



**Demande d'autorisation au
titre de la « Loi sur l'eau »
(articles L.214-1 et suivants
du code de
l'environnement) pour le
parc éolien en mer de
Dieppe – Le Tréport**

Septembre 2018



Préambule

Le présent document constitue la demande d'autorisation d'installer et d'exploiter le parc éolien en mer d'une capacité de 496 MW, situé au large de Dieppe et du Tréport, au titre des dispositions des articles L.214-1 et suivants du code de l'environnement.

Son contenu respecte les exigences de l'article R.214-6 II du même code, dans sa rédaction applicable au présent projet, c'est-à-dire antérieure au décret n°2017-81 du 26 janvier 2017.

Son contenu respecte les exigences de l'article R.214-6 II du même code, toutefois, afin de faciliter sa lecture, certains chapitres renvoient aux documents de l'étude d'impact du programme qui y font référence. Une table de concordance entre ces documents est proposée dans le tableau ci-après.

Contenu du dossier d'autorisation selon l'article R214-6 II du code de l'environnement	Chapitres du présent dossier et concordance avec les documents de l'étude d'impact programme
Résumé non technique	1 – Résumé non technique Renvoi au Document 1 de l'étude d'impact du programme : « Résumé Non Technique du programme »
1° Nom et adresse du demandeur, ainsi que son numéro SIRET, ou à défaut sa date de naissance	2 – Nom, adresse et numéro SIRET du demandeur Aucun renvoi. Chapitre rédigé dans le présent document.
2° Emplacement sur lequel l'installation, l'ouvrage, les travaux ou l'activité doivent être réalisés	3 – Emplacement sur lequel les travaux doivent être réalisés Aucun renvoi. Chapitre rédigé dans le présent document.
3° Nature, consistance, volume et objet de l'ouvrage, de l'installation, des travaux ou de l'activité envisagée, ainsi que la ou les rubriques de la nomenclature dans lesquelles ils doivent être rangés	4 – Nature, consistance, volume et objet des travaux et rubriques de la nomenclature concernées Aucun renvoi. Chapitre rédigé dans le présent document.
4°-a) Incidences directes et indirectes, temporaires et permanentes, du projet sur la ressource en eau, le milieu aquatique, l'écoulement, le niveau et la qualité des eaux, y compris de ruissellement, en fonction des procédés mis en œuvre, des modalités d'exécution des travaux ou de l'activité, du fonctionnement des ouvrages ou installations, de la nature, de l'origine et du volume des eaux utilisées ou affectées et compte tenu	5 - Analyse des incidences du projet sur la ressource en eau, le milieu aquatique, les sites Natura 2000 ainsi que les mesures correctives et compensatoires envisagées : 5.1 – Incidences du projet sur la ressource en eau et le milieu aquatique Renvoi : <ul style="list-style-type: none"> • au chapitre 2 du document 3 de l'étude d'impact du programme : « état initial de l'environnement » • au chapitre 4 du document 3 de l'étude

Contenu du dossier d'autorisation selon l'article R214-6 II du code de l'environnement	Chapitres du présent dossier et concordance avec les documents de l'étude d'impact programme
des variations saisonnières et climatiques	d'impact du programme : « analyse des effets et des impacts du projet sur l'environnement et sur la santé »
4°-b) Comportant l'évaluation des incidences du projet sur un ou plusieurs sites Natura 2000, au regard des objectifs de conservation de ces sites.	5.2 - Evaluation des incidences du projet sur les sites Natura 2000 Renvoi au document d'incidence Natura 2000 fourni en annexe du Document 3 de l'étude d'impact du programme.
4°-c) Justifiant, le cas échéant, de la compatibilité du projet avec le schéma directeur ou le schéma d'aménagement et de gestion des eaux et avec les dispositions du plan de gestion des risques d'inondation mentionné à l'article L. 566-7 et de sa contribution à la réalisation des objectifs visés à l'article L. 211-1 ainsi que des objectifs de qualité des eaux prévus par l'article D. 211-10 ;	5.3 - Compatibilité du projet avec les documents cadres relatifs à la gestion de l'eau Renvoi au chapitre 7 du Document 3 de l'étude d'impact du programme.
4°-d) Précisant s'il y a lieu les mesures correctives ou compensatoires envisagées	5.4 - Mesures correctives ou compensatoires envisagées Renvoi au chapitre 5 du Document 3 de l'étude d'impact du programme.
4°-e) Les raisons pour lesquelles le projet a été retenu parmi les alternatives ainsi qu'un résumé non technique	5.5 - Raisons pour lesquelles le projet a été retenu parmi les alternatives étudiées Renvoi au chapitre 3 du Document 3 de l'étude d'impact du programme.
5° Les moyens de surveillance prévus et, si l'opération présente un danger, les moyens d'intervention en cas d'incident ou d'accident	6 – Moyens de surveillance et d'intervention en cas d'incident ou d'accident Aucun renvoi. Chapitre rédigé dans le présent document.
6° Eléments graphiques, plans ou cartes utiles à la compréhension des pièces du dossier	7 – Eléments graphiques utiles à la compréhension du dossier Aucun renvoi. Chapitre rédigé dans le présent document.

Sommaire

1	RESUME NON TECHNIQUE.....	5
2	NOM, ADRESSE ET NUMERO SIRET DU DEMANDEUR	9
3	EMPLACEMENT SUR LEQUEL LE PARC EOLIEN EN MER EST REALISE	15
4	NATURE, CONSISTANCE, VOLUME ET OBJET DU PARC EOLIEN EN MER AINSI QUE LES RUBRIQUES DE LA NOMENCLATURE DANS LESQUELS ILS SONT RANGES.....	23
4.1	Caractéristiques générales du projet	25
4.2	Description des éléments du parc	26
4.2.1	Les éoliennes et leurs fondations	26
4.2.2	Les câbles inter-éoliennes	36
4.2.3	Le poste électrique en mer et sa fondation	38
4.2.4	Le mât de mesure en mer et sa fondation	44
4.3	Phase de construction : description des travaux	47
4.3.1	Etape 1 : Les travaux préparatoires	49
4.3.2	Etape 2 : L'installation des pieux des fondations des éoliennes	50
4.3.3	Etape 3 : L'installation des structures jackets des fondations des éoliennes	55
4.3.4	Etape 4 : L'installation des câbles inter-éoliennes et de leur protection	57
4.3.5	Etape 5 : L'installation du poste électrique et de sa fondation	60
4.3.6	Etape 6 : L'installation des éoliennes	62
4.3.7	Etape 7 : L'installation du mât de mesure en mer	64
4.3.8	Emprise au sol lors de la phase de construction	65
4.4	Phase d'exploitation	67
4.6	Phase de démantèlement	90
4.7	Coût estimatif du projet de parc éolien en mer	101
4.8	Rubriques de la nomenclature concernées	102
5	ANALYSE DES INCIDENCES DU PROJET SUR LA RESSOURCE EN EAU, LE MILIEU AQUATIQUE, LES SITES NATURA 2000 AINSI QUE LES MESURES CORRECTIVES OU COMPENSATOIRES ENVISAGEES.....	107
5.1	Incidences du projet sur la ressource en eau et le milieu aquatique	109

5.2	Evaluation des incidences du projet sur les sites Natura 2000	109
5.3	Comptabilité du projet avec les documents cadres relatifs à la gestion de l'eau	109
5.4	Mesures correctives ou compensatoires envisagées	109
5.5	Raisons pour lesquelles le projet a été retenu parmi les alternatives étudiées	109
6	MOYENS DE SURVEILLANCE ET D'INTERVENTION EN CAS D'INCIDENT OU D'ACCIDENT	111
6.1	Modalités de suivi du projet et de ses impacts sur l'environnement	113
6.1.1	Suivis de l'efficacité (SE) des mesures	113
6.1.2	Engagements (E) du maître d'ouvrage : amélioration de la connaissance du milieu marin	150
6.2	Moyens d'intervention en cas d'incident ou d'accident	174
6.2.1	Maîtrise des risques en phase de construction	175
6.2.2	Gestion de l'urgence maritime en phase d'exploitation	178
6.2.3	Gestion du trafic maritime en phase de démantèlement	180
7	ELEMENTS GRAPHIQUES UTILES A LA COMPREHENSION DU DOSSIER	181

1 Résumé non technique



Se reporter au **Document 1** de l'étude d'impact du programme, intitulé « **Résumé non technique du programme** ».

2 Nom, adresse et numéro SIRET du demandeur



Le projet d'implantation du parc éolien en mer de Dieppe - Le Tréport est porté par la société Eoliennes en Mer Dieppe - Le Tréport (EMDT), société par action simplifiée, dont l'actionariat est constitué des sociétés ENGIE, EDP Renewables et de la Caisse des dépôts.

EMDT est détentrice de l'autorisation d'exploiter sur le lot n° 1 délivrée suite à l'appel d'offres de l'Etat n° n°2013/S054-088441 du 16 mars 2013 sur l'éolien en mer.

Tableau 1 : Identité du demandeur

Nom du demandeur (maître d'ouvrage)	Eoliennes en Mer Dieppe - Le Tréport (EMDT)
Nature	Société par actions simplifiée
Siret	798 378 683 R.C.S. Dieppe
Siège social	1 quai de l'Avenir 76200 Dieppe
Objet	<p>Le financement, la conception, le développement, la construction, la propriété, l'exploitation, l'entretien, la maintenance et le démantèlement d'installations de production d'électricité de source éolienne installées en mer, ainsi que la commercialisation de ladite production d'électricité ; de procéder directement ou indirectement, par voie de prises de participations sous forme de souscription, d'achats de titres ou droits sociaux, de création de sociétés et de groupements nouveaux, d'apport, de commandite, de fusion, d'alliance, d'association en participation ou de prise ou de dation en location ou location-gérance de tous biens et autres droits.</p> <p>Un extrait Kbis est donné page suivante.</p>
Prénom, nom et qualité du signataire de la demande	Bruno HERNANDEZ, Président
Nom, fonction et coordonnées du responsable du suivi du dossier	<p>Florence SIMONET, Directrice Autorisations administratives et Environnement 8 avenue de l'Arche Faubourg de l'Arche Le colisée – Bât. C La Défense 92419 Courbevoie CEDEX</p> <p>florence.simonet@eoliennes-mer.fr</p>

Greffé du Tribunal de Commerce de Dieppe54 RUE DU FAUBOURG DE LA BARRE
BP 70231
76204 DIEPPE CEDEXCode de vérification : 8eKlhGaMTb
<https://www.infogreffe.fr/controle>

N° de gestion 2015B00076

Extrait Kbis

EXTRAIT D'IMMATRICULATION PRINCIPALE AU REGISTRE DU COMMERCE ET DES SOCIÉTÉS
à jour au 7 mars 2018

IDENTIFICATION DE LA PERSONNE MORALE

<i>Immatriculation au RCS, numéro</i>	798 378 683 R.C.S. Dieppe
<i>Date d'immatriculation</i>	18/03/2015
<i>Transfert du</i>	R.C.S. de Rouen
<i>Date d'immatriculation d'origine</i>	13/11/2013
<i>Dénomination ou raison sociale</i>	Eoliennes en Mer Dieppe Le Tréport
<i>Forme juridique</i>	Société par actions simplifiée
<i>Capital social</i>	31 436 000,00 Euros
<i>Adresse du siège</i>	1 Quai de l'Avenir 76200 Dieppe
<i>Activités principales</i>	Le financement la conception le développement la construction la propriété l'exploitation l'entretien la maintenance et le démantèlement d'installations de production d'électricité de source éolienne installée en mer ainsi que la commercialisation de ladite production d'électricité de procéder directement ou indirectement par voie de prises de participations sous forme de souscription d'achat de titres ou droits sociaux de création de sociétés et groupements nouveaux, d'apports, de commandite, de fusion, d'alliance, d'association en participation ou de prise ou de dation en location-gérance de tous biens et autres droits
<i>Durée de la personne morale</i>	Jusqu'au 12/11/2112
<i>Date de clôture de l'exercice social</i>	31 décembre
<i>Date de clôture du 1er exercice social</i>	31/12/2014

GESTION, DIRECTION, ADMINISTRATION, CONTROLE, ASSOCIÉS OU MEMBRES**Président**

<i>Nom, prénoms</i>	HERNANDEZ Bruno
<i>Date et lieu de naissance</i>	Le 28/08/1970 à Barcelone (ESPAGNE)
<i>Nationalité</i>	Française
<i>Domicile personnel</i>	15 avenue du Maréchal Joffre 78400 Chatou

Commissaire aux comptes titulaire

<i>Dénomination</i>	ERNST & YOUNG et Autres
<i>Forme juridique</i>	Société par actions simplifiée
<i>Adresse</i>	1-2 place des Saisons Paris la Défense 1 92400 Courbevoie
<i>Immatriculation au RCS, numéro</i>	438 476 913 RCS Nanterre

Commissaire aux comptes suppléant

<i>Dénomination</i>	AUDITEX
<i>Forme juridique</i>	Société par actions simplifiée
<i>Adresse</i>	1-2 place des Saisons Paris la Défense 1 92400 Courbevoie
<i>Immatriculation au RCS, numéro</i>	377 652 938 RCS Nanterre

RENSEIGNEMENTS RELATIFS A L'ACTIVITE ET A L'ETABLISSEMENT PRINCIPAL

<i>Adresse de l'établissement</i>	1 Quai de l'Avenir 76200 Dieppe
<i>Activité(s) exercée(s)</i>	Le financement, la conception, le développement, la construction, la propriété, l'exploitation, l'entretien, la maintenance et le démantèlement d'installations de production d'électricité de source éolienne installées en mer, ainsi que la commercialisation de ladite production d'électricité, de procéder directement ou indirectement par voie de prises de participations sous forme de souscription, d'achat de titres ou droits sociaux, de création de sociétés et groupements nouveaux, d'apports, de commandite, de fusion, d'alliance,

Greffes du Tribunal de Commerce de Dieppe

54 RUE DU FAUBOURG DE LA BARRE
BP 70231
76204 DIEPPE CEDEX

N° de gestion 2015B00076

<i>Date de commencement d'activité</i>	d'association en participation ou de prise ou de dation en location ou location-gérance de tous biens et autres droits 30/10/2013
<i>Origine du fonds ou de l'activité</i>	Transfert d'établissement (origine hors ressort) Transfert de siège social et d'établissement principal (origine hors ressort) de 94 rue Louis Blériot ZAC de la Bretèque 76230 Bois Guillaume à compter du 29/01/2015
<i>Mode d'exploitation</i>	Exploitation directe

IMMATRICULATION HORS RESSORT

R.C.S. Nanterre

Le Greffier



FIN DE L'EXTRAIT

3 Emplacement sur lequel le parc éolien en mer est réalisé



Le projet de parc éolien en mer de Dieppe-Le Tréport est localisé sur le domaine public maritime. Il est intégralement situé à l'intérieur du périmètre (zone propice) associé au lot n°1 du deuxième appel d'offres portant sur des installations éoliennes de production d'électricité en mer en France métropolitaine de mars 2013.

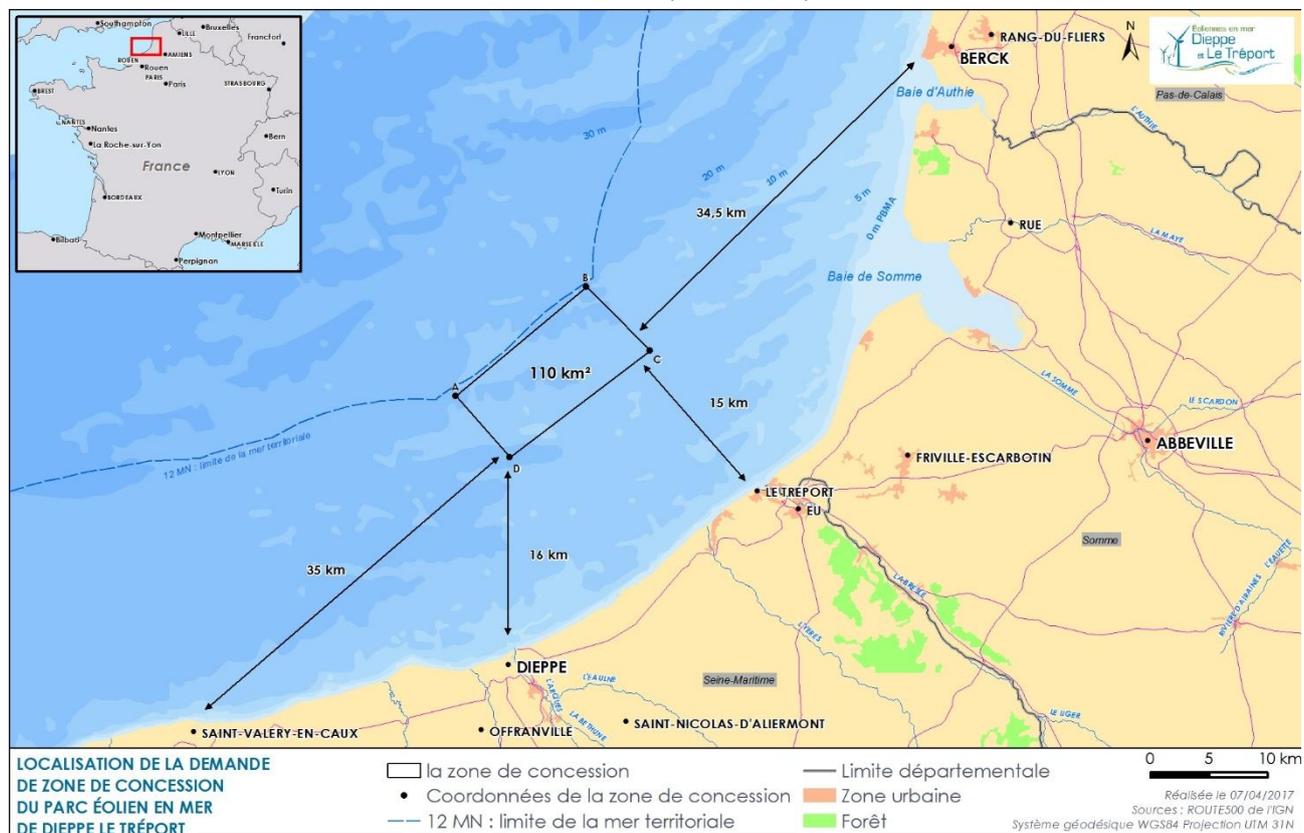
L'emplacement sur lequel les travaux doivent être réalisés correspond à la zone de concession du Domaine Public Maritime qui se situe à 15,5 km du Tréport, 17 km de Dieppe, 34,5 km de Berck et 35 km de Saint-Valéry-en-Caux. La superficie de cette zone est de 110 km². Elle est délimitée par les sommets dont les coordonnées géographiques sont précisées dans le tableau ci-après et représentées sur la Carte 1.

Tableau 2 : Coordonnées géographiques de l'emplacement sur lequel les travaux du parc éolien vont être réalisés (zone de concession du parc éolien)

Point de référence	Coordonnées (WGS84)	
	Longitude	Latitude
A	1° 0,440' E	50° 7,720' N
B	1° 9,580' E	50° 12,960' N
C	1° 14,280' E	50° 10,060' N
D	1° 4,420' E	50° 4,930' N

Source : EMDT, 2016

Carte 1 : Localisation de l'emplacement sur lequel les travaux du parc éolien vont être réalisés (zone de concession du parc éolien)



Source : EMDT, 2016

3. Emplacement sur lequel le parc éolien en mer est réalisé



Les composants du parc éolien seront implantés dans la zone de concession selon le plan fourni en carte 2..

Les positions des éoliennes, du mât de mesure et du poste électrique sont précisées dans le tableau ci-dessous. Une fois ces composantes installées un plan de recollement de l'ensemble de ces positions sera adressé au service compétent.

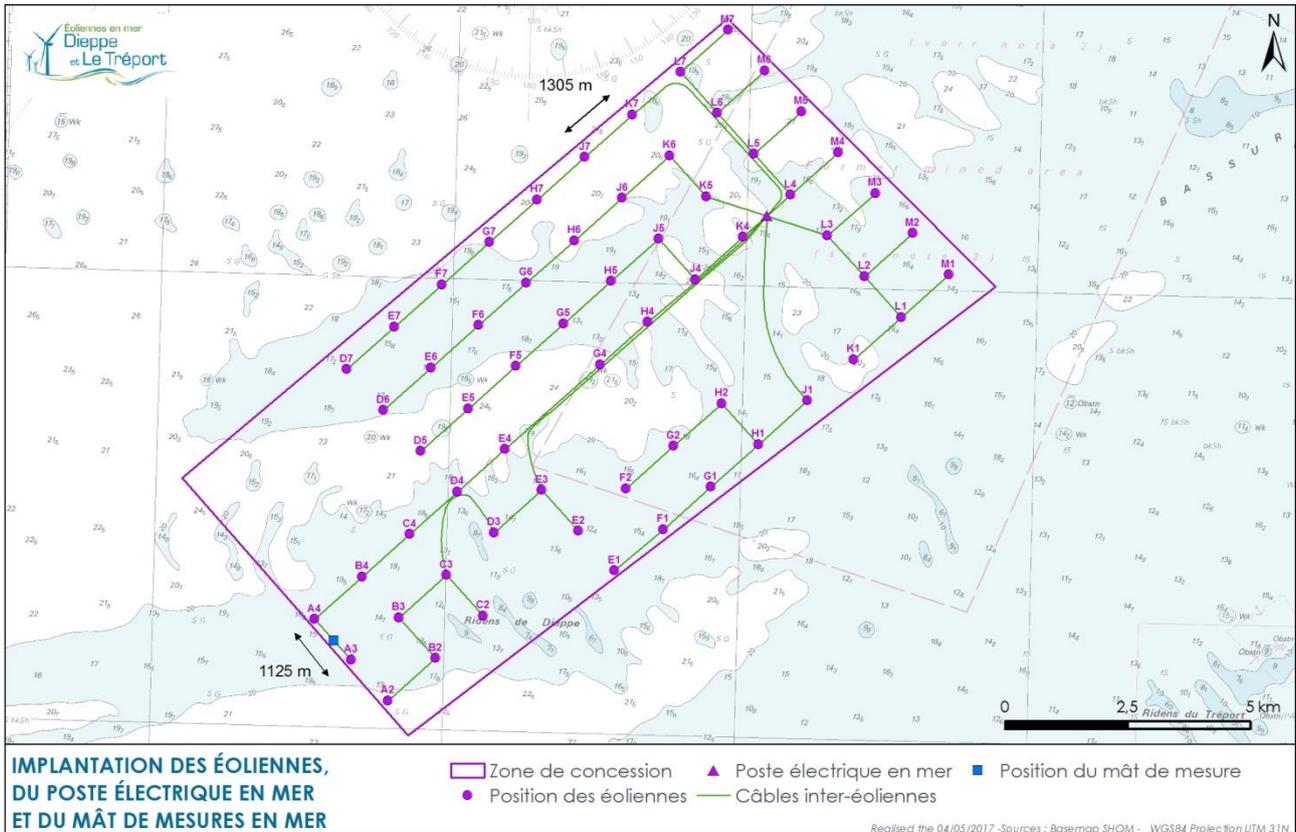
Tableau 3 : Référence et coordonnées géographiques des éoliennes, du poste électrique et du mât de mesure en mer

Composant	Référence	X WGS 84 UTM	Y WGS 84 UTM	Longitude	Latitude
		31 N		WGS 84 (degré, minute, décimale)	
Eolienne	J7	365795,1	5561416	1° 7,195' E	50° 11,383' N
Eolienne	K7	366766,8	5562287	1° 7,993' E	50° 11,866' N
Eolienne	L7	367738,5	5563158	1° 8,791' E	50° 12,349' N
Eolienne	M7	368710,2	5564029	1° 9,590' E	50° 12,831' N
Eolienne	J6	366546,1	5560578	1° 7,843' E	50° 10,941' N
Eolienne	J5	367297	5559740	1° 8,492' E	50° 10,499' N
Eolienne	J4	368047,9	5558903	1° 9,140' E	50° 10,058' N
Eolienne	K6	367517,8	5561449	1° 8,641' E	50° 11,424' N
Eolienne	K5	368268,7	5560611	1° 9,290' E	50° 10,982' N
Eolienne	K4	369019,7	5559774	1° 9,938' E	50° 10,541' N
Eolienne	J1	370333,8	5556419	1° 11,110' E	50° 8,748' N
Eolienne	L6	368489,5	5562320	1° 9,440' E	50° 11,907' N
Eolienne	L5	369240,4	5561482	1° 10,088' E	50° 11,465' N
Eolienne	L4	369991,3	5560645	1° 10,736' E	50° 11,023' N
Eolienne	L3	370742,3	5559807	1° 11,384' E	50° 10,581' N
Eolienne	L2	371493,2	5558969	1° 12,031' E	50° 10,139' N
Eolienne	M6	369461,2	5563191	1° 10,238' E	50° 12,389' N
Eolienne	M5	370212,1	5562353	1° 10,886' E	50° 11,947' N
Eolienne	M4	370963,1	5561516	1° 11,534' E	50° 11,506' N
Eolienne	M3	371714	5560678	1° 12,182' E	50° 11,064' N
Eolienne	F7	362880	5558802	1° 4,803' E	50° 9,933' N
Eolienne	G7	363851,7	5559673	1° 5,600' E	50° 10,416' N
Eolienne	H7	364823,4	5560544	1° 6,397' E	50° 10,899' N
Eolienne	F6	363630,9	5557965	1° 5,451' E	50° 9,492' N
Eolienne	F5	364381,9	5557127	1° 6,099' E	50° 9,050' N
Eolienne	F2	366634,7	5554614	1° 8,043' E	50° 7,726' N
Eolienne	G6	364602,6	5558836	1° 6,248' E	50° 9,975' N
Eolienne	G5	365353,6	5557998	1° 6,897' E	50° 9,533' N
Eolienne	G4	366104,5	5557160	1° 7,545' E	50° 9,092' N
Eolienne	G2	367606,4	5555485	1° 8,840' E	50° 8,208' N
Eolienne	H6	365574,3	5559707	1° 7,046' E	50° 10,458' N
Eolienne	H5	366325,3	5558869	1° 7,694' E	50° 10,016' N
Eolienne	H4	367076,2	5558031	1° 8,342' E	50° 9,575' N
Eolienne	M2	372484	5559856	1° 12,846' E	50° 10,630' N
Eolienne	H2	368578,1	5556356	1° 9,638' E	50° 8,691' N
Eolienne	D7	360936,6	5557060	1° 3,209' E	50° 8,966' N

Composant	Référence	X WGS 84 UTM	Y WGS 84 UTM	Longitude	Latitude
		31 N		WGS 84 (degré, minute, décimale)	
Eolienne	E7	361908,3	5557931	1° 4,006' E	50° 9,450' N
Eolienne	C4	362217,7	5553676	1° 4,358' E	50° 7,159' N
Eolienne	C3	362968,7	5552838	1° 5,006' E	50° 6,718' N
Eolienne	C2	363719,6	5552001	1° 5,653' E	50° 6,277' N
Eolienne	D6	361687,5	5556222	1° 3,858' E	50° 8,525' N
Eolienne	D4	363189,4	5554547	1° 5,154' E	50° 7,642' N
Eolienne	D3	363940,3	5553709	1° 5,802' E	50° 7,201' N
Eolienne	E6	362659,2	5557093	1° 4,654' E	50° 9,008' N
Eolienne	E5	363410,2	5556256	1° 5,303' E	50° 8,567' N
Eolienne	E4	364161,1	5555418	1° 5,951' E	50° 8,126' N
Eolienne	E3	364912,1	5554580	1° 6,599' E	50° 7,684' N
Eolienne	E2	365663	5553743	1° 7,246' E	50° 7,243' N
Eolienne	D5	362438,338	5555384,625	1° 4,506' E	50° 8,084' N
Eolienne	A4	360274,3	5551934	1° 2,766' E	50° 6,192' N
Eolienne	A3	361025,2	5551096	1° 3,414' E	50° 5,751' N
Eolienne	A2	361776,2	5550258	1° 4,062' E	50° 5,310' N
Eolienne	B4	361246	5552805	1° 3,562' E	50° 6,676' N
Eolienne	B3	361996,9	5551967	1° 4,210' E	50° 6,234' N
Eolienne	B2	362747,9	5551129	1° 4,857' E	50° 5,793' N
Eolienne	K1	371272,5	5557261	1° 11,881' E	50° 9,215' N
Eolienne	L1	372244,2	5558132	1° 12,679' E	50° 9,697' N
Eolienne	M1	373215,9	5559003	1° 13,477' E	50° 10,179' N
Eolienne	F1	367385,7	5553776	1° 8,691' E	50° 7,284' N
Eolienne	G1	368357,4	5554647	1° 9,488' E	50° 7,766' N
Eolienne	H1	369329,1	5555518	1° 10,285' E	50° 8,249' N
Eolienne	E1	366394,688	5552926,53	1° 7,877' E	50° 6,812' N
Poste électrique en mer		369505,5	5560208,9	1° 10,337' E	50° 10,782' N
Mât de mesures en mer		360651.090	5551513.584	1° 3,091' E	50° 5,971' N

3. Emplacement sur lequel le parc éolien en mer est réalisé

Carte 2 : Implantation des éoliennes, du poste électrique en mer, des câbles inter-éoliennes et du mât de mesure en mer



Source : EMDT, 2016

La disposition des éoliennes, du poste électrique en mer, du mât de mesure et des câbles inter-éoliennes a été déterminée sur la base des données de site recueillies par le maître d'ouvrage (distribution et fréquence des vents, des courants, données géologiques, topographie des fonds marins de la zone du parc, etc.) et des contraintes environnementales et socio-économiques identifiées au cours des différentes études menées depuis plus de dix ans pour le développement du projet.

Tableau 4 : Caractéristiques du schéma d'implantation du parc

CARACTERISTIQUES DU SCHEMA D'IMPLANTATION DU PARC	
Nombre de lignes d'éoliennes	7
Orientation des lignes d'éoliennes	~228°
Distance entre deux lignes d'éoliennes	Environ 1 100 m
Distance entre deux éoliennes d'une même ligne	Environ 1 300 m
Nombre d'éoliennes par ligne	De 7 à 11
Câbles inter-éoliennes	8 grappes de câbles inter-éoliennes, chaque grappe permettant d'évacuer l'électricité produite par 7 ou 8 éoliennes

Cette implantation permet notamment une meilleure visibilité du parc aux professionnels de la pêche et favorise la pratique de leurs métiers dans de meilleures conditions de sécurité, avec l'établissement de couloirs de l'ordre de 1 100 m entre chaque ligne d'éoliennes. Au sein des alignements, les éoliennes sont séparées d'environ 1 300 m chacune, ce qui faciliterait le passage des bateaux.

En outre, les câbles inter-éoliennes sont alignés sur les lignes d'éoliennes, dans le sens des courants dominants (nord-est/sud-ouest). Le poste électrique en mer est également disposé au niveau d'un alignement d'éoliennes.

Enfin, du fait de la disposition « géométrique » des éoliennes et de l'espacement d'au moins 1 km entre éoliennes, cette implantation satisfait aux recommandations formulées par la Marine Nationale en vue des missions de recherche et de sauvetage par aéronefs (hélicoptères notamment).

4 Nature, consistance, volume et objet du parc éolien en mer ainsi que les rubriques de la nomenclature dans lesquels ils sont rangés



4.1 Caractéristiques générales du projet

Les principales caractéristiques du parc sont précisées dans le tableau ci-après.

Tableau 5 : Caractéristiques principales du parc éolien en mer

CARACTERISTIQUES GENERALES DU PARC EOLIEN	
CARACTERISTIQUES DE LA ZONE	
Surface totale de la zone d'appel d'offre	110 km ²
CARACTERISTIQUES DE LA ZONE	
Surface occupée par le parc éolien	82,4 km ² (équivalent à 75% de la surface totale de la zone d'appel d'offres)
Puissance totale du parc	496 MW
Distance à la côte au point le plus proche	15,5 km du Tréport 17 km de Dieppe
EOLIENNES	
Nombre d'éoliennes	62
Puissance unitaire d'une éolienne	8 MW
FONDATIONS DES EOLIENNES	
Nombre de fondations	62
Type de fondations	Jacket 4 pieds
POSTE ELECTRIQUE EN MER	
Nombre de poste électrique en mer	1
Fondation du poste électrique en mer	Jacket 4 pieds
CABLES INTER-EOLIENNES	
Longueur de câbles inter éoliennes	95 km
Tension des câbles inter éoliennes	66 kV
Type de protection	Ensuillage pour 98% de la longueur du câblage Enrochement pour 2% de la longueur du câblage
MAT DE MESURE	
Nombre de mât de mesure	1
Fondation du mât de mesure	Jacket 3 pieds

4.2 Description des éléments du parc

4.2.1 Les éoliennes et leurs fondations

4.2.1.1 Caractéristiques générales

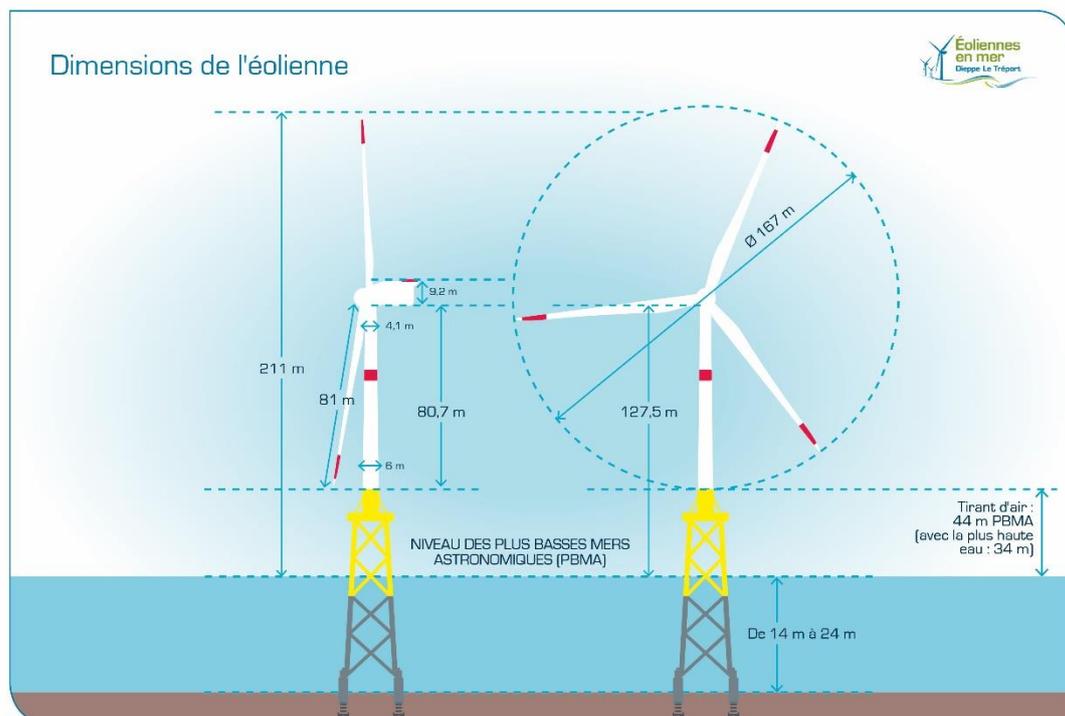
Le maître d'ouvrage a choisi d'équiper le parc éolien en mer d'éoliennes d'une puissance unitaire de 8 MW. Le choix d'une telle puissance permet de limiter le nombre d'éoliennes au sein du parc et ainsi de réduire son empreise.

Chaque éolienne est composée des parties principales suivantes :

- ▶ Un mât ;
- ▶ Une nacelle positionnée au sommet du mât ;
- ▶ Un rotor composé de 3 pales insérées sur un moyeu.

Le rotor a pour objet de capturer l'énergie du vent au moyen de la rotation des pales, cette opération est optimisée par le système d'orientation de la nacelle ainsi que par le système de révolution indépendant des pales (pitch). Une fois l'énergie capturée, l'arbre principal situé dans la nacelle transmet l'énergie mécanique de rotation au générateur qui la transforme en énergie électrique. Cette énergie est ensuite transmise au pied de la tour où elle est adaptée par le convertisseur et le transformateur pour être exportée vers le poste électrique en mer via les câbles inter-éoliennes.

Figure 1 : Dimensions de l'installation fondation-éolienne



Source : EMDT, 2018

Les principales caractéristiques techniques de l'éolienne sont indiquées ci-après.

Tableau 6 : Caractéristiques générales des éoliennes

CARACTERISTIQUES DES EOLIENNES	
CARACTERISTIQUES GENERALES	
Puissance	8 MW
Hauteur totale	211 m (en bout de pale)
Masse totale	880t
Classe IEC de l'éolienne	B

Les éoliennes seront de couleur blanche (RAL 7035), conformément aux dispositions de l'arrêté du 13 novembre 2009 relatif à la réalisation du balisage des éoliennes situées en dehors des zones grevées de servitudes aéronautiques.

4.2.1.2 La nacelle

La nacelle située à l'extrémité haute du mât contiendra des éléments structurels (chassis, couplage du rotor, roulements...), des composants électromécaniques (génératrice, système d'orientation au vent, système d'ajustement des pales...), les équipements électriques principaux (transformateurs, onduleurs), ainsi que des éléments de sécurité (éclairage, extincteurs, freins,...).

Tableau 7 : Caractéristiques de la nacelle des éoliennes

CARACTERISTIQUES DES EOLIENNES	
CARACTERISTIQUES DE LA NACELLE	
Masse de l'ensemble : nacelle + rotor	470t
Hauteur de la nacelle	9,20m
Longueur de la nacelle	20m
Largeur de la nacelle	8m

Figure 2 : Structure interne de la nacelle de l'éolienne



Source : SIEMENS-GAMESA RENEWABLE ENERGY, 2017

4.2.1.3 Le mât

De forme tubulaire à section conique, le mât se composera de trois tronçons qui seront pré-assemblés à terre.

Il abritera quelques équipements électriques de l'éolienne ainsi qu'un monte-charge permettant un accès sécurisé à la nacelle. Il contiendra également des équipements de sécurité (extincteurs, éclairage) et des plateformes intermédiaires.

Le mât de l'éolienne sera revêtu d'un traitement spécifique pour résister à la corrosion due à l'air marin.

Tableau 8 : Caractéristiques du mât des éoliennes

CARACTERISTIQUES DES EOLIENNES	
CARACTERISTIQUES DU MAT	
Matériau	Acier roulé et soudé
Hauteur	85,43m
Diamètre	Section haute: 4,1m Section basse: 6m
Hauteur du niveau d'interface (bas du mât)	+42,2 m PBMA

4.2.1.4 Le rotor

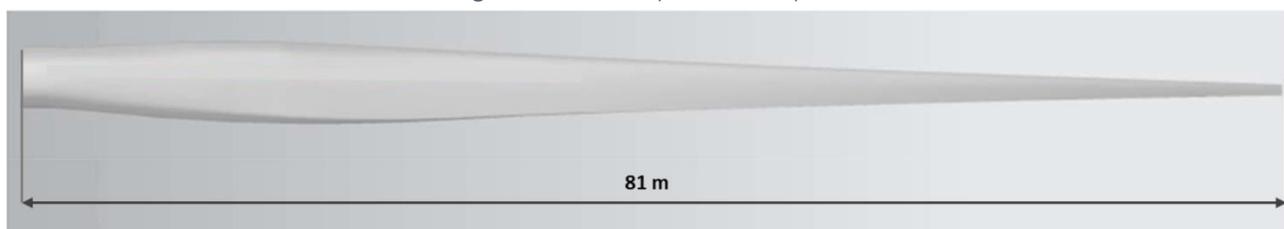
Le rotor sera composé de trois pales et du moyeu fixé à la nacelle. Le rotor sera entraîné par l'énergie du vent.

Les pales, fabriquées en fibres de verre renforcée d'epoxy, seront livrées au port de fabrication pour être ensuite acheminées sur le site où elles seront assemblées sur le rotor.

Tableau 9 : Caractéristiques du rotor des éoliennes

CARACTERISTIQUES DES EOLIENNES	
CARACTERISTIQUES DU ROTOR	
Diamètre	167 m
Surface balayée par le rotor	21 800 m ²
Longueur de pale	81 m
Masse des pales	32t
Hauteur du moyeu	+127,5m PBMA
Tirant d'air en bas de pale ¹	De 44m (PBMA) à 34m (PMHA)
Vitesses de rotation du rotor	De 0 à 10,8 tours par minute
Vitesses en bout de pale	De 0 à 340km/h
Vitesses de vent admissibles	De 11 à 90km/h

Figure 3 : Vue de profil d'une pale



Source : SIEMENS-GAMESA RENEWABLE ENERGY, 2017

4.2.1.5 Les fondations jackets des éoliennes

Après une étude multicritères menée par le maître d'ouvrage lors de la phase de levée des risques du projet sur différents types de fondations à ce jour utilisées dans l'industrie de l'éolien en mer, la solution de la fondation jacket a finalement été retenue.

Une fondation jacket se compose de trois parties principales :

- ▶ Des pieux métalliques creux insérés dans le sol ;
- ▶ Un treillis métallique ou jacket ;

¹ La notion de tirant d'air signifie ici la distance entre le bas de la pale et le niveau de la mer à son niveau PBMA (Plus Basses Mers Astronomiques) et PHMA (Plus Hautes Mers Astronomiques)

- ▶ Une pièce de transition.

4.2.1.5.1 Les pieux

Les pieux ont pour rôle d'assurer le bon ancrage de la fondation dans le sol. Ils reprennent l'ensemble des charges associées aux poids des équipements (jacket, éoliennes) et aux forces s'y appliquant (vent, courant etc.). Leurs dimensions peuvent varier en fonction de l'importance des charges à reprendre mais également des caractéristiques du sous-sol dans lequel ils sont installés.

Dans le cas du projet du parc éolien, il est prévu que chaque fondation comporte 4 pieux en acier d'un diamètre d'environ 2,2m et d'une longueur totale prévue à ce jour d'environ 69m dont 67m seront enfoncés dans le sol marin. Sur ces bases et considérant la bathymétrie du site de projet, le maître d'ouvrage estime un tirant d'eau minimum de 12m au-dessus des pieux.

Conçus en acier, ces pieux sont creux, ont une épaisseur comprise entre 40 et 80mm et ont vocation à être remplis de béton au cours de l'installation de la fondation.

Les caractéristiques générales des pieux prévues à ce jour sont détaillées au sein du tableau suivant.

Tableau 10 : Caractéristiques des pieux des fondations jacket des éoliennes

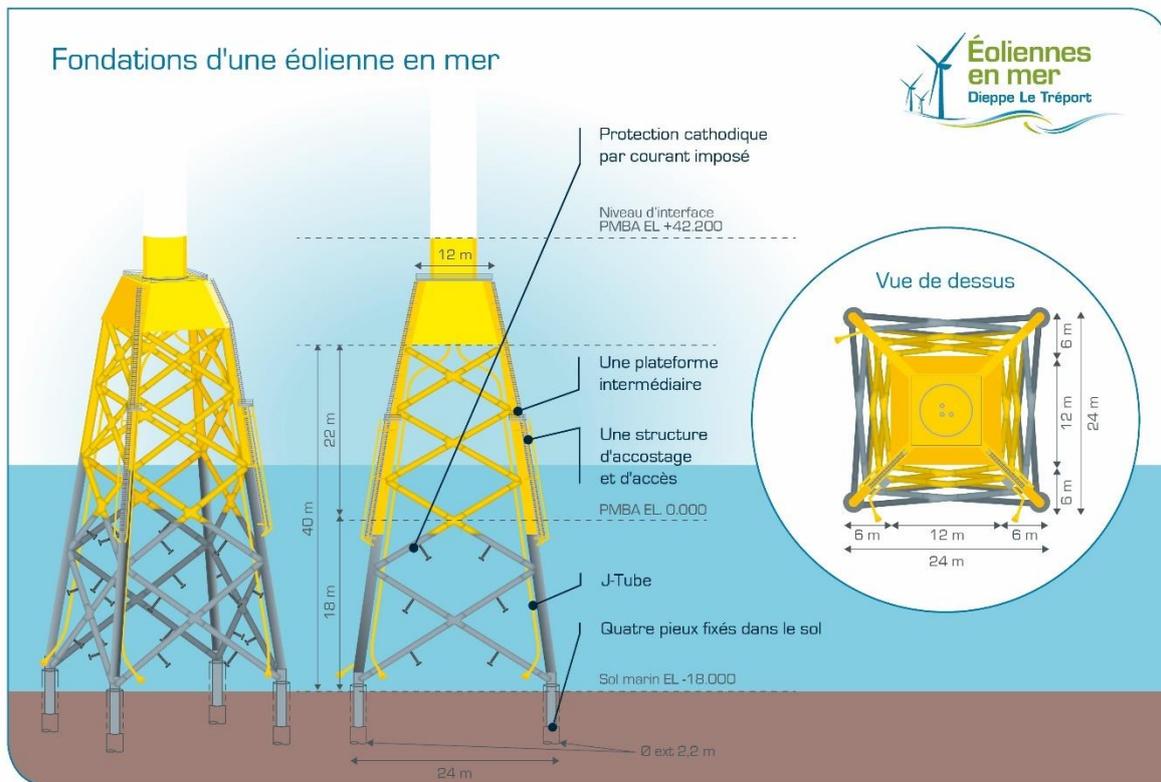
CARACTERISTIQUES DES PIEUX DES FONDATIONS JACKET	
Diamètre extérieur	2,2m
Longueur totale des pieux	De 69 à 71m en fonction de la bathymétrie et de la nature du sol marin
Profondeur d'enfouissement	De 67 à 69m en fonction de la bathymétrie et de la nature du sol marin
Nombre de pieux par fondation	4
Épaisseur	De 40 à 80mm
Masse	De 219 à 225t par pieu en fonction de la bathymétrie et de la nature du sol marin

4.2.1.5.2 Le treillis métallique ou jacket

La jacket est quant à elle en charge de transmettre les charges associées aux poids des équipements (jacket, éoliennes) et aux forces s'y appliquant (vent, courant etc.) au niveau des pieux enfoncés dans le sol. Elle est constituée d'un treillis métallique de forme pyramidale et supporte les équipements nécessaires aux opérations d'exploitation, d'installation et de maintenance en mer, à savoir principalement :

- ▶ Des structures d'accostage et d'accès aux plateformes supérieures (le maître d'ouvrage en prévoit à ce jour deux par fondation) ;
- ▶ Des plateformes intermédiaires servant à marée basse (le maître d'ouvrage en prévoit à ce jour deux par fondation) ;
- ▶ Une protection cathodique constituée d'anodes à courant imposé ;
- ▶ Une série de J-tubes ayant pour rôle de protéger le câble inter-éolienne depuis le mât de l'éolienne jusqu'au fond marin (le maître d'ouvrage en prévoit à ce jour entre deux et cinq par fondation, selon la position de l'éolienne au sein du parc).

Figure 4 : Schéma d'une fondation jacket à 4 pieux

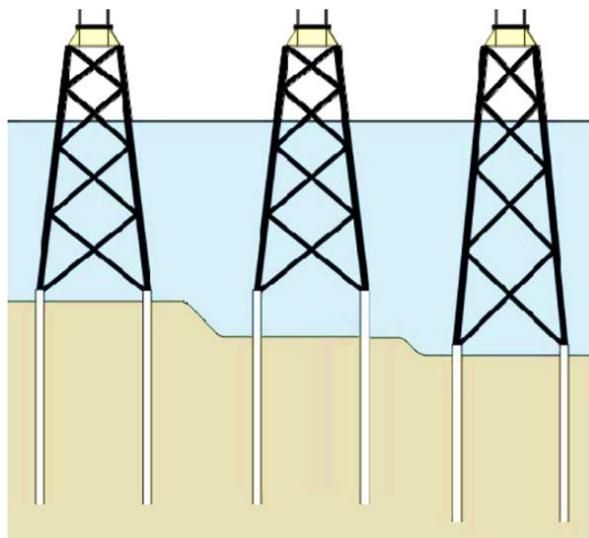


Source : EMDT, 2018

Dans le cadre du projet du parc éolien et pour des raisons d'optimisation et de standardisation des fondations, trois tailles ont été définies considérant trois intervalles de profondeurs pour la zone.

Ainsi, pour s'assurer que toutes les éoliennes aient la même hauteur en bout de pale, les variations de dénivelés du fond marin seront majoritairement compensées par le choix de la taille de la jacket. Dans un second temps, l'ajustement final sera fait par la hauteur de la partie des pieux non enfoncée dans le sol marin (ce qui impliquera des longueurs de pieux et des profondeurs d'enfouissement variables).

Figure 5 : Tailles de fondation jacket et ajustement selon l'enfoncement des pieux



Source : ATKINS, 2015

L'ensemble des jackets prévues à ce jour mesureront 24m sur 24m à leur base, soit au niveau du sol marin, et 12m sur 12m au niveau de la pièce de transition. Elles seront constituées de tubes creux en acier.

La fondation jacket a été conçue pour pouvoir résister à une accumulation de biomasse (ou biofouling) sous-marine de 20cm d'épaisseur et d'une densité de 1325kg/m³. Aucun revêtement anti-fouling et aucun grattage ne seront nécessaires pendant l'exploitation.

Le tableau suivant présente les caractéristiques principales associées aux trois types de fondations jackets aujourd'hui considérées.

