

# Baie de Saint-Brieuc

## Résumé Non Technique de l'étude d'impact pour l'implantation du parc éolien en mer de la Baie de Saint-Brieuc

Ailes Marines S.A.S. créée par



IBERDROLA

GOLE RES

GRUPE  
Caisses d'Épargne  
et de Dépôts







Atelier de l'Isthme /geophom

## **RÉSUMÉ NON TECHNIQUE DE L'ÉTUDE D'IMPACT POUR L'IMPLANTATION DU PARC ÉOLIEN EN MER DE LA BAIE DE SAINT-BRIEUC**

Article R.122-5 du Code de l'environnement



Octobre 2015

### Observations sur l'utilisation du rapport :

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

### Annexes :

Les annexes citées dans le document correspondent aux annexes de l'étude d'impact du projet de parc éolien en mer de la Baie de Saint-Brieuc.

Crédit photographique : In Vivo (sauf mention particulière)

### Auteurs :

|                   |                           |
|-------------------|---------------------------|
| Christophe HOUISE | Co-rédaction - validation |
| Alexis Chevalier  | Co-validation             |
| Alexandre Cerruti | Cartographie              |

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



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

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

## SOMMAIRE

|   |           |
|---|-----------|
| <b>CHAPITRE A : INTRODUCTION</b> .....  | <b>8</b>  |
| 1 <b>CONTEXTE</b> .....   | <b>9</b>  |
| 2 <b>CADRE REGLEMENTAIRE</b> .....  | <b>10</b> |
| 3 <b>METHODOLOGIE</b> .....   | <b>11</b> |
| <b>CHAPITRE B : DESCRIPTION DU PROJET</b> .....   | <b>12</b> |
| 1 <b>SITUATION GEOGRAPHIQUE DU PROJET</b> .....   | <b>13</b> |
| 2 <b>LES ELEMENTS CONSTITUTIFS DU PARC EOLIEN EN MER</b> .....                                    | <b>14</b> |
| 2.1 <b>LES EOLIENNES</b> .....  | <b>15</b> |
| 2.2 <b>LES FONDATIONS</b> .....   | <b>16</b> |
| 2.3 <b>LES CABLES INTER-EOLIENNES</b> .....   | <b>17</b> |
| 2.4 <b>LA SOUS-STATION ELECTRIQUE</b> .....   | <b>20</b> |
| 2.5 <b>LE MAT DE MESURE</b> .....   | <b>20</b> |
| 3 <b>LA PHASE DE CONSTRUCTION DU PARC EOLIEN</b> .....  | <b>21</b> |
| 3.1 <b>LA FABRICATION DES ELEMENTS CONSTITUTIFS DU PARC</b> .....                                 | <b>21</b> |
| 3.2 <b>L'INSTALLATION DES ELEMENTS SUR SITE</b> .....   | <b>22</b> |
| 3.3 <b>L'EMPLOI EN PHASE DE CONSTRUCTION</b> .....  | <b>24</b> |
| 4 <b>LA PHASE D'EXPLOITATION DU PARC EOLIEN</b> .....   | <b>25</b> |
| 4.1 <b>L'EXPLOITATION ET LA MAINTENANCE</b> .....   | <b>25</b> |
| 4.2 <b>L'EMPLOI EN PHASE D'EXPLOITATION</b> .....   | <b>26</b> |
| 5 <b>LA PHASE DE DEMANTELEMENT DU PARC EOLIEN</b> .....   | <b>27</b> |
| 6 <b>LE COUT DU PROJET</b> .....  | <b>28</b> |
| <b>CHAPITRE C : LES CARACTERISTIQUES DU SITE, LES IMPACTS DU PROJET ET LES MESURES ENVISAGEES</b> | <b>29</b> |
| 1 <b>PRESENTATION DES AIRES D'ETUDES</b> .....  | <b>30</b> |
| 2 <b>LE MILIEU PHYSIQUE</b> .....   | <b>32</b> |
| 2.1 <b>LA GEOLOGIE</b> .....  | <b>32</b> |
| 2.1.1 <b>Synthèse de l'état initial</b> .....   | <b>32</b> |
| 2.1.2 <b>Synthèse des impacts</b> .....   | <b>32</b> |
| 2.2 <b>LA SEDIMENTOLOGIE</b> .....  | <b>33</b> |
| 2.2.1 <b>Synthèse de l'état initial</b> .....   | <b>33</b> |
| 2.2.2 <b>Synthèse des impacts</b> .....   | <b>33</b> |
| 2.3 <b>LA BATHYMETRIE DES FONDS</b> .....   | <b>36</b> |
| 2.3.1 <b>Synthèse de l'état initial</b> .....   | <b>36</b> |
| 2.3.2 <b>Synthèse des impacts</b> .....   | <b>36</b> |
| 2.4 <b>LES CONDITIONS OCEANOGRAPHIQUES ET CLIMATIQUES</b> .....                                   | <b>37</b> |
| 2.4.1 <b>Synthèse de l'état initial</b> .....   | <b>37</b> |
| 2.4.2 <b>Synthèse des impacts</b> .....   | <b>38</b> |
| 2.5 <b>LE TRAIT DE COTE</b> .....   | <b>40</b> |
| 2.5.1 <b>Synthèse de l'état initial</b> .....   | <b>40</b> |
| 2.5.2 <b>Synthèse des impacts</b> .....   | <b>40</b> |
| 2.6 <b>LA QUALITE DE L'EAU</b> .....  | <b>41</b> |

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| 2.6.1    | Synthèse de l'état initial.....                                  | 41        |
| 2.6.2    | Synthèse des impacts.....  | 41        |
| 2.7      | LA QUALITE DE L'AIR.....   | 44        |
| 2.7.1    | Synthèse de l'état initial.....                                  | 44        |
| 2.7.2    | Synthèse des impacts.....  | 44        |
| 2.8      | L'ENVIRONNEMENT SONORE.....                                      | 45        |
| 2.8.1    | Synthèse de l'état initial.....                                  | 45        |
| 2.8.2    | Synthèse des impacts.....  | 45        |
| <b>3</b> | <b>LE MILIEU BIOLOGIQUE.....</b>                                 | <b>48</b> |
| 3.1      | LE PATRIMOINE ECOLOGIQUE.....                                    | 48        |
| 3.1.1    | Synthèse de l'état initial.....                                  | 48        |
| 3.1.2    | Synthèse des impacts.....  | 48        |
| 3.2      | LES BIOCENOSSES PLANCTONIQUES.....                               | 50        |
| 3.2.1    | Synthèse de l'état initial.....                                  | 50        |
| 3.2.2    | Synthèse des impacts.....  | 50        |
| 3.3      | LES BIOCENOSSES BENTHIQUES.....                                  | 51        |
| 3.3.1    | Synthèse de l'état initial.....                                  | 51        |
| 3.3.2    | Synthèse des impacts.....  | 53        |
| 3.4      | LA RESSOURCE HALIEUTIQUE.....                                    | 55        |
| 3.4.1    | Synthèse de l'état initial.....                                  | 55        |
| 3.4.2    | Synthèse des impacts.....  | 56        |
| 3.5      | LES POISSONS AMPHIHALINS.....                                    | 58        |
| 3.5.1    | Synthèse de l'état initial.....                                  | 58        |
| 3.5.2    | Synthèse des impacts.....  | 59        |
| 3.6      | LES MAMMIFERES MARINS.....                                       | 60        |
| 3.6.1    | Synthèse de l'état initial.....                                  | 60        |
| 3.6.2    | Synthèse des impacts.....  | 61        |
| 3.7      | LES AUTRES ESPECES MARINES.....                                  | 64        |
| 3.7.1    | Synthèse de l'état initial.....                                  | 64        |
| 3.7.2    | Synthèse des impacts.....  | 64        |
| 3.8      | L'AVIFAUNE.....  | 65        |
| 3.8.1    | Synthèse de l'état initial.....                                  | 65        |
| 3.8.2    | Synthèse des impacts.....  | 68        |
| 3.9      | LES CHIROPTERES.....   | 71        |
| 3.9.1    | Synthèse de l'état initial.....                                  | 71        |
| 3.9.2    | Synthèse des impacts.....  | 71        |
| <b>4</b> | <b>LE PATRIMOINE ARCHEOLOGIQUE SOUS-MARIN ET LE PAYSAGE.....</b> | <b>73</b> |
| 4.1      | LE PATRIMOINE ARCHEOLOGIQUE SOUS-MARIN.....                      | 73        |
| 4.1.1    | Synthèse de l'état initial.....                                  | 73        |
| 4.1.2    | Synthèse des impacts.....  | 73        |
| 4.2      | LE PAYSAGE.....  | 74        |
| 4.2.1    | Synthèse de l'état initial.....                                  | 74        |
| 4.2.2    | Synthèse des impacts.....  | 77        |
| <b>5</b> | <b>ACTIVITES SOCIO-ECONOMIQUES ET USAGES.....</b>                | <b>79</b> |
| 5.1      | LES ZONES MARITIMES REGLEMENTEES.....                            | 79        |
| 5.1.1    | Synthèse de l'état initial.....                                  | 79        |
| 5.1.2    | Synthèse des impacts.....  | 79        |
| 5.2      | LA NAVIGATION ET LA SECURITE MARITIME.....                       | 80        |
| 5.2.1    | Synthèse de l'état initial.....                                  | 80        |
| 5.2.2    | Synthèse des impacts.....  | 81        |
| 5.3      | LES CONTRAINTES HERTZIENNES ET AERONAUTIQUES.....                | 84        |
| 5.3.1    | Synthèse de l'état initial.....                                  | 84        |
| 5.3.2    | Synthèse des impacts.....  | 85        |
| 5.4      | L'ACTIVITE DE PECHE.....   | 87        |

|       |   |            |
|-------|---|------------|
| 5.4.1 | Synthèse de l'état initial.....   | 87         |
| 5.4.2 | Synthèse des impacts.....   | 89         |
| 5.5   | LES CULTURES MARINES .....  | 91         |
| 5.5.1 | Synthèse de l'état initial.....   | 91         |
| 5.5.2 | Synthèse des impacts.....   | 91         |
| 5.6   | LES CARACTERISTIQUES TERRITORIALES .....  | 92         |
| 5.6.1 | Synthèse de l'état initial.....   | 92         |
| 5.6.2 | Synthèse des impacts.....   | 93         |
| 5.7   | LE TOURISME ET LES ACTIVITES DE LOISIRS .....   | 94         |
| 5.7.1 | Synthèse de l'état initial.....   | 94         |
| 5.7.2 | Synthèse des impacts.....   | 95         |
| 5.8   | LA SANTE .....  | 96         |
| 5.8.1 | Synthèse des impacts.....   | 96         |
| 6     | <b>SYNTHESE DES IMPACTS DU PROJET ET MESURES ASSOCIEES.....</b>                               | <b>99</b>  |
|       | <b>CHAPITRE D : LES EFFETS CUMULES DU PROJET AVEC D'AUTRES PROJETS EN DEVELOPPEMENT .....</b> | <b>103</b> |
| 1     | LES EFFETS CUMULES AVEC LES PARCS EOLIENS EN MER EN DEVELOPPEMENT .....                       | 106        |
| 2     | LES EFFETS CUMULES AVEC LES PARCS EOLIENS TERRESTRES .....                                    | 107        |
| 3     | LES EFFETS CUMULES AVEC LES AUTRES PROJETS MARITIMES ET LITTORAUX.....                        | 108        |
|       | <b>CHAPITRE E : LA COMPATIBILITE DU PROJET AVEC LES PLANS ET PROGRAMMES .....</b>             | <b>109</b> |
|       | <b>GLOSSAIRE ET ACRONYMES .....</b>   | <b>111</b> |

---

## LISTE DES FIGURES

|   |    |
|---|----|
| Figure 1 : Le schéma de principe d'un parc éolien en mer.....   | 14 |
| Figure 2 : Le schéma de principe d'une fondation de type « jacket ».....  | 16 |
| Figure 3 : Un exemple de sous-station électrique envisagée (STX, 2014).....   | 20 |
| Figure 4 : La localisation des ports de fabrication.....  | 21 |
| Figure 5 : Le planning général d'installation du parc éolien.....   | 22 |
| Figure 6 : Un exemple de barge envisagée pour le transport des fondations (Technip, 2013).....  | 23 |
| Figure 7 : Un exemple de Jack-up envisagé pour la pose des fondations (Technip, 2013).....  | 23 |
| Figure 8 : Un exemple de navire envisagé pour l'installation des éoliennes (Technip, 2013).....   | 23 |
| Figure 9 : Un navire de maintenance type.....   | 25 |
| Figure 10 : La répartition des coûts d'investissement du projet.....  | 28 |
| Figure 11 : Le dépôt (mm) après 10 jours de simulation pour les sédiments grossiers (Cf. Annexe 3 de l'étude d'impact).....   | 34 |
| Figure 12 : Le mode opératoire du démantèlement des pieux.....  | 35 |
| Figure 13 : La rose annuelle des vents (ARTELIA, 2010).....   | 37 |
| Figure 14 : Les écarts de vitesse maximale par rapport à la situation initiale (en m/s) pour un coefficient de marée de 120 (Actimar, 2015a).....   | 38 |
| Figure 15 : La différence de hauteur des vagues (en %), à l'échelle régionale (haut) pour la condition « houle moyenne : annuelle ouest-nord-ouest » (Cf. Annexe 3 de l'étude d'impact).....              | 39 |
| Figure 16 : La modélisation spatiale de la contribution sonore du parc éolien en mer de la Baie de Saint-Brieuc - phase de construction.....  | 45 |
| Figure 17 : Les niveaux acoustiques large bande durant une opération de battage. (De gauche à droite, vue large de la zone, zoom sur le parc éolien, sources sonores) (Annexe 6 de l'étude d'impact)..... | 46 |
| Figure 18 : Les niveaux acoustiques sous-marins en phase d'exploitation (En haut, vue large de la zone. En bas à gauche, zoom sur le parc éolien. En bas à droite, sources sonores) (Altran, 2015).....   | 46 |
| Figure 19 : Un exemple de deux espèces caractéristiques des fonds rencontrés.....   | 52 |
| Figure 20 : Les peuplements benthiques de la zone potentielle d'implantation.....   | 52 |
| Figure 21 : Les espèces d'intérêt commercial prises en compte dans la présente étude (de gauche à droite : Amande de mer, Palourde rose, Pétoncle, Peigne, Coquille Saint-Jacques, Praise, Spisule).....  | 55 |
| Figure 22 : La coquille Saint-Jacques.....  | 55 |
| Figure 23 : Le bulot.....   | 55 |
| Figure 24 : L'araignée de mer.....  | 56 |
| Figure 25 : Le Tacaud commun.....   | 56 |
| Figure 26 : La Raie brunette.....   | 56 |
| Figure 27 : L'Alose feinte.....   | 58 |
| Figure 28 : L'Anguille d'Europe.....  | 58 |
| Figure 29. En haut (de gauche à droite) : Marsouin commun, Grand dauphin et Dauphin de Risso.....   | 61 |
| Figure 30 : Niveaux acoustiques dBht en période de battage pour le Marsouin commun (gauche) et le Grand dauphin (Droite).....   | 62 |
| Figure 31 : Les niveaux acoustiques dBht en exploitation pour le Marsouin commun (gauche) et le Grand dauphin (Droite).....   | 62 |
| Figure 32 : De gauche à droite : Fou de Bassan, Goéland marin et Guillemot de Troil (Photos : A. Chevallier/In Vivo).....   | 67 |
| Figure 33 : Deux Grands cormorans posés sur la fondation d'une éolienne.....  | 68 |
| Figure 34 : La pipistrelle de Nathusius.....  | 71 |
| Figure 35 : Le cap Fréhel.....  | 74 |
| Figure 36 : Coteaux urbanisés et jardins sur le littoral entre Paimpol et l'Arcouest.....   | 75 |
| Figure 37 : Ilots rocheux de l'archipel de Bréhat (Depuis Loguivy-de-la-Mer).....   | 75 |
| Figure 38 : La plage des Rosaires (Plérin).....   | 75 |
| Figure 39 : Corbière point (Jersey).....  | 76 |
| Figure 40 : Vue depuis la mer sur la pointe du château de Fort-la-Latte (à gauche) et sur le cap Fréhel (au fond), deux paysages littoraux de très forte sensibilité.....                                 | 76 |
| Figure 41 : Les principales routes de navigation.....   | 81 |

|   |     |
|---|-----|
| Figure 42 : La position des radars de surveillance du trafic maritime à terre.....  | 84  |
| Figure 43 : La simulation de la couverture du radar des sémaphores de Saint-Quay-Portrieux (gauche) et Saint-Cast-le-Guildo (droite) en phase d'exploitation .....                            | 85  |
| Figure 44 : La localisation des zones potentielles d'apparition des faux échos pour les radars de Saint-Quay-Portrieux (gauche) et Saint-Cast-le-Guildo (droite) en phase d'exploitation..... | 86  |
| Figure 45 : La fréquentation annuelle de la zone d'étude en nombre de navires par maille (Comités des pêches bretons, 2014).....  | 88  |
| Figure 46 : La localisation des projets éoliens en mer pris en compte dans l'analyse des effets cumulés .....   | 104 |
| Figure 47 : La localisation des projets éoliens terrestres pris en compte dans l'analyse des effets cumulés.....  | 105 |

## LISTE DES TABLEAUX

|   |    |
|---|----|
| Tableau 1 : Fréquentation et utilisation de la zone d'étude par les oiseaux observés (1/2)..... | 66 |
| Tableau 2 : Fréquentation et utilisation de la zone d'étude par les oiseaux observés (2/2)..... | 67 |

## LISTE DES PLANCHES

|  |    |
|--|----|
| Planche 1 : La localisation de la zone d'implantation.....   | 13 |
| Planche 2 : Le plan de positionnement des éléments du parc .....   | 13 |
| Planche 3 : Le plan de câblage inter-éoliennes.....  | 18 |
| Planche 4 : Le balisage maritime nocturne du parc .....  | 26 |
| Planche 5 : La présentation des aires d'étude .....  | 30 |
| Planche 6 : Les faciès et structures sédimentaires de la zone potentielle d'implantation .....           | 33 |
| Planche 7 : La bathymétrie de la zone potentielle d'implantation.....                                    | 36 |
| Planche 8 : Les zones de protections réglementaires identifiées au sein de l'aire d'étude éloignée ..... | 48 |
| Planche 9 : Les ZNIEFF et ZICO identifiées au sein de l'aire d'étude éloignée.....                       | 48 |
| Planche 10 : Les peuplements benthiques au sein de l'aire d'étude éloignée .....                         | 51 |
| Planche 11 : Les sites archéologiques sous-marins identifiés au sein de l'aire d'étude éloignée .....    | 73 |
| Planche 12 : Les sensibilités paysagères (Atelier de l'Isthme, 2015) .....                               | 75 |



## CHAPITRE A : INTRODUCTION

## 1 CONTEXTE

La France s'est engagée dans la voie des énergies renouvelables (EnR) dès le début des années 2000, pour répondre à sa dépendance aux énergies fossiles, à leur raréfaction, mais aussi pour favoriser un mix énergétique plus équilibré et lutter contre le réchauffement climatique. Le Grenelle de l'environnement<sup>1</sup> lancé le 6 juillet 2007 a confirmé cette orientation, avec l'objectif de porter à 23 % la part des EnR (éolien, solaire, hydraulique, biomasse, biogaz et biocarburants) dans la consommation d'énergie finale française à l'horizon 2020. En matière d'éolien précisément, il fixe le cap : avoir une puissance installée de 25 000 mégawatts (MW) d'ici 2020, dont 19 000 MW d'éolien terrestre et 6 000 MW d'éolien en mer (ce chiffre comprenant aussi les autres énergies marines).

