

Projet de parc éolien en mer au large de **Dunkerque** et son raccordement électrique

Dossier des maîtres d'ouvrage

juin 2020





Xavier Arnould

Directeur Développement du projet de parc éolien en mer de Dunkerque

La France porte des objectifs ambitieux en matière de développement des énergies renouvelables. Elle s'est engagée dans un rééquilibrage de son mix énergétique, qui tient compte des enjeux actuels liés notamment au changement climatique.

La loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte adoptée en 2015, suivie par la loi Énergie et Climat de novembre 2019, définissent en effet une trajectoire qui doit permettre de porter la part des énergies renouvelables à un tiers de la consommation totale d'énergie en France en 2030.

Étrangement, alors que la France bénéficie de l'un des potentiels les plus importants d'Europe en matière d'éolien en mer, elle ne compte à ce jour aucun parc en exploitation au large de ses côtes. Toutefois, les temps changent et le vent est en train de tourner dans le bon sens pour cette nouvelle industrie, porteuse de créativité et d'innovation.

La validation définitive à l'été 2019 des autorisations administratives des quatre premiers parcs éoliens en mer français, issus du premier appel premier d'offres lancé par l'État en 2011, est un jalon emblématique de ce changement. La construction du premier parc éolien en

mer français a ainsi officiellement été lancée à l'automne dernier à Saint-Nazaire.

En juin 2019, une nouvelle étape a été franchie avec l'attribution par l'État du projet de parc éolien en mer de Dunkerque au groupement « Éoliennes en Mer de Dunkerque », composé d'EDF Renouvelables, innogy et Enbridge acteurs reconnus des énergies renouvelables. La maîtrise d'ouvrage de ce vaste projet sera partagée avec RTE, en charge du raccordement du parc éolien au réseau électrique.

Le site retenu au large de Dunkerque présente plusieurs atouts pour l'implantation d'un parc éolien en mer : vents forts et réguliers, infrastructures portuaires adaptées et tissu industriel développé. Ce projet s'inscrit pleinement dans la dynamique économique et industrielle du territoire, tant en matière de transition énergétique que de valorisation de nouvelles technologies.

Avec le débat public s'ouvre une nouvelle phase du projet de parc éolien en mer de Dunkerque. Nous abordons cette période importante dans l'élaboration du projet avec enthousiasme, conscients des enjeux, et dans un esprit d'ouverture.

« Nous vous invitons toutes et tous, citoyens, élus, usagers de la mer, acteurs économiques, sociaux et associatifs, à participer nombreux, pour des échanges que nous espérons riches, constructifs et utiles »



Laurent Cantat-Lampin
Délégué régional RTE Hauts de France

Pour atteindre les objectifs de développement des énergies renouvelables et de diversification du mix énergétique français, les énergies marines renouvelables (EMR) peuvent constituer un levier significatif : installés au large des côtes, les parcs éoliens permettent de capter des vents plus soutenus et réguliers qu'à terre, contribuant ainsi à la sécurité d'alimentation en énergie des Français.

RTE (Réseau de Transport d'Électricité), entreprise de service public en charge de la gestion du système électrique et du réseau de transport d'électricité national, est impliqué dans ce développement des EMR décidé par l'État. Notre mission : acheminer l'électricité produite en mer vers le continent, afin qu'elle puisse bénéficier aux consommateurs de la région d'accueil, aux consommateurs français voire à ceux des pays voisins.

Pour chacun des projets de raccordement de parcs de production en mer, RTE travaille ainsi avec l'État et les parties prenantes afin d'optimiser le déploiement du réseau électrique en mer et à terre, avec l'ambition de limiter au maximum l'impact environnemental de ses infrastructures et leur coût pour le consommateur, tout en assurant la sécurité d'alimentation pour tous, dans la durée.

Le projet de raccordement du parc au large de Dunkerque est exceptionnel à plusieurs titres : il

s'agira du premier projet à bénéficier des récentes réformes menées par le Gouvernement pour simplifier et optimiser les projets éoliens en mer, comme la réforme du raccordement ou le « permis enveloppe ». Il sera ainsi le premier projet pour lequel RTE réalise la plateforme électrique en mer.

Pour mieux répondre aux besoins du territoire et des parties prenantes, RTE souhaite innover et permettre à cette plateforme en mer d'accueillir de nouveaux services utiles aux acteurs du Dunkerquois. L'appel à projets lancé avec la Communauté urbaine de Dunkerque entre janvier et juin 2019 sur la « première plateforme multi-usages d'Europe » en est une première étape.

« Nous souhaitons la participation du public la plus large possible pour construire ensemble les solutions les plus adaptées. »

Aujourd'hui, c'est à chacune et chacun d'entre vous de vous exprimer sur le projet. RTE a déjà travaillé depuis quelques mois avec les représentants du territoire, sous l'égide du Préfet, pour définir une aire d'étude dans laquelle

se situeront les futures liaisons électriques.

Le débat public nous permettra de partager ces premières études et surtout de recueillir l'avis et les propositions des habitants et parties prenantes du territoire pour améliorer notre projet et définir, à son issue, le fuseau de moindre impact environnemental pour les futurs ouvrages de raccordement.

PLUS D'INFORMATIONS GRÂCE AUX QR CODES



Afin d'obtenir des informations complémentaires sur certains sujets et thématiques, le lecteur est invité à scanner des QR codes tout au long du document. Voici la démarche à suivre :

- munissez-vous de votre smartphone doté d'un accès à Internet;
- s'il fonctionne sous iOS (iPhone), ouvrez l'appareil photo et pointez sur le QR code; s'il fonctionne sous Android, téléchargez une application gratuite de lecture de QR code sur Google Play, puis lancez-la et scannez le QR code;
- suivez les instructions.



Chaque QR code renvoie à un contenu sur une page Internet (vidéo, rapport...). Retrouvez la liste des liens correspondant à ces QR codes en page 118.



RÉSUMÉ

Par décision du 14 juin 2019, le ministre de la transition écologique et solidaire a désigné le groupement composé d'EDF Renouvelables France, innogy SE et Blauracke GmbH (groupe Enbridge) lauréat du dialogue concurrentiel n°1/2016 portant sur des installations éoliennes de production d'électricité en mer dans une zone au large de Dunkerque. La société Éoliennes en Mer de Dunkerque (EMD), détenue par les membres du groupement lauréat, assure ainsi la maîtrise d'ouvrage du projet au large de Dunkerque. Elle réunit des compétences et savoir-faire complémentaires en matière de développement, construction et exploitation de parcs éoliens en mer en France, en Belgique, au Royaume-Uni et en Allemagne.

RTE (Réseau de Transport d'Électricité), gestionnaire du réseau public de transport d'électricité français, est le maître d'ouvrage du raccordement électrique en mer et à terre, incluant le poste électrique en mer.

Le cahier des charges du dialogue concurrentiel encadre certaines caractéristiques du projet telles que les zones d'implantation de l'installation et de localisation du poste électrique en mer, la puissance maximale du parc et certains délais et étapes du projet.

Le projet proposé par les deux maîtres d'ouvrage comporte un nombre maximal de 46 éoliennes, pour une puissance maximale installée proche de 600 MW, et le raccordement au réseau public de transport pour acheminer à terre l'électricité produite. Les éoliennes seraient situées à plus de 10 kilomètres de la côte, et la surface totale du parc n'excéderait pas 50 km². Le grand port maritime de Dunkerque (GPMD) pourrait accueillir la base de maintenance, dont les activités représenteraient une cinquantaine d'emplois.

La production annuelle d'électricité attendue du parc éolien en mer de Dunkerque équivaut à la consommation annuelle de près d'un million d'habitants soit, à titre de comparaison, plus d'un tiers de la population du département du Nord.

Les coûts de développement et de réalisation du projet de parc éolien en mer de Dunkerque et de son raccordement électrique sont estimés à environ 1,4 milliard d'euros.

Le calendrier prévisionnel du projet prévoit une mise en service complète du parc en début d'année 2027. L'exploitation est prévue pour une durée de 30 ans. En fin d'exploitation, le parc éolien devrait être démantelé et le site remis en état.

LE PROJET DE PARC ÉOLIEN EN MER AU LARGE DE DUNKERQUE ET SON RACCORDEMENT ÉLECTRIQUE, EN QUELQUES CHIFFRES :



Coût total estimé à 1,4 milliard d'euros



Équivalent à la consommation de près d'1 million d'habitants



À plus de 10 kilomètres de la côte



Mise en service prévue en 2027



De 38 à 46 éoliennes



20 à 25 kilomètres de liaison électrique pour raccorder au réseau terrestre

ÉDITO	2
RÉSUMÉ	5
PRÉAMBULE	8
Les notions clefs	8
QU'EST-CE QUE L'ÉNERGIE ? ET QUAND EST-ELLE DITE RENOUVELABLE ?	8
LES CHEMINS DE L'ÉLECTRICITÉ	8
L'ÉQUILIBRE OFFRE - DEMANDE	9
LES UNITÉS DE MESURE	9
Présentation des acteurs du projet	10
ÉOLIENNES EN MER DE DUNKERQUE (EMD), MAÎTRE D'OUVRAGE DU PARC ÉOLIEN	10
RTE, MAÎTRE D'OUVRAGE DU RACCORDEMENT ÉLECTRIQUE	14
CHAPITRE 1 > POURQUOI LE PROJET ? CONTEXTE ET FINALITÉS	16
1.1 Le contexte des projets de parcs éoliens en mer	18
1.1.1 LES POLITIQUES ET ACCORDS INTERNATIONAUX ET NATIONAUX POUR LUTTER CONTRE LE RÉCHAUFFEMENT CLIMATIQUE	18
1.1.2 LE CONTEXTE ÉNERGÉTIQUE ET ÉLECTRIQUE	21
1.1.3 LA FILIÈRE DE L'ÉOLIEN EN MER EN EUROPE ET DANS LE MONDE	28
1.2 La genèse du projet du parc éolien en mer au large de Dunkerque	31
1.2.1 LE LANCEMENT DE LA PROCÉDURE PAR LE GOUVERNEMENT EN 2016	31
1.2.2 LA CONSULTATION CONDUITE PAR L'ÉTAT POUR AFFINER LE PÉRIMÈTRE DE LA ZONE AU LARGE DE DUNKERQUE	31
1.2.3 LA PROCÉDURE DE DIALOGUE CONCURRENTIEL	33
1.2.4 LA CONCERTATION ENGAGÉE PAR RTE SUR LA ZONE DE RACCORDEMENT	34
CHAPITRE 2 > LES CARACTÉRISTIQUES DU PARC ÉOLIEN EN MER DE DUNKERQUE ET SON RACCORDEMENT	36
2.1 Les caractéristiques techniques envisagées	38
2.1.1 LE PARC ÉOLIEN EN MER, SOUS LA MAÎTRISE D'OUVRAGE D'EMD	39
2.1.2 LE RACCORDEMENT ÉLECTRIQUE DU PARC ÉOLIEN EN MER, SOUS LA MAÎTRISE D'OUVRAGE DE RTE	46
2.2 Les aménagements sur la zone portuaire	54
2.2.1 DES EMPRISES INDUSTRIELLES À DÉFINIR	54
2.2.2 UNE BASE DE MAINTENANCE IMPLANTÉE SUR LE GPMD	54
2.3 Les étapes prévisionnelles du projet	57
2.3.1 2020-2023 : LE DÉBAT PUBLIC ET LES DEMANDES D'AUTORISATIONS	57
2.3.2 2023-2027 : LES ÉTUDES DÉTAILLÉES, LA SÉLECTION DES FOURNISSEURS ET LES TRAVAUX DE CONSTRUCTION	58
2.3.3 2027-2057 : L'EXPLOITATION DU PARC ÉOLIEN PENDANT 30 ANS	59
2.3.4 À PARTIR DE 2057 : LE DÉMANTÈLEMENT ET LA REMISE EN ÉTAT DU SITE	59

2.4	Le modèle économique du projet	60
2.4.1	LES DÉPENSES D'INVESTISSEMENT	60
2.4.2	LA PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ ATTENDUE	61
2.4.3	LES REVENUS ET CHARGES D'EXPLOITATION	62
2.5	Les alternatives et l'absence de mise en œuvre du projet	64
CHAPITRE 3 > L'INSERTION DU PROJET AU SEIN DU TERRITOIRE		66
3.1	Démarche d'évaluation environnementale mise en œuvre	68
3.2	Synthèse des enjeux environnementaux du site identifiés à ce stade	71
3.2.1	L'ESPACE MARIN	71
3.2.2	LE LITTORAL : À L'INTERFACE ENTRE LA MER ET LA TERRE	82
3.2.3	L'ESPACE TERRESTRE	84
3.3	La prise en compte des activités humaines	87
3.3.1	UN CONTEXTE INDUSTRIEL ET PORTUAIRE	87
3.3.2	LES ACTIVITÉS ET USAGES MARITIMES ET LEUR SÉCURITÉ	88
3.3.3	UNE ACTIVITÉ TOURISTIQUE DYNAMIQUE	93
3.3.4	UNE ACTIVITÉ AGRICOLE PRÉSENTE	95
3.4	Les liens avec la filière de l'éolien en mer et l'économie du territoire	97
3.4.1	L'INTÉGRATION DU PROJET DANS LA FILIÈRE INDUSTRIELLE ÉOLIENNE NATIONALE	97
3.4.2	UNE OPPORTUNITÉ POUR LES ENTREPRISES ET LE TISSU INDUSTRIEL LOCAL	97
CHAPITRE 4 > LE DÉBAT PUBLIC ET SES SUITES		100
4.1	Les attentes des maîtres d'ouvrage vis-à-vis du débat public	102
4.2	La décision des maîtres d'ouvrage à l'issue du débat public	104
4.3	Une concertation continue après la fin du débat public, jusqu'à l'enquête publique	104
4.4	L'enquête publique, autre temps fort d'expression de l'avis du public en phase de développement	105
4.5	Des dispositifs de suivi et de concertation propres au projet de Dunkerque	105
ANNEXES		106
	Glossaire	108
	Acronymes / Abréviations	116
	Hyperliens	118
ANNEXE 1	AIRE D'ÉTUDE PROPRE AU PROJET DE RACCORDEMENT DU PARC	120
ANNEXE 2	AUTORISATION À CARACTÉRISTIQUES VARIABLES	123
ANNEXE 3	ÉVOLUTION DU PRIX DE L'ÉOLIEN EN MER EN EUROPE	124
ANNEXE 4	BUREAUX D'ÉTUDES MANDATÉS PAR EMD	125
ANNEXE 5	APPEL À PROJETS CUD/RTE : LES CINQ PROJETS RÉCOMPENSÉS	127

LES NOTIONS CLEFS

QU'EST-CE QUE L'ÉNERGIE ? ET QUAND EST-ELLE DITE RENOUVELABLE ?

Est appelée « source d'énergie », une énergie naturellement disponible et directement utilisable avant transformation. **Cette énergie est alors dite « primaire »**. Il s'agit par exemple du pétrole brut, des combustibles minéraux solides (le charbon par exemple), du gaz naturel, de l'uranium, de la biomasse ¹, du rayonnement solaire, de l'énergie hydraulique ², de l'énergie du vent, ou encore de l'énergie de la terre [géothermie]. L'électricité produite naturellement, comme la foudre ou l'électricité statique, n'est pas utilisable en l'état, c'est pourquoi elle n'est pas considérée comme étant une source d'énergie ou une énergie primaire.

Pour devenir de l'électricité, une énergie primaire doit subir une série de transformations avant d'être transportée et distribuée chez les consommateurs. L'électricité est par conséquent une **énergie dite « secondaire »** ³. Elle est généralement produite grâce à un convertisseur (une turbine ⁴ par exemple) qui transforme l'énergie contenue dans un combustible (pétrole, gaz, charbon, biomasse, uranium...) en électricité.



8-1 Cf page 118

L'énergie finale ⁸⁻¹ désigne l'énergie livrée au consommateur final pour satisfaire ses besoins après transformation de celle-ci. Par exemple, les carburants à la pompe viennent du raffinage du pétrole brut.



8-2 Cf page 118

Entre l'énergie primaire et l'énergie finale fournie aux consommateurs, il faut prendre en compte **les pertes** lors d'opérations de transformation (par exemple, la dissipation de chaleur lors de la production d'électricité thermique), de transport et de distribution jusqu'au consommateur final. Environ 40 % de l'énergie primaire est perdue lors de ces opérations.

Une énergie est dite renouvelable lorsqu'elle provient de sources que la nature renouvelle en permanence, par opposition à une énergie non renouvelable dont les stocks s'épuisent. Les énergies renouvelables proviennent principalement de trois grandes sources naturelles : l'eau, le soleil (qui génère aussi le vent) et la terre. Surnommées « énergies propres » ou « énergies vertes », leur exploitation engendre

peu de déchets et d'émissions polluantes. Leur production dépend des conditions météorologiques (vent, soleil) ou de la gravitation.

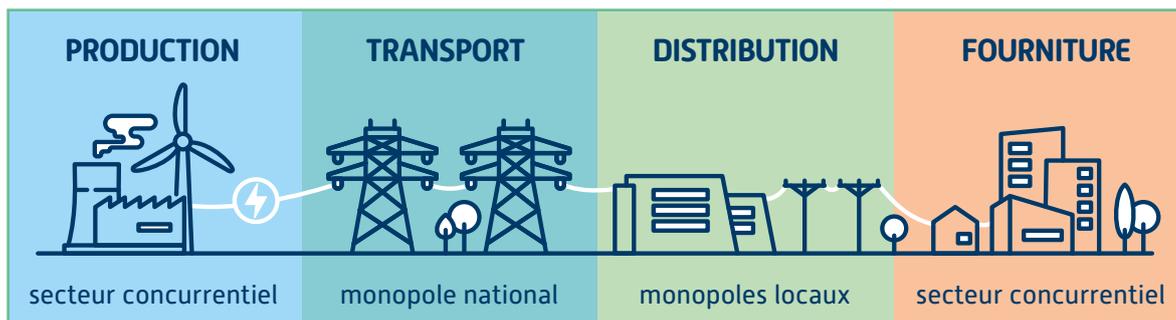
LES CHEMINS DE L'ÉLECTRICITÉ

L'électricité est produite de différentes façons dans le monde : centrales nucléaires ou thermiques, et moyens de production à partir d'énergies renouvelables comme les centrales hydrauliques, les parcs éoliens à terre ou en mer ou encore les centrales photovoltaïques.

En France, à la sortie des centres de production, l'électricité est transportée sur des lignes électriques aériennes ou souterraines. Pour la majorité des grands centres de production (centrales nucléaires, parcs éoliens de grande taille...), les lignes de transport d'électricité ont une tension allant de 63 000 à 400 000 volts (V). Ces très hautes tensions permettent d'acheminer de grandes quantités d'énergie sur de très longues distances : en France, il s'agit du réseau de transport géré par RTE (Réseau de Transport d'Électricité). Tout au long de son parcours sur ce réseau à haute et très haute tension, l'électricité est répartie ou collectée dans près de 3 000 postes électriques. Ceux-ci permettent de modifier sa tension et de l'aiguiller vers d'autres lignes, jusqu'aux grands sites industriels et aux réseaux de distribution d'électricité. Ces derniers assurent ensuite l'acheminement de l'électricité dans les foyers et dans les PME ⁵-PMI ⁶ par l'intermédiaire de leurs lignes à moyenne tension (entre 15 000 et 30 000 V) et basse tension (230 ou 400 V).

Référence vidéo ⁸⁻²

- ¹ Biomasse : ensemble des matières organiques d'origine végétale (algues incluses), animale ou fongique pouvant devenir source d'énergie par combustion (ex : bois énergie), après méthanisation (biogaz) ou suite à de nouvelles transformations chimiques (agrocarburant).
- ² Énergie hydraulique ou hydroélectricité : énergie électrique résultant de l'utilisation de la force motrice des chutes, des retenues et des cours d'eau.
- ³ Énergie secondaire : toute énergie obtenue par la transformation d'énergie primaire (par exemple l'électricité produite avec des moyens thermiques).
- ⁴ Turbine : une turbine permet la transformation d'une énergie, par exemple hydraulique ou éolienne, en énergie mécanique, laquelle est alors transformée en énergie électrique par un alternateur. Ce terme peut être utilisé pour désigner une éolienne.



L'ÉQUILIBRE OFFRE - DEMANDE

L'électricité est une énergie vitale pour l'économie et la vie des territoires, mais à grande échelle, elle ne se stocke pas. Lors de pics de consommation, d'incidents sur une unité de production électrique ou sur un ouvrage du réseau de transport d'électricité, d'arrêts pour maintenance, ou encore de variation de production d'énergies renouvelables, RTE assure l'équilibre entre l'offre et la demande en électricité, à chaque seconde, 7 jours sur 7, 24 heures sur 24. ⁹⁻³

Cette mission est anticipée très longtemps à l'avance. D'une saison sur l'autre, les équipes de RTE établissent des prévisions sur la base d'historiques annuels de consommation et des informations de Météo France. Ces prévisions sont recoupées avec les capacités des producteurs d'électricité, à court, à moyen et à long termes, en France et en Europe. Elles sont régulièrement actualisées, jusqu'à la veille pour le lendemain, pour disposer de marges de sécurité suffisantes et mobilisables en temps réel et pour ainsi réaliser les actions permettant d'équilibrer le système.

Lorsque des écarts sont constatés entre l'offre et la demande, des solutions existent pour rétablir cet équilibre en temps réel. Le mécanisme d'ajustement permet, par exemple, de faire appel aux producteurs connectés au réseau pour qu'ils adaptent rapidement leur production, à la hausse ou à la baisse. De façon équivalente, certains consommateurs peuvent agir sur la demande en optant pour l'effacement, c'est-à-dire ne pas consommer d'électricité durant une certaine période ou reporter leur demande pour soulager les risques sur l'équilibre.

⁵ PME : petites et moyennes entreprises. Entreprises qui, d'une part, emploient moins de 250 personnes et, d'autre part, ont un chiffre d'affaires annuel n'excédant pas 50 millions d'euros.

⁶ PMI : petites et moyennes industries qui se distinguent des PME par leur vocation industrielle.

LES UNITÉS DE MESURE

Le Watt (W) est l'unité utilisée pour quantifier une puissance et désigner la capacité de production d'une installation électrique (parc éolien, centrale solaire, centrale thermique ou nucléaire...) ou de consommation d'un équipement électrique. Un kilowatt (kW) correspond à mille watts, un mégawatt (MW) à un million de watts, un gigawatt (GW) à un milliard de watts.

Un wattheure (Wh) correspond à la quantité d'énergie produite ou consommée en une heure par un équipement d'une puissance de un watt. Un kWh équivaut à mille wattheures.

La source d'énergie dominante étant le pétrole, les énergéticiens utilisent également la tonne équivalent pétrole (tep) afin de pouvoir comparer les énergies entre elles. Une tep correspond à l'énergie produite par la combustion d'une tonne de pétrole.



9-3 Cf page 118

Correspond à...	Mégawattheure (MWh)	Kilowattheure (kWh)	Tep
1 mégawattheure (MWh)	1	1 000	0,086
1 kilowattheure (kWh)	0,001	1	86x10 ⁻⁶
1 tep	11,6	11 600	1

D'autres notions clefs sont évoquées dans ce document, en pied de page, ainsi que dans le glossaire en fin de document.

PRÉSENTATION DES ACTEURS DU PROJET

La maîtrise d'ouvrage du projet de parc éolien en mer de Dunkerque et de son raccordement est assurée conjointement par :

- La société de projet **Éoliennes en Mer de Dunkerque (EMD)**, qui assure la maîtrise d'ouvrage du parc éolien en mer, au large de Dunkerque, au sein de la zone définie par l'État ;
- RTE (Réseau de Transport d'Électricité), le gestionnaire du réseau public de transport français, chargé de la maîtrise d'ouvrage du raccordement électrique en mer et à terre et du poste électrique en mer.

ÉOLIENNES EN MER DE DUNKERQUE (EMD), MAÎTRE D'OUVRAGE DU PARC ÉOLIEN



Les compétences complémentaires de leaders européens et mondiaux de l'énergie

Le Gouvernement a désigné, le 14 juin 2019, le groupement composé des sociétés EDF Renouvelables France, innogy SE, et Blauracke GmbH [filiale du groupe Enbridge], comme lauréat de l'appel d'offres pour l'installation et l'exploitation d'un parc éolien en mer au large de Dunkerque. Suite à cette annonce, la société de projet « Éoliennes en Mer de Dunkerque » (EMD) a été créée. Elle est détenue par les trois sociétés du groupement mentionnées précédemment. EMD est le maître d'ouvrage de la partie parc éolien du projet.



10-1 Cf page 118

10-1



EDF Renouvelables, filiale à 100 % du groupe EDF présente dans une vingtaine

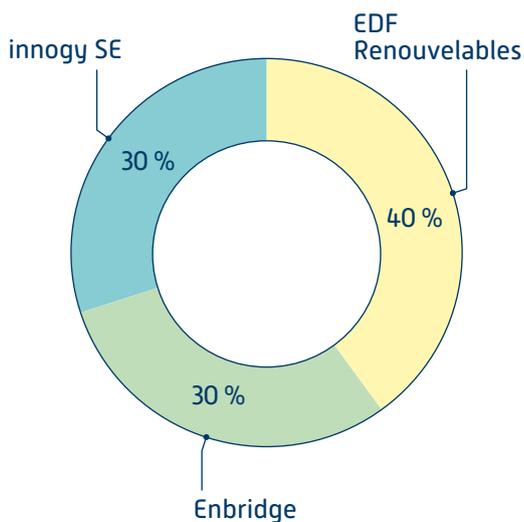
de pays à travers le monde, est un leader sur le marché des énergies renouvelables avec plus de 17 600 MW ¹ de capacités installées et en construction [au 31 décembre 2019], principalement dans l'éolien terrestre et le solaire. EDF Renouvelables emploie environ



10-2 Cf page 118

10-2

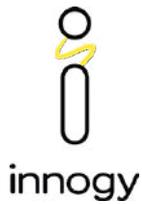
ACTIONNARIAT D'EMD



3 700 salariés à travers le monde et a réalisé en 2019 un chiffre d'affaires de 1,981 milliard d'euros. EDF Renouvelables bénéficie de l'expérience acquise sur ses projets éoliens en mer actuellement en cours de développement, de construction ou d'exploitation en Europe, aux États-Unis et en Chine, représentant près de 5 000 MW de capacité, dont plus de 1 000 MW en cours de construction ou d'exploitation.

10-2

¹ MW : mégawatt



innogy SE est un énergéticien allemand de premier plan, qui emploie environ 43 000 personnes dans 15 pays à travers l'Europe. Créé en 2016 suite à la restructuration de RWE AG, innogy SE regroupe des activités

dans le domaine des énergies renouvelables, de la gestion du réseau et de la vente d'électricité aux clients et a réalisé en 2018 un chiffre d'affaires de 36,9 milliards d'euros. L'entreprise fait partie des grands opérateurs européens de capacités renouvelables avec plus de 5 600 MW de capacités de production d'énergies renouvelables dans dix pays européens.

11-3



Enbridge est l'un des plus importants énergéticiens nord-américains,

historiquement basé au Canada. Le groupe emploie environ 11 000 personnes et a réalisé en 2018 un chiffre d'affaires de 32,9 milliards d'euros. Ses domaines d'activité couvrent l'achat, la construction et l'exploitation de réseaux de transport (pipelines) de pétrole brut et de gaz à terre et en mer, la distribution de gaz et d'électricité, et la production d'énergies renouvelables. Dans ce dernier domaine, Enbridge gère plus de 4 000 MW de capacités de production (en construction ou en exploitation) à travers le monde.

11-4

EDF Renouvelables et Enbridge ont lancé en 2019 la construction du premier parc éolien en mer français, à Saint-Nazaire.

EDF Renouvelables, innogy SE et Enbridge couvrent tous les secteurs de l'énergie et toutes les tâches de maîtrise d'ouvrage depuis la prospection, le développement incluant la concertation et l'obtention des autorisations, la caractérisation des sites, les études techniques, jusqu'à la construction et l'exploitation & maintenance des projets.

UN IMPORTANT PORTEFEUILLE DE PROJETS ÉOLIENS EN MER POUR UNE PUISSANCE CUMULÉE DE PLUS DE 15 GW

Avec un total cumulé de plus 3 600 MW en exploitation, et près de 12 000 MW en cours de construction ou de développement, les actionnaires d'EMD possèdent une solide expérience dans le secteur de l'éolien en mer et la conduite de grands projets.

En France, les actionnaires d'EMD sont impliqués dans près de 2 000 MW de projets éoliens en mer en cours de développement ou de construction (dont trois projets issus du premier appel d'offres éolien en mer de l'État), ce qui en fait des acteurs de référence.

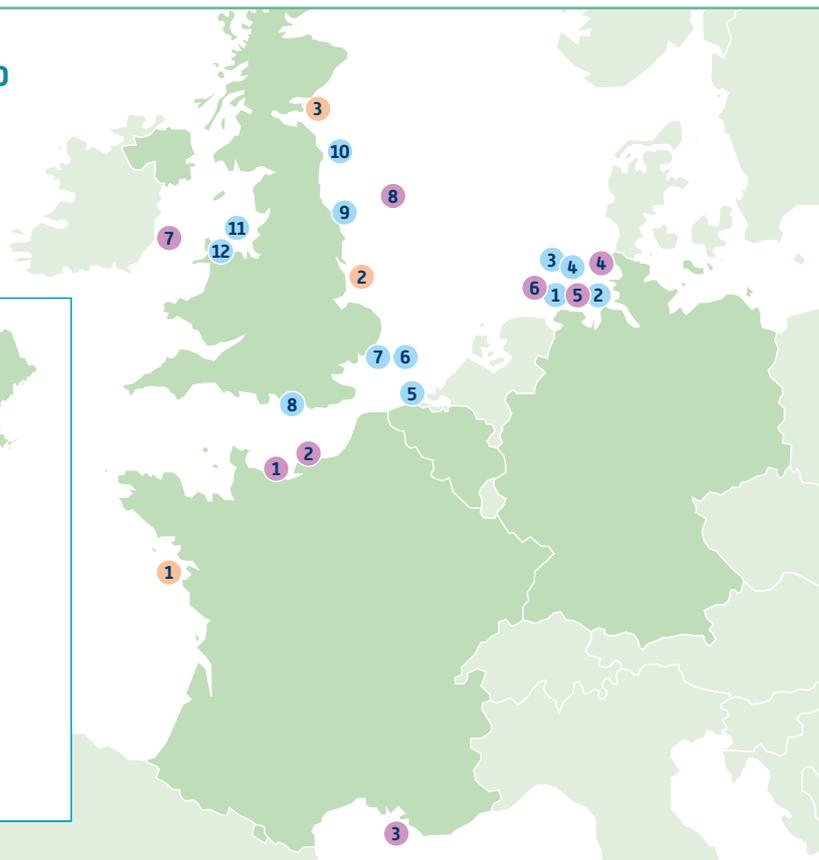


11-3 Cf page 118



11-4 Cf page 118

**PARCS ÉOLIENS EN MER
DES ACTIONNAIRES D'EMD**



EN EXPLOITATION

ALLEMAGNE

- 1 Nordsee One
Depuis 2017 - 332 MW
- 2 Nordsee Ost
Depuis 2015 - 295 MW
- 3 Albatros
Depuis 2019 - 112 MW
- 4 Hohe See
Depuis 2019 - 497 MW

BELGIQUE

- 5 C-Power Thornton Bank
Depuis 2009 et 2013 (selon tranches) - 325 MW

ROYAUME-UNI

- 6 Galloper
Depuis 2018 - 353 MW
- 7 Great Gabbard
Depuis 2012 - 504 MW
- 8 Rampion
Depuis 2018 - 400 MW
- 9 Teesside
Depuis 2013 - 62 MW
- 10 Blyth
Depuis 2017 - 41,5 MW
- 11 Gwynt y Môr
Depuis 2015 - 576 MW
- 12 Rhyl Flats
Depuis 2010 - 90 MW

EN CONSTRUCTION

FRANCE

- 1 Saint-Nazaire
Mise en service en 2022 - 480 MW

ROYAUME-UNI

- 2 Triton Knoll
Mise en service en 2022 - 860 MW
- 3 Neart na Gaoithe
Mise en service en 2023 - 450 MW

EN DÉVELOPPEMENT

FRANCE

- 1 Courseulles-sur-Mer
Mise en service à partir de 2023 - 448 MW
- 2 Fécamp
Mise en service à partir de 2023 - 497 MW
- 3 Provence Grand Large
Mise en service en 2022 - 24 MW

ALLEMAGNE

- 4 Kaskasi
Mise en service en 2022 - 325 MW
- 5 Nordsee 2
Mise en service en 2026 - 375 MW
- 6 Nordsee 3
Mise en service en 2028 - 300 MW

ROYAUME-UNI

- 7 Dublin Array
Mise en service en 2025 - 600 MW
- 8 Sofia
Mise en service en 2025 - 1 400 MW

ÉTATS-UNIS

- 9 Atlantic City (OCS-0499)
Mise en service en 2022 - 2 500 MW

Source : EMD



RTE, MAÎTRE D'OUVRAGE DU RACCORDEMENT ÉLECTRIQUE



Le réseau de transport d'électricité

RTE (Réseau de Transport d'Électricité), exploite, maintient et développe le réseau

électrique à haute et très haute tension. RTE achemine l'électricité entre les producteurs d'électricité (français et européens) et les consommateurs, qu'ils soient distributeurs d'électricité ou industriels directement raccordés au réseau de transport. Environ 105 000 km de lignes de haute et très haute tension et 50 lignes transfrontalières (interconnexions) connectent le réseau français à 33 pays européens, offrant ainsi des opportunités d'échanges d'électricité essentiels pour l'optimisation économique du système électrique. 14-1



14-1 Cf page 118

Ses équipes ont également pour mission de réaliser des analyses et des prospectives sur ce fonctionnement pour les prochaines décennies. Conformément aux dispositions prévues par la loi, RTE a ainsi la responsabilité d'élaborer un plan décennal de développement du réseau. Il est établi en concertation avec l'ensemble des acteurs du secteur (producteurs, fournisseurs, distributeurs d'électricité et de gaz, ONG, organisations professionnelles, universitaires, think-tanks et institutions). Ce plan est soumis au ministre de la Transition écologique et solidaire, à la Commission de régulation de l'énergie (CRE) et à l'Autorité environnementale. 14-2



14-2 Cf page 118

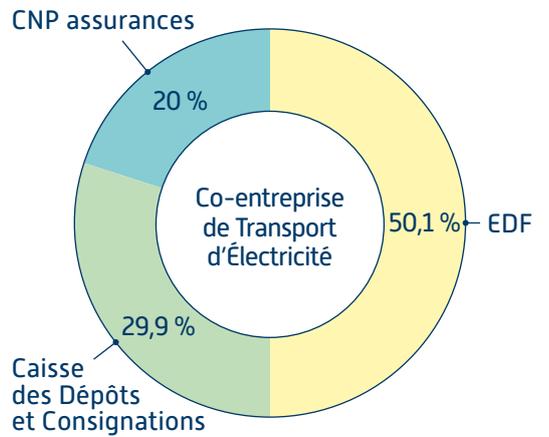
 4 817 M€ chiffre d'affaires 2018	 8 500 salariés
 105 857 km de lignes électriques	 2 770 postes électriques



14-3 Cf page 118

En savoir plus 14-3

ACTIONNARIAT ET STRUCTURE DE RTE AU 1^{ER} MARS 2019



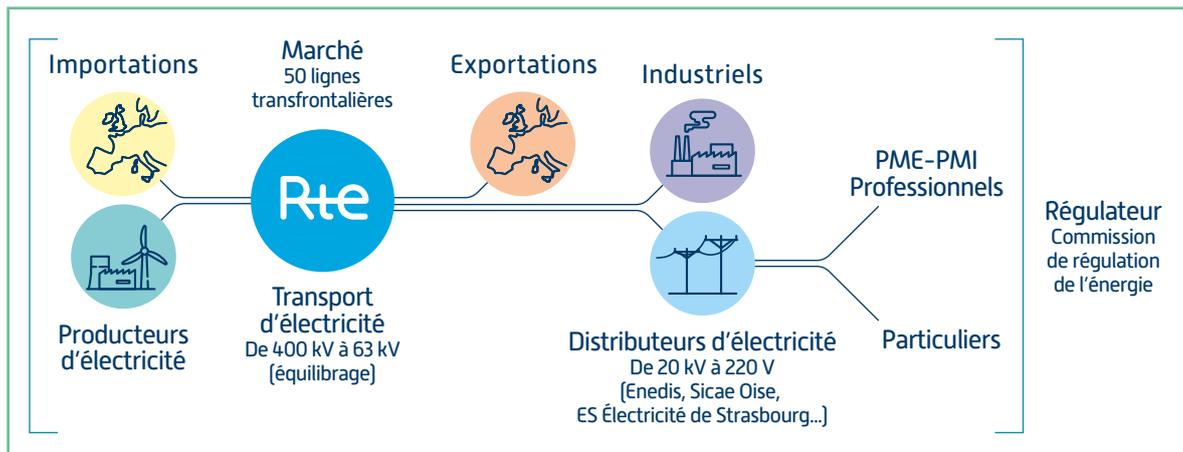
Le rôle de la co-entreprise de Transport d'Électricité

Depuis le 31 mars 2017, la co-entreprise de Transport d'Électricité qui détient RTE à 100 %, est, elle même, détenue à 29,9 % par la Caisse des Dépôts, à 20 % par CNP Assurances et à 50,1 % par EDF.