Tableau 11 : Caractéristiques des fondations jacket de l'éolienne

CARACTERISTIQUES DES FONDATIONS JACKET			
	TYPE 1	TYPE 2	TYPE 3
Dimensions au niveau du sol marin	24 x 24m		
Dimensions au niveau de la pièce de transition	12 x 12m		
Epaisseur	De 16 à 150mm		
Intervalle de profondeur (PBMA)	De 14m à 17m	De 17m à 22m	De 22 à 25m
Hauteur	35	40	43
Masse	618t	655t	684t

4.2.1.5.3 La pièce de transition

Enfin, la fondation jacket sera surmontée d'une pièce de transition métallique permettant l'insertion du mât de l'éolienne sur la fondation.

Elle accueillera différentes structures telles que :

- La partie supérieure des J-tubes permettant la remontée des câbles inter-éoliennes jusqu'au niveau de l'éolienne ;

- Une plateforme de travail comprenant une grue nécessaire lors des opérations de maintenance de l'éolienne.

Cette pièce permettant la fixation du mât de l'éolienne pèsera environ 135 tonnes.

Figure 6 : Exemple d'une pièce de transition



Source: Samsung Offshore Wind turbine, 2013

4.2.1.5.4 La protection anti-érosion

Le maître d'ouvrage ne prévoit pas à ce stade la mise en place d'une protection anti-affouillement. En effet, le diamètre des pieux enfoncés dans le sol marin étant significativement plus faible que dans le cas de fondations de type monopieu, le risque d'érosion par la mer au niveau des pieux est donc significativement réduit.

Malgré tout, un contrôle régulier de l'absence d'affouillement autour des pieux sera réalisé.

4.2.1.5.5 La protection anticorrosion

La protection contre la corrosion de la partie émergée des fondations jackets sera réalisée par l'utilisation d'une peinture anticorrosive.

L'utilisation de peintures anticorrosives dans le milieu marin est une pratique courante utilisée par les armateurs de navires et les fabricants de structures métalliques en milieu marin.

La peinture qui sera mise en œuvre sur les fondations du parc éolien n'est pas encore définie mais elle sera similaire à celles couramment utilisées pour cet usage, à savoir une peinture de type époxy, polyuréthane ou vinylique, neutre pour l'environnement.

Le choix de cette peinture fera l'objet d'une attention spécifique. Le Maître d'Ouvrage cherchera en effet à éviter le recours à des composants présentant un fort impact environnemental, notamment les substances faisant partie de la liste des substances prioritaires établies par la DCE (Directive Cadre de l'Eau) ou celles de la partie A de la liste OPSAR devant faire l'objet d'actions prioritaires.

Partie immergée de la fondation

En ce qui concerne la partie immergée de la fondation, la protection anticorrosion de l'acier sera réalisée à l'aide d'anodes à courant imposé.

Ces anodes seront faites d'un alliage de titane insoluble recevant un faible courant régulé de façon électronique, permettant de protéger la structure de la corrosion. Contrairement à la méthode passive de protection par consommation progressive d'anodes en aluminium et en zinc, la protection est ici obtenue par l'injection d'un courant continu, de très faible tension et intensité, qui évite ainsi les rejets de traces métalliques dans l'environnement.

Après quelques semaines de polarisation de la structure (nécessitant une tension plus forte) les caractéristiques du dispositif de protection cathodique en phase exploitation se stabilisent aux valeurs suivantes pour l'ensemble de la durée de vie des structures :

- ▶ Tension par anode : 6V (soit l'ordre de grandeur d'une pile électrique de type AA vendue dans le commerce)
- ▶ La puissance de courant injectée pour l'ensemble de la fondation : de 350 à 400W (soit la puissance d'une lampe halogène pour éclairage intérieur)
- ▶ La polarisation de l'ensemble de la structure métallique est de l'ordre de grandeur suivant : 0,8 V à 1,1 V.

Dans le cadre du parc éolien en mer de Dieppe – Le Tréport, il est envisagé d'installer 16 à 20 anodes par fondation. Le dimensionnement final du système sera néanmoins arrêté ultérieurement, une fois que le contractant en charge de la fourniture et de l'installation aura été sélectionné. Dans le cas de l'étude d'impact du parc éolien, un cas maximisant de 20 anodes par fondation a été considéré.

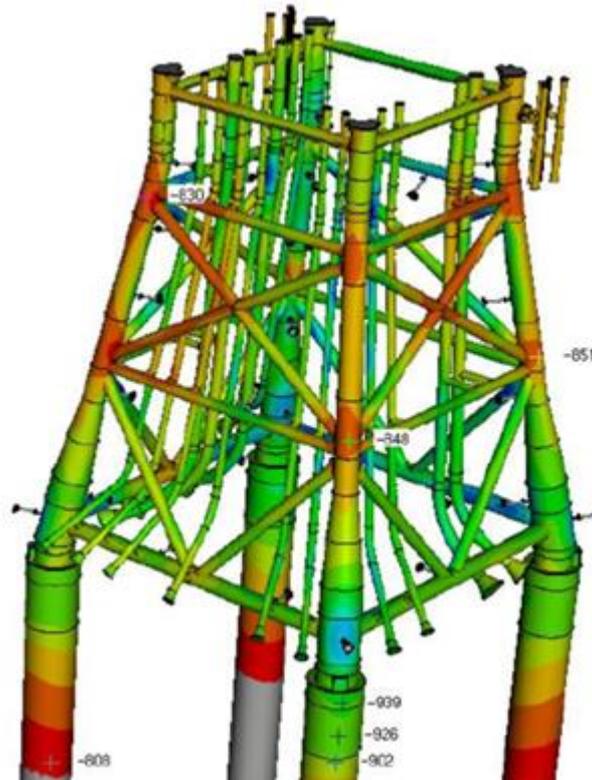
Les principales caractéristiques techniques de la protection cathodique par courant imposé sont indiquées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 12 : Caractéristiques générales de la protection par courant imposé

PARAMETRES TECHNIQUES GENERAUX	
Nombre d'anode (par fondation)	20 (maximum)
Durée de vie du système	30 ans
Courant théorique maximal par anode	75.0 Amp
Voltage théorique maximal par anode	24 V
PARAMETRES TECHNIQUES DU SYSTEME PAR FONDATION AVANT POLARISATION (6 MOIS MAXIMUM)	
Puissance électrique moyenne (par fondation)	10,73 kW
Consommation électrique des 6 premiers mois (4392h)	47116,40 kWh
Sortie de courant par anode	21,9 Amp
Sortie de tension par anode	22 V
PARAMETRES TECHNIQUES DU SYSTEME PAR FONDATION APRES POLARISATION	
Puissance électrique moyenne (par fondation)	0,37 kW
Consommation électrique par an	95013,60 kWh
Sortie de courant par anode	2,5 Amp
Sortie de tension par anode	6 V

La modélisation ci-après expose ainsi la distribution des anodes par courant imposé.

Figure 7 : Distribution des anodes par courant imposé



Source : Cathelco (2017)

Avant la mise sous tension des éoliennes et donc du système par courant imposé, les fondations seront immergées pendant une période de 6 mois à 18 mois. Durant cette période, les fondations jackets ne disposeront donc pas de protection cathodique.

Pour cette période, le Maître d'Ouvrage prévoit d'augmenter légèrement l'épaisseur d'acier afin que la corrosion naturelle qui s'effectuera n'endommage pas la résistance structurelle de la fondation. Sur la base du taux de corrosion de l'eau de la Manche, le Maître d'Ouvrage estime qu'une surépaisseur de l'ordre de 1mm sera suffisante.

La corrosion naturelle libérera dans l'environnement de très faibles quantités de fer et de carbone (constituants de l'acier) sans que ceux-ci ne présentent de quelconque toxicité pour l'environnement.

D'autre part, l'utilisation d'une peinture anticorrosion similaire à celle utilisée pour la partie émergée sera utilisée sur une partie (au niveau des zones de jonction des différents tronçons de la jacket) ou l'intégralité de la partie immergée de la fondation.

4.2.2 Les câbles inter-éoliennes

4.2.2.1 Caractéristiques techniques

Les câbles inter-éoliennes prévus sur le parc éolien auront pour rôle de relier les éoliennes au poste électrique en mer. Ils permettront le transport d'une électricité de tension de 66kV en courant alternatif.

Leur section dépendra de la puissance de l'électricité qui le traversera. En effet, les éoliennes ne sont pas toutes reliées individuellement au poste électrique en mer mais elles le sont par « grappe » de sept ou huit éoliennes. Au-delà d'un certain nombre d'éoliennes, il est nécessaire d'augmenter la section du câble afin de pouvoir faire transiter toute la puissance des éoliennes situées en amont sans endommager le câble. Ainsi, deux sections de câbles sont prévues sur le parc éolien : 240 et 800mm². Ces sections correspondront respectivement à des diamètres extérieurs compris entre 12cm et de 16cm, ces valeurs pouvant évoluer à la marge en fonction du fournisseur qui sera sélectionné.

Chaque câble sera constitué de trois conducteurs composés chacun d'un cœur en cuivre ou en aluminium, gainé par un matériau hautement isolant. Une armure extérieure constituée notamment d'une tresse en acier galvanisé, servant à protéger le câble, regroupera les trois conducteurs ainsi que le faisceau de fibres optiques pour former un câble d'un seul tenant. Les fibres optiques permettront de créer un réseau de communication entre les éoliennes et le poste électrique.

Figure 8 : Câble



Source : PARKER SCANROPE AS

Tableau 13 : Caractéristiques des câbles inter-éoliennes

CARACTERISTIQUES DES CÂBLES INTER-EOLIENNES	
Tension	66kV
Section	240 ou 800mm ²

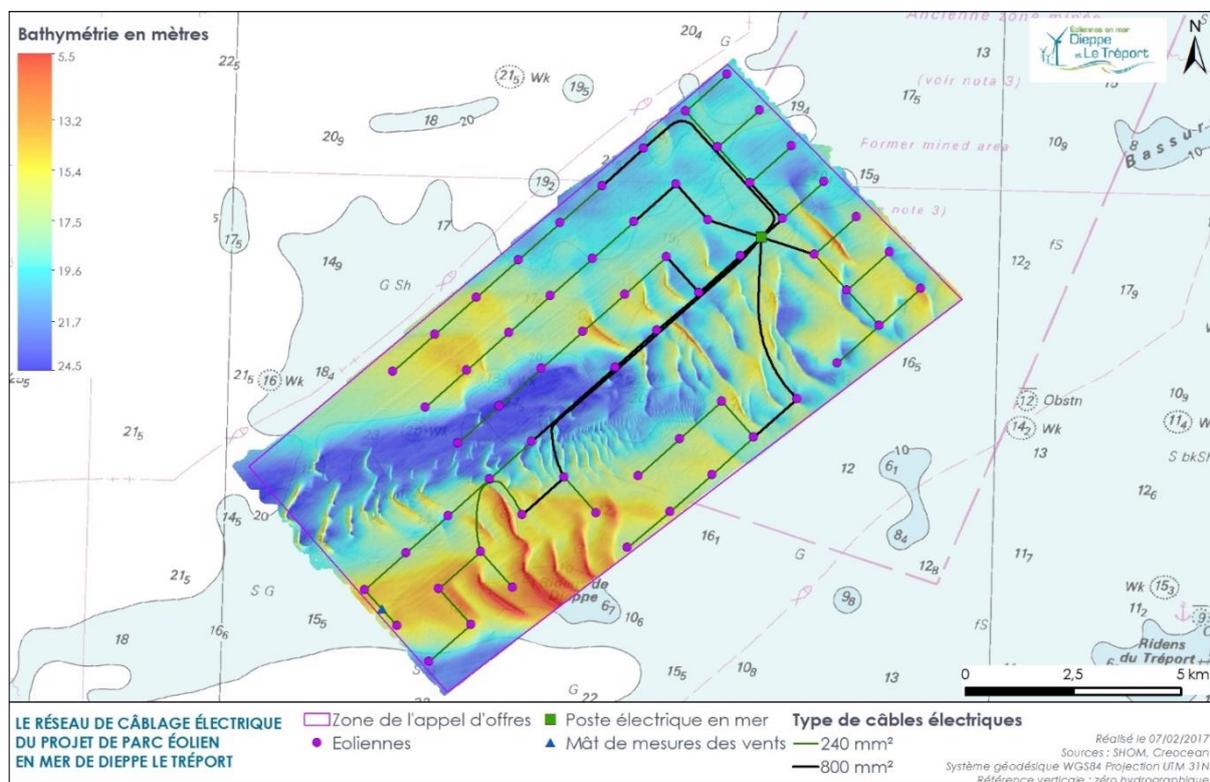
4.2.2.2 Le chemin de câblage

Le chemin de câblage prévu par le maître d'ouvrage totalisera un linéaire de 95km. Il a été conçu de façon à suivre les alignements des éoliennes orientées selon le sens du courant, favorisant ainsi le maintien des activités de pêches. Il aura pour rôle de transporter l'électricité produite par les éoliennes vers le poste électrique en mer.

Les 62 éoliennes de 8 MW seront raccordées en 8 grappes comprenant 7 à 8 éoliennes, chacune de ces grappes étant reliée au poste électrique en mer.

La carte suivante présente le réseau de câblage inter-éoliennes prévu pour le parc éolien. Il est à noter que ce cheminement est susceptible d'évoluer légèrement en fonction des résultats de la campagne géotechnique prévue par le maître d'ouvrage avant la période de construction ou dans le cas d'une découverte d'engins explosifs.

Figure 9 : Chemin de câblage du parc éolien en mer



Source : EMDT, 2016

La longueur de câble prévue pour la connexion de l'ensemble des éoliennes au poste électrique est d'environ 95km répartis en 57,4km de câbles de section 240mm² et 37,7km de câbles de section 800mm².

Tableau 14 : Caractéristiques du chemin de câblage

CARACTERISTIQUES DU CHEMIN DE CABLAGE	
Orientation des câbles	~228°
Longueur de câblage – Section 240mm ²	57,4km
Longueur de câblage – Section 800mm ²	37,7km
Longueur totale de câblage	95,1km

4.2.2.3 Protection des câbles

Le maître d'ouvrage prévoit l'ensouillage des câbles inter-éoliennes sur environ 98% de la longueur de leur cheminement, soit sur environ 93km. Cette technique de protection des câbles consiste à les enfouir sous une couche de sédiments à l'aide d'un robot type ROV (Remotely Operated Vehicle) par envoi d'un jet sous haute pression ou d'une autre technique similaire.

Le cheminement de câblage prévu par le maître d'ouvrage a été défini afin que les câbles inter-éoliennes soient ensouillés sur un sol présentant une épaisseur de sédiments (craie ou argile) supérieure à 2m et que la traversée des dunes mouvantes présentes sur le site soit limitée, réduisant ainsi le risque d'exposition des câbles au cours de la phase d'exploitation du parc et permettant une profondeur d'ensouillage qui restera comprise entre 1m et 1,30m. Si, suite à l'analyse des résultats de la campagne géotechnique prévue par le maître d'ouvrage, il s'avérerait que la migration des dunes représente un réel risque d'exposition des câbles en certains endroits du parc, le maître d'ouvrage pourra alors procéder avant ensouillage à un aplanissement des dunes.

Lorsque la nature du fond marin ne permettra pas l'ensouillage des câbles ou aux abords des fondations, les câbles seront protégés par la mise en place d'un enrochement. Il est prévu que ce type de protection soit mis en place sur environ 2% de la longueur de cheminement des câbles, soit environ 2km. Les dimensions précises de cet enrochement restent à déterminer. Néanmoins, les études menées à ce jour par le maître d'ouvrage prévoient un enrochement d'une hauteur de l'ordre de 0,70m et d'une largeur de 1,50m ce qui représenterait un volume total mis en œuvre de l'ordre de 2 100m³. De même, la granulométrie précise, la provenance et le traitement préalable des roches restent à déterminer mais le cas de base actuellement considéré par le maître d'ouvrage est une granulométrie maximale de 400mm et un lavage des pierres avant mise en œuvre.

4.2.3 Le poste électrique en mer et sa fondation

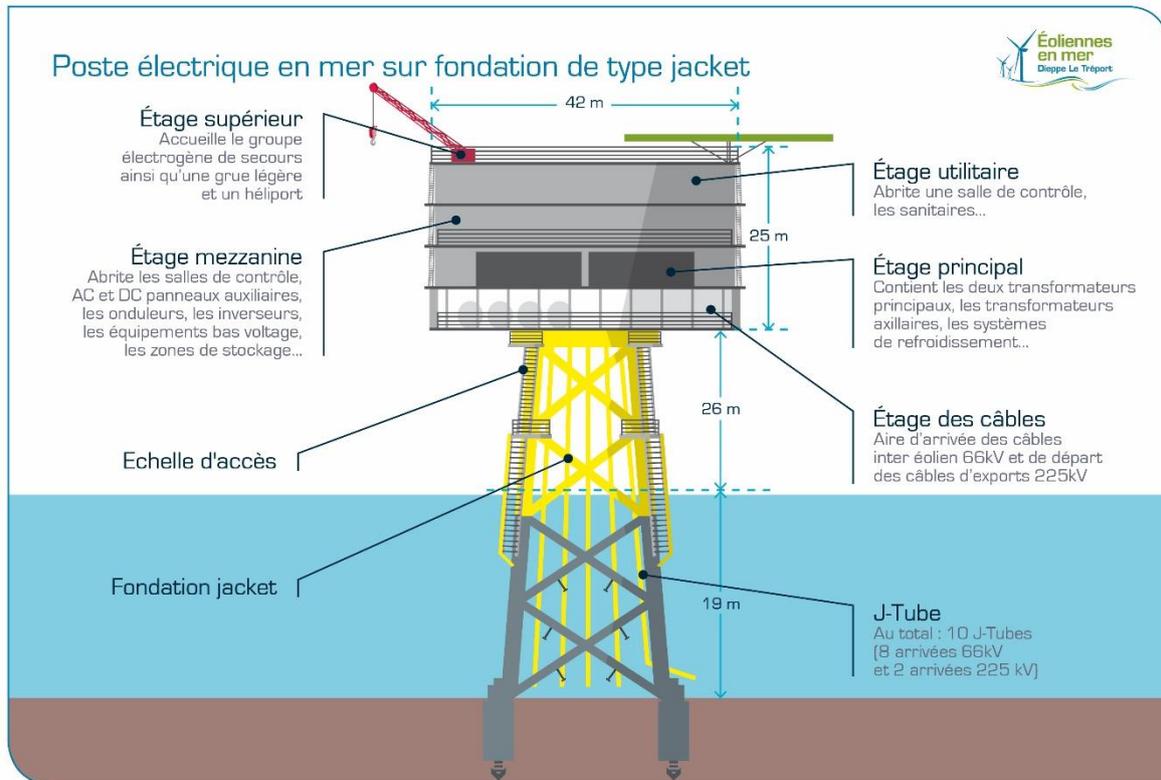
Le parc éolien en mer sera raccordé au réseau public de transport d'électricité géré par RTE au niveau des deux points de livraison regroupés en un unique poste électrique en mer.

Ce poste électrique comprendra les équipements de transformation permettant d'élever le niveau de tension et le comptage de l'énergie délivrée par les éoliennes. Compte tenu de la taille du parc éolien, de la capacité générée par les éoliennes (496 MW installés) et des exigences de RTE, le poste électrique en mer délivrera 560 MVA (2 fois 280 MVA). Les éoliennes seront quant à elles reliées à ce poste électrique par le biais des câbles inter-éoliennes.

Le poste comportera deux parties principales :

- ▶ La fondation jacket ;
- ▶ La plateforme abritant l'ensemble des équipements électriques.

Figure 10 : Le poste électrique en mer et sa fondation



Source : EMDT, 2018

4.2.3.1 La fondation jacket du poste électrique en mer

Le poste électrique en mer sera installé sur une fondation de type jacket 4 pieds. De la même manière que dans le cas des fondations des éoliennes, la fondation jacket du poste électrique supportera une série d'équipements nécessaires aux opérations d'exploitation, d'installation et de maintenance en mer, à savoir principalement :

- ▶ Des structures d'accostage et d'accès à la plateforme supérieure (le maître d'ouvrage en prévoit à ce jour deux au niveau de la fondation jacket) ;
- ▶ Une plateforme intermédiaire servant à marée basse (le maître d'ouvrage en prévoit à ce jour deux au niveau de la fondation jacket) ;
- ▶ Une protection cathodique constituée d'anodes à courant imposé ;
- ▶ Une série de J-tubes ayant pour rôle de protéger le câble inter-éolienne depuis la plateforme du poste électrique jusqu'au fond marin (le maître d'ouvrage en prévoit à ce jour huit au niveau de la fondation jacket) ;

- Une série de J-tubes ayant pour rôle de protéger les câbles de liaison RTE avec le réseau à terre depuis la plateforme électrique du poste électrique jusqu'au fond marin (le maître d'ouvrage en prévoit deux au niveau de la fondation jacket).

La fondation jacket a été conçue pour pouvoir résister à une accumulation de biomasse (ou biofouling) sous-marine de 20cm d'épaisseur et d'une densité de 1325kg/m³.

De même, le maître d'ouvrage ne prévoit aucune protection anti-affouillement au niveau de la fondation jacket du poste électrique en mer.

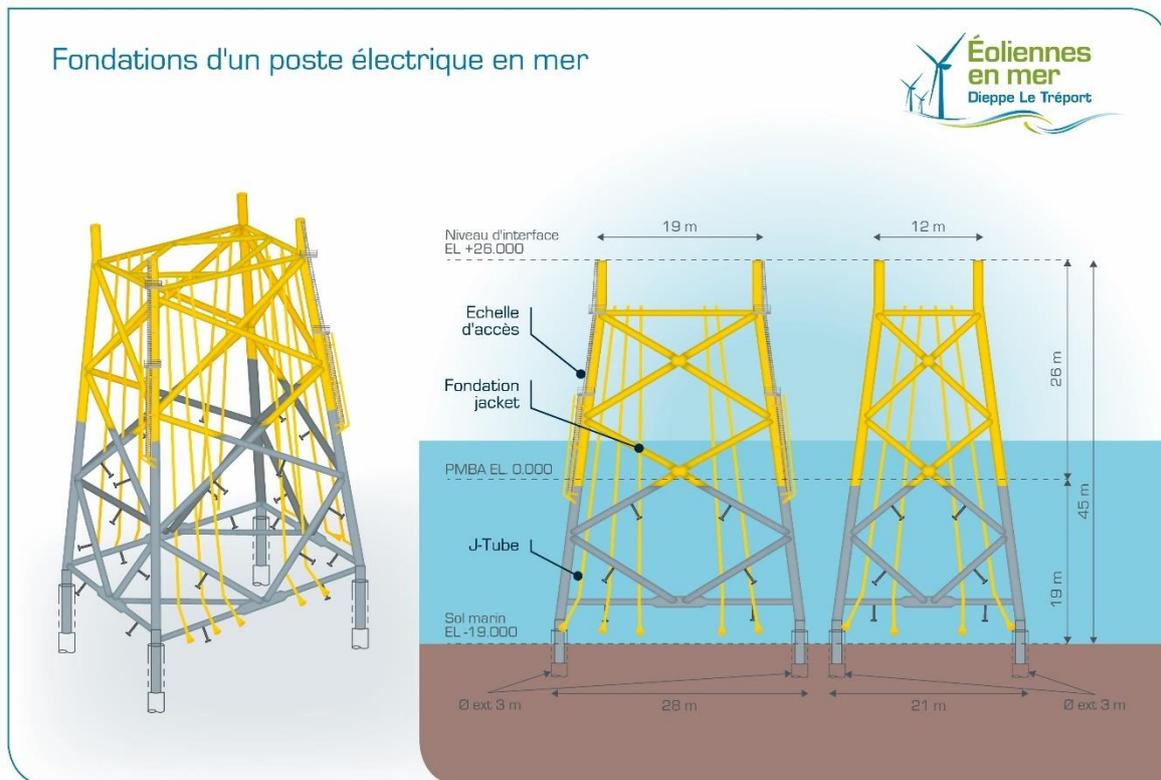
Enfin, la fondation jacket du poste électrique sera équipée d'un système anticorrosion similaire à celui qui sera mis en œuvre pour les fondations jackets des éoliennes, à savoir une combinaison de peinture anticorrosive et d'anodes à courant imposé. A ce jour, il est prévu au maximum environ 20 anodes pour l'ensemble de la fondation du poste électrique. Le dimensionnement final du système sera néanmoins arrêté ultérieurement, une fois que le contractant en charge de la fourniture et de l'installation aura été sélectionné.

Le tableau suivant présente les caractéristiques principales associées à la fondation jacket aujourd'hui considérée pour le poste électrique en mer.

Tableau 15: Caractéristiques de la fondation du poste électrique en mer

CARACTERISTIQUES DE LA FONDATION DU POSTE ELECTRIQUE EN MER	
PIEUX	
Diamètre extérieur	3m
Longueur totale des pieux	65m
Profondeur d'enfouissement	55m
Nombre de pieux	4
Epaisseur d'acier	De 16 à 40mm
Masse	375t par pieu
JACKET	
Dimensions au niveau du sol marin	28 x 21m
Dimensions au niveau de la plateforme	19 x 12m
Hauteur	45m
Epaisseur	De 16 à 150mm
Masse	1 458t

Figure 11 : Schéma côté d'une fondation jacket 4 pieds du poste électrique en mer



Source : EMDT, 2018

4.2.3.2 La plateforme du poste électrique en mer

La plateforme du poste électrique en mer abritera l'ensemble des équipements électriques haute et moyenne tension qui permettront d'élever la tension de l'électricité produite par les éoliennes de 66 à 225kV. Cette élévation de tension est nécessaire au transport d'électricité de forte puissance car elle permet une baisse significative des pertes au niveau des câbles d'exportation.

La plateforme prévue à ce jour par le maître d'ouvrage se composera de 5 niveaux :

- ▶ L'étage des câbles, qui correspondra à l'aire d'arrivée des câbles inter-éoliennes de 66kV et de départ des câbles d'exports de 225kV ;
- ▶ L'étage principal, qui contiendra notamment deux transformateurs principaux, les transformateurs auxiliaires et les systèmes de refroidissement ;
- ▶ L'étage mezzanine, qui abritera les salles de contrôle, les panneaux auxiliaires AC et DC, les onduleurs, les inverseurs, les équipements bas voltage, les zones de stockage ;
- ▶ L'étage utilitaire, qui abritera une salle de contrôle, les sanitaires, ... ;
- ▶ L'étage supérieur, qui accueillera le groupe électrogène de secours ainsi qu'une grue légère et un hélipont. L'usage de cet hélipont sera réservé aux hélicoptères de

maintenance ainsi qu'aux éventuels hélicoptères réalisant des opérations de recherche et de sauvetage en mer.

Le tableau suivant présente les caractéristiques principales associées à la plateforme aujourd'hui considérée pour le poste électrique en mer.

Tableau 16: Caractéristiques de la plateforme du poste électrique en mer

CARACTERISTIQUES DE LA PLATEFORME DU POSTE ELECTRIQUE EN MER	
Nombre de niveaux	5
Hauteur du niveau inférieur (PBMA)	26m
Hauteur du niveau supérieur (PBMA)	52m
Hauteur	26m
Longueur	42m
Largeur	33m
Masse	2900t
Orientation	nord-sud avec hélipont au nord

L'accès à la plateforme du poste électrique s'effectuera par bateau. Dans ce but, la fondation jacket sera équipée de structure d'accostage et d'échelles. Au sein de la plateforme, les déplacements seront possibles grâce à des couloirs, escaliers et échappées qui répondront aux normes d'évacuation en cas d'incendie. Le poste électrique sera également équipé de moyens d'évacuation de secours maritimes conformes aux normes et standards en vigueur.

Le poste électrique sera conçu afin de préserver la santé et la sécurité du personnel amené à y intervenir et répondra donc en ce sens aux normes internationales relatives à la sécurité des installations électriques en mer. Il sera entre autres équipé de moyens d'extinction d'incendie de type gaz inerte (argonite, argogène ou équivalent), mousse à air comprimé ou brouillard d'eau.

Afin d'assurer la préservation du milieu marin dans lequel il s'insérera, le poste électrique sera équipé de plusieurs systèmes de récupération et de stockage des eaux polluées.

Un système de drainage permettra la collecte, la séparation voire le traitement des différents types d'effluents issus du poste électrique, à savoir :

- ▶ Les eaux huilees ;
- ▶ Les huiles et les fluides contenant des agents chimiques ;
- ▶ Les eaux grises et les eaux noires ;
- ▶ Les eaux propres.

La collecte des eaux huilees se fera par gravité ou par pompage jusqu'à un séparateur huiles/eaux. Les huiles recueillies seront alors stockées au sein du réservoir collectant également les huiles et les fluides contenant des agents chimiques. Ce réservoir sera régulièrement récupéré par les navires de maintenance opérant au sein du parc pour être traité à terre. Cette opération se fera par l'intermédiaire d'un système dédié situé au niveau de la jacket ou via des bidons à double fond chargés et déchargés à l'aide de la grue extérieure. Les eaux propres issues de cette séparation seront quant à elles rejetées à la mer.

Les eaux grises et noires seront recueillies et stockées avant d'être transportées sur terre pour être traitées.

Alternativement, des toilettes sèches à combustion pourront être utilisées. Ce système fonctionnant sur le concept de l'incinération permet d'éliminer jusqu'à 100% des déchets. Les cendres issues de ce procédé seraient recueillies puis évacuées vers la côte pour traitement.

Concernant les eaux pluviales, des études techniques plus détaillées seront réalisées afin de dimensionner les ouvrages de gestion des eaux pluviales au sein du poste électrique. Ces études permettront de déterminer le débit d'eau drainé sur le poste ainsi que le type d'ouvrage à mettre en place.

Le poste électrique disposera d'un réservoir d'eau douce d'une capacité d'environ 5m³ et d'un système de distribution. Cette eau sera principalement utilisée pour l'hygiène du personnel pouvant opérer sur le poste pendant sa maintenance.

Le Maître d'Ouvrage ne prévoit pas d'inclure de système d'avitaillement et de stockage d'eau potable. Celle-ci sera en effet apportée par les techniciens opérant sur site.

De même, le maître d'ouvrage ne prévoit pas la mise en place d'un refroidissement des transformateurs à l'aide d'eau de mer, permettant ainsi d'éviter les rejets d'eau de refroidissement en mer.

4.2.3.3 Les équipements électriques

Le poste électrique en mer a pour fonctions principales :

- ▶ D'élever la tension du courant produit par les éoliennes de 66 kV à 225kV en vue de son transport vers le réseau public terrestre via les deux câbles d'exportation ;
- ▶ De protéger les équipements électriques du parc éolien des défauts et variations du réseau électrique terrestre ;
- ▶ D'assurer le comptage de l'électricité produite par le parc et injectée sur le réseau électrique terrestre ;
- ▶ Enfin, d'assurer le contrôle et la supervision du parc lors de son exploitation.

Le système électrique principal comprendra tout d'abord quatre jeux de barres à moyenne tension de puissance nominale de 140 MVA permettant de relier les câbles issus des éoliennes à deux transformateurs de puissance à double enroulement. Ces derniers permettront d'élever la tension de l'électricité produite par les éoliennes de 66 à 225kV. Ils seront dimensionnés en adéquation avec la puissance totale du parc éolien, soit 280 MVA chacun.

Une fois sa tension élevée à 225kV, l'électricité transitera via deux cellules à haute tension (225 kV) puis deux câbles sous-marins jusqu'au réseau électrique terrestre. Le dimensionnement, l'approvisionnement, l'installation et l'exploitation de ces 2 câbles seront réalisés par RTE. L'interface avec le réseau public de transport d'électricité se trouvera donc au niveau des têtes de câbles RTE situées au sein du poste électrique.

Afin d'assurer les fonctions de protection vis-à-vis du réseau électrique terrestre, le poste électrique sera également équipé de TPHTB (Tableau de Protection Haute Tension B) et TPHTA (Tableau de Protection Haute Tension A). Les TPHTB, plus communément appelés GIS (Gas Insulated Switchgear) auront pour fonction d'isoler le poste électrique en mer du réseau RTE. Les TPHTA quant à eux permettront d'isoler les éoliennes du parc du poste électrique en mer.

La sécurité du réseau sera également réalisée par la connexion des équipements électriques à des transformateurs de mise à la terre.

Le contrôle et la supervision du parc éolien seront réalisés par l'intermédiaire d'un système de contrôle-commande installé au sein de la plateforme et piloté depuis la base d'exploitation et de maintenance située à terre. Ce système sera interconnecté avec le système de contrôle commande des éoliennes. Les armoires de contrôle-commande, de protection et de supervision des différents équipements du poste électrique en mer seront situées dans la salle de contrôle. Au même étage, on trouvera également le contrôle-commande des éoliennes (SCADA éolien), les compteurs électriques, ainsi que le système de gestion de la production du parc.

Le poste électrique en mer est conçu afin de pouvoir fonctionner de manière autonome, c'est-à-dire sans présence de personnel. Si besoin, un utilisateur pourra prendre la main sur les systèmes électriques du poste depuis la salle de contrôle mais la supervision de la production électrique du parc éolien et de ses équipements sera réalisée à terre, depuis le poste de contrôle. Ainsi, elle ne sera pas considérée comme habitée.

Le poste électrique en mer sera également équipé d'une série de systèmes auxiliaires destiné à assurer les fonctions de prévention et d'extinction d'incendies et à alimenter en cas de coupure du réseau électrique terrestre les équipements nécessaires à la supervision du parc éolien.

4.2.4 Le mât de mesure en mer et sa fondation

4.2.4.1 Le mât de mesure

Le mât de mesure en mer sera une structure installée au sein du parc destinée à supporter une série d'instruments de mesure des données météorologiques de la zone du parc éolien, notamment :

- ▶ La vitesse du vent ;
- ▶ La direction du vent ;
- ▶ La pression atmosphérique ;
- ▶ Le taux d'humidité.

Il pourra également être le support d'autres instruments comme des instruments pour mesurer le passage de mammifères marins ou de mesures acoustiques sous-marines.

Sa localisation, face au vent dominant, au sud-ouest de la zone permet d'éviter la majorité des perturbations créées par les éoliennes susceptibles d'affecter la mesure des données par les autres éoliennes.

Le mât de mesure prévu aujourd'hui par le maître d'ouvrage aura une hauteur totale d'environ 100m PMBA et disposera d'une plateforme de travail située à environ 28m PBMA d'une superficie comprise entre 150 et 200m².

Il est aujourd'hui prévu que ce mât de mesure soit installé au cours de la seconde année de construction, après l'installation des composants du parc éolien en mer et démantelé au minimum 15 ans après sa mise en service, certainement avant la fin de l'exploitation du parc.

Figure 12 : Mât de mesure en mer



Source : RES Offshore, 2013

4.2.4.2 La fondation jacket du mât de mesure en mer

Le mât de mesure en mer reposera sur une fondation jacket 3 pieds équipée d'équipements similaires à ceux des fondations jackets des éoliennes, à savoir :

- ▶ Une structure d'accostage et d'accès à la plateforme ;
- ▶ Un J-tube ayant pour rôle de protéger le câble électrique alimentant les instruments de mesure du mât de mesure ;
- ▶ Une protection cathodique constituée d'une peinture anticorrosion et d'anodes à courant imposé.

Elle sera constituée d'acier comme les fondations d'éoliennes ou du poste électrique en mer et aura une emprise sur le fond marin représentant un triangle de dimensions 20x20x18m. Ses pieux quant à eux présenteront un diamètre d'environ 1,3m pour une longueur totale de l'ordre de 22m dont environ 20m seront enfoncés dans le sol marin.

La fondation jacket a été conçue pour pouvoir résister à une accumulation de biomasse (ou biofouling) sous-marine de 20cm d'épaisseur et d'une densité de 1 325kg/ m³.

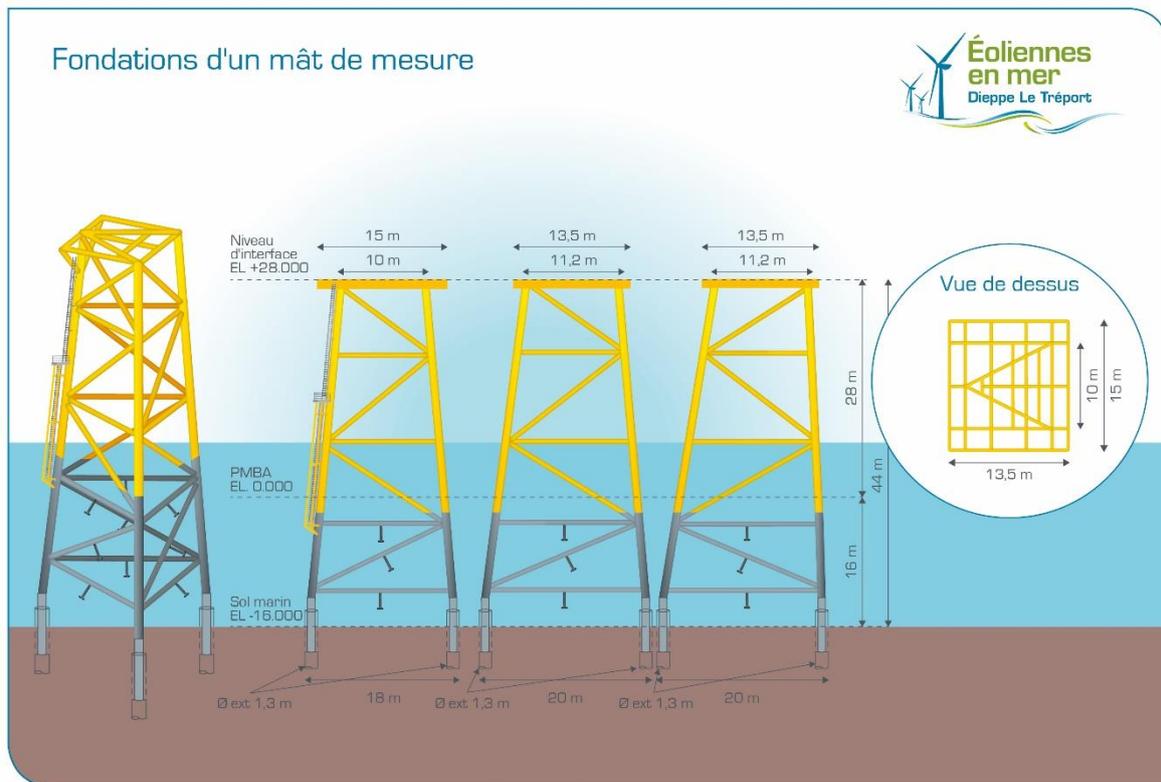
De même, le maître d'ouvrage ne prévoit aucune protection anti-affouillement au niveau de la fondation jacket du mât de mesure en mer.

Enfin, la fondation jacket du mât de mesure sera équipée d'un système anticorrosion similaire à celui qui sera mis en œuvre pour les fondations jackets des éoliennes, à savoir une combinaison de peinture anticorrosive et d'anodes à courant imposé. A ce jour, il est prévu environ 15 anodes pour l'ensemble de la fondation du mât de mesure. Le dimensionnement final du système sera néanmoins arrêté ultérieurement, une fois le contractant en charge de la fourniture et de l'installation aura été sélectionné.

Tableau 17: Caractéristiques du mât de mesure en mer

CARACTERISTIQUES DU MAT DE MESURE EN MER	
MAT DE MESURE	
Hauteur totale	100m PBMA
Hauteur de la plateforme de travail	28m PBMA
Superficie de la plateforme de travail	De 150 à 200m ²
JACKET	
Dimensions au niveau du sol marin	20 x 20 x 18m
Hauteur	44m
PIEUX	
Diamètre extérieur	1,3m
Longueur totale des pieux	22m
Profondeur d'enfouissement	20m
Nombre de pieux	3

Figure 13 : Schéma côté d'une fondation jacket 3 pieds du mât de mesure en mer



Source : EMDT, 2018

4.3 Phase de construction : description des travaux

Le scénario à ce jour considéré par le maître d'ouvrage pour la phase de construction s'étend sur deux ans hors conditions météorologiques défavorables.

Le calendrier prévisionnel de la phase de construction est présenté ci-dessous.

4. Nature, consistance, volume et objet du parc éolien en mer ainsi que les rubriques de la nomenclature dans lesquels ils sont rangés

Tableau 18 : Planning prévisionnel de construction

		Planning d'installation du parc éolien de Dieppe - Le Tréport																												
		Année 1						Année 2												Année 3										
		T3			T4			T1			T2			T3			T4			T1		T2		T3		T4				
		J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N
PARC EOLIEN	Installation des pieux																													
	Installation des fondations																													
	Installation des câbles																													
	Installation du poste électrique																													
	Installation des éoliennes																													
	Mise en service des éoliennes																													
	Réception des éoliennes																													
	Installation du mât de mesure en mer																													

Année 0 : 2018

Source : EMDT, 2018

L'installation des éléments constitutifs du parc éolien se décomposera en plusieurs étapes :

- ▶ Etape 1 : Les travaux préparatoires ;
- ▶ Etape 2 : L'installation des pieux des fondations des éoliennes ;
- ▶ Etape 3 : L'installation des structures jackets des fondations des éoliennes ;
- ▶ Etape 4 : L'installation des câbles inter-éoliennes et de leur protection ;
- ▶ Etape 5 : L'installation du poste électrique et de sa fondation ;
- ▶ Etape 6 : L'installation des éoliennes ;
- ▶ Etape 7 : L'installation du mât de mesure en mer et de sa fondation.

4.3.1 Etape 1 : Les travaux préparatoires

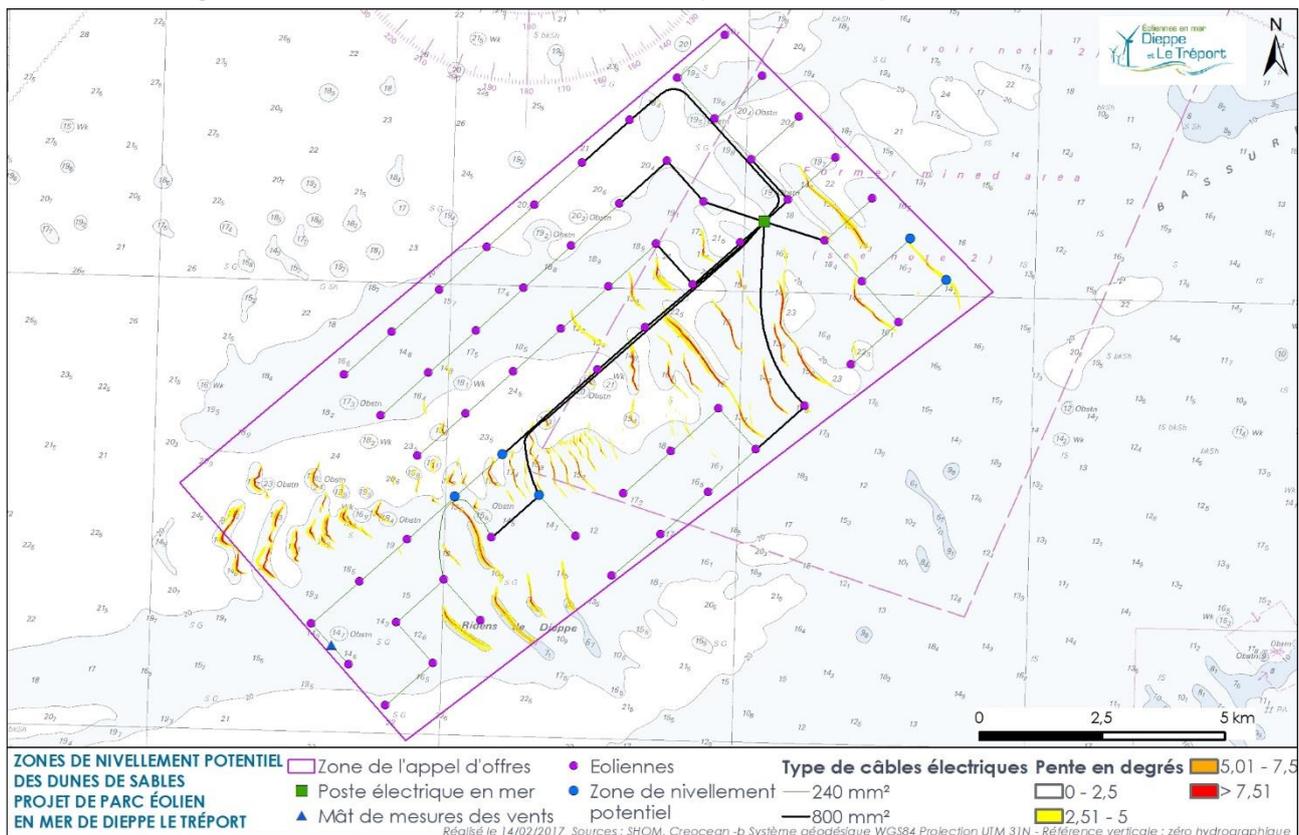
La zone du projet présente un risque pyrotechnique que l'Etat considère significatif. Aussi, une campagne de détection des engins explosifs sera réalisée au plus tard 6 mois en amont du démarrage de l'installation, au droit de chaque emplacement prévu pour les fondations des différents composants du parc ainsi que le long du cheminement de câblage.

Si un engin explosif était trouvé, une stratégie d'évitement de l'engin serait mise en place par le maître d'ouvrage selon un protocole défini avec les Autorités compétentes (Marine Nationale et Préfecture Maritime notamment). Dans le cas où cet évitement ne serait pas possible, l'engin devrait être retiré, sous la responsabilité de l'Etat, avant le démarrage des travaux.

Compte tenu de la présence de dunes mouvantes dans plusieurs zones du parc, un aplanissement pourra être réalisé pour une partie des éoliennes du parc se trouvant hors du secteur des Ridens de Dieppe et pour les tronçons du cheminement de câblage où un risque d'exposition des câbles serait présent.

Si cet aplanissement devait être mis en œuvre, la méthode aujourd'hui considérée par le Maître d'Ouvrage est un aplanissement par dragage de la partie supérieure des dunes. Dans ce cas, le dragage des sédiments est réalisé par pompage depuis un navire de type "Drague à élince traînante" sur une épaisseur allant de 0 à 3 m au niveau des dunes présentant le plus de risque de mobilité sédimentaire. Les sédiments pompés sont ensuite rejetés aux abords de la zone à aplanir. Si un relargage plus lointain des matériaux était nécessaire, les sédiments pourront également être stockés à bord du navire pour être soit relâchés dans une zone de clapage définie et autorisée, soit utilisés pour des opérations de rechargement du littoral existant à proximité du projet, soit pour une revalorisation des sédiments extraits.

Figure 141 : Positionnement des nivellements potentiels de 5 positions d'éoliennes



Source : EMDT, 2016

4.3.2 Etape 2 : L'installation des pieux des fondations des éoliennes

Le scénario actuellement considéré pour l'installation des pieux des fondations des éoliennes consiste à les transporter par jeu de 3 fondations (soit 12 pieux) depuis leur port de fabrication jusqu'à la zone du projet sur un navire auto-élévateur. La localisation du port de fabrication n'est pas encore déterminée à ce stade du projet. De façon alternative, une barge pourra également être considérée afin d'alimenter le navire d'installation en pieux et ainsi faire les allers-retours entre le port de fabrication et la zone du projet, le navire d'installation restant quant à lui de façon permanente sur site.

Figure 15 : Chargement des pieux



Source : Alamy, Baltic 2, 2014

Le navire d'installation envisagé pour la mise en œuvre des pieux est de type navire auto-élévateur de 4 à 6 jambes. Ce type de bateau a la capacité de descendre des structures métalliques (appelées jambes) au niveau du sol marin afin qu'elles s'y appuient permettant au navire de s'élever au-dessus du niveau de la mer et ainsi assurer sa stabilité.

Figure 162 : Bateau élévateur à 4 jambes



Source : HGO infrasea solutions

Une fois le navire positionné et relevé par rapport au niveau de la mer, il procédera à l'installation des pieux.

La technique d'installation prévue à ce jour pour les pieux de l'ensemble des fondations jacket du parc est le battage et le cas échéant le forage.

Concernant le battage, il sera procédé tout d'abord à la mise en place d'un cadre au niveau du sol marin à l'aide de deux grues à l'endroit déterminé pour l'installation des pieux.

Figure 17 : Cadre permettant l'installation des pieux d'une fondation Jacket

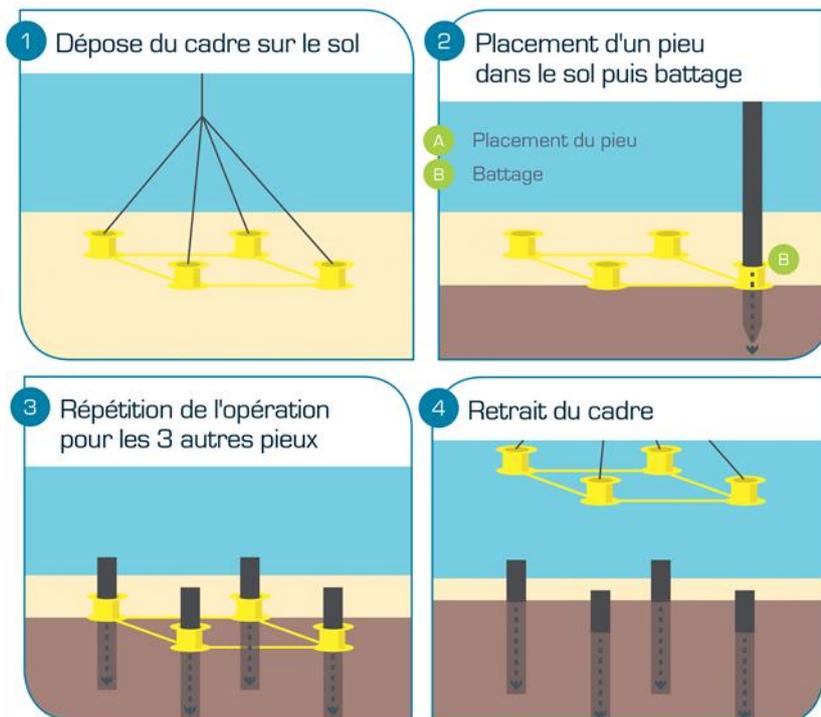


Source : IHC, 2016

Une fois ce cadre installé, le pieu sera positionné et battu dans le sol marin à l'aide d'un marteau hydraulique (ou autre équipement de battage équivalent) jusqu'à la profondeur déterminée.