Dans ce cadre, après avis favorable de la Commission de Régulation de l'Energie<sup>2</sup> (CRE), l'Etat a lancé le 11 juillet 2011 un appel d'offres portant sur des installations éoliennes de production d'électricité en mer en France métropolitaine. Cet appel d'offres représentait un potentiel de 3 000 MW de puissance installée, réparti sur 5 zones distinctes (lots). Les ministres compétents ont désigné le 23 avril 2012 Ailes Marines comme lauréate pour le lot de Saint-Brieuc (lot n°4).

En plus de son intégration dans le développement global des EnR en France, le projet de parc éolien en mer de la Baie de Saint-Brieuc trouve toute sa place dans le Pacte électrique breton<sup>3</sup>, qui a entre autres pour objet de réduire la dépendance électrique de la région Bretagne.

Avec 496 MW de capacité installée et 1 850 Gigawattheures (GWh) de production annuelle, le futur parc éolien fournira l'équivalent de la consommation électrique de 850 000 habitants (chauffage compris), soit plus de 9 % de la consommation totale de la Bretagne en 2014.

La réussite d'un tel projet repose largement sur l'appropriation des enjeux par les acteurs du territoire concernés. Pour cette raison, Ailes Marines a entrepris dès la phase réponse à l'appel d'offres une large concertation avec les acteurs et une information continue du public.

Par ailleurs, le projet s'inscrit dans le cadre de la création d'une filière industrielle en France, celle de l'éolien en mer. En effet, le projet mobilisera 2 000 emplois directs, des partenaires industriels et des grands ports maritimes principalement dans le Grand Ouest.

---

<sup>1</sup> Le Grenelle de l'environnement est un ensemble de rencontres politiques organisées en France en septembre et décembre 2007, visant à prendre des décisions à long terme en matière d'environnement et de développement durable.

<sup>2</sup> Autorité administrative indépendante chargée de veiller au bon fonctionnement des marchés de l'électricité et du gaz en France.

<sup>3</sup> Signé par l'État, l'Ademe, l'Agence Nationale de l'Habitat (ANAH), RTE et la Région Bretagne le 14 décembre 2010, le Pacte électrique breton a pour objectif de redessiner toute la politique énergétique du territoire pour sortir la Bretagne de son isolement.

## 2 CADRE REGLEMENTAIRE

La construction et l'exploitation du futur parc éolien nécessitent l'obtention de plusieurs autorisations administratives, principalement au titre des dispositions des articles L.214-1 et suivants (dite autorisation « loi sur l'eau ») et L.2124-3 et suivants du Code général de la propriété des personnes publiques (CGPPP) (dite « concession d'utilisation du domaine public maritime »). C'est pourquoi, Ailes Marines a missionné, en 2012, le bureau d'études IN VIVO, basé dans le Finistère à la Forêt-Fouesnant, pour réaliser l'ensemble des études nécessaires aux dossiers de demandes de ces autorisations, et en particulier l'étude d'impact (EIE), prescrite par les articles R.122-1 et suivants du Code de l'environnement.

L'article R.122-5 du même code prévoit que, pour faciliter la prise de connaissance par le public des informations contenues dans l'étude d'impact, celle-ci est précédée par un Résumé Non Technique des informations contenues dans l'étude, qui est l'objet du présent document.

Ce document vaut également Résumé Non Technique de la demande d'autorisation au titre de la loi sur l'eau (article R. 214-6 du Code de l'environnement).

Par ailleurs, l'article L.122-3-II du Code de l'environnement prévoit que lorsque des projets concourent à la réalisation d'un même programme de travaux et lorsque ces projets sont réalisés de manière simultanée, une étude d'impact du programme de travaux doit être effectuée. C'est dans ce cadre qu'Ailes Marines et RTE<sup>4</sup> (responsable du projet de raccordement du parc éolien), ont réalisé une étude d'impact liée au programme de travaux (Fascicule A) qui prend en compte le parc éolien et son raccordement. Cette étude fait également l'objet d'un Résumé Non Technique. Compte tenu de la particularité du programme de travaux, une étude d'impact pour chaque projet a été réalisée de façon séparée (Fascicules B1 et B2). Ce document entre dans le cadre de la réalisation de l'étude d'impact du projet de parc éolien (Fascicule B1).

---

<sup>4</sup> Réseau de Transport de l'Electricité.

### 3 METHODOLOGIE

Le bureau d'études IN VIVO, associé à plusieurs bureaux d'études experts dans leur domaine, ont réalisé l'ensemble des prestations nécessaires. Ils sont présentés dans le tableau suivant.

| Bureaux d'études              | Mission / Expertise  |
|-------------------------------|--|
| IN VIVO                       | Coordinateur / rédacteur de l'EIE  |
|                               | Avifaune, mammifères marins, benthos, ressource halieutique, qualité des eaux et des sédiments |
| ARTELIA                       | Environnement physique   |
| ACTIMAR                       | Modélisation hydrodynamique et sédimentaire  |
| ALTRAN / MAREE / GIPSA LAB    | Bruit sous-marin   |
| SETEC                         | Bruit aérien   |
| MAISON DE LA CHAUVE-SOURIS    | Chiroptères  |
| IFREMER                       | Coquille Saint-Jacques   |
| ATELIER DE L'ISTHME / GEOPHOM | Analyse paysagère  |
| MARICO MARINE / SIGNALIS      | Navigation et sécurité maritime  |

Afin de répondre entièrement aux objectifs de l'étude d'impact, de nombreuses campagnes sur le terrain ont été mises en œuvre sur une période allant de septembre 2012 à mars 2015. Ces campagnes se sont portées sur les compartiments suivants : benthos, ressource halieutique, avifaune, mammifères marins et chiroptères. Les méthodologies utilisées correspondent aux méthodologies couramment appliquées dans le développement de projets en mer. De plus, certaines méthodes ont été inspirées des pratiques de l'éolien terrestre en particulier quand il n'existait pas d'équivalent pour des projets maritimes (exemple du suivi des chiroptères).



CHAPITRE B : DESCRIPTION DU PROJET

## 1 SITUATION GEOGRAPHIQUE DU PROJET

Le projet du parc éolien en mer de la Baie de Saint-Brieuc se situe dans le département des Côtes-d'Armor (22), au large de la baie de Saint-Brieuc, sur des fonds marins compris entre 29 et 42 mètres de profondeur par rapport aux Plus-Basses-Mers Astronomiques (PBMA).

Le choix par Ailes Marines de la zone d'implantation des éoliennes s'est inscrit dans une démarche de conciliation des usages et des enjeux techniques, environnementaux et paysagers. Les critères pris en compte pour la définition de la zone d'implantation, au sein de la zone de l'appel d'offres de 180 km<sup>2</sup>, sont les suivants :

- Les activités de pêche professionnelle : évitement des espaces privilégiés par la pêche professionnelle (gisement principal de pêche à la coquille Saint-Jacques par exemple) ;
- Les caractéristiques naturelles : évitement du site Natura 2000 « Cap d'Erquy - Cap Fréhel » ;
- Le paysage : recul de la zone d'implantation par rapport aux caps d'Erquy et Fréhel ;
- La bathymétrie : évitement des zones les plus profondes au nord et à l'est de la zone de l'appel d'offres.

La localisation de la zone d'implantation est présentée sur la planche suivante.

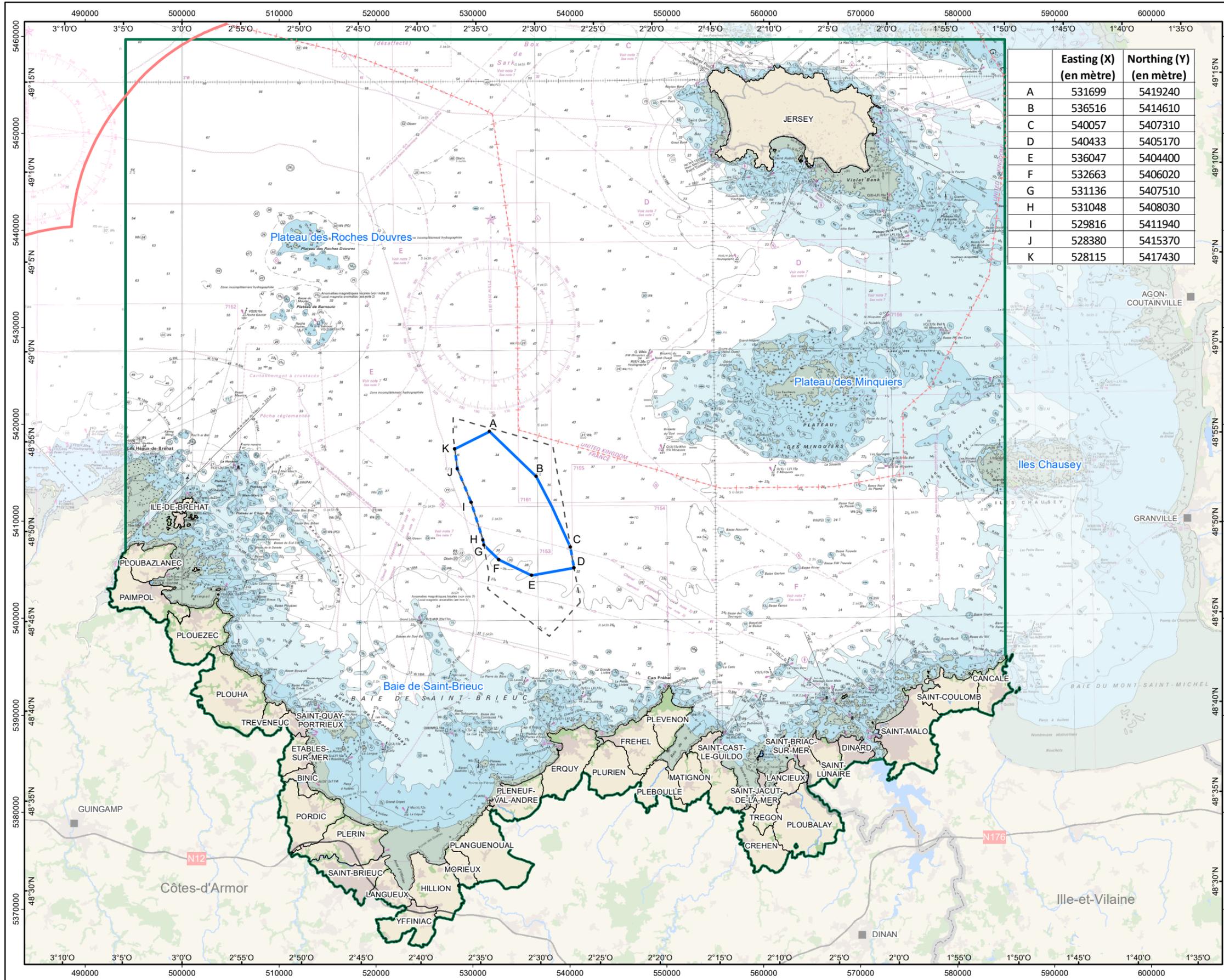
### *Planche 1 : La localisation de la zone d'implantation*

Cette zone, d'une superficie de 103 km<sup>2</sup>, est située à une distance minimale de :

- 16,3 km du cap Fréhel ;
- 26,4 km de Saint-Quay-Portrieux ;
- 37 km de l'île de Jersey.

Le parc éolien sera composé de 62 éoliennes, d'un réseau de câbles, d'une sous-station électrique et d'un mât de mesure, répartis au sein de la zone d'implantation. L'emplacement de chaque élément est présenté sur la Planche 2.

### *Planche 2 : Le plan de positionnement des éléments du parc*



|   | Easting (X)<br>(en mètre) | Northing (Y)<br>(en mètre) |
|---|---------------------------|----------------------------|
| A | 531699                    | 5419240                    |
| B | 536516                    | 5414610                    |
| C | 540057                    | 5407310                    |
| D | 540433                    | 5405170                    |
| E | 536047                    | 5404400                    |
| F | 532663                    | 5406020                    |
| G | 531136                    | 5407510                    |
| H | 531048                    | 5408030                    |
| I | 529816                    | 5411940                    |
| J | 528380                    | 5415370                    |
| K | 528115                    | 5417430                    |

**Légende**

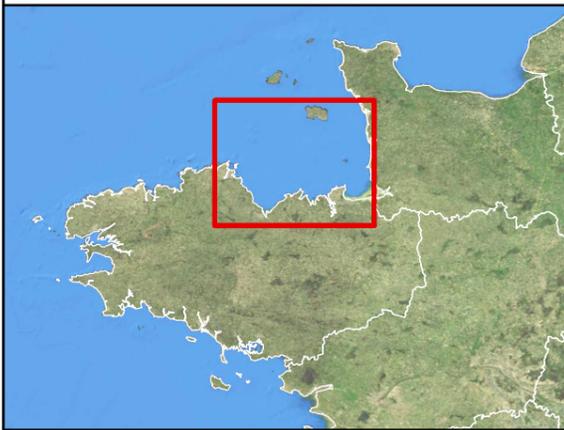
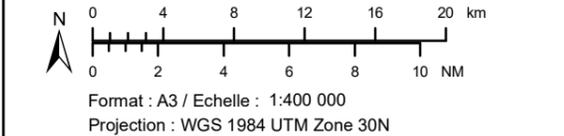
- Extrémité de la zone d'implantation

**Zones d'étude**

- Zone d'implantation
- Zone de l'appel d'offres
- Aire d'étude éloignée
- Île de Jersey et communes françaises littorales comprises dans l'aire d'étude éloignée

**Limites maritimes**

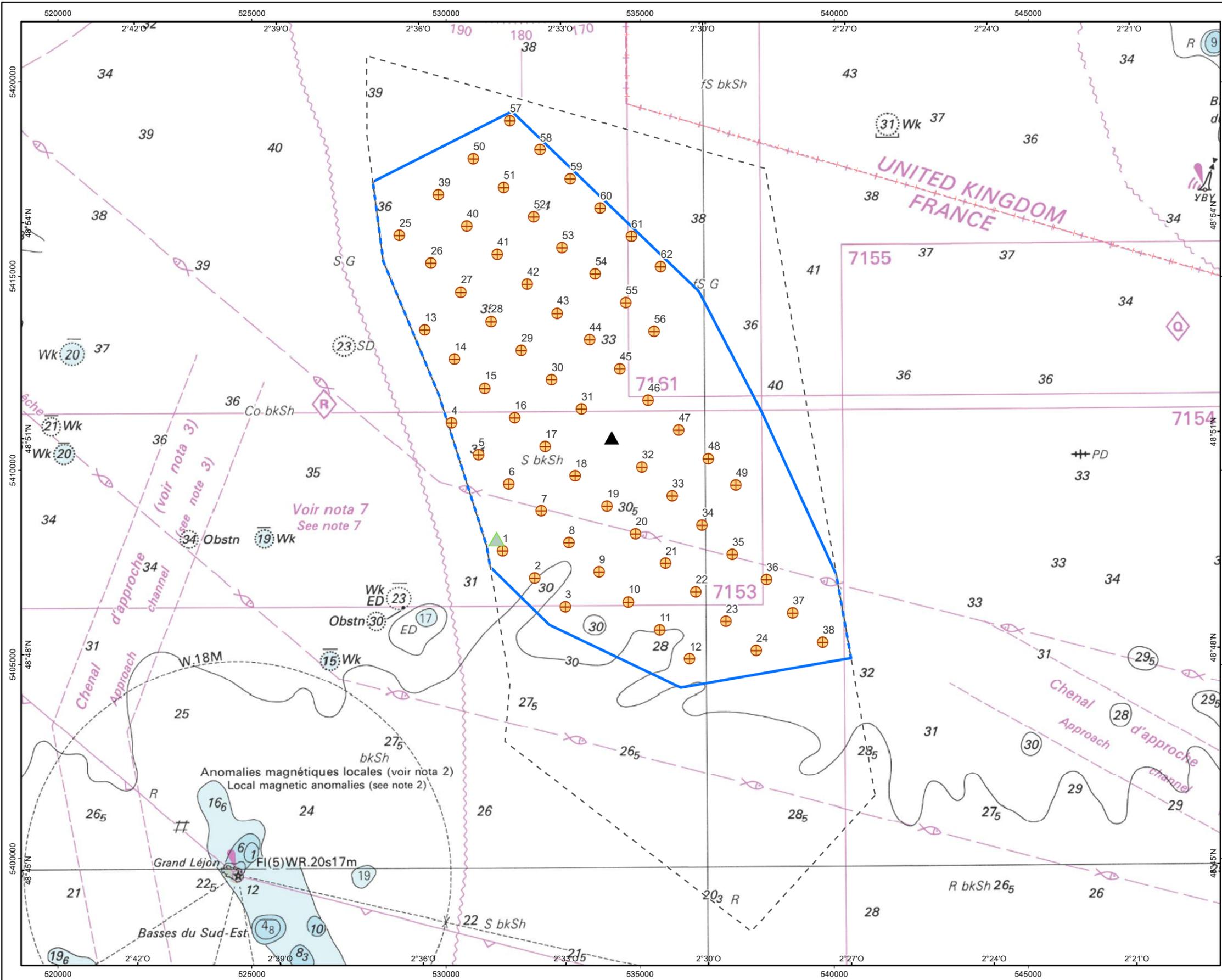
- Frontière maritime entre France et UK
- Limite de la mer territoriale française (12 NM)



Réalisation : IN VIVO  
Préparation : Alexandre Cerruti  
Date : octobre 2015 / Version : 03  
Ref : STB-DEV-D-INV-1404 Rev 1

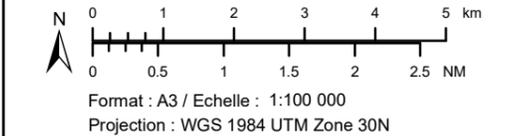
Source des données :

- BD Carthage ©2011, Corine Land Cover ©2006,
- IGN (BD CARTO ©2010, BD TOPO version 2.1),
- OpenStreetMap ©2013,
- SHOM (Carte marine n°6966 ©2012,
- Délimitations maritimes)



Légende

- Eoliennes
- Sous-station électrique en mer
- Mât de mesure
- Zones d'étude**
- Zone d'implantation
- Zone de l'appel d'offres
- Limites maritimes**
- Frontière maritime entre France et UK



Réalisation : IN VIVO  
Préparation : Alexandre Cerruti  
Date : octobre 2015 / Version : 02  
Ref : STB-DEV-D-INV-1405 Rev 1

Source des données :  
SHOM (Carte marine n°6966 ©2012, Délimitations maritimes)

## 2 LES ELEMENTS CONSTITUTIFS DU PARC EOLIEN EN MER

Un parc éolien en mer est composé de plusieurs éléments :

- Des éoliennes posées sur des **fondations** immergées en mer ;
- Un **réseau de câbles** permettant le transport de l'électricité produite par les éoliennes ;
- Une **sous-station électrique** en mer transformant la puissance de l'électricité produite par les éoliennes en puissance supérieure, pour son transport vers la station électrique terrestre ;
- Un **mât de mesure** assurant un suivi des conditions météorologiques sur site.