L'indépendance managériale, comptable et financière de RTE est garantie par la loi depuis la création de l'entreprise [loi du 10 février 2000] et a été renforcée en 2005, quand RTE est devenue une société anonyme à capitaux publics, filiale autonome d'EDF. Ces dispositions assurent une indépendance sur le plan de la forme juridique, de l'organisation et de la prise de décision. Le Président du Directoire de RTE est en particulier nommé par le Conseil de Surveillance de RTE après avis du Ministre en charge de l'Énergie et de la Commission de régulation de l'énergie.

Les comptes et l'indépendance de RTE sont contrôlés par la Commission de Régulation de l'Énergie qui veille au bon fonctionnement des marchés de l'électricité et du gaz en France, au bénéfice des consommateurs finaux et en cohérence avec les objectifs de la politique énergétique française.

L'accès non-discriminatoire aux réseaux de transport et de distribution de gaz et d'électricité est central dans l'ouverture des marchés européens depuis la fin des années 1990. C'est une condition pour favoriser le développement de marchés ouverts et concurrentiels. Les textes européens et nationaux mettent en avant deux exigences pour garantir la non-discrimination :



l'indépendance des gestionnaires de réseaux et l'instauration de codes de bonne conduite et leur respect par les gestionnaires de réseaux.

- D'une part, l'indépendance des gestionnaires de réseaux permet de limiter les conflits d'intérêt ¹.
- D'autre part, les gestionnaires de réseaux de transport et de distribution d'électricité ou de gaz naturel desservant plus de 100 000 clients doivent réunir dans un code de bonne conduite adressé à la CRE les mesures d'organisation interne prises pour prévenir toute pratique discriminatoire dans l'accès des tiers au réseau, conformément aux dispositions des articles L. 111-22 et L. 111-61 du code de l'énergie.

Cette disposition concerne les principaux opérateurs historiques tels que RTE, mais aussi les plus importantes entreprises locales de distribution.

15-4

En tant qu'acteur majeur de l'électricité en Europe, garantissant l'équilibre offre-demande à chaque seconde mais aussi le raccordement des énergies renouvelables et l'émergence des nouveaux usages de consommation, RTE contribue à la réussite de la transition énergétique.

Afin d'évacuer l'énergie produite au large de Dunkerque, RTE assurera le raccordement du futur parc éolien en mer exploité par EMD, au réseau électrique terrestre à très haute tension.

15-5



15-4 Cf page 118



15-5 Cf page 118



© RTE - HAPPYDAY

¹ Pour le transport, l'indépendance des gestionnaires de réseaux est renforcée par la certification des gestionnaires de réseaux instaurée par les directives européennes 2009/72/CE et 2009/73/CE et transposée dans le code de l'énergie par l'ordonnance du 9 mai 2011.

CHAPITRE

1

Pourquoi le projet ? Contexte et finalités





1.1 Le contexte des projets de parcs éoliens en mer

1.1.1 LES POLITIQUES ET ACCORDS INTERNATIONAUX ET NATIONAUX POUR LUTTER CONTRE LE RÉCHAUFFEMENT CLIMATIQUE

Depuis 1988, le Groupe intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) évalue l'état des connaissances sur l'évolution du climat mondial, ses impacts et les moyens de les atténuer et de s'y adapter. Le GIEC a publié en 2014 la version complète de son 5^{ème} rapport d'évaluation des changements climatiques, complété en 2018 par un premier rapport spécial sur l'impact d'un réchauffement global de 1,5 °C au-dessus des niveaux préindustriels et sur les trajectoires d'émission de gaz à effet de serre correspondantes et par un second rapport en août 2019, sur les liens entre le changement climatique et les flux de gaz à effet de serre dans les écosystèmes ① terrestres.

Ces différents rapports indiquent que le changement climatique est déjà engagé et

que l'activité humaine, en particulier notre mode de développement fondé sur l'utilisation d'importantes quantités d'énergies fossiles, est la cause dominante du changement climatique. La perturbation des grands équilibres écologiques s'observe déjà à travers la modification du milieu physique et la disparition des êtres vivants qui ne peuvent s'adapter.

La production d'énergie est l'une des sources d'émission de gaz à effet de serre. Aussi, en France comme dans le reste de l'Europe, les politiques énergétiques se donnent-elles pour objectif de répondre, outre aux défis majeurs que représentent la dépendance croissante aux importations, la pression exercée sur les ressources énergétiques et la fourniture à tous les consommateurs d'une énergie sûre à un prix abordable, à celui du changement climatique. Aussi favorisent-elles les technologies sobres en carbone et les énergies d'origine renouvelable dont elles augmentent la part dans le mix énergétique ②.

QUE SONT LES GAZ À EFFET DE SERRE ?

Les gaz à effet de serre (GES) ont un rôle essentiel dans la régulation du climat. Sans eux, la température moyenne sur Terre serait de - 18 °C au lieu de + 14 °C et la vie n'existerait peut-être pas. Toutefois, depuis le XIX^e siècle, l'homme a considérablement accru la quantité de gaz à effet de serre présente dans l'atmosphère. Cette augmentation a pour conséquence de modifier l'équilibre climatique naturel de la Terre.

La Terre reçoit en permanence de l'énergie du soleil. La part de cette énergie qui n'est pas renvoyée dans l'espace en étant réfléchiée par l'atmosphère, les nuages, la surface terrestre ou la surface des océans, est absorbée par la surface terrestre qui se réchauffe en l'absorbant. En contrepartie, les surfaces et l'atmosphère émettent du rayonnement infra-rouge, d'autant plus intense que les surfaces

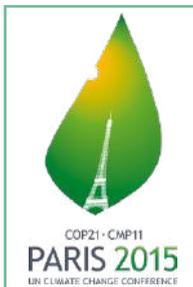
sont chaudes. Une partie de ce rayonnement est absorbée par certains gaz et par les nuages, c'est le phénomène de l'effet de serre. L'autre partie est émise vers l'univers et la température de la Terre s'ajuste pour trouver un équilibre entre l'énergie du soleil absorbée en permanence et celle réémise sous forme de rayonnement infra-rouge.

L'augmentation des émissions de gaz à effet de serre liée aux activités humaines provoque une hausse de la température des surfaces jusqu'à trouver un nouvel équilibre. C'est la cause principale identifiée du réchauffement climatique observé ces dernières décennies. Les principaux gaz à effet de serre sont le dioxyde de carbone (CO₂), le méthane (CH₄), l'oxyde nitreux ou protoxyde d'azote (N₂O) et les gaz fluorés (HFC, PFC).

① Écosystème: ensemble formé par une association ou communauté d'êtres vivants (ou biocénose) et son environnement géologique, hydrologique, climatique, etc.

② Mix énergétique: proportion des différentes sources d'énergies primaires consommées (renouvelables, minérale, fossiles), dans la production globale d'énergie.

1.1.1.1 Un accord international pour lutter contre le réchauffement climatique



Fin 2015, la conférence COP21 à Paris s'achevait sur un accord sans précédent pour réduire les émissions de CO₂ et engager les pays signataires dans la lutte contre le changement climatique avec l'objectif de contenir l'élévation de la

température moyenne de la planète nettement en-dessous de 2 °C par rapport aux niveaux préindustriels, et de poursuivre l'action menée pour limiter l'élévation de la température à 1,5 °C par rapport aux niveaux préindustriels, étant entendu que cela réduirait sensiblement les risques et les effets des changements climatiques. Cet accord dessine notamment une trajectoire pour le développement et la croissance des énergies renouvelables.

1.1.1.2 Les objectifs de l'Union Européenne à horizon 2030

Pour sa part, l'Union Européenne a fixé à chacun de ses États membres des objectifs ambitieux pour lutter contre le réchauffement climatique. Le « paquet énergie-climat européen » adopté en décembre 2008 a été révisé en 2014 et en 2018. La Commission européenne y a renforcé le cadre existant à travers une nouvelle série d'orientations données aux politiques énergétique et climatique. A l'horizon 2030, les principaux objectifs sont les suivants :

- 40 % de réduction des émissions de gaz à effet de serre par rapport à 1990 ;
- 32 % d'énergies renouvelables dans le mix énergétique européen.

Afin de doter les États membres de moyens financiers permettant l'atteinte de ces objectifs, la Commission européenne a annoncé en décembre 2019 la mise en place d'un « Pacte Vert » [« Green Deal »] européen, qui prévoit

notamment la création d'un fonds doté de 100 milliards d'euros sur sept ans, lequel doit permettre d'accompagner la transition pour les pays et les secteurs les plus vulnérables et les plus carbonés. L'autre mesure principale est l'inscription de la neutralité carbone de l'Union Européenne pour 2050. Pour y parvenir, un rôle important est donné aux énergies renouvelables, dont l'énergie éolienne en mer compte tenu du potentiel important de cette énergie au large des côtes des pays européens.

1.1.1.3 Les engagements de la France en faveur d'une transition énergétique durable

En cohérence avec la politique énergétique européenne, la France s'est engagée dans un programme de lutte contre le changement climatique, basé notamment sur la diversification de son système énergétique et la croissance des énergies renouvelables.

La loi de transition énergétique pour la croissance verte d'août 2015, complétée en novembre 2019 par la loi énergie et climat, fixe ainsi des objectifs nationaux ambitieux pour 2030 parmi lesquels :

- 33 % d'énergies renouvelables dans la consommation finale brute d'énergie ³ ;
- 40 % de la production d'électricité par des sources renouvelables.

Ces lois fixent aussi symboliquement « l'urgence écologique et climatique » dans le code de l'énergie français ainsi que d'autres objectifs, comme la réduction à 50 % de la part du nucléaire dans la production d'électricité française en 2035, ou encore l'atteinte de la neutralité carbone dans le pays à l'horizon 2050, notamment en planifiant la fermeture des quatre dernières centrales à charbon d'ici 2022 et en proposant diverses mesures de soutien au développement des énergies renouvelables, dont l'éolien en mer.

³ Consommation d'énergie par les utilisateurs finaux des différents secteurs de l'économie, à l'exception des quantités consommées par les producteurs et transformateurs d'énergie. Elle exclut les énergies utilisées en tant que matière première (dans la pétrochimie ou fabrication d'engrais par exemple).

Un autre outil de pilotage de la politique énergétique nationale est la programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) ¹. Elle a été instituée en 2015 dans le cadre de la loi de transition énergétique pour la croissance verte, et est élaborée par le ministère de la Transition écologique et solidaire en concertation avec l'ensemble des parties prenantes.



20-1 Cf page 118

Elle est formalisée par un décret qui établit les priorités d'action du Gouvernement en matière d'énergie, par tranche de cinq années, afin d'atteindre les objectifs nationaux. Le décret fixant la PPE pour les périodes 2019-2023 et 2024-2028 a été publié au Journal officiel en avril 2020. Un débat public a été organisé de mars à juin 2018 à ce sujet (la ville de Gravelines a accueilli l'une des réunions de ce débat). Les objectifs d'augmentation des capacités installées d'éoliennes en mer qui y sont indiqués sont d'environ 1 000 MW de capacités supplémentaires attribuées annuellement par des appels d'offres, jusqu'en 2028, ce qui montre la volonté de l'État de faire de l'éolien en mer un levier important du développement des énergies renouvelables.

1.1.1.4 « Rev 3 » : le projet stratégique de la Région Hauts-de-France



20-2 Cf page 118



La Région des Hauts-de-France, conjointement avec la Chambre de Commerce et d'Industrie de la Région, porte quant à elle le projet stratégique de « Troisième révolution industrielle » intitulé « Rev 3 », élaboré en collaboration avec l'économiste américain Jeremy Rifkin. Rev3 est une dynamique collective et collaborative qui vise à transformer les Hauts-de-France, pour en faire l'une des régions européennes les plus avancées en matière de transition énergétique et de technologies numériques.

Les défis à relever en matière d'efficacité énergétique sont considérés comme un préalable à la mise en place du processus de « Troisième révolution industrielle » et s'imposent comme une exigence conditionnant la mise en œuvre de



© CUD - P. Volot

chacun des 5 piliers qui la structurent ²⁰⁻¹. L'un de ces piliers est construit autour des énergies renouvelables : alors qu'elles représentent aujourd'hui 3 à 4 % de la production d'énergie de la région, l'objectif est de parvenir à 100 % en 2050.

L'un des outils permettant de mettre en œuvre les conditions d'atteinte de ces objectifs est le schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires (SRADDET), fusion de différents schémas préexistants relatifs au climat et à l'énergie, aux infrastructures et aux transports ou encore à la gestion des déchets. Celui couvrant la période 2020 - 2025 pour la région Hauts-de-France est actuellement en cours d'adoption. Une enquête publique s'est tenue de septembre à octobre 2019, dont le rapport a été publié en décembre 2019. Le projet devrait être arrêté courant 2020, aussi, les conclusions définitives ne sont pas connues lors de la rédaction du présent document. ²⁰⁻²

1.1.1.5 Le territoire Dunkerquois engagé dans sa transition énergétique



Le territoire Dunkerquois ambitionne également d'accélérer sa transformation pour répondre aux enjeux des transitions économiques, énergétiques, écologiques et sociales, en mettant en avant sa volonté de devenir un démonstrateur de l'industrie du XXI^{ème} siècle.

¹ La programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) détaille les objectifs de la France pour l'ensemble de son mix énergétique et les priorités d'actions des pouvoirs publics pour atteindre ces objectifs. Elle est révisée tous les cinq ans et concerne la métropole continentale. Chacune des zones dites non interconnectées (la Corse, la Réunion, la Guyane, la Martinique, la Guadeloupe, Wallis et Futuna et Saint-Pierre et Miquelon) ont leur PPE propre.

À travers son projet intitulé « Dunkerque, l'énergie créative », qui fait partie des 24 lauréats de l'appel à manifestation d'intérêt « Territoires d'innovation de grande ambition (TIGA) » lancé par l'État en décembre 2017 ², la communauté urbaine de Dunkerque (CUD) et la communauté de commune des Hauts de Flandre (CCHF) ont pour objectif d'inventer l'écosystème industrialo-portuaire du XXI^{ème} siècle en conjuguant compétitivité, préservation de l'environnement et qualité de vie de ses habitants.

Ce projet a pour ambition de construire un modèle intégrant la sobriété énergétique par l'innovation et la mise en place de stratégies bas carbone, le développement de l'économie circulaire et le soutien de la dynamique portuaire.

Le projet de parc éolien en mer de Dunkerque a vocation à s'inscrire dans cette dynamique qui associe les acteurs publics et privés, les populations, les usagers et les forces académiques et de recherche.

1.1.2 LE CONTEXTE ÉNERGÉTIQUE ET ÉLECTRIQUE

1.1.2.1 Le mix énergétique français

Le mix énergétique est la proportion des différentes sources d'énergies qui permet de couvrir la consommation d'énergie des particuliers, des PME-PMI, des industriels, etc.

En France, la consommation d'énergie primaire a atteint 249 Mtep (mégatonne équivalent pétrole) en 2018. Environ 40 % de cette énergie primaire ont été perdus lors des différentes opérations de transformation et d'acheminement jusqu'au consommateur final.

La quantité d'énergie finale consommée en France s'est ainsi élevée à 154 Mtep en 2018.

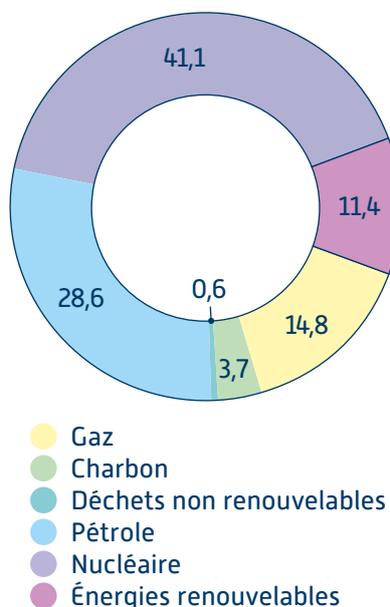
Au sein de ce mix énergétique, les énergies renouvelables peuvent prendre de multiples formes : force vive de l'eau ou du vent, rayonnement solaire, géothermie, chaleur du bois et des autres ressources de la biomasse, carburants végétaux ou encore valorisation des déchets.

² Dotée de 450 millions d'euros sur 10 ans, cette action a pour objectif final de sélectionner et d'accompagner un nombre limité de territoires d'intérêt national, dans les étapes clés d'un projet de transformation ambitieux et fédérateur, destiné à améliorer la qualité de vie des habitants et à augmenter la durabilité du territoire.

RÉPARTITION DE LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE PRIMAIRE EN FRANCE

TOTAL : 249 Mtep en 2018

En % (données corrigées des variations climatiques)



Source : « Chiffres clés des énergies renouvelables - Edition 2019 » Commissariat général au développement durable

21-3

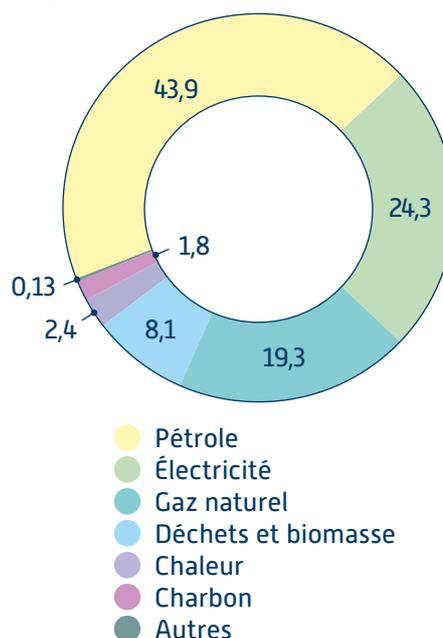


21-3 Cf page 118

RÉPARTITION DE LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE FINALE EN FRANCE

TOTAL : 154 Mtep en 2018

En %



Source : Agence Internationale de l'Énergie

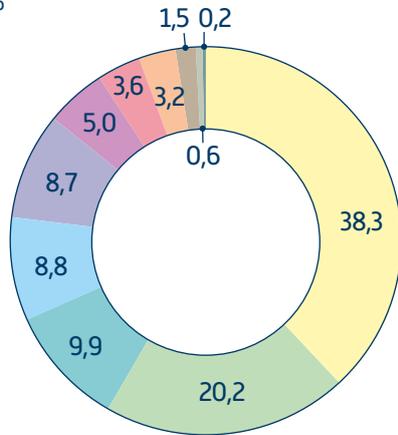
21-4



21-4

PRODUCTION PRIMAIRE D'ÉNERGIES RENOUVELABLES PAR FILIÈRE

TOTAL : 27,7 Mtep en 2018
En %



- Bois-énergie
- Hydraulique
- Biocarburants
- Éolien
- Pompes à chaleur
- Déchets renouvelables
- Biogaz
- Solaire photovoltaïque
- Géothermie
- Solaire thermique
- Énergies marines

Champ : France entière (y compris DOM)
Source : SDES, d'après les sources par filière



22-1 Cf page 118

Les objectifs fixés à la France par l'Europe en matière d'énergies renouvelables à horizon 2020 ne seront pas atteints. En effet, ceux-ci prévoient de porter la part des énergies renouvelables à au moins 23 % de la consommation d'énergie finale du pays.

Or, avec 16,5 % d'énergies renouvelables dans son mix énergétique à fin 2018, la France est le troisième pays en Europe dont la part de l'énergie renouvelable dans la consommation finale d'énergie du pays est la plus éloignée des objectifs.

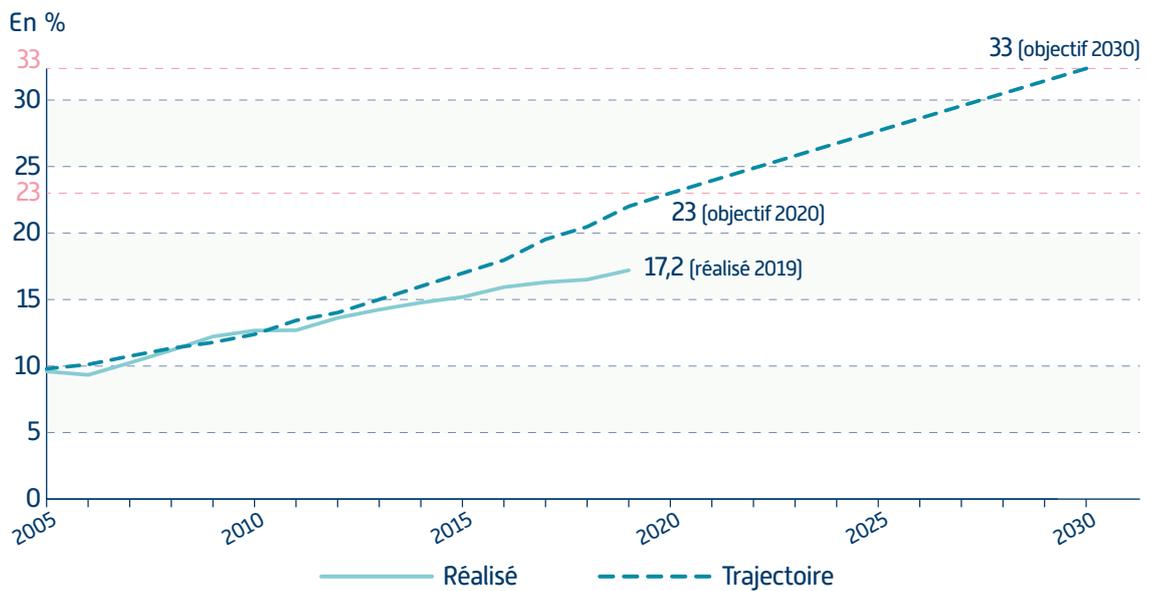
L'atteinte des objectifs fixés pour 2030 [33 % de part des énergies renouvelables dans le mix énergétique français] implique donc un développement accru des sources d'énergie renouvelable lors des dix prochaines années.

1.1.2.2 Le mix électrique français

En France, la production d'électricité représente environ 25 % des besoins énergétiques.

Selon le bilan électrique annuel publié par RTE ²²⁻¹, les moyens de production d'électricité en France métropolitaine représentaient une capacité totale installée de 135,3 GW à fin 2019 selon la répartition indiquée dans le *tableau 1 page suivante*.

PART DES ÉNERGIES RENOUVELABLES DANS LA CONSOMMATION FINALE BRUTE D'ÉNERGIE



Source : SDES, bilan de l'énergie (réalisé) et PNA (trajectoire)

Ce chiffre était en progression de 2,4 GW (+1,7 %) par rapport à 2018. Les filières éolienne et solaire représentent l'essentiel de cette augmentation alors que la filière thermique poursuit sa tendance baissière observée ces dernières années.

Les différentes sources de production d'électricité peuvent également être comparées au regard de leur production annuelle. En effet, 1 MW de puissance installée ne génère pas la même quantité d'électricité sur une période donnée selon le type de technologie utilisée.

La production totale d'électricité en France s'établit à 537,7 TWh (térawattheure ¹) sur l'année 2019, soit une baisse de 2 % (11 TWh) par rapport à 2018. [cf. tableau 2, page suivante]

Les énergies renouvelables fournissaient plus de 21 % de l'énergie électrique totale en 2019 malgré une baisse de la production hydraulique de plus de 12 % par rapport à 2018. La production éolienne augmente en effet fortement par rapport à 2018 (+21,2 %), de même que la production solaire (+7,8 %). L'hydraulique assure historiquement la part la plus élevée (environ 12 %) parmi les énergies

renouvelables, suivi de l'éolien (6,3 %) et du solaire (2,2 %). L'augmentation de la production d'électricité à partir d'énergies renouvelables doit permettre d'accroître la diversification des sources d'approvisionnement et vise également à contribuer aux objectifs de diminution des émissions de gaz à effet de serre [cf. encart, page 18] et de la part du nucléaire dans la production d'électricité.

Le développement de nouveaux moyens de production d'origine renouvelable au cours des dix prochaines années est nécessaire pour atteindre les objectifs mentionnés en 1.1.1 (40 % à horizon 2030).

Sur une perspective de long terme, une tendance à la stabilisation de la consommation totale d'électricité en France s'observe depuis plusieurs années et traduit globalement une meilleure maîtrise de la consommation malgré une utilisation croissante d'appareils électriques. En 2019, une légère baisse est à noter par rapport à 2018 (473 TWh soit - 0,5 %), qui s'explique par des températures globalement plus douces en début d'année, une croissance économique moins soutenue qu'en 2018 et à son plus bas niveau depuis 10 ans.

Tableau 1
RÉPARTITION DES MOYENS DE PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ EN FRANCE AU 31 DÉCEMBRE 2019

Source : Bilan électrique 2019 - RTE

Source	Puissance installée au 31/12/2019 (en MW)	Evolution par rapport au 31/12/2018	Part du parc électrique installé
Nucléaire	63 130	0 %	46,6 %
Thermique à combustible fossile	18 589	- 0,3 %	13,7 %
Dont charbon	2 997	0 %	2,2 %
Dont fioul	3 401	- 2,8 %	2,5 %
Dont gaz	12 191	+ 0,4 %	9 %
Hydraulique	25 557	+ 0,1 %	18,9 %
Eolien terrestre	16 494	+ 9 %	12,2 %
Solaire	9 435	+ 10,4 %	7 %
Bioénergies	2 122	+ 3,7 %	1,6 %
Dont biogaz	499	+ 8,4 %	0,4 %
Dont biomasse	674	+ 3,5 %	0,5 %
Dont déchets de papeterie	51	+10,6 %	0,04 %
Dont déchets ménagers	897	+2,2 %	0,7 %
TOTAL	135 328	+ 1,7 %	100 %

¹ Térawattheure (TWh) : mille milliards de wattheures ou un milliard de kilowattheures. Un térawattheure correspond à l'énergie consommée par un milliard d'appareils d'un kilowatt de puissance pendant une durée d'une heure.

Tableau 2
PART D'ÉNERGIE PRODUITE PAR CHAQUE MOYEN DE PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ EN FRANCE
AU 31 DÉCEMBRE 2019

Source : Bilan électrique 2019 - RTE

Source	Énergie produite (en TWh)	Variation 2019/2018	Part de la production
Production nette	537,7	-2 %	100 %
Nucléaire	379,5	- 3,5 %	70,6%
Thermique à combustible fossile	42,6	+ 9,8 %	7,9 %
Dont charbon	1,6	-71,9 %	0,3 %
Dont fioul	2,3	+ 26,5 %	0,4 %
Dont gaz	38,6	+23,8 %	7,2 %
Hydraulique	60	-12,1 %	11,2 %
Dont renouvelable	55,5	-12 %	10,3 %
Eolien	34,1	+ 21,2 %	6,3 %
Solaire	11,6	+ 7,8 %	2,2 %
Bioénergies	9,9	+ 3,6 %	1,8 %
Dont biogaz	2,6	+ 8,5 %	0,5 %
Dont biomasse	2,7	- 0,8 %	0,5 %
Dont déchets de papeterie	0,2	- 9,3 %	0,0 %
Dont déchets ménagers non renouvelables	2,2	+ 4,8 %	0,4 %
Dont déchets ménagers renouvelables	2,2	+ 4,8 %	0,4 %

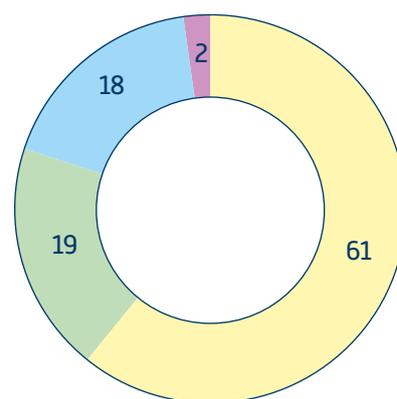
1.1.2.3 Le contexte électrique dans les Hauts-de-France

La région des Hauts-de-France accueille la plus grande centrale nucléaire d'Europe, à Gravelines (5 400 MW), ainsi que plus de 4 500 MW de capacité éolienne à fin 2019, soit plus d'un quart des capacités nationales. Les interconnexions avec les régions limitrophes, notamment l'Île-de-France et les pays transfrontaliers tels que la Belgique et l'Angleterre en font également un carrefour stratégique. Les Hauts-de-France sont la première région française en termes d'échanges d'électricité transfrontaliers.

Parallèlement, la production d'électricité dans la région des Hauts-de-France s'est élevée à 52,5 TWh en 2019, soit 9,8 % de la production nationale. Cette production d'électricité en région a été majoritairement d'origine nucléaire (61 %), suivie par les moyens de production thermiques (19 %). Les énergies renouvelables représentaient environ 20 % de la production régionale, très majoritairement grâce à l'éolien terrestre (18 %), les bioénergies et le solaire étant des sources plus marginales (environ 2 %).

RÉPARTITION DE LA PRODUCTION ÉLECTRIQUE EN RÉGION HAUTS-DE-FRANCE EN 2019

En % (valeurs arrondies)



- Nucléaire
- Thermique
- Éolien
- Solaire/Bioénergies

Source : Bilan électrique 2019 - RTE

La consommation d'électricité régionale s'établissait en 2019 à 46,5 TWh (soit 10,6 % de la consommation nationale). Cette part est globalement stable depuis une dizaine d'années. Environ 32 % de ce total ont été consommés par la grande industrie (chiffre deux fois plus élevé que dans les autres régions). Les Hauts-de-France représentent un quart de la consommation électrique industrielle nationale), 33 % par les PME/PMI et 35 % par les particuliers.

RÉPARTITION DE LA CONSOMMATION ÉLECTRIQUE EN RÉGION HAUTS-DE-FRANCE EN 2019

En TWh



- Professionnels et particuliers
- PMI/PME
- Grande industrie (clientèle directement desservie par RTE)

Source : Bilan électrique 2019 - RTE

1.1.2.4 Le parc éolien en France au regard des objectifs nationaux

Les principales filières permettant d'atteindre l'objectif de 40 % d'électricité d'origine renouvelable précédemment mentionné [cf. partie 1.1.1.3] sont l'hydroélectricité, le solaire photovoltaïque et l'éolien (terrestre et en mer). L'hydroélectricité est un moyen de production déjà très développé en France, qui a peu de possibilités de croissance car les sites propices sont déjà exploités. Les fortes baisses de coûts observées dans les filières éolien et solaire, liées notamment à des effets d'échelle et à des améliorations technologiques, permettent le développement de capacités importantes avec des soutiens publics réduits par rapport aux projets antérieurs.

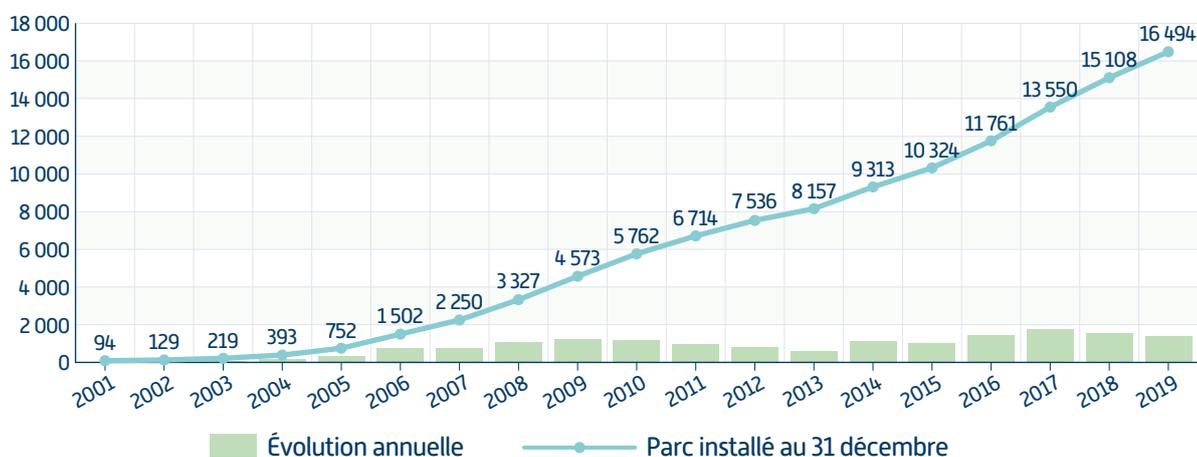
Le développement de l'éolien se fera à la fois par l'installation de nouvelles capacités à terre et en mer, ainsi que par des rénovations de parcs terrestres existants arrivant en fin de vie, en vue d'augmenter l'énergie produite grâce à l'installation d'éoliennes plus performantes.

Au 31 décembre 2018, la capacité de production du parc éolien français était de 15 108 MW. Les objectifs 2018 de la précédente PPE, fixés à 15 000 MW, ont ainsi été atteints.

La PPE pour la période 2019-2028 prévoit une capacité de production éolienne en mer installée comprise entre 5 200 et 6 200 MW en 2028.

ÉVOLUTION DU PARC ÉOLIEN FRANÇAIS ENTRE 2001 ET 2019

En MW



Source : SDES

Les six projets issus des deux premiers appels d'offres éoliens en mer en France représentent un total d'environ 3 000 MW. Ils devraient être opérationnels en 2024, au début de la 2^{ème} période de la nouvelle PPE.

Le projet de Dunkerque (considéré comme le 3^{ème} appel d'offres éolien en mer en France), représente quant à lui une capacité maximale de 600 MW. Par la suite, le gouvernement a prévu de lancer plusieurs appels d'offres durant les deux prochaines périodes de la PPE (2019-2023 et 2024-2028), en vue d'atteindre les objectifs mentionnés précédemment.

OBJECTIFS PPE EN MATIÈRE DE PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ RENOUVELABLE PAR FILIÈRE			
Source : Synthèse de la Programmation Pluriannuelle de l'Énergie 2019-2028 - Ministère de la transition écologique et solidaire			
Source	Puissance installée au 31/12/2018 (GW)	Objectif puissance installée en 2023 (GW)	Objectif puissance installée en 2028 (GW)
Hydroélectricité ¹	25,5	25,7	26,4 - 26,7
Éolien terrestre	15,1	24,1	33,2 - 34,7
Éolien en mer	0	2,4	5,2 - 6,2 *
Photovoltaïque	8,5	20,1	35,1 - 44,0
Biomasse solide	0,6	0,8	0,8
Biogaz - méthanisation	0,4	0,27	0,34-0,41
Géothermie	NC	0,024	0,024
TOTAL	50,1	73,5	101 à 113

* dont 0,4 à 0,6 GW du parc éolien en mer de Dunkerque

COMMENT GÉRER LA VARIABILITÉ DE L'ÉOLIEN ?

Dépendante des conditions météorologiques, la production d'électricité d'origine éolienne est naturellement variable et non programmable. Cette variabilité est cependant lissée à l'échelle du territoire national grâce à trois facteurs :

- **La prévision**

L'amélioration de la qualité des outils de prédiction météorologique permet d'anticiper les périodes de moindre disponibilité éolienne, ce à plusieurs jours. La production de l'ensemble du parc éolien français est ainsi prévisible à un niveau de précision et d'anticipation compatible avec la bonne gestion du système électrique.

- **La complémentarité**

L'éolien s'intègre à un mix renouvelable diversifié – solaire photovoltaïque, hydroélectricité, biomasse notamment – qui combine des sources de production électrique variées et complémentaires, qui peuvent prendre le relais lors des périodes moins ventées. Les périodes présentant des conditions à la fois sans vent ni ensoleillement à l'échelle du pays sont très

rare. L'hydraulique est quant à elle une source d'électricité facilement programmable et pilotable. Des solutions de stockage peuvent également être utilisées.