Le battage est ensuite répété pour les 3 autres pieux de la fondation et une fois les 4 pieux installés, une grue vient retirer le cadre, le charge sur le navire d'installation qui passe à la fondation suivante.

Figure 18 : Technique d'installation des pieux des fondations jackets



Source : EMDT, 2016

Concernant le forage, c'est au cours des prochaines années de développement du projet, que le maître d'ouvrage réalisera une campagne géotechnique sur chacun des emplacements des éoliennes. Cette campagne permettra de déterminer si un forage est requis ou non pour certains emplacements d'éoliennes.

Dans le cas d'une installation par forage, une fois le cadre installé, un trou de forage sera réalisé à l'aide d'une tête de forage rotative jusqu'à la profondeur déterminée. Il existe à ce jour deux solutions de forage préconisées par le maître d'ouvrage :

- ▶ Un forage avec eau de mer utilisée au sein d'un système de circulation inversée. Ce dernier repose sur le pompage depuis le navire d'installation puis l'injection au niveau du forage d'eau de mer sous pression, permettant la remontée des déblais issus du forage à la surface. Ils seront ensuite redéposés autour de la fondation à l'aide d'un système spécifique à cet usage, a priori à l'aide d'un tuyau venant les déposer au plus proche du fond marin (technique similaire à celle de l'enrochement).
- ▶ Si nécessaire un forage avec boues lubrifiantes, utilisant un système de circulation fermée afin d'éviter tout risque de dispersion dans le milieu marin. Les boues et déblais de forage (cuttings) seront alors récupérés sur un navire et triés. Les cuttings seront ensuite déposés au pied des fondations de la même façon que pour un forage sans boues lubrifiantes.

Si elles sont effectivement mises en œuvre, les boues de forage seront utilisées en circuit fermé, évitant ainsi les rejets dans le milieu marin. La composition des boues de forage qui pourraient être mises en œuvre n'a pas encore été déterminée à ce stade du projet. Néanmoins, le maître d'ouvrage favorisera l'utilisation de boues dites naturelles, à savoir composées majoritairement de bentonite en suspension dans une solution de saumure.

Le forage en circuit fermé permettra également une séparation granulométrique des matériaux. Les résidus issus du forage seront remontés à la surface, triés selon leur granulométrie au niveau du navire d'installation puis redéposés sur le sol marin au pied des fondations des éoliennes à l'aide d'une grue ou d'un matériel plus spécifique à cet usage. Le volume de matériaux extraits du forage est estimé à environ 1 000m³ par éolienne. Ces matériaux seront répandus au pied des fondations des éoliennes, dans un rayon estimé à ce jour à 15m ce qui constituera par éolienne une couche de sédiments d'une surface d'environ 700m² et d'une épaisseur d'environ 1,5m. Il est estimé que 20% de ces résidus seront susceptibles d'être mis en suspension dans la colonne d'eau, les 80% restants étant suffisamment grossiers pour chuter rapidement et se déposer sur les fonds. Cette valeur conservative tient compte d'éventuelles traces de boues de forage.

Les études géotechniques effectuées permettent au maître d'ouvrage d'évaluer à 90% le nombre de fondations devant être battues et à 10% celles qui pourraient être forées.

Figure 19 : Tête de forage rotative



Source : ATKINS, 2015

Une fois la profondeur nécessaire atteinte, la tête de forage rotative sera retirée et le pieu métallique sera installé dans le trou de forage.

Le pieu sera figé au sein de son logement à l'aide de béton. Pour cette opération, une série de tuyaux est déroulée depuis une pompe à injection jusqu'au niveau du trou de forage. Le béton est injecté entre les parois extérieures de ce trou et le pieu. On poursuit l'opération jusqu'à ce que l'ensemble du trou de forage soit comblé et que le béton ressorte au niveau du sol marin. La surveillance de l'opération est assurée par une ROV (Remotely Operated Vehicle). On estime la quantité nécessaire à cette opération à environ 135 tonnes de béton par pieu. La composition du béton qui sera mis en œuvre n'est pas fixée mais le maître d'ouvrage prévoit à ce jour l'utilisation de béton à base ciment « Ordinary Portland Cement », à savoir un béton couramment utilisé dans le monde de la construction en mer.

Il est prévu à ce jour que l'installation des pieux dure (hors aléa météorologique) :

- ▶ Environ 60h pour le chargement et le transport de 3 jeux de 4 pieux entre le port de fabrication et la zone du projet ;
 - ▶ Environ 200h pour l'installation de 3 jeux de 4 pieux sur site :
 - 8h pour le positionnement du navire à l'endroit désiré, l'installation du cadre et la vérification sous-marine par ROV préliminaire au battage (vérification de la bonne mise en place du cadre sur le fond marin),
 - 50h pour l'installation de 4 pieux, soit la mise en place des pieux d'une fondation²,
 - 10h pour la récupération du cadre, l'inspection post-installation et le repositionnement du navire au niveau de la prochaine fondation.
-

² En l'état actuel des connaissances des conditions de sol du site du projet, le battage d'un pieu d'une longueur de 65m est aujourd'hui estimé durer entre 10 et 12h. Cette durée sera confirmée suite à l'analyse des résultats de la campagne géotechnique détaillée qui sera menée par le Maître d'Ouvrage.

4.3.3 Etape 3 : L'installation des structures jackets des fondations des éoliennes

Le cas de base actuellement considéré prévoit un chargement des structures jackets depuis leur port de fabrication directement sur le navire d'installation par lot de 3. Néanmoins, de la même manière que pour les pieux, il sera également possible que des barges soient mises en œuvre afin d'approvisionner le navire d'installation restant sur site.

Figure 20 : Chargement de fondation jacket



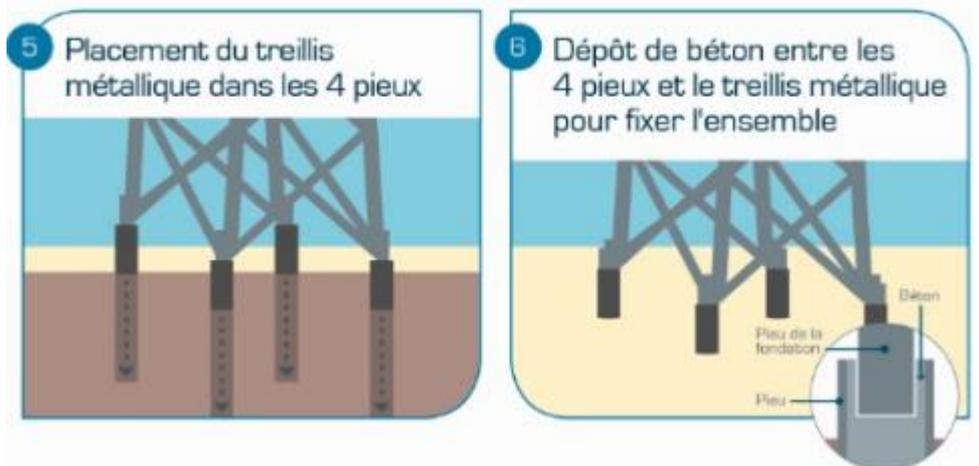
Source : Navantia, 2014

Pour l'installation des structures jackets, le maître d'ouvrage prévoit l'utilisation d'un navire d'installation auto-élévateur similaire à celui utilisé pour l'installation des pieux ou un navire à positionnement dynamique.

Une fois le navire parvenu à l'emplacement de l'éolienne, la structure jacket sera positionnée à l'aide d'une grue au droit des pieux installés précédemment, les extrémités inférieures du treillis métalliques étant insérées dans la partie des pieux non enfoncée dans le sol marin.

Afin d'assurer le scellement entre la structure jacket et les pieux, on injectera environ 150 tonnes de béton par fondation (38t par pieu). Pour cette opération, on déroulera depuis une pompe à injection une série de tuyaux qui injecteront du béton entre les parois du pieu métallique et celles des pieds de la fondation jacket jusqu'à remplissage. Il est prévu aujourd'hui que cette opération soit réalisée par un navire plus petit, à positionnement dynamique.

Figure 21 : Installation de la fondation jacket sur les pieux



Source : EMDT, 2018

Figure 22 : Installation d'une fondation jacket



Source : IHC, 2016

Il est prévu à ce jour que ces opérations d'installation durent (hors aléa météorologique) :

- ▶ Environ 50h pour le chargement et le transport de 3 fondations jackets entre le port de fabrication et la zone du projet ;
- ▶ Environ 130h pour l'installation de 3 jackets sur site.

4.3.4 Etape 4 : L'installation des câbles inter-éoliennes et de leur protection

Les câbles inter-éoliennes du parc seront acheminés depuis leur port de fabrication directement par le navire à positionnement dynamique qui servira à leur installation.

Figure 23 : Câble sur un navire câblé

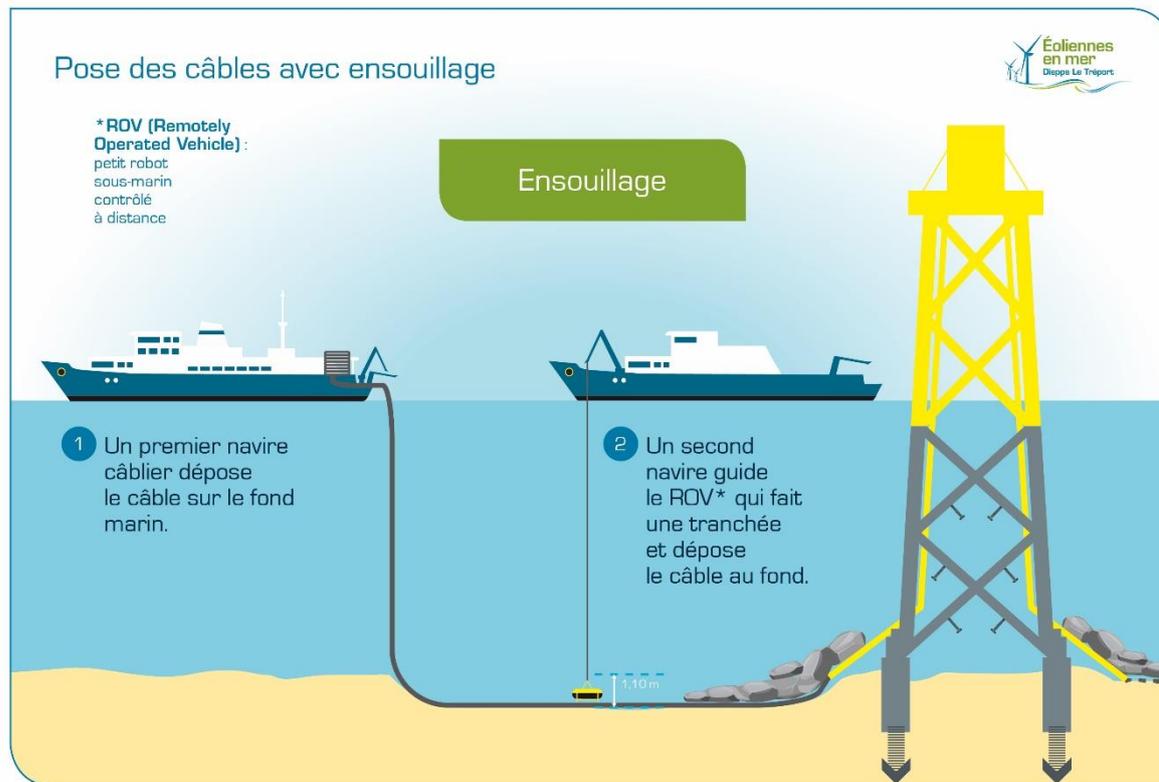


Source: Sheringham Shoal Offshore wind farm

Pour l'installation des câbles inter-éoliennes entre deux éoliennes ou entre une éolienne et le poste électrique en mer, on procède de la façon suivante :

- ▶ Une équipe de techniciens postée sur la pièce de transition de l'éolienne fait descendre un câble messenger dans l'un des J-tubes installés sur la fondation jacket. A l'autre extrémité de ce J-tube, le câble messenger est récupéré à l'aide d'un robot sous-marin de type ROV (Remotely Operated Vehicle) et attaché à l'extrémité du câble inter-éolienne à installer. L'équipe de techniciens peut alors faire remonter ce câble à l'intérieur du J-tube jusqu'à la pièce de transition où il sera temporairement fixé.
- ▶ Une fois en place au niveau de l'éolienne, le navire d'installation déroule le câble et le dépose sur le fond marin selon le tracé déterminé jusqu'à la prochaine éolienne ou le poste électrique en mer.

Figure 24 : Description de la pose du câble et de son ensouillage



Source : EMDT, 2018

A ce moment-là, on procède de la même manière que précédemment pour la remontée du câble jusqu'à la pièce de transition, à savoir à l'aide d'un câble messager inséré au sein d'un J-tube.

Figure 25 : Navire câblage



Source : Bateau de Jan de Nul Group mis en œuvre pour le parc éolien en mer de Burbo Bank

Le câble déroulé mis en place sur le fond marin, on peut procéder à son ensouillage par un navire à positionnement dynamique.

La technique considérée à ce jour par le maître d'ouvrage est le jetting. Pour cette opération, le navire vient se placer le long du tracé du câble et, à l'aide d'un jet d'eau à haute pression dirigée par un robot de type ROV (Remotely Operated Vehicle), on vient creuser un sillon et fluidifier les sédiments afin de permettre au câble de s'enfoncer dans le sol sous son propre poids. Il est prévu que la technique d'ensouillage soit mise en œuvre sur environ 98% de la longueur des câbles, soit environ 93km.

Lorsque la nature du fond marin ne permettra pas l'ensouillage des câbles ou aux abords des fondations, les câbles seront protégés par la mise en place d'un enrochement. Il est prévu que ce type de protection soit mis en place sur environ 2% de la longueur de cheminement des câbles, soit environ 2km. Dans le cas de l'enrochement, un navire à positionnement dynamique chargé de roches vient se placer le long du tracé du câble et dépose à l'aide d'un tuyau ou d'un équipement spécifique les roches destinées à assurer la protection du câble.

Ces opérations sont répétées pour chacune des sections de câbles situées entre deux éoliennes ou entre une éolienne et le poste électrique en mer.

Enfin, quelques opérations supplémentaires viennent s'ajouter à celles précédemment décrites :

- ▶ La terminaison des câbles qui consiste à connecter chaque câble aux équipements électriques des éoliennes ;
- ▶ La mise sous tension du câble qui intervient à la suite de la mise en œuvre de plusieurs tests dont des tests de continuité électrique ainsi que des tests sur la fibre optique.

Il est prévu à ce jour que ces opérations d'installation durent (hors aléa météorologique) :

- ▶ Environ 100h pour le transport de l'ensemble du câblage inter-éoliennes du parc depuis le port de fabrication ;
- ▶ Environ 15h pour la pose d'un kilomètre de câble sur site ;
- ▶ Environ 10h pour l'ensouillage ou l'installation de l'enrochement d'un kilomètre de câble sur site.

4.3.5 Etape 5 : L'installation du poste électrique et de sa fondation

Le poste électrique et sa fondation seront assemblés à terre puis acheminés depuis leur port de fabrication jusqu'à l'emplacement de son installation sur une même barge. L'installation de la fondation quant à elle sera réalisée à l'aide d'un navire à positionnement dynamique.

Figure 26 : Transport de la fondation et de la plateforme du poste électrique en mer

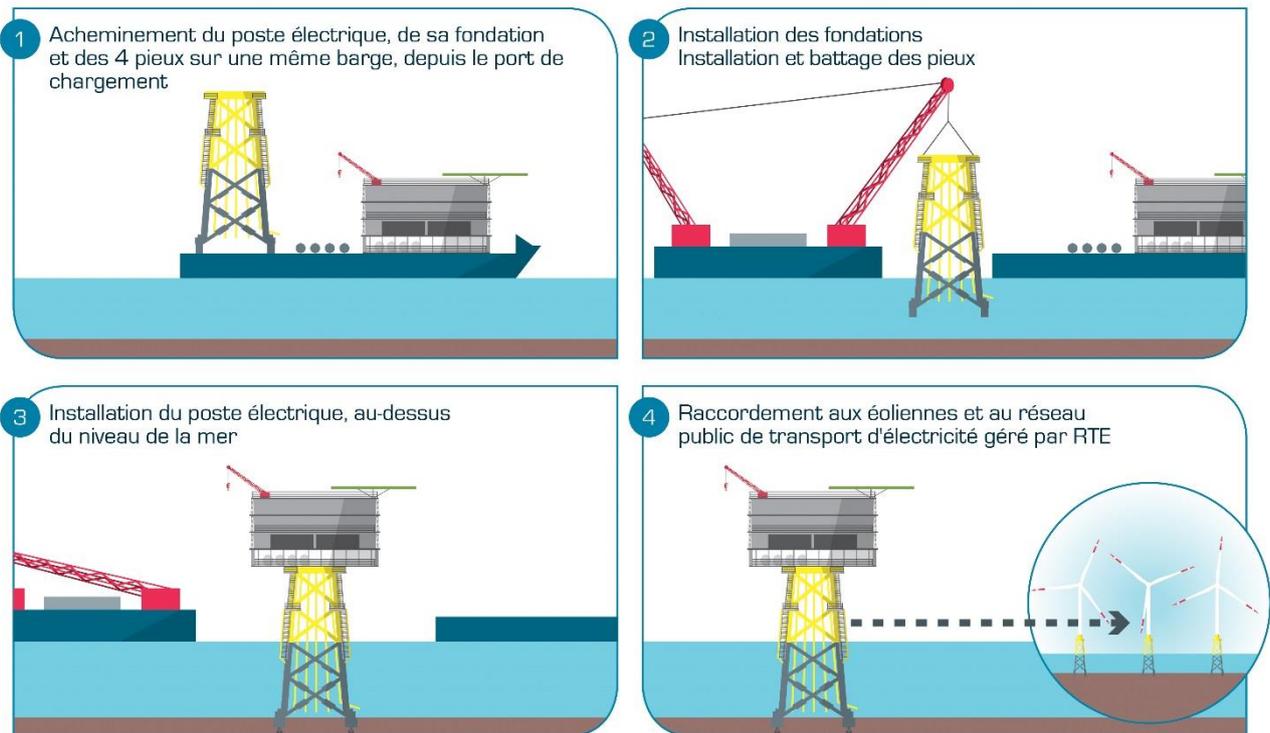


Source : ATKINS, 2015

Pour l'installation du poste électrique en mer, on procédera tout d'abord à l'installation de la structure jacket sur le sol marin, à l'emplacement désigné. Puis on procédera au battage des pieux selon la même technique que celle décrite pour le battage des pieux des fondations des éoliennes.

Une fois la fondation jacket mise en place, le navire viendra à l'aide d'une grue déposer la plateforme sur l'extrémité supérieure de la fondation jacket. Ces deux structures seront alors fixées mécaniquement afin de ne former qu'une seule structure solidaire.

Figure 27 : Principe d'installation du poste électrique et de sa fondation



Source : EMDT, 2016

L'installation du poste électrique en mer s'effectuera avant l'installation des éoliennes afin de pouvoir exporter l'électricité produite dès la mise en service des premières éoliennes.

Figure 28 : Poste électrique en mer



Source : Van Oord, 2015

Il est prévu à ce jour que ces opérations d'installation durent (hors aléa météorologique) :

- ▶ Environ 130h pour le chargement et le transport de la fondation jacket et de la plateforme du poste électrique entre le port de fabrication et la zone du projet ;
- ▶ Environ 120h pour le battage et l'installation des pieux, de la jacket et de la plateforme sur site.

4.3.6 Etape 6 : L'installation des éoliennes

4.3.6.1 Fabrication et stockage

La fabrication des éoliennes, leur stockage ainsi que leur pré-assemblage seront effectués depuis le port du Havre. Les opérations de pré-assemblage consisteront principalement en l'assemblage des trois tronçons du mât en une pièce unique et l'assemblage du moyeu du rotor à la nacelle.

4.3.6.2 Chargement des éoliennes à quai

Le cas de base actuellement considéré prévoit un chargement des éoliennes depuis leur port de fabrication au Havre. Ce chargement se fera directement sur le navire d'installation de type navire auto-élévateur de 4 à 6 jambes, à l'aide de la grue du navire. Cette opération de chargement ne nécessitera donc pas de structure portuaire particulière.

Il est prévu actuellement de charger au minimum 4 éoliennes par trajet, tout élément compris (mât préassemblé, nacelle, pâles). Ces derniers seront maintenus sur le navire grâce à des équipements spécifiques présentés sur les figures ci-après.

L'ensemble du chargement prendra environ 40 heures.

Figure 29 : Chargement des éléments de l'éolienne au port de maintenance lourde par un navire auto-élévateur



Source : EMDT, 2016

Figure 30 : Système de maintien des pales pour le transport



Source : CIG maritime Technology, 2016

4.3.6.3 Transport jusqu'à la zone du projet

Une fois chargées sur le navire auto-élevateur, les éoliennes sont transportées jusqu'à l'emplacement de leur installation. Le temps de transport est aujourd'hui estimé à environ 9 heures, hors aléa météorologique qui pourrait allonger le temps de transport.

Figure 31 : Transport des éoliennes



Source : EMDT, 2016

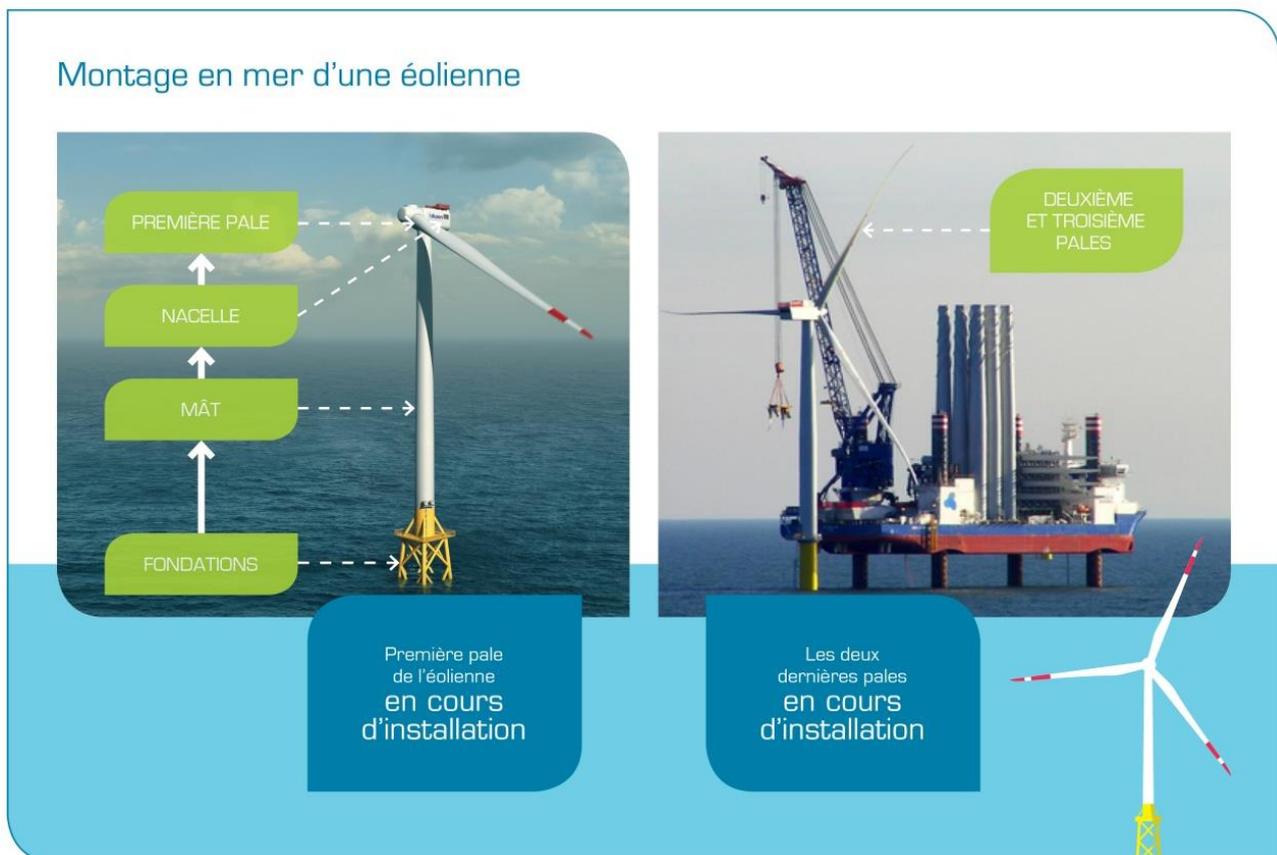
4.3.6.4 Installation des éoliennes

Une fois positionné à proximité de la fondation sur laquelle doit être installée l'éolienne, le navire auto-élévateur se surélève en prenant appui à l'aide de ses jambes sur le sol marin.

Il installe dans un premier temps le mât sur la pièce de transition. Une fois celui-ci fixé, la nacelle est ensuite installée et fixée à l'extrémité du mât. La première pale est ensuite insérée horizontalement sur le moyeu puis fixée. Le rotor est enfin tourné de 120° puis 240° afin d'installer les deux autres pales de la même manière.

Une fois l'ensemble des éléments de l'éolienne installés et fixes, le navire auto-élévateur remonte ses jambes et passe à l'éolienne suivante.

Figure 32 : Montage en mer d'une éolienne



Source : EMDT, 2016

Il est prévu à ce jour que ces opérations d'installation durent (hors aléa météorologique) :

- ▶ Environ 50h pour le chargement et le transport de quatre éoliennes entre le port de fabrication et la zone du projet ;
- ▶ Environ 120h pour l'installation de 4 éoliennes sur site.

4.3.7 Etape 7 : L'installation du mât de mesure en mer

Le scénario actuellement considéré par le maître d'ouvrage prévoit un chargement du mât de mesure en mer et de sa fondation directement sur le navire d'installation depuis le port de fabrication.

Le navire d'installation prévu sera de type navire auto-élévateur à 4 ou 6 jambes, similaire à ceux utilisés pour l'installation des éoliennes ou un navire à positionnement dynamique.

L'installation du mât de mesure en mer se déroulera en 2 phases.

Premièrement, on procèdera au battage des pieux suivant la technique utilisée pour l'installation des fondations des éoliennes. On viendra ensuite insérer la fondation jacket au niveau des pieux et on procédera à une injection de béton (8 m³ par pieu) afin de sceller la jacket au pieu.

Dans un second temps, on viendra installer puis fixer mécaniquement le mât de mesure sur sa fondation.

Il est prévu à ce jour que ces opérations d'installation durent (hors aléa météorologique) :

- ▶ Environ 24h pour le battage des pieux :
- ▶ Environ 120h pour l'installation de la fondation jacket et du mât de mesure.

4.3.8 Emprise au sol lors de la phase de construction

L'emprise au sol des travaux menés lors de l'installation des différents éléments constitutifs du parc correspond à :

- ▶ L'ensemble des surfaces des éléments constitutifs du parc détaillés ci-dessus ;
- ▶ La surface occupée par les pieds des barges d'installation des éoliennes, des fondations, du poste électrique et du mât de mesure ;
- ▶ La surface occupée par les engins nécessaires à la pose des câbles inter-éoliennes et de leur protection ;
- ▶ La surface occupée par le dépôt des résidus de forage.

Le détail par opération est présenté dans le tableau suivant.

La surface totale au sol impactée par l'ensemble des éléments constitutifs du parc et des travaux de construction est de 0,472 km², soit l'équivalent d'environ 65 terrains de football. Cette surface représente moins de 0,1% de la surface totale de concession (82,4km²).

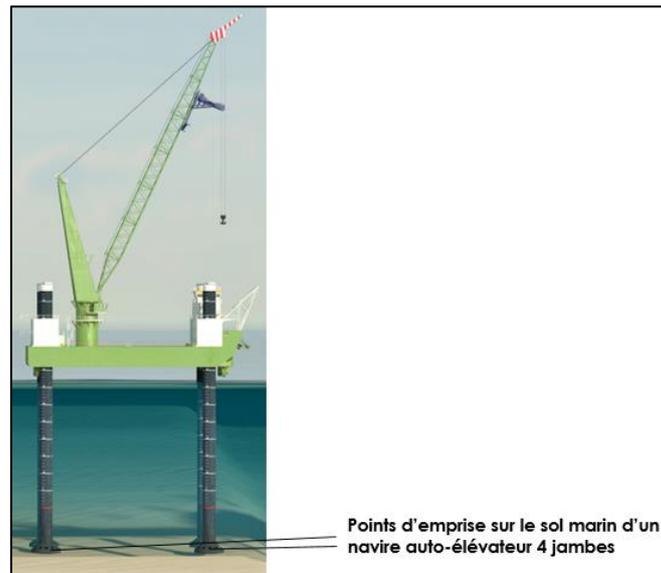
Tableau 19 : Emprise au sol du parc éolien en mer en phase de construction

OPERATIONS DE CONSTRUCTION	EMPRISE AU SOL	NOMBRE	EMPRISE PAR UNITE (m ²)	EMPRISE TOTALE (m ²)
Installation des fondations des éoliennes	Il est prévu d'utiliser : <ul style="list-style-type: none"> ▶ Un navire auto-élévateurs à quatre ou six pieds pour l'installation des pieux ▶ Un navire auto-élévateur à quatre ou six pieds ou un navire à positionnement dynamique pour l'installation de la jacket au droit des pieux 	62 fondations	100 + 100 = 200	12 400
Installation des éoliennes	Il est prévu d'utiliser : <ul style="list-style-type: none"> ▶ Un navire auto-élévateurs à quatre ou six pieds pour l'installation des éoliennes sur leurs fondations 	62 éoliennes	100	6 200

4. Nature, consistance, volume et objet du parc éolien en mer ainsi que les rubriques de la nomenclature dans lesquels ils sont rangés

OPERATIONS DE CONSTRUCTION	EMPRISE AU SOL	NOMBRE	EMPRISE PAR UNITE (m ²)	EMPRISE TOTALE (m ²)
Installation du poste électrique en mer	Il est prévu d'utiliser : <ul style="list-style-type: none"> Un navire-grue à positionnement dynamique déployant 8 ancrs au sol Une barge d'approvisionnement déployant 8 ancrs au sol 	1 poste électrique en mer	72	72
Installation des câbles inter-éoliennes et de leur protection	Il est prévu d'utiliser : <ul style="list-style-type: none"> Un navire à positionnement dynamique n'ayant aucune emprise au sol lors de l'installation des câbles inter-éoliennes Un navire à positionnement dynamique n'ayant aucune emprise au sol lors de l'ensouillage des câbles Un robot type ROV (Remotely Operated Vehicle) utilisé pour l'ensouillage du câble d'une largeur totale de 4m Un navire à positionnement dynamique n'ayant aucune emprise au sol lors de l'installation de l'enrochement des câbles 	95 km de câbles	4	380 000
Installation du mât de mesure	Il est prévu d'utiliser un navire auto-élévateur à quatre ou six pieds pour l'installation des pieux, de la fondation jacket et du mât de mesure	1 mât de mesure	100	100
Installation des fondations	Il est prévu un dépôt de résidus de forage dans un rayon estimé à 15 m au pied des fondations sur une épaisseur de 50 cm pour 10% au maximum des éoliennes	10% des fondations 6,4	700	4 480
Emprise au sol des composants du parc	<i>Selon calcul établi au sein du paragraphe 4.4.1.1</i>	/	/	69 074
TOTAL				472 326m² (soit 0,472km²)

Figure 33 : Emprise au sol d'un navire auto-élevateur 4 jambes



Source : DEME, 2014

4.4 Phase d'exploitation

4.4.1.1 Emprises au sol lors de la phase d'exploitation

Lors de sa phase d'exploitation, le parc éolien représentera une surface au sol totale de l'ordre de 0,069 km².

Cette emprise comprendra les surfaces occupées par les différents composants du parc, à savoir :

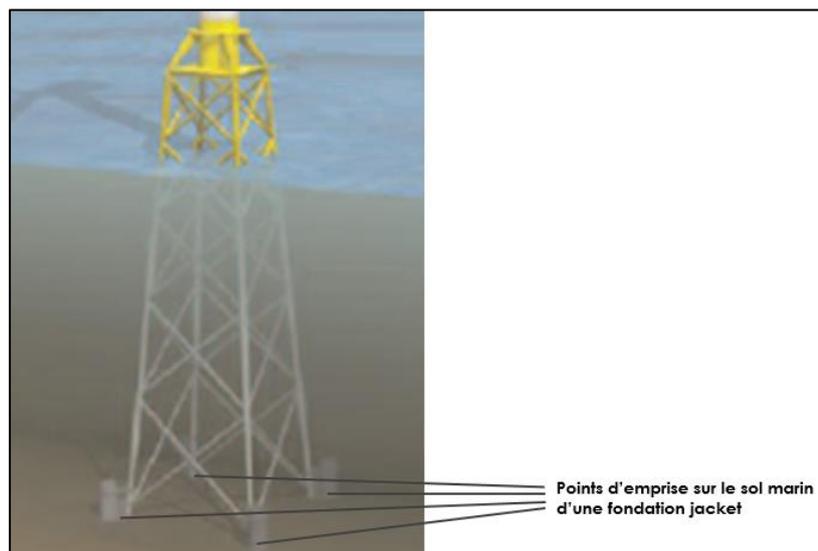
- ▶ Les fondations des éoliennes ;
- ▶ La fondation du poste électrique en mer ;
- ▶ Le réseau de câbles inter-éoliennes et leur protection ;
- ▶ La fondation du mât de mesure.

Le tableau ci-dessous présente les emprises au sol des différents composants du parc éolien :

Tableau 20 : Emprise au sol des éléments constitutifs du parc éolien en mer en phase d'exploitation

COMPOSANTS	EMPRISE AU SOL	NOMBRE	EMPRISE PAR UNITE (m ² ou ml)	EMPRISE TOTALE (m ²)
Fondations jacket des éoliennes	La fondation jacket reposera sur 4 pieux de diamètre extérieur de l'ordre de 2,2m	62 fondations	15,2 m ² (3)	942
Protection du câblage inter-éoliennes	98% des câbles seront ensouillés à une profondeur de l'ordre de 1,1 m et sur une emprise d'une largeur d'environ 0,7 m	93 km de câbles	0,7 ml	65 100
	2% des câbles seront recouverts par un enrochement d'une hauteur prévue d'environ 0,7m et d'une largeur de 1,5 m	2 km de câbles	1,5 ml	3 000
Fondation jacket du poste électrique en mer	La fondation jacket reposera sur 4 pieux de diamètre extérieur de l'ordre de 3 m	1 poste électrique	28 m ²	28
Fondation jacket du mât de mesure	La fondation jacket reposera sur 3 pieux de diamètre extérieur de l'ordre de 1,3 m	1 mât de mesure	4 m ²	4
TOTAL				69 074 m² (soit 0,069km²)

Figure 34 : Emprise au sol d'une fondation jacket 4 pieds



Source: Centre for Ships and Ocean Structures, 2010

³ Il est considéré ici la surface d'emprise au sol des pieux et non pas la surface projetée de la fondation étant donné que l'impact environnemental (sur les habitats notamment) est lié à la surface d'emprise

4.4.1.2 Fonctionnement

La vitesse de rotation des pales dépend de la vitesse du vent. En effet, l'éolienne nécessite une vitesse minimale de vent pour fonctionner. Cette vitesse est d'environ 11km/h.

A partir de cette vitesse minimale, les pales commenceront à tourner, proportionnellement à la vitesse du vent dans un premier temps puis, à partir d'une certaine vitesse moyenne de vent, à la vitesse de rotation nominale de l'éolienne.

Au-delà d'une certaine vitesse moyenne de vent, appelée vitesse de coupure (environ 90km/h), les pales de l'éolienne sont mises en drapeau (dans le sens du vent) en une quinzaine de secondes, ce qui provoque un ralentissement de la vitesse de rotation et finalement l'arrêt du rotor.

L'inclinaison de l'axe du rotor est de 3,5° afin d'éloigner le point bas de la pale de la surface du mât.

Chaque éolienne dispose d'un système de contrôle autonome constitué d'un ensemble de capteurs généralement redondants, de composants électroniques, de calculateurs et d'un réseau permettant la transmission et le traitement des données opérationnelles de l'éolienne. Le système de contrôle des éoliennes est piloté par un système de supervision qui collecte et stocke toutes les informations du parc en temps réel pour permettre une analyse des données d'exploitation.

Les données sont par conséquent relevées en temps réel et transmises via le réseau de fibre optique qui est intégré aux câbles électriques sous-marins. Ainsi les principales opérations (arrêt/redémarrage des éoliennes, orientation des pales, de la nacelle et accès au système de mesure vibratoire) peuvent être réalisées à distance du système depuis la base d'exploitation et de maintenance.

Après trois tentatives infructueuses de redémarrage, une maintenance corrective se met en place.

Les rotors et nacelles de chaque éolienne pourront ainsi être rendus immobiles, (en particulier en position « Y ») à tout moment et sur demande du CROSS Gris Nez, pour permettre l'intervention des moyens de sauvetage, notamment par hélicoptères. Le balisage aéronautique pourra être éteint dans les mêmes conditions.

4.4.1.3 Activités de maintenance

4.4.1.3.1 Généralités

La mise en service du parc éolien est prévue à partir de 2021. La concession demandée par le maître d'ouvrage sera d'une durée de 40 ans et prendra effet à partir de 2019, date du début de la construction. L'objectif durant l'exploitation est de garantir un taux de disponibilité optimal pour produire de l'électricité dans les meilleures conditions, sans nuire à la sécurité des personnes et des biens.

Pour ce faire, il existe plusieurs types de maintenance :

- ▶ La maintenance préventive planifiée qui comprend des interventions permettant d'éliminer ou de diminuer les risques de pannes des systèmes de production ;
- ▶ La maintenance préventive conditionnelle, qui permet de suivre l'évolution d'une dérive de fonctionnement et de planifier une intervention bien en amont d'une défaillance partielle voire totale d'un composant ;

- ▶ La maintenance réglementaire qui consiste à effectuer l'ensemble des tests et des inspections comme par exemple les inspections du système de protection incendie, les équipements de protection contre les chutes etc... ;
- ▶ La maintenance corrective, qui intervient après une défaillance partielle ou totale des équipements et dont la périodicité et la durée ne peuvent être connues à l'avance. Elle peut aller jusqu'au remplacement complet d'un équipement mais cette décision n'est pas automatique et dépendra des conditions économiques qui se présenteront et de la législation et réglementation applicables. Cette décision ne remettra toutefois pas en cause les mesures de sécurité maritime et aérienne qui seront maintenues jusqu'au démantèlement du parc éolien conformément à la loi et à la réglementation applicable.

Pour l'ensemble des opérations de maintenance il est possible de distinguer deux grandes catégories :

- ▶ La « maintenance courante » qui consiste en des activités de maintenance préventive, réglementaire ainsi que corrective de petite envergure, ne nécessitant pas l'utilisation de moyen de levage externe, et pouvant être effectuée directement par les équipes des bases d'exploitation et de maintenance ;
- ▶ La « maintenance corrective lourde » faisant appel à des moyens maritimes spéciaux (navire auto-élévateur par exemple) qui ne peuvent être utilisés depuis les bases d'exploitation et de maintenance courante.

L'ensemble des tâches décrites ci-dessus est réalisé par des techniciens préalablement formés en fonction des tâches qu'ils devront réaliser et dans des conditions strictes de sécurité considérant leur niveau d'exposition aux risques. Ils seront équipés de protection individuelle réglementaire :

- ▶ De casque, lunettes, chaussures de sécurité, vêtements et équipements adaptés lors de la réalisation des tâches de maintenance ;
- ▶ De gilet de sauvetage, de combinaison de survie en eaux froides lors des transferts par bateaux.
- ▶ Les techniciens seront également équipés de radios pour être en contact permanent avec le navire de transfert et la base à terre. Des téléphones fixes connectés via la fibre optique sont également disponibles dans chaque éolienne.

La coordination des opérations et la sécurité des employés et des sous-traitants seront optimisées notamment par les mesures prévues dans le Plan d'intervention sur site et les éléments mentionnés dans un Plan de Prévention de la Sécurité, de la Protection et de la Santé (PPSPS).

Les exigences HSE de l'exploitant requièrent que chaque opération sur site soit précédée d'un briefing de l'équipe sur l'opération à mener.

Pour l'ensemble des opérations de maintenance, deux ports seront utilisés.

Le point d'accès par bateaux, d'où partiront notamment les techniciens et le matériel pour la maintenance courante est le port de Dieppe, situé à 25 km (ou 16 NM) du centre du parc.

Le port du Havre ou autre port d'envergure similaire, sera utilisé pour les opérations de maintenance lourde, appelé dans le schéma ci-dessous port de base.

Le Tréport sera utilisé pour la mise en place d'un « Centre de Contrôle et d'Expertises » qui aura un rôle névralgique quant à l'optimisation de la production du parc et aux décisions stratégiques, d'où le trafic maritime sur le parc pourra également être suivi en temps réel.

4.4.1.3.2 Maintenance courante

MAINTENANCE DES EQUIPEMENTS EMERGES

Cela concerne les éoliennes, la pièce de transition de la fondation et le poste électrique en mer.

Les opérations de maintenance préventive sont planifiées tout au long de l'année, auxquelles viennent s'ajouter des opérations de maintenance corrective réalisées en fonction notamment des conditions météocaniques sur site.

Une large plage d'interventions sur les principaux composants pourra être effectuée avec les moyens de levage à disposition sur place (une grue dans la nacelle et une autre sur la plateforme d'accès). Les composants peuvent être placés sur la plateforme de l'éolienne pendant le temps des opérations de remplacement et déplacer vers/depuis le pont d'un navire. Cela permet ainsi de réduire le nombre d'interventions de bateaux équipés de moyens de levage lourds (barges autoélévatrices...) qui seront utilisés dans le cadre de la maintenance dite lourde.

MAINTENANCE DES EQUIPEMENTS SOUS-MARINS

Les inspections de l'état des fondations, des câbles électriques et de leur protection seront réalisées principalement à l'aide de robots ROV limitant ainsi l'intervention de plongeurs et les risques humains inhérents à ce type d'activité.

Le transport sédimentaire résiduel au sein du parc éolien induit des mouvements des dunes et des autres morphologies sableuses. Il en découle un possible découverture des câbles électriques ensouillés ou sur les parties protégées par enrochement. Ce risque doit cependant être pris en compte afin d'assurer la sécurité des usagers de la mer, dont la pêche au chalut qui devrait être autorisée dans certaines zones définies du parc (sous réserve d'un avis favorable des autorités compétentes), tout au long de l'exploitation du parc éolien.

Des robots équipés de sondes et de caméras sont pilotés depuis un navire et permettent de contrôler la position des câbles et garantir que leur ensouillage ou leur protection est toujours conforme aux réquisitions techniques. Initialement ce suivi s'effectuera tous les ans dès la construction, afin de constater l'évolution dès la mise en œuvre et en particulier suite à des événements importants comme une tempête. Par la suite, en fonction des retours des différentes inspections, l'ensemble du tracé des câbles et des fondations représentatives seront investigués à minima tous les 5 ans.

Ce suivi permettra également de connaître l'évolution de la mobilité des Ridens et des autres morphologies sableuses en présence des éoliennes et de leur fondation.

MAINTENANCE DU MAT DE MESURE

Pendant toute sa durée d'exploitation, le mât de mesure sera entretenu au même titre que les autres éléments du parc. Il fera l'objet d'une maintenance annuelle (remplacement des composants, inspections des éléments immergés) et de maintenance corrective le cas échéant.

Ces inspections seront effectuées avec les mêmes moyens logistiques que ceux utilisés pour les autres éléments du parc et décrits ci-après.

MOYENS LOGISTIQUES

Des évolutions en matière de navires de transferts sont attendues dans les années à venir. Par conséquent, certains changements dans le choix des moyens de logistiques notamment pour le transport de techniciens, permettant de les rendre plus efficaces, pourraient intervenir.

Navires

Les navires envisagés (deux à trois selon la charge d'activité) pourront être des catamarans (ou monocoques) pouvant mesurer environ 30 mètres de longueur permettant le transport de techniciens à une vitesse de croisière supérieure à 15 nœuds si les conditions de mer le permettent. Ces navires seront basés dans le port de maintenance courante, à proximité immédiate des bases de maintenance.

Lors de pics d'activité, en été par exemple, jusqu'à 3 navires effectueront 1 à 2 allers-retours par jour pour acheminer les techniciens et le matériel depuis la base de maintenance. Des navires supplémentaires pourront également être mis à disposition pour des opérations ponctuelles (surveillance de la protection des câbles, inspection des fondations...).

Pour garantir un accès sécurisé aux éoliennes, au mât de mesure et au poste électrique en mer, les navires seront équipés d'un dispositif d'accostage adapté épousant, au niveau de leur proue, la géométrie de la fondation au point de contact afin d'éviter tout dommage de la fondation.

Figure 35 : Exemple de navires de transfert



source : www.windcarrier.com



source : www.offshorewind.biz

Hélicoptères

Des transferts par hélicoptères pour accéder aux éoliennes pourraient être envisagés pour des interventions urgentes en cas de condition météocéaniques ne permettant pas l'accès par bateau. Cette solution n'est pas considérée à ce stade mais pourrait faire l'objet d'une option supplémentaire aux moyens logistiques décrits ci-dessus.

Un hélipont, situé sur le poste électrique en mer, permettra aux hélicoptères de se poser dans le cadre d'opérations de maintenance ou de sauvetage.

De même, des transferts entre l'hélicoptère et la nacelle pourront être réalisés par hélitreuillage après arrêt de l'éolienne.

Ces opérations seront réalisées sous condition stricte du respect des critères de sécurité en vigueur relative à la navigation aérienne et l'accès aux éoliennes. L'héliport, qui servira de base à l'hélicoptère utilisé, sera situé sur un aérodrome à proximité de la base, idéalement

celui de Dieppe. Dans le cas où cette solution serait retenue, il s'agirait d'un ou deux allers-retours pendant les périodes de l'année où les conditions de mer seront les plus difficiles, à savoir en hiver.

D'autres moyens logistiques pourraient s'ajouter à ceux présentés ici selon le développement de certaines technologies (ex : drones), notamment pour les opérations de supervision, si les conditions météorologiques le permettent. Des autorisations spécifiques de vol seraient alors sollicitées.

4.4.1.3.3 Maintenance lourde

Ces opérations qui concernent les composants « majeurs » des éoliennes ou du poste électrique en mer ainsi que les interventions sous-marines importantes (telle que la réparation de câbles) requièrent des moyens techniques qui ne peuvent être mis en œuvre dans le port de maintenance. Il s'agit principalement de maintenance dite corrective.

Ainsi, en cas de nécessité de moyens de levage lourds sur site ou le transport de pièce lourde, une barge autoélevatrice ou autre bateau ayant les capacités de levage nécessaires, sera déployée à partir du Grand port maritime du Havre ou tout autre port ayant les capacités techniques d'accueillir de tels navires. Au même titre que pour le remplacement de câbles, un navire spécifique sera affrété sur site à partir du port défini.

Ci-dessous, une liste non exhaustive de bateaux pouvant être mis en œuvre sur le parc pour les interventions de maintenance lourde :

Figure 36 : Type de navires utilisés pour la maintenance lourde



Jack up Vessel (source : www.scira.co.uk)



Barge Crane Vessel (source : Van Oord)



Cable Laying Vessel (source : Nathan Sandel)



Diving support Vessel (source : Liftra)

4.4.1.4 Bases de maintenance

Les opérations d'exploitation et la maintenance du parc seront menées depuis les bases de maintenance situées à Dieppe et au Tréport. Ces bases permanentes seront utilisées par les équipes en charge de la maintenance des éoliennes ainsi que de toutes les infrastructures annexes comme précisé ci-après.

La base du Tréport sera principalement utilisée comme centre de contrôle pour le parc de Dieppe-Le Tréport et celui des Iles d'Yeu et de Noirmoutier.

Le port de Dieppe sera utilisé comme port de maintenance courante ainsi que comme base temporaire aux prestataires réalisant des opérations ponctuelles spécifiques telles que la réparation de pale, l'endoscopie de certaines structures, le suivi de la protection des câbles, les audits sécurité, etc. La base de Dieppe sera utilisée pour le stockage et l'approvisionnement des pièces de rechanges, des outils et équipements de protection utilisés pour la maintenance courante. On compte environ 125 emplois pour l'ensemble des travaux d'exploitation et maintenance, ils seront répartis de la manière suivante : autour de 100 emplois à Dieppe et le reste au Tréport.

