



Liberté • Égalité • Fraternité  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Préfet du Calvados

**Annexes à la convention de concession d'utilisation du  
domaine public maritime en dehors des ports approuvés  
par arrêté préfectoral du**

**- Parc éolien au large de Courseulles-sur-Mer**

- Annexe 1 : Dossier de précisions techniques.
- Annexe 2 : Liste des principaux contrats conclus par le concessionnaire avec ses principaux prestataires.
- Annexe 3 : Courrier du 6 février 2015 de la DRFIP de Basse-Normandie et du Calvados



Liberté • Égalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Préfet du Calvados

## **Annexe 1 : Dossier de précisions techniques**

### Table des matières

I – Situation, consistance et superficie de la dépendance .....	4
II – Caractéristiques géométriques du parc éolien.....	6
II.1 Lieu d'implantation des structures.....	6
II.2 Superficie prévisionnelle de l'installation du parc éolien au sein de la zone de concession.....	8
II.3. Description des composants .....	10
II.3.1 Les fondations.....	10
II.3.2 Les éoliennes.....	12
II.3.3 Le poste électrique en mer.....	13
II.3.4 Les câbles de raccordement inter-éoliennes.....	16
II.4 Le balisage maritime.....	17
II.5 Le balisage aérien.....	18
III – Conditions générales d'exécution des travaux pour l'implantation, l'exploitation et la maintenance des installations.....	20
III.1 Dispositions générales.....	20
III.2 Conditions générales d'exécution des travaux pour l'implantation des installations .....	20
III.3 Conditions générales d'exécution des travaux pour l'exploitation et la maintenance des installations.....	21
IV – Conditions générales de l'entretien de la dépendance ainsi que les ouvrages, constructions et installations.....	22
V – Suivi environnemental.....	23
VI – Modalités des travaux de démantèlement et de remise en état.....	24
VI.1 Démantèlement des câbles .....	24
VI.2 Démantèlement des éoliennes .....	25
VI.3 Démantèlement des fondations .....	26
VI.4 Démantèlement du poste électrique .....	27

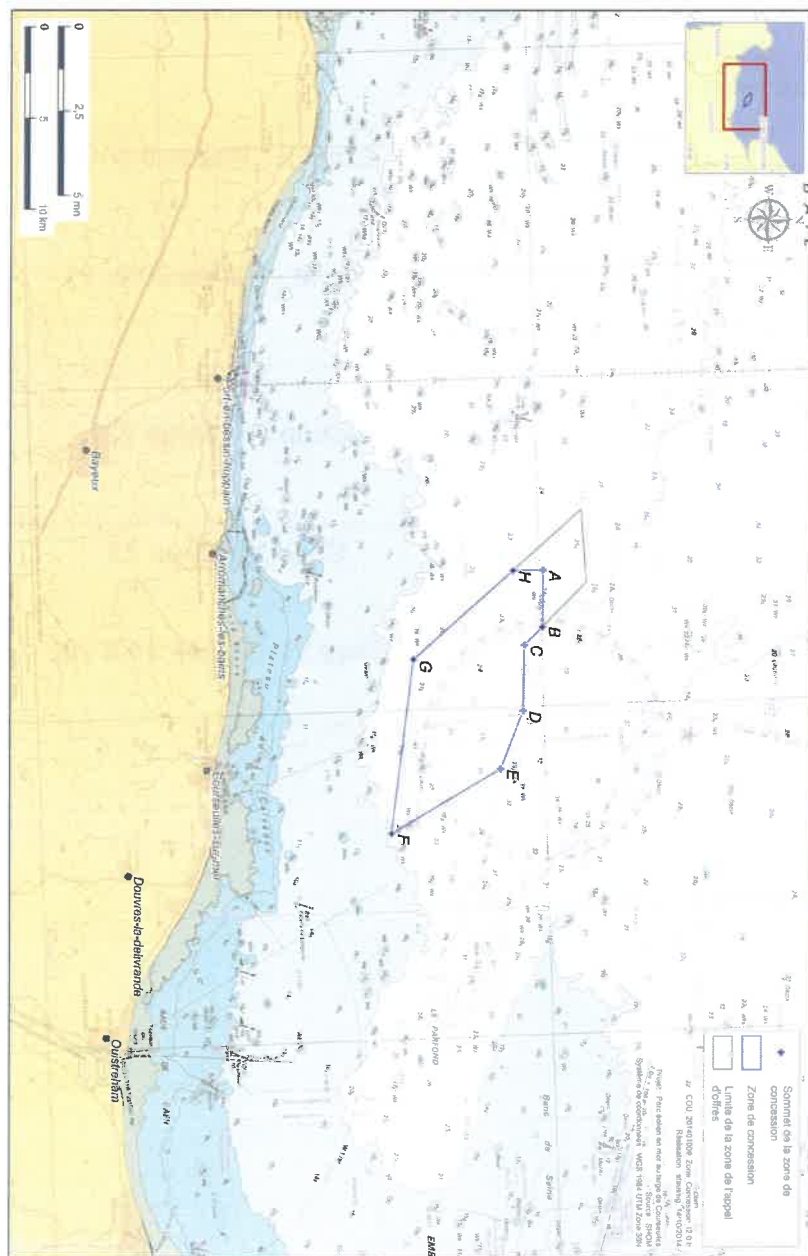
Le présent document fait figurer les éléments présentés dans le tableau ci-après :

<b>Eléments figurants dans le présent document</b>	<b>Paragraphe du présent document</b>	<b>Références aux articles de la convention de concession</b>
Situation, consistance et superficie de la dépendance qui fait l'objet de la convention de concession d'utilisation du domaine public maritime, repérées sur des cartes marines par leur latitude et leur longitude, exprimées en degrés et minutes décimales, rapportées au système géodésique WGS 84	Chap I - Pages 4 et 5	Article 1-1
Caractéristiques géométriques du parc éolien	Chap II - Pages 6 à 19	Article 1-1
Conditions générales d'exécution des travaux pour l'implantation, l'exploitation et la maintenance des installations	Chap III - Pages 20 et 21	Article 1-1
Conditions générales de l'entretien de la dépendance ainsi que les ouvrages, constructions et installations	Chap IV - Page 22	Article 3-6
Suivi environnemental	Chap V - Page 23	Article 1-1
Modalités des travaux de démantèlement et de remise en état	Chap VI - Pages 24 à 28	Article 4-3

## I – Situation, consistance et superficie de la dépendance

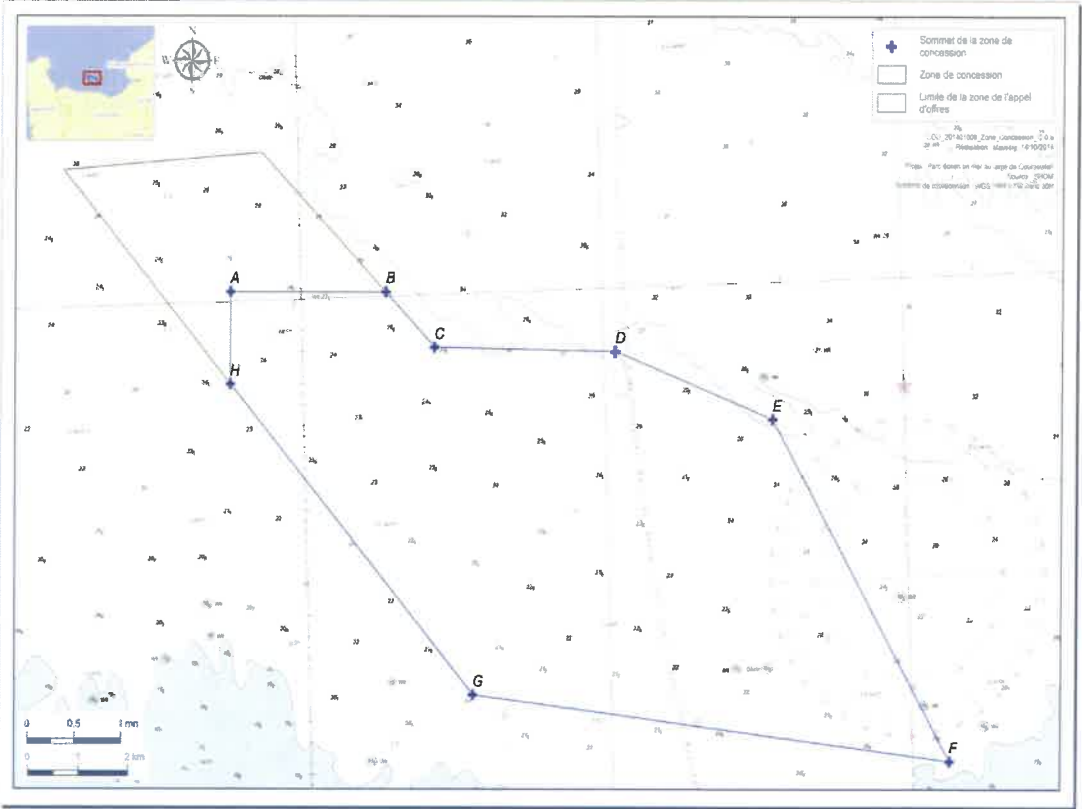
La concession a pour objet l'implantation de 75 éoliennes d'une puissance totale de 450 MW, des câbles électriques de liaison, d'un poste électrique de livraison et de transformation, et d'éléments accessoires (protections anti-affouillement, dispositifs de protection des câbles, matériel nécessaire à la surveillance et à l'évaluation des effets du projet sur l'environnement, équipements de signalisations aériennes et maritimes...).