Le schéma de principe d'un parc éolien en mer est présenté sur la figure suivante.

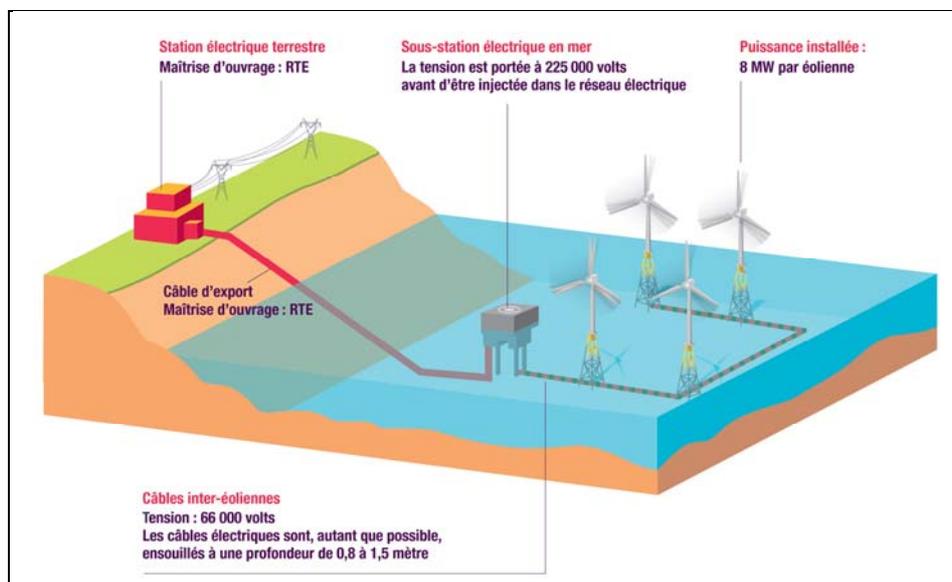


Figure 1 : Le schéma de principe d'un parc éolien en mer

Après le passage de l'électricité par la sous-station électrique, celle-ci est transportée par un câble d'export, jusqu'à une station électrique terrestre. Le raccordement du parc éolien au réseau électrique à terre est géré par RTE (Réseau de Transport d'Electricité).

## 2.1 LES ÉOLIENNES

Dans son offre remise en 2012, Ailes Marines avait fait le choix d'une éolienne AREVA d'une puissance unitaire de 5 MW, ce qui portait à 100 unités le nombre total d'éoliennes du parc. Suite à des études approfondies et compte tenu des évolutions en matière de technologie, conduisant à l'arrivée sur le marché d'une éolienne Adwen<sup>5</sup> de 8 MW, Ailes Marines a saisi l'opportunité pour doter son parc de cette éolienne de dernière génération, qui présente de nombreux avantages :

- Une réduction du nombre d'éoliennes et du nombre de fondations de 38 % (62 au lieu de 100) et corrélativement, une diminution du temps d'installation des éléments du parc ;
- Une réduction du nombre d'opérations de maintenance, et avec elle, le nombre d'allers et retours des navires en charge de la maintenance corrective par exemple ;
- Un espacement plus important entre éoliennes, favorisant une meilleure cohabitation avec les usages préexistants, tout en conservant le même périmètre d'implantation ;
- Une réduction significative de la longueur totale des câbles inter-éoliennes ;
- Un allègement de la densité des éoliennes du parc sur l'horizon ;
- Une production d'électricité supérieure.

Le choix de la nouvelle éolienne de 8 MW permet ainsi d'élaborer un projet optimisé, réduisant les effets sur l'environnement dès la conception, mais aussi durant les phases de construction et d'exploitation du parc.

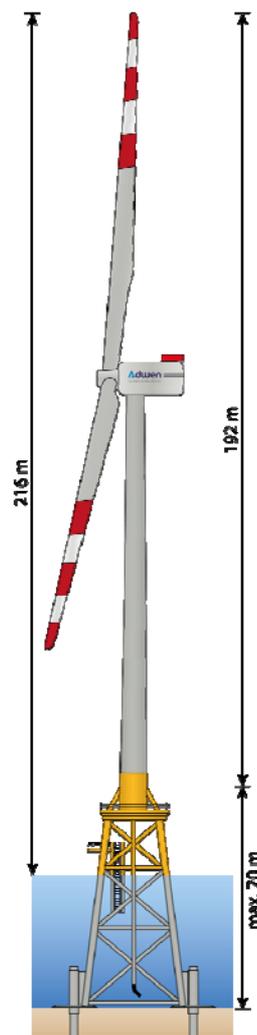
Les principales caractéristiques de l'éolienne de 8 MW d'Adwen sont les suivantes :

|                         |   |
|-------------------------|---|
| Puissance nominale      | 8 MW  |
| Diamètre du rotor       | 180 m   |
| Hauteur en bout de pale | 216 m (par rapport au niveau le plus bas de l'eau - PBMA) |
| Hauteur du moyeu        | 126 m (par rapport au niveau le plus bas de l'eau - PBMA) |

Les éoliennes tourneront en moyenne 90 % du temps en sachant que :

- La vitesse minimale du vent pour que l'éolienne entre en production est de 3 m/s (10,8 km/h) ;
- La vitesse maximale du vent pour laquelle l'éolienne se met en sécurité (parallèle à la direction du vent) est de 30 m/s (108 km/h).

Au regard de ces caractéristiques, la production moyenne annuelle calculée du parc éolien est de l'ordre de 1 850 GWh, correspondant à l'équivalent de la



<sup>5</sup> Co-entreprise détenue par AREVA et GAMESA.

consommation de 850 000 habitants (chauffage compris), soit plus de 9 % de la consommation électrique totale de la Bretagne en 2014.

Le plan d'implantation retenu est celui présenté sur la planche 2. Ce dernier est l'aboutissement des études techniques et environnementales et de la concertation menée avec les instances de la pêche professionnelle notamment. Il s'attache à ne pas nuire aux usages préexistants sur la zone d'implantation, tout en étant de moindre impact sur l'environnement au sens large.

Les éoliennes seront disposées en 7 lignes de 3 à 14 éoliennes, espacées de 1 300 mètres environ. A l'intérieur de chaque ligne, l'espacement inter-éoliennes sera d'environ 1 000 mètres.

## 2.2 LES FONDATIONS

Compte tenu des caractéristiques physiques et environnementales du site, mais aussi guidé par des aspects socio-économiques et d'acceptabilité locale, Ailes Marines a fait le choix que tous les éléments constitutifs du projet - éoliennes, sous-station électrique, mât de mesure - reposent sur des fondations de type « jacket » (Cf. chapitre 5 de l'étude d'impact).

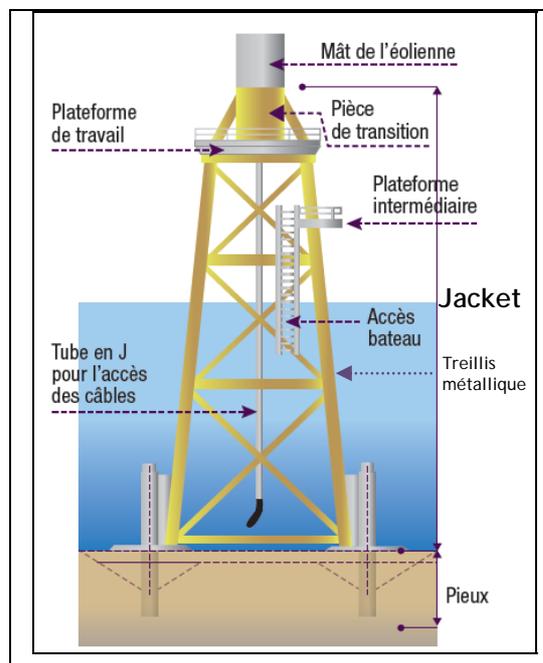


Figure 2 : Le schéma de principe d'une fondation de type « jacket »

La fondation se compose de :

- 4 pieux par fondation de 2 à 2,5 m de diamètre, enfoncés entre 14 à 45 mètres dans le sol, en fonction de ses caractéristiques. Les pieux sont de deux types, pieux forés ou pieux 3D<sup>6</sup>, selon leur mode d'installation ;
- Un jacket, composé d'un treillis métallique de 70 mètres de hauteur au maximum et de 25 m de section en moyenne, fixé aux 4 pieux, et d'une pièce de transition recevant le mât de l'éolienne ;
- Des éléments annexes :
  - Plusieurs plateformes de travail ;
  - Des échelles d'accès ;
  - Un à plusieurs J-Tubes<sup>7</sup>.

Autour de 20 fondations du parc, des protections anti-affouillement seront installées, principalement au sud et à l'est de la zone d'implantation.

Chaque fondation sera munie d'anodes sacrificielles, composées d'un alliage d'aluminium et de zinc, qui constitue une protection permettant de limiter au maximum la corrosion de la structure métallique immergée. La quantité d'anodes sacrificielles disposées le long de la fondation sera dimensionnée pour permettre de protéger la structure pendant toute la durée de vie du parc.

Il est à noter que les structures immergées ne seront pas protégées par une peinture antifouling<sup>8</sup>. La partie aérienne sera, quant à elle, protégée par une peinture anti-corrosion.

### 2.3 LES CÂBLES INTER-EOLIENNES

---

L'électricité produite par les éoliennes en mer transite jusqu'au réseau public de transport d'électricité, au moyen de câbles électriques situés à l'intérieur et à l'extérieur du parc éolien. Ils sont appelés respectivement câbles inter-éoliennes et câbles d'export.

L'électricité est tout d'abord acheminée depuis chaque éolienne vers la sous-station électrique en mer, via le réseau de câbles inter-éoliennes. La longueur totale de câbles nécessaires au sein du parc sera d'environ 100 kilomètres.

Le transport d'électricité depuis la sous-station électrique en mer jusqu'à la station électrique terrestre se fait par l'intermédiaire de deux câbles de 225 kV. L'ensemble des données liées au raccordement (géré par RTE) peut être consulté dans le Fascicule B2 ou dans l'étude d'impact du programme de travaux (Fascicule A).

---

<sup>6</sup> Les pieux 3D correspondent aux pieux dont l'installation est réalisée selon la séquence suivante : battage+forage+battage (Drive/Drill/Drive, en anglais).

<sup>7</sup> Le J-Tube est une structure permettant le passage des câbles vers le mât de l'éolienne. Il permet la protection du câble le long de la fondation.

<sup>8</sup> Une peinture antifouling a pour but de préserver les installations immergées de toute colonisation par les algues ou les coquillages.

L'industrie de l'éolien en mer évoluant depuis peu vers l'utilisation d'une tension électrique plus élevée<sup>9</sup>, en raison de l'augmentation de la puissance des éoliennes, Ailes Marines a retenu un nouveau plan de câblage inter-éoliennes basé sur une tension de 66 kV. Ce choix permet :

- Une réduction significative des pertes électriques au sein des câbles, entraînant une optimisation de la production du parc éolien ;
- Une réduction de la longueur totale des câbles d'environ 14 %.

Ceci va dans le sens d'un impact minimisé, à la fois sur l'environnement et pour les usagers de la mer.

Le plan de câblage inter-éoliennes a été conçu de manière à optimiser la longueur totale des câbles, tout en s'attachant à respecter les demandes formulées par les instances de la pêche professionnelle lors des réunions de concertation, à savoir :

- Orienter les câbles autant que possible selon l'axe des lignes d'éoliennes ;
- Réduire au maximum le linéaire total de câbles au sein du parc ;
- Limiter les câbles dans le chenal au sein de « l'Avenue »<sup>10</sup> ;
- Limiter le passage de câbles perpendiculairement aux lignes d'éoliennes ;
- Eviter les croisements entre les câbles inter-éoliennes et avec les câbles d'export de RTE.

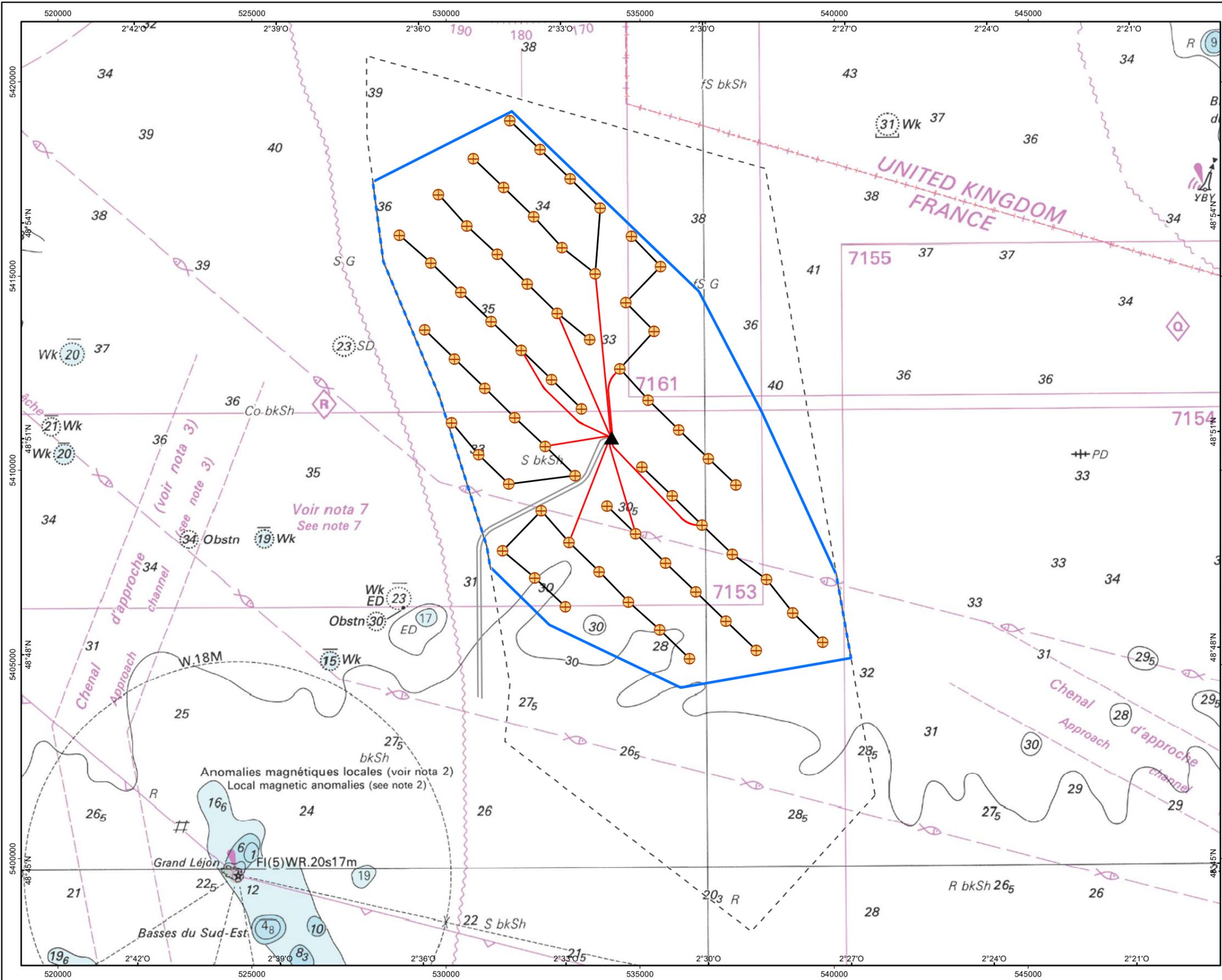
Le plan d'implantation retenu est présenté sur la planche suivante.

*Planche 3 : Le plan de câblage inter-éoliennes*

---

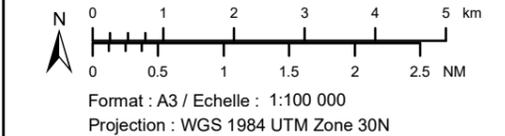
<sup>9</sup> Elle passe de 33 à 66 kilovolts (kV). Ce niveau de tension électrique est en passe de s'imposer comme le nouveau standard dans les prochaines années.

<sup>10</sup> L'Avenue est une zone de pêche fortement fréquentée par les pêcheurs professionnels.



**Légende**

- Eoliennes
- Sous-station électrique en mer
- Câbles**
  - Câble inter-éoliennes
  - Câble collecteur
  - Câble export
- Zones d'étude**
  - Zone d'implantation
  - Zone de l'appel d'offres
- Limites maritimes**
  - Frontière maritime entre France et UK



Réalisation : IN VIVO  
Préparation : Alexandre Cerruti  
Date : octobre 2015 / Version : 03  
Ref : STB-DEV-D-INV-1407 Rev 1

Source des données :  
Ailes Marines,  
SHOM (Carte marine n°6966 ©2012, Délimitations maritimes)

Le cahier des charges de l'appel d'offres éolien en mer prévoit des conditions particulières concernant l'ensouillage des câbles (entre 0,8 et 1,5 m). Les études techniques approfondies ont révélé que les conditions d'ensouillage requises ne pourraient pas être assurées sur l'intégralité de la zone d'implantation des éoliennes et ce, principalement pour les deux raisons :

- Les conditions de sol rencontrées majoritairement au nord de la zone d'implantation des éoliennes ne sont pas compatibles avec les préconisations d'ensouillage fixées par le cahier des charges. En effet, les relevés géophysiques, réalisés sur l'intégralité de la zone d'implantation des éoliennes, ont révélé des zones dans lesquelles l'épaisseur de sédiments est très mince, voire inexistante où la roche est affleurante, ce qui empêche tout ensouillage ;
- Les contraintes techniques d'installation ne permettent pas un ensouillage intégral au pied des fondations à l'approche de chaque éolienne et de la sous-station électrique.