4.4.1.4.1 Base principale : Dieppe

La base principale sera située à Dieppe où sont concentrées toutes les activités de maintenance nécessitant de se rendre sur le parc éolien par bateau. La distance au parc est de 16 milles nautiques (soit 25 km du centre du parc), ce qui équivaut à un temps de navigation de 55 minutes à 1h10 environ selon les conditions marines.

La base de maintenance principale nécessitera la construction d'un bâtiment de 2000 m² d'emprise au sol et une aire de stockage de 1000m². L'ensemble des activités sera regroupé dans une enceinte close et sécurisée. Au vu des besoins et des contraintes liées aux activités de maintenance, l'implantation retenue du site est le terre-plein en entrée de port.

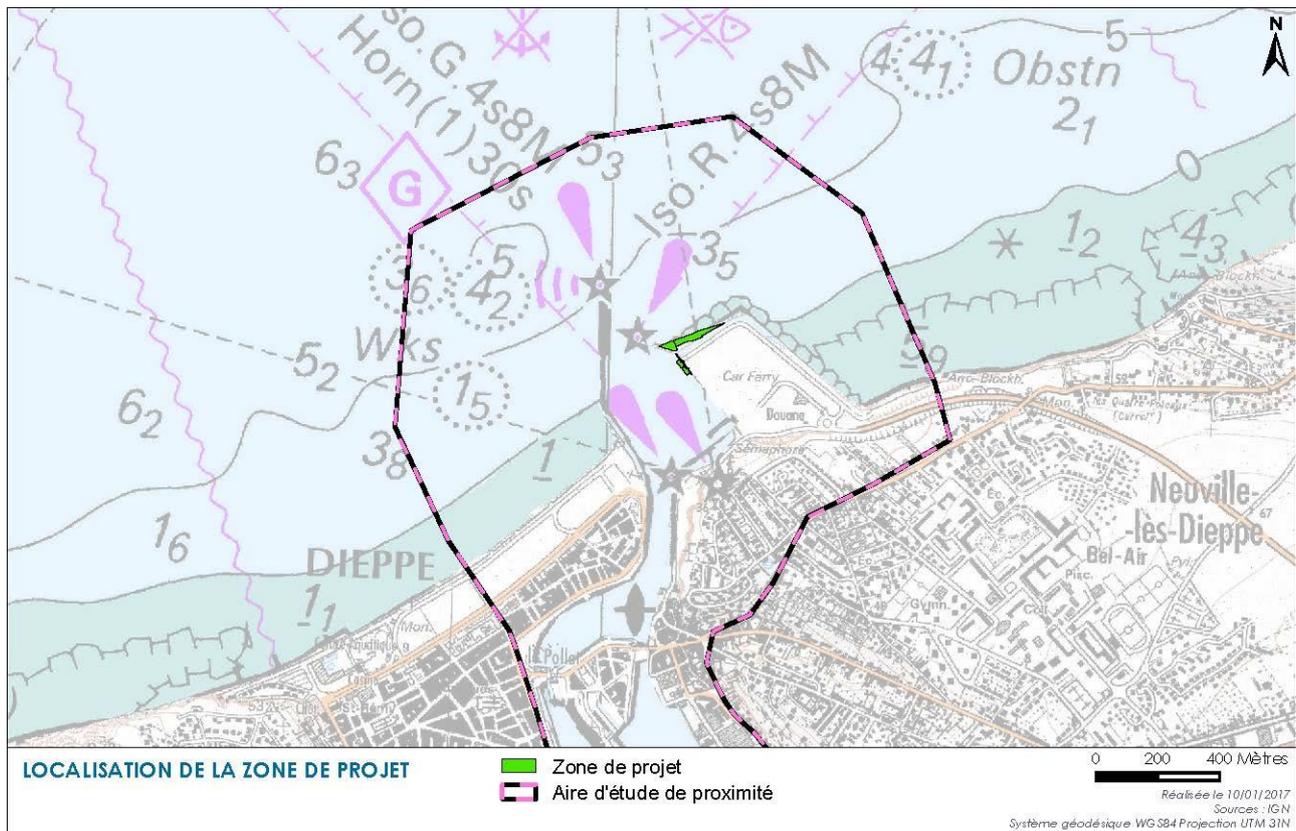
Cette base d'exploitation et de maintenance sera située au droit du quai Gaston Lalitte. Cet emplacement a été choisi en étroite collaboration entre le Syndicat Mixte du Port de Dieppe (SMPD) et Éolienne en Mer de Dieppe-Le Tréport (EMDT).

Figure 37 : Photo du quai Lalitte



Source : Syndicat Mixte du Port de Dieppe, 2016

Figure 383 : Plan de localisation de la zone de projet



Source : Syndicat Mixte du Port de Dieppe, 2017

4.4.1.4.2 Centres de contrôle

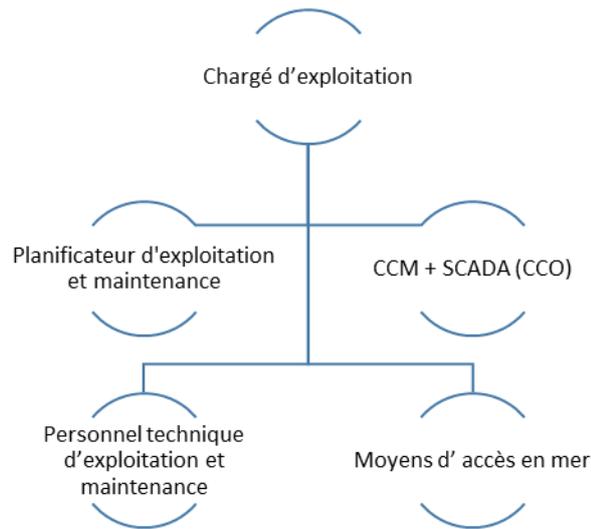
En phase d'exploitation, il y aura différents points de contrôle et de suivi des activités et du fonctionnement des installations pour le parc éolien en mer de Dieppe-Le Tréport :

- ▶ le Centre de Contrôle Opérationnel du parc éolien (CCO) localisé sur la base de maintenance de Dieppe ;
- ▶ le Centre de Contrôle et d'Expertise du parc éolien (CCE) situé au Tréport (Seine-Maritime).

CENTRE DE CONTROLE OPERATIONNEL DU PARC EOLIEN (CCO)

Toutes les opérations qui nécessitent l'accès en mer, directement liées aux activités du parc éolien pendant la phase d'exploitation, seront planifiées et exécutées sous la responsabilité directe du chargé d'exploitation du parc éolien en mer de Dieppe-Le Tréport, responsable de toutes les activités.

Figure 39 : Organigramme simplifié



Source : EMDT, 2017

En phase d'exploitation, le CCO situé à Dieppe, sera équipé de systèmes d'information permettant d'assurer les fonctions principales suivantes :

- ▶ Centre de Coordination Maritime (CCM)
- ▶ Centre de suivi technique et d'exploitation du parc éolien (SCADA)

Centre de Coordination Maritime

Le centre de coordination maritime (CCM), qui ainsi fait partie intégrante du CCO, a pour but de coordonner l'exécution des opérations d'accès aux installations en mer en toute sécurité pour le personnel technique d'exploitation et maintenance du parc éolien. Le CCM a pour but de coordonner et planifier les activités en mer du parc éolien. Il sera ainsi connecté à l'ensemble des moyens de surveillance du parc éolien (radar, AIS, caméras CCTV, capteurs météo, etc...) au sein d'un dispositif appelé VTMS (Vessel Traffic Management System).

Le coordinateur maritime, en charge du CCM, s'assurera donc avant le début de chaque mission :

- ▶ Que les conditions météo permettent le bon déroulement des opérations ;
- ▶ Que les certificats des navires ou hélicoptères utilisés sont à jour ;
- ▶ Que le personnel intervenant a les bonnes formations et autorisations nécessaires pour la sécurité du travail préalable à toute mission en mer

Aidé par le VTMS du CCM, il sera en charge :

- ▶ Pendant la durée de la mission en mer :
 - De la coordination, de la localisation à chaque instant et du suivi du trafic maritime et aérien (hélicoptère) spécifique à l'exploitation du parc ;
 - De la coordination, de la localisation à chaque instant et du suivi du personnel du parc.
- ▶ A tout moment :
 - Du soutien au CROSS dans sa mission de coordination en cas d'accidents ;
 - De la diffusion aux usagers de la mer présents dans la zone, d'information sur les conditions de navigation du fait des activités sur le parc (par l'intermédiaire d'un

attaché aux usagers de la mer (voir le chapitre relatif aux mesures de réduction dans le Document 3) ;

- Du suivi de l'activité des navires « tiers » (usagers de la mer, moyens de recherche et de sauvetage) au sein du périmètre du parc éolien ;
- De la liaison avec les autorités portuaires et d'autres acteurs locaux.

Centre de suivi technique d'exploitation du Parc (SCADA)

Le SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) permet de connaître en permanence l'état des installations du parc éolien, de détecter toute anomalie pouvant survenir et d'agir, à distance, sur les différents éléments du parc. Cette fonction est en lien unique avec les activités de suivi technique et de maintenance et d'exploitation du parc, permettant de suivre le comportement des différents composants pendant des interventions sur site (mise hors tension d'équipements électriques par exemple). Il permettra d'agir à distance sur les éoliennes, les mettre en sécurité lors d'intervention sur site (de maintenance ou d'urgence) et d'avoir, à terre et en permanence, l'ensemble des informations sur le fonctionnement et la production des machines. Il pourra également servir en cas d'urgence, par exemple, s'il est nécessaire d'arrêter à distance une partie ou l'ensemble des installations du parc éolien, pour permettre l'accès en toute sécurité aux équipes de sauvetage sur la zone.

CENTRE DE CONTROLE ET D'EXPERTISE (CCE)

Le centre de contrôle situé au Tréport aura le même retour d'information sur le fonctionnement du parc que le centre de contrôle opérationnel (CCO). Il pourra par conséquent servir de centre de secours en cas de problème majeur. Cela donne au maître d'ouvrage la certitude de pouvoir garantir la sécurité et l'intégrité des installations à tout moment.

Cependant, les fonctions principales du Centre de Contrôle et d'Expertise du Tréport seront :

- ▶ de collecter, stocker et traiter les données de fonctionnement des installations en mer
- ▶ de suivre les paramètres d'exploitation du parc comme par exemple la disponibilité de chaque éolienne, l'état des éoliennes, du poste électrique en mer, la quantité d'énergie produite, etc... ;
- ▶ de détecter de manière proactive les facteurs qui pourraient influencer la performance des installations et optimiser les opérations de maintenance ;
- ▶ d'investiguer rétrospectivement la cause originelle des défauts en analysant les données enregistrées
- ▶ de vérifier et optimiser la performance du parc ;

Le CCE accueillera également les équipes d'experts en charge de l'optimisation de la performance du parc éolien et de l'élaboration de la stratégie d'exploitation telle que la planification de la production.

Depuis ce centre, sera aussi gérée l'interface avec RTE quant au transfert de l'énergie produite par le parc sur le réseau de transport électrique national et la mise en adéquation de la production du parc avec les besoins de consommation. Dans cette même optique, c'est depuis le Tréport que seront réalisés les pronostics de production et d'analyse financière du marché afin d'optimiser la revente d'énergie auprès de EDF.

La majorité des décisions stratégiques d'exploitation du parc éolien seront prises depuis Le Tréport quant à l'optimisation de la production et des activités de maintenance, contrairement aux centres locaux (CCO) qui auront un rôle direct dans la gestion du parc au quotidien et les interventions sur site.

4.4.1.5 Gestion des déchets

Des procédures de récupération et de tri des déchets lors des opérations en mer seront mises en place suivant les réglementations en vigueur et une politique de réduction des déchets sera mise en place.

Les déchets générés par les activités de maintenance en mer seront conditionnés directement sur le parc éolien (par exemple dans le poste électrique) avant d'être transférés vers la base portuaire de Dieppe afin d'y être stockés puis évacués vers la filière de traitement adaptée. Des conditionnements adaptés (caisses, conteneurs,...) seront mis en œuvre pour le transbordement des déchets.

Les déchets générés par les activités de maintenance sur la base portuaire y seront directement stockés puis évacués vers les filières de traitement adaptées. Ils seront de nature suivante :

- ▶ Déchets non dangereux : emballages non-contaminés, déchets organiques, autres déchets non dangereux ;
- ▶ Déchets dangereux : graisses, huiles, emballages souillés, autres déchets dangereux.

La base portuaire de maintenance disposera d'aires de stockage dédiées, conçues et dimensionnées dans le respect de la réglementation en vigueur.

4.4.1.6 Proposition de règles de navigation au sein du parc

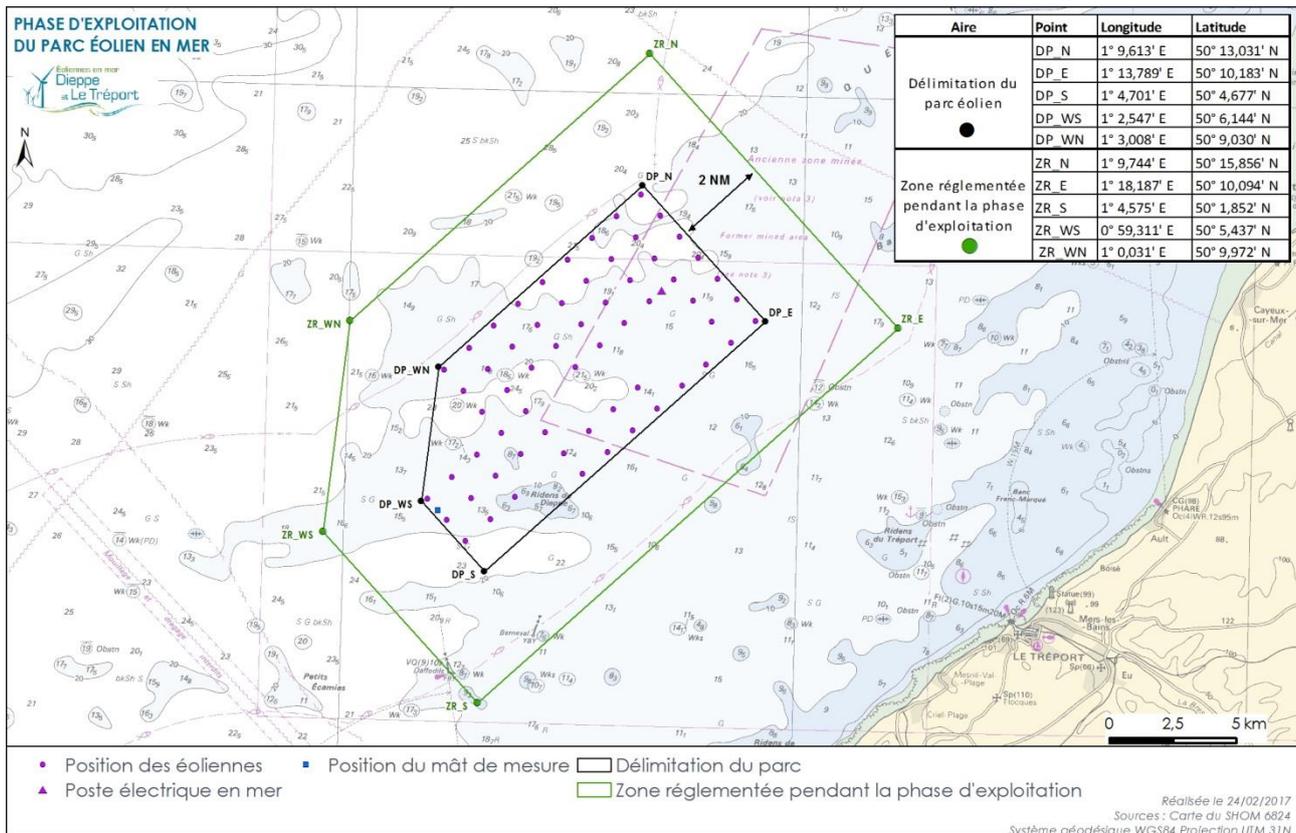
Les dispositions suivantes ont été rédigées avec comme référence la lettre du 17 Décembre 2015 (2-37668-2015/Premar-Manche/AEM/NP) adressée par Monsieur le Préfet Maritime de la Manche et de la Mer du Nord à EMDT.

EMDT propose de définir 2 zones en phase d'exploitation pour la navigation au sein et à proximité du parc :

- ▶ Zone de Délimitation du parc ;
- ▶ Zone Réglementée de 2 NM autour de la Zone de Délimitation du parc.

Ces zones sont présentées dans la figure ci-après.

Figure 40 : Zones proposées en phase d'exploitation pour la navigation



Source : EMDT, 2017

4.4.1.6.1 Dispositions relatives à la Zone de Délimitation du parc

4.4.1.6.2 Dispositions générales

Dans la Zone de Délimitation du parc et au vu des mesures de conception du parc éolien définies par EMDT et de la nature des usages au niveau du projet de parc éolien, EMDT propose que :

- ▶ Soient autorisés, moyennant la mise en place des règles de navigation détaillées ci-après :
 - Le transit au sein du parc éolien des navires de plaisance (voiliers et bateaux à moteur) ;
 - Les activités de pêche professionnelle.
- ▶ Soient interdites :
 - Les activités nautiques et subaquatiques ;
 - La navigation commerciale (hors activités de pêche).

Au sein de la Zone de Délimitation du parc, EMDT propose les règles de navigation suivantes.

Tableau 21 : règles de navigation au sein de la Zone de Délimitation du parc

Type de navires autorisés	Navires autopropulsés et Voiliers (<u>Recommandation</u> : Naviguant avec leur moteur allumé au point mort) de longueur hors tout inférieure à 25 m ⁽⁴⁾
Vitesse maximale autorisée	12 nd ⁽⁵⁾
Zone d'exclusion autour des structures du parc (Eoliennes, poste électrique en mer, mât de mesures)	150m ⁽⁶⁾ de rayon

EMDT propose également que les recommandations suivantes soient toujours valables et appliquées :

- ▶ Pas d'accès de nuit sauf pour certaines activités de pêche professionnelle se déroulant principalement de nuit. Dans ce cas, un programme spécifique de signalement des navires sera établi entre les acteurs de ce type de pêche et EMDT ;
- ▶ Pas de compétitions au sein du parc ;
- ▶ Pas de navigation en cas de système météo ne permettant pas aux navires d'être pleinement manoeuvrant⁷ ;
- ▶ Pas⁸ de mouillage, d'ancrage, d'amarrage et de dérive contrôlée.

Conformément à la note N°1703 du SG-Mer, les navires tolérés ou autorisés à naviguer au sein du parc éolien devront obligatoirement avoir un système AIS actif à bord. Néanmoins, des échanges avec la Sous-Direction de la Sécurité Maritime ont montré qu'en l'état, la réglementation ne le permettait pas.

Par conséquent, dans l'attente d'une éventuelle adaptation de la réglementation, EMDT propose les mesures suivantes :

- ▶ Tout navire souhaitant entrer dans la zone de délimitation du parc doit avoir un moteur en état de marche et doit se signaler au CCM du parc éolien en mer.
- ▶ Tout navire n'ayant pas d'AIS devra faire un point GPS par VHF avec le CCM du parc éolien en mer en entrant et en sortant du parc éolien.

4.4.1.6.3 Dispositions spécifiques à la pêche professionnelle

EMDT souhaite que les règles de restrictions pour la pêche professionnelle soient discutées pour être affinées avec les CRPMEM Normandie et Hauts-de-France et les pêcheurs.

En complément des règles de navigation énoncées ci-dessus et en vue de permettre la pratique sécurisée des activités de pêche aux arts dormants et aux arts traînants au sein du parc, EMDT propose également l'interdiction de toute pêche dans un périmètre de 150 mètres de part et d'autre des câbles inter-éoliennes afin d'éviter tout risque de croche.

4 Les fondations seront conçues pour résister à un impact avec un navire-type de maintenance d'environ 25m de long. Afin d'éviter des dommages plus importants, la limite a été fixée à 25m également pour les navires naviguant dans le parc.

5 Vitesse de déjaugage de la majorité des embarcations sportives à moteurs. Les bateaux ne sont pas autorisés à naviguer en mode déjaugé.

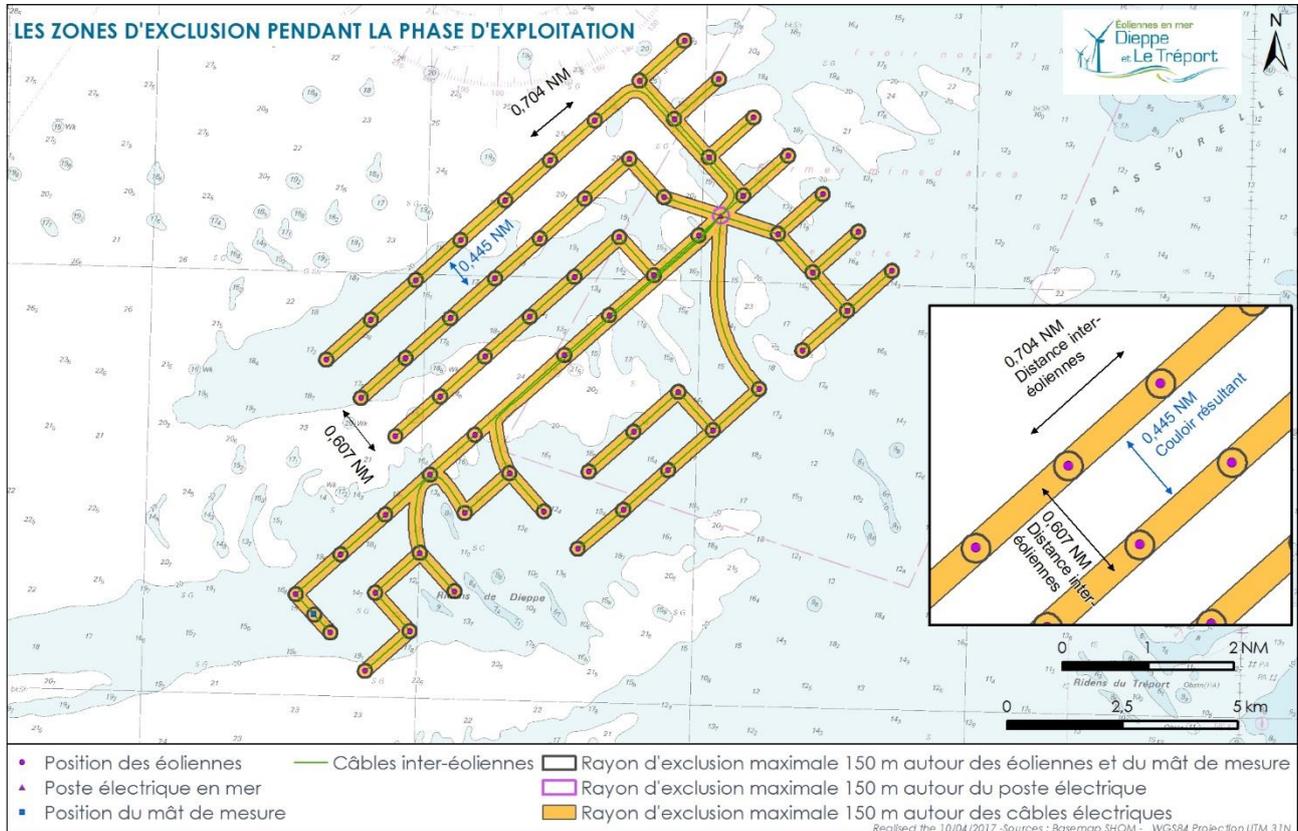
6 Cette zone d'exclusion permet de réduire le risque d'abordage des structures et de laisser un espace suffisant pour l'accostage des navires de maintenance du parc.

7 Les mesures de vent quotidiennes et les modèles de prévision météo permettent de connaître l'état de mer au sein du parc sur plusieurs heures (typiquement jusqu'à 96h), il sera diffusé, en accord avec les autorités compétentes, une recommandation de ne pas naviguer au sein du parc sur la base de ces prévisions météo. Cette recommandation est basée sur le fait qu'il sera très difficile de réaliser les opérations de sauvetage en cas d'incident dans le parc dans ces conditions. En revanche, il revient à chaque marin de se responsabiliser et de ne pas entrer dans le parc si les conditions ne le permettent pas en fonction des capacités de leur navire.

8 Hors situation d'urgence et sauf autorisations individuelles spéciales délivrées par la Préfecture Maritime

Les zones d'exclusion relatives à la pêche professionnelle au sein du parc sont présentées dans la Figure 41.

Figure 41 : Périmètres d'exclusion autour des éléments du parc éolien proposés en phase d'exploitation pour la pêche professionnelle



Source : EMDT, 2017

Les chemins de câbles représentés sur la Figure 41 ci-dessus ont été développés en tenant compte du maintien des activités préexistantes au sein du parc. Ainsi, le schéma d'implantation finalement retenu par EMDT présente :

- ▶ Un nombre réduit de lignes d'éoliennes avec un espacement inter-éoliennes de l'ordre de 1100 m (environ 0,6 NM) facilitant le passage des navires ;
- ▶ Une disposition régulière et cohérente de l'ensemble des éoliennes du projet ;
- ▶ Un alignement des éoliennes et des câbles inter-éoliennes selon le sens du courant mesuré par les instruments déployés sur site depuis 2014 ;
- ▶ La préservation des zones de « Ridens de Dieppe » et de l'entrée « du Creux », deux zones identifiées comme présentant des enjeux forts pour les représentants des professionnels de la pêche.

Remarques : EMDT souhaite que les règles de navigation pour la pêche professionnelle soient concertées avec les CRPMEM Normandie et Hauts-de-France. Dans cette optique, la solution retenue présentée plus haut devra être comparée à d'autres pistes de réflexions, en particulier en terme de sécurité maritime. Par exemple :

9 Pour l'activité de pêche professionnelle, une réflexion plus approfondie et menée avec les CRPMEM de Normandie et Hauts de France permettrait de définir le nombre optimal de navire de pêche dans le parc, les distances de sécurité optimales, le type d'engins...

Restrictions sur les paramètres de pêche :

- ▶ Arts trainants :
 - Nombre de chalutiers/dragueurs par couloir inter-éoliennes ;
 - Sens de circulation des navires (virage en toute sécurité) ;
 - Distance de sécurité entre deux navires dans un même couloir ;
 - Modalités des traits de chalut (durée maximale, distance maximale...).
- ▶ Arts dormants (filets et casiers) :
 - Utilisation de gueuses (lests plats utilisés pour les fonds rocheux, et qui éviteraient fortement les risques de croches) à la place d'ancres ou de grappins ;
 - Taille des filières (raccourcissement si nécessaire au vu de la taille des couloirs de pêche) ;
 - Localisation des filets et filières casiers dans la zone de pêche autorisée au sein du parc ;
 - Distance minimale entre l'ancrage (gueuse) le plus proche de l'embase d'éolienne la plus proche et/ou de la ligne de câblage la plus proche.

Répartition des activités de pêche au sein du parc

Le scindement du parc en zones réservées soit aux arts dormants soit aux arts trainants pourrait également faire l'objet de discussions.

4.4.1.6.4 Dispositions relative à la Zone Réglementée de 2 NM

EMDT propose d'établir une Zone Réglementée de 2 NM autour du parc en phase d'exploitation. Cette distance de 2 NM est nécessaire afin de permettre aux moyens de secours et d'assistance d'arriver à temps afin de limiter le risque d'abordage. Le trafic dans cette zone sera suivi par le centre de coordination maritime (CCM) via le système VTMS.

EMDT propose que, dans la Zone Réglementée de 2 NM :

- ▶ La navigation commerciale (hors activités de pêche professionnelle) soit interdite¹⁰ ;
- ▶ Les activités de plaisance, nautiques et subaquatiques soient autorisées ;
- ▶ Les activités de pêche professionnelle soient autorisées.

EMDT propose que le CCM du parc éolien en mer ait le droit de contacter tout navire se trouvant dans cette zone afin de connaître ses intentions.

4.4.1.7 Dispositifs de Balisage

4.4.1.7.1 Le balisage aéronautique du parc éolien

La réglementation en vigueur pour le balisage aéronautique¹¹ repose aujourd'hui sur :

- ▶ l'arrêté du 23 avril 2018 relatif à la réalisation du balisage des obstacles à la navigation aérienne (NOR : TRAA1809923A)

¹⁰ Cette proposition est établie en cohérence avec les recommandations prises par les Grandes Commissions Nautiques pour les projets éoliens en mer. Par ailleurs, il est aussi conforme à la note technique du 11 juillet 2016 relative aux mesures de sécurité maritime applicables à la planification d'un champ éolien en mer (NOR : DEVT1613199N) qui préconisait une distance minimale de 1,5 NM (environ 2,8 km) pour réduire le risque de perturbation sur les radars embarqués à bord de ce type de navires.

¹¹ Pour ce qui concerne le balisage de l'hélicoptère prévu sur le poste électrique, la Direction Générale de l'Aviation Civile (DGAC) a fait savoir au maître d'ouvrage qu'il n'y avait pas de réglementation nationale et qu'il fallait considérer le document CAP 437 « Standards for offshore helicopter landing areas » émis par la Civil Aviation Authority de Grande-Bretagne.

Cet arrêté prévoit que chaque éolienne du parc, mais également le mât de mesures et le poste électrique en mer, soient signalés par un balisage aéronautique.

Le balisage aéronautique considéré présente les caractéristiques détaillées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 22 : Balisage aéronautique des éoliennes

Type de balisage	Type de feu	Caractéristiques	Localisation sur l'éolienne	Eoliennes concernées
Balisage de jour	Feu de moyenne intensité (MI) de type A	Feu à éclats blancs Intensité de 20 000 cd Visibilité dans tous les azimuts (360°)	Nacelle	Eoliennes périphériques
Balisage de nuit	Feu de moyenne intensité (MI) de type B	Feu à éclats rouges Intensité de 2 000 cd Visibilité dans tous les azimuts (360°)	Nacelle	Eoliennes principales
	Feu de basse intensité (BI) de type C ou soit feu spécifique dit « feux sommitaux pour éoliennes secondaires »	Feu fixe rouge Intensité de 200 cd Visibilité dans tous les azimuts (360°) Ou feu à éclats rouges 200 cd dans le 2 ^e cas	Nacelle	Eoliennes secondaires

Les éoliennes seront de couleur gris clair (RAL 7038), conformément aux dispositions de l'arrêté du 23 avril 2018 précité. A noter que les fondations sur lesquelles reposeront ces éoliennes seront de couleur jaune.

Tableau 23 : Balisage aéronautique du poste électrique

Type de balisage	Type de feu	Caractéristiques	Localisation sur le Poste électrique
Balisage de jour	/	Couleur claire contrastante	/
Balisage de nuit	Feu de basse intensité (BI) de type B	Feu fixe rouge Intensité de 32 cd	Aux 4 coins
Balisage de l'hélicoptère	/	Feux de couleur verte Cercle de couleur jaune au sol Marque « H » de couleur verte au sol	Périphérie de l'hélicoptère Au niveau de l'hélicoptère Au centre du cercle jaune

Tableau 24 : Balisage aéronautique du mât de mesures (source : EMDT)

Type de balisage	Type de feu	Caractéristiques	Localisation sur le mât de mesure
Balisage de jour	Balisage lumineux de basse intensité	/	En haut du mât (100 m PBMA)
	/	Bandes horizontales rouges et blanches	Sur le mât, en alternance
Balisage de nuit	Feu de moyenne intensité (MI) de type B	Feu à éclats rouges Intensité de 2 000cd Visibilité dans tous les azimuts (360°)	En haut du mât (100 m PBMA)
	Feu de basse intensité (BI) de type B	Feu rouge fixe Intensité de 32cd Visibilité dans tous les azimuts (360°)	

Type de balisage	Type de feu	Caractéristiques	Localisation sur le mât de mesure
	Feu de moyenne intensité (MI) de type B	Feu à éclats rouges Intensité de 2 000cd Visibilité dans tous les azimuts (360°)	Sur le mât, en alternance
	Feu de basse intensité (BI) de type B	Feu rouge fixe Intensité de 32cd Visibilité dans tous les azimuts (360°)	

Le passage du balisage lumineux de jour au balisage de nuit est automatique dès lors que la luminosité est inférieure à 50 cd/m².

En cas de défaillance, l'alimentation électrique du balisage lumineux sera secourue par l'intermédiaire d'un dispositif automatique (d'une autonomie au moins égale à 12 h) et commutera dans un délai n'excédant pas 15 secondes.

En outre, le balisage sera télésurveillé (il fera partie du système de commande) et en cas de défaillance ou d'interruption, l'exploitant le signalera dans les plus brefs délais à la Direction de l'Aviation Civile Nord.

Il convient de préciser également que des NOTAM (Notice to Airmen – avis aux pilotes d'aéronefs) seront émis dès érection de la première composante du parc éolien. Le projet sera également publié sur les cartes aéronautiques.

4.4.1.7.2 Plan de balisage maritime du parc éolien de Dieppe Le Tréport

Les prescriptions pour la signalisation maritime des éoliennes composant un parc éolien s'appuient sur :

- ▶ Le système de balisage maritime de l'Association Internationale de Signalisation Maritime (AISM), repris par le décret du 7 septembre 1983 ;
- ▶ La recommandation O-139 (Ed. 2, 2013) de l'AISM, approuvée dans sa version française le 19 juin 2014 par la Commission des Phares ;
- ▶ La note technique du 11 Juillet 2016 relative aux mesures de sécurité maritime applicables à la planification d'un champ éolien en mer (NOR : DEVT1613199N).

Au niveau national, le plan de signalisation maritime spécifique au parc éolien de Dieppe Le Tréport sera soumis pour avis à la Grande Commission Nautique avant approbation par la Direction des Affaires Maritimes. Les dispositifs qui seront mis en œuvre seront portés sur les documents nautiques et signalés par les moyens réglementaires de diffusion de l'information nautique.

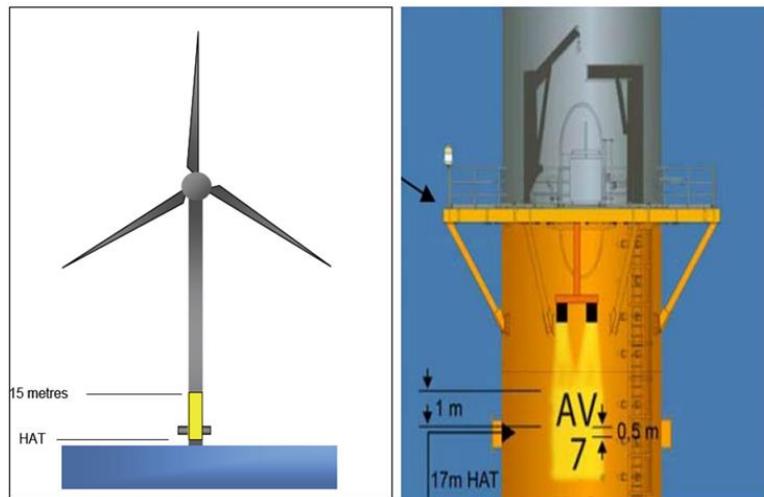
Le maître d'ouvrage prendra notamment toutes les dispositions utiles pour assurer la conformité du balisage avec les informations données au Service Hydrographique et Océanographique de la Marine (SHOM) et dans le cadre de l'information nautique. Il assurera un contrôle de cette conformité et en informera les autorités de l'État, qui pourront procéder à des contrôles inopinés. Par ailleurs, une organisation adaptée au contexte du projet sera définie et mise en place pour la transmission directe de toute information nautique de l'opérateur au Coordonnateur National Délégué (CND).

BALISAGE DE CHAQUE « STRUCTURE » DU PARC EOLIEN

Tout élément d'un champ, comme une éolienne, un mât de mesures, un poste électrique en mer est une structure artificielle, plus simplement appelée « structure ».

Conformément au principe de la marque spéciale, les fondations de chaque structure du parc éolien (éolienne, mât de mesures, poste électrique en mer) seront peintes en jaune (RAL 1003), depuis le niveau des plus hautes marées astronomiques (HAT) jusqu'au niveau + 15 mètres ou jusqu'à celui des feux d'aide à la navigation (balisage SPS ou intermédiaire), si elles en sont équipées et s'ils sont installés au-dessus du niveau + 15 mètres.

Figure 42 : Balisage réglementaire de chaque structure d'un parc éolien (ici la fondation d'une éolienne)



Source : CEREMA, 2013

En outre, une plaque d'identification (lettres et chiffres) marquera chaque structure. Elle sera rétroéclairée ou matérialisée par des signaux-LED fixes.

BALISAGE DE CERTAINES STRUCTURES PERIPHERIQUES DU PARC EOLIEN

La périphérie d'un champ est constituée par une ligne fictive reliant entre elles les structures implantées aux positions extrêmes de ce champ, généralement des éoliennes. Ces éoliennes sont dites structures périphériques significatives (SPS) pour celles qui constituent les extrémités ou points remarquables des lignes du champ, et structures périphériques intermédiaires (SPI) pour celles qui ne sont pas des SPS mais qui s'intercalent entre deux SPS à des intervalles n'excédant pas 2 milles nautiques. La distance entre deux SPS successives n'excède pas 3 milles nautiques.

Ces structures seront munies d'un feu de navigation maritime visible sur l'horizon. Cette dernière condition implique la mise en place de trois feux dans le même plan, mais disposés à 120°. Ceux-ci, synchronisés entre eux, seront installés sur la pièce de transition des structures périphériques concernées, soit à une hauteur d'environ 12 à 15 mètres au-dessus du niveau des plus hautes mers, et donc sous le plan de rotation des pales.

BALISAGE ELECTRONIQUE DU PARC EOLIEN

Le retour d'expérience et la bibliographie montrent que plusieurs impacts (images « miroirs », détection de cibles de façon intermittente entre les éoliennes, déformations radiales et zones d'ombre) seront susceptibles d'affecter les radars de navigation embarqués à bord des navires aux abords du parc éolien.

En conséquence, le maître d'ouvrage propose d'augmenter le balisage du parc éolien par des aides à la navigation électroniques.

Il existe plusieurs sortes de balisages possibles, basés sur l'AIS (fréquence VHF) et sur le RACON (fréquences des radars maritimes bandes X et S).

Les éoliennes possèdent une forte signature radar qui rend superflu le balisage par RACON. Cet équipement n'est donc pas proposé par le maître d'ouvrage.

Pour ce qui concerne l'AIS AtoN, cet équipement électronique sera installé à deux coins du parc de manière à ce que le parc éolien soit balisé de façon distinctive pour tout navire s'approchant du parc et provenant de n'importe quelle direction.

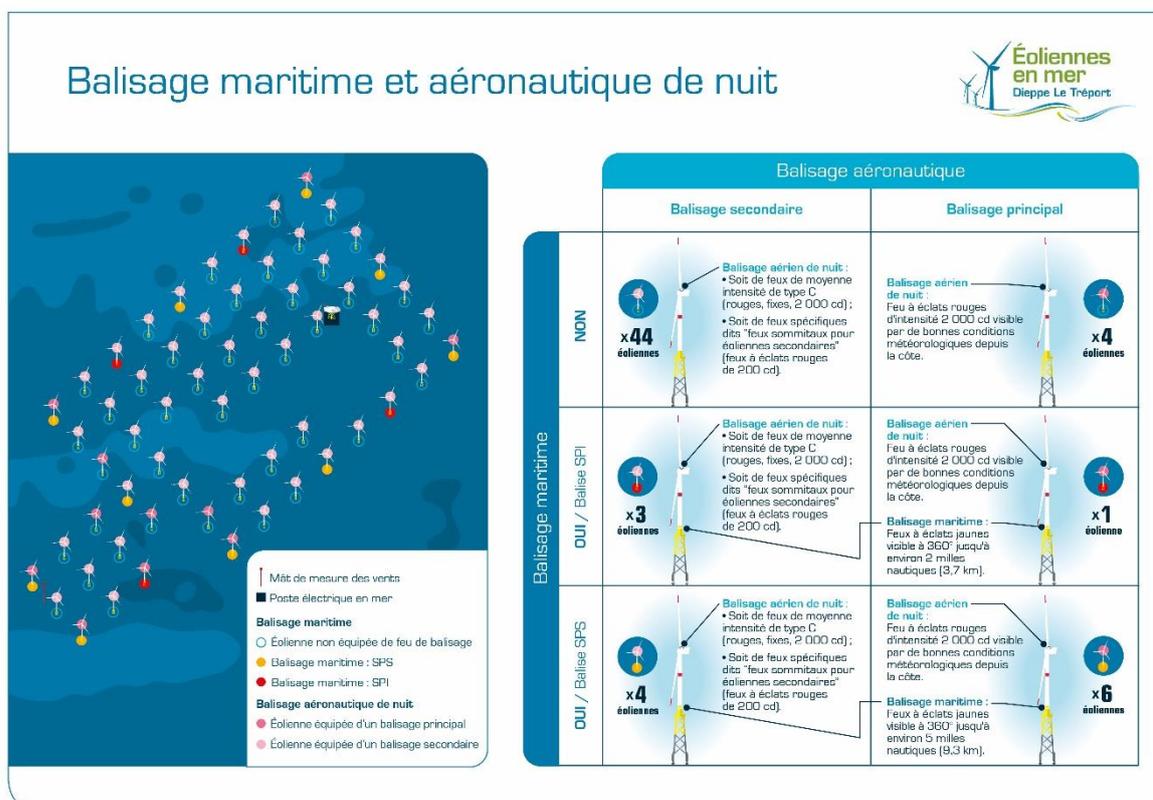
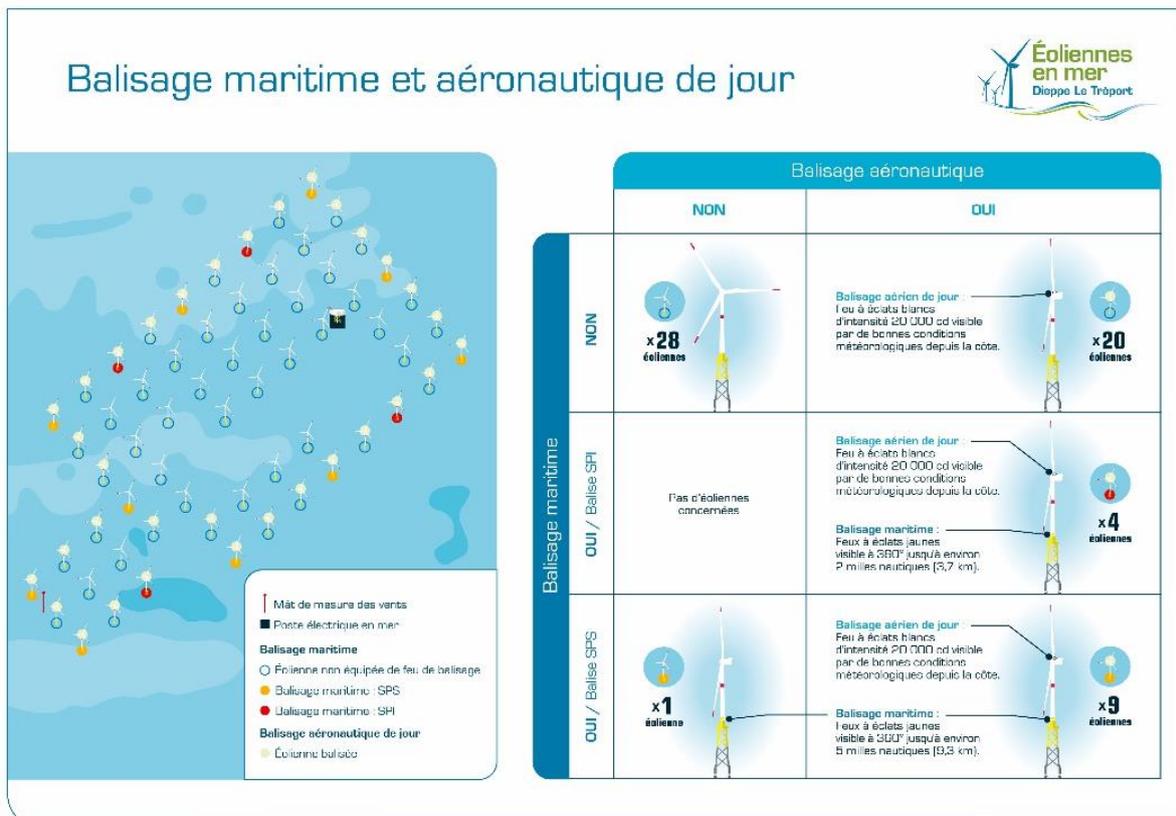
SYNTHESE - PLAN DE SIGNALISATION MARITIME DU PARC EOLIEN DE DIEPPE - LE TRÉPORT

Le plan de signalisation maritime du parc éolien - qui sera discuté en Grande Commission Nautique puis devra être avalisé par la Direction des Affaires Maritimes - se compose ainsi de 64 structures (62 éoliennes, un mât de mesures et un poste électrique en mer) dont les fondations seront peintes en jaune et équipées d'une plaque d'identification.

Parmi ces structures :

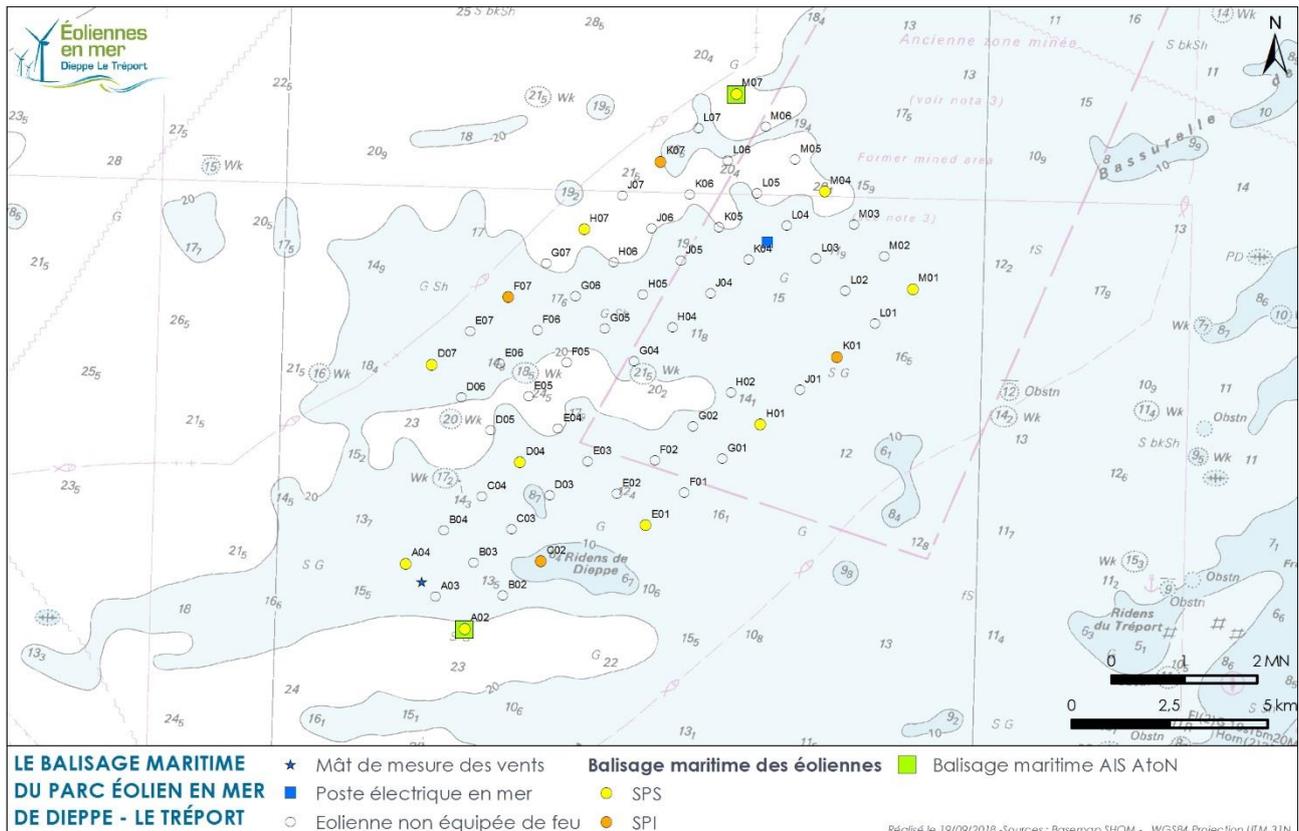
- ▶ 10 éoliennes seront signalées avec un balisage maritime SPS : feux jaunes rythmés (et synchronisés entre eux) d'une portée d'au moins 5 milles nautiques, visibles de toutes les directions. Deux d'entre elles, situées à deux coins du parc seront équipées d'un balisage électronique sous forme d'AIS AtoN ;
- ▶ 4 éoliennes seront signalées avec un balisage maritime SPI : feux jaunes rythmés (et synchronisés entre eux) d'une portée d'au moins 2 milles nautiques, visibles de toutes les directions et non synchronisés avec ceux des SPS.

Figure 43 : Balisage aéronautique et maritime de jour et de nuit



Source : EMDT, 2018

Figure 44 : Plan de signalisation des structures du parc éolien en mer de Dieppe Le Tréport



Source : EMDT, 2018

4.4.1.7.3 Modalités de mise en œuvre et de maintenance des dispositifs

Conformément à la recommandation O-139 de l'AISM, l'ensemble des dispositifs de balisage précités seront maintenus de telle sorte qu'ils permettent d'atteindre les critères de disponibilité prévus, soit 99% pour une marque de catégorie 2.