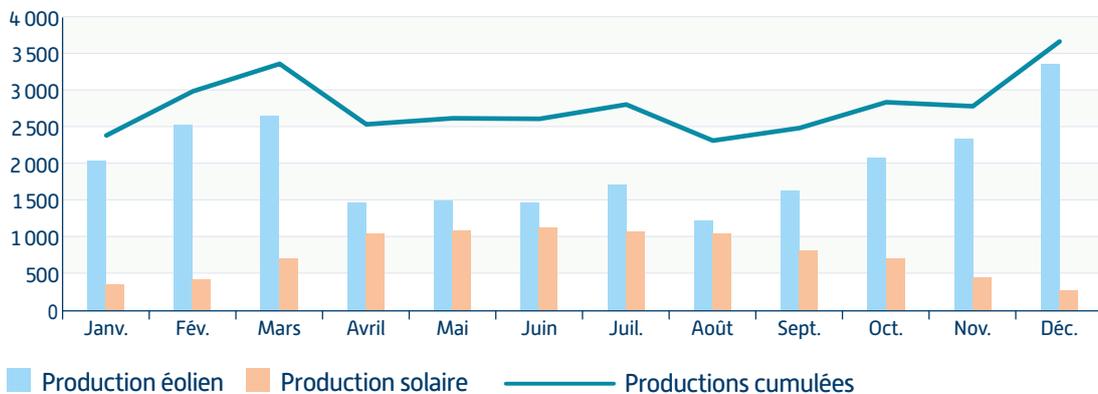
- **Le foisonnement** *(cf. carte ci-contre)*

La France dispose de plusieurs grands régimes de vent indépendants les uns des autres. Cette particularité géographique permet de bénéficier d'une production éolienne régulière à l'échelle du pays, grâce à la répartition géographique des installations sur l'ensemble du territoire national. En effet, si pour un même régime de vent les périodes venteuses ont tendance à être synchrones et d'intensité similaire, un écart significatif existe entre les différents régimes. Cette diversité au sein du territoire permet d'avoir des parcs éoliens en fonctionnement, en France, quasiment à tout moment en répartissant les installations éoliennes dans les différents régimes de vent et en disposant d'un réseau électrique qui assure la solidarité territoriale.

¹ Énergie hydraulique ou hydroélectricité : énergie électrique résultant de l'utilisation de la force motrice des chutes, des retenues et des cours d'eau.

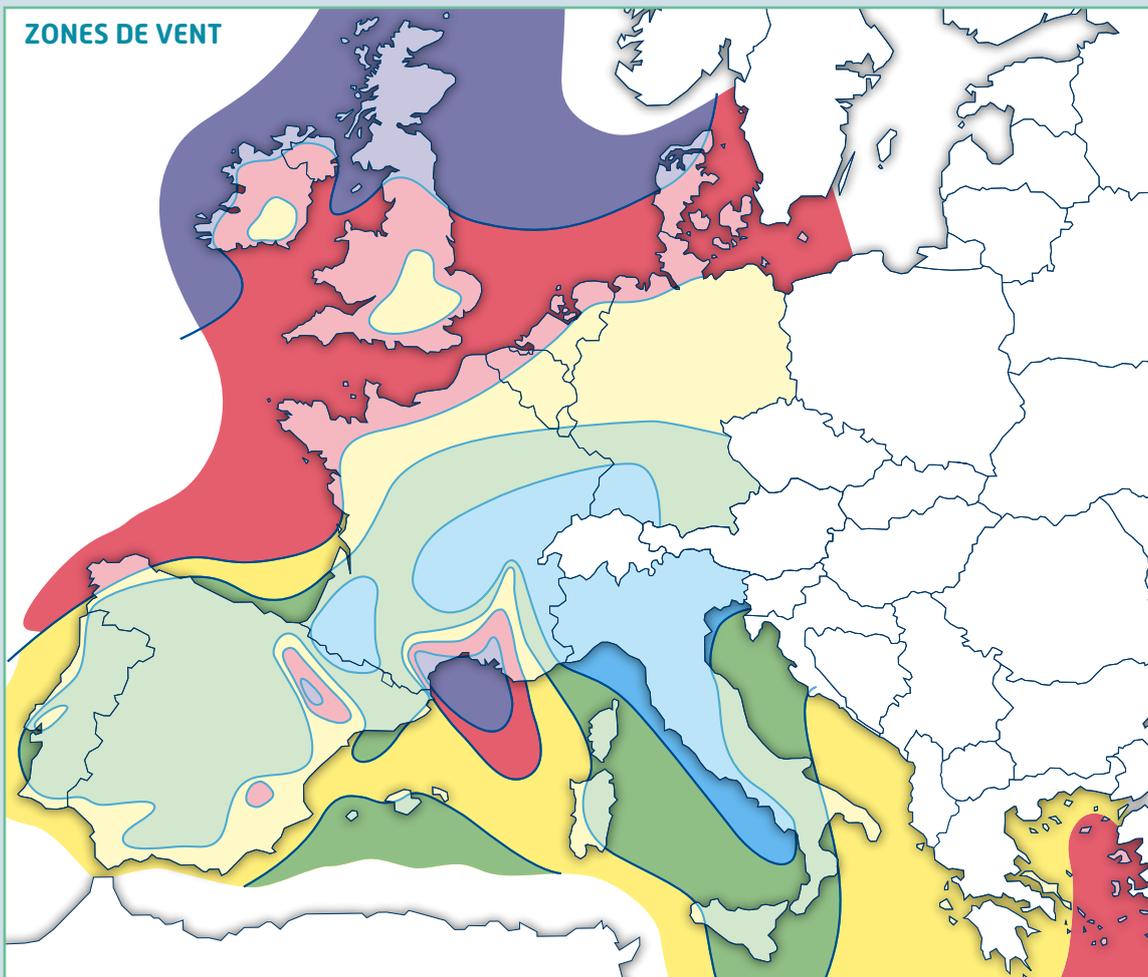
VARIABILITÉ MENSUELLE DES PRODUCTIONS ÉOLIENNE ET PHOTOVOLTAÏQUE EN 2017

En GWh



Source : EMD

ZONES DE VENT



■ Vent très fort
 ■ Vent fort
 ■ Vent moyen
 ■ Vent modéré
 ■ Vent faible

Source : Philosophical Transactions of The Royal Society - A Mathematical Physical and Engineering Sciences, Wind Energy - W.E. Leithead

1.1.3 LA FILIÈRE DE L'ÉOLIEN EN MER EN EUROPE ET DANS LE MONDE

1.1.3.1 L'essor de l'éolien en mer depuis le début des années 90

L'Europe a été pionnière dans le développement de l'éolien en mer. Le premier parc éolien en mer dans le monde, Vindeby, a ainsi été construit en 1991 au large des côtes danoises. En 2007, la capacité éolienne en mer installée dans le monde franchissait les 1 000 mégawatts, répartis entre cinq pays : le Danemark, l'Irlande, les Pays-Bas, la Suède et le Royaume-Uni. Fin 2019, la capacité éolienne totale installée en mer en Europe était de 22 072 MW, ce qui correspond à plus de 5 000 éoliennes, répartis sur onze pays. Sur l'ensemble de l'année 2019, plus de 3 600 MW de nouvelles capacités éoliennes ont été installées en mer, soit plus de 500 éoliennes réparties sur dix projets.

Cinq pays concentrent 99 % des capacités installées en Europe :

- le Royaume-Uni est le pays leader du secteur avec 45 % du total des capacités installées,
- l'Allemagne (34 %),
- le Danemark (8 %),
- la Belgique (7 %),
- les Pays-Bas (5 %).

Au total, l'Europe comptabilise 110 parcs en exploitation à fin 2019, dont 77 % sont situés en Mer du Nord, 13 % en mer d'Irlande, 10 % en mer Baltique et enfin moins de 1 % dans l'océan Atlantique.

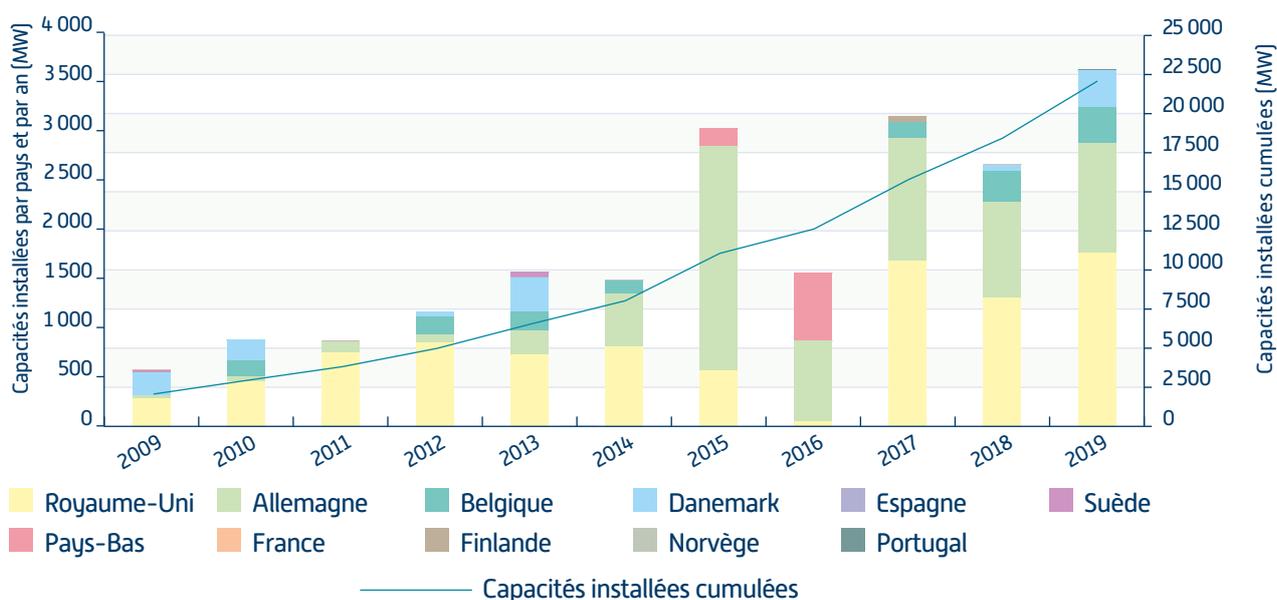
En dehors de l'Europe, d'autres pays se sont également lancés ces dernières années dans le développement de l'énergie éolienne en mer : les États-Unis, la Chine ou encore le Japon ont déjà construit leurs premiers parcs et portent d'ambitieux programmes d'installation de nouvelles capacités pour les années à venir.

1.1.3.2 La situation de l'éolien en mer en France

Bien qu'elle possède le deuxième linéaire de côtes le plus long d'Europe et le deuxième gisement de vent derrière le Royaume-Uni, la France ne compte pas à ce jour de parc en exploitation au large de ses côtes. Seules deux éoliennes, permettant de tester des technologies innovantes de fondations flottantes, sont installées en mer en France.

Afin d'exploiter le potentiel éolien de l'espace maritime français, le gouvernement a lancé en 2009 des actions de concertation et de planification visant à accélérer le développement de projets déjà engagés et à en faire émerger de nouveaux.

RÉPARTITION DES CAPACITÉS ÉOLIENNES EN MER INSTALLÉES EN EUROPE PAR PAYS ET PAR ANNÉE DE 2009 À 2019 ET CAPACITÉS INSTALLÉES CUMULÉES



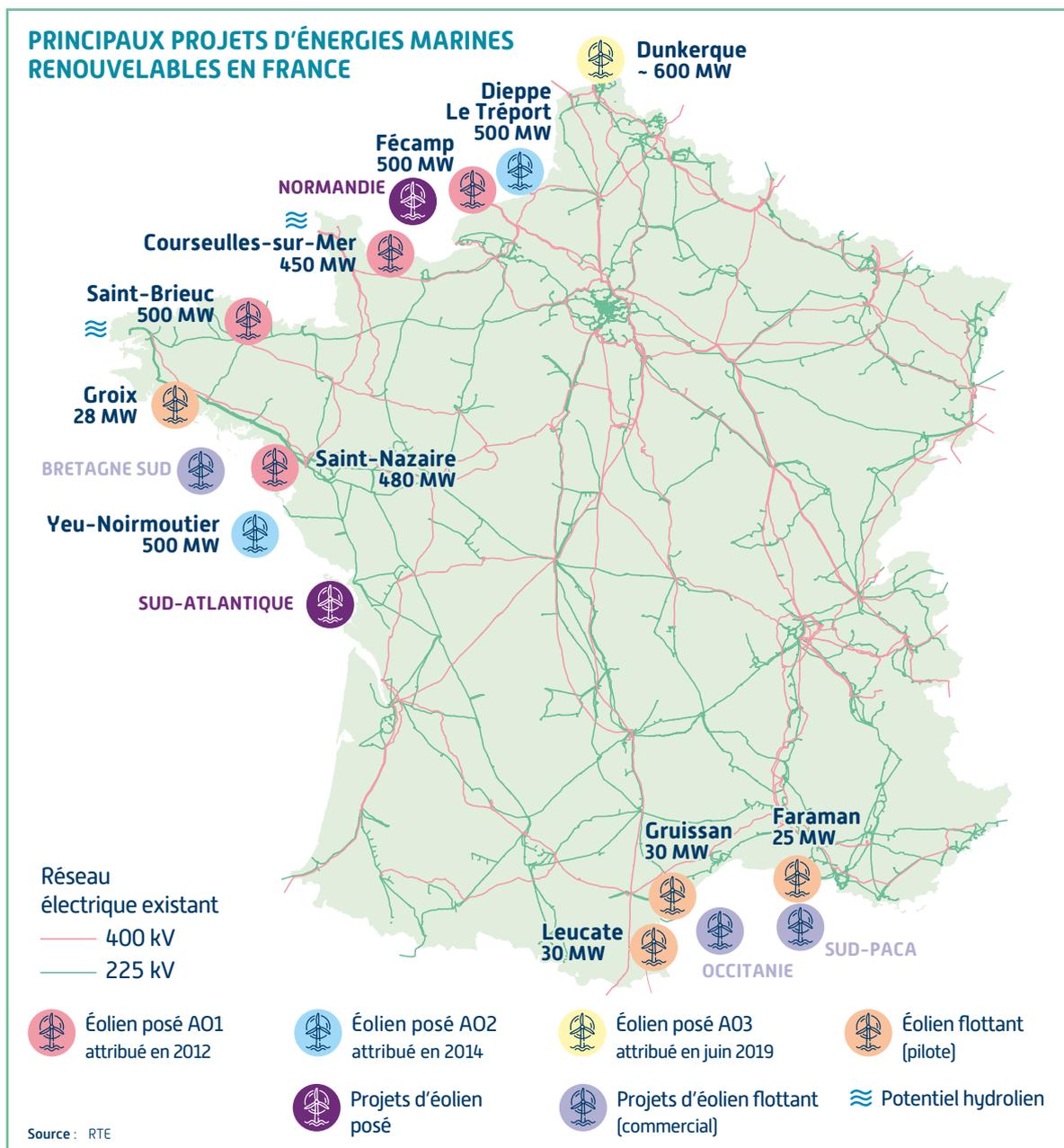
Source : WindEurope

Des instances de concertation et de planification (les Conseils Maritimes de Façade) ont ainsi été créées pour chaque façade maritime. L'État a cartographié différentes données techniques (bathymétrie ¹, activités et usages, zones et enjeux environnementaux, navigation, sécurité maritime et aérienne...) couplées à une analyse des contraintes afin d'identifier des zones propices à l'implantation de parcs éoliens en mer.

L'État a ensuite lancé des appels d'offres à partir de l'été 2011. Les critères étaient liés à la compétitivité du prix d'électricité proposé, à la qualité du projet industriel et au respect de l'environnement, avec pour objectif de désigner

des maîtres d'ouvrage pour l'installation et l'exploitation de ces parcs éoliens en mer :

- quatre projets ont été attribués en 2012 au large des côtes françaises au terme du 1^{er} appel d'offres (A01), pour une puissance installée cumulée d'environ 2 000 MW (zones au large de Fécamp [76], de Courseulles-sur-Mer [14], de Saint-Brieuc [22] et de Saint-Nazaire [44]).
- un 2^{ème} appel d'offres (A02), lancé en 2013, a porté sur 2 zones au large du Tréport [76] et au large des îles d'Yeu et de Noirmoutier [85], pour un total d'environ 1 000 MW attribués en 2014.



¹ Bathymétrie : Équivalent sous-marin de la topographie, c'est-à-dire la description du relief sous-marin grâce aux mesures de profondeurs.

Il s'agit également d'une opportunité pour la France de favoriser l'essor d'une filière industrielle, pour laquelle elle dispose de véritables atouts tels que d'importantes infrastructures maritimes et terrestres et des compétences industrielles dans les secteurs de l'énergie, de l'exploitation de ressources en mer, et de l'innovation.

La construction du premier parc éolien en mer français, à Saint-Nazaire (44), d'une puissance totale de 480 MW, a été lancée à l'été 2019. Les travaux de raccordement réalisés par RTE ont débuté à l'automne 2019. Les travaux en mer auront lieu en 2021 et 2022, pour une mise en service complète du parc d'ici fin 2022.

Devraient ensuite suivre les parcs de Fécamp puis de Courseulles-sur-Mer, situés en Normandie, d'une puissance totale cumulée de plus de 900 MW et dont les mises en service devraient avoir lieu respectivement à horizon 2023 et 2024.

Les objectifs fixés par la précédente PPE pour l'éolien en mer ne seront donc pas atteints puisqu'ils prévoyaient la mise en service de 500 MW en 2018 et de 3 000 MW en 2023. Malgré le retard accumulé, les premiers appels d'offres s'accompagnent de l'émergence d'une filière industrielle française de l'éolien en mer, avec notamment l'implantation d'usines de fabrication de composants sur le territoire français. Ce savoir-faire et ce retour d'expérience des premiers appels d'offres vont bénéficier au projet de parc éolien en mer de Dunkerque.



1.2 La genèse du projet de parc éolien en mer au large de Dunkerque

En 2014, suite aux deux premiers appels d'offres, l'État a relancé un processus d'identification de zones propices à l'éolien en mer posé et flottant sur le littoral français pour atteindre les objectifs fixés.

La démarche, portée localement par le préfet de la région Hauts-de-France et le préfet maritime de la Manche et de la mer du Nord, a consisté à :

- confier la réalisation d'études techniques d'une part au centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement (CEREMA) pour évaluer le gisement énergétique de chaque façade afin de délimiter des zones propices et, d'autre part, à RTE pour identifier, au niveau de ces zones propices, les capacités disponibles pour le raccordement au réseau public de transport d'électricité ;
- mener, au début de l'année 2015, des concertations locales avec l'ensemble des acteurs directement concernés pour qualifier et hiérarchiser les usages sur ces zones.

Cette démarche a conclu à l'existence d'un potentiel pour l'éolien en mer posé au large de Dunkerque.

1.2.1 LE LANCEMENT DE LA PROCÉDURE PAR LE GOUVERNEMENT EN 2016

Le troisième appel d'offres éolien en mer au large de Dunkerque a été lancé en avril 2016, sur une zone identifiée comme présentant des conditions favorables à l'implantation d'éoliennes en mer.

Le préfet maritime de la Manche et de la Mer du Nord et le préfet de la région Hauts-de-France ont été mandatés pour poursuivre les consultations engagées, en accompagnement du processus d'appel d'offres.

De nouvelles modalités ont été mises en place pour cet appel d'offres, visant à réduire les coûts et à simplifier les procédures :

- une procédure, dite de « dialogue concurrentiel », adaptée aux spécificités de l'éolien en mer, a permis à l'État d'échanger

avec les candidats afin de préciser le cahier des charges et de leur donner la possibilité d'améliorer leurs offres au cours de la procédure.

- des études techniques (liées au vent, à la houle, à la profondeur et à la composition des sols) ont été réalisées par l'État avant la remise définitive des offres, permettant aux candidats de mieux connaître les caractéristiques du site et d'affiner ainsi leurs propositions.

1.2.2 LA CONSULTATION CONDUITE PAR L'ÉTAT POUR AFFINER LE PÉRIMÈTRE DE LA ZONE AU LARGE DE DUNKERQUE

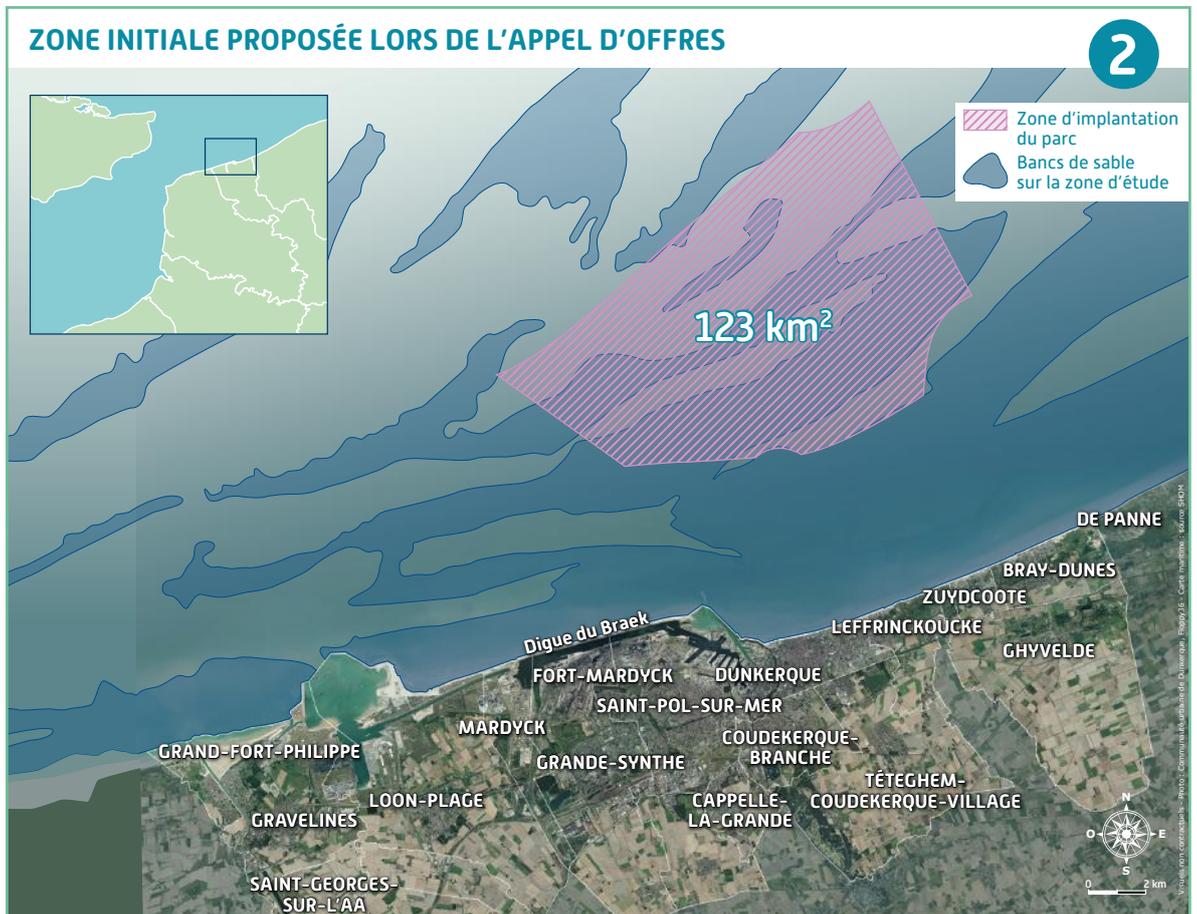
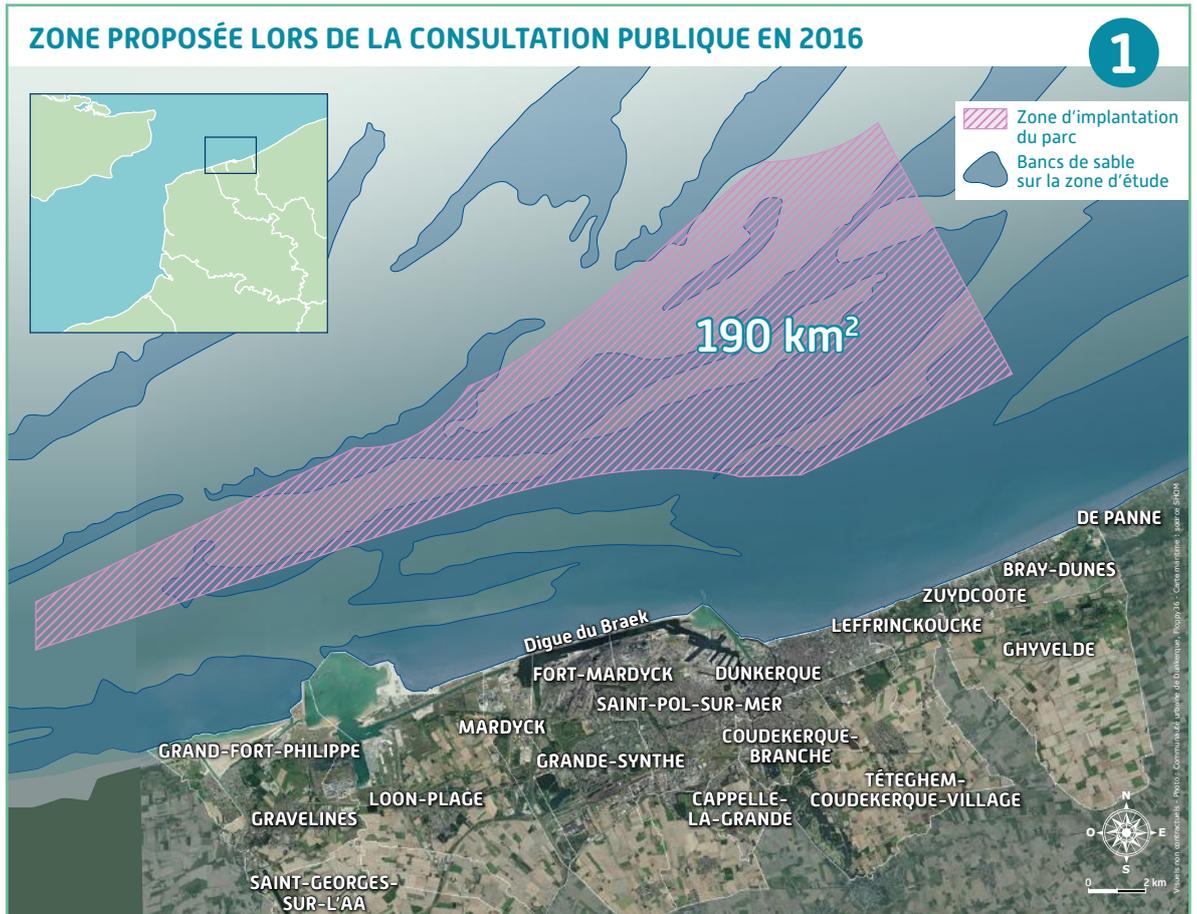
La poursuite des consultations s'est matérialisée sous la forme d'une concertation préalable dans le but d'affiner la zone soumise au dialogue concurrentiel en vue d'y installer un parc éolien en mer d'une puissance comprise entre 400 et 600 MW.

Lors de différentes réunions thématiques organisées à l'été 2016 par les services de l'État, les élus locaux, le public et les parties prenantes ont été invités à donner leur avis sur une zone d'étude proposée d'une surface d'environ 190 km² [cf. [carte 1](#), [page suivante](#)], avec l'objectif de concilier les différents enjeux et usages propres à cette zone : prise en compte de l'environnement et des paysages, préservation des usages et intérêts économiques existants, notamment la pêche professionnelle, circulation et sécurité maritime... Le public pouvait faire part de ses observations sur le site internet de la Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement (DREAL) des Hauts-de-France. RTE a également contribué à cette concertation en présentant les conditions de raccordement envisagées.

Les conclusions de cette consultation locale sont venues alimenter le processus de dialogue concurrentiel pour lequel une zone initiale de 123 km² [cf. [carte 2](#), [page suivante](#)] a été proposée [34](#).

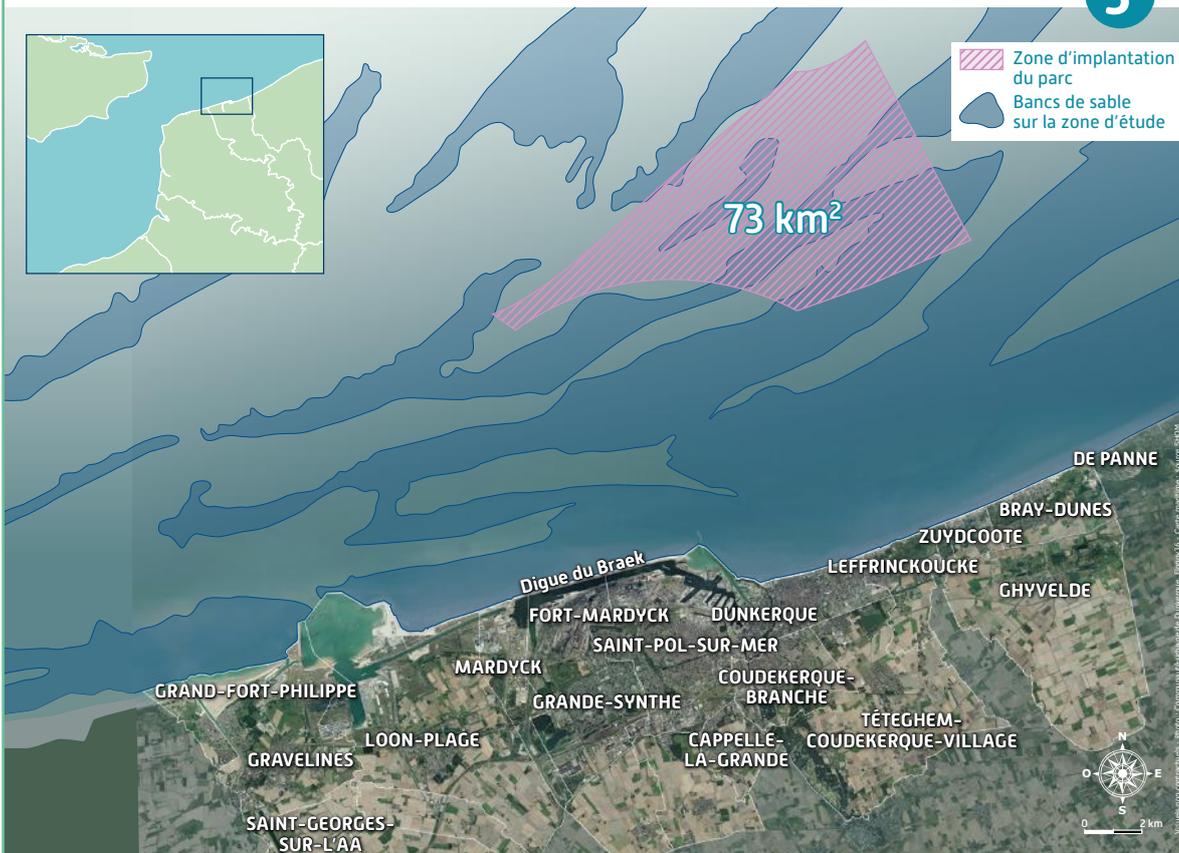


31-1 Cf page 118



ZONE FINALE PROPOSÉE LORS DE L'APPEL D'OFFRES

3



1.2.3 LA PROCÉDURE DE DIALOGUE CONCURRENTIEL

La procédure de dialogue concurrentiel a été lancée en décembre 2016 et s'est déroulée en deux temps :

- 1^{ère} phase - de décembre 2016 à mars 2017 : présélection des candidats sur la base de leurs capacités techniques et financières.
- 2^{ème} phase - de mai 2017 à novembre 2018 : invitation des candidats retenus à l'issue de la 1^{ère} phase à un dialogue concurrentiel, à l'issue duquel a été publié un cahier des charges ³³⁻¹ sur la base duquel répondent les candidats présélectionnés.

L'emprise de la zone d'implantation du projet a évolué durant la procédure de dialogue concurrentiel et a été réduite à environ 73 km² [cf. carte 3 ci-dessus] dans la version finale du cahier des charges.

Les choix techniques du dialogue concurrentiel

La zone proposée à l'appel d'offres pour l'implantation du parc éolien en mer de Dunkerque a été définie par l'État en prenant en compte les éléments suivants :

- la frontière maritime belge à l'Est ;
- une distance de sécurité de 5 milles nautiques par rapport au dispositif de séparation du trafic (DST) ¹ maritime en Mer du Nord au Nord ;
- la route d'accès au port de Dunkerque à l'Ouest (intégrant un espace libre pour les radars et les accès au port) ;
- une distance supérieure à 9 kilomètres de la côte au Sud.

La localisation du poste électrique en mer, proposée par RTE, est, quant à elle, située dans une zone de 1 km², retenue par l'État et intégrée comme donnée d'entrée au cahier des charges de l'appel d'offres. [cf. carte page 35]



33-1 Cf page 118

¹ Dispositif de séparation de trafic (DST) : mode d'organisation réglementée du trafic maritime visant à séparer, dans des zones à fort trafic maritime, des flux opposés de navigation par la mise en place de voies ou chenaux de circulation, afin de canaliser et de sécuriser la navigation.

Les principaux paramètres pris en compte pour le choix de la localisation du poste sont la nature du sol, la bathymétrie afin d'éviter les zones de faibles profondeurs d'eau, les mouvements hydro-sédimentaires dans la zone ainsi que les risques UXO ¹.

Cette zone a été prise en compte et confirmée par EMD dans sa réponse à l'appel d'offres.

Les critères de sélection du lauréat de l'appel d'offres

La notation des offres a été effectuée en tenant compte du prix de l'électricité proposé (70 % de la note finale), de la robustesse du montage contractuel et financier (10 % de la note finale), de l'optimisation de l'occupation de la zone afin de prendre en compte les activités existantes (11 % de la note finale), et de la prise en compte des enjeux environnementaux (9 % de la note finale).



34-1 Cf page 118

Après l'avis rendu le 6 juin 2019 par la Commission de régulation de l'énergie ^{B4-1} suite à son analyse des huit candidatures officiellement déposées, le Gouvernement a désigné, le 14 juin 2019, le groupement « Éoliennes en Mer de Dunkerque », comme lauréat de l'appel d'offres pour l'installation et l'exploitation du parc éolien en mer au large de Dunkerque [cf. notions clés, page 8].

1.2.4 LA CONCERTATION ENGAGÉE PAR RTE SUR LA ZONE DE RACCORDEMENT

La concertation dite « Fontaine » s'applique aux projets de raccordement menés par RTE. Elle est issue de la circulaire ministérielle du 9 septembre 2002 relative au développement des réseaux publics de transport et de distribution de l'électricité, demandant aux préfets :

- de définir, avec les élus et les associations du territoire, les caractéristiques du projet de raccordement ainsi que les mesures d'insertion environnementale et d'accompagnement du projet;
- d'apporter une information de qualité aux populations concernées par ce projet.

La concertation Fontaine est complémentaire à la participation du public. Elle enrichit les données territoriales essentielles à un dialogue de qualité avec le public.

Cette concertation, engagée par RTE dès 2018 pour le raccordement du parc éolien au large de Dunkerque (intégrant un poste électrique en mer), se traduit notamment par la tenue de deux instances locales de concertation.

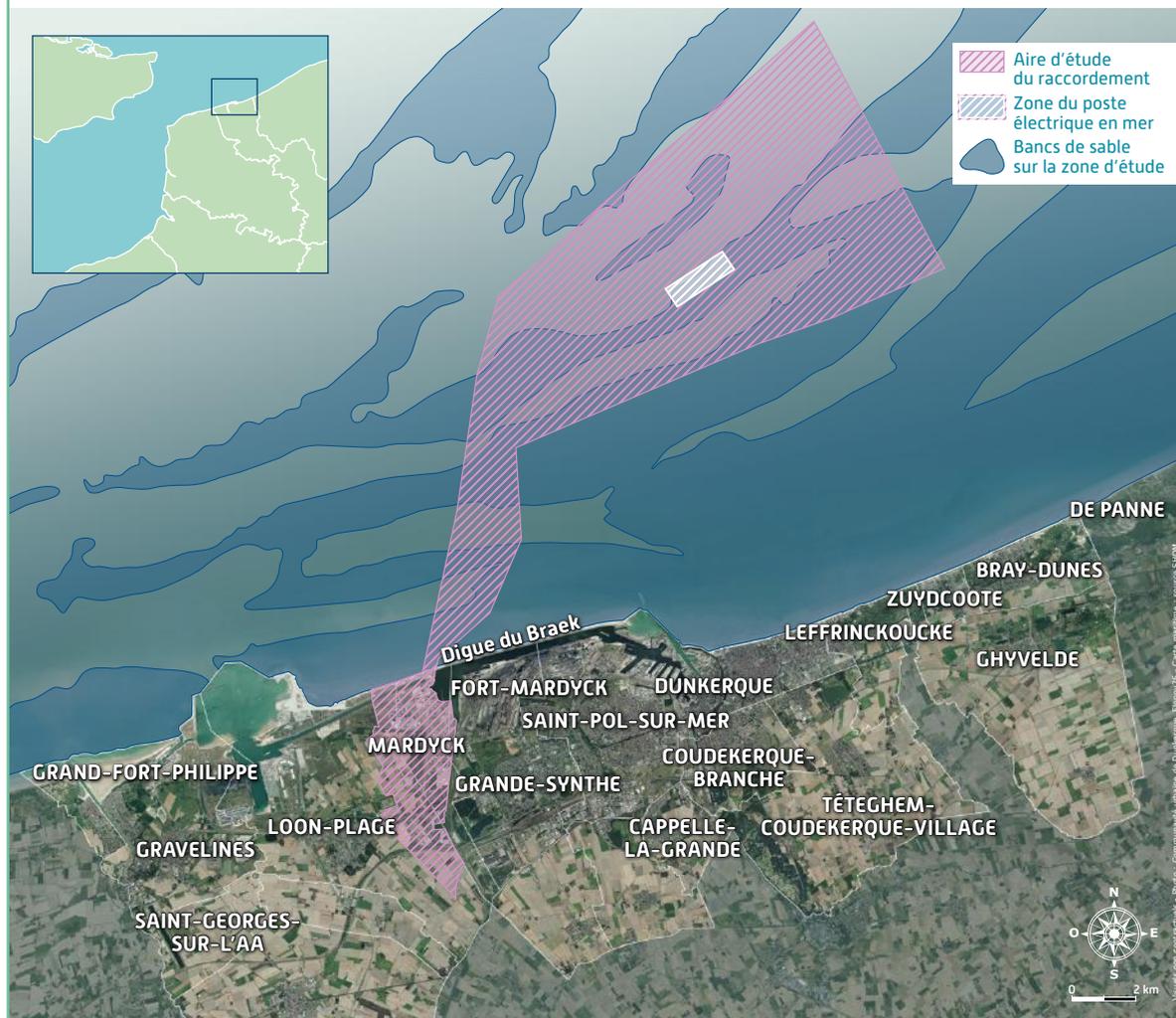


Zone d'atterrage envisagée pour le raccordement du parc éolien en mer

©RTE, HAPPYDAY

¹ UXO : Unexploded Ordnance - Munitions non explosées

AIRE D'ÉTUDE DU RACCORDEMENT ÉLECTRIQUE ET ZONE DU POSTE EN MER SOUS MAÎTRISE D'OUVRAGE DE RTE



La première a eu lieu le 29 avril 2019 en sous-préfecture de Dunkerque, avant la désignation du lauréat de l'appel d'offres de l'État. Elle a été consacrée à la présentation et à la validation de l'aire d'étude ¹ du raccordement, sous l'égide du Préfet [cf. annexe 1].

