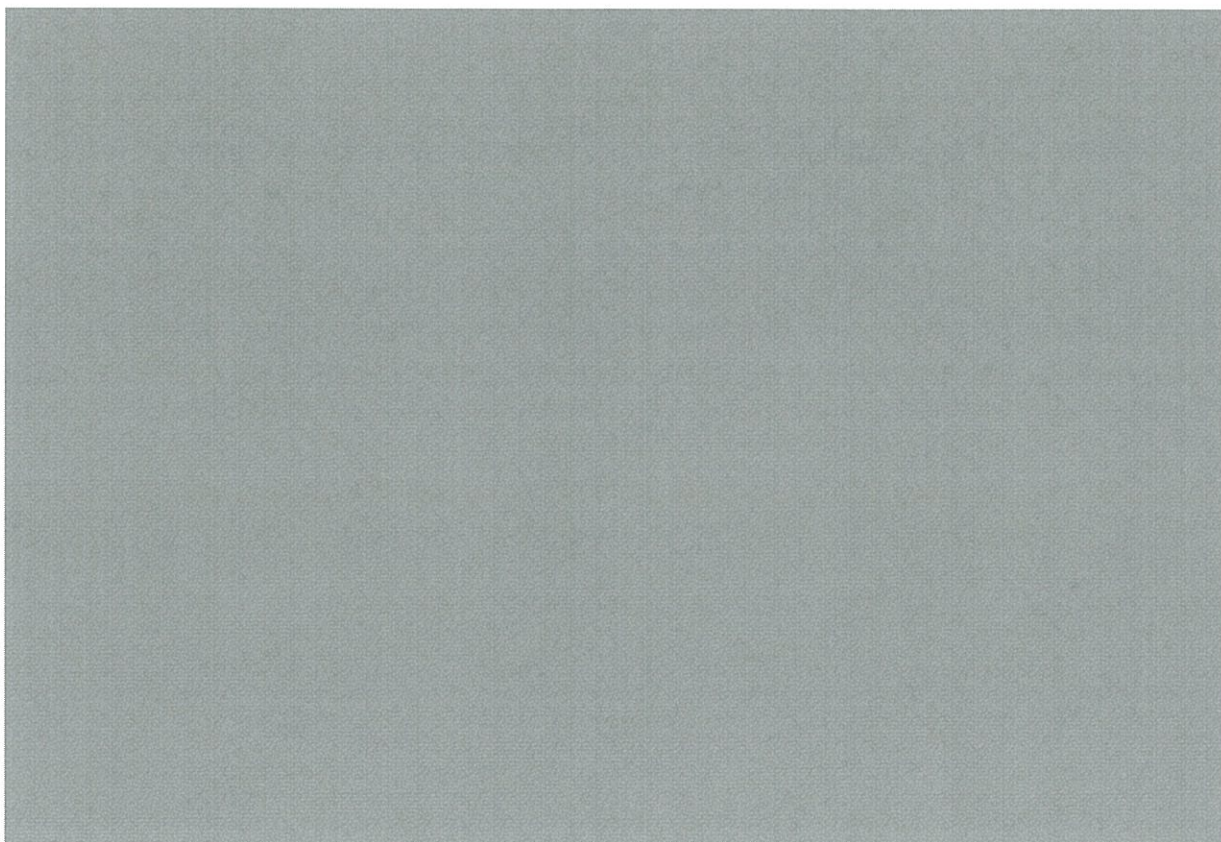
Tableau 10 : Bathymétrie - Synthèse des impacts

### 3.2.4. Sédimentologie

#### 3.2.4.1. Caractéristiques générales du site

Le site d'implantation des éoliennes est au ¾ recouvert d'une couverture sableuse grossière présentant des épaissements localisés (jusqu'à 20 m d'épaisseur) dans les parties plus profondes de l'est.

Cette couverture est formée de deux types de sédiments : du sable grossier et du sable très grossier à graveleux. Des placages de sables plus fins (épaisseur inférieure au mètre) forment des langues orientées NNW-SSE suivant les courants dominants.



#### 3.2.4.2. Analyse au sonar à balayage latéral

Afin de compléter les données sur la nature des sédiments sur zone, une analyse des fonds a été réalisée au moyen d'un sonar à balayage latéral par le bureau d'études IXSurvey sur l'ensemble de la zone proposée à l'appel d'offre. Les résultats présentés sont issus du rapport mentionné en Annexe 2.

La moitié nord est constituée d'affleurement rocheux. Cette couverture n'est pas complète, il existe une légère couverture de sédiments récents, mais cette couverture n'est pas suffisante pour masquer la topographie vallonnée de la roche. D'après les vidéos sous-marines et les échantillons sur site, ces sédiments seraient constitués d'un mélange de gravier et de sable grossier avec une fraction élevée de fragments de coque.



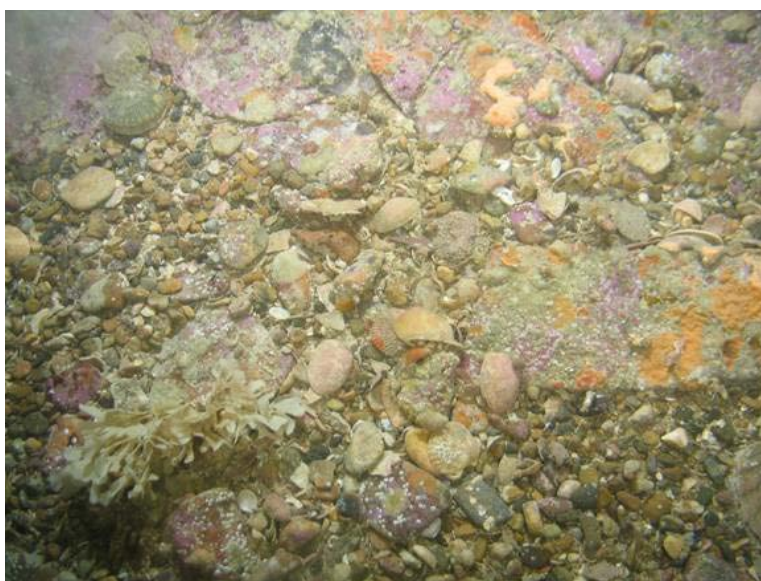


Figure 17 : Image du fond du nord de la zone d'étude, montrant des affleurements rocheux avec des sédiments grossier et des débris de coquillages (Source : IXSurvey, 2011)

La partie sud est majoritairement constituée de sédiments récents, ces sédiments sont un mélange de sables fins à grossiers, avec quelques cailloux et galets et une large proportion de débris de coquilles.



Figure 18 : Photo des fonds sur la zone sud (Source : IXSurvey, 2011)

### 3.2.4.3. Synthèse des enjeux et des sensibilités

	CARACTERISTIQUES	ENJEUX	SENSIBILITE
SEDIMENTOLOGIE	Couverture sableuse à graveleuse plus ou moins épaisse Fonds soumis aux conditions hydrodynamiques	Conserver la nature sédimentaire des fonds	Faible

Tableau 11: Sédimentologie - Synthèse des enjeux et des sensibilités

### 3.2.4.4. Effets potentiels

#### a) En phase construction

Les effets sur la sédimentologie proviennent exclusivement de perturbations causées par les travaux en eux-mêmes.

Les effets suivants peuvent être envisagés :

- Remise en suspension et dépôts de particules fines

La présence de sédiments superficiels sur la zone engendrera la remise en suspension de particules fines. En effet, plusieurs actions liées au chantier du projet éolien sont potentiellement génératrices de mouvements de sédiments. Cette remise en suspension peut intervenir lors des opérations de :

- Pose de la structure gabarit,
- Forage de la roche,
- L'ensouillage des câbles.

Sur l'aire d'implantation du projet, les sédiments sont plutôt grossiers, ce qui limite naturellement le risque de formation d'un nuage turbide de grande ampleur, d'autant plus que ceux-ci ne se cumuleront pas puisque les fondations, distantes de 800 à 1000 m environ, seront implantées l'une après l'autre.

Notons que les travaux de forage ne sont pas des opérations qui engendrent une forte remise en suspension (surface de frottement faible). La pile est mise en place à l'avancement du forage qui s'effectue à l'intérieur de la pile. Celle-ci pénètre donc au fur et à mesure de l'avancement du forage ; cela induit que la remise en suspension est confinée à l'intérieur de la pile limitant sa dispersion dans la colonne d'eau.

Pour l'ensouillage des câbles, une tranchée sera creusée dans les sédiments meubles, ce qui provoquera la mise en suspension de ceux-ci et un redépôt. Celui-ci sera cependant localisé et dilué.

**Les effets du forage, de la pose des fondations, de la pose et de l'ensouillage des câbles sur la remise en suspension des sédiments seront globalement faibles. Ils sont en effet limités en surface, réversibles à court ou moyen terme du fait des mouvements dus aux marées et courants.**

- Perturbation des fonds par apport de matériaux extérieurs

Le diamètre des trous sera plus grand que le diamètre du pieu foré pour tenir compte d'une certaine inexactitude dans le forage. Lorsque le pieu est introduit dans le trou, un enduit de jointement est pompé dans le vide entre la roche et le pieu. Aucune protection contre l'érosion n'est nécessaire autour des pieux.

Au niveau des pieds des fondations, les câbles provenant de l'éolienne ne peuvent être ensouillés et seront recouverts de matelas béton de protection.

Les seuls apports de matériaux extérieurs sont donc l'enduit permettant de maintenir le pieu vertical au niveau de la fondation, et les matelas béton protégeant les câbles non-ensouillés.

**Que ce soit pour les fondations ou les câbles, l'effet de l'apport de matériaux extérieurs sur la zone est faible.**

#### **b) En phase exploitation**

Les effets sur la sédimentologie proviennent des modifications des conditions hydrodynamiques (courant, houle).

Comme nous l'avons vu précédemment, la présence d'un parc éolien modifie de façon minime les conditions hydrodynamiques. Ces nouvelles conditions hydrauliques peuvent modifier à leur tour les contraintes de cisaillement sur les fonds. Néanmoins, il est montré que les courants et les houles ne sont modifiés que localement autour des machines et qu'à une échelle plus globale, un parc ne modifie en rien les conditions hydrodynamiques de la zone.

Autour des fondations, les modifications hydrauliques seront plus importantes et des phénomènes d'affouillement pourront être observés. Ceux-ci devraient cependant être limités du fait notamment de l'espacement important entre les éoliennes.

**L'effet des fondations en phase exploitation sera faible sur la sédimentologie.**

**Les câbles ensouillés n'auront aucun effet sur la sédimentologie.**

#### **c) En phase démantèlement**

Comme durant la phase de construction, les effets seront dus à la nature des travaux en eux-mêmes. L'effet sera donc une remise en suspension des sédiments due exclusivement au dragage nécessaire autour des pieux des fondations pour les araser à une profondeur suffisante pour permettre un retour sur la totalité du site des usages pratiqués avant l'implantation du parc.

Toutefois, ce type d'activité est déjà fréquemment pratiqué sur le secteur dans le cadre des la pêche commerciale.

Comme en phase construction, la remise en suspension des sédiments, majoritairement de nature grossière, sera toutefois faible et localisée.

Rappelons qu'il est prévu de laisser les câbles ensouillés en place (Cf. ***Présentation du plan de démantèlement et de remise en état du site***) ce qui minimisera l'impact de la remise en suspension.

**L'effet sera donc faible.**

### 3.2.4.5. Synthèse des impacts

	SENSIBILITE	PHASE	NATURE DE L'EFFET		EFFET	IMPACT POTENTIEL
SEDIMENTOLOGIE	Faible	Construction	Remise en suspension de sédiments	Fondations	Faible	Faible
				Câbles	Faible	Faible
			Apports de matériaux extérieurs	Fondations	Aucun	Nul
				Câbles	Faible	Faible
		Exploitation	Modification de la sédimentologie	Fondations	Aucun	Nul
				Câbles	Aucun	Nul
		Démantèlement	Remise en suspension de sédiments		Faible	Faible

Tableau 12 : Sédimentologie - Synthèse des impacts

### 3.2.5. Géomorphologie

#### 3.2.5.1. Caractéristiques générales du site

La côte de la baie de Saint-Brieuc est constituée d'une succession de falaises rocheuses et de plages sableuses. Quelques courts segments de côte sont artificialisés, principalement au niveau des bourgs.

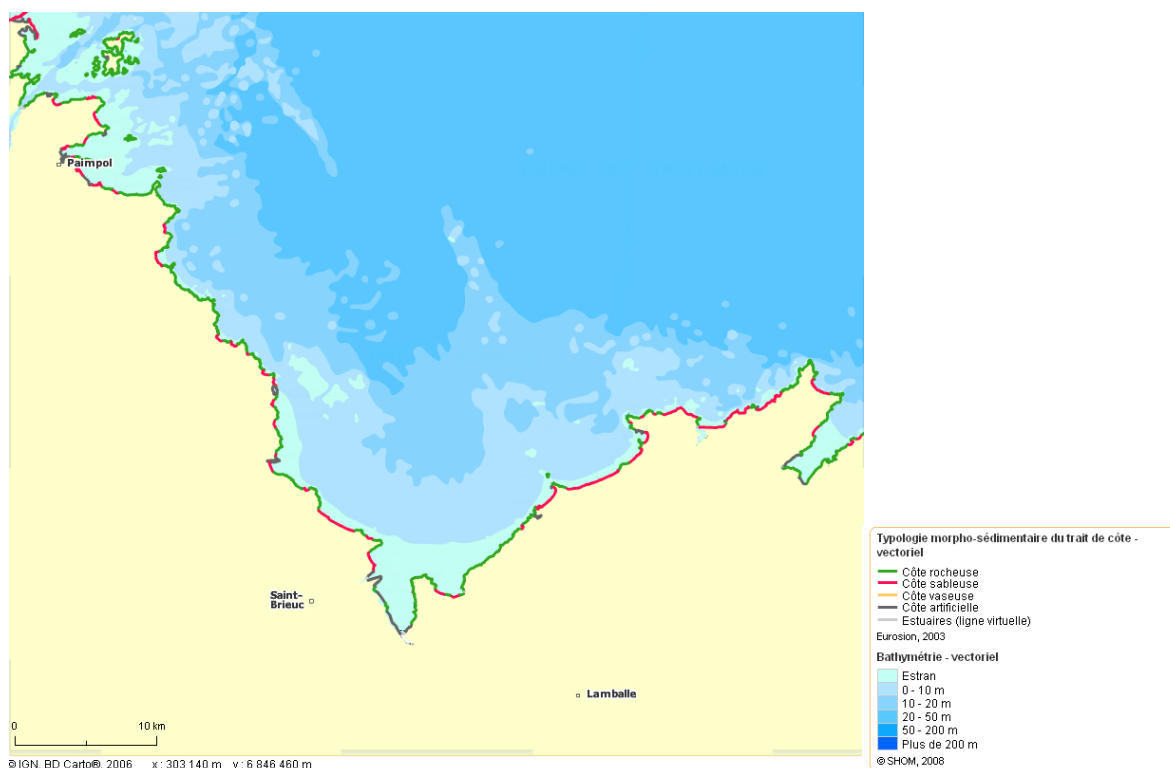


Figure 19: Nature du trait de côte de la baie de Saint-Brieuc (Source : IFEN, 2011)



Le trait de côte peut évoluer suite à l'érosion ou l'accrétion qui résultent de facteurs d'origine naturelle (évolution du niveau de la mer, événements météo-océaniques, transport sédimentaire par les courants et les vents).

Dans la baie de Saint-Brieuc, seules les parties sableuses peuvent être assujetties à une évolution. Les parties rocheuses et les espaces aménagés sont naturellement stables.

### 3.2.5.2. Synthèse des enjeux et des sensibilités

	CARACTERISTIQUES	ENJEUX	SENSIBILITE
GEOMORPHOLOGIE	Le trait de côte est une alternance de zones rocheuses et sableuse Zones artificialisées et urbanisées	Ne pas favoriser l'érosion du trait de côte	Moyenne

Tableau 13 : Géomorphologie - Synthèse des enjeux et des sensibilités

### 3.2.5.3. Effets potentiels

#### a) En phase construction

La remise en suspension de sédiment et les modifications de l'hydrodynamisme du secteur étant faibles et localisées, **les effets du chantier seront nuls.**

#### b) En phase exploitation

Les effets potentiels sur la géomorphologie proviennent d'une perturbation du trait de côte suite à une évolution des conditions hydrodynamiques et/ou hydrosédimentaires.

Les retours d'expérience montrent que les éoliennes et leur fondation n'induisent pas de modification sur les conditions hydrodynamiques et hydrosédimentaires à une échelle plus grande que le parc.

L'exploitation des éoliennes n'entraîne donc pas d'effet sur la côte.

#### c) En phase démantèlement

Comme les travaux de construction, les travaux de démantèlement n'entraîneront pas de modification des conditions hydrodynamiques du secteur.

Aucun effet n'est donc à prévoir sur l'évolution du trait de côte.

### 3.2.5.4. Synthèse des impacts

	SENSIBILITE	PHASE	NATURE DE L'EFFET	EFFET	IMPACT POTENTIEL
GEOMORPHOLOGIE	Moyenne	Construction	Érosion du trait de côte	Aucun	Nul
		Exploitation	Érosion du trait de côte	Aucun	Nul
		Démantèlement	Érosion du trait de côte	Aucun	Nul

Tableau 14 : Géomorphologie - Synthèse des impacts

### 3.2.6. Qualité des eaux de mer

#### 3.2.6.1. Caractéristiques générales du site

La qualité des eaux de mer est contrôlée par plusieurs réseaux de surveillance dont les points de mesures sont majoritairement situés sur la côte proche du site étudié<sup>4</sup> :

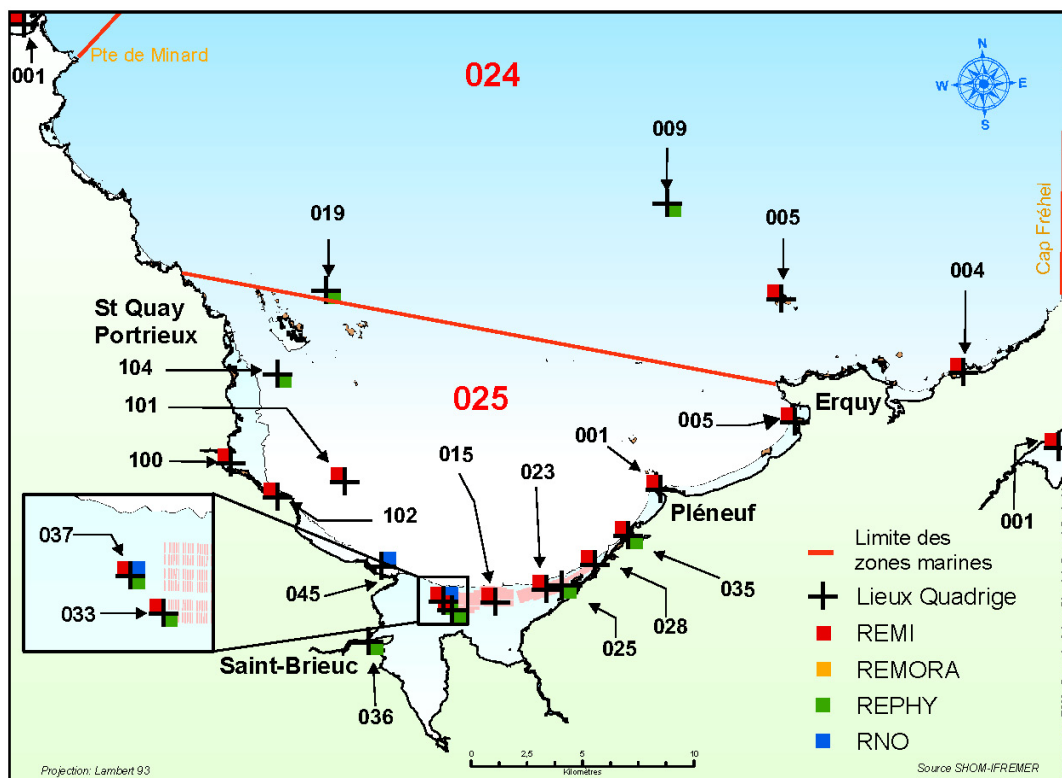


Figure 20 : Localisation des points de surveillance en baie de Saint-Brieuc (Source : IFREMER)

- Le réseau REMI (REseau de surveillances Microbiologique) de l'IFREMER, qui évalue le niveau de risque sanitaire en fonction de l'importance de la pollution d'origine fécale :

En 2009 et 2010, la baie de Saint-Brieuc a été le lieu de nombreuses alertes de contamination microbiologique. La qualité microbiologique de plusieurs mollusques bivalves suivis en fond de baie reste moyenne, allant jusqu'à très mauvaise en un point testé. Elle est également moyenne au niveau du point au large de la baie. La tendance globale est à la dégradation depuis ces dix dernières années. La situation devrait cependant s'améliorer en 2011 avec la parution d'arrêtés de classement sanitaire plus conformes à la qualité microbiologique actuelle du milieu.

- Le réseau REPHY (Réseau de surveillance du PHYtoplancton et des phytotoxines) de l'IFREMER, qui a pour but d'observer l'ensemble des espèces phytoplanctoniques et plus particulièrement les espèces toxiques et nuisibles :

La baie a connu en 2010 une apparition du phytoplancton toxique *Dinophysis* ne dépassant pas toutefois le seuil de déclenchement d'alerte. Les analyses pour la recherche systématique des trois

<sup>4</sup> Sources : Qualité du Milieu Marin Littoral, Bulletin de surveillance – Edition 2011, IFREMER

familles de toxines durant la période de pêche sur les gisements de pectinidés de la baie se sont toutes révélées négatives.

- Le réseau ROCCH (Réseau d'Observation de la Contamination CHimique du milieu marin) de l'IFREMER, qui suit les éléments chimiques (Anciennement Réseau National d'Observation) :

En fond de baie de Saint-Brieuc, toutes les teneurs en contaminants chimiques sont inférieures aux seuils de toxicité. Globalement, les concentrations sont décroissantes, excepté pour le plomb et le cadmium. Ce qui pourrait s'expliquer par la nature géochimique des fonds de la zone, naturellement chargé en plomb, et par la présence d'une ancienne décharge remblayée pendant des décennies par des déchets de toute sorte et désaffectée depuis plusieurs années.

- Le réseau de suivi de la qualité des eaux de baignade de la DDASS : Il vise à assurer la protection sanitaire des baigneurs :

D'une manière générale, les eaux de baignade de la baie de Saint-Brieuc sont de qualité satisfaisante.

- Le suivi de la qualité des zones conchylicoles professionnelles ou de pêche récréative :

De nombreuses zones conchylicoles (professionnelles et de loisirs) existent sur le littoral de la zone d'étude et font l'objet d'un suivi permanent de leur qualités microbiologique, chimique et phytoplanctonique. La majorité d'entre-elles sont propices à la consommation. La pêche à pieds récréative est tolérée, pour l'essentiel, dans les sites surveillés.

- Le suivi mis en place dans le cadre de la Directive-cadre sur l'eau :

Ce dernier réseau a pour but l'évaluation de la qualité des masses d'eau afin de répondre à l'objectif de bon état fixé par la Directive Cadre Eau du 23 octobre 2000 (DCE – 2000/06/CE), au travers de trois grands paramètres : physico-chimiques, morphologiques et biologiques.

Ce suivi est le plus adapté pour déterminer la qualité des eaux de la zone car les autres réseaux de surveillance ciblent essentiellement les zones littorales et sont donc éloignés du périmètre en question.

La zone d'étude comprend trois masses d'eau côtières pour lesquelles les probabilités du respect des objectifs tous paramètres confondus sont :

- La masse d'eau Saint-Brieuc large atteindra le bon état écologique en 2015,
- La masse d'eau Fond de baie de Saint-Brieuc, pour laquelle un délai et/ou des actions particulières devront être mis en place,
- La masse d'eau Paimpol-Perros-Guirec, pour laquelle un délai et/ou des actions particulières devront également être mis en place.

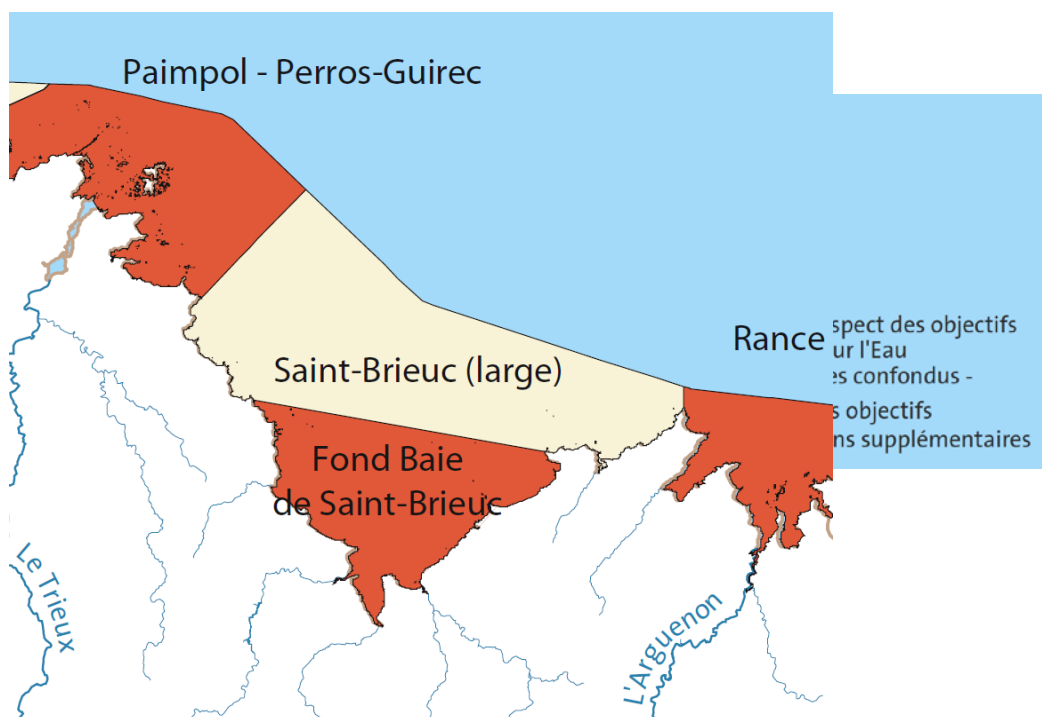


Figure 21 : Masses d'eau côtières et probabilité du respect des objectifs environnementaux en 2015 (Source : Bretagne Vivante)

Les eaux où se situe la zone d'étude, au large de la baie de Saint-Brieuc, sont dans l'ensemble d'assez bonne qualité. Seul un petit secteur est touché par des blooms d'algues opportunistes. Des pics de pollution microbiologique sont également constatés en fond de baie.

### 3.2.6.2. Synthèse des enjeux et des sensibilités

	CARACTERISTIQUES	ENJEUX	SENSIBILITE
QUALITE DES EAUX	<p>Assez bonne qualité</p> <p>Zones conchylicoles propices à la consommation</p> <p>Eaux de baignade de qualité moyenne à bonne</p> <p>Quelques pics de pollution microbiologiques et phytoplanctonique</p>	<p>Conserver la qualité des eaux</p>	<p>Moyenne</p>

Tableau 15 : Qualité des eaux - Synthèse des enjeux et des sensibilités



### 3.2.6.3. Effets potentiels

#### a) En phase construction

Les risques de modifications de la qualité des eaux sont les suivants :

- *Augmentation de la turbidité*

Comme cela a été précisé dans le paragraphe sur les impacts sur la sédimentologie, la phase chantier induit une remise en suspension des sédiments qui augmente temporairement la turbidité de l'eau.

Cette remise en suspension, et donc la turbidité, dépendent, d'une part de la nature des travaux, et d'autre part de la nature sédimentaire du fond marin. Dans le cas de la zone de Saint-Brieuc, les sédiments meubles présents peuvent être remis en suspension.

La remise en suspension des sédiments aura principalement lieu lors de l'ensouillage des câbles, ainsi que pendant la phase de forage pour la pose des pieux des fondations.

Lors des travaux, la turbidité sera donc vraisemblablement légèrement augmentée au niveau des pieux et de l'ensouillage des câbles, mais, comme cela a déjà été expliqué précédemment, cette augmentation de la turbidité restera très limitée à la zone de travaux et sera temporaire.

**L'effet des travaux sur la turbidité de l'eau sera donc faible, que ce soit au cours du forage pour la pose des pieux de l'ensouillage des câbles.**

Il est important de noter que, si les sédiments en présence sont pollués (par des métaux lourds par exemple), leur remise en suspension pourrait entraîner une contamination de la colonne d'eau par ces polluants.

- *Enrichissement du milieu*

Les particules fines ayant la faculté d'adsorber les substances telles que la matière organique ou les polluants chimiques, la remise en suspension de sédiments peut influencer sur la charge en matière organique du milieu, provoquant un **enrichissement du milieu**.

Les effets liés à la remise en suspension de particules sédimentaires sont directement corrélés à la teneur en particules fines du milieu. Sur le site de Saint-Brieuc, la présence de sédiments meubles plus ou moins grossiers laisse à penser que cette remise en suspension est envisageable.

Étant donné la nature sédimentaire du site, l'augmentation de la turbidité et l'enrichissement du milieu en matière organique est envisageable de manière localisée sur la zone d'emprise des travaux.

**La remise en suspension de particules étant déjà considérée comme faible et localisée, le phénomène d'enrichissement du milieu peut être considéré comme nul.**

- *Altération de la qualité de l'eau par apport de matériaux extérieurs*

L'apport de matériaux extérieur est limité aux matelas béton et à l'enduit de jointement permettant de tenir les pieux verticaux. L'origine de ces matériaux sera contrôlée afin d'éviter l'apport de polluant ou de matière fine.

**La qualité de l'eau ne sera pas affectée par les apports de matériaux extérieurs.**

- *Risques de pollution accidentelle*

Lors des travaux, de nombreux navires seront présents sur zone. Des rejets accidentels (hydrocarbures et huile, produits chimiques) pourraient donc intervenir, soit par déversements accidentels soit par collision entre navires.

Afin de limiter les risques de rejets accidentels, les comportements de tous les opérateurs seront donc conformes aux règles d'hygiène, de sécurité et d'environnement. Un plan de prévention environnementale, validé par l'Administration, sera mis en place avant le début des travaux. Il définira les mesures à mettre en place pour limiter le risque de pollution accidentelle : barrières anti-pollution, pompes à hydrocarbures, adsorbants et tout autre équipement de sécurité qui devra équiper les navires.

**Ainsi, le risque de pollution accidentelle par déversement sera faible.**

- *Rejets d'eau usée*

La vie à bord des équipages des supports nautiques génèrent des eaux usées. Un bon nombre des navires est équipé de cuves de rétention des eaux noires, suite à la mise en œuvre de la convention MARPOL. Ainsi, pour toutes les opérations de chantiers se déroulant à moins de 12 miles nautiques des côtes, aucun rejet d'eau usés ne sera effectué : toutes les eaux usées des ces navires seront récoltées et amenées à terre pour y subir le traitement adéquat.

Pour les opérations de chantier se déroulant à plus de 12 miles nautiques des côtes, le rejet des eaux usées en mer ne peut pas être exclu.

Les ordres de grandeur retenus pour l'estimation des volumes sont :

- 100L/j/personne pour les eaux noires (WC)
- 220L/j/personne pour les eaux grises (douche, vaisselle, laverie).

Avec un total de 100 personnes environ sur les divers supports nautiques, on aboutit à 10 m<sup>3</sup>/jour d'eaux noires et 22 m<sup>3</sup>/j d'eaux grises produites. Ces eaux subiront une macération à bord avant rejet.

Ces rejets vont affecter de manière peu significative la qualité de l'eau, au vu des volumes considérés et de l'homogénéisation due à l'action des vents et des courants.

**L'effet des rejets d'eaux usées sur la qualité des eaux peut donc être considéré comme faible.**

Il est à noter que lors des travaux, les eaux de baignade et conchylicole ne seront pas affectées car situées à bonne distance du site de travaux.

#### **b) En phase exploitation**

Les modifications des paramètres physico-chimiques peuvent provenir de :

- La turbidité
- Les nutriments
- Les paramètres physico-chimiques par des rejets accidentels

- *La turbidité*

Le nouveau substrat que constituent les fondations sera rapidement colonisé par de nouvelles espèces. Ces organismes rejettent dans l'eau des fèces ayant pour effet de créer une turbidité légèrement plus importante au niveau des installations. Cette situation est visible naturellement aux abords de tous les substrats colonisés.

Toutefois, la présence des courants permet de diluer cette matière dans la colonne d'eau. **L'effet des fondations en phase exploitation peut être considéré comme nul sur la turbidité.**

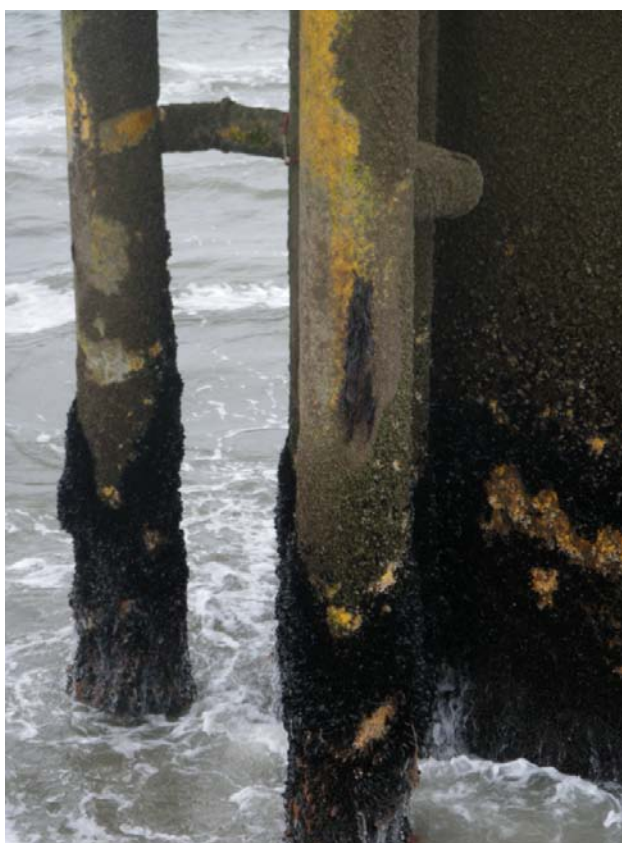


Figure 22 : Colonisation des embases des éoliennes par des organismes marins

Des interventions de maintenance, notamment sur le réseau de câblage sont envisageables. Ces interventions provoqueront probablement une légère remise en suspension de particules, encore une fois localisée et temporaire.

**Les opérations de maintenance auront donc un effet faible sur la turbidité.**

- *Les éléments nutritifs*

L'accroissement en éléments nutritifs provient des rejets de matière organique par les organismes qui auront colonisés les embases.

Les rejets (fèces) des organismes ayant colonisé les installations engendrent un rejet de matières organiques. La quantité de matière rejetée sera fonction de l'importance de la colonisation.

La matière organique rejetée est rapidement dispersée et diluée dans le milieu. La légère augmentation de la concentration en éléments nutritifs ne sera pas conséquente.

**Les installations n'auront donc pas d'effet sur la concentration en matière organique dans le milieu.**

- *Altération du milieu par une pollution accidentelle*

Le personnel intervenant au niveau des éoliennes répond aux règles d'hygiène, de sécurité et d'environnement en vigueur. Le risque de rejets est minime.

En phase exploitation, les potentielles fuites de fluides pouvant provenir des parties mécaniques des éoliennes seront collectées par des bacs de rétention installés à l'intérieur de la structure.

**Le risque d'une pollution des eaux lors de la phase d'exploitation ou de maintenance est minime.**

### c) En phase démantèlement

Les effets du démantèlement sur la qualité de l'eau peuvent provenir :

- D'une augmentation de la turbidité provoquée par les opérations d'arasement. Celle-ci sera cependant moindre qu'en phase de construction,
- D'une pollution accidentelle,
- De rejets d'eaux usées.

Les mêmes précautions qu'en phase de travaux de construction seront prises en termes de prévention des pollutions.

**L'effet du démantèlement sur la qualité de l'eau sera donc faible.**

#### 3.2.6.4. Synthèse des impacts

	SENSIBILITE	PHASE	NATURE DE L'EFFET	EFFET	IMPACT
QUALITE DES EAUX	Moyenne	Construction	Turbidité	Faible	Moyen
			Enrichissement du milieu	Aucun	nul
			Apport de matériaux extérieurs	Aucun	Nul
			Pollution accidentelle	Faible	Moyen
			Rejet d'eaux usées	Faible	Moyen
		Exploitation	Turbidité	Aucun	Nul
			Enrichissement en éléments nutritifs	Aucun	Nul
			Pollution accidentelle	Faible	Moyen
		Démantèlement	Turbidité	Faible	Moyen
			Pollution accidentelle	Faible	Moyen
			Rejet d'eaux usées	Faible	Moyen

Tableau 16 : Qualité des eaux - Synthèse des impacts

### 3.2.7. Qualité de l'air

#### 3.2.7.1. Caractéristiques générales du site

En Bretagne, c'est Air Breizh, association de type loi de 1901 à but non lucratif, qui est l'organisme agréé par le ministère chargé de l'Environnement pour la surveillance de la qualité de l'air. Elle dispose d'un réseau de 18 stations de mesures dans les principales villes bretonnes dont Saint-Brieuc, et d'un parc de 54 analyseurs en site fixe.

Les données disponibles sont exclusivement relevées sur terre et les résultats sont donc extrapolés pour évaluer la qualité de l'air sur la zone du projet.

L'indice de la Qualité de l'Air (IQA) est calculé au jour le jour à partir des concentrations de plusieurs polluants mesurées, et permet de caractériser de manière simple et globale la qualité de l'air de Saint-Brieuc. Ainsi, la qualité de l'air a été de bonne à très bonne 90% de temps en 2008, et 86% en 2007 (Source : Air Breizh).



Ceci traduit une qualité de l'air relativement bonne sur le secteur.

### 3.2.7.2. Synthèse des enjeux et des sensibilités

	CARACTERISTIQUES	ENJEUX	SENSIBILITE
QUALITE DE L'AIR	Bonne	Conserver la bonne qualité de l'air	Nulle

Tableau 17 : Qualité de l'air - Synthèse des enjeux et des sensibilités

### 3.2.7.3. Effets potentiels

#### a) En phase construction

Au cours de la phase de construction, le transport du matériel et des équipements, du port de construction jusqu'au site d'implantation, ainsi que les navires d'installation et la barge autoélévatrice, provoqueront une augmentation des émissions gazeuses et de particules dans l'air. Toutefois, ces émissions seront limitées et n'auront aucune incidence notable sur l'air ambiant.

Ces émissions atmosphériques proviennent exclusivement des gaz d'échappement des moteurs de navires employés. Les effets n'entraîneront que des augmentations locales et temporaires des concentrations d'émission de particules. Le fonctionnement et le nombre des navires et machines seront en outre étalés dans le temps et dans l'espace. Ces mises en œuvre ponctuelles n'entraîneront que des crêtes d'émissions locales et de courte durée. On peut supposer que les émissions atmosphériques résultant des gaz d'échappement se déploieront suivant le même rapport que celui des autres activités en mer. En raison de leur courte durée, elles sont minimales en comparaison avec les autres activités dans cette zone.

**L'effet des travaux sur la qualité de l'air sera donc négligeable.**

#### b) En phase exploitation

Le fonctionnement des éoliennes en elles-mêmes n'occasionne pas de pollution de l'air. La pollution de l'air est causée par l'émission de gaz d'échappements des moyens nautiques et aériens intervenant sur la zone lors des opérations de maintenance et de surveillance.

Les navires et les hélicoptères sur la zone n'augmenteront pas significativement le trafic maritime et aérien.

**L'exploitation des éoliennes n'a pas d'effet sur la qualité de l'air d'un point de vue local.**

#### c) En phase démantèlement

Les moyens nautiques intervenant en phase de démantèlement étant relativement équivalents à ce mis en œuvre pendant la construction, l'impact sera probablement équivalent.

**L'effet du démantèlement sur la qualité de l'air peut être considéré comme négligeable.**

#### 3.2.7.4. Synthèse des impacts

	SENSIBILITE	PHASE	NATURE DE L'EFFET	EFFET	IMPACT POTENTIEL
QUALITE DE L'AIR	Nulle	Construction	Émission de particules	Aucun	Nul
		Exploitation	Émission de particules	Aucun	Nul
		Démantèlement	Émission de particules	Aucun	Nul

Tableau 18 : Qualité de l'air - Synthèse des impacts

### 3.3. ENVIRONNEMENT NATUREL ET PROTECTIONS PATRIMONIALES

#### 3.3.1. Le réseau Natura 2000

##### 3.3.1.1. Présentation générale du réseau Natura 2000

Avec le réseau Natura 2000, l'Europe s'est lancée dans la réalisation d'un réseau de sites écologiques afin de préserver la diversité biologique et de valoriser le patrimoine naturel de nos territoires. Sur ces zones, les États membres s'engagent ainsi à maintenir dans un état de conservation favorable les types d'habitats et les espèces concernés à l'origine de la désignation. Pour ce faire, ils peuvent utiliser des mesures réglementaires, administratives ou contractuelles.

Le réseau Natura 2000 est constitué de Zones de Protection Spéciales (ZPS), désignées au titre de la Directive « Oiseaux », et de Zones Spéciales de Conservation, désignées au titre de la Directive « Habitats Naturels, Faune, Flore ».

Afin de prévenir d'éventuels dommages sur ces sites, les projets susceptibles d'affecter de façon notable les habitats naturels et les espèces présentes doivent faire l'objet d'une évaluation des incidences.

Les États membres ayant une façade maritime doivent également mettre en place un réseau cohérent d'aires marines protégées en créant notamment les sites Natura 2000 en mer.

##### 3.3.1.2. Les sites Natura 2000 sur la zone ou à proximité

Le périmètre prévu pour l'implantation du futur parc éolien se situe en partie sur deux zones Natura 2000 et à proximité de plusieurs autres dont la liste est détaillée dans le tableau ci-dessous. Leur localisation est détaillée sur la figure suivante.

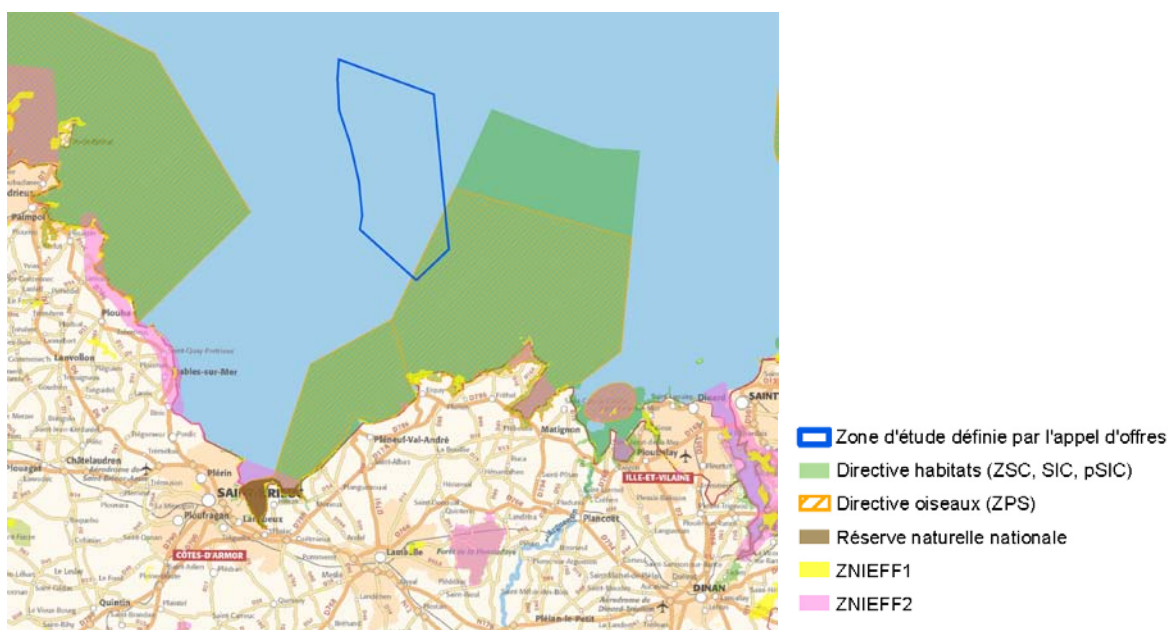


Figure 23 : Zone d'inventaires et de protection des milieux naturels (Cf. Annexe 1)

Type de classification	Zone	Code	Superficie	Distance a la zone du projet	Enjeux identifiés
ZPS	Trégor-Goëlo	FR5310070	91 063 ha	11 km	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zone d'hivernage et de nidification importante pour certaines espèces d'oiseaux d'eau ou marins (Grand gravelot, Sternes...)</li> <li>• 43 espèces d'intérêt communautaire dont 16 inscrites en Annexe I et une espèce OSPAR</li> </ul>
SIC	Trégor-Goëlo	FR5300010	90 844 ha	11 km	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Riche mosaïque d'habitats : herbiers de zostères, zones de cailloutis, zones de maërl, zones de Sabellaria spinulosa ;</li> <li>• 4 habitats d'intérêt communautaire</li> <li>• 3 espèces de mammifères marins d'intérêt communautaire :               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Grand dauphin</li> <li>- Marsouin commun</li> <li>- Phoque gris</li> </ul> </li> <li>• 5 espèces de poissons d'intérêt communautaire :               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Grande alose</li> <li>- Saumon atlantique</li> <li>- Lamproie marine</li> <li>- Chabot</li> <li>- Alose feinte</li> </ul> </li> </ul>
ZPS	Caps d'Erquy/	FR5310095	38 583 ha	0	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Importantes colonies d'oiseaux</li> </ul>

	Fréhel				marins <ul style="list-style-type: none"> <li>• 19 espèces d'intérêt communautaire dont 4 inscrites à l'Annexe I et une espèce OSPAR</li> </ul>
SIC	Caps d'Erquy/ Fréhel	FR5300011	55 683 ha	0	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Habitats littoraux de première importance (landes littorales, dunes perchées, massifs dunaires, marais maritime au contact de la dune, falaises...)</li> <li>• 5 habitats d'intérêt communautaire</li> <li>• 6 espèces de mammifères d'intérêt communautaire : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Grand dauphin</li> <li>- Marsouin commun</li> <li>- Grand murin</li> <li>- Petit rhinolophe</li> <li>- Grand rhinolophe</li> </ul> </li> </ul>
ZPS	Baie de St-Brieuc	FR5310050	13 441 ha	5 km	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zone humide littorale de grand intérêt pour l'hivernage et les escales migratoires.</li> <li>• 37 espèces d'intérêt communautaire dont 10 inscrites à l'Annexe I et une espèce OSPAR</li> </ul>
SIC	Baie de St-Brieuc	FR5300066	3 092 ha	5 km	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Riche mosaïque d'habitat (habitat abrité, landes et bancs de maërl)</li> <li>• 4 habitats d'intérêt communautaire</li> <li>• 7 espèces de mammifères d'intérêt communautaire : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Grand dauphin</li> <li>- Marsouin commun</li> <li>- Phoque gris</li> <li>- Grand rhinolophe</li> <li>- Petit rhinolophe</li> <li>- Barbastelle</li> <li>- Murin de Bechstein</li> </ul> </li> </ul>

Tableau 19 - Zone autour du futur parc éolien



Si la proximité ou la présence de ces zonages Natura 2000 au sein de la zone prévue pour l'implantation du futur parc éolien ne remet pas en cause le projet, sa phase de développement devra inclure impérativement la réalisation d'une évaluation des incidences spécifiques du projet sur les habitats et espèces à l'origine de la désignation de ces zones.

### 3.3.1.3. Synthèse des enjeux et des sensibilités

	CARACTERISTIQUES	ENJEUX	SENSIBILITE
Réseau Natura 2000	2 sites dont le périmètre recoupe la zone d'étude 4 autres sites à proximité	Préserver les habitats et les espèces à l'origine de la désignation de ces zonages	Forte

Tableau 20 : Réseau Natura 2000 - Synthèse des enjeux et des sensibilités

### 3.3.1.4. Effets potentiels

#### a) En phase construction

- Effets sur les sites classés au titre de la Directive Habitats Naturels

#### Effets sur les habitats

Si la zone d'étude recoupe le site Natura 2000 Caps d'Erquy/Fréhel, la zone utilisée pour d'implantation l'évite.

De ce fait, aucune destruction physique directe d'habitats d'intérêt communautaire n'est à envisager lors de la phase d'installation du parc.

D'après ce qui précède, les travaux n'entraîneront pas de modification des fonds et la formation de nuage turbide sera limitée à la zone de travaux.

Comme cela a été démontré aux paragraphes sur la sédimentologie et la qualité de l'eau, la remise en suspension de particules fines restera limitée à la zone d'implantation. Bien que le site des Caps d'Erquy/Fréhel se situe à une centaine de mètres de la zone de travaux, le risque de recouvrement d'habitats prioritaires par des particules en suspension issues du chantier reste faible puisque les sédiments seront dilués dans la colonne d'eau.

De plus, la qualité de l'eau ne sera pas altérée par les travaux.

**L'effet des travaux sur l'ensemble des habitats justifiant la désignation des sites Natura 2000 sera faible.**

#### Effets sur les espèces

Les opérations préalables au chantier seront à l'origine de perturbations (trafic, bruits, vibrations...) qui feront fuir les espèces présentes sur la zone.

Par conséquent, aucun individu (poisson ou mammifère marin) ne sera touché directement et physiquement par les engins de travaux.

- Effets dus à la remise en suspension des particules :

Les opérations de forage ainsi que la pose des câbles et leur protection seront à l'origine de remise en suspension de particules. Toutefois, la turbidité sera minime et restera limitée à la zone de chantier.

**La fraction de particules fines remise en suspension sera limitée. Néanmoins, la distance séparant le site Natura 2000 « Cap d'Erquy/Cap Fréhel » de la zone de travaux est relativement faible (environ**

**100 m). Les espèces justifiant la désignation des pSIC ne devraient toutefois pas être concernées par la remise en suspension de fines.**

➤ Effets relatifs aux émissions sonores

L'ensemble des espèces concernées présente un seuil d'audibilité supérieur ou égal à 80 dB pour les fréquences comprises entre 10 et 1000 Hz. Or, dans cette gamme de fréquences, le niveau sonore moyen de l'opération de forage est de 90 dB soit seulement 10 dB au-dessus du plus faible seuil d'audibilité. L'opération sera donc seulement perceptible pour les mammifères marins présents à proximité.

**Les opérations de forage émettent des sons de faibles intensités sonores relativement proches du bruit moyen ambiant. Compte tenu de la distance séparant les sites Natura 2000 de la zone de travaux l'effet sur les mammifères marins pour lesquels les zones sont classées sera moyen.**

➤ Effets relatifs au trafic maritime :

La zone d'implantation se situe dans un secteur fréquenté aussi bien par les bateaux de plaisance que les bateaux de pêche voire de commerce. .

Durant la phase de travaux, un nombre important de navires va être amené à circuler. La mise en place des fondations des éoliennes va induire une augmentation du trafic maritime sur zone. Ce trafic sera à l'origine d'un dérangement continu des animaux et d'une augmentation du bruit. Le bruit généré par les navires correspond à des fréquences assez basses entre 0,2 et 2 kHz. Thomsen et al. (2006), établissent la zone de réaction (fuite) au bruit généré par un navire moyen (longueur de 30 m) chez les odontocètes et les pinnipèdes à partir de la réception en continu d'une intensité sonore de 120 dB. Ceci correspond à une distance d'environ 400 m à 1 km du navire, selon sa vitesse pour une fréquence générée de 0,25 kHz.

**Les principales perturbations interviendront sur la zone de travaux. Les dérangements interviendront sur des mammifères de passage qui éviteront alors le chantier et sur des mammifères qui ont l'habitude d'occuper la zone. Cet évitement sera d'autant plus justifié que les bruits et vibrations générés par la phase travaux auront fait fuir les différentes espèces leur servant de proies.**

**L'effet sur les mammifères marins sera donc considéré comme faible.**

- *Effets sur les sites classés au titre de la Directive Oiseaux*

### **Effets relatifs au trafic maritime**

La ZPS la plus proche se situe à peine 100 m du site d'implantation du projet. Il a été montré précédemment que les travaux n'affecteraient pas la qualité de l'eau et des milieux des sites Natura 2000. Par conséquent, le seul effet direct observable sur les oiseaux de ces sites pourrait être lié à l'augmentation du trafic maritime lié au chantier or celui-ci est déjà soutenu sur la zone. De plus, les navires en provenance des ports de construction ne transiteront pas par les sites Natura 2000.

**Les oiseaux ne seront pas concernés par l'augmentation temporaire du trafic maritime.**

Toutefois, le projet pourrait avoir des effets indirects sur les espèces de ces sites lors de leurs déplacements (migrations, alimentation...). Ainsi, il est nécessaire d'analyser l'importance potentielle de la zone d'implantation du projet pour les espèces des ZPS alentour tant d'un point de vu alimentaire que migratoire (traversée en vol ou stationnement sur site).

**Effets des travaux sur les espèces justifiant de la désignation du site****➤ Risque de collision**

Toute structure de grande taille peut créer une mortalité directe par collision, notamment les structures inhabituelles. Les engins utilisés dans le cadre de la construction d'un parc éolien offshore peuvent être considérés comme des structures de grande taille. Il existera donc des risques nouveaux de collision lors des déplacements des oiseaux au sein de la zone de travaux. Toutefois, les risques de collision diurnes resteront faibles étant donné que les oiseaux évitent en général les zones d'activités « non habituelles » (présence humaine, bruit, circulation d'engins...). De nuit, ou par mauvaises conditions de visibilité (pluie, brouillard), les risques de collision peuvent être augmentés si les éclairages ne permettent pas une localisation précise des installations. Cependant, le fait que les travaux soient effectués en continu, y compris la nuit, devrait conduire à un évitement plus marqué de la zone en activité (bruit, éclairages...).

**Le faible nombre et la taille des engins envisagés sur place, ainsi que la forte réactivité en vol des espèces d'oiseaux présentes amènent à considérer ces derniers comme non concernés par les risques de collision en phase travaux.**

**➤ Dérangement des oiseaux**

La présence prolongée de navires de tailles notables au sein d'une zone de chantier peut entraîner, en plus du bruit produit par les travaux, une gêne visuelle non négligeable. Ces perturbations peuvent avoir plusieurs conséquences : aversion plus ou moins durable de la zone de chantier et ses abords, modification des trajectoires de vol.

**L'effet sur les espèces des ZPS alentours est considéré comme faible.**

**➤ Dégradation du milieu**

L'édification d'éoliennes apparaît comme une forte perturbation des milieux sous-marins qui aura pour conséquence une disparition locale et provisoire de l'accès aux ressources alimentaires par les oiseaux (fuite des proies, turbidité accrue de l'eau en profondeur limitant les conditions de prédation ...).

Les modifications temporaires de la turbidité, liées à la pose des fondations ou des câbles, peuvent entraîner des perturbations plus ou moins marquées pour les organismes aquatiques. Les oiseaux ne sont pas directement affectés par ces modifications mais peuvent être indirectement concernés si une ou plusieurs de leurs proies sont touchées de façon importante.

Le relargage de matières en suspension peut engendrer une altération temporaire d'espèces benthiques, notamment les filtreurs, proies de plusieurs espèces d'oiseaux plongeurs. Or, il a été montré que le nuage turbide serait faible et resterait en grande partie limité à la zone de chantier.

**Les effets de la phase chantier concernent essentiellement la perte d'habitat et le dérangement dans la zone d'implantation et dans la zone de transit des navires entre la base logistique et le parc. Cet effet peut être considéré comme faible.**

**➤ Pollution accidentelle**

Les pollutions accidentelles en phase travaux peuvent engendrer une dégradation temporaire plus ou moins marquée de la colonne d'eau, notamment la surface et, par voie de conséquence, affecter voire entraîner la mort d'individus stationnés à proximité.

Les impacts par pollution accidentelle sont très variables et dépendent d'une multitude de facteurs difficilement envisageables (période de l'année, type de pollution, espèces et effectifs en présence, etc.). L'effet potentiel est également très variable mais peut être très important notamment en période hivernale.

Une prise en considération de ces éléments est à intégrer au projet (mesures de protection des milieux, mesures d'intervention en cas d'incident, etc.). Les espèces présentes pourront alors être considérées comme non concernées par une pollution accidentelle.

**b) En phase exploitation**

- *Sur les sites classés au titre de la Directive Habitats Naturels*

**Effets potentiels sur les habitats**

Les conditions hydrodynamiques et hydrosédimentaires seront très peu modifiées en dehors de la zone d'implantation du projet. Le fonctionnement de la centrale éolienne n'entraînera donc pas de modification des fonds. De plus, la qualité de l'eau ne sera pas altérée.

**L'ensemble des habitats justifiant la désignation des sites Natura 2000 ne sera pas concerné par la phase exploitation.**

**Effets potentiels sur les mammifères marins**

➤ L'émission de bruit

Le seuil d'audibilité des odontocètes est supérieur à 115 dB pour des fréquences inférieures à 250 Hz, fréquences auxquelles les sons sous-marins des éoliennes ont la plus forte intensité. Il est donc peu probable que ceux-ci perçoivent ces sons à une distance supérieure à 100 m de la source. De plus, les odontocètes communiquant à de hautes fréquences, les risques de masking sont extrêmement limités.

Il est probable que dans le cas d'une éolienne de 5 MW, la gamme de fréquences reste équivalente à celle d'une éolienne de 2 MW. Par contre, le niveau sonore devrait vraisemblablement se trouver augmenté de 10 à 30 dB. Ceci ne modifie pas les observations précédentes mais conduit à étendre les distances de perception et de masking évoquées.

**Le bruit généré par le fonctionnement des éoliennes ne devrait pas induire d'effet notable sur les mammifères marins. Les études menées dans des parcs éoliens au Danemark montrent qu'après un temps assez court de méfiance et d'observation (aucun comportement de fuite ou de panique n'a été observé), les mammifères présents s'habituent au bruit ambiant et reprennent une activité normale sur la zone. Compte tenu de l'éloignement des sites, les mammifères marins ne seront pas concernés par les émissions sonores des éoliennes en fonctionnement.**

➤ Les champs électromagnétiques

Les cétacés sont sensibles aux ondes magnétiques qui jouent un rôle important sur leur orientation. Les structures des éoliennes ainsi que les câbles électriques les reliant entre elles et avec la terre génèrent des champs électromagnétiques qui seraient susceptibles d'engendrer des perturbations dans les déplacements ou la recherche de proies des cétacés.

Le type de câbles prévu pour le projet éolien sont de type « 3 cœur » (triphase) ; les champs électriques et magnétiques à l'extérieur des câbles de conception « 3 cœurs » sont considérablement réduits par rapport à ceux des câbles uniques. En effet, ces câbles triphasés acheminant un courant alternatif ont été conçus pour que les champs magnétiques correspondant à chaque phase s'annulent entre elles.



De plus, **l'intensité du champ électromagnétique décroît très rapidement en fonction de la distance**, ce que confirme une étude récente menée par le COWRIE<sup>5</sup> sur l'impact électromagnétique des câbles sous-marins, dont est issu le graphique suivant. Il concerne un câble « 3 cœurs » et la mesure du champ électromagnétique sur une distance de 15 m autour de l'axe suivi par la route du câble.