Ainsi, les câbles situés dans la partie nord de la zone d'implantation seront majoritairement posés sur le fond et protégés par des enrochements, alors que les câbles localisés dans le sud-ouest de la zone seront majoritairement ensouillés à une profondeur comprise entre 0,5 m et 1,5 m en fonction de l'épaisseur de la couche sédimentaire. Au sud et à l'est de la zone, les câbles seront en grande partie ensouillés à 1,5 m. A l'approche des éoliennes et de la sous-station électrique, les câbles ne pourront pas être ensouillés, et devront également être protégés, soit par des enrochements soit par des gaines de protection, selon les endroits concernés. La partie protégée des câbles aura une longueur de 100 m en moyenne depuis le centre de la fondation d'une éolienne. Cette distance s'élève à 200 m pour les câbles autour de la fondation de la sous-station électrique.

Ainsi, 50 % du linéaire de câble sera ensouillé et 50 % sera non ensouillé.

## 2.4 LA SOUS-STATION ELECTRIQUE

---

Le rôle principal de la sous-station électrique est d'élever la tension électrique entre les éoliennes et le réseau de transport public à terre par le biais de transformateurs de puissance.

Les éoliennes du parc seront reliées à la sous-station électrique en mer d'une puissance de 500 MW. C'est à cette même sous-station que seront connectés les deux câbles d'export de RTE.

La tension électrique produite par les éoliennes (66 kV) est inférieure à celle du réseau terrestre (225 kV).



*Figure 3 : Un exemple de sous-station électrique envisagée (STX, 2014)*

La sous-station électrique est composée d'un module de 16 mètres de haut pour une longueur de 40 m, reposant sur une fondation de type jacket fixée dans le sol par quatre pieux.

La sous-station électrique du parc éolien en mer de la Baie de Saint-Brieuc disposera d'un système de refroidissement effectué à partir du pompage de l'eau de mer en débit continu (200 m<sup>3</sup>/h). L'eau sera rejetée à une température de 50°C.

## 2.5 LE MAT DE MESURE

---

Le mât de mesure a pour fonction de fournir les données météorologiques nécessaires au suivi du parc, à savoir : la vitesse et la direction du vent, la température, la pression atmosphérique et l'humidité.

Le mât aura une hauteur totale de 126 mètres. Il sera installé à proximité de l'éolienne 1, au sud-ouest du parc, sur une fondation de type jacket.

### 3 LA PHASE DE CONSTRUCTION DU PARC EOLIEN

#### 3.1 LA FABRICATION DES ELEMENTS CONSTITUTIFS DU PARC

Les éléments constitutifs du parc éolien en mer de la Baie de Saint-Brieuc sont imposants en taille et en masse. Leur fabrication nécessite des sites de production distincts et de grande capacité, alliant disponibilité foncière et accessibilité par voie maritime, pour permettre leur acheminement vers le site d'implantation en mer.

On dénombre ainsi trois ports de fabrication :

- Le port de Brest pour la partie immergée de l'ensemble des fondations. Celui-ci sera également le port d'assemblage des jackets ;
- Le port de Saint-Nazaire pour la partie émergée des fondations ;
- Le port du Havre pour les éoliennes.

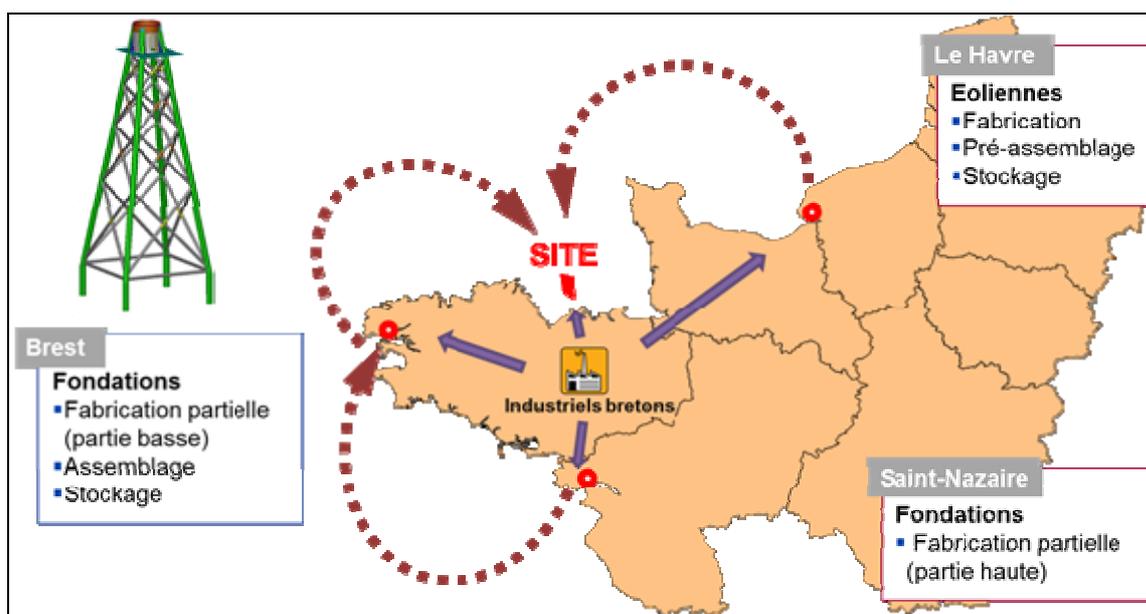


Figure 4 : La localisation des ports de fabrication

La sous-station électrique sera fabriquée dans un grand port français non défini à ce jour, tout comme le port de chargement des câbles.

A ces ports s'ajoutent différents ports de servitude<sup>11</sup> proches du site d'implantation.

<sup>11</sup> Ports employés pour le transfert du personnel et le transport de matériels.



### TRANSPORT DES FONDATIONS



Longueur hors tout : 169 m  
 Largeur : 42 m  
 Tirant d'eau : 5,5 m  
 Capacité de transport : 2 fondations

Figure 6 : Un exemple de barge envisagée pour le transport des fondations (Technip, 2013)

### INSTALLATION DES FONDATIONS JACKET



Longueur hors tout : 165 m  
 Largeur : 42 m  
 Tirant d'eau : 11 m  
 Nombre de jambes : 4  
 Diamètre des jambes : 8 m  
 Longueur des jambes : 89 m

Figure 7 : Un exemple de Jack-up<sup>14</sup> envisagé pour la pose des fondations (Technip, 2013)

### INSTALLATION DES EOLIENNES



Longueur hors tout : 151 m  
 Largeur : 50 m  
 Tirant d'eau : 9,75 m  
 Nombre de jambes : 4  
 Diamètre des jambes : 9,75 m  
 Longueur des jambes : 106 m

Figure 8 : Un exemple de navire envisagé pour l'installation des éoliennes (Technip, 2013)

<sup>14</sup> Navire auto-élévateur.

### 3.3 L'EMPLOI EN PHASE DE CONSTRUCTION

---

Les phases de fabrication et d'installation des éléments du projet seront à l'origine de la mobilisation et de la création d'emplois directs. Ainsi, 1 860 emplois directs seront dédiés à la fabrication des éléments du parc et à leur installation.

Ces 1 860 emplois se répartissent de la façon suivante :

- 750 pour la fabrication des éoliennes et de leurs principaux composants (générateurs, nacelles, etc.) sur le site du Grand Port Maritime du Havre ;
- 110 pour la fabrication de composants d'éoliennes potentiellement localisables en Bretagne ;
- 500 pour la conception et la fabrication des fondations à Brest et Saint-Nazaire ;
- 200 pour la conception et la fabrication de la sous-station électrique ;
- 300 pour la phase d'installation en mer.

A ces emplois directs, répartis géographiquement en plusieurs pôles, il convient de rajouter les nombreux emplois indirects qui découlent de la sous-traitance industrielle et des services (hébergement, restauration, etc.).

## 4 LA PHASE D'EXPLOITATION DU PARC EOLIEN

### 4.1 L'EXPLOITATION ET LA MAINTENANCE

Le port de Saint-Quay-Portrieux, accueillera le centre de pilotage des opérations de maintenance, de surveillance et de gestion des flux logistiques. L'approvisionnement des pièces de rechange et des outillages sera effectué par voie maritime ou par voie terrestre, suivant leur volume et leur provenance.

Il est prévu que le port de maintenance dispose de 3 navires d'environ 20 mètres pour acheminer le personnel et le matériel courant. Toutefois, seuls deux navires seront principalement présents ensemble sur zone toute l'année, pour assurer la maintenance. Le nombre d'allers-retours sur zone sera au maximum de 260 par bateau et par an.



*Figure 9 : Un navire de maintenance type*

En cas de remplacement d'un élément majeur (pale ou générateur d'une éolienne par exemple), des moyens nautiques comparables à ceux de la phase de construction seront mobilisés sur la zone. Il s'agit cependant d'opérations exceptionnelles.

Durant cette phase d'exploitation des opérations de maintenance seront nécessaires. Elles se répartissent de la façon suivante :

- La maintenance préventive, qui consiste à intervenir sur les éléments du parc éolien de manière périodique et planifiée ;
- La maintenance corrective qui est destinée à résoudre un dysfonctionnement ponctuel.

Conformément à la réglementation, le parc sera équipé d'un balisage maritime et aérien, limitant ainsi le risque :

- Pour la navigation aérienne, chaque éolienne sera munie d'un balisage blanc (diurne) et rouge (nocturne) présents sur la nacelle ;
- Pour le balisage maritime :
  - Toutes les éoliennes disposeront d'une numérotation, visible de jour comme de nuit, permettant aux navires de se localiser dans le parc ;
  - Les éoliennes situées sur les extérieurs du parc pourront être munies d'un balisage jaune supplémentaire permettant de délimiter le parc éolien de nuit. Ce balisage est présenté sur la planche suivante.

L'ensemble des caractéristiques du balisage (couleur, intensité, etc.) est présenté dans le chapitre 1 de l'étude d'impact.

*Planche 4 : Le balisage maritime nocturne du parc*

## 4.2 L'EMPLOI EN PHASE D'EXPLOITATION

---

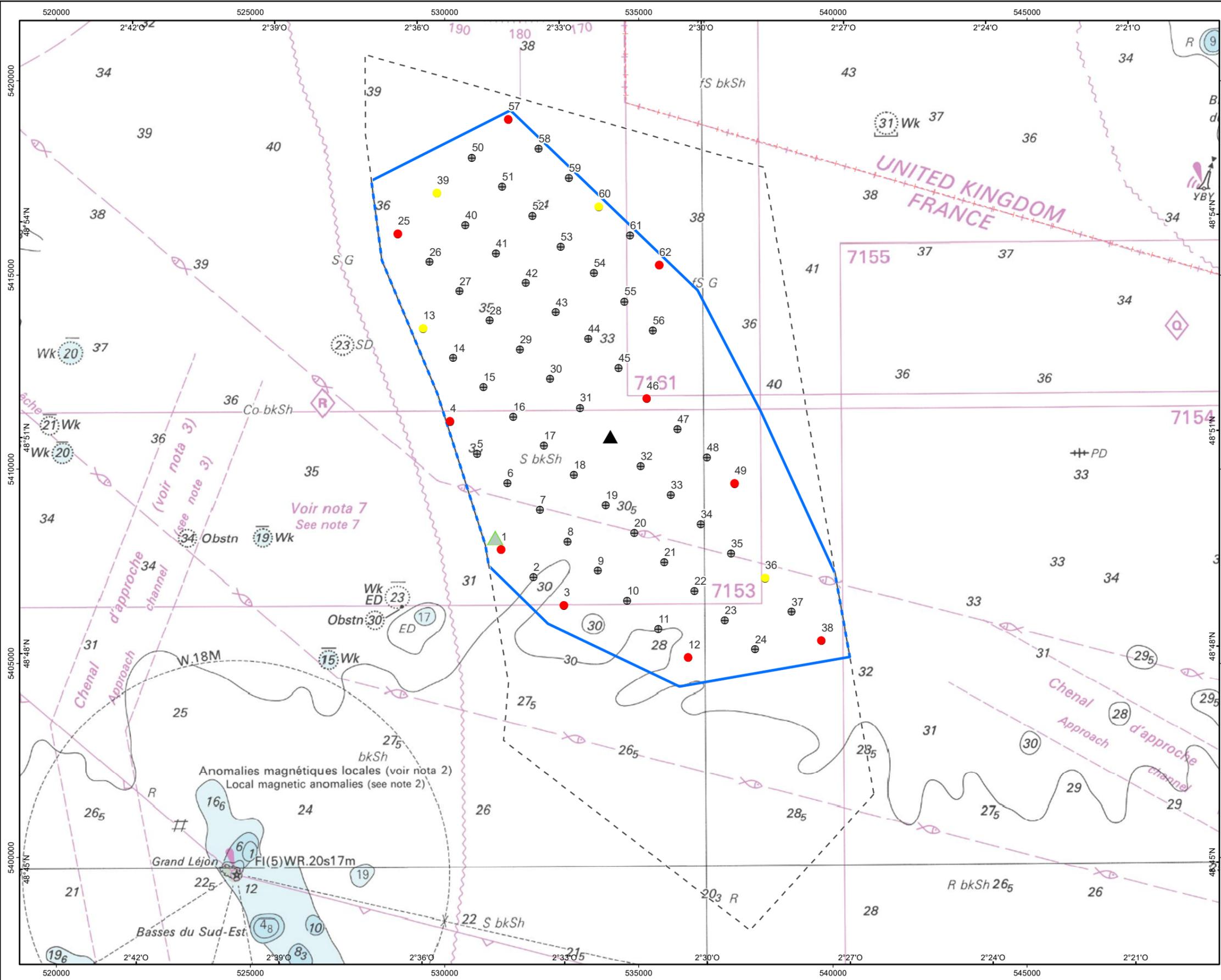
Les opérations de suivi de production et de maintenance permettront la création de 140 emplois directs localisés dans la baie de Saint-Brieuc et pérennes sur l'ensemble de la durée de vie du projet, à savoir 20 ans minimum. Il s'agit, pour la majorité, d'emplois spécialisés.

Ils seront répartis comme suit :

- 100 techniciens chargés des opérations de maintenance ;
- 20 marins chargés de transporter le personnel de maintenance et le matériel ainsi que d'assurer l'entretien des navires ;
- 20 superviseurs chargés du suivi de la production.

La création et l'implantation de ces emplois seront un levier de développement socio-économique pour le territoire du port de maintenance.

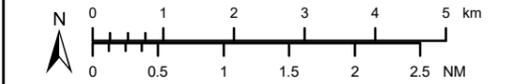
Des emplois indirects seront également générés lors de la phase d'exploitation. Il s'agit d'emplois liés au logement et aux services de proximité.



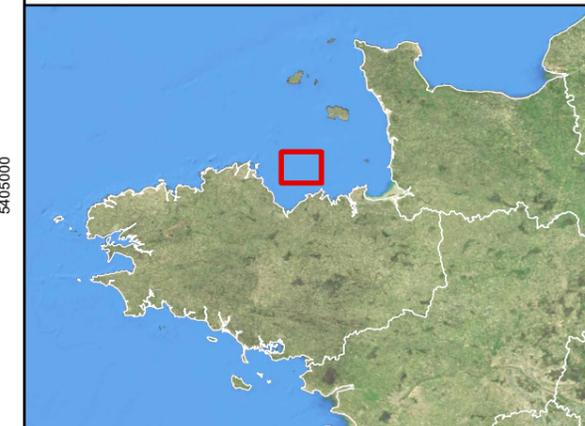
**Légende**

- ⊕ Eoliennes
- ▲ Sous-station électrique en mer
- ▲ Mât de mesure
- Balisage maritime lumineux**
- Balisage SPI
- Balisage SPS
- Zones d'étude**
- Zone d'implantation
- Zone de l'appel d'offres
- Limites maritimes**
- Frontière maritime entre France et UK

Notes :  
Les balises type SPS (Structure Périphérique Significative) ont été placées à chaque angle de la zone du projet, en respectant une distance de 3 milles nautiques entre chacune. Leur portée est de 5 milles nautiques. Lorsque cette distance ne peut être respectée, une balise intermédiaire (SPI) a été ajoutée. La distance latérale entre ces SPI ou avec la SPS la plus proche ne doit pas dépasser 2 milles nautiques. Leur portée est de 2 milles nautiques.



Format : A3 / Echelle : 1:100 000  
Projection : WGS 1984 UTM Zone 30N



Réalisation : IN VIVO  
Préparation : Alexandre Cerruti  
Date : octobre 2015 / Version : 02  
Ref : STB-DEV-D-INV-1304 Rev 1

Source des données :  
SHOM (Carte marine n°6966 ©2012, Délimitations maritimes)

## 5 LA PHASE DE DEMANTELEMENT DU PARC EOLIEN

D'un point de vue réglementaire, le titulaire de la concession d'utilisation du domaine public maritime doit, à l'issue de l'exploitation, procéder à la remise du site dans son état existant avant travaux. Il doit donc démanteler l'intégralité des aménagements, dans la mesure où cela est possible techniquement (les pieux des fondations ne pouvant être enlevés de la roche mère, par exemple).

Le projet présenté ci-dessous présente donc le chantier de démantèlement conformément à la réglementation actuelle. Néanmoins, deux ans avant la fin de la concession, une étude sera lancée portant sur l'optimisation des conditions de démantèlement et de la remise en état du site, en tenant compte des enjeux liés à l'environnement, aux usages et à la sécurité maritime.

La durée du démantèlement est estimée à deux ans.

Le chantier se décomposera de la manière suivante :

- Dépose des câbles y compris de leur éventuelle protection (enrochement) ;
- Dépose des éoliennes et du mât de mesure ;
- Découpage des pieux et dépose des fondations ;
- Dépose de la sous-station électrique.

L'ampleur du chantier de démantèlement sera similaire à celle du chantier de construction.

## 6 LE COUT DU PROJET

Le montant de l'investissement du projet est estimé à 2,5 milliards d'euros. Il correspond principalement au coût de développement du projet, au coût de la fourniture des éoliennes, des fondations, de la sous-station électrique, des câbles ainsi qu'au coût de l'installation en mer. Ce montant n'inclut pas les coûts associés au raccordement du parc, sous maîtrise d'ouvrage RTE.