4.4.1.7.4 Signalisation du parc éolien en phase de construction - modalités de traitement de l'information nautique

SIGNALISATION EN PHASE DE CONSTRUCTION

A ce stade, sur la base des règles de navigation énoncées au 3.6.4, le balisage de la zone de délimitation du parc, dont le périmètre devrait être délimité par un ensemble de bouées marques spéciales, ne peut être précisé à ce stade. Il sera conforme aux réglementations précitées (et reprises dans la note du 11 juillet 2016 émise par la Direction des Affaires Maritimes).

Ce balisage sera complété par la présence de navires de surveillance.

En outre, une station de réception AIS sera installée sur le poste électrique pendant la construction du parc pour améliorer la réception AIS. Elle sera également maintenue pendant la phase d'exploitation.

Enfin, une fois installée et pendant toute la durée des travaux, chaque fondation, peinte en jaune, sera équipée d'un feu compact autonome jaune à éclat régulier d'une période de 2,5 s et d'une portée de l'ordre d'1 mille nautique.

TRAITEMENT DE L'INFORMATION NAUTIQUE

L'information sera diffusée selon différentes formes :

- ▶ **Mise en place du Centre de Coordination Maritime, rattaché au Centre de Contrôle Opérationnel du parc éolien, dès la phase de construction.** Il aura pour mission durant cette phase de coordonner le chantier et assurera la liaison entre l'ensemble des navires (de chantier et tiers). Il sera également l'interlocuteur privilégié des autorités et des usagers de la mer. Un attaché aux usagers de la mer aura notamment pour rôle de prévenir tout risque d'accidents, notamment en diffusant ou relayant, à tous les usagers concernés, des informations relatives au parc pendant cette phase (puis pendant la phase d'exploitation). Il aura aussi la charge de recueillir les doléances et demandes des usagers quant au parc éolien de manière, notamment, à ce que, par la suite, les interventions programmées en phase d'exploitation puissent se dérouler sans entraîner de gêne sur d'autres activités (pêche professionnelle en particulier) ;
- ▶ **Mise à jour des cartes marines électroniques**
 - Phase de construction : intégration de la Zone de Délimitation du parc, puis, au fur et à mesure de l'avancement des travaux, intégration des composantes visibles (fondations) et invisibles (pieu des jackets avant la pose de ces derniers, câbles) du parc ;
 - Phase d'exploitation : intégration de la localisation des éoliennes, du poste électrique en mer, du mât de mesure et des câbles inter-éoliennes.
- ▶ **Mise à jour des cartes marines papier**
 - Phase de construction : intégration de la Zone de Délimitation du parc (ou des zones d'exclusion qui pourraient être définies à la place, selon les choix qui seront faits en termes d'organisation du chantier pour limiter l'impact sur les usagers)
 - Phase d'exploitation : intégration de la localisation des éoliennes, du poste électrique en mer, du mât de mesure et des câbles inter-éoliennes.
- ▶ **Diffusion d'avis aux navigateurs** par le CND.

Pour ce qui concerne les navires de chantier, des procédures permettant un avertissement à leurs équipages en cas d'événements particuliers seront également mises en place.

4.6 Phase de démantèlement

4.6.1.1 Objectifs

En application de l'article R.2124-2 du code de la propriété des personnes publiques, la demande de concession renseigne, le cas échéant, sur « la nature des opérations nécessaires à assurer la réversibilité des modifications apportées au milieu naturel et au site, ainsi qu'à la remise en état, la restauration ou la réhabilitation des lieux en fin de titre ou en fin d'utilisation ».

Par ailleurs, le cahier des charges de l'appel d'offres sur l'éolien en mer indique en son article 6.4 que 5 ans au plus tard avant la date à laquelle il envisage de mettre fin à l'exploitation, le maître d'ouvrage en informe le préfet ayant délivré l'autorisation d'occupation du domaine public maritime. Les travaux effectifs de démantèlement et de remise en état doivent être réalisés conformément aux stipulations de la convention de concession ou, le cas échéant, aux décisions du ou des préfets de département compétents, aux termes des dispositions du code général de la propriété des personnes publiques.

A cette fin, le maître d'ouvrage doit réaliser au plus tard 24 mois avant la fin de l'exploitation du parc éolien, une étude portant sur l'optimisation des conditions du démantèlement et de la remise en état du site, compte tenu des enjeux liés à l'environnement, aux activités et à la sécurité maritime. Cette étude permettra de définir avec précision, sur la base d'un état des lieux au moment donné, la méthode la plus adaptée vis-à-vis de l'environnement pour mener les opérations de démantèlement (procédés les plus respectueux et les moins coûteux en énergie). S'il lui apparaît nécessaire de compléter ou modifier les termes de la convention de concession, le préfet précisera la date à laquelle cette étude devra être fournie.

Par conséquent, la méthodologie proposée à ce stade pourra évoluer en fonction des nouvelles techniques disponibles et réglementations en vigueur.

Trois objectifs opérationnels sont recherchés :

- ▶ Retour à un état proche de l'état initial au point de vue physique (morphologie des fonds, conditions hydrodynamiques) et chimique (composition de l'eau et des sédiments) ;
- ▶ Retour à un état proche ou meilleur de l'état biologique initial ;
- ▶ Retour à un état initial pour les usages de la zone, notamment la pêche, les usages de loisir et la circulation maritime.

4.6.1.2 Éléments à démanteler

Les éléments à démanteler sont les suivants :

- ▶ 62 éoliennes (pales, nacelle, mât) ;
- ▶ 64 fondations des éoliennes, du poste électrique en mer et du mât de mesure en mer ;
- ▶ 1 poste électrique en mer ;
- ▶ Les protections par enrochement des câbles (2km uniquement) ;
- ▶ 95 km de câbles inter-éoliennes ;
- ▶ 1 mât de mesure en mer.

4.6.1.3 Séquençage et port de démantèlement du parc éolien

Le démantèlement s'effectue pratiquement dans l'ordre inverse de l'installation à savoir :

- ▶ Isolation électrique du raccordement haute tension ;
- ▶ Câbles inter-éoliennes et leur enrochement ;
- ▶ Eoliennes ;
- ▶ Poste électrique en mer ;
- ▶ Fondations.

Certaines opérations pourront être réalisées en parallèle selon les moyens logistiques employés afin de réduire le temps nécessaire aux opérations de démantèlement.

L'ensemble des éléments est, une fois déposé, transporté jusqu'à l'infrastructure portuaire choisie pour le recyclage des éléments.

A ce stade le port retenu pour le démantèlement est le port de Cherbourg situé à 140 km (75 milles nautiques). Ce choix ne sera définitif qu'au moment de l'annonce de démantèlement du parc aux autorités.

4.6.1.3.1 Les câbles inter-éoliennes et leur enrochement

Une étude environnementale effectuée 24 mois avant les opérations de démantèlement validera les opérations à réaliser (retrait complet ou partiel des câbles et de leur enrochement) ainsi que la méthodologie retenue afin de minimiser l'impact environnemental.

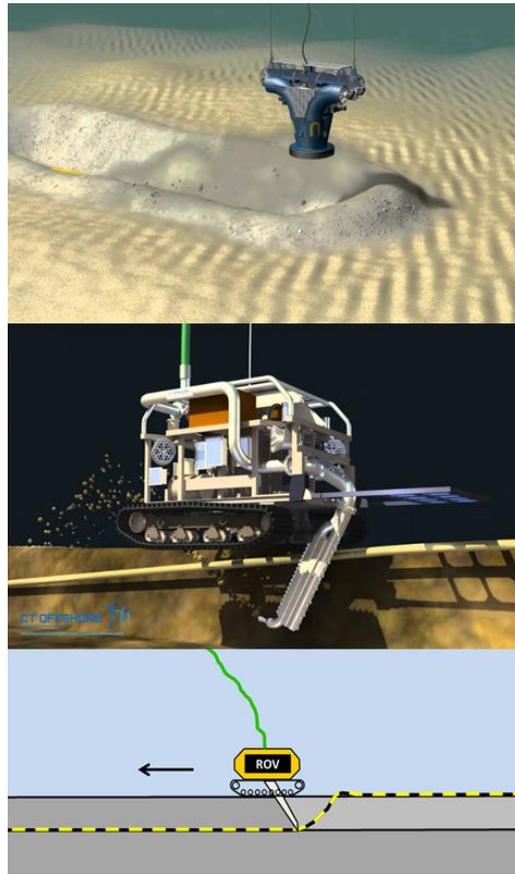
A ce stade, il est prévu de récupérer l'ensemble des enrochements déposés sur le fond marin pour protéger les câbles inter-éoliennes. Ces enrochements pourront être réutilisés pour des travaux de BTP (ex : matériaux de remblais après concassage) ou comme protection de câbles sur d'autres parcs éoliens.

Une analyse complète pour déterminer la meilleure solution technique permettant d'atteindre ces objectifs en tenant compte des enjeux liés à l'environnement, aux activités humaines et à la sécurité maritime sera mise en place.

La dépose des câbles envisagée actuellement pour la grande majorité du linéaire de câble consiste à procéder en ordre inverse de la pose avec l'aide d'un navire câblé assisté d'un véhicule sous-marin (ROV).

Le travail consiste à pomper des grands volumes d'eau et de les projeter sur la zone de travail pour faciliter le retrait du câble. Le câble en place est directement tiré depuis un enrouleur placé sur le bateau. Une fois le câble déconnecté de tout type d'alimentation, un ROV viendra si besoin faire remonter à la surface du sous-sol marin le câble inter-éoliennes.

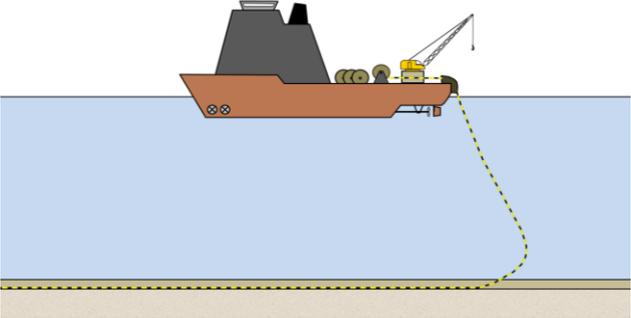
Figure 454 : Extracteur et ROV



Une fois le câble proprement libéré, la méthodologie est décrite dans le tableau suivant.

Tableau 25: Etape de dépose du câble

N° Opé	Description	Schéma représentatif
1	<p>Le crochet de la grue est descendu et le véhicule sous-marin passe le câble dans le crochet.</p> <p>Le câble est tiré en dehors des J-tubes.</p>	

<p>2</p> <p>Le câble est tiré hors de l'eau et raccordé à un enrouleur. Le navire câblé navigue sur le tracé du câble tout en l'enroulant. 2 câbles environ pourront être déposés par jour.</p>	
<p>3</p> <p>Une fois l'ensemble des enrouleurs chargés, le navire câblé rentre au port défini pour décharger avant de revenir sur site poursuivre le démantèlement du câble.</p>	

(<http://www.ctoffshore.dk/>)

4.6.1.3.2 Les éoliennes

Les principaux composants de l'éolienne sont les suivants :

- ▶ La nacelle comprenant principalement le générateur ;
- ▶ Le mât comprenant diverses installations électriques ;
- ▶ Les pales.

Les éoliennes sont démantelées et acheminées au port par groupes de 3. La méthodologie est la suivante pour chaque éolienne.

Tableau 26 : Etapes de dépose des éoliennes

Étapes	Description
0	Préparation du bateau et manœuvres au port
1	Transit jusqu'au parc éolien
2	Positionnement sur site du navire
3	Dépose pale 1
3	Dépose pale 2
3	Dépose pale 3
4	Dépose nacelle
5	Dépose mât
6	Démobilisation du navire
7	Transit vers le port de démantèlement
8	Positionnement et déchargement des éoliennes

Remarque : Les opérations 2 à 6 sont répétées pour chacune des 3 éoliennes avant transit au port.

Cette procédure de démantèlement permet de réduire à un, le nombre de bateaux nécessaires à l'ensemble des opérations. Réduisant également le nombre d'aller-retour des navires et donc l'impact sur le trafic maritime et l'environnement.

Figure 46 : Opérations de démantèlement des aérogénérateurs



Pale en cours de démontage (www.offshorewind.biz)



Pales en cours de démontage (www.marinelog.com)



Dépose de la nacelle (www.fk-win'd.dk)

Déchargement de pales déjà séparées
(www.modulift.com)

Une fois les composants déchargés dans le port, ils sont alors transportés sur une aire de stockage pour laisser la place nécessaire à un nouveau déchargement dans les meilleurs délais.

Le transport des pièces à terre est effectué par des grues mobiles de type SPMT¹².

Figure 57 : Exemple d'aire de stockage des composants



Source : www.bloomberg.com

4.6.1.3.3 Le poste électrique en mer

La méthode de démantèlement du poste électrique est comparable à la dépose des éoliennes dans les modes opératoires mais nécessite des moyens de levage plus importants.

Le démantèlement de la fondation du poste électrique en mer sera effectué selon la méthodologie présentée au chapitre suivant (Fondation Jacket).

¹² Self Propelled Modular Transporter = Module de Transport Auto Propulsé

Tableau 27: Etapes de dépose du poste électrique en mer

Étapes	Description
0	Préparation générale des travaux
1	Positionnement du navire de préparation
2	Découpe des soudures, dépose et chargement de la plateforme
3	Transit de la barge vers le port de démantèlement
4	Déchargement de la plateforme au port

Afin d'assurer un planning d'intervention moins dépendant des conditions météocaniques, la plateforme et la fondation sont transportés indépendamment.

Figure 486 : Opérations de démantèlement d la plateforme du poste électrique en mer



Poste électrique en mer (www.offshorewind.biz)



Dépose de la plateforme (Belwind video)



Déchargement de la plateforme (www.siemens.co.uk)

4.6.1.3.4 Les fondations jacket

L'étude effectuée 24 mois avant les opérations de démantèlement validera les opérations à réaliser ainsi que la méthodologie retenue afin de minimiser l'impact environnemental.

La méthodologie pour le démantèlement des fondations est la suivante.

Tableau 28 : Etapes de dépose des fondations jacket

Étapes	Description
0	Préparation générale des travaux
Opération 1 : Préparation	
1.1	Positionnement du navire de préparation
1.2	Excavation du sol sur une profondeur suffisante dans le cas d'un substrat adéquat (meuble)
1.3	Transit et positionnement sur la fondation suivante
Opération 2 : Découpe et dépose de la structure	
2.1	Positionnement du navire
2.2	I. Découpe externe de la fondation au niveau de la jonction pieux – fondation jacket autour de la liaison en béton coules II. Découpe interne ou externe des pieux : Au maximum à environ -1,00 -2,00 m sous le niveau fond marin
2.3	Chargement sur la barge de transport
2.4	Transit et positionnement sur la fondation suivante
2.5	Transit de la barge vers le port de démantèlement
2.6	Déchargement des structures au port

Remarque : Les opérations 2.1 à 2.4 sont répétées 3 fois avant que la barge de transport ne rentre vers le port de démantèlement afin de limiter le nombre de transports du parc au port de démantèlement.

La découpe interne sera effectuée avec un outil spécial comme ci-dessous.

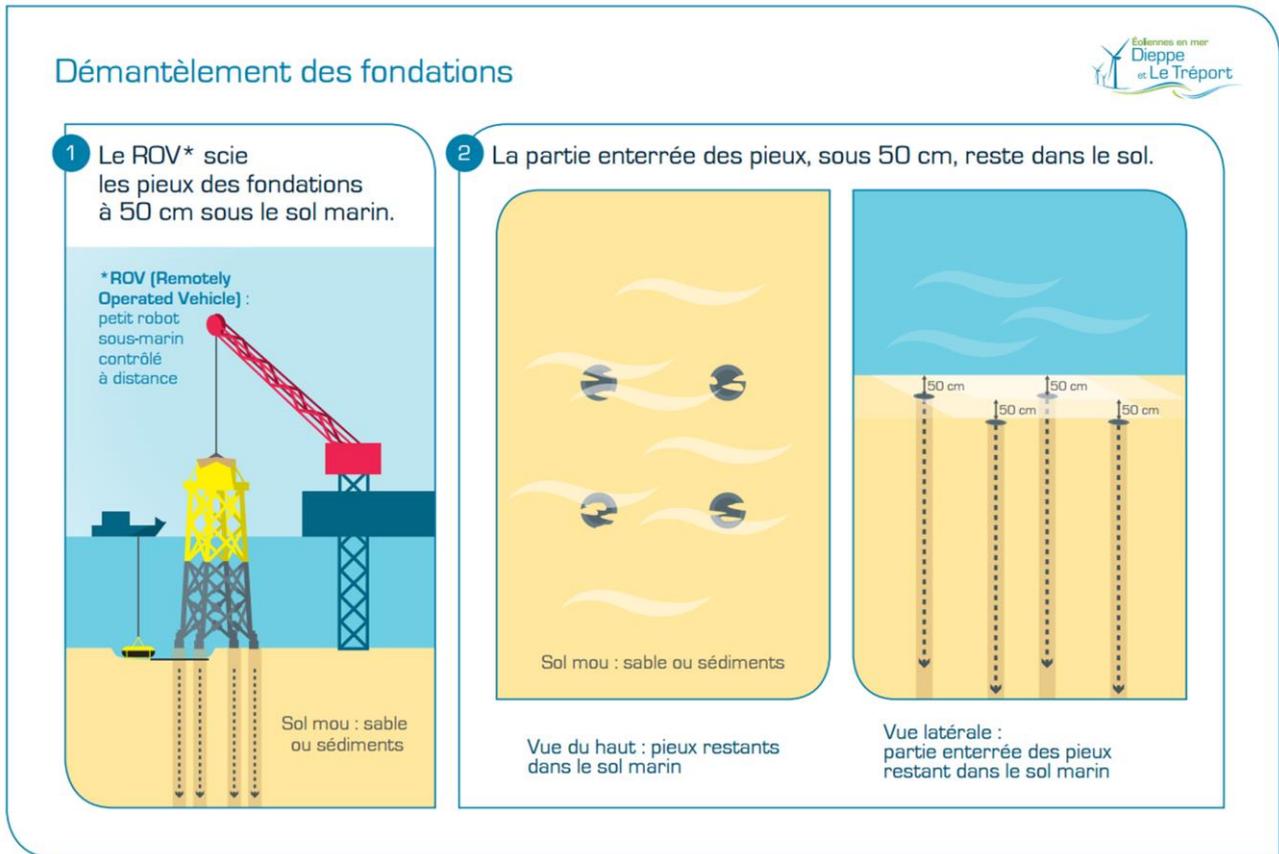
Figure 497 : Outil inséré à l'intérieur d'un pied de fondation pour une découpe interne



Source : Niras, 2016

La découpe externe est effectuée par appareil de type ROV. Pour enlever les structures, un navire équipé d'une grue sera utilisée. Le transport sera effectué sur une barge.

Figure 50 : Découpe externe et vue des pieux laissés sur place



Source : EMDT, 2017

Les éventuelles opérations d'excavation sont réalisées également par un ROV équipé d'un outil adapté.

Au même titre que pour les éoliennes, les structures sont stockées à proximité de l'aire de déchargement du port, avant d'être désassemblées.

Figure 518 : Opérations de démantèlement des fondations



Levage de la structure
(www.heavyliftspecialist.com)



Chargement et mise en sécurité sur la barge
(www.heavyliftspecialist.com)

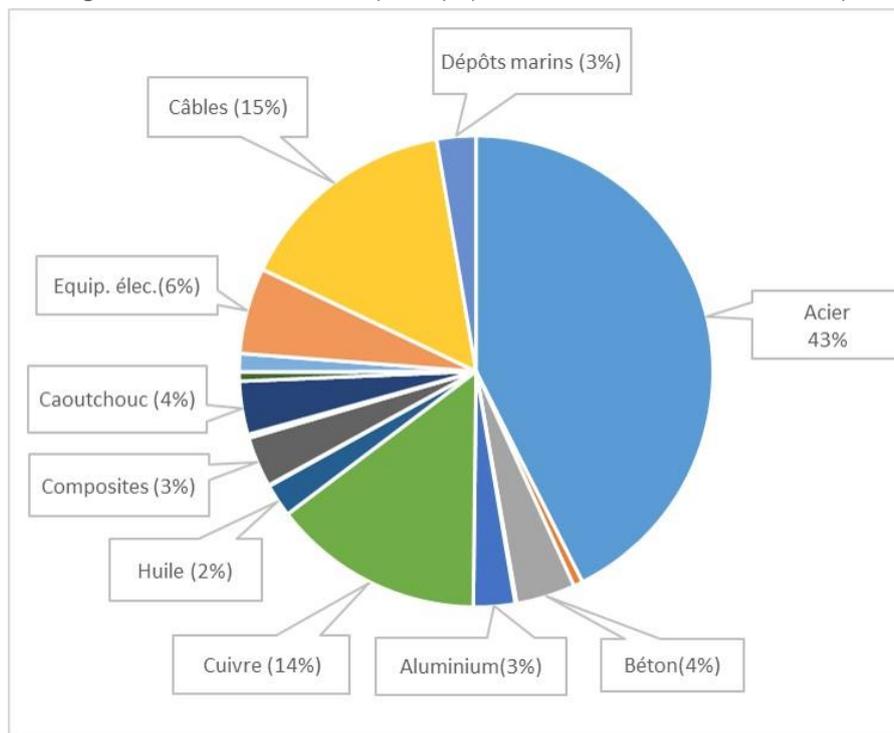
4.6.1.6 Recyclage des éléments constituant le parc

Selon le Ministère de de la Transition Energétique et Solidaire le Plan de réduction et de valorisation des déchets 2014 -2020 précise les objectifs suivants :

- ▶ Objectif 1 : Réduire la production de déchets ;
- ▶ Objectif 2 : Augmenter le recyclage ;
- ▶ Objectif 3 : Valoriser énergétiquement les déchets non recyclables ;
- ▶ Objectif 4 : Réduire la quantité de déchets ultimes.

La répartition des constituants du parc lors du démantèlement est la suivante.

Figure 53 : Constituants du parc (répartis en fonction de leur masse)



Source : EMDT, 2016

Au préalable des opérations de démantèlement, une étude sera menée pour valider la réutilisation de certains équipements, en fonction de leur état notamment. En effet, la réutilisation d'équipements après remise en état est de plus en plus courante, comme par exemple les nacelles des éoliennes ou les grues. Cette étape sera déterminante car elle permettra de définir en amont la destination des différents composants et la logistique portuaire associée.

Les métaux comme l'acier et le cuivre seront recyclés en fonderie, tandis que le béton peut être broyé et réutilisé par exemple pour la constitution de couche de fondation de voiries.

Les peintures appliquées sur les éléments métalliques à recycler pourront être retirées sur le port de démantèlement.

Les quantités de matériaux et la gestion des déchets et des ressources estimées pour les différents scénarios pour 62 éoliennes sont indiquées dans le tableau suivant.

Tableau 29 : Filières de recyclage des principaux matériaux (hors fondation)

Matière première	Poids (tonnes)	Traitement envisagé	Filière de Recyclage
Acier	54 126	Réutilisé si possible ou recyclé	Aciérie
Fonte	10 540	Réutilisé si possible ou recyclé	
Aluminium	279	Réutilisé si possible ou recyclé	Fonderie
Cuivre	992	Réutilisé si possible ou recyclé	Fonderie
Huile	223	Traitée comme huiles usagées	
Fibre de verre	7 130	Réutilisé si possible ou recyclé	
Composites	341	Mise en décharge	
PVC	24,8	Réutilisé si possible ou recyclé	
Caoutchouc	360	Réutilisé si possible ou recyclé	Dé Vulcanisation
Isolant	62	Incinéré ou mis en décharge	
Équipement électrique	583	Recyclé	
Cobber	434	Recyclé	
Aimants	124	Réutilisé ou mis en décharge	
Batteries		Recyclé	

Tableau 30 : Filières de recyclage des principaux matériaux de la fondation

Matière première	Poids (tonnes)	Traitement envisagé	Filière de Recyclage
Acier	71 390	Réutilisé si possible ou recyclé	Aciérie
Béton	7 791	Réutilisé si possible ou recyclé	Cimenterie
Zinc (anodes)	<62	Recyclé	
Dépôt marins	< 6 581	Réutilisé en tant qu'engrais	

Les filières de recyclage citées ci-dessus sont connues, éprouvées et pérennes et les techniques de recyclage continuent d'évoluer. Cependant, certains matériaux devront faire l'objet d'une attention particulière au moment de les démonter (huiles, etc.).

Le coût du démantèlement s'élève entre 100 et 150 millions d'euros, incluant les enjeux environnementaux.

4.7 Coût estimatif du projet de parc éolien en mer

Pour ce périmètre d'intervention, le coût du projet s'élève à environ 1 800 millions d'euros HT.

4.8 Rubriques de la nomenclature concernées

La nomenclature, définie par l'article L214-1 du Code de l'environnement, recense l'ensemble des opérations (installations, ouvrages, travaux, activités) pouvant avoir un impact sur la ressource en eau et les écosystèmes aquatiques.

Les travaux réalisés relèvent des rubriques 4.1.2.0 et 2.2.3.0 et 4.1.3.0 de cette nomenclature.

Le projet est soumis à demande d'autorisation au titre de la « Loi sur l'eau ».

Tableau 31 : Rubriques concernées de la nomenclature

Intitulés des rubriques concernées	Caractéristiques du projet	Déclaration ou autorisation
<p>4.1.2.0 Travaux d'aménagement portuaires et autres ouvrages réalisés en contact avec le milieu marin et ayant une incidence directe sur ce milieu :</p> <p>1° D'un montant supérieur ou égal à 1 900 000 euros</p> <p>2° D'un montant supérieur ou égal à 160 000 € mais inférieur à 1 900 000 €</p>	<p>Montant des travaux supérieur à 1 900 000 euros</p>	<p>Autorisation</p>
<p>2.2.3.0 : Rejet dans les eaux de surface :</p> <p>1° Le taux de pollution brute des eaux étant :</p> <p>a) Supérieur ou égal au niveau de référence R2¹³ pour l'un au moins des paramètres qui y figurent (A)</p> <p>b) Compris entre les niveaux de référence R1 et R2 pour l'un au moins des paramètres qui y figurent (D)</p>	<p>a) Supérieur ou égal au niveau de référence R2 pour l'un au moins des paramètres qui y figurent</p>	<p>Autorisation</p>
<p>4.1.3.0 : Dragage et/ ou rejet y afférent en milieu marin :</p> <p>1° Dont la teneur des sédiments extraits est supérieure ou égale au niveau de référence N2 pour l'un au moins des éléments qui y figurent (A) ;</p> <p>2° Dont la teneur des sédiments extraits est comprise entre les niveaux de référence N1 et N2 pour l'un des éléments qui y figurent :</p> <p>a) Et, sur la façade métropolitaine Atlantique-Manche-mer du Nord et lorsque le rejet est situé à 1 km ou plus d'une zone conchylicole ou de cultures marines :</p> <p><i>l.- Dont le volume maximal in situ dragué au cours de douze mois consécutifs est supérieur ou égal à 50 000 m³ (A) ;</i></p>	<p>Les sédiments issus du forage sont considérés comme exempts de pollution étant donné leur origine (roche-mère).</p> <p>Par ailleurs, le volume maximum des matériaux issus des opérations de forage et dispersés au pied des fondations est estimé inférieur à 50 000 m³</p>	<p>Déclaration</p>

¹³ Soit 125 kg/j de métaux et métalloïdes - Seuils R 1 et R2 du tableau 1 de l'arrêté du 9 août 2006 modifié pour les métaux et métalloïdes.

<p>II.- Dont le volume maximal in situ dragué au cours de douze mois consécutifs est inférieur à 50 000 m³ (D) ;</p> <p>b) Et, sur les autres façades ou lorsque le rejet est situé à moins de 1 km d'une zone conchylicole ou de cultures marines :</p> <p>I.- Dont le volume maximal in situ dragué au cours de douze mois consécutifs est supérieur ou égal à 5 000 m³ (A) ;</p> <p>II.- Dont le volume maximal in situ dragué au cours de douze mois consécutifs est inférieur à 5 000 m³ (D) ;</p> <p>3° Dont la teneur des sédiments extraits est inférieure ou égale au niveau de référence N1 pour l'ensemble des éléments qui y figurent :</p> <p>a) Et dont le volume in situ dragué au cours de douze mois consécutifs est supérieur ou égal à 500 000 m³ (A) ;</p> <p>b) Et dont le volume in situ dragué au cours de douze mois consécutifs est supérieur ou égal à 5 000 m³ sur la façade Atlantique-Manche-mer du Nord et à 500 m³ ailleurs ou lorsque le rejet est situé à moins de 1 km d'une zone conchylicole ou de cultures marines, mais inférieur à 500 000 m³ (D).</p> <p>L'autorisation est valable pour une durée qui ne peut être supérieure à dix ans. L'autorisation prend également en compte les éventuels sous-produits et leur devenir.</p> <p>Les rejets afférents aux dragages donnant lieu à des opérations d'immersions et dont les paramètres sont inférieurs aux seuils d'autorisation sont soumis à déclaration.</p>		
--	--	--

4.8.1.1 Modalités des travaux restant encore à définir

Le tableau ci-dessous présente les modalités de réalisation restant à définir, le calendrier des points d'arrêts pour ces choix ainsi que les modalités de porter à connaissance du Préfet des choix réalisés.

Modalité des travaux	Choix à réaliser	Modalités de porter à la connaissance du Préfet	Calendrier point d'arrêt choix
----------------------	------------------	---	--------------------------------

4. Nature, consistance, volume et objet du parc éolien en mer ainsi que les rubriques de la nomenclature dans lesquels ils sont rangés

<p>Nombre et emplacement des fondations forées</p>	<p>En l'état actuel des connaissances sur la nature des sols du site, le maître d'ouvrage a estimé qu'un maximum de 10% des fondations des éoliennes devra être réalisé par forage et non par battage de pieux.</p>	<p>Aucune, les deux techniques ayant été analysées dans l'étude d'impact. Si toute fois il s'avérait que plus de 10% des fondations devraient être réalisées par forage (soit plus de 6 au total), un Porter à Connaissance à l'intention du Préfet serait réalisé.</p>	<p>Suite à la délivrance des autorisations administratives du parc et de l'analyse des résultats de la campagne géotechnique de l'été 2018, ces choix seront arbitrés avec l'entreprise sélectionnée en phase de préparation chantier.</p>
<p>La technique utilisée pour le forage (avec eau de mer ou avec boues lubrifiantes)</p>	<p>En fonction de la nature des sols observée lors des forages de reconnaissance géotechnique effectués en 2018 et des capacités des contractants sélectionnés pour l'installation des fondations des éoliennes, il conviendra d'arbitrer pour chaque emplacement de la technique utilisée pour le forage.</p>	<p>Aucune, les deux techniques ayant été analysées dans l'étude d'impact.</p>	<p>Suite à la délivrance des autorisations administratives du parc et de l'analyse des résultats de la campagne géotechnique de l'été 2018, ces choix seront arbitrés avec l'entreprise sélectionnée en phase de préparation chantier.</p>
<p>La composition chimique des peintures anticorrosives et des anodes à courant imposé</p>	<p>Les peintures anticorrosives seront de type époxy, polyuréthane ou vinylique, neutre pour l'environnement. Par ailleurs, il est envisagé d'installer 16 à 20 anodes à courant imposé par fondation, 20 pour la fondation du poste électrique, et une quinzaine pour l'ensemble de la fondation du mât de mesure. Les échanges avec les contractants sélectionnés pour la fabrication et l'installation en mer des fondations des éoliennes et du poste électrique permettront de préciser la composition chimique des moyens de protection cathodique.</p>	<p>Le Maître d'Ouvrage imposera une peinture neutre pour l'environnement au cahier des charges de son contractant. Un cas maximisant de 20 anodes à courant imposé par fondation de chaque éolienne, de même que pour le poste électrique, et une quinzaine pour le mât de mesure ayant été analysé dans l'étude d'impact, aucune information supplémentaire n'est nécessaire.</p>	<p>Suite à la délivrance des autorisations administratives du parc, le dimensionnement final du système sera arrêté avec le contractant en charge de la fourniture et de l'installation et ces choix seront arbitrés avec lui en phase de préparation chantier.</p>
<p>La localisation et le linéaire des zones où les câbles inter-éoliennes électriques sous-marins seront protégés par recouvrement</p>	<p>En fonction de la nature des fonds marins sur le tracé du câblage inter-éolien, la technique d'ensouillage ne pourra être mise en œuvre partout, aussi la technique d'enrochement devra être déployée à certains endroits restants à identifier, au maximum sur 2% du linéaire total.</p>	<p>Aucune, cette hypothèse maximale de 2% ayant été considérée dans l'étude d'impact. S'il s'avérait nécessaire de recourir à l'enrochement sur plus de 2% du linéaire, avec une incidence significativement supérieure à celle envisagée dans l'étude d'impact, un Porter à Connaissance serait réalisé à</p>	<p>Lors de l'analyse des résultats de la campagne géotechnique de l'été 2018, fin 2018.</p>

4. Nature, consistance, volume et objet du parc éolien en mer ainsi que les rubriques de la nomenclature dans lesquels ils sont rangés

		l'intention du Préfet.	
La nature et origine des matériaux utilisés pour le recouvrement des câbles inter-éoliennes	<p>Les études techniques préalables envisagent à ce jour la mise en place de roches constituées de graviers grossiers et très grossiers, de galets, et blocs rocheux provenant de carrières européennes.</p> <p>La constitution précise, la provenance et le traitement préalable des roches seront définis en accord avec l'entreprise en charge de l'installation des câbles au sein de la zone du parc.</p>	Aucune, les diverses constitutions, provenance et traitement préalable des roches ayant été considérés dans l'analyse des impacts.	Suite à la délivrance des autorisations administratives du parc, ces choix seront arbitrés avec l'entreprise sélectionnée en phase de préparation chantier.
La technique utilisée pour l'ensouillage des câbles inter-éoliennes	La technique prévue à ce jour consiste à enfouir les câbles sous une couche de sédiments à l'aide d'un robot type ROV (Remotely Operated Vehicle) par envoi d'un jet sous haute pression. Une autre technique possible pourrait être le creusement d'une tranchée avant la dépose du câble à l'aide d'une charrue ou d'une trancheuse mécanique.	Aucune, les deux techniques ayant été considérées dans l'analyse des impacts.	Suite à la délivrance des autorisations administratives du parc, ces choix seront arbitrés avec l'entreprise sélectionnée en phase de préparation chantier.
La localisation et le linéaire des zones où l'ensouillage des câbles inter-éoliennes nécessitera un aplanissement des dunes	S'il s'avère que la migration des dunes représente un réel risque d'exposition des câbles en certains endroits du parc, il serait nécessaire de procéder avant ensouillage à un aplanissement des dunes.	Aucune, l'aplanissement des dunes par dragage ayant déjà été envisagé aux abords de 5 éoliennes et à plusieurs endroits déjà identifiés le long du tracé des câbles, et a été donc étudié dans la partie impacts.	L'analyse des résultats de la campagne géotechnique de l'été 2018, fin 2018, confirmera la nécessité d'y procéder sur ces zones identifiées ou non.
La technique d'aplanissement des dunes	La méthode aujourd'hui considérée consiste en un dragage de la partie supérieure des dunes, par pompage depuis un navire. Les sédiments pompés seront rejetés aux abords de la zone ou plus loin, soit dans une zone de clapage définie et autorisée, ou ils pourraient être utilisés pour des opérations de rechargement du littoral existant à proximité du projet, ou pour être revalorisés.	Les modélisations concernant les opérations de dragage et d'installation des câbles inter-éoliennes mettent en évidence que le rejet à l'avancée ne modifiera que de manière localisée les concentrations. Celles-ci n'augmenteront jamais la turbidité naturelle de plus de 5 mg/l et le panache se dispersera en quelques heures. Si le volume dragué dépassait ce qui est estimé à ce jour et devait faire l'objet d'un clapage dans une zone définie et	Suite à l'analyse des résultats de la campagne géophysique de l'été 2018, le Maître d'ouvrage aura une parfaite connaissance de la zone et saura évaluer si le volume à draguer dépasse les hypothèses considérées dans l'étude d'impact.

4. Nature, consistance, volume et objet du parc éolien en mer ainsi que les rubriques de la nomenclature dans lesquels ils sont rangés



		autorisée, le Maître d'ouvrage contacterait la Préfecture maritime afin de recueillir ses instructions et réaliserait un Porter à Connaissance afin d'en formaliser les impacts induits.	
--	--	--	--

5 Analyse des incidences du projet sur la ressource en eau, le milieu aquatique, les sites Natura 2000 ainsi que les mesures correctives ou compensatoires envisagées



L'article R.214-6 du code de l'Environnement précise que lorsqu'une étude d'impact est exigée en application des articles R.122-5 à R.122-9, elle est jointe à ce document, qu'elle remplace si elle contient les informations demandées. Les chapitres ci-après font ainsi référence aux chapitres concernés du **Document 3 « Etude d'impact du parc éolien en mer »**.

5.1 Incidences du projet sur la ressource en eau et le milieu aquatique

Se reporter aux **chapitres 2 et 4** « état initial » et « analyse des effets et des impacts du projet sur l'environnement et sur la santé du **Document 3 de l'étude d'impact du programme**.

5.2 Evaluation des incidences du projet sur les sites Natura 2000

Se reporter à l'évaluation des incidences au titre de Natura 2000 du projet de parc éolien en mer, **annexée au Document 3 de l'étude d'impact du programme**.

5.3 Comptabilité du projet avec les documents cadres relatifs à la gestion de l'eau

Se reporter au **chapitre 7** « Compatibilité du projet avec l'affectation des sols et son articulation avec les schémas, plans et programmes » du **Document 3 de l'étude d'impact du programme**.

5.4 Mesures correctives ou compensatoires envisagées

Se reporter au **chapitre 5** « Mesures prévues par le pétitionnaire » du **Document 3 de l'étude d'impact du programme**.

5.5 Raisons pour lesquelles le projet a été retenu parmi les alternatives étudiées

Se reporter au **chapitre 3** « Présentation des variantes examinées et raison du choix du projet » du **Document 3 de l'étude d'impact du programme**.

6 Moyens de surveillance et d'intervention en cas d'incident ou d'accident



6.1 Modalités de suivi du projet et de ses impacts sur l'environnement

Le maître d'ouvrage s'est engagé à mettre en place des suivis de l'efficacité (SE) des mesures de réduction et de compensation ainsi que des suivis environnementaux visant à améliorer l'acquisition de connaissance (Engagement-E) dont la supervision sera assurée par un Groupement d'Intérêt Scientifique (GIS) spécifiquement mis en place pour le projet. Il aura vocation à rendre public leurs résultats et à assurer la diffusion des nouvelles connaissances scientifiques.

Dans les chapitres qui suivent, les mesures sont numérotées et listées au sein de tableaux de présentation des mesures. Des fiches les présentent ensuite de manière détaillée.

6.1.1 Suivis de l'efficacité (SE) des mesures

6.1.1.1 Présentation des suivis de l'efficacité des mesures

Tableau 32 : Présentation des suivis de l'efficacité des mesures ERC

Suivi n°	Composantes concernées	Description du suivi de l'efficacité des mesures	Mesure intégrant les modalités de suivi de l'efficacité	Coût global en € HT
Suivi efficacité SE1	Mammifères marins Ressource halieutique et autres peuplements	Suivis acoustiques des niveaux de bruits sous-marins	MR5, MR6, MR6bis, MR6ter	1 650 000 pour les 11 années de suivi
Suivi efficacité SE1bis	Mammifères marins	Suivis télémétriques des phoques gris et veaux-marins avant, pendant la construction, pendant l'exploitation et durant le démantèlement	MR5, MR6, MR6bis, MR6ter, MR13	540 000 pour les 11 années de suivi
Suivi efficacité SE2	Avifaune et mammifères marins	Suivis à long terme des populations d'oiseaux en mer (et autres groupes de mégafaune marine) selon le protocole BACI	MR3, MR7, MR9, MR13, MR14	5 090 000 pour les 12 années de suivi
Suivi efficacité SE2bis	Avifaune	Identification par suivi GPS individuel, des habitats marins des oiseaux susceptibles d'utiliser la zone du parc éolien, et modéliser leurs habitats préférentiels.	MR3, MR7, MR9, MR13, MR14, MC4	391 400
Suivi efficacité SE2ter	Avifaune	Contribution aux programmes de suivis des goélands nicheurs (bague) et analyse de la dynamique des populations du Goéland argenté et brun	MR3, MR7, MR9, MR13, MR14	110 000
Suivi efficacité SE3	Chiroptères	Etude des activités de chauves-souris en vol au sein du parc éolien	MR3, MR7	200 000 pour les 7 années de suivi
Suivi efficacité SE3bis	Chiroptères, avifaune	Suivi de l'activité des oiseaux et des chauves-souris en vol au sein du parc éolien	MR3, MR7, MR9, MR13, MR14, MR19	750 000
Suivi efficacité SE4	Pêche professionnelle Navigation et sécurité en mer	Suivi géophysique de l'ensouillage des câbles et des fondations	ME5	Intégré dans le coût du projet
Suivi	Populations benthiques	Evaluation des changements	ME1, ME4, ME5	330 000€

Suivi n°	Composantes concernées	Description du suivi de l'efficacité des mesures	Mesure intégrant les modalités de suivi de l'efficacité	Coût global en € HT
efficacité SE5		éventuels des communautés benthiques de substrats meubles		
Suivi efficacité SE6	Ressources halieutiques	Veille bibliographique et mise en œuvre de campagnes d'inventaires de la ressource halieutique et des autres peuplements	ME1, ME5 MR5	3 200 000 €
Suivi efficacité SE7	Habitats et biocénoses benthiques Ressources halieutiques Mammifères marins	Suivi de la modification du champ magnétique et de la température émise par les câbles	ME5	120 000 €
Suivi efficacité SE8	Habitats et biocénoses benthiques Ressources halieutiques	Evaluation de l'effet récif	ME4, ME5	
Suivi efficacité SE9	Trafic maritime Navigation et sécurité en mer	Suivi de l'accidentologie	MR9, MR10, MR17, MC1, MC2, MC3	10 000
Suivi efficacité SE10	Servitudes Moyens de surveillance, de navigation, de communication et de détresse	Suivi de l'efficacité des mesures visant à réduire et compenser l'impact sur la surveillance de la navigation	MR15, MR16, MC1 et MC2	150 000
Suivi efficacité SE11	Servitudes Moyens de surveillance, de navigation, de communication et de détresse	Suivi de l'efficacité de la compensation de l'impact sur les communications VHF	MC3	100 000
Suivi efficacité SE12	Pêche professionnelle	Suivi de l'impact socio-économique du projet sur la pêche professionnelle maritime	MC5, MC6	1 390 000
TOTAL				14 031 400 €

6.1.1.2 Fiches descriptives des suivis de l'efficacité des mesures

Fiche n°	SE1	Catégorie de mesure	Suivi de l'efficacité des mesures	Composante	Mammifères marins Ressource halieutique et autres peuplements
Suivis acoustiques long terme des niveaux de bruits sous-marins et de la fréquentation par les cétacés					
Contexte et objectifs de la mesure					
<p>L'objectif de ces suivis est d'affiner la connaissance sur l'étendue de la zone à risque de nuisances sonores pour les mammifères marins, les tortues marines et les poissons. Cette mesure de suivi permettra d'obtenir des données plus précises de l'émergence sonore induite par les travaux de construction et de démantèlement du parc éolien en mer ainsi que pendant son exploitation, et participera à l'amélioration des connaissances scientifiques.</p> <p>La plupart des études d'impacts se basent sur un protocole de type BACI (<i>Before After Control Impact</i>) (Stewart-Oaten, Bence et Osenberg 1992). Ce type de protocole nécessite de suivre deux sites en parallèle : le site concerné par le projet et un site témoin, peu importe la technique de suivi utilisée. Les deux sites doivent être en tout point comparables afin de permettre la détection de tout changement (spécifique, abondance...) à court ou à long terme. En pratique, la sélection d'un site témoin est compliquée car l'étendue des empreintes sonores est telle que celui-ci est susceptible d'être très distant et donc peu représentatif.</p> <p>Un autre type de protocole peut être utilisé, il s'agit du « <i>gradient sampling</i> ». Celui-ci consiste à suivre sur un seul site l'impact des nuisances en fonction de la distance à la source. Particulièrement adapté aux suivis par acoustique passive, ce type de protocole permet d'estimer les différentes réactions des mammifères marins en fonction de la distance à la source de bruit. C'est ce type de protocole qui est retenu dans le cadre du programme de suivi acoustique et qui est présenté ci-après. L'approche proposée repose sur la mise la duplication du protocole géographique, des outils et des traitements mis en œuvre pendant l'établissement de l'état initial permettant de disposer de points de références comparables :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mesures du bruit large bande par des enregistreurs acoustiques autonomes pendant des périodes successives d'une année au point fixe dans l'aire d'étude immédiate, et aux trois points fixes au-delà de la zone projet dans l'aire d'étude éloignée afin de tenir compte des rayons d'influence des différents ateliers ; • Traitement physique des données et assimilation dans des modèles acoustiques afin de déterminer la cartographie des empreintes sonores au cours du projet : empreintes sonores larges bandes et perçues par chaque catégorie d'espèces potentiellement exposées ; • Traitement bioacoustique des données permettant de suivre la fréquentation saisonnière et pluri-annuelle par les toutes les espèces de cétacé. <p>Dupliquée tout au long de la vie du projet, les données acoustiques recueillies offrent un suivi grande échelle et long terme du projet. Le suivi individualisé des zones de risque physiologique autour des ateliers est traité spécifiquement par les mesures MR6bis et MR6ter.</p> <p>Le programme de suivi a donc plusieurs objectifs :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1- suivre l'évolution du bruit pendant toute la durée du projet ; 2- évaluer les modifications par rapport à l'état de référence de la fréquentation des populations de cétacés, de pinnipèdes et de tortues marines dans la zone d'influence du projet. Ces évaluations ont lieu tout au long de la vie du projet; <p>Le calage des campagnes de mesure acoustique se fera également en même temps que les campagnes de suivi halieutique (SE6) afin de vérifier les liens éventuels entre mesures acoustiques et densités/diversité de captures.</p>					
Description de la mesure					
<p>Zone de suivi</p> <p>Il est proposé de dupliquer le protocole géographique mis en œuvre pour les suivis acoustiques de l'état initial de</p>					

l'étude d'impact acoustique afin de couvrir les empreintes sonores des opérations de forage et de battage, de l'exploitation et des travaux de démantèlement. L'impact de la phase exploitation sur les ressources halieutiques sera développé sur la base du rapprochement des résultats des campagnes halieutiques (SE6) et des mesures acoustiques développées.

Outils utilisés

Identiquement au protocole défini et mis en œuvre pour l'état initial de l'étude d'impact, les suivis sont mis en œuvre grâce à des enregistreurs acoustiques autonomes et calibrés permettant de recueillir les signaux acoustiques bruts large bande en vue de leurs traitements pour l'identification de la fréquentation par toutes les espèces de cétacés (exemple : SM3M, RTSYS, etc.). Les enregistreurs devront pouvoir mesurer et restituer des signaux couvrant une bande de fréquences minimale de 10Hz à 100kHz afin de capturer les bruits du projet, les bruits naturels et les bruits biologiques de toutes les espèces (en particulier les espèces hautes fréquences). Le recours à des C-POD n'est donc pas retenu étant donné que ces dispositifs ne permettent que la détection des clics du Marsouin commun et des Delphinidés, mais ne permettent ni la détection des sifflements des Delphinidés utilisés pour la communication et la socialisation, ni la mesure du bruit.

Les traitements appliqués aux données acoustiques mesurées et les méthodes de modélisation, de calibration et de cartographies seront rigoureusement identiques à celles mises en œuvre lors de l'étude d'impact afin de garantir la comparabilité des résultats.

Durée des suivis

En plus de l'établissement de l'état de référence, les suivis sont mis en œuvre pendant la phase de construction, puis pendant des périodes de référence au cours de la phase d'exploitation, et enfin pendant la phase de démantèlement et un an après. Ces périodes annuelles de suivi sont référencées par rapport à l'année N de mise en service du parc éolien. Ainsi, Les années de suivi correspondent aux périodes suivantes :

- 1 année de référence avant le début de la phase de construction ;
- 2 années en cours de la phase de construction ;
- année N afin d'évaluer les effets dans l'année qui suit la fin de la phase de construction et sur la première année de la phase d'exploitation du parc ;
- année N+1 afin d'évaluer les effets après un an d'exploitation du parc ;
- puis de façon périodique avec un espacement croissant aux années N+3, N+5, N+10, N+15, N+20 au cours de la phase d'exploitation ;
- enfin lors de la phase de démantèlement et une année après la fin du démantèlement.

Résultats attendus des suivis

Mesure des évolutions des niveaux sonores aux points de mesure fixes :

- cartographie de l'état sonore statistique sur les aires d'étude immédiate et éloignée par modélisation et calibration par les données mesurées aux points fixes ; les résultats sont établis sous la forme de percentiles (ou quantiles) mensuels et annuels pour des niveaux large bande et pour chaque bande de perception des catégories d'espèces (cétacés, pinnipèdes, poissons, tortues marines et larves) ;
- contribution à la DCSMM pour le suivi des indicateurs 11.1 et 11.2.
- estimation de l'évolution de la fréquentation des mammifères marins autour des points de mesure fixes. Un soin particulier sera apporté à la caractérisation de la statistique de la portée de détection des hydrophones pour chaque bande de perception considéré afin de permettre leur exploitation et leur confrontation aux résultats des autres suivis (visuels notamment) ; ;

Rapports annuels et de récolement

Les rapports annuels lors de la phase d'exploitation fourniront les analyses comparatives avec l'état initial (étude d'impact) et de référence (année avant construction). Les rapports des années N+1, N+3, N+5 et N+10 et N+20 constitueront des points d'étape. Les rapports cumuleront au fur et à mesure les années de suivi antérieures afin de disposer de rapports de récolement tout au long de la vie du projet.