L'emprise d'implantation du parc éolien est d'environ 50 km<sup>2</sup>, au sein de la zone de concession de 67 km<sup>2</sup> située à une distance comprise entre 10 et 18 kilomètres des côtes définie par les points de référence suivants :



Localisation de la zone de concession au large du littoral du Calvados

**éolien Calvados** Zone de concession du parc éolien en mer de Courseulles



*Localisation de la zone de concession au sein de la zone d'appel d'offres*

Points de référence	Coordonnées (deg min dec WGS84)	
	Longitude	Latitude
A	0° 36,17' O	49° 30,09' N
B	0° 33,60' O	49° 30,04' N
C	0° 32,80' O	49° 29,50' N
D	0° 29,80' O	49° 29,40' N
E	0° 27,20' O	49° 28,70' N
F	0° 24,40' O	49° 25,40' N
G	0° 32,30' O	49° 26,20' N
H	0° 36,21' O	49° 29,22' N

*Tableau de coordonnées de la zone de concession*

## II – Caractéristiques géométriques du parc éolien

### II.1 Lieu d'implantation des structures

A ce stade ces positions sont données à titre indicatif et peuvent légèrement évoluer en fonction de la nature géologique du sol et des reconnaissances géotechniques. Les éoliennes et le poste de livraison, sont repérés et répartis ainsi :

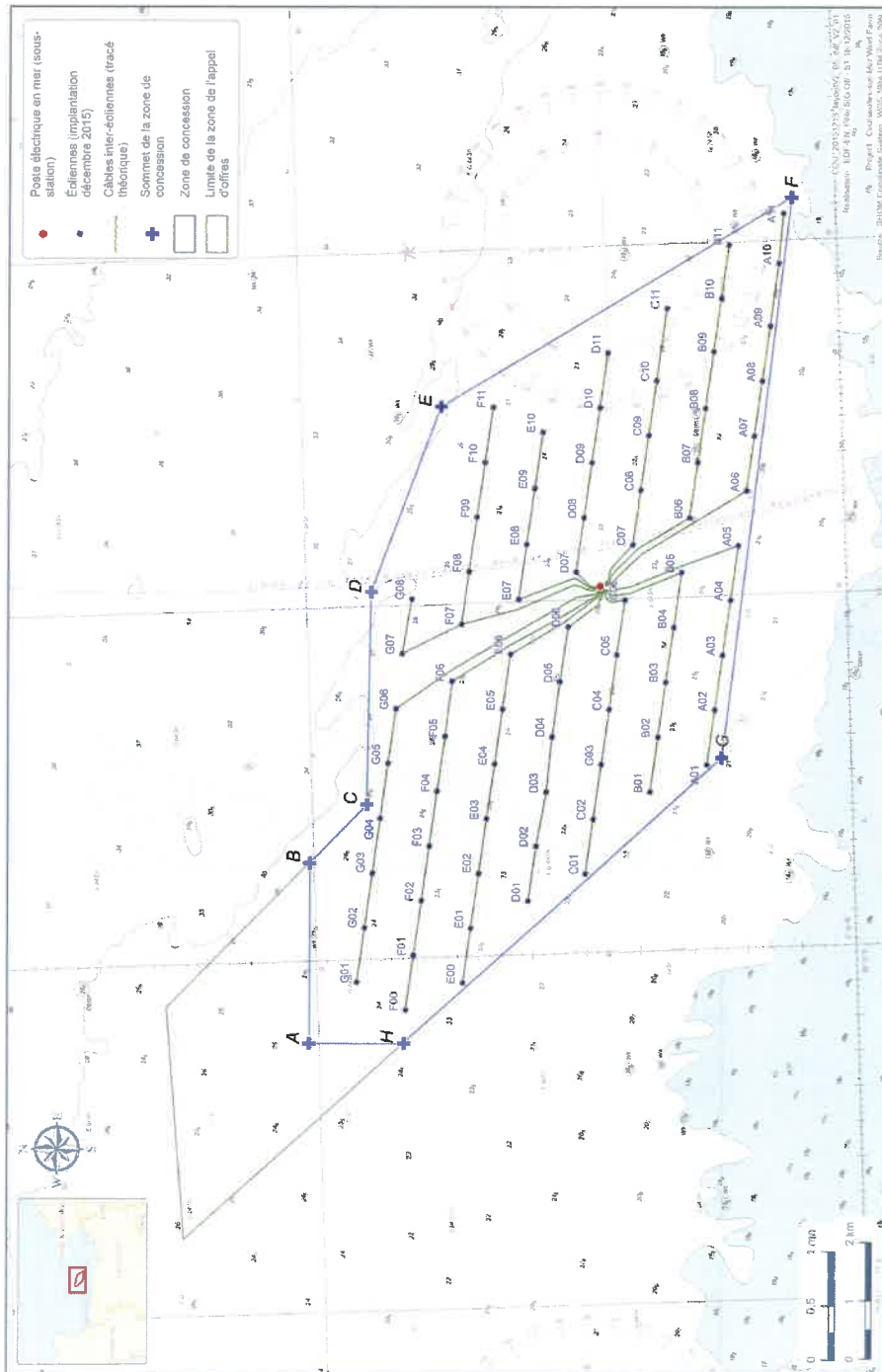


Figure : Localisation prévue des éoliennes, des câbles et du poste électrique

Composant	Référence	Degré minute décimale (WGS4)		UTM 30 N	
		Longitude (O)	Latitude (N)	X (m)	Y (m)
Eolienne	A01	0°32,40'	49°26,34'	678341	5479177
Eolienne	A02	0°31,62'	49°26,26'	679280	5479044
Eolienne	A03	0°30,85'	49°26,17'	680218	5478912
Eolienne	A04	0°30,08'	49°26,08'	681157	5478779
Eolienne	A05	0°29,31'	49°25,99'	682096	5478647
Eolienne	A06	0°28,53'	49°25,90'	683034	5478514
Eolienne	A07	0°27,76'	49°25,81'	683973	5478382
Eolienne	A08	0°26,99'	49°25,73'	684912	5478249
Eolienne	A09	0°26,22'	49°25,64'	685850	5478117
Eolienne	A10	0°25,33'	49°25,54'	686924	5477971
Eolienne	A11	0°24,63'	49°25,48'	687784	5477895
Eolienne	B01	0°32,75'	49°26,88'	677875	5480153
Eolienne	B02	0°31,98'	49°26,79'	678813	5480020
Eolienne	B03	0°31,21'	49°26,70'	679752	5479888
Eolienne	B04	0°30,44'	49°26,61'	680691	5479755
Eolienne	B05	0°29,66'	49°26,53'	681629	5479623
Eolienne	B06	0°28,89'	49°26,44'	682568	5479490
Eolienne	B07	0°28,11'	49°26,35'	683517	5479352
Eolienne	B08	0°27,35'	49°26,26'	684445	5479225
Eolienne	B09	0°26,55'	49°26,17'	685414	5479089
Eolienne	B10	0°25,80'	49°26,08'	686323	5478960
Eolienne	B11	0°25,05'	49°26,00'	687237	5478831
Eolienne	C01	0°33,89'	49°27,50'	676469	5481262
Eolienne	C02	0°33,11'	49°27,41'	677408	5481129
Eolienne	C03	0°32,34'	49°27,33'	678347	5480997
Eolienne	C04	0°31,57'	49°27,24'	679286	5480864
Eolienne	C05	0°30,80'	49°27,15'	680224	5480732
Eolienne	C06	0°30,02'	49°27,06'	681163	5480594
Eolienne	C07	0°29,25'	49°26,97'	682102	5480466
Eolienne	C08	0°28,48'	49°26,88'	683040	5480334
Eolienne	C09	0°27,71'	49°26,80'	683979	5480201
Eolienne	C10	0°26,93'	49°26,71'	684918	5480069
Eolienne	C11	0°25,91'	49°26,59'	686155	5479894
Eolienne	D01	0°34,25'	49°28,04'	676003	5482238
Eolienne	D02	0°33,47'	49°27,95'	676942	5482105
Eolienne	D03	0°32,71'	49°27,84'	677874	5481935
Eolienne	D04	0°31,93'	49°27,77'	678819	5481840
Eolienne	D05	0°31,15'	49°27,68'	679758	5481708
Eolienne	D06	0°30,38'	49°27,60'	680697	5481575
Eolienne	D07	0°29,61'	49°27,51'	681635	5481443
Eolienne	D08	0°28,84'	49°27,42'	682574	5481310
Eolienne	D09	0°28,06'	49°27,33'	683513	5481178
Eolienne	D10	0°27,29'	49°27,24'	684451	5481045
Eolienne	D11	0°26,52'	49°27,15'	685390	5480912
Eolienne	E00	0°35,38'	49°28,66'	674598	5483346
Eolienne	E01	0°34,61'	49°28,57'	675537	5483214
Eolienne	E02	0°33,83'	49°28,48'	676475	5483081