La répartition de l'investissement est envisagée de la manière suivante :

- La phase d'études : études techniques, environnementales et socio-économiques : 6 % ;
- Le lot « éoliennes » : construction des nacelles, des mâts, pré-assemblage, acheminement, installation en mer, mise en service : 38 % ;
- Le lot « fondations » : construction des jackets, des pieux, stockage, acheminement, installation en mer, mise en service : 36 % ;
- Le lot « sous-station électrique en mer » : construction du module, de sa fondation, acheminement, installation en mer et mise en service : 10 % ;
- Le lot « câbles inter-éoliennes » : fabrication, acheminement, ensouillage, mise en service : 9 % ;
- Divers dont les infrastructures à terre : aménagement du port de maintenance, construction des bâtiments, etc. : 1 %.

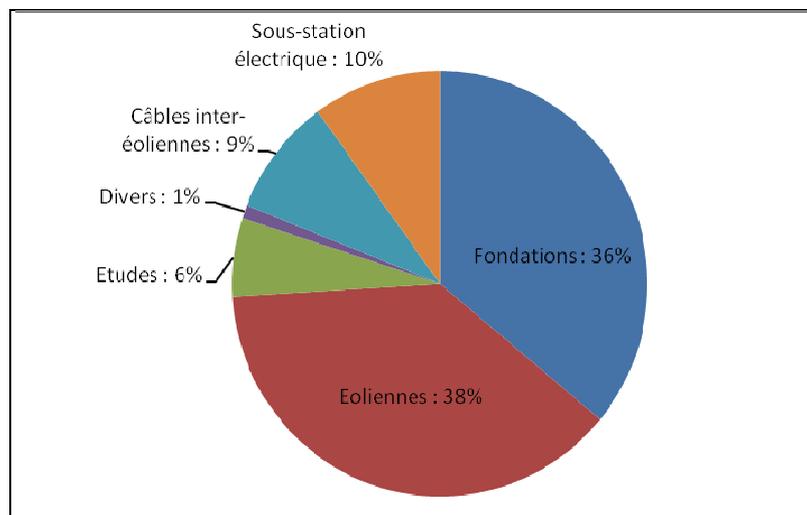


Figure 10 : La répartition des coûts d'investissement du projet

Le coût total des mesures et des suivis envisagés dans le cadre du projet est de 19 425 000 € exprimé hors-taxes. Il est réparti de la manière suivante :

- Phase de construction : 6 085 000 € ;
- Phase d'exploitation : 9 422 000 € ;
- Phase de démantèlement : 3 918 000 €.



CHAPITRE C : LES CARACTERISTIQUES DU SITE, LES IMPACTS DU PROJET ET LES MESURES ENVISAGEES

## 1 PRESENTATION DES AIRES D'ETUDES

Pour analyser les principales caractéristiques du site, il a été nécessaire de définir des aires d'études sur lesquelles des investigations de terrains ont été effectuées.

Cette définition des aires d'études se base sur le « Guide de l'étude d'impact sur les parcs éoliens en mer » du Ministère de l'Environnement (MEDDE, 2013) ; elles sont présentées ci-dessous :

- L'aire d'étude éloignée correspond à la limite des impacts potentiels du projet, y compris ceux relatifs à l'arrière-pays. Cette zone s'étend, d'ouest en est, de la pointe de l'Arcouest (commune de Ploubazlanec - Côtes-d'Armor) à la pointe du Grouin (commune de Cancale, Ille-et-Vilaine). La limite septentrionale se situe au nord de l'île de Jersey. Au sud, elle englobe l'ensemble des communes littorales. Cette zone couvre une superficie de 7 116 km<sup>2</sup>;
- L'aire d'étude rapprochée correspond à la zone de « l'appel d'offres ». Cette zone couvre une superficie de 180 km<sup>2</sup> ;
- L'aire d'étude immédiate correspond à la zone potentielle d'implantation, à l'intérieur de laquelle de nombreuses études ont été réalisées afin de permettre une définition de la position des éoliennes et du réseau de câblage inter-éoliennes. Cette zone couvre une superficie de 103 km<sup>2</sup>.

Les différentes aires d'étude sont présentées sur la planche suivante.

### *Planche 5 : La présentation des aires d'étude*

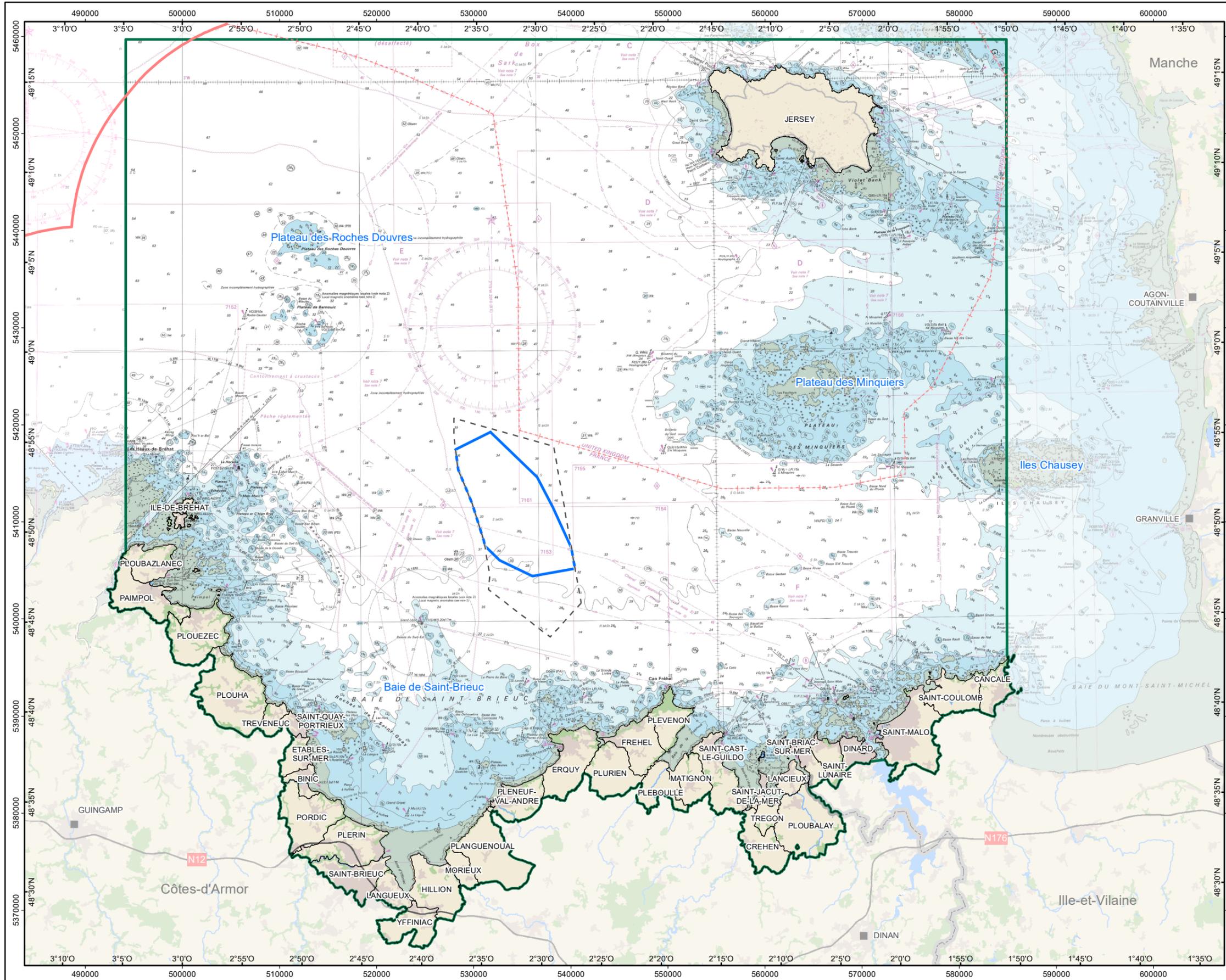
Il est à noter que, pour la plupart des thématiques environnementales, des analyses bibliographiques conséquentes ont également été menées à l'échelle régionale, nationale, voire européenne, pour caractériser l'état initial et les effets du projet.

Les principales caractéristiques du site et les impacts<sup>15</sup> du projet sont définis pour quatre grandes thématiques :

- Le milieu physique ;
- Le milieu biologique ;
- Le patrimoine archéologique sous-marin et le paysage ;
- Les activités socio-économiques et les usages.

---

<sup>15</sup> Un impact correspond à la conséquence d'un effet induit par le projet sur le milieu dans lequel le projet est réalisé (par exemple, sur les oiseaux, sur les fonds marins, etc.).



**Légende**

**Zones d'étude**

Zone potentielle d'implantation

Zone de l'appel d'offres

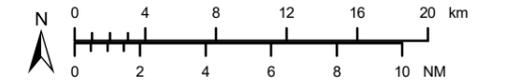
Aire d'étude éloignée

Île de Jersey et communes françaises littorales comprises dans l'aire d'étude éloignée

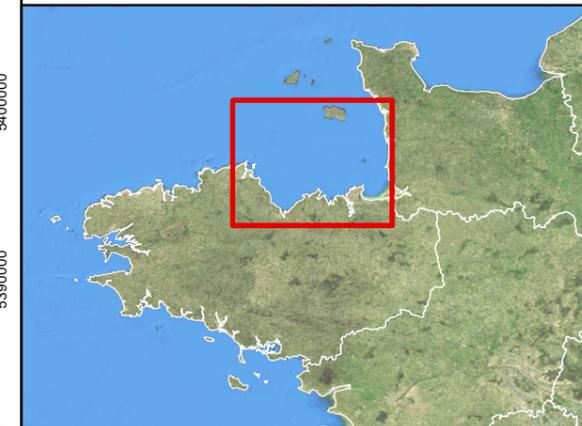
**Limites maritimes**

Frontière maritime entre France et UK

Limite de la mer territoriale française (12 NM)



Format : A3 / Echelle : 1:400 000  
Projection : WGS 1984 UTM Zone 30N



Réalisation : IN VIVO  
Préparation : Alexandre Cerruti  
Date : octobre 2015 / Version : 01  
Ref : STB-DEV-D-INV-1519 Rev 1

Source des données :  
BD Carthage ©2011, Corine Land Cover ©2006,  
IGN (BD CARTO ©2010, BD TOPO version 2.1),  
OpenStreetMap ©2013,  
SHOM (Carte marine n°6966 ©2012,  
Délimitations maritimes)

De plus, lorsque cela est prévu, des mesures<sup>16</sup> d'évitement, de réduction et de compensation des impacts sont présentées, ainsi que des mesures de suivi proposées. L'impact brut du projet présenté ci-après correspond à l'impact du projet après prise en compte des mesures d'évitement. L'impact résiduel<sup>17</sup> du projet, après mise en place des mesures de réduction ou de compensation, est ensuite indiqué.

Les effets cumulés<sup>18</sup> du projet avec d'autres projets connus seront également développés dans ce chapitre.

---

<sup>16</sup> Les mesures ERC (Éviter, Réduire, Compenser) sont mises en œuvre afin de limiter au maximum les impacts du projet.

<sup>17</sup> L'impact résiduel d'un projet correspond à l'impact subsistant après mise en place des mesures ERC.

<sup>18</sup> Un effet cumulé correspond à la prise en compte de l'effet identifié par le projet additionné, à un effet provenant d'un autre projet en développement situé à proximité.

## 2 LE MILIEU PHYSIQUE

### 2.1 LA GEOLOGIE

#### 2.1.1 Synthèse de l'état initial

La baie de Saint-Brieuc se trouve sur la bordure nord du massif Armoricaïn.

Sur la partie nord de la zone potentielle d'implantation, des sédiments récents de l'Eocène recouvrent le socle ancien tandis que sur la partie sud, le substratum rocheux est directement recouvert par des sédiments meubles actuels. La zone potentielle d'implantation est traversée par deux failles majeures, dont une faille décrochante dextre et des failles secondaires, qui compartimentent les dépôts sédimentaires. Par ailleurs, des intrusions magmatiques sont également présentes sur l'ensemble de la zone potentielle d'implantation.

#### 2.1.2 Synthèse des impacts

En phase de construction, les principaux impacts concernent uniquement les opérations de pose de pieux d'ancrage qui atteindront le substratum rocheux. Au regard de la surface et de la profondeur impactées, les impacts liés à la mise en place des pieux d'ancrage sur la géologie sont considérés comme négligeables.

En phase d'exploitation, la géologie du site est modifiée par la présence des pieux. Au regard de la surface concernée, l'impact est jugé négligeable.

En phase de démantèlement, les pieux ancrés dans le substratum ne pourront pas être désinstallés. Les impacts dus à la présence des pieux restent négligeables, mais sont irréversibles.

| <u>Mesures d'évitement, de réduction et de compensation - Mesures de suivi - Mesures d'accompagnement</u> |                             |             |                 |
|---|-----------------------------|-------------|-----------------|
| - Pas de mesures envisagées.  |                             |             |                 |
| Phase   | Nature de l'impact          | Impact brut | Impact résiduel |
| Construction  | Modification de la géologie | Négligeable | Négligeable     |
| Exploitation  | Modification de la géologie | Négligeable | Négligeable     |
| Démantèlement   | Modification de la géologie | Négligeable | Négligeable     |

## 2.2 LA SEDIMENTOLOGIE

### 2.2.1 Synthèse de l'état initial

Dans le cadre du développement du projet, des levés géophysiques ont été réalisés sur la zone potentielle d'implantation.

La carte sédimentaire présentée ci-dessous met en évidence la présence de roches au nord de la zone potentielle d'implantation. Au nord-est, des blocs apparaissent. Au centre, des sédiments sableux fins sont identifiés. Dans la partie sud de la zone, les fonds sont constitués de sables grossiers parsemés de blocs.

#### *Planche 6 : Les faciès et structures sédimentaires de la zone potentielle d'implantation*

Sur la majeure partie de la zone potentielle d'implantation, l'épaisseur de sédiments est comprise entre 0 et 6 mètres. Notons toutefois que sur les parties est et sud de la zone potentielle d'implantation, l'épaisseur est plus importante, puisqu'elle dépasse 15 mètres et peut localement atteindre 48 mètres. Les résultats d'analyse ne mettent pas en évidence de contamination des sédiments qu'elle soit organique ou minérale.

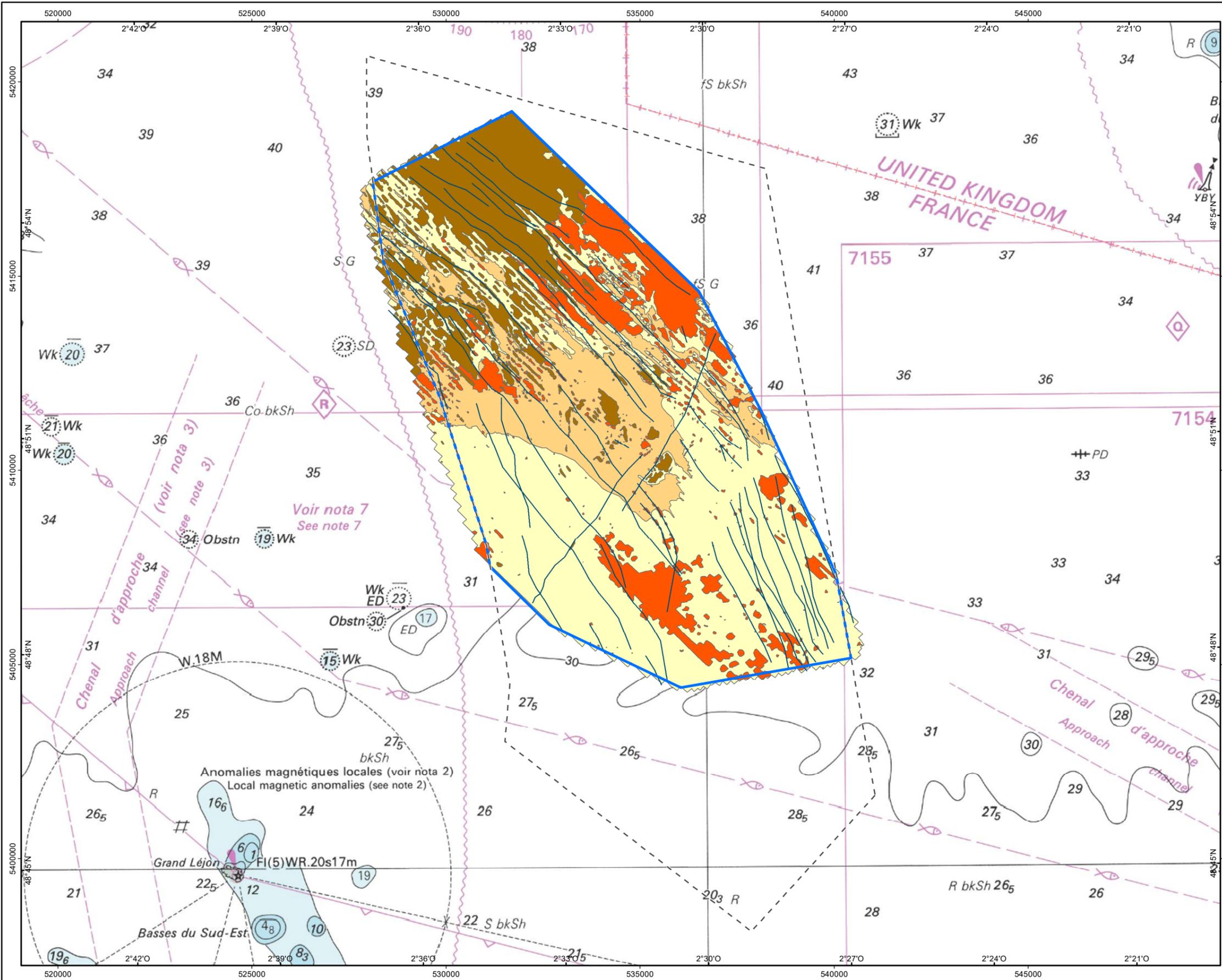
### 2.2.2 Synthèse des impacts

En phase de construction, les travaux qui pourraient avoir un impact sur la sédimentologie sont les suivants :

- Les opérations liées à la pose des pieux (forage) et de leur protection anti-affouillement (enrochements) ;
- Les opérations liées à la pose des câbles et de leur protection (enrochements).

Dans le cadre de l'analyse des effets du forage et de son rejet sur le milieu, Ailes Marines a mandaté le bureau d'études ACTIMAR pour réaliser une modélisation hydrodynamique et sédimentaire.