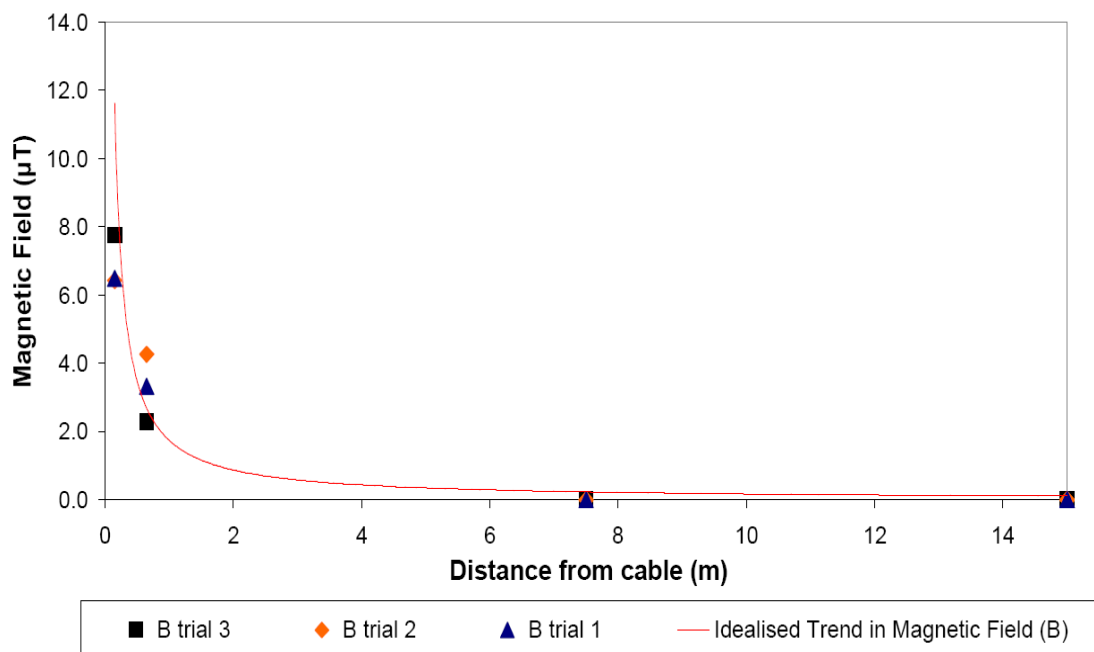


Figure 24 : Décroissance du champ électrique en fonction de la distance au câble

Enfin, les câbles seront enfouis dans le sédiment à une profondeur d'au moins 0,8 m (partie nord) ce qui devrait permettre aux champs électromagnétiques de se confondre encore plus rapidement avec le champ terrestre.

**Ainsi, s'il est fort probable que les champs électromagnétiques restent perceptibles pour les cétacés, aucune perturbation n'a été observée suite à l'implantation de parcs éoliens tels que Horns Rev au Danemark. Les mammifères marins des sites ne seront donc pas concernés par les champs électromagnétiques en lien avec le parc éolien.**

#### ➤ Les opérations de maintenance

Durant l'exploitation du parc éolien, les opérations de maintenance vont induire une augmentation du trafic maritime et aérien et une présence humaine régulière sur la zone. Comme durant la phase de chantier, cette situation sera à l'origine de bruit et de dérangement des animaux.

**Il semblerait toutefois, d'après le retour d'expérience du Danemark, que les mammifères marins s'accommodent bien de la présence régulière de navires. Les mammifères marins ne devraient pas être concernés par les opérations de maintenance.**

<sup>5</sup> COWRIE, Electromagnetic Fields (EMF) Phase 2, EMF-sensitive fish response to EM emissions from subsea electricity cables of the type used by the offshore renewable energy industry, mars 2009

- *Sur les sites classés au titre de la Directive Oiseaux*

Limitrophe du projet, le site Natura 2000 « Caps d'Erquy et Fréhel » pourrait subir les effets les plus importants au cours de l'exploitation du parc.

Les effets potentiels sont :

- Modifier les trajectoires des oiseaux migrateurs, entraînant une augmentation de leurs dépenses énergétiques,
- Occasionner la disparition temporaire de sites d'alimentation des espèces ayant justifié sa désignation
- Collision.

**La superficie des sites étant importante, l'effet de la présence du parc éolien à proximité sur les sites Natura 2000 sera faible.**

### **c) En phase démantèlement**

- *Sur les sites classés au titre de la Directive Habitats Naturels*

#### **Effets potentiels sur les habitats**

Tout comme en phase de construction, les opérations de démantèlement induiront un nuage turbide qui sera minime et localisé à la zone de travaux. Aucune destruction directe d'habitat d'intérêt communautaire n'est à envisager.

Le chantier de démantèlement impliquera également une augmentation du trafic et des émissions de bruits. Ceux-ci seront, comme en phase chantier, considérés comme faibles.

**Ainsi, l'effet du démantèlement sur les habitats sera faible.**

#### **Effets potentiels sur les espèces**

Tout comme durant la phase de construction, les opérations préalables au chantier seront à l'origine de perturbations qui feront fuir les espèces présentes sur le site.

**Il n'y aura donc pas d'effet sur les sites Natura 2000 classé au titre de la directive Habitats Naturels.**

- *Sur les sites classés au titre de la Directive Oiseaux*

Tout comme durant la phase travaux, les effets potentiels du démantèlement sur les sites Natura 2000 proviennent de :

- L'augmentation du trafic,
- Du risque de collision
- De la perturbation et de la dégradation du milieu,
- De la pollution accidentelle.

Les travaux pouvant être assimilés à ceux de la construction, le seul effet potentiel sera la dégradation du milieu du fait du dérangement des oiseaux.

**L'effet sera faible.**

### 3.3.1.5. Synthèse des impacts

	SENSIBILITE	PHASE	NATURE DE L'EFFET	EFFET	IMPACT POTENTIEL
NATURA 2000 AU TITRE DE LA DIRECTIVE HABITATS NATURELS	Forte	Construction	Modification des habitats	Faible	Moyen
			Remise en suspension de particules	Aucun	Nul
			Émissions sonores	Faible	Moyen
			Augmentation du trafic	Faible	Moyen
		Exploitation	Modification des habitats	Aucun	Nul
			Émissions de bruit	Aucun	Nul
			Champ électromagnétique	Aucun	Nul
			Augmentation du trafic	Aucun	Nul
		Démantèlement	Modification des habitats	Faible	Moyen
			Émissions sonores	Faible	Moyen
			Augmentation du trafic	Faible	Moyen
NATURA 2000 AU TITRE DE LA DIRECTIVE OISEAUX	Forte	Construction	Augmentation du trafic	Aucun	Nul
			Risque de collision	Aucun	Nul
			Dérangement des oiseaux	Faible	Moyen
			Dégradation du milieu	Faible	Moyen
			Pollution accidentelle	Aucun	Nul
		Exploitation	Modification des caractéristiques des sites	Faible	Moyen
		Démantèlement	Augmentation du trafic	Aucun	Nul
			Risque de collision	Aucun	Nul
			Perturbation du milieu	Aucun	Nul
			Pollution accidentelle	Faible	Moyen

Tableau 21 : Réseau Natura 2000 - Synthèse des impacts

### 3.3.2. Les protections réglementaires

#### 3.3.2.1. État des lieux

Une **réserve naturelle nationale** se situe à proximité de la zone d'implantation du futur parc éolien, au niveau du fond de la baie. D'une superficie de 1 140 ha, elle englobe une zone humide d'intérêt international pour l'avifaune migratrice et se présente comme une zone importante d'alimentation et de repos pour les oiseaux littoraux (limicoles et anatidés) du fait d'une grande richesse de l'estran vaseux.

La baie de Saint-Brieuc présente également cinq réserves naturelles de chasse situées sur le littoral.

### 3.3.2.2. Synthèse des enjeux et des sensibilités

	CARACTERISTIQUES	ENJEUX	SENSIBILITE
PROTECTIONS REGLEMENTAIRES	Réserve Naturelle Nationale en fond de baie Plusieurs réserves de chasse sur le littoral	Aucun	Nulle

Tableau 22 : Protections réglementaires - Synthèse des enjeux et des sensibilités -

### 3.3.2.3. Effets potentiels

#### a) En phase construction

Du fait de son éloignement par rapport à la zone d'implantation du projet, **l'effet des travaux sur la Réserve Naturelle Nationale de la baie de Saint-Brieuc et les réserves de chasse sera nul**

#### b) En phase exploitation

Tout comme pour la phase travaux, il n'y aura pas d'effet sur les différentes réserves en phase exploitation du fait de son éloignement.

#### c) En phase démantèlement

Tout comme pour la phase travaux, il n'y aura pas d'effet sur les différentes réserves du fait de son éloignement.

### 3.3.2.4. Synthèse des impacts

	SENSIBILITE	PHASE	NATURE DE L'EFFET	EFFET	IMPACT POTENTIEL
PROTECTIONS REGLEMENTAIRES	Nulle	Construction	Altération des zones de protection	Aucun	Nul
		Exploitation	Altération des zones de protection	Aucun	Nul
		Démantèlement	Altération des zones de protection	Aucun	Nul

Tableau 23 : Protections réglementaires - Synthèse des impacts

## 3.3.3. Les inventaires patrimoniaux

### 3.3.3.1. État des lieux

Il existe deux types d'inventaires patrimoniaux :

Les ZNIEFF (Zones Naturelles d'Intérêt Écologique Floristique et Faunistique), qui peuvent être terrestres ou marines ;

Les ZICO (Zone d'Importance pour la Conservation des Oiseaux).

On trouve 32 ZNIEFF à proximité de la zone d'étude et trois ZICO. Aucun de ces zonages n'est marin.



Les ZNIEFF et les ZICO ne présentent pas de valeur réglementaire. Elles sont un porté à connaissance sur l'intérêt écologique du secteur et sont donc une source précieuse d'informations en termes d'espèces et d'habitats patrimoniaux.

Aucune ZNIEFF marine n'a été désignée à proximité de la zone du projet.

#### 3.3.3.2. Synthèse des enjeux et des sensibilités

	CARACTERISTIQUES	ENJEUX	SENSIBILITE
INVENTAIRES PATRIMONIAUX	Présence de ZNIEFF terrestres et de ZICO	Préserver ces zonages	Faible

Tableau 24 : Inventaires patrimoniaux - Synthèse des enjeux et des sensibilités

#### 3.3.3.3. Effets potentiels

##### a) En phase construction

Tous les zonages d'inventaires patrimoniaux sont situés à plus de 15 km de la zone des travaux.

**L'effet de la phase construction peut être considéré comme nul sur ces zonages.**

##### b) En phase exploitation

**Tout comme en phase construction, le futur parc éolien n'aura pas d'effet sur les zonages patrimoniaux.**

##### c) En phase démantèlement

**Tout comme pour les deux précédentes phases, le démantèlement n'aura pas d'effet sur les zonages patrimoniaux.**

#### 3.3.3.4. Synthèse des impacts

	SENSIBILITE	PHASE	NATURE DE L'EFFET	EFFET	IMPACT POTENTIEL
INVENTAIRES PATRIMONIAUX	Faible	Construction	Altération des zonages	Aucun	Nul
		Exploitation	Altération des zonages	Aucun	Nul
		Démantèlement	Altération des zonages	Aucun	Nul

Tableau 25 : Inventaires patrimoniaux - Synthèse des impacts

### 3.3.4. Le projet de Parc naturel Marin du Golfe normano-breton

#### 3.3.4.1. Généralités

L'arrêté de mise à l'étude d'un parc naturel marin dans le Golfe normano-breton a été signé par le ministère de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de la mer le 21 janvier 2010. Celui-ci engloberait toutes les surfaces maritimes entre le Sillon de Talbert et le cap de la Hague. Avec l'appui de l'Agence des aires marines protégées, une mission a été constituée pour mener une étude approfondie

du projet de parc, notamment pour définir son périmètre final. Cette étude est réalisée en concertation avec l'ensemble des élus, des acteurs et des usagers de la mer. Elle se déroule sur deux ans.

L'objectif de la concertation et de l'étude est de définir avec tous les acteurs concernés, ce que pourrait être le futur parc marin en proposant, sur la base d'un état des lieux complet et partagé :

- un périmètre pertinent,
- des orientations de gestion,
- un conseil de gestion, organe de décision du parc.

Ce projet sera à terme soumis à la consultation des collectivités et des organismes principalement intéressés, et à enquête publique.

Les caractéristiques du secteur d'étude sont les suivantes :

- **une très grande productivité de l'écosystème marin** : zone de production primaire, ressources halieutiques, concentration d'oiseaux et de mammifères marins ;
- **une forte valeur du patrimoine naturel et culturel** : habitats d'estran, archipels, zones de maërl, espèces protégées mais aussi, culture maritime autour de Saint-Malo et Granville et bien sûr du Mont-Saint-Michel
- **un espace privilégié d'activités économiques et de loisir majeures** : pêche professionnelle et de loisir, conchyliculture, transports maritimes, activités nautiques, tourisme, recherche scientifique, extractions et, récemment, forte demande en matière d'énergie marine : éoliennes, hydroliennes.<sup>6</sup>

La zone prévue pour l'implantation du parc éolien se situe dans le périmètre d'étude du Parc Marin.

#### 3.3.4.2. Effets potentiels

A l'heure actuelle, ce parc n'existe pas d'un point de vue réglementaire. Le Consortium s'engage à prendre contact avec le futur gestionnaire pour prendre toutes les dispositions nécessaires à la bonne intégration du projet dans le parc naturel marin.

### 3.3.5. Le patrimoine paysager

#### 3.3.5.1. État initial

L'étude du patrimoine paysager a été réalisée par le bureau d'étude Atelier de l'Isthme dans le cadre de l'étude paysagère, consultable en Annexe 4 et dont sont extraits les informations et les illustrations sur les l'organisation du paysage et le patrimoine inscrit et classé.

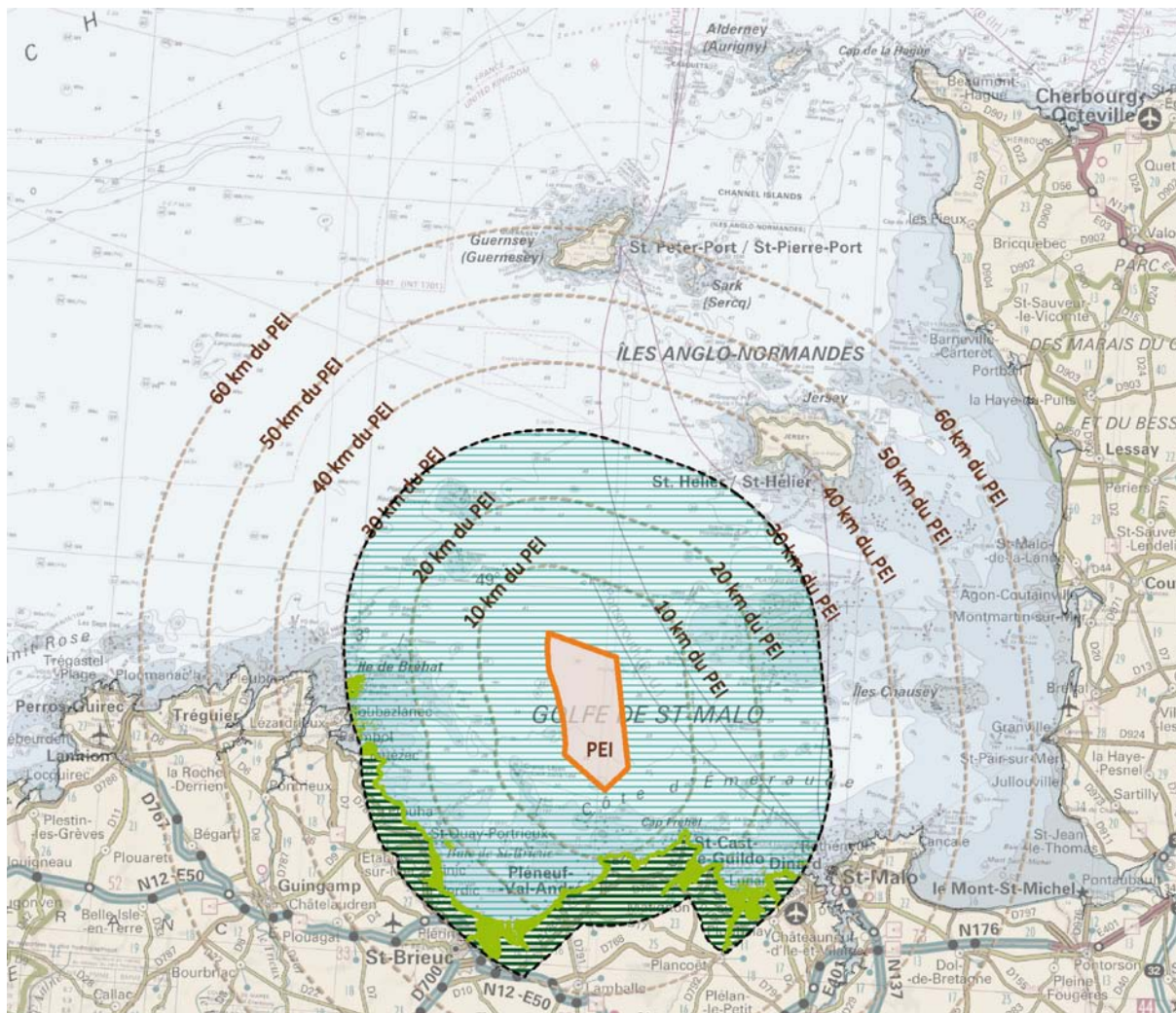
#### a) Définition des périmètres d'étude


Les périmètres d'étude ont été définis suivant les recommandations du Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de la Mer dans le « Guide d'étude d'impact sur l'environnement des parcs éoliens – Actualisation 2010. Il s'agit :


---


<sup>6</sup> Source : <http://www.aires-marines.fr>, 2011


- Du Périmètre d'étude immédiat (PEI), au sein duquel les éoliennes seront implantées. Il correspond à la zone proposée par l'appel d'offre ;
- De l'Aire d'étude intermédiaire qui recouvre les espaces maritimes entre le PEI et le trait de côte.
- Du Périmètre d'étude éloigné, qui correspond à l'aire des impacts potentiels du projet. Il recouvre tous les espaces situés jusqu'à 30 km du PEI, en excluant les secteurs situés à plus de 5 km de la mer et à plus de 20 km du PEI. Le rétro-littoral recouvre les espaces terrestres où l'influence de la mer est sensible.



 Périmètre d'étude immédiat (PEI)

 Périmètre d'étude intermédiaire :  
domaine maritime jusqu'à 30km du PEI

 Périmètre d'étude éloigné (PEE)

 Littoral : linéaire côtier et estrans associés


 Retrolittoral : frange continentale jusqu'à  
30km du PEI, sauf secteurs situés à plus de 5km  
du littoral et plus 20km du PEI

Figure 25 : Contexte élargi et définition des périmètres d'étude (Source : Atelier de l'Isthme)

### b) L'organisation paysagère

La partie continentale du périmètre d'étude éloigné est d'une épaisseur relativement faible, à cause de la distance importante qui sépare le trait de côte du PEI. Cette zone rétro-littorale a été divisée en séquences littorales qui présentent chacune des caractéristiques paysagères propres.

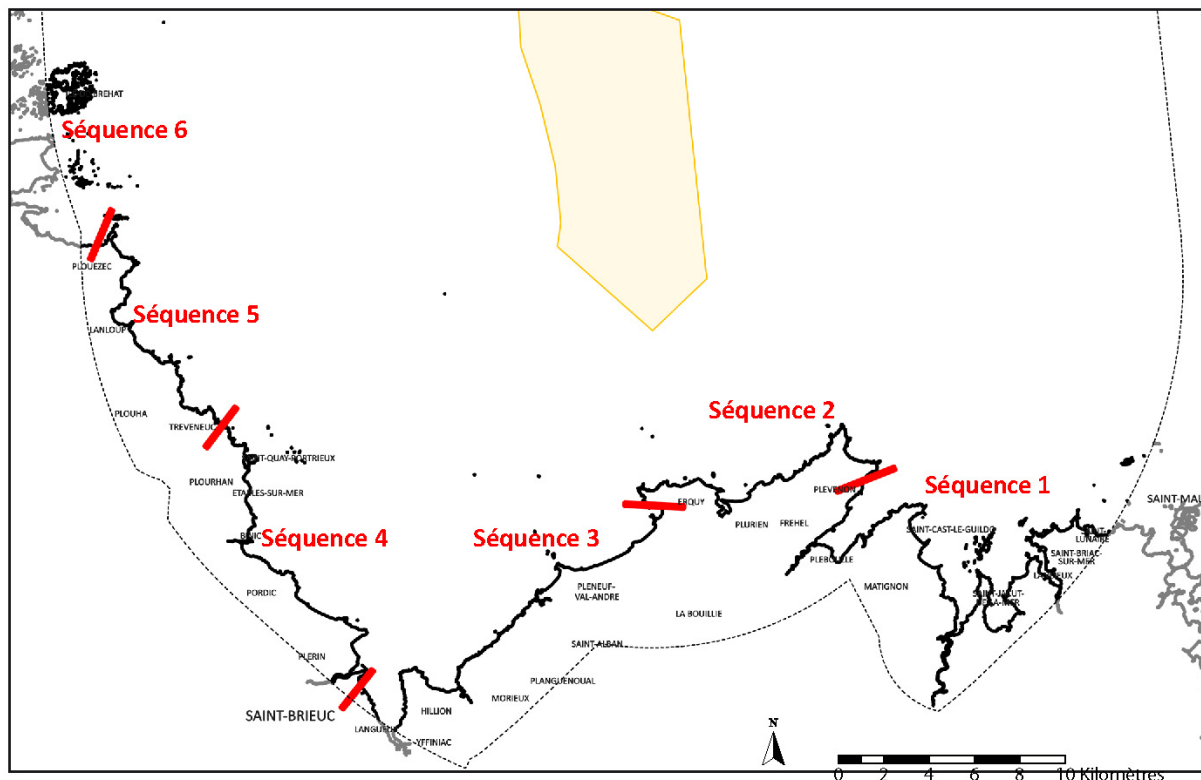


Figure 26 : Localisation des séquences de littoral (Source : Atelier de l'Isthme)

### 1. Les pointes et les baies de Saint-Lunaire à Saint-Cast-le-Guildo

Cette séquence du littoral complexe présente une alternance de petites baies en retrait et de nombreuses pointes s'avancant dans la mer. L'urbanisation est concentrée autour des pointes, le pourtour des baies montrant plus souvent des paysages agricoles et naturels. Les reliefs sont modérés de Saint-Jacut-de-la-Mer à Saint-Briac-sur-Mer et sont plus marqués autour de Saint-Cast-le-Guildo.

La zone rétro-littorale se partage entre paysages à dominante urbaine ou périurbaine et des paysages restés agricoles. Les reliefs, bas et atténués, sont peu favorables à des vues distantes sur la mer.

Cette séquence bénéficie d'ambiances paysagères de qualité, le linéaire côtier et les îles et îlots composant des paysages très attractifs.

La perception des paysages maritimes depuis les pointes constitue un des enjeux clés du secteur, offrant des vues panoramiques sur les paysages littoraux particulièrement riches (pointe de Saint-Cast, pointe du Chevet à Saint-Jacut-de-la-Mer, pointes de la Garde Guérin, de la Haye et du Décollé).





Figure 27: Pointe du Chevet à Saint-Jacut-de-la-Mer (Source: Atelier de l'Isthme)

Les petites baies de la Fresnaye, de l'Arguenon et de Lancieux bénéficient d'écrans paysagers terrestres peu marqués par l'urbanisation, et de l'étendue de très vastes estrans à marée basse.



Figure 28 : Fond de la baie de la Fresnaye et ses près salés

## 2. Le littoral des caps d'Erquy et de Fréhel

Sur cette séquence, les paysages sont restés très naturels au niveau des deux caps. L'urbanisation est restée globalement discrète, ne s'affirmant qu'à Sables-d'Or-les-Pins. Les ambiances paysagères sont plus composites entre les deux caps, alternant massifs dunaires, pinèdes et urbanisation littorale.

Les paysages du rétro-littoral s'organisent sur le socle d'un plateau horizontal qui souvent s'affaisse brusquement à proximité du littoral. Étant donné la planéité des paysages, les vues dominantes en direction de la mer deviennent rares lorsque l'on s'en éloigne.

Cette séquence bénéficie de qualités paysagères exceptionnelles, du fait de cette dimension très naturelle, ni urbanisée, ni agricole, dans les parties terrestres où se découpent des silhouettes bâties (château de Fort-la-Latte, phares du Cap Fréhel...). Elle présente également des points de vue de cap à cap très intéressants.



Figure 29 : le château de Fort-la-Latte

## 3. Le littoral balnéaire et agricole d'Erquy à Langueux

Cette séquence relativement linéaire présente des reliefs souvent raides aux abords immédiats du trait de côte, associant landes et pans rocheux. Ils s'étirent en profondeur à l'intérieur des terres sur l'ensemble de la séquence. Quelques vallées et vallons viennent inciser les plateaux littoraux. Deux



ensembles urbains, Erquy et Pléneuf-Val-André sont positionnés sur des amphithéâtres de petits coteaux embrassant le littoral et ses plages.

La zone rétro-littorale présente des paysages agricoles, fréquemment ouverts.

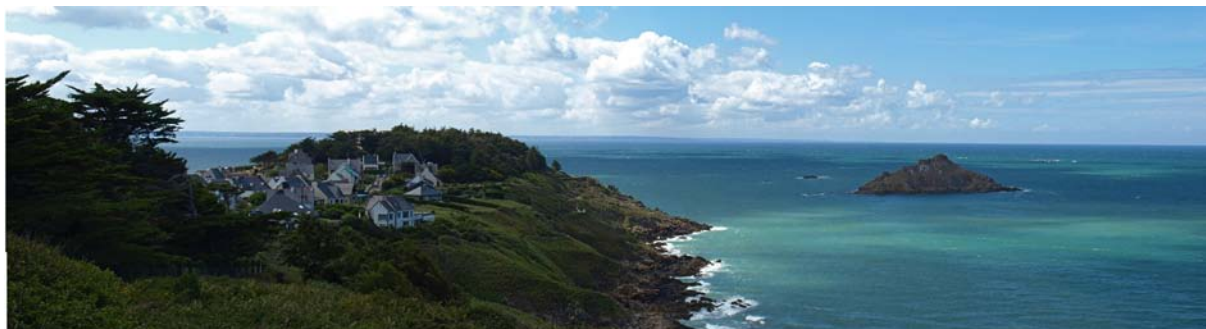


Figure 30 : la pointe de Pléneuf et l'îlot du Verdelet

#### 4. Le littoral urbanisé de Langueux à Saint-Quay-Portrieux

Cette séquence, relativement linéaire, présente quelques pointes qui font saillie, comme celle du Roselier. Les reliefs généralement raides et marqués, offrent des vues en surplomb sur la mer. Les paysages côtiers présentent un caractère plus urbanisé mais aussi plus arborés que les séquences précédentes.

La zone rétro-littorale se partage entre des paysages à dominante urbaine et périurbaine et des paysages restés agricoles.



Figure 31 : le littoral urbanisé de Saint-Quay-Portrieux, vu depuis la pointe du Sémaphore (Source: Atelier de l'Isthme)

#### 5. Les hautes falaises de Plouha et Plouézec

Cette séquence est caractérisée par des paysages tourmentés de hautes falaises, réputées pour être les plus hautes de Bretagne, culminant à plus de 100 m au dessus de la mer. Les versants dominant la mer sont couverts de landes et aucun pôle urbain conséquent n'est présent sur cette séquence de littoral très naturelle.

La zone rétro-littorale s'organise sur un plateau sans aspérité, entaillé de petites vallées courtes et étroites, généralement très boisées. Les paysages sont principalement agricoles sur les plateaux et caractérisés par un parcellaire souvent resserré et des trames bocagères localement très denses qui cloisonnent l'espace.

Les paysages des différentes pointes sont porteurs d'enjeux élevés, notamment pour les points de vue panoramiques qui s'offrent depuis leurs hauteurs.



Figure 32 : Hautes falaises du Goëlo, entre les pointes de Plouha et du Bec-de-Vir

## 6. L'archipel de Bréhat et l'île de Saint-Rion

Cet archipel étendu et complexe est composé d'un ensemble d'îles et d'îlots centré sur Bréhat et réunis à marée basse par de très vastes estrans. Les reliefs sont peu marqués mais complexes, avec quelques points hauts remarquables tels la butte de la chapelle Saint-Michel.

Les paysages maritimes sont très riches et présentent un contraste fort entre le caractère minéral et rocheux du pourtour des îles, composé de granite rose, avec les ambiances végétales offertes par les intérieurs, riches de nombreux jardins et d'une végétation arborée. On y trouve des constructions, parfois anciennes, au plus proche du rivage.

La zone rétro-littorale, peu étendue, présente un gradient de paysages, à dominante de jardins arborés et de constructions basses dans le sud, qui laisse place à des paysages de plus en plus agricoles et ouverts en allant vers le nord.

Cette séquence présente des paysages singuliers de grande qualité.



Figure 33 : Paysage littoral de Bréhat

### c) Les sites inscrits et classés

La protection du paysage s'inscrit dans un cadre réglementaire bien défini, celui des sites inscrits et classés (loi de 2 mai 1930). Institué par un décret, le classement d'un site naturel ou bâti a pour objet de le protéger et de le conserver en l'état.

Cette législation s'intéresse aux monuments naturels et aux sites « dont la conservation et la préservation présente, au point de vue artistique, historique, scientifique, légendaire ou pittoresque, un intérêt général ». L'objectif est de conserver les caractéristiques du site, l'esprit des lieux et de les préserver de toute atteinte grave. Comme pour les monuments historiques, la loi prévoit deux niveaux de protection : l'inscription et le classement.

Les sites inscrits et classés du périmètre étudié sont listés dans les tableaux ci-dessous, par séquence de littorale.

## 1. Les pointes et les baies de Saint-Lunaire à Saint-Cast-le-Guildo

SITE	PROTECTION	DATE PROTECTION	SURFACE (HA)	COMMUNE(S)
Colonne des Anglais et terrain qui l'entoure	Site classé	12/04/1942	Site ponctuel	SAINT-CAST-LE-GUILD
Front de mer de Saint-Briac	Site classé	07/27/1992	257.23	SAINT-BRIAC-SUR-MER
Iles Et Ilots (Dix)	Site classé	06/18/1976	7.81	DPM
Illet de la Colombière	Site classé	03/26/1953	0.30	DPM
Moulin Pierre - Allée et ses abords immédiats	Site classé	09/03/1943	Site ponctuel	SAINT-BRIAC-SUR-MER
Pointe de L'isle, en partie	Site classé	06/17/1943	4.39	SAINT-CAST-LE-GUILD
Pointe du Bay (Dpm)	Site classé	12/04/1942	88.06	SAINT-CAST-LE-GUILD
Pointe du Bay (Extension du classement)	Site classé	12/04/1942	55.65	SAINT-CAST-LE-GUILD
Pointe du Chevet	Site classé	11/06/1942	1.13	SAINT-JACUT-DE-LA-MER
Presqu'île du Nessay	Site classé	06/15/1931	1.16	SAINT-BRIAC-SUR-MER
Propriété des Emaux (Partie Sud en trapeze où s'élève deux arbres)	Site classé	08/17/1943	Site ponctuel	SAINT-BRIAC-SUR-MER
Propriété dite " Kan-An-Awel "	Site classé	11/05/1943	Site ponctuel	SAINT-BRIAC-SUR-MER
Site de La Croix-Des-Marins (Parcelles N°488 Et 489 Section A)	Site classé	05/19/1914	0.37	SAINT-BRIAC-SUR-MER
Terrains communaux avoisinants la Pointe des Douaniers	Site classé	03/01/1948	1.18	SAINT-BRIAC-SUR-MER
Château du Guildo et pointe de La Pepinais du Château Parlant	Site inscrit	07/28/1944	12.75	SAINT-JACUT-DE-LA-MER
Front de mer de Saint-Briac ( Site éclaté )	Site inscrit	09/01/1993	4.16	SAINT-BRIAC-SUR-MER
Ile des Ebihens	Site inscrit	12/10/1942	19.12	SAINT-JACUT-DE-LA-MER
Piton sur lequel se dresse l'ancien poste de douane	Site inscrit	12/10/1942	0.30	SAINT-JACUT-DE-LA-MER
Pointe de La Garde	Site inscrit	06/13/1939	4.34	SAINT-CAST-LE-GUILD
Pointe de Lancieux (Versant est)	Site inscrit	11/03/1943	14.84	LANCIEUX
Pointe de L'isle, en partie	Site inscrit	06/17/1943	5.24	SAINT-CAST-LE-GUILD

SITE	PROTECTION	DATE PROTECTION	SURFACE (HA)	COMMUNE(S)
Pointe du Chatelet	Site inscrit	06/13/1939	3.07	SAINT-CAST-LE-GUILDON
Terrains entre la route touristique et la mer, vallon des Quatre-Vaulx	Site inscrit	06/13/1939	6.82	SAINT-CAST-LE-GUILDON

Tableau 26 : Sites inscrits et classés de la séquence paysagère n°1

## 2. Le littoral des caps d'Erquy et de Fréhel

SITE	PROTECTION	DATE PROTECTION	SURFACE (HA)	COMMUNE(S)
Cap d'Erquy, ses abords et DPM	Site classé	10/16/1978	474.08	ERQUY
Falaise de La Roche-Jaune, entre Ker-Armel et Le Goulet	Site classé	10/16/1978	2.01	ERQUY
Landes de Cap Fréhel et abords du Fort La Latte	Site classé	07/01/1967	471.54	PLEVENON

Tableau 27 : Sites inscrits et classés de la séquence paysagère n°2

## 3. Le littoral balnéaire et agricole d'Erquy à Langueux

SITE	PROTECTION	DATE PROTECTION	SURFACE (HA)	COMMUNE(S)
Falaise de la Roche-Jaune, entre Ker-Armel et Le Goulet	Site classé	10/16/1978	2.01	ERQUY

Tableau 28 : Sites inscrits et classés de la séquence paysagère n°3

## 4. Le littoral urbanisé de Langueux à Saint-Quay-Portrieux

SITE	PROTECTION	DATE PROTECTION	SURFACE (HA)	COMMUNE(S)
Propriété du Manoir Des Rosaires	Site classé	06/12/1975	37.37	PLERIN
Chapelle Notre-Dame De L'Espérance et ses Abords	Site inscrit	01/31/1964	3.33	ETABLES-SUR-MER
Parcelle au sommet de la falaise	Site inscrit	11/27/1935	Site ponctuel	PLERIN
Pointe du Roselier	Site inscrit	06/16/1942	75.25	PLERIN
Pointes de Pordic	Site inscrit	10/25/1943	57.25	PORDIC

Tableau 29 : Sites inscrits et classés de la séquence paysagère n°4



### 5. Les hautes falaises de Plouha et Plouézec

SITE	PROTECTION	DATE PROTECTION	SURFACE (HA)	COMMUNE(S)
Falaises de Plouha et DPM correspondant	Site classé	08/01/1979	1933.65	COMMUNES MULTIPLES
Littoral entre Penvenan et Plouha,...	Site inscrit	02/25/1974	14788.09	COMMUNES MULTIPLES

Tableau 30 : Sites inscrits et classés de la séquence paysagère n°5

### 6. L'archipel de Bréhat et l'île de Saint-Rion

SITE	PROTECTION	DATE PROTECTION	SURFACE (HA)	COMMUNE(S)
Archipel de Bréhat	Site classé	06/30/1980	1890.28	ILE-DE-BREHAT
Archipel de Bréhat, en partie	Site inscrit	02/12/1964	162.12	ILE-DE-BREHAT
Île Saint-Rion et DPM	Site classé	11/20/1981	885.15	PAIMPOL

Tableau 31 : Sites inscrits et classés de la séquence paysagère n°6

#### 3.3.5.2. *Synthèse des enjeux et sensibilités*

	CARACTERISTIQUES	ENJEUX	SENSIBILITE
PATRIMOINE PAYSAGER	Paysages littoraux de grande qualité Nombreux sites classés et inscrits	Minimiser l'emprise paysagère	Forte

Tableau 32 : Patrimoine paysager - Synthèse des enjeux et sensibilités

#### 3.3.5.3. *Effets potentiels*

##### a) En phase construction

En mer, la construction des éoliennes se déroulera en continu, tout au long de l'année, sur une période de trois ans. Le chantier impliquera une augmentation du trafic maritime et la présence de navires tels que des grues flottantes, des plateformes autoélévatrices, des barges et des remorqueurs, dont la longueur pourra varier entre 40 et 140 m, et la largeur entre 20 et 45 m.

Ces navires seront visibles depuis le littoral, mais **leur effet sur le patrimoine paysager sera relativement faible**. En effet, un navire long de 80 m sera semblable à un objet de 5 mm situé à 50 cm de l'œil d'un observateur présent à 10 km

##### b) En phase exploitation

#### Généralités

Les éoliennes sont des structures de grandes tailles qui peuvent se révéler imposantes et prégnantes dans le paysage. Leur perception va dépendre de plusieurs facteurs dont :

- Distance de l'observateur : plus l'observateur est éloigné, plus l'échelle relative de l'éolienne sera bien entendu faible. Ainsi, pour un observateur situé à 10 km, une éolienne de 150 m de hauteur aura une hauteur relative identique à celle d'un objet de 15 cm placé à 1 m. Un exemple plus parlant : à une distance de 30 km, l'éolienne aura une échelle relative équivalente à celle d'une personne d'1,70 m située à 340 m (soit la longueur de trois terrain de football) de l'observateur.
- La courbure de la terre : aux effets purement liés à la distance d'observation s'ajoutent ceux de la courbure terrestre, celle-ci masquant progressivement la partie inférieure de l'objet observé avec l'augmentation de la distance. Ainsi, pour une éolienne de 150 m observée à 1,5 m au dessus du niveau de la mer (hauteur de yeux de l'observateur), l'éolienne sera visible au moins partiellement au dessus de la ligne d'horizon jusqu'à une distance de 52 km, et totalement masquée au-delà.
- Altitude de l'observateur : plus l'observateur sera situé en altitude, plus l'effet de la courbure de la terre sera minimisé.
- Orientation de la vue : la perception des éoliennes dépendra également de l'orientation de la lumière solaire, notamment par ciel dégagé. La silhouette sombre d'éoliennes perçues à contre-jour et avec un soleil bas sur l'horizon sera en effet beaucoup plus visible que lorsqu'elles sont éclairées de face et que leur silhouette est claire tout comme le ciel sur lequel elles se superposent.
- Conditions atmosphériques : les conditions de visibilité atmosphériques en mer sont extrêmement variables tout au long de l'année.

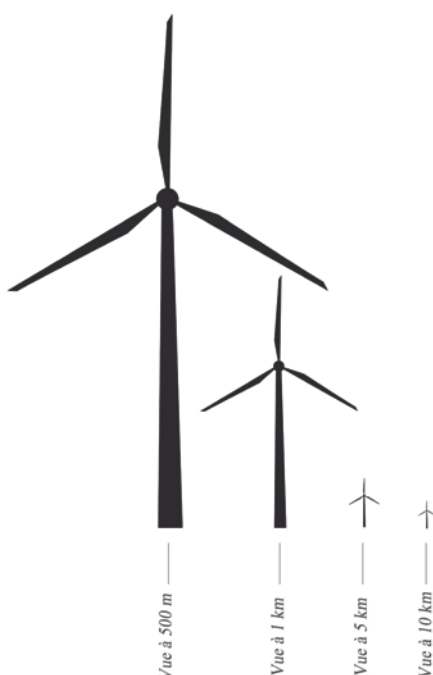


Figure 34 : Illustration de l'échelle relative d'une éolienne en fonction de la distance de l'observateur

### Le projet dans le paysage

Étant donné l'éloignement à la côte de la zone prévue pour l'implantation du futur parc éolien, sa forme, l'ampleur du projet (500 MW), impliquant un nombre important d'aérogénérateurs (101), et le trait de côte irrégulier du secteur de la baie de Saint-Brieuc, il est impossible d'envisager un projet complètement « invisible » depuis le littoral. L'implantation du projet éolien offshore de Saint-Brieuc impliquera forcément la création d'un nouveau paysage marin.

Cependant, aucune éolienne ne sera implantée dans la partie sud de la zone de l'appel d'offre, la machine la plus proche se situant à presque 17 km de la côte et plus de 80 % des machines se situant à plus de 20 km de tout point de la côte. Cet éloignement, véritable compromis entre les préoccupations paysagères et techniques (le nord de la zone présente des profondeurs importantes) permet de limiter grandement l'échelle relative du futur parc pour un observateur se situant sur le littoral.

Les photomontages du projet permettent d'appréhender l'impact paysager, notamment depuis des points emblématiques de la région tels que les sites classés et inscrits.

Six points de vue sont présentés dans le présent document, neuf points de vue supplémentaires ont été traités dans la notice paysagère de l'Atelier de l'Isthme. Ceux-ci sont répertoriés dans la carte suivante.

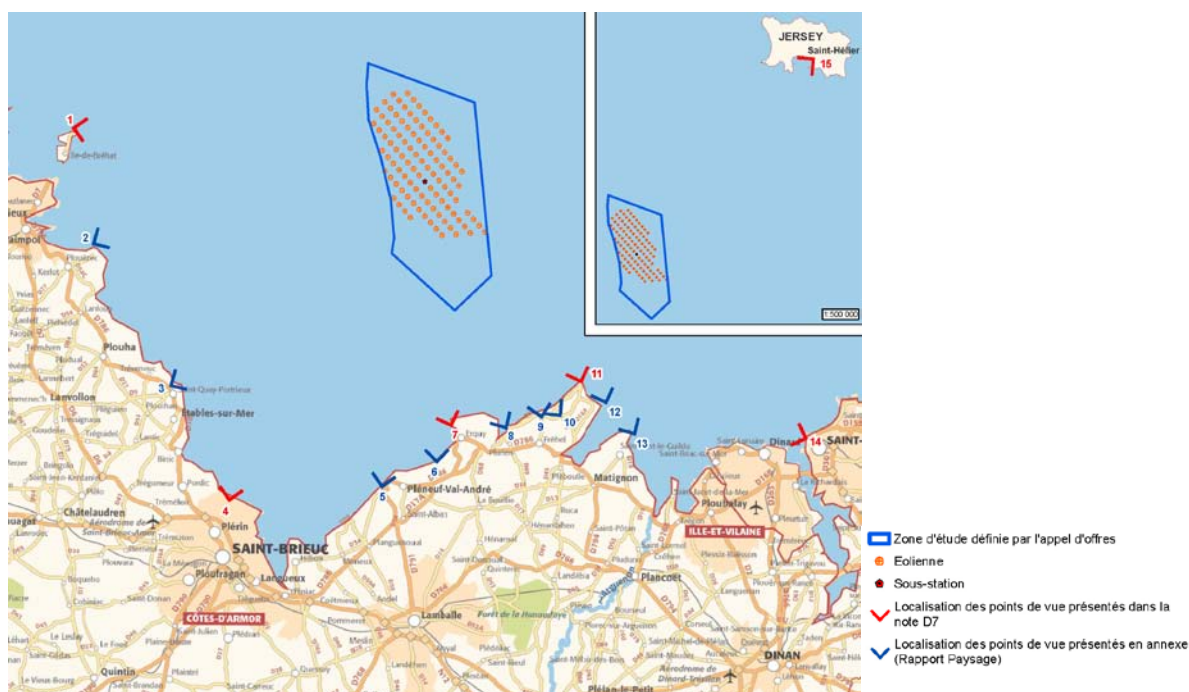


Figure 35 : Localisation des points de vue pour la réalisation des photomontages (Cf. Annexe 1)

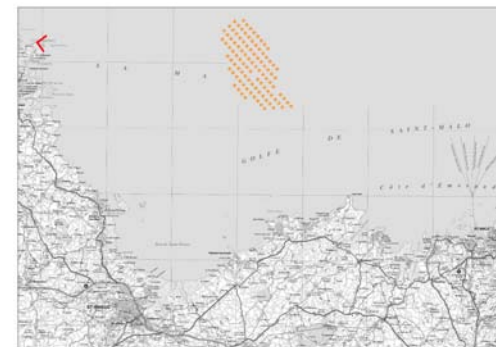
DEPUIS L'ILE DE BREHAT A LA POINTE DU PAON (POINT DE VUE N°1)

Caractéristiques du point de vue :

Distance approximative à l'éolienne la plus proche : 28 km

Direction de prise de vue : 80°

Angle de vue : 100°



*Perçu dans sa plus grande largeur, le projet éolien se déploie sur une portion relativement large d'horizon maritime, face à la pointe du Paon (partie du site classé qui protège Bréhat). L'ordonnancement du parc est lisible à ses deux extrémités, où les éoliennes sont alignées. Il apparaît en arrière et à gauche d'une série d'îlots rocheux éparpillés aux abords de l'île, sans s'y superposer directement. La hauteur relative de ces îlots est sensiblement supérieure à celle des éoliennes. La silhouette imposante du phare, à gauche, tend à accentuer la sensation de distance à ces dernières.*

DEPUIS LA DIGUE DES ROSAIRES A PLERIN (POINT DE VUE N°4)



Caractéristiques du point de vue :

Distance approximative à l'éolienne la plus proche : 31 km

Direction de prise de vue : 0°

Angle de vue : 100°



*L'horizon maritime est ici particulièrement large. Les plans visuels, très simples sur l'essentiel de la vue (plage, mer puis ciel) renforcent la sensation d'étendue et d'espace. Le parc éolien, étiré dans sa plus grande longueur, occupe une proportion limitée de l'horizon. Il est nettement déporté par rapport à la pointe de Pordic (site inscrit) qui est visible tout à gauche de la vue. Son ordonnancement est d'ici peu visible..*

DEPUIS LE CAP D'ERQUY (POINT DE VUE N°7)

Caractéristiques du point de vue :

Distance approximative à l'éolienne la plus proche : 18 km

Direction de prise de vue : 320°

Angle de vue : 100°



*Cette vue dominante permet de voir l'horizon maritime par-dessus la silhouette de l'extrémité du cap d'Erquy (site classé). Le parc éolien se positionne sur cet horizon, et donc au dessus du cap. Les étendues de landes rases de ce dernier montrent peu d'éléments dont l'échelle pourrait être aisément appréhendée par l'œil, mis à part la construction située en bas de la falaise et les pins visibles à droite. Ces derniers s'élèvent sur le ciel et montrent une hauteur relative très supérieure à celle des éoliennes. L'ordonnancement du parc est peu lisible, et la densité des éoliennes sur l'horizon varie sensiblement de droite à gauche.*

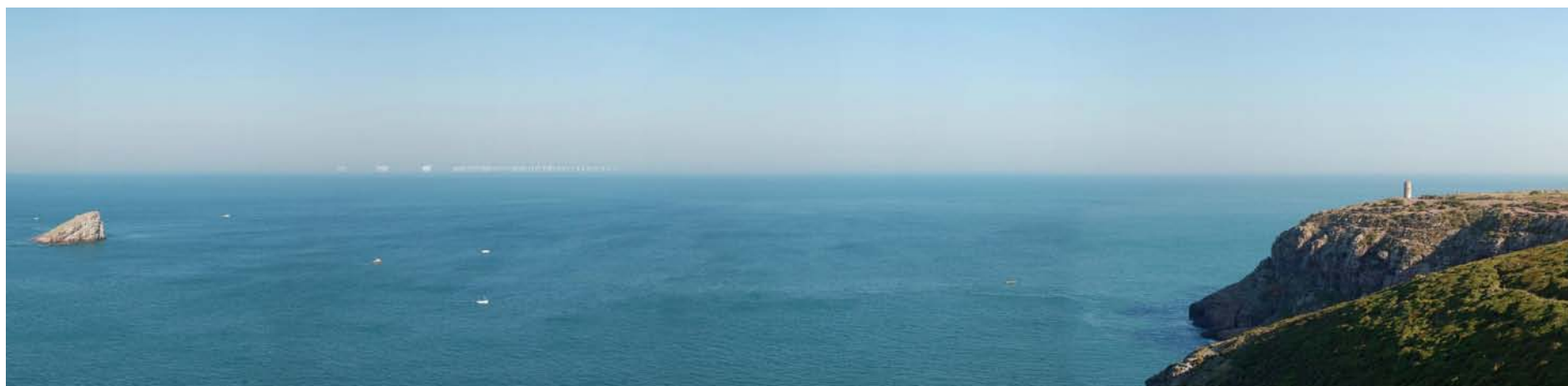
DEPUIS LE CAP FREHEL (POINT DE VUE N°11)

Caractéristiques du point de vue :

Distance approximative à l'éolienne la plus proche : 16 km

Direction de prise de vue : 300°

Angle de vue : 100°



*Perçu dans sa petite largeur, le projet éolien se déploie sur une portion relativement limitée d'un horizon maritime très large, qui se déploie tout autour du cap Fréhel (site classé). Le projet se positionne entre l'îlot rocheux de l'Amas du cap (visible à gauche) et la pointe du cap proprement dit. Perçus depuis une position en surplomb, ces deux fragments de paysage terrestre sont perçus sous la ligne d'horizon. Alignées par-dessus l'horizon et sensiblement déportées par rapport à ces éléments, les éoliennes montrent une hauteur relativement modeste, qui reste inférieure notamment à celle de l'ancien bâtiment de la corne de brume, qui émerge au dessus du cap, à droite de la vue. L'ordonnancement du projet en lignes est lisible, du moins sur la partie gauche du parc.*

DEPUIS LE BASTION DE LA HOLLANDE A SAINT-MALO (POINT DE VUE N°14)

Caractéristiques du point de vue :

Distance approximative à l'éolienne la plus proche : 36 km

Direction de prise de vue : 270°

Angle de vue : 100°



*Les horizons maritimes se déploient depuis le littoral urbanisé de Dinard (à gauche). Plusieurs îles et îlots s'y détachent : Grand Bé, Petit Bé, îles de Cézembre et d'Harbour. Le projet se devine à l'horizon, entre le Petit Bé et l'île d'Harbour. La courbure terrestre masque sensiblement les éoliennes, y compris les plus proches, dont la partie basse du rotor est masquée. Pour les plus lointaines, la nacelle est elle-même située sous la ligne d'horizon. L'échelle relative des parties visibles des éoliennes est très modeste vis-à-vis des éléments des paysages plus proches, y compris vis-à-vis d'éléments déjà difficiles à distinguer sur la photo, comme le phare du Grand Jardin, haut de 24 m et situé à près de 5 km du point de vue.*



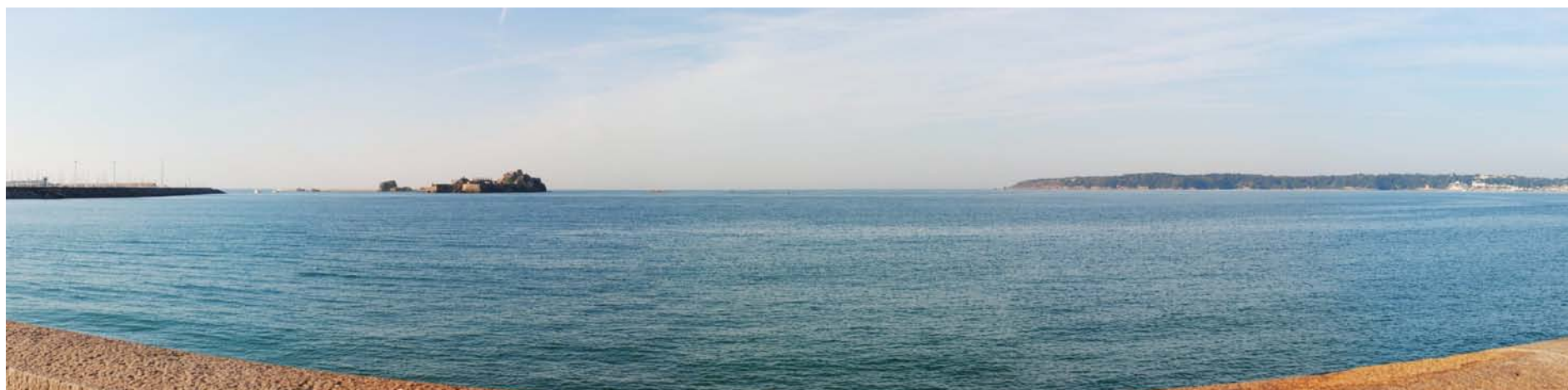
DEPUIS SAINT-HELIER SUR L'ILE DE JERSEY (ROYAUME-UNI – POINT DE VUE N°15)

Caractéristiques du point de vue :

Distance approximative à l'éolienne la plus proche : 44 km

Direction de prise de vue : 220°

Angle de vue : 100°



*Très distant du point de vue, le parc éolien est presque totalement masqué sous l'effet de la courbure terrestre. Par conditions de visibilité exceptionnellement favorables et avec l'aide de jumelles, on pourrait tout au plus entrevoir, au dessus de la ligne d'horizon, l'extrémité de pales supérieures des éoliennes les plus proches.*



### Perception diurne et nocturne

En journée, la perception du parc éolien variera en fonction des conditions de luminosité et de nébulosité. Ainsi, les éoliennes prendront une teinte plus ou moins vive et plus ou moins blanche selon leur éclaircissement. De même, elles se fonderont plus ou moins avec le ciel selon la présence de brumes et de nuages.

Les données recueillies auprès de Météo France à sa station de Saint-Brieuc (la plus proche du PEI et des secteurs du littoral les plus concernés par la perception du projet) permettent de mieux appréhender les variations des conditions de visibilité.

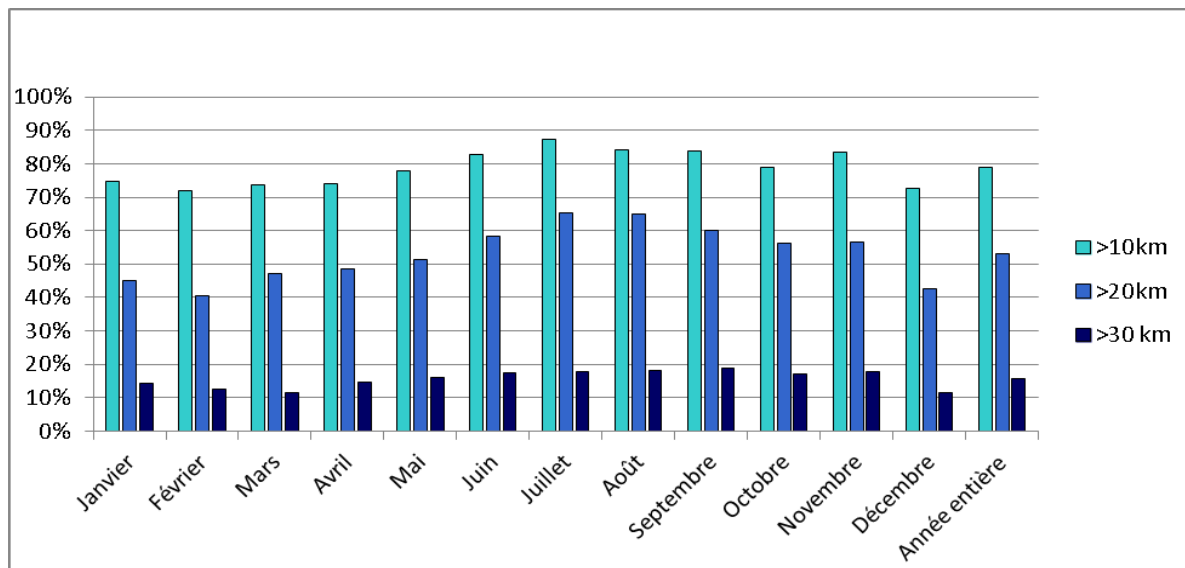


Figure 36 : Distance de visibilité pour chaque mois de l'année (pourcentage de mesures mensuelles supérieures à 10, 20 et 30 km) (Source : station Météo France de Saint-Brieuc – années 2001 à 2010)

C'est données montrent qu'en moyenne, la visibilité est :

- 79 % du temps supérieur à 10 km,
- 47 % du temps supérieur à 20 km,
- 16 % du temps supérieure à 30 km.

Ainsi, le parc dans son ensemble ne sera visible des points les plus proches de la côte que 1 jour sur 6 environ. De même, un jour sur deux, seules les machines les plus proches seront visibles.

De nuit, les éoliennes se repèreront par le biais des balisages maritimes et aéronautiques, obligatoires sur de telles structures en mer. Notons que le Consortium s'en tiendra au minimum réglementaire en termes d'intensité lumineuse et en nombre et localisation.

Ces sources de lumières clignoteront de manière synchronisée sur l'ensemble du parc. Les éoliennes seront donc présentes dans le paysage nocturne, mais ne devraient pas être prégnantes étant donné leur éloignement.

**Globalement, l'effet du parc sur le patrimoine paysager est considéré comme faible en phase exploitation.**

### c) En phase démantèlement

La phase de démantèlement implique la présence de navires identiques à ceux utilisés en phase de construction.

**L'effet de ce chantier sera donc également faible.**

#### 3.3.5.4. Synthèse des impacts

	SENSIBILITE	PHASE	NATURE DE L'EFFET	EFFET	IMPACT
PATRIMOINE PAYSAGER	Forte	Construction	Perception des navires	Faible	Moyen
		Exploitation	Perception diurne et nocturne depuis la côte	Faible	Moyen
		Démantèlement	Perception des navires	Faible	Moyen

Tableau 33 : Patrimoine paysager - Synthèse des impacts

### 3.3.6. Le patrimoine archéologique et culturel

#### 3.3.6.1. État des lieux

##### a) Les épaves

Sur la zone d'étude, la campagne de reconnaissance géophysique par sonar latéral réalisée par CERES a démontré l'absence d'épave, confirmant les données du SHOM.

L'épave la plus proche se situe selon la base de données du SHOM à 2,4 km à l'ouest de la zone d'étude (Cf. Figure 37 : Patrimoine).

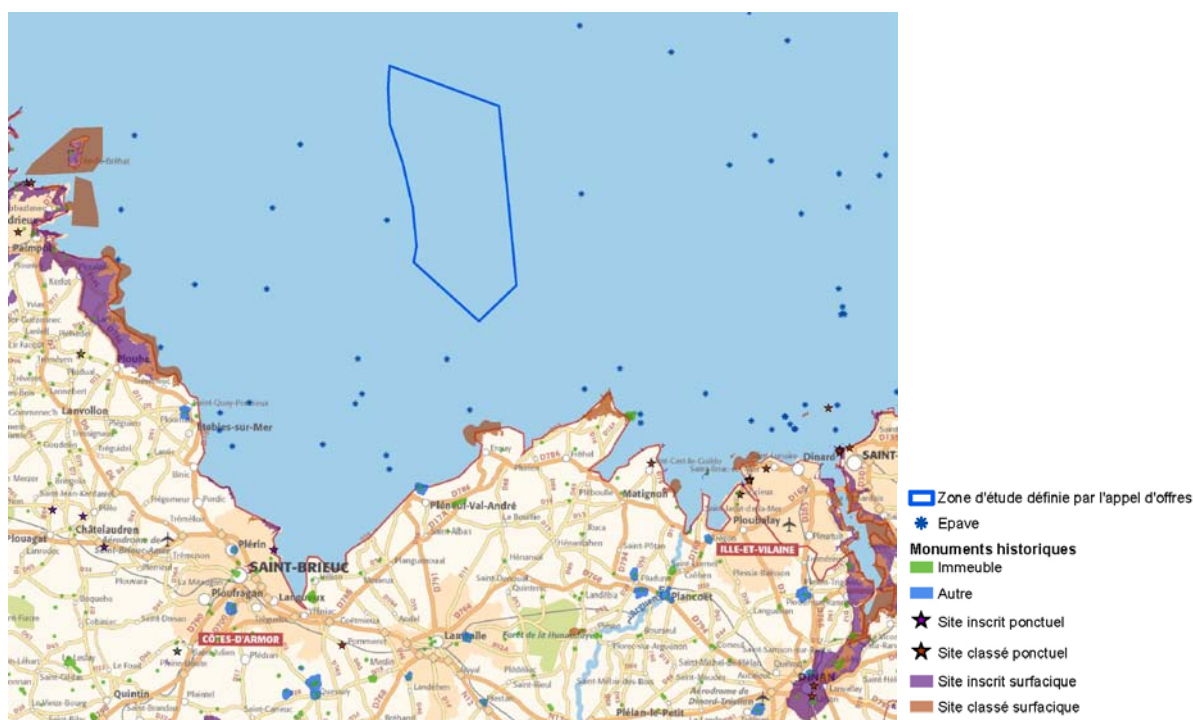


Figure 37 : Patrimoine

#### b) Les sites archéologiques sous-marins

Selon les données bibliographiques, aucun site de ce type ne se situe sur la zone. Toutefois la présence de vestiges d'occupation humaine n'est pas exclue et une consultation du DRASSM a été effectuée. A ce jour, nous sommes toujours dans l'attente d'une réponse. Cette incertitude sera levée lors de la phase de développement.

#### c) Les monuments historiques

La Direction Régionale des Affaires Culturelles de la région Bretagne recense les édifices inscrits ou classés au titre des Monuments Historiques ainsi que les ZPPAUP. Le tableau ci-dessous recense, par séquences définies précédemment, ces monuments des communes littorales, potentiellement en contact visuel avec le projet.