Eolienne	E03	0°33,06'	49°28,39'	677414	5482949
Eolienne	E04	0°32,29'	49°28,31'	678353	5482816
Eolienne	E05	0°31,51'	49°28,22'	679291	5482684
Eolienne	E06	0°30,74'	49°28,13'	680230	5482551
Eolienne	E07	0°29,97'	49°28,04'	681169	5482419
Eolienne	E08	0°29,20'	49°27,95'	682108	5482286
Eolienne	E09	0°28,40'	49°27,86'	683071	5482150
Eolienne	E10	0°27,61'	49°27,77'	684034	5482014
Eolienne	F00	0°35,74'	49°29,19'	674132	5484323
Eolienne	F01	0°34,97'	49°29,10'	675070	5484190
Eolienne	F02	0°34,19'	49°29,02'	676009	5484058
Eolienne	F03	0°33,42'	49°28,93'	676948	5483925
Eolienne	F04	0°32,65'	49°28,84'	677886	5483793
Eolienne	F05	0°31,87'	49°28,75'	678825	5483660
Eolienne	F06	0°31,10'	49°28,68'	679767	5483547
Eolienne	F07	0°30,29'	49°28,57'	680742	5483390
Eolienne	F08	0°29,55'	49°28,49'	681641	5483262
Eolienne	F09	0°28,78'	49°28,40'	682580	5483130
Eolienne	F10	0°28,01'	49°28,31'	683519	5482997
Eolienne	F11	0°27,24'	49°28,22'	684457	5482865
Eolienne	G01	0°35,33'	49°29,64'	674604	5485166
Eolienne	G02	0°34,55'	49°29,55'	675543	5485034
Eolienne	G03	0°33,78'	49°29,46'	676481	5484901
Eolienne	G04	0°33,01'	49°29,38'	677420	5484769
Eolienne	G05	0°32,23'	49°29,29'	678359	5484636
Eolienne	G06	0°31,46'	49°29,20'	679297	5484504
Eolienne	G07	0°30,68'	49°29,13'	680240	5484401
Eolienne	G08	0°29,91'	49°29,02'	681175	5484239
Poste électrique	-	0°29,81'	49°27,28'	681399	5481021

*Dénomination et coordonnées prévues des éoliennes et du poste électrique*

**Prescriptions :**

Le concessionnaire transmettra au concédant toutes les modifications envisagées des positionnements des éléments du parc.

**II.2 Superficie prévisionnelle de l'installation du parc éolien au sein de la zone de concession**

L'estimation de l'emprise des composants du parc éolien sur le sol marin en phase de construction ainsi que des engins de construction est présentée dans le tableau ci-après. Cette emprise est une surface cumulée, c'est-à-dire la somme des surfaces occupées même ponctuellement pendant le chantier. Suivant le mode de protection des câbles électriques et l'implantation éventuelle de protections anti-affouillement, elle est comprise entre 0,367 et 0,611 km<sup>2</sup>, soit entre 0,55 et 0,91% de la zone de concession.



Composant	Sous-composant et hypothèses		Nombre d'unités	Superficie impactée par unité	Surface totale occupée
Fondations	Installation	Navire auto-élévateur avec 6 jambes	75 monopieux	660 m <sup>2</sup>	49 500 m <sup>2</sup>
	Monopieu	7 m de diamètre en moyenne	75 monopieux	38 m <sup>2</sup>	2 850 m <sup>2</sup>
	<i>Protections anti-affouillement, le cas échéant</i>	<i>10 m de largeur</i>	<i>75 monopieux</i>	<i>534 m<sup>2</sup></i>	<i>40 050 m<sup>2</sup></i>
Eoliennes	Installation	Navire auto-élévateur avec 6 jambes	75 éoliennes	660 m <sup>2</sup>	49 500 m <sup>2</sup>
Poste électrique	Installation de la fondation et de la plateforme	Navire auto-élévateur avec 6 jambes, qui se positionne pour 8 pieux, pour le jacket, et pour la plateforme	10 positionnements	660 m <sup>2</sup>	6 600 m <sup>2</sup>
	Pieux du jacket	3 m de diamètre	8 pieux	7 m <sup>2</sup>	56 m <sup>2</sup>
	<i>Protections anti-affouillement, le cas échéant</i>	<i>5 m de largeur autour de chaque pieu</i>	<i>8 pieux</i>	<i>126 m<sup>2</sup></i>	<i>1 000 m<sup>2</sup></i>
Câbles	Câbles et protections externes	Si ensouillage à 100 %	86 km	3 m de largeur	258 000 m <sup>2</sup>
		<i>Si protections externes pour le tiers de la longueur et ensouillage pour les 2 tiers</i>	<i>29 km</i> <i>57 km</i>	<i>10 m de largeur</i> <i>3 m de largeur</i>	<i>461 000 m<sup>2</sup></i>
<b>Total</b>					<i>entre 0,367 et 0,611 km<sup>2</sup></i>

Emprise en phase construction

L'emprise des composants du parc éolien sur le sol marin en phase d'exploitation est détaillée dans le tableau ci-après. Suivant le mode de protection des câbles électriques et l'implantation éventuelle de protections anti-affouillement, elle est comprise entre 0,0158 et 0,342 km<sup>2</sup>, soit entre 0,024 et 0,51% de la zone de concession.

Composant	Sous-composant et hypothèses		Nombre d'unités	Superficie impactée par unité	Surface totale occupée
<b>Eoliennes et Fondations</b>	Monopieu	7 m de diamètre en moyenne	75 mono-pieux	38 m <sup>2</sup>	2 850 m <sup>2</sup>
	<i>Protections anti-affouillement, le cas échéant</i>	<i>10 m de largeur</i>	<i>75 mono-pieux</i>	<i>534 m<sup>2</sup></i>	<i>40 050 m<sup>2</sup></i>
<b>Poste électrique</b>	Pieux du jacket	3 m de diamètre	8 pieux	7 m <sup>2</sup>	56 m <sup>2</sup>
	<i>Protections anti-affouillement, le cas échéant</i>	<i>5 m de largeur autour de chaque pieu</i>	<i>8 pieux</i>	<i>126 m<sup>2</sup></i>	<i>1 000 m<sup>2</sup></i>
<b>Câbles</b>	Câbles et protections externes	Si ensouillage à 100 %	86 km	0,15 m de largeur de câble	12 900 m <sup>2</sup>
		<i>Si protections externes pour le tiers de la longueur et ensouillage pour les 2 tiers</i>	<i>29 km</i> <i>57 km</i>	<i>10 m de largeur</i> <i>0,15 m de largeur</i>	<i>298 500 m<sup>2</sup></i>
<b>Total</b>					<i>Entre 0,0158 et 0,342 km<sup>2</sup></i>

Emprise en phase exploitation

### II.3. Description des composants

#### II.3.1 Les fondations

La solution monopieu a été retenue pour les fondations des éoliennes. La fondation de type monopieu se compose de deux parties :

- le monopieu : tube métallique inséré dans le sous-sol ;
- la pièce de transition, qui vient coiffer le monopieu et qui supporte les structures d'accès (1 ou 2 échelles d'accès avec les guides d'accostages), la plate-forme de travail et l'éolienne.

Une couche de matériaux rocheux pourra, si nécessaire, être mise en place en périphérie de la fondation afin d'assurer une protection anti-affouillement de l'assise.