Les résultats de cette étude montrent que les sédiments fins issus des forages seront repris dans la colonne d'eau et dispersés par les courants. Les sédiments grossiers seront déposés en pied de fondations, mais seront repris et étalés pour atteindre une épaisseur inférieure à 1 millimètre dans un rayon de deux kilomètres autour du rejet.



**Légende**

**Structure sédimentaire**

— Lignes de faille sous-marine repérées par magnétométrie

**Faciès**

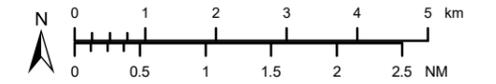
- Roche
- Bloc
- Sédiment grossier
- Sédiment plus fin

**Zones d'étude**

- Zone potentielle d'implantation
- Zone de l'appel d'offres

**Limites maritimes**

- Frontière maritime entre France et UK



Format : A3 / Echelle : 1:100 000  
Projection : WGS 1984 UTM Zone 30N



Réalisation : IN VIVO  
Préparation : Alexandre Cerruti  
Date : octobre 2015 / Version : 02  
Ref : STB-DEV-D-INV-0762 Rev 1

Source des données :  
HYDT1950\_Saint-Brieuc\_Report/22/12/11\_Rev\_1.1c-fr,  
SHOM (Carte marine n°6966 ©2012, Délimitations maritimes)



Figure 11 : Le dépôt (mm) après 10 jours de simulation pour les sédiments grossiers (Cf. Annexe 3 de l'étude d'impact)

Les opérations d'ensouillage des câbles et de pose d'enrochements ne seront pas de nature à modifier la sédimentologie.

Les impacts, liés à ces travaux, sur la sédimentologie sont considérés comme négligeables.

En phase d'exploitation, les éléments constitutifs du parc éolien qui pourraient avoir un impact sur la sédimentologie sont les suivants :

- La présence des fondations ;
- La présence des pieux et de leurs protections ;
- La présence des protections des câbles.

La modélisation hydrodynamique et sédimentaire réalisée par le bureau d'études ACTIMAR montre que :

- Les légères modifications de houle et de courants liées à la présence du parc éolien ne sont pas suffisantes pour provoquer des impacts conséquents sur la sédimentologie et que la présence du parc ne serait pas en mesure de modifier les conditions hydrosédimentaires ;
- La nature du fond de la mer et l'épaisseur de la couche mobile vont limiter l'influence et la profondeur de l'érosion autour des fondations. Seul un petit trou d'érosion pourrait être observé au niveau de certaines fondations dû au départ des particules les plus fines, si aucune protection anti-affouillement n'était installée.

De plus, la mise en place d'enrochements autour des fondations et des câbles non ensouillés provoquera inévitablement une modification de la nature sédimentaire du site. Néanmoins cette emprise est faible.

L'impact de la présence du parc sur la sédimentologie est négligeable.

En phase de démantèlement, les travaux qui pourraient avoir un impact sur la sédimentologie sont les suivants :

- La dépose des câbles ensouillés ;
- La dépose des enrochements et des câbles non ensouillés ;
- La dépose des protections anti-affouillement ;
- L'excavation et la découpe des pieux.

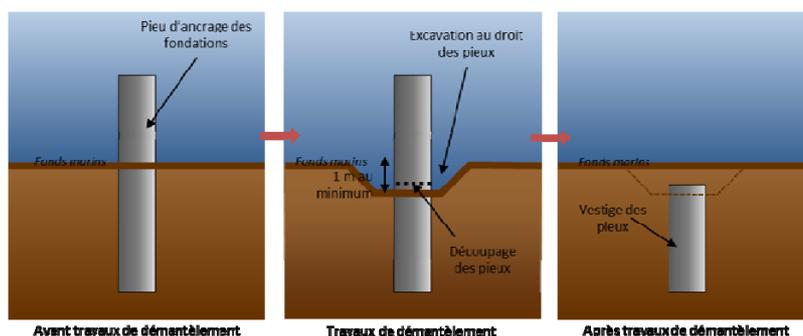


Figure 12: Le mode opératoire du démantèlement des pieux

Au regard de la nature des travaux, les fonds seront inévitablement remaniés.

Néanmoins, la surface considérée est faible.

De plus, la dépose des fondations dans les sédiments meubles nécessitera la dépose préalable des protections anti-affouillement puis l'excavation de celles-ci, sur une profondeur de l'ordre de 1 m, afin de retirer une partie des pieux d'ancrage. Cette opération induira une modification de l'épaisseur des sédiments. Toutefois, le trou créé sera rebouché naturellement grâce aux courants présents sur la zone d'implantation.

Au regard des surfaces concernées, les impacts liés au démantèlement sur la sédimentologie sont négligeables.

| Mesures d'évitement, de réduction et de compensation - Mesures de suivi - Mesures d'accompagnement |  |             |                 |
|--|--|-------------|-----------------|
| - Pas de mesures envisagées.   |  |             |                 |
| Phase  | Nature de l'impact                     | Impact brut | Impact résiduel |
| Construction   | Modification de la nature sédimentaire | Négligeable | Négligeable     |
|  | Modification de la nature sédimentaire | Négligeable | Négligeable     |
| Exploitation   | Modification l'épaisseur sédimentaire  | Négligeable | Négligeable     |
|  | Modification de la nature sédimentaire | Négligeable | Négligeable     |
| Démantèlement  | Modification de la nature sédimentaire | Négligeable | Négligeable     |

## 2.3 LA BATHYMETRIE DES FONDS

### 2.3.1 Synthèse de l'état initial

Dans le cadre du développement du projet, des levés bathymétriques ont été réalisés sur la zone potentielle d'implantation.

Au niveau de la zone potentielle d'implantation, la bathymétrie varie entre 29 mètres Cote Marine (CM) au sud et 42 mètres Cote Marine (CM) au nord.

L'analyse de la carte bathymétrique met en évidence que d'une manière générale la profondeur croît avec une pente douce du sud vers le nord, comme le montre la planche suivante.

*Planche 7 : La bathymétrie de la zone potentielle d'implantation*

### 2.3.2 Synthèse des impacts

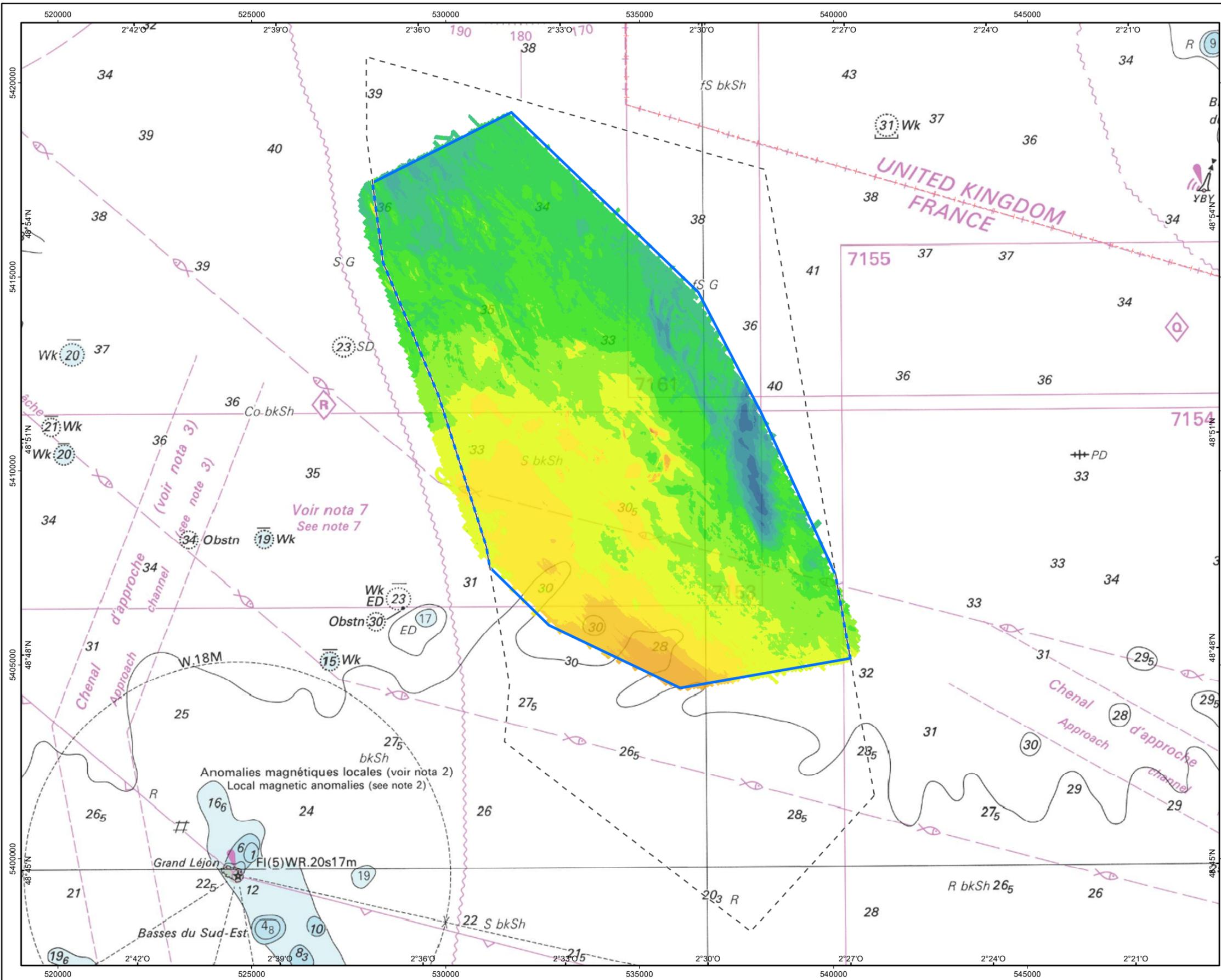
En phase de construction, aucun impact sur la bathymétrie n'est attendu. En effet, seuls les fondations et les enrochements pourront avoir un impact sur la bathymétrie.

En phase d'exploitation, la bathymétrie est modifiée au niveau des fondations, des protections anti-affouillement et des protections des câbles par un exhaussement<sup>19</sup> des fonds, de part la hauteur des matériaux. Néanmoins, au regard des surfaces concernées, les impacts liés à la présence de ces structures sont négligeables.

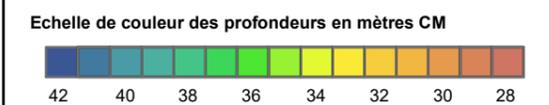
En phase de démantèlement, les impacts sur la bathymétrie proviennent principalement de la présence des structures. À mesure de l'avancement des travaux, les conditions bathymétriques reviendront à leur situation initiale. L'impact du démantèlement sur la bathymétrie est positif.

| <u>Mesures d'évitement, de réduction et de compensation - Mesures de suivi - Mesures d'accompagnement</u> |                                |             |                 |
|---|--------------------------------|-------------|-----------------|
| - Pas de mesures envisagées.  |                                |             |                 |
| Phase   | Nature de l'impact             | Impact brut | Impact résiduel |
| Construction  | Modification de la bathymétrie | Nul         | Nul             |
| Exploitation  | Modification de la bathymétrie | Négligeable | Négligeable     |
| Démantèlement   | Modification de la bathymétrie | Positif     | -               |

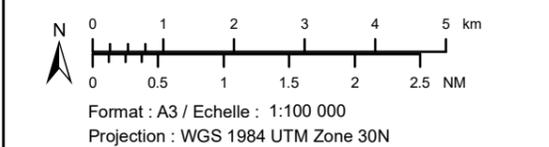
<sup>19</sup> Augmentation de hauteur.



Légende



- Zones d'étude
- Zone potentielle d'implantation
  - Zone de l'appel d'offres
- Limites maritimes
- Frontière maritime entre France et UK



Réalisation : IN VIVO  
Préparation : Alexandre Cerruti  
Date : octobre 2015 / Version : 02  
Ref : STB-DEV-D-INV-0765 Rev 1

Source des données :  
G-Tec ©2012,  
SHOM (Carte marine n°6966 ©2012, Délimitations maritimes)

## 2.4 LES CONDITIONS OcéANOGRAPHIQUES ET CLIMATIQUES

### 2.4.1 Synthèse de l'état initial

La figure ci-contre illustre le régime annuel des vents dans le golfe de Saint-Malo.

Les deux directions principales de vent sont le secteur ouest et le secteur nord-est. Moins de 10 % des vents annuels ont une vitesse supérieure à 12 m/s. Les vents extrêmes (période de retour centennale) peuvent atteindre 36,6 m/s.

La zone potentielle d'implantation est directement soumise aux agitations (houles, mers de vent) en provenance de l'Atlantique, qui engendrent des états de mer conséquents. Ces agitations arrivent sur le site avec une direction ouest-nord-ouest.

La partie nord de la zone potentielle d'implantation est plus exposée tandis que la partie sud est partiellement abritée par la côte (côte de Goëlo). Au niveau de la zone potentielle d'implantation, la hauteur de houle extrême (période de retour centennale) peut atteindre 9 m d'amplitude.

Le marnage maximal au centre de la zone potentielle d'implantation, est d'environ 11,4 mètres. Cette forte amplitude de marée induit que les masses d'eau de la baie de Saint-Brieuc sont constamment renouvelées.

Les courants sont principalement guidés par la marée. Ainsi, les courants de flot<sup>20</sup> portent au sud-est et les courants de jusant<sup>21</sup> portent au nord-ouest. Les courants de marée atteignent leur intensité maximale pendant le flot. La vitesse peut atteindre 1,6 m/s lors des forts coefficients.

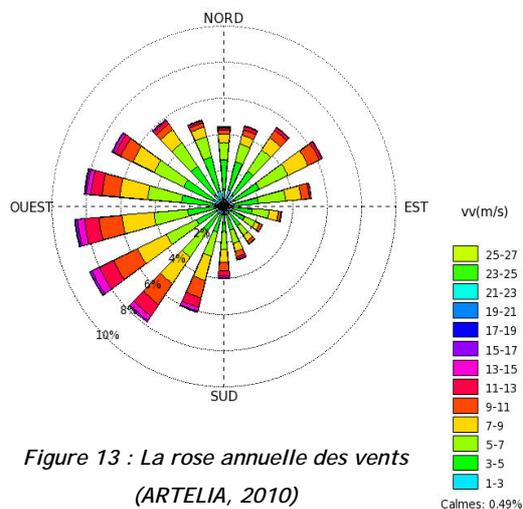


Figure 13 : La rose annuelle des vents (ARTELIA, 2010)

<sup>20</sup> Courant de marée créée par la marée montante.

<sup>21</sup> Courant de marée créée par la marée descendante.

## 2.4.2 Synthèse des impacts

Les impacts potentiels sur les conditions océanographiques proviennent de la présence et la dépose progressive des fondations des éoliennes. Ils sont donc nuls en phase de construction et de démantèlement.

Afin d'analyser les impacts du parc éolien sur la houle et le courant en phase d'exploitation, une modélisation hydrodynamique a été réalisée par le bureau d'études ACTIMAR. Les principaux résultats sont :

- Pour les courants :
  - A l'échelle de l'aire d'étude éloignée, le ralentissement des courants est inférieur à 5 % du courant incident au-delà de ~1 200 mètres du parc. À une distance de ~3,5 kilomètres du parc, l'effet sur les courants est pratiquement indétectable ;
  - A l'échelle de la zone d'implantation, le sillage induit par la fondation atteint la fondation de l'éolienne suivante.

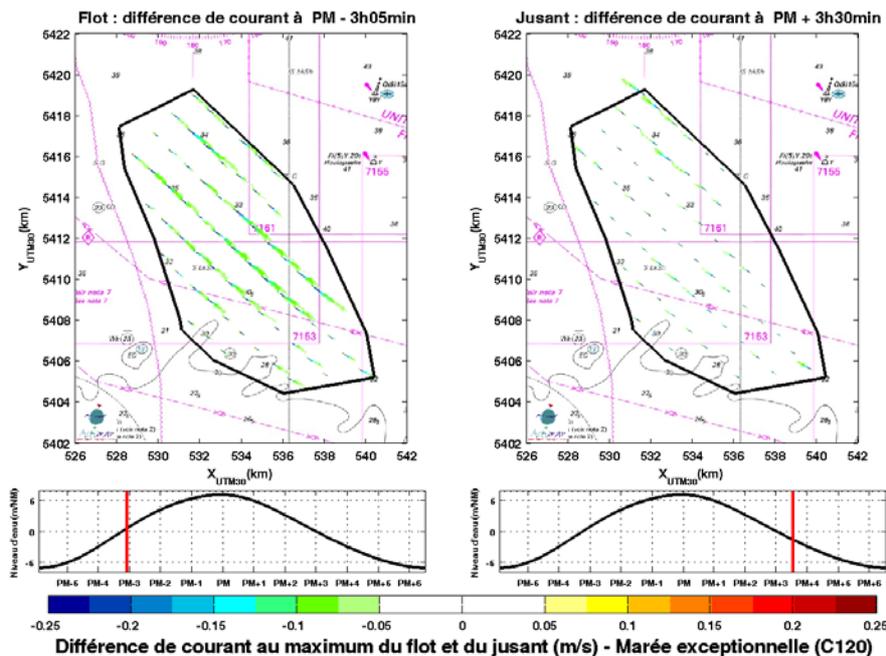


Figure 14 : Les écarts de vitesse maximale par rapport à la situation initiale (en m/s) pour un coefficient de marée de 120 (Actimar, 2015a)

- Pour la houle :
  - A l'échelle de l'aire d'étude éloignée, la diminution de la hauteur des vagues est inférieure à 6 % en dehors du périmètre du parc éolien et n'excède pas 1,5 % à la côte ;
  - Il n'y a pas de modification de la longueur d'onde et de la direction de la houle.