##### 1. Les pointes et les baies de Saint-Lunaire à Saint-Cast-le-Guildo

DEPARTEMENT	COMMUNE	MONUMENT	PROTECTION
COTES D'ARMOR	Lancieux	Moulin à vent	Inscrit
		Vieille église	Inscrit
	Matignon	Manoir de la Vigne	Inscrit
		Manoir de la Chesnaye-Taniot	Inscrit
	Pléboulle	Tour de Montbran	Inscrit
	Saint-Cast-le-Guildo	Ruines romaines	Classé

DEPARTEMENT	COMMUNE	MONUMENT	PROTECTION
	Saint-Jacut-de-la-Mer	Tour des Hébihens	Inscrit
ILLE-ET-VILAINE	Saint-Briac-sur-Mer	Ile Agot renfermant des sites protohistoriques	Inscrit
	Saint-Briac-sur-Mer	Église	Inscrit
	Saint-Lunaire	Calvaire situé dans le jardin de l'église	Inscrit
	Saint-Lunaire	Vieille église de Saint-Lunaire	Inscrit

Tableau 34 : Les Monuments Historiques de la séquence paysagère n°1

## 2. Le littoral des caps d'Erquy et de Fréhel

DEPARTEMENT	COMMUNE	MONUMENT	PROTECTION
COTES D'ARMOR	Erquy	Dolmen avec cairn	Inscrit
	Fréhel	Château de Fort-la-Latte	Classé
		Villa Collignon	Inscrit
		Manoir de la Ville-Roger	Inscrit
		Chapelle Saint-Sébastien de Pléhérel	Inscrit
		Vieux calvaire de la Roche au Cygron	Inscrit

Tableau 35 : Les Monuments Historiques de la séquence paysagère n°2

## 3. Le littoral balnéaire et agricole d'Erquy à Langueux

DEPARTEMENT	COMMUNE	MONUMENT	PROTECTION
COTES D'ARMOR	Erquy	Château de Bienassis	Classé
	Hénansal	Croix en granit du 15e siècle	Inscrit
	Hillion	Croix de Bonabry	Classé
		Église	Inscrit
		Château des Aubiers	Inscrit
	Morieux	Église Saint-Gobrien	Inscrit
	Planguenoual	Ancien manoir de Vaujoyeux	Classé



DEPARTEMENT	COMMUNE	MONUMENT	PROTECTION
	Pléneuf-Val-André	Cairn à trois dolmens	Classé
		Villa Les Pommiers	Inscrit
	Saint-Alban	Chapelle Saint-Jacques-le-Majeur	Classé

Tableau 36 : Les Monuments Historiques de la séquence paysagère n°3

#### 4. Le littoral urbanisé de Langueux à Saint-Quay-Portrieux

DEPARTEMENT	COMMUNE	MONUMENT	PROTECTION
COTES D'ARMOR	Etables-sur-Mer	Croix de calvaire	Classé
		Villa Le Caruhel	Inscrit
	Plérin	Vieille croix	Inscrit
		Viaduc de Souzain (détruit en 1995)	Inscrit
	Saint-Brieuc	Hôtel des Ducs de Bretagne	Classé
		Maison	Classé
		Cathédrale Saint-Etienne	Classé
		Ancien hôtel de Bellecysse	Classé
		Fontaine Saint-Brieuc, ou Notre-Dame	Classé
		Maison du 17e siècle	Inscrit
		Maison	Inscrit
		Maison	Inscrit
		Maison du 17e siècle	Inscrit
		Grand Séminaire	Inscrit
		Maison	Inscrit
		Maison	Inscrit
		Maison	Inscrit
		Ancien manoir de Qui-Qu'en-Grogne	Inscrit
		Maison	Inscrit

DEPARTEMENT	COMMUNE	MONUMENT	PROTECTION
		Maison dite Le Ribault	Inscrit
		Immeuble	Inscrit
		Maison d'angle à pans de bois	Inscrit
		Maison du 17e siècle	Inscrit
		Croix Mathias	Inscrit
		Caisse d'Epargne	Inscrit
		Théâtre	Inscrit
		Hôtel de Rohan	Inscrit
		Tour du Saint-Esprit	Inscrit
		Tour de Cesson	Inscrit
		Viaduc de Souzain (détruit - également sur commune de Plérin)	Inscrit
	Saint-Quay-Portrieux	Cinéma-dancing	Inscrit

Tableau 37 : Les Monuments Historiques de la séquence paysagère n°4

## 5. Les hautes falaises de Plouha et Plouézec

DEPARTEMENT	COMMUNE	MONUMENT	PROTECTION
COTES D'ARMOR	Plouha	Chapelle de Kermaria-an'Isquit	Classé
		Croix du 18e siècle	Inscrit
		Croix du 17e siècle, dite croix de la Sauraie	Inscrit
		Château de Lysandré	Inscrit

Tableau 38 : Les Monuments Historiques de la séquence paysagère n°5

## 6. L'archipel de Bréhat et l'île de Saint-Rion

DEPARTEMENT	COMMUNE	MONUMENT	PROTECTION
COTES D'ARMOR	Ile-de-Bréhat	Croix Saint-Michel	Inscrit

Tableau 39 : Les Monuments Historiques de la séquence paysagère n°6

Tous ces monuments sont situés à plus de 15 km du futur parc éolien de Saint-Brieuc.

### 3.3.6.2. Synthèse des enjeux et sensibilités

	CARACTERISTIQUES	ENJEUX	SENSIBILITE
PATRIMOINE ARCHEOLOGIQUE ET CULTUREL	Nombreux monuments historiques à terre Pas d'épave sur la zone d'implantation ou à proximité	Préservation des épaves à proximité Éviter dans la mesure du possible les covisibilités avec les MH	Faible

Tableau 40 : Patrimoine archéologique et culturel - Synthèse des enjeux et sensibilités

### 3.3.6.3. Effets potentiels

#### a) En phase construction

##### Sur les épaves

Aucune épave n'est recensée sur le secteur du projet et l'épave la plus proche se situe à plus de 2 km. **L'effet des travaux sera donc nul sur ce patrimoine.**

##### Sur les sites archéologiques

La présence de site archéologique sous-marin n'est pas avérée. Dans le cas d'une réponse positive du DRASSM, toutes les dispositions nécessaires seront mises en œuvre pour assurer leur préservation et ce, en conformité avec leurs attentes.

##### Sur les monuments historiques

Étant donné l'éloignement des éléments du patrimoine historique de la zone de travaux, et le caractère temporaire de ces derniers, **l'effet du chantier éolien peut être considéré comme nul sur le patrimoine historique.**

#### b) En phase exploitation

##### Sur les épaves

D'après les retours d'expérience sur les parcs étrangers, la présence de fondations ne perturbe pas l'évolution naturelle des fonds au-delà de la zone d'implantation.

**Aucun effet sur les épaves n'est donc attendu lors de la phase exploitation du fait de leur éloignement.**

### Sur les monuments historiques

Du fait de l'éloignement du parc à la côte, sa visibilité depuis le patrimoine bâti devrait être très réduite voire inexistante.

**L'effet du projet sera donc faible.**

#### c) En phase démantèlement

Les effets attendus des travaux de démantèlement sur le patrimoine archéologique et culturel seront identiques à ceux des travaux de construction.

**L'effet de la phase de démantèlement sera donc nul sur le patrimoine bâti et les épaves.**

#### 3.3.6.4. Synthèse des impacts

	SENSIBILITE	PHASE	NATURE DE L'EFFET	EFFET	IMPACT POTENTIEL
PATRIMOINE ARCHEOLOGIQUE ET CULTUREL	Faible	Construction	Détérioration des épaves	Aucun	Nul
			Perception depuis les MH	Aucun	Nul
		Exploitation	Détérioration des épaves	Aucun	Nul
			Perception depuis les MH	Faible	Faible
		Démantèlement	Détérioration des épaves	Aucun	Nul
			Perception depuis les MH	Aucun	Nul

Tableau 41 : Patrimoine archéologique et culturel - Synthèse des impacts

## 3.4. ENVIRONNEMENT BIOLOGIQUE

### 3.4.1. Le plancton

#### 3.4.1.1. Données générales

Le plancton rassemble toutes les catégories d'organismes (végétaux et animaux) vivant librement dans l'eau et qui en raison de leurs moyens natatoires limités, sont entraînés plus ou moins passivement par les courants.

#### a) Le phytoplancton

Le développement du phytoplancton (végétaux) est essentiellement lié aux conditions climatiques et à l'amplitude des marées.

Divers facteurs anthropiques peuvent influencer le développement du phytoplancton : excédents de nutriments par les rejets agricoles, et urbains, les apports chroniques ou accidentels de produits toxiques et les déversements d'hydrocarbures.

Des efflorescences de certaines espèces surviennent ainsi régulièrement au printemps lorsque toutes les conditions sont réunies pour leur développement (température, ensoleillement,...). Ces efflorescences peuvent concerner des espèces toxiques ou non-toxiques.

Les espèces toxiques pour les humains sont suivies par le programme REPHY de l'IFREMER.

#### **b) Le zooplancton**

Le zooplancton se nourrit soit de végétaux soit d'animaux. Le zooplancton est caractérisé par une forte présence de larves de poissons, crustacés et mollusques d'intérêt commercial. Le développement du zooplancton est ainsi conditionné par la présence du phytoplancton.

#### **c) Le suivi du plancton**

Les espèces phytoplanctoniques sont suivies par le réseau REPHY de l'IFREMER. Ce réseau permet de recenser les efflorescences exceptionnelles et les proliférations d'espèces toxiques et de surveiller plus particulièrement les espèces produisant des toxines dangereuses pour les consommateurs de coquillages.

D'après l'IFREMER, le secteur du fond de baie de Saint-Brieuc connaît régulièrement des épisodes de bloom localisés, mais les deux masses d'eau concernée présentent un état globalement bon en termes de phytoplancton.

#### **3.4.1.2. Synthèse des enjeux et sensibilités**

	CARACTERISTIQUES	ENJEUX	SENSIBILITE
PLANCTON	Efflorescence de phytoplancton en fond de baie	Ne pas favoriser les efflorescences	Faible

Tableau 42 : Plancton - Synthèse des enjeux et sensibilités

#### **3.4.1.3. Effets potentiels**

##### **a) En phase construction**

Il existe très peu de recherche directement liés à l'éolien offshore et le plancton.

Cependant, l'augmentation de la turbidité lors de la phase de construction, due aux actions de forage pour la réalisation des fondations, ou la réalisation des tranchées pour l'ensouillement des câbles, pourrait affecter la distribution du plancton.

Cette remise en suspension de sédiments étant localisée, notamment au niveau du fond marin, la colonne d'eau est peu concernée par ce phénomène. De plus, celle-ci étant temporaire, les impacts sur les communautés planctoniques seront mineurs.

**L'effet des travaux sur le plancton peut être considéré comme faible.**

##### **b) En phase exploitation**

En période de fonctionnement du parc, aucune modification de la turbidité ni de remise en suspension de sédiment n'est escomptée.

**Ainsi, il n'y aura pas d'effet sur les communautés planctoniques en phase d'exploitation.**

##### **c) En phase démantèlement**



En phase démantèlement, une remise en suspension de sédiment est attendue du fait notamment du dragage autour des pieux des fondations. Encore une fois, cette augmentation de la turbidité sera localisée au niveau des fonds marins et temporaire.

**Ainsi, l'effet du démantèlement sur les communautés planctoniques sera donc faible.**

#### 3.4.1.4. Synthèse des impacts

	SENSIBILITE	PHASE	NATURE DE L'EFFET	EFFET	IMPACT POTENTIEL
PLANCTON	Moyenne	Construction	Remise en suspension de particules	Faible	Faible
		Exploitation	Efflorescences	Aucun	Nul
		Démantèlement	Remise en suspension de particules	Faible	Faible

Tableau 43 : Plancton - Synthèse des impacts

### 3.4.2. Le benthos

#### 3.4.2.1. État des lieux du site

##### a) Généralités

Le premier facteur qui régit la distribution des espèces benthiques en milieu marin est le type de substrat, les peuplements étant conditionnés par la nature géomorphologique de l'habitat. Il existe deux types de substrats :

- les substrats meubles (toute particule inférieure à 2 cm) qui se déclinent en galets, graviers, sables puis vases,
- les substrats durs ou rocheux commençant aux cailloutis et allant jusqu'aux grands pans rocheux, falaises, blocs et socles.

Ces deux substrats comportent des logiques d'occupation par les peuplements animaux ou végétaux complètement différentes :

- **Le substrat meuble** est exploité en surface (organismes mobiles) et en profondeur (endofaune présente dans les 20 premiers centimètres environ). Les espèces rencontrées sont principalement animales, s'apparentant généralement aux mollusques, aux vers et aux échinodermes.
- **Le substrat rocheux** est exploité essentiellement en surface par un ensemble d'organismes fixés : l'épibiose sessile, ou mobile et la faune vagile. Le peuplement s'organise autour de grandes ceintures algales qui forment les différents étages du site. Les algues de chaque étage sont associées à une faune caractéristique et à une faune d'accompagnement.

##### b) Les peuplements sur la zone

Un inventaire des peuplements benthiques est disponible sur le secteur étudié. Il s'agit de l'inventaire des peuplements benthiques du Golfe normano-breton réalisé en 1979 par Retière. La typologie de cette classification a été revue dans le cadre de la mise en place de la base de données EUNIS, réalisée pour harmoniser les descriptions et les inventaires de ces habitats au niveau européen.

Les peuplements que l'on retrouve ainsi sur la zone d'étude sont les suivants :

### Peuplements des cailloutis à épibiose sessile

Typique des régions à forts courants, l'ophiure recouvre des fonds à prédominance de cailloux ou de graviers. Dans ces bancs, l'*Ophiothrix fragilis* est spécialement présente avec un **groupe d'espèces largement réparties** telles que l'oursin (*Psammechinus miliaris*), les mollusques (*Paphia*, *Tapes*, *rhomboides*, *Venus ovata*, *Buccinum undatum*, *Gibbula tumida*), les crustacés (*Galathea intermedia*, *Pisidia longicornis*). En effet, l'abondance en individus de cette espèce d'*Ophiothrix fragilis* se traduit par une augmentation sensible de la densité numérique des autres espèces dans les fonds qu'elle occupe (Franck Gentil et Louis Cabioch, 1997).

### Peuplements des sédiments grossiers sablo-graveleux

Ce peuplement est établi sur un sédiment se composant essentiellement de graviers (40 à 50 %) et de sables grossiers propres (10 %), principalement d'origine biogène. Le reste est constitué de sables moyens et fins. On rencontre ce peuplement en général au large, où il jouxte les faciès d'appauvrissement du peuplement des cailloutis ; quelques enclaves permanentes du peuplement de la gravelle à *Amphioxus lanceolatus* existent d'ailleurs au sein du peuplement des cailloutis (Souplet *et al.*, 1980 ; Davoult *et al.*, 1988 ; Prygiel *et al.*, 1988). Cependant en Manche orientale, ce peuplement se prolonge également en zone côtière où il assure la transition avec le peuplement des sables moyens propres (Cabioch et Glaçon, 1975, 1977). **C'est un peuplement oligotrospécifique composé d'une quinzaine d'espèces communes.** Parmi elles, les plus caractéristiques sont le céphalochordé *Amphioxus lanceolatus* et l'oursin *Spatangus purpureus*, on trouve également comme espèces communes et préférantes, l'oursin *Echinocyamus pusillus*, l'amphipode *Ampelisca spinipes* et les bivalves *Spisula solida* (*ovalis*), *S. elliptica*, *Nucula nucleus* et *N. hanleyi*. **Ce peuplement est le plus pauvre que l'on puisse rencontrer en Manche orientale et en Mer du Nord**, la densité totale n'excède que très rarement 100 ind/m<sup>2</sup>. La biomasse est très faible et variable, elle dépend en fait de la récolte d'individus de forte biomasse individuelle et fortement surdispersés.

### Peuplements des sédiments fins à *Alba alba* et *Cordula gibba*

Le peuplement des sables fins plus ou moins envasé à *Alba alba* se trouve dans la zone sub-estuarienne, dépassant rarement une dizaine de mètres de profondeur. Les dépôts de vases à des teneurs élevées sont restreints et se sont les sables fins et les sablons qui forment l'essentiel de ces fonds. De plus, les caractères hydrologiques de ces zones de sables fins envasés sont en grande partie sous la dépendance du fonctionnement estuarien auquel elle se rattache. Cette zone transitoire est occupée par une **grande diversité d'espèces**. De plus, riche en nutriments, elle garantit des bonnes conditions pour l'établissement des peuplements planctoniques donnant une source considérable dans cette zone à fort couplage benthopélagique.

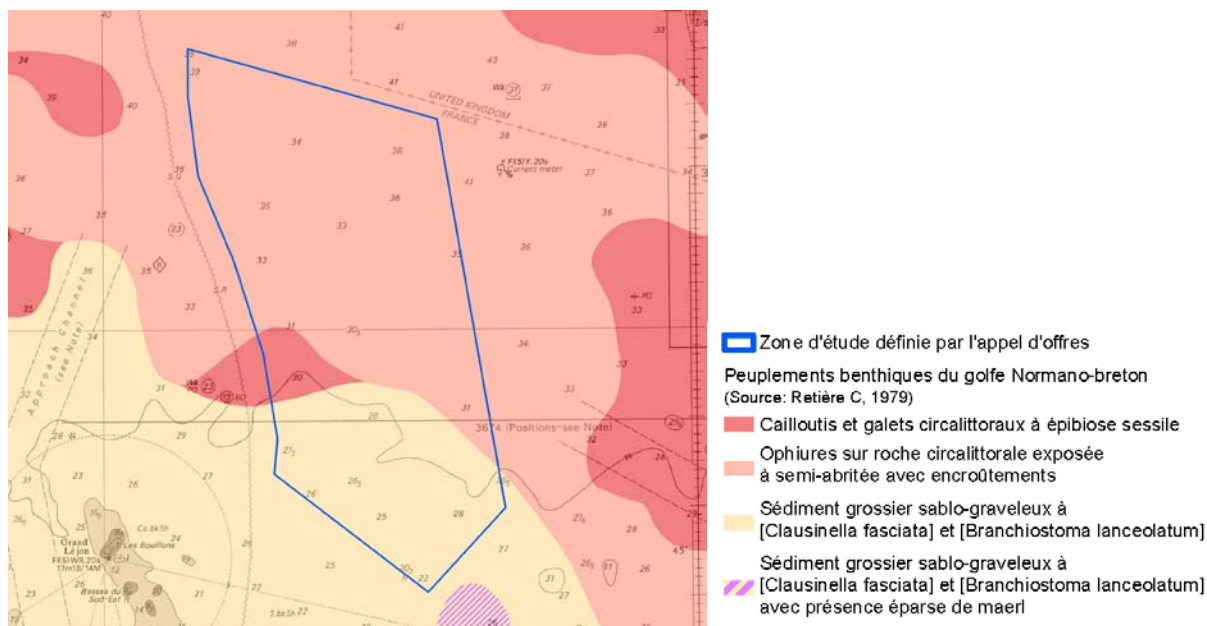


Figure 38 : Unités biosédimentaires (Source: Retière, 1979)

### c) La ressource halieutique

L'étude halieutique réalisée par le bureau d'étude Oceanic Développement dans le cadre de l'analyse des activités existantes sur le secteur d'implantation du futur parc éolien apporte des informations supplémentaires sur les espèces benthiques à potentiel halieutique.

#### La coquille Saint-Jacques



La coquille Saint-jacques est très largement distribuée en atlantique Nord-Est, de la Norvège au Maroc. Elle connaît un développement particulier en Manche où il existe des gisements permanents, exploités depuis les années 60. Ce mollusque bivalve vivant sur les fonds meubles de sables ou de débris coquilliers, entre 10 et une centaine de mètres, est d'ailleurs l'une des espèces phares pêchées en baie de Saint-Brieuc. Elle abrite en effet un gisement présentant l'une des densités les plus fortes d'Europe<sup>7</sup>.

Celui-ci est divisé en trois zones : le gisement principal (le plus productif), le gisement de Nerput et le gisement du large. Le secteur du projet se situe dans les limites du gisement du large où, contrairement au gisement principal, cette espèce ne fait pas l'objet d'un suivi annuel mené par l'IFREMER.

<sup>7</sup> Source : Rapport La coquille Saint-Jacques en Bretagne – IFREMER – Décembre 2004

### Le bulot

Le périmètre éolien est situé en partie dans les zones autorisées à la pêche au bulot au large des Côtes d'Armor.

Le bulot, ou buccin, est très largement répandu dans l'Atlantique nord, du Canada aux mers sibériennes ; sa limite sud se situe dans le golfe de Gascogne. Il vit le plus souvent entre le niveau des basses mers et une centaine de mètres. C'est une espèce ubiquiste ayant une préférence pour les sédiments sablo-vaseux. Il reste le plus souvent immobile et enfoui et ses déplacements sont limités. Carnivore essentiellement nécrophage, il est capable de se déplacer rapidement lorsqu'il détecte la présence d'un poisson ou d'un crabe mort.



### L'araignée de mer

L'araignée vit sur la côte de l'Atlantique Nord de l'Irlande à la Guinée et dans le Sud de la mer du Nord. On la trouve de 0 à 200 m mais elle est rare au delà de 100 m et la plus grande part de la production est réalisée par moins de 60 m.



La croissance, par mues, ne s'effectue que pendant les deux premières années (phase juvénile). A deux ans une mue terminale marque le passage à l'état adulte ; l'araignée atteint alors sa taille définitive. Cette mue terminale a lieu entre juillet et octobre sur les nurseries. Les nouveaux adultes entreprennent en automne une migration "de descente" qui les amène sur des zones d'hivernage par des profondeurs supérieures à 50 m. A ce déplacement côte-large s'ajoute en Manche un mouvement vers l'ouest. A partir du mois d'avril la migration "de remontée" les ramène près des côtes et le cycle de migration recommence ensuite en automne

La première reproduction intervient l'année suivant la mue terminale. En Manche, les éclosions ont lieu de juin à octobre et les larves qui en sont issues mènent une vie pélagique de l'ordre de deux à trois semaines. Les juvéniles se développent près des côtes, dans des baies ou des estuaires à fond sablo-vaseux, par des profondeurs de 0 à 20 m. En Manche les nurseries les plus importantes sont la baie de Saint-Brieuc et la côte ouest du Cotentin.



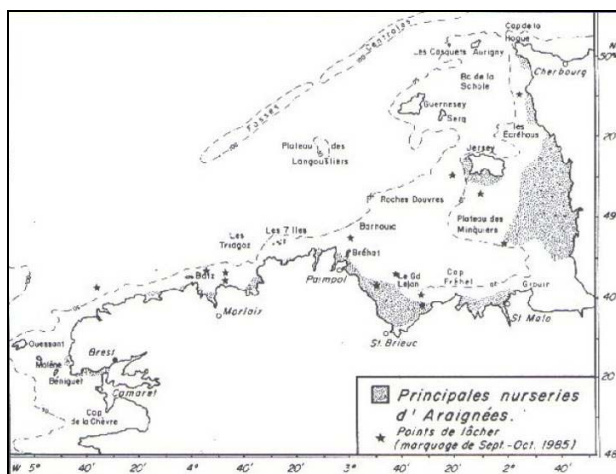


Figure 39 : Nourriceries d'araignée de mer (en été) en Manche Ouest (Le Foll, 1993)

L'existence de flux migratoire de ce crustacés est établie entre les nourriceries de la baie de Saint-Brieuc et les zones peuplées par les adultes plus au large. Il est probable que le secteur d'étude se situe sur un lieu de passage de l'espèce.

#### Autres coquillages

Le secteur d'étude recoupe un gisement d'Amandes de mer qui présentait une abondance assez élevée en 2002. La Palourde rose et la Praire présentent quant à elles des gisements relativement pauvres.

#### d) La crépidule

La crépidule (*Crepidula fornicata*) est un mollusque gastéropode filtreur **introduit** sur les côtes françaises depuis un siècle (originaire de la côte orientale de l'Amérique du nord). Les individus de cette espèce sont hermaphrodites et s'empilent pour former des chaînes caractéristiques de 5-6 individus en moyenne. Les crépidules peuvent coloniser tout type de fond et ont une vitesse de propagation relativement importante.



Figure 40 : Crépidules (*Crepidula fornicata*)



Les crépidules peuvent coloniser les fonds marins sur des surfaces très importantes et représenter localement une biomasse de plusieurs centaines de milliers de tonnes (250 000 T en Baie de Saint-Brieuc).



L'espèce est aujourd'hui distribuée dans la majeure partie de la baie, à des niveaux variables de densité, le maximum constituant de véritables tapis. La baie de Saint-Brieuc est l'un des secteurs les plus colonisés du littoral et 20% de ses fonds présentent un recouvrement de crépidules supérieur à 20 %. Si les plus fortes concentrations sont toujours observées dans l'ouest de la baie, des reconnaissances récentes témoignent d'une amplification de la prolifération dans le secteur oriental (rade d'Erquy). Un tel niveau de colonisation, génère des effets sur le compartiment benthique et sur les activités halieutiques qui s'y rapportent. Les fonds les plus colonisés limitent, voire interdisent localement, l'usage des engins traînants (dragues et chaluts benthiques). L'activité de pêche à la coquille Saint-Jacques, voit ainsi son aire d'exploitation diminuer, en même temps que s'accroissent des contraintes (tri, "détrouage"), qui génèrent un impact économique.




La campagne géophysique d'IXSurvey n'a pas mis en évidence la présence de crépidules sur les zones où le contrôle vidéo a été utilisé. De même, les sonogrammes ne mettent pas en évidence de faciès à crépidules sur la zone. Toutefois, l'ensemble du site n'ayant pas été étudié, l'éventualité de sa présence n'est pas exclue. Cette thématique sera étudiée de manière approfondie lors de la phase de développement.


#### 3.4.2.2. Analyse des peuplements par prélèvements et vidéo

Les fonds ont été observés à l'aide de caméras tractées et de prélèvements in-situ. Le tableau ci-dessous reprend les principaux résultats de cette campagne, effectuée en 2011 par la société IXSurvey pour le Consortium.

STATION	OBSERVATIONS	ILLUSTRATION
1	<p>substrat homogène, granulométrie grossière, présence de coquilles mortes.</p> <p><u>Espèces observées :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Glycymeris glycymeris</i>,</li> <li>• <i>Cardium sp.</i></li> <li>• <i>Pecten</i></li> <li>• <i>hydrozoa</i></li> <li>• <i>éponges (Crambe sp.)</i></li> <li>• <i>Lytophyllum sp.</i>,</li> <li>• <i>Serpulidae</i></li> </ul>	

STATION	OBSERVATIONS	ILLUSTRATION
2	<p>substratum homogène, granulométrie grossière des sédiments, nombreuses coquilles mortes</p> <p><u>Espèces observées :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Glycymeris glycymeris</i>,</li> <li>• <i>Cardium sp.</i></li> <li>• <i>Pecten maximus</i></li> <li>• <i>Aequipecten opercularis</i></li> <li>• <i>Tapes rhomboides</i></li> <li>• <i>Venus verrucosa</i></li> <li>• <i>Spisula sp. (elliptica?)</i></li> <li>• <i>Nucula hanlevi</i>,</li> <li>• <i>Chlamis varia</i></li> <li>• <i>hydrozoa</i></li> <li>• <i>sponges (Crambe sp.)</i></li> <li>• <i>Lythophyllum sp.</i>,</li> <li>• <i>Serpulidae</i></li> <li>• <i>Balanus sp.</i></li> <li>• <i>Ascidieas.</i></li> <li>• <i>Ophiuroidea</i></li> </ul>	
3	<p><u>Espèces observées :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Cnidaria (Corynactis sp.)</i></li> <li>• <i>Hydrozoa</i></li> <li>• <i>Bryozoa (Flustra foliacea, Pentapora sp., Frondipora sp.)</i></li> <li>• <i>Lithophyllum sp</i></li> <li>• <i>éponges (Axinella damicornis, Axinella polypoides, Hemimyscale columella, Crambe sp., Halichondria sp., Polymastia sp.,...)</i></li> <li>• <i>Glycymeris glycymeris</i>,</li> <li>• <i>Cardium sp.</i></li> <li>• <i>Pecten maximus</i></li> <li>• <i>Aequipecten opercularis</i></li> <li>• <i>Tapes rhomboides</i></li> <li>• <i>Venus verrucosa</i></li> <li>• <i>Spisula sp. (elliptica?)</i></li> <li>• <i>Nucula hanlevi</i>,</li> <li>• <i>Chlamis varia</i></li> <li>• <i>Ophiuroidea</i></li> </ul>	

STATION	OBSERVATIONS	ILLUSTRATION
4	<p><u>Espèces observées :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Hydrozoa</i></li> <li>• <i>Bryozoa</i> (<i>Schizomavella</i> sp., <i>Flustra foliacea</i>, <i>Pentapora</i> sp., )</li> <li>• <i>Lithophyllum</i> sp.</li> <li>• éponges (<i>Ciona celata</i>, <i>Axinella damicornis</i>, <i>Hemimycale columella</i>, <i>Crambe</i> sp., <i>Halichondria</i> sp., <i>Polymastia</i> sp.,...)</li> <li>• <i>Glycymeris glycymeris</i>,</li> <li>• <i>Cardium</i> sp.</li> <li>• <i>Pecten maximus</i></li> <li>• <i>Aequipecten opercularis</i></li> <li>• <i>Tapes rhomboides</i></li> <li>• <i>Venus verrucosa</i></li> <li>• <i>Spisula</i> sp. (elliptica?)</li> <li>• <i>Nucula hanlevi</i>,</li> <li>• <i>Chlamis varia</i></li> </ul>	
5	<p><u>Espèces observées :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Hydrozoa</i></li> <li>• <i>Bryozoa</i> (<i>Schizomavella</i> sp., <i>Flustra foliacea</i>, <i>Pentapora</i> sp., )</li> <li>• <i>Lithophyllum</i> sp.</li> <li>• sponges (<i>Ciona celata</i>, <i>Hemimycale columella</i>, <i>Crambe</i> sp., <i>Halichondria</i> sp.,...)</li> <li>• <i>Glycymeris glycymeris</i>,</li> <li>• <i>Cardium</i> sp.</li> <li>• <i>Pecten maximus</i></li> <li>• <i>Aequipecten opercularis</i></li> <li>• <i>Tapes rhomboides</i></li> <li>• <i>Venus verrucosa</i></li> <li>• <i>Spisula</i> sp. (elliptica?)</li> <li>• <i>Nucula hanlevi</i>,</li> <li>• <i>Chlamis varia</i></li> <li>• <i>Ophiuroidea</i></li> <li>• <i>Asteria</i></li> </ul>	
6	<p><u>Espèces observées :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Hydrozoa</i> (<i>Actinaria</i> sp.)</li> <li>• <i>Bryozoa</i> (<i>Schizomavella</i> sp., <i>Flustra foliacea</i>, <i>Pentapora</i> sp., )</li> <li>• <i>Lithophyllum</i> sp.</li> <li>• éponges (<i>Axinella polypoides</i>, <i>Crambe</i> sp.,...)</li> <li>• <i>Glycymeris glycymeris</i>,</li> <li>• <i>Cardium</i> sp.</li> <li>• <i>Pecten maximus</i></li> <li>• <i>Aequipecten opercularis</i></li> <li>• <i>Tapes rhomboides</i></li> <li>• <i>Venus verrucosa</i></li> </ul>	

STATION	OBSERVATIONS	ILLUSTRATION
	<ul style="list-style-type: none"> <li><i>Spisula sp. (elliptica?)</i></li> <li><i>Nucula hanlevi</i>,</li> <li><i>Chlamis varia</i></li> </ul>	
7	<p><u>Espèces observées :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><i>Hydrozoa</i></li> <li><i>Bryozoa</i> (<i>Schizomavella sp.</i>, <i>Flustra foliacea</i>, <i>Pentapora sp.</i>, )</li> <li><i>Lithophyllum sp.</i></li> <li>éponges (<i>Polymastia sp.</i>, <i>Axinella sp.</i>, <i>Crambe sp....</i>)</li> <li><i>Glycymeris glycymeris</i>,</li> <li><i>Cardium sp.</i></li> <li><i>Pecten maximus</i></li> <li><i>Aequipecten opercularis</i></li> <li><i>Tapes rhomboides</i></li> <li><i>Venus verrucosa</i></li> <li><i>Spisula sp. (elliptica?)</i></li> <li><i>Nucula hanlevi</i>,</li> <li><i>Chlamis varia</i></li> <li><i>Ophiuroidea</i></li> </ul>	

#### 3.4.2.3. Synthèse des enjeux et sensibilités

	CARACTERISTIQUES	ENJEUX	SENSIBILITE
FAUNE BENTHIQUE	<p>Différents substrats et peuplements, plus ou moins communs et pauvres</p> <p>Présence d'espèces d'intérêt commercial notamment la coquille Saint-Jacques</p> <p>Crépidule potentiellement présente</p>	<p>Préserver la faune et la flore présente</p> <p>Ne pas favoriser le développement de la Crépidule</p>	Forte

Tableau 44 : Faune Benthique - Synthèse des enjeux et sensibilités

#### 3.4.2.4. Effets potentiels

##### a) En phase construction

##### Destruction directe de spécimens

Il est important de noter que les opérations préalables au chantier seront à l'origine de perturbations (trafic, bruits, vibrations...) qui feront fuir les espèces vagiles présentes sur la zone.

Par conséquent, les risques de mortalité directe des espèces pouvant se déplacer seront limités par les comportements d'éloignement naturel dus aux diverses perturbations du milieu décrites précédemment.

Cependant, l'emprise directe des travaux provoquera la **destruction, l'enlèvement ou le recouvrement** de la **flore et de la faune benthiques**, aussi bien de l'endofaune (vivant dans les sédiments) que l'épifaune (vivant en surface).



L'effet est donc une perte locale du nombre d'individus de chaque espèces concernées et donc de biomasse, cette perte étant directement proportionnelle à la surface de fond modifiée.

La perte de surface résulte des emprises nécessaires aux travaux du projet. Comme démontré précédemment, cela concerne les fondations, le tracé des câbles et leur ensouillement, et les surfaces qui se trouveront altérées temporairement sous l'action des colonnes de la barge autoélevatrice.

Il est important de rappeler que la superficie concernée par les travaux reste limitée aux strictes emprises de ce dernier, représentant finalement une superficie infinitésimale au regard du milieu qui l'accueille.

En effet, les pieux, d'un diamètre unitaire de 1,5 m de diamètre seront enfoncés dans le sol après forage, provoquant une perte d'habitat de 7 m<sup>2</sup> par fondation. Pour un parc de 100 éoliennes et d'une sous-station, cela équivaut à une **perte de surface de moins de 750 m<sup>2</sup>, soit 0,0004 % de la surface totale de la zone de l'appel d'offre.**

**Ainsi, l'effet de la pose des fondations en termes de mortalité directe de la faune benthique est faible.**

Pour l'ensouillement des câbles, une tranchée de 60 cm de large sur près de 120 000 m sera creusée. La machine nécessaire à la pose des câbles, d'une largeur d'environ 5 m détruira les biocénoses benthiques sur quasiment toute sa largeur.

Cette opération détruira les espèces qui seront implantées sur ce tracé. Ceci équivaut à une **surface de 600 000 m<sup>2</sup> environ, soit 0,3 % de la zone d'étude.**

**Ainsi, l'effet de l'ensouillage des câbles en termes de mortalité directe de la faune benthique peut être considéré comme moyen.**

#### **Remise en suspension des sédiments**

La remise en suspension des sédiments provoquée par la pose des fondations et l'ensouillage des câbles provoque :

- Une augmentation locale de la turbidité
- Un redépôt des sédiments
- Un enrichissement du milieu

Ces effets sont directement liés à la teneur en particules fines du milieu. Rappelons que sur le site d'implantation, les particules sédimentaires grossières et graveleuses prédominent, ce qui limite naturellement leur remise en suspension et la formation de nuages turbides importants.

Les **modifications de turbidité et le dépôt de particules sédimentaires** peuvent avoir des effets plus ou moins conséquents sur les organismes présents.

Ces effets sont les plus marqués pour les communautés végétales et pour certains animaux appartenant à la faune sessile des substrats durs, tels que les mollusques filtreurs.

La sédimentation de particules fines peut ainsi influencer sur le peuplement benthique en favorisant l'implantation d'espèces opportunistes et tolérant l'influence de ces dépôts et un enrichissement du milieu. En revanche, les espèces non-tolérantes peuvent disparaître de la zone, soit par migration si elles sont mobiles, soit par mortalité si elles sont fixées. Le dépôt de particules sédimentaires peut également mener à une modification de la granulométrie du fond marin de la zone.

Si l'augmentation de la turbidité est temporaire et réduite, elle ne semble pas causer d'effets substantiels significatifs sur la densité ou la couverture algale dans la zone. Sur les communautés



animales, si les conditions de turbidité sont modifiées, la compétitivité de certaines espèces sensibles vis-à-vis de ce paramètre peut potentiellement être modifiée.

**Comme cela a été décrit précédemment, l'augmentation de turbidité et le dépôt de particules sont faibles et localisés. Leurs effets sur les populations benthiques seront donc faibles.**

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 particules fines ont la faculté d'adsorber les substances telles que la matière organique ou les polluants chimiques.

**Tout comme l'augmentation de turbidité, la modification de la charge en matières organiques sera temporaire et localisée, son effet sur les communautés benthiques sera donc considéré comme nul.**

### **Nuisances sonores et vibrations**

L'un des effets les plus évidents de la phase travaux est la production de **nuisances sonores et de vibrations**, par l'augmentation du trafic maritime qui en découle, et par les différentes phases de la construction (exploration sismiques réalisées avant le début de travaux, mise en place des fondations, dragage et ensoulement des câbles...).

Les nuisances sonores durant la phase de travaux résident principalement dans le forage des pieux et dans les manœuvres des navires et engins en surface.

Les niveaux sonores atteints lors de la pose des câbles sont difficilement quantifiables. On peut toutefois estimer que ceux-ci seront inférieurs à ceux occasionnés lors des opérations de forage.

Ces nuisances sont sources de dérangement plus ou moins important en fonction de la sensibilité acoustique des espèces présentes sur la zone et ses alentours.

Ainsi, les **peuplements macrobenthiques** sont peu soumis aux nuisances sonores et aux vibrations du fait du manque de sensibilité de ces individus aux stimuli sonores. En effet, ils n'ont pas de cavité gazeuse comme les poissons susceptibles d'être affectés par les ondes de pression. Ils sont par conséquent moins exposés que les autres espèces. Les effets notoires sur certaines espèces peuvent exister mais uniquement dans des environs très immédiats ou au contact d'une source sonore de forte intensité.

**Les effets sur les biocénoses benthiques liés aux nuisances sonores et vibrations seront donc faibles.**

### **b) En phase exploitation**

#### **Apport de nouveaux habitats possibles : effets récifs artificiels**

Des substrats métalliques verticaux offerts par les fondations diffèrent fondamentalement du substrat meuble. De ce fait, les peuplements susceptibles de coloniser les structures des fondations seront significativement différents des peuplements du substrat. Ces différences, imputables aux propriétés des structures, ont été étudiées sur les fondations d'une ferme éolienne en mer en Suède (Strait of Kalmar) par Wilhelmsson and Malm (2008). Leurs résultats suggèrent que les fondations supportent des communautés benthiques, composées principalement de filtreurs, typiques des piliers de jetées dont les moules sont les organismes dominants. La dominance de filtreurs, notamment des moules du genre *Mytilus*, des balanes et des bryozoaires, a couramment été mentionnée dans les études relatives aux peuplements de structures immergées comme les plates-formes offshore et les piliers de jetées (Wolfson et al., 1979 ; Davis et al., 1982 ; Stachovitsch et al., 2002 ; Whomersley and Picken, 2003). En fonction de la profondeur, différentes communautés se succéderont, compte tenu de leurs exigences et tolérances environnementales (disponibilité de la lumière, hydrodynamisme, etc.).

L'impact lié aux récifs artificiels sur les biocénoses benthiques de fonds durs sera positif et fort, bien que les biocénoses créées soient différentes des biocénoses présentes initialement sur le site.

Les structures immergées, offrant un nouveau substrat dur dans la colonne d'eau peut s'avérer potentiellement favorable à des espèces qui ne pouvaient pas, au préalable, se développer dans un environnement sédimentaire meuble tel que présent initialement sur le site. Il convient de préciser ici que pour éviter tout risque contamination du milieu, les peintures appliquées sur les fondations seront conformes d'une part à la convention OSPAR et d'autre part à l'International Convention on the Control of Harmfull Antifouling Systems on Ships<sup>8</sup> de l'IMO.

Les protections des câbles au niveau des éoliennes pourront créer de nouveaux biotopes pour une faune benthique des substrats durs et des refuges pour certaines autres espèces benthiques ou halieutiques contre la prédation.



Figure 41 : colonisation par les organismes benthiques des fondations

**Il s'agit là d'un effet positif des parcs éoliens offshore.** Il peut rester cependant limité s'il n'est pas soutenu. En effet, il existe généralement un seuil de nouveaux habitats à créer pour que l'effet récif apporte une augmentation significative de la biomasse et de la biodiversité.

#### **Effets liés à l'enrichissement du milieu**

Les structures immergées sont colonisées par des assemblages d'espèces. Le renouvellement des peuplements en présence induit la dispersion dans le milieu adjacent de débris, coquilles ou organismes morts. Cette mortalité peut générer l'accumulation sur les fonds de matériel organique engendrant un enrichissement local du milieu et augmentant l'hétérogénéité du substrat (Schroeder and Love, 2004). De plus, les espèces au régime trophique de filtreurs étant favorisés par ces structures, il peut résulter une production importante de produits du métabolisme (fèces et pseudo-fèces).

Cet enrichissement en matière organique peut provoquer une modification des communautés benthiques originelles. Un gradient de concentration organique est ainsi créé à partir de la base des fondations. Les études menées sur ce sujet montrent une influence de ce phénomène à des distances très variables de la base des structures (de l'ordre de quelques dizaines à quelques centaines de mètres en fonction de la taille des ouvrages en question et du degré de colonisation).

L'enrichissement du milieu sera toutefois rapidement dispersé et dilué dans le milieu. La légère augmentation de la concentration en éléments nutritifs ne sera pas conséquente.

<sup>8</sup> Convention internationale de référence pour tout ce qui concerne les revêtements anti-fouling et anti-corrosion

**Il n'y aura pas d'effet lié à l'enrichissement du milieu sur les communautés benthiques.**

### **Les nuisances sonores et les vibrations**

Les émissions sonores engendrées par le fonctionnement d'un parc éolien offshore sont dues principalement à deux phénomènes :

- Bruits provenant des composants mécaniques de la nacelle
- Vibrations de la turbine transmises par le rotor le long du mât jusqu'à la fondation

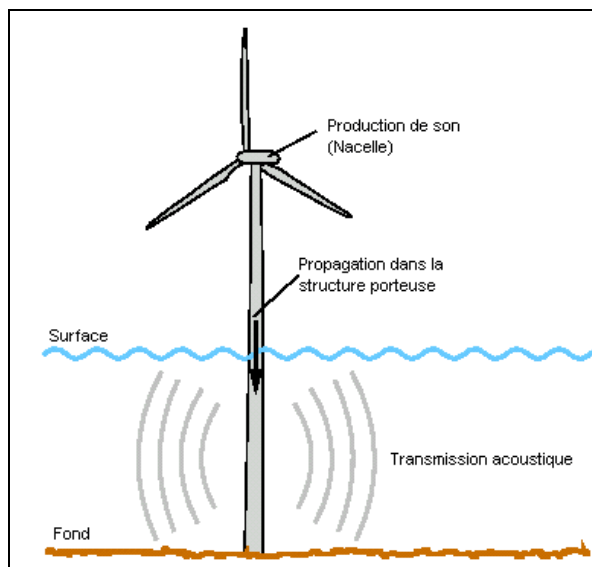


Figure 42 : Propagation du son dans une éolienne en exploitation (Betke et al., 2004)

Les données disponibles sur ce sujet sont rares et nous disposons de peu de mesures sur les impacts acoustiques des éoliennes. Toutefois, les quelques données disponibles sur des champs éoliens existants dans des pays nordiques (Danemark, Suède) montrent que de nombreuses espèces halieutiques trouvent refuge dans les protections anti-affouillement et que les vibrations des machines n'induisent pas de désertion de la zone par ces espèces. Le niveau de perturbation atteint ne semble pas être suffisant pour engendrer la disparition de ces espèces de la zone. De plus, la plupart des espèces benthiques n'utilisent pas l'ouïe comme sens principal pour la recherche de proies. Les nuisances sonores engendrées durant la phase d'exploitation n'auront potentiellement aucun impact sur les espèces benthiques.

**Les effets des nuisances sonores et des vibrations sur la faune benthique devraient être nuls.**

### **Les champs électromagnétiques**

Bochert et Zettler (2004) ont reproduit en laboratoire les effets des champs magnétiques générés par les câbles sous-marins sur l'ensemble du benthos. Les essais de laboratoire ont soumis pendant quelques semaines des invertébrés benthiques (crevettes, crabes, moules...) mais aussi des jeunes flets à des intensités de 3 700  $\mu$ T, ce qui est pour le projet, plus de quinze fois l'intensité à 1 m du câble. Il n'y a pas eu d'accroissement de mortalité par rapport à des groupes témoins.

L'expérimentation a également porté sur le comportement reproductif de la moule. Des individus ont été placés pendant les trois mois de la période de reproduction dans un champ magnétique. Aucune

altération de la maturité des gonades n'a été observée, ni aucune autre anomalie reproductive par rapport aux groupes témoins.

Enfin les vers marins, étoiles de mer et crustacés ont été confrontés à des champs magnétiques de courte durée. Aucune différence de répartition n'a été remarquée pour ces invertébrés, sauf pour la crevette qui a paru attiré mais de manière non systématique, par la présence de ce champ de courte durée.

**L'effet lié aux champs électromagnétique sera donc faible.**

### c) En phase démantèlement

#### Destruction directe

Afin d'assurer le retour du site à un état comparable avant l'implantation du parc éolien (demandé dans le cadre de l'appel d'offre), les fondations seront désinstallées au cours du démantèlement. La faune benthique s'étant installée sur ces nouveaux récifs sera donc détruite. **Cet effet peut cependant être considérée comme nul sur les biocénoses présentes à l'origine.**

Afin de ne pas détruire les biocénoses qui auront recolonisé les sédiments perturbés au niveau des câbles ensouillés, il est proposé de laisser ceux-ci sur place.

**L'effet pourra ainsi être considéré comme nul sur les populations benthiques.**

Ce choix sera confirmé par une caractérisation de cette nouvelle faune installée et une évaluation des impacts du désensouillage des câbles préalable au démantèlement. si celle-ci indique que le retrait des câbles est plus impactant que de les laisser en place.

#### Augmentation de la turbidité

Tout comme en phase construction, les opérations de démantèlement provoquent une remise en suspension des sédiments fins, notamment le dragage réalisé autour des pieux et l'arasement de ces derniers. Encore une fois, cette remise en suspension sera limitée dans le temps et localisée, et les effets qui en découlent également.

**Les effets (augmentation de la turbidité, dépôt de particules sédimentaires et enrichissement du milieu) seront donc faibles sur les espèces benthiques.**

#### Nuisances sonores et vibrations

Les nuisances sonores durant la phase de démantèlement résident principalement dans le dragage des sédiments, la découpe des pieux des fondations et dans les manœuvres des navires et engins de chantier. Des effets notoires peuvent exister sur certaines espèces mais uniquement dans des environs très immédiats de la source sonore de forte intensité.

**Compte tenu des caractéristiques des espèces macrobenthiques vis-à-vis du son, les effets seront nuls.**

### 3.4.2.5. Synthèse des impacts

	SENSIBILITE	PHASE	NATURE DE L'EFFET	EFFET	IMPACT
FAUNE BENTHIQUE	Forte	Construction	Destruction directe	Faible	Moyen
			Augmentation de la turbidité	Faible	Moyen
			Dépôt de sédiments	Faible	Moyen
			Enrichissement du milieu	Aucun	Nul
			Nuisances sonores et vibrations	Faible	Moyen
		Exploitation	Effet récif	Positif	Positif
			Enrichissement du milieu	Aucun	Nul
			Nuisances sonores et vibrations	Aucun	Nul
			Champs électromagnétiques	Faible	Moyen
		Démantèlement	Destruction directe	Aucun	Nul
			Remise en suspension de sédiments	Faible	Moyen
			Nuisances sonores et vibrations	Aucun	Nul

Tableau 45 : Faune benthique - Synthèse des impacts

### 3.4.3. Les poissons

#### 3.4.3.1. Données générales

Très peu de données bibliographiques sont disponibles sur l'ichtyofaune du secteur d'étude.

La Synthèse bibliographique des principales espèces de Manche orientale et du golfe de Gascogne<sup>9</sup> apporte des informations sur l'ichtyofaune du site.

De même que les relevés statistiques des pêches étudiés dans l'étude halieutique du bureau d'études Oceanic Développement (Cf. Annexe 5). Il est à noter que la zone d'implantation ne représente que 6% de la surface du rectangle statistique utilisé, et que cette liste n'est pas exhaustive mais représentative des principales espèces pêchées. On retrouve ainsi :

#### a) La petite roussette ou saumonette

Cette espèce benthopélagique vit sur les fonds graveleux et sableux de la zone côtière jusqu'à 500 m de profondeur. Prédateur opportuniste, elle chasse de préférence la nuit. La période de reproduction s'étalerait de mai à août-septembre.

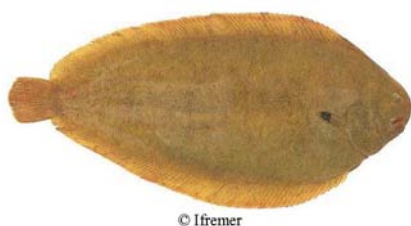
#### b) L'émisssole

Les émisssoles fréquentent les eaux du plateau continental, de très près de la côte jusqu'à une centaine de mètre de profondeur. Comme la roussette, ce requin se nourrit de mollusques et de crustacés et est active la nuit.

<sup>9</sup> IFREMER/Ministère de l'Industrie, 2006



### c) La sole commune



© Ifremer

Figure 43: Sole commune  
(Source: IFREMER)

La sole est un poisson benthique vivant sur des fonds de sables fins ou vaseux, entre 0 et 150 m de profondeur. Elle est eurytherme et euryhaline, c'est-à-dire qu'elle supporte les fortes variations de température et de salinité, ce qui permet aux juvéniles de vivre dans les estuaires et les baies.

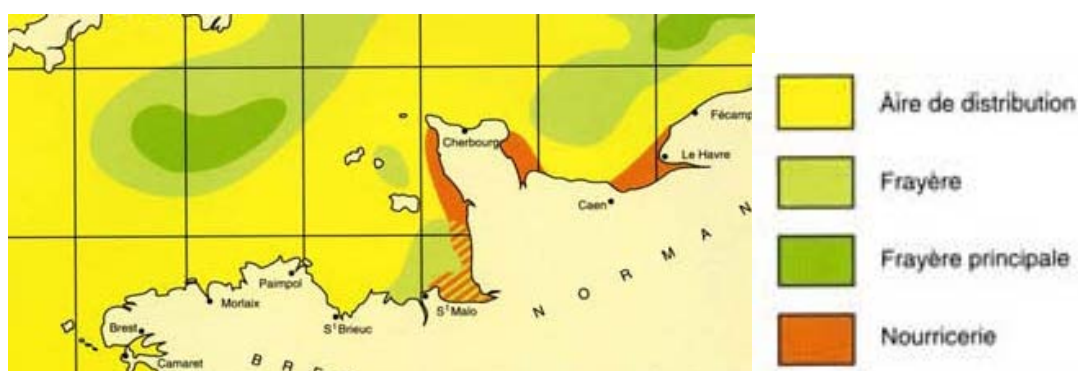
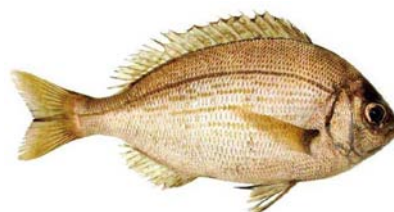


Figure 44: Distribution, frayères et nurseries de Sole commune (Source : Abbes, 1991)

### d) Le grisét ou daurade grise

Cette espèce est benthopélagique et de nature grégaire. Les bancs vivent au-dessus de fonds rocheux ou sableux de la surface jusqu'à 100 m de profondeur. Omnivore et migrateur, le grisét choisit les fonds de gravier fins dans les eaux côtières entre 20 et 30 m de profondeur comme zone de nidification, dont la baie de Saint-Brieuc ferait partie



© Ifremer

Figure 45 : Grisét (Source : IFREMER)

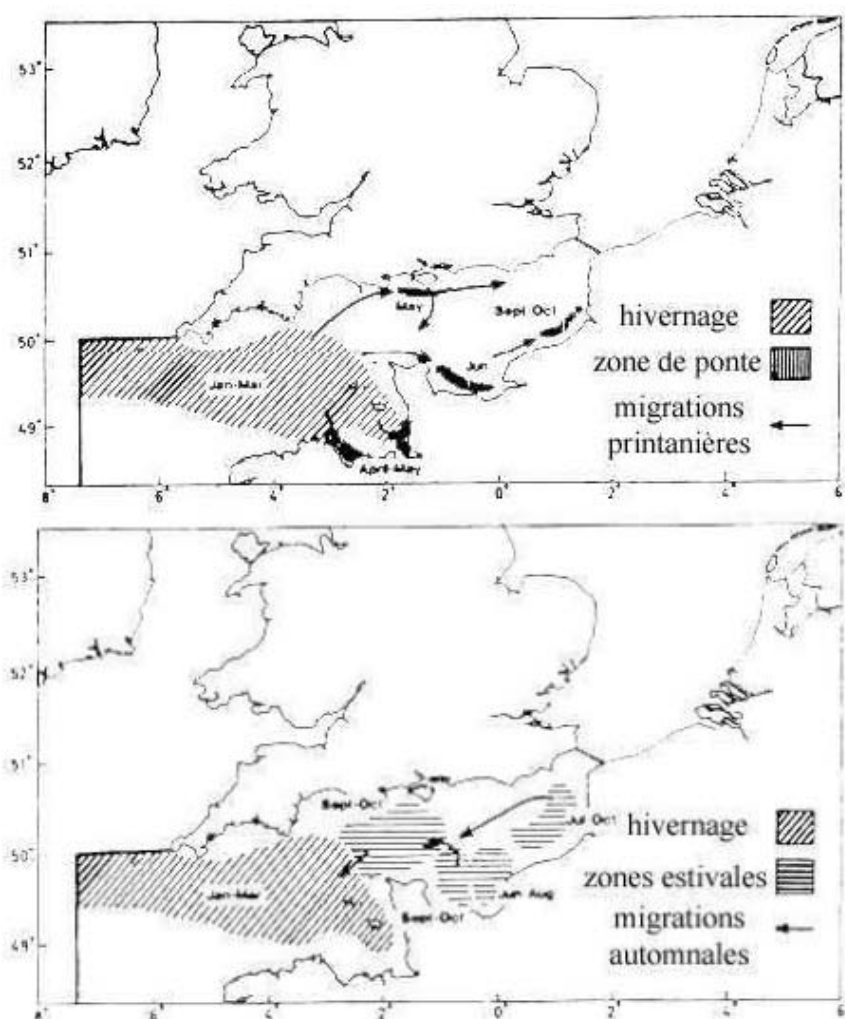


Figure 46 : Migrations du Griset en Manche (Source : Soletchnik, 1981)

#### e) La baudroie commune

Espèce démersale, qui vit généralement entre 20 et 1000 m de profondeur (Hislop *et al.*, 2001). C'est un prédateur carnassier opportuniste qui migre vers les eaux profondes pour se reproduire.

#### f) La raie bouclée

Cette espèce démersale est présente sur les fonds durs et sableux du plateau continental, entre 10 et 300 m de profondeur. C'est un prédateur au sommet de la chaîne alimentaire qui se nourrit essentiellement de crustacés, de poissons et de céphalopodes.

#### g) Le bar commun



© Ifremer

Figure 47 : Bar commun (Source : IFREMER)

Le bar est un poisson côtier fréquent le long des côtes rocheuses. Euryhalin, les alevins et les juvéniles vivent dans les baies et les estuaires, notamment en Manche. Les adultes, prédateurs carnassiers, sont présents dans des eaux plus profondes mais relativement côtières. La baie de Saint-Brieuc serait une zone de concentration de juvéniles de cette espèce.

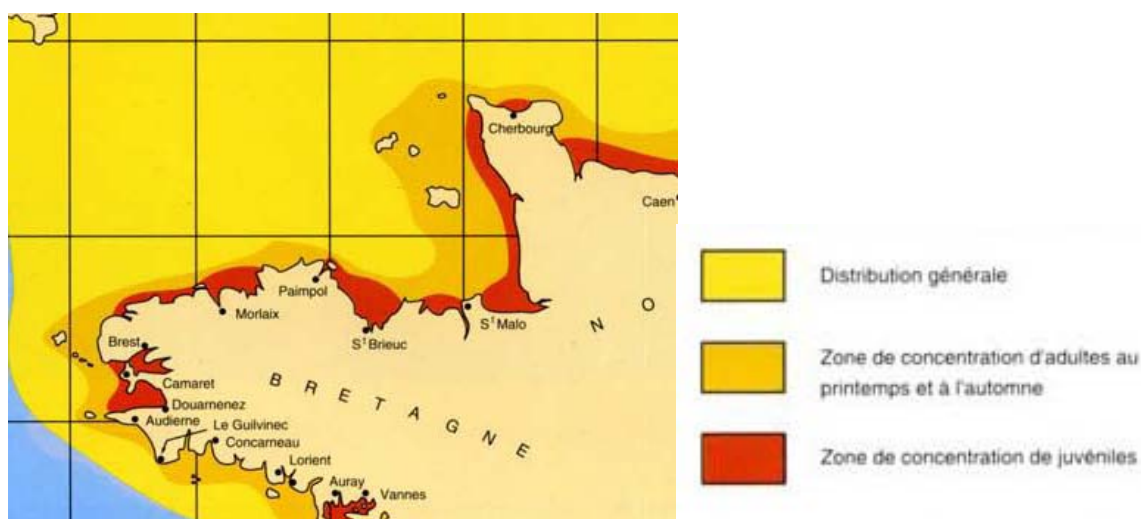


Figure 48: Zones de nurricerie du Bar commun (Source : Abbes, 1991)

#### h) Le barbu

Tout comme la sole commune, le barbu est un poisson plat benthique, vivant sur les fonds de sable, de vase ou de graviers, jusqu'à une profondeur de 200 m. Les juvéniles sont plus côtiers et se retrouvent dans des zones de moins de 10 m de profondeur.

#### i) Le maquereau commun

Le maquereau est un poisson pélagique grégaire qui vit sur des fonds compris entre 0 à 250 m de profondeur. La taille des bancs peut varier d'une à sept tonnes (Godo *et al.*, 2004). C'est un grand migrateur qui peut fréquenter la zone d'étude, mais celle-ci ne semble pas être un secteur privilégié de son cycle biologique.

#### j) Le merlan

Le merlan est un poisson benthodémersal, c'est-à-dire qu'il vit près du fond. Il se répartit sur des fonds graveleux ou vaseux de 10 à 200 m avec un maximum de 30 à 100 m (Carpentier *et al.*, 2005).

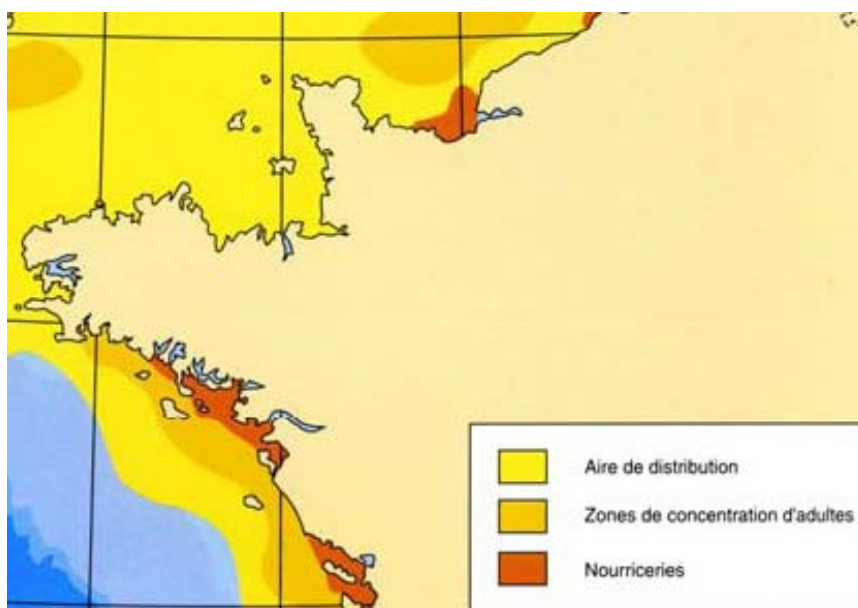


Figure 49: Distribution et nurseries du Merlan

#### k) La plie commune

Appelée également carrelet, cette espèce de poisson plat benthique vit sur les fonds sableux, mais aussi sur ceux composés de graviers ou de vase. Elle migre à l'automne pour rejoindre ces zones de fraie.