Autres mesures contributrices à cette thématique :

Les suivis réalisés par les mesures E5 et E12, MR6, MR6bis et MR6ter et SE1bis viennent alimenter les résultats et analyses réalisées dans le cadre de cette mesure.

Contribution du suivi :

Les mesures E4 et SE2 bénéficieront des données et des résultats produits par ce suivi.

Responsable de la mise en œuvre	Maître d'ouvrage et prestataires spécialisés en acoustique sous-marine	Partenaires techniques pressentis	Bureaux d'études et structures spécialisés (exemple : Quiet-Oceans, Observatoire Pelagis ou autres prestataires)
Phases d'intervention	Nombre d'années de mise en œuvre du suivi : 11 (1 année de référence avant le début de la phase de construction, 2 années en cours de la phase de construction), 7 années en phase d'exploitation (N = année de mise en service ; N+1 ; N+3 ; N+5 ; N+10 ; N+15 ; N+20), 1 année en phase de démantèlement et 1 année après la fin du démantèlement		
Secteurs concernés	Zone du parc éolien et ses abords	Estimation des coûts (€ HT)	Estimation par année de suivi : 150 000 € HT intégrant acquisition des données, traitements des données et analyses (cartographie, rédactions) Budget pour les 12 années de suivi : 1 650 000 € HT
Modalités de suivi de la mesure			
Non applicable			
Indicateurs de mise en œuvre	Fourniture des rapports annuels de mission aux services de l'Etat et au GIS. Taux de couverture temporelle cumulée des mesures acoustiques.	Indicateurs de résultats	Ecart statistique de fréquentation des Marsouin commun et des Delphinidés par rapport à l'année initiale (étude d'impact) et à l'année de référence. Ecart statistiques des niveaux de bruit par rapport à l'année initiale (étude d'impact) et à l'année de référence.

Fiche n°	SE1bis	Catégorie de mesure	Suivi de l'efficacité des mesures	Composante	Mammifères marins
Suivis télémétriques des phoques gris et veaux-marins avant, pendant la construction, pendant l'exploitation et durant le démantèlement et suivi des colonies de baie d'Authie et de baie de Somme					
Contexte et objectifs de la mesure					
<p>Les phoques sont des animaux discrets qui ne sont pas inféodés au milieu marin et qui reviennent à terre pour se reposer. Aussi de la même façon que pour les oiseaux, les observations réalisées en mer ne concernent donc qu'une part de la population. Deux méthodes sont appliquées pour ce suivi : le suivi des animaux à terre et le suivi des animaux en mer.</p> <p>Ces méthodes différentes mais complémentaires permettent ainsi d'avoir une représentation plus précise des populations.</p> <p>Le suivi des colonies à terre permet d'évaluer la taille et l'état de la colonie grâce notamment au dénombrement des naissances. Le suivi des colonies de baie de Somme et de baie d'Authie montre une augmentation de la présence des phoques veaux-marins et des phoques gris. Alors que les naissances de phoque veau-marin sont également en augmentation, pour le phoque gris très peu de naissance sont aujourd'hui observées dans ces baies.</p> <p>Ces suivis avant, pendant, après la construction et durant le démantèlement ont pour objectif d'évaluer les modifications éventuelles par rapport à l'état de référence sur la fréquentation de la colonie et sur sa composition.</p> <p>L'étude télémétrique menée en 2008-2009 sur les phoques veaux-marins en baie de Somme a montré que la zone de projet ne constituait pas une zone d'intérêt particulier pour l'espèce. Les suivis de phoques gris montrent que, contrairement au veau-marin qui s'éloigne peu de la colonie et du littoral, l'espèce est capable de très longs déplacements pour s'alimenter, à l'échelle de la Manche voire plus. Chaque phoque semble avoir sa propre zone de chasse, dont certaines semblent identifiées (baie de Seine, large des côtes anglaises...).</p> <p>La réalisation d'un nouveau suivi télémétrique avant, pendant la construction et pendant l'exploitation a pour objectif de comparer l'utilisation de la zone par les phoques avant et après la mise en place du parc éolien. Cela permettra de visualiser les déplacements effectués, le temps passé à terre et les zones de chasse, et ainsi d'évaluer si des modifications ont eu lieu ou non (dérangement durant la construction, nouvelles zones de chasse dues à un effet récif dans le parc...).</p>					
Description de la mesure					
<p>Zone de suivi</p> <p>Pour les suivis à terre, il est proposé de poursuivre le suivi des colonies de phoque gris et de phoques veaux-marins de baie de Somme et de baie d'Authie.</p> <p>Pour les suivis télémétriques, il est probable que la baie de Somme offre des conditions de terrain plus propices pour effectuer ce suivi (logistique pour la capture des animaux et effectifs plus importants). 10 individus par espèces seront équipés. Ce suivi sera complété par un suivi du régime alimentaire et une étude du stress de l'individu</p> <p>Outils utilisés</p> <p>Les suivis à terre sont effectués par comptage sur les colonies (adulte, jeune et nouveau-né). Les informations sont ensuite compilées dans une base de données. Un travail de photo-identification est déjà existant sur la zone et pourrait être poursuivi.</p> <p>Les suivis télémétriques sont effectués à l'aide de balise de type GPS-GSM. Cela nécessite de pouvoir capturer les individus pour les équiper (autorisations de captures à obtenir préalablement auprès du Ministère de la transition écologique et solidaire).</p> <p>Durée des suivis</p> <p>En plus de l'établissement de l'état de référence avant travaux, les suivis doivent être mis en œuvre</p>					

pendant toute la durée des travaux, puis pendant le fonctionnement selon des périodes de référence. Ces périodes annuelles de suivi sont référencées par rapport à l'année N de mise en service du parc éolien. Il est recommandé de procéder à ces années de suivi aux périodes suivantes :

Suivi des colonies à terre :

- année N afin d'évaluer les effets dans l'année qui suit la fin des travaux et sur la première année d'exploitation du parc ;
- année N+1 afin d'évaluer les effets après un an de fonctionnement du parc ;
- puis de façon périodique avec un espacement croissant aux années N+3, N+5, N+10, N+20 ;
- enfin lors du démantèlement et une année après le démantèlement.

Suivi télémétriques :

- année N afin d'évaluer les effets dans l'année qui suit la fin des travaux et sur la première année d'exploitation du parc ;
- année N+3 afin d'évaluer les effets après quelques années de fonctionnement du parc, mais en veillant à espacer les interventions afin de ne pas générer du stress pour les animaux ;
- enfin après le démantèlement.

Résultats attendus des suivis en phase travaux (et démantèlement)

Suivi des colonies à terre :

- Estimation des effectifs de phoques veaux-marins et phoques gris présents sur les colonies durant les travaux
- Estimation de la démographie dans les colonies durant les travaux
- Comparaison avec l'état de référence

Suivi télémétrique :

- Suivi des déplacements des phoques gris et veaux-marins dans la zone avant et durant les travaux
- Etude de stress (dosages hormonaux sur fèces recueillies)
- Suivi du régime alimentaire (recueil des fèces)
- Mise à jour de la modélisation de l'habitat sélectionné par les phoques veaux-marins
- Comparaison avec l'état de référence

Résultats attendus des suivis en phase d'exploitation

Suivi des colonies à terre :

- Estimation des effectifs de phoques veaux-marins et phoques gris présents sur les colonies durant l'exploitation
- Estimation de la démographie dans les colonies durant l'exploitation
- Comparaison avec l'état de référence et la période de travaux

Suivi télémétrique :

- Suivi des déplacements des phoques gris et veaux-marins dans la zone après la construction du parc
- Comparaison avec l'état de référence et la période de travaux

Responsable de la mise en œuvre	Maître d'ouvrage et structures spécialisées (Centre d'Etudes Biologiques de Chizé)	Partenaires techniques pressentis	Bureaux d'études et structures spécialisés (Biotopie, Associations locales)
Phases d'intervention	Nombre d'années de mise en œuvre du suivi : Suivi des colonies à terre : 11 (1 année de référence avant construction, 2 années en cours de construction), 6 années en phase d'exploitation (N = année de mise en service ; N+1 ; N+3 ; N+5 ; N+10 ; N+20), 1 année en phase de démantèlement puis après cette phase. Suivi télémétrique : 3 (1 suivi en fin de travaux, 1 en cours d'exploitation et 1 en fin de démantèlement)		
Secteurs concernés	Baie de Somme - Baie d'Authie Parc éolien et ses abords	Estimation des coûts (€ HT)	Estimation par année de suivi : 20 000€ HT pour le suivi des

			<p>colonies à terre (incluant acquisition de données, compilation et analyses), soit 220 000€ HT sur une période de 11 ans</p> <p>320 000 € HT pour le suivi télémétrique (incluant pose des balises et traitement des données), soit 240 000 €HT pour l'ensemble des suivis</p> <p>Budget pour les suivis avec les 2 méthodes : 540 000 € HT</p>
Modalités de suivi de la mesure			
Indicateurs de mise en œuvre	Fourniture des rapports annuels de mission aux services de l'Etat et au GIS.	Indicateurs de résultats	

Fiche n°	SE2	Catégorie de mesure	Suivi de l'efficacité des mesures	Composante	Avifaune Mammifères marins
Suivis à long terme des populations d'oiseaux en mer (et autres groupes de la mégafaune marine) selon le protocole BACI					
Contexte et objectifs de la mesure					
<p>Cette mesure vise à suivre la distribution et les densités d'oiseaux et de mammifères marins au niveau de la zone du parc éolien ainsi qu'au sein d'une zone de prospection élargie (aire d'étude éloignée) pendant l'ensemble des phases du projet : avant construction (état de référence), pendant la construction, pendant l'exploitation et pendant le démantèlement.</p> <p>Afin de pouvoir permettre une comparaison optimale des jeux de données, un protocole standard de collecte et de traitement de données sera recherché pour toute la durée du suivi. Des évolutions méthodologiques demeurent cependant possibles ; le cas échéant, des ajustements de protocole pourraient être envisagés dans le respect des objectifs de suivi.</p> <p>L'un des principaux objectifs de ce suivi à long terme sera d'évaluer les impacts réels du projet en phase de construction et d'exploitation. L'effet « déplacement » sera particulièrement visé (localisation et densités des oiseaux posés ou en activité). Le protocole de suivi proposé permettra également d'appréhender les effets barrière par une analyse spécifique des oiseaux en vol.</p> <p>Le protocole de suivi proposé relèvera d'un protocole de type BACI (« Before – After Control Impact ») visant à suivre à long terme les effets d'un aménagement en comparant les situations avant et après réalisation du projet au sein de la zone d'influence ainsi qu'au niveau de zones a priori non concernées par les effets du projet.</p> <p>Parallèlement, un suivi des colonies de nidification d'oiseaux de mer potentiellement affectés par le parc (suivi des effectifs et de la production en jeunes) sera mis en place pendant 10 années avant la construction, durant la construction et pendant la période d'exploitation.</p>					
Description de la mesure					
<p>Cadre général et justification du protocole proposé</p> <p>Les suivis des oiseaux et de la mégafaune marine sont principalement réalisés, en France, par mise en œuvre de suivis visuels en mer à partir de bateau et/ou d'avion. Ce sont ces méthodes qui ont été mises en œuvre dans le cadre de l'état initial de la présente étude. Bien que relativement souples et complètes, ces méthodes présentent quelques biais et limites pouvant être un frein pour les suivis en phase d'exploitation</p> <p>Le suivi à long terme d'un parc éolien en mer nécessite de prendre en considération des notions importantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • La reproductibilité dans le temps et dans l'espace des protocoles (nécessaire pour la comparaison des jeux de données et l'analyse selon la méthode BACI) ; • La nécessité de mettre en œuvre les suivis selon un échéancier prédéfini, et ce, même en périodes météorologiques défavorables (créneaux météorologiques acceptables peu nombreux et courts) ; • La nécessité de couvrir des aires d'étude vastes s'étendant sur quelques dizaines de kilomètres autour du parc éolien afin d'évaluer les évolutions des populations et activités d'oiseaux dans l'aire d'influence du projet mais également au niveau de zones a priori non concernées par des impacts (protocole BACI) ; • La réduction des biais d'inventaire inhérents aux observations en mer : temps d'observation court, phénomènes d'éblouissement, mouvements du bateau et des vagues rendant délicates l'observation, etc. 					

Deux aspects fondamentaux régissent également les protocoles de suivi des parcs éoliens en mer :

- La hauteur de survol des parcs éoliens en exploitation, bien que non décidée à ce stade en France, sera nettement supérieure aux hauteurs de vol permettant des expertises visuelles par avion. Pour information, les survols de parcs éoliens en mer sont interdits à moins de 400 m en Allemagne et au Royaume-Uni.
- Les notions de sécurité et la volonté de limiter le nombre de personnels présents en mer et la durée de présence en mer.

Au Royaume-Uni, en Allemagne et au Danemark, la totalité des suivis de parcs éoliens en exploitation ainsi qu'une proportion très élevée des études initiales sont réalisées via des suivis aériens digitaux. Ce type de suivis est également de plus en plus utilisé dans d'autres pays du monde (notamment Etats-Unis d'Amérique).

Il existe deux types de suivis aériens digitaux : les suivis photographiques et les suivis vidéos. La différence fondamentale entre les deux est le nombre de prises de vue, les suivis vidéos offrant des séquences d'enregistrement permettant d'observer un même objet (oiseau ou autre) sur une dizaine d'images et permettant d'étudier les comportements. Tous les suivis digitaux s'appuient sur des optiques de très haute définition (netteté généralement de l'ordre de 2 cm).

Les suivis aériens digitaux sont réalisés à une altitude importante (entre 450 et 550 m selon les prestataires) à des vitesses de vol de l'ordre de 200 – 220 km/h.

Les suivis aériens digitaux n'impliquent pas la présence d'observateurs en mer, seuls les pilote et copilote assurant la réalisation de la phase de collecte de données. Les analyses des images, détermination d'espèces, collecte d'autres informations et traitements des données sont réalisés *a posteriori*, au bureau. Les suivis digitaux permettent de s'appuyer sur la permanence des enregistrements pour analyser de façon précise et fiable les images collectées.

Les suivis digitaux ont été récemment développés et sont reconnus aujourd'hui comme généralement très efficaces et très qualitatifs par de nombreux chercheurs, universités et associations de référence au Royaume-Uni et Allemagne notamment (voir notamment Buckland et al., 2012 ; Thaxter et al., 2016 ; Johnston & Cook, 2016 ; Mendel et al., *in press*).

Même si les suivis aériens digitaux ne sont pas tous comparables en termes de qualité et biais d'inventaire, la technologie actuelle permet de s'appuyer sur des outils très performants permettant de :

- couvrir des aires d'étude importantes rapidement ;
- respecter une régularité de sorties en mer (créneau nécessaire plus court qu'en avion visuel et, surtout qu'en bateau – possibilité de sortir jusqu'à 5 voire 6 Beaufort) ;
- limiter les biais d'observation (vision en surplomb, traitements spécifiques de l'éblouissement pour une technologie, pas de perte de détection en fonction de la distance à l'avion) ;
- limiter voire supprimer les phénomènes de perturbations des oiseaux (hauteurs de vol importantes) ;
- fiabiliser les déterminations d'espèces et la collecte d'informations sur les comportements et activités ;
- obtenir des informations de hauteurs de vol plus précises que par observations visuelles (notamment les suivis vidéo HD – voir Thaxter et al., 2016 ; Johnston & Cook, 2016) ;
- disposer de jeux de données pouvant être réexploités *a posteriori* pour des analyses complémentaires ou vérifications.

Les suivis aériens digitaux, notamment vidéo, sont par ailleurs très performants pour la détection et la détermination de la mégafaune marine (mammifères marins, requins, tortues marines) y compris sous l'eau.

Pour l'ensemble de ces raisons, le maître d'ouvrage propose pour les suivis à long terme de l'avifaune et de la mégafaune marine de recourir à des suivis aériens digitaux en lieu et place des suivis classiquement réalisés par bateau et avion (suivis visuels).

Protocole de terrain : acquisition des données

L'acquisition des données sera réalisée depuis un avion spécialement équipé pour la collecte de photographies ou vidéos haute définition en mer (selon le prestataire retenu). Une largeur réelle de suivi de 500 m de large sera attendue (250 m de part et d'autre de l'avion).

La zone expertisée sera définie en concertation avec les services de l'Etat et le Groupe d'intérêt

scientifique qui sera créé dans le cadre des engagements du maître d'ouvrage (partie suivante).

Les transects de suivi couvriront une zone écologiquement cohérente autour de la zone du parc éolien, sur une distance suffisante pour être en mesure de détecter d'éventuels changements ou impacts induits par le parc éolien. Une cohérence avec les aires d'étude suivies dans le cadre de l'état initial sera recherchée. Il est préconisé de reprendre les transects définis dans l'étude initiale pour les suivis à long terme (grille de transects parallèles distants de 2 milles nautiques, soit environ 3,7 km).

A l'échelle de l'aire d'étude retenue, les zones échantillonnées (= zones d'enregistrement photo ou vidéo) devront couvrir a minima 12 % de la superficie et tendre vers 15% de couverture effective afin de fiabiliser les analyses cartographiques et traitements statistiques ultérieurs.

Les survols seront lancés, de préférence tôt en matinée, et devront respecter les recommandations météorologiques suivantes : vent de 5 Beaufort maximum, pas de pluie, pas de brouillard étendu. Bien que les suivis digitaux permettent de travailler dans des conditions moins favorables que les suivis visuels (préconisations de 2 à 3 Beaufort maximum), le temps de traitement des données est augmenté lorsque l'état de la mer est perturbé (nombreux moutons notamment). Concernant le brouillard, dès lors que les conditions de sécurité de vol sont réunies, il est possible de sortir même si de petites poches de brouillard sont présentes.

Les enregistrements (images / vidéos) seront sauvegardés en double dans l'avion (lors du survol). L'analyse des données est réalisée ultérieurement.

Par ailleurs, afin de comparer finement les méthodes de suivi de l'effet du projet sur l'avifaune, le protocole présenté sera complété pendant deux ans par les moyens classiques d'échantillonnages mensuels par bateau. Ces deux méthodes comparées permettront de déterminer la méthode la plus efficace à mettre en œuvre pour le reste des années à échantillonner.

Le suivi des colonies de nidification d'oiseaux de mer déjà en place dans le cadre de l'AFB sera renforcé sur les colonies susceptibles d'être affectées par le parc avant et pendant la construction et durant la période d'exploitation (10 années au total). Ce suivi consistera en un suivi de l'effectif de la population nicheuse et de sa production de jeunes par la méthode adaptée (variable selon les espèces)

Planning des expertises

Lors de chaque année de suivi, 12 sessions d'inventaire en mer sont prévues. Elles seront réparties régulièrement au cours de l'année : une sortie par mois, lors de chaque première quinzaine du mois. Sauf conditions météorologiques particulièrement défavorables ou autres raisons indépendantes de la volonté du prestataire, un délai minimum de 20 jours et un délai maximum de 40 jours seront respectés entre deux sessions.

Afin de définir l'état de référence pré-construction et exploitation, l'expertise démarrera sur deux années au préalable du commencement des travaux permettant de définir l'état de référence pré-suivi environnementaux. Celle-ci permettra notamment de compléter les données sur la période estivale.

Traitements des données

Le traitement des enregistrements est réalisé *a posteriori* de l'acquisition des données en mer.

Généralement, deux processus différents sont mis en œuvre :

- une phase de localisation des objets (oiseaux mammifères marins, requins, tortues marines) qui conduit à géolocaliser l'objet sous un logiciel d'analyse, lui attribuer un identifiant unique et fournir des premières informations générales ;
- une seconde phase de détermination de l'espèce et de collecte d'informations précises (largeur, longueur, vitesse de vol, comportement, etc.).

Les technologies actuelles les plus performantes s'appuient sur des logiciels d'aide au traitement des données, qui facilitent, fiabilisent et automatisent une partie des collectes d'informations.

L'analyse des données devra respecter un processus de double vérification des enregistrements : un échantillon de 20% des images / vidéos traitées par un opérateur sera retraité par un second opérateur. Une marge d'erreur maximale de 5% sera recherchée. Ce faisant, un très haut niveau de qualité sera atteint.

La phase de traitement des données aboutira à une base de données complète et géoréférencée indiquant, pour chaque oiseau, mammifère marin, tortue marine ou requin localisé :

- sa position géographique exacte au moment de l'observation ;

- son espèce ;
- son âge ou d'autres spécificités morphologiques (largeur, longueur, plumage, etc.) ;
- son comportement (posé, vol, en alimentation) ;
- si oiseau en vol, sa direction.

Remarque : pour les oiseaux, la vitesse de vol et la hauteur de vol peuvent être obtenues à partir du traitement automatisé de plusieurs images d'un même oiseau en vol (vidéo HD).

Remarque : une copie des séquences d'enregistrement avec un ou plusieurs objets (oiseaux, mammifères marins, tortues et requins) sera conservée pendant la durée d'exploitation du parc éolien, pour envisager des analyses complémentaires ultérieures et/ou pour alimenter des programmes d'améliorations des connaissances.

Analyse des données collectées

A partir de la base de données, des traitements cartographiques et analyses statistiques pourront être menés pour certaines espèces et/ou certaines périodes (en fonction des objectifs recherchés).

Dans tous les cas, les traitements suivants seront *a minima* réalisés :

- calcul de la densité d'oiseaux posés au niveau des zones de suivis (transects) pour les principales espèces à enjeu et lors de leur période de présence : alcidés, plongeurs, fous, laridés, fulmars, labbes, anatidés... ;
- synthèse des données collectées par espèce et par période de l'année ;
- calcul de la densité de mammifères marins au niveau des zones de suivis (transects) pour les principales espèces à enjeu ;
- extrapolation des densités pour les principales espèces à l'échelle de l'ensemble de l'aire d'étude couverte (méthode du krigeage) ;
- analyse comparative des densités d'oiseaux posés au niveau de la zone de projet et sa proximité (tampon de 2 km), par rapport aux autres secteurs concernés par les survols aériens ;
- analyse des activités d'oiseaux en vol, par espèce (directions de vol) ;
- analyse des liens avec la répartition de la ressource alimentaire (bénéfice des résultats des suivis des habitats benthiques et de la ressource halieutique).

Chaque année de suivi fera l'objet d'un rapport de mission annuel présentant des cartes, tableaux de synthèse et des rédactions expliquant les principaux points marquants.

Les rapports annuels lors de la phase de construction présenteront, en complément, des analyses comparatives des densités observées pour les principales espèces lors de l'état de référence (avant-construction). Le rapport annuel concernant la dernière année de construction fournira une synthèse globale pour la phase de construction.

Les rapports annuels lors de la phase d'exploitation fourniront également des analyses comparatives avec l'état de référence (avant construction) ainsi qu'avec la phase de construction. Les rapports des années N+1, N+3, N+5, N+10, N+15 et N+20 (voir planning ci-dessous) constitueront des points d'étape.

Responsable de la mise en œuvre	Maître d'ouvrage et prestataires spécialisés en avifaune et mégafaune marins	Partenaires techniques pressentis	Bureaux d'études et structures spécialisés (exemple : Biotope / associations)
Phases d'intervention	<p>Nombre de sorties envisagées par année de suivi : 12 (une session par mois)</p> <p>Nombre d'années de mise en œuvre du suivi : 11 (1 année de référence avant construction, 2 années en cours de construction), 7 années en phase d'exploitation (N = année de mise en service ; N+1 ; N+3 ; N+5 ; N+10 ; N+15 ; N+20), 1 année en phase de démantèlement.</p>		
Secteurs concernés	Zone d'étude spécifique et transects linéaires de suivi couvrant une partie de l'aire d'étude éloignée (similaire aux transects et à la zone de prospection parcourue lors des expertises visuelles par avion	Estimation des coûts (€ HT)	<p>Estimation par année de suivi : 300 000 € HT intégrant acquisition des données, traitements des données et analyses (cartographie, rédactions)</p> <p>Budget pour les 11 années de</p>

	2014/2015)		suivi : 3 190 000 € HT
Modalités de suivi de la mesure			
Indicateurs de mise en œuvre	Fourniture des rapports annuels de mission.	Indicateurs de résultats	/

Fiche n°	SE2bis	Suivi	Suivi de l'efficacité des mesures	Composante	Avifaune
Identification par suivi GPS individuel, des habitats marins des oiseaux susceptibles d'utiliser la zone du parc éolien, et modéliser leurs habitats préférentiels					
Objectif de la mesure					
Identifier, par suivi GPS individuel, les habitats marins des oiseaux susceptibles d'utiliser les zones de parc éolien en mer et modéliser leurs habitats préférentiels.					
Description de la mesure					
<p>Afin d'identifier plus spécifiquement les zones d'alimentation des espèces d'oiseaux et de suivre l'évolution de la fréquentation de ces zones d'alimentation après l'implantation d'un parc éolien en mer, il est proposé de mettre en place un suivi par GPS des mouvements en mer des espèces ciblées. En effet, ces oiseaux se nourrissent en mer jusqu'à plusieurs dizaines de kilomètres des sites de nidification et les suivis « à vue » sont moins efficaces pour évaluer finement leur utilisation de l'espace.</p> <p>Appareils utilisés :</p> <p>Des GPS miniaturisés à panneaux solaires, dont les données enregistrées sont téléchargeables à distance, sont utilisés. Plus précisément, il s'agit des GPS-UHF connectés à une station de réception par signaux radios et des GPS-GSM. Ces balises seront fixées sur le dos des oiseaux à l'aide de ruban adhésif adapté (TESA® tape). Le système GPS-UHF nécessite que les oiseaux reviennent dans la zone où est installée la station de réception pour que celle-ci télécharge automatiquement les données. Il sera donc utilisé pour les oiseaux nicheurs, qui sont contraints de revenir régulièrement dans leur colonie pour couvrir puis nourrir et garder les poussins (goélands et mouette tridactyle).</p> <p>La période de suivi se déroulera pendant la saison de reproduction des oiseaux (entre mai et juillet), lorsqu'ils font des allers-retours réguliers entre leur colonie et leurs zones d'alimentation et que les risques associés à l'implantation de parcs éoliens sont évalués comme étant les plus élevés. Comme les balises GPS seront équipées de panneaux solaires, les données seront acquises sur plusieurs semaines, jusqu'à ce qu'elles se détachent naturellement des oiseaux.</p> <p>Résultats :</p> <ul style="list-style-type: none"> - production des données brutes de localisations GPS, classées dans un tableur excel (sous la forme d'un fichier consolidé) et métadonnées (respectant les normes Européennes en vigueur, dans la mesure du possible, compatibles avec la norme ISO 19115) - archivage des données GPS sur la base de données MoveBank (https://www.movebank.org/), une base de données qui compile et archive les données issues de suivis télémétriques. - production de cartes géoréférencées présentant les trajets des oiseaux qui auront été équipés : il s'agit de traduire les données collectées par les GPS sous la forme de cartographies permettant une lecture directe des tracés GPS bruts. La production de ces cartes sera réalisée au format ArcGIS – ESRI (.shp et/ou .gdb, mxd) – Système de coordonnées WGS84 - analyse spatiale par la méthode des kernels : il s'agit d'estimer les fonctions de densités de probabilités de présence, pour hiérarchiser l'importance des zones utilisées par les individus. Les résultats seront retranscrits sur des cartes géoréférencées. - analyse des phases d'activité des oiseaux : il s'agit d'analyser les tracés GPS des oiseaux de manière à en extraire les différentes phases d'activité (vol soutenu, recherche alimentaire et repos sur l'eau) - modélisation d'habitats préférentiels : à partir des tracés GPS acquis et des caractéristiques physiques, biologiques et océanographiques de la zone d'étude (ex : bathymétrie, température de surface de l'eau, salinité), il s'agit de prédire les habitats favorables et privilégiés par les oiseaux pour leur recherche de nourriture. 					

Ces livrables permettront, de connaître la provenance (site de nidification) des oiseaux marins présents dans les zones des parcs éoliens, ce qui permettra à terme de mieux évaluer l'impact potentiel des parcs éoliens sur les populations des oiseaux marins sensibles.			
Responsable de la mise en œuvre	Maître d'ouvrage	Partenaires techniques	CNRS Université de Montpellier, Bretagne Vivante, Groupe Ornithologique Normand (GONm)
Phases d'intervention	Cette mesure est prévue en phase de pré-construction et d'exploitation.		
Secteurs concernés	Zone du parc éolien dans son ensemble	Estimation des coûts (€ HT)	391 400€
Modalités de suivi de la mesure			
Non applicable			
Indicateurs de mise en œuvre	/	Indicateurs de résultats	/

Fiche n°	SE2 ter	Suivi	Amélioration des connaissances Suivi de l'efficacité	Composante	Avifaune
Contribution aux programmes de suivis des goélands nicheurs (baguage) et analyse de la dynamique des populations du Goéland argenté et brun					
Contexte et objectif de la mesure					
<p>Contexte</p> <p>L'analyse des impacts du parc éolien fait ressortir les goélands, notamment le Goéland argenté, comme étant la principale espèce concernée. La mise en place d'une mesure de compensation s'avère même nécessaire pour compenser la mortalité associée au parc.</p> <p>Objectifs de la mesure</p> <p>L'objectif de cette mesure est double :</p> <ul style="list-style-type: none"> • il s'agit en premier lieu de contribuer financièrement à la mesure de compensation MC4 par un programme de baguage à long terme des goélands nicheurs pour évaluer le nombre de couples nicheurs, la productivité de la colonie et les taux de mortalité ; • dans un second temps, il s'agit de missionner la réalisation, par un laboratoire universitaire réputé en écologie fonctionnelle, d'une analyse des dynamiques de populations d'oiseaux marins en s'appuyant notamment sur les données issues du programme de baguage précédemment cité. Cette étude relève d'une démarche d'acquisition de connaissances fondamentales sur l'écologie des espèces et la dynamique des populations. Les informations recherchées sont le taux de survie des adultes (mortalité naturelle) mais également les capacités des populations à supporter des surmortalités. <p>Les connaissances fondamentales issues des deux actions précédentes pourront être utilement mises à profit dans le suivi de la mesure compensatoire « Création d'une colonie portuaire pour le Goéland argenté » (MC4), puisque les connaissances sur la dynamique des populations et les taux de survie des adultes font partie des métriques nécessaires à l'évaluation des bénéfices de cette mesure de compensation.</p> <p>Cette mesure se rattache donc, en premier lieu, à une démarche d'amélioration des connaissances qui trouve cependant, dans un second temps, une application en termes de suivi de l'efficacité d'une mesure compensatoire.</p> <p>Les principales espèces ciblées seront les goélands brun et argenté.</p>					
Description de la mesure					
<p>Baguage des goélands nicheurs (N0 à N+12)</p> <p>Cette action sera portée par le GONm. Cette étude vise en priorité deux espèces : le Goéland argenté et le Goéland brun.</p> <p>Le Goéland argenté est connu comme pouvant se reproduire en colonie mixte avec le Goéland brun, il apparaît donc intéressant de suivre les deux espèces.</p> <p>Deux types de baguage sont prévus, le baguage métal (qui nécessitera le dépôt d'un programme personnel) et un programme coloré qui permettra de récolter des données d'observations à distance.</p> <p>Il pourrait être envisagé, si cela s'avère nécessaire, du marquage sur adulte par capture en cage en période de nidification puis sur les juvéniles avant l'envol.</p> <p>Le projet prévoit le baguage sur une durée de 10 ans à partir de N+2 (N0 étant l'année des premières installations sur la friche). Du baguage pourrait être envisagé en N0 et N+1 sur les goélands urbains (hors MC4) pour permettre de visualiser d'éventuels reports de goélands urbains sur la MC4.</p> <p>Il sera nécessaire de mener une gestion des données de contrôle visuel.</p>					



Crédits : Biotope

Etude de la dynamique des populations d'oiseaux marins (à partir de N+12)

Cette action sera menée par le Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive CEFE-CNRS de Montpellier, en partenariat avec plusieurs structures.

Après compilation et synthèse des données démographiques disponibles, le CEFE-CNRS modélisera les paramètres démographiques pour les espèces ciblées. En complément, le CEFE-CNRS développera des scénarii de l'impact des mortalités additionnelles potentiellement dues aux collisions avec les éoliennes. Une première partie de l'étude consistera à modéliser la fécondité des individus à l'aide de modèles linéaires généralisés à effet aléatoires (Zuur et al. Mixed effects models and extensions in ecology in R. Springer 2009). Ces analyses viseront plus particulièrement à étudier les variations de ces fécondités avec l'âge des individus mais aussi en fonction des années. Ceci est justifié par le fait que les taux de fécondité varient en fonction de l'âge chez les espèces à longévité forte comme les oiseaux marins.

Une deuxième partie de l'étude aura pour objectif d'estimer les taux de survie des individus, là encore en fonction de l'âge, puisque la survie augmente avec l'âge chez les espèces à longue durée de vie. Pour ce faire, le CEFE-CNRS utilisera des modèles récents dits de « Capture-Marquage-Recapture Multi-événement » qui permettent d'estimer les taux de survie inter-annuels malgré le fait que tous les individus présents sur un site ne sont pas nécessairement capturés (Lebreton & Pradel, Journal of Applied Statistics 2002). Ces modèles permettent de tester d'éventuelles différences des taux de survie entre les sexes, selon les classes d'âge, entre les années mais aussi en fonction du statut reproducteur des individus ou de leur position dans les colonies par exemple.

Dans une troisième partie, ces paramètres de survie et de fécondité âge-dépendants seront utilisés pour développer des modèles dits « matriciels » dont l'objectif est de décrire la dynamique de la population et sa viabilité au cours du temps (Caswell Matrix population models : construction, analysis and interpretation. Sinauer Associates 2001). Ces modèles permettent de déterminer l'impact de la variation temporelle des paramètres démographiques mais aussi de déterminer quels sont les paramètres qui jouent le rôle le plus important pour la viabilité de ces populations. Enfin, ces modèles seront utilisés pour prédire l'évolution des effectifs et la probabilité d'extinction de ces populations en faisant varier des taux de mortalité selon des gradients afin de déterminer quelles mortalités additionnelles paraissent soutenables pour les populations d'oiseaux marins étudiées.

Livrables

- synthèse des opérations de baguage menées ;
- pour chaque espèce étudiée, synthèse des résultats des analyses et modélisations des taux de survie des individus et concernant la dynamique des populations ;
- synthèse des estimations de seuils de mortalité additionnelle soutenables au regard des paramètres identifiés précédemment.

Responsable de la mise en œuvre	Maître d'ouvrage	Partenaires techniques pressentis	CEFE - CNRS Montpellier, LOG Wimereux GONm
--	------------------	--	---

<p>Phases d'intervention</p>	<p>Contribution financière aux opérations de baguage Au regard du calendrier global du projet, le maître d'ouvrage s'engage sur un financement des opérations de baguage sur une durée de 10 ans à compter de la mise en service du parc éolien.</p> <p>Etude de la dynamique des populations L'étude du CEFÉ-CNRS sur les dynamiques de populations sera mise en œuvre dans la continuité des opérations de baguage, afin de disposer d'un jeu de données conséquent. Cette étude est par conséquent envisagée sur une période de 10 à 15 ans après la mise en service du parc éolien.</p>		
<p>Secteurs concernés</p>	<p>Mesure de compensation MC4</p>	<p>Estimation des coûts (€ HT)</p>	<p>Engagement total de 110 000 € (comprenant l'analyse des dynamiques de populations et la contribution financière aux opérations de baguage)</p>
<p style="text-align: center;">Modalités de suivi de la mesure</p>			
<p>Fourniture des rapports de suivis au GIS Eolien en mer. Informations sur les paramètres démographiques et métriques nécessaires au suivi de la mesure de compensation MC4.</p>			
<p>Indicateurs de mise en œuvre</p>	<p>Fourniture des rapports annuels de mission au GIS éolien en mer Démarches complémentaires éventuelles</p>	<p>Indicateurs de résultats</p>	

Fiche n°	Catégorie de mesure	Suivi de l'efficacité des mesures	Thème	Chiroptères
Etude des activités de chauves-souris en vol au sein du parc éolien				
Contexte et objectifs de la mesure				
<p>L'objet de cette mesure est d'acquérir des connaissances sur les activités de chauves-souris en transit au sein du parc éolien afin d'affiner l'estimation des risques de mortalité en phase d'exploitation. L'objectif de cette mesure est, en premier lieu, de disposer de données d'activités de chiroptères collectées en mer, en plusieurs points du parc éolien. Il s'agit donc d'une acquisition de connaissances relative à un domaine mal connu (activités de migration des chauves-souris en mer). Les données collectées pourront permettre d'évaluer les activités de migration de chiroptères au niveau du parc éolien et, en conséquence, de lever certaines incertitudes sur les niveaux de risques de mortalité.</p> <p>Il a été fait le choix de porter l'effort de suivi sur le parc éolien uniquement afin d'optimiser la qualité et la quantité des données collectées au regard de l'objectif : mieux connaître les activités de chiroptères en mer. Le caractère ponctuel des enregistrements (distances de détection réduites, de l'ordre de quelques dizaines de mètres pour les principales espèces migratrices) implique de multiplier les points d'enregistrement pour optimiser les chances de détection des chauves-souris migratrices. Trois points d'enregistrement (trois éoliennes) seront équipés par des dispositifs d'enregistrement automatique des ultrasons.</p> <p>Afin de maximiser les points de suivis des activités de chauves-souris en mer, il a été fait le choix de ne pas proposer de point de suivi des activités de chiroptères à la côte. En effet, étant donné les distances de détection des chiroptères et la forte variabilité des activités en milieu terrestre, il faudrait envisager des nombres très élevés de points d'enregistrement pour disposer d'une vision suffisamment claire des activités chiroptérologiques en milieu côtier. Par ailleurs, il est particulièrement délicat d'identifier l'origine des spécimens enregistrés sur la côte : il peut s'agir de spécimens résidents issus de colonies proches, de migrants suivant le trait de côte, de migrants ayant traversé le milieu marin, etc... Il est dans tous les cas scientifiquement impossible de comparer ou mettre en relation les activités enregistrées sur certains sites côtiers avec des activités de chauves-souris en mer, à plus de 15 km des côtes.</p> <p>L'objet de cette mesure est donc d'acquérir des connaissances sur les activités de chauves-souris en transit au sein du parc éolien afin de préciser les niveaux de risque de mortalité lié au fonctionnement des éoliennes.</p>				
Description du projet de mesure				
<p>Acquisition de données</p> <p>Les acquisitions de données seront réalisées à l'aide d'enregistreurs automatiques d'ultrasons du type SM2/SM3Bat (Wildlife acoustics) ou Batcorder (EcoObs).</p> <p>Chaque dispositif d'écoute sera alimenté de façon autonome et comprendra un boîtier contenant l'enregistreur et sa batterie, un panneau solaire raccordé à la batterie et un microphone sortant du boîtier pour l'enregistrement.</p> <p>Le microphone devra être résistant (microphone conçu pour des expositions prolongées en conditions extérieures) mais fera l'objet d'une protection complémentaire contre la pluie et les embruns pour limiter les phénomènes d'altération.</p> <p>Sur chacune des trois éoliennes, un dispositif complet (boîtier contenant l'enregistreur et batterie, microphone et panneau solaire) sera installé. Les micros seront installés au niveau de la nacelle.</p> <p>Les caractéristiques techniques du dispositif ne sont pas figées à l'heure actuelle. Toutefois, elles devront permettre de collecter des données acoustiques de qualité sur des durées importantes (plusieurs mois dans l'année), en minimisant les besoins de maintenance (changement de matériel).</p>				
<i>Figure 10 : Exemple de dispositif d'enregistrement</i>			<i>Figure 11 : Exemple de système de protection du</i>	

acoustique avec alimentation par panneau solaire (installé sur un mât treillis)



microphone (potence acier)



Figure 12 : Enregistreur SM3Bat (Wildlife acoustics)



Source : BIOTOPE

L'installation des dispositifs sur les trois plateformes d'éoliennes équipées devra être réalisée, chaque année de suivi à la fin de l'hiver (vers le mois de mars). Les dispositifs devront fonctionner toutes les nuits jusqu'au milieu du mois de novembre de chaque année de suivi, selon un échantillonnage à dimensionner pour limiter les besoins de changement de cartes mémoire. La totalité de la période nocturne sera suivie.

Le dispositif d'enregistrement devra intégrer un module d'état de fonctionnement et de niveau de charge des cartes mémoire accessible à grande distance (par sms ou internet). Il s'agira de s'assurer, sans besoin d'intervenir sur site, que les dispositifs d'enregistrement sont fonctionnels ou qu'un dysfonctionnement nécessite une intervention.

La récupération et le changement des cartes mémoire seront réalisées par du personnel de maintenance des éoliennes, spécialement formé à cet effet. Il s'agit de limiter les besoins d'intervention de personnel supplémentaire. Seules l'installation (et réglages) ainsi que les interventions de maintenance (changement de microphones notamment) seront assurées par le prestataire spécialisé.

Les dispositifs acoustiques collecteront des enregistrements sous des formats compressés, stables et pleinement exploitables pour les analyses ultérieures (exemple : fichiers .wac).

Analyse des données et rédaction de rapports de suivi

Les données d'enregistrement collectées par les enregistreurs seront traitées à l'aide de logiciels de prétraitement des données (SonoChiro®, Kaleidoscope®, autres) plus un travail de vérification / contrôle manuel par un expert chiroptérologue sera réalisé.

Chaque contact acoustique sera analysé pour identifier, dans la mesure du possible, l'espèce concernée. Les données concernant la date et l'heure exacte de l'enregistrement seront également conservées. Chaque dispositif fera donc l'objet d'une synthèse des nombres de contacts de chiroptères obtenus par mois et par espèce.

Une analyse ultérieure sera réalisée pour tous les contacts obtenus par les trois dispositifs afin de corréliser les données de conditions météorologiques au moment des contacts de chiroptères. Il sera ainsi possible de préciser les vitesses de vent et températures auxquelles les contacts de chiroptères ont été obtenus.

Préparation du matériel et maintenance

La mesure prévoit plusieurs années d'enregistrement, une année d'enregistrement s'entendant comme la collecte de données acoustiques par trois dispositifs autonomes installés sur trois plateformes de travail d'éoliennes au sein du parc éolien, entre fin mars et début novembre.

Les enregistreurs automatiques disposent généralement d'une durée de vie et de garanties de l'ordre de 3 ans, dans de bonnes conditions d'utilisation. Il est donc prévu, lors de la première année de mise en œuvre du suivi, l'acquisition et la fabrication de trois dispositifs d'enregistrement (enregistreur, batterie, microphone, boîtier de protection, panneau solaire, câbles, cartes mémoires). Le boîtier de protection de l'enregistreur et de la batterie devra assurer une protection très élevée contre l'humidité (IP67 minimum).

Les dispositifs seront installés en mars de chaque année de suivi et retirés en novembre de chaque année de suivi. Ils ne seront pas maintenus sur place en période hivernale afin de limiter la dégradation des composants.

Avant réinstallation des dispositifs pour une nouvelle année de suivi, une vérification complète de ceux-ci sera réalisée, avec changement obligatoire ou éventuel (en cas de dégradation) d'éléments du dispositif. Cette opération de contrôle et de maintenance intégrera :

- Le changement chaque année des batteries et piles internes de l'enregistreur (consommables présentant une durée de vie optimale de l'ordre de un an) ;
- Le changement chaque année des microphones (éléments placés dans des conditions extérieures engendrant des altérations progressives) ;
- La réalisation de tests de fonctionnement de câbles et branchements, avec réparation / changement si nécessaire ;
- La réalisation de tests de fonctionnement des panneaux solaires et régulateurs (test électrique et puissance délivrée), avec réparation / changement si nécessaire ;
- La réalisation de tests de fonctionnement (câblage et écriture) des enregistreurs (type SM3Bat ou Batcorder) avec un changement envisagé, par défaut tous les trois années de suivi.

Lors de la réalisation de ces points de contrôle, si un dysfonctionnement est constaté, le changement des pièces devra être réalisé avant l'installation pour une nouvelle année de suivi.

Ces maintenances annuelles pourraient, en cas de besoin, être complétées par des maintenances en cours d'année de suivi, en cas de dysfonctionnement (un budget spécifique est prévu en ce sens chaque année).

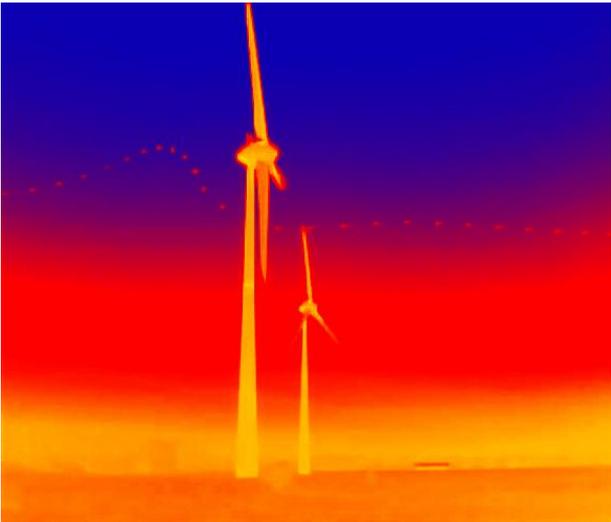
Les suivis sont envisagés pendant la seconde année de construction (N-1), lors de la première année d'exploitation complète du parc éolien (année N - 1ère année après construction), ainsi que lors des années N+1, N+2, N+3, N+5, N+10 soit sept années de suivi sur la durée de vie du parc éolien (une année en phase de construction, six années en phase d'exploitation).

Un effort important de collecte d'informations est prévu lors des premières années d'exploitation afin de disposer rapidement d'une évaluation des taux d'activité de chiroptères en mer (afin d'envisager des mesures complémentaires) au sein du parc éolien en fonctionnement.

Au regard des années de mise en œuvre du suivi, le tableau ci-dessous indique l'organisation pressentie des étapes de changements de matériel (indicatif, dépendant de l'évolution des composants).