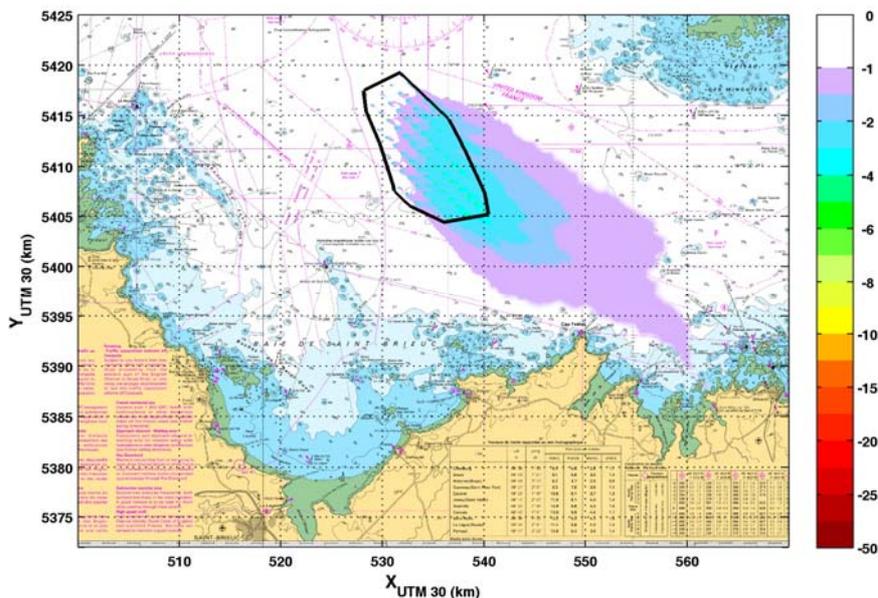


Figure 15 : La différence de hauteur des vagues (en %), à l'échelle régionale (haut) pour la condition « houle moyenne : annuelle ouest-nord-ouest » (Cf. Annexe 3 de l'étude d'impact)

Au regard des résultats de la modélisation hydrodynamique, les impacts sur la houle et les courants sont négligeables.

La présence du parc éolien n'a pas d'impact sur les marées.

Chaque éolienne constituant un obstacle à l'écoulement de l'air, elle crée un effet de masque diminuant la vitesse du vent dans son sillage. L'impact du parc éolien sur le vent est jugé négligeable.

| Mesures d'évitement, de réduction et de compensation - Mesures de suivi - Mesures d'accompagnement                     |   |             |                 |
|--|---|-------------|-----------------|
| <u>Mesure d'évitement</u>  |   |             |                 |
| - Utilisation de fondation de type jacket permettant de limiter les effets sur les courants et la houle (exploitation) |   |             |                 |
| Phase  | Nature de l'impact  | Impact brut | Impact résiduel |
| Construction   | Modification des conditions océanographiques et climatiques | Nul         | Nul             |
| Exploitation   | Modification de la houle, des courants et du vent           | Négligeable | Négligeable     |
|  | Modification des marées                                     | Nul         | Nul             |
| Démantèlement  | Modification des conditions océanographiques et climatiques | Nul         | Nul             |

## 2.5 LE TRAIT DE CÔTE

### 2.5.1 Synthèse de l'état initial

Le trait de côte de l'aire d'étude éloignée est caractérisé par trois types de faciès principaux qui alternent le long du littoral :

- Les falaises rocheuses ou meubles ;
- Les côtes sableuses (avec cordons littoraux, plages adossées, flèches littorales, massifs dunaires) ;
- Les estrans vaseux dans les baies abritées et les estuaires.

L'érosion d'origine marine est concentrée sur les secteurs directement exposés aux houles dominantes (d'ouest), c'est-à-dire situés sur la côte orientale de la baie de Saint-Brieuc. Néanmoins, le phénomène de réfraction de la houle sur les fonds permet également à la houle d'être un facteur d'érosion sur quelques sites situés sur la côte occidentale de la baie de Saint-Brieuc.

### 2.5.2 Synthèse des impacts

Seule la modification des conditions hydrodynamiques (houle et courant) ainsi qu'une modification du transit sédimentaire sont de nature à avoir un effet sur l'érosion du trait de côte.

Or, aucune modification n'est attendue **en phase de construction**. Il n'y aura donc aucun impact.

En **phase d'exploitation**, les résultats de la modélisation hydrodynamique et sédimentaire ont mis en évidence que la modification des courants et de la houle en phase d'exploitation serait négligeable et que la présence du parc ne serait pas en mesure de modifier les conditions hydrosédimentaires. Il n'y aura donc pas d'impact sur le trait de côte.

Au cours du **démantèlement**, les fondations seront retirées de la colonne d'eau. Aucune modification des courants, de la houle ou du transit sédimentaire n'est attendue. L'impact des opérations de démantèlement sur le trait de côte est nul.

A l'issue du démantèlement, l'ensemble du secteur, bien que peu modifié en phase d'exploitation, recouvrera ses conditions océanographiques et climatiques initiales.

| <u>Mesures d'évitement, de réduction et de compensation - Mesures de suivi - Mesures d'accompagnement</u> |                               |             |                 |
|---|-------------------------------|-------------|-----------------|
| - Pas de mesures envisagées.  |                               |             |                 |
| Phase   | Nature de l'impact            | Impact brut | Impact résiduel |
| Construction  | Modification du trait de côte | nul         | nul             |
| Exploitation  | Modification du trait de côte | nul         | nul             |
| Démantèlement   | Modification du trait de côte | nul         | nul             |

## 2.6 LA QUALITE DE L'EAU

---

### 2.6.1 Synthèse de l'état initial

La zone potentielle d'implantation est située à l'extérieur et au nord de la masse d'eau « FRGC06 » définie au sens de la Directive Cadre sur l'eau (DCE). Cette masse d'eau est classée en « bon état global ».

Les eaux de baignade et conchylicoles présentes au sein de l'aire d'étude éloignée sont globalement de bonne qualité. Il est à noter que la zone potentielle d'implantation se situe au sein d'une zone conchylicole du large, classée en « bonne qualité ».

Afin de qualifier précisément la qualité de l'eau au sein de la zone potentielle d'implantation, le bureau d'études IN VIVO y a effectué quatre campagnes de prélèvements et de mesures de qualité. Celles-ci n'ont pas révélé de pollution.

### 2.6.2 Synthèse des impacts

En phase de construction, les travaux qui pourraient avoir un effet sur la qualité de l'eau, sont les opérations qui engendrent une remise en suspension de particules sédimentaires, à savoir :

- Les opérations liées à la pose des pieux (forage) et leur protection anti-affouillement (enrochements) ;
- Les opérations liées à la pose des câbles et de leur protection.

L'opération qui engendre le plus de remise en suspension provient du rejet en surface des résidus issus du forage.

Les résultats de la modélisation hydrosédimentaire réalisée par le bureau d'études ACTIMAR montrent que les sédiments en suspension liés au rejet de forage forment un nuage turbide qui s'étend sur une distance de l'ordre de 1 km. La concentration de ces sédiments dans la colonne d'eau atteint 20 mg/l au niveau du rejet et se dilue rapidement pour devenir négligeable à environ 1 km. Cette concentration devient rapidement négligeable après l'arrêt des travaux en raison des courants présents sur la zone d'implantation.

Au regard de la qualité des sédiments exempts de pollution et de la création d'un nuage turbide limité à la période de forage des pieux, les impacts du projet sur la qualité de l'eau de la zone d'implantation et donc de la zone conchylicole dite « du large » sont jugés moyens, négatifs et temporaires.

Au regard des distances entre la zone d'implantation et les masses d'eau suivies dans le cadre de la DCE, les zones de baignade et les autres zones conchylicoles sur le littoral présentes sur la côte, les impacts seront nuls.

En phase d'exploitation, les impacts potentiels sur la qualité de l'eau proviennent :

- Des anodes sacrificielles mises en œuvre pour limiter la corrosion des fondations ;
- Du système de refroidissement des transformateurs de la sous-station électrique.

La bibliographie a mis en évidence que cette protection ne semble pas engendrer une surconcentration d'éléments métalliques dans le milieu environnant et dans les organismes vivants, les éléments restant en surface de l'anode sous forme d'oxydes.

Concernant le rejet d'eau chaude de la sous-station, une modélisation de la dispersion du rejet a été réalisée par le bureau d'études ACTIMAR. Les résultats montrent que la dilution de l'eau chaude dans l'eau de mer, plus froide, est importante et que le réchauffement n'excède pas 0.3°C dans un périmètre de quelques centaines de mètres autour du rejet.

Au regard de la distance qui sépare le parc éolien des masses d'eau suivies dans le cadre de la DCE, des zones de baignade et des zones conchylicoles situées sur la côte, l'impact du parc sur la qualité de l'eau de ces secteurs est nul.

Pour la zone conchylicole dite « du large » dans laquelle se trouve le parc éolien, l'impact sera négligeable.

En phase de démantèlement, les travaux qui pourront avoir un impact sur la qualité de l'eau sont :

- La reprise des pieux, de leur protection, des câbles et de leur protection (enrochements) qui entraînerait une remise en suspension des sédiments ;
- Le sciage des pieux qui entraînerait un rejet de copeaux métalliques.

Les résultats des analyses géochimiques ont montré que les sédiments étaient exempts de toute contamination. Les effets sur la qualité de l'eau proviennent donc uniquement de la présence de particules en suspension. Lors des travaux de démantèlement, la remise en suspension sera limitée et circonscrite aux abords des différents ateliers de démantèlement.

Le sciage des pieux sera réalisé à un mètre sous le niveau du fond marin dès lors que les conditions de réalisation seront possibles, nécessitant ainsi l'excavation des pieux. Dans le cas inverse, les pieux seront arasés. Cette opération engendrera une mise en suspension de copeaux métalliques dans la colonne d'eau.

Au regard de la distance qui sépare le parc éolien des masses d'eau suivies dans le cadre de la DCE, des zones de baignade et des zones conchylicoles situées sur la côte, l'impact du parc sur la qualité de l'eau de ces secteurs est nul.

Pour la zone conchylicole dite « du large » dans laquelle se trouve le parc éolien, l'impact sera négligeable.

**Mesures d'évitement, de réduction et de compensation - Mesures de suivi - Mesures d'accompagnement**

Mesures d'évitement

- Mise en œuvre d'une politique Qualité, Hygiène, Sécurité et Environnement (construction, exploitation et démantèlement) ;
- Gestion des déchets (construction, exploitation et démantèlement) ;
- Présence de kits anti-pollution sur les navires (construction, exploitation et démantèlement) ;
- Systèmes de récupération des pollutions accidentelles dans les éoliennes et la sous-station électrique (exploitation).

Mesures de suivi

- Suivi de la teneur en matières en suspension (MES) en 2 points à l'aide de sondes multiparamètres (construction) ;
- Suivi du rejet d'eau chaude de la sous-station électrique à l'aide d'une sonde de température à proximité du rejet (exploitation) ;
- Suivi de la qualité de l'eau due à la décomposition des anodes sacrificielles par des prélèvements d'eau à différentes distances de la fondation (exploitation).

| Phase         | Nature de l'impact  | Impact brut | Impact résiduel |
|---------------|---|-------------|-----------------|
| Construction  | Modification de la qualité de l'eau des zones de baignade et conchylicole du littoral | Nul         | Nul             |
|               | Modification de la qualité de l'eau de la zone d'implantation                         | Moyen       | Moyen           |
| exploitation  | Modification de la qualité de l'eau des zones de baignade et conchylicole du littoral | Nul         | Nul             |
|               | Modification de la qualité de l'eau de la zone d'implantation                         | Négligeable | Négligeable     |
| Démantèlement | Modification de la qualité de l'eau des zones de baignade et conchylicole du littoral | Nul         | Nul             |
|               | Modification de la qualité de l'eau de la zone d'implantation                         | Négligeable | Négligeable     |

## 2.7 LA QUALITE DE L'AIR

### 2.7.1 Synthèse de l'état initial

Compte tenu de la localisation de la zone potentielle d'implantation en milieu maritime et donc en milieu ouvert, la qualité de l'air peut être considérée comme bonne.

### 2.7.2 Synthèse des impacts

En phase de construction, une augmentation des émissions gazeuses et de particules polluantes dans l'air due aux gaz d'échappement des moteurs des navires est possible.

Toutefois, les engins utilisés respecteront les normes en vigueur en termes d'émissions atmosphériques, ce qui limitera les émissions polluantes. De plus, les travaux seront réalisés dans un milieu ouvert et aéré, exposé aux vents.

L'impact sur la qualité de l'air lié à la présence des navires de chantier est considéré comme négligeable.

En phase d'exploitation, seuls les navires de maintenance présents sur le parc pourraient avoir un effet sur la qualité de l'air. Néanmoins, les opérations de maintenance auront lieu dans un endroit ouvert et exposé au vent. L'impact de la présence des navires sur la qualité de l'air est donc négligeable.

Tout comme lors de la phase de construction, les navires utilisés pour la phase de démantèlement, pourront engendrer une augmentation des émissions gazeuses et de particules polluantes dans l'air due aux gaz d'échappement. Les travaux se situant dans un endroit ouvert et aéré, l'impact sur la qualité de l'air est considéré comme négligeable.

| <u>Mesures d'évitement, de réduction et de compensation - Mesures de suivi - Mesures d'accompagnement</u> |                                     |             |                 |
|---|-------------------------------------|-------------|-----------------|
| - Pas de mesures envisagées.  |                                     |             |                 |
| Phase   | Nature de l'impact                  | Impact brut | Impact résiduel |
| Construction  | Modification de la qualité de l'air | Négligeable | Négligeable     |
| Exploitation  | Modification de la qualité de l'air | Négligeable | Négligeable     |
| Démantèlement   | Modification de la qualité de l'air | Négligeable | Négligeable     |

## 2.8 L'ENVIRONNEMENT SONORE

### 2.8.1 Synthèse de l'état initial

Dans le cadre de la réalisation de l'étude d'impact une modélisation de la propagation du bruit, tant sous-marin qu'aérien a été réalisée. Pour cela des mesures *in situ* ont été réalisées par les bureaux d'études ALTRAN / MAREE (bruit sous-marin) et SETEC (bruit aérien en deux points de la côte : Erquy et Binic).

Les résultats des analyses à terre montrent un niveau de **bruit résiduel** maximal de 55 dB(A)<sup>22</sup> de jour comme de nuit à Binic, et de 41,5 dB(A) de jour et de 39,5 dB(A) de nuit à Erquy. Le bruit résiduel minimal de nuit est de 27,5 dB(A) à Erquy (point 1) et de 32,5 dB(A) à Binic (point 2).

Les résultats des analyses en mer montrent que le **bruit ambiant sous-marin** moyen est relativement stable dans le temps et que le vent et les activités humaines (navires) sont les principaux contributeurs du bruit sous-marin. Selon les bandes de fréquences étudiées et représentatives de la zone, les niveaux acoustiques sont compris entre 72,6 dB re 1 $\mu$ Pa<sup>23</sup> (+/-2,5 dB) et 95,7 dB re 1 $\mu$ Pa<sup>2</sup> (+/- 3,4 dB).

### 2.8.2 Synthèse des impacts

En phase de construction, les principales sources d'émissions sonores proviennent :

- Du forage et du battage des pieux ;
- Des navires spécifiques (plusieurs types : barges et petites unités) ;
- Du déchargement de roches et/ou des trancheuses (installation de câble).

Sur la base de la modélisation réalisée par le bureau d'études SETEC, les niveaux de bruit aérien à terre seront inférieurs au niveau de bruit résiduel maximal mesuré de jour comme de nuit. Aucun effet acoustique à terre n'est à envisager pendant la construction du parc éolien. L'impact des travaux sur

le bruit aérien est considéré comme nul.

La modélisation réalisée par le bureau d'études ALTRAN sur la propagation du bruit sous-marin, a montré que le battage est la source de bruit prépondérante en phase de construction et qu'elle masque l'ensemble des autres bruits. En cas de battage, les distances d'émergences sont supérieures à 100 km. Sans battage, la contribution sonore de chaque atelier de travaux est prédominante à proximité de celui-ci (~1 kilomètre). En fonction de la nature des travaux, un très faible effet cumulatif peut avoir lieu avec les

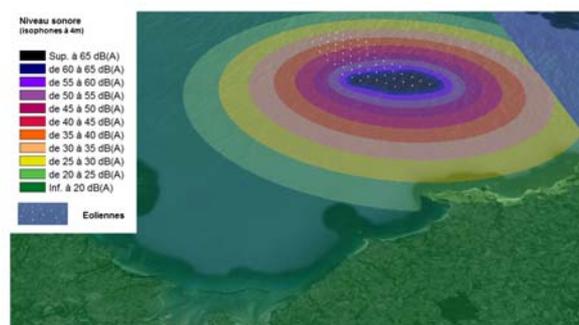


Figure 16 : La modélisation spatiale de la contribution sonore du parc éolien en mer de la Baie de Saint-Brieuc - phase de construction

<sup>22</sup> Unité de mesure du niveau sonore en milieu aérien.

<sup>23</sup> Unité de mesure du niveau sonore en milieu sous-marin.

autres sources distantes. Les impacts du bruit sous-marin lors des travaux sont donc considérés comme négatifs, forts et temporaires. Ils pourront affecter la faune et principalement les mammifères marins. Ces éléments sont présentés dans le chapitre « Milieu biologique ».

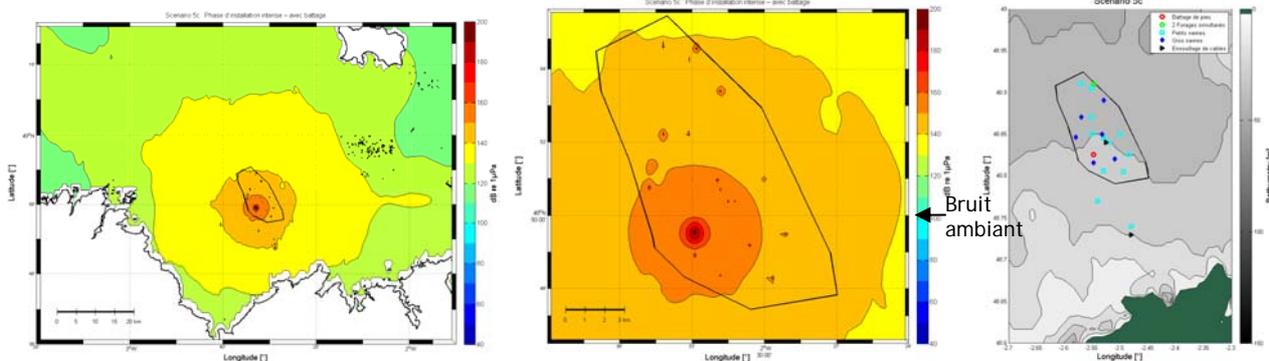


Figure 17 : Les niveaux acoustiques large bande durant une opération de battage. (De gauche à droite, vue large de la zone, zoom sur le parc éolien, sources sonores) (Annexe 6 de l'étude d'impact)

En phase d'exploitation, les principales sources d'émission sonore proviennent :

- Du fonctionnement des éoliennes et de la sous-station électrique ;
- Des navires spécifiques (opérations de maintenance).

Dans le cadre de l'étude d'impact, le bureau d'études SETEC a réalisé une modélisation de propagation du bruit aérien sur l'aire d'étude éloignée en phase d'exploitation. Les résultats montrent que la contribution sonore globale du parc éolien en mer de la Baie de Saint-Brieuc, en phase d'exploitation, sera inférieure à ~20 dB(A) à terre, de jour comme de nuit. Les impacts du parc éolien en fonctionnement sur le bruit aérien sont nuls.