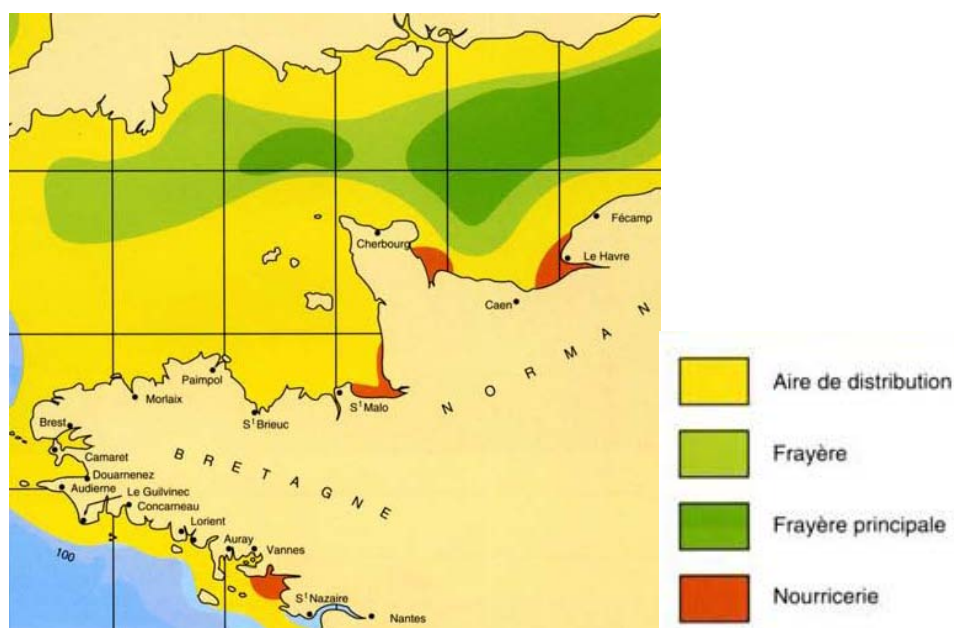


Figure 50 : Distribution, frayères et nurseries de Plie commune (Source : Abbes, 1991)

#### l) Le rouget barbet de roche

Le rouget barbet est un poisson benthique de nature grégaire. Les juvéniles commencent leur vie benthique près de la côte depuis des profondeurs de 15 à 20 m, jusqu'à l'extrême bord. Les adultes migrent dès le premier hiver vers des eaux plus profondes. La baie de Saint-Brieuc ne semble pas faire partie des zones de frayère connues.

### m) Frères et nourriceries

Les nourriceries sont le plus souvent situées dans des zones côtières ou estuariennes relativement protégées, de faible bathymétrie et présentant une dominance de fonds meubles, dans lesquelles les juvéniles trouvent une nourriture plus abondante en raison de la qualité des eaux enrichies par des apports en matières organiques d'origine terrigène et/ou issus de la production primaire locale

Si la baie de Saint-Brieuc est, du fait des habitats qu'elle regroupe, une zone de nourricerie et de frères pour certaines espèces de poissons, ce n'est pas forcément le cas de la zone d'implantation.

L'étude halieutique nous indique que la zone étudiée présente une bathymétrie importante, défavorable aux nourriceries localisées. Elle n'est pas, non plus, connue pour être un lieu privilégié de reproduction (frère) particulière.

#### 3.4.3.2. Synthèse des enjeux et sensibilités

	CARACTERISTIQUES	ENJEUX	SENSIBILITE
POISSONS	Présence de nombreuses espèces, notamment d'intérêt halieutique  Nourricerie et zone de concentration de juvéniles pour certaines espèces en fond de baie de Saint-Brieuc, mais pas sur la zone	Préserver les espèces  Préserver les zones de nourricerie	Forte

Tableau 46 : Poissons - Synthèse des enjeux et sensibilités

#### 3.4.3.3. Effets potentiels

##### a) En phase construction

##### Destruction directe

Les poissons étant des espèces fortement mobiles, capables de se déplacer face à un danger ou des modifications importantes de leur milieu, on peut s'attendre à une fuite des espèces présentes face aux perturbations engendrées par le chantier et par l'augmentation du trafic sur la zone.

Cependant, on peut supposer que les juvéniles peuvent être moins réactifs que leurs aînés et se retrouver bloqués ou blessés sous l'action des engins de chantiers. On peut également envisager la destruction d'œufs de poissons sous ces mêmes emprises. Toutefois, à l'instar de la faune benthique, ce risque est cantonné à la zone d'emprise du projet et se trouve, de ce fait, limité. De plus, aucune zone de fraie ou de nourricerie pour la faune piscicole n'a été mise en évidence sur la zone d'implantation.

**De ce fait, la destruction directe de poissons peut être considérée comme nulle.**

##### Remise en suspension de sédiments et augmentation de la turbidité

Les sédiments en suspension dans la colonne d'eau peuvent avoir des conséquences négatives sur le système respiratoire et les fonctions de reproduction, et peuvent perturber la migration et la fraie des poissons, d'autant plus s'ils sont pollués.

Comme nous l'avons déjà vu précédemment, les forages pour la pose des pieux et la réalisation de la tranchée pour l'ensouillage des câbles sont les opérations pouvant induire le plus de remise en suspension de sédiments. Elles sont cependant réalisées au niveau du fond marin, la colonne d'eau sera donc peu concernée par ces modifications de turbidité et de charge organique.

**Leurs effets sur les espèces de poissons pélagiques seront donc faibles.**



D'une manière générale, la remise en suspension de sédiment et leur redépôt sont considérés comme faible et localisés en phase chantier. **Ainsi, leurs effets sur les espèces de poissons benthiques peuvent également être considérés comme faibles et localisés.**

**La faible augmentation de la turbidité attendue dans la colonne d'eau et la présence de courants sur la zone nous amène à penser que l'effet sur les zones de frayères et de nurseries situées à proximité de la zone sera nul.**

#### Nuisances sonores et vibrations :

Les opérations de chantiers produisant le plus de nuisances sonores sont les opérations liées à la pose des fondations et notamment le battage des pieux ou le forage associé à leur installation. Les émissions sonores de cette étape sont estimées entre 160 et 190 dB re 1µPa en moyenne à une distance de 500 m<sup>10</sup>.

Pour le projet de Saint-Brieuc, la technique utilisée préférentiellement sera le forage. Les connaissances à ce sujet sont limitées, l'impact des fondations monopieux, dont la pose est la plus bruyante, ayant été plus étudié. Cependant, des mesures acoustiques ont été réalisées durant des opérations de forage lors de l'implantation du champ éolien de North Hoyle, dont les résultats sont présentés sur la figure ci-dessous.

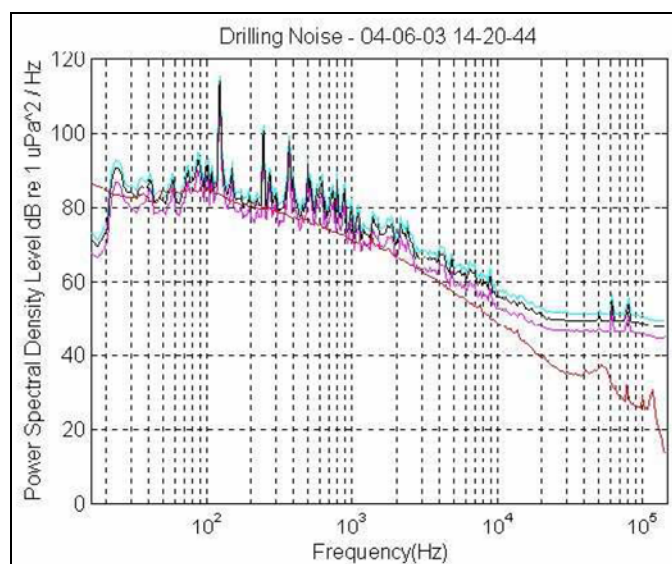


Figure 51 : Intensité sonore en fonction des fréquences à 160 m de la source du forage <sup>11</sup> (Nedwell et al., 2003)

Les intensités sonores maximales sont obtenues pour des fréquences comprises entre 10 et 1 000 Hz. Pour les fréquences supérieures à 100 Hz, les émissions sonores dépassent le niveau ambiant de 5 à 15 dB. Des pics d'intensité élevée (20 à 35 dB au dessus du niveau sonore ambiant) sont également observables aux fréquences 125, 2502 et 375 Hz.

Le bruit émis lors des opérations de forage correspond globalement à de faibles intensités sonores et des basses fréquences.

Ces ondes de basses fréquences se propagent plus loin et s'atténuent moins vite que les ondes de fréquences plus élevées.

<sup>10</sup> Source: TECHNIP

<sup>11</sup> La courbe marron représente le niveau sonore ambiant

Il est important de noter que ces valeurs sont inférieures à d'autres émissions d'origine anthropique.

En ce qui concerne l'étude de la sensibilité acoustique des poissons, Nedwell et *al.* A décrit en 2004 les audiogrammes de plusieurs espèces

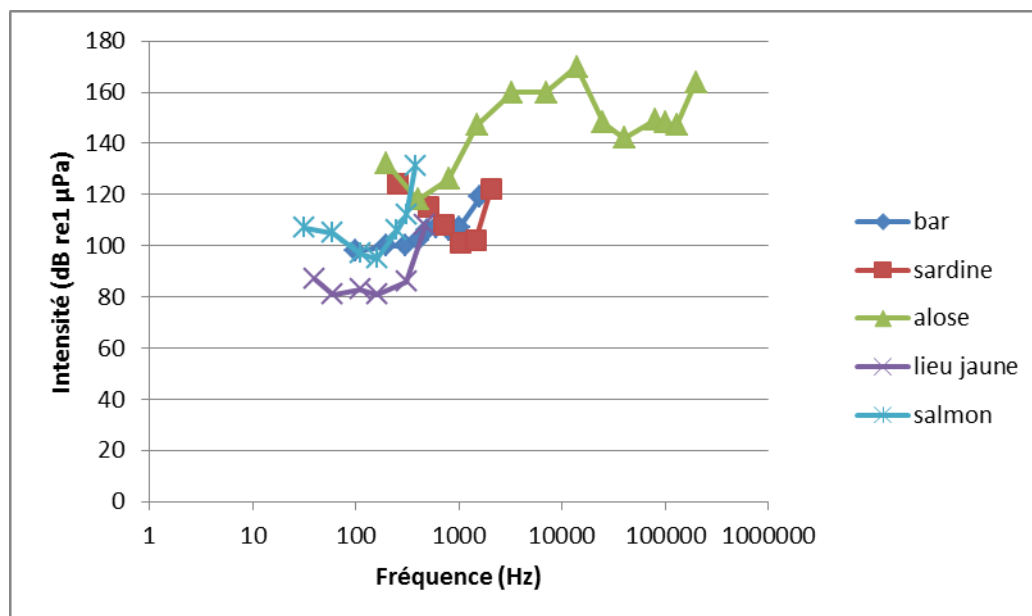


Figure 52 : Audiogramme de diverses espèces de poissons (Nedwell et Al., 2004)

Les seuils de détection diffèrent selon les espèces, la plus sensible étant le lieu jaune (80 dB) tandis que l'alose apparaît la moins sensible, avec des seuils supérieurs à 115 dB. L'ensemble de ces espèces est plutôt sensible aux faibles fréquences (inférieur à 1 000 Hz).

Comme les poissons vivent dans un milieu bruyant, les intensités acoustiques qui entraînent des réactions d'évitement ou de fuite sont supérieures au niveau des audiogrammes.

Dans la mesure où le forage peut provoquer des pics d'intensité de l'ordre de 20 à 35 dB au-dessus du bruit ambiant, la fuite des poissons est inévitable mais il ne devrait pas y avoir de dommage plus important (mortalité).

**Les effets des nuisances sonores et vibrations sur les espèces de poissons peuvent être considérés comme faibles.**

### Pollution accidentelle

Les pollutions accidentelles en phase travaux peuvent engendrer une dégradation temporaire plus ou moins marquée de la colonne d'eau, notamment la surface et, par voie de conséquence, affecter voire entraîner la mort d'individus stationnés à proximité.

Les impacts par pollution accidentelle sont très variables et dépendent d'une multitude de facteurs difficilement envisageables (période de l'année, type de pollution, espèces et effectifs en présence, etc.). L'effet potentiel est également très variable mais peut être très important notamment en période hivernale.

**Une prise en considération de ces éléments est intégrée au projet (mesures de protection des milieux, mesures d'intervention en cas d'incident, etc.). L'effet lié aux pollutions accidentelles, suite aux mesures à la conception, sera donc faible.**

## b) En phase exploitation

### Effet récifs

Après quelques mois de présence, les fondations devraient permettre le développement de zones de recrutement et donc des zones de ponte et de frayères pour certaines espèces ou encore une augmentation de disponibilité de nourriture.

Les fondations devraient ainsi favoriser :

- La création et la mise en place de réseaux trophiques complexes
- Une augmentation de la biodiversité
- Un accroissement de la productivité.

**L'effet lié aux récifs artificiels sur les poissons sera moyen et positif.**

### Nuisances sonores et vibrations

Le bruit sous-marin généré par des éoliennes a été mesuré dans 4 parcs existants : Utgrunden (puissance unitaire de 1,5 MW), Horn Rev (puissance unitaire de 2 MW), Nysted (puissance unitaire de 2,3 MW) et Paludans Flak (puissance unitaire de 2,3 MW). Les résultats sont présentés sur la figure suivante. Les pourcentages entre parenthèses correspondent à la puissance approximative de fonctionnement des éoliennes lors des mesures par rapport à leur puissance maximale.

La puissance unitaire des machines envisagée pour le projet de Saint-Brieuc est de 5 MW. On peut estimer que le bruit sera légèrement supérieur à ceux observés pour les machines des parcs existants.

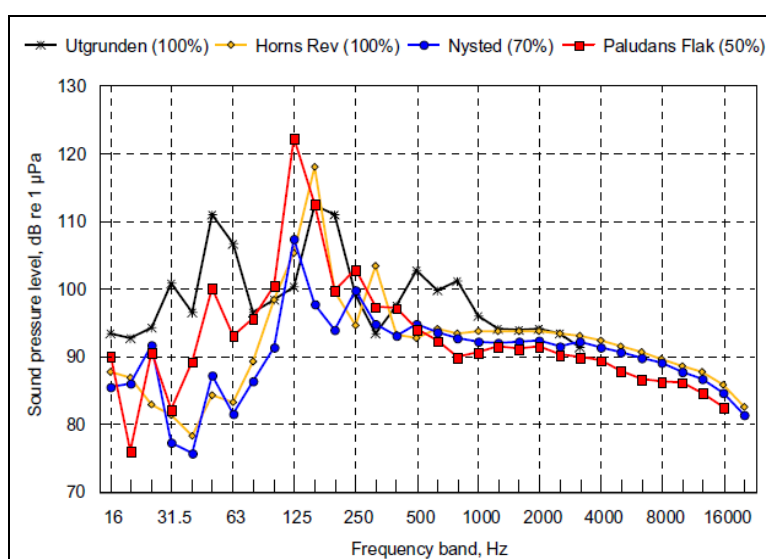


Figure 53 : Intensités sonores en fonction des fréquences à 100 m de la source (Diederichs, 2008)

Les pics d'intensité des émissions sonores des machines en fonctionnement se situent dans les basses fréquences, majoritairement aux alentours de 125 Hz. Les niveaux maximums atteints sont de l'ordre de 110 à 120 dB.

Les émissions sonores à la source provenant des éoliennes diffèrent selon les fondations :

- Les fondations en béton (gravitaires) sont plus bruyantes que les fondations de type monopieu pour des fréquences < à 50 Hz ;
- Les fondations monopieu (en acier) sont plus bruyantes que les fondations en béton pour des fréquences comprises entre 50 et 500 Hz.

Globalement, le bruit sous-marin produit par des éoliennes en mer :

- Dépasse le niveau sonore ambiant pour des fréquences < 1 kHz ;
- Est inférieur au niveau sonore ambiant pour des fréquences > 1 kHz.

En ce qui concerne les sensibilités acoustiques des poissons, les différentes études menées à ce sujet montrent qu'ils répondent aux bruits et vibrations de basses ou très basses fréquences (Knudsen 1992 ; 1994 ; Nestler et autres, 1992) mais la majorité d'entre eux est peu sensibles aux fréquences supérieures à 2 Khertz. D'autre part, ce bruit sous-marin n'est réel que sur quelques centaines de mètres. Il n'est donc pas de nature ni d'amplitude à affecter durablement et significativement l'ichtyofaune.

Les espèces de poissons plats potentiellement présentes sur la zone (Plie commune, Sole commune, Barbue) sont quant à elles peu sensibles au bruit du fait de l'absence de vessie natatoire. Popper (1993) a montré que pour des fréquences inférieures à 250 Hz, le plus faible seuil d'audibilité est approximativement de 90-110 dB. Au vu des fréquences et intensités émises par les machines, les poissons plats ne seront pas affectés par le bruit généré.

Les seuils d'audibilité diffèrent selon les espèces, mais il est communément admis que les poissons désertent les zones de fortes perturbations acoustiques. En phase exploitation, il est probable que les niveaux sonores ne soient pas suffisants pour engendrer la fuite des poissons de la zone. C'est ce que tendent à prouver les résultats de suivis sur des parcs existants disponibles.

En effet, les suivis sur le parc de North Hoyle ont montré que les effectifs et espèces de poissons étaient globalement les mêmes avant et après la construction du parc, avec des variations annuelles observées également avant la construction du parc.

Les mesures réalisées dans la ferme éolienne d'Utgrunden en mer Baltique sont intéressantes. Il s'agit d'une des fermes les plus bruyantes connues par Madsen et al. (2006). Le pic le plus élevé est rencontré à 180Hz, avec trois harmoniques de rang supérieur entre 300 et 700Hz; il vaut plus de 120 dB re 1mPa<sup>2</sup>/Hz à la distance de 83m. Ce pic génère des niveaux tiers d'octave de 120 dB environ. Les niveaux mesurés entre 300 et 800Hz sont également supérieurs d'environ 10 dB à ceux du bruit de fond. Mais, au-delà de 1000Hz, les niveaux engendrés par la turbine sont à peine supérieurs à ceux du bruit de fond. L'étude conclue que les intensités sonores sont faibles et qu'elles sont susceptibles de se confondre avec le bruit ambiant sous-marin au bout de quelques centaines de mètres. Les pics d'énergie sonore sont à basse fréquence, ce qui semble peu impacter l'ichtyofaune. Enfin l'étude menée par Nedwell et al (2007) rapportent des résultats de mesures réalisées à proximité et à l'intérieur d'un parc comprenant 10 à 20 turbines en exploitation. Les résultats montrent que l'élévation du niveau sonore est évaluée comme étant très faible. L'étude montre également que l'influence des éoliennes est moindre que celle des facteurs naturels habituels (vent, vagues) et des autres facteurs anthropiques (hélices).

Les études disponibles sur la présence et le suivi d'ichtyofaune marine dans un parc éolien en exploitation sont pour la plupart danoises (sites de Hornsrev et de Nystedhavmoellepark<sup>12</sup>). Le suivi

<sup>12</sup> Disponibles sur les sites : [www.hornsrev.dk/Engelsk/default\\_ie.htm](http://www.hornsrev.dk/Engelsk/default_ie.htm) et [www.nystedhavmoellepark.dk/frames.asp](http://www.nystedhavmoellepark.dk/frames.asp)

réalisé sur le site Hornsrev en 2004 a consisté en un relevé sonar (échosondeur) couplé à un géo-référencement des échos dans et autour du champ d'éoliennes appelées respectivement : zones d'impact et zone de référence (voir carte ci-après).

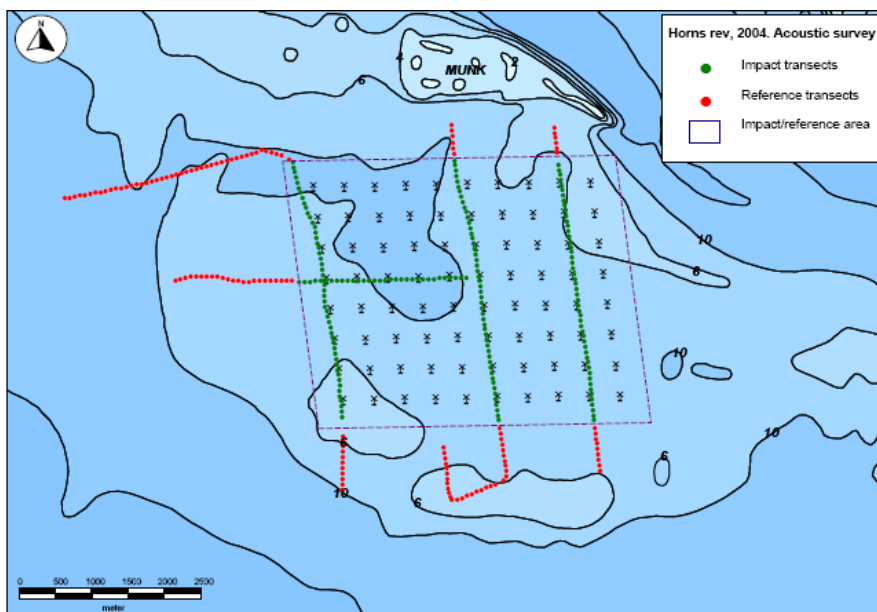


Figure 54 : Transects réalisés au sonar

Les comptages se sont déroulés durant deux jours les 9 et 10 octobre 2004, nuit et jour. Chaque écho représenté en rouge est un poisson dont la taille est fonction directe de la longueur de l'écho (taille de la vessie natatoire qui reflète l'onde acoustique du sonar). Le fond est représenté par la ligne jaune ou verte foncé (voir image de l'échosondeur ci-après).



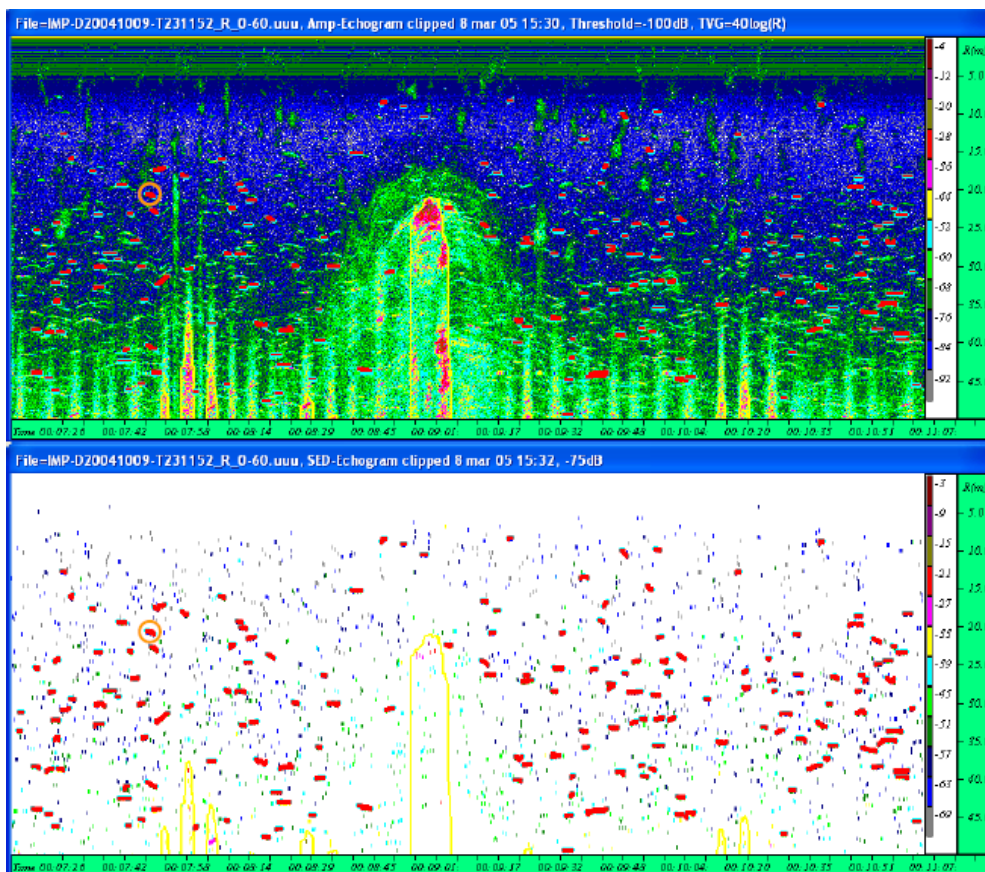


Figure 55 : Image sonar non traitée et traitée

L'image du bas est la même image que celle du haut mais traitée. Il apparaît en jaune au centre le pied d'une éolienne et des échos de roches de part et d'autre ainsi que des échos rouges de poissons plus ou moins long donc plus ou moins gros (Hornsrev, 2004).

Deux classes de tailles ont été retenues : petits poissons de 5 cm à 32 cm et grands poissons supérieurs à 32 cm. Le comptage révèle une similitude globale entre le site de référence et le site d'impact (voir tableau ci-après).

	ZONE DU PARC		ZONE DE REFERENCE		
	POISSON DE PETITE TAILLE	POISSONS DE GRANDE TAILLE	POISSONS DE PETITE TAILLE	POISSONS DE GRANDE TAILLE	
<b>Transect 1</b>	320	38	86	6	Journée
<b>Transect 2</b>	383	23	242	36	Journée
<b>Transect 3</b>	1 532	21	1 819	20	Nuit
<b>Transect 4</b>	906	15	1 696	25	nuît
<b>total</b>	3 141	97	3 843	87	

Tableau 47: Comptage des poissons de petite et grande taille dans et hors du site

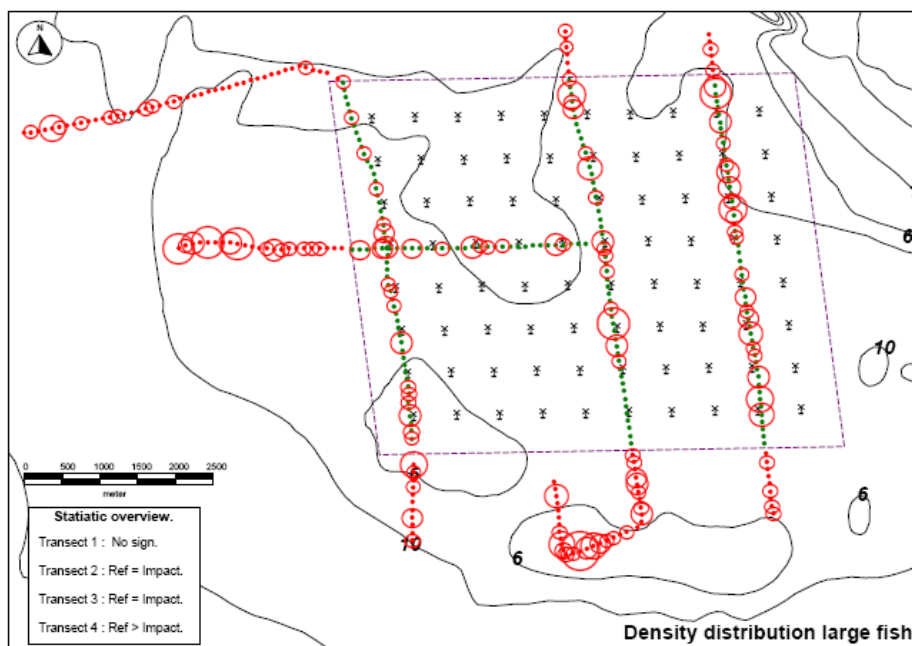


Figure 56 : Abondance des poissons de grande taille (> 32 cm) (la taille des cercles indique l'abondance)

Cette étude montre qu'il n'y a pas de disparition des espèces adultes, juvéniles et jeunes adultes dans un parc éolien offshore. Il semblerait que les individus de grande taille soient légèrement plus abondants dans le site, signe potentiel d'un possible effet « récif » des pieds d'éoliennes<sup>13</sup>. Elsam (2004) a également constaté une forte augmentation des espèces halieutiques dans les blocs rocheux des fondations (abris rocheux) et des moules sur les mâts, pourtant à proximité directe des vibrations générées par les mâts.

Enfin, les résultats d'études sur des projets ayant eu des effets puis des impacts similaires à proximité sont intéressants pour anticiper les effets de nuisances sonores sur l'ichtyofaune.

Ainsi, en 2001, d'importants bancs de daurades royales ont décimé les parcs de culture des moules sur filières au large du Cap d'Agde et de Marseillan, sur des fonds similaires du projet (-21 à -34 m). Plusieurs conchyliculteurs ont alors équipé leurs bouées de signalisation en surface et leurs cordages sous marins avec des cloches, des carillons et des chapelets de chaines métalliques destinés à émettre au gré des ondulations des vagues, des ondes sonores importantes. L'impact attendu était d'effrayer par ses vibrations sous marines les espèces prédatrices. Les observations réalisées en plongée par Cantou (2001) ont montré que toutes les espèces adultes (sauf les poissons fourrages comme les bogues et les chinchards et les jeunes adultes) ont fui dans un premier temps le site. La prédation sur les cordages des moules était stoppée. Puis dans un deuxième temps après une semaine de bruits répétés la prédation a repris signe que les daurades étaient revenues. De plus lors des observations en plongée la richesse spécifique présentait les mêmes caractéristiques que celle notée avant l'installation de ces « épouvantails sonores » sous marins. Plusieurs hypothèses peuvent être émises, mais pour la plupart des observateurs, les espèces halieutiques se seraient « habituées » à ces vibrations répétées et identifiées comme « non agressives » (pas de mortalité), en les intégrant dans leur environnement

<sup>13</sup> Augmentation de la biomasse des ressources utilisables par les poissons d'un facteur 8, sur le site de Horns Rev, Danemark, selon OSPAR, 2006.

éthologique. L'intensité et la fréquence de ces ondes seraient à comparer avec l'intensité et la fréquence des ondes émises par les éoliennes offshore.

Les retours d'expériences des suivis de parcs en place dénotent donc la présence de poissons aux abords des structures en fonctionnement. Ainsi, malgré le dépassement du bruit de fond, l'activité des machines est peu susceptible d'engendrer des perturbations significatives sur les populations de poissons quelque soit le type de fondations mis en place (SEAS,2002). Il a été admis qu'il n'y avait pas d'indicateurs montrant que le bruit ou toute autre influence physique provenant des turbines avait un effet sur les poissons dans la zone.

**Les effets des nuisances sonores et des vibrations sur les poissons seront faibles.**

### Champs électromagnétiques

Les constats effectués sur les parcs existants de North Hoyle ou de Horns Rev attestent du fait que les poissons ne désertent pas les parcs éoliens, voire la fréquentent plus qu'auparavant: sur le site d'Horns Rev, la densité de lançons a augmenté de 300 % dans l'enceinte du parc entre 2002 et 2004 alors qu'elle a diminué sur les sites témoins.

Sur le site de North Hoyle, les captures faites entre 2004 et 2006 montrent des quantités identiques à celles faites avant le parc avec une grande variabilité, certaines espèces étant présentes en plus forte proportion (limandes) et d'autres ayant diminué (plie) (Danish Energy Authority, 2006).

D'après l'étude menée par Eltra (2000), des champs électromagnétiques significatifs, comparables au champ terrestre de 30 – 50  $\mu\text{T}$ , ne pourraient être observés qu'à proximité immédiate des structures éoliennes et des câbles, à une distance inférieure à 1 m. A 100 m d'un câble de 33 kV, le champ mesuré est 3 à 4 fois inférieur au champ terrestre. Il convient de préciser que les câbles seront enfouis dans le sédiment à une profondeur de 1 à 1,5 m environ ce qui devrait permettre aux champs électromagnétiques de se confondre encore plus rapidement avec le champ terrestre.

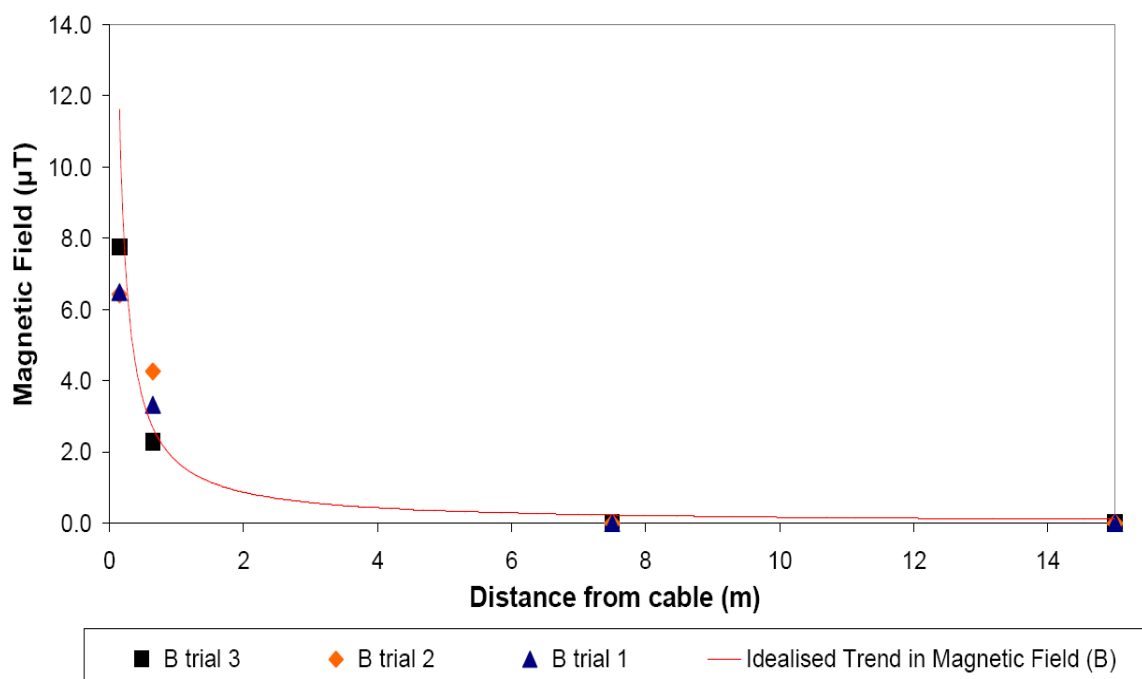


Figure 57 : Décroissance du champ électromagnétique en fonction de la distance au câble

Les poissons concernés sont principalement les élamobranthes (raies, requins) qui, pour de nombreuses espèces, utilisent l'électro-réception pour la localisation des proies ou l'orientation. Ces espèces possèdent des organes ampoules qui existent chez tous les poissons électroréceptifs, et répondent à des signaux de basse fréquence jusqu'à 50 Hz. La sensibilité à de faible champ électrique peut être très forte. Par exemple, certaines raies sont capables de répondre à des gradients aussi faibles que  $0.01\mu\text{V}/\text{cm}$  ( $= 1\text{V}$  pour 1000 km). Pour des champs éoliens offshore expérimentaux, les valeurs indicatives (maximisées) pour les types de câbles envisagés sont de l'ordre de la dizaine de  $\mu\text{V}/\text{m}$ .

La présence de champs électromagnétiques sur la zone du câble peut induire la possibilité d'interférence avec le comportement naturel. Des études relatent l'attraction pour certaines espèces des zones sous influence du champ quand l'intensité de ce dernier avoisine celle des proies naturelles. En revanche, pour des champs électromagnétiques plus importants, ils ont tendance à éviter la zone d'influence. La profondeur d'ensouillage et la puissance du câble déterminent le niveau d'intensité résiduel du champ magnétique à l'interface eau/sédiment. La séparation des câbles, leur conditionnement dans une gaine de protection et l'ensouillage prévu entre 0,8 et 1,5 m dans le sédiment, induira un champ résiduel de faible intensité ( $0.7\text{ }\mu\text{T}$  au niveau de l'interface eau-sédiment pour les câbles envisagés).

Le magnétisme induit est du même ordre de grandeur que le magnétisme terrestre. Les valeurs tendent à se confondre. Toutefois, le champ magnétique terrestre est continu alors que le champ induit par le câble est alternatif. Les organismes sensibles à ce paramètre peuvent ainsi être dérangés. Les résultats des études menés sur d'autres parcs (CMACS, 2003). montrent que la zone d'influence du champ est localisée dans les environs immédiats des câbles (quelques mètres).

Les valeurs résiduelles étant faibles et la zone d'influence cantonnée à l'environnement proche des câbles, les espèces pélagiques sont hors de cette zone d'influence et sont donc peu concernées par l'influence des champs électromagnétiques.

**Ainsi, l'effet des champs électromagnétiques sur les poissons benthiques et pélagiques sera donc faible.**

### c) En phase démantèlement

#### Destruction directe

Les poissons sont considérés comme des espèces vagiles, c'est-à-dire pouvant fuir devant un danger. Ils ne subiront donc pas de mortalité directe lors du démantèlement du parc. Ils désertent la zone d'influence mais la recoloniseront après la fin des travaux.

**Il n'y aura donc pas d'effet.**

#### Dépôt de particules

Les perturbations liées à la remise en suspension de particules seront localisées au niveau des opérations en cours. Cette remise en suspension sera minime et localisée à une zone restreinte autour du chantier. De plus, les sédiments seront rapidement dilués dans la colonne d'eau et n'induiront donc pas de gêne pour la faune piscicole.

**La remise en suspension de particules et leur dépôt auront un effet faible sur les poissons.**

#### Nuisances sonores et vibrations

Les opérations de dragage et de découpe des pieux seront génératrices de bruit important pouvant induire un dérangement pour les poissons les amenant à quitter la zone. Des effets notoires peuvent exister sur certaines espèces mais uniquement dans des environs très immédiats de la source sonore de forte intensité.

**L'effet lié au bruit et aux vibrations des opérations de démantèlement est considéré comme moyen.**

#### 3.4.3.4. Synthèse des impacts

	SENSIBILITE	PHASE	NATURE DE L'EFFET	EFFET	IMPACT POTENTIEL
POISSONS	Forte	Construction	Destruction directe	Aucun	Nul
			Augmentation de la turbidité	Faible	Moyen
			Nuisances sonores et vibrations	Faible	Moyen
			Pollution accidentelle	Faible	Moyen
		Exploitation	Effet récif	Positif	Positif
			Nuisances sonores et vibrations	Faible	Moyen
			Champs électromagnétiques	Faible	Moyen
		Démantèlement	Destruction directe	Aucun	Nul
			Dépôt de particules	Faible	Moyen
			Nuisances sonores et vibrations	Faible	Moyen

Tableau 48 : Poissons - Synthèse des impacts

#### 3.4.4. Les mammifères marins

Le Centre de Recherche sur les Mammifères Marins (CRMM) – ULR Valor de l'Université de La Rochelle a été mandaté pour la réalisation d'une pré-étude visant à déterminer les impacts potentiels du futur parc éolien offshore de Saint-Brieuc. Les informations suivantes sont extraites de leur rapport *Étude préliminaire des interactions possibles entre le projet de parc éolien de Saint-Brieuc et les mammifères marins* consultable en Annexe 7.

##### 3.4.4.1. État des lieux

##### a) Les mammifères présents sur la zone

Trois espèces d'odontocètes, dont trois espèces de delphinidés et une espèce de marsouin sont régulièrement observées le long des côtes françaises et plus particulièrement en Manche. Le petit rorqual, du sous-ordre des mysticètes, est également présent le long de ce littoral. Chez les pinnipèdes, les phoques gris et veau-marin fréquentent les côtes de la Manche.



### **Le dauphin commun**

Le dauphin commun est l'espèce de delphinidés la plus répandue et son aire de répartition s'étend aussi bien dans les eaux tempérées que dans les eaux tropicales. Les mâles sont généralement plus grands que les femelles et peuvent atteindre 2,6 m pour 130 kg.

Le dauphin commun vit en bande et est présent aussi bien dans la bande côtière qu'en domaine océanique. Son régime alimentaire est varié à base de poissons et de céphalopodes.



Photo : CRMM

L'espèce est inscrite dans les annexes II de la CITES (Convention sur le commerce international des espèces protégées) et de la convention de Berne et dans l'annexe IV de la Directive Habitats Naturels.

### **Le grand dauphin**



Photo : CRMM

Le grand dauphin a une aire de répartition très large et sa présence est prépondérante dans le milieu côtier. Le grand dauphin mesure entre 2,3 m et 3,10 m pour un poids variant de 150 à 275 kg.

Les individus vivent en groupes qui peuvent atteindre une centaine d'individus. Son régime alimentaire est opportuniste mais avec une préférence pour les poissons de grande taille.

Il est intégré dans les annexes I et II de la CITES. Il est également inscrit à l'annexe 2 de la Directive Habitats Naturels. La convention de Berne exige également une protection totale du grand dauphin.

### **Le globicéphale noir**



Photo : CRMM

Le globicéphale noir vit essentiellement dans les eaux tempérées et tempérées froides de l'Atlantique. C'est l'un des plus grands delphinidés, pouvant atteindre 6,2 m et pesant 3,8 tonnes pour les mâles.

Le globicéphale noir est un grand plongeur associé au domaine océanique et au talus continental mais il est fréquemment observé, durant les périodes estivales, dans les zones côtières et souvent en grands groupes. Son régime alimentaire est composé principalement de céphalopodes mais les poissons peuvent constituer un complément.

L'espèce est inscrite dans l'annexe II de la CITES, dans celle de la convention de Berne et dans l'annexe IV de la Directive Habitats Naturels.

### **Le marsouin commun**

Le marsouin commun est un petit cétacé ne fréquentant que les zones côtières et le plateau continental. Il mesure entre 1,40 et 1,90 m pour un poids de 54 à 65 kg.

Outre son comportement discret, le marsouin se déplace souvent seul ou en petits groupes. Les poissons sont majoritaires dans son régime alimentaire.

Tout comme les autres espèces décrites, le marsouin est inscrit à l'annexe II de la CITES et de la convention de Berne. Il est également placé dans l'annexe II De la Directive Habitats Naturels.



Photo : CRMM

### **Le petit rorqual**



Photo : CRMM

Le petit rorqual est présent dans l'ensemble des eaux du globe. Les adultes peuvent atteindre 10 m et peser près de 10 tonnes.

Ils sont couramment observés seul ou en petits groupes. Ce sont des individus présents en été dans les eaux tempérées et remontant dans les régions tropicales pour se reproduire. Ils se nourrissent de krill ou de petits poissons qu'ils filtrent grâce aux fanons situés sur la mâchoire supérieure.

L'espèce est classée dans l'annexe I de la CITES et de la convention de Berne.

### **Le phoque gris**

En France, les phoques gris vivent en colonies de quelques dizaine d'individus. C'est une espèce de grande taille puisque les mâles peuvent atteindre 2,30 m pour un poids de 310 kg.

Les phoques gris se nourrissent principalement de congres, bars et seiches. C'est une espèce littorale qui profite de la marée basse pour se reposer sur les bancs de sables.

L'espèce est inscrite à la convention de Berne et à l'annexe II de la Directive Habitats Naturels.



Photo : CRMM



Photo : CRMM

### **Le phoque veau-marin**

On retrouve trois colonies de phoques veaux-marins en France, toutes en Manche : la baie du Mont Saint-Michel, la baie des Veys et la baie de Somme. Cette espèce apprécie en effet les milieux estuariens sablonneux. Les mâles peuvent atteindre 2 m pour un poids de 170 kg, alors que les femelles mesure jusqu'à 1,70 m pour 150 kg. Elle se nourrit principalement de poissons (bars,

anchois,...) et de céphalopodes.

Le phoque veau-marin est inscrit à la Convention de Berne et à l'annexe II de la Directive Habitats Naturels. Il est considéré comme espèce vulnérable.

#### b) Suivi des individus sur la zone

L'approche bibliographique du CRMM a été effectuée à partir des données du Réseau National d'Echouage (RNE) français et de suivis ou observations de mammifères marins sur une zone d'un rayon de 100 km autour de la zone du projet, soit environ 31 000 km<sup>2</sup>.

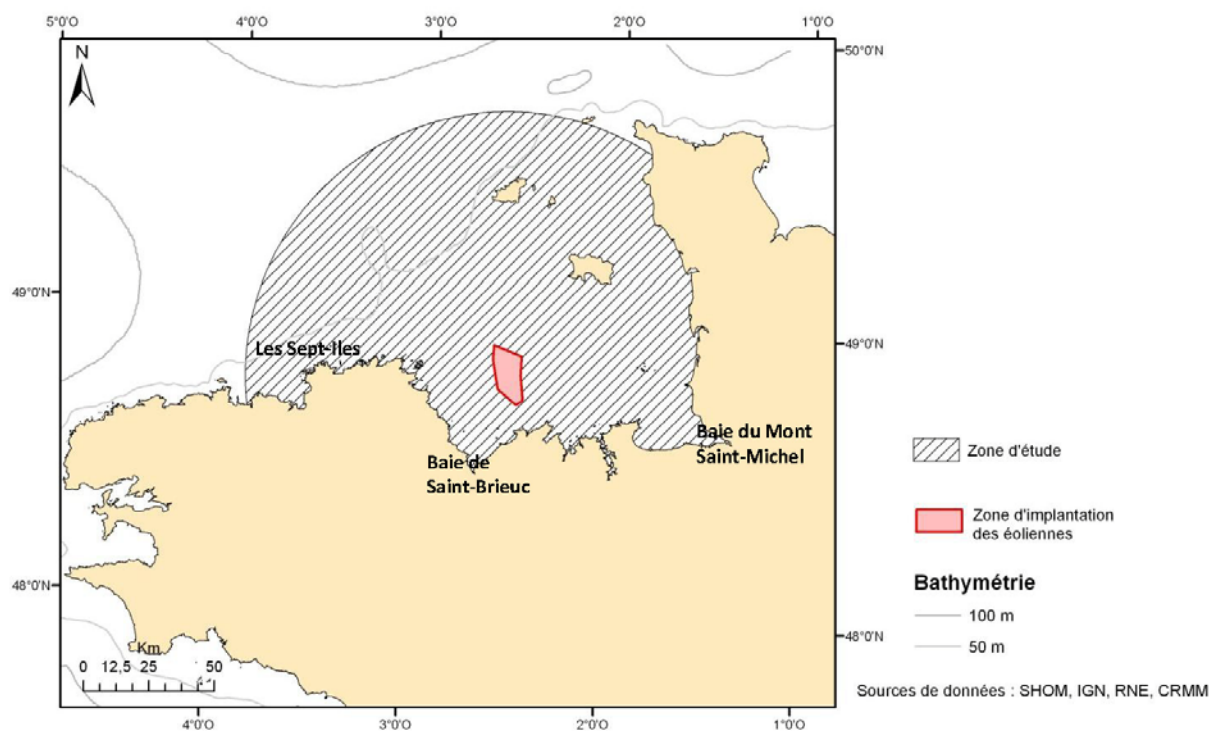


Figure 58 : Localisation du périmètre d'implantation du futur parc éolien offshore de Saint-Brieuc et de la zone d'étude considérée pour les mammifères marins (Source : CRMM, 2011)

### Les échouages depuis 1972

Entre 1972 et 2010, 996 échouages ont été observés, dont 752 échouages de cétacés.

- *Les échouages de cétacés*

Sur les 996 échouages de cétacés sur la zone, les delphinidés en représentent 86 % et les phocoenidés, représenté uniquement par le marsouin commun, 11 %, Les autres familles (ziphiidés, physétéridés et baleinoptéridés) sont plus exceptionnelles puisqu'elles représentent moins de 2% des échouages.

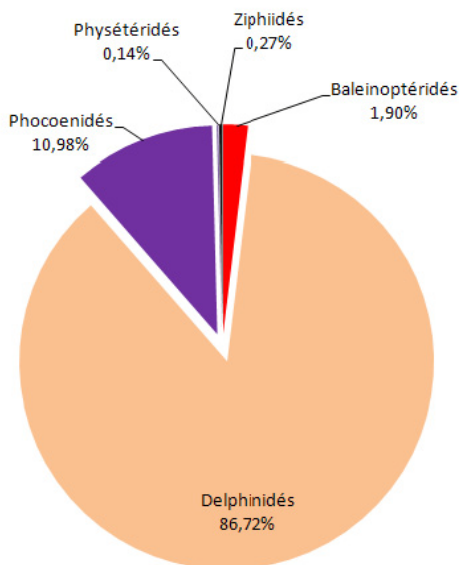


Figure 59 : Part des principales familles de cétacés observées en échouage de 1972 à 2010 dans la zone d'étude (Source : CRMM, 2011)

Les dauphins communs sont abondamment présents en échouage avec plus de 40 % des cétacés. Viennent ensuite les grands dauphins et les marsouins communs. Les globicéphales noirs et les dauphins bleu-et-blanc représentent respectivement 8 et 4 %. Les dauphins de Risso sont également présents, avec plus de 2 % des échouages. Quelques échouages de petits rorquals et rorquals communs sont aussi répertoriés.

Enfin, quelques espèces rares ont été retrouvées (Hypérodon boréal, lagénorhynque à flancs blancs ou à bec blanc, baleine à bosse...). D'autres animaux n'ont pu être identifiés.

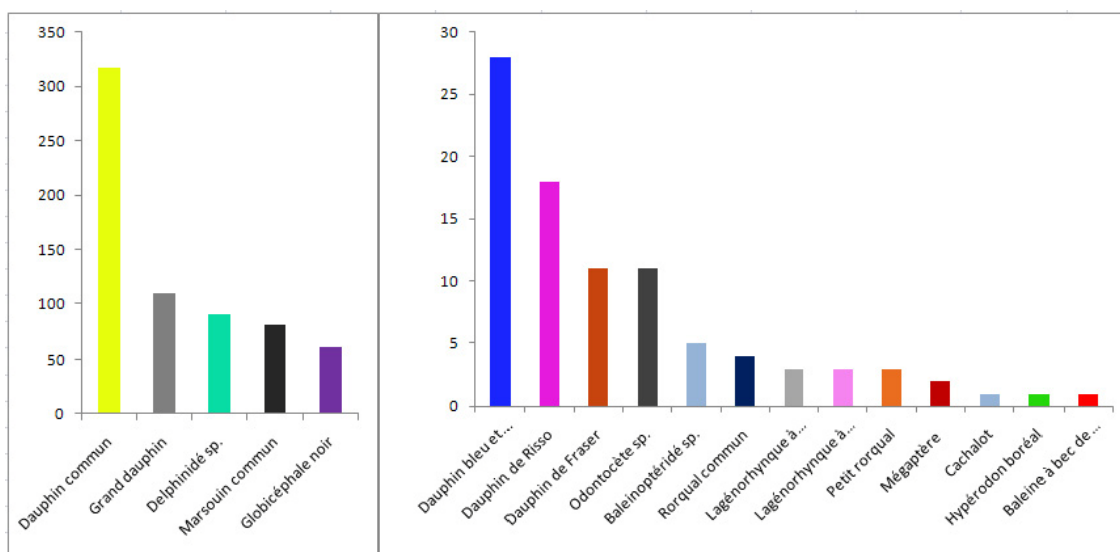


Figure 60 : Part des échouages de cétacés cumulés de 1972 à 2010 dans la zone étudiée (Source : CRMM, 2011)

Au total, 15 espèces de cétacés ont été observées en échouage dans un rayon de 100 km autour du futur parc éolien. Cette richesse spécifique est relativement importante.

Cependant, les échouages ne présument pas de l'abondance absolue des espèces dans une zone, mais sont des indicateurs d'abondance relative et de distribution des cétacés.

Les plus fortes densités d'échouages sont localisées sur la côte ouest du Cotentin et entre les Sept-Îles et Paimpol. La baie de Saint-Brieuc est relativement pauvre en échouages et les côtes externes de la baie sont des zones de densité comparativement plus importante, pour la plupart des espèces concernées.

Globalement, le nombre d'échouages est en augmentation, en particulier depuis le début des années 2000. La plupart des échouages surviennent durant la période hivernale.

- Les échouages de pinnipèdes

Les échouages dans la zone d'étude sont fréquents puisque 244 individus ont été répertoriés depuis 1972. Ces animaux appartenaient à quatre espèces. Le phoque gris est le plus représenté en échouage, avec plus de 67 %, et le phoque veau-marin concernent quant à lui 19 % des échouages. Deux espèces de phoques polaires ont été exceptionnellement retrouvées échouées, soit un phoque à crête et un phoque annelé. Plus de 12 % des animaux échoués n'ont pu être identifiés.



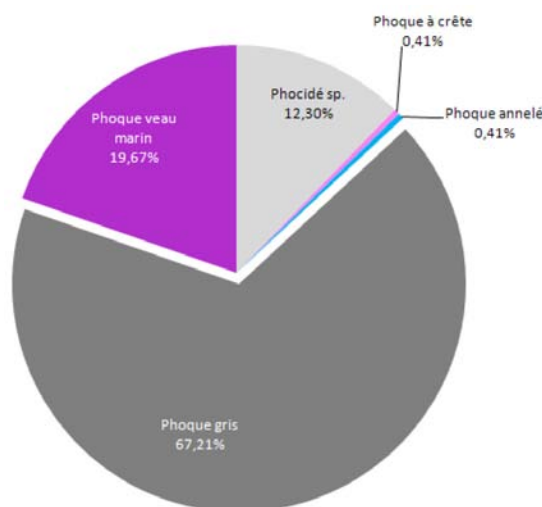


Figure 61 : Part des espèces de phoques retrouvées en échouages de 1972 à 2010 dans la zone d'étude (Source : CRMM)

Globalement, les échouages des phoques gris et veaux-marins sont en augmentation. Ils sont observés tout au long de l'année. Selon les espèces, les pics sont observés en fonction des périodes de reproduction, soit en période hivernale pour le phoque gris, et en juillet pour le phoque veau-marin, les échouages concernant principalement de jeunes individus sevrés ou non.

### Les observations en mer depuis 1981

Depuis 1981, **415 observations** en mer ont été effectuées sur la zone étudiée, dont :

- 317 observations occasionnelles ou opportunistes : réalisées par les plaisanciers ou lors de sorties en mer non dédiées à l'observation des mammifères marins,
- 98 observations standardisées : réalisées lors de campagnes dédiées au recensement des cétacés, avec un effort d'observation quantifié (temps ou distance parcourue lors de l'observation).

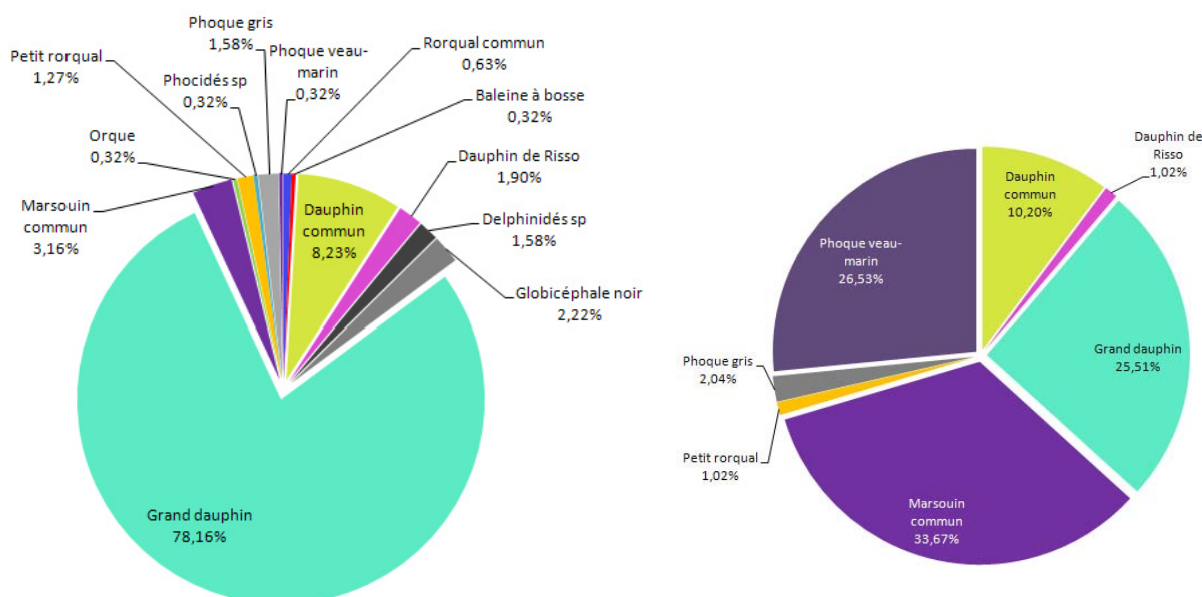


Figure 62 : Composition spécifique des observations opportunistes réalisées sur la zone d'étude entre 1981 et 2010 (à gauche), et des observations standardisées, cumulées de 2000 à 2010 (à droite) (Source : CRMM, 2011)

Les observations opportunistes permettent de recueillir des informations de présence tout au long de l'année, mais en effectifs inconnus.

Les observations standardisées sont quant à elles moins nombreuses mais plus fiables, et permettent d'obtenir des données d'abondance relative et de distribution. Les compositions spécifiques des deux types d'observation sont d'ailleurs différentes et apportent des informations complémentaires.

Ainsi, la répartition des espèces au sein des observations standardisées varie en fonction de la distance au futur parc éolien.

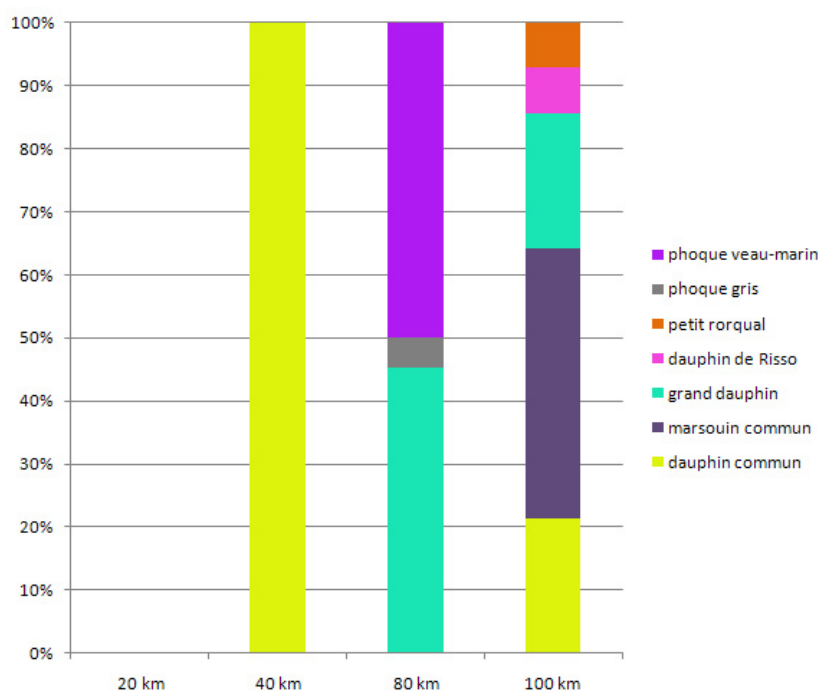


Figure 63 : Part des observations standardisées réalisées entre 2000 et 2010 dans la zone étudiée, en fonction de la distance au futur parc éolien (Source : CRMM, 2011)

Aucune observation n'a été effectuée dans un rayon de moins de 20 km du futur parc.

Les espèces principalement observées sont les marsouins communs (33 % des observations), dont toutes les observations ont été réalisées entre 80 et 100 km de la future zone d'implantation, les grands dauphins (25 %) dont aucune observation n'a été faite à moins de 40 km de la zone, et les dauphins communs (10 %), seule espèce observée à moins de 40 km de la zone étudiée.

Parmi les pinnipèdes, le phoque veau-marin est le plus observé, et les deux espèces régulières du secteur (phoques gris et veau-marin) ont été observées entre 40 et 80 km de la zone.

### c) Synthèse

Les dauphins communs, les grands dauphins, les marsouins communs et les phoques veaux-marins fréquentent vraisemblablement la zone de manière régulière. Les observations suggèrent également que les rorquals, les phoques gris et les dauphins de Risso fréquentent régulièrement ou occasionnellement la zone. La présence toute l'année sur le site des dauphins communs et des grands dauphins indique que cette zone est potentiellement une zone d'intérêt écologique pour ces espèces et pas seulement une zone de passage.

La présence de colonies de phoques gris et veaux-marins, au niveau du mont Saint-Michel et des Sept-Îles expliquent la fréquentation du site par ces espèces.

Enfin, les observations et échouages attestent de la présence d'autres espèces comme les globicéphales noirs, les dauphins de Risso, les dauphins bleu-et-blanc ou les rorquals sans information particulières sur leur utilisation de la zone du projet.