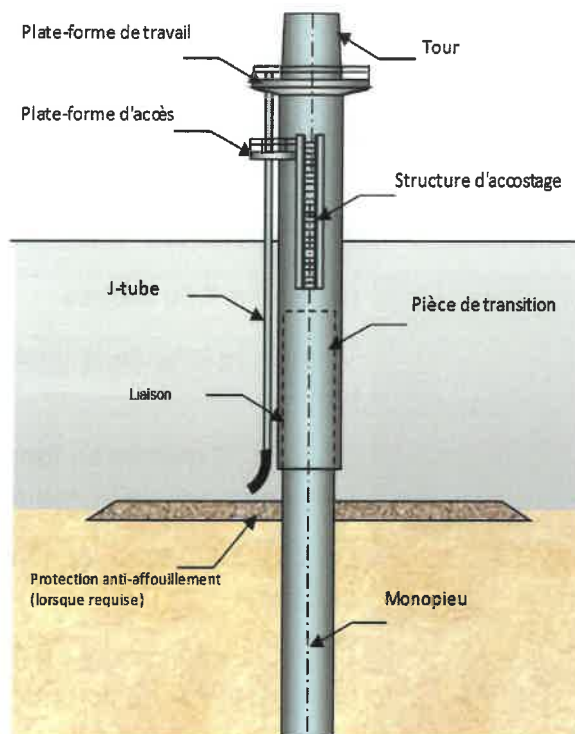
Les dimensions et caractéristiques des fondations sont les suivantes (valeurs indicatives) :

<b>Monopieu</b>	Caractéristiques
Diamètre	De 6,50 à 7,50 mètres
Épaisseur	Variable le long de la fondation, de 40 à 150 mm
Longueur	De 50 à 70 mètres en fonction de la bathymétrie et de la nature des sols
Profondeur d'ancrage	De 20 à 30 mètres, en fonction de la nature des sols
Poids	De 700 à 950 tonnes en fonction de la bathymétrie et de la nature des sols

<b>Pièce de transition</b>	Caractéristiques
Diamètre	De 7 à 7,50 mètres à la base, et de 6 mètres au sommet
Épaisseur	De 40 à 150 mm
Longueur	25 mètres environ
Poids	350 tonnes environ
Élévation de la plate-forme de travail	19,4 m CM environ

<b>Protections anti-affouillements (si requises)</b>	Caractéristiques
Distance recouverte autour du pieu	10 mètres environ
Épaisseur moyenne	1,5 mètre
Matériau	Enrochement 40 – 80 kg

Les pièces de transitions sont peintes en jaune (peinture anti-corrosion) afin de faciliter leur repérage par les navires (normes internationales). Les monopieux seront protégés de la corrosion par des anodes sacrificielles de 15 tonnes environ par monopieux (95 % aluminium et 5 % de zinc), placées à l'extérieur et à l'intérieur de la fondation.



*Schéma de principe d'une fondation de type monopieu*

### II.3.2 Les éoliennes

Le modèle d'éolienne est de type Haliade 150 General Electric (ex-Alstom) d'une puissance de 6 MW, dont les principales caractéristiques sont données à titre indicatif dans le tableau ci-dessous :

Puissance nominale	6 MW
Diamètre du rotor	150,95 mètres
Hauteur du moyeu	101 m environ au-dessus du niveau moyen de la mer (105 m au-dessus des plus basses mers)
Classe IEC	I-B

Les dimensions de la nacelle sont d'environ 20 m x 8 m x 8 m (L x l x H) y compris le moyeu. Son poids est de l'ordre de 356 tonnes. La nacelle contient des éléments structurels (châssis, couplage du rotor, roulements), des composants électromécaniques (génératrice, système d'orientation au vent, système d'ajustement des pales) et des éléments de sécurité (éclairage, extincteurs, freins).

Les pales sont essentiellement fabriquées en matériaux composites, elles mesurent environ 73,5 m de long, 4,5 m au plus large et pèsent 28 tonnes chacune.

Le mât est conique, en acier, divisé en trois tronçons. Son poids est d'environ 400 tonnes pour un diamètre variant de 6 mètres à la base à 4 mètres au sommet. Le mât contient des structures secondaires internes (plateformes, échelles, monte-charge), des équipements électriques (câbles, transformateur, cellules, convertisseur) et des

équipements de sécurité (éclairage, extincteurs). Les sections de tour sont assemblées au moyen de brides boulonnées.

Les éoliennes sont configurées pour commencer à fonctionner à partir de 3 m/s de vent (la vitesse de rotation étant alors autour de 4 tours par minute) et à s'arrêter automatiquement lorsque le vent dépasse 25 m/s (la vitesse de rotation étant alors d'environ 11,5 tours par minute). Sur requête du concessionnaire (opérations de maintenance) ou des autorités maritimes (intervention de moyens de sauvetage), les éoliennes peuvent être arrêtées, en particulier dans une position avec une pale le long du mât (position « Y »), ou une pale vers le haut dans le prolongement du mât (position « A »).

Pour s'arrêter, les pales de l'éolienne sont mises en drapeau (dans le lit du vent), ce qui provoque un ralentissement de la vitesse de rotation et finalement l'arrêt du rotor. La position à l'arrêt est maintenue grâce à un verrou hydraulique.



Figure : Représentation de l'éolienne Haliade d'Alstom (valeurs indicatives)

#### Prescription :

Ajouter au dossier des plans de l'éolienne tels que construits dès que ces éléments sont portés à la connaissance du concessionnaire à la fin du chantier.

#### II.3.3 Le poste électrique en mer

Le parc éolien en mer du Calvados est raccordé au réseau public de transport d'électricité géré par RTE au niveau de 2 points de livraison regroupés dans un poste électrique en mer. Ce poste électrique comprend les équipements de transformation et de comptage de l'énergie délivrée par les éoliennes.

La fonction principale du poste électrique en mer est d'élever la tension du courant généré par les éoliennes (en HTA, environ 33 kV) pour son transport jusqu'au réseau terrestre (en HTB, 225 kV). Le contrôle et la supervision du parc éolien sont réalisés par

l'intermédiaire d'un système de contrôle-commande installé au sein de la plate-forme et piloté depuis la terre. Les armoires de contrôle-commande, de protection et de supervision des différents équipements du poste électrique en mer sont situées dans des salles de contrôle. On trouve aussi le contrôle-commande des éoliennes (SCADA éolien), les compteurs électriques, ainsi que la gestion de la production du parc.

Le poste se compose d'une plate-forme et d'une structure de fondation.

Il est prévu d'installer le poste électrique en mer sur une fondation jacket, qui devrait être équipée de protections de câbles de type J-tube<sup>1</sup>, du fond de la mer jusqu'à la plateforme, pour chaque grappe de câbles reliant les éoliennes ainsi que pour les câbles de raccordement RTE. Elle sera fixée par 4 à 8 pieux de 1,50 à 3 mètres de diamètre enfoncés dans le sol à une profondeur de 40 à 50 mètres. En cas de besoin, des protections anti-affouillement seront disposées autour des pieux, sur une distance de 5 mètres environ, de la même manière que pour les fondations des éoliennes.

La plate-forme, intégrant les équipements électriques, pèse entre 2 000 et 2 400 tonnes, et mesure approximativement 20 mètres de haut, 40 mètres de long et 25 mètres de large, sans tenir compte des chemins de ronde et autres équipements mineurs. Elle est construite sur 3 à 5 niveaux selon l'option retenue pour l'intégration de l'arrivée des câbles sous-marins<sup>2</sup>. De bas en haut les 3 niveaux supérieurs du poste électrique en mer sont les suivants :

- le pont principal sur lequel reposent les transformateurs et les principaux équipements électriques de puissance,
- le pont mezzanine où l'on trouve les salles de contrôles,
- et enfin le pont supérieur.

La plate-forme est pourvue des appareils mécaniques nécessaires à l'exploitation, la maintenance, et l'entretien, tels qu'une grue extérieure qui assure le chargement et déchargement des équipements sur les navires. Elle doit être capable de charger et décharger les différents éléments sur le pont extérieur ainsi que sur l'aire d'entreposage qui pourrait se situer au niveau du pont principal.

L'accès principal s'effectue par bateau à l'aide d'une des deux structures d'accostage fixées à la fondation. Escaliers, couloirs et échappées sont prévus pour répondre aux normes d'évacuation en cas d'incendie et de secours.

La plate-forme est équipée de moyens d'évacuation de secours maritimes, conformément aux standards reconnus dans l'industrie. Un espace de survie est aménagé pour accueillir les équipes d'intervention en cas de conditions météo-océaniques défavorables

---

1 Tubes en acier en forme de J, qui guident les câbles sur la fondation. En sortie de ces tubes, les câbles sont conduits jusqu'au sol par une gaine flexible qui protège les câbles jusqu'à la profondeur d'ensouillage ou d'enrochement

2 En effet le pont de câblage ou «  *cable deck*  », qui constitue l'interface entre la fondation et la plate-forme, peut être intégré soit dans la partie supérieure de la fondation soit dans le niveau inférieur de la plate-forme

les empêchant de quitter le poste en toute sécurité. Une zone d'hélicoptère est prévue sur le dernier pont de la plate-forme.

Les dispositions électriques sont encadrées par une Approbation du Projet d'Ouvrage (APO) au titre des articles R323-25 à R323-48 du code de l'énergie, qui a été délivrée le 17 mai 2016.

Le poste électrique en mer comporte 2 transformateurs de puissance (transformateurs principaux) permettant d'élever la tension du courant généré par les éoliennes d'un niveau moyenne tension à un niveau haute tension avant de le faire transiter par 2 câbles sous-marins jusqu'au réseau électrique terrestre. Les transformateurs sont dimensionnés en adéquation avec la puissance totale du poste électrique, soit environ 280 MVA<sup>3</sup> chacun. Le poste électrique en mer contient également 2 transformateurs auxiliaires permettant d'abaisser la tension du courant généré par les éoliennes ou venant du réseau RTE d'un niveau moyenne tension à un niveau basse tension pour alimenter les équipements du poste. Le poste électrique en mer abrite enfin 2 transformateurs de mise à la terre permettant de fournir un chemin à la terre pour des courants de charge non équilibrés et pour des courants de défaut.