Période / année	Construction	Mise en service (année N)	N+1	N+2	N+3	N+5	N+10
Nouveaux dispositifs (toutes pièces neuves)	X			X			X
Maintenance annuelle simple (changement des batteries, microphones)		X	X		X	X	
Préparation, installation des dispositifs - Analyse des données	X	X	X	X	X	X	X
Responsable de la mise en œuvre	Maître d'ouvrage et prestataires en charge de la mise en œuvre de la mesure	Partenaires techniques pressentis	Bureau d'études naturaliste				
Périodes d'intervention envisagées	<p>Première année d'enregistrement : seconde année de la phase de construction (afin de disposer de supports en mer – possible ajustement des éoliennes équipées).</p> <p>Suivis prévus pendant la phase d'exploitation en années N (1ère année après construction), N+1, N+2, N+3, N+5, N+10. Un effort important de collecte d'informations est prévu lors des premières années d'exploitation afin de disposer rapidement d'une évaluation des taux d'activité de chiroptères en mer.</p> <p>Aucun suivi n'est prévu en phase de démantèlement puisque cela ne présente aucun intérêt au regard des objectifs de l'étude.</p>						
Secteurs concernés	Parc éolien.	Estimation des	Budget total (pour 7 années avec				

	<p>Trois éoliennes équipées (plateformes de travail). Choix des éoliennes en phase de construction : selon avancement des travaux (plateformes et éoliennes installées). Choix indicatif des éoliennes équipées en phase d'exploitation : extrémité nord, extrémité sud-est et centre du parc éolien.</p>	<p>coûts (€ HT)</p>	<p>1 dispositif / éolienne et l'installation de 3 dispositifs au total) = 200 000 €</p>
<p>Modalités de suivi de la mesure</p>			
<p>Indicateurs de mise en œuvre</p>	<p>Fourniture des rapports annuels de mission aux services de l'Etat ainsi qu'au GIS</p>		<p>Estimation des taux d'activité de chiroptères au sein du parc éolien et risques associés</p>

Fiche n°	SE3bis	Catégorie de mesure	Suivi de l'efficacité des mesures	Thème	Chiroptères
Suivi de l'activité des oiseaux et des chauves-souris en vol au sein du parc éolien					
Contexte et objectifs de la mesure					
<p>La présence des éoliennes induit un risque de collision pour l'avifaune et les chiroptères. Ce risque est lié à l'activité de vol des individus dans la zone de rotation du rotor</p> <p>Caméras thermique et diurne couplées à la technologie radar afin d'améliorer le suivi de la mortalité des chiroptèresoiseaux et . Cette mesure servira également au suivi des oiseaux et chauves-souris.</p>					
Description du projet de mesure					
<p>Le suivi aura pour but de décrire grâce à la vidéo l'activité des oiseaux et des chauves-souris à hauteur des pales de jour comme de nuit.</p> <p>Il n'existe pas à l'heure actuelle de système de suivi automatique des collisions qui soit parfaitement adapté au contexte offshore et ayant fait ses preuves sur une longue période. Les informations obtenues pourront être néanmoins couplés aux données obtenues par les radar situés sur les bouées MAVEO (comparaison avec l'intensité du passage)</p> <p>Le suivi est réalisé à l'aide de caméras diurnes et nocturnes, dirigées vers le rotor (zone de collision potentielle).</p> <p>Les évolutions matérielles étant rapides, le Groupement d'Intérêt Scientifique (GIS) aura la possibilité d'adapter le système aux technologies du moment les plus adaptées lors de la mise en fonctionnement du parc.</p> <p>Parallèlement, un travail sera mis en place afin de développer un dispositif permettant de définir scientifiquement les niveaux de présence en temps réel, adaptés à chaque espèce, pouvant engendrer une forte mortalité. Ce travail pourra être réalisé grâce à une technologie adaptée (caméras + radar).</p> <p>Les données collectées pourront servir à alimenter les travaux prévus sur les hauteurs de vol (notamment la Mesure E11).</p>					
					
Crédits : Biotope					
<p>Les caméras devront fonctionner en continu 7/7 24/24, et permettre la détection et l'identification d'espèces de tailles variables, allant des espèces de petite taille (passereaux, chauves-souris) aux espèces de grande taille (Goélands, rapaces, hérons). Elles devront couvrir <i>a minima</i> la zone balayée par le rotor. Le radar permettra d'avoir des notions de trajectoires d'approche et d'évitement.</p>					

<p>Le dispositif devra particulièrement être capable de détecter et de suivre :</p> <ul style="list-style-type: none"> - les chauves-souris de nuit, - les oiseaux en vol à proximité du rotor de jour, - les oiseaux terrestres de nuit <p>Le dispositif permettra une détection des oiseaux à l'aplomb des turbines, et garantira l'absence d'angles morts, de secteurs aériens masqués et d'obstruction visuelle (notamment pales en rotation).</p> <p>Le système devra être calibré et fournir la capacité de détection du système et les distances minimales/maximales de détection des différentes espèces, de jour comme de nuit.</p> <p>Les données fournies par le système devront être de plusieurs types :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Brutes : fichiers videos continus bruts - Pré-traitées : données brutes traitées par un algorithme de détection des oiseaux, fournissant des séquences vidéo avec événements positifs (ie présence d'un oiseau/chauve-souris) - Analysées : identification des cibles détectées, estimation de la distance, date/heure de détection, caractérisation du comportement, calcul du risque de collision par espèce, etc. 			
Responsable de la mise en œuvre	Maître d'ouvrage et prestataires en charge de la mise en œuvre de la mesure	Partenaires techniques pressentis	Bureau d'études naturaliste
Périodes d'intervention envisagées	Pour les chauves-souris : de mars à novembre (mais suivi mutualisé avec les oiseaux donc fonctionnement toute l'année)		
Secteurs concernés	3 éoliennes	Estimation des coûts (€ HT)	+ 750 000 € HT
Modalités de suivi de la mesure			
Indicateurs de mise en œuvre	Fourniture des rapports annuels de mission aux services de l'Etat ainsi qu'au GIS		Estimation des taux d'activité de chiroptères au sein du parc éolien et risques associés

Fiche n°	SE4	Catégorie de mesure	Suivi de l'efficacité des mesures	Composante	Pêche professionnelle Sécurité maritime
Suivi géophysique de l'ensouillage des câbles et des fondations					
Objectif de la mesure					
L'objectif du suivi de l'efficacité de la mesure est de contrôler le comportement bathymétrique et morphologique sur l'ensemble de l'AEI avant et après la mise en service du parc éolien en mer. Ce suivi permettra de contrôler également le bon ensouillage des câbles inter-éoliennes.					

Description de la mesure			
<p>Le suivi sera réalisé par des relevés géophysiques utilisant un sondeur multifaisceaux, un sonar à balayage latéral ou appareil équivalent.</p> <p>Les relevés auront lieu sur l'ensemble de la zone de projet et de la zone tampon afin d'évaluer l'évolution naturelle des fonds. Pour le suivi de l'ensouillage des câbles, les relevés suivront le tracé des câbles inter-éoliennes.</p> <p>Les relevés seront organisés de la manière suivante :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Un suivi général de l'évolution des fonds et de la bathymétrie sur l'ensemble de la zone de projet et de la zone tampon de 500m en périphérie et un suivi de l'ensouillage des câbles : <ul style="list-style-type: none"> ○ avant la construction afin d'établir l'état de référence, ○ après l'installation des câbles pour s'assurer du succès de l'opération d'ensouillage ○ un an après la mise en exploitation du parc afin de suivre l'évolution des fonds suite aux travaux, ○ puis à 5, 15 et 25 ans. • des suivis spécifiques après travaux sur les zones de travaux préparatoires (aplanissement de dunes) et de dépôt des déblais de forage ainsi que sur les Ridens et les dunes hydrauliques présents dans l'aire d'étude immédiate. Ces suivis spécifiques seront maintenus si une évolution significative est observée avec les résultats du suivi total de la zone de projet prévu un an après la mise en exploitation. <p>Concernant les câbles sous-marins électriques, le transport sédimentaire résiduel au sein du parc éolien induit des mouvements des dunes et des autres morphologies sableuses. Il en découle un possible découverte des câbles électriques ensouillés. Ce risque doit cependant être pris en compte afin d'assurer la sécurité des usagers de la mer, dont la pêche au chalut qui pourrait être autorisée dans certaines zones définies du parc (sous réserve d'un avis favorable des autorités compétentes), tout au long de l'exploitation du parc éolien.</p> <p>Concernant les fondations, la surveillance de la bathymétrie couvrira au moins les abords des fondations. Un suivi au niveau de chaque fondation ne sera pas nécessaire, en particulier lorsque la morphologie du site et/ou la granulométrie des sédiments sont peu variables. Une surveillance de quelques fondations représentatives (extrémités du parc) et notamment celles ayant nécessité une plus grande préparation des sols sera suffisante.</p>			
Responsable de la mise en œuvre		Partenaires techniques pressentis	
Phases d'intervention	Avant la construction (Etat de référence) Après l'installation des câbles sur l'ensemble du tracé Après construction, sur les zones de travaux préparatoires, de dépôt des déblais de forage, sur la zone de Ridens et les dunes hydrauliques Exploitation : 1 an après la mise en exploitation du parc Puis au bout de 5, 15 et 25 ans Après la première grosse tempête Démantèlement : 1 an après		
Secteurs concernés	L'ensemble de la zone de projet et la zone tampon	Estimation des coûts (€ HT)	Intégré dans le coût du projet
Modalités de suivi de la mesure			
Indicateurs de mise	Réalisation des campagnes	Indicateurs de	Diffusion des résultats de chaque

en œuvre	selon les échéances indiquées ci-dessus	résultats	campagne via le GIS éolien en mer.
-----------------	---	------------------	------------------------------------

Fiche n°	SE5	Catégorie de mesure	Suivi de l'efficacité des mesures	Composante	Habitats et biocénoses benthiques
Evaluation des changements éventuels des communautés benthiques de substrat meuble					
Objectif de la mesure					
Evaluer les changements éventuels des communautés benthiques de substrats meubles, incluant les équilibres biologiques					
Description de la mesure					
<p>Substrats meubles (février-mars et septembre-octobre.) : suivi de 27 stations selon le protocole DCE-REBENT (25 stations de l'état initial et deux stations additionnelles au niveau des ridens de Dieppe), dont certains points pourront être complétés (travaux en cours) pour répondre au programme de surveillance DCSMM.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Suivi de l'influence du gradient de distance à l'éolienne (3 stations selon 4 axes cardinaux, soit 12 au total par éolienne) ; 4 éoliennes différentes seront échantillonnées, deux dans chacun des habitats identifiés dans la zone d'étude ; • Echantillonnage à la benne Smith McIntyre ou équivalent : 5 réplicats de 0,1 m² par station • Granulométrie par tamisage • Formolage / déformolage / tri / détermination + statistiques usuelles • un protocole de suivi de comptage des œufs de seiche sur des supports artificiels et sur les supports naturels par plongée (comptabilisé dans la campagne SE5) • Comparaison avec les données initiales <p>A noter que ce suivi sera temporellement couplé avec le suivi SE6 (ci-dessous) visant le compartiment de l'ichtyofaune. En outre, l'engagement E10 visant la qualité du milieu, permet de consolider le présent suivi.</p>					
Responsable de la mise en œuvre	Pétitionnaire		Partenaires techniques pressentis	CNRS / IDRA Bio & Littoral	
Phases d'intervention	1 campagne état zéro avant travaux / 1 campagne pendant travaux / 1 campagne 6 mois à 1 an après les travaux. Renouvellement à N+3, N+5, N+10, N+15 et enfin N+20 pour effectuer un suivi en adéquation avec la dynamique des peuplements et l'évolution hydro-sédimentaire.				
Secteurs concernés	Aire d'étude immédiate + proches abords		Estimation des coûts (€ HT)	280 000 €	
Modalités de suivi de la mesure					
Indicateurs de mise en œuvre	Réalisation du suivi		Indicateurs de résultats	Rapport d'expertise	

Fiche n°	SE6	Catégorie de mesure	Suivi de l'efficacité des mesures	Composante	Ressources halieutiques et autres peuplements
Suivi des ressources halieutiques et des autres peuplements					
Objectif de la mesure					
Suivi et évaluation de l'évolution des ressources halieutiques, suivi de l'impact des phases de construction et d'exploitation des éoliennes sur la ressource halieutique et ichtyologique, y compris le démantèlement.					
Description de la mesure					
<p>Le projet de mesure se base sur une veille bibliographique permettant de suivre les avancées scientifiques concernant ces ressources halieutiques en Manche ou dans l'interaction avec les projets éoliens mais aussi par la mise en œuvre de campagnes d'inventaires et de mesures in situ permettant de caractériser les ressources (ressource d'intérêt commercial et inventaire des espèces non commerciales fréquentant l'aire d'étude immédiate). Il s'agit de suivre l'évolution temporelle et spatiale de l'ensemble des ressources halieutiques et autres peuplements fréquentant la zone de parc éolien et ses alentours proches (juvéniles et adultes). Le protocole proposé permet une approche BACI avec les campagnes réalisées pour l'établissement de l'état initial. A noter que les seiches seront suivies par les campagnes chalut.</p> <p>Les modalités de réalisation sont basées sur les enseignements des campagnes réalisées à ce jour et la bibliographie qui confirme l'existence de 2 assemblages principaux en hiver et en été. Le protocole révisé intègre également la drague à amande qui combinera échantillonnage des amandes et des bulots (entre autre) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Chalut canadien (2 saisons /année de suivi) - Chalut à perche (2 saisons / année de suivi) - Filets trémails (2 saisons /année de suivi) - Drague à coquille Saint-Jacques (1 saison/année de suivi) - Drague à amande (1 saison/année de suivi) : les échantillonnages pourront être espacés de 5 ans uniquement dès la phase exploitation - un protocole de suivi de comptage des œufs de seiche sur des supports artificiels et sur les supports naturels par plongée (comptabilisé dans la campagne SE5) <p>Les données acquises lors de chaque campagne sont compilées dans une base de données permettant d'associer les abondances numériques et pondérales par espèce et par station ainsi que les informations individuelles telles que la biométrie. Elles seront géoréférencées par station d'échantillonnage, ceci permettant un suivi temporel par station. Des analyses statistiques seront réalisées permettant de travailler par assemblage.</p> <p>A noter que le présent suivi sera couplé avec l'engagement E9, visant plus spécifiquement le phytoplancton et le zooplancton, afin d'évaluer l'évolution du réseau trophique pélagique dans son ensemble.</p> <p>Par ailleurs, des méthodes complémentaires innovantes (R&D) peuvent aussi être discutées à l'issue de la fin des campagnes afin de vérifier la faisabilité de mise en place comme d'un suivi acoustique pour mesurer les effets des infrastructures sur le comportement des poissons pélagiques (harengs, chinchard...) (voir Mesure SE8).</p> <p>Le détail des protocoles sera affiné avec le GIS et les pêcheurs et validé au sein de l'instance de suivi préfectorale.</p>					
Responsable de la mise en œuvre	Maître d'ouvrage et prestataires spécialisés en pêche		Partenaires techniques pressentis	Bureaux d'études et structures spécialisés (exemple CSLN,...)	

Phases d'intervention	<p>Nombre d'années d'échantillonnage /de mise en œuvre du suivi : 11</p> <p>1 année de référence complémentaire avant le début de la phase de construction,</p> <p>2 années en phase de construction (à définir en fonction des autorisations de l'administration)</p> <p>3 années en début d'exploitation à 4 saisons/an (N = année de mise en service) : N+1 ; N+3 ; N+5 (sauf pour le plancton ou les mesures en années N+ 1 et N+3 sont suffisantes)</p> <p>3 années en phase exploitation 2 saisons : N+10 ; N+15 ; N+20.</p> <p>1 année en phase de démantèlement (4 saisons) et 1 année après la fin du démantèlement (4 saisons)</p> <p>Une option pour 2 saisons supplémentaires pour le chalut canadien, à perche et le filet sont provisionnés pour les années N+ 1 et N+5.</p>		
Secteurs concernés	Aire d'étude immédiate et éloignée	Estimation des coûts (€ HT)	<p>Estimation en fonction des protocoles validés</p> <p>Estimation en phase pré et travaux (3 années): 600-950 K€</p> <p>5 premières années exploitation (3 années) : 650-1050 K€</p> <p>15 autres années exploitation : (3 années à 2 campagnes/an) : 650-750 K€</p> <p>Démantèlement : 450-550 K€</p> <p>Total 20 ans estimé comprenant le démantèlement : 2,4-3,2 millions d'euros</p>
Modalités de suivi de la mesure			
Suivi du nombre de campagnes réalisées			
Indicateurs de mise en œuvre	Fourniture des rapports annuels de mission aux services de l'Etat et au GIS.	Indicateurs de résultats	Rapports sur les suivis, bilans voire publications scientifiques

Fiche n°	SE 7	Catégorie de mesure		Suivi de l'efficacité des mesures		Composante	Mammifères marins Ressources halieutiques Habitats et biocénoses benthiques
Suivi de la modification du champ magnétique et de la température émise par les câbles							
Objectif de la mesure							
L'objectif de la mesure consiste à mesurer le champ magnétique et la température émise par les câbles inter-éoliennes.							
Description de la mesure							
<p>Cette mesure sera décrite précisément une fois les partenaires scientifiques identifiés et les partenariats réalisés.</p> <p>Cette mesure consiste à mesurer en différents points de câbles inter-éoliennes et autour d'éoliennes les valeurs du champ magnétique et la température émises. Des mesures au niveau de la sous-station électrique pourrait être réalisé afin d'identifier si la concentration de câbles modifie ces paramètres.</p> <p>Pour ce suivi, 3 câbles inter-éoliennes et 3 éoliennes pourront être retenus dans le plan d'échantillonnage et répartis au sein des deux habitats identifiés lors de l'état initial de l'étude d'impact.</p> <p>Les analyses de résultats seront comparées avec celles du benthos afin d'identifier d'éventuelles modifications dans la composition des populations benthiques.</p> <p>Des comparaisons seront réalisées avec la même zone avant installation et avec une zone sans câble avant/après mise en place du parc.</p> <p>Enfin, l'analyse des données mesurées dans le présent suivi pourront être comparées avec le suivi des déplacements de la macrofaune réalisé à l'aide de bouées MAVEO mise en place dans le cadre de l'engagement E5 du maître d'ouvrage.</p>							
Responsable de la mise en œuvre	Maître d'ouvrage		Partenaires techniques pressentis	GIS éolien en mer Laboratoire de recherche			
Phases d'intervention	Phase de construction et phase d'exploitation						
Secteurs concernés	Une éolienne, un câble inter-éolienne et le poste électrique au sein de la zone de projet		Estimation des coûts (€ HT)	120 000 (coût global avec SE 8)			
Modalités de suivi de la mesure							
Indicateurs de mise en œuvre			Indicateurs de résultats	Résultat des suivis SE 5			

Fiche n°	SE8	Catégorie de mesure	Suivi de l'efficacité des mesures	Composante	Habitats et biocénoses benthiques Ressources halieutiques
Evaluation de l'effet récif					
Objectif de la mesure					
Evaluer le degré de colonisation des structures immergées					
Description du projet de mesure					
<p>Observations in situ</p> <p>Le suivi de l'effet récif des fondations sur la hauteur (axe « z ») est prévu sur 5 éoliennes et sur 5 bathymétries fixes conformes aux DCE/DCSMM au 3m / 8m / 13m / 18m CM et au fond.</p> <p>Dans les 2 cas, seront réalisés :</p> <ul style="list-style-type: none"> • 10 quadrats par niveau bathymétrique (axe « z ») : adapter la surface selon la section des fondations ; • Des photographies et caméras sous-marines ; • Des statistiques usuelles (richesse, densité, fréquence d'occurrence, etc...) <p>A noter que les éoliennes sélectionnées pour ce suivi seront réparties de manière à prendre en compte les deux habitats identifiés dans la zone d'étude.</p> <p>Prélèvements par grattage :</p> <p>Afin de procéder à un inventaire le plus exhaustif possible en matière d'espèces allochtones/invasives, il est prévu de procéder à des prélèvements par grattage/raclage sur les fondations, pour les espèces ne pouvant être déterminées <i>in situ</i>. Cela consiste à récupérer la faune et la flore macroscopique concernée à l'aide d'une spatule dans des piluliers. A ce jour, seules 3 espèces allochtones ont été inventoriées sur les substrats meubles : le crustacé amphipode <i>Monocorophium sextonae</i>, la crépidule <i>Crepidula fornicata</i>, et le mollusque bivalve <i>Ensis directus</i>, aucune d'entre elle n'étant adaptée à la colonisation des fondations. Ainsi, la recherche d'espèces allochtones/invasives sera concentrée sur d'autres espèces adaptées aux substrats durs, faunistiques (ex : ascidie <i>Styela clava</i>...) ou floristiques (ex : <i>Undaria pinatifida</i> ...).</p> <p>Cinq éoliennes sont retenues pour ces prélèvements sur 5 bathymétries différentes avec mutualisation partielle lors des autres relevés</p> <p>Prélèvements près des anodes à courant imposé :</p> <p>Il existe peu de retour d'expérience sur l'utilisation d'anodes à courant imposé et leur implication sur la colonisation benthique et des doutes peuvent éventuellement subsister quant à leur innocuité, dans les premiers centimètres. Aussi, il est proposé de réaliser certains des prélèvements mentionnés ci-dessus à proximité des anodes, d'évaluer les caractéristiques morphologiques des individus prélevés et de les comparer avec les individus prélevés à plus grande distance sur le reste de la fondation jacket. Les éventuelles modifications morphologiques pourraient démontrer l'innocuité des anodes à courant imposé.</p> <p>Lien avec les autres composantes :</p> <p>Un suivi par acoustique des populations ichtyologiques est prévu pour connaître l'attractivité des fondations jackets sur ces populations (notamment pélagiques).</p> <p>Un suivi de la répercussion de l'effet récif sur les pêcheries sera réalisé en collaboration avec les pêcheurs, à travers l'analyse des log-books.</p> <p>A noter enfin que le présent suivi sera couplé temporellement avec le suivi SE6 visant le compartiment de l'ichtyofaune pour permettre l'évaluation de l'effet récif en même temps que les suivis de l'impact acoustique éventuel (SE1) et des campagnes de pêches scientifiques (SE6).</p> <p>Un suivi sur la capacité des structures à capter les œufs de seiche sera mesuré par un protocole spécifique lors des plongées de grattage. La saison des plongées lors des campagnes annuelles sera callé sur ces périodes</p>					

de reproduction de seiche.			
Responsable de la mise en œuvre	Maître d'ouvrage	Partenaires techniques pressentis	IDRA Bio & Littoral
Phases d'intervention	1 campagne 1 mois après la fin de l'installation (T) des dernières éoliennes 1 campagne à T + 3 mois / T + 6 mois / T + 1 an / T + 2 ans / T+5 et T+10		
Secteurs concernés	Zone du parc éolien (5 éoliennes)	Estimation des coûts (€ HT)	120 000 € (coût global avec SE 7)
Modalités de suivi de la mesure			
Indicateurs de mise en œuvre	Réalisation du suivi	Indicateurs de résultats	Rapport d'expertise

Fiche n°	SE9	Catégorie de mesure	Suivi	Composante	Trafic maritime Navigation et sécurité en mer
Suivi de l'accidentologie					
Objectif de la mesure					
Suivre en temps réel l'accidentologie liée à la présence du parc éolien pendant toutes les phases du projet					
Description de la mesure					
<p>Cette mesure s'intégrera dans le cadre du plan HSE (Hygiène, Santé, Environnement) de chacune des phases du parc éolien. Une procédure spécifique sera mise en place pour déclarer chaque événement constaté.</p>					
Responsable de la mise en œuvre	Maître d'ouvrage		Partenaires techniques pressentis		
Phases d'intervention	Construction, exploitation, démantèlement				
Secteurs concernés	Site du parc éolien ainsi que les trajets entre les ports de construction et de maintenance et le site du parc éolien		Estimation des coûts (€ HT)	10 000	
Modalités de suivi de la mesure					
Indicateurs de mise en œuvre	Réalisation du suivi		Indicateurs de résultats	Rapports du coordinateur HSE	

Fiche n°	SE10	Catégorie de mesure	Suivi	Composante	Servitudes Moyens de surveillance, de navigation, de communication et de détresse
Suivi de l'efficacité des mesures visant à réduire et compenser l'impact sur la surveillance de la navigation maritime					
Objectif de la mesure					
S'assurer de l'efficacité des mesures définies par le maître d'ouvrage pour réduire et compenser l'impact du parc éolien sur les radars de surveillance de la navigation maritime					
Description de la mesure					
Un contrôle de l'efficacité des mesures MR12, MR15, MC1 et MC2 sera mis en place, selon un protocole à définir avec la Préfecture maritime Manche Mer du Nord, la Direction des Affaires Maritimes et la Marine Nationale. Un bilan sera ensuite établi et transmis à ces derniers.					
Responsable de la mise en œuvre	Maître d'ouvrage		Partenaires techniques pressentis		
Dates d'intervention	Exploitation				
Secteurs concernés	Manche est, sites accueillant les personnels opérateurs des radars impactés		Estimation des coûts (€ HT)	150 000 €	
Modalités de suivi de la mesure					
Indicateurs de mise en œuvre			Indicateurs de résultats	Résultats des suivis SE10	

Fiche n°	SE11	Catégorie de mesure	Suivi	Composante	Servitudes Moyens de surveillance, de navigation, de communication et de détresse
Suivi de l'efficacité de la compensation de l'impact sur les communications VHF					
Objectif de la mesure					
S'assurer de l'intérêt ou non à installer une station d'appoint VHF, puis une station pérenne, sur une éolienne de coin du parc pour compenser l'impact du parc éolien sur les communications VHF.					
Description de la mesure					
Un contrôle de la pertinence de laisser ou non une station VHF sur le parc sera mis en place, selon un protocole à définir avec la Préfecture maritime, la Direction des Affaires Maritimes et la Marine Nationale. Un bilan sera ensuite établi et transmis à ces derniers.					
Si les études effectuées par le maître d'ouvrage dans et à proximité du parc devaient démontrer qu'il n'y a pas d'impact sur la propagation VHF, le démantèlement de la station radio VHF ou le maintien aux frais de la DAM seraient envisagés. A contrario, si les impacts sont avérés, le maître d'ouvrage installera alors l'équivalent d'une station radio VHF côtière pour assurer les fonctionnalités du Système Mondial de Détresse et de Sécurité en Mer (SMDSM) et assurer à ses frais son maintien en condition opérationnelle.					
Responsable de la mise en œuvre	Maître d'ouvrage	Partenaires techniques pressentis			
Dates d'intervention	Exploitation				
Secteurs concernés	Manche-orientale	Estimation des coûts (€ HT)	100 000 €		
Modalités de suivi de la mesure					
Indicateurs de mise en œuvre		Indicateurs de résultats	Résultats des suivis SE11		

Fiche n°	SE12	Catégorie de mesure	Suivi socio-économique et Suivi de l'efficacité des mesures	Composante	Pêche professionnelle
Suivi de l'impact socio-économique du projet sur la pêche professionnelle maritime					
Objectif de la mesure					
<p>Les objectifs d'un suivi socio-économique de l'impact d'un projet éolien sur les activités de pêche s'inscrivent dans plusieurs logiques complémentaires :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Evaluer la réalité des impacts a posteriori en phase de travaux et en phase d'exploitation ; ▶ Evaluer l'effet de la compensation sur les armements suite à la possible fermeture de la zone de travaux ; ▶ Evaluer l'effet de la compensation sur les armements d'arts traînants suite à la possible interdiction de pêche autour des câbles inter-éoliennes ; ▶ Prendre en compte la variabilité interannuelle des activités de pêche ; ▶ Développer une approche innovante de suivi des effets cumulés ; ▶ Intégrer les évolutions méthodologiques VALPENA (résoudre certaines limites déjà identifiées – voir chapitre relatif aux méthodes). 					
Description de la mesure					
<p>Le suivi socio-économique des impacts d'un parc éolien sur les activités de pêche doit être appréhendé comme une démarche scientifique (basée sur un protocole méthodologique) à caractère analytique (décomposition des écarts entre le prévisionnel et le réalisé, suivi des effets directs sur les flottilles concernés et indirects).</p> <p>Il doit permettre à la fois de mesurer les impacts positifs ou négatifs, les changements de pratiques induits par la réalisation du projet éolien en mer sur l'économie de la filière pêche, mais aussi d'évaluer l'efficacité des mesures compensatoires proposées en amont. Il doit donc se concevoir en vue de l'examen continu et/ou périodique du projet pour toutes ou partie de ses phases (construction, exploitation et démantèlement).</p> <p>A cet effet, le suivi socio-économique doit donc, sur la base d'un même protocole méthodologique, pouvoir répondre à plusieurs finalités :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ établissement d'une situation de référence préalable à la mise en œuvre du parc éolien en mer (état 0) permettant de dresser le bilan socio-économique de la filière pêche en place avant travaux ; ▶ évaluation des impacts pendant la phase de travaux du parc et contrôle de l'efficacité de la compensation mise en place (suivi chaque année en phase travaux) ; ▶ évaluation des impacts éventuels durant l'exploitation du parc (et contrôle de l'efficacité de la compensation mise en place) puis, à terme, durant le démantèlement de ces installations. Les suivis seront réalisés sur des pas de temps espacés de 3 années. <p>A ce stade, le protocole envisagé est basé sur le suivi de deux types de flottilles échantillonnées :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ une flottille cible de navires concernés par l' « aire d'étude activité pêche VALPENA » ; ▶ une flottille témoin de navires aux mêmes caractéristiques technico-économiques mais non concernés par l' « aire d'étude activité pêche VALPENA ». 					

La méthodologie consistera à suivre les évolutions dans le temps de ces deux catégories de flottille ainsi que l'évolution des écarts entre elles.

En outre, il sera étudié les effets spécifiques par port (Dieppe et Le Tréport).

Responsable de la mise en œuvre	Maître d'ouvrage	Partenaires techniques pressentis	CRPMEM Normandie, CRPMEM Hauts de France, GIS VALPENA, experts en socio-économie des pêches
Phases d'intervention	Construction, Exploitation, Démantèlement		
Secteurs concernés	Zone de travaux (en phase de construction et démantèlement) puis zone du parc (en phase d'exploitation)	Estimation des coûts (€ HT)	1 390 000 (répartis sur l'ensemble des phases du projet)
Modalités de suivi de la mesure			
Indicateurs de mise en œuvre	Le protocole s'appuiera sur deux types d'indicateurs : des indicateurs de résultats (cf. ci-contre) et des indicateurs de suivi socio-économiques positionnés sur les trois branches qui composent la filière pêche (armements, portuaire et distribution). Une attention sera portée sur les filières armements et portuaires.	Indicateurs de résultats	Richesse et emplois créés

6.1.2 Engagements (E) du maître d'ouvrage : amélioration de la connaissance du milieu marin

Afin d'améliorer les connaissances dans le domaine du milieu marin et de l'éolien en mer en particulier, le maître d'ouvrage a prévu de réaliser plusieurs suivis environnementaux qualifiés de « mesures d'engagement ».

6.1.2.1 Présentation des engagements du maître d'ouvrage

Le tableau ci-dessous présente les différents types de suivi envisagés pendant toutes les phases du projet :

- ▶ Pré-construction (soit un an avant le début de la construction du parc) ;
- ▶ Construction ;
- ▶ Exploitation ;
- ▶ Démantèlement.

Le numéro de la mesure est ensuite repris dans les fiches de présentation détaillée de chaque mesure.

Dans le cadre de ces engagements sont notamment présentés les programmes retenus suite aux démarches entreprises par le maître d'ouvrage pour élaborer et mettre en œuvre des programmes d'amélioration de connaissances et de Recherche & Développement.

Tableau 33 : Présentation des engagements du maître d'ouvrage

Engagement	Description de l'engagement	Composantes concernées	Phases du projet durant laquelle s'applique la mesure	Coût global en € HT
E1	Créer un Groupement d'Intérêt Scientifique "Eolien en mer" et renforcer ses travaux futurs	Environnement dans son ensemble	Pré-construction Construction Exploitation Démantèlement	8 000 000
E2	Créer un Bureau Local d'Information Eolien en Mer (BLIEM)	Environnement dans son ensemble	Pré-construction Construction Exploitation Démantèlement	330 000
E3	Adapter aux chauves-souris le modèle développé pour estimer les collisions avec les oiseaux	Chiroptères	Pré-construction Construction	100 000
E4	RESPECT 3 : Evaluer l'efficacité des mesures d'évitement et de réduction qui seront entreprises, par la quantification du gain (nombre d'espèces préservées, gain sur les populations de mammifères marins) lors des phases de construction et d'exploitation Réaliser une approche des impacts lors de l'exposition prolongée des individus	Mammifères marins Acoustique sous-marine	Pré-Construction Construction Exploitation	137 500
E5	Mettre en place des bouées dédiées au suivi des déplacements des vertébrés en mer - MAVEO	Avifaune Mammifères marins Chiroptères Acoustique sous-marine Ressource halieutique	Construction Exploitation Démantèlement	5 100 000
E6	Projet la couleur de l'Océan	Qualité de l'eau	Construction Exploitation	523 000
E7	Projet JONAS (Cadre commun à l'évaluation des bruits sous-marin dans l'océan Atlantique)	Acoustique sous-marine	Exploitation	36 500
E8	Sauvetage, soin et remise en liberté des jeunes Goélands argentés tombés du nid en milieu urbain	Avifaune	Exploitation	610 000
E9	Réaliser une campagne de prélèvement des communautés phytoplanctonique et zooplanctoniques de la colonne d'eau au printemps	Phytoplancton et Zooplancton	Pré-construction	35 000
E10	Suivi de la qualité de l'eau et des sédiments	Qualité de l'eau et des sédiments	Construction Exploitation	50 000
E11	Améliorer la connaissance sur les hauteurs de vols des oiseaux grâce au financement d'une thèse	Avifaune	Exploitation	170 000
E12	Réaliser, sous réserve de l'obtention de dérogation nécessaire, un suivi télémétrique des marsouins avec les experts	Mammifères marins	Construction	80 000

	compétents de la façade			
E13	Fonds d'accompagnement à la pêche professionnelle	Pêche professionnelle	Pré-construction Construction Exploitation Démantèlement	5 000 000
E14	Fond d'accompagnement pour les activités économiques et touristiques du littoral normand	Milieu humain	Pré-construction Construction Exploitation Démantèlement	8 000 000
E15	Créer et préserver une colonie pour le Goéland argenté	Avifaune	Exploitation	800 000
Total des engagements				28 972 000

6.1.2.2 Fiches descriptives des engagements du maître d'ouvrage

Fiche n°	E1	Catégorie de mesure	Engagement	Composantes	Environnement dans son ensemble
Créer un Groupement d'Intérêt Scientifique (GIS) "Eolien en mer" dédié au partage de connaissances					
Objectif de la mesure					
Partage des connaissances liées aux impacts environnementaux d'un parc éolien en mer et suivi de la mise en place des mesures					
Description du projet de mesure					
<p>La création d'une instance partenariale pour la gouvernance et le suivi du projet éolien en mer de Dieppe-Le Tréport par la création d'un Groupement d'Intérêt Scientifique (GIS) constitue le cœur du programme de suivi environnemental. Il s'agit d'une mesure de suivi dite transversale car elle concerne l'ensemble des thématiques abordées.</p> <p>La création du GIS Éolien en Mer a pour vocation d'améliorer les connaissances liées aux impacts environnementaux d'un parc éolien en mer.</p> <p>Le GIS aura pour mission d'élaborer au mieux, avec les experts concernés, tous les programmes de suivis environnementaux en amont du projet, pendant la phase de chantier, durant l'exploitation du parc (plus particulièrement durant les premières années) et le démantèlement. Enfin, il s'agira aussi de suivre les effets de la remise en état du site (phase post-démantèlement).</p> <p>Les résultats des suivis scientifiques feront l'objet d'un rapport complet, édité aux années de référence de suivis environnementaux définies par les experts qui sera rendu public afin de participer à l'amélioration des connaissances scientifiques :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Des milieux marins en Manche-orientale (bathymétrie, qualité du milieu, biocénoses benthiques, migrations et stationnements de poissons, d'oiseaux, de chauve-souris, de mammifères marins) ; ▶ Des impacts environnementaux de la construction, de l'exploitation et du démantèlement d'un parc éolien en mer. <p>Les données collectées pourront alimenter utilement les plans et programmes environnementaux existants.</p> <p>Les informations seront vulgarisées afin d'être transmises dans un but pédagogique via le Bureau Local d'Information Eolien en Mer (BLIEM).</p> <p>Le budget alloué au Groupement d'Intérêt scientifique est réparti entre les phases de construction, d'exploitation et de démantèlement et vise principalement au financement du coordinateur scientifique.</p>					
Responsable de la mise en œuvre	Maître d'ouvrage		Partenaires techniques pressentis		
Phases d'intervention	Pré-construction, construction, exploitation et démantèlement				
Secteurs concernés	/		Estimation des coûts (€ HT)	650 000 €	

Fiche n°	E2	Catégorie de mesure	Engagement	Composante	Environnement dans son ensemble
Créer un Bureau Local d'Information Eolien en Mer (BLIEM)					
Objectif de la mesure					
Le Bureau Local d'Information Éolien en Mer qui aura un rôle de vecteur de diffusion des informations (résultats, retours d'expérience, observations, etc.) collectées tout au long de l'accompagnement du parc éolien de Dieppe Le Tréport.					
Description du projet de mesure					
<p>D'importantes lacunes de connaissances existent à ce jour dans le domaine maritime. Un des objectifs de la Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin est de contribuer à l'amélioration des connaissances du milieu marin, afin d'optimiser la gestion et la gouvernance des ressources marines en Manche Mer du Nord. Le projet de Dieppe-Le Tréport, depuis son développement jusqu'à son démantèlement en passant par sa construction et son exploitation collecte de nombreuses études de l'environnement marin en Manche orientale qui doivent être partagées avec la communauté scientifique afin d'améliorer ses connaissances. Ainsi, le maître d'ouvrage prévoit la création du Bureau Local d'Information Éolien en Mer qui aura un rôle de vecteur de diffusion des informations (résultats, retours d'expérience, observations, etc.) collectées tout au long des phases du projet du parc éolien de Dieppe-Le Tréport.</p> <p>Ce bureau a pour vocation d'être présent localement et physiquement. Il sera localisé à proximité du parc, pour assurer plusieurs missions :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Recueillir toutes les demandes et questions autour du parc, provenant de tous types d'acteurs locaux (particuliers, entreprises, associations, représentants de profession ou de comités professionnels, syndicats, acteurs socio-économiques, etc...) ; • Mettre les résultats vulgarisés des suivis environnementaux et socio-économiques à la disposition des citoyens ; • Assurer un suivi et une traçabilité des questions posées et réponses fournies, notamment par la mise en place de supports pour poser les questions (cahier, internet) ; • Apporter des réponses (fiches thématiques ou documents) ou orienter les demandeurs vers les acteurs pertinents (offices du tourisme, etc...) en fonction des demandes ; • Identifier les demandes qui seraient susceptibles d'être traitées par le GIS et en assurer la traçabilité ; • Assurer une permanence avec une personne physique (1 à 2 jours / semaine par exemple) ; • Organiser des réunions d'information autour de thèmes prédéfinis ; • Assurer une communication régulière des informations concernant l'avancement des travaux du parc et l'état de son exploitation. <p>Le BLIEM a pour objectif d'être présent au plus près des populations concernées.</p>					
Responsable de la mise en œuvre	Maître d'ouvrage		Partenaires techniques pressentis		
Phases d'intervention	Pré-construction, construction, exploitation et démantèlement				
Secteurs concernés	Communes locales		Estimation des coûts (€ HT)	330 000 €	

Fiche n°	E3	Catégorie de mesure	Engagements du maître d'ouvrage	Thème	Chiroptères
Adapter aux chauves-souris le modèle développé pour estimer les collisions avec les oiseaux					
Contexte et objectifs de la mesure					
A l'heure actuelle seul un modèle de collision avifaune est validé par la communauté scientifique et le maître d'ouvrage souhaite par conséquent étudier l'adaptation de ce modèle aux chiroptères.					
Description du projet de mesure					
<p>Les modèles de collision des oiseaux se basent sur des paramètres comme la hauteur de vol, le comportement des espèces... Beaucoup de ces paramètres ne sont, à l'heure actuelle, pas disponibles pour les chiroptères notamment pour les activités marines en raison des difficultés d'observations de ces espèces.</p> <p>Ainsi dans un premier temps, une étude de faisabilité sera initiée dans le cadre du GIS éolien en mer afin de permettre d'étudier les modalités de développement d'un tel modèle aux chauves-souris en identifiant les obstacles à lever et les données à acquérir. Cette première étape réalisée, l'Engagement s'attachera à développer un modèle de collision adapté aux chiroptères. Pour ce faire, le maître d'ouvrage s'engage notamment à financer une thèse type bourse CIFRE dédié à ce sujet</p>					
Responsable de la mise en œuvre	Maître d'ouvrage		Partenaires techniques pressentis	Laboratoires scientifiques pour la thèse	
Périodes d'intervention envisagées	Pré-construction				
Secteurs concernés	-		Estimation des coûts (€ HT)	Le budget alloué à cette mesure est inclus dans le budget du GIS il est estimé à 100 000 € HT	
Modalités de suivi de la mesure					
Indicateurs de mise en œuvre	Fourniture de l'étude de faisabilité et le cas échéant du rapport de thèse au comité de pilotage mis en place par la préfecture ainsi qu'au GIS		Indicateur de résultats	Transposition effective du modèle aux chauves-souris et mise en œuvre sur le cas concret du parc de Dieppe-Le Tréport	

Fiche n°	E4	Catégorie de mesure	Engagement	Composante	Mammifères Marins Acoustique sous-marine
RESPECT 3 : Evaluer l'efficacité des mesures d'évitement et de réduction qui seront entreprises, par la quantification du gain (nombre d'espèces préservées, gain sur les populations de mammifères marins) lors des phases de construction et d'exploitation.					
Objectif de la mesure					
<p>L'objectif du projet RESPECT phase 3/S est d'évaluer l'efficacité des mesures d'évitement et de réduction qui seront entreprises, par la quantification du gain (nombre d'espèces préservées, gain sur les populations de mammifères marins) lors des phases de construction et d'exploitation.</p> <p>Ce projet constitue le prolongement logique des phases 1 et 2 du projet RESPECT coordonné par Quiet-Oceans pour le compte du projet de parc éolien en mer de Dieppe Le Tréport.</p> <p>Le projet prévoit également une approche des impacts lors de l'exposition prolongée des individus.</p>					
Description de la mesure					
<p>Cohérence avec les projets de parcs éoliens</p> <p>Ce projet de suivi offre un outil quantifiant l'efficacité des mesures d'évitement et de réduction prises dans le cadre de projets de parcs éoliens pour les phases de construction et d'exploitation.</p> <p>Expérience dans le domaine du projet</p> <p>RESPECT Phase 3/S s'inscrit dans la suite des phases 1 (finie) et 2 (programmée) du projet RESPECT mené dans le cadre du projet de parc éolien en mer.</p> <p>Les résultats obtenus lors de la phase 1 du projet RESPECT ont d'ores et déjà permis de mettre en place :</p> <ul style="list-style-type: none"> • un modèle de transfert du bruit de battage de pieu vers le milieu marin (marteau, pieu, eau, sédiment) ; • un modèle écosystémique intégrant le bruit visant à prédire les impacts à moyen et long termes sur les mammifères marins avec et sans mesure d'atténuation (mitigation). <p>La phase 2, déjà programmée, permettra d'affiner ce modèle en acquérant et implémentant des paramètres spécifiques à la zone d'étude et potentiellement en étendant l'étude à d'autres espèces de mammifères marins du secteur (phoque par exemple).</p> <p>La phase 3 vise donc à utiliser ce modèle comme outil de suivi et de prédiction de l'évolution des populations lors de la construction et de l'exploitation du parc ainsi qu'établir un outil d'évaluation de l'efficacité des mesures de réduction du bruit.</p> <p>Quiet-Oceans s'appuiera sur les résultats des deux phases précédentes du projet RESPECT et sur son système de modélisation et de prédiction du bruit sous-marin Quonops®, fruit de la recherche en défense et enrichi de l'expérience de nombreuses études en conditions réelles et en modélisations auxquelles il a collaboré.</p>					
Responsable de la mise en œuvre	Maître d'ouvrage		Partenaires techniques	Quiet Oceans et Université de La Rochelle (ADERA)	
Phases d'intervention	Construction et exploitation				
Secteurs concernés	Zone du parc éolien dans son ensemble		Estimation des coûts (€ HT)	137 500€	
Modalités de suivi de la mesure et de ses effets					
Sans objet.					

Fiche n°	E 5	Catégorie de mesure	Engagement	Thème	Avifaune Mammifères marins Chiroptères
Mise en place des bouées dédiées au suivi des déplacements des vertébrés en mer - MAVEO					
Contexte et objectifs de la mesure					
<p>Le projet MAVEO (MARine VERtebrates & Offshore wind farms) a pour but de regrouper un ensemble de capteurs pour la collecte simultanée des données sur chacun des groupes de vertébrés fréquentant le site du projet, à l'interface et dans chacun des compartiments aquatiques et aériens.</p> <p>MAVEO déploie des capteurs innovants pour collecter des séries de données à haute fréquence, spatialisées et temporalisées sur les vertébrés marins. Ces dernières seront traitées en indicateurs d'évolution des populations de poissons, d'oiseaux, ou de cétacés. La continuité et la cohérence de leur collecte lors de l'installation et de l'exploitation du parc éolien en mer informera les gestionnaires, les développeurs et les exploitants sur l'impact des parcs vis-à-vis des vertébrés fréquentant les sites de production.</p>					
Description de la mesure					
<p>MAVEO est une amélioration des stations SIMEO (Station Instrumentalisée de Monitoring Écologique dans l'Océan). La collecte d'informations de MAVEO s'articulera autour de 4 capteurs principaux équipant les plateformes installées pour les pré-études du parc :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Un système radar dédié aux suivis ornithologiques, • Un système acoustique passif large bande autorisant l'étude des trajectoires et des activités des cétacés et des chiroptères, • Un sonar imageur caractérisant les populations de poissons et évaluant leurs variations d'activité, • Une unité aérienne d'imagerie visible / proche infrarouge. <p>Par ailleurs des sondes pour analyser l'eau (température, salinité, etc.) seront mise en place. MAVEO permettra ainsi de collecter des informations essentielles sur des espèces aussi variées que les oiseaux marins, les chauves-souris, les poissons ou les cétacés. La station comportera un système d'ancrage adapté à la diversité des sites - nature des fonds (sable, roches...), courants, houle – et sera composée de trois parties : aérienne, centrale et sous-marine.</p>					
<p>Figure 13 : Schéma du principe de MAVEO</p> <p>source : Biotope</p>					
MAVEO sera autonome en énergie et assurera la transmission des données récoltées vers la terre, sans que les					

<p>scientifiques n'aient à se déplacer en mer jusqu'à la station. Le maître d'ouvrage envisage l'acquisition de deux stations pour le parc éolien de Dieppe Le Tréport.</p> <p>MAVEO permettra donc de fournir des données pour l'avifaune, les chiroptères, les poissons, cétacés et le milieu physique.</p> <p>Si la bouée n'était pas opérationnelle d'un point de vue technique au moment de la construction du parc, l'ensemble des paramètres seront, quoiqu'il en soit, suivis avec d'autres instruments qui pourront être placés, par exemple, sur des supports fixes du parc.</p> <p>MAVEO est équipé d'un radar qui permettra d'observer les mouvements d'oiseaux en mer liés au parc. Elle est équipée également d'une caméra (mais uniquement en diurne) qui peut permettre d'identifier certains mouvements. L'avantage de MAVEO c'est qu'elle peut être déplacée et donc répondre à diverses questions concernant les mouvements de contournements du parc (au sud, au nord, au cœur du parc, entre la côte et le parc).</p> <p>Au total, 3 bouées MAVEO seront déployées afin de disposer d'un suivi en temps réel et compléter les résultats des suivis environnementaux.</p>			
Responsable de la mise en œuvre	EMDT	Partenaires techniques pressentis	Biotope & partenaires
Planning envisagé	Nombre d'années de mise en œuvre du suivi : 11 (2 années de référence avant construction, 2 années en cours de construction), 7 années en phase d'exploitation (N = année de mise en service ; N+1 ; N+3 ; N+5 ; N+10 ; N+15 ; N+20), 2 années en phase de démantèlement		
Secteurs concernés	Emplacement des bouées à définir avec le GIS	Estimation des coûts (€ HT)	<p>Pré-construction : acquisition de 3 bouées : 1500 k€ + service associé de traitement de données : 300 k€</p> <p>Construction : 100k€ / an / bouée soit 600 k€</p> <p>Exploitation et maintenance : 100k€ / an / bouée soit 2100 k€</p> <p>Démantèlement : Construction : 100k€ / an / bouée soit 600 k€</p> <p>Soit 5,1 M€</p>
Modalités de suivi de la mesure et de ses effets			
Indicateurs de mise en œuvre	Déploiement des bouées	Indicateurs de résultats	Rapports annuels

Fiche n°	E6	Catégorie de mesure	Engagement	Composante	Qualité de l'eau
Mesurer la couleur de l'Océan					
Objectif de la mesure					
Suivre automatiquement et en continu la variabilité temporelle de la couleur de l'océan, la biogéochimie et les floraisons phytoplanctoniques à partir de mesures in-situ et satellite avant, pendant et après la construction du parc éolien.					
Description du projet de mesure					
<p>Réaliser des mesures in-situ et satellite avant, pendant et après la construction du parc. Ces mesures vont permettre :</p> <ul style="list-style-type: none"> - D'étudier le couplage physique / biologie ; - De vérifier la qualité de l'eau ; - De développer des indices biogéochimiques ; - D'utiliser les données satellite des couleurs de l'océan. Ces satellites sont déjà en opération et observent la région de Dieppe-Le Tréport tous les 2 à 15 jours. <p>Les outils utilisés seront les suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Au-dessus de l'eau : deux CE-318T radiomètres et leurs accessoires fournis par l'entreprise CIMEL (Paris, France) - Sous l'eau : un moniteur Wellab de qualité de l'eau pour mesurer la température de l'eau, la pression, et la turbidité ; un Cytosub de l'entreprise CytoBuoy, pour mesurer, caractériser et compter le phytoplancton cells (fluorescence, taille) ; Fluoroprobe de l'entreprise BIONEF pour la qualification des algues chlorophylles ; un ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler) de l'entreprise Technitrade, pour enregistrer la vitesse de courant en fonction des profondeurs. <p>Le planning prévisionnel est le suivant :</p> <ul style="list-style-type: none"> • T0-T0+6 mois : Achat et installation des instruments, traitement des données satellite pour la période avant construction • T0+6-T0+12 : Mise en service des instruments et analyse qualité des mesures • T0+12- : Acquisition des mesures, développement d'algorithmes locaux estimant les propriétés optiques et biogéochimiques des eaux marines du parc éolien 					
Responsable de la mise en œuvre	Maître d'ouvrage		Partenaires techniques pressentis	Université du Littoral-Côte d'Opale, CNES, INSU, H2020, ANR	
Phases d'intervention	Construction (notamment pendant les opérations génératrices de turbidité)				
Secteurs concernés			Estimation des coûts (€ HT)	523 000€	
Modalités de suivi de la mesure					
Indicateurs de mise en œuvre	/		Indicateurs de résultats	/	