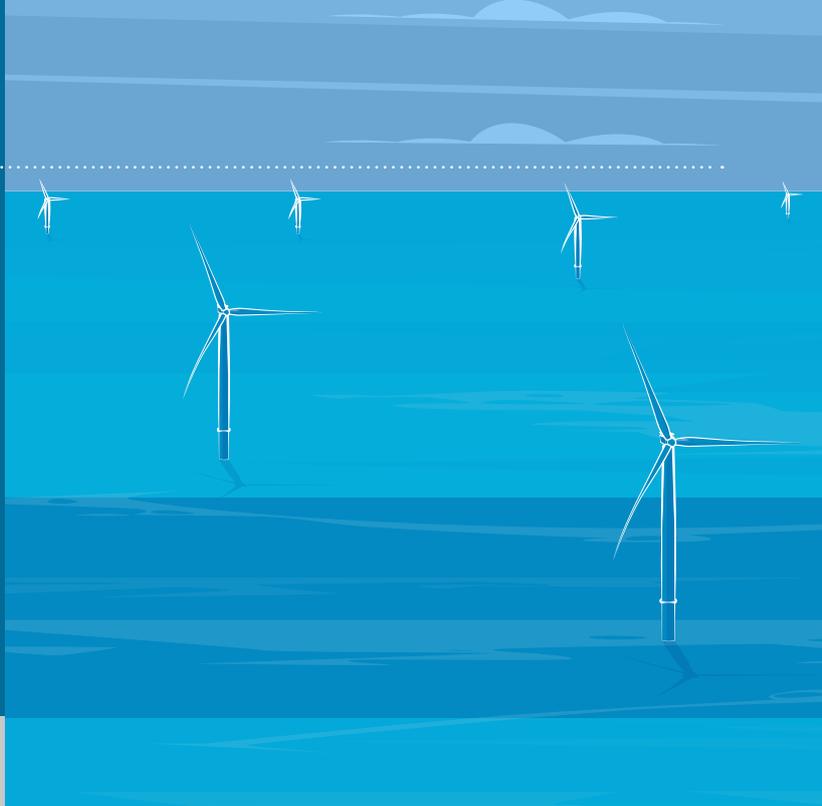
De nombreux acteurs locaux auront été rencontrés par RTE dans le cadre de cette concertation, notamment des élus communaux, le conseil départemental du Nord, des chambres consulaires, l'agence d'urbanisme et de

développement de la région Flandre-Dunkerque [AGUR], le grand port maritime de Dunkerque [GPMD], des représentants des usagers de la mer ou encore d'associations agréées du territoire.

À ce stade du projet, l'aire d'étude couvre un périmètre suffisamment large pour couvrir l'ensemble des possibilités d'implantation des installations nécessaires au raccordement électrique [cf. carte ci-dessus].

¹ Aire d'étude : zone géographique de référence dont l'étendue est propre à chaque thématique à étudier. Par exemple :

- pour une étude d'impact environnemental, l'aire d'étude peut être immédiate, rapprochée ou encore éloignée.
- pour la concertation Fontaine [RTE] : L'aire d'étude correspond à la zone géographique dans laquelle pourraient s'inscrire les installations électriques du raccordement: elle est suffisamment vaste pour n'exclure aucune solution réaliste au plan environnemental, technique et économique. Cette aire d'étude ne préjuge pas du périmètre sur lequel seront évalués les effets du projet sur l'environnement. [cf. annexe 1]



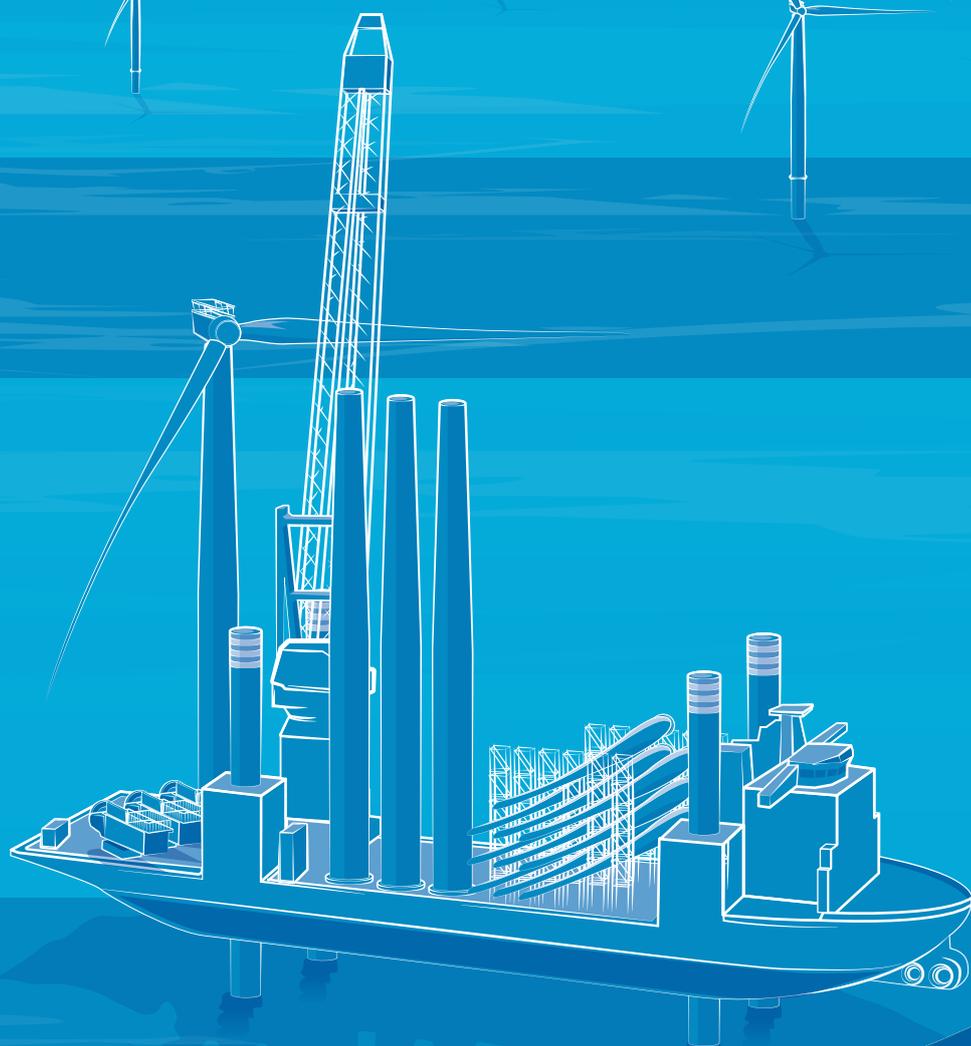
CHAPITRE

2

Les caractéristiques du parc éolien en mer de Dunkerque et son raccordement

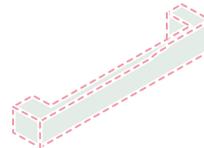
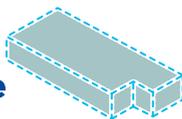
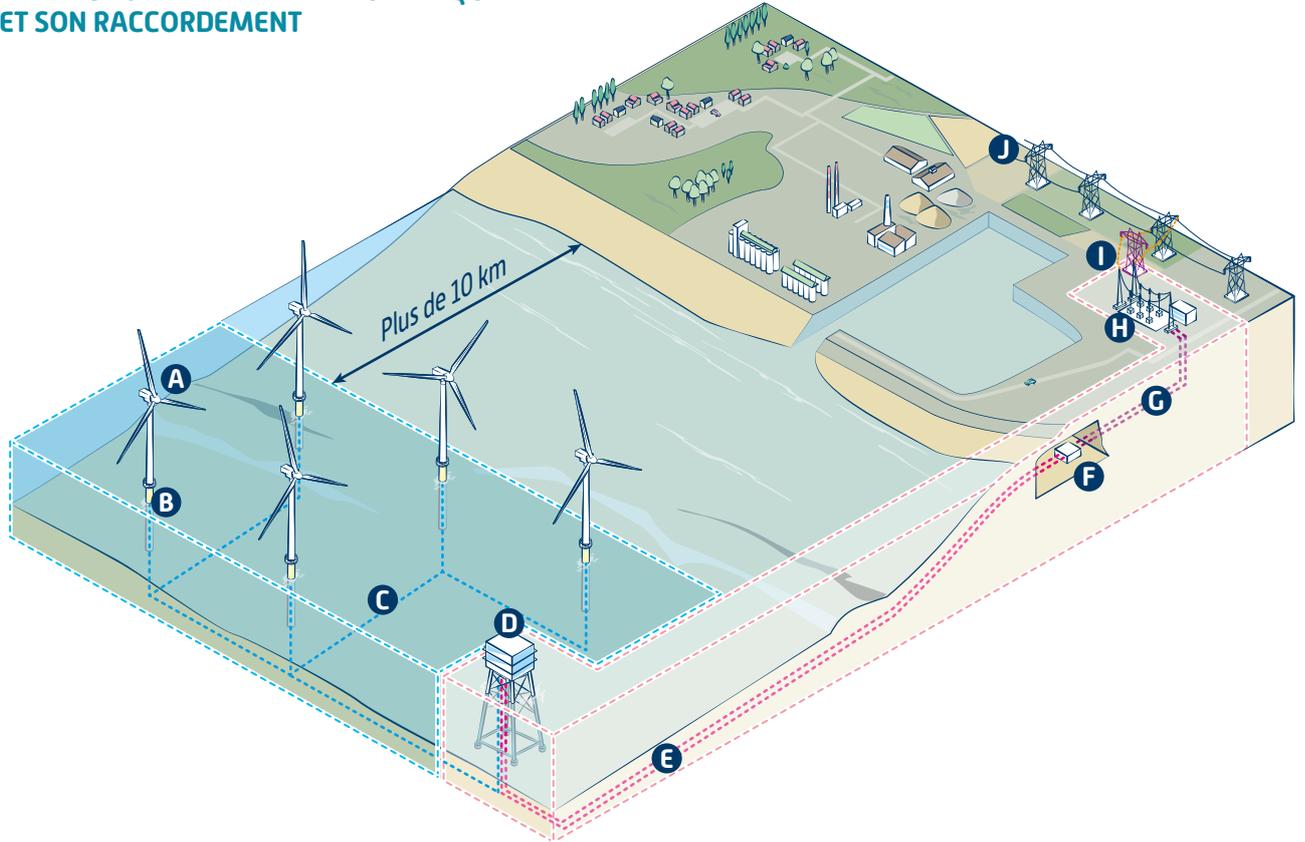
s
mer

nt



2.1 Les caractéristiques techniques envisagées

LE PARC ÉOLIEN EN MER DE DUNKERQUE ET SON RACCORDEMENT



- A** Éoliennes en mer (46 maximum)
- B** Fondations monopieux
- C** Câbles inter-éoliennes 66 kV sous-marins

- D** Poste électrique en mer

Double liaison électrique* sous-marine et souterraine

- E** Câbles sous-marins
- F** Point d'atterrage ¹
- G** Câbles souterrains

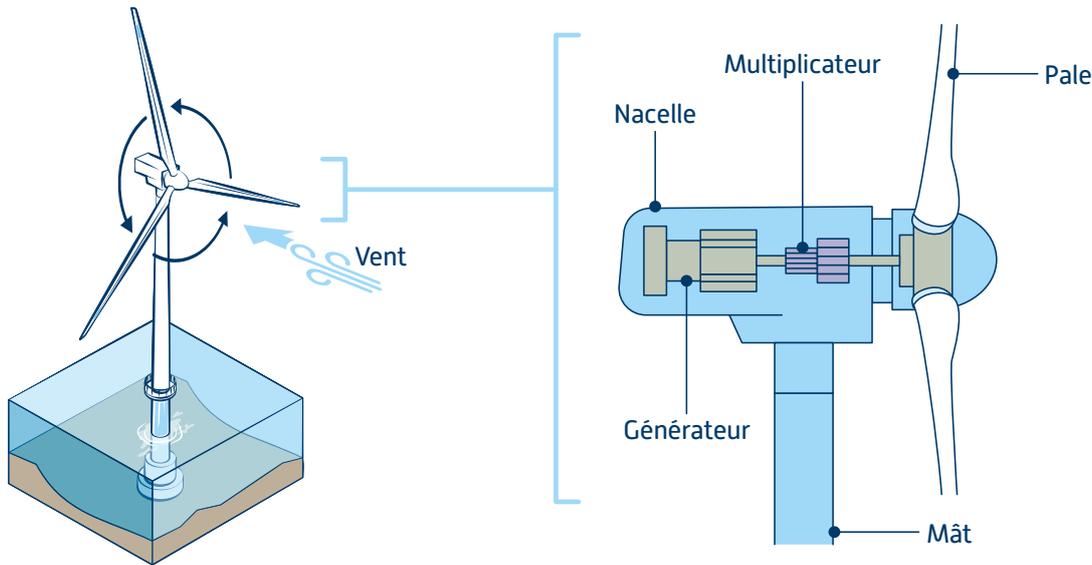
*Des ouvrages électriques 225 000 volts

- H** Poste électrique terrestre en zone industrialo-portuaire
- I** Nouvelle ligne électrique vers le réseau
- J** Réseau électrique existant

Document de travail RTE - EMD.
Données non contractuelles, échelle non représentative

¹ Jonction entre câble sous-marin et câble souterrain

SCHÉMA DE PRINCIPE D'UNE ÉOLIENNE EN MER



Source : EMD

2.1.1 LE PARC ÉOLIEN EN MER, SOUS LA MAÎTRISE D'OUVRAGE D'EMD

Le projet de parc éolien en mer proposé par le maître d'ouvrage EMD, d'une puissance maximale de 600 mégawatts, comprendrait un maximum de 46 éoliennes **A**, installées sur des fondations de type « monopieu » **B** et raccordées entre elles par des câbles électriques sous-marins **C**.

2.1.1.1 Principes de fonctionnement d'une éolienne en mer

Fonctionnement d'une éolienne en mer

Une éolienne en mer ou éolienne « offshore », est, par définition, installée en mer et permet de convertir la force du vent en électricité. Le terme anglais « offshore » signifie littéralement « au large des côtes », par opposition aux éoliennes terrestres ou « onshore ».

Les éoliennes en mer fonctionnent selon le même principe que les modèles terrestres traditionnels : elles utilisent l'énergie cinétique du vent pour la transformer en électricité.

Le principe de fonctionnement d'une éolienne est le suivant : le vent fait tourner les pales, qui entraînent la rotation d'un générateur installé dans la nacelle de l'éolienne. Le générateur

permet la transformation de l'énergie cinétique du vent en énergie électrique.

L'intérêt d'installer des éoliennes en mer est multiple : les vents ne rencontrent pas ou peu d'obstacles, et sont ainsi plus soutenus, plus réguliers et moins turbulents que sur terre. Ce principe permet d'installer des éoliennes plus puissantes, en plus grand nombre et avec un meilleur facteur de charge **2**. On estime ainsi qu'à puissance égale, une éolienne en mer peut produire jusqu'à deux fois plus d'électricité qu'une éolienne terrestre.

Les types de fondation

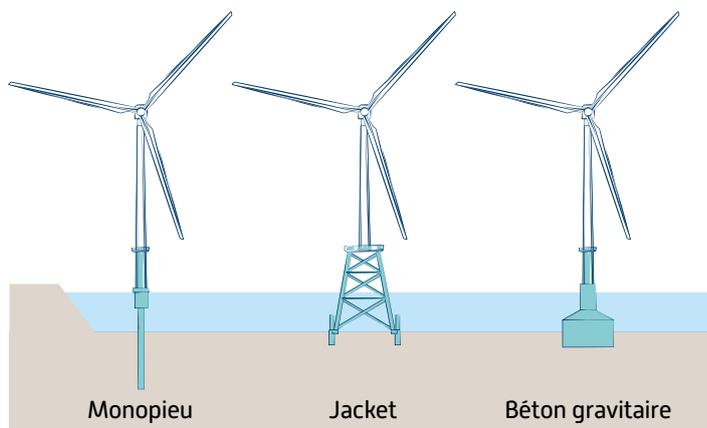
En mer, les éoliennes peuvent être installées de deux façons :

- sur une fondation qui repose sur les fonds marins, on parle alors d'éoliennes « posées » ou « fixes ». Il en existe trois typologies, qui permettent d'implanter des éoliennes sur des zones dont la profondeur est inférieure à 50 mètres;
- sur une fondation flottante qui est reliée aux fonds marins par des lignes d'ancrage **3** afin de maintenir l'ensemble en position. Il existe différents types de fondation flottante, tous encore au stade expérimental, sur des sites pilotes en Atlantique et en Méditerranée. *[cf. carte, partie 1.1.3.2]*

2 Rapport entre la production réelle et la production maximale théorique d'un moyen de production sur une plage de temps donnée

3 Système permettant de relier le flotteur portant l'éolienne à un dispositif ancré sur les fonds marins

PRINCIPAUX TYPES DE FONDATIONS POSÉES UTILISÉS POUR LES ÉOLIENNES EN MER



Source : EMD

Fondation monopieu :

constituée d'un pieu en acier de grand diamètre enfoncé à plusieurs dizaines de mètres dans le sous-sol marin.

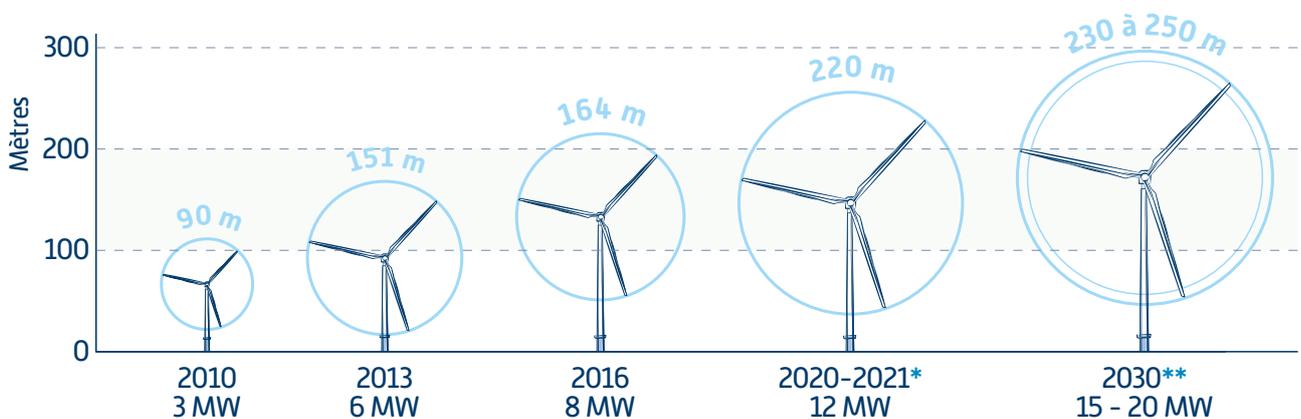
Fondation jacket :

constituée d'une structure tubulaire en treillis métalliques reposant sur quatre pieux de faible diamètre.

Fondation gravitaire :

constituée d'une structure de béton armé remplie de ballast et posée sur le sol marin dont la masse permet d'assurer la stabilité des éoliennes.

TAILLE DES ÉOLIENNES EN MER AU FIL DES AVANCÉES TECHNOLOGIQUES



* Année annoncée/envisagée pour le déploiement commercial

** D'autres améliorations technologiques d'ici 2030 permettraient le développement d'éoliennes plus grandes produisant 15 à 20 MW

Source : Agence internationale de l'énergie (AIE)

LES FABRICANTS D'ÉOLIENNES

La plupart des éoliennes installées dans les parcs éoliens en mer aujourd'hui en exploitation en Europe ont été produites par Siemens Gamesa Renewable Energy (SGRE) et MHI Vestas Offshore Wind. Ces deux fabricants représentent en 2019 plus de 90 % du marché éolien en mer en Europe. Parmi les autres fournisseurs d'éoliennes, on peut citer GE Renewable Energy dont les éoliennes vont équiper le premier parc éolien en mer français au large de Saint-Nazaire.

C'est très probablement l'un de ces trois fournisseurs qui équipera le parc éolien de Dunkerque.

GE a construit une usine de fabrication de pales à Cherbourg [50] et une usine de

production de nacelles et génératrices ¹ à Montoir-de-Bretagne [44]. GE produira les éoliennes Haliade 150 de 6 MW pour le premier parc éolien en mer français, porté par EDF Renouvelables et Enbridge, qui sera installé au large de Saint-Nazaire. L'usine produira ensuite le modèle Haliade-X de 12 MW.

SGRE a lancé la construction de ses usines de pales et de nacelles sur le port du Havre [76]. Les premières éoliennes seront produites à partir de 2022 et viendront équiper les cinq autres parcs éoliens en mer français issus des deux premiers appels d'offres [cf. carte, partie 1.1.3.2]

Au total ce sont environ 2 000 emplois directs qui seront générés sur ces sites de production français.

¹ Génératrice : partie intégrée de la nacelle de l'éolienne qui transforme l'énergie mécanique du vent en électricité.

Puissance et taille des éoliennes en mer

La puissance d'une éolienne varie notamment en fonction de sa taille. Généralement, plus l'éolienne est grande, plus sa puissance nominale est élevée et plus la quantité d'électricité qu'elle produit est importante. Par conséquent, pour un parc éolien d'une puissance totale donnée, plus les éoliennes sont grandes, plus leur nombre a tendance à diminuer.

La puissance unitaire moyenne des éoliennes en mer installées en Europe sur l'année 2019 était d'environ 7,8 MW [contre environ 4 MW en 2012]. Les différents fabricants d'éoliennes en mer produisent aujourd'hui des modèles d'une puissance allant de 6 MW à 10 MW, et développent des modèles plus puissants comme l'Haliade-X 12 MW de General Electric dont un premier prototype a été installé à terre en 2019 ou encore l'éolienne Siemens Gamesa de 14 MW dont un prototype doit être mis à l'essai en 2021.

2.1.1.2 Les caractéristiques du projet proposé par EMD

EMD a pris le parti de maintenir de la flexibilité quant au modèle d'éolienne qui sera sélectionné, après l'obtention des autorisations [cf. partie 2.3].

Cette démarche est rendue possible grâce à la nouvelle réglementation permettant aux porteurs de projets de demander des autorisations dites à « caractéristiques variables ».

QU'EST-CE QU'UNE AUTORISATION À « CARACTÉRISTIQUES VARIABLES » ?

L'autorisation à « caractéristiques variables » s'applique à la filière des énergies marines renouvelables (EMR) depuis décembre 2018 ² 41-1. Ce dispositif est notamment dédié à l'éolien en mer pour prendre en compte l'évolution rapide des technologies.

Cette nouvelle réglementation permet au porteur d'un projet de bénéficier d'autorisations comprenant, le cas échéant, des caractéristiques variables, comme la puissance des éoliennes, leur taille ou leur nombre. Le projet sera ensuite construit en respectant les limites définies par ces autorisations.

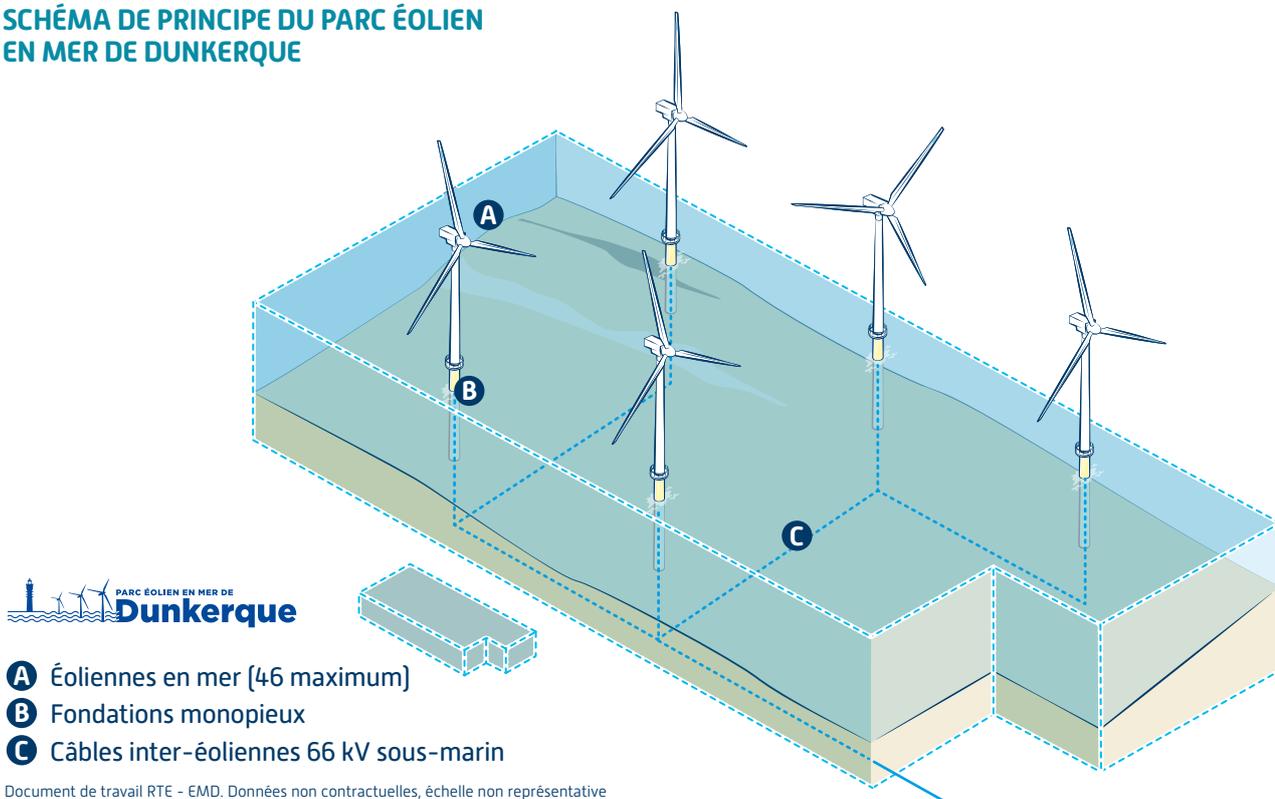
RTE, responsable du raccordement électrique des EMR bénéficiera également de ce dispositif.

[cf. annexe 2]



41-1 Cf page 119

SCHEMA DE PRINCIPE DU PARC ÉOLIEN EN MER DE DUNKERQUE



A Éoliennes en mer (46 maximum)

B Fondations monopieux

C Câbles inter-éoliennes 66 kV sous-marin

Document de travail RTE - EMD. Données non contractuelles, échelle non représentative

² Décret n° 2018-1204 du 21 décembre 2018 relatif aux procédures d'autorisations des installations de production d'énergie renouvelable en mer

Une puissance unitaire élevée permettant de réduire le nombre d'éoliennes et de limiter l'emprise du parc

Selon le cahier des charges de l'appel d'offres de l'État, la puissance totale du projet proposé devait être comprise entre 400 et 600 MW, sur une zone d'environ 73 km² [cf. *carte 3*, *partie 1.2.2*].

EMD a choisi de proposer un projet constitué de 46 éoliennes maximum. Compte tenu du calendrier prévisionnel du projet [cf. *partie 2.3*] et de l'évolution rapide des technologies, la puissance unitaire des éoliennes devrait être comprise entre 12 et 16 MW. Ce choix permet de limiter l'emprise totale du projet à 50 km², soit environ 68 % de la zone proposée à l'appel d'offres.

La sélection du modèle d'éolienne interviendra après l'obtention des autorisations. Elle se fera notamment en fonction de critères économiques, de disponibilité et de fiabilité technologiques, afin d'avoir une capacité totale installée la plus proche de 600 MW, un paramètre prépondérant dans l'équilibre économique du projet. En fonction du modèle retenu et en particulier de sa puissance unitaire, le nombre d'éoliennes installées au large de Dunkerque serait compris entre 38 et 46 unités. Ce choix aura également une incidence sur l'agencement du parc éolien au sein du périmètre d'implantation du projet : afin de garantir un fonctionnement optimal du parc, la distance entre les éoliennes, de l'ordre du kilomètre, augmente en fonction de leur taille afin de limiter l'effet de sillage ¹ et les pertes de production associées.

En fonction du modèle d'éolienne retenu ultérieurement, les dimensions principales des éoliennes du projet de Dunkerque sont indiquées sur la figure ci-après.

Concernant l'éloignement à la côte, la zone proposée par l'État dans le cadre du dialogue concurrentiel donnait la possibilité aux candidats d'installer les premières éoliennes à 9 kilomètres

du littoral. EMD a pris l'engagement, dans le cadre de son offre, d'implanter le parc éolien à une distance de la côte supérieure à 10 kilomètres.

Des choix techniques adaptés aux conditions maritimes et aux caractéristiques du site

Afin de déterminer la meilleure typologie de fondation pour installer les éoliennes, des études géophysiques ² et géotechniques ³ ont d'ores et déjà été menées par EMD sur le site d'implantation. Les résultats ont permis à ce stade du projet, de retenir la fondation de type « monopieu » [cf. *typologies de fondations, partie 2.1.1.1*]. Cette typologie de fondation est la plus adaptée aux caractéristiques et aux conditions du site : composition du sous-sol marin, hauteur d'eau, houle, courant.

Les monopieux installés pour le projet auraient un diamètre de l'ordre de 7 à 8 mètres, pour un poids d'environ 800 tonnes et seraient enfoncés par battage ⁴ à une profondeur moyenne d'environ 25 mètres dans le sous-sol marin.

Des sondages géophysiques et géotechniques seront menés ultérieurement [cf. *calendrier, partie 2.3*], à la position exacte retenue pour chaque éolienne, permettant ainsi de dimensionner précisément chaque monopieu.

Les éoliennes seront reliées par des câbles électriques sous-marins au poste électrique en mer. Ces câbles inter-éoliennes devront être enfouis dans le sol marin pour garantir leur intégrité et assurer la sécurité des usagers de la mer, à une profondeur cible adaptée aux conditions hydro-sédimentaires du site. Cette profondeur sera variable en fonction de la localisation du câble et sera dans tous les cas supérieure à 80 cm.

Les câbles inter-éoliennes, d'une tension de 66 000 volts, sont généralement composés de trois sections pour un diamètre extérieur compris entre 11 et 15 centimètres, avec des conducteurs en aluminium et un isolant en polyéthylène. Il est également prévu de les doter de fibre optique.

- ¹ Effet de sillage : les pales des éoliennes en rotation génèrent des turbulences aérodynamiques qui peuvent perturber les éoliennes situées sous leur vent, diminuant ainsi leur production électrique. L'effet de sillage varie en fonction de la force et de la direction du vent, de la distance et de la position des éoliennes entre elles.
- ² Géophysique : étude du sol par des méthodes non intrusives (sonar, magnétomètre...)
- ³ Géotechnique : étude du sol et du sous-sol par des méthodes mécaniques (carottage, mesures de résistance du sol, etc.) destinée à déterminer la nature et les caractéristiques mécaniques, physiques et éventuellement chimiques de ses constituants afin de prévoir son comportement lors de la réalisation d'un ouvrage.
- ⁴ Battage de pieux : action d'enfoncer un pieu (ou fondation monopile) dans le sol ou le fond marin en frappant sur sa tête, au moyen d'un système composé d'une masse/d'un marteau.

SCHÉMA DE PRINCIPE DES ÉOLIENNES DU PROJET DE DUNKERQUE

Les pales

Leur forme profilée leur permet de capter un maximum de vent.

La nacelle

La nacelle contient la génératrice. C'est ici que l'électricité est produite.

Longueur pale entre 100 m et 130 m

Diamètre entre 200 m et 260 m

Hauteur bout de pale entre 225 m et 300 m

Hauteur nacelle entre 125 m et 170 m

Le mât

Il supporte la nacelle et les pales. Il abrite également des éléments électriques importants.

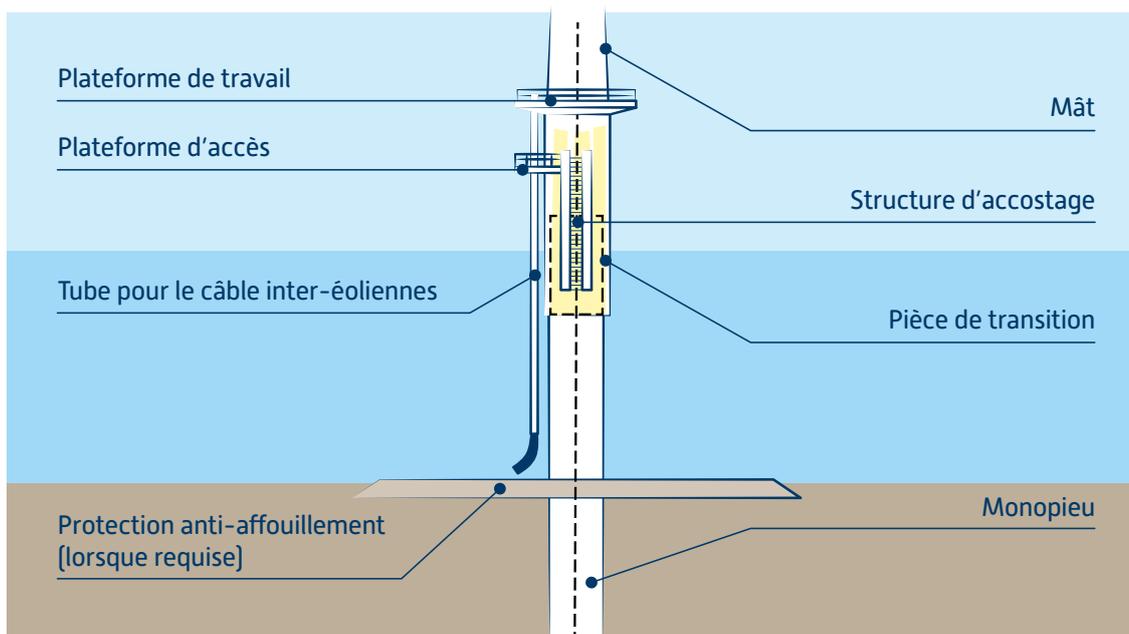
Tirant d'air entre 25 m et 40 m

La fondation monopieu

Structure métallique constituée d'un pieu enfoncé dans le fond marin.

Source : EMD

PRINCIPAUX ÉLÉMENTS D'UNE FONDATION MONOPIEU



Source : EMD

5 Tirant d'air : hauteur de la partie émergée d'un navire ou d'une structure en mer.

Des moyens d'installation spécifiques

L'installation et la mise en service de l'ensemble des composants du parc éolien en mer de Dunkerque nécessiteront de recourir à des moyens nautiques spécifiques tels que :

- des navires de transport de colis lourds ;
- des navires autoélévateurs ¹ ayant des capacités de levage de plusieurs milliers de tonnes pour installer les fondations monopieux et les éoliennes ;
- des navires de pose et d'ensouillement ² de câbles, équipés de tourets, pour les câbles inter-éoliennes ;
- des navires effectuant le transport de personnel ou assurant la sécurisation du plan d'eau.