Les résultats de la modélisation sur la propagation du bruit sous-marin réalisée par le bureau d'études ALTRAN, montrent des contributions sonores indépendantes pour chaque source de bruit que sont chacune des éoliennes. En dehors de la zone d'implantation, les niveaux représentent la somme de toutes les contributions et sont ainsi supérieurs d'une vingtaine de dB à celui d'une éolienne seule. Les émergences, de l'ordre de 20 dB(B) par rapport au niveau de bruit ambiant, d'un niveau moyen d'environ 100 dB(B), s'étendent sur une quinzaine de kilomètres autour du parc. L'impact du parc en fonctionnement sur

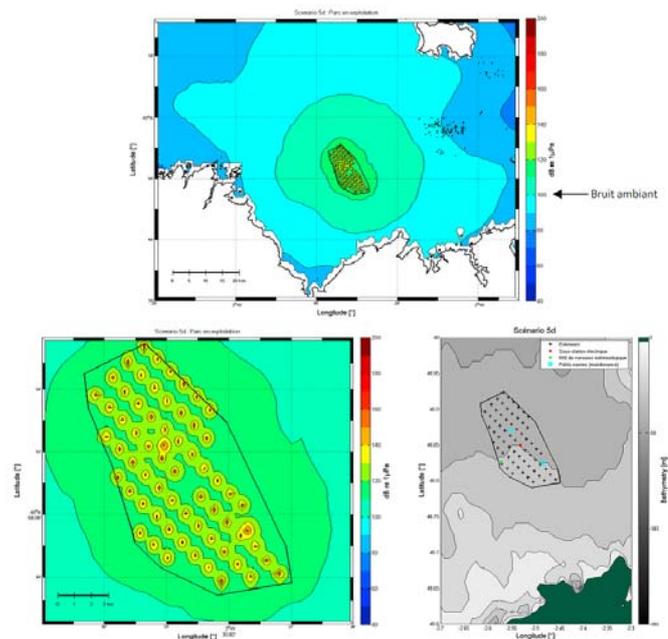


Figure 18 : Les niveaux acoustiques sous-marins en phase d'exploitation (En haut, vue large de la zone. En bas à gauche, zoom sur le parc éolien. En bas à droite, sources sonores) (Altran, 2015)

le bruit sous-marin est donc négatif, direct et moyen.

En phase de démantèlement, les principales sources d'émission sonores proviennent :

- De la découpe des pieux (disqueuse) ;
- Des opérations de récupération des matériaux de protection (roches) ;
- Du retrait des câbles ;
- Des navires spécifiques (plusieurs types : barges et petites unités).

Les émissions acoustiques des opérations de démantèlement, tant aériennes que sous-marines, sont équivalentes à celles des opérations de construction, à l'exception du battage de pieux qui n'interviendra plus lors du démantèlement.

Le bruit aérien produit globalement par le chantier de démantèlement sera donc moins important que celui du chantier de construction. L'impact du chantier de démantèlement sur le bruit aérien est donc nul.

Concernant le bruit sous-marin, les contributions individuelles sont dominantes à proximité de chaque opération (~1 kilomètre) avec un très faible effet cumulatif des autres sources distantes. L'impact des opérations de démantèlement sur le bruit sous-marin est donc direct, temporaire et fort.

| <u>Mesures d'évitement, de réduction et de compensation - Mesures de suivi - Mesures d'accompagnement</u>  |                                    |             |                 |
|--|------------------------------------|-------------|-----------------|
| <u>Mesures d'évitement</u>   |                                    |             |                 |
| - Choix de la puissance unitaire des éoliennes réduisant la durée d'installation (construction).   |                                    |             |                 |
| <u>Mesures de suivi expérimental</u>   |                                    |             |                 |
| - Expérimentation, en phase de construction et sur deux fondations maximum, d'un système de réduction de bruit sous-marin de type rideaux de bulles et mise en place d'hydrophones de contrôle (construction). |                                    |             |                 |
| Phase  | Nature de l'impact                 | Impact brut | Impact résiduel |
| Construction   | Perception du bruit aérien à terre | Nul         | Nul             |
|  | Création de bruit sous-marin       | Fort        | Fort            |
| Exploitation   | Perception du bruit aérien à terre | Nul         | Nul             |
|  | Création de bruit sous-marin       | Moyen       | Moyen           |
| Démantèlement  | Perception du bruit aérien à terre | Nul         | Nul             |
|  | Création de bruit sous-marin       | Fort        | Fort            |

## 3 LE MILIEU BIOLOGIQUE

### 3.1 LE PATRIMOINE ECOLOGIQUE

#### 3.1.1 Synthèse de l'état initial

Au niveau de l'aire d'étude éloignée, on recense les zones d'inventaires et de protections réglementaires suivantes :

- 45 ZNIEFF de type I à terre et 10 ZNIEFF de type II à terre ;
- 1 ZNIEFF marine de type I et 2 ZNIEFF marines de type II ;
- 5 ZICO ;
- La réserve naturelle de la Baie de Saint-Brieuc ;
- 4 sites protégés par un arrêté de biotope entre Saint-Cast-le-Guildo et Dinard ;
- 2 sites RAMSAR ;
- 2 sites Natura 2000 (ZSC/ZPS), que la zone potentielle d'implantation intersecte ;
- 17 sites appartenant au Conservatoire du littoral.

La Planches 8 représente l'ensemble des zones de protections réglementaires de l'aire d'étude éloignée tandis que la Planche 9 illustre les ZNIEFF et ZICO de l'aire d'étude éloignée.

*Planche 8 : Les zones de protections réglementaires identifiées au sein de l'aire d'étude éloignée*

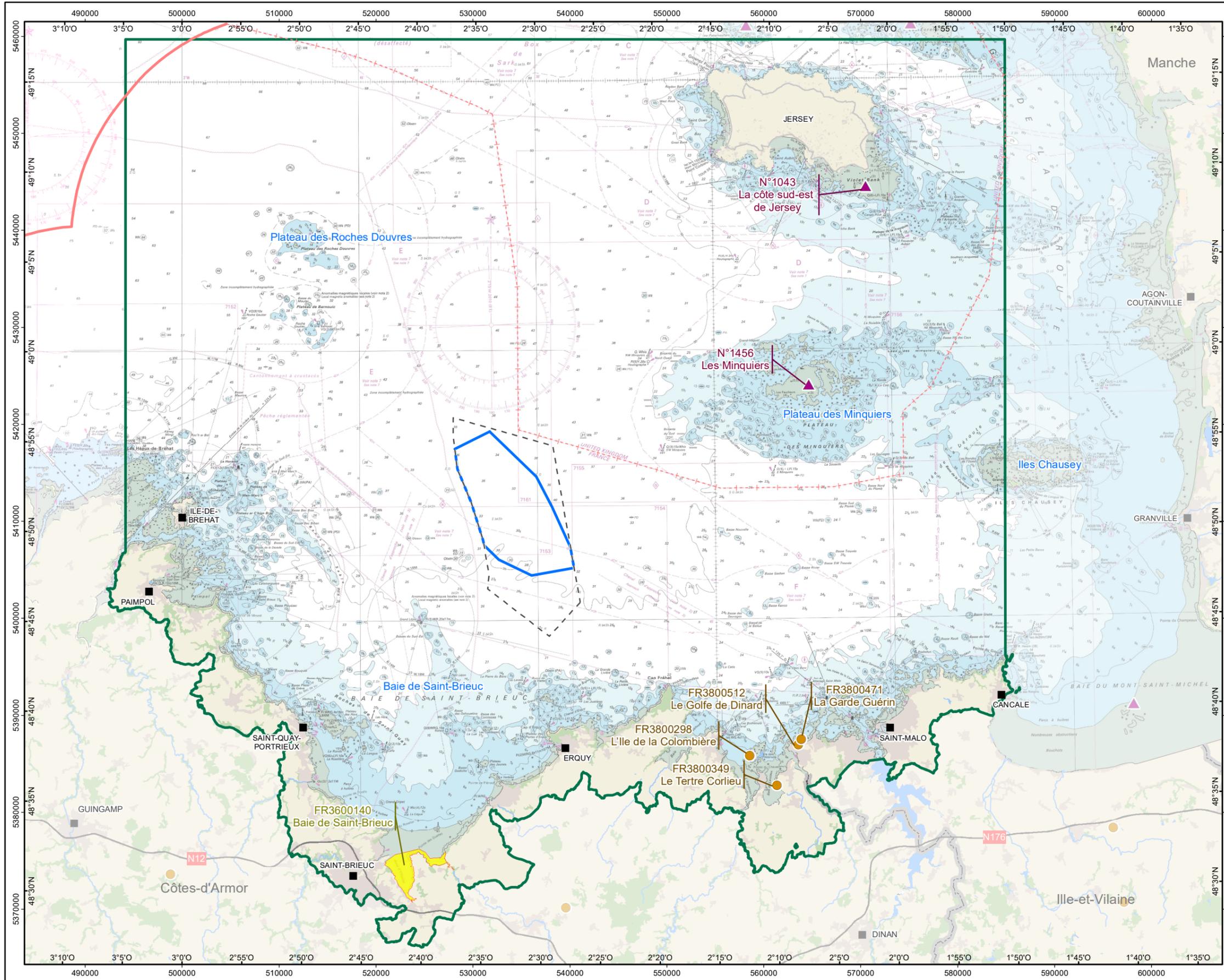
*Planche 9 : Les ZNIEFF et ZICO identifiées au sein de l'aire d'étude éloignée*

#### 3.1.2 Synthèse des impacts

En phase de construction, les effets qui seraient susceptibles de porter atteinte au patrimoine écologique sont ceux liés aux travaux, à savoir :

- La remise en suspension de particules sédimentaires qui atteindraient les zones d'inventaires et de protections réglementaires identifiées ;
- Les nuisances sonores qui atteindraient ces zones.

Les résultats de la modélisation hydrodynamique et sédimentaire ont montré que le nuage turbide créé par les opérations de forage des pieux serait limité à la zone de travaux et qu'il disparaîtrait rapidement dès l'arrêt des opérations. En raison de la distance importante entre la zone d'implantation et les zones d'inventaires et de protections réglementaires, l'impact des travaux sera nul, excepté pour les ZNIEFF pour lesquelles, compte tenu du bruit sous-marin, l'impact sera faible en raison de la présence de mammifères marins sur la zone.



**Légende**

**Protections réglementaires (hors Natura 2000)**

● Arrêtés de protection du biotope

▲ Sites RAMSAR

■ Réserve naturelle

**Zones d'étude**

□ Zone potentielle d'implantation

□ Zone de l'appel d'offres

□ Aire d'étude éloignée

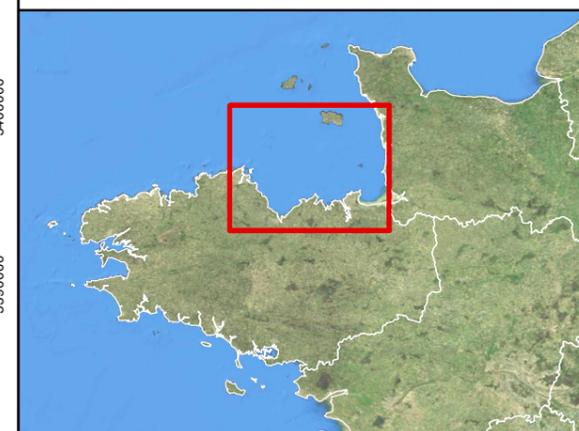
**Limites maritimes**

- - - Frontière maritime entre France et UK

— Limite de la mer territoriale française (12 NM)



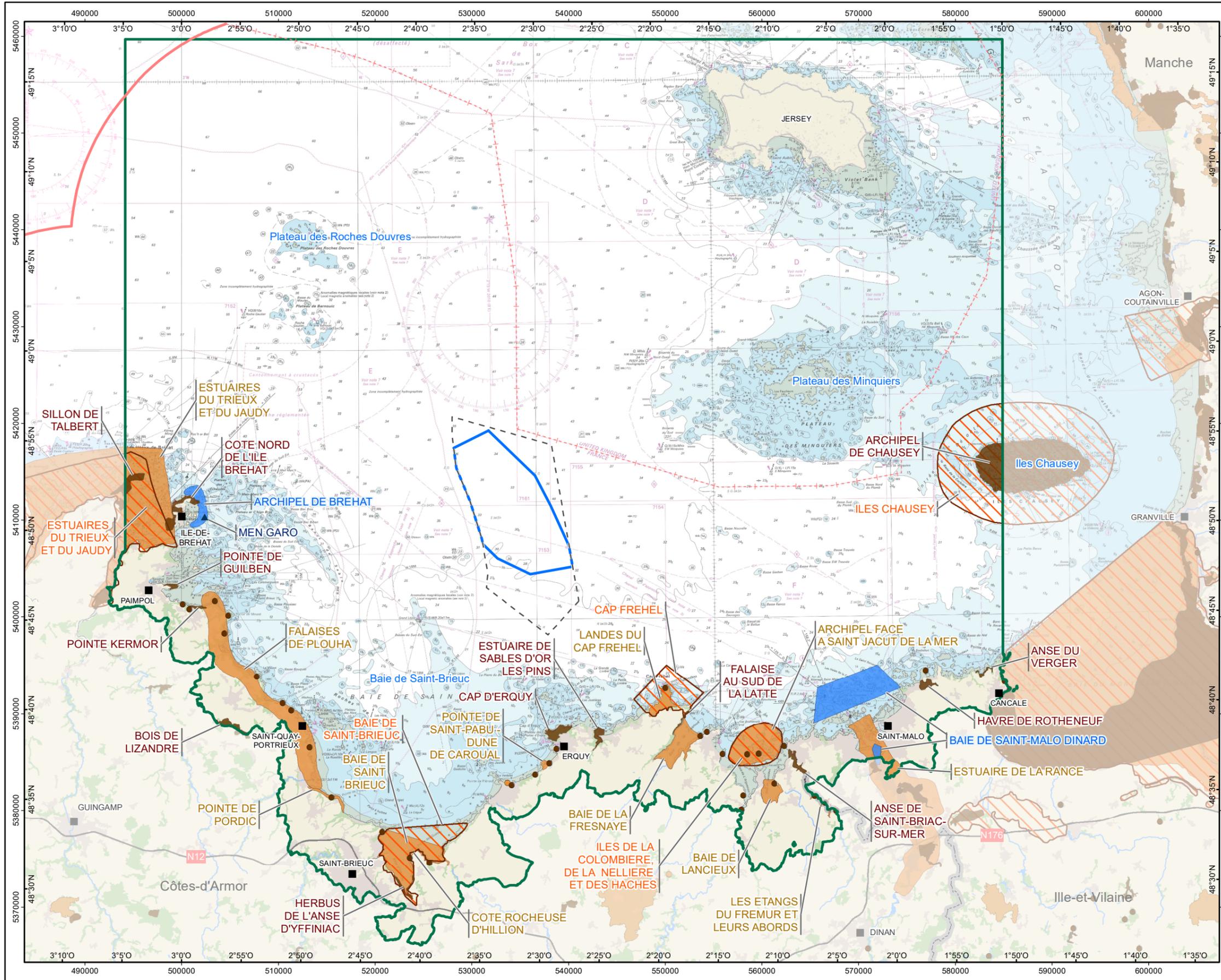
Format : A3 / Echelle : 1:400 000  
Projection : WGS 1984 UTM Zone 30N



Réalisation : IN VIVO  
Préparation : Alexandre Cerruti  
Date : octobre 2015 / Version : 05  
Ref : STB-DEV-D-INV-0163 Rev 1

**Source des données :**

INPN ©2012, Ramsar Sites Information Service ©2013  
BD Carthage ©2011, Corine Land Cover ©2006,  
IGN (BD CARTO ©2010, BD TOPO version 2.1),  
OpenStreetMap ©2013,  
SHOM (Carte marine n°6966 ©2012, Délimitations maritimes)



**Légende**

**Inventaires patrimoniaux**

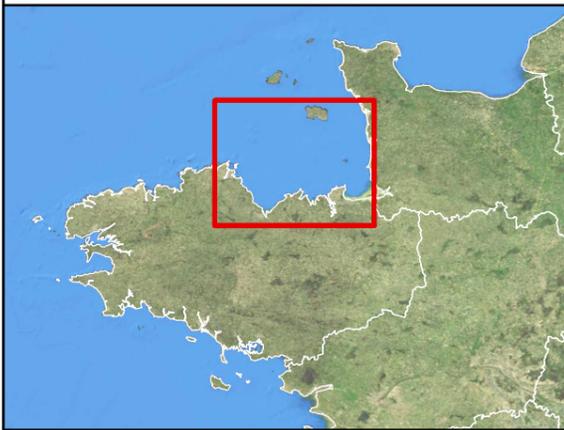
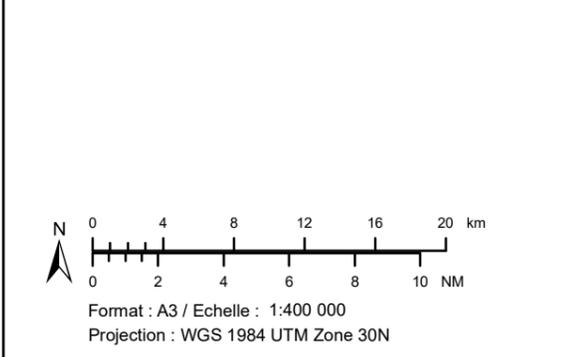
- ZNIEFF 1 Marine (dark blue triangle)
- ZNIEFF 2 Marine (light blue triangle)
- ZNIEFF 1 (dark brown circle)
- ZNIEFF 2 (light brown circle)
- ZICO (orange hatched square)

**Zones d'étude**

- Zone potentielle d'implantation (blue outline)
- Zone de l'appel d'offres (dashed black outline)
- Aire d'étude éloignée (green outline)

**Limites maritimes**

- Frontière maritime entre France et UK (dashed red line)
- Limite de la mer territoriale française (12 NM) (solid red line)



Réalisation : IN VIVO  
 Préparation : Alexandre Cerruti  
 Date : octobre 2015 / Version : 04  
 Ref : STB-DEV-D-INV-0162 Rev 1

Source des données :

- INPN ©2013, DREAL BRETAGNE ©2013,
- BD Carthage ©2011, Corine Land Cover ©2006,
- IGN (BD CARTO ©2010, BD TOPO version 2.1),
- OpenStreetMap ©2013,
- SHOM (Carte marine n°6966 ©2012, Délimitations maritimes)