Fiche n°	E7	Catégorie de mesure		Engagement		Composante	Acoustique sous-marine
Participer au projet JONAS (Cadre commun à l'évaluation des bruits sous-marin dans l'océan Atlantique)							
Objectif de la mesure							
<p>Cette mesure a pour objectif de récolter les mesures acoustiques sous-marines collectées avant, pendant et après la construction du parc éolien en mer dans le but d'enrichir la connaissance acoustique des Etats membres de l'Union européenne. Le consortium JONAS, vise à répondre au défi de la prédiction de bruit océanique pour l'arc atlantique européen (incluant la Manche).</p>							
Description de la mesure							
<p>Pour mettre en œuvre la Directive Cadre « Stratégie du Milieu Maritime » (DCSMM) de l'Union Européenne, les pays membres sont amenés à assurer le contrôle du bruit continu dans leurs eaux et à se regrouper régionalement pour partager des méthodes, standards et outils nouveaux à rendre opérationnels dans leur région maritime.</p> <p>Quiet-Oceans a piloté le premier projet de ce type, en mer Baltique, aux côtés d'acteurs publics de recherche de six pays européens. Fort de cette expérience, Quiet-Oceans fait partie des préfigureurs du projet européen qui se consacrera à cette mission pour la région de l'Arc Atlantique européen, incluant la Manche.</p> <p>Les objectifs du projet sont de :</p> <ul style="list-style-type: none"> - définir la stratégie et les protocoles adéquats ainsi que les standards techniques pour répondre aux exigences de la DCSMM relatives au bruit continu en Atlantique ; - mettre en place les fondations de l'évolution transnationale du Bon Etat Ecologique en Atlantique ; - évaluer les avantages du contrôle du bruit en tant qu'outil local et global pour la planification spatiale maritime. <p>Les mesures acoustiques réalisées dans le parc éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier pourront être utilisées dans le cadre de JONAS permettant ainsi de participer à un projet européen fondateur pour la prise en compte du bruit en Atlantique et qui aura de la visibilité auprès des états membres.</p> <p>Ce projet européen est actuellement envisagé avec des acteurs publics en charge de l'application de la DCSMM pour le bruit des pays riverains de l'Atlantique : France (SHOM), Espagne, Portugal, Irlande et Royaume-Uni.</p>							
Responsable de la mise en œuvre	Quiet Océans, sous mandat de la Commission européenne		Partenaires techniques pressentis	Commission européenne, pays riverains de l'Atlantique (France, Espagne, Portugal Irlande, Royaume-Uni)			
Phases d'intervention	Construction, Exploitation						
Secteurs concernés	Atlantique et Manche		Estimation des coûts (€ HT)	36 500€			
Modalités de suivi de la mesure							
A définir avec le responsable de sa mise en œuvre							
Indicateurs de mise en œuvre	Phasage (réflexion, choix, mise en œuvre de projets)		Indicateurs de résultats	Rapport européen avec une cartographie du bruit sous-marin en Atlantique et Manche			

Fiche n°	E8	Catégorie de mesure	Engagement	Composante	Avifaune
Sauvetage, soin et remise en liberté des jeunes Goélands argentés tombés du nid en milieu urbain					
Objectif de la mesure					
L'objectif de cet engagement est de collecter, soigner puis relâcher des goélands argentés qui seraient tombés de leur nid en milieu urbain sur la ville de Dieppe. La remise en liberté pourra s'effectuer au sein de la colonie décrite en MC 4.					
Description de la mesure					
<p>Le groupe de travail organisé dans le cadre de l'élaboration de la mesure compensatoire MC4 a permis de mettre en avant l'intérêt d'accompagner celle-ci au travers d'actions connexes. Des actions pour la sauvegarde des individus de Goélands argentés blessés en font partie.</p> <p>A ce titre, le Centre d'Hébergement et d'Etudes sur la Nature et l'Environnement (CHENE) et l'ESTRAN cité de la mer, deux associations environnementales locales, mènent d'ores et déjà des actions de sauvetages des jeunes Goélands tombés du nid sur la région de Dieppe notamment. Ainsi, l'action a pu totaliser entre 120 et 200 interventions par an ces trois dernières années. Cette action s'inscrit pleinement dans la volonté exprimée lors de ce groupe de travail.</p> <p>La mesure est de deux ordres :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Elle comprend la sauvegarde des goélands du littoral de Dieppe via un sauvetage et l'administration de soin par les deux associations locales. L'ESTRAN procédera à la collecte et aux premiers soins des goélands blessés avant de les transférer vers le centre de soin du CHENE pour un soin plus complet. - Par la suite, une fois les individus soignés, le CHENE pourra les réintroduire au sein de la colonie de la MC4 à l'aide d'un taquet (sorte de volière) afin d'inféoder cet espace par les goélands. <p>En partie grâce à cette procédures, les goélands soignés jugeront l'environnement propice à la reproduction et donc favorable à la sédentarisation.</p>					
Responsable de la mise en œuvre	Centre d'Hébergement et d'Etudes sur la Nature et l'Environnement (CHENE) et l'ESTRAN cité de la mer		Partenaires techniques pressentis	Le Centre d'Hébergement et d'Etudes sur la Nature et l'Environnement (CHENE) et l'ESTRAN cité de la mer	
Phases d'intervention	Phase d'exploitation				
Secteurs concernés	Littoral secteur de Dieppe – Le Tréport		Estimation des coûts (€ HT)	610 000 €	
Modalités de suivi de la mesure					
Indicateurs de mise en œuvre	Suivi comportement des goélands au taquet		Indicateurs de résultats	Suivi bagages couleur	

Fiche n°	E 9	Catégorie de mesure	Engagement	Thème	Plancton
Réaliser une campagne de prélèvement des communautés phytoplanctonique et zooplanctoniques de la colonne d'eau					
Contexte et objectifs de la mesure					
<p>Le plancton, zoo comme phyto, forme la base du réseau trophique des océans toutefois la connaissance de ses réponses aux pressions exercées par des projets en mer, tel le projet EMDT, restent encore parcellaire. Il est donc nécessaire de connaître son évolution au cours des phases de construction et d'exploitation pour mieux appréhender celle du réseau trophique dans son ensemble.</p>					
Description de la mesure					
<p>Le présent engagement est complémentaire du suivi SE6 qui a pour objet de suivre l'évolution des ressources halieutiques et des autres peuplements marins lors des phases de construction et d'exploitation.</p> <p>En conséquence, le protocole de cet engagement sera effectué en même temps que l'échantillonnage prévu dans le suivi SE6. Ainsi, il est prévu :</p> <ul style="list-style-type: none"> - en phase travaux : une campagne sur 2 saisons pour chaque année de suivi ; - en phase exploitation : une campagne sur 2 saisons pour 2 années de prélèvement (année N+ 1 et N+ 3). <p>Les campagnes de prélèvements seront effectuées à l'aide de Bongo/filet à plancton, pour le zooplancton et à l'aide de bouteille Niskin pour le phytoplancton en subsurface. Les échantillons, formolés dès le prélèvement seront analysés à la loupe binoculaire (le protocole sera ainsi similaire à celui déployé dans le cadre de l'Evaluation initiale des eaux marines du Plan d'Action pour le Milieu Marin).</p>					
Responsable de la mise en œuvre	Maître d'ouvrage et prestataires spécialisés en pêche		Partenaires techniques pressentis	Bureaux d'études et structures spécialisés (exemple CSLN,...)	
Planning envisagé	Le protocole prévu dans cet engagement sera effectué en même temps que le suivi SE6 pour permettre une complémentarité des résultats à l'échelle du réseau trophique				
Secteurs concernés	Aire d'étude immédiate et éloignée		Estimation des coûts (€ HT)	Intégré dans le cout du suivi SE6 relatif aux ressources halieutiques et autres peuplements marins	
Modalités de suivi de la mesure et de ses effets					
Indicateurs de mise en œuvre	Fourniture des rapports annuels de mission aux services de l'Etat et au GIS.		Indicateurs de résultats	Rapports sur les suivis, bilans voire publications scientifiques	

Fiche n°	E 10	Catégorie de mesure	Engagement	Thème	Eau Sédiments
Suivi de la qualité de l'eau et des sédiments					
Contexte et objectifs de la mesure					
L'objectif de cette mesure est d'observer l'évolution de la qualité du milieu					
Description de la mesure					
<p>Le suivi SE5 vise à comprendre l'évolution des peuplements benthiques en termes de peuplement. Il est toutefois nécessaire pour distinguer les modifications naturelles des modifications sous l'action de pressions exogènes, d'analyser l'évolution du milieu dans son ensemble. Le présent engagement vise donc à suivre les principales caractéristiques de l'eau et des sédiments.</p> <p>Acquisition et traitement des données :</p> <p>Compartiment « Eau » :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dans un premier temps, les analyses in situ de la qualité de l'eau seront réalisées à l'aide d'une sonde CTD multi-paramètres. Cette sonde mesure la profondeur, la salinité, la fluorométrie et la turbidité (en NTU). L'acquisition des données est réalisée sur un profil vertical de la surface vers le fond. - Dans un second temps, un prélèvement d'eau est effectué (à l'aide d'une bouteille Niskin par exemple) pour permettre les analyses physico-chimiques au sein du laboratoire accrédité COFRAC. Les paramètres mesurés sont les suivants : <ul style="list-style-type: none"> o Matières en suspension ; o Conductivité ; o Matière organique ; o Nitrates / Azote ammoniacal / orthophosphates ; o Indice hydrocarbures C10 à 40 ; o Aluminium et Zinc dissous ; o Escherichia coli et entérocoques intestinaux. <p>Compartiment « Sédiments » :</p> <ul style="list-style-type: none"> - A chacune des stations de prélèvements de benthos (effectué dans le cadre du suivi SE6), un prélèvement additionnel est réalisé ; - Dans les échantillons, ramenés en laboratoire, les paramètres suivants sont mesurés : <ul style="list-style-type: none"> o Granulométrie : pour permettre de connaître la texture sédimentaire précise de l'échantillon ; o Propriétés physico-chimiques : matière sèche, Carbone organique Total (COT), Azote Kjeldhal et Phosphore total (ces trois paramètres permettent en outre d'évaluer la pollution organique de l'échantillon) ; o Teneurs en métaux lourds : Arsenic (As), Cadmium (Cd), Chrome (Cr), Cuivre (Cu), Mercure (Hg), Nickel (Ni), Plomb (Pb), Zinc (Zn), Aluminium (Al) ; o Teneurs en 16 Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) ; o Teneurs en 7 congénères Polychlorobiphényles (PCB) ; o Teneurs en organostanniques : Tributylétain (TBT) ; Di / Mono butylétain (DBT / MBT) ; o Bactériologie (Escherichia coli). <p>Fréquence du protocole :</p> <p>Ce protocole, de type BACI, sera déployé de manière synchrone avec le suivi SE5 relatif aux peuplements benthiques, ainsi :</p>					

Fréquence du protocole :			
Ce protocole, de type BACI, sera déployé de manière synchrone avec le suivi SE5 relatif aux peuplements benthiques, ainsi :			
- Une première campagne sera réalisée avant les travaux pour effectuer un état zéro ;			
- Puis une seconde campagne se tiendra pendant travaux			
- Enfin une troisième campagne aura lieu entre 6 mois et un an après la fin des travaux. Cette campagne sera renouvelée à N+3, N+5, N+10, N+15 et enfin N+20.			
Responsable de la mise en œuvre	EMDT	Partenaires techniques pressentis	
Planning envisagé			
Secteurs concernés		Estimation des coûts (€ HT)	50 000 €
Modalités de suivi de la mesure et de ses effets			
Indicateurs de mise en œuvre		Indicateurs de résultats	Rapports annuels

Fiche n°	E 11	Catégorie de mesure	Engagement	Thème	Avifaune
Améliorer la connaissance sur les hauteurs de vols des oiseaux grâce au financement d'une thèse					
Contexte et objectifs de la mesure					
Dans le cadre d'une thèse, affiner les informations concernant les hauteurs de vol afin de disposer de jeux de données locales pour alimenter des modélisations de collision futures					
Description de la mesure					
<p>Recueil et compilation des différentes informations recueillies :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Données obtenues en avion - Données obtenues en bateau - Données obtenues en radar <p>Analyse statistique sur la répartition des hauteurs de vol par espèce</p> <p>Comparaison avec les sources bibliographiques internationales et mise en valeur des spécificités locales si elles existent.</p> <p>Publication scientifique.</p>					
Responsable de la mise en œuvre	EMDT		Partenaires techniques pressentis	Biotope & partenaires/ Université / Laboratoire de recherche	
Planning envisagé	Exploitation				
Secteurs concernés	Parc éolien		Estimation des coûts (€ HT)	170 000	
Modalités de suivi de la mesure et de ses effets					
Indicateurs de mise en œuvre	Mémoire de thèse		Indicateurs de résultats	Rapports annuels	

Fiche n°	E12	Catégorie de mesure	Engagement	Composante	Mammifères Marins
Réaliser, sous réserve de l'obtention de dérogation nécessaire, un suivi télémétrique des marsouins avec les experts compétents de la façade					
Objectif de la mesure					
Suivre la population locale de marsouin et leur occupation de la zone autour du parc					
Description de la mesure					
<p>Ce suivi peut s'avérer très utile pour mieux comprendre le comportement de cette espèce car peu d'informations sont disponibles.</p> <p>Néanmoins celui-ci s'avère relativement difficile car il nécessite la capture ou l'équipement de l'animal en pleine mer pour une espèce de petite taille et très mobile, difficile à approcher.</p> <p>A notre connaissance, une seule expérimentation a été réalisée au Groënland « http://www.natur.gl/en/birds-and-mammals/marine-mammals/harbour-porpoise/satellite-tracking-harbour-porpoises/ »</p> <p>La technique de marquage des cétacés par des systèmes de balises autonome afin de les suivre est surtout utilisée pour les grands cétacés (baleines) et sur les grands séliciens (Requin pèlerin par exemple).</p> <p>Le maître d'ouvrage s'engage à étudier la faisabilité de l'utilisation d'une telle technique afin de suivre les marsouins. Puis au vu du résultat de cette étude de faisabilité, le GIS se prononcera sur la mise en œuvre effective de cette mesure.</p> <p>Remarque : cette mesure requière la capacité de capturer les individus pour les équiper. S'agissant d'espèces protégées il est nécessaire de disposer d'autorisations de captures à obtenir préalablement auprès du Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire.</p>					
Responsable de la mise en œuvre	Maître d'ouvrage	Partenaires techniques	Université de La Rochelle (ADERA) Laboratoires européens		
Phases d'intervention	A définir au sein du GIS				
Secteurs concernés	Zone du parc éolien dans son ensemble	Estimation des coûts (€ HT)	80 000€		
Modalités de suivi de la mesure et de ses effets					
Sans objet.					

Fiche n°	ME13	Catégorie de mesure	Engagement	Composante	Pêche professionnelle
Fonds d'accompagnement à la pêche professionnelle					
Objectif de la mesure					
<p>Au vu de l'enjeu que constitue l'activité de pêche en Manche Est et compte tenu de la concertation menée avec les professionnels qui ont fait part des difficultés structurelles qui s'annoncent pour ce secteur (coûts d'exploitation en hausse, navires âgés, installation de jeunes pêcheurs, renouvellement des équipages, sélectivité des engins de pêche, valorisation de produits, etc...), EMDT a décidé de mettre en place ce fonds afin de participer au soutien de cette filière en participant aux financements de projets de pêche durable.</p>					
Description de la mesure					
<p>La mise en œuvre de ce fonds s'inscrit dans la ligne des engagements pris par EMDT au cours de l'appel d'offres lancé par l'Etat dans son offre remise en 2013.</p> <p>Les différents projets éligibles au financement par ce fonds d'accompagnement seront définis en concertation avec les représentants de la pêche professionnelle.</p> <p>A titre d'exemple, le Fonds d'accompagnement à la pêche pourrait financer des actions dans des domaines aussi variés que la labélisation et la promotion de produits de la pêche locale, des actions de promotion du métier de marin-pêcheur, des abondements dans des programmes de R&D visant à l'innovation dans les systèmes de propulsion (hybride, pile à hydrogène, ...) ou d'amélioration de la sélectivité de certains engins de pêche.</p> <p>Le Fonds d'accompagnement à la Pêche durable et responsable sera co-géré par EMDT, les CRPMEM et autres organismes de gestion des activités de pêche.</p>					
Responsable de la mise en œuvre	EMDT	Partenaires techniques pressentis	CRPMEM Normandie et Hauts-de-France Organismes de gestion de la pêche		
Dates d'intervention	Développement – Construction – Exploitation – Démantèlement				
Secteurs concernés	Zone du Parc	Estimation des coûts (€ HT)	5 M€		
Modalités de suivi de la mesure et de ses effets					
<p>Cet engagement d'EMDT sera suivi par un GT ou un Comité regroupant a minima EMDT, les CRPMEM de Normandie et des Hauts-de-France. Cette instance aura pour rôle de gérer le Fonds d'accompagnement afin d'adapter au mieux les actions mises en places au cours de leur déploiement et détecter d'éventuelles nouvelles attentes de la filière pêche.</p>					
Indicateurs de mise en œuvre		Indicateurs de résultats			

Fiche n°	ME14	Catégorie de mesure	Engagement	Composante	Tourisme et paysage
Nom de la mesure					
Fonds d'accompagnement pour les activités économiques et touristiques du littoral normand-picard					
Objectif de la mesure					
<p>Compte tenu des préoccupations de riverains qui ont pu se faire jour au cours de la concertation menée sur le projet, la société EMDT s'engage à mettre en place un fonds d'accompagnement économique et touristique, qui serait co-géré par EMDT et les collectivités locales.</p> <p>L'objectif est d'accompagner financièrement les collectivités territoriales qui souhaiteraient développer des actions en faveur du maintien, de l'évolution ou du développement d'activités économiques et / ou touristiques sur le territoire concerné par le projet</p>					
Description de la mesure					
<p>Conformément à l'engagement formulé par le consortium dans son offre remise en 2013 et renouvelé à l'issue du Débat Public de 2015, EMDT va poursuivre sa démarche afin de faire du projet éolien un vecteur de développement pour l'offre touristique et les loisirs en mer. Ce projet novateur a également pour vocation d'agir comme outil de protection et de valorisation du patrimoine culturel de cette frange du littoral français. Le Groupement souhaite s'assurer que les retombées à l'échelle locale se fassent de façon équilibrée afin d'agir comme un levier pour le développement économique et social du territoire.</p> <p>Certaines collectivités territoriales s'étaient manifestées dès 2013 pour bâtir une position commune sur leurs attentes en matière d'accompagnement et retombées indirectes liées au projet. Cette position était portée par les communes de Criel-sur-Mer, Floques, Mers-les-Bains, Le Tréport, Saint-Quentin-La Motte-Croix-au-Bailly, Ault, Woignarue, Cayeux-sur-Mer, les communautés de communes de Bresle Maritime et de Yères et Plateaux ainsi que la CCI Littoral Normand Picard.</p> <p>Par cette mesure, EMDT confirme sa volonté d'accompagner l'émergence de projets de développement durable visant au développement économique, social, touristique et culturel.</p> <p>Les différents projets éligibles au financement par ce fond d'accompagnement restent à définir en concertation les collectivités. Il serait co-géré par les collectivités et EMDT et aurait pour objectif de contribuer à des projets de développement économique ou touristique des territoires normands-picards. Il serait alimenté à hauteur de de 8 millions d'euros (8 M€). Ce fonds serait co-géré par EMDT et les collectivités territoriales.</p>					
Responsable de la mise en œuvre	Maître d'ouvrage		Partenaires techniques pressentis	Collectivités territoriales	
Dates d'intervention	Développement, Construction, Exploitation, Démantèlement				
Secteurs concernés			Estimation des coûts (€ HT)	8 M€	
Modalités de suivi de la mesure et de ses effets					
Indicateurs de mise en œuvre			Indicateurs de résultats		

Fiche n°	E15	Catégorie de mesure	Engagement	Composante	Avifaune
Créer et préserver d'une colonie pour le Goéland argenté					
Contexte et objectifs de la mesure					
<p>L'évaluation des impacts du projet de parc éolien en mer de Dieppe Le Tréport a conclu à un impact non significatif sur les populations locales de Goéland argenté. En effet les mortalités beaucoup plus faibles associées la mesure de réduction « Rehausser les mâts des éoliennes de 15m » devraient permettre aux populations normandes de compenser la surmortalité additionnelle entraînée par le parc. Les impacts du projet concernent essentiellement des phénomènes de surmortalité par collision de spécimens avec les pales d'éoliennes.</p> <p>Néanmoins en raison de l'état des populations naturelles normandes, des limites de l'analyse des impacts cumulés avec le parc éolien de Fécamp et de l'impact potentiel du maintien de la pêche aux arts trainant dans le parc qui pourrait induire une surmortalité, EMDT a décidé de s'engager sur la création et la préservation d'une colonie de Goéland argenté (cf. E15).</p> <p>L'objectif de cette mesure est de mettre en œuvre des actions favorables à la reproduction et au repos de cette espèce dans ce secteur où l'intégration apparaît comme possible et gérable.</p>					
Description de la mesure					
<p>Identification des sites d'intervention</p> <p>La possibilité d'aider aujourd'hui les colonies naturelles existantes pour favoriser une meilleure productivité ne semble pas réalisable. Les colonies naturelles actuelles se situent en falaises où elles ne semblent pas affectées par la prédation. En effet, le déclin de l'espèce semble en majeure partie lié à la meilleure gestion des déchets ménagers (disparition des décharges à ciel ouvert) et des déchets de pêche. Le départ d'une partie des colonies naturelles vers des colonies urbaines a été observé un peu partout en France. Ces colonies urbaines, le plus souvent dans des villes portuaires, souffrent d'un faible taux de réussite puisque les nids se situent sur les toits des habitations où ils ne sont pas souhaités et où la plupart du temps ils font l'objet de régulation.</p> <p>La meilleure solution à envisager serait probablement la création d'une colonie portuaire. En Hauts-de-France, les trois colonies les plus importantes de la région se situent sur des friches portuaires (en plus d'une colonie naturelle en falaises). En Normandie, Cherbourg, Le Havre, Fécamp, Dieppe... accueillent également des colonies urbaines de goélands. L'avantage pour les oiseaux y est triple :</p> <ul style="list-style-type: none"> • La proximité de la mer qui leur permet d'aller s'alimenter facilement. • Une protection des prédateurs et contre les dérangements anthropiques soit par des barrières physiques soit par des difficultés d'accès. • Une meilleure protection contre les mauvaises conditions météorologiques qu'en falaise. <p>Le fait que la zone soit herbeuse est un avantage mais les oiseaux se contentent parfois de sols gravillonneux faiblement végétalisés.</p> <p>La taille du site doit être au moins de 5 ha d'un seul tenant et doit faire l'objet d'un avis d'un écologue. Le site doit être à l'écart d'axes de circulations trop passants ou de structures accueillant du public afin de limiter les désagréments.</p> <p>Le retour d'expérience sur des friches portuaires de Dunkerque, Calais ou Boulogne-sur-Mer montrent que l'installation des oiseaux et l'augmentation des effectifs peuvent être très rapides (2-3 ans).</p> <p>Ce type de colonie a plusieurs avantages :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Une tendance à fixer les oiseaux nicheurs (le Goéland argenté est une espèce grégaire et préférera la protection de ses congénères plutôt que de s'isoler). • Les oiseaux nicheurs ne sont pas agressifs en dehors de leur colonie (contrairement au nicheur des toits). • Une possibilité de suivre l'évolution de la colonie par marquage (cartographie de la dispersion, des zones d'alimentation, ...). <p>Ce type de colonie constituera également un bon accompagnement des régulations réalisées sur les toitures en ville. Il est fait l'hypothèse que les oiseaux installés sur les toitures profiteront de la colonie portuaire et délaisseront progressivement le centre-ville.</p> <p>Cette mesure pourra également s'avérer favorable au Goéland brun.</p>					

Remarque : une autre piste aurait été de favoriser l'implantation de cette espèce en milieu naturel (plans d'eau arrière littoraux). Néanmoins, cette démarche n'apparaît pas opportune car l'installation du Goéland argenté en milieu naturel est non seulement difficile à assurer (les taux de réussite d'implantation d'une colonie apparaissent comme faibles) mais de plus l'espèce interagit la plupart du temps négativement avec les autres espèces coloniales et patrimoniales (Mouette rieuse, Mouette mélanocéphale, sternes, ...) faisant l'objet de mesures de gestion de la part des gestionnaires d'espaces naturels.

Interventions de restauration / gestion et suivi à long terme

Une fois la zone choisie, celle-ci doit faire l'objet d'une protection intégrale par la pose d'une clôture de type « ursus » qui empêchera les prédateurs naturels (renards) mais également anthropiques (chats) d'accéder à la zone.

En fonction du type de sol, un travail préalable du sol peut être envisagé (débroussaillage, grattage du sol).

Suite au premier travail d'identification des besoins et possibilités d'intervention, un panel d'actions sera précisé pour les secteurs d'intervention retenus.

L'intégration des propriétaires, gestionnaires et utilisateurs des sites est fondamental dans cette démarche (exemple : Conservatoire de l'espace littoral et des rivages lacustres (CELRL), associations d'usagers et de protection de la nature, collectivités, etc.). L'efficacité à long terme des démarches nécessite une véritable démarche territoriale et l'implication des acteurs locaux.

Les mesures / actions peuvent être envisagées (liste indicative, non exhaustive) :

- Acquisition foncière du site pour mise en gestion conservatoire ;
- Protection physique de la colonie ;
- Actions de restauration / gestion des milieux ;
- Suivi de l'installation de la colonie et du succès reproducteur ;
- Opérations de restauration / gestion des ouvrages hydrauliques (gestion des niveaux d'eau) ;
- Actions de sensibilisation des habitants et touristes ;
- Etc.

En dehors des éventuelles acquisitions foncières, les actions seront définies au sein d'un document de type « plan de gestion ».

Mise en place de la mesure

La mesure compensatoire a été abordée pour la première fois en atelier de concertation public, organisée par Eoliennes en Mer, à Dieppe le 11 janvier 2017 en présence d'associations locales et élus locaux. Sur les bases de cet atelier, un Groupe de Travail sur le Goéland Argenté a été mis en place en Février 2017. Le but de ce GT était de prendre en compte plus spécifiquement les interrogations locales, et les moyens techniques qui pourraient être mise en œuvre à la création d'une colonie de goélands argentés, pour compenser l'impact du projet. La présence d'associations locales comme l'ESTRAN cité de la mer et le Centre d'Hébergement et d'Etudes sur la Nature et l'Environnement (CHENE), le GONm, la LPO Normandie mais également la Mairie de Dieppe et le Port Dieppe a permis de conduire à de premiers échanges actions constructifs. Depuis fin Février 2017 la Mairie de Dieppe et EMDT travaille conjointement pour trouver un site propice à l'acquisition foncière, au bail ou à une autorisation d'occupation temporaire (AOT) pouvant répondre au cahier des charges d'une zone pouvant accueillir la colonie de goélands.

En appui de ce travail, une mesure d'Engagement E8 : Sauvetage, soin et remise en liberté des jeunes goélands argenté tombés du nid en milieu urbain, sera mise en place avec les associations locales tout au long de la phase d'exploitation du projet. Cet engagement E8 est décrit dans la partie correspondante.

Responsable de la mise en œuvre	A définir	Partenaires techniques pressentis	CCI, CELRL, DREAL, Régions, Départements, collectivités, propriétaires privés, associations naturalistes,
Phases d'intervention	Pré-construction, construction et exploitation.		
Secteurs concernés	Port de Dieppe	Estimation des coûts (€ HT)	800 000€
Modalités de suivi de la mesure et de ses effets			
Indicateurs de mise en	Effectivité de la mesure	Indicateurs de	Nombre de couples nicheurs de

œuvre	Réalisation d'un suivi de l'espèce	résultats	Goélands argentés Nombre de jeunes à l'envol Résultats du suivi SE2ter
-------	------------------------------------	-----------	--

6.2 Moyens d'intervention en cas d'incident ou d'accident

La surveillance du parc éolien en mer de Dieppe Le Tréport a pour principaux objectifs :

- ▶ la surveillance des opérations maritimes dans le parc éolien (pendant les phases de construction, d'exploitation et de démantèlement) ;
- ▶ la surveillance de toutes les activités susceptibles d'endommager les installations du parc ;
- ▶ l'information des usagers navigant dans le parc et au voisinage du parc ;
- ▶ la lutte contre la pollution et plus généralement la protection de la ressource et du milieu aquatique.

La réglementation relative notamment à la sécurité des navires, au transport maritime, à la prévention de la pollution et aux travaux maritimes sera respectée.

Pour plus de détail sur l'ensemble des mesures de surveillance et d'intervention il convient de se référer au **chapitre 5 « Mesures prévues par le pétitionnaire » du Document 3 de l'étude d'impact du programme.**

Ces moyens de surveillance et d'intervention consistent notamment en :

- ▶ La mise en œuvre de règles relatives à la réalisation d'un « chantier propre » ;
Cette mesure de principe (bonnes pratiques) consiste d'une part à mettre en place des procédures qualité permettant de réduire au maximum les risques de pollution dans le cadre de l'ensemble des opérations en mer, d'autre part, à prévoir des mesures d'intervention d'urgence en cas de pollution accidentelle notamment aux hydrocarbures. Tous les navires et tous les engins qui assureront la construction, la maintenance et le démantèlement du parc éolien devront par exemple être équipés de kits anti-pollution de première urgence. Le personnel de maintenance sera formé à son utilisation et capable de déclencher le plan d'intervention ou d'urgence adéquat (plan POLMAR par exemple).

L'ensemble de ces mesures seront à la charge d'un ingénieur Hygiène Sécurité et Environnement.

- ▶ La création d'un poste d'attaché aux usagers de la mer, en charge notamment de la diffusion à tous les usagers concernés, des informations relatives au parc pendant les différentes phases de vie du parc, en vue d'anticiper tout risque d'accidents.
- ▶ Une information préalable auprès de l'ensemble des usagers de la mer sera de plus réalisée via notamment des affichages dans les ports ou des AVURNAV (Avis Urgent aux Navigateurs).
- ▶ Des navires de surveillance des chantiers veillant au respect des prescriptions (distance d'exclusion aux travaux notamment) que la Préfecture Maritime aura établies, seront mis en place.

Les autorités maritimes définiront les conditions d'accessibilité du site d'implantation aux navires de pêche. À ce stade, le scénario envisagé par le maître d'ouvrage, compte tenu du séquençage des opérations, reste une interdiction totale de toute navigation et toute pratique de pêche au sein du périmètre du projet, ainsi que dans un périmètre de 0,5 mille nautique autour de celui-ci.

Un balisage spécifique (à partir de bouées marques spéciales notamment) sera mis en place durant la phase de construction.

- ▶ La création d'un Groupement d'Intérêt Scientifique (GIS) « Eolien en mer » dédié à la gouvernance et au suivi du projet et des mesures.

Un plan d'intervention maritime (PIM) spécifique à la phase de construction, précisant la localisation précise des zones d'occupation temporaire, les périodes d'intervention ainsi que les moyens pour limiter les incidences sur l'eau et l'environnement en général, sera communiqué à Monsieur le Préfet maritime de la Manche et de la Mer du Nord. Un PIM sera également établi en vue de la phase d'exploitation du parc éolien.

Le centre de maintenance courante sera basé au niveau du port de Dieppe (base principale localisée à 25 km (ou 16 MN) du centre du parc afin d'assurer un accès rapide et régulier au parc éolien. Cette base accueillera les moyens logistiques et humains nécessaires pour réaliser avec la plus grande réactivité les interventions de maintenance courante.

Le port du Havre ou un autre port d'envergure similaire pourra être utilisé, comme deuxième port, pour les opérations de maintenance lourde.

Le parc éolien sera équipé de moyens de surveillance reliés à la base de maintenance et à la salle de contrôle située au Tréport.

6.2.1 Maîtrise des risques en phase de construction

Afin d'assurer la sécurité maritime sur la zone d'installation, les dispositions suivantes seront mises en œuvre par le maître d'ouvrage. Elles font suite à une étude d'analyse des risques menée par le maître d'ouvrage et ont été précisées, discutées et complétées lors de la Commission nautique locale et de la Grande Commission Nautique qui se sont tenues respectivement les 5 Juillet et 11 Septembre 2017.

Parmi les dispositions proposées par le Maître d'Ouvrage et les conclusions de ces deux commissions, on peut citer:

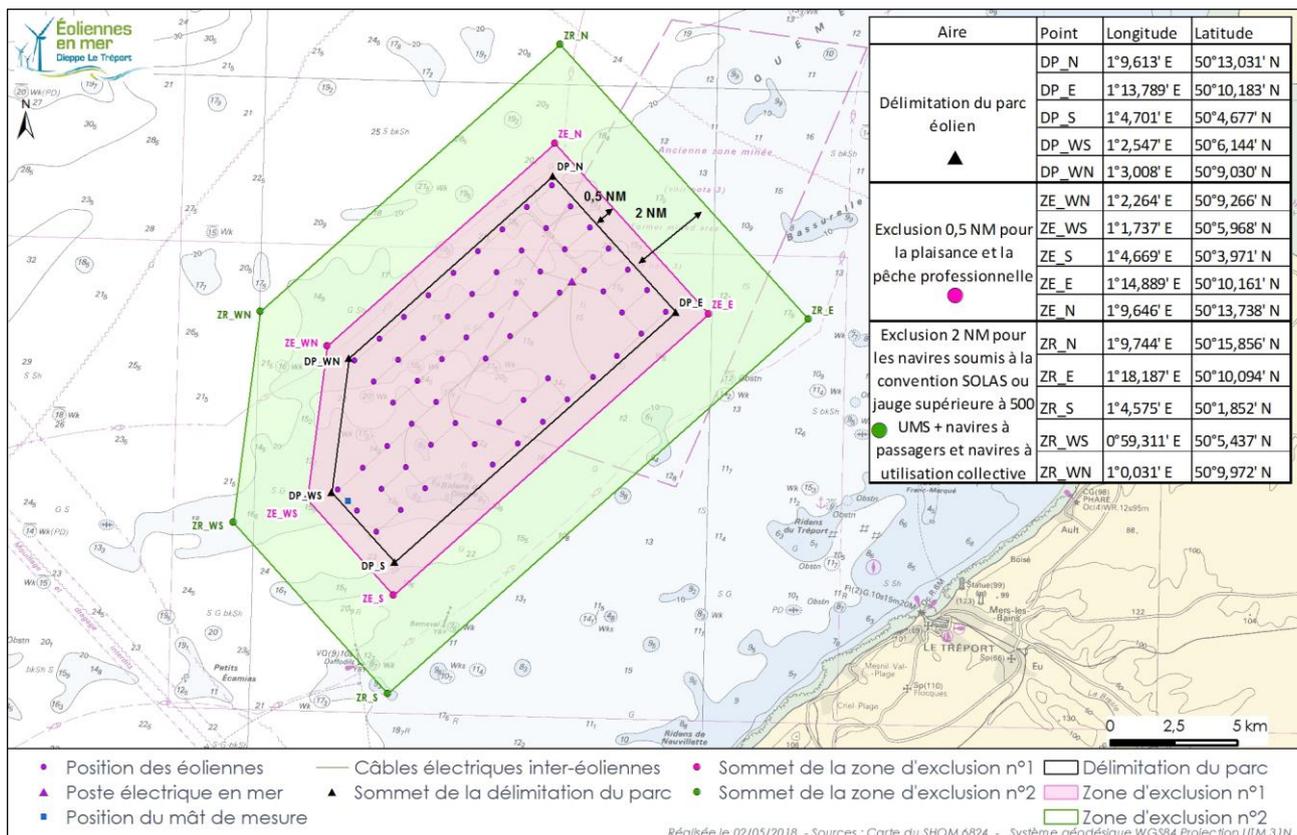
- ▶ La création d'un périmètre d'interdiction de 0,5 NM minimum autour de la zone de travaux du parc pour l'ensemble des pêcheurs professionnels et des plaisanciers ;
- ▶ La création d'un périmètre d'interdiction de 2 NM minimum autour de la zone de travaux du parc pour les navires soumis à la convention SOLAS ou d'une jauge supérieure à 500 UMS;
- ▶ La création d'un périmètre d'interdiction de 2 NM minimum autour de la zone de travaux du parc pour les navires à passagers et navires à utilisation collective (NUC);
- ▶ Le balisage de la zone de travaux dont les modalités feront l'objet d'un arrêté du Préfet Maritime ;
- ▶ La présence de navires de surveillance afin d'éviter l'intrusion de navires extérieurs au chantier dans la zone de travaux ;
- ▶ La diffusion de l'information via :
 - La diffusion d'avis aux navigateurs dans les instructions nautiques et à travers le SMDSM¹⁴ ;
 - La mise à jour des cartes marines (électroniques et papiers) ;
 - La création d'un poste d'attaché aux usagers de la mer.
- ▶ La mise en place de procédures de prévention et de contrôle spécifiques au chantier notamment par l'intermédiaire de la rédaction d'un Plan de Prévention de la Sécurité et de Protection de la Santé (PPSPS) ;

¹⁴ Le système mondial de détresse et de sécurité en mer

- La mise en place d'équipements spécifiques (fournitures de Dispositifs de Localisation intégrée notamment au personnel intervenant sur le chantier).

Enfin, un Plan d'Intervention Maritime et un Plan d'Urgence Maritime spécifiques à la phase de construction du parc éolien seront définis en lien avec le CROSS Gris-Nez et la Préfecture Maritime de Manche Mer du Nord. La nature de ces plans est définie dans le chapitre 4.6.7 relatif à la gestion de l'urgence maritime.

Figure 5814 : Zones d'exclusion du scénario de base proposées pour la phase de construction



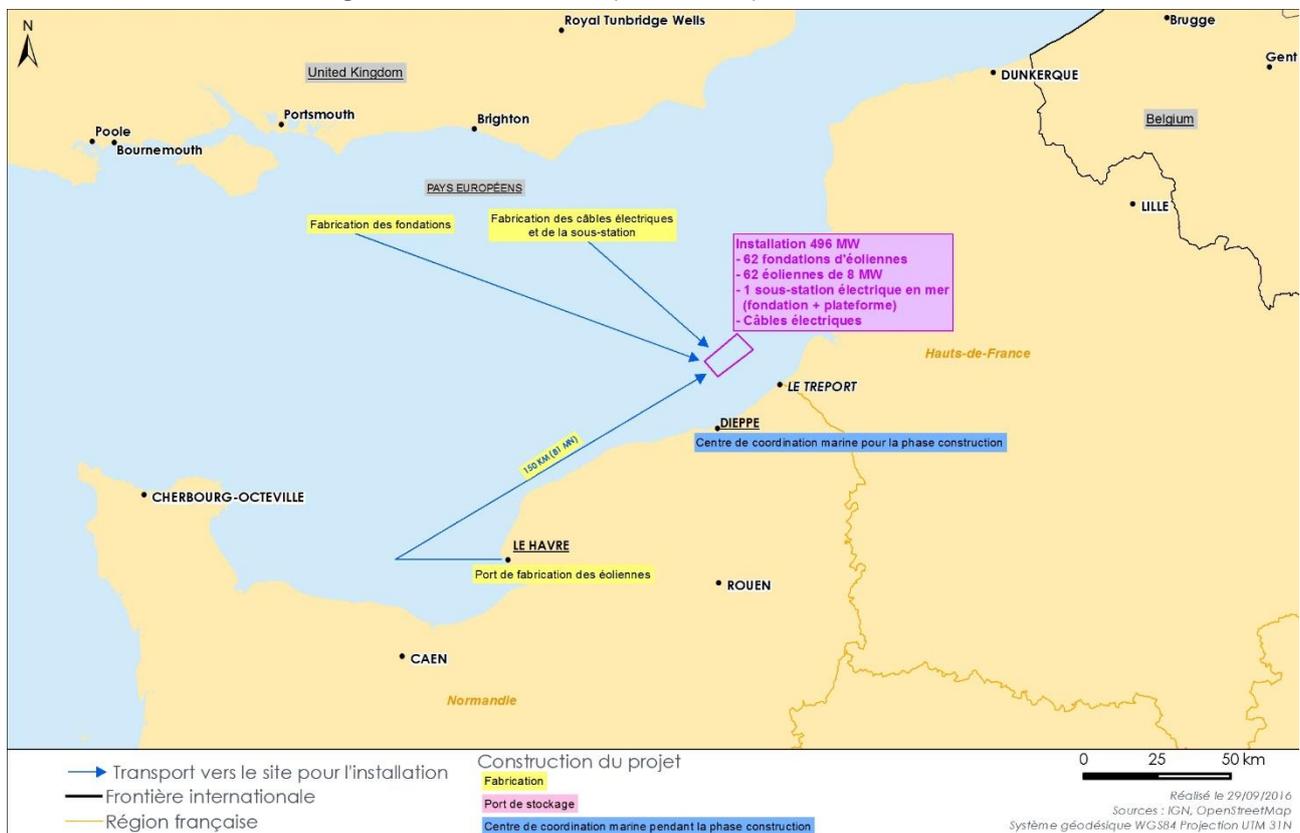
Source : EMDT, 2018

Il est prévu la mise en place à Dieppe d'un centre de coordination marine constitué d'une équipe projet basée sur le port de Dieppe, chargée de coordonner l'ensemble des opérations en mer. Il aura pour fonction de coordonner les activités du chantier en mer, et de garantir le respect des règles HSE et de sécurité maritime. Il sera en lien direct avec les autorités maritimes et portuaires d'une part et avec les différents contractants intervenants sur le site d'autre part.

Il sera composé d'un ensemble de bureaux et d'une zone de stockage ce qui représentera au total une surface d'environ 500 m² environ. Il utilisera un quai pouvant accueillir environ 3 à 5 bateaux de transfert environ.

En outre, un Plan d'Intervention Maritime et un Plan d'Urgence Maritime spécifique à la phase de construction du parc, généralement reconnue comme étant la phase la plus accidentogène, seront définis en lien avec le Centre Régional Opérationnel de Surveillance et de Sauvetage basé au Cap Gris-Nez (CROSS Gris Nez).

Figure 6015 : Ports utilisés pendant la phase d'installation



Source : EMDT, 2016

6.2.2 Gestion de l'urgence maritime en phase d'exploitation

Un Plan d'Intervention Maritime (PIM) et un Plan d'Urgence Maritime (PUM) spécifiques à chacun des phases du parc (construction, exploitation, démantèlement) seront définis en lien avec le CROSS Gris-Nez et la Préfecture Maritime de Manche Mer du Nord.

Le PIM est un document au service de l'exploitant du parc éolien pour l'organisation de la sécurité de son site. Il devra être approuvé par le Préfet Maritime après consultation du CROSS. Le PIM a une analogie forte avec les Plan d'Opération Interne (POI) des sites industriels à terre.

Lorsque les capacités du parc ou la gravité des évènements dépassent les responsabilités et les moyens de l'exploitant, les services de l'Action de l'Etat en Mer prennent la responsabilité de la conduite des opérations. Le document de référence est le PUM. Le PUM est un document au service des organismes en charge de l'Action de l'Etat en Mer et de ses acteurs. Il devra également être approuvé par le Préfet Maritime de Manche Mer du Nord sur les conseils du CROSS Gris-Nez.

Le PUM est un complément au Dispositif ORSEC maritime de la façade pour tous les évènements concernant le parc éolien en mer.

Le principe de non-redondance du contenu du PUM avec le Dispositif ORSEC maritime est appliqué pour limiter les besoins de mise à jour du PUM lors que le Dispositif ORSEC maritime fait l'objet d'une modification.

Le PUM décrit les modalités de coordination et de coopération avec les services de l'Etat en charge de l'Action de l'Etat en Mer lorsque les prérogatives de l'exploitant (cf. PIM) dépassent ses responsabilités et ses moyens. La conduite des interventions est alors assurée par les services de l'Etat avec un support éventuel par l'exploitant.

Afin de limiter les risques de sur-accidents lors d'une opération de secours autour ou à l'intérieur du parc éolien, des exercices réguliers associant les Autorités et organismes en charge des opérations de recherche et de sauvetage seront nécessaires. Ces exercices doivent être représentatifs d'interventions réelles tant sur le plan des moyens mis à disposition que des paramètres de l'exercice (notamment météorologiques).

Par ailleurs, pour ce qui concerne les opérations de recherche et de sauvetage par aéronefs (hélicoptères notamment), le maître d'ouvrage respectera les recommandations de l'Autorité de l'aéronautique navale de la Marine Nationale.

En accord avec le courrier (n°0-18279-2016/PREMAR MANCHE/AEM/NP) de la Préfecture Maritime signé le 1er juin 2016 et transmis au maître d'ouvrage suite à la réalisation d'une étude sur le secours maritime par aéronefs de la Marine Nationale dans un parc éolien, l'extinction du système d'éclairage d'une ou plusieurs éoliennes et du mât de mesure, pourra intervenir sous un faible préavis, courant de 5 minutes idéalement, à 15 minutes au maximum.

Les éoliennes disposeront d'un système d'arrêt fixe (la combinaison du vent et du souffle rotor ne devant pas permettre la rotation involontaire de la nacelle ou des pales lorsqu'elles sont arrêtées et bloquées), intervenant sous un faible préavis.

Les éoliennes doivent disposer de la possibilité d'orienter la nacelle à + ou - 90° par rapport à la direction du vent, de sorte à favoriser la position d'un treuil d'hélicoptères.

Les pales des éoliennes pourront être arrêtées et orientées en « Y » ou « au vent » à l'horizontale (« Y » décalé) selon le besoin du pilote d'hélicoptères (besoin d'une référence horizontale par mauvaise visibilité).

La conception de la nacelle considère une taille suffisante afin d'accueillir en plus de la personne à évacuer, un à deux sauveteurs et une civière hélitreuillable.

Par ailleurs, la signalisation de chaque structure du parc sera conforme à la réglementation en vigueur.

En outre, le maître d'ouvrage respectera les recommandations de la Marine Nationale quant à la mise en place de repères visuels (par exemple, bandes ou points rouges placés régulièrement) sur les pales, afin de donner une référence pour l'équipage de l'aéronef lors d'une manœuvre de treuillage depuis la nacelle de l'éolienne. Par ailleurs, afin de permettre un repérage en vol au-dessus ou à l'intérieur du parc, chaque éolienne sera numérotée. Le marquage doit être visible sur 360° (soit un numéro tous les 120° sur le mât), et depuis une hauteur de 500 pieds au-dessus du point le plus haut de l'éolienne. Le numéro devra également figurer sur la nacelle.

Le personnel intervenant sur les éoliennes du futur parc, susceptible d'être hélitreuillé, sera sensibilisé au danger du souffle rotor et sera équipé de radios portatives VHF marine.

Le plan du parc éolien et les coordonnées GPS de chaque éolienne seront mises à la disposition des équipages des aéronefs.

Du fait de la disposition « géométrique » des éoliennes et de l'espacement d'au moins 1 km entre éoliennes, l'implantation du parc éolien en mer de Dieppe Le Tréport satisfait aux recommandations formulées par la Marine Nationale en vue des missions de recherche et de sauvetage par aéronefs (hélicoptères notamment).

Enfin, comme précisé dans le chapitre relatif au Centre de coordination maritime, un système de suivi maritime spécifique au parc éolien (appelé VTMS) sera mis en place. Ce système permettra de suivre en temps réel les opérations de maintenance relatives au parc. Le CROSS Gris-Nez pourra disposer de l'accès aux informations transmises par le VTMS.

Le Centre de coordination maritime sera joignable en continu (24h/24, 7j/7). Le Coordinateur maritime sera en charge à tout moment de la coordination avec le CROSS et la Préfecture Maritime de Manche Mer du Nord en cas d'accidents (y compris pour les navires externes aux activités propres du parc) et aura autorité sur les moyens opérationnels du parc éolien.

6.2.3 Gestion du trafic maritime en phase de démantèlement

Le tableau ci-dessous présente le scénario de base actuellement considéré par le maître d'ouvrage concernant le trafic maritime sur la zone du parc pour le démantèlement. Un navire de surveillance sera présent durant la phase du démantèlement pour prévenir tout risque d'accident. Un hélicoptère pourra être utilisé pour le transfert du personnel en cas de durée de travaux 24h/24.

Il est à noter que ces durées sont évaluées hors aléas météorologiques.

Tableau 34 : Phase de démantèlement - Scénario du trafic maritime sur la zone du projet (scénario de base)

SCENARIO DU TRAFIC MARITIME SUR LA ZONE DU PROJET (SCÉNARIO DE BASE) – PHASE DE DEMANTELEMENT	
Démantèlement du mât de mesure en mer	1 navire à positionnement dynamique et 1 navire de soutien présents sur site 120h pour la découpe des pieux, le démantèlement de la fondation jacket et du mât de mesure
Travaux préparatoires	Etude de l'intégrité des structures à démanteler ; déconnection électrique des câbles, des éléments présents dans le mât ; sécurisation des substances polluantes (huiles) ; etc.
Démantèlement des câbles inter-éoliennes	Jusqu'à 2 navires à positionnement dynamiques présents Ou le cas échéant, jusqu'à 2 navires avec ancrés sur site accompagnés de 2 à 4 navires supplémentaires pour guider et manipuler les ancrés, Entre 1 et 2 mois pour la récupération de l'ensemble du câblage inter-éolienne (récupération d'environ 2 câbles inter-éoliennes par jour) Le temps nécessaire pour le démantèlement de l'enrochement n'a pas encore été étudié
Démantèlement des éoliennes	1 navire autoélévateur présent sur site 120h sur site par rotation (Démantèlement de 3 éolienne) 160h entre 2 rotations pour transport et déchargement d'éoliennes depuis le port de démantèlement 21 rotations prévues au total
Démantèlement des fondations des éoliennes	1 navire autoélévateur présent sur site 130h sur site par rotation (Démantèlement de 3 jackets) 60h entre 2 rotations pour le déchargement de jackets 21 rotations prévues au total
Démantèlement du poste électrique en mer	1 navire à positionnement dynamique et 1 barge présents sur site 100h pour la coupe des pieux, de la fondation jacket et de la plateforme

7 Éléments graphiques utiles à la compréhension du dossier



Les éléments graphiques utiles à la compréhension du dossier sont intégrés dans le corps du texte ainsi que dans le **Document 3** de l'étude d'impact du programme et le dossier d'évaluation des incidences au titre de Natura 2000, annexé au Document 3.