Les tableaux principaux TPHTB isolent le poste électrique en mer du réseau terrestre. Les tableaux principaux TPHTA pour leur part isolent le parc éolien du poste électrique en mer. La sécurité du réseau HTA est aussi réalisée par la mise à la terre (création de neutres artificiels) à l'aide de transformateurs de mise à la terre.

Le système électrique principal comprend quatre jeux de barres à moyenne tension (environ 33 kV) reliant les câbles issus des éoliennes aux deux transformateurs à double enroulement ; chacun de ces jeux de barres est dimensionné pour faire transiter une intensité correspondante à une puissance nominale d'environ 140 MVA.

Le poste électrique en mer est conçu pour fonctionner de manière autonome (sans présence permanente de personnel sur la structure). Une interface utilisateur est présente dans la salle de contrôle mais la supervision du parc éolien et du poste électrique en mer s'effectue depuis la terre par l'intermédiaire d'un système de contrôle-commande installé au sein de la plate-forme. La plate-forme n'est pour cette raison pas considérée comme habitée.

Ce poste en mer nécessite des systèmes auxiliaires d'alimentation pour assurer la prévention et l'extinction des incendies, les alimentations de secours en cas de coupure du réseau public de transport d'électricité, la supervision et le contrôle-commande de l'installation, et également le comptage. Ces systèmes auxiliaires d'alimentation sont conçus de telle sorte qu'une défaillance des liaisons de raccordement n'entraîne pas de dysfonctionnement, l'alimentation étant assurée par un groupe électrogène. Cependant cette éventualité est peu probable car le poste électrique en mer sera relié au réseau public de transport d'électricité par 2 câbles sous-marins, ce qui garantit une redondance au niveau de son alimentation électrique.

---

3

Cette valeur est susceptible d'évoluer légèrement à la baisse lors des études de détail



*Représentation d'un poste électrique en mer sur fondation de type jacket (à gauche), et poste électrique en mer du parc éolien Dong Energy de Walney (à droite)*

Prescription :

Ajouter au dossier des plans du poste électrique tels que construits dès que ces éléments sont portés à la connaissance du concessionnaire à la fin du chantier.

II.3.4 Les câbles de raccordement inter-éoliennes

Le réseau électrique inter-éoliennes du parc a pour rôle de relier électriquement les éoliennes à un poste de livraison unique par l'intermédiaire de câbles sous-marins. Les 75 éoliennes de 6 MW sont raccordées de manière radiale au poste électrique suivant 13 grappes. Chaque grappe comprend 4 à 7 éoliennes, du fait de la capacité maximale des câbles et de la tension de sortie de l'éolienne (environ 33 kV). Compte tenu du schéma de raccordement, le nombre de raccordements électriques des câbles inter-éoliennes à effectuer sera de 150.

Plusieurs sections de câbles peuvent être utilisées en fonction du nombre d'éoliennes qu'ils doivent relier et du matériau sélectionné pour l'âme des conducteurs. Ainsi, le dimensionnement préliminaire des câbles, soumis à confirmation suite aux investigations géophysiques et géotechniques, prévoit d'utiliser deux sections différentes pour les âmes des conducteurs, comprises entre 240 et 630 mm<sup>2</sup>, voire 800 mm<sup>2</sup>, en aluminium ou en cuivre, ce qui correspond à un diamètre extérieur du câble compris entre 11 cm et 15 cm (voire 17 cm en cas de câbles de section 800 mm<sup>2</sup>) et pour un poids de 20 à 40 kg par mètre dans l'air (voire 50 kg en cas de câbles de section 800 mm<sup>2</sup>).

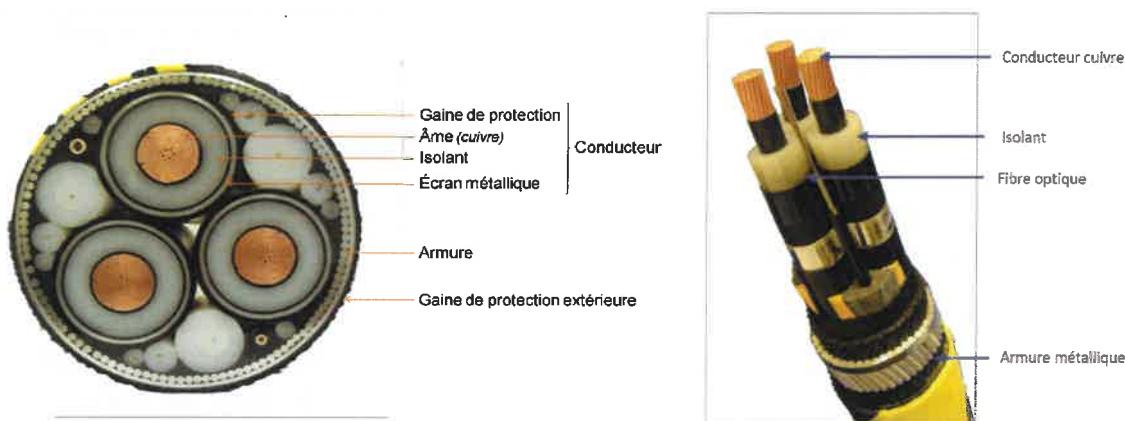
La longueur minimale de câble nécessaire à la connexion de l'ensemble des éoliennes est d'environ 103 km de câbles. Etant donné la longueur d'environ 100 m nécessaire aux remontées de câbles dans chaque éolienne et dans le poste électrique, la longueur de câble en interface avec le sol devrait être de l'ordre de 85-90 km.

Chaque câble est constitué de trois conducteurs composés chacun d'une âme en aluminium ou en cuivre, gainée par un matériau hautement isolant, le polyéthylène réticulé, permettant une utilisation jusqu'à un niveau de tension de 36 kV. Une armure



extérieure constituée notamment d'une tresse en acier galvanisé, servant à protéger le câble, regroupe les trois conducteurs et un faisceau de fibres optiques pour former un câble d'un seul tenant.

Les fibres optiques permettent de créer un réseau de communication entre les éoliennes et le poste électrique.



*Exemple de câble électrique sous-marin inter-éolienne (à gauche en coupe NSW ; à droite Draka)*

#### Prescription :

Ajouter au dossier des plans de câble électrique tels que construits dès que ces éléments sont portés à la connaissance du concessionnaire à la fin du chantier.

#### II.4 Le balisage maritime

Les champs éoliens en mer doivent disposer d'un balisage maritime conforme à la recommandation O-139 de l'AIMS et à la réglementation française de balisage maritime, en appliquant en particulier les termes de la note technique de la Direction des Affaires Maritimes du 11 juillet 2016.

La nature et l'impact du projet nécessitent la consultation de la Grande Commission Nautique (GCN).

Le projet de balisage a été soumis à la GCN du 08 avril 2015, puis actualisé lors du porter-à-connaissance du concessionnaire en date du 15/02/2016. Il a été présenté devant la commission des phares le 8 décembre 2016, et a été validé par décision ministérielle le 13 février 2017 qui détaille les caractéristiques techniques et nautiques du balisage à mettre en place.

Toute modification au projet présenté en GCN et impactant le balisage doit faire l'objet au préalable d'une consultation du service des phares et Balises de la DIRMer MEMNor, après avis de la Direction des Affaires Maritimes (DAM) et du CEREMA. Le projet modifié, selon son importance, est soumis à l'avis d'une Commission Nautique Locale (CNL) et une nouvelle autorisation est délivrée.

Le concessionnaire a la charge de mettre en place et d'entretenir l'ensemble du balisage, pendant les travaux et pendant toute la durée de vie des installations, y compris le

démantèlement. *Sans préjudice de l'article 5-1.2 de la convention de concession et en application de l'article 2.1 (iii) de cette même convention de concession, ces mesures n'ouvrent droit à aucune indemnité du concédant au profit du concessionnaire.*

Le niveau de service d'une aide à la navigation représente le degré de fiabilité requis au regard des exigences de sécurité de la navigation.

L'AIMS recommande des objectifs de disponibilité de 99 % pour le marquage des éoliennes sur une période de référence de 1000 jours.

L'opérateur doit prendre toutes dispositions utiles pour assurer la conformité du balisage aux prescriptions de la DIRMer et aux informations données au SHOM ainsi que dans le cadre de l'information nautique. Il assure lui-même le contrôle de cette conformité et en informe les autorités de l'État. Les autorités de l'État peuvent procéder à des contrôles inopinés.

Dans le respect de la réglementation française en matière d'information nautique, une organisation adaptée au contexte du projet doit être définie et mise en place pour la transmission directe de toute information de l'opérateur au coordonnateur national délégué (CND).

A noter que du balisage complémentaire, destiné à être implanté en dehors des limites de la zone concédée, peut être requis par d'autres intervenants (bouée cardinale, bouée latérale, etc). Dans ce cas, l'autorisation concernant ce balisage, bien qu'associée au projet global, est disjointe de la concession.

## II.5 Le balisage aérien

L'arrêté du 13 novembre 2009 prévoit également que le balisage aérien des éoliennes côtières ou installées en mer ne doit pas interférer avec le balisage maritime.