Un aménagement tenant compte des spécificités et des risques identifiés sur le site d'implantation

Les choix relatifs à l'aménagement et à l'installation des composants du parc éolien en mer doivent tenir compte des particularités et des contraintes du site d'implantation, parmi lesquelles :

- **les hauteurs d'eau** : les emplacements des éoliennes doivent être choisis de manière à garantir un accès aux navires d'installation de grande taille dont le tirant d'eau ³ est important, sans opération de dragage préalable, en tenant compte des conditions hydro-sédimentaires du site. Les mouvements des bancs de sable et des dunes sont également considérés pour sécuriser

l'accès aux éoliennes pendant la phase d'exploitation ;

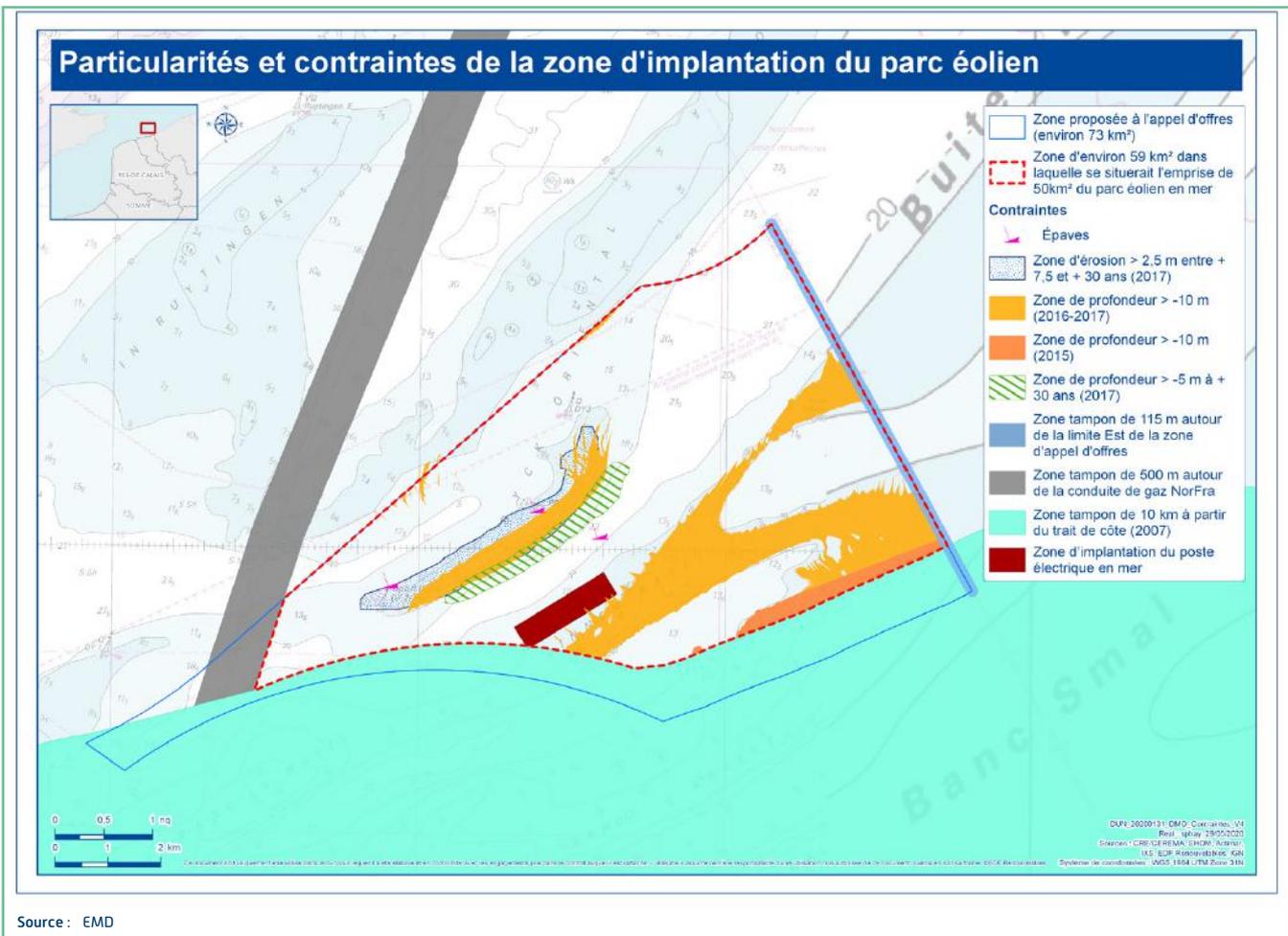
- **la présence d'obstacles** : on peut citer, à ce jour, le pipeline de gaz reliant la Norvège à la France « NorFra », les câbles (électriques, télécom...) existants ou futurs, les épaves, les UXO, etc. ;
- **la distance à la côte** : toutes les éoliennes seraient situées à plus de 10 kilomètres de la côte ;
- **la sécurité maritime** : les échanges entre EMD et la préfecture maritime, les expertises tierces réalisées et la connaissance approfondie des activités de pêche permettront d'appréhender les questions de navigation sur zone avec pertinence et d'en intégrer les spécificités lors de l'élaboration de la configuration du parc ;
- **la distance inter-éoliennes** : comme indiqué précédemment, une distance minimale doit être conservée entre chaque éolienne pour limiter l'effet de sillage et ainsi garantir leur fonctionnement optimal ;
- **les phénomènes de déplacements sédimentaires**, d'érosion ou d'accrétion, seront pris en compte pour les tracés de câbles notamment.

La réflexion relative à l'aménagement et à l'implantation du parc éolien sera poursuivie en phase de développement, avec la conduite d'études techniques, environnementales et paysagères qui seront réalisées ou poursuivies à l'issue du débat public si le maître d'ouvrage décide de poursuivre le projet.

EXEMPLES DE NAVIRES NÉCESSAIRES À L'INSTALLATION D'UN PARC ÉOLIEN EN MER



- ¹ Navire, plateforme ou barge mobile équipé(e) d'un système auto-élévateur composé de jambes rétractables qui prennent appui sur les fonds marins, permettant de surélever le navire au-dessus de la surface de l'eau et s'affranchir des mouvements de la mer.
- ² Ensouillement ou Ensouillage : action qui consiste à enfouir les câbles électriques dans le sol marin. On parle également de souille pour désigner un approfondissement d'une surface le long d'un quai pour permettre le stationnement d'un navire indépendamment de la marée. Désigne également une tranchée réalisée dans les fonds marins.
- ³ Tirant d'eau : Hauteur de la partie immergée d'un navire, qui varie en fonction de la charge de transport.



L'emprise de 50 km² du parc éolien en mer se situerait dans le la zone d'environ 59 km² indiquée sur la carte ci-dessus. À l'intérieur de cette zone, l'implantation des composants du

parc devra être définie en tenant compte des caractéristiques et des particularités du site [épaves, zones de trop faible profondeur, zones de mouvements sédimentaires importants].



SCHÉMA DE PRINCIPE DU RACCORDEMENT ÉLECTRIQUE DU PARC ÉOLIEN



D Poste électrique en mer

Double liaison électrique* sous-marine et souterraine

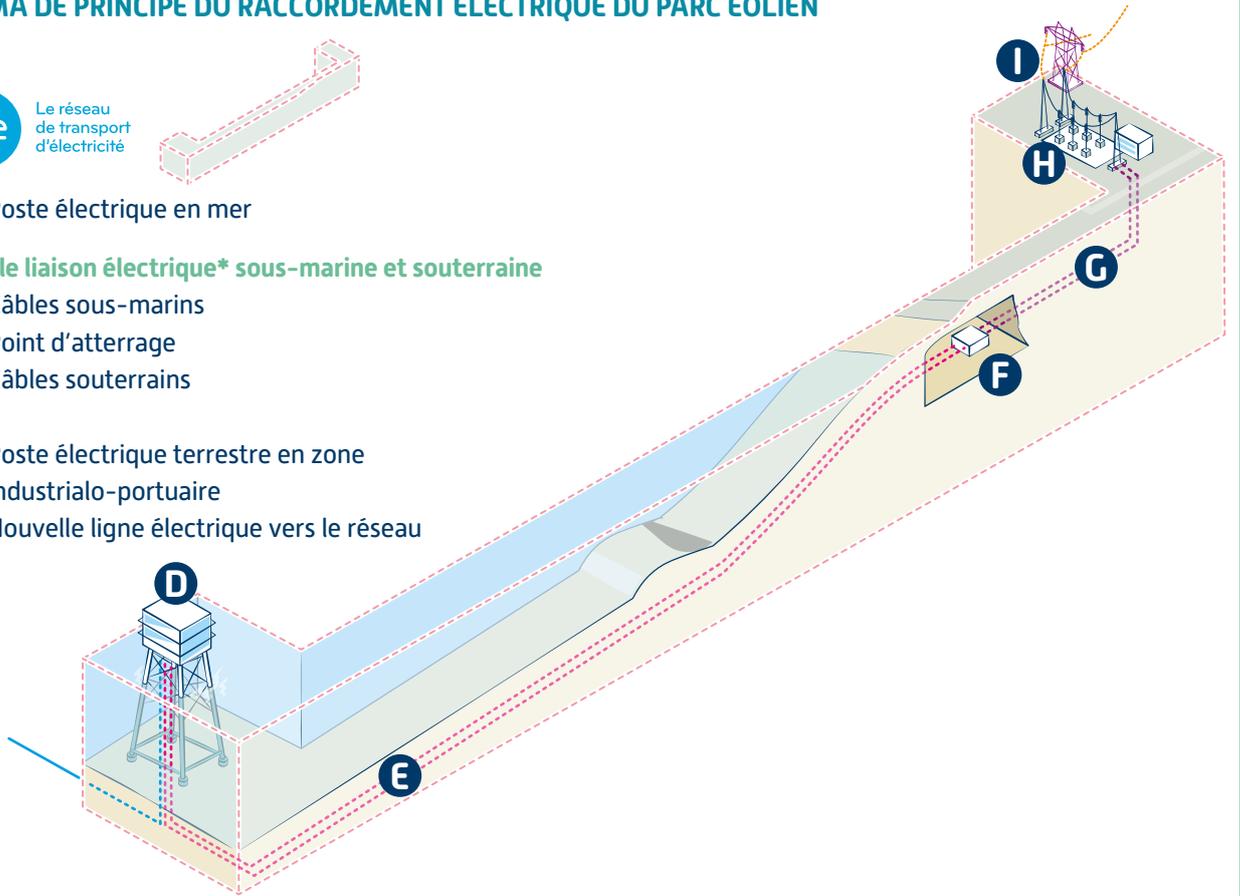
E Câbles sous-marins

F Point d'atterrissage

G Câbles souterrains

H Poste électrique terrestre en zone industrialo-portuaire

I Nouvelle ligne électrique vers le réseau



*Des ouvrages électriques 225 000 volts

Document de travail RTE - EMD. Données non contractuelles, échelle non représentative

2.1.2 LE RACCORDEMENT ÉLECTRIQUE DU PARC ÉOLIEN EN MER, SOUS LA MAÎTRISE D'OUVRAGE DE RTE

Afin d'assurer le raccordement éolien en mer de Dunkerque au réseau de transport électrique terrestre en 225 000 volts, pour une puissance maximale de 600 MW, RTE prévoit de créer :

- un poste électrique en mer, pour transformer la tension de l'électricité produite par les éoliennes (66 kV) à une tension adaptée au transport vers le réseau terrestre **D** ;
- une double liaison **I** entre le poste en mer et le poste à terre **E F G** ;
- un poste électrique terrestre dans l'agglomération dunkerquoise **H** ;
- un raccordement aux lignes existantes à proximité de ce nouveau poste à terre **I**.



46-1 Cf page 119

Ressource vidéo **46-1**

Le poste électrique en mer

Le poste en mer est une structure émergée de forme carrée ou rectangulaire, de 50 mètres maximum de côté, posée sur des fondations.

Composée d'acier, la structure émergée hébergera tous les composants électriques [transformateurs **2**, équipements de contrôle-commande] nécessaires à la transformation et à l'évacuation de l'énergie produite par les éoliennes vers le réseau. Ce poste serait posé sur une sous-structure métallique partiellement immergée. La hauteur de cette partie immergée serait déterminée par la profondeur du fond marin, idéalement de l'ordre de 15 à 20 mètres, mais pouvant aller jusqu'à 30 mètres dans la zone retenue pour l'implantation du poste. Le pont supérieur du poste en mer pourrait se situer à une hauteur d'une cinquantaine de mètres au-dessus du niveau moyen de la mer [hors antenne de télécommunication].

1 Une double liaison est composée de deux circuits électriques. En courant triphasé, chaque circuit comprend trois câbles. Une double liaison comporte donc 2 x 3 câbles.

2 Transformateur: machine électrique permettant de modifier les valeurs de tension et de courant tout en gardant la même fréquence.

Le poste en mer pourrait accueillir jusqu'à 12 câbles électriques 66 000 V : ceux provenant des éoliennes ainsi que les deux câbles électriques 225 000 V pour acheminer l'électricité à terre. La conception du poste électrique en mer est actuellement à l'étude. Ses caractéristiques précises dépendront de la configuration retenue pour le parc éolien en mer.

Grâce au poste électrique en mer, il est ainsi possible d'optimiser le transport de l'énergie et d'en contenir l'impact environnemental, réduisant à deux le nombre de liaisons entre le parc éolien et le point d'atterrissage.



Source : RTE - White Rabbit

Le raccordement d'un parc éolien en réalité virtuelle ⁴⁷⁻²



47-2 Cf page 119

UNE LOCALISATION PRÉDÉFINIE PAR L'ÉTAT

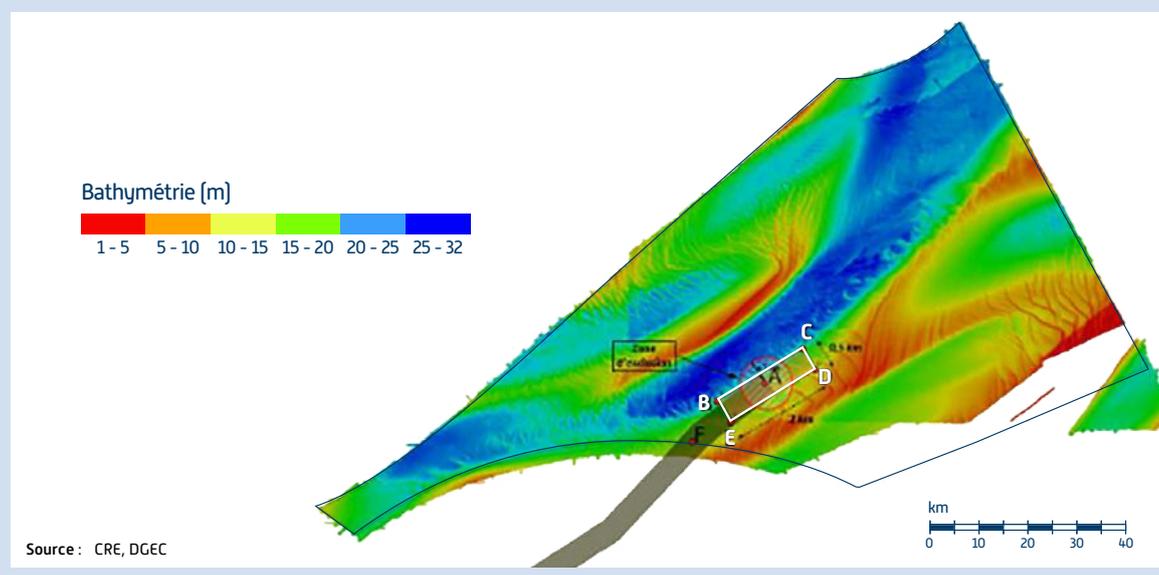
La position du poste en mer envisagée par RTE s'appuie sur une localisation de référence, définie dans le cahier des charges de l'appel d'offres mené par l'État, sur la base d'une étude du CEREMA (Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement). Elle correspond à une zone d'environ 1 km² donnant une certaine latitude au maître d'ouvrage, en vue d'optimiser le positionnement définitif du poste.

Cette zone *[rectangle BCDE ci dessous]* a été déterminée selon plusieurs paramètres :

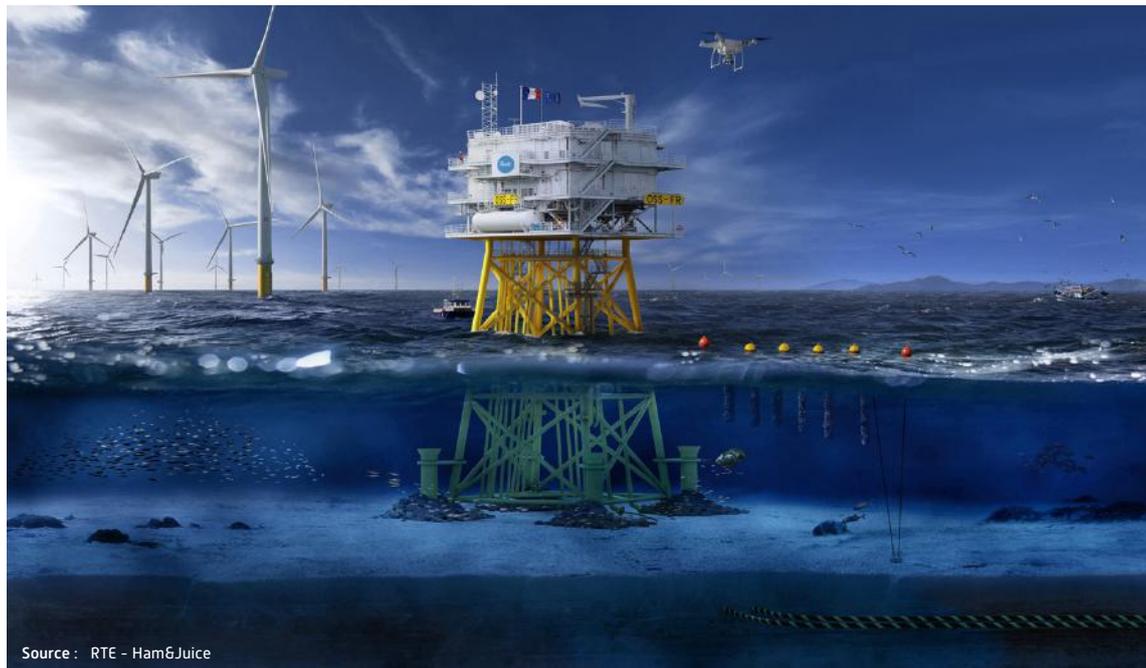
- une **localisation au sein de la zone d'implantation du parc** en excluant tout positionnement à moins de 10 kilomètres de la laisse des plus basses eaux ;

- des **conditions de profondeur marine adaptées** [éviter des zones de faibles profondeurs d'eau où il serait difficile pour un navire de travailler ; éviter des hauteurs d'eau trop importantes afin de limiter les surcoûts].

La position finale du poste en mer sera définie à l'issue des études techniques et environnementales détaillées, au sein de la zone 1 km² citée précédemment et définie par le cahier des charges du dialogue concurrentiel.



LE POSTE ÉLECTRIQUE EN MER



Source : RTE - Ham&Juice

Les câbles sous-marins de la double liaison électrique

Par sa conception, un câble électrique sous-marin peut techniquement acheminer jusqu'à 300 MW.

Pour réaliser le raccordement du parc, l'évacuation d'une puissance maximale de 600 MW depuis le poste en mer nécessiterait donc l'installation d'une double liaison à 225 000 volts sur 15 à 20 km en mer pour rejoindre la côte.

• Les câbles tripolaires

La double liaison sous-marine est composée de deux câbles tripolaires. Les trois câbles de chaque circuit sont regroupés dans une gaine protectrice, constituant ainsi un câble tripolaire d'un diamètre d'environ 25 cm. Un à deux câbles à fibre optique seraient intégrés sous l'armure de chaque câble, ainsi qu'un câble de télécommunication.

STRUCTURE D'UN CÂBLE SOUS-MARIN TRIPOLAIRE 225 000 V



Source : RTE

- **La pose des câbles**

La pose des câbles sous-marins peut commencer depuis le poste électrique en mer ou depuis la zone d'atterrage. En mer, les câbles seront posés au fond de deux tranchées distinctes, distantes d'environ trois fois la hauteur d'eau pour permettre des interventions ultérieures. Les moyens maritimes utilisés dépendent de la longueur des câbles à poser, de la nature et de la profondeur des fonds marins. Les câbles peuvent être installés par un navire câblé ou une barge, qui déroule et dépose le câble sur les fonds marins.

- **La protection des câbles**

Pour éviter toute gêne ou détérioration, les câbles sont ensouillés ou recouverts au fond

de la mer. L'ensouillage, technique privilégiée, consiste à creuser un sillon dans le sol marin pour poser le câble. Ce sillon se referme généralement naturellement. La profondeur d'ensouillage pourra varier en fonction du type de sol rencontré, des usages de la mer et des sensibilités locales identifiées. L'ensouillage peut être réalisé par différents types d'engins selon la nature des fonds. Toutefois, certains types de sols très durs ou peu homogènes ne s'y prêtent pas. Le câble est alors simplement posé au fond de la mer et recouvert par un système de protection (exemples : enrochement, matelas de béton cf. schéma ci-dessous). Des études de sols seront réalisées pour définir les possibilités de protection des câbles.

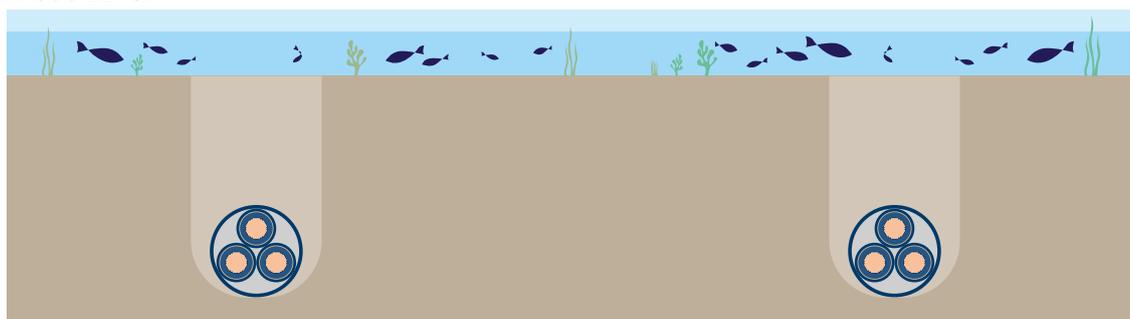
Ressource vidéo [49-1](#)



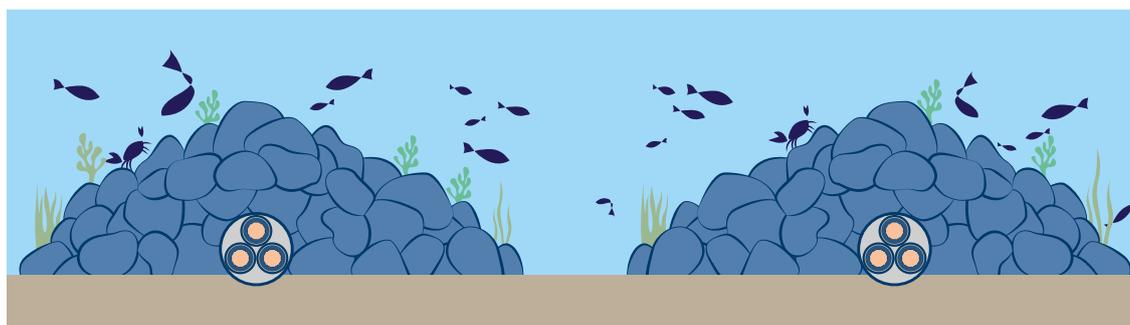
49-1 Cf page 119

TYPES DE PROTECTION DES CÂBLES SOUS-MARINS

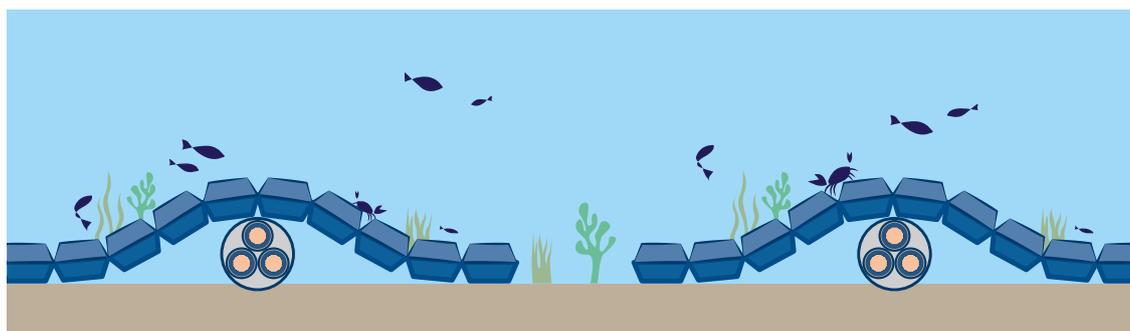
ENSOUILLAGE



ENROCHEMENT



MATELAS BÉTON



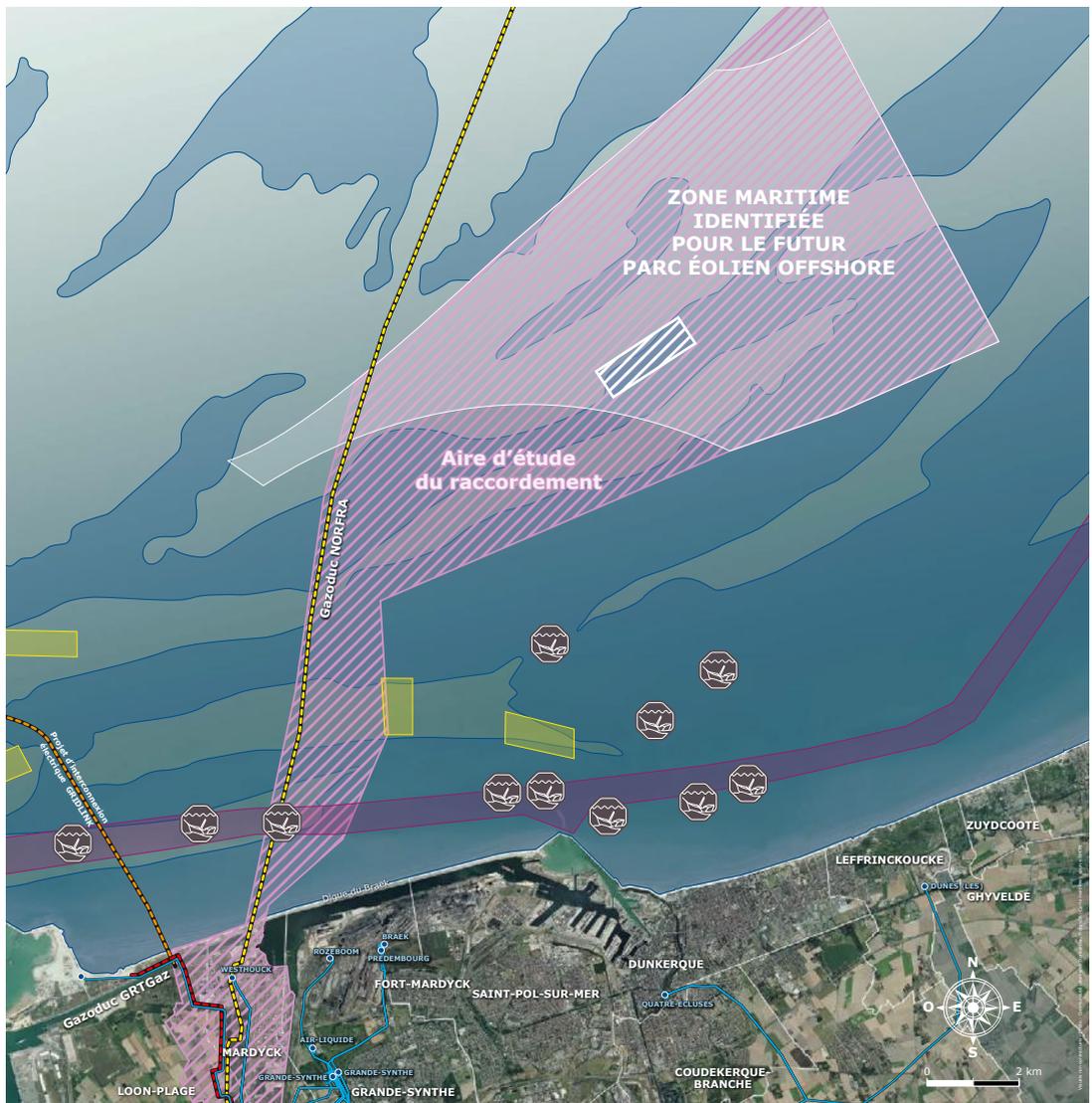
Source : RTE

DES CONTRAINTES EN MER À PRENDRE EN COMPTE POUR L'IMPLANTATION DES CÂBLES SOUS-MARINS

Entre la zone de localisation du poste en mer et l'atterrissage identifiée par RTE au sein de l'aire d'étude, dans l'ouest du Dunkerquois, l'analyse du tracé maritime des câbles sous-marins révèle une contrainte principale : la présence de la conduite de gaz NorFra. Un croisement de cette canalisation en mer, difficile techniquement et onéreux, a été écarté. Le tracé sous-marin de l'ouvrage de raccordement resterait à l'est du gazoduc NorFra. Les câbles électriques se rapprocheraient de la canalisation de gaz en privilégiant les couloirs entre les dunes sous-marines depuis le poste en mer jusqu'à la conduite de gaz. Le tracé

pourrait ensuite longer le gazoduc, où les variations bathymétriques sont limitées, afin de privilégier le regroupement des infrastructures comme demandé par certains acteurs de la concertation, dans la limite des contraintes techniques respectives de chacun des ouvrages.

D'autres contraintes telles que la présence d'épaves, d'éventuels vestiges archéologiques ou d'engins de guerre (munitions ou obus non explosés) seront également prises en compte pour rechercher l'implantation des câbles sous-marins [cf. annexe 1].



- Épaves sur la zone d'étude
- Bancs de sable sur la zone d'étude
- Chenaux de navigation
- Zone de vidage du port
- Zone du poste électrique en mer
- Projet de future interconnexion électrique GRIDLINK
- Gazoduc NORFRA
- Gazoduc GRTGaz
- Poste électrique RTE existant
- Réseau électrique 225 kV RTE existant

Source : RTE

L'atterrage : la continuité entre les câbles sous-marins et souterrains

À l'approche de la côte, la double liaison sous-marine serait ensouillée en utilisant plusieurs techniques adaptées aux franchissements des ouvrages à traverser : forage dirigé terre-mer, fonçage, tranchée, etc. Les câbles sous-marins seront ensuite reliés aux câbles souterrains au sein de deux coffres maçonnés appelés « chambre de jonction », installés sous terre, potentiellement positionnés entre la conduite de gaz Norvège-France (NorFra) et l'extrémité ouest de la digue du Braek. À ce stade, les dimensions type sont de l'ordre de 16 m de longueur sur 3 m de largeur, pour une hauteur d'un mètre.

Les câbles souterrains de la double liaison électrique

• Les câbles

Pour la partie souterraine, chaque câble est constitué d'un « conducteur » en cuivre ou en aluminium, enveloppé dans plusieurs couches isolantes et protectrices : son diamètre est d'environ 13 cm. Chaque liaison électrique, composée de trois câbles indépendants, serait accompagnée d'un à deux câbles de télécommunications à fibres optiques. Chaque câble serait glissé dans un fourreau PEHD ¹ ou en PVC selon la nature des sols et la technique de pose (tranchée, forage dirigée, etc.).

DES CONTRAINTES À TERRE À PRENDRE EN COMPTE POUR L'IMPLANTATION DES CÂBLES

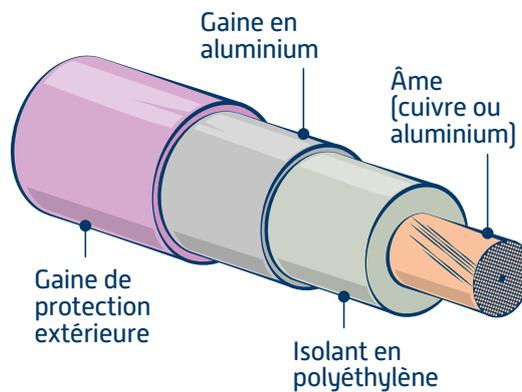
À terre, la recherche du fuseau de moindre impact devra notamment prendre en compte différents enjeux environnementaux, liés par exemple aux zones humides et à la stabilité du trait de côte, ainsi que les activités humaines présentes. À la demande d'acteurs de la concertation, il s'agira, dans la mesure du possible, de privilégier le regroupement des infrastructures. L'implantation dans des « couloirs techniques » du Port de Dunkerque, zones réservées aux réseaux, serait une solution.

• La pose des câbles souterrains

Une double liaison est installée soit au fond d'une même tranchée soit dans deux tranchées distinctes en fonction des contraintes du milieu. En domaine agricole, les dimensions d'une tranchée seraient les suivantes : environ 2,50 m de large par 1,50 m de profondeur. Les câbles souterrains sont déroulés par tronçon d'environ 1 km et reliés dans des chambres de jonction d'environ 12 m de long par 2 m de large et 2 m de profondeur.

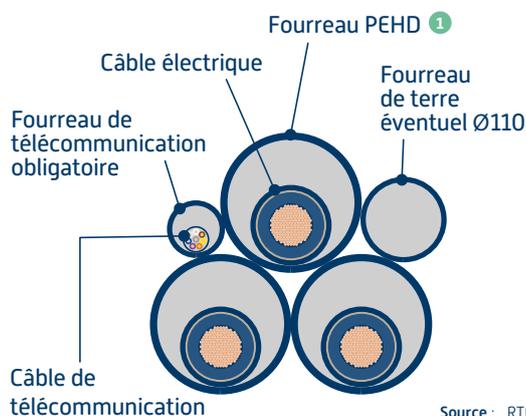
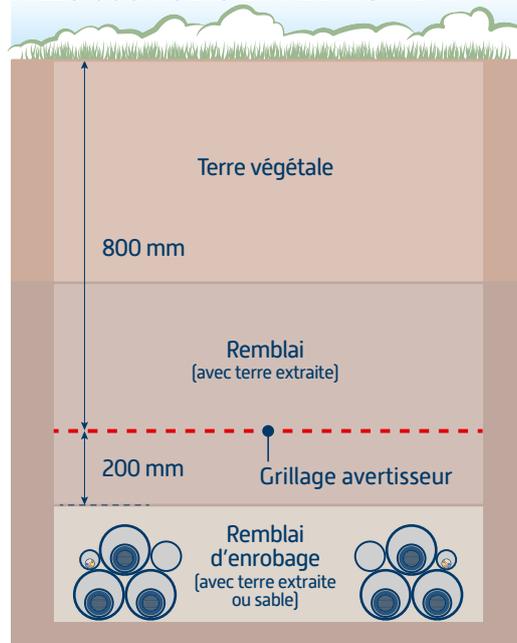
Ressource vidéo ⁵¹⁻¹

STRUCTURE D'UN CÂBLE CONDUCTEUR SOUTERRAIN ISOLÉ À HAUTE-TENSION



Source : RTE

EXEMPLE TYPE D'UNE LIAISON ÉLECTRIQUE SOUTERRAINE À 225 000 VOLTS EN PLEIN CHAMP



Source : RTE



51-1 Cf page 119

¹ PEHD : Polyéthylène Haute Densité

Le poste électrique terrestre 225 000 volts

Pour raccorder la double liaison 225 000 volts issue du poste en mer au réseau terrestre, la configuration du réseau électrique sur l'agglomération dunkerquoise rend nécessaire la création d'un poste électrique c'est-à-dire une infrastructure d'interface raccordement.

À l'ouest de Dunkerque, seuls les postes électriques de Warande et de Grande-Synthe offrent une capacité suffisante à l'accueil de la production du parc éolien. La possibilité d'un raccordement sur les postes électriques a été évaluée. En raison de contraintes et d'inconvénients techniques forts, d'enjeux et d'impacts environnementaux plus significatifs du fait de la longueur du raccordement, et d'un coût élevé dans le cas de Warande, ces solutions de raccordement ont été écartées.

Les autres postes électriques 225 000 volts présents dans la zone sont des postes appartenant à des clients industriels de RTE (« postes Client[s] ») qui ne font pas partie du Réseau Public de Transport. RTE ne peut donc pas réaliser des travaux de raccordement au sein de ces postes privés.

À défaut de poste existant susceptible d'accueillir le raccordement du parc éolien, la solution de construction d'un nouveau poste électrique 225 000 volts a été privilégiée, à proximité du réseau 225 000 volts existant tout en restant à une distance raisonnable du site d'atterrissage envisagé.