#### 3.4.4.2. Synthèse des enjeux et sensibilités

	CARACTERISTIQUES	ENJEUX	SENSIBILITE
MAMMIFERES MARINS	Nombreuses espèces potentiellement présentes sur la zone, toutes inscrites en annexe de la Convention CITES et de la Directive Habitats Naturels	Minimiser le dérangement de ces espèces	Forte

Tableau 49 : Mammifères marins - Synthèse des enjeux et sensibilités

#### 3.4.4.3. Effets potentiels

##### a) En phase construction

Les mammifères marins subissent régulièrement des nuisances liées à l'activité humaine : plaisance, pêche, ferries, bruit des bateaux à moteur, accidents liés aux pratiques de pêche (captures accidentelles dans les chaluts ou les filets dérivants), trafic maritime, pollution du milieu (pesticides, micro déchets, métaux lourds...), etc.

En phase de construction, les principaux risques encourus par les mammifères marins sont les suivants :

##### Augmentation de la turbidité

La pose des fondations et l'ensouillage des câbles provoqueront une remise en suspension de sédiments. Toutefois, cette augmentation de turbidité restera limitée à la zone de travaux et temporaire. **Elle ne devrait donc pas avoir d'effet significatif sur les mammifères marins présents sur ou à proximité de la zone de travaux.**

##### Dérangement par l'augmentation du trafic sur le secteur

Durant la phase de travaux, un nombre important de navires va être amené à circuler. La mise en place des fondations des éoliennes va induire une augmentation du trafic maritime sur zone pouvant éloigner ponctuellement les espèces de mammifères marins qui utilisent ce site, tel que le grand dauphin. Toutefois, cette espèce n'est pas craintive envers l'homme aussi la présence seule de celui-ci ne suffira pas à l'éloigner.

Enfin, les autres espèces potentielles, présentes dans l'aire d'étude éloignée à très éloignée des travaux, seront naturellement protégées du dérangement par la distance qui les séparera de ces derniers. **Aucun effet n'est donc attendu envers ces espèces.**

Les principales perturbations interviendront sur la zone de travaux. Les dérangements interviendront sur des mammifères de passage qui éviteront alors le chantier et sur des mammifères qui ont l'habitude d'occuper la zone. Cet évitement sera d'autant plus justifié que les bruits et vibrations générés par la phase travaux auront fait fuir les différentes espèces leur servant de proies. L'effet sur les mammifères marins sera considéré comme faible.

Les risques de collision sont amplifiés par l'augmentation du trafic sur la zone de travaux. Ce risque existe mais est considéré comme faible, les animaux adoptant un comportement d'éloignement face aux perturbations causées par le chantier. Ce comportement de fuite est renforcé grâce à une ouïe généralement très développée chez ces animaux.

**Le risque de collision est donc considéré comme nul.**

### **Nuisances sonores et vibrations**

Dans le cas précis de l'implantation du parc éolien offshore, les scientifiques ont prouvé que le bruit est la gêne la plus intense et la plus importante pour les mammifères marins (*Dolman et al., 2003 ; Ferrer Costa, 2005 ; Teilmann et al., 2006*). En effet, l'environnement sensoriel est essentiellement acoustique et **l'ouïe constitue le sens le plus important pour ces animaux**.

Afin d'appréhender les impacts des nuisances sonores générées par le chantier, il est essentiel de préciser les caractéristiques de l'audition et des signaux de communication des espèces concernées.

Ainsi, chez les mammifères marins, l'ouïe est utilisée pour trois fonctions principales : l'apport d'informations sur leur environnement, la communication et la détection de proies (David, 2006).

Leurs réactions face à l'émission de nuisances sonores vont dépendre de l'espèce concernée, de l'intensité du bruit et de la durée d'émission. Plusieurs niveaux de dérangement sont définis : tolérance, changement de comportement, réaction d'évitement, bruit de fond masqué, perte d'audition temporaire ou permanente, lésions des organes de l'audition voire d'autres organes (Richardson *et al.*, 1995 et Madsen *et al.*, 2006).

Ces différents niveaux de dérangement définissent des zones d'influence :

- **La zone d'audibilité** (audibility) correspond à la zone à l'intérieur de laquelle l'animal est capable de détecter le bruit ;
- **La zone de réaction** (responsiveness) correspond à la zone à l'intérieur de laquelle une modification comportementale ou physiologique est observable chez l'animal. Cette zone est généralement plus restreinte que la zone d'audibilité ;
- **La zone de masking** est très variable. Sa limite se situe généralement entre celles des zones d'audibilité et de réaction. A l'intérieur de cette zone, le bruit interfère la détection des autres sons, tels que les signaux de communication ou les clics d'écholocation. Ainsi, les phénomènes de masking se produisent lorsque les bandes de fréquences de deux sons se recoupent. Il est donc envisageable qu'un masking se produise entre les fréquences émises par les mammifères marins et celles émises par les opérations de travaux.
- **La zone de perte d'audition** (hearing loss) se situe généralement à proximité de la source de bruit. Le niveau sonore est alors suffisamment élevé pour causer aux organes auditifs des lésions temporaires (temporary threshold shift : TTS) ou permanentes (permanent threshold shift : PTS).

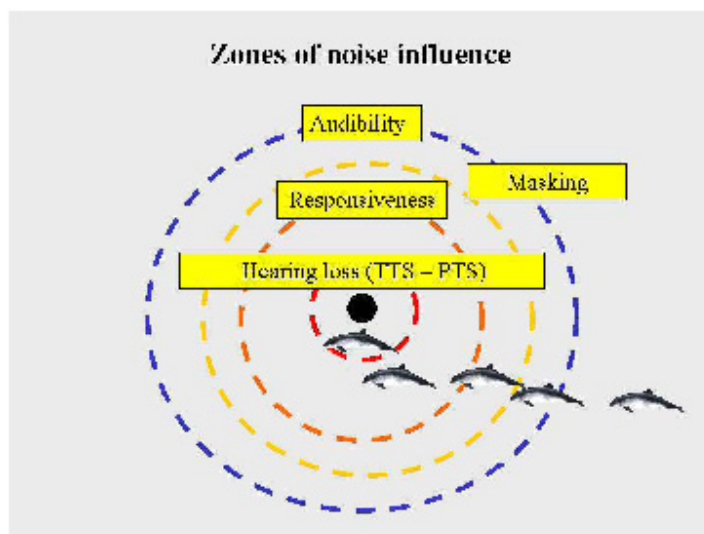


Figure 64 : Zones d'influence des émissions sonores sur les mammifères marins (d'après Richardson et al., 1995)

Les mammifères marins ont une gamme d'audition fonctionnelle qui va de 10 Hz à 200 kHz, avec les seuils les plus sensibles autour de 40 dB re 1  $\mu$ Pa (IFREMER, 2007).

Les nuisances sonores créées par le chantier proviennent de plusieurs sources.

En phase chantier, la pose des pieux fixant les fondations représente l'opération la plus bruyante (Madsen *et al.*, 2006).

Les nuisances sonores qui en découlent vont dépendre de la technique utilisée : les fondations monopieux sont les plus bruyantes, suivies des fondations type « tripod » et « jacket ».

Pour le parc de Saint-Brieuc, des fondations jacket seront installées, et les pieux de fixation seront ancrés dans le fond marin par forage, opération dont le niveau sonore moyen a été évalué à 90 dB et moins bruyante que la technique du battage..

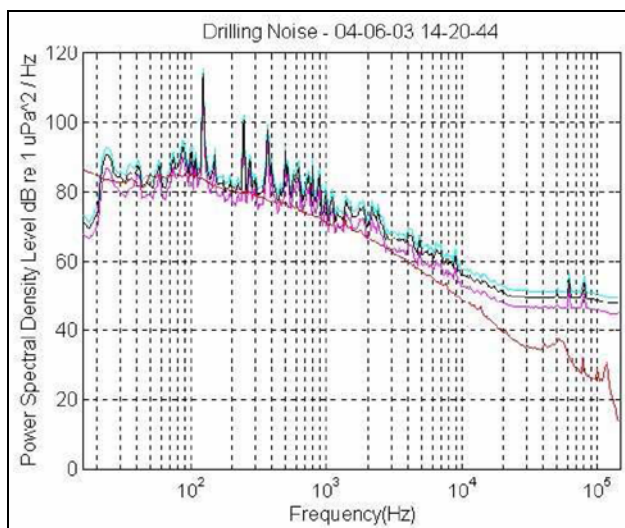


Figure 65 : Intensité sonore en fonction des fréquences à 160 m de la source du forage <sup>14</sup> ((Nedwell et al., 2003)

<sup>14</sup> La courbe marron représente le niveau sonore ambiant



Les intensités sonores maximales sont obtenues pour des fréquences comprises entre 10 et 1 000 Hz. Pour les fréquences supérieures à 100 Hz, les émissions sonores dépassent le niveau ambiant de 5 à 15 dB. Des pics d'intensité élevée (20 à 35 dB au dessus du niveau sonore ambiant) sont également observables aux fréquences 125, 250 et 375 Hz.

Le bruit émis lors des opérations de forage correspond globalement à de faibles intensités sonores et des basses fréquences. Ces ondes de basses fréquences se propagent plus loin et s'atténuent moins vite que les ondes de fréquences plus élevées.

Il est important de noter que ces valeurs sont inférieures à d'autres émissions d'origine anthropique.

Bruits	Bande de fréquence	Intensité sonore
<b>Naturels</b>		
Vent et pluie	1 Hz à 25 kHz	> 100 dB
Tremblements de terre	5-15 Hz	240 dB
<b>Anthropiques</b>		
Bateaux commerciaux	5-100 Hz	150-195 dB
Exploration sismique	5-300 Hz	235-240 dB
Sonars militaires	moins de 1000 Hz à plus de 20 kHz	215-235 dB
Sonars commerciaux	3-200 kHz	150-235 dB
Répulsifs acoustiques	5-160 kHz	130-195 dB
Explosions sous marines/nucléaires	10-1000 Hz	274-284 dB
Forages pétroliers	10 Hz à 10 kHz	190 dB
Phase de construction d'un parc éolien	moins de 1000 Hz	201-257 dB
Phase de fonctionnement d'un parc éolien	10-100 Hz	120-153 dB
<b>Animaux</b>		
Grand dauphin	0,8 Hz à 150 kHz	125-228 dB
Marsouin commun	2-150 kHz	100-177 dB
Dauphin commun	2 Hz à 67 kHz	?
Petit rorqual	60 Hz à 20 kHz	151-175 dB
Rorqual commun	1,5-3,5 kHz	?
Phoque gris	0,1-40 kHz	?
Phoque veau-marin	8 Hz à 150 kHz	?

Tableau 50: Comparatif des différentes sources de bruit océanique et des gammes de fréquences utilisées par les mammifères marins (adapté d'après Richardson et al., 1995 ; Vella et al., 2001 et Hildebrand, 2005)

L'ensemble des espèces de la zone présente un seuil d'audibilité supérieur ou égal à 80 dB pour les fréquences comprises entre 10 et 1 000 Hz. Or, dans cette gamme de fréquences, le niveau sonore moyen de l'opération de forage est de 90 dB. Elle sera donc perceptible pour les mammifères marins. Elle excède en effet le bruit ambiant et peut entraîner un effet de « masque ».

Des suivis réalisés sur des parcs éoliens offshore montrent que tous les mammifères marins ne se comportent pas de manière identique face au chantier d'une centrale éolienne en mer. Ainsi, le suivi réalisé sur les parcs éoliens de Horns Rev et Nysted au Danemark ont permis de mettre en évidence que les phoques, par exemple, ne modifiaient pas leur comportement en mer ou sur terre pendant la quasi-

totalité de la construction ou l'exploitation des parcs, seule la phase de construction des mâts les ayant perturbé légèrement.

Quelques études menées sur le Grand dauphin montrent qu'ils communiquent à des fréquences supérieures à 100 Hz, leur optimum auditif se situant entre 10 à 100 kHz, gamme d'émission de leurs clicks d'écholocation mais également que celui-ci est sensible à des fréquences supérieures à 200 kHz. D'autres travaux spécifiques (*Finneran et al. 2002*) ont été menés sur le grand dauphin et le bélouga pour étudier leur tolérance à des signaux de sismique. Les résultats font apparaître une étonnante tolérance de ces animaux à des émissions par des canons à air à forte puissance. Des niveaux subis de 228 dB re 1  $\mu$ Pa n'ont provoqué aucune baisse d'audition chez le dauphin.

Lors de la phase de forage pour la mise en place des pieux, il est prévu de réaliser un forage progressif, c'est-à-dire d'augmenter graduellement l'intensité (et donc des nuisances sonores) pour permettre aux animaux qui en seraient affectés de s'éloigner de la source du bruit.

Ces éléments permettent de penser que les mammifères marins éviteront la zone des travaux pendant la durée de celui-ci mais y reviendront une fois le chantier achevé, d'autant que ces travaux n'auront pas eu d'effets importants sur la ressource de nourriture potentielle de la zone. L'impact est donc faible puisque temporaire et réversible.

L'augmentation du trafic sur le site pendant la phase de construction pourra également être à l'origine d'un dérangement continu des animaux et d'une augmentation du bruit. Le bruit généré par les navires correspond à des fréquences assez basses entre 0,2 et 2 kHz. Thomsen et al. (2006), établissent la zone de réaction (fuite) au bruit généré par un navire moyen (longueur de 30 m) chez les odontocètes et les pinnipèdes à partir de la réception en continu d'une intensité sonore de 120 dB. Ceci correspond à une distance d'environ 400 m à 1 km du navire, selon sa vitesse pour une fréquence générée de 0,25 kHz. Un phénomène de masking de certaines communications (limitées aux fréquences proches de 200 Hz) des pinnipèdes est susceptible d'intervenir sur une quinzaine de kilomètres.

De nombreuses observations de mammifères marins ont été réalisées à proximité du site projet. Le dérangement interviendra pour les mammifères de passage qui éviteront alors la zone de travaux mais également pour les mammifères qui utilisent la zone régulièrement. Cet évitement sera d'autant plus justifié que les bruits et vibrations générés par la phase travaux auront fait fuir les différentes espèces leur servant de proies. De plus, le bruit des navires sera en grande partie couvert par les autres bruits du chantier.

Toutefois, les mammifères marins cohabitent continuellement avec le trafic maritime et sont donc habitués à cette présence.

**Les nuisances sonores dues au trafic maritime sur les mammifères marins est faible.**

### **Pollution accidentelle**

Les pollutions accidentelles en phase travaux peuvent engendrer une dégradation temporaire plus ou moins marquée de la colonne d'eau, notamment la surface et, par voie de conséquence, affecter voire entraîner la mort d'individus situés à proximité.

Les impacts par pollution accidentelle sont très variables et dépendent d'une multitude de facteurs difficilement envisageables (période de l'année, type de pollution, espèces et effectifs en présence, etc.). L'effet potentiel est également très variable mais peut être très important notamment en période hivernale.

**Une prise en considération de ces éléments est intégrée au projet (mesures de protection des milieux, mesures d'intervention en cas d'incident, etc.) (Cf. *Présentation des choix de conception et***

*des mesures envisagés pour éviter, réduire ou le cas échéant, compenser les effets négatifs notables du projet). L'effet lié aux pollutions accidentelles, suite aux mesures à la conception, sera donc faible.*

### Étouffement par l'absorption de macro-déchets

Un des effets indirects d'une pollution des eaux par des macro-déchets et tout particulièrement des plastiques flottants est le risque d'étouffement des cétacés qui, croyant ingérer une seiche par exemple, ingèrent ces déchets qui peuvent conduire à leur mort.

**Du fait du respect des conventions et des mesures de protection mises en œuvre pour lutter contre toute pollution marine, ce risque est jugé inexistant dans le cadre des travaux du parc éolien de Saint-Brieuc.**

### **b) En phase exploitation**

#### L'émission de bruit

Les émissions sonores provoquées par la présence des machines pourraient engendrer plusieurs types de perturbations :

- Perturbation des axes de déplacement, des sites et sources d'alimentation des mammifères (par effet de barrière ou d'éloignement du bruit)
- Dérangement des sites de repos situés à proximité de la centrale éolienne.

Le bruit sous-marin généré par des éoliennes a été mesuré dans 4 parcs existants : Utgrunden (puissance unitaire de 1,5 MW), Horns Rev (puissance unitaire de 2 MW), Nysted (puissance unitaire de 2,3 MW) et Paludans Flak (puissance unitaire de 2,3 MW). Les résultats sont présentés sur la figure suivante. Les pourcentages entre parenthèses correspondent à la puissance approximative de fonctionnement des éoliennes lors des mesures par rapport à leur puissance maximale.

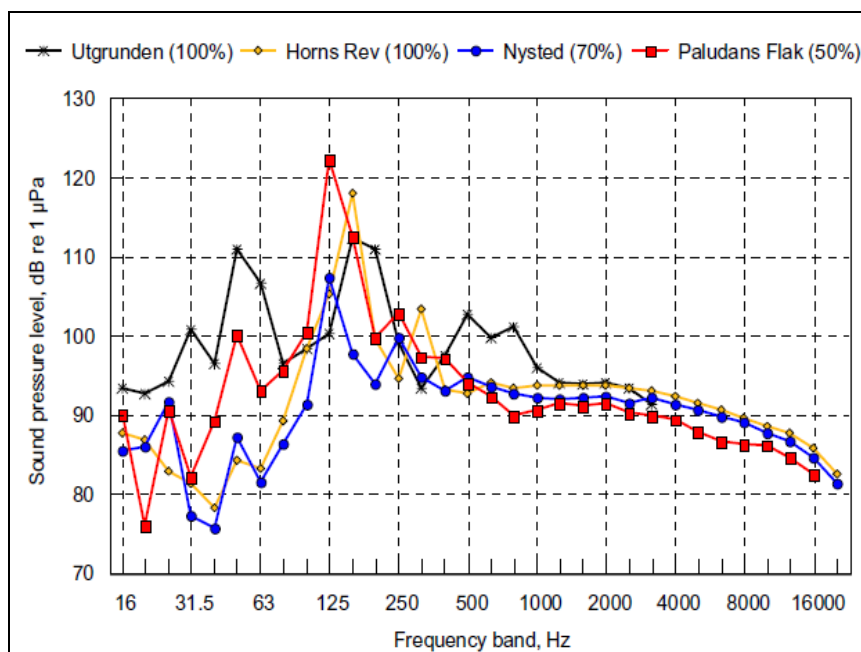


Figure 66 : Intensités sonores en fonction des fréquences à 100 m de la source (Diederichs, 2008)

Les caractéristiques sonores des éoliennes en fonctionnement correspondent à des fréquences et des intensités relativement basses. La gamme de fréquence principale est comprise entre 30 et 800 Hz avec

deux pics d'intensité sonore pour les fréquences proches de 50 (112 dB au maximum) et 125 Hz (125 dB au maximum).

Le seuil d'audibilité des odontocètes est supérieur à 115 dB pour des fréquences inférieures à 250 Hz, fréquences auxquelles les sons sous-marins des éoliennes ont la plus forte intensité. Il est donc peu probable que ceux-ci perçoivent ces sons à une distance supérieure à 100 m de la source. De plus, les odontocètes communiquant à de hautes fréquences, les risques de masking sont extrêmement limités.

Les études menées dans des parcs éoliens au Danemark (Nysted, Horns Rev) montrent qu'après un temps assez court de méfiance et d'observation (aucun comportement de fuite ou de panique n'a été observé), les mammifères présents s'habituent au bruit ambiant et reprennent une activité normale sur la zone. Il est probable que dans le cas d'une éolienne de 5 MW (projet), la gamme de fréquence reste équivalente à celle d'une éolienne de 2 MW (Danemark). Par contre, le niveau sonore devrait vraisemblablement se trouver augmenté de 10 à 30 dB.

L'effet sur les mammifères marins peut alors être considéré comme faible au niveau de la zone d'implantation. En revanche, il n'y aura pas d'effet en s'éloignant de la zone.

**Le bruit généré par le fonctionnement des éoliennes ne devrait pas induire d'effet notable sur les mammifères marins.**

### **Les champs électromagnétiques**

Les cétacés sont sensibles aux ondes magnétiques qui jouent un rôle important sur leur orientation. Les structures des éoliennes ainsi que les câbles électriques les reliant entre elles et avec la terre génèrent des champs électromagnétiques qui seraient susceptibles d'engendrer des perturbations dans les déplacements ou la recherche de proies des cétacés.

D'après l'étude menée par Eltra (2000), des champs électromagnétiques significatifs, comparables au champ terrestre de 30 – 50  $\mu$ T, ne pourraient être observés qu'à proximité immédiate des structures éoliennes et des câbles, à une distance inférieure à 1 m. A 100 m d'un câble de 33 kV, le champ mesuré est 3 à 4 fois inférieur au champ magnétique terrestre. Il convient de préciser que les câbles seront enfouis dans le sédiment à une profondeur de 0,8 à 1,5 m, conformément aux termes du cahier des charges de l'appel d'offre, ce qui devrait permettre aux champs électromagnétiques de se confondre encore plus rapidement avec le champ terrestre.

Ainsi, s'il est fort probable que les champs électromagnétiques restent perceptibles pour les cétacés, aucune perturbation n'a été observée suite à l'implantation de parcs éoliens tels que Horns Rev au Danemark. **Les mammifères marins des sites ne seront donc pas concernés par les champs électromagnétiques en lien avec le parc éolien.**

### **Les opérations de maintenance**

Durant l'exploitation du parc éolien, les opérations de maintenance vont induire une augmentation du trafic maritime et une présence humaine régulière sur zone. Cette augmentation reste toutefois très limitée : la majeure partie des opérations de maintenance est liée à des opérations d'inspection. AREVA prévoit 280 accostage par an mobilisant 2 navires légers.

Cette situation pourrait être à l'origine de bruit et de dérangement des animaux.

Il semblerait toutefois, d'après le retour d'expérience du Danemark, que les mammifères marins s'accommodent bien de la présence régulière de navires. Par ailleurs, la zone d'implantation du projet est régulièrement fréquentée par des navires de pêche professionnelle, des activités de plaisance mais également la navigation de commerce (ferries et cargos). Les mammifères marins qui fréquentent donc la zone sont habitués à un trafic régulier et présentent une certaine accoutumance aux bruits d'origine anthropique.

**Il n'y aura donc pas d'effet lié à la présence des navires de maintenance.**

**c) En phase démantèlement**

**Effets relatifs à la turbidité**

La turbidité liée au démantèlement du site sera limitée et circonscrite à une zone restreinte autour du chantier. Comme en phase travaux, les mammifères ne devraient pas être concernés par la remise en suspension des sédiments tant sur la zone de chantier que sur une zone élargie.

De plus les opérations préalables auront fait fuir les mammifères avant le début des travaux.

**Il n'y aura pas d'effet lié à la turbidité.**

**Effets relatifs aux nuisances sonores**

La source de bruit la plus importante en phase de démantèlement sera celle émise par la disqueuse servant à scier les pieux des fondations.

Les opérations préalables auront conduit les animaux à s'éloigner de la zone. Les effets sur ces derniers devront donc être faibles au niveau de la zone d'implantation.

**L'effet lié aux nuisances sonores sera faibles.**

**Effets relatifs au trafic**

Comme en phase travaux, un nombre important de navires devrait participer au chantier. Ce trafic sera à l'origine d'un dérangement des animaux sur la zone.

Toutefois, comme cela a déjà été précisé pour la phase construction, les espèces sont dans une certaine mesure, habituée à la présence des navires.

**L'effet peut donc être considéré comme faible.**



#### 3.4.4.4. Synthèse des impacts

	SENSIBILITE	PHASE	NATURE DE L'EFFET	EFFET	IMPACT POTENTIEL
MAMMIFERES MARINS	Forte	Construction	Augmentation de la turbidité	Aucun	Nul
			Augmentation du trafic maritime	Faible	Moyen
			Risque de collision	Aucun	Nul
			Nuisances sonores et vibrations	Faible	Moyen
			Pollution accidentelle	Faible	Moyen
			Étouffement par ingestion de déchets	Aucun	Nul
		Exploitation	Nuisances sonores et vibrations	Faible	Moyen
			Champs électromagnétiques	Aucun	Nul
			Opérations de maintenance	Aucun	Nul
		Démantèlement	Augmentation de la turbidité	Aucun	Nul
			Nuisances sonores et vibrations	Faible	Moyen
			Trafic maritime	Faible	Moyen

Tableau 51 : Mammifères marins - Synthèse des impacts

#### 3.4.5. L'avifaune

##### 3.4.5.1. État des lieux

Dans le cadre de la réponse à l'appel d'offre gouvernemental, le Groupe d'Études Ornithologiques des Côtes d'Armor (GEOCA) a été mandaté afin de réaliser un prédiagnostic bibliographique sur l'avifaune présente sur le secteur du projet et ses alentours. L'association a ainsi fait un point sur les connaissances actuelles enregistrées sur l'aire d'étude et sur les zones périphériques.

Celui-ci a été complété par la réalisation de comptages sur le terrain par bateau.

Les informations présentées ici sont extraites des rapports d'étude du GEOCA, consultables dans leur intégralité en Annexes 8 et 9.

##### a) Définition des zones d'étude

Pour l'étude préliminaire du GEOCA, trois zones d'études distinctes ont été définies, conformément aux préconisations du Programme National Eolien-Biodiversité concernant les protocoles de suivis des oiseaux pour les projets offshore (de Seynes, 2008) :

- La **zone d'étude principale (Zone 1)** qui correspond au périmètre potentiel d'implantation des éoliennes (180 km<sup>2</sup>),
- La **zone d'influence rapprochée (Zone 2)** qui correspond à la frange littorale comprise entre l'aire d'étude principale et le trait de côte de la baie de Saint-Brieuc,
- La **zone d'influence lointaine (Zone 3)** qui correspond au littoral terrestre de la Baie de St-Brieuc,

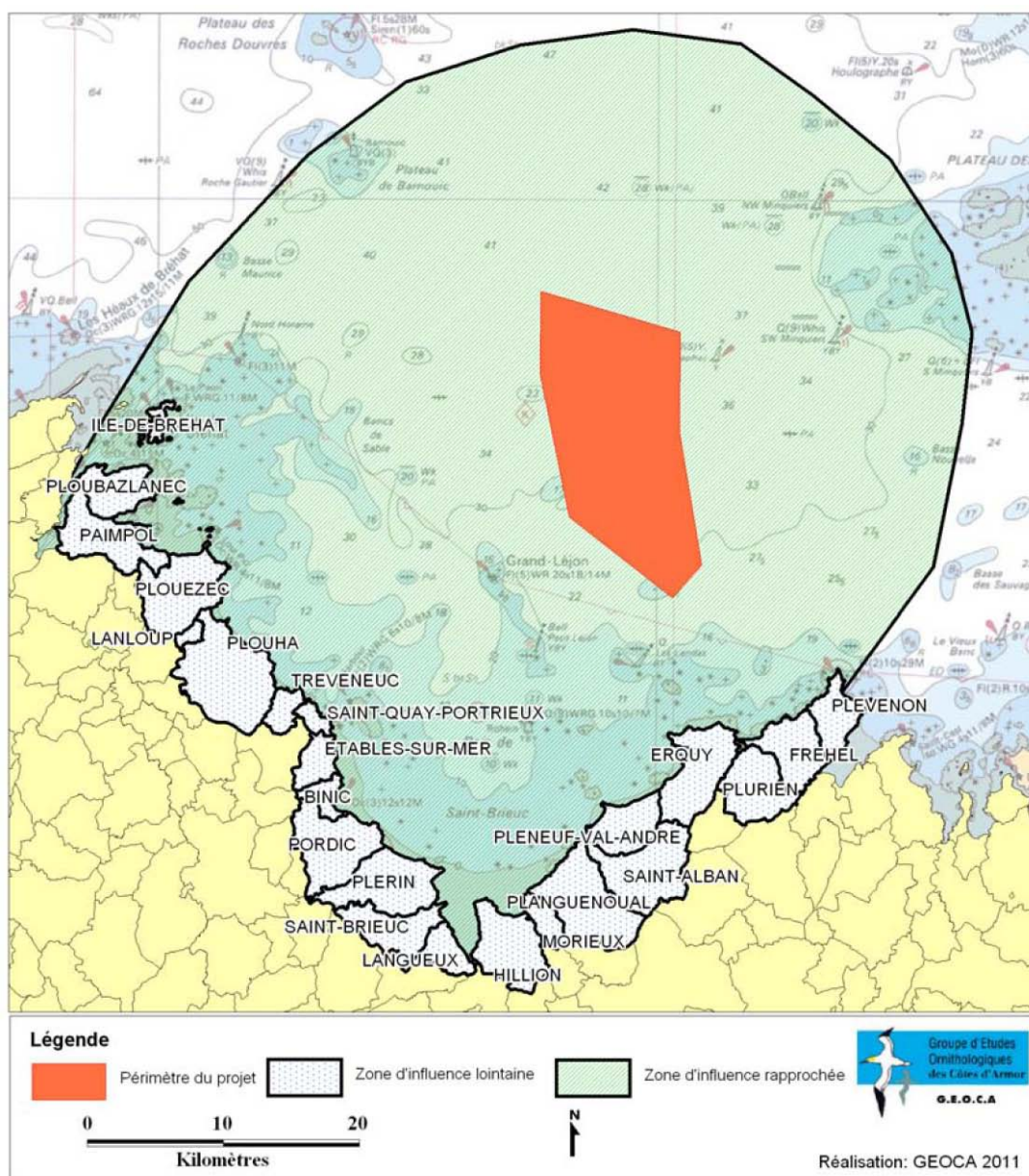


Figure 67 : Zones d'influence rapprochée et lointaine du projet (Source: GEOCA, 2011)

Ce sont sur ces zones qu'ont été analysées les différentes données disponibles :

- Résultats de suivis réguliers ou ponctuels (suivis ornithologiques mensuels sur la Réserve Naturelle Nationale de la baie de Saint-Brieuc, suivi annuel des oiseaux marins nicheurs sur la colonie du Cap Fréhel,...),
- Base de données du GEOCA et rapports internes non confidentiels,
- Bibliographie existante concernant la zone d'étude (Diagnostic Parc Naturel Marin, Atlas anglais sur la répartition des oiseaux en mer,...)
- Bibliographie générale sur les espèces ou les incidences liées à des installations en mer.

### b) Outils réglementaires

La baie de Saint-Brieuc fait partie des plus importantes baies de la région Bretagne. La diversité des milieux littoraux et maritimes qui la constituent est importante, et les principaux outils réglementaires de protection et d'inventaire mis en place reflètent l'intérêt majeur de la baie, notamment vis-à-vis de l'avifaune.

Les zones de protection ou de classement situées à proximité du périmètre d'étude sont rappelées dans le tableau suivant, ainsi que leurs principales caractéristiques :

TYPE DE CLASSIFICATION	ZONE	CODE	SUPERFICIE	ESPECES D'INTERET COMMUNAUTAIRE	HABITATS D'INTERET COMMUNAUTAIRE
<b>Directive Oiseaux</b>	Trégor-Goëlo	FR5310070	91 063 ha	43 dont 16 de l'Annexe I	
<b>Directive Habitats Naturels</b>	Trégor-Goëlo	FR5300010	90 844 ha	4 (Mammifères marins et Saumon Atlantique)	4
<b>Directive Oiseaux</b>	Caps d'Erquy - Fréhel	FR5310095	38 583 ha	19 dont 4 à l'Annexe I	
<b>Directive Habitats Naturels</b>	Caps d'Erquy - Fréhel	FR5300011	55 683 ha	2 (Mammifères marins)	5
<b>Directive Oiseaux</b>	Baie de St-Brieuc	FR5310050	13 441 ha	37 dont 10 de l'Annexe I	
<b>Directive Habitats Naturels</b>	Baie de St-Brieuc	FR5300066	3 092 ha	3 (Mammifères marins)	
<b>Réserve Naturelle Nationale</b>	Baie de Saint-Brieuc		1 140 ha	5	21 dont 4 prioritaires
<b>Zone Ramsar</b>	Les Minquiers		9 575 ha	Océanite tempête, Sterne Caugek, Grand Cormoran + regroupements d'Alcidés et Mouettes pygmées	

Tableau 52 : Caractéristiques des zones de protection ou de classement situées à proximité de la zone d'étude  
(Source : GEOCA, 2011)

Sur les **37 espèces d'oiseaux d'intérêt communautaire** prises en compte, on estime que **15 à 23 espèces présentent de fortes probabilités de présence** sur l'aire d'étude principale du fait de leurs caractéristiques biologiques. De plus, certaines espèces pourraient être amenées à fréquenter la zone d'étude lors de transits migratoires.

Espèce		Directive Oiseaux	Présence				Risque de présence sur l'aire d'étude principale
Nom français	Nom scientifique		1	2	3	4	
Plongeon arctique	<i>Gavia arctica</i>	Annexe I	X				Fort
Plongeon imbrin	<i>Gavia immer</i>	Annexe I	X				Fort
Grèbe huppé	<i>Podiceps cristatus</i>	Migrateur Art. 4.2.	X				Faible
Grèbe esclavon	<i>Podiceps auritus</i>	Annexe I	X				Moyen
Grèbe à cou noir	<i>Podiceps nigricollis</i>	Migrateur Art. 4.2.	X				Faible
Fulmar boréal	<i>Fulmarus glacialis</i>	Migrateur Art. 4.2.			X		Fort
Puffin des Baléares	<i>Puffinus mauretanicus</i>	Annexe I	X	X	X		Fort
Océanite tempête	<i>Hydrobates pelagicus</i>	Annexe I	X	X			Fort
Fou de Bassan	<i>Morus bassanus</i>	Migrateur Art. 4.2.		X	X		Fort
Aigrette garzette	<i>Egretta garzetta</i>	Annexe I	X	X		X	Très faible
Grand cormoran	<i>Phalacrocorax carbo</i>	Migrateur Art. 4.2.	X	X	X	X	Fort
Cormoran huppé	<i>Phalacrocorax aristotelis</i>	Migrateur Art. 4.2.	X	X	X	X	Fort
Bernache cravant	<i>Branta bernicla</i>	Migrateur Art. 4.2.	X	X	X	X	Passage ?
Tadorne de Belon	<i>Tadorna tadorna</i>	Migrateur Art. 4.2.	X	X		X	Passage ?
Macreuse noire	<i>Melanitta nigra</i>	Migrateur Art. 4.2.		X			Moyen
Harle huppé	<i>Mergus serrator</i>	Migrateur Art. 4.2.	X				Moyen
Faucon pèlerin	<i>Falco peregrinus</i>	Annexe I	X	X	X	X	Passage ?
Faucon émerillon	<i>Falco columbarius</i>	Annexe I	X				Faible
Gravelot à collier interrompu	<i>Charadrius alexandrinus</i>	Annexe I	X				Très faible
Pluvier doré	<i>Pluvialis apricaria</i>	Annexe I	X				Très faible
Combattant varié	<i>Philomachus pugnax</i>	Annexe I		X		X	Très faible
Barge rousse	<i>Limosa lapponica</i>	Annexe I	X	X		X	Très faible
Avocette élégante	<i>Recurvirostra avosetta</i>	Annexe I	X				Très faible
Mouette pygmée	<i>Larus minutus</i>	Annexe I		X			Fort
Mouette rieuse	<i>Larus ridibundus</i>	Migrateur Art. 4.2.		X			Moyen
Goéland brun	<i>Larus fuscus</i>	Migrateur Art. 4.2.	X	X	X	X	Fort
Goéland argenté	<i>Larus argentatus</i>	Migrateur Art. 4.2.	X	X	X	X	Fort
Goéland marin	<i>Larus marinus</i>	Migrateur Art. 4.2.	X	X	X	X	Fort
Mouette tridactyle	<i>Rissa tridactyla</i>	Migrateur Art. 4.2.			X		Fort
Sterne caugek	<i>Sterna sandvicensis</i>	Annexe I	X	X			Moyen
Sterne pierregarin	<i>Sterna hirundo</i>	Annexe I	X	X			Moyen
Sterne naine	<i>Sterna albifrons</i>	Annexe I	X				Moyen
Guillemot de Troil	<i>Uria aalge</i>	Migrateur Art. 4.2.			X		Fort
Pingouin torda	<i>Alca torda</i>	Migrateur Art. 4.2.			X		Fort
Martin-pêcheur d'Europe	<i>Alcedo atthis</i>	Annexe I	X	X		X	Quasi-nul
Engoulevent d'Europe	<i>Caprimulgus europaeus</i>	Annexe I			X		Quasi-nul
Fauvette pitchou	<i>Sylvia undata</i>	Annexe I			X		Quasi-nul

Tableau 53 : Espèces d'intérêt communautaire identifiées sur les ZPS situées sur la zone d'influence rapprochée de l'aire d'étude – 1=ZPS Trégor-Goëlo, 2=ZPS baie de Saint-Brieuc, 3=ZPS cap d'Erquy-capFréhel, 4=RN Baie de Saint-Brieuc (Source : GEOCA, 2011)

### c) Analyse des données existantes

Les données utilisées pour cette analyse sont issues essentiellement de la base de données du GEOCA qui comprend 230 000 observations réparties sur l'ensemble du département des Côtes d'Armor, et des bulletins de la Société Jersiaise (Section Ornithologie).

Globalement, **301 espèces** ont déjà été observées en baie de Saint-Brieuc, dont **109 d'intérêt communautaire** : **73 espèces inscrites à l'Annexe I** de la Directive Oiseaux et **36 espèces inscrites à l'article 4.2** de cette même Directive.

ZONE GEOGRAPHIQUE	OBSERVATIONS
<b>Aire d'étude principale</b>	<p>Présence importante du Fou de bassan</p> <p>2 espèces inscrites à l'Annexe de la Directive Oiseaux (Plongeon arctique et Mouette pygmée), 8 espèces inscrites en tant qu'espèces migratrices d'intérêt communautaire (Pingouin torda, Guillemot de Troil, Mouette tridactyle, Grand labbe, Cormoran huppé, Goélands marin et argenté</p> <p>Présence supposée d'autres espèces d'oiseaux marins à tendance pélagique (Océanite tempête, Puffin des Anglais, Fulmar boréal, Goéland brun, Plongeon imbrin, Macareux moine...</p>
<b>Zone d'influence rapprochée</b>	<p>200 espèces observées dont 96 d'intérêt communautaire au titre de la Directive Oiseaux : 60 inscrites à l'Annexe I et 36 espèces migratrices inscrites à l'Article 4.2.</p> <p>Réserve Naturelle Nationale= intérêt national pour les limicoles, dominés par l'Huîtrier-pie, le Courlis cendré, le Pluvier argenté, les Bécasseaux maubèche et variable, la Barge rousse.</p> <p>Zone de transits d'oiseaux marins ou de passereaux migrateurs et de nourrissage pour les oiseaux marins se reproduisant dans le secteur</p>
<b>Zone d'influence lointaine</b>	<p>220 espèces dont 113 contactées sur la zone d'influence rapprochée</p> <p>64 espèces d'intérêt communautaire au titre de la Directive Oiseaux, dont 47 inscrites à l'Annexe I et 17 espèces migratrices inscrites à l'Article 4.2</p> <p>Oiseaux d'eaux (anatidés et limicoles) et oiseaux marins en reproduction ou repos sur la partie terrestre du littoral</p> <p>Espèces migratrices « terrestres »</p>

Tableau 54: Synthèse des sensibilités en fonction des cycles biologiques (Source : GEOCA, 2011)

Les données d'ores et déjà disponibles sur la zone maritime de la baie de Saint-Brieuc témoignent toutefois de la présence de populations d'oiseaux parfois importantes et ce, à différentes périodes de l'année. Les meilleures connaissances acquises sur la fréquentation ornithologique du littoral, et plus particulièrement du fond de baie depuis la mise en place de suivis réguliers et de la classification de la zone en Réserve Naturelle, permettent également de supposer qu'un certain nombre d'oiseaux transitent à un moment ou un autre à l'intérieur ou à proximité du périmètre d'étude principal. La richesse ornithologique globale de la baie de St-Brieuc (301 espèces observées à ce jour dont 109 d'intérêt communautaire) témoigne de la présence d'habitats attractifs pour une grande diversité d'oiseaux.



	INTERET REGIONAL	INTERET NATIONAL	INTERET INTERNATIONAL
<b>Hivernage</b>	Limicoles, Laridés, Anatidés plongeurs	Limicoles, Anatidés (fond de Baie)	Bernache cravant, Bécasseau maubèche + 10 à 15 espèces hivernantes de l'Annexe I DO
<b>Regroupements pré-nuptiaux</b>	Limicoles, Anatidés...	Grèbe huppé, Alcidés, Plongeon arctique	?
<b>Migration pré-nuptiale</b>	Migrateurs rares détectés sur certains sites (Merles à plastron, Tarier des près...)	?	-
<b>Nidification + émancipation des jeunes</b>	Nombreuses colonies d'oiseaux marins (goélands, cormorans...)	Principales colonies d'oiseaux marins du pays (Guillemot de Troil, Pingouin torda...)	Colonies en limite d'aire de répartition : rôle témoin et indicateur
<b>Regroupements post-nuptiaux et/ou pré-hivernaux</b>	Sternes, Laridés, Anatidés	Mouette mélanocéphale	Puffin des Baléares, Plongeon imbrin (?), Mouette pygmée (?)
<b>Migration post-nuptiale</b>	Nombreuses espèces migratrices détectées (sternes, limicoles, oiseaux marins...)	Transit diurne de 100 000 à 500 000 passereaux sur le littoral oriental de la Baie	?

Tableau 55 : Récapitulatif des sensibilités connues sur le littoral de la baie de Saint-Brieuc (Source : GEOCA, 2011)

Les principaux constats et hypothèses issus de cette analyse préliminaire sont regroupés ici :

### Période de nidification

- Proximité de plusieurs colonies d'oiseaux reproducteurs dont une grande majorité d'espèces de grand intérêt patrimonial (liste rouge nationale, intérêt communautaire)
- Possibilité de fréquentation de l'aire d'étude principale en phase de recherche alimentaire et/ou lors de regroupements pré ou post-nuptiaux
- Possibilité de fréquentation de l'aire d'étude principale par les familles et jeunes oiseaux issus des populations locales (zones de nourrissage)
- Possibilité de fréquentation de l'aire d'étude principale par des populations non reproductrices

**Période de migration ou regroupements divers (mue...)**

- Connaissances limitées du phénomène à l'échelle globale de la baie de Saint-Brieuc
- Existence d'un flux migratoire littoral diurne important sur le littoral oriental de la baie (estimé entre 100 000 et 500 000 oiseaux par automne (Garroche & Sohier, 1994 ; Beauvils, 2002 ; Février et al., à paraître)
- Effectifs locaux hivernants + observations régulières de migrants laissant penser qu'il existe des flux migratoires importants en baie
- Aire d'étude située sur un axe nord-est/sud-ouest potentiellement exploitable par les migrants traversant la baie de Saint-Brieuc
- La présence du Phare du Grand Léjon, au sud-ouest de l'aire d'étude principale pourrait devenir un facteur aggravant en cas de flux migratoire important sur la zone
- Espèces de grand intérêt patrimonial susceptibles de fréquenter le périmètre d'étude principal ou tout au moins de subir des incidences indirectes (Puffin des Baléares, Plongeon imbrin...)

**d) Campagne de terrain**

Le temps imparti pour monter le dossier-réponse à l'appel d'offre ne permettait pas de couvrir par une campagne de terrain un cycle biologique complet. Cependant, le Consortium a décidé de faire réaliser par les ornithologues professionnels du GEOCA plusieurs sorties sur site, afin de commencer à récolter des informations sur la fréquentation de la future zone d'implantation du projet éolien de Saint-Brieuc.

Trois sorties ont ainsi été réalisées, permettant de préciser les premiers enjeux avifaunistiques du secteur. Le protocole utilisé et les premiers résultats sont synthétisés ci-dessous. L'étude complète se situe en Annexe 9.

**Les objectifs de cette étude étaient de réaliser une première évaluation de la fréquentation avifaunistique. Les 3 relevés opérés en bateau, sur une période de 3 semaines, sont bien évidemment insuffisants et trop fragmentaires pour opérer une synthèse de la fréquentation de l'avifaune.**

**Zone d'étude et protocole**

Le GEOCA a mis en place un protocole d'étude adapté des méthodes standardisées préconisées par l'*European Seabirds At Sea Database Group* (ESAS) et recommandées par le COWRIE (Camphuysen *et al.*, 2004).

Un échantillonnage par transect sur une largeur d'observation d'au moins 300 m de chaque côté du bateau, scindée en plusieurs bandes intermédiaires pour une détection satisfaisante de toutes les espèces (Tasker *et al.*, 1984 ; Komdeur *et al.*, 1992 ; Spear *et al.*, 2004) a donc été appliqué.

Les observations sont réalisées simultanément par 2 observateurs (chacun couvrant un côté du bateau), ce qui conduit à une détection significative des oiseaux, qui peut atteindre 95 % dans de bonnes conditions dans la bande des 300 m (Spear *et al.*, 2004).

Lors de chaque sortie, tous les oiseaux observés sont identifiés, comptabilisés et sont également renseignés plusieurs paramètres : hauteur et direction du vol, comportement, classe d'âge...

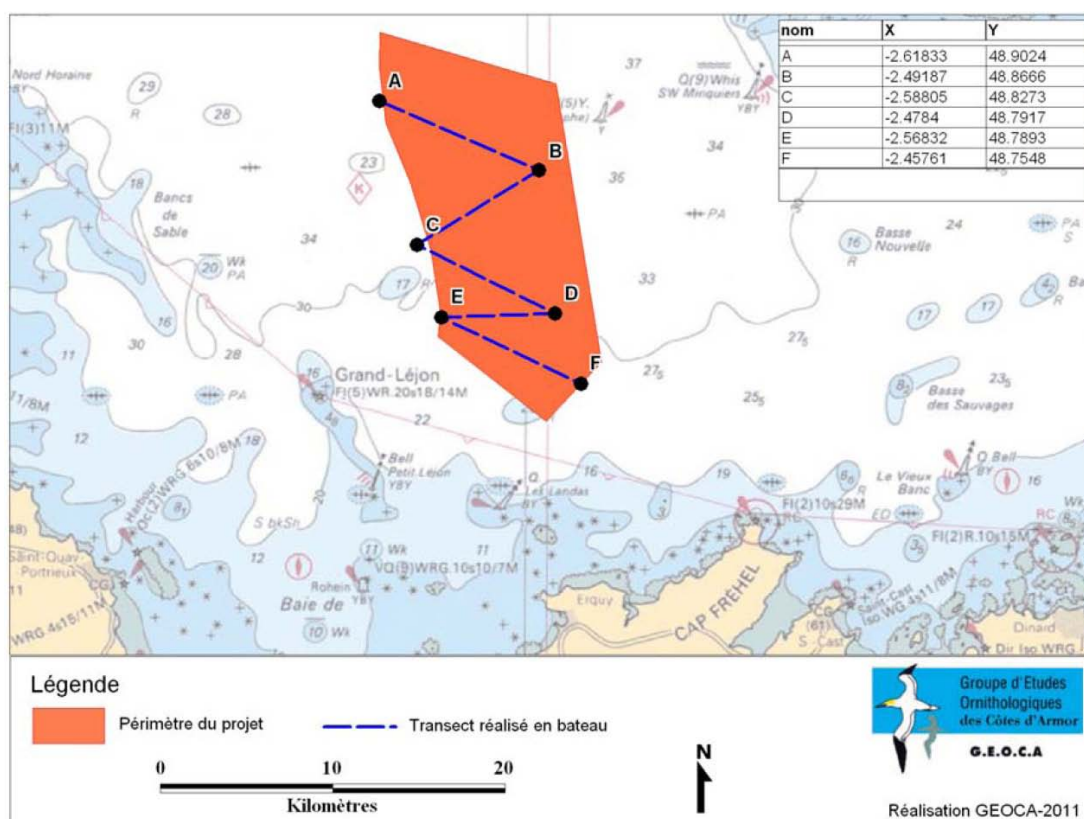


Figure 68 : Parcours réalisé lors des 3 sorties d'étude (Source : GEOCA, 2011)

### Synthèse des résultats

Au total, les 3 relevés opérés sur le périmètre d'étude ont permis d'observer 1 705 oiseaux. Le nombre d'oiseaux contactés par sortie varie de 129 (20 octobre 2011) à 912 individus (13 octobre 2011), avec une moyenne de  $568,3 \pm 133,4$  individus.

17 espèces ont été contactées. Selon les sorties, ce nombre oscille entre 9 et 12, avec une moyenne de 10,7 espèces contactées par sortie.

Les oiseaux contactés lors des relevés se répartissent essentiellement en 3 catégories :

- Des oiseaux marins, exploitant le périmètre d'étude comme zone d'alimentation : Océanite tempête, alcidés, laridés, Fou de Bassan ...
- Des oiseaux marins ou littoraux, n'exploitant pas directement le périmètre d'étude mais y transitant : labbes, puffins, certains laridés...
- Des oiseaux migrateurs ne faisant que transiter sur le périmètre d'étude : passereaux, Bernache cravant...

Les effectifs d'oiseaux ont été regroupés en 6 classes principales selon leur groupe biologique et leur importance sur zone.

	PROCELLARIDES	FOUS	LARIDES	ALCIDES	PASSEREAUX ET ASSIMILES	AUTRES	TOTAL
4 OCTOBRE 2011	458	41	47	46	72	0	664
13 OCTOBRE 2011	121	47	10	11	541	182	912
20 OCTOBRE 2011	98	12	6	8	1	4	129
TOTAL OISEAUX	677	100	63	65	614	186	1 705

Tableau 56 : Effectifs des différents groupes d'oiseaux en fonction des relevés (Source : GEOCA, 2011)

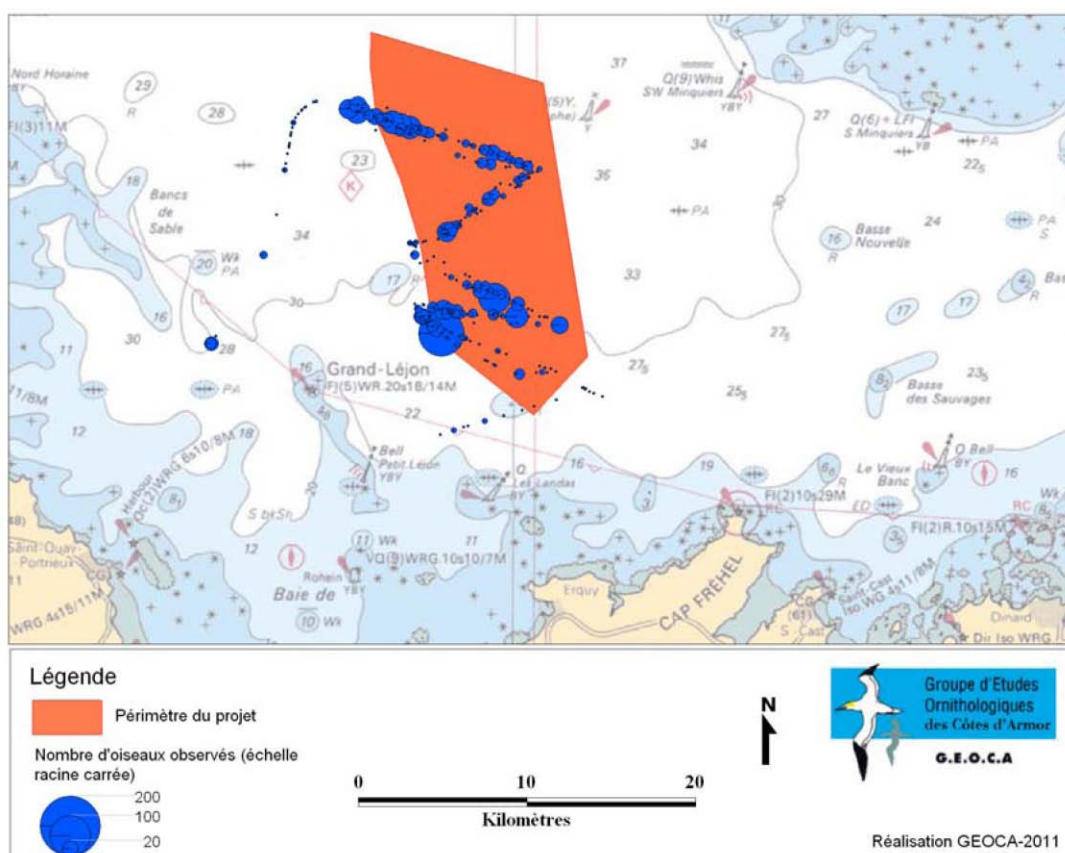


Figure 69 : Distribution des oiseaux observés au cumul des trois sorties (Source : GEOCA, 2011)

### Synthèse des sensibilités identifiées

Les objectifs de la campagne de terrain étaient de réaliser une première évaluation de la fréquentation avifaunistique sur la zone de l'appel d'offre. Les trois relevés opérés sont bien évidemment insuffisants et trop fragmentaires pour opérer une synthèse de la fréquentation de l'avifaune.

Néanmoins, les données récoltées ont permis d'acquérir des connaissances inédites sur quelques espèces et surtout sur une zone où quasiment aucun inventaire n'avait été mené jusqu'alors.

Les principaux résultats ont permis de mettre en évidence certaines sensibilités qui devront être étudiées avec attention lors du développement du projet :

- La prédominance d'une espèce patrimoniale présente en effectifs significatifs, qui se concentre plutôt au sud du périmètre principal d'étude : l'Océanite tempête,
- Des passages migratoires fortement perceptibles sur le site pouvant laisser penser à un transit migratoire sur la zone dans certaines conditions (météorologiques notamment),
- Une forte proportion des oiseaux observés en haut vol correspondant à la forte proportion d'oiseaux migrateurs et d'oiseaux marins en recherche alimentaire.

#### 3.4.5.2. Synthèse des enjeux et des sensibilités

	CARACTERISTIQUES	ENJEUX	SENSIBILITE
AVIFAUNE	Proximité de colonies de reproduction Proximité de flux migratoires Nombreuses espèces de grand intérêt patrimonial	Minimiser le dérangement sur ces espèces	Forte

Tableau 57 : Avifaune - Synthèse des enjeux et des sensibilités

#### 3.4.5.3. Effets potentiels

Il apparaît clairement d'importantes lacunes sur les connaissances de la fréquentation ornithologique de la baie de St-Brieuc. La concentration des données disponibles sur quelques sites majeurs rend pour l'instant périlleux l'exercice d'estimation des incidences potentielles d'une installation en mer. En effet, les connaissances quasi-nulles de l'aire d'étude principale et les données fragmentaires concernant les zones maritimes doivent être nécessairement renforcées grâce aux études de terrain mises en place.

#### a) En phase construction

##### Risque de collision

Toute structure de grande taille peut créer une mortalité directe par **collision**, notamment les structures inhabituelles. Les engins utilisés dans le cadre de la construction d'un parc éolien offshore peuvent être considérés comme des structures de grande taille.

Toutefois, les risques de collision diurnes resteront faibles étant donné que les oiseaux évitent en général les zones d'activités « non habituelles » (présence humaine, bruit, circulation d'engins...). De nuit, ou par mauvaises conditions de visibilité (pluie, brouillard), les risques de collision peuvent être augmentés si les éclairages ne permettent pas une localisation précise des installations. Cependant, le fait que les travaux soient effectués en continu, y compris la nuit, devrait conduire à un évitement plus marqué de la zone en activité (bruit, éclairages...).

**Le faible nombre et la taille des engins envisagés sur place, ainsi que la forte réactivité en vol des espèces d'oiseaux présentes amènent à considérer les effets sur ces derniers comme faibles.**

##### Perturbation et dégradation du milieu

- *Dérangement des oiseaux*

La présence prolongée de navires de tailles notables au sein d'une zone de chantier peut entraîner, en plus du bruit produit par les travaux, une gêne visuelle non négligeable. Ces perturbations peuvent



avoir plusieurs conséquences : aversion plus ou moins durable de la zone de chantier et ses abords, modification des trajectoires de vol.

**Les effets de la phase chantier concernent essentiellement la perte d'habitat et le dérangement dans la zone d'implantation et dans la zone de transit des navires entre la base logistique et le parc. Cet effet peut être considéré comme faible pour les espèces hivernantes et la majorité des espèces estivantes.**

- *Dégradation du milieu*

L'édification d'éoliennes apparaît comme une forte perturbation des milieux sous-marins qui aura pour conséquence une disparition locale et provisoire de l'accès aux ressources alimentaires par les oiseaux (fuite des proies, turbidité accrue de l'eau en profondeur limitant les conditions de prédation ...).

Les modifications temporaires de la turbidité, liées à la pose des fondations ou des câbles, peuvent entraîner des perturbations plus ou moins marquées pour les organismes aquatiques. Les oiseaux ne sont pas directement affectés par ces modifications mais peuvent être indirectement concernés si une ou plusieurs de leurs proies sont touchées de façon importante.

Le relargage de matières en suspension peut engendrer une altération temporaire d'espèces benthiques, notamment les filtreurs, proies de plusieurs espèces d'oiseaux plongeurs. Or, il a été montré que le nuage turbide serait faible et resterait en grande partie limité à la zone de chantier.

**L'effet lié à la dégradation du milieu peut être considéré comme faible.**

- *Pollution accidentelle*

Les pollutions accidentelles en phase travaux peuvent engendrer une dégradation temporaire plus ou moins marquée de la colonne d'eau, notamment en surface et, par voie de conséquence, affecter voire entraîner la mort d'individus stationnés à proximité.

Les impacts par pollution accidentelle sont très variables et dépendent d'une multitude de facteurs difficilement envisageables (période de l'année, type de pollution, espèces et effectifs en présence, etc.). L'effet potentiel est également très variable mais peut être très important notamment en période hivernale.

**Une prise en considération de ces éléments est intégrée au projet (mesures de protection des milieux, mesures d'intervention en cas d'incident, etc.) (Cf. *Présentation des choix de conception et des mesures envisagés pour éviter, réduire ou le cas échéant, compenser les effets négatifs notables du projet*). L'effet lié aux pollutions accidentelles, suite aux mesures mises en place à la conception, sera donc faible.**

## **b) En phase exploitation**

### **Nuisances sonores et vibrations**

Les éoliennes sont des sources de bruit créé par la rotation des pales et les vibrations causées par le mouvement de rotation des turbines. Mais le bruit des éoliennes n'apparaît pas de nature à perturber les populations qui présentent la caractéristique d'être peu sensibles aux niveaux de bruit générés et qui s'habituent à des sources de bruit plus importantes si l'on en juge par les populations relativement abondantes autour de plateformes de forage réputées bruyantes.

**Ces nuisances peuvent être considérées comme nulles sur l'avifaune.**

### **Risques de collision**

Comme d'autres obstacles verticaux (antennes, relais TV ou radio, ...) ou horizontaux (lignes électriques, ponts, viaducs, ...), les éoliennes créent une mortalité directe par collision contre les infrastructures (pales, mât). Cette mortalité peut concerner aussi bien des espèces communes que des espèces rares : le degré de sensibilité des espèces est indépendant de leur rareté. Toutefois le taux de mortalité relatif au statut de menace des espèces ainsi que le risque de mortalité absolue sont deux paramètres à prendre en compte dans l'analyse de risque. Ce sont, bien évidemment, les espèces les plus rares et menacées et à la fois sensibles au risque de mortalité qui sont à considérer avec le plus d'attention.

Des protocoles d'évaluation de la mortalité sur des fermes éoliennes continentales ont été mis en place<sup>15</sup>, mais il est particulièrement difficile de les appliquer aux fermes offshores, puisqu'il est **quasiment impossible de trouver des cadavres d'oiseaux victimes de collision en mer**.

La question des collisions d'oiseaux marins avec des éoliennes est donc généralement abordée avec l'étude des comportements des oiseaux et en considérant les collisions d'oiseaux marins avec **les fermes éoliennes sur la côte**. L'analyse des résultats des quelques études sur des fermes côtières<sup>16</sup> démontre **une vulnérabilité élevée chez les Laridés**. Peu d'informations sont données sur les situations dans lesquelles les collisions ont eu lieu. Il apparaît que **les migrateurs comme les oiseaux locaux peuvent être victimes de collision**.

Une compilation des données de collision sur les parcs côtiers de Hollande, Belgique, Espagne, Suède, Danemark et Allemagne<sup>17</sup> donne les résultats suivants : 1 plongeon catmarin, 1 mouette tridactyle, 87 mouettes rieuses, 14 goélands cendrés, 189 goélands argentés, 7 goélands marins, 8 sternes pierregarin et 1 guillemot de Troïl.

Une compilation<sup>18</sup> de données de collision issues de 21 études sur différents parcs éoliens (côtiers et terrestres) révèle des taux de collisions globalement compris entre 1 et 3 oiseaux par éolienne et par an. En effet, 19 études montrent **des taux de collision inférieurs ou égaux à 3** (par éolienne et par an). Il semble également que **le risque de collision dépend de l'altitude de vol** ainsi que de **l'heure de la journée**.