Les caractéristiques techniques du balisage maritime du champ et de son environnement et celles prévues pour le balisage aérien doivent être évaluées pour éviter les ambiguïtés et peuvent être adaptées suivant les particularités des champs, après concertation entre les autorités locales en charge de la sécurité maritime et celles en charge de la sécurité aérienne.

### Prescription :

Ajouter au dossier le schéma définitif envisagé et le descriptif du matériel mis en place selon les prescriptions du service compétent en matière de balisage aérien et dès que ces éléments sont portés à la connaissance du concessionnaire.

### Prescriptions générales qui se rapportent à l'ensemble du chapitre II :

Le concessionnaire transmet au concédant :

- le certificat type de série de l'éolienne certifiés par un organisme disposant d'une accréditation délivrée par un des Etats membres de l'Union européenne, afin notamment d'apporter des garanties sur leur conception, leur fabrication, leur performance,

- la certification du poste concernant les aspects sécurité des personnes et sécurité structurelle,
- la certification de l'ensemble du parc couvrant toutes les éoliennes par un organisme disposant d'une accréditation ou d'un agrément délivré par l'un des Etats membres de l'Union européenne, visant notamment à apporter les garanties sur l'adaptation des ensembles aérogénérateur – mât - fondation aux conditions climatiques, géologiques et hydrographiques du projet, et l'adéquation de la machine au modèle de série certifié,
- la vérification à la conformité par la copie des résultats de test en usine des câbles inter-éoliennes,
- un plan général et en coupe de chaque ensemble du parc éolien (fondation, pièce de transition, mat, nacelle, pôle) et du câble,
- un plan général et en coupe du poste électrique,
- schéma définitif du balisage aérien et descriptif du matériel.

Le concessionnaire doit se conformer aux évolutions possibles demandées par le concédant suite aux délibérations des commissions nautiques, phares et balises.

### **III – Conditions générales d'exécution des travaux pour l'implantation, l'exploitation et la maintenance des installations**

#### **III.1 Dispositions générales**

Outre lors de la maintenance courante en phase d'exploitation, pour toutes opérations en mer, d'installation, de maintenance, de réparation et de démantèlement avec des navires ou hélicoptères, les autorités maritimes doivent être informées selon les procédures en vigueur et arrêtées avec le pétitionnaire. Le concessionnaire se conforme d'une façon générale aux prescriptions du préfet maritime de la Manche et de la mer du Nord.

Le concessionnaire se conforme aux obligations de transmission de documents ou informations résultant des dispositions législatives et réglementaires en vigueur, notamment au SHOM au titre de l'article L 413-1 du code minier et de l'article R 4316-6 du code de la défense étant précisé que les documents ou informations transmises au concédant à ce titre ont un caractère confidentiel au sens de l'article 7.5 de la convention de concession.

Le concessionnaire doit transmettre dès qu'il en a connaissance tous incidents ou accidents sur le chantier, en phase travaux ou en exploitation. Ces incidents ou accidents peuvent concerner les personnels, la structure des éléments, les pâles, les feux de repérage maritimes ou aériens, la sécurité, la sûreté, la télésurveillance (rupture, dysfonctionnement). Les incidents d'exploitation ou production « commerciale » ne sont pas concernés par ce chapitre. Le concessionnaire propose au concédant la méthode qu'il emploiera pour transmettre ces informations (ponctuel et /ou récapitulatif et suivi prévu).

Les méthodes de communication avec le concédant en cas d'urgence doivent être définies. Le niveau d'autonomie de cette astreinte en termes de décision doit être également précisé. Dans le cas d'une limitation de pouvoir, un cadre d'astreinte ayant tout pouvoir décisionnel complet doit pouvoir être joint.

Le plan d'intervention maritime définit les méthodes de communication et niveau d'information entre le concessionnaire, le concédant et le préfet maritime pour les sujets qui concernent ce plan.

#### **III.2 Conditions générales d'exécution des travaux pour l'implantation des installations**

Les travaux consistent à transporter et à installer les composants du parc éolien sur le site. Les fondations monopieux sont installées par battage et/ou forage dans le fond marin, et coiffées d'une pièce de transition. L'éolienne est ensuite fixée sur la pièce de transition. La fondation du poste électrique en mer est installée selon le même principe, et sa plateforme est ensuite fixée sur la partie supérieure du jacket. Les câbles électriques sont installés entre les éoliennes, qui sont reliées par grappes au poste électrique en mer. Les câbles sont de préférence ensouillés, ou, quand ce n'est pas possible, protégés par des protections externes.

Prescriptions : La planification des travaux fait l'objet de l'article 3.2 de la convention de concession.

Un coordonnateur en matière de Sécurité et de Protection de la Santé au travail doit pouvoir être joint par le concédant, il doit avoir une réelle autorité sur les prestataires et une liberté d'échange avec le concédant.

Pour chaque phase de travaux toutes les dispositions sont prises par le pétitionnaire pour porter à la connaissance des navigateurs et des administrations concernées, les caractéristiques de l'opération (date du chantier, localisation du chantier, signalisation mise en place...).

Le concessionnaire transmet aux autorités compétentes les éléments pour que les usagers de la mer soient prévenus par l'émission d'AVURNAV, avec les positions journalières du chantier. Les informations sont également transmises pour diffusion aux capitaineries, mairies, comités locaux des pêches, associations d'usagers, etc...

Dès qu'il en aura connaissance, le concessionnaire précise les mesures de coordination du trafic maritime qu'il a préalablement mises en place avec le commanditaire du chantier de construction de la liaison électrique du parc éolien en mer.

### III.3 Conditions générales d'exécution des travaux pour l'exploitation et la maintenance des installations

La base de maintenance du parc éolien est implantée sur l'avant-port de Ouistreham. Deux à trois navires y seront localisés pour les opérations de maintenance du parc éolien. Les navires se rendent sur site pour la réalisation de la maintenance par les techniciens. En cas d'impossibilité d'accès aux éoliennes par voie maritime (conditions météorologiques en particulier), l'accès aux éoliennes se fait par hélicoptère. En cas de panne exceptionnelle, des moyens nautiques spécifiques peuvent être mobilisés pour réaliser des opérations plus complexes.

La supervision du parc éolien doit être réalisée depuis un centre de supervision dont la localisation sera précisée au concédant avant la mise en service des installations. Il est opérationnel en continu (24h/24) pour assurer la conduite du parc, répondre à l'apparition de défauts de fonctionnement, gérer et surveiller les accès aux infrastructures.

#### **IV – Conditions générales de l'entretien de la dépendance ainsi que les ouvrages, constructions et installations**

L'entretien de la dépendance ainsi que les ouvrages, constructions et installations sont conformes aux règles de l'art. Les conditions générales sont décrites au paragraphe III de la page 20.

## **V – Suivi environnemental**

Les modalités concernant les mesures d'évitement, de réduction et de compensation des impacts, le suivi environnemental à mettre en œuvre, ainsi que le comité de suivi et scientifique mis en place sous l'autorité du préfet et du préfet maritime, sont celles visées à l'arrêté du 8 juin 2016, le cas échéant actualisé, portant autorisation au titre de l'article L214-3 du code de l'environnement au bénéfice de la société Eoliennes Offshore du Calvados (EOC).

## **VI – Modalités des travaux de démantèlement et de remise en état**

Le démantèlement du parc se fait selon une séquence d'opérations proche de celle inverse à la construction, à savoir la dépose :

- des câbles inter-éoliennes et des éventuelles protections associées<sup>4</sup> ;
- des éoliennes (pales, rotor, nacelle, mât) ;
- des fondations ;
- du poste électrique.

Les opérations ci-dessus sont détaillées ci-après. L'étude portant sur l'optimisation des conditions du démantèlement et de la remise en état du site (article 4-3 de la convention) permettra d'affiner ces opérations en tenant compte des évolutions techniques et des enjeux liés à l'environnement, aux activités, et à la sécurité maritime.

L'ensemble des opérations de démantèlement devrait s'étaler sur une période de deux à trois ans. Après leur dépose, les éléments sont acheminés vers les infrastructures portuaires afin d'être recyclés ou éliminés dans les filières adéquates.