D'une emprise d'environ six hectares dans le secteur Ouest du Dunkerquois, le positionnement d'un terrain proche du réseau aérien 225 000 volts doit permettre de limiter autant que possible le linéaire des liaisons de raccordement entre ce nouveau poste électrique terrestre et le réseau de transport d'électricité existant. Compte tenu de l'aire d'étude validée,

ce poste pourrait prendre place sur le domaine du GPMD. Il comprendrait les deux arrivées de la double liaison sous-marine et souterraine à 225 000 volts du parc éolien et les départs des liaisons électriques aériennes vers le réseau 225 000 volts existant.

L'emprise du poste serait clôturée et des aménagements seront prévus pour favoriser son insertion paysagère.

L'emplacement précis du poste dépendra en partie du foncier disponible du grand port maritime de Dunkerque et de l'intégration dans le SDPN (Schéma de Développement de la Protection de la Nature) du port.

Le raccordement aérien au réseau de transport d'électricité

Le nouveau poste électrique terrestre devrait être raccordé au réseau de transport par la construction d'une nouvelle portion de ligne électrique, aérienne en tout ou partie pour se connecter à des lignes aériennes 225 000 volts existantes et proches.

Deux solutions possibles ont été étudiées [cf. carte ci-contre] :

- **Solution A** : un raccordement sur les lignes 225 000 volts Grande-Synthe – Westhouver. C'est la solution préférentielle au regard des premières études réalisées.
- **Solution B** : un raccordement sur la ligne 225 000 volts Grande-Synthe – Holque.

La zone côtière au Sud de la zone d'implantation du projet est fortement urbanisée et industrialisée. Le réseau électrique y est donc dense et dispose d'un potentiel de raccordement suffisant pour accueillir la puissance maximale de 600 MW prévue pour le parc éolien en mer.

2.2 Les aménagements sur la zone portuaire

2.2.1 DES EMPRISES INDUSTRIELLES À DÉFINIR

Un parc éolien en mer est constitué d'éléments de grande taille uniquement transportables par voie maritime. La phase de construction nécessite donc des aménagements portuaires de grande capacité pour les fabriquer, les assembler, les stocker et les expédier.

Le port de Dunkerque est bien situé pour permettre une gestion et une coordination efficaces des phases de réalisation puis d'exploitation.

Après l'obtention des autorisations, EMD et RTE ont prévu de sélectionner leurs principaux fournisseurs et d'agrèer les sous-traitants de rang 1 [cf. *calendrier prévisionnel, partie 2.3*]. Les aménagements portuaires finaux dépendront de la localisation des usines de fabrication des composants des éoliennes, dont certaines sont situées en France, au Havre, à Cherbourg ou à Saint-Nazaire [cf. *précédemment*].

Après acheminement par voie maritime, les différents éléments des éoliennes devront être stockés puis pré-assemblés (tronçons des mâts et nacelles). Sous réserve du foncier disponible, le grand port maritime de Dunkerque constitue un lieu privilégié pour ces activités.

Les fondations monopieux pourraient être fabriquées sur le port de Dunkerque ou dans une usine située en Europe. Elles pourraient être ensuite acheminées et stockées dans le port de Dunkerque avant leur installation en mer.

Les câbles sont, de manière usuelle, acheminés par un navire câblé directement depuis leur usine de fabrication sur le site d'installation en mer. Les systèmes de protection des câbles seront transportés par voie routière vers l'usine de fabrication des câbles, puis chargés sur le navire de pose en même temps que les câbles. Plusieurs kilomètres de câbles de rechange seront stockés dans la base de Dunkerque.

2.2.2 UNE BASE DE MAINTENANCE IMPLANTÉE SUR LE GPMD

La maintenance d'un parc éolien en mer nécessite des infrastructures portuaires adaptées : une base terrestre, des aires de stockage et des pontons dédiés au(x) navire(s) effectuant le transfert des techniciens vers le parc éolien.

Sur la base d'une analyse multicritère [localisation, accessibilité maritime et terrestre, foncier disponible, compatibilité avec les activités existantes] et suite aux discussions avec les autorités du GPMD, EMD a retenu le port de Dunkerque pour y construire la base de maintenance du parc éolien. Le Terre-Plein des Monitors a été identifié comme propice à la construction de la base de maintenance du projet.

Le bâtiment, d'environ 1 500 m² de surface au sol, serait constitué de locaux dédiés à des activités tertiaires (secrétariat, direction, salle de contrôle pour coordonner les activités en mer et obtenir en temps réel une vision globale du fonctionnement du parc) et d'un entrepôt, composé de rayonnages pour le stockage de matériels et de pièces détachées nécessaires à la maintenance courante du parc.

L'emprise sur le plan d'eau totaliserait près de 3 200 m² à proximité immédiate du bâtiment. Des pontons flottants sur pieux y seront installés pour amarrer le(s) navire(s) dédié(s) aux opérations de maintenance du parc éolien en mer, et ainsi garantir un accès sécurisé pour les équipages et les passagers.

Selon les conditions météorologiques, les déplacements des techniciens de maintenance s'effectueront principalement par navire sinon par hélicoptère. Plusieurs types de navires de maintenance sont à l'étude (monocoque, catamarans). Ils doivent pouvoir transporter entre 12 et 24 passagers et environ 4 tonnes de charge utile. D'une vitesse moyenne de 20 nœuds, ils seraient en mesure d'atteindre chacune des éoliennes du parc en une trentaine de minutes depuis le port de Dunkerque.

LOCALISATION DE LA BASE DE MAINTENANCE - PORT DE DUNKERQUE



La maintenance est de deux types : préventive ou corrective.

Les opérations de maintenance préventive ne nécessitent pas de moyens logistiques lourds. Elles sont généralement réalisées une fois par an pour chaque éolienne, à raison d'une équipe de deux à six personnes par éolienne pendant une durée moyenne de trois à cinq jours de travail. Pour des raisons de sécurité, les éoliennes en maintenance sont arrêtées pendant les plages horaires d'intervention. Afin d'optimiser les conditions de travail et de minimiser les pertes de production, les interventions sont planifiées pendant les périodes de vent et de houle plus faibles (généralement au printemps et en été).

La maintenance corrective consiste à intervenir pour remédier à des défauts de fonctionnement. Ces opérations peuvent être légères lorsqu'elles se limitent à des inspections de contrôle ou à la réparation de pièces pouvant être manipulées à l'aide d'une grue installée sur chaque éolienne (sur la plateforme de transition au bas de

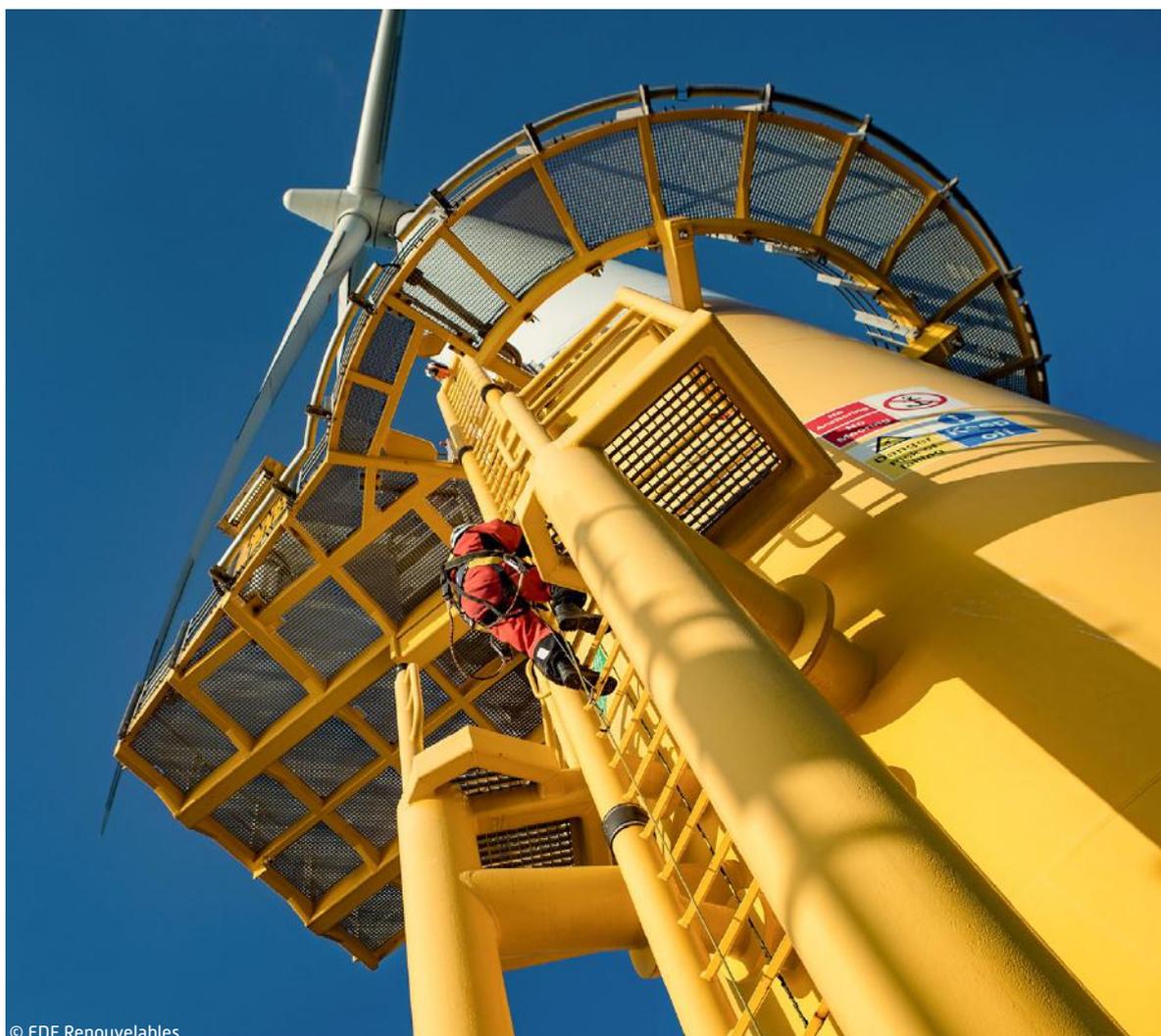
l'éolienne et dans la nacelle), d'une capacité maximale de levage de deux tonnes. Dans ce cas, une équipe de trois à quatre techniciens par éolienne est mobilisée pour des temps d'intervention de quelques heures en moyenne.

La maintenance corrective est lourde lorsqu'elle correspond au remplacement exceptionnel de composants majeurs d'un poids supérieur à 2 tonnes : pales, génératrice, roulements principaux, transformateur. Elle nécessite des moyens particuliers tels que des navires d'assistance ou des barges autoélévatrices équipées de grues de forte capacité. Ces opérations mobilisent jusqu'à dix techniciens pendant plusieurs dizaines d'heures en fonction du volume et du poids de la pièce à remplacer. Un dispositif logistique dédié est alors mis en œuvre.

Concernant la maintenance du raccordement électrique, RTE utilisera son expérience d'exploitation du réseau de transport d'électricité pour construire son plan de maintenance.

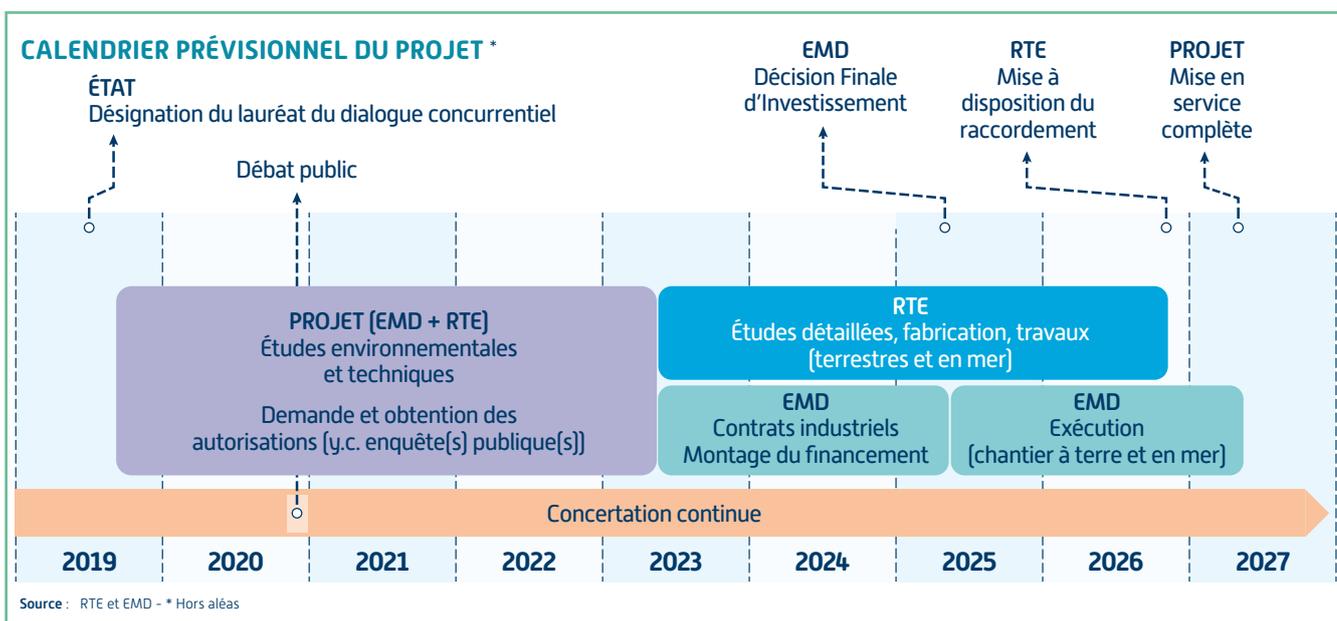
Il s'appuiera entre autres sur ses politiques de maintenance des liaisons et des postes électriques terrestres, ainsi que sur sa politique de maintenance des liaisons sous-marines et des raccordements électriques de parcs éoliens en mer qui auront été mis en service d'ici là. Des mesures de suivi de la position des câbles électriques et de leur profondeur d'enfouissement seront mises en œuvre une fois le raccordement en service.

L'exploitation du réseau se fait dans des salles dédiées à la supervision des matériels et installations, télécommandables à distance. L'équilibre du réseau se pilote à distance dans des centres de dispatching qui regroupent toutes les informations nécessaires au bon fonctionnement, 24 heures sur 24.



© EDF Renouvelables

2.3 Les étapes prévisionnelles du projet



Le calendrier a été défini avec l'objectif d'une mise en service complète du parc et de son raccordement en début d'année 2027. L'exploitation est prévue pour une durée de 30 ans.

2.3.1 2020-2023 : LE DÉBAT PUBLIC ET LES DEMANDES D'AUTORISATIONS

En 2019, le projet est entré dans une phase de développement commun pour les deux maîtres d'ouvrage EMD et RTE. Cette première phase se déroulera jusqu'au début d'année 2023.

Une nouvelle période de concertation dans la continuité des démarches déjà engagées

- Au cours de cette période, les maîtres d'ouvrage présenteront le projet dans sa globalité lors du débat public organisé sous l'égide de la Commission particulière du débat public (CPDP).
- Une fois le débat public achevé et si les maîtres d'ouvrage décident de poursuivre ce projet :
 - la concertation se poursuivra sous l'égide d'un garant désigné par la Commission Nationale du Débat Public (CNDP), jusqu'à l'enquête publique,

- la concertation Fontaine, propre à RTE, reprendra les enseignements du débat public afin de proposer un fuseau de moindre impact (FMI) pour la double liaison de raccordement, l'emplacement de moindre impact (EMI) du poste électrique à terre et son raccordement au réseau public de transport d'électricité, au sein de l'aire d'étude précédemment validée.

Une période d'études techniques et environnementales nécessaire aux demandes d'autorisations

La réalisation d'études environnementales [cf. partie 3] permet d'élaborer l'étude d'impact sur l'environnement, constitutive des dossiers de demandes d'autorisations de chacun des deux maîtres d'ouvrage.

Concernant RTE, des études techniques et environnementales seront également menées entre 2020 et 2021 afin de proposer le fuseau de moindre impact puis de définir le tracé des doubles liaisons de raccordement. Les conclusions de ces études permettront de définir les potentielles mesures d'évitement, de réduction voire de compensation et de suivi des impacts ⁵⁷⁻¹.



57-1 Cf page 119

¹ FMI: le fuseau de moindre impact correspond à l'emplacement exact retenu pour la double liaison de raccordement à partir du recensement des différentes contraintes et des différentes solutions techniques envisageables.

Les deux autorisations principales que doivent obtenir les maîtres d'ouvrage sont :

- la concession d'utilisation du domaine public maritime;
- l'autorisation environnementale.

RTE pourrait demander également une déclaration d'utilité publique (DUP) pour la double liaison de raccordement.

Les demandes d'autorisations seraient déposées entre mi et fin 2021. Dans le cadre de l'instruction de ces dossiers, la tenue d'enquête(s) publique(s) est nécessaire. Les enquêtes pourraient avoir lieu simultanément courant 2022, permettant la poursuite de l'information et de la concertation du public.

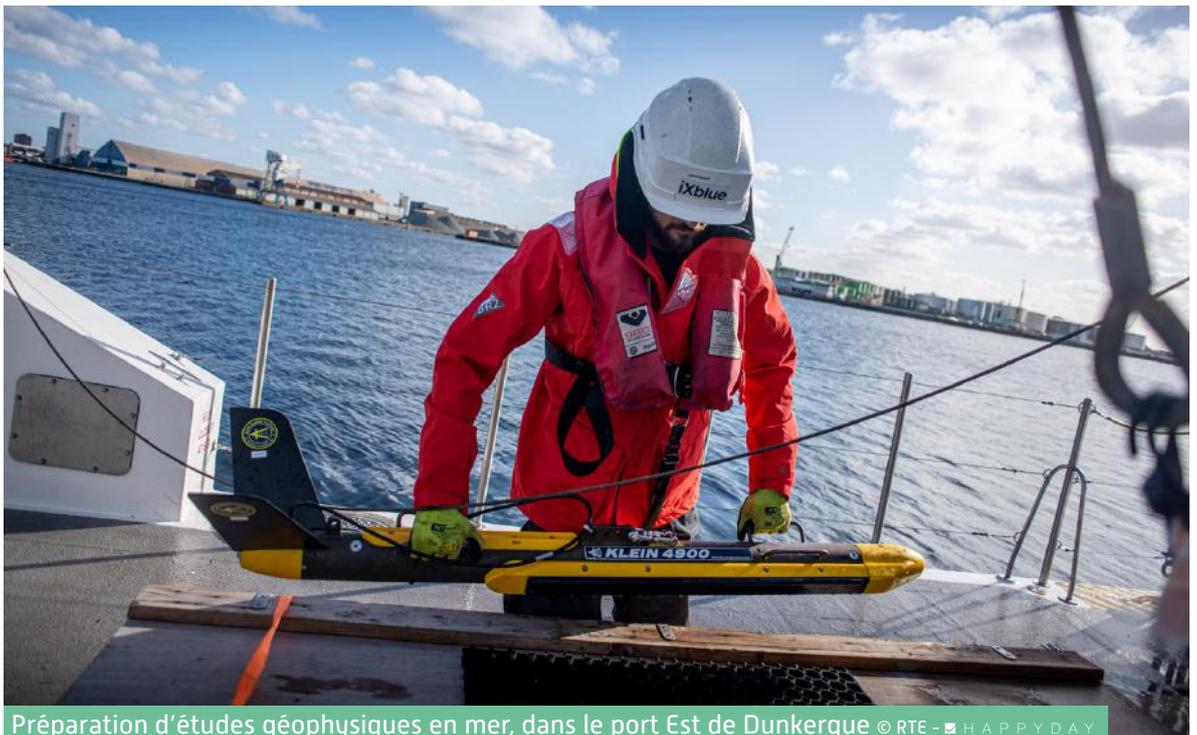
Après l'obtention des autorisations, EMD devrait lancer la réalisation des études techniques de levée des risques et de caractérisation du site (campagnes géosciences en mer pour étudier en détail les fonds et sous-sols marins incluant une détection et un inventaire des UXO, collecte et analyse des données de site telles que le vent ou les données météo-océaniques, inventaire archéologique) et préciser la configuration du projet et le dimensionnement des fondations pour chacune des éoliennes.

2.3.2 2023-2027 : LES ÉTUDES DÉTAILLÉES, LA SÉLECTION DES FOURNISSEURS ET LES TRAVAUX DE CONSTRUCTION

À l'issue de ces études, le développement du projet se poursuivrait avec le lancement des appels d'offres en vue de sélectionner les fournisseurs d'EMD pour les principaux lots industriels du projet ainsi que la mise en place des financements nécessaires à la réalisation du projet de parc éolien.

RTE lancerait ses appels d'offres fournitures et travaux lors de la phase « Études ». Certaines interventions pourraient commencer à l'horizon fin 2022, début 2023. Le raccordement serait mis à la disposition du producteur EMD courant 2026.

Début 2025, la décision finale d'investissement du projet de parc éolien pourrait être prise. Il s'agit de la décision par laquelle les actionnaires d'EMD décident de la mise en œuvre effective du projet. Elle interviendrait une fois les autorisations obtenues et purgées de recours le cas échéant, les principaux contrats industriels négociés et les solutions de financement sécurisées.



Préparation d'études géophysiques en mer, dans le port Est de Dunkerque © RTE - HAPPYDAY

De début 2025 à début 2027, après la décision finale d'investissement, se déroulerait la phase de construction du parc éolien. Les travaux commenceraient à terre avec la fabrication des composants du parc éolien et l'adaptation des infrastructures portuaires aux besoins du projet. S'en suivrait la phase d'installation du parc en mer prévue pour durer environ une année. Ces activités auraient lieu en parallèle de la fin des travaux du raccordement à terre et en mer sous maîtrise d'ouvrage de RTE prévue pour le second semestre 2026.

La mise en service complète de l'installation pourrait intervenir début 2027.

2.3.3 2027-2057 : L'EXPLOITATION DU PARC ÉOLIEN PENDANT 30 ANS

L'exploitation du parc éolien devrait démarrer à partir de début 2027 pour une durée de 30 ans.

EMD fonde sa stratégie d'exploitation et de maintenance sur trois axes principaux : l'identification et la maîtrise des risques (qualité, santé, sécurité, environnement), l'optimisation continue de la production et la maîtrise des coûts.

Le partage de responsabilités entre la partie exploitation et la partie maintenance est le suivant :

- **l'exploitation** : les activités d'exploitation du parc éolien concernent la surveillance du parc 24h/24 et 7j/7, l'analyse de premier niveau, la localisation du personnel, le contrôle d'accès aux éoliennes et de la coordination des activités, ainsi que la gestion financière et réglementaire et le suivi administratif du parc. Elles seront réalisées depuis le centre opérationnel centralisé d'EDF Renouvelables à Colombiers [34] dédié à la supervision de l'ensemble des installations du groupe.
- **la maintenance** : les activités de maintenance concernent les interventions et le transport en mer ainsi que les activités de gestion, d'administration et de support technique aux activités en mer. Elles seraient effectuées depuis une base de maintenance implantée sur le port de Dunkerque.

2.3.4 À PARTIR DE 2057 : LE DÉMANTÈLEMENT ET LA REMISE EN ÉTAT DU SITE

À la fin de la période d'exploitation, le maître d'ouvrage EMD a l'obligation de démanteler le parc éolien, avec pour objectif la remise en état du site objet de la concession d'utilisation du domaine public maritime.

Le plan de démantèlement, tel qu'envisagé à ce jour, repose sur les méthodes et les moyens disponibles actuellement. Compte tenu du nombre important de parcs éoliens en mer opérationnels qui seront à démanteler dans le futur, des solutions techniques innovantes devraient voir le jour dans les prochaines années.

Au plus tard deux ans avant la fin de l'exploitation du parc de Dunkerque, EMD réalisera des études techniques et environnementales visant à définir une méthodologie de démantèlement s'appuyant sur les meilleures pratiques et moyens disponibles. Ces études porteront notamment sur l'optimisation des conditions de démantèlement et de la remise en état du site, en tenant compte des enjeux liés à l'environnement, aux usages de la mer et à la sécurité maritime. Une attention particulière sera portée sur l'évaluation des filières de destination et de valorisation des matériaux.

Avant la mise en service du parc éolien, EMD constituera des garanties au bénéfice de l'État, permettant de couvrir les opérations de démantèlement.

Pour ce qui est du raccordement sous maîtrise d'ouvrage RTE, les modalités de démantèlement seront définies en concertation avec l'État dans le cadre des autorisations demandées par RTE. Une étude portant sur les impacts des opérations de déconstruction et de remise en état du site pourrait ainsi être réalisée avant la fin de l'exploitation et ce afin de préciser le périmètre du démantèlement et de déterminer les conditions de la remise en état du site, en tenant compte des enjeux liés à l'environnement, aux activités et à la sécurité maritime.

RTE aura les capacités financières de procéder au démantèlement le cas échéant.

2.4 Le modèle économique du projet

2.4.1 LES DÉPENSES D'INVESTISSEMENT

Les investissements nécessaires au développement et à la réalisation du projet de parc éolien en mer de Dunkerque et de son raccordement électrique sont estimés à environ 1,4 milliard d'euros. Le coût d'investissement du projet par MW installé est comparable à celui observé pour d'autres projets récents de parcs éoliens en mer en Europe du Nord [cf. *annexe 3*].

Les dépenses d'investissement comprennent les coûts de développement, d'études, de fournitures, de travaux et de services en période de construction.

Le projet de parc éolien d'EMD, dont le montant est estimé à environ un milliard d'euros, sera financé en plusieurs étapes :

- la phase de développement sera entièrement financée par les actionnaires de la société de projet [cf. *Préambule, présentation des acteurs du projet*];
- les coûts de construction du parc éolien en mer seraient, quant à eux, financés en partie par de la dette bancaire long terme et sans recours et, en partie, par les actionnaires.

Le plan de financement envisagé pour le parc éolien reposerait donc sur une combinaison d'apport en fonds propres du maître d'ouvrage EMD (environ 1/3 de l'investissement) et d'emprunts bancaires (environ 2/3 de l'investissement).

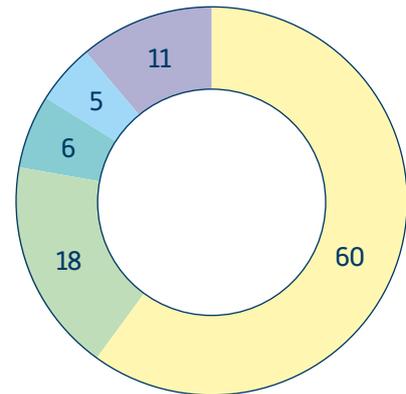
Concernant RTE, le cadre législatif et réglementaire pour le raccordement des projets éoliens en mer a fait l'objet d'une évolution conséquente en 2017. Celle-ci vise à aligner le régime français sur les meilleures pratiques observées en Europe, et transfère au gestionnaire de réseau, RTE, le financement des raccordements des parcs éoliens en mer.

Le coût du raccordement du projet, estimé à environ 400 millions d'euros, en incluant le poste électrique en mer, sera désormais porté par le tarif d'utilisation des réseaux publics d'électricité (TURPE ¹).

¹ Le TURPE est intégré à la facture d'électricité du consommateur, avec les taxes et le coût du fournisseur.

RÉPARTITION DES COÛTS DE DÉVELOPPEMENT ET DE CONSTRUCTION DU PROJET DE PARC ÉOLIEN EN MER DE DUNKERQUE PAR EMD

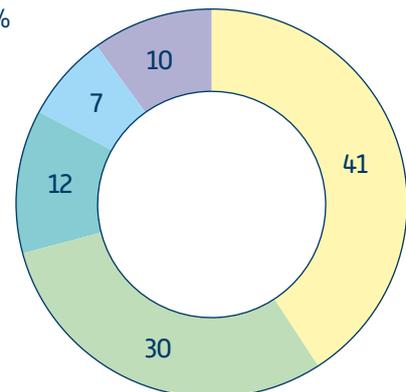
En %



- Fourniture et installation des éoliennes
- Fourniture et installation des fondations
- Fourniture et installation des câbles
- Développement
- Autres coûts (financiers, garanties, provisions, aléas)

RÉPARTITION DES COÛTS DE DÉVELOPPEMENT ET DE CONSTRUCTION DU PROJET DE RACCORDEMENT PAR RTE

En %



- Fourniture et installation des liaisons 225 000 V
- Fourniture et installation du poste électrique en mer
- Fourniture et installation du poste électrique terrestre
- Études
- Autres coûts (assurance, pilotage,...)

2.4.2 LA PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ ATTENDUE

Une attention particulière a été portée à la caractérisation du vent sur le site, qui conditionne le niveau de production d'énergie et le dimensionnement des ouvrages. La ressource a été estimée sur la base de mesures effectuées au moyen d'un lidar ^① flottant installé en mer par l'État durant une année dans le cadre de la procédure de dialogue concurrentiel et d'un lidar positionné à terre sur le feu de Saint-Pol, installé par EMD. En complément, le maître d'ouvrage réalisera une campagne de mesure du vent en 2020 et 2021, également grâce à un lidar flottant installé sur le site du projet au large.

Les éoliennes en mer sont généralement conçues pour fonctionner avec des vitesses de vent comprises entre 3 mètres par seconde (10 km/h) et 25 mètres par seconde (90 km/h). Elles fonctionnent à pleine puissance à partir de 12 mètres par seconde (45 km/h).

Des capteurs spécifiques (anémomètre, girouette...) situés sur la nacelle de l'éolienne permettent de mesurer en permanence la vitesse du vent et de déterminer sa direction. Dès le démarrage de la turbine (lorsque le vent est à 3 mètres par seconde), le rotor est placé face au vent afin de capter son énergie dans

les meilleures conditions et produire ainsi de l'électricité.

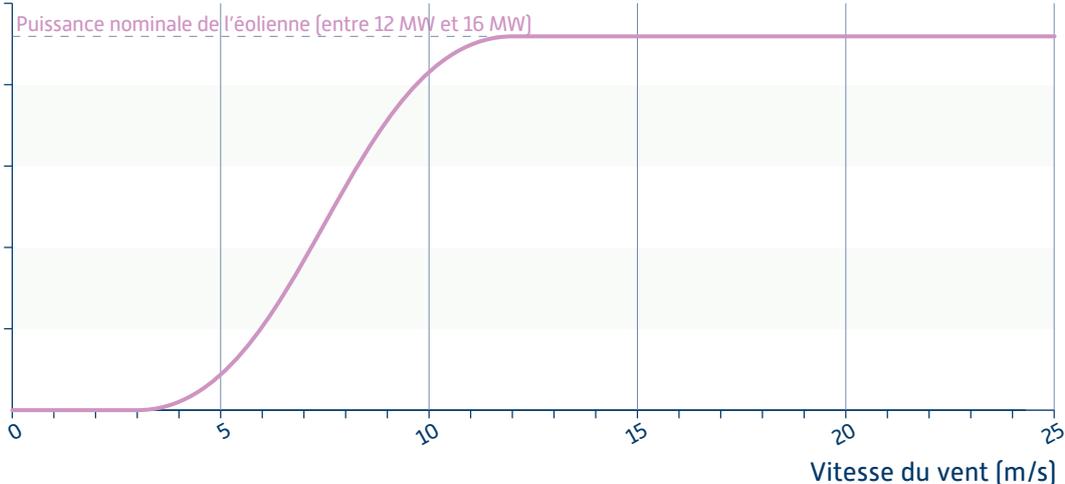
Au-delà de 90 km/h, les pales de l'éolienne tournent autour de leur axe pour diminuer la résistance au vent et l'éolienne s'arrête de fonctionner, pour des raisons de sécurité. Les pales d'une éolienne constituent ses freins aérodynamiques mais chacune dispose également d'un verrou hydraulique qui peut être actionné pour des raisons de sécurité ou de maintenance.

Sur le site du projet au large de Dunkerque, les vitesses moyennes de vent mesurées, entre 100 et 140 mètres de hauteur, sont comprises entre 9 et 9,5 mètres par seconde (soit entre 32 et 34 km/h environ).

Les éoliennes du projet fonctionneraient environ 90 % du temps et produiraient autant d'électricité que si elles fonctionnaient à pleine puissance pendant environ 45 % du temps. Cette valeur, également appelée facteur de charge annuel moyen, est le rapport entre la production électrique sur une année et celle qui serait produite durant cette même période si l'éolienne fonctionnait en permanence en régime nominal. À titre de comparaison, le facteur de charge annuel moyen des éoliennes terrestres en France s'établissait à 21 % en 2018 ^②.

COURBE DE PUISSANCE GÉNÉRIQUE D'UNE ÉOLIENNE AYANT UNE PUISSANCE NOMINALE COMPRISE ENTRE 12 ET 16 MW

Puissance (MW)

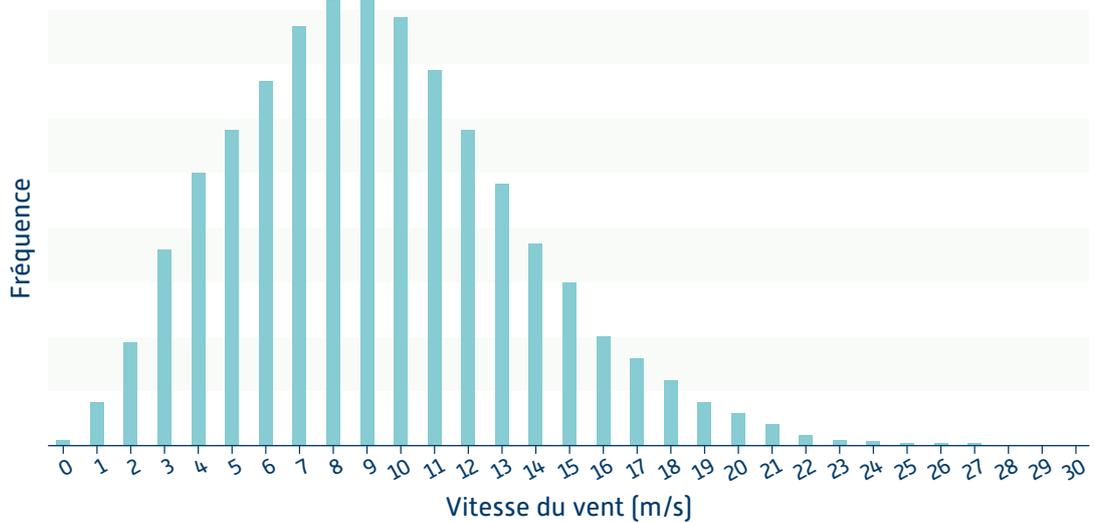


Source : EMD

^① Lidar : Acronyme de l'expression en langue anglaise « light detection and ranging » ou « laser detection and ranging », qui signifie en français « détection et estimation de la distance par la lumière » ou « par laser ». Un lidar est un appareil qui mesure la vitesse du vent grâce à un faisceau de lumière ou un laser.

^② Source : Bilan électrique RTE 2018

PROFIL STATISTIQUE DE DISTRIBUTION DU VENT SUR LE SITE DU PROJET



Source : EMD

D'après les données météorologiques, le vent dominant sur la zone du projet de parc éolien provient du secteur sud-ouest. C'est le vent le plus fréquent et le plus énergétique. Il conviendrait d'en tenir compte dans la configuration du projet, afin de limiter les effets de sillage.

Pour une puissance installée proche de 600 MW, la production électrique annuelle du parc éolien en mer de Dunkerque serait d'environ 2,3 térawattheures, ce qui correspond à la consommation électrique résidentielle de près d'un million d'habitants, soit l'équivalent de plus d'un tiers de la population du département du Nord.

2.4.3 LES REVENUS ET CHARGES D'EXPLOITATION

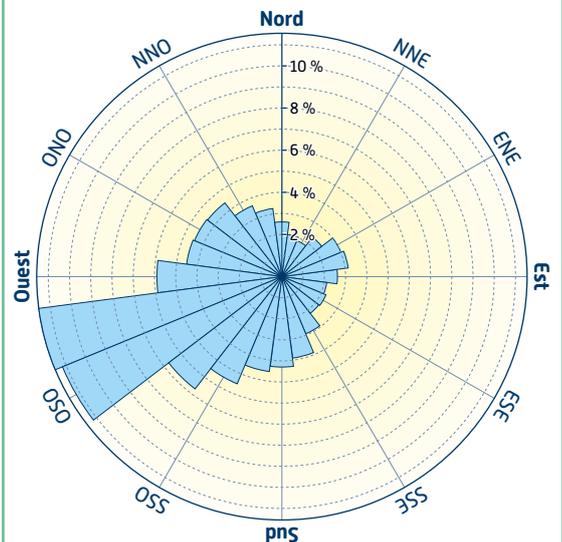
Selon les termes de l'appel d'offres, EMD devrait conclure un contrat de complément de rémunération, conformément aux articles L. 311-12 et suivants du code de l'énergie. Dans ce cadre, l'électricité produite serait commercialisée directement sur les marchés. EMD pourrait percevoir une prime de compensation ou rembourser une partie des gains à l'État en fonction du prix de l'électricité de marché en vue de garantir le tarif présenté dans l'offre d'EMD. Le contrat de complément de rémunération serait conclu pour une durée de 20 ans.