---

<sup>15</sup> Sources : Grünkorn et al., 2005 ; Winkelman 1992

<sup>16</sup> Sources : Pettersson, 2005 ; Hötter et al. 2004 ; Everaert et al., 2002

<sup>17</sup> Source : Hötter et al., 2004

<sup>18</sup> Source : Percival, 2000

Pays	Site	Habitat	Espèces présentes	Nombre Turbines	Collisions (oiseaux/turbine/an)
Etats-Unis	Altamont Pass	Secteur avec Ranchs	Rapaces	5 000	0,06
Espagne	Tarifa	Collines côtières	Rapaces, migrants	98	0,34
Etats-Unis	Burgar Hill	Landes côtières	Plongeurs, Rapaces	3	0,05
Royaume-Uni	Haverigg	Prairies côtières	Pluvier doré, Laridés	5	0,00
Royaume-Uni	Blyth Harbour	Côtes	Oiseaux côtiers migrants	8	1,34
Royaume-Uni	Bryn Tytli	Landes sur plateaux	Milan royal	22	0,00
Royaume-Uni	Cemmaes		Faucon pèlerin	24	0,04
Royaume-Uni	Urk	Côte (sur axe migratoire)	Gibier d'eau	25	1,70
Pays-Bas	Oosterbierum			18	1,80
Pays-Bas	Kreekrak			5	3,40
Royaume-Uni	Ovenden Moor	Landes sur plateaux	Pluvier doré, Courlis	23	0,04
Danemark	Tjaereborg	Prairies côtières	Gibier d'eau, Laridés	8	3,00
Suède	Näsudden	Interface côtes/cultures	Gibier d'eau migrants	70	0,70

Tableau 58 : Taux de collision observés sur différents parcs en Europe (Source : Percival, 2000)

Les études réalisées en Europe indiquent une mortalité de 0 et 3,4 oiseaux tués par éolienne et par an. Si le risque n'est jamais nul, il faut rappeler que les autoroutes, les routes, les lignes électriques aériennes, les baies vitrées provoquent la mort de plusieurs dizaines de milliers d'oiseaux chaque année en France. Le tableau suivant permet de relativiser l'impact des éoliennes sur l'avifaune par rapport à d'autres infrastructures ou activités humaines.

CAUSE DE MORTALITE	COMMENTAIRES
Ligne électrique haute tension (> 63 kV)	80 à 120 oiseaux/km/an ; réseau aérien de 100 000 km
Ligne moyenne tension (20 à 63 kV)	40 à 100 oiseaux/km/an ; réseau aérien de 460 000 km
Autoroute, route	Autoroute 30 à 100 oiseaux/km/an Réseau terrestre de 10 000 km
Agriculture	Évolution des pratiques agricoles (arrachages des haies) Effets des pesticides (insecticides) Drainage des zones humides
Urbanisation	Collision avec les bâtiments (baies vitrées), les tours et les émetteurs
Éoliennes	0 à 3,4 oiseaux / éolienne / an

Tableau 59 : Comparaison de différents types de mortalité chez les oiseaux<sup>19</sup>

Ainsi, à titre d'exemple, 1 km de ligne à Haute tension tuera ainsi plus d'oiseaux qu'un parc éolien constitué de 30 machines.

Les risques associés aux parcs offshore sont davantage liés aux espèces pélagiques ou aux espèces terrestres migratrices s'aventurant au large, poussées par le vent ou migrant au-dessus de la mer pour réduire le trajet de migration (exemple de la Manche avec la traversée d'un détroit). Les diverses

<sup>19</sup> Guide de l'étude d'impact sur l'environnement des parcs éoliens, ADEME 2005

études menées en Europe montrent que dans des conditions de visibilité normales, les risques de collision sont limités. Ce n'est que lors de conditions météorologiques particulières (brouillard, pluie, vent violent, ...) et de nuit que les risques deviennent importants. HUPPOP & al. (2006) rapportent 442 collisions avérées en Mer du Nord entre octobre 2003 et décembre 2004 dont 50% en 2 nuits (mauvais temps).

**Suivant les hauteurs de vol des différentes espèces présentes sur le site, l'effet sera faible à moyen.**

### **Modification des trajectoires**

Cet effet correspond au surcoût énergétique induit par la réaction des oiseaux face aux éoliennes. À l'approche d'un parc éolien, les oiseaux migrateurs ou en déplacement local peuvent avoir plusieurs réactions :

- La poursuite de la trajectoire amenant un passage entre les machines (c'est surtout le cas des passereaux) ;
- L'évitement : les oiseaux contournent le parc éolien ;
- L'éclatement du groupe : les oiseaux qui volent en formation se dispersent ;
- La perte d'altitude : les oiseaux passent sous les pales ;
- La prise d'altitude : les oiseaux prennent de l'altitude en amont du parc éolien ;
- Le demi-tour : les oiseaux rebroussement chemin et tentent de passer plus loin.

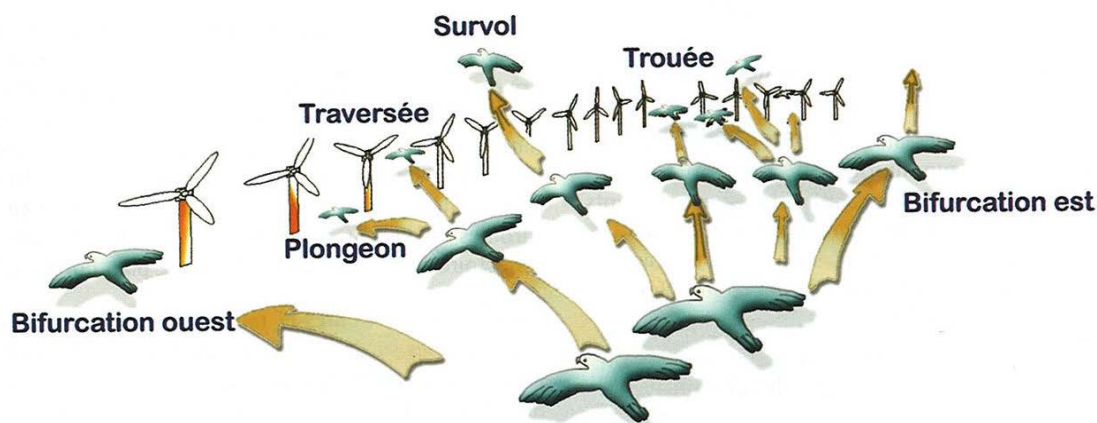


Figure 70 : Trajectoire de vol des oiseaux en présence d'éoliennes

Les distances de réaction dépendent de plusieurs facteurs :

- La configuration du parc (nombre de machines, espacement entre les machines, fonctionnement ou non, orientation par rapport à l'axe de déplacement...) ;
- La visibilité qu'ont les oiseaux sur le parc ;
- La sensibilité des espèces à la présence d'un obstacle dans leur espace aérien ;
- Les conditions météorologiques (vent, visibilité, ...).

Les études par radar (KALHERT et al., 2004 ; BIOTOPE) ont montré que le phénomène d'évitement peut avoir lieu à des distances de 1 à 3 kilomètres en amont des parcs éoliens. DREWITT AND LANGTON (2006) rapportent que la majorité des canards marins (Eiders, Macreuses) commencent à dévier leur vol

jusqu'à 3 kilomètres d'un parc éolien, de jour et par bonnes conditions de visibilité, tandis qu'ils dévient leur axe de vol à partir de 1 kilomètre du parc de nuit.

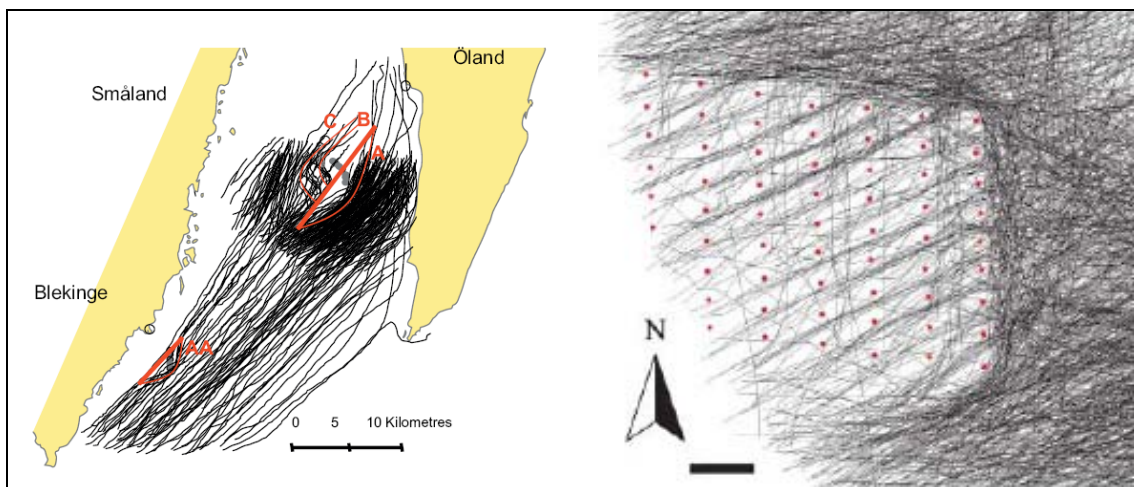


Figure 71 : Etude radar montrant l'évitement et le contournement quasi-systématique d'un champ d'éoliennes sur un site suédois (Pettersson, 2005 ; Desholm & Kahlert, 2005)

Toutes ces réactions entraînent des modifications du comportement des migrateurs et des dépenses énergétiques non négligeables. Ainsi, en ce qui concerne l'Eider à duvet et des oies (principalement Bernache cravant) au niveau de la Waddensee, l'évitement des parcs de Horn Revs et Nysted représente un accroissement de longueur total du déplacement migratoire de l'espèce variant, pour un seul parc, de 0 % à, dans les cas extrêmes, 10 % d'accroissement avec une moyenne proche de 1 % pour un unique parc (DESHOLM, 2006). Les dépenses énergétiques accrues induites par ces augmentations de distance de vol peuvent remettre en cause les capacités reproductrices des oiseaux pour la saison suivante voire entraîner un affaiblissement majeur suivi de mort et cas d'accumulation de facteurs défavorables (nombreux parcs éoliens ou obstacles anthropiques, tempêtes, mauvais temps). Ajoutées aux autres sources de perturbation (surpêche, pollution,...), ces modifications de trajectoires peuvent affecter considérablement les espèces par ailleurs menacées.

**Suivant l'espèce considérée et sa capacité d'anticipation à l'évitement, l'effet peut être considéré comme faible à moyen.**

### **Modification d'habitat**

La perte directe de surface liée à l'implantation des éoliennes est considérée comme négligeable par rapport à l'ensemble des secteurs utilisés en pêche par l'avifaune présente au sein de l'aire d'étude (notamment les anatidés plongeurs).

En raison du caractère non significatif de la perte directe de faune benthique (en termes de surface) et du phénomène d'aversion présenté par de nombreuses espèces à la présence des éoliennes, il est considéré comme très difficile d'apprécier les effets imputables à la perte directe d'habitats. PETERSEN et al. (2006), au sein de leur rapport final d'étude sur les fermes éoliennes de Nysted et Horns Rev au Danemark, estiment qu'il est, dans ces conditions, impossible de distinguer les effets induits par le changement de nature de l'habitat de ceux dus à l'éloignement des abords des éoliennes.

**L'effet lié à la modification d'habitat peut être considéré comme faible à moyen.**

A noter qu'outre le risque de collision, de nombreux oiseaux meurent aussi d'épuisement en tournant autour des sources lumineuses qui les désorientent totalement. Les collisions et morts d'épuisements sur des sites artificiels (tour de télévision, immeubles, éoliennes, ponts...) concernent des millions



d'oiseaux à l'échelon mondial (Zucca, 2010). Des études ont montré que la diversité d'espèces concernées peut être importante (jusqu'à 186 espèces tuées sur une tour de Floride en 30 ans) mais surtout les effectifs touchés peuvent être très importants (jusqu'à plusieurs dizaines de milliers d'oiseaux tués en une seule nuit) (Zucca, 2010). A noter d'ailleurs que les structures supérieures à 150 m de hauteur et pourvues d'éclairage s'avèrent les plus meurtrières (Zucca, 2010).

Certaines espèces rencontrées sur le périmètre d'étude sont sujettes à collision du fait de leurs caractéristiques biologiques et ce aussi bien pour les oiseaux marins, que pour les migrateurs terrestres (passereaux notamment). La menace d'incidence sera donc d'autant plus forte qu'il s'agit :

pour les oiseaux marins de populations sensibles, rares, inscrites à diverses listes réglementaires (Annexe I de la Directive Oiseaux, catégories SPEC, Liste Rouge Nationale, Liste Rouge régionale, Liste des espèces déterminantes...) et identifiées comme des espèces à stratégie de reproduction lente (faible taux de reproduction mais longévité forte) ce qui les rend d'autant plus sensibles

pour les migrateurs terrestres de populations importantes pouvant compter plusieurs milliers d'individus, ce qui augmente logiquement le risque potentiel de collision ou d'épuisement.

Au vu de la localisation de l'aire d'étude principale et des espèces potentiellement présentes localement, le choix de l'éclairage des éoliennes devra être examiné de manière judicieuse. En effet, certains groupes d'oiseaux, comme les procellariidés (Puffin des Baléares, Océanite tempête) peuvent être fortement perturbés par les éclairages nocturnes en mer, cas déjà étudié sur les plateformes pétrolières. Or, ces deux espèces pélagiques sont connues pour fréquenter la baie de Saint-Brieuc. Présents localement en effectifs importants, ils sont considérés comme des espèces bioindicatrices de zones marines de fort intérêt (Castège & Hémerly, 2009). Leur sensibilité aux infrastructures offshore et notamment éoliennes reste à mesurer. Des études ont déjà montré la grande sensibilité des espèces de procellariidés aux lumières artificielles qui peuvent perturber l'orientation de ces espèces à forte activité nocturne (et qui repèrent souvent leurs proies planctoniques grâce à leur bioluminescence) (Imber, 1975).

Les éclairages artificiels de sites littoraux proches des zones de reproduction sont notamment les plus destructeurs (Le Corre et al., 2002 ; Rodriguez & Rodriguez, 2009). Des hypothèses du même type sur des infrastructures offshore à fort éclairage telles que les plateformes pétrolières ont déjà pu être évoquées (Adams & Takekawa, 2008).

On se référera donc aux mesures prises sur certains édifices offshore (phares, plate-formes) et qui semblent porter leurs fruits (éclairage du mat, utilisation de certains spectres lumineux moins perturbants...).

### **c) En phase démantèlement**

Cette phase reproduira les effets observés durant le chantier de construction :

- Dérangement visuel et auditif,
- Collision
- Pollution accidentelle
- Modification temporaire de la turbidité

### Risque de collision

Le faible nombre et la taille des engins envisagés sur la zone, ainsi que la forte réactivité des espèces présentes en vol amènent à considérer que **les risques de collision en phase démantèlement seront faibles.**

### Perturbation et dégradation du milieu

Les phénomènes d'aversion des structures ou installations anthropiques sont peu notables pour les espèces présentes. Il s'agit en effet d'espèces très mobiles et considérées comme globalement peu sensibles aux activités humaines en général et aux dérangements en général. Le cas de grosses structures peu mobiles rend encore plus improbable les risques de perturbation notables de la plupart des espèces.

**L'effet lié à la perturbation des espèces sera donc faible**

### Pollution accidentelle

Les impacts des pollutions accidentelles sont très variables et dépendent d'une multitude de facteurs difficilement envisageables. L'effet potentiel est également très variable mais peut être important. Une prise en considération de ces éléments est à intégrer au projet.

**L'effet pourra alors être considéré comme faible.**

#### 3.4.5.4. Synthèse des impacts

	SENSIBILITE	PHASE	NATURE DE L'EFFET	EFFET	IMPACT POTENTIEL
AVIFAUNE	Forte	Construction	Risque de collision	Faible	Moyen
			Perturbation et dégradation du milieu	Faible	Moyen
			Pollution accidentelle	Faible	Moyen
		Exploitation	Nuisances sonores et vibrations	Aucun	Nul
			Risque de collision	Faible à moyen	Moyen à fort
			Modification de trajectoires	Faible à moyen	Moyen à fort
			Perte d'habitat	Faible à Moyen	Moyen à fort
		Démantèlement	Risque de collision	Faible	Moyen
			Perturbation et dégradation du milieu	Faible	Moyen
			Pollution accidentelle	Faible	Moyen

Tableau 60 : Avifaune - Synthèse des impacts

### 3.4.6. Les Chiroptères

Si actuellement, l'occupation du territoire marin par les Chiroptères est peu documentée, l'activité des chauves-souris en mer est désormais établie.

Le bureau d'études AXECO a ainsi été mandaté afin de réaliser un prédiagnostic relatif au projet.

Cette étude est basée sur l'analyse du contexte environnemental local, de la synthèse des données bibliographiques disponibles et s'appuie en particulier sur « une synthèse historique des données chiroptérologiques » locales et régionales, extraites par le Groupe Mammalogique Breton (GMB). Elle a pour but notamment une estimation des sensibilités chiroptérologiques du périmètre.

Ces rapports sont consultables dans leur intégralité en Annexes 10 et 11.

#### 3.4.6.1. État des lieux

Le périmètre élargi choisi pour l'analyse correspond à une bande littorale de 5 km sur l'ensemble des côtes de la baie de Saint-Brieuc, depuis la Pointe de l'Arcoüest jusqu'au Cap Fréhel.

#### a) Zonages patrimoniaux

Les données concernant les Chiroptères dans les inventaires et dans les listes d'espèces dans les zones protégées sont assez peu nombreuses et parcellaires.

On retrouve sur le secteur étudié les zonages patrimoniaux et d'inventaire ayant un intérêt chiroptérologique suivants :

ZNIEFF DE TYPE I					
Identifiants	Désignation	Espèces	Condition d'inventaire	Distance et orientation par rapport à la zone du projet	
05250002	Anse de la Richardais	Grand rhinolophe	Hivernage	34.3 km	Sud-est
05250006	Le Mont Garo	Grand rhinolophe Petit rhinolophe Grand murin Murin à oreilles échancrées	Hivernage	41.3 km	Sud-est
ZNIEFF DE TYPE II					
Identifiants	Désignation	Espèces	Condition d'inventaire	Distance et orientation par rapport à la zone du projet	
00010000	Landes Du Cap Frehel	Grand rhinolophe	Hivernage	12.7 km	Sud-est
05250000	Estuaire De La Rance	Petit rhinolophe Grand rhinolophe Grand Murin Murin à oreilles échancrées Murin de Daubenton Pipistrelle commune Pipistrelle de Nathusius Noctule de Leisler Oreillard gris	chasse	30.6 km	Sud-est

ZSC						
Identifiant national	Identifiant régional	Désignation	Espèces	Condition d'inventaire	Distance et orientation par rapport à la zone du projet	
FR5300011	11	Cap d'Erquy- cap Fréhel	Petit rhinolophe Grand rhinolophe Grand murin	Hivernage	Partiellement incluse pour sa partie marine	
FR5300012	12	Baie de Lancieux, baie de l'Arguenon, archipel de Saint-Malo et Dinard	Grand rhinolophe Grand murin Barbastelle d'Europe Murin de Bechstein Murin de Natterer	Hivernage et Reproduction	18,8 km	Sud-est
FR5300066	66	Baie de Saint-Brieuc - Est	Petit rhinolophe Grand rhinolophe Barbastelle d'Europe Murin de Bechstein		5,1 km	Sud
APPB						
Identifiant national	Identifiant régional	Désignation	Espèces	Condition d'inventaire	Distance et orientation par rapport à la zone du projet	
FR3800471	41	La Garde Guérin en St Briac	Grand rhinolophe Grand murin Murin de Daubenton		26,8 km	Sud-est
FR3800512	42	Golf de Dinard	Grand rhinolophe Grand murin Murin de Daubenton		26,8 km	Sud-est

Tableau 61 : Synthèse des zonages patrimoniaux présentant un intérêt chiroptérologique

Au total, 13 espèces sont recensées. Il est important de noter que la ZNIEFF de type II n°0001000 « landes du cap Fréhel » est un site majeur d'hivernation pour le Grand Rhinolophe puisqu'il accueille une colonie de 50 à 250 individus.

#### b) Synthèse des données chiroptérologiques sur le littoral de la baie de Saint-Brieuc

En cumulant l'ensemble des observations du G.M.B. avec les données issues des inventaires réalisés dans les zones de protection et les zones d'inventaires, la portion de littoral considérée est riche de **17 espèces**. D'une manière générale, le plan de restauration des Chauves-souris en Bretagne (2008) dénombre **21 espèces** dont 20 sont considérées comme présentes dans le département des Côtes d'Armor.

Globalement, toutes ces espèces sont intégralement protégées par la législation française et inscrites à l'annexe IV de la Directive habitat. Parmi ces espèces, **6 sont d'intérêt communautaire et inscrites à l'annexe II de la Directive habitat**.

Au niveau régional, 11 de ces espèces sont inscrites à la liste des espèces « Déterminantes ZNIEFF ».

Toutes ces espèces sont inscrites à l'annexe 2 de la Convention de Bonn (conservation des espèces migratrices) et à l'annexe 2 de la Convention de Berne (conservation de la vie sauvage et du milieu naturel en Europe).

### c) Synthèse

Le littoral de Saint-Brieuc présente une diversité de chauves-souris assez remarquable puisque 17 espèces sur les 20 présentes dans les Côtes d'Armor y ont été observées.

L'intérêt chiroptérologiques de cette portion du littoral de la baie de Saint-Brieuc repose principalement sur deux espèces :

- Un noyau de population important de Grands rhinolophes
- La présence de la 3<sup>ème</sup> colonie de mise-bas recensée en France pour la Pipistrelle de Nathusius.



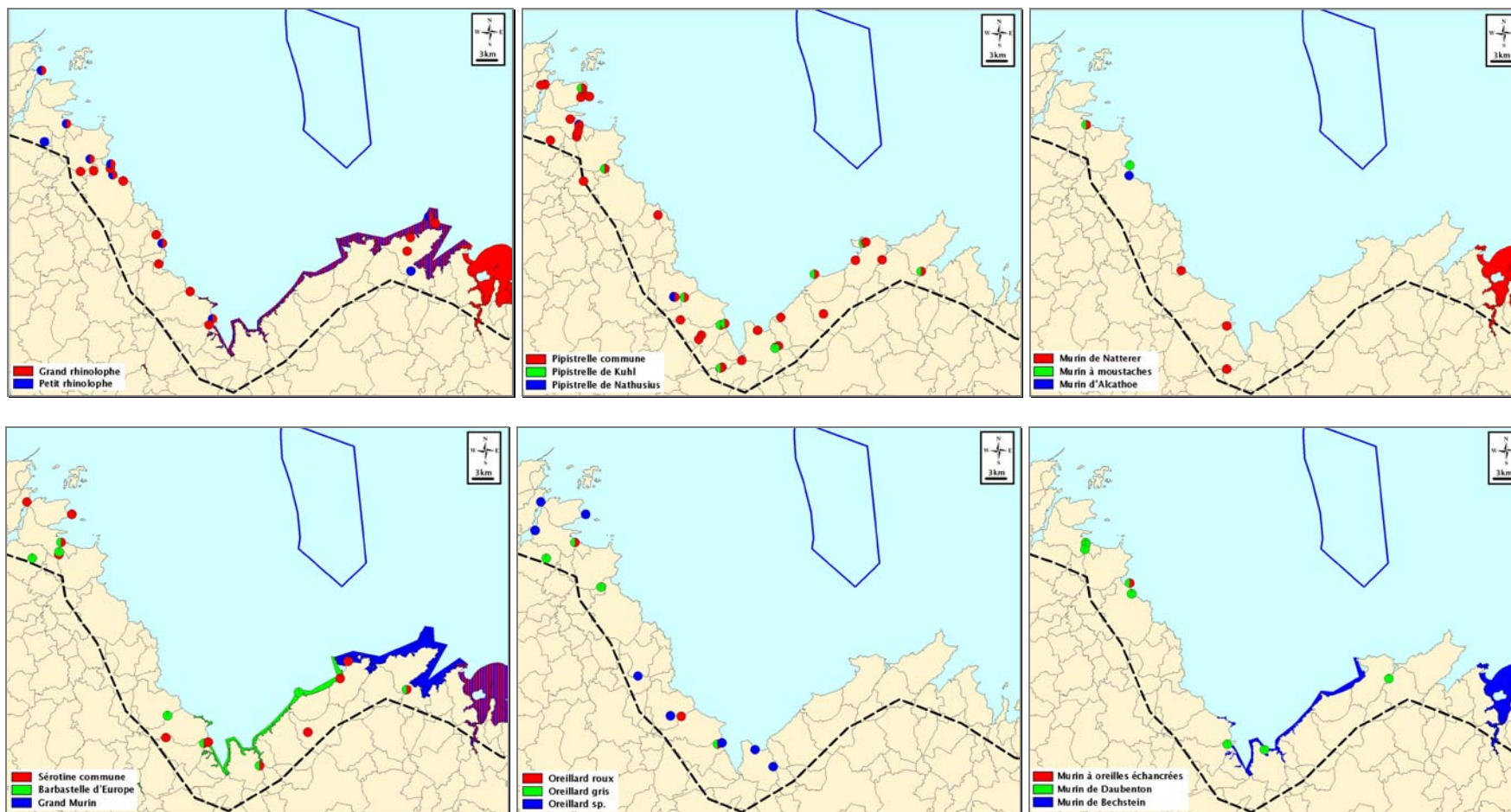


Figure 72 : Localisation de toutes les observations (GMB, Natura 2000, ZNIEFF, APPB) pour chaque espèce (Source : AXECO, 2011)

#### d) Données d'observation de chauves-souris en mer

Globalement, les quatre espèces européennes identifiées par Hutterer et coll. (2005) comme espèces migratrices vraies sont souvent détectées en mer, tant au large qu'au-dessus de bras de mer entre îles et continent. Ces espèces ont été principalement contactées en période migratoire.

Outre les espèces migratrices vraies, plusieurs espèces à déplacements plus réduits ont été observées en chasse au large. Ces espèces semblent suivre les nuages d'Insectes qui survolent la mer au gré des mouvements de masses d'air.

Parmi les espèces potentiellement présentes sur le littoral, plusieurs ont déjà fait l'objet d'observation en mer, certaines à plus de 150 km des côtes. Onze espèces ont été détectées parmi lesquelles :

- la Pipistrelle de Nathusius qui est la plus contactée,
- Le Murin de Daubenton a été significativement observé en chasse au niveau des aérogénérateurs. Cette espèce est typiquement adaptée à la chasse au-dessus des milieux aquatiques. Il est probable que c'est cette spécificité qui lui permet de chasser en mer.
- La Sérotine commune, espèce migratrice régionale peut être contactée en mer. De taille moyenne, elle est connue pour chasser le long des côtes du Nord de l'Europe.
- Les contacts avec la Pipistrelle commune sont assez rares, voire anecdotiques.
- Aucune espèce inféodée au milieu forestier n'a été observée (Murin, Barbastelle...) au-dessus de la mer.
- Les Oreillards ont très rarement été observés, uniquement au large des côtes de l'Écosse.

#### 3.4.6.2. *Synthèse des enjeux et sensibilités*

	CARACTERISTIQUES	ENJEUX	SENSIBILITE
CHIROPTERES	Intérêt chiroptérologique du littoral, à préciser sur la zone d'implantation Espèces potentiellement présentes en mer	Minimiser le dérangement sur ces espèces	Faible

Tableau 62 : Chiroptères - Synthèse des enjeux et sensibilités

#### 3.4.6.3. *Effets potentiels*

##### a) En phase construction

Si le risque de mortalité de Chiroptères par collision dans un parc éolien en activité est avéré, celui-ci s'avère très faible en phase de travaux.

**Les effets de la phase construction sur les Chiroptères peut donc être considérés comme faibles.**

##### b) En phase exploitation

Le manque de retour d'expérience sur la fréquentation et la mortalité des chauves-souris dans les parcs éoliens en mer, ne permet pas d'évaluer avec exactitude l'importance des effets. On peut toutefois avancer quelques effets potentiels, à partir des connaissances sur les parcs terrestres.

Les impacts spécifiques générés par la phase d'exploitation des parcs éoliens offshore sont actuellement encore peu connus et documentés que par une seule étude (Alhen et coll., 2007). Ces impacts pourront donc être de trois types :

- Perte de territoires et sites utilisés par les Chiroptères
- Évitement du parc par les espèces migratrices
- Collisions ou barotraumatisme

#### **Perte de territoires et sites utilisés par les Chiroptères :**

Il est trivial de préciser que dans le cas d'une implantation d'éolienne en mer, on n'observera aucune destruction ou raréfaction des gîtes favorables à la reproduction ou à l'hibernation existants, la pleine mer n'offrant pas de possibilité d'installation de gîte.

De même, au cours des périodes de reproduction ou d'hibernation, on n'observera aucun dérangement de colonies liées à l'activité humaine.

On observera une possible réduction de territoire de chasse pour les espèces chassant en mer. **Cet effet devrait être assez faible car toutes les espèces observées en mer utilisent de manière plus régulière des habitats terrestres que les aires marines.**

#### **Évitement du parc par les espèces migratrices :**

Contrairement aux Oiseaux, il semble que les Chiroptères ne cherchent pas à éviter les parcs éoliens en activité. En mer, cet évitement n'a jamais été observé. Au contraire, quelques observations ont montré que des Noctules communes pouvaient être attirées autour des éoliennes pour y chasser les Insectes présents.

**L'effet d'évitement devrait donc être nul.**

#### **Collisions et barotraumatismes :**

Le taux de mortalité est étroitement lié à la présence des Chiroptères au niveau des pales lorsque celles-ci sont en mouvement (collisions directes ou barotraumatismes).

Comme le signalent Ahlen et coll. (2007), il convient de distinguer le cas des Chiroptères en migration de celui des Chiroptères en chasse :

- *Chiroptères en migration :*

Actuellement, les voies de migration utilisées par les Chiroptères sont très peu connues. Sur terre, il semble que ces axes de déplacement saisonnier empruntent préférentiellement les vallées des cours d'eau. En mer, aucune voie de migration n'a été réellement identifiée. Aujourd'hui, il est impossible d'affirmer si les Chiroptères en migration au-dessus de la mer suivent des voies définies ou traversent de manière diffuse et aléatoire. L'importance de l'impact de l'implantation d'un parc éolien offshore dépend nécessairement de cette connaissance.

- *Chiroptères en chasse :*

Les Chauves-souris en activité de chasse au niveau des éoliennes offshore appartiennent à la fois aux espèces migratrices et aux espèces côtières plus opportunistes. Cette activité de chasse est directement liée à la présence de proies (Insectes) autour des éoliennes, potentiellement attirées par le balisage lumineux ou la chaleur produite.

La probabilité de retrouver des insectes au niveau du parc éolien de Saint-Brieuc est cependant réduite du fait de son éloignement à la côte.

Nous considérerons donc l'effet du parc en exploitation comme faible sur les espèces de Chiroptères en chasse.

**c) En phase démantèlement**

Tout comme en phase de construction, les effets de la phase de démantèlement peuvent être considérés comme nuls.

**3.4.6.4. Synthèse des impacts**

	SENSIBILITE	PHASE	NATURE DE L'EFFET	EFFET	IMPACT
CHIROPTERES	Faible	Construction	Risque de collision	Faible	Faible
		Exploitation	Perte de territoire	Faible	Faible
			Évitement du parc	Aucun	Nul
			Collision ou barotraumatisme	Faible	Faible
		Démantèlement	Risque de collision	Faible	Faible

*Tableau 63 :Chiroptères - Synthèse des impacts*

## 4. PRESENTATION DES CHOIX DE CONCEPTION ET DES MESURES ENVISAGES POUR EVITER, REDUIRE OU LE CAS ECHEANT, COMPENSER LES EFFETS NEGATIFS NOTABLES DU PROJET (D7.2)

### 4.1. PRESENTATION DES CHOIX DE CONCEPTION

Le projet proposé par le Consortium a été conçu suivant une logique d'optimisation technique et environnementale de façon à concevoir le projet de moindre impact, c'est-à-dire le meilleur compromis entre :

- la faisabilité technique et économique du projet (cf. Notes D1 et D2),
- les attentes exprimées par les acteurs locaux, avec la nécessaire prise en compte des activités préexistantes (cf. note D8),
- la prise en compte de l'environnement, objet de la présente note.

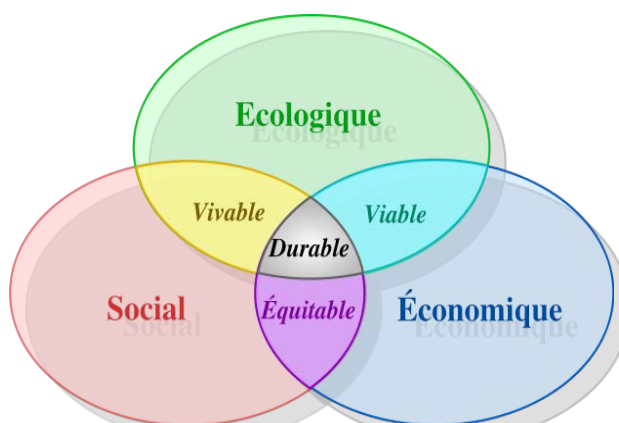


Figure 73 : Le développement durable = une équilibre entre les sphères économiques, humaines et environnementales

Cette démarche de développement durable s'est traduite par :

- une implantation équilibrée
- un choix technique des fondations favorable à l'environnement
- un plan de câblage optimisé



#### 4.1.1. Une implantation équilibrée

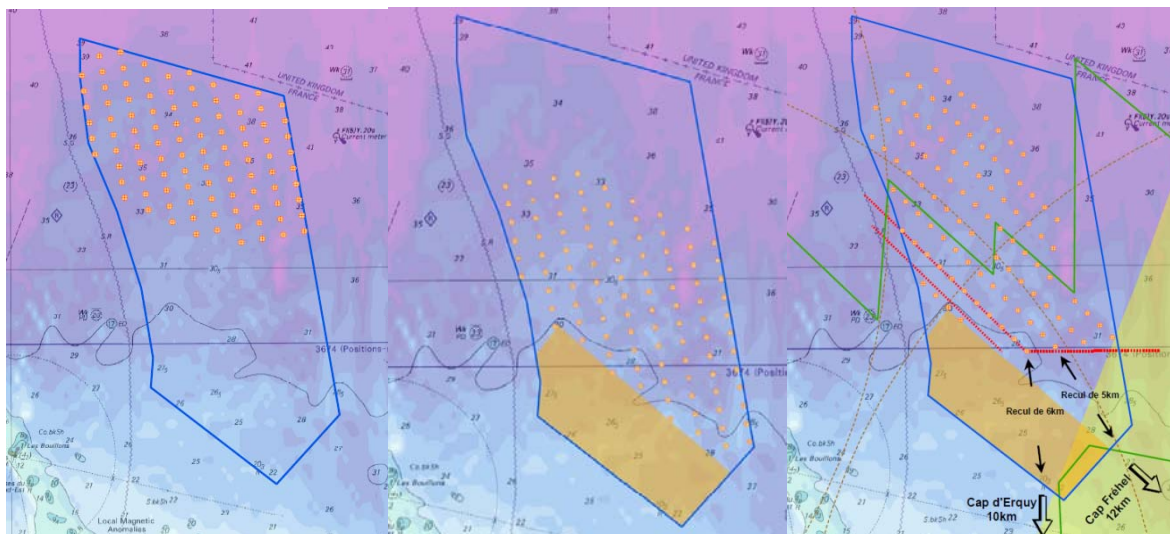


Figure 74 : Évolution de l'implantation (à gauche, optimum environnemental non viable techniquement, à droite évolution du recul pour obtenir l'optimum entre viabilité technique et prise en compte de l'environnement naturel et humain (Cf. Annexe 1)

La richesse ornithologique de la baie de St-Brieuc est identifiée comme l'un des principaux enjeux environnementaux du site. Peuvent être signalés en particulier :

- la proximité immédiate de la ZPS FR5310095 « Cap d'Erquy-Cap Fréhel » qui chevauche en partie la zone définie dans l'appel d'offre (au Sud-Est),
- la présence d'une colonie de Pingouin torda (9 couples) et du Guillemot de Troil (250 à 290 couples) au cap Fréhel (13 km de la zone de l'appel d'offre).

Ces éléments, couplés à l'ensemble des enjeux signalés précédemment (cf. note 7.1), ont conduit l'ornithologue à préconiser « un éloignement maximal du fond de la baie »<sup>20</sup>.

Le littoral Breton se caractérise par une grande qualité paysagère. Sur la baie de St-Brieuc, les sites du Cap Erquy et du Cap Fréhel-Pointe de la Latte se distinguent particulièrement<sup>21</sup> par :

- un intérêt paysage indéniable,
- une protection réglementaire (sites classés),
- une reconnaissance sociale majeure,
- et une proximité immédiate de la zone d'appel d'offre (10 km pour le cap Erquy, 13 pour le Cap Fréhel)

Là encore, ces sensibilités vont dans le sens d'un éloignement maximal.

<sup>20</sup> Ref étude géoca

<sup>21</sup> Ref étude Atelier de l'Isthme



Figure 75 : Le Cap Fréhel et ses alentours (ici, vue sur la pointe du Jas), un ensemble de grande qualité paysagère

Cependant, la bathymétrie représente une contrainte forte pour la viabilité du projet. Le choix du Consortium a donc été de reculer au maximum les éoliennes tout en évitant les zones les plus profondes. Ce choix s'est traduit par un recul de 7 km au Nord par rapport à la pointe Sud de la Zone d'Appel d'Offre et une mise à distance significative vis-à-vis d'enjeux environnementaux proches.

ENJEU	EFFET DU CHOIX D'IMPLANTATION	RECU
ZPS FR5310095 « Cap d'Erquy-Cap Fréhel »	Évitement	4,4 km
Colonies d'oiseaux patrimoniaux au Cap Fréhel	Mise à distance (17 km)	4 km (+30%)
Préconisation de l'ornithologue (éloignement maximal du fond de la baie)	Mise à distance (36 km)	4,5 km (+14%)
Cap Erquy	Mise à distance (16,8 km)	6 km (+55%)
Cap Fréhel	Mise à distance (17 km)	4 km (+30%)

Tableau 64 : Effet du choix d'implantation vis-à-vis d'enjeux environnementaux proches de la zone d'Appel d'offre

#### 4.1.2. Un modèle d'aérogénérateur optimum

##### 4.1.2.1. Une maturité industrielle favorable à l'environnement

Le Consortium a prévu d'équiper le site de St-Brieuc avec des aérogénérateurs AREVA M5000-135. Cette variante de l'AREVA M5000 ne diffère de cette dernière que par le diamètre du rotor. Or, l'éolienne AREVA type M5000 :

- est un modèle spécifiquement développé pour les conditions maritimes
- est testé depuis 2009 sur le site pilote allemand d'Alpha Ventus (135.000 heures de fonctionnement)
- a déjà obtenu la Certification Germanischer Lloyd's (GL) offshore

Cette maturité est une garantie de fiabilité des installations qui permet de réduire le risque d'incident et les impacts environnementaux pouvant y être associés (ex : casse d'éléments).

#### 4.1.2.2. Un optimum en termes d'emprise du parc

Le tableau suivant fait un comparatif de la surface nécessaire en projet en fonction de la puissance de l'aérogénérateur. Il démontre que pour atteindre 500 MW en respectant à la fois les contraintes d'écartement de l'appel d'offre (800 m x 100 m) et les pertes de sillages (espacement de 6 diamètres x 8 diamètres), l'utilisation des aérogénérateurs AREVA M5000-135 permet de réduire l'étendue du parc.

PUISSANCE UNITAIRE (MW)	DIAMETRE ESTIME DU ROTOR (m)	NOMBRE DE TURBINES (ET FONDATIONS) NECESSAIRES POUR 500 MW	SURFACE NECESSAIRE (KM <sup>2</sup> ) POUR RESPECTER UN ESPACEMENT DE 800/1000	SURFACE NECESSAIRE (KM <sup>2</sup> ) POUR RESPECTER UN ESPACEMENT DE 6Dx8D	SURFACE NECESSAIRE AU PROJET (KM <sup>2</sup> ) EN RESPECTANT CES 2 CRITERES)
2	80	250	200	77	<b>200</b>
3	90	166	133	65	<b>133</b>
3.6	120	138	110	95	<b>110</b>
5	135	100	80	87	<b>87</b>
6	150	83	66	90	<b>90</b>
7	164	71	57	92	<b>92</b>

Tableau 65 : Comparatif de la surface nécessaire en fonction de la puissance unitaire de l'éolienne

#### 4.1.3. Un choix technique des fondations favorable à l'environnement

Les principaux types de fondations utilisées pour les parcs éoliens offshore posés sont :

- les embases gravitaire, masse en béton faisant contrepoids à l'éolienne
- le monopieu, pieu métallique enfoncé dans la partie dure du fond marin
- la jacket, treillis métallique fixé au fond marin par quatre petits monopieux
- le tripode, tripode fixé au fond marin par trois monopieux

La figure suivant illustre ces différentes technologies.

Figure 1 : Schémas des différentes structures support d'éoliennes offshore (selon Germanischer Lloyd)

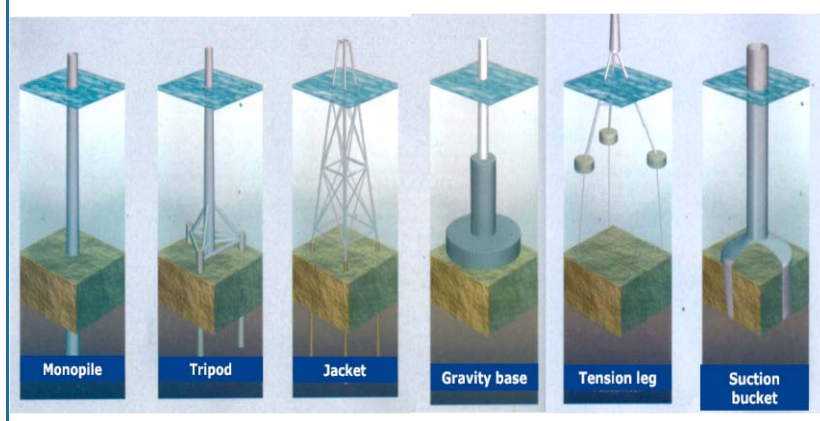


Figure 76 : Différentes fondations pour les éoliennes offshore (Germanischer Lloyd), Jacket (Source : Technip)

Un monopieu présente un diamètre d'environ 7 m et nécessite une longueur d'ancrage de 20 à 30 m en fonction de la résistance du sol<sup>22</sup>.

Une fondation jacket est fixée au sol par 4 pieux d'un diamètre d'environ 1,5 m et nécessite une longueur d'ancrage de 15 à 20 m en fonction de la résistance du sol.

Une embase gravitaire ne nécessite aucune opération de forage/battage, mais doit être positionné sur une surface plane. C'est pourquoi ce type de fondation nécessite une préparation de sol. Le diamètre au sol de l'embase gravitaire est de l'ordre de 25-30 m.

D'un point de vue strictement environnemental, les impacts attendus liés à l'installation d'une fondation d'éolienne offshore peuvent être résumés (cf. D7.1) :

- en phase chantier :
- au bruit généré à l'installation, en particulier lors des opérations de battage et de forage
- à l'extraction de matériaux marins et à la remise en suspension de sédiments
- en phase exploitation, à leur emprise au sol.



Le tableau suivant résume les principales caractéristiques des fondations monopieux, embases gravitaires et jacket au regard de ces trois sources d'impact<sup>23</sup>.

Il démontre :

- d'une part que les monopieux et les jackets se distinguent par une emprise réduite et l'absence de préparation du fond marin, qui est une opération lourde,
- d'autre part, que part les dimensions plus réduites de leurs pieux, les jackets nécessitent des opérations de battages/forage plus réduites en durée et/ou en intensité que les monopieux,
- donc que les jackets sont les fondations de moindre impact sur ces trois critères.

<sup>22</sup> Diamètre estimé pour une éolienne type AREVA M5000 (il est généralement de 5-6 m pour une éolienne type SIEMENS 3.6 MW)

<sup>23</sup> Les tripodes, qui peuvent être assimilés à une situation intermédiaire entre le jacket et le monopieu, ne sont pas traités ici

CRITÈRE CONSIDÉRÉ	MONOPIEUX	EMBASES GRAVITAIRES	JACKET
Diamètre (m)	7	25-30	1,5 (par pieu)
Longueur d'ancrage (m)	20-30	NA	15-20
Opération de préparation du sol	Na	Oui	NA
Volumes extraits lors des opérations de forage (m <sup>3</sup> )	800 à 1 100	NA	150 (pour les 4 pieux)
Emprise au sol (m <sup>2</sup> )	40	500-700	7 (pour les 4 pieux)

Tableau 66 : Comparatif des différents types de fondation

#### 4.1.4. Un plan de câblage optimisé

Le premier plan de câblage proposé correspond à un optimum technique en termes de contraintes électriques (courant et section de câble). Si l'évolution du plan de câblage est intimement liée à des questions d'activités de pêche, cette évolution va aussi dans le sens d'une réduction de la longueur totale de câble, qui diminue de 6 km entre la version initiale et la version finale, soit une diminution de 5%.

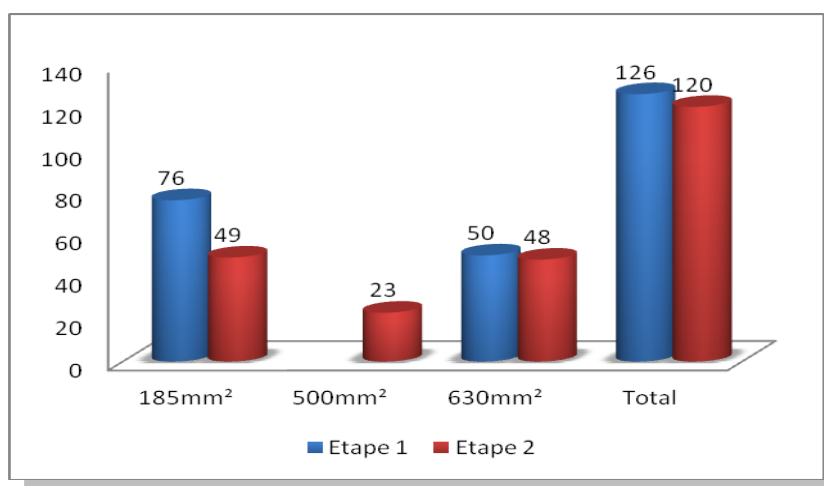


Figure 77 : Évolution des longueurs de câbles (par section) en fonction des variantes

A noter que les systèmes d'ensouillage sont identiques quel que soit la section de câble considéré. Donc, indifféremment de la question de la section de câble, cette réduction de 6 km diminue d'autant les incidences liées aux opérations d'ensouillage de câbles.

**Le projet proposé par le Consortium a été conçu suivant une logique d'optimisation technique et environnementale de façon à concevoir le projet de moindre impact.**



En termes d'implantation, les éoliennes du projet de parc éolien offshore de la baie de Saint-Brieuc ont été éloignées des côtes autant que le permettait la bathymétrie, soit un recul de 7 km au Nord par rapport à la pointe Sud de la Zone d'Appel d'Offre.

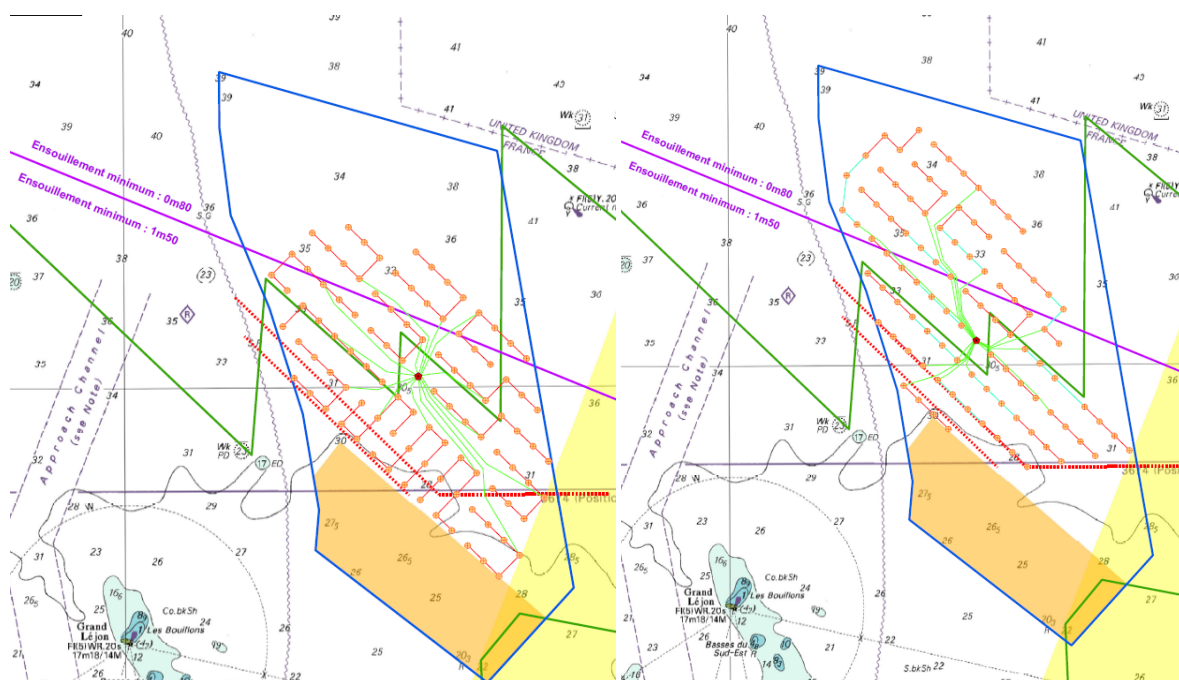


Figure 78 : Évolution du plan de câblage (Cf. Annexe 1)

**Vis-à-vis des enjeux environnementaux les plus proches, ce choix représente une mise à distance significative :**

- recul de 6 km (+55%) vis-à-vis du Cap Erquy, site classé emblématique
- recul de 4 km (+30%) vis-à-vis du Cap Fréhel, site classé emblématique abritant des colonies d'oiseaux à forte valeur patrimoniale

Le type fondations sélectionné pour le projet « Ailes Marines », la jacket, se distingue par :

- une emprise réduite et l'absence de préparation du fond marin, contrairement aux embases gravitaires,
- des dimensions de pieux réduites, donc des opérations de battages/forage moins impactantes que les monopieux.

Le plan de câblage du projet a été conçu de façon à diminuer autant que possible les longueurs de câbles, soit une diminution de 6 km (-5%) entre la version initiale et la version finale.

**L'ensemble de ces éléments permettent d'affirmer que le projet proposé par le Consortium a été conçu suivant une logique d'optimisation technique et environnementale de façon à concevoir le projet de moindre impact.**

## 4.2. PRESENTATION DES MESURES ENVISAGEES EN PHASE TRAVAUX

Le chapitre suivant présente les mesures qui seront mises en œuvre pour supprimer, réduire ou compenser les impacts.

### 4.2.1. Mesures de prévention

Ces mesures ont été développées lors de la phase de conception du projet en tenant compte des contraintes environnementales, techniques et socio-économiques. Elles sont pour la plupart développées dans le chapitre précédent « Présentation des choix de conception ».

#### a) Optimisation du chantier

L'installation d'un parc nécessite un nombre de navires importants sur la zone qui feront des allers-retours entre le site d'implantation et le port de construction.

L'analyse des impacts sur la faune a montré qu'il y aura des impacts dus à l'augmentation du trafic.

Afin de remédier à ce dérangement, les navires choisis pour le chantier seront adaptés :

- La taille des navires sera suffisante pour transporter plusieurs machines ou fondation en même temps. Le nombre de trajet entre le port et la zone de projet sera donc ainsi minimiser,
- Les navires seront modernes et le bruit des moteurs sera réduit par rapport à des navires plus anciens, ainsi l'intensité du bruit sera réduit,
- Des navires modernes seront potentiellement une source plus faible de pollution.

#### b) Gestion des déchets de chantier

Selon le Code de l'Environnement, « toute personne qui produit ou détient des déchets est tenue d'en assurer ou d'en faire assurer l'élimination ». L'élimination des déchets comporte les opérations de collecte, transport, stockage, tri et traitement nécessaires à la récupération des éléments et matériaux réutilisables ou de l'énergie, ainsi qu'au dépôt ou au rejet dans le milieu naturel de tous autres produits dans des conditions propres à éviter des nuisances.

Le Consortium s'engage à prévoir l'organisation de la gestion des déchets de chantier et d'en assumer les coûts.

Pour ce faire, un plan de gestion des déchets sera élaboré. Ce plan prévoira la référence opérationnelle pour la manutention, le stockage, le transport, la réutilisation, le recyclage et l'élimination des déchets générés par les activités de construction tout au long du projet.

Les exigences pour la gestion des déchets comprennent la nécessité de vérifier:

- Que toutes les parties participant aux activités de chantier sont en pleine conformité avec toutes les réglementations (nationales et internationales),
- Que tous les déchets sont traités d'une manière qui minimise les dommages à l'environnement,
- Que toutes les parties participant aux activités de chantier sont en mesure d'identifier et de séparer les déchets par catégorie et par type (par exemple: dangereux / non dangereux, liquide / solide) et d'orienter les déchets vers les filières conformes à la réglementation,
- La traçabilité des déchets,
- Que chaque type de déchet a un site de dépôt adéquat et identifié.

#### c) Prévention des risques de pollution accidentelle

Afin d'éviter toute perturbations de l'environnement, des dispositions seront prises via le respect du plan d'hygiène, de sécurité et d'environnement (Plan d'Assurance Environnement). Celui-ci s'applique à tous les engins de travaux et de maintenance et à toutes les entreprises intervenant sur le site. Le Plan d'Assurance Environnement permettra notamment d'éviter au maximum les pollutions accidentelles, les accidents avec les engins de travaux.

Le maître d'ouvrage s'engagera à la mise en œuvre de l'ensemble des dispositifs préventifs permettant d'éviter les rejets accidentels de produits toxiques au sein du milieu naturel, en phase travaux et démantèlement mais également lors de la phase opérationnelle. L'entretien rigoureux et fréquent des installations doit prévenir tout risque de pollution.

Afin de clarifier les engagements du maître d'ouvrage, les entreprises prestataires devront élaborer un PPSPS ou PAE qui détaillera notamment :

- Le ou les responsables du contrôle environnement interne,
- Le ou les responsables du contrôle environnemental externe (si jugé nécessaire),
- Le choix des techniques et produits les moins à risque pour l'environnement,
- Les procédures en cas d'incident environnemental mineur ou majeur (procédures internes ou pouvant faire appel à des acteurs externes),
- Les barrières anti-pollution, pompes à hydrocarbures, adsorbants et tout autre équipement de sécurité qui devra équiper les navires.

Le plan devra être scrupuleusement suivi et mis en œuvre. Le défaut de respect des engagements du prestataire entraînera des indemnités forfaitaires lourdes prévues au marché.

#### d) Prévention contre les impacts sur les mammifères marins

Le principal impact attendu du projet sur les mammifères marins résulte du bruit engendré par le chantier lors des phases de forage des fondations.

Avant le forage ou de toute autre opération générant de fortes nuisances acoustiques, une équipe spécialisée parcourra la zone de chantier pour mener de recherches visuelles et acoustiques (à l'aide de détecteurs immergés) pour vérifier l'absence de mammifères marins dans un rayon d'1 km autour du site de construction.

Si des mammifères marins sont présents, les opérations de battage/forage ne pourront s'effectuer.

Si, sur une période ininterrompue d'au moins 30 minutes, aucun mammifère marin n'est observé visuellement ou détecté par des moyens acoustiques, alors, les opérations de forages seront autorisées, en une montée en intensité progressive (cf. mesures réductrices).

#### **4.2.2. Les mesures de réduction**

Ces mesures visent à réduire un impact qui n'a pu l'être en phase de conception. En effet, l'installation et le démantèlement vont inévitablement créer des modifications de l'environnement.

##### **a) L'environnement physique**

L'analyse des impacts a mis en évidence que ces derniers étaient relativement limités.

Les impacts occasionnés par les travaux sont difficilement réductibles. En effet l'augmentation de la turbidité semble difficilement maîtrisable.

##### **b) L'environnement naturel et patrimonial**

###### **Découverte fortuite de patrimoine sous-marin**

En cas de découverte fortuite de patrimoine archéologique lors des travaux, la protection du patrimoine culturel sous-marin est assurée par la loi relative aux biens culturels maritimes du 1<sup>er</sup> décembre 1989.

« Toute personnes qui découvre un bien culturel maritime est tenue de le laisser en place et de ne pas y porter atteinte. Elle doit, dans les 48 heures de la découverte ou de l'arrivée au premier port, en faire la déclaration à l'autorité administrative.

Quiconque a enlevé fortuitement un bien culturel maritime du domaine public maritime par suite de travaux ou de toute autre activité publique ou privée ne doit pas d'en départir. Ce bien doit être déclaré à l'autorité administrative dans le délai fixé par l'article 3 ; il doit être déposé auprès de celle-ci dans le même délai ou tenu à sa disposition ».

##### **c) L'environnement biologique**

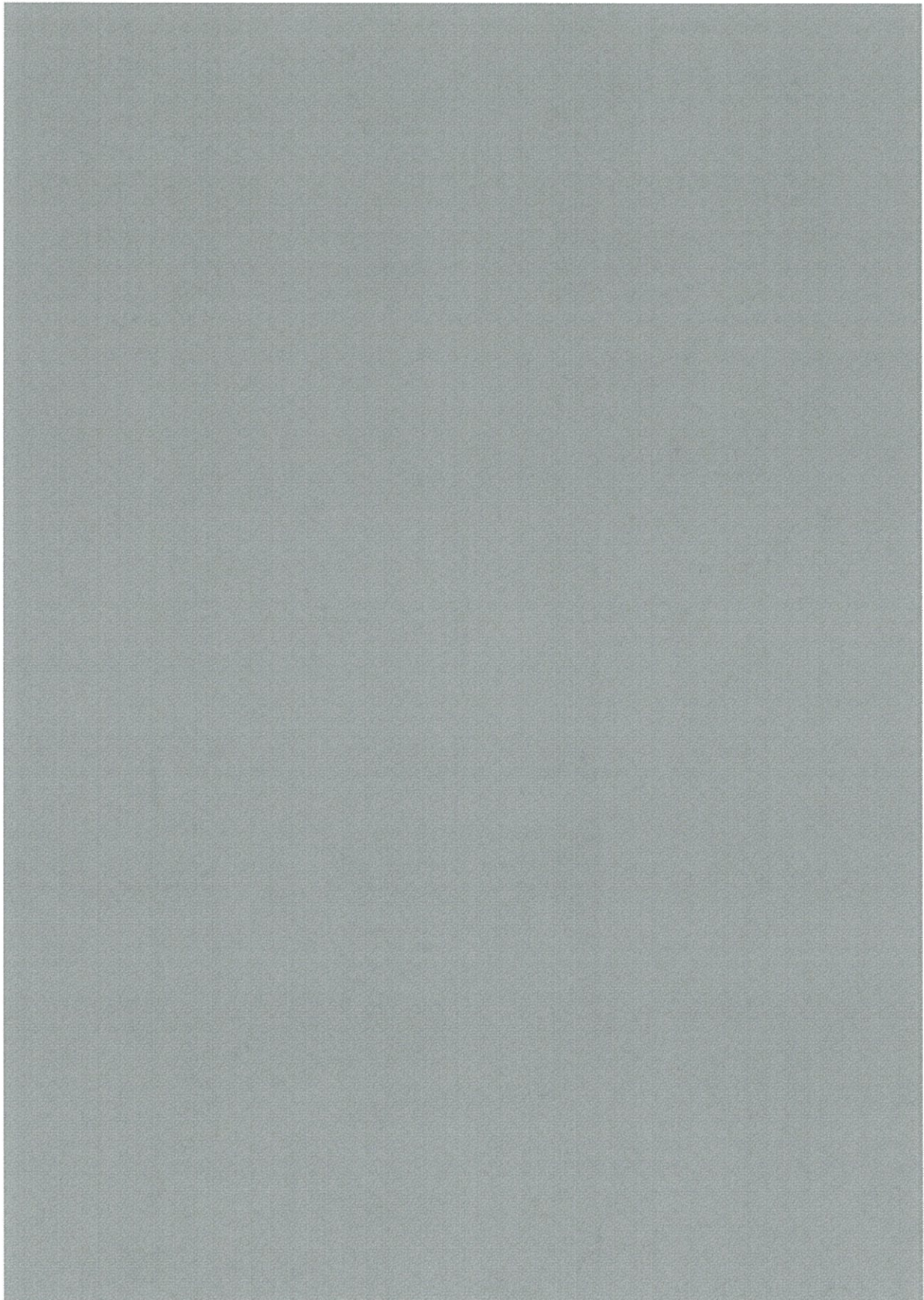
###### **Mesures contre le bruit**

L'effet le plus important durant les travaux est du aux émissions sonores qui seront de forte intensité. Ces sons pourront être à l'origine de panique pour les animaux à proximité.