### **VI.1 Démantèlement des câbles**

Deux méthodologies de dépose sont envisageables à ce stade :

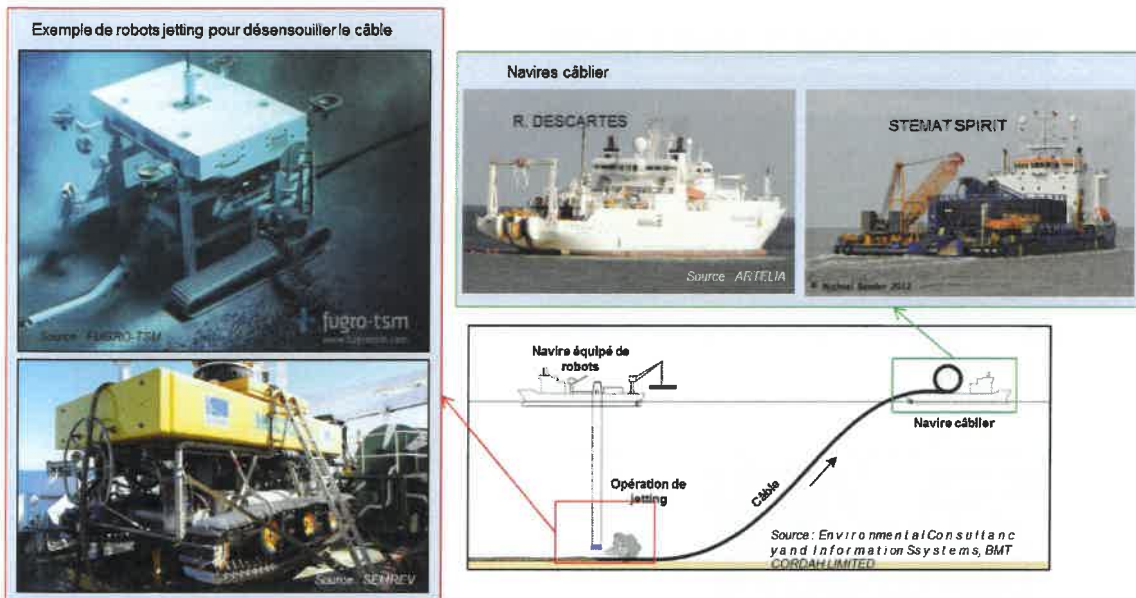
- **Dépose des câbles ensouillés** : les travaux se dérouleraient à l'avancement. Ils pourraient être réalisés à l'aide :
  - o d'un navire de désensouillage (charrue, jetting, trancheuse mécanique, ROV...) ;
  - o d'un navire câblé pour récupérer le câble par tirage et le lover à bord.

Si le câble est en mauvais état et ne permet pas le tirage depuis un navire câblé, il pourra être envisagé de le découper en tronçons puis, à l'aide d'une grue munie d'un grappin, de le sortir de l'eau et de le déposer sur une barge.

---

<sup>4</sup> Un point de vigilance de l'étude portant sur l'optimisation des conditions du démantèlement et de la remise en état du site (article 4-3 de la convention) concernera la pertinence de supprimer les protections anti-affouillement éventuellement installées autour des fondations et les protections éventuellement installées sur les câbles (enrochements ou matelas béton), puisqu'ils abriteront une biodiversité importante en ayant été colonisés par les communautés benthiques.



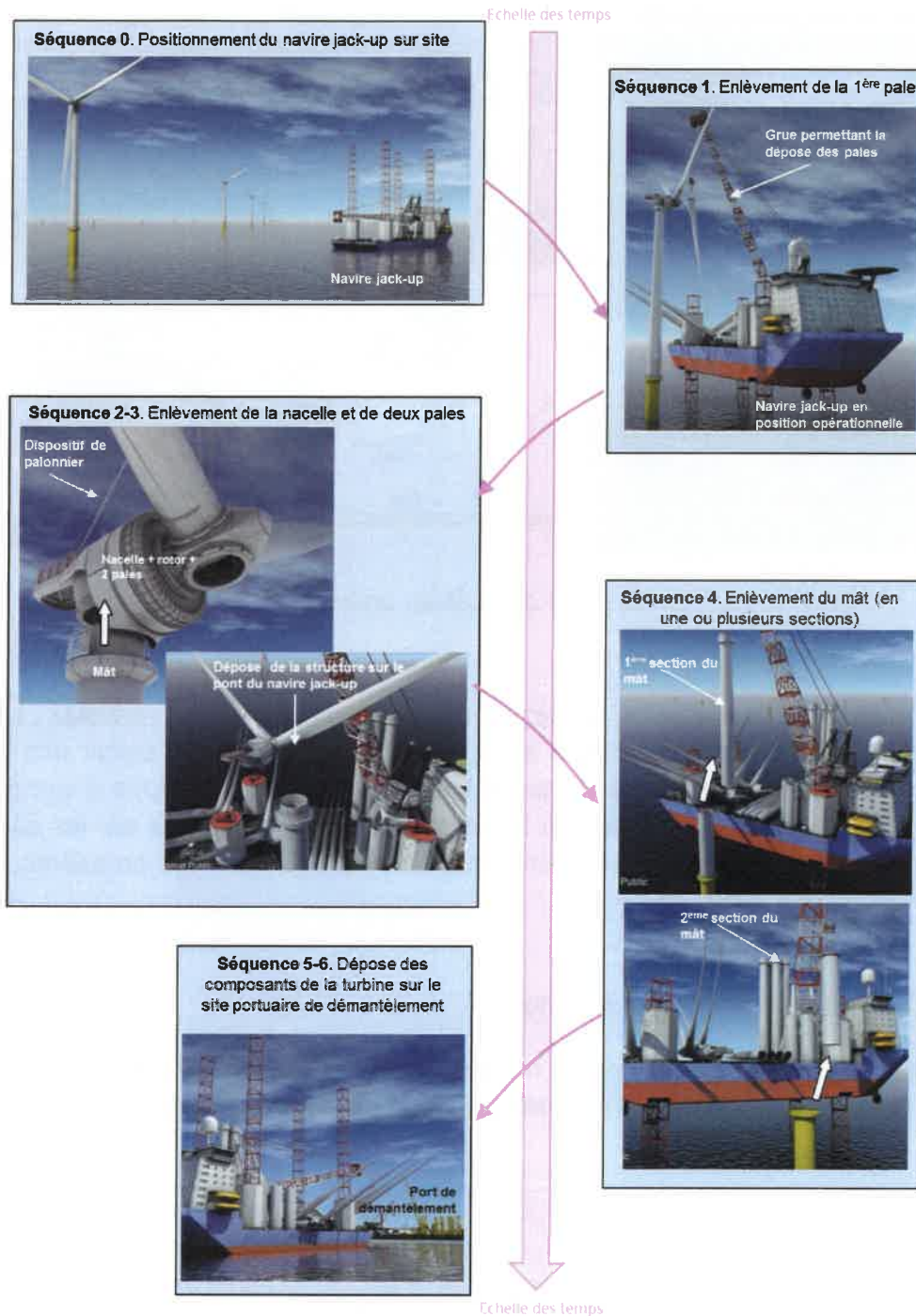


### Dépose des câbles ensouillés

- Dépose des câbles protégés par enrochements ou matelas béton : le séquençage est semblable à celui des câbles enfouis, à savoir des travaux à l'avancement. Cependant, préalablement, une barge équipée d'une grue avec grappin/godet aura déplacé les enrochements positionnés sur les câbles. Les enrochements pourraient être acheminés jusqu'aux sites portuaires par deux ou trois barges.

### VI.2 Démantèlement des éoliennes

Les opérations consistent à déposer la nacelle et les pales, puis le mât. Les travaux de dépose et transport pourraient être réalisés par un navire type jack-up équipé d'une grue.