62-1 Cf page 119

ROSE DES VENTS SUR LE SITE D'IMPLANTATION DU PROJET DE DUNKERQUE

Fréquence des vents en fonction de leur provenance (en %) à une hauteur de 125,90 m



Source : EMD

Dans sa délibération du 6 juin 2019 ⁶²⁻¹, la CRE a indiqué que le tarif de référence proposé par le maître d'ouvrage EMD dans son offre est de 44 €/MWh. Ce prix très concurrentiel est fondé sur la durée de vie du projet (30 ans, soit 10 années de plus que le contrat de complément

de rémunération) et permet de couvrir le montant total :

- des dépenses d'investissement, liées au développement et à la construction ;
- des charges d'exploitation, qui représentent plus d'un tiers des revenus et sont principalement liées à la maintenance des éoliennes, aux taxes et aux assurances ;
- du démantèlement du parc éolien en mer estimé à environ 55 millions d'euros sans tenir compte de la revalorisation à la casse de certains matériaux (hors poste électrique en mer et raccordement au réseau sous la responsabilité de RTE).

À titre de comparaison, le prix spot moyen établi sur le marché de l'électricité était d'environ 50 € MWh en moyenne en 2018 ⁶³⁻¹.

Le projet de parc éolien en mer de Dunkerque offrirait donc une rentabilité caractéristique des investissements industriels de long terme. En effet, dans sa délibération, la CRE indique également que « *tous les candidats qui font appel à de la dette prévoient de la rembourser sur la durée du contrat de soutien, prioritairement à la rémunération des actionnaires. Cette dernière est donc nulle ou faible pendant une large partie des 20 ans du contrat de complément de rémunération, elle progresse en fin de contrat jusqu'à atteindre une valeur moyenne de 5,5 % pour les différents candidats* ».

La CRE a en outre confirmé la robustesse du plan d'affaires proposé par EMD, notamment au regard des tests de sensibilité demandés au titre du cahier des charges de l'appel d'offres [cf. lien p. 33] : variations du productible (10 %) et des coûts d'investissement (5 à 15 %), retard de mise en service (notamment 2 ans en phase développement pour tenir compte d'éventuels recours contre les autorisations), variation des taux d'emprunts...



63-1 Cf page 119

RETOMBÉES LOCALES : FOCUS SUR LA FISCALITÉ SPÉCIFIQUE AUX PARCS ÉOLIENS EN MER FRANÇAIS

Les éoliennes en mer sont soumises à une taxe spéciale, fixée par l'article 1519 B du Code général des impôts (CGI), au profit notamment des communes et des usagers de la mer.

Cette taxe doit être acquittée tous les ans par l'exploitant à partir de l'année suivant la mise en service du parc éolien. Le montant annuel de la taxe est inscrit à l'article 1519 B du CGI et est actuellement de 16 790 € par mégawatt installé, sachant que celui-ci évolue chaque année au rythme de l'indice de valeur du produit intérieur brut.

Selon une simulation réalisée par EMD, le montant annuel de la taxe pour le parc éolien en mer de Dunkerque serait, aux conditions 2020, de l'ordre de 7,7 à 10 millions d'euros (en fonction de la puissance totale installée). Le montant exact sera défini par les services fiscaux lorsque la puissance totale du parc aura été arrêtée. De même, la liste précise des communes bénéficiaires dépendra de la configuration finale du projet et de la disposition des éoliennes dans le parc.

Les règles de répartition des ressources issues de cette taxe, définies par l'article 1519 C du CGI, sont les suivantes :

- 50 % sont affectés aux communes littorales d'où les installations sont visibles, c'est-à-dire situées à moins de 12 milles marins (soit 22,2 km environ). Le montant qui revient à chacune des communes est fonction de leur population et de la distance de l'éolienne la plus proche ;
- 35 % sont affectés aux comités des pêches maritimes et des élevages marins. Ce pourcentage est réparti à raison de 15 % au profit du comité national, 10 % pour le comité régional et 10 % pour le comité départemental ;
- 10 % sont affectés, à l'échelle de la façade maritime, à l'Office français de la biodiversité (OFB) ;
- 5 % sont affectés aux organismes de secours et de sauvetage en mer (Société Nationale de Sauvetage en Mer [SNSM]).

2.5 Les alternatives et l'absence de mise en œuvre du projet

- **Pourquoi développer les énergies renouvelables ?**

Comme indiqué *en partie 1* du document, la loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte fixe des objectifs en matière de mix énergétique. Elle tend notamment à augmenter la part des énergies renouvelables et à réduire celle du nucléaire à 50 % dans la production d'électricité en 2035.

Sur la façade maritime Manche-Est - Mer du Nord, sept sites de production d'électricité sont présents dont quatre centrales nucléaires, une centrale à charbon et deux centrales à gaz. La majeure partie de l'électricité est produite par les centrales nucléaires.

Possédant de réels atouts pour développer son mix énergétique et ainsi répondre à l'enjeu national de transition écologique, la façade Manche-Est - Mer du Nord a vocation à devenir pionnière dans la production d'énergies marines renouvelables, en utilisant principalement l'énergie du vent. Concernant l'éolien en mer, quatre projets (dont trois en Normandie) totalisant une puissance de près de 2 000 MW sont en cours de développement ou en construction. Les premières mises en service sont attendues pour 2023.

- **Alternative à la production d'énergie éolienne en mer**

Une alternative en matière d'énergies marines renouvelables serait l'hydrolien. Toutefois, cette technologie en est encore au stade de la recherche et développement. Elle nécessite par ailleurs d'être implantée dans des zones aux conditions propices afin d'être pleinement efficiente. Ces conditions, en particulier celle de disposer de courants de marée importants, ne sont pas présentes au large de Dunkerque. Les zones favorables à l'installation d'hydroliennes ¹ sont moins nombreuses que pour l'éolien en mer, et sont plutôt situées au large du Cotentin et de

la Bretagne ou sur certains estuaires de fleuves. Il faut également rappeler qu'à l'heure actuelle, l'électricité d'origine hydrolienne a un coût de revient bien plus important que l'électricité qui sera produite par le parc éolien au large de Dunkerque (environ 200 à 300 €/MWh contre 44 €/MWh). D'autres technologies comme l'énergie thermique des mers ont un potentiel dans les zones tropicales mais pas en France métropolitaine. L'éolien en mer apparaît donc à ce jour comme l'énergie marine renouvelable dont le développement est le plus intéressant.

Comme indiqué précédemment, le vent étant plus fort et plus régulier en mer qu'à terre, les éoliennes en mer fonctionnent en moyenne deux fois plus de temps que les éoliennes à terre, et sont deux à quatre fois plus puissantes que les éoliennes terrestres, ce qui permet d'installer des parcs de grande puissance et de produire plus d'électricité par éolienne. Il serait théoriquement possible de remplacer un parc éolien en mer par d'autres moyens de production d'électricité renouvelable, toutefois, c'est la complémentarité et la diversité des énergies renouvelables qui permettent d'assurer une production électrique répartie. La PPE prévoit donc un développement équilibré des différentes filières d'électricité renouvelable, dans laquelle l'éolien en mer tient un rôle important (*cf. partie 1*).

- **Absence de mise en œuvre du projet**

L'absence de mise en œuvre du projet de parc éolien en mer de Dunkerque serait de nature, en l'absence de solution de substitution qu'il appartiendrait à l'État de rechercher, à compromettre l'atteinte des objectifs en matière de développement des énergies renouvelables (*cf. partie 1*). Cette absence conduirait en tout état de cause à ne pas tirer parti du potentiel maritime éolien de la façade des Hauts-de-France, qui est l'un des meilleurs en France, ni des retombées associées.

¹ Hydrolienne: turbine sous-marine qui utilise l'énergie cinétique des courants marins (force et vitesse) pour produire de l'électricité, comme une éolienne utilise l'énergie du vent.

En cas de désistement d'EMD, sauf s'il résulte d'une cause qui lui est extérieure, les garanties financières détaillées ci-après s'appliquent. EMD s'est en effet engagé à constituer conformément au cahier des charges de l'appel d'offres, les différentes garanties financières relatives :

- aux études et travaux préliminaires de développement du projet, d'un montant 50 M€, au bénéfice de l'État. Cette garantie a déjà été constituée, suite à la désignation du lauréat de l'appel d'offres, et sera restituée lors de l'émission de la garantie ci-après ;
- aux études et travaux d'installation, d'un montant évolutif compris entre 45 M€ et 90 M€, au bénéfice de l'État. Cette garantie étant à constituer au plus tard à la date de dépôt des demandes d'autorisations et restituée à la mise en service de la totalité du parc éolien ;
- au démantèlement, d'un montant évoluant progressivement de 20 à 50 M€ environ durant la phase d'exploitation du projet, au bénéfice de l'État. La part initiale de cette garantie étant à constituer lors de la prise d'effet du contrat de complément de rémunération mentionné précédemment, l'ensemble de la garantie étant restituée lors de l'achèvement des travaux de démantèlement du parc éolien.

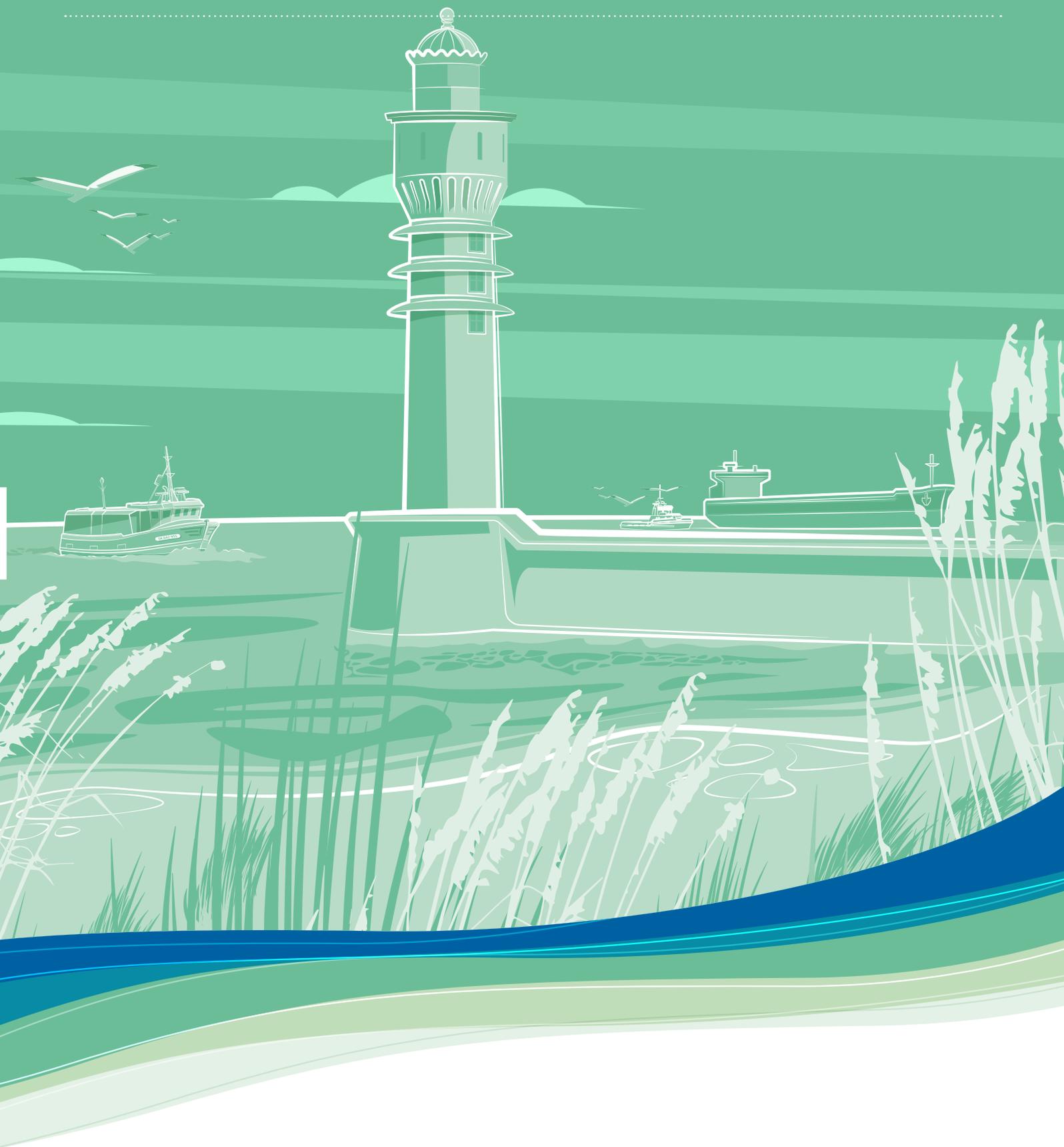


© RTE - HAPPYDAY

CHAPITRE

3

L'insertion du projet au sein du territoire



Le projet s'inscrit dans un contexte biologique et physique spécifique à la zone d'implantation du parc éolien en mer et de son raccordement. Celle-ci présente, selon les enjeux, des contraintes parfois génériques et indépendantes du site, parfois très spécifiques.



68-1 Cf page 119

Ces enjeux, lorsqu'ils sont bien documentés, font l'objet d'un travail bibliographique approfondi et d'échanges de connaissances avec les acteurs du territoire [68-1](#). Les maîtres d'ouvrages s'appuient sur des expertises dédiées et locales pour réaliser des investigations complémentaires sur le terrain, afin de caractériser au mieux la zone et qualifier les impacts potentiels du projet sur l'environnement. L'évaluation des impacts du projet bénéficiera du retour d'expérience des

autres parcs éoliens en mer, qui existent depuis plus de 20 ans.

Comme présenté précédemment, les actionnaires d'EMD et RTE ont assuré le développement, la construction et l'exploitation de nombreux projets éoliens en mer (en Mer du Nord notamment) et de leur raccordement, ainsi que d'interconnexions sous-marines, conférant aux maîtres d'ouvrage une expérience significative en matière d'intégration des enjeux environnementaux dans ces projets. EMD et RTE s'engagent à mettre à profit cette expérience pour développer le projet éolien au large de Dunkerque en mettant en œuvre les meilleures pratiques visant à préserver l'environnement et la biodiversité.

3.1 Démarche d'évaluation environnementale mise en œuvre

Comment les milieux sont-ils appréhendés ?

Les maîtres d'ouvrage EMD et RTE ont engagé ou ont prévu d'engager des études de site afin de disposer des données nécessaires à la réalisation de l'étude d'impact environnemental. Ce document doit permettre de décrire l'état initial du site, d'évaluer les impacts du projet et de présenter les mesures environnementales liées à son déploiement. L'étude d'impact environnemental constitue une pièce essentielle des demandes d'autorisations administratives pour la construction et l'exploitation du parc éolien et de son raccordement.

Les études engagées portent sur différents compartiments pour lesquels des campagnes d'acquisition de données en mer ont été prévues, pour certaines, dès 2017 et se poursuivront en 2020 et 2021. Ces études concernent :

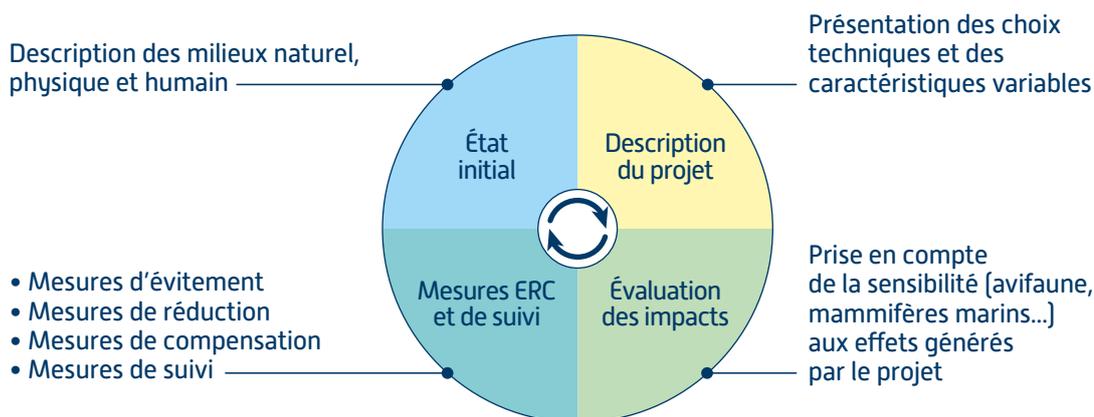
- les caractéristiques physiques du milieu : nature et morphologie des fonds, courantologie, environnements sonores sous-marin et aérien, qualité des eaux et des sédiments... ;
- les mammifères marins : espèces, densité, répartition, saisonnalité ;
- les espèces halieutiques (poissons et espèces d'intérêt pour la pêche) : état de la ressource, dynamique de reproduction des espèces ;

- la faune benthique ¹ sous-marine : prélèvements et analyse de la qualité des peuplements ;
- la faune volante (oiseaux et chiroptères) : mesures des flux par déploiement de radars spécifiques et d'enregistreurs acoustiques ;
- la faune terrestre et les habitats : inventaires naturalistes, identification des zones humides... ;
- l'archéologie sous-marine : campagnes d'études et diagnostic archéologique ;
- le paysage : prises de vue, photomontages et analyse des enjeux patrimoniaux.

Cette liste, non exhaustive, se déploie dans le temps et dans l'espace. Une première partie d'acquisition de données a été initiée par des organismes mandatés par l'État dans le cadre de la procédure de dialogue concurrentiel, elles sont maintenant reprises et complétées par les maîtres d'ouvrage.

La zone d'étude est à géométrie variable : afin de couvrir la diversité des compartiments biologiques, les échelles d'études et d'observations s'étendent de quelques mètres, centaines de mètres (par exemple : espèces sous-marines sédentaires) à plusieurs dizaines de kilomètres (par exemple : oiseaux migrateurs ou mammifères marins). C'est la raison pour laquelle les maîtres d'ouvrage étudient les

QU'EST-CE QU'UNE ÉTUDE D'IMPACT ?



enjeux environnementaux au moyen de campagnes en bateau, en avion, par observations directes ou par outils de mesures déportés (sonars, radars, hydrophones, capteurs chimiques et physiques...).

Par ailleurs, comme présenté précédemment, le projet pourra bénéficier d'autorisations à caractéristiques variables. Les maîtres d'ouvrage proposeront ainsi plusieurs choix techniques et d'aménagement qui seront en cohérence avec les enjeux identifiés pour optimiser son intégration dans l'environnement.

Des études réalisées dès la phase d'appel d'offres de l'État

De premières expertises, réalisées dès la phase d'appel d'offres, ont permis aux maîtres d'ouvrage d'appréhender les principaux enjeux environnementaux du site et d'identifier les études les plus pertinentes devant être menées pour réaliser une évaluation environnementale robuste dans le cadre de l'étude d'impact environnemental.

Parmi celles-ci, les études dites de dérisquage coordonnées par l'OFB pour le compte de l'État et transmises aux candidats de l'appel d'offres ont constitué une première base d'informations sur l'avifaune ², les mammifères marins et le bruit sous-marin ambiant. Ces études ont principalement concerné la zone du projet.

Le maître d'ouvrage EMD a également fait réaliser des études environnementales spécifiques et complémentaires afin d'intégrer au mieux les enjeux environnementaux dans son offre.

Un accompagnement par des experts reconnus et une intégration forte du tissu scientifique et associatif environnemental

Dans cette optique et conscient des enjeux importants du site, EMD a retenu des bureaux d'études spécialisés, dont certains se sont constitués en consortiums afin de croiser et mutualiser leurs expertises [cf. annexe 4].

Les maîtres d'ouvrage considèrent comme essentiel et incontournable l'apport des associations locales, en particulier sur la thématique avifaune, ce qui les a conduits à solliciter un consortium d'experts intégrant des associations locales détentrices de l'historique et de la connaissance du territoire.

Une approche transfrontalière intégrée par les maîtres d'ouvrage

Compte tenu de sa localisation, l'appréciation des enjeux et effets du projet à une échelle élargie, transfrontalière, est essentielle. C'est la raison pour laquelle EMD a pris l'attache du Royal Belgian Institute of Natural Sciences (RBINS) ³, en charge des suivis environnementaux des parcs éoliens en mer belges. Cet organisme scientifique de grande renommée sera associé aux expertises environnementales menées par EMD, pour les compartiments relatifs à la mégafaune marine notamment (mammifères marins et avifaune). La pertinence de cette collaboration tient en particulier au fait que le RBINS soit en charge depuis 2014 du suivi des impacts des projets éoliens en mer au large de la Belgique ⁴ 69-2.



69-2 Cf page 119

¹ Benthique(s) [espèces ou faune] : espèces vivantes, animales ou végétales, vivant sur ou à proximité immédiate des fonds sous-marins. Les peuplements benthiques sont également appelés communément « benthos ».

² Avifaune : Ensemble des espèces d'oiseaux

³ Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique

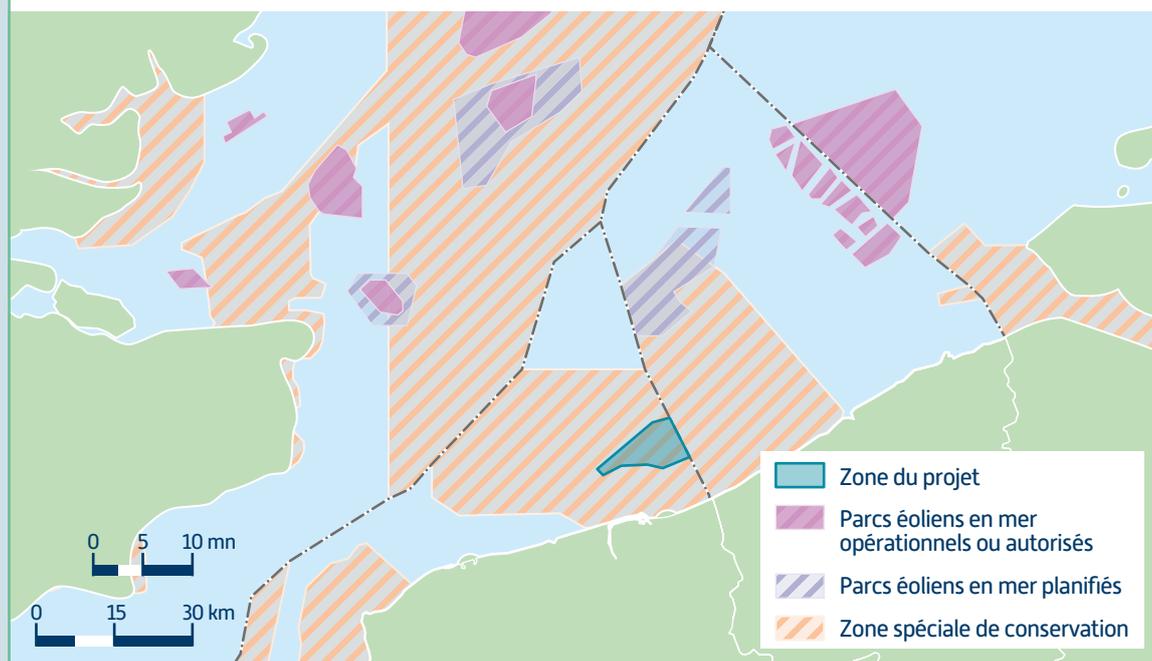
⁴ Bailey H., Brookes K.L., Thompson P.M. *Assessing environmental impacts of offshore wind farms: lessons learned and recommendations for the future.*

LES EFFETS CUMULÉS DES PARCS ÉOLIENS EN MER EN CONTEXTE TRANSFRONTALIER

L'appréciation des enjeux et impacts transfrontaliers sera menée en partenariat avec le RBINS, avec lequel EMD a initié les échanges en 2018. Il est ainsi prévu de déterminer les effets concomitants et/ou récurrents des autres projets et/ou activités et du parc éolien. Les maîtres d'ouvrage s'engagent ainsi à

contribuer efficacement à l'amélioration des connaissances afin d'être en mesure d'établir l'analyse des effets cumulés au regard de la sous-région « sud de la Mer du Nord », incluant également d'autres projets de parcs éoliens en mer français et à l'étranger.

MAMMIFÈRES MARINS - EXEMPLE D'EFFETS CUMULÉS POTENTIELS



Augmentation du dérangement en phase de construction si des travaux maritimes sont concomitants et réduction temporaire des espaces fonctionnels

Source : EMD

Ce programme de suivi annuel du RBINS agrège et synthétise l'ensemble des compartiments étudiés. Le rapport publié chaque année bénéficie des précédents et permet de disposer, à date, de plus de six ans d'études et d'analyses. La proximité des parcs éoliens belges et l'indépendance du royaume vis-à-vis des projets français ont amené EMD à solliciter, avec succès, le support de l'équipe belge en charge de ces expertises.

Cette démarche de partage devrait également faciliter les échanges nécessaires à une évaluation robuste des effets cumulés transfrontaliers du projet.

Des engagements forts des maîtres d'ouvrage en termes de mesures environnementales

Conformément à l'article R.122-5 du code de l'environnement, EMD et RTE doivent mettre en

place des suivis des impacts environnementaux, pour l'ensemble des phases du projet, ainsi que des mesures d'évitement, de réduction et, le cas échéant, de compensation des impacts du projet.

Par ailleurs, EMD s'est engagé, dans le cadre de sa réponse à l'appel d'offres de l'État, à allouer un budget de plus de 40 millions d'euros pour la réalisation de ces mesures environnementales qui prendront en compte l'ensemble des compartiments de l'environnement. Il est par exemple prévu de suivre l'évolution morpho-bathymétrique des fonds pour comprendre la dynamique des écosystèmes, d'installer un radar de suivi de l'avifaune ou encore de suivre les peuplements de la colonne d'eau et la mégafaune marine en phase de construction puis en phase d'exploitation du projet.

3.2 Synthèse des enjeux environnementaux du site identifiés à ce stade

3.2.1 L'ESPACE MARIN

3.2.1.1 Les sites Natura 2000



Deux directives européennes ¹ constituent la base réglementaire du réseau écologique européen Natura 2000 :

- la directive « Oiseaux » ², du 2 avril 1979, vise la conservation à long terme des espèces d'oiseaux sauvages de l'Union européenne ; *En savoir plus* ⁷¹⁻¹
- la directive « Habitats faune flore », du 21 mai 1992, établit un cadre pour les actions communautaires de conservation d'espèces de faune et de flore sauvages ainsi que de leur habitat.

Les sites désignés au titre de ces deux directives forment le réseau Natura 2000 et font l'objet de mesures particulières de protection.

En savoir plus ⁷¹⁻²

Le projet de parc éolien en mer de Dunkerque et son raccordement se situent au sein de deux zones Natura 2000 toutes deux 100 % maritimes, dénommées « Bancs des Flandres » et définies au titre respectivement de la directive « Oiseaux » et de la directive « Habitats ».

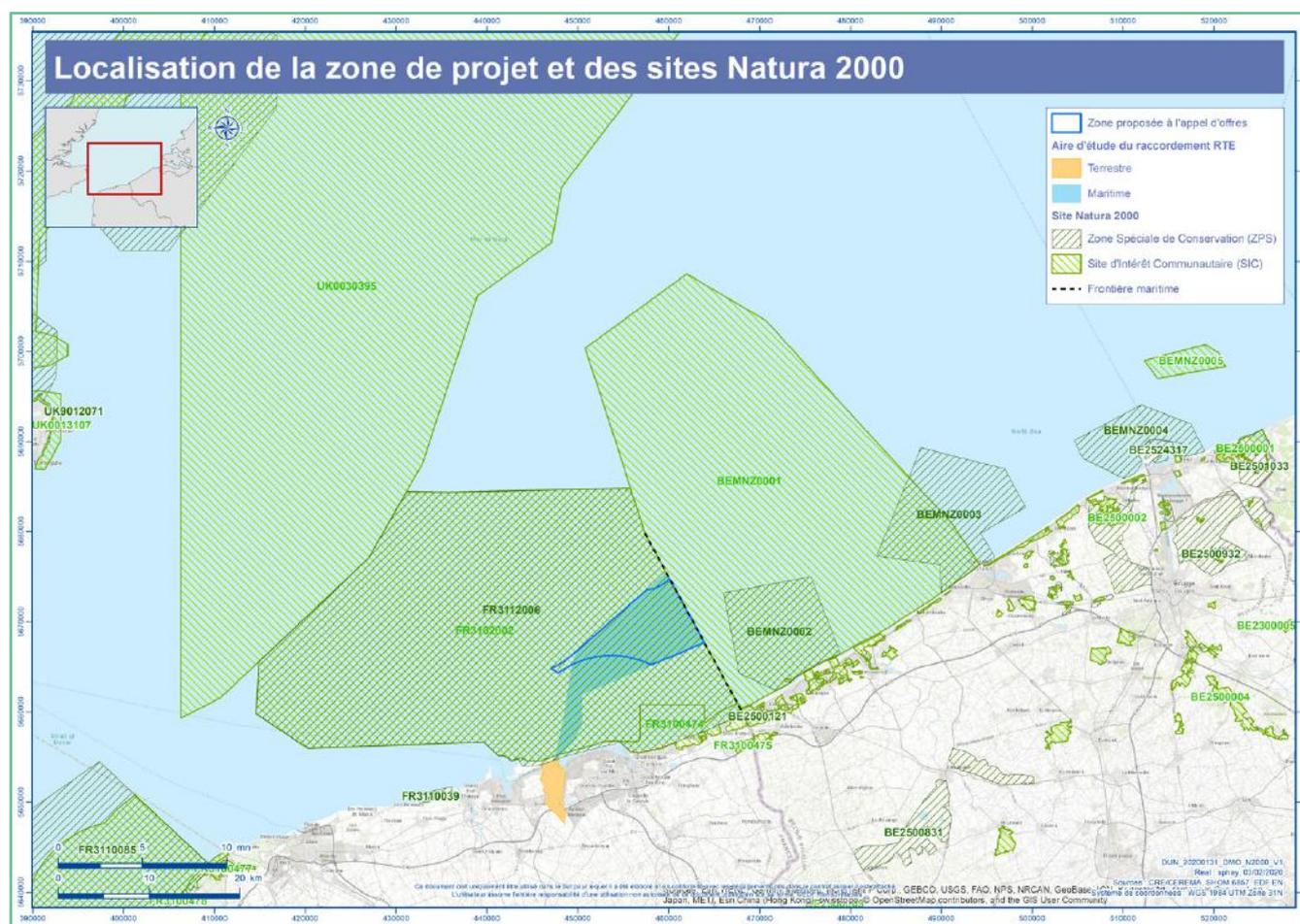
Le périmètre de la zone proposée à l'appel d'offres représente de l'ordre de 5 % de la superficie de ces sites qui s'étendent de la frontière belge, à l'Est, jusqu'au droit de Calais, à l'Ouest.



71-2 Cf page 119



71-1 Cf page 119



- 1 Transposées en droit interne au chapitre IV du titre 1^{er} du livre IV du Code de l'environnement
- 2 Directive du Conseil du 2 avril 1979 concernant la conservation des oiseaux sauvages (79/409/CEE)



Sterne naine

Marsouin commun

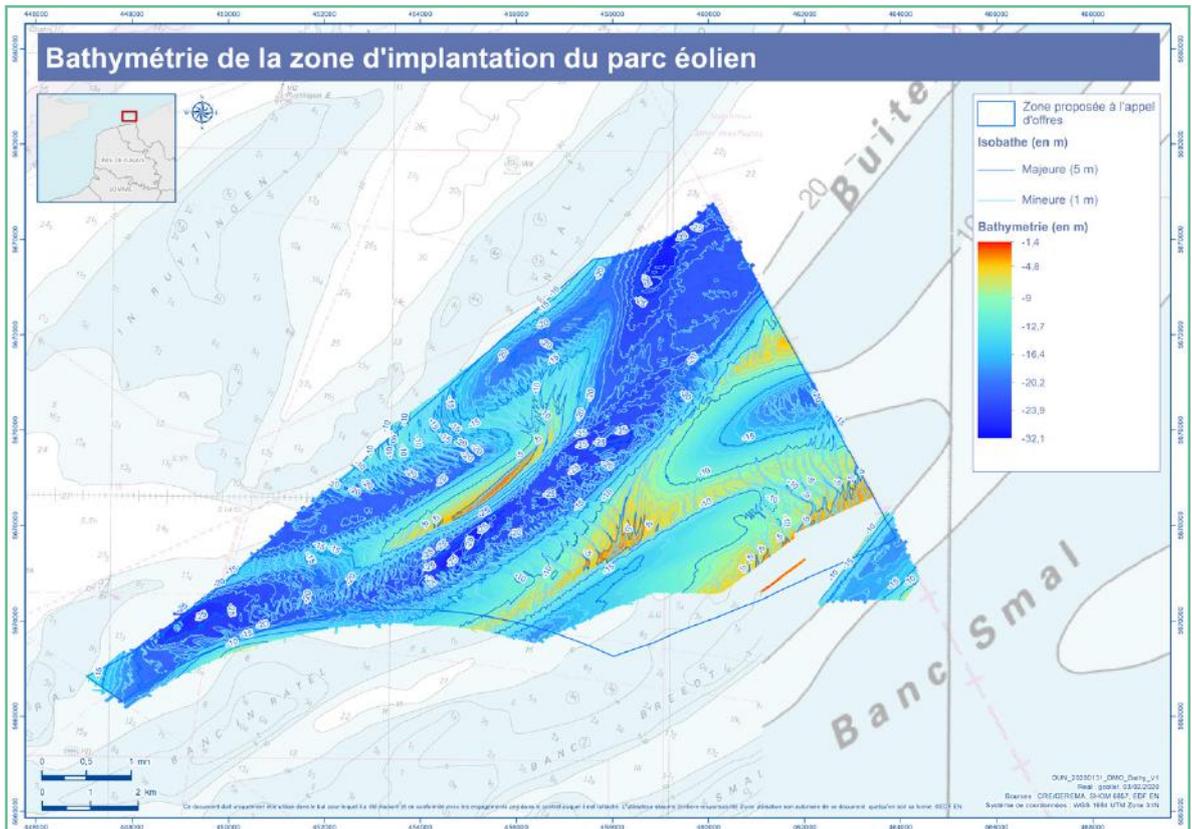
Guillemot de Troil

L'intérêt écologique de la ZPS ❶ « Bancs des Flandres » est la présence d'oiseaux marins d'intérêt communautaire en grand nombre. Au total, 25 espèces d'oiseaux d'intérêt communautaire, principalement migrateurs, sont recensées sur la zone.

La présence de la ZSC ❷ « Bancs des Flandres » se justifie, quant à elle, par la présence de bancs de sable accueillant des phoques gris et des phoques veaux-marins ainsi que de nombreux marsouins communs.

Il est à noter que plusieurs autres sites Natura 2000 en mer, localisés dans les eaux territoriales belges et anglaises, sont également situés à proximité de la zone d'implantation du projet.

Une étude d'évaluation des incidences au titre des sites Natura 2000 sera menée dans le cadre des demandes d'autorisations des maîtres d'ouvrage afin d'assurer la conformité du projet avec les objectifs de conservation des sites concernés.



- ❶ Zones de protection spéciale [ZPS] : créées dans le cadre de la directive européenne « Oiseaux » et relatives à leur protection, les ZPS sont intégrées au réseau européen des sites écologiques Natura 2000.
- ❷ Zone spéciale de conservation [ZSC] : créées dans le cadre de la directive Habitats en 1992, elles ont pour objectif la conservation de sites écologiques présentant soit des habitats naturels ou semi-naturels d'intérêt communautaire, de par leur rareté, ou le rôle écologique primordial qu'ils jouent ; soit des espèces de faune et de flore d'intérêt communautaire, là aussi pour leur rareté, leur valeur symbolique, le rôle essentiel qu'ils tiennent dans l'écosystème.

3.2.1.2 Le milieu physique

Le contexte hydro-sédimentaire

Le site d'implantation du projet se caractérise par la présence de bancs de sable et de dunes hydrauliques se déplaçant au gré des courants de marée et des courants induits par les vents moyens et les tempêtes. Les profondeurs d'eau varient d'environ 1 à 30 mètres par rapport au niveau des plus basses-mers.

Ces structures sont plus ou moins dynamiques, à des échelles de temps plus ou moins importantes. Ainsi, les bancs se rapprochent du littoral à une vitesse pouvant aller jusqu'à 10 mètres par an, alors que les dunes, qui sont situées sur les bancs, se déplacent vers le nord-est.

Afin de mieux anticiper les enjeux liés à ces mobilités sédimentaires, les maîtres d'ouvrage, dès la phase d'appel d'offres, ont engagé des études de site et des expertises dédiées. Ces

études se poursuivent et permettront, à terme, de dimensionner les infrastructures du parc (choix de localisation des installations, cf. carte, partie 2, page 45) garantissant ainsi une moindre incidence environnementale.