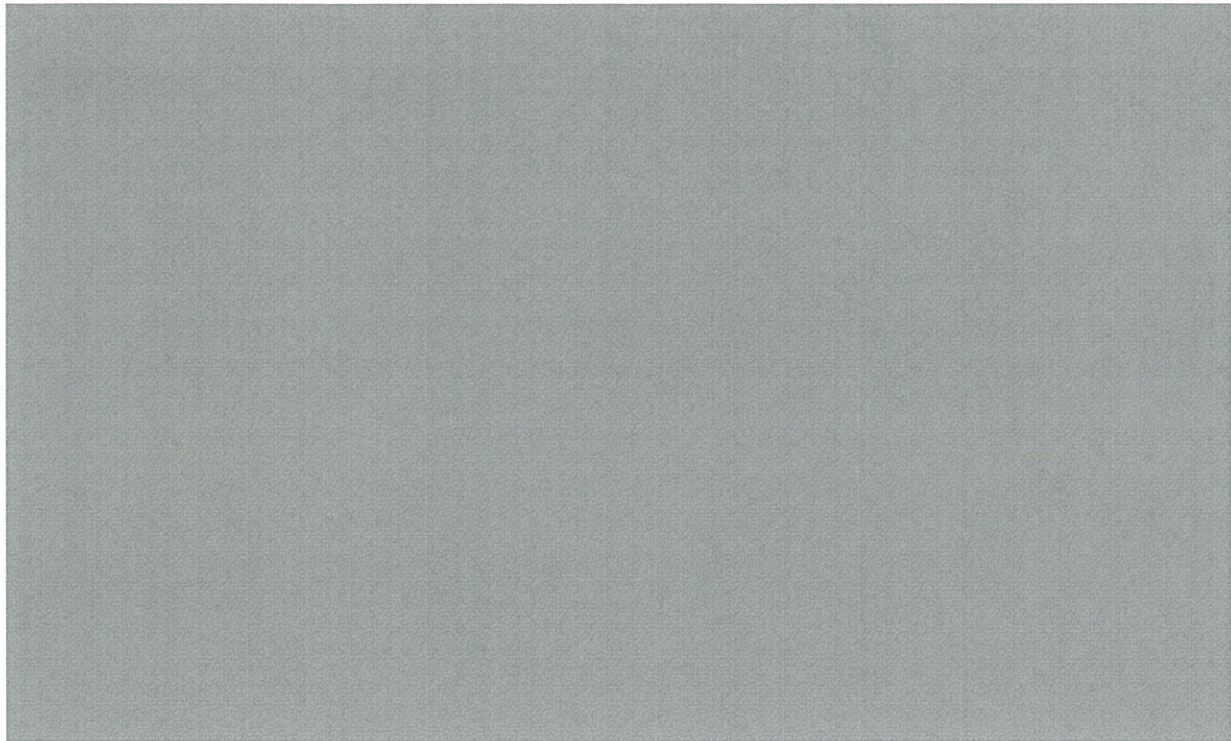
Il existe plusieurs techniques pour minimiser le bruit durant les opérations les plus bruyantes à savoir le forage de la roche pour la mise en place des fondations.

A l'heure actuelle ces procédés ne font pas encore l'unanimité et leur utilisation est contraignante. Le Consortium a toutefois pris le parti de mentionner ces techniques. En effet, suivant l'avancement des connaissances et les retours d'expérience qui existeront au moment des travaux, le Consortium n'exclut pas de les utiliser.









### **Mesures contre le dérangement des mammifères**

Les principales espèces qui seront dérangées par le bruit appartiennent aux mammifères marins et aux poissons. Il conviendra donc, avant chaque opération susceptible de générer un niveau sonore élevé, de faire en sorte que ces animaux quittent la zone de forte exposition. Plusieurs techniques permettent de minimiser le dérangement de ces espèces. Elles sont présentées ci-après.

En fonction des premiers résultats des études réalisées dans le cas des levés de risques et conformément aux conventions existantes visant à protéger le milieu marin, les meilleures techniques seront mises en œuvre pour limiter l'impact du bruit du chantier offshore et ses effets sur la faune marine. Le Consortium s'engage à mettre en place au moins l'une de des techniques présentées ci-dessous.

- *Répulsifs acoustiques ou pingers*

Cette mesure a été appliquée durant la construction de la plupart des parcs éoliens offshore (Horns rev, Nysted...). Toutefois, leurs effets sur les mammifères sont encore peu documentés et méritent réflexion.

Cette méthode a été testée pour minimiser les captures accidentelles de mammifères marins dans la pêche industrielle. Il s'est avéré qu'après un temps durant lequel les animaux étaient effrayés et s'éloignaient de filets, les mammifères revenaient vers les bancs de poissons par accoutumance aux bruits.

Dans le cas où cette technique était envisagée par le Consortium, deux pingers seraient installés lors des travaux (un à l'est et un à l'ouest) et resteraient durant la totalité du chantier.

- *Régime de démarrage ramp-up ou soft-start*

Cette technique consiste en une augmentation progressive du niveau d'émission. La faune alertée par les premières émissions est supposée s'éloigner de la source, et se trouver hors de danger lorsque les

émissions atteignent leur niveau maximal. Cette procédure est couramment utilisée aux USA et a déjà été appliquée par le groupe RES lors de ses chantiers :

Les conditions pour que la mesure soit efficace :

- Que les cétacés comprennent la manœuvre et s'éloignent de la source, et qu'ils soient capables de déterminer dans quelle direction s'éloigner, donc que le niveau initial ne soit pas à un niveau tel qu'il les désoriente déjà,
- Que la durée du démarrage leur laisse le temps de s'éloigner pour, qu'à la fin, ils aient compensés l'augmentation du niveau,
- Qu'ils ne soient pas en plongée profonde au début de la procédure ; leur réaction pourrait être de remonter vers la surface et d'aggraver ainsi leur exposition.

Le soft-start sera appliqué sur une durée de 45 min. Cette durée offre une marge suffisante permettant aux mammifères marins qui n'auraient éventuellement pas été détectés, malgré les mesures préventives adoptées, de s'être mis hors de danger lorsque les émissions atteignent leur niveau maximal. Il est rappelé que la vitesse de nage d'un grand dauphin peut atteindre 30 km/h.

#### 4.3. PRESENTATION DES MESURES ENVISAGEES EN PHASE EXPLOITATION

##### 4.3.1. Mesures de réduction

Ces mesures ont été développées lors de la phase de conception du projet en tenant compte des contraintes environnementales, techniques et socio-économiques. Elles sont pour la plupart développées dans le chapitre précédent « Présentation des choix de conception ».

##### a) L'environnement physique

Aucune mesure de réduction n'est envisageable pour réduire les impacts sur les compartiments du milieu physique.

##### b) L'environnement naturel et patrimonial

##### Intégration paysagère

Afin de réduire l'emprise du parc éolien dans le paysage, le sud de la zone proposée à l'appel d'offre, plus proche des côtes n'est pas concerné par l'implantation d'éoliennes. Celles-ci ont donc été éloignées vers le large, suivant un recul de :

- de 6 km (+55%) vis-à-vis du Cap Erquy, site classé emblématique,
- de 4 km (+30%) vis-à-vis du Cap Fréhel, site classé emblématique.

En matière d'intégration paysagère, plusieurs recommandations peuvent également être suivies :

- Les éoliennes seront de couleur blanche, tirée de la gamme RAL, comme l'imposent les contraintes aéronautiques. On favorisera une teinte mate ou satinée, qui réduisent la brillance et évitent une trop grande vivacité lors d'ensoleillements importants.
- En ce qui concerne les spots lumineux nocturnes, on préférera une lumière rouge, moins agressive dans ces conditions que la lumière blanche.

L'arrêté du 13 novembre 2009, relatif à la réalisation du balisage des éoliennes situées en dehors des zones grevées de servitudes aéronautiques, précise les critères techniques de balisage des éoliennes (couleur et balisage lumineux).

### c) L'environnement biologique

La nature et les caractéristiques du projet impliquent des incidences obligatoires sur la structure sédimentaire et les espèces épigées et endogées associées.

Aucune mesure de réduction des impacts n'est envisageable. A noter cependant que le choix de fondation opéré (jacket) permet de réduire cet impact (7 m par fondation, contre 30 à 700 selon le type de fondation).

#### 4.3.2. Mesures d'accompagnement

Visible depuis le littoral et les bateaux, le parc offshore de Saint-Brieuc ne manquera pas d'éveiller la curiosité d'un public friand d'innovations technologiques, soucieux de développement durable ou simplement attiré par des éléments de paysage totalement nouveaux sur le littoral breton.

Pour favoriser l'appropriation du projet et répondre aux interrogations prévisibles du grand public, les nombreuses tables d'orientation que comprend le littoral seront complétées avec la localisation du parc. Ceci permettrait de l'intégrer véritablement au paysage local et de faciliter la lecture de l'espace maritime pour les observateurs ; il s'agira en effet d'un point de repère important.

Certains sites pourront également être équipés de panneaux explicatifs le fonctionnement des éoliennes et l'apport énergétique pour la région.



Figure 82 : Exemple d'aménagement avec table d'orientation et panneau explicatif (Parc éolien de Saint-Seine – 21)

Le bureau d'étude l'Atelier de l'Isthme a proposé de positionner ses panneaux en différents points du littoral, dans des lieux fréquentés et suffisamment proches du parc offshore, tout en se tenant à l'écart des sites naturels et bâtis emblématiques.



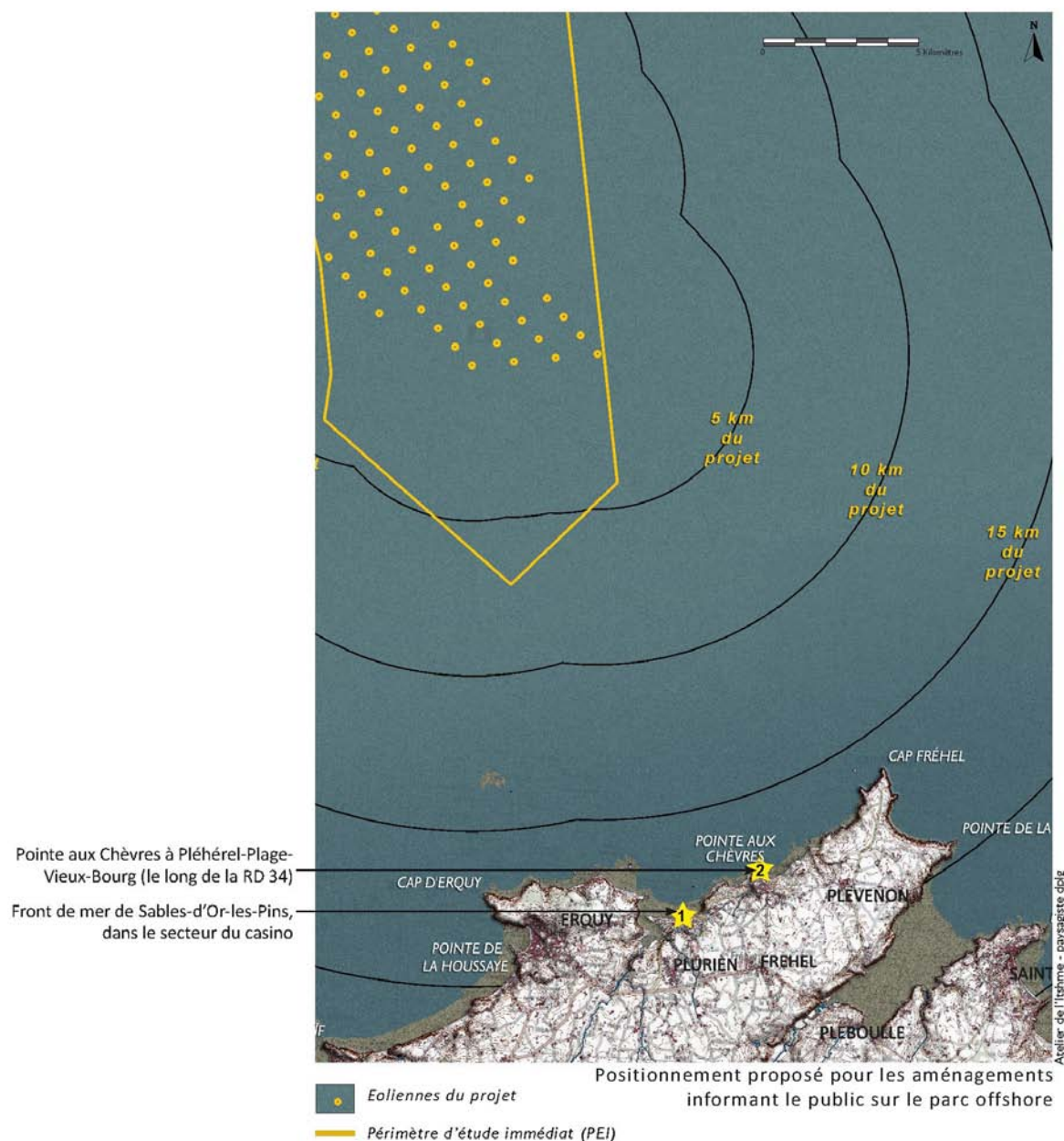


Figure 83 : Proposition de positionnement pour les aménagements d'information du public (Source : Atelier de l'Isthme, 2011)

D'autres initiatives telles que l'organisation d'excursions en bateau permettant d'approcher le parc, en collaboration avec les compagnies existantes du secteur, pourront également être envisagées.

#### 4.4. PRESENTATION DES MESURES ENVISAGEES EN PHASE DEMANTELEMENT

De la même manière que lors de l'installation des éoliennes, les impacts sur le milieu physique et le milieu naturels seront difficilement réductibles.

L'ensemble des mesures prises lors de la phase construction seront remises en œuvre afin de minimiser les impacts dus au chantier.





## 5. PRESENTATION DU PLAN DE DEMANTELEMENT ET DE REMISE EN ETAT DU SITE (D7.3)

### 5.1. GENERALITES

L'intitulé du cahier des charges de l'appel d'offre stipule que le parc éolien soit démantelé à l'expiration du contrat d'exploitation.

Ainsi, la phase de démantèlement est destinée à rétablir les conditions du site :

- Comparables avec les conditions prédominantes,
- Compatibles avec la pratique des activités existantes avant la construction du parc éolien.

Le présent document contient une description des activités qui seront entreprises dans le cadre du démantèlement du projet.

Dans la mesure du possible, la zone développée sera rétablie dans l'état où elle se trouvait avant la construction. Les principaux travaux de restauration garantiront que :

- Toutes les activités de démantèlement seront entreprises conformément aux orientations, réglementations et législation en vigueur à la date de lancement des opérations ;
- Les exigences d'hygiène et de sécurité seront strictement respectées pendant les opérations ;
- L'étude d'impact du projet sera examinée pendant toute la durée de vie du projet en évaluant les impacts potentiels de activités de démantèlement ;
- L'ensemble des équipements/structures (aérogénérateurs, mâts, superstructures de sous-stations, fondations, mât météo, etc.) seront retirés du site ;
- Toutes les fondations sectionnées sous le fond marin sont sécurisées et correctement recouvertes ;
- Aucun câble sous-marin ne demeure exposé sur le fond marin et que toutes les extrémités de câbles sont correctement enfouies ;
- Des solutions de gestion des déchets adéquates et conformes aux législations en vigueur seront instaurées. Une « Hiérarchie des déchets » sera mise en œuvre qui suggérera que la réutilisation sera envisagée en priorité, suivie du recyclage, de l'incinération avec récupération d'énergie et rejet en dernier ressort ;
- Une étude/ surveillance, un entretien et une gestion du site post-démantèlement seront entrepris après l'achèvement des activités de démantèlement.

Le Consortium examinera et révisera le plan de démantèlement connexe en fonction des besoins pendant toute la durée de vie du projet afin de refléter l'évolution des circonstances, des exigences réglementaires et des meilleures pratiques. Le Consortium se tiendra informé en permanence des avancées technologique et des méthodes de travail d'une part et de l'évolution des connaissances et de la compréhension de l'environnement local prévalant sur le site d'autre part, tout en s'assurant de la mise à jour correspondante des plans de démantèlement.

## 5.2. ÉTAT DE L'ART – STRATEGIE D'EXECUTION PROPOSEE

### 5.2.1. État de l'art

Il sera souligné en premier lieu que le démantèlement d'un parc éolien dans l'industrie éolienne offshore n'a jamais été effectué à ce jour.

Les réflexions sont en cours concernant le démantèlement des parcs éoliens à terre, pour lesquels la faisabilité de rééquipement de mâts avec des machines nouvelles et potentiellement plus puissantes est actuellement à l'étude.

Dans l'industrie du pétrole et du gaz offshore également, les exemples de démantèlement sont rares, la durée de vie des installations de production étant prolongée année après année par de nouvelles mises au point ou par l'emploi de nouvelles technologies rendues disponibles et rentables. Cette activité est annoncée comme possédant un grand avenir au cours des prochaines années, plus particulièrement en Mer du Nord.

Le démantèlement des parcs éoliens offshore bénéficiera sans nul doute de ces projets : entreprises spécialisées, navires et outillages spéciaux, procédures qualifiées et industries de recyclage des matériaux seront disponibles avant la date de démantèlement du parc éolien actuel, permettant son exécution de manière efficace et rentable.

### 5.2.2. Début du démantèlement

Selon le cahier des charges de l'appel d'offre, le démantèlement du parc éolien devra être demandé aux Autorités au minimum cinq ans avant l'expiration de l'exploitation du parc éolien.

En fonction de la durée de vie d'une turbine, on peut supposer que le démantèlement du site commencera dans les années 20 à 25. Toutefois, dans l'hypothèse d'une prolongation de la durée de vie des fondations, la possibilité de remotoriser les sites (dépose et remplacement des nacelles, de pales et éventuellement d'autres équipements de transmission) pourrait être envisagée, prolongeant la durée de vie du parc éolien de 20 à 25 années supplémentaires.

Attentif à de tels facteurs, le Consortium examinera et révisera le programme de démantèlement en fonction des besoins afin de refléter l'évolution des circonstances et des exigences réglementaires et d'incorporer les améliorations des connaissances et de la compréhension de l'environnement marin et des avancées technologiques et des méthodes de travail. Ainsi, quand le projet sera proche de l'expiration de la durée d'exploitation contractuelle (selon la possibilité de remotorisation pendant 20 à 25 ou 40 à 50 années), un examen définitif du programme de démantèlement sera exigé, portant sur les méthodes, mesures et échéances particulières applicables au développement à cette jonction particulière.

### 5.2.3. Étude d'optimisation du démantèlement et étude d'évaluation des impacts sur l'environnement

Une **étude d'optimisation** sera exécutée afin d'optimiser les conditions de déroulement de la phase de démantèlement et de minimiser les impacts sur l'environnement, les activités et le trafic maritime. Cette étude soulignera les méthodes, les mesures et les échéances particulières et sera étayée par une **étude d'évaluation des impacts sur l'environnement**.

Cette étude d'optimisation sera publiée 2 ans avant le lancement de la phase de démantèlement et sera soumise en temps voulu aux autorités de l'État concernées.

Le Consortium sera directement responsable de la gestion de projet des activités de démantèlement, avec la même rigueur que pour les travaux d'installation et gèrera tous les travaux confiés en sous-traitance. Avant sa désignation pour l'exécution d'une activité donnée, le sous-traitant concerné devra apporter au Consortium la démonstration de sa capacité à exécuter les travaux requis de manière sécurisée et contrôlée.

Le Consortium constituera également une équipe de gestion de projet expérimentée et hautement qualifiée afin de garantir le déroulement des travaux de démantèlement conformément au programme et aux études de démantèlement.

#### 5.2.4. Stratégie d'exécution proposée

La stratégie de démantèlement consistera à démonter successivement tous les éléments du parc éolien dans l'ordre inverse de leur installation.

Tous les éléments seront acheminés vers un port de déconstruction qui ne sera pas trop éloigné du parc éolien afin d'optimiser la logistique et de minimiser l'impact du transport sur l'environnement.

Ces installations devront comporter une grande zone de travail qui sera équipée de matériels de levage de grandes capacités et où de nouveaux emplois devront être créés ; tous les ensembles seront démontés jusqu'à un niveau où les sous-ensembles ou les petites pièces pourront être envoyés dans des lieux où ils seront recyclés ou éliminés dans une décharge désignée en cas d'impossibilité de recyclage.

L'hypothèse de départ du Consortium concernant le démantèlement du parc offshore est un enlèvement complet des composants offshore aux fins de réutilisation, recyclage ou incinération avec récupération d'énergie ou rejet sur un site approuvé. Toutefois, dans certains cas, ce processus ne sera pas jugé approprié et, par conséquent des solutions de remplacement devront être envisagées.

Le tableau suivant résume la stratégie de démantèlement proposée :

ÉQUIPEMENT	ÉLÉMENT	PROPOSITION DE DEMANTELEMENT	UTILISATION FINALE
Turbine	Pales	Retrait total	Idem coques de voiliers
Turbine	Rotor et nacelle	Retrait total	Composants (principalement acier) vendus à la ferraille pour recyclage
Turbine	Sections de mâts	Retrait total	Composants (principalement acier) vendus à la ferraille pour recyclage
Turbine	Fondations (treillis)	Retrait total	Composants (principalement acier) vendus à la ferraille pour recyclage
Turbine	Piles de fondations	Retrait partiel	Décharge (pour les sections récupérées)
Sous-station	Superstructure	Retrait total	Composants (principalement acier) vendus à la ferraille pour recyclage

ÉQUIPEMENT	ÉLÉMENT	PROPOSITION DE DEMANTELEMENT	UTILISATION FINALE
Sous-station	Fondation (treillis)	Retrait total	Composants (principalement acier) vendus à la ferraille pour recyclage
Sous-station	Piles de fondations	Retrait partiel	Décharge (pour les sections récupérées)
Câbles (Câbles d'interconnexion)	Câbles de réseau	Retrait partiel	Composants (principalement cuivre) vendus à la ferraille pour recyclage
Mât météo	Sections de mât	Retrait total	Composants (principalement acier) vendus à la ferraille pour recyclage
Mât météo	Fondation (treillis)	Retrait total	Composants (principalement acier) vendus à la ferraille pour recyclage
Mât météo	Piles de fondations	Retrait partiel	Décharge (pour les sections récupérées)

Tableau 67 : Stratégie de démantèlement proposée par le Consortium

### 5.3. ACTIVITES PRELIMINAIRES

Avant exécution, la phase de démantèlement devra être soigneusement étudiée, les flux de tâches et de produits définis, les procédures élaborées avec une insistance particulière sur la sécurité de toutes les opérations.

Des informations suffisantes seront fournies à toutes les parties concernées par les opérations de démantèlement.

Les informations se rapporteront aux caractéristiques du site suivantes :

- Caractéristiques physiques (également répertoriées dans l'étude d'impact) :
  - ✓ Caractéristiques océano-météorologique ;
  - ✓ Marnages ;
  - ✓ Échelles des états de mer et de houle ;
  - ✓ Topographie et bathymétrie ;
  - ✓ Caractéristiques géologiques ;
  - ✓ Études géotechniques ;
  - ✓ Archéologie sous-marine ;
  - ✓ Études benthiques ;
  - ✓ Relevés des événements météorologiques marquants depuis l'installation du projet.

- Projets et activités environnants (description des projets et activités présents dans la région) :
- ✓ Autres parcs éoliens offshore ;
  - ✓ Extraction de granulats marins ;
  - ✓ Pêche professionnelle ;
  - ✓ Transport maritime ;
  - ✓ Pipeline et câbles ;
  - ✓ Rejet de déblais de dragage ;
  - ✓ Activité militaire ;
  - ✓ Plaisance ;
  - ✓ Exploration de pétrole et de gaz et activités connexes ;
  - ✓ Conservation de la nature ;
  - ✓ Autres informations utiles.

D'autre part, les activités suivantes seront exécutées avant le lancement de l'opération :

- Définition de l'étendue des travaux et des activités sous-traitées incluant les navires et les outillages spéciaux
- Élaboration d'un Plan d'évaluation des risques, suivi des procédures / recommandations d'hygiène et de sécurité liées aux opérations ;
- Contrôle de certification de tous les engins de levage et matériels flottants impliqués dans les activités ;
- Approbation des plans et procédures de levage et de transport ;
- Le port de déconstruction sera défini et une organisation industrielle sera mise en œuvre en vue des opérations de démontage et de découpage des mâts incluant les engins de levage, les outils spécifiquement étudiés et le personnel qualifié.

Une attention particulière sera apportée à l'ampleur du projet portant sur le démantèlement de 96 aérogénérateurs (soit 158 000 t environ) pendant une période limitée.

#### 5.4. PROPOSITIONS DE DEMANTELEMENT

Le présent paragraphe contient des propositions expérimentales de démantèlement du parc éolien élément par élément en fonction des technologies disponibles à ce jour.

Ces propositions seront confirmées pendant l'étude d'optimisation du démantèlement en relation avec :

- L'étude d'évaluation des impacts sur l'environnement.
- Les évolutions des activités de démantèlement dans les industries du pétrole et du gaz et de l'éolien offshore.
- Les évolutions de l'industrie du recyclage.



#### 5.4.1. Aérogénérateurs

La préparation avant le retrait de la fondation et de la pièce de transition comprendra généralement :

- La dépose hors de la structure de tous les éléments amovibles
- Le débranchement des câbles électriques de commande et d'énergie concernés
- La purge des liquides tels que les huiles de lubrification et les liquides des transformateurs, etc.
- L'installation/la certification des points de levage
- Le déboulonnage à chaud des boulons à clavette dans le cadre du processus de déboulonnage

Les travaux de préparation achevés, il est prévu que les pales et les nacelles soient déposées par grutage dans l'ordre inverse de leur installation.

Les pales seront déposées en premier, suivies du rotor et de la nacelle, de la section S1, de la section S2 et de la section S3 du mât.

A l'issue de la dépose, les sections de mâts seront déposées sur une plate-forme de transport qui les acheminera jusqu'à la côte où les matériaux seront recyclés.

#### 5.4.2. Pales des aérogénérateurs

##### 5.4.2.1. Description

Les pales des rotors sont constituées de fibre de verre plastifiée.

Des récepteurs et des conducteurs parafoudres métalliques sont intégrés aux pales aux fins de protection contre les impacts de foudre.

Les principales caractéristiques sont :

- Nombre de pales par turbine : 3
- Longueur d'une pale : 67,5 m environ
- Poids d'une pale : 23 t environ

##### 5.4.2.2. Proposition de démantèlement

Il est préférable de démonter chaque pale du rotor au lieu de découper les pales afin d'éviter de polluer l'environnement marin local avec des fibres de carbone qui forment de redoutables éclats.

Les pales seront ensuite acheminées jusqu'au port de déconstruction.

Les pales suivront alors le processus de recyclage en vigueur applicable aux coques de voiliers et de bateaux de plaisance à la date du démantèlement des aérogénérateurs. Ce processus est homologué par la « Fédération des Industries Nautiques » française. Les pales seront préparées, c'est-à-dire découpées, à la cote exigée par l'opération de recyclage.

#### 5.4.3. Rotor et nacelle des aérogénérateurs

##### 5.4.3.1. Description

La structure du moyeu du rotor est en fonte tandis que la nacelle est constituée d'acier et de fibres de verre plastifiées.

Ces deux éléments abritent divers équipements tels que le système de commande électrique de pas des pales, le palier de rotor, le frein, le boîtier multiplicateur, la génératrice, le système de commande électrique, la bache d'huile du boîtier multiplicateur, le circuit de refroidissement...

Les principales caractéristiques sont :

- Poids de la nacelle : 240 t environ
- Poids du moyeu : 80 t environ

#### 5.4.3.2. Proposition de démantèlement

La nacelle et le rotor seront déposés en mer en deux éléments séparés et en deux levages distincts depuis le mât.

Ils seront ensuite acheminés vers le port de déconstruction.

Les produits dangereux seront préalablement retirés des appareils (lubrifiants, huile, électronique...).

Un démontage complet sera effectué ultérieurement et tous les équipements incluant les câbles seront déposés des carters du rotor et de la nacelle.

Tous les équipements seront alors préparés pour l'étape finale :

- L'acier sera isolé, découpé en morceaux et refondu en aciérie aux fins de production,
- Le GRP subira le même processus que les pales,
- Le cuivre sera extrait des câbles et des appareils électriques et vendu aux fonderies aux fins de production,
- Les autres éléments seront incinérés ou éliminés dans une décharge désignée en cas d'impossibilité de recyclage.

#### 5.4.4. Sections de mâts des aérogénérateurs

##### 5.4.4.1. Description

Le mât est composé de trois sections S1, S2 et S3.

Ces sections sont constituées d'acier et équipées de plates-formes, d'échelles, de câbles d'énergie.

La section inférieure S3 abrite les armoires électriques (convertisseur, transformateur et système de commande) et les matériels de servitude. Elle supporte également une plate-forme extérieure équipée d'une grue.

- Section S1 : poids : 50 t environ – longueur : 40 m environ – diamètre : 5,2 m environ
- Section S2 : poids : 50 t environ – longueur : 24 m environ – diamètre : 6 m environ
- Section S3 : poids : 175 t environ – longueur : 15 m environ – diamètre : 6 m environ

#### 5.4.4.2. Proposition de démantèlement

Les trois sections seront séparées des fondations en mer dans l'ordre inverse de leur installation (S1, S2, S3).

Elles seront ensuite acheminées vers le port de déconstruction.

Les produits dangereux seront préalablement retirés des équipements (lubrifiants, huile, électronique...).

Un démontage complet sera alors exécuté et tous les équipements incluant les câbles seront déposés.

Tous les équipements seront alors préparés pour l'étape finale :

- L'acier sera isolé, découpé en morceaux et refondu en aciérie aux fins de production,
- Le cuivre sera extrait des câbles et des appareils électriques et vendu aux fonderies aux fins de production,
- Les modules électroniques et les cartes de circuit intégré subiront le même traitement que les produits électroniques,
- Les autres éléments seront incinérés ou éliminés dans une décharge désignée en cas d'impossibilité de recyclage.

#### 5.4.5. Fondations des aérogénérateurs

##### 5.4.5.1. Description

Les fondations du type treillis soutiennent les aérogénérateurs.



Figure 84 : Exemple de treillis en acier

Elles sont ancrées sur le fond marin par des piles de fondation.

La partie supérieure est équipée d'une pièce de transition en interface avec la section S3.

Elles sont constituées d'acier (tubes, raccords, pièce de transition).

Dimensions nominales et maximales : hauteur : 65 m – emprise : 26 m x 26 m

Poids nominal et maximum : 700 t environ

#### 5.4.5.2. Proposition de démantèlement

Les treillis en acier seront séparés des piles et transportés à terre comme suit :

- La première étape consistera à couper les câbles de réseau immédiatement au-dessus du fond marin. Cette opération sera exécutée au moyen d'un outil spécial et d'un ROV.
- Les pieds seront ensuite sectionnés au droit des piles à l'aide d'un outil sous-marin spécial (fil diamant ou scie à ruban).
- Après sectionnement, la partie supérieure du treillis sera émergée et déposée sur le pont de la plate-forme autoélevatrice ou sur la barge flottante.
- Le treillis récupéré sera acheminé à terre au port de déconstruction aux fins de recyclage.

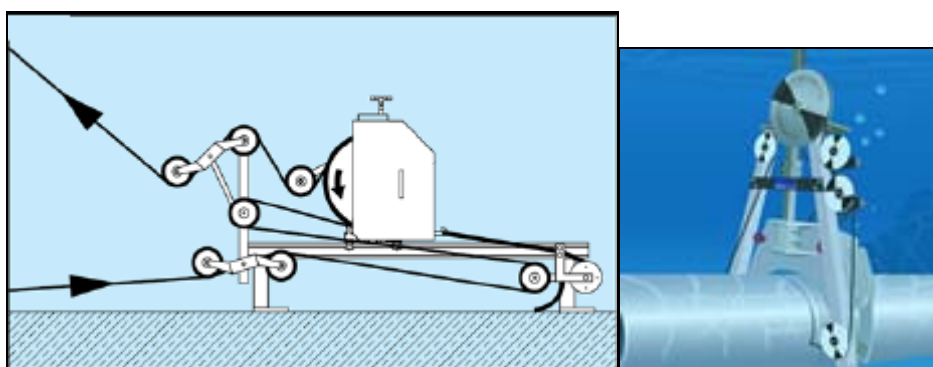


Figure 85 : Système de découpage à fil diamant (DWCS)

Au port de déconstruction :

- Les câbles seront extraits des J-tubes.
- Tous les équipements seront ensuite préparés pour l'étape finale :
- Les treillis seront découpés en morceaux (tubes et raccords à titre d'essai) à une dimension qui permettra de rentabiliser le transport jusqu'à la fonderie et la préparation ou le découpage pour le recyclage. La pièce de transition sera morcelée dans le même objectif. Ces opérations devront être industrialisées à des fins d'optimisation et des outillages spéciaux seront étudiés.
- Le cuivre sera extrait des câbles et envoyé en fonderie à des fins de production.

#### 5.4.6. Piles ou pieux des fondations des aérogénérateurs

##### 5.4.6.1. Description

Le treillis est fixé au fond marin par 4 piles de fondation qui ont été fichées dans le sol par forage puis cimentées aux pieds du treillis.

Leurs caractéristiques principales sont :

- Dimensions nominales : diamètre : 1,5 m environ, longueur : 15 à 20 m
- Poids nominal : 60 t

##### 5.4.6.2. Proposition de démantèlement

On observera que la dépose de la longueur hors tout de la pile de fondation hors du sol sera une opération extrêmement difficile, hostile pour l'environnement, longue et coûteuse, voire irréalisable.

Dans l'objectif de rétablir des conditions compatibles avec les activités de pêche, il est proposé en alternative d'extraire la partie supérieure de la pile de fondation jusqu'à une profondeur de 1,5 m. Cette valeur sera évaluée pendant l'étude d'optimisation et pourrait être modifiée si après analyse de la compatibilité avec les autres activités maritimes et de l'impact sur l'environnement, cette profondeur s'avérait insuffisante.

Cette opération sera exécutée au moyen d'outils de forage et de coupage spécifiques actionnés depuis une plate-forme autoélevatrice.

La partie supérieure sera ensuite ramenée à la surface et acheminée jusqu'au port de déconstruction.

A ce jour, la séparation entre l'acier et le ciment n'apparaît pas économiquement viable et une hypothèse réaliste consiste à éliminer ces équipements relativement petits dans une décharge désignée.

#### 5.4.7. Câbles de réseau d'interconnexion

##### 5.4.7.1. Description

Les câbles de réseau d'interconnexion relient les aérogénérateurs entre eux et à la sous-station en mer. Ils sont du type normalisé à 3 conducteurs en cuivre isolés et à blindage en acier.

A ce jour et conformément aux conclusions de l'étude géophysique (Cf. Note D1), les câbles de réseau seront soit :

- ensouillés en fonction des conditions du site entre 0,6 et 1,5 m de profondeur,
- protégés par des matelas béton,
- protégés par une couverture rocheuse.

La longueur nominale du tronçon est de 1 200 m.



#### 5.4.7.2. Proposition de démantèlement

On considère généralement que la dépose des câbles d'interconnexion serait plus dommageable pour l'environnement que de laisser les câbles enfouis ou protégés. S'il est prouvé que les câbles enfouis ou protégés ne présentent aucun danger pour les futures utilisations marines incluant la pêche, la recommandation serait de ne pas démanteler les câbles sous-marins offshore protégés afin d'éviter les impacts environnementaux sur la faune établie pendant la durée de vie du parc éolien. Néanmoins, cette question sera déterminée par une recherche menée pendant l'étude d'optimisation qui se déroulera avant le démantèlement du site. Dans tous les cas, le Consortium se conformera aux dispositions relatives aux concessions d'utilisation du domaine public maritime à l'extérieur des ports.

Si les câbles devaient finalement être démantelés, il serait nécessaire d'envisager différentes approches techniques. Une des méthodologies en vigueur pourrait se présenter comme suit :

- Pendant la dépose du treillis, les câbles pourraient être coupés au-dessous de la surface du fond marin au moyen d'un outil spécial puis le tronçon coupé serait enlevé avec le treillis.
- Une trancheuse à jet sous pression serait utilisée pour dégager le fond marin faciliter la récupération des câbles vers le navire. Les câbles seraient tirés et stockés à bord du navire dans un carrousel.
- Les câbles seraient ensuite acheminés vers le port de déconstruction où un démontage complet serait alors effectué.

Tous les câbles seraient alors préparés pour l'étape finale :

- Le cuivre serait extrait des câbles et envoyé en fonderie aux fins de production (si économiquement viable),
- L'acier serait extrait des câbles et envoyé en aciérie à des fins de production (si économiquement viable),
- Les autres éléments seraient incinérés ou éliminés dans une décharge désignée en cas d'impossibilité de recyclage,
- Cas des câbles protégés (matelas béton et/ou couverture rocheuse) : avant les opérations décrites plus haut, il serait nécessaire d'éliminer le matelas de protection ou la roche protectrice.

#### 5.4.8. Superstructure de sous-station

##### 5.4.8.1. Description

La superstructure de la sous-station est une structure en acier.

Elle est principalement destinée à abriter les transformateurs (transformant la tension délivrée par l'éolienne en une tension plus élevée adaptée à la transmission d'énergie à terre), mais aussi les structures associées et les systèmes de servitude (plate-forme pour hélicoptère, installation d'exploitation et de maintenance, modules d'hébergement, etc.)

Poids nominal : 1 500 t



Figure 86 : Sous-stations en mer types (Barrow and Horns Rev 1)

#### 5.4.8.2. Proposition de démantèlement

La superstructure sera démontée du treillis et levée (en une seule opération).

Elle sera ensuite acheminée vers le port de déconstruction.

Les produits dangereux seront préalablement éliminés des équipements (lubrifiants, huile, électronique...).

Un démontage complet sera ensuite effectué avec dépose de tous les équipements incluant les transformateurs et les câbles.

Tous les équipements seront alors préparés pour l'étape finale :

- L'acier sera isolé, découpé en morceaux et refondu en aciérie à des fins de production,
- Le cuivre sera extrait des câbles et des appareils électriques et vendu aux fonderies à des fins de production (si économiquement viable),
- Les modules électroniques et les cartes de circuit intégré subiront le même traitement que les produits électroniques,
- Les autres éléments seront incinérés ou éliminés dans une décharge désignée en cas d'impossibilité de recyclage.

#### 5.4.9. Fondation de la sous-station

##### 5.4.9.1. Description

La fondation de la sous-station du type treillis supporte la superstructure.

Elle est fixée au fond marin par des piles de fondation.

Elle est constituée d'acier (tubes, raccords)

Poids nominal : 1300 t

##### 5.4.9.2. Proposition de démantèlement

La première étape consistera à couper les câbles de réseau et les câbles d'énergie au droit du fond marin.

Cette opération sera effectuée au moyen d'un outil spécial et d'un ROV.

Les pieds seront ensuite sectionnés au niveau du fond marin au moyen d'un outil de découpage sous-marin spécial (fil diamant ou scie à ruban) et le treillis sera déposé en un seul levage et acheminé jusqu'au port de déconstruction.

Au port de déconstruction :

- Les câbles seront extraits des J-tubes.
- Tous les équipements seront préparés pour l'étape finale :
- Les treillis seront découpés en morceaux (tubes et raccords à titre d'essai) à une dimension qui permettra de rentabiliser le transport jusqu'à la fonderie et la préparation ou le découpage pour le recyclage. Ces opérations devront être industrialisées aux fins d'optimisation et des outillages spéciaux seront étudiés.
- Le cuivre sera extrait des câbles et envoyé en fonderie aux fins de production.

#### **5.4.10. Piles de fondation de la sous-station**

##### *5.4.10.1. Description*

Le treillis de la sous-station est fixé au fond marin par 4 piles de fondation qui ont été fichées dans le sol par forage puis cimentées aux pieds du treillis.

##### *5.4.10.2. Proposition de démantèlement*

Les piles de fondation de la sous-station en mer seront déposées ainsi qu'il est décrit plus haut pour les piles de fondation des aérogénérateurs (paragraphe 5.4.6). Toutefois, la taille du navire et la capacité de levage de la grue devront être adaptés aux opérations à effectuer.

#### **5.4.11. Mât de mesures météorologiques en mer**

##### *5.4.11.1. Description*

Le mât météo en mer est une structure en acier composée d'un mât, d'une plate-forme et d'une fondation treillis fixée au fond marin par 4 piles de fondation qui ont été fichées dans le sol par forage puis cimentées aux pieds du treillis.

Le mât est équipé de tous les instruments et matériels de servitude nécessaires.

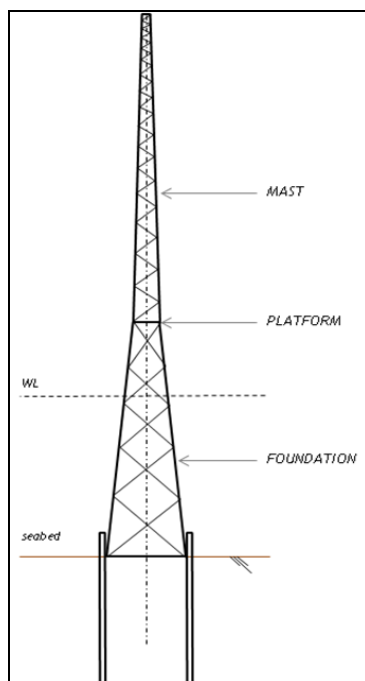


Figure 87 : Schématisation d'une structure de mât météo

#### 5.4.11.2. Proposition de démantèlement

Le processus de démantèlement sera principalement effectué dans l'ordre inverse des opérations de construction et d'installation. Le processus suivant est prévu :

- La préparation avant la dépose comprendra principalement : la dépose de tous les éléments amovibles de la structure et déconnexion des câbles de commande et d'énergie requis.
- La structure et la plate-forme du mât météo en mer seront entièrement déposées en un seul grutage dans l'ordre inverse de leur installation. Une fois dégagée, la structure du mât météo sera déposée sur une plate-forme de transport et acheminée à terre à des fins de démantèlement et de recyclage.
- Le système d'alimentation électrique (panneaux photovoltaïques, petites éoliennes et batteries) sera déposé et recyclé.
- Les instruments (anémomètres, anémomètres soniques, girouettes, thermo-hygromètres, capteurs de pression et de température et LIDAR le cas échéant) seront récupérés et réutilisés.
- La fondation de la sous-station en mer sera démantelée ainsi qu'il est décrit plus haut pour les fondations de treillis d'aérogénérateurs.
- Les piles de fondation de la station météo en mer sera enlevée ainsi qu'il est décrit plus haut pour les piles de fondation des aérogénérateurs.

### 5.5. SOLUTIONS DE GESTION DES DECHETS

La plus grande attention sera apportée au potentiel de la gestion des déchets, suivis du recyclage, de l'incinération avec récupération d'énergie et enfin du rejet. Dans tous les cas, la gestion des déchets se déroulera conformément à toutes les législations en vigueur à la date du démantèlement et il est prévu que les éventuels rejets aient lieu à terre.

Les matériaux éliminés en décharges seront limités aux matériaux non recyclables.

Les fluides tels que les huiles de lubrification et hydrauliques seront envoyés dans des centres d'élimination et des usines de traitement approuvés. Les moyens de transport de ces fluides en mer et à terre devront être titulaires des licences adéquates.

### 5.6. ÉCLAIRAGE ET BALISAGE

Les marques et éclairages adéquats utilisés pendant le démantèlement du parc éolien seront rendus visibles conformément aux exigences des règles de sécurité aérienne. La forme, la couleur et le type d'éclairage seront conformes aux règles de navigation.

Concernant la sécurité de la navigation, les feux et balises seront approuvés par l'autorité locale et en consultation avec l'Agence Maritime et des Gardes-côtes.

### 5.7. CONSULTATION AVEC LES PARTIES CONCERNEES ET LE GRAND PUBLIC

Un haut niveau de consultation avec les principaux partenaires aux niveaux local et national devra être maintenu pendant toute la phase de démantèlement.

A la date du démantèlement, les avis aux navigateurs et autres avertissements de navigation concernant la position et la nature des activités de démantèlement en cours devront être adressés aux autorités/organismes de tutelle. On s'efforcera de vérifier que ces informations parviennent aux industries du transport maritime et aux navires de pêche, aux plaisanciers et d'une manière générale à tous les usagers de la mer.

### 5.8. ÉTUDE ET REHABILITATION DU FOND MARIN

Pendant le démantèlement et l'après phase de démantèlement, plusieurs campagnes d'évaluation seront menées par une entreprise de contrôle indépendante et tous les résultats seront communiqués au partenaire légal concerné. De plus amples informations en relation avec ces levés sont décrites dans le chapitre **modalités du suivi environnemental**.

Suite à cette première notification et en fonction des résultats de ces études, le Consortium pourra entreprendre des travaux de démantèlement correctifs si nécessaire pendant la phase post-démantèlement. Les techniques et étendues des travaux précis en relation avec ces mesures correctives seront exécutées en accord avec les autorités de l'État.





## 6. MODALITES DU SUIVI ENVIRONNEMENTAL (D7.4)

Les suivis environnementaux mis en place, aussi bien en phase de construction que d'exploitation et de démantèlement, permettront de suivre l'impact effectif du parc éolien et des travaux associés. Pour cela, la mise en place de protocoles précis et répétables pour chaque compartiment étudié est indispensable afin de constituer des séries temporelles fiables permettant d'étudier leur évolution tout au long de la vie du projet.

Dans un premier temps, l'état initial du site doit être caractérisé. Celui-ci est réalisé dès la phase de développement du projet. Les protocoles utilisés doivent donc dès ce stade répondre aux critères de précision et de répétition.

Afin d'anticiper au maximum les impacts potentiels du projet éolien offshore de la baie de Saint-Brieuc, la réalisation d'un état initial de la zone d'étude est indispensable. Les études bibliographiques entamées dans le cadre de la réponse à l'appel d'offres gouvernemental seront complétées par différents suivis environnementaux *in situ*.

Ces suivis sont indispensables pour évaluer les sensibilités présentes sur le secteur du projet et de ses alentours, afin d'en tenir compte le plus en amont possible dans la définition du projet et dans l'évaluation de ses impacts potentiels. Cette anticipation des impacts permet à son tour d'éviter, de réduire ou de prévoir la compensation de ces impacts, dans le but de réaliser le projet de moindres impacts sur l'environnement.

Nous détaillerons donc les suivis que le Consortium s'engage à mettre en place dès la phase développement.

### 6.1. ENVIRONNEMENT PHYSIQUE

#### 6.1.1. Suivi de la morphologie et de la nature des fonds

##### 6.1.1.1. Objectifs du protocole

Le protocole proposé doit permettre de définir :

- La morphologie et la nature des fonds avant travaux et établir un état initial
- De suivre son évolution avec la présence du parc

##### 6.1.1.2. Protocole et méthodes utilisés

Le protocole d'étude proposé est issu des mesures initialement réalisées pour la réponse à l'appel d'offre. A savoir :

- levé bathymétrique au sondeur multifaisceaux,
- levé au sonar à balayage latéral
- prélèvements de sédiments

#### a) Levé bathymétrique

Afin de caractériser les fonds marins du site d'implantation du projet, une **mesure bathymétrique** sera réalisée au **sondeur multifaisceaux** sur l'ensemble de la zone. L'interlignage sera adapté afin d'avoir un recouvrements des levés pour obtenir une cartographie précise du fond.

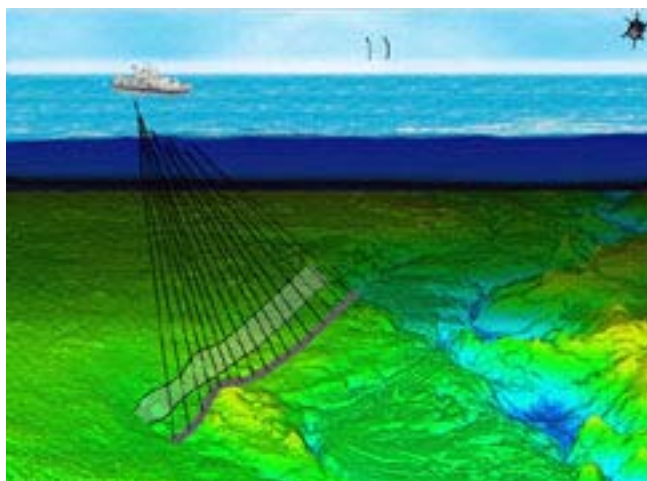


Figure 88 : Schéma de principe d'acquisition au sondeur multifaisceaux (Source : IFREMER)

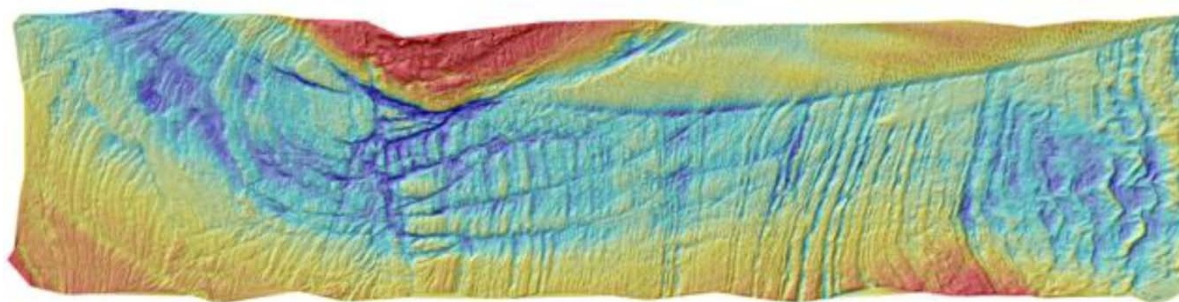


Figure 89 : exemple de résultat d'acquisition au sondeur multifaisceaux (Source : Ixsurvey)

#### b) Levé au sonar à balayage latéral

Réalisé conjointement au levé bathymétrique, un **levé au sonar à balayage latéral** permettra d'identifier les différents faciès acoustiques présents au fond.

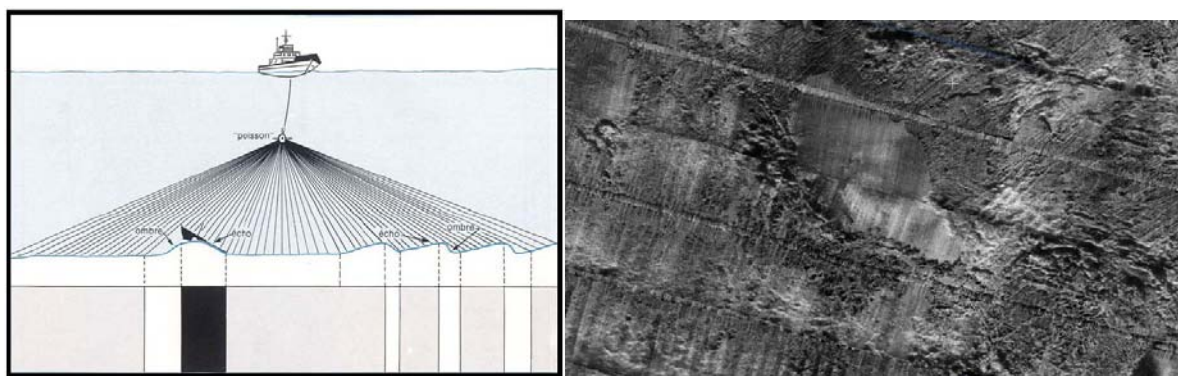


Figure 90 : Mode de formation des images sonar (Augris, 1986) et exemple de données acquises (Ixsurvey, 2011)

### c) Prélèvements sédimentaires

L'assemblage des bandes sonar donnera une mosaïque sonar qui sera interprétée en formations sédimentaires superficielles. Pour cela, la campagne sera complétée par des **prélèvements sédimentaires** dans les différents faciès acoustiques, à l'aide d'une benne Van Veen ou Shipeck. Les échantillons récoltés feront l'objet d'une **analyse granulométrique** fine, par tamisage, afin de caractériser avec précision les fonds présents.



Figure 91 : Benne Van Veen (Source: REBENT)



Figure 92 : Benne Shipeck

Le plan d'échantillonnage suivra un protocole standard type **BACI** (Before After Control Impact), répétable temporellement et spatialement, afin d'estimer la variabilité spatio-temporelle.

Si les études menées lors de la phase de levée des risques mettent en évidence la nécessité de réaliser des analyses de pollution de sédiments, celles-ci seront réalisées, avec une répétition avant la phase chantier et à la mise en service du parc.

Des analyses chimiques sur les sédiments prélevés permettront de mettre en évidence une éventuelle pollution de ceux-ci par les métaux lourds, les PCB ou les HAP.

#### 6.1.1.3. *Périodicité des mesures*

La morphologie et la nature des fonds feront l'objet des campagnes suivantes :

- Phase développement : Un relevé
- Phase construction : Un relevé juste avant le début des travaux, afin de vérifier la validité du relevé précédent
- Phase exploitation : quatre campagnes de relevé (T+1, T+5, T+10, T+20), afin de suivre la potentielle évolution de la morphologie des fonds
- Démantèlement : Un relevé à la fin du démantèlement du parc, pour vérifier l'impact de ces travaux

### 6.1.2. Sur la qualité de l'eau

#### 6.1.2.1. Objectifs du protocole proposé

Le protocole proposé doit permettre

- d'évaluer la qualité de la masse d'eau sur la zone en amont de la phase travaux,
- d'identifier de potentielle pollution accidentelle durant le chantier
- de vérifier que les masses d'eau situées à l'intérieur des sites Natura 2000 ne sont pas dégradées durant le chantier de construction et de démantèlement.
- De fournir des résultats comparables aux analyses réalisées dans le cadre de la Directive Cadre Eau.

#### 6.1.2.2. Protocoles et méthodes

##### a) En amont des travaux

Les prélèvements d'eau détermineront l'état initial du site. Il est prévu de réaliser :

- Des analyses chimiques (métaux lourds, hydrocarbures) au moyen d'une bouteille Niskin et ce sur une campagne ponctuelle. Les analyses seront réalisées par un laboratoire agréé pour ce type de prestation.
- Des analyses de turbidité seront réalisées à l'aide d'une sonde de turbidité.

Ce même protocole sera réalisé durant la dernière année d'exploitation afin de servir d'état de référence avant le démantèlement.



##### b) En phase de travaux

Afin de suivre le niveau de remise en suspension de particules dans la colonne d'eau, des sondes de turbidité seront installées lors de la phase travaux d'installation et de démantèlement. Les sondes multi-paramètres seront installées en fonction du courant et de la proximité de zones Natura 2000. Les courants de flot portent au sud-est, les courants de jusant portent au nord-ouest.

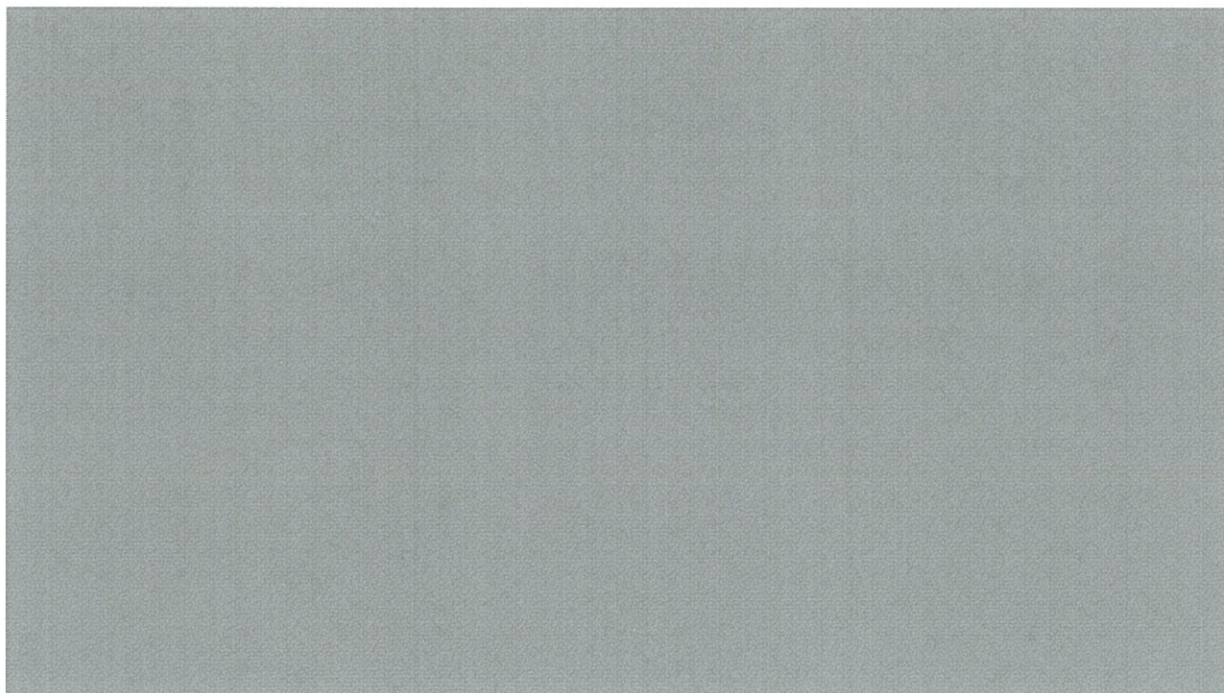
Deux sondes seront installées à deux niveaux dans la colonne d'eau : au fond et en sub-surface dans le sens des courants de marées pendant l'installation des fondations. La sonde installée au sud-est de la zone servira également à suivre le taux de matières en suspension dans le site Natura 2000 « Cap Fréhel/Cap d'Erquy ».

Afin de palier tout risque de croche, les sondes seront matérialisées par une bouée avec croix de Saint-André et munie d'un feu à éclats.

Des mesures de turbidité seront réalisées à pas de temps régulier et transmises au service du suivi environnement via une connexion (radio-internet).

Des seuils de dépassement seront fixés afin de limiter les incidences liées à la remise en suspension.





#### 6.1.2.3. Périodicité

- Phase développement : une campagne d'analyses chimiques, une campagne ponctuelle pour la turbidité
- Phase construction : contrôle en continu de la turbidité pendant la totalité de la phase de travaux de construction
- Phase exploitation : une campagne d'analyses chimiques en début de phase
- Phase démantèlement : contrôle en continu de la turbidité pendant la totalité de la phase de travaux de démantèlement

#### 6.1.3. Mesures de bruit dans l'eau

##### 6.1.3.1. Objectifs du protocole

L'analyse des effets et des impacts a mis en évidence que le niveau sonore dans l'eau dépasse le bruit de fond lors des travaux et de la phase d'exploitation. Il est donc essentiel de suivre ce paramètre afin d'évaluer mes impacts sur les mammifères marins et la faune en général.

Pour analyser ce point de façon détaillée, le Consortium prévoit, s'il est lauréat, de mener un projet de recherche scientifique sur ce sujet en partenariat avec le Centre de Recherche sur les Mammifères Marins (CRMM) de l'université de la Rochelle et Quiet Océan, société Bretonne spécialisée en acoustique marine. Ce programme est détaillé dans la note D5.3 du dossier d'appel d'offre.

#### 6.1.3.2. *Protocole d'étude*

Des hydrophones seront implantés sur la zone. Durant les différentes phases du projet:

- En phase de développement, afin d'évaluer le bruit ambiant avant la pose des éoliennes. L'hydrophone sera implanté au centre de la zone et restera durant plusieurs semaines afin d'avoir une quantité de mesures suffisantes pour évaluer le bruit ambiant.
- En phase de travaux, plusieurs hydrophones seront implantés à proximité des ateliers de travaux et à plusieurs kilomètres, et ce de manière à quantifier le bruit émis par l'ensemble des opérations de constructions (pose des fondations, ensouillage des câbles, pose des éoliennes). Ils resteront implantés sur le site pendant le montage complet d'au moins une machine.
- En phase exploitation, les hydrophones seront implantés à proximité des éoliennes et permettront d'évaluer le bruit ambiant. Tout comme durant la phase de développement, l'hydrophone restera sur la zone plusieurs semaines.