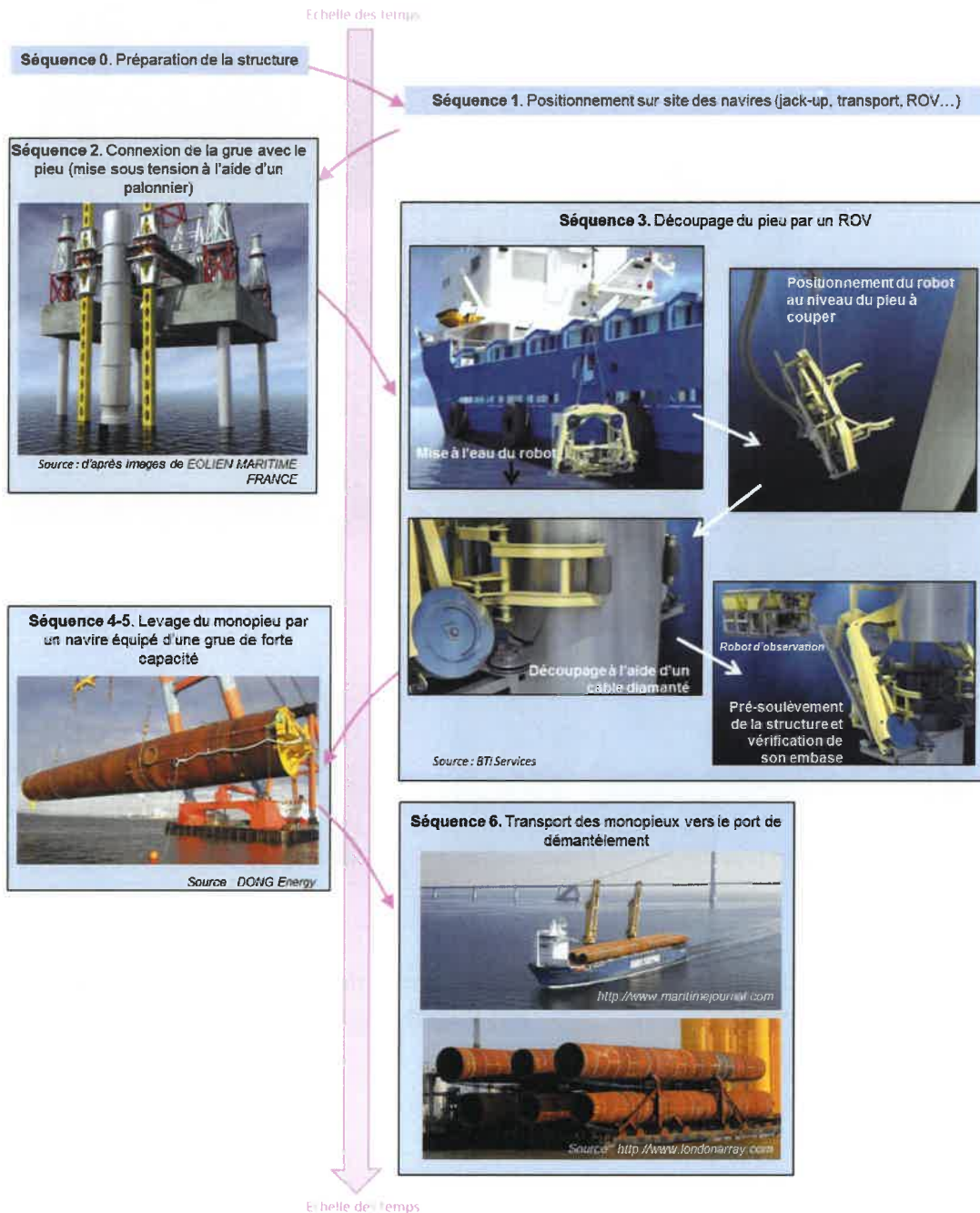


*Séquençage des opérations de démantèlement de l'éolienne (ici en « bunny ear »)*

### VI.3 Démantèlement des fondations

La dépose de la fondation monopieu consiste à découper le pieu, puis à déposer la structure sur une barge afin qu'elle soit transportée jusqu'au site portuaire. Les moyens nautiques envisagés pour la dépose des monopieux pourraient donc être :

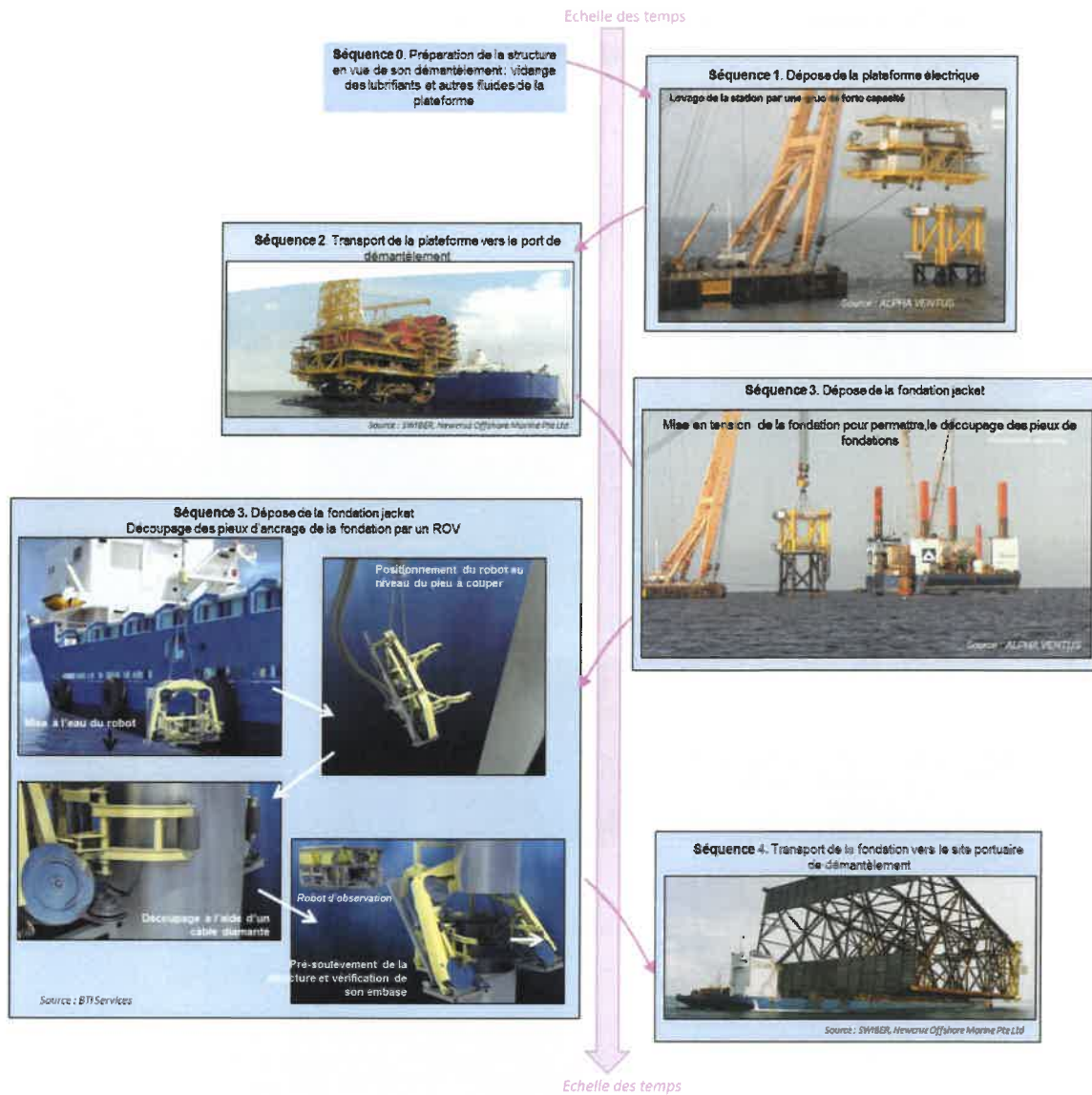
- Navire équipé de moyen de levage (type navire jack-up), avec robots sous-marins pour le découpage des structures ;
- Navires/barges de transport.



### Séquençage des opérations en mer de démantèlement de la fondation monopieu

#### VI.4 Démantèlement du poste électrique

La plateforme est sciée et déposée, avant de faire de même avec la fondation, selon un mode opératoire semblable à la dépose d'une éolienne et de sa fondation.



**Séquençage des opérations en mer de démantèlement du poste électrique (plateforme et fondation)**



Liberté • Égalité • Fraternité  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Préfet du Calvados

**Annexe 2 : Liste des principaux contrats conclus par le concessionnaire avec ses principaux prestataires en application de l'article 2.3.1 de la convention**

A la date de signature de la convention, la liste des principaux contrats conclus par le concessionnaire et le nom des principaux prestataires est la suivante :

Liste des principaux contrats conclus par le concessionnaire	Nom des principaux prestataires
Contrat cadre pour la fourniture des éoliennes Haliade	General Electric

Le concessionnaire transmet au concédant une mise à jour de cette liste annuellement.





DIRECTION GÉNÉRALE DES FINANCES PUBLIQUES  
DIRECTION REGIONALE DES FINANCES PUBLIQUES  
DE BASSE NORMANDIE ET DU CALVADOS  
POLE GESTION PUBLIQUE  
DIVISION DES MISSIONS DOMANIALES  
7, Boulevard Bertrand  
BP 40532  
14034 CAEN cedex 1

Caen, le 06 février 2015

L'administrateur général,  
Directeur régional des Finances publiques  
de Basse-Normandie et du Calvados

Affaire suivie par Marie-Agnès LAHAYE  
marie-agnes.lahaye@dgifp.finances.gouv.fr  
☎ 02.31.38.34.81

à  
DIRECTION DEPARTEMENTALE DES  
TERRITOIRES ET DE LA MER DU CALVADOS  
Service Maritime et Littoral  
10 boulevard du Général Vanier  
CS 75224  
14052 CAEN Cedex 4

**Objet :**

Domaine Public Maritime

**Projet de parc éolien en mer de Courseulles-sur-Mer et de son raccordement  
consortium Eoliennes Offshore du Calvados (EOC) et société RTE.**

**à l'attention de Mme Nelly LUSVEN**

Pour le dossier cité en objet, vous avez sollicité l'avis du service des Domaines sur la redevance domaniale à appliquer.

Conformément à l'arrêté du 2 avril 2008, ainsi que sur l'application de l'actualisation 2014 des tarifs, il ressort un montant de redevance annuelle de **2 010 320,00 €** se décomposant comme suit :

**- EOLIENNES OFFSHORE DU CALVADOS :**

- ☐ pour les éoliennes : 78 000,00 €
- ☐ pour les câbles : 44 720,00 €
- ☐ pour la part variable : 1 872 000,00 €

**- RTE :**

- ☐ câbles : 15 600,00 €

Je vous remercie de me faire parvenir, le moment venu, les minutes et les ampliations des arrêtés que vous aurez pris en faveur des pétitionnaires.

Pour le Directeur régional des finances publiques de la région de  
Basse-Normandie et du département du Calvados,  
et par délégation,  
Le Responsable de la division des missions domaniales,

Michel GIRONDEL