#### 6.1.3.3. *Périodicité des mesures*

- Phase développement : une campagne de mesure de bruit
- Phase construction : mesure en continu du bruit
- Phase exploitation : une campagne de mesure de bruit
- Phase démantèlement : mesure en continu

## 6.2. ENVIRONNEMENT BIOLOGIQUE

### 6.2.1. **Suivi des peuplements benthiques**

#### 6.2.1.1. *Objectifs du protocole*

##### a) Protocoles et méthodes

Étant donné la nature meuble des sédiments en présence et afin d'inventorier la macrofaune benthique, des prélèvements à la benne Smith Mc Intyre ou Hamon seront réalisés. Le nombre et la position des stations de prélèvement seront déterminés en fonction des faciès sédimentaires mis en évidence. Pour chaque station, cinq répliqués de 0,1 m<sup>2</sup> seront effectués, et la position GPS relevée avec précision. Le protocole utilisé respectera les préconisations de l'IFREMER dans le document « Protocole conseillé pour la description de l'état initial et le suivi des ressources halieutiques dans le cadre d'une exploitation de granulats marins ».

De même, l'étude respectera la norme ISO 16666 qui fournit les lignes directrices sur le prélèvement quantitatif et le traitement d'échantillons de la macrofaune des fonds meubles subtidiaux en eaux marines, qui est appliquée notamment dans le cadre du réseau REBENT ou de la DCE.

Les sédiments prélevés feront l'objet d'un tamisage, sur une maille de 1 mm, et seront fixés dans une solution formolée neutralisée pour analyse en laboratoire. La faune sera ainsi triée des débris et particules sédimentaires, et identifiée dans la mesure du possible jusqu'à l'espèce.

Pour chaque station, différents descripteurs pourront ainsi être déterminés :

- Richesse spécifique, nombre d'espèces par unité de surface ou de volume ;
- Densité : nombre d'individus d'une espèce par unité de surface ou de volume ;
- L'indice de Shannon-Weaver, un indice de diversité ;
- L'indice d'équitabilité.

#### **b) Périodicité**

Ces relevés seront réalisés de la manière suivante :

- Phase développement : un relevé
- Phase construction : un relevé en début de travaux
- Phase exploitation : cinq campagnes (T+1, T+3, T+5, T+10, T+20)
- Phase démantèlement : un relevé en fin de phase
- Phase post-démantèlement : un relevé pendant l'année suivant el démantèlement pour vérifier la recolonisation du site par la macrofaune benthique.

### **6.2.2. Études spécifiques pour la coquille Saint-Jacques**

#### **6.2.2.1. Objectif du protocole**

La zone d'implantation du parc ne se situe pas sur le gisement principal de coquilles Saint-Jacques de la baie de Saint-Brieuc et ne bénéficie donc pas d'un suivi annuel de la part d'IFREMER. Étant donnée le fort potentiel halieutique de cette espèce, le bureau d'études Oceanic Développement a proposé la mise en place de suivis adaptés.

#### **6.2.2.2. Protocoles et méthodes**

Le protocole de cette expertise est détaillé dans la note D8, ainsi que dans le rapport de l'étude halieutique consultable en Annexe 6.

Oceanic Développement propose de faire appel à des navires professionnels de la zone qui travailleraient sous contrat de service avec le Consortium. Afin de permettre la constitution de séries temporelles cohérentes, un petit groupe de navires (3 à 5) sera sélectionné et se verra confier les travaux d'échantillonnage. Un protocole d'inter-calibration sera mis en place afin de comparer les variations de capacité de captures entre navires sélectionnés et d'obtenir des coefficients d'équivalence permettant de comparer les résultats obtenus lors de campagnes ultérieures.

Les navires devront pouvoir embarquer deux observateurs en plus de l'équipage, afin d'effectuer les différentes mesures lors des traits expérimentaux. Ces navires effectueront des traits de pêche courts (150 m), à vitesse constante (4 nœuds), en utilisant simultanément deux dragues anglaises :

- La première drague ne sera utilisée que pendant les campagnes d'échantillonnage : elle sera pourvue d'un maillage plus petit que celui réglementaire (50 mm) et sa herse comprendra plus de dents que prévu réglementairement (30 sur 2 m au lieu de 20).
- La seconde drague sera une drague utilisée de manière régulière par les pêcheurs dans le gisement du large et permettra de faciliter la communication des résultats aux professionnels du secteur.

Le système de ressort de la drague sera bloqué dès lors que le trait se fera sur fond meuble.

Afin de pouvoir réaliser un traitement statistique homogène des différents traits, le périmètre étudié (zone d'implantation des éoliennes et ses alentours) sera divisé en plusieurs strates en fonction de la dureté des fonds.

Oceanic Développement propose de réaliser un minimum de 10 stations par strates.

Pour chaque trait, l'ensemble de la capture sera mesuré (taille, poids) et l'aire de balayage de la drague sera estimée afin de permettre le calcul d'un indice d'abondance.

La coquille Saint-Jacques étant un animal sédentaire, il est conseillé la réalisation d'**une campagne par an**.

#### 6.2.2.3. Périodicité

La coquille Saint-Jacques sera suivie selon le calendrier suivant :

- Phase développement : 3 relevés sur 3 ans (une campagne par an)
- Phase construction : 3 relevés sur 3 ans (une campagne par an)
- Phase exploitation : 20 relevés sur 20ans (une campagne par an)
- Phase démantèlement : 3 relevés sur 3 ans (une campagne par an)
- Phase post-démantèlement : 2 relevés sur 2 ans (une campagne par an) pour vérifier la recolonisation du site par l'espèce.

#### 6.2.3. Études spécifiques pour Les autres bivalves

##### 6.2.3.1. Objectif du protocole

Le bulot, l'amande de mer et la praire sont des espèces sensibles au regard de leur sédentarité. Un suivi adapté permettra de vérifier l'absence d'incidences notables sur ces espèces.

##### 6.2.3.2. Protocoles et méthodes

Le protocole de cette expertise est détaillé dans la note D8, ainsi que dans le rapport de l'étude halieutique consultable en Annexe 6.

Les autres bivalves sont échantillonnés par la mise en œuvre d'une benne Hamon, comme lorsque leur abondance est étudiée par l'IFREMER. La benne sera uniquement déployée dans les strates composées de fonds meubles, la benne ne pouvant être mise en action sur des fonds durs<sup>24</sup>.

---

<sup>24</sup> Si les analyses sédimentaires montraient une prédominance de fonds durs dans la zone, le protocole devrait être modifié. Il serait alors proposé de mettre en place un protocole utilisant des dragues à praires, basé sur les mêmes principes que celui développé pour la coquille Saint Jacques

#### 6.2.3.3. Périodicité

Ces espèces sont suivies selon le calendrier suivant :

- Phase développement : 3 relevés sur 3 ans (une campagne par an)
- Phase construction : 3 relevés sur 3 ans (une campagne par an)
- Phase exploitation : 1 relevés tous les 5 ans (T+5, T+10, T+15, T+20)
- Phase démantèlement : 3 relevés sur 3 ans (une campagne par an)
- Phase post-démantèlement : 2 relevés sur 2 ans (une campagne par an) pour vérifier la recolonisation du site par l'espèce.

### 6.3. ÉTUDE DE LA FAUNE PELAGIQUE ET COTIERE

#### 6.3.1. Les poissons

##### 6.3.1.1. Objectifs du protocole

Les populations ichtyologiques risquant de subir des impacts du fait de l'installation d'un parc éolien en baie de Saint-Brieuc sont essentiellement les espèces démersales, c'est-à-dire les espèces vivants à proximité des fonds et donc des fondations, dans le parc et sa périphérie.

Oceanic Développement a donc proposé la mise en place d'un suivi pour ces espèces, utilisant comme pour le suivi des coquilles Saint-Jacques, un petit groupe de navires de professionnels de la pêche pour les travaux d'échantillonnage, avec un protocole d'inter-calibration pour comparer les variations de capacité de captures entre navires sélectionnés et les résultats obtenus lors de campagnes ultérieures.

##### 6.3.1.2. Protocoles et méthodologie

Les navires effectueront des traits de pêche courts (entre 15 et 30 minutes), à vitesse constante (4 nœuds), selon l'axe de travail utilisé par les pêcheurs dans la zone. Les traits se feront selon des stations fixes dont l'emplacement aura été défini aléatoirement lors de la mise en place du protocole. Oceanic Développement propose de tirer au sort sept stations par strates afin de réaliser un total de 42 prélèvements sur la zone étudiée.

Pour chaque trait, l'ensemble de la capture sera déterminé (espèce) et mesuré (taille, poids).

Il est conseillé de réaliser **quatre campagnes par an** afin de caractériser au mieux les peuplements démersaux.



#### 6.3.1.3. Périodicité

- Phase développement : 3 relevés sur 3 ans (4 campagnes par an)
- Phase construction : 3 relevés sur 3 ans (4 campagne par an)
- Phase exploitation : T+1, T+2 (4 campagnes par an), T+5,T+8,T+11,T+14,T+17,T+20 (2 campagnes par an)
- Phase démantèlement : 3 relevés sur 3 ans (2 campagnes par an)
- Phase post-démantèlement : 1 relevé pour valider l'absence d'impact notable. (2 campagnes)

#### 6.3.2. Les mammifères marins

Pour analyser ce point de façon détaillé, le Consortium prévoit, s'il est lauréat, de mener un projet de recherche scientifique sur ce sujet en partenariat avec le Centre de Recherche sur les Mammifères Marins CRMM) de l'université de la Rochelle et Quiet Océan, société Bretonne spécialisée en acoustique marine. Ce programme est détaillé dans la note D5.3 du dossier d'appel d'offre.

##### 6.3.2.1. Objectifs du protocole

Le protocole proposé doit permettre :

- D'évaluer la l'intérêt de la zone pour les mammifères marins et sa sensibilité (abondance, présence, comportement sur la zone...),
- Définir les zones préférentiellement exploitées,
- De fournir des résultats permettant :
- De compléter l'état des connaissances des organismes tel que le Centre de Recherche sur les Mammifères Marins, Océanopolis...
- De comparer les inventaires réalisés dans le cadre de l'élaboration des documents d'objectifs des sites Natura 2000 proches.

##### 6.3.2.2. Protocole proposé

Afin d'étudier la fréquentations et l'utilisation du site proposé pour l'implantation du parc éolien de Saint-Brieuc, le CRMM a proposé un protocole de suivi qui consistera en :

- Un suivi en mer par bateau, dans un rayon de 20 km autour du périmètre prévu pour l'implantation du futur parc. Ces sorties seront effectuées au rythme de 2 par mois, avec 3 observateurs.
- Un suivi aérien par avion, dans un rayon de 100 km autour du périmètre prévu pour l'implantation du futur parc. Ces sorties seront effectuées au rythme d'une sortie par mois, avec 3 observateurs.
- Ces deux suivis seront réalisés selon des transects linéaires, avec prise en compte de l'effort d'observation par des observateurs qualifiés. Afin d'optimiser la pression d'observation, ces campagnes peuvent être associées aux campagnes d'observation des oiseaux marins également mises en place.
- Un suivi acoustique avec des détecteurs type T-POD ou C-POD, pour détecter des espèces difficilement repérables avec les moyens visuels comme les marsouins par exemple. Il est prévu de déployer environ 15 détecteurs acoustiques.

La détectabilité des animaux dépend de l'espèce considérée. Ainsi, les marsouins communs qui se déplacent en petits groupes en sortant très peu de l'eau sont difficilement repérables avec les moyens visuels. Il est donc proposé d'installer des détecteurs acoustiques dans la zone où seront implantées les éoliennes.

Les T-POD sont des détecteurs acoustiques automatisés, développés et commercialisés par Chelonia Ltd (UK). Ils offrent des suivis mono-spécifiques à long terme de la fréquentation du site. Néanmoins, les données enregistrées sont des clics d'écholocation et ne permettent pas d'obtenir des effectifs de populations.

Un nouvel outil de détection, le **C-POD** (Cetacean PORpoise Detector), semblable au T-POD, a récemment été développé. Il présente plusieurs avantages : capacité d'enregistrement simultanée et de distinction de plusieurs espèces d'odontocètes grâce à une gamme plus large (20-160kHz), possibilité de distinguer plus facilement les séries de clics émis par des individus différents, carte mémoire (SD) de grande capacité et une durée de vie de la batterie beaucoup plus longue (Diederichs *et al.*, 2008).

Plusieurs schémas de suivis peuvent être organisés avec les PODs. Le premier, le plus courant, est désigné sous le terme « B-A-C-I » (Before, After, Control, Impact) dans la littérature, permet d'avoir des données et des mesures comparables dans le temps et l'espace. Il implique la pose de C-PODs dans la zone prévue pour l'implantation et dans une zone témoin (Carstensen *et al.*, 2006 ; Thompson *et al.*, 2010). En enregistrant les clics d'écholocation des animaux, on peut ainsi suivre leur fréquentation de la zone d'implantation et la comparer à celle non impactée de la zone témoin. Ces outils seront placés durant toute la période couvrant l'établissement de l'état initial jusqu'à la phase de fonctionnement dans le but de déterminer les impacts potentiels de la construction des éoliennes. Le suivi pourra continuer ensuite pendant la phase de fonctionnement afin de suivre le retour du marsouin sur la zone.

On peut aussi imaginer un déploiement de C-POD par zone, conformément à ce qui a été réalisé pour le parc Horns Rev II. 6 PODs ont été placés selon un transect allant de la zone d'implantation à 25 km à l'extérieur du parc (Brandt *et al.*, 2009). Il est ainsi possible de suivre l'étendue spatiale des impacts, et la fréquentation à l'extérieur du parc.

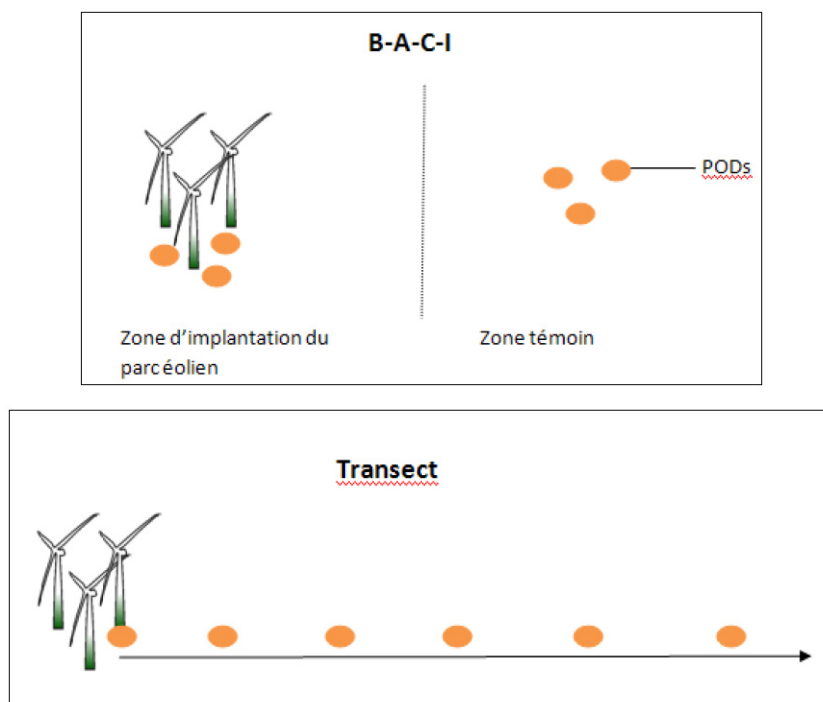


Figure 93 : Différentes configurations de C-PODs envisageables

Il pourrait éventuellement être envisagé de combiner en partie les deux techniques, voir de les améliorer, en plaçant par exemple plusieurs C-PODs sur des lignes équidistantes afin d'assurer une meilleure couverture. Ceci mérite d'être discuté, afin d'élaborer un protocole précis répondant aux problématiques que l'on souhaitera développer.

#### 6.3.2.3. Périodicité

- Phase développement : deux années consécutives de suivi
- Phase construction : suivi pendant toute la durée des travaux de construction
- Phase exploitation : sept campagnes (T+1, T+2, T+3, T+5, T+10, T+15, T+20)
- Phase démantèlement : suivi pendant toute la durée des travaux de démantèlement
- Phase post-démantèlement : un relevé pendant l'année suivant le démantèlement pour vérifier la recolonisation.

## 6.4. L'AVIFAUNE

### 6.4.1. Objectifs du protocole proposé

Le protocole proposé doit permettre :

- d'identifier les richesses ornithologiques du périmètre d'étude et leur sensibilité (abondance, période de présence, cycle biologique, comportement sur la zone, hauteur de vol...),
- de définir les zones préférentiellement exploitées par l'avifaune, aussi bien en termes de migration que d'alimentation ou de repos
- de fournir des résultats aisément comparables :
- aux études et suivis de parc éoliens offshore réalisés dans le reste de l'Europe, qui sont essentiellement basé sur le protocole COWRIE
- les inventaires ornithologiques réalisés en mer, notamment dans le cadre du projet de parc naturel marin dans le golfe normando-Breton (études menées par les AMP).

Le protocole d'étude devra être utilisé en phase de développement, de manière à établir un état initial précis et reproduit à l'identique en phase de chantier, d'exploitation, de démantèlement et après démantèlement de manière à assurer un suivi dans temps rigoureux (inter-comparabilité des données acquises).

### 6.4.2. Lignes du protocole d'étude et de suivi

Le protocole d'étude proposé a été adapté à partir de méthodes standardisées préconisées par :

- la COWRIE (Camphuysen et al., 2004)
- la LPO (de Seynes, 2008)
- l'agence des aires marines protégées (programme PACOMM)
- le Muséum National d'Histoire Naturelle (ref)
- le GEOCA (Cf. Annexe 8)

Trois volets complémentaires seront opérés :

- comptages maritimes standardisés en bateau (transects) ciblés sur la zone de l'appel d'offre
- comptages maritimes standardisés en avion (transects) permettant des observations à l'échelle de la baie
- un suivi aérien régulier permettra de comparer les stationnements d'oiseaux à travers la baie et d'obtenir des données comparatives au moins sur le plan quantitatif (car le niveau de détection et d'identification peut être inférieur au suivi en bateau). Ce suivi permettra également de déceler les échanges avec l'aire d'étude principale et de mieux en connaître les fonctionnalités écologiques
- suivis terrestres ou littoraux complémentaires

Le protocole proposé comprendra un état initial sur 2 ans de manière à étudier les différentes phases du cycle annuel des oiseaux sur deux cycles annuel complet pour limiter les variations interannuelles. Pour répondre aux spécifications de l'appel d'offre, un rapport d'étape sera produit à l'issue des 18 mois de la phase de levée de risques.

#### 6.4.2.1. Comptages maritimes standardisés en bateau

##### a) Plan d'échantillonnage

Au vu de la surface importante de la zone d'étude, des objectifs de cartographie (intra-site) des sensibilités éventuelles, des objectifs de recensement qualitatif le plus large possible ou encore des risques de présence d'espèces farouches et plus difficiles à détecter (comme les plongeurs et canards plongeurs), le Consortium a fait le choix de suivre un protocole de type transect en continu en se calquant sur les préconisations du COWRIE (Camphuysen et al., 2004), reprises par la LPO (de Seynes, 2008) :

- surface prospectée couvrant une surface équivalente à près d'1/5 de la zone de l'appel d'offre (18 %),
- lignes de transect séparées de 4 km (2,2 mile nautique),
- surface échantillonnée entièrement prospectable en une journée et équitablement distribuée sur l'ensemble de la zone,
- alternance des points de démarrage des transects afin de pallier aux rythmes journaliers des espèces.

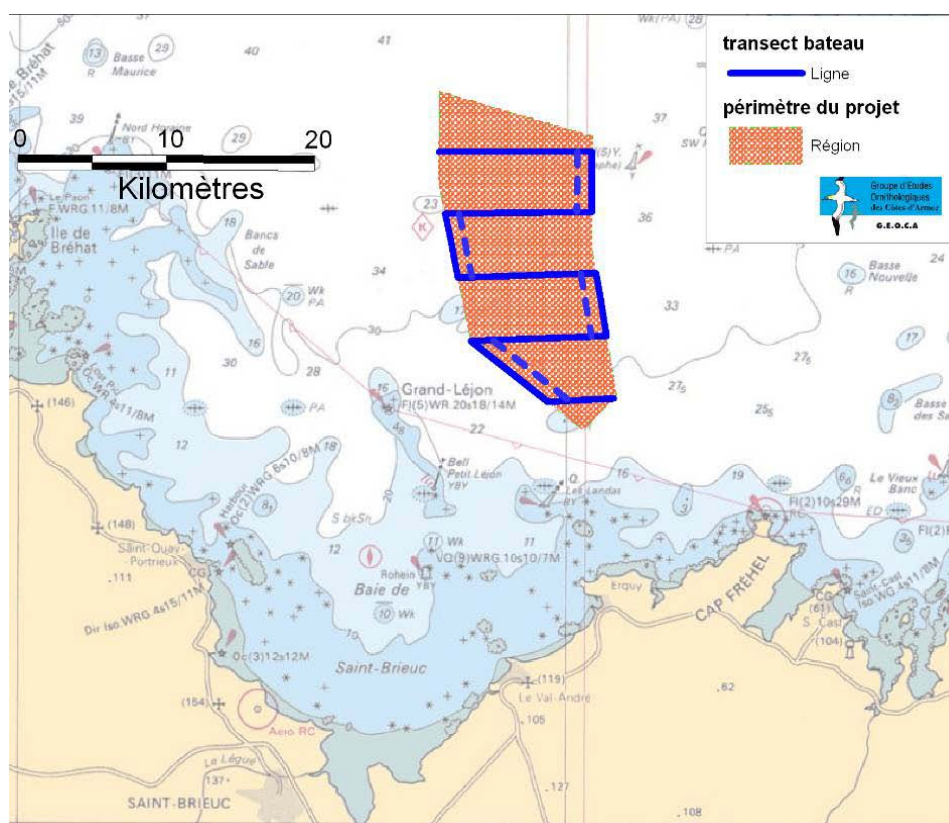


Figure 94 : Proposition de parcours (transects) réalisables en une journée dans le cadre de la réalisation d'un état initial de l'intérêt ornithologique du périmètre principal d'étude (Source : GEOCA, 2011)



**b) Périodicité des mesures**

Les mesures seront réalisées selon les périodicités suivantes :

- Un comptage maritime standardisé en bateau par quinzaine
- État initial : relevés sur 2 ans
- Construction : relevés sur 3 ans
- Exploitation : 7 campagnes de relevés (T+1, T+2, T+3, T+5, T+10, T+15, T+20)
- Démantèlement : relevés sur 3 ans
- Après démantèlement : relevés sur 2 ans

**c) Réalisation des inventaires**

Les observations sont réalisées simultanément par 2 observateurs (chacun couvrant 1 côté du bateau) ce qui conduit à une détection significative des oiseaux, qui peut atteindre 95 % dans de bonnes conditions dans la bande des 300 m (Spear et al., 2004). Un 3<sup>ème</sup> observateur sera présent de manière à permettre une rotation des observateurs toute les 2 heures et ménager des temps de repos pour ménager la vigilance des observateurs.

Des scans sont opérés successivement à l'œil nu et aux jumelles afin de détecter les oiseaux les plus lointains. Les oiseaux contactés au loin sont notés mais ne sont comptabilisés pour l'analyse que s'ils traversent la bande des 300 m (cas des oiseaux en vol contactés de loin mais traversant ou ayant traversé la bande des 300 m) ou s'il s'agit d'espèces non notées sur le reste du transect (intérêt qualitatif d'espèces rares ou de densité très faible).

L'avantage de ne prendre en compte que cette bande des 300 m est notamment de pallier les différences de distance de détectabilité de chaque espèce ou groupe d'espèces du fait de leurs caractéristiques physiques (taille, couleur...), de leur comportement (vol, fréquence et durée de plongée...), de leur attraction/répulsion par les bateaux (pouvant être très marquée pour certaines espèces) ou encore de leur grégarité (des individus isolés étant plus difficiles à détecter que des groupes d'oiseaux). Cette distance d'observation présente également l'avantage d'atteindre un très bon niveau d'identification des espèces.

**d) Caractéristiques du parcours**

Le parcours fixe s'opérera à vitesse constante de 7 à 10 nœuds, ce qui permet une détection et une observation satisfaisantes des oiseaux. La durée moyenne de sortie s'établira à 7 h, comptant le trajet aller pour se rendre sur zone, les relevés sur zone et le trajet retour. Toutes les observations réalisées hors du périmètre d'étude seront également enregistrées pour information et associées à une zone « 0 ». Le trajet d'échantillonnage s'étend sur 53 km, soit une surface prospectée d'environ 32 km<sup>2</sup>.

Conformément aux recommandations du COWRIE, le bateau utilisé pour cette étude ne devra pas être un bateau commercial ou un bateau de pêche (Camphuysen et al., 2004).

Le nombre de sorties effectuées s'élèvera à 24 sur un cycle d'un an, soit en moyenne 2 sorties par mois, réparties le plus régulièrement possible.

Pour atteindre une détectabilité optimale, les sorties seront programmées par des conditions météorologiques favorables (vent inférieur à 4 Beaufort, peu de houle, luminosité satisfaisante).

**e) Présentation des données**

Afin de pouvoir localiser et cartographier sous Système d'Information Géographique les données obtenues lors des sorties maritimes, chaque observation fera l'objet d'un enregistrement sur GPS.

L'effort de prospection sur chaque zone sera identique à chaque sortie, ce qui permettra aisément d'opérer une analyse qualitative ou de comparer quantitativement les zones entre elles, ainsi que les sorties entre elles.

Lors de chaque sortie, tous les oiseaux observés seront identifiés, comptabilisés et seront également renseignés plusieurs caractéristiques des oiseaux observés : hauteur et direction du vol, comportement, classe d'âge...

Dans l'analyse générale des données, seules les observations directes (oiseaux réellement comptabilisés) seront présentées, ce qui ne représentera qu'un échantillonnage (identique pour chaque zone et chaque sortie) mais ne reflètera pas le nombre d'oiseaux pouvant réellement être estimé sur l'ensemble du périmètre principal d'étude. La surface réellement prospectée (par bandes de 300 m) correspondra au final à 18 % de la zone qui couvre 180 km<sup>2</sup>.

Les estimations de densités moyennes totales à partir des abondances relatives mesurées par ces échantillonnages dans une bande de 300 m ne seront réalisées qu'à l'échelle de la zone d'étude, et ce, uniquement dans un chapitre d'analyse spécifique du fait de certains biais notamment liés aux observations d'oiseaux en vol.

Le protocole mis en place présente l'avantage de pouvoir recenser également les mammifères marins présents sur les zones échantillonnées, ainsi que d'autres espèces marines patrimoniales éventuelles. Toutes les données obtenues par bateau ou par avion seront donc enregistrées.

#### 6.4.2.2. *Comptages maritimes standardisés en avion*

Le suivi par comptages aériens est une technique adaptée à l'échantillonnage d'espèces à grandes aires de distribution et souvent mobiles (cas des oiseaux marins) et notamment dans des zones difficiles d'accès (milieu marin). L'avion présente l'avantage de couvrir, par cette méthode, une surface bien supérieure à celle couverte en bateau en un temps de parcours nettement moins important.

Toutefois, l'utilisation de l'avion présente un certain nombre de contraintes :

- conditions météorologiques optimales,
- respect de la réglementation aérienne et particulièrement celles du survol à faible altitude,
- réduction du temps disponible pour détecter, identifier et compter les oiseaux observés,
- coût financier plus élevé que le bateau.

La méthode employée est basée sur les préconisations de la COWRIE (Camphuysen et al., 2004), de la LPO (de Seynes, 2008) et des travaux réalisés dans le golfe de Gascogne (Certain, 2007). Elle a pour but de cartographier la distribution et l'abondance des oiseaux marins sur la zone étudiée par des échantillonnages spatialement réguliers.

##### **a) Plan d'échantillonnage**

L'échantillonnage sera basé sur la réalisation de 9 transects en travers de la baie de Saint-Brieuc et couvrant l'ensemble du périmètre principal d'étude mais aussi une grande partie d'aire d'influence rapprochée (Fig. 13). L'avion emprunte successivement ces transects espacés de 2 km et parcourt une distance totale de 374 km d'échantillonnage.

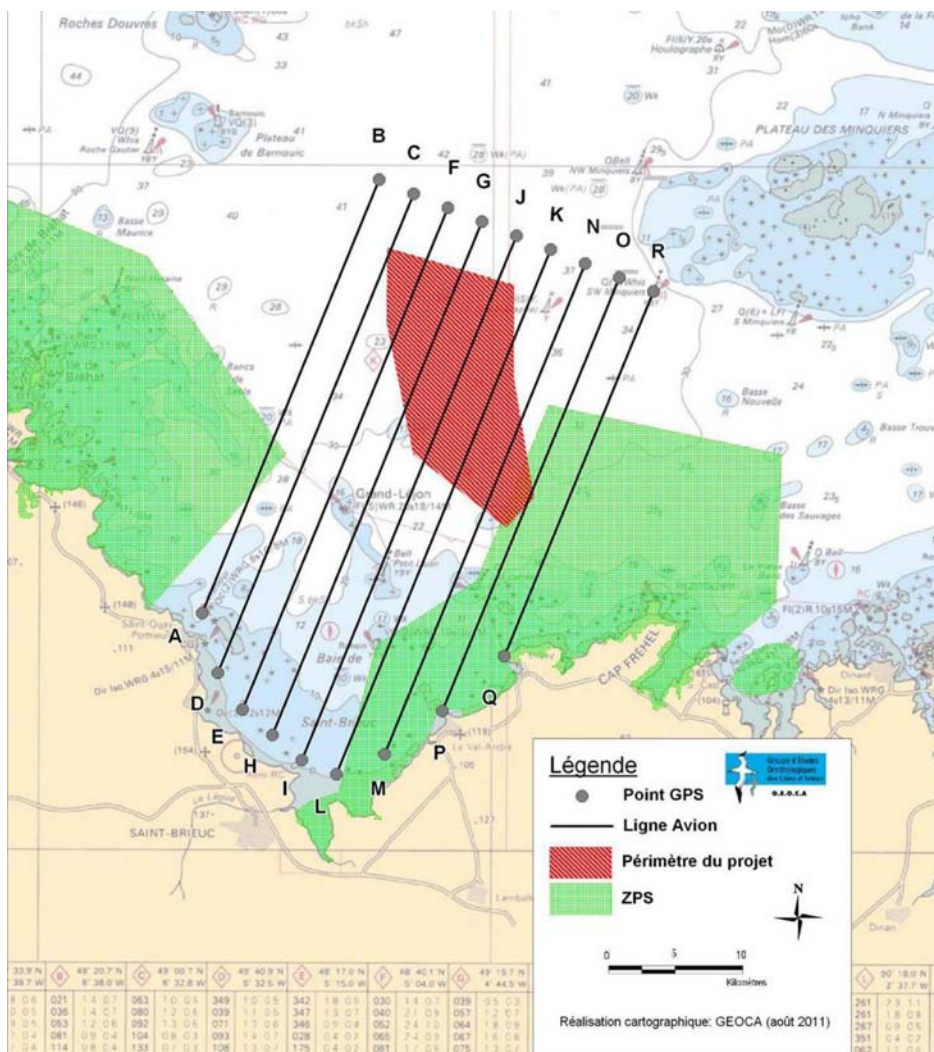


Figure 95 : Plan d'échantillonnage pour les suivis aériens (Source : GEOCA)

## b) Périodicité des mesures

Les mesures seront réalisées selon les périodicités suivantes :

- Un comptage maritime standardisé en avion par mois
- État initial : relevés sur 2 ans
- Construction : relevés sur 3 ans
- Exploitation : 7 campagnes de relevés (T+1, T+2, T+3, T+5, T+10, T+15, T+20)
- Démantèlement : relevés sur 3 ans
- Après démantèlement : relevés sur 2 ans



### c) Moyens aériens utilisés

Outre le respect des règles de l'aviation civile, le moyen aérien utilisé devra idéalement répondre aux caractéristiques suivantes (adapté de MNHN, 2010) :

- Avion bi-moteur à hélices, à voilure haute
- Minimum 4 places
- Capacité à voler en continu à 150 km/h à 150 d'altitude
- 2 hublots-bulle latéraux
- Appareil offrant le meilleur angle de vision

Les recommandations concernant les suivis en avion établissent une vitesse de vol appropriée entre 160 et 200 km/h pour une altitude située entre 80 et 150 m. Les survols réalisés dans le cadre de l'étude se situeront donc dans ces intervalles avec une vitesse moyenne de 190 km/h pour une altitude de 120 à 150 m.

### d) Réalisation des inventaires

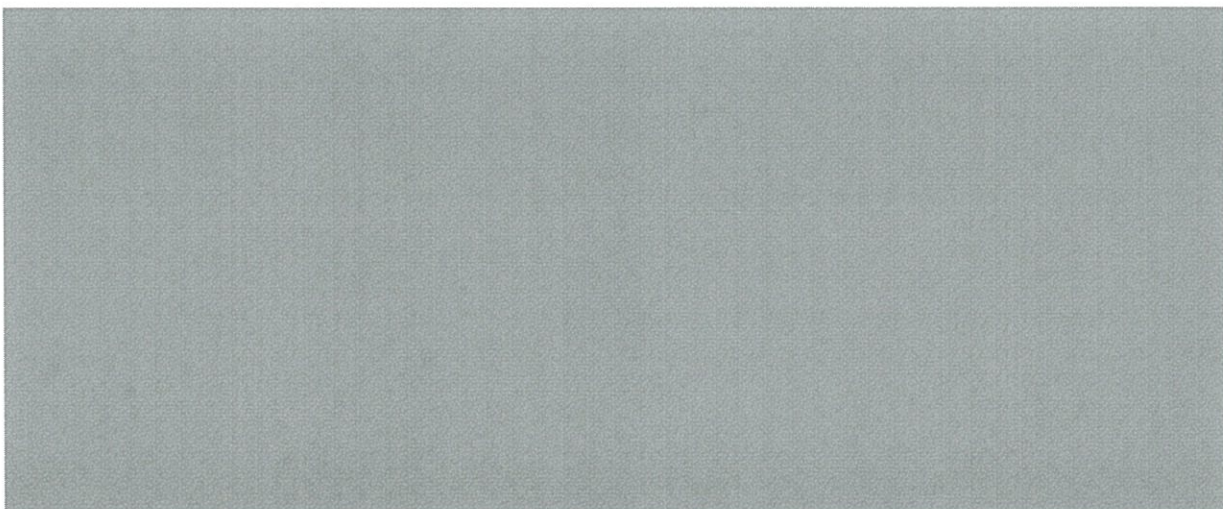
A bord, 3 observateurs seront présents : 2 observateurs actifs et 1 observateur au repos. Une rotation des observateurs sera effectuée toutes les deux heures pour maintenir leur vigilance. Les observateurs scrutent sur une bande de mer de 250m de large de chaque côté de l'avion (des repères pourront être placés de manière à scruter toujours la même largeur de bande). Cette largeur correspond aux recommandations du MNHN.

La surface prospectée en une sortie correspondra donc à 187 km<sup>2</sup>. Dès qu'un oiseau ou groupe d'oiseaux est détecté, l'un des observateurs effectue un waypoint sur GPS afin de saisir la position géographique, et prend note de l'observation (espèce, effectif, activité, comportement, classe d'âge ...).

La durée moyenne de la sortie s'établit à 3h00, en comptant 15 à 20 min de trajet aller et retour pour se rendre sur zone. Les suivis s'étaleront à raison d'un comptage par mois durant un cycle d'un an.

### e) Présentation des données

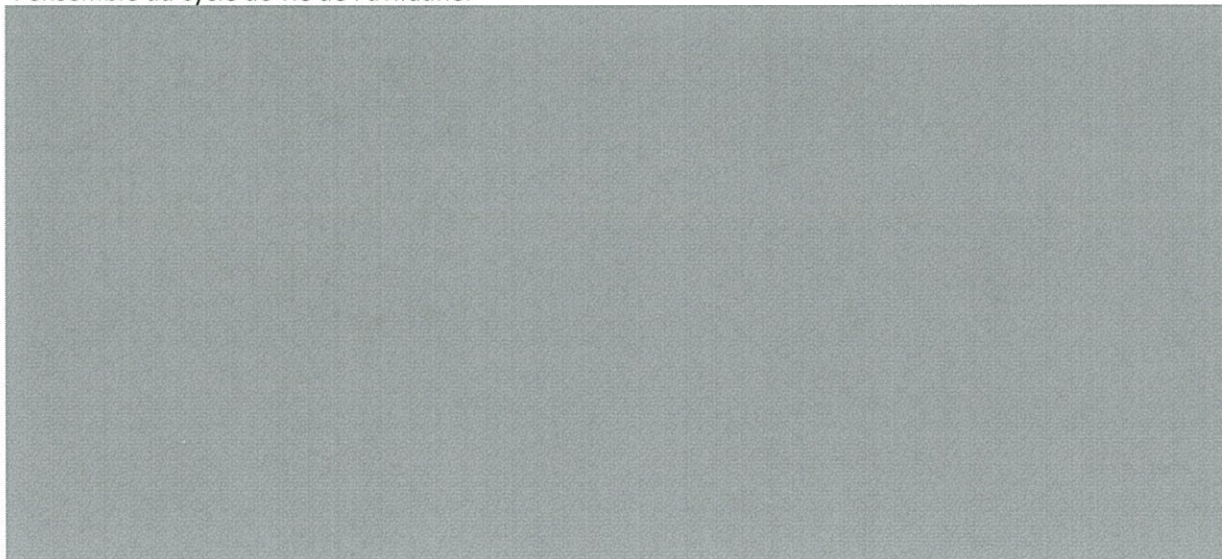
Lors de chaque sortie, toutes les observations seront géoréférencées et plusieurs caractéristiques seront renseignées : effectif, comportement, classe d'âge... Ces données seront ensuite présentées sous Système d'Information Géographique. La pression d'observation étant la même sur l'ensemble du parcours et lors de chaque sortie, on pourra donc aisément opérer une analyse qualitative ou bien comparer quantitativement les transects entre eux ainsi que les sorties entre elles.



#### 6.4.2.4. Planning des suivis dans le temps

##### a) Planning d'une campagne annuelle de suivi

Le tableau suivant replace le planning d'une campagne annuelle de suivi par rapport aux grandes étapes du cycle biologique des oiseaux. Les observations qui sont réalisées permettront de couvrir l'ensemble du cycle de vie de l'avifaune.



##### b) Planning des campagnes de suivi sur la vie du projet

Le planning des suivis que seront menés dans le cadre du projet sont synthétisés dans la Figure 96. Les suivis qui seront menés permettront de suivre l'évolution de l'avifaune sur toute la vie de projet.

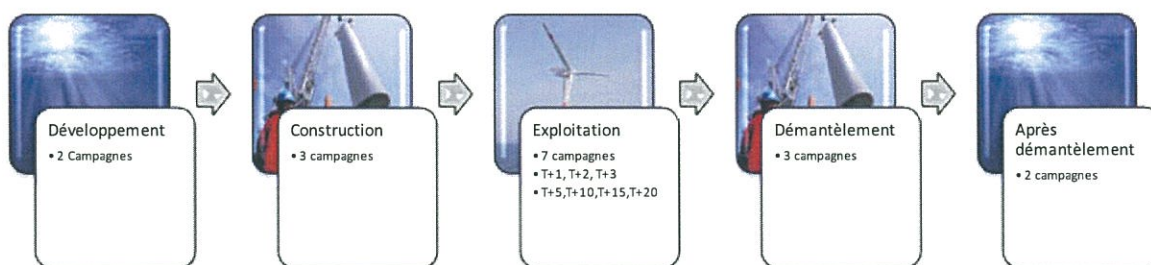


Figure 96 : Planning des campagnes de suivi sur la vie du projet

## 6.5. LES CHIROPTERES

### 6.5.1. Objectifs du protocole

Le protocole proposé ici est extrait du rapport d'étude du bureau d'études AXECO et permettra, au regard de la législation en vigueur, de réaliser un état initial opérationnel de la zone d'étude en termes de Chiroptères.



La bibliographie relative aux projets éoliens offshore étant peu documentée, ce sont les résultats du protocole d'inventaire chiroptérologique de terrain qui devront permettre d'identifier de manière fiable les impacts de l'implantation du parc éolien de la Baie de Saint-Brieuc sur les populations de Chiroptères locaux.

Les questions auxquelles devra répondre cette étude pré-implantatoire sont nombreuses :

- Observe-t-on une activité chiroptérologique en Baie de Saint-Brieuc d'une manière générale et dans le périmètre d'implantation potentiel en particulier ?
- Quelles sont les espèces responsables de cette activité ?
- Cette activité suit-elle une chronologie identifiable ?
- Cette activité est-elle diffuse sur l'ensemble de la Baie de Saint-Brieuc ou localisée ?
- Observe-t-on une activité saisonnière migratrice ?
- Si cette activité migratrice existe, se réalise-t-elle de manière diffuse ou selon des couloirs définis ?
- Peut-on quantifier l'activité de chasse en mer et la comparer avec l'activité de chasse sur le secteur côtier, pour les mêmes espèces ?

### 6.5.2. Protocole proposé

#### 6.5.2.1. Techniques à utiliser :

- Enregistrements d'ultra-sons :
- Points d'écoute automatiques en continu (de 20h00 à 06h00) sur la côte et en mer
- Transects d'écoute le long de la côte

#### 6.5.2.2. Météorologie :

Toutes les sessions de terrain seront réalisées pour des conditions météorologiques favorables à l'activité des Chiroptères. En particulier, lorsque que le vent sera inférieur à 10m/s.

#### 6.5.2.3. Chronologie :

Trois sessions de terrain de deux nuits consécutives seront réalisées à chaque saison (Figure 97 : Chronologie des sessions de terrain. Les écoutes en mer et sur la côte seront réalisées simultanément.

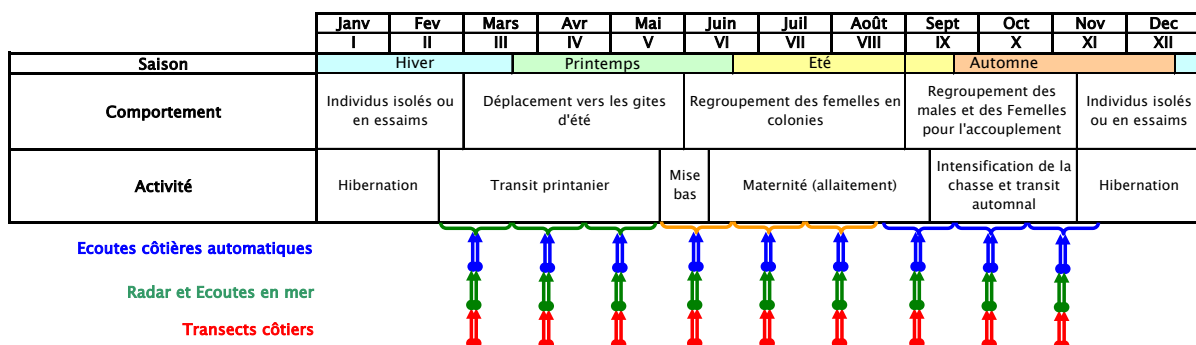


Figure 97 : Chronologie des sessions de terrain

#### 6.5.2.4. Localisation des écoutes (Figure 98 : Localisation des secteurs et points d'écoute)

Des sessions d'écoute au détecteur d'ultra-sons devront être effectuées sur la côte et en mer pendant les périodes de migration.

Les points d'écoute côtiers seront effectués en bordure de mer, répartis sur l'ensemble du linéaire côtier, de la Pointe de l'Arcouest au Cap Fréhel. Parmi ces points, certains seront situés au droit des gîtes connus pour abriter des populations de Chiroptères importantes :

- Abbaye de Beauport à Paimpol
- Tunnel ferroviaire du Légué à Saint Briec
- Secteur des grottes et blockhaus de Plouha
- sites côtier de Ploubazlanec
- Cap Fréhel

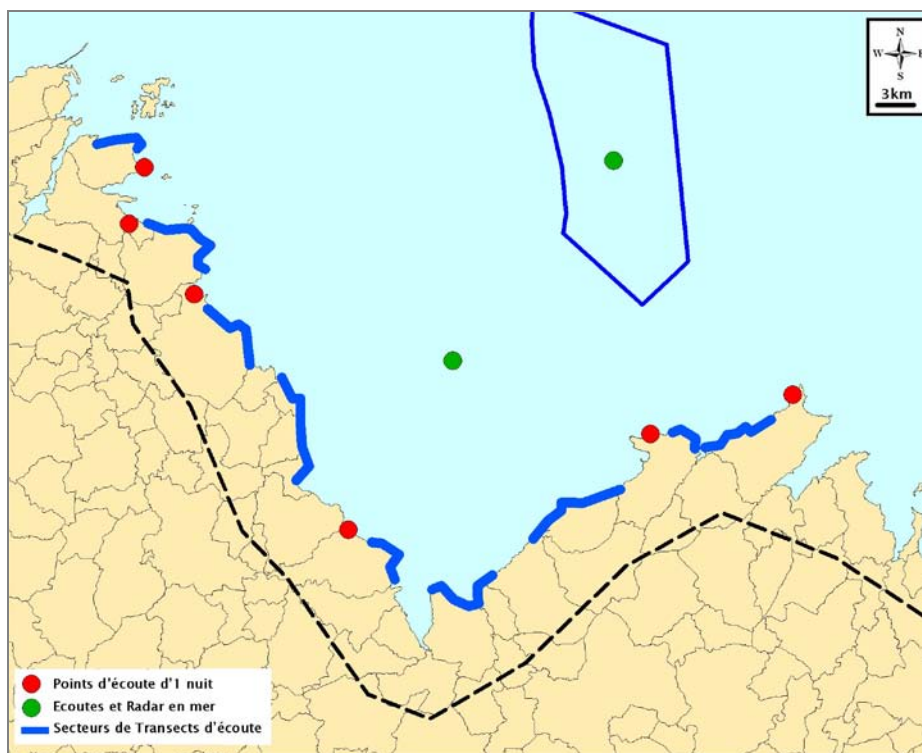


Figure 98 : Localisation des secteurs et points d'écoute

#### 6.5.2.5. Nature des données

Dans tous les cas, pour tous les points d'écoute terrestres ou marins, on notera :

- les données météorologiques en début de nuit, en milieu de nuit et en fin de nuit: température, vitesse du vent, direction du vent, précipitations au cours de la journée.
- les espèces détectées
- le nombre de contacts par espèces

#### 6.5.2.6. Périodicité

- Phase développement : deux années consécutives de suivi
- Phase construction : suivi pendant toute la durée des travaux de construction
- Phase exploitation : sept campagnes (T+1, T+2, T+3, T+5, T+10, T+15, T+20)
- Phase démantèlement : suivi pendant toute la durée des travaux de démantèlement
- Phase post-démantèlement : un relevé pendant l'année suivant el démantèlement pour vérifier la recolonisation.

## 6.6. SYNTHÈSE DES SUIVIS

		DEVELOPPEMENT					CONSTRUCTION					EXPLOITATION					DEMANTELEMENT									
		ANNEES					ANNEES					ANNEES					ANNEES					ANNEES				
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	5	8	10	11	14	15	17	20	1	2	3	1	2			
Qualité des eaux	Analyses chimiques																									
	Turbidité (campagne ponctuelle)																									
	Sonde turbidité en continu																									
Bathymétrie	Sonar à balayage latéral																									
Benthos	Macrobenthos																									
Halieutique	Coquille Saint-Jacques																									
	Buccin, Praire, Amande de mer																									
	Poissons démersaux																									
Mammifères marins	Campagne aérienne (3 observateurs)																									
	Campagne maritime (3 observateurs)																									
	Campagne acoustique + analyse																									
Oiseaux	Campagne aérienne (3 observateurs)																									
	Campagne maritime (3 observateurs)																									
	Oiseaux dans la zone intertidale (observation depuis la côte)																									
Chiroptères	Campagne maritime avec observateur et détecteur automatique + analyse de données en 9 campagnes																									





## 7. PARTENARIATS CONCLUS OU, A DEFAUT, ENVISAGES AVEC DES PRESTATAIRES COMPETENTS EN MATIERE DE REALISATION D'ETUDE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL (D7.5)

IBERDROLA-EOLE RES a procédé à une identification de sociétés de soutien environnemental potentielles pour la réalisation des études en phase de développement. Les critères exigés des sociétés évaluées étaient principalement l'hygiène et la sécurité, la qualité et l'expérience ainsi qu'un savoir-faire en matière de projets offshore et plus particulièrement de parcs éoliens offshore et une connaissance de la région.

Après avoir rencontré un certain nombre de candidats potentiels compétents, évalué les informations soumises et identifié le pour et le contre, la société Creocan a été choisie comme partenaire potentiel pour soutenir le Consortium pendant la conduite de l'étude de l'impact environnemental pendant la Phase de Développement. Un protocole d'accord a été signé avec cette société dont un exemplaire est joint en Annexe 13.



INVivo est un bureau d'études spécialisé dans le domaine marin, littoral et aquatique. Spécialiste de l'exploitation et de la valorisation des données, notamment cartographiques (SIG), IN VIVO effectue des études de la conception à la Maîtrise d'Œuvre : Surveys océanographiques (mesures et études hydrographiques, géophysiques, sédimentologiques et biologiques), Études d'impact sur l'environnement, Suivi écologique, Maîtrise d'œuvre et ingénierie maritime ainsi que Recherche et Développement.



**Sogreah, Groupe Artelia:**

SOGREAH fait parti du groupe ARTELIA, un groupe international leader dans le management de projet, l'ingénierie et le conseil dans les domaines de la construction, des infrastructures et de l'environnement.

ARTELIA a plusieurs domaines d'activités dont la Branche Maritime dans laquelle ils apportent leurs compétences sur les impacts hydrauliques, hydro-sédimentaires et environnementaux des structures. Ils ont aussi une expertise sur les risques maritimes et les efforts hydrodynamiques lors de la conception des fondations et des structures immergées.

Situées à proximité du projet et dotées d'importants moyens à la mer, les deux sociétés possèdent une très bonne connaissance du contexte local de Saint Brieuc. Il s'agit d'un parfait binôme pour le choix des Bureaux d'Études dans le cadre du développement de l'Étude d'impact et de textes réglementaires.

Une présentation complète des deux sociétés est incluse dans l'Annexe 12.

## 8. BIBLIOGRAPHIE

AAMP, 2011 – Projet oiseaux et mammifères marins en France métropolitaine. Point d'information Août 2011.

AHLÉN Ingemar, Lothar Bach, Hans J. Baagøe, Jan Pettersson. Juillet 2007. Bats and offshore wind turbines studied in southern Scandinavia SWEDISH ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY

AHLEN I., BAAGOE H.J., BACH L., 2009 – Behavior of Scandinavian bats during migration and foraging at sea. Journal of mammalogy.

ARTHUR L., LEMAIRE M., 1999 – Les chauves-souris maîtresses de la nuit

BETKE, K., SCHULTZ-VON GLAHN, M. AND MATUSCHEK, R., 2004 - Underwater noise emissions from offshore wind turbines. Paper presented on CFA/DAGA 2004

BRETAGNE ENVIRONNEMENT, 2005 – Sédimentologie des fonds marins bretons

BRGM – Carte géologique de Lorient au 1/250 000 EMERY G., 2009 – Oiseaux marins du Golfe de Gascogne. Répartition, évolution des populations et éléments pour la définition des aires marines protégées. Biotope, Mèze ; Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris

CADIOU B., PONS J.M., YESOU P., 2004 – Oiseaux marins nicheurs de France métropolitaine (1960 – 2000). Edition Biotope, Mèze

CAMPHUYSEN K., FOX T., LEOPOLD M., PETERSEN I.K., 2004 – Towards standardized seabirds at sea census technics in connection with environmental impacts assessments for offshore wind farms in the UK. Cowrie-BAM-02-2002.

CHASSE, Glémarec, 1976 – atlas lu littoral français, atlas des fonds meubles du plateau continental du golfe de Gascogne.

DANISH ENERGY AUTHORITY, November 2006 - Offshore Windfarm and the environment: Danish experiences from Horns rev and Nysted. "

DANISH INSTITUTE FOR FISHERIES RESEARCH, May 2000 - " Effects of marine windfarms on the distribution of fish, shellfish and marine mammals in the Horns Rev area"

DE SEYNES A., 2008 – De l'inventaire des connaissances à la définition de protocoles de suivi des oiseaux en mer en prévision du développement des parcs éoliens offshore. Programme national Eolien et Biodiversité, ADEME-MEEDDAT-SER/FEE-LPO.

DESHOLM, M. ET KAHLERT, J., 2005 - Avian collision risk at an offshore wind farm. Biology Letters 1: 296-298.

DESHOLM, M., 2006 - Wind farm related mortality among avian migrants – a remote sensing study and model analysis. PhD thesis. Dept. of Wildlife Ecology and Biodiversity, NERI, and Dept. of Population Biology, University of Copenhagen. National Environmental Research Institute, Denmark

DIEDERICH, A., NEHLS, G., DÄHNE, M., ADLER, S., KOSCHINSKI, S., VERFUB, U., 2008 - Methodologies for measuring and assessing potential changes in marine mammal behaviour, abundance or distribution arising from the construction, operation and decommissioning of offshore windfarms. Commissioned by COWRIE Ltd

DUBOIS P.J., LE MARECHAL P., OLIOSSO G., YESOU P., 2008 – Nouvel inventaire des oiseaux de France. Delachaux et Niestlé.

EDWELL, J., LANGWORTHY, J., HOWELL, D., 2003 - Assessment of sub-sea acoustic noise and vibration from offshore wind turbines and its impact on marine wildlife; initial measurements of underwater

noise during construction of offshore windfarms, and comparison with background noise. COWRIE report No. 544 R 0424

ELTRA, 2000 - Beregning og maling af magnetfelter omkring kabler og vindmøller. Internt notat 2000

ERICKSON, W. P., JOHNSON G. D., YOUNG D. P. 2005 - A summary and comparison of the bird mortality from anthropogenic causes with and emphasis on collisions. USDA Forest Service Gen. Tech.

EVERAERT, J., ET STIENEN, E. W. M., 2006 - Impact of wind turbines on birds in Zeebrugge (Belgium). Biodiversity and Conservation: DOI 10.1007/s10531-006-9082-1

EVERAERT, J., ET STIENEN, E. W. M., 2007 - Impact of wind turbines on birds in Zeebrugge (Belgium). Biodivers. Conserv.

GOODALE W. ET DIVOLL T., 2009 - Birds, Bats and Coastal Wind Farm Development in Maine: A Literature Review. Report BRI 2009-18. BioDiversity Research Institute, Gorham, Maine

HILDEBRAND J., 2005 – Impact of anthropogenic sound in marine mammal research, conservation beyond crisis

HUPPOP, O., DIERSCHKE J., EXO K. M., FREDRICH E. & HILL R., 2006 - Bird migration studies and potential collision risk with offshore wind turbines

IFREMER, 2006 – Synthèse bibliographique des principales espèces de Manche orientale et du golfe de Gascogne

IFREMER, 2007 - Analyse des risques pour les mammifères marins liés à l'emploi des méthodes acoustiques en océanographie, rapport final

IFREMER, 2011 – Protocole conseillé pour la description de l'état initial et les suivi des ressources halieutiques dans le cadre d'une exploitation de granulats marins

KAHLERT, J., PETERSON, I. K., FOX, A. D., DESHOLM, M. & CLAUSAGER, I., 2004 - Investigations of birds during construction and operation of Nysted offshore windfarm at Rødsand. Annual status report 2003

LAURANS M., FIFAS S., DEMANECHÉ S., BRERETTE S., DEBEC O., (2009) – Modelling seasonal and annual variation in size at functional maturity in the European lobster (*Homarus gammarus*) from self-sampling data. ICES Journal of marine science, 66.

LESUEUR, KLINGEBIEL, 1986 – carte des sédiments superficiels du plateau continental du golfe de Gascogne

LPO, 2008 – De l'inventaire des connaissances à la définition de protocoles de suivi des oiseaux de mer en prévision du développement des parcs éolien offshore. Programme national éolien-biodiversité.

MADSEN, P.T., WAHLBERG, M., TOUGAARD, J., LUCKE, K. AND TYACK, P., 2006 - Wind turbine underwater noise and marine mammals: implications of current knowledge and data needs. Mar. Ecol. Progr

NEDWELL J.R., LANGWORTHY J., HOWELL J. and HOWELL D., 2003 – Assessment of subsea acoustic noise and vibration from offshore wind turbines and its impact on marine wildlife; initial measurements of underwater noise during construction of offshore windfarms, and comparison with background noise. Subacoustech Ltd report 544R0424

NEDWELL J.R., EDWARDS B., TURNPENNY A.W.H., GORDON J., 2004 – Fish and marine mammals audiograms : a summary of available information. Subacoustech Ltd report 534R0214

NEDWELL, J.R., TURNPENNY A.W.H., LOWELL J., PARVIN S.J., WORKMAN R., SPINKS J.A.L., HOWELL D., 2007 – A validation of the dBht as a measure of the behavioural and auditory effects of underwater

noise. Subacoustech report Reference : 534R1231 to Chevron Ltd TotalFinaElf Exploration UK PLC, Department of business, enterprise and regulatory reform

PETERSEN, I.K., CHRISTENSEN T.K., KAHLERT J., DESHOLM M. & FOX A. D., 2006 - Final results of bird studies at the offshore wind farms at Nysted and Horns Rev, Denmark. Report request. Commissioned by DONG energy and Vattenfall A/S 2006. National Environmental. Research Institute, Ministry of the Environment, Denmark

PETTERSSON J., 2005 - The impact of offshore wind farms on bird life in Southern Kalmar Sound, Sweden. Swedish Energy Agency / Lunds University

REWITT ET LANGTOM, 2006 - Assessing the impacts of wind farms on birds

RICHARDSON, W.J., GREENE, C.R.G. JR., MALME, C.I. AND THOMSON, D.H., 1995 - Marine Mammals and Noise. Academic Press, San Diego,

SCHROEDER, D.M., AND LOVE, M.S., 2004 - Ecological and political issues surrounding decommissioning of offshore oil facilities in the Southern California Bright. Ocean and Coastal Management 47

SHOM – Dalle bathymétrique n° 14572

SMALLWOOD, K. S., ET THELANDER C., 2008 - Bird mortality in the Altamont Pass Wind Resource Area, California. Journal of Wildlife Management 72: 215-223.

SOGREAH. 2010 - Volet hydrosédimentologique et océanométéorologique pour l'implantation d'un parc éolien offshore. Phase 2 : Etude hydraulique et hydrosédimentaire détaillée. Etablissement de l'état initial et évaluation des impacts du champs d'éoliennes. Rapport final.

SOVACOL, B. K. 2009 - Contextualizing avian mortality: A preliminary appraisal of bird and bat fatalities from wind, fossil-fuel, and nuclear electricity. Energy Policy 37: 2241-2248.

STACHOWITSCH, M., KIKINGER, R., HERLER, J., ZOLDA, P., GEUTEBRU" CK, E., 2002 - Offshore oil platforms and fouling communities in the southern Arabian Gulf (Abu Dhabi). Marine Pollution Bulletin 44

TALISMAN ENERGY, 2006 – Beatrice wind farm demonstrator project, environmental statement.

THOMSEN, F., LÜDEMANN, K., KAFEMANN, R., WERNER, P., 2006 - Effects of offshore wind farm noise on marine mammals and fish, biola, Hamburg, Germany on behalf of COWRIE Ltd.

VALERY L., 2010 – Etude de la répartition spatiale des oiseaux marins au large. Guide méthodologique pour le programme de connaissance NATURA 2000 en mer. Rapport SPN 2010/8.

VELLA G., RUSHFORTH I., MASON E., HOUGH A., ENGLAND R., STYLES P., HOLT T., THORNE P., 2001 – Environmental impact assessment investigation of marine mammals in relation to the establishment of a marine wind farm on horns reef.

WHOMERSLEY, P., PICKEN, G.B., 2003 - Long-term dynamics of fouling communities found on offshore installations in the North Sea. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom 83

WILHELMSSON, D., AND MALM, T., 2008 - Fouling assemblages on offshore wind power plants and adjacent substrata. Estuarine, Coastal and Shelf Science 79

WOLFSON, A., VAN BLARICOM, G., DAVIS, N., LEWBEL, G.S., 1979- The marine life of an offshore oil platform. Marine Ecology Progress Series 1

WÜRSIG, B., GREENE C.R. Jr., and JEFFERSON T.A., 2000 – Development of an air bubble curtain to reduce underwater noise of percussive piling. Marine Environmental Research. Volume49, issue 1

**Sites internet consultés**

[www.natura.2000](http://www.natura.2000)

<http://www.aires-marines.fr>

[www.eau-loire-bretagne.fr](http://www.eau-loire-bretagne.fr)

[www.ifen.fr](http://www.ifen.fr)