La qualité de l'eau de mer

La zone de projet se situe au sein des masses d'eau identifiées ³ dans le cadre de la directive cadre sur l'eau (DCE).

L'Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer (IFREMER) et le laboratoire de Boulogne-sur-Mer réalisent des suivis de la qualité de l'eau respectivement pour le suivi des zones conchylicoles ⁴ et pour évaluer l'influence des apports continentaux dans le milieu marin. Il ressort de ces suivis que :

- la qualité des eaux littorales est directement sous l'influence des bassins versants et dépend largement de la période de l'année ;

LE PROJET DE RECHERCHE ET DÉVELOPPEMENT (R&D) « DUNES » PORTÉ PAR FRANCE ÉNERGIES MARINES

Avec la coordination de France Énergies Marines, le SHOM ⁵ pilote le projet scientifique de R&D intitulé « DUNES » qui a pour objectif de mieux comprendre la dynamique sédimentaire et écosystémique des dunes sous-marines et de proposer aux industriels du secteur des énergies marines renouvelables une meilleure connaissance des environnements soumis à ces contraintes. EDF Renouvelables, actionnaire d'EMD, et RTE se sont engagés comme partenaires de ce programme, afin d'obtenir une meilleure connaissance des processus physiques et biologiques spécifiques à ce milieu dunaire et d'en comprendre son fonctionnement.

Le site d'étude de ce programme de recherche se situe au sein du réseau dunaire localisé au large de Dunkerque. Ce programme a été lancé en 2019 et s'étendra sur une durée de trois ans. Les premiers résultats obtenus permettront d'alimenter la connaissance et l'étude d'impact du projet. Les résultats finaux permettront de caractériser la structure des dunes dans une approche complémentaire à celle déjà initiée par les maîtres d'ouvrage dans le cadre de l'étude d'impact et des études de géosciences nécessaires à la conception technique du projet. Ils seront également utiles aux acteurs du territoire et aux futurs projets localisés sur des sites semblables, leur portée étant plus large que le site d'étude. ⁷³⁻¹



73-1 Cf page 119

Ce projet bénéficie d'une aide de l'État, gérée par l'Agence Nationale de la Recherche (ANR) au titre du programme Investissements d'Avenir. Ses partenaires sont présentés ci-dessous.



³ FRA C01 Frontière belge – Malo et FRAC02 Malo-Gris Nez

⁴ Conchyliculture : élevage de coquillages ou de tout mollusque bivalve. Les types les plus courants de conchyliculture sont l'ostréiculture (élevage des huîtres) et la mytiliculture (élevage des moules).

⁵ SHOM : Service hydrographique et océanographique de la Marine

ainsi, lors d'évènements pluviaux importants, on constate une dégradation de la qualité bactériologique des masses d'eaux côtières, cette qualité ayant tendance à s'améliorer avec l'éloignement à la côte. Par ailleurs, les apports de nutriments par les fleuves et cours d'eau peuvent engendrer, certaines années, le plus souvent au printemps et en début d'été, des proliférations d'algues microscopiques (phytoplancton). Ces proliférations sont limitées dans le temps, dépendantes de facteurs météorologiques et donc sensibles aux changements climatiques ;

- la zone d'étude est caractérisée par des températures d'eau comprises entre 5 et 20°C. Les turbidités ¹ moyennes enregistrées sur la zone sont globalement faibles et les teneurs en MES ² sont de l'ordre de 2 à 10 mg/L. Les évènements météorologiques, les apports des bassins versants et les évènements biologiques évoqués précédemment, rendent ce paramètre extrêmement variable : de quelques mg/L à plus de 1 000 mg/L. À ce titre, il est nécessaire de rappeler que ces apports sont une des conditions pour la bonne santé des écosystèmes littoraux ;

Compte tenu de la nature des sédiments dans le secteur des dunes, les travaux d'installation des fondations et des câbles électriques sont peu susceptibles de générer une turbidité supérieure à celle habituellement observée dans la zone. Un panache turbide peut apparaître de manière transitoire autour de la zone de construction et

sera rapidement dispersé au regard des courants présents sur la zone. La turbidité générée par les travaux fera l'objet d'une modélisation dans le cadre de l'étude d'impact.

Par ailleurs, RTE sera vigilant lors de l'ensouillage des câbles de raccordement à la qualité des sédiments à l'approche du GPMD afin d'éviter tout remaniement de sédiments pollués. En conformité avec la Loi sur l'eau, RTE mènera des analyses physico-chimiques des sédiments en amont des travaux pour éviter les zones potentielles de sédiments pollués (la teneur des sédiments en métaux lourds, HAP, PCB et TBT est notamment analysée).

Il est à noter que les maîtres d'ouvrage mèneront des études spécifiques sur la qualité des sédiments et sur la dynamique hydro-sédimentaire. RTE intégrera par ailleurs une modélisation de la dispersion des matières en suspension en phase chantier, qui permettra de vérifier la validité des hypothèses issues des études.

Les impacts potentiels liés au relargage de déchets ou de contaminants sont maîtrisables. Pendant la phase de travaux, ils seraient liés à des pollutions accidentelles par les navires. Or la gestion des déchets et des pollutions font l'objet de prescriptions particulières et strictes auprès des entreprises prestataires. En phase exploitation, lorsqu'une protection des câbles par recouvrement est nécessaire, des matériaux inertes sont utilisés.

LA PROTECTION DES FONDATIONS CONTRE LA CORROSION

Toute structure métallique installée dans le milieu marin subit une dégradation par corrosion si elle n'est pas protégée. C'est pourquoi, les fondations seront dotées d'un système de protection cathodique qui peut être de deux types :

- **les anodes sacrificielles** qui ont pour rôle de protéger les structures de l'agression de l'eau de mer. Ces anodes, conçues et choisies pour avoir un potentiel électrochimique plus négatif que le métal de la structure à protéger, sont très souvent composées d'aluminium et de zinc. Elles vont se dégrader dans le milieu en lieu et place des fondations ;

- **les protections par courant imposé** permettent, par la circulation d'un faible courant électrique entre deux anodes, de protéger la structure de la corrosion. Des câbles électriques parcourent la fondation afin de transporter l'électricité jusqu'aux anodes. Dans ce procédé, les anodes ne sont pas dégradées.

Les maîtres d'ouvrage étudieront la meilleure solution technique au regard des caractéristiques du site et de l'environnement marin, que ce soit pour les fondations des éoliennes, ou celles du poste électrique en mer.

¹ Turbidité: la turbidité de l'eau correspond à la concentration de matières en suspension dans la masse d'eau, calculée en grammes par litre et mesurée avec un turbidimètre.

² MES : Matière en suspension



3.2.1.3 Le milieu biologique

Les études existantes montrent que le site se caractérise également par de nombreuses espèces vivant sur la zone.

Espèces benthiques

Les fonds marins sont colonisés par des espèces animales et végétales, appelées espèces benthiques, également désignées sous l'appellation générique de « benthos ».

Sur le site du projet, la présence de bancs et de dunes hydrauliques, les courants forts et les variations importantes de bathymétrie conditionnent la vie de ces espèces.

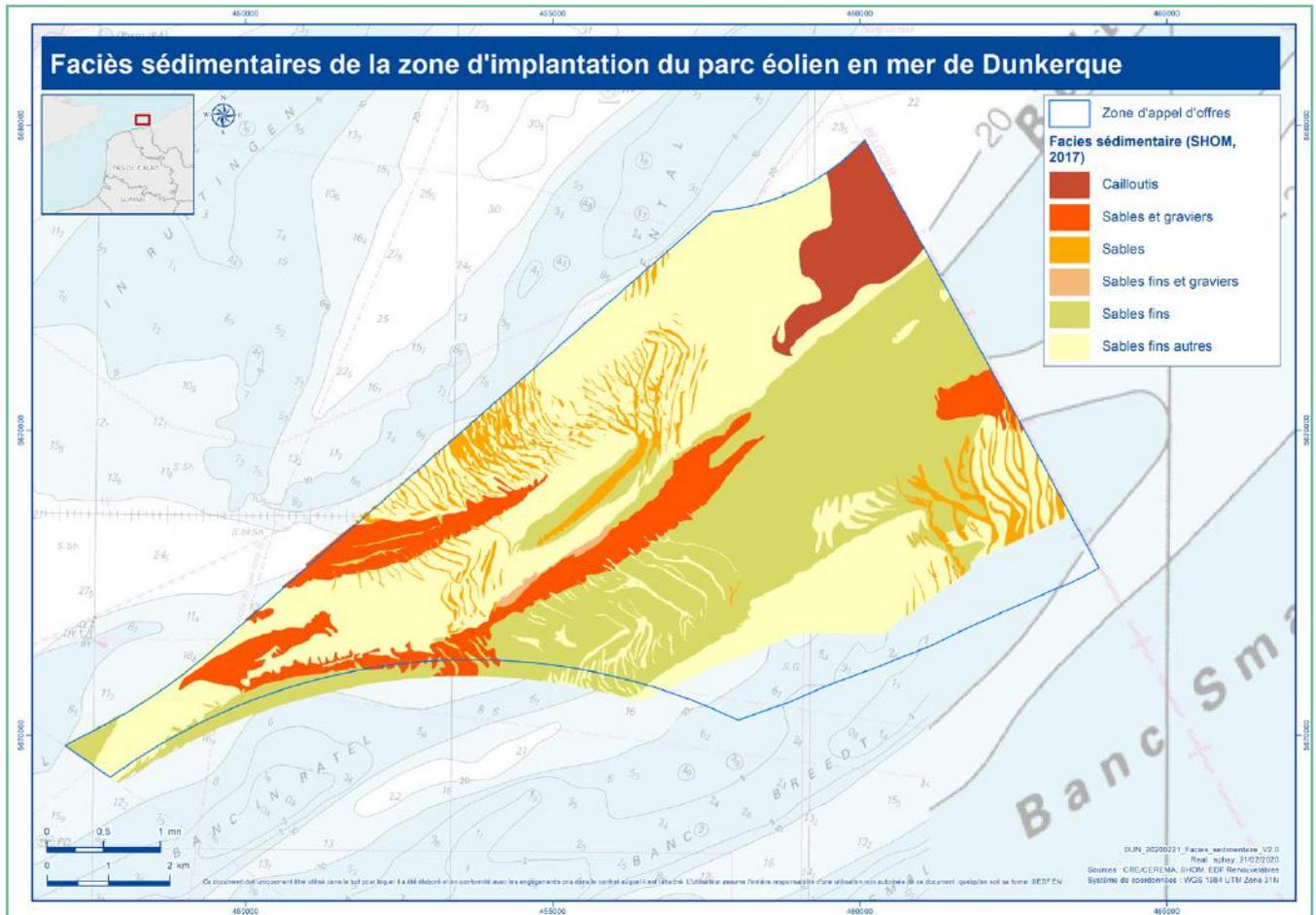
Dans le cadre de sa réponse à l'appel d'offres, le maître d'ouvrage EMD a mandaté en 2018 le bureau d'études IDRA BIOGLITTORAL pour la réalisation d'une campagne de prélèvements bio-sédimentaires sur la zone d'implantation du projet. Les résultats de cette étude confirment les résultats des campagnes scientifiques historiquement menées par l'IFREMER et l'ULCO : la zone peut être caractérisée comme étant en bonne santé écologique et comporte des espèces caractéristiques des bancs de sable.

EMD complète en 2020 cette étude par une seconde campagne de prélèvements sur site, réalisée par le même bureau d'études, dans le cadre de l'étude d'impact du projet.

RTE a également prévu de réaliser une campagne de prélèvement benthique en 2020. Le protocole scientifique sera établi sur la base de la bibliographie et des directives cadres sur le milieu marin (DCSMM) et directive cadre sur l'eau (DCE).

Il est à noter que les travaux d'installation du parc éolien et de son raccordement engendreront temporairement des perturbations sur le benthos, à proximité des fondations et des différents câbles électriques. Les principaux effets attendus sont liés aux interventions sur les fonds : remaniement et remise en suspension des sédiments pouvant engendrer, transitoirement, une augmentation de turbidité qui sera localisée aux abords de la zone de chantier.





76-1 Cf page 119

Les retours d'expérience issus d'autres projets à proximité ¹ 76-1 et d'autres activités ayant un effet similaire ² 76-2 montrent que les fonds sont rapidement recolonisés par les communautés benthiques typiques de ces habitats.



76-2 Cf page 119

Les principaux effets attendus en phase d'exploitation sont liés à l'introduction de structures dures (pieux et autres fondations, protections des câbles) au sein de substrats meubles. Ces structures seront colonisées par des espèces spécifiques, opportunistes, qui peuvent concurrencer ou déséquilibrer l'écosystème initial. Ces nouveaux biotes ² induisent une diversification des habitats voire des fonctionnalités écologiques. Une augmentation locale de la diversité spécifique pourrait être observée.



76-3 Cf page 119

Les impacts potentiels liés aux émissions de champs électriques et magnétiques (CEM) sur

le milieu marin font encore l'objet d'incertitudes mais les connaissances scientifiques progressent. À ce jour, les études in situ n'ont pas mis en évidence d'impact significatif sur la faune benthique et plus largement sur les poissons.

En phase d'exploitation, l'impact potentiel de la modification de la température au voisinage des câbles sous-marins est très localisé et jugé globalement négligeable ³ 76-3.

En 2016, RTE a confié à TBM environnement, associé à l'IFREMER, une étude de la faune benthique se développant sur des câbles électriques (deux liaisons de raccordement de l'île de Jersey : Normandie 1 en avarie de fonctionnement et Normandie 2 [90 MW]). Cette étude n'a pas mis en évidence d'influence des ondes électromagnétiques ni de la température du câble sur les organismes benthiques sessiles (fixés) dans ce contexte.

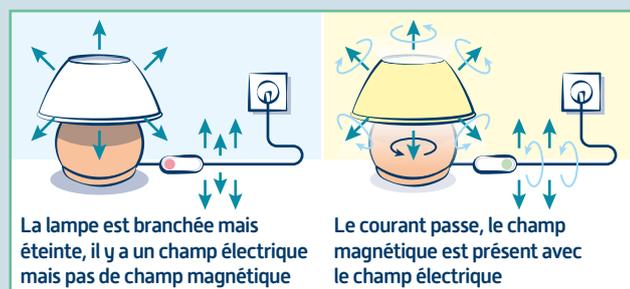
¹ De Backer Annelies & Hostens Kris. *Soft sediments epibenthos and fish monitoring at the Belgian offshore wind farm area: situation 6 and 7 years after construction.*
² Biote(s) : Ensemble des organismes vivants présents dans un habitat.
³ Carlier Antoine, Vogel Camille, Alemany Juliette (2019). *Synthèse des connaissances sur les impacts des câbles électriques sous-marins : Phases de travaux et d'exploitation. Etude du compartiment benthique et des ressources halieutiques.*

CHAMPS ÉLECTROMAGNÉTIQUES

1. Qu'est-ce qu'un champ électrique, magnétique, électromagnétique ?

La notion de champ traduit l'influence que peut avoir un objet sur l'espace qui l'entoure : notre planète la Terre crée, par exemple, un champ de pesanteur qui se manifeste par les forces de gravitation.

Les champs électriques et magnétiques se manifestent par l'action des forces électriques. S'il est connu depuis longtemps que les champs électriques et magnétiques se composent pour former les champs électromagnétiques (CEM), cela est surtout vrai pour les hautes fréquences. Pour les fréquences extrêmement basses, dont celle à 50 Hz, ces deux composantes peuvent exister indépendamment :



Par conséquent, pour le réseau de transport d'électricité à 50 Hz, il faudra distinguer le champ magnétique [CM50] et le champ électrique [CE50].

2. CEM et Santé – État des connaissances

De nombreuses expertises ont été réalisées ces 35 dernières années concernant l'effet éventuel des champs électriques et magnétiques sur la santé, par des organismes officiels tels que l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé), et le CIRC (Centre International de Recherche sur le Cancer). L'ensemble de ces expertises conclut d'une part, à l'absence de preuve d'un effet significatif sur la santé, et s'accorde, d'autre part, à reconnaître que les champs électriques et magnétiques ne constituent pas un problème de santé publique.

Ces expertises ont permis à des instances internationales telles que la Commission internationale de protection contre les rayonnements non ionisants (ICNIRP) d'établir des recommandations sanitaires (« Health Guidelines ») relatives à l'exposition du public aux champs électriques et magnétiques. Ces recommandations sanitaires ⁴ constituent la base de la réglementation et, notamment, la Recommandation européenne de 1999.

3. Réglementation en vigueur

En juillet 1999, le Conseil des Ministres de la Santé de l'Union Européenne a adopté une recommandation ⁵ sur l'exposition du public aux CEM. La recommandation, qui couvre toute la gamme des rayonnements non ionisants (de 0 à 300 GHz), a pour objectif d'apporter aux populations « un niveau élevé de protection de la santé contre les expositions aux CEM ». À noter que les limites préconisées dans la recommandation sont des valeurs instantanées applicables aux endroits où « la durée d'exposition est significative ».

Unité de mesure	Champ électrique Volt par mètre [V/m]	Champ magnétique micro Tesla [μT]
Recommandation Européenne Niveaux de référence mesurables pour les champs à 50 Hz	5 000 V/m	100 μT

La France applique cette recommandation européenne : tous les nouveaux ouvrages électriques doivent ainsi respecter un ensemble de conditions techniques définies par un arrêté interministériel. Celui en vigueur, l'arrêté technique du 17 mai 2001, reprend [article 12 bis] les limites de 5 000 V/m et de 100 μT, issues de la recommandation européenne.

Le dispositif des plans de contrôle et de surveillance des CEM, mis en place par le décret n° 2011-1697 du 1^{er} décembre 2011, étend la limite de 100 μT à l'ensemble du réseau et permet de vérifier par des mesures directes et indépendantes que ces valeurs sont également respectées dans les zones fréquentées régulièrement par le public.

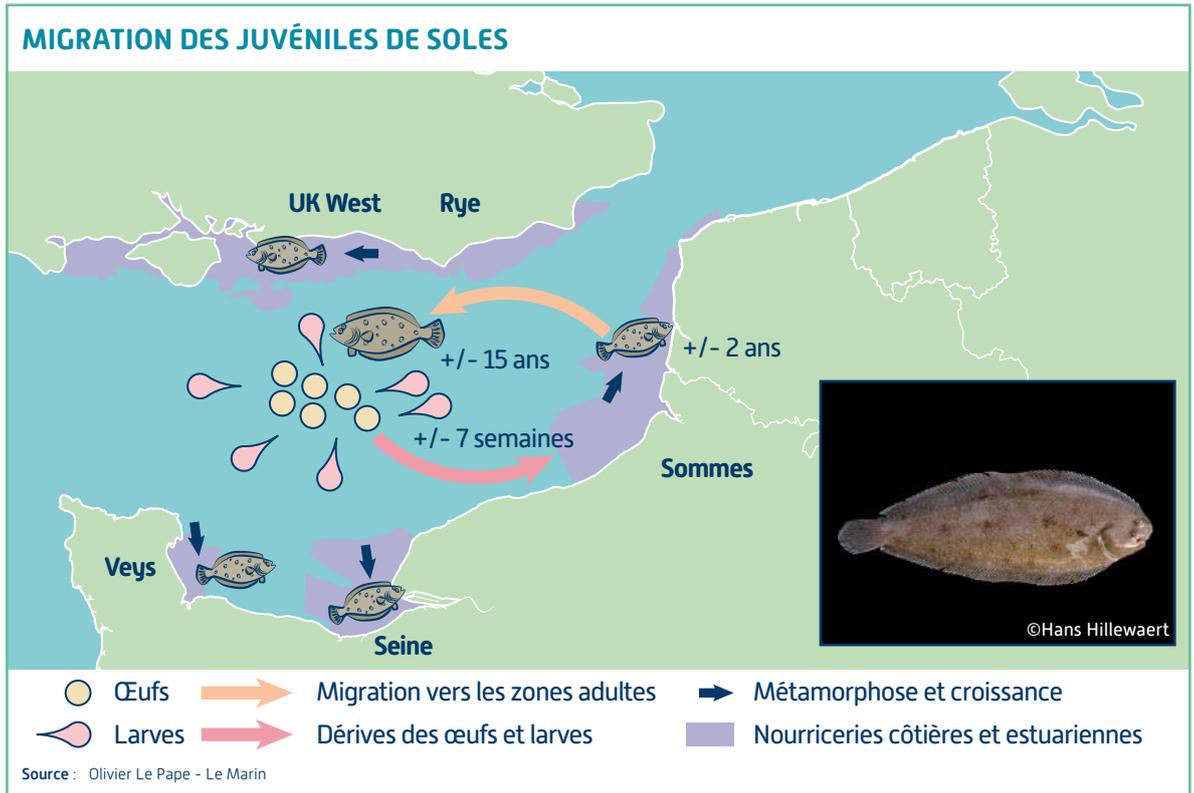
4. Conclusion

Les ouvrages de RTE sont conformes à l'arrêté technique du 17 mai 2001 qui reprend en droit français les limites issues de la Recommandation Européenne du 12 juillet 1999 pour tous les nouveaux ouvrages et dans les conditions de fonctionnement en régime de service permanent.

RTE est particulièrement soucieux de la qualité et de la transparence des informations données au public et a notamment passé un accord avec l'Association des Maires de France pour répondre à toute demande en ce sens.

⁴ En novembre 2010, l'ICNIRP a publié de nouvelles recommandations applicables aux champs magnétiques et électriques de basse fréquence [1 Hz à 100 kHz] qui élèvent le niveau de référence pour le champ magnétique à 50 Hz, qui passe ainsi de 100 μT à 200 μT.

⁵ 1999/519/CE: Recommandation du Conseil du 12/07/1999 relative à la limitation de l'exposition du public aux CEM de 0 à 300 GHz



78-1 Cf page 119

La ressource halieutique

Plusieurs campagnes scientifiques ou études bibliographiques, menées notamment par l'IFREMER ⁷⁸⁻¹, existent à l'échelle de la Manche Est. Ces données contribuent à la connaissance des océans et de leurs ressources, à la surveillance du milieu marin et du littoral et au développement durable des activités maritimes.

Les premières informations recensées relatives au site d'implantation du projet indiquent que celui-ci semble utilisé par différentes espèces de poissons comme zones de frayère ¹ et de nurricerie ² pour les espèces démersales ³, comme la sole ou la plie, mais également comme zone de nourrissage, en raison de la présence importante de lançons qui rentrent dans l'alimentation de nombreuses espèces de poissons.

Les campagnes de pêche scientifiques menées en 2020 et 2021, dans le cadre de l'étude d'impact, permettront d'affiner les connaissances sur l'ensemble du site d'implantation, de vérifier et compléter les connaissances existantes sur

le site. Ces campagnes permettront de suivre les évolutions saisonnières et pluriannuelles, en tenant compte de la saisonnalité et des cycles biologiques des espèces.

Les effets sur la ressource halieutique seront principalement concentrés durant la phase d'installation du parc éolien et de son raccordement. Les retours d'expérience montrent que les effets proviennent principalement du bruit émis par la phase de chantier et le remaniement des fonds. Au regard des suivis menés dans le cadre de la construction de parcs éoliens à l'étranger, un comportement de fuite devrait être adopté par les espèces mobiles avec des conséquences limitées. Suite aux travaux d'installation, les espèces devraient recoloniser la zone.

En phase d'exploitation, les effets liés à l'augmentation de la température et aux champs électromagnétiques, à proximité des câbles, seront comparables à ceux décrits pour le benthos. *[cf. page 75]*

- ¹ Frayère : lieu de reproduction d'une ou plusieurs espèces de poissons, de mollusques et de crustacés.
- ² Nurricerie : zone en mer où se regroupent les juvéniles d'une espèce mobile durant les premiers mois ou les premières années de leur vie, pour s'y nourrir et poursuivre leur développement.
- ³ Démersales (espèces) : Qualifie un poisson vivant près du fond sans pour autant y vivre de façon permanente. Les poissons démersaux sont divisés en deux grands types: les poissons benthiques qui vivent constamment sur le fond de la mer et les poissons benthopélagiques qui flottent juste au-dessus du fond de la mer.

En effet, les retours d'expérience récents (notamment celui de RTE sur le projet d'interconnexion électrique sous-marine IFA2)⁷⁹⁻² montrent que l'activité de pêche peut reprendre immédiatement dans la zone de travaux dès la fin de la levée de la restriction liée au chantier, montrant ainsi que la ressource halieutique revient rapidement autour de la zone.

Les mammifères marins

Les mammifères marins sont des espèces protégées en France.

Sur et à proximité du site d'implantation du projet, les observations de la mégafaune ont été réalisées historiquement par des associations, des services de l'État ou des opérateurs en charge du suivi de la zone. Les observations sont soit menées selon les opportunités liées à d'autres missions, soit organisées dans le cadre de déplacements dédiés, et interviennent le plus souvent l'été. L'État mène par ailleurs des études à plus grandes échelles pour mieux connaître la répartition des espèces de la mégafaune marine sur les différentes façades du littoral français (campagnes SAMM³, état des lieux Natura 2000). De plus, l'OFB a réalisé un suivi initial dans le cadre de la procédure de dialogue concurrentiel. Pour améliorer sa connaissance du site, EMD a mandaté un consortium de spécialistes pour réaliser des sorties d'observation en mer en 2020 et 2021 afin de compléter les données existantes et produire l'état initial du site.

La synthèse des données disponibles à ce stade fait état de la présence de cinq espèces de mammifères marins dans le détroit du Pas-de-Calais, pour lesquelles l'abondance varie en fonction des saisons et de leur usage du milieu : principalement le marsouin commun, présent majoritairement en hiver et au printemps, les phoques gris et les phoques veaux-marins qui utilisent les bancs de sable comme reposoirs.

Après plus de 20 ans d'exploitation d'éoliennes en mer, les retours d'expérience en Mer du Nord permettent de constater que les principaux effets d'un parc éolien sur les mammifères marins sont liés à la phase d'installation des fondations avec l'émission de bruit lors des opérations de battage des pieux. Les suivis réalisés sur des parcs éoliens à l'étranger montrent que certaines espèces

comme les phoques présents historiquement sur le site d'implantation (exemple : parc éolien en mer d'Horns Rev) et certains individus (discrimination comportementale en fonction du sexe et de l'âge) fuient la zone au début des travaux et reviennent rapidement (1 à 2 jours) sur zone lorsque les travaux s'arrêtent.

Il existe différents moyens pour éviter et réduire les impacts sur ces espèces. La première solution consiste à garantir l'absence des espèces concernées dans le périmètre qui délimite les effets du projet sur ce compartiment; c'est la meilleure solution connue à ce jour. Il est également possible de déployer des mesures telles que la mise en marche progressive du battage des pieux ou des systèmes de réduction de bruit à la source ou telles que les rideaux de bulles. Ces mesures n'ont d'intérêt que si le site permet leur déploiement en mer et un fonctionnement efficace, or les conditions de site au large de Dunkerque sont particulièrement contraignantes : les courants de marée [renverse périodique avec des courants pouvant être supérieurs à 1,5 m/s] dans le détroit et la morphologie irrégulière et mobile des fonds rendent incertain le déploiement efficace de ce type de moyens. Ces technologies évoluent rapidement et de nouvelles solutions pourraient apparaître sur le marché. Aussi, les maîtres d'ouvrage identifieront les techniques les plus appropriées au regard des conditions de site et des caractéristiques du projet, en amont de la phase d'installation, avec au final l'objectif premier de protéger les compartiments récepteurs de cet effet.

Comme évoqué, l'absence des espèces dans le périmètre sous influence est le meilleur moyen d'éviter les effets; à ce titre, des dispositifs d'écoute et d'observation sont couramment mis en œuvre afin d'assurer ce suivi et contrôler le périmètre. Les maîtres d'ouvrage étudieront les modalités de mise en œuvre d'un tel dispositif lors de la réalisation de l'étude d'impact.

Bien que les retours d'expérience montrent que le bruit généré par les éoliennes en fonctionnement ne présente pas de risque pour les espèces, le maître d'ouvrage EMD perpétuera les suivis proposés durant les premières années d'exploitation afin de s'assurer du retour des mammifères marins sur le site et d'étudier leur comportement en présence du parc éolien.



79-2 Cf page 119

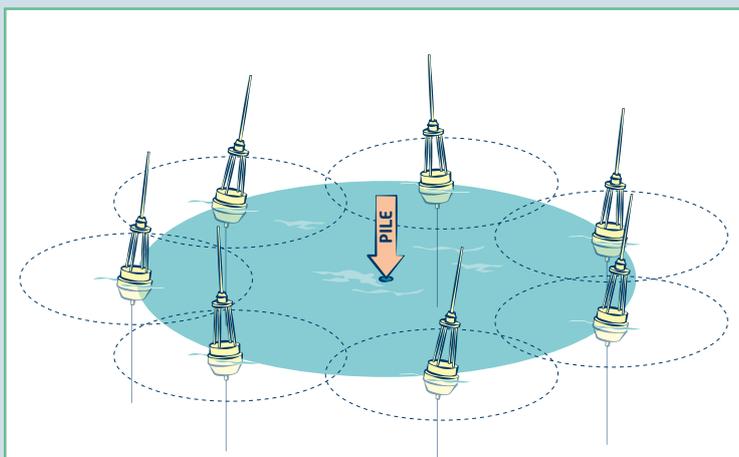
³ SAMM : Suivi aérien de la mégafaune marine. Les campagnes SAMM s'inscrivent dans le programme PACOMM (Programme d'acquisition des connaissances sur les oiseaux et mammifères marins). Elles ont pour objectif de produire un état des lieux de la distribution spatiale et de l'abondance relative des oiseaux et mammifères marins dans les eaux françaises métropolitaines.

EXEMPLE DE MESURES PERMETTANT DE RÉDUIRE LE BRUIT EN PHASE D'INSTALLATION

Afin d'éviter les impacts significatifs du bruit sur les mammifères marins en phase d'installation, EMD s'est engagé, dans le cadre de sa réponse à l'appel d'offres, à mettre en place deux mesures de réduction complémentaires. Ces procédures ont été élaborées avec l'expertise de bureaux d'études ayant travaillé sur des projets déjà réalisés et ont été validées par l'administration pour être mises en œuvre sur les premiers projets de parcs éoliens en mer français.

Elles consistent en :

- la mise en œuvre d'un périmètre sécurisé sans mammifères marins au niveau de chaque atelier de battage sous forme d'un réseau de bouées munies d'un système de détection des individus *[voir illustration ci-contre]*. Ce périmètre peut varier d'environ 500 mètres à 1 500 mètres selon le site et la nature des travaux ;



- la mise en place d'une procédure de démarrage progressif pour les opérations de battage couplé avec la présence de dispositifs de dissuasion acoustique permettant de faire fuir les espèces et ainsi garantir leur absence dans le périmètre à l'intérieur duquel les effets du projet sont perçus.

L'avifaune

Le détroit du Pas-de-Calais accueille une très grande variété d'oiseaux marins qui sont présents de manière permanente ou transitoire le long des côtes ou plus au large. Plusieurs de ces espèces possèdent un caractère patrimonial rare ou emblématique.

De nombreuses données acquises par les associations locales et l'OFB existent sur la zone. Celle-ci a par exemple mené des campagnes de suivi des oiseaux pour le compte de l'État en 2017-2018 dont les données ont été transmises aux candidats au dialogue concurrentiel. Les transects ¹ menés en avion et bateau sont présentés sous forme d'illustration.

Il ressort de ces observations que les effectifs des espèces présentes sur la zone varient d'une espèce à l'autre et en fonction de la saisonnalité. Ainsi, alors que les cormorans et les goélands sont présents toute l'année, avec des effectifs constants dans le temps, les sternes sont présentes principalement au printemps avec également une présence durant la période estivale.

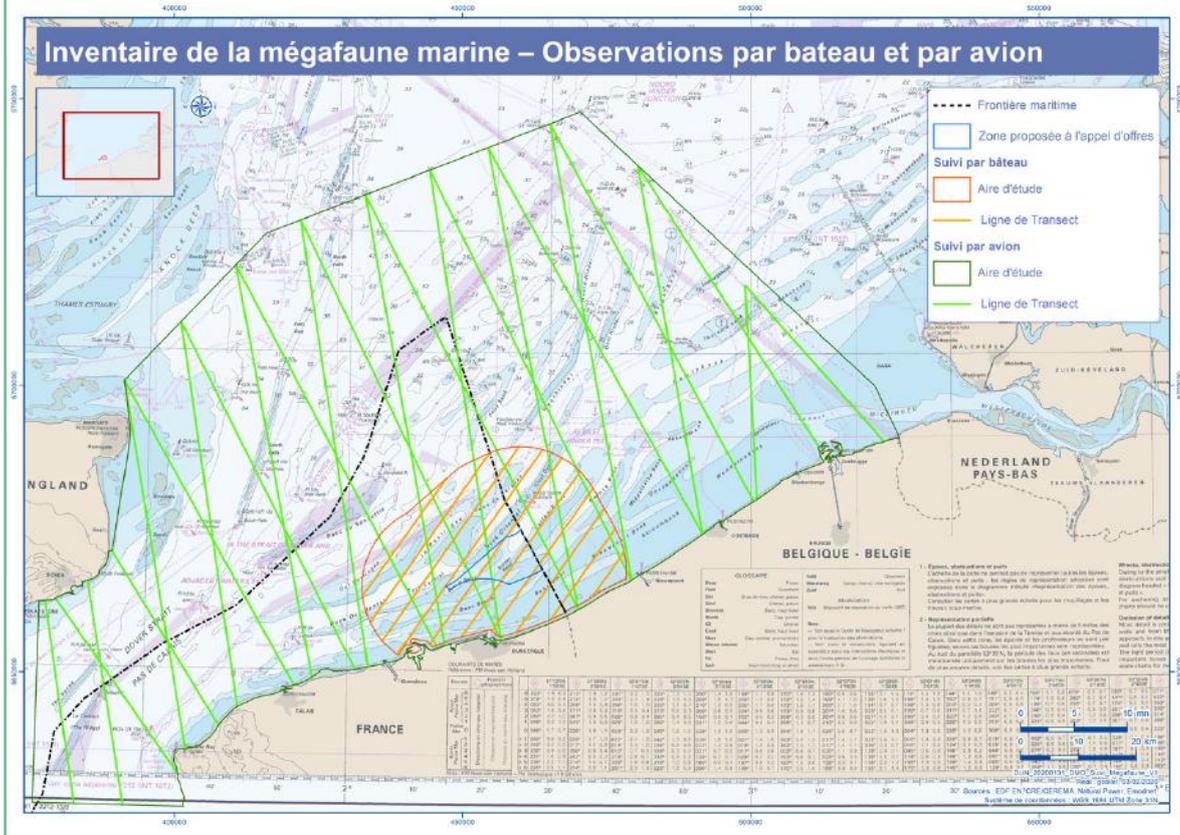
Par ailleurs, les observations menées par l'État dans le cadre de l'appel d'offres montrent que la zone de projet est utilisée différemment selon les espèces. Ainsi, les sternes l'utilisent comme zone de nourrissage alors que les plongeurs l'utilisent comme zone de repos en halte migratoire.

Le littoral abrite également des habitats privilégiés pour la nidification de nombreuses espèces : lasses de mer pour les gravelots, sternes dans la végétation des dunes et les petits îlots des marais, zones urbaines pour les goélands.

Les principaux effets attendus durant la phase de construction sont liés aux activités sur zone et à la luminosité produite par les navires. En effet, de nombreux bateaux effectueront des rotations entre les ports et la zone d'installation. Les oiseaux seront donc soumis à la présence humaine, aux mouvements des navires, au bruit et à l'éclairage nocturne.

¹ Un transect est une ligne virtuelle ou physique que l'on met en place pour étudier un phénomène où l'on comptera les occurrences.

TRANSECTS AVION ET BATEAU RÉALISÉS DANS LE CADRE DES SUIVIS



L'attraction des oiseaux engendre également un risque de collision avec les engins et structures. L'intensité de ces impacts dépendra de la taille initiale de la population considérée, de la sensibilité des espèces au dérangement et à la collision, de leur dépendance à des habitats spécifiques et de leur capacité d'accommodation au dérangement.

Les travaux d'atterrissage du câble de raccordement peuvent, quant à eux, potentiellement déranger des espèces nicheuses. Une attention particulière leur sera portée et le calendrier des travaux sera adapté dans la mesure du possible.

En phase d'exploitation, les retours d'expérience des suivis ² ⁸¹⁻¹ menés sur les parcs éoliens en mer situés à l'étranger indiquent que les oiseaux marins adaptent leur comportement à la présence d'un parc éolien ou l'évitent. « L'effet barrière » et le contournement impliquent, pour les oiseaux, un coût énergétique supplémentaire. Cet impact dépend de la distribution et de l'abondance des proies et de la présence d'autres

trajectoires de migration possibles. Par ailleurs, l'intensité de l'impact lié à la collision dépendra de la sensibilité des espèces et de leur capacité d'évitement. Les espèces les plus sensibles sont a priori les laridés, les fous de Bassan et les labbes.

Afin d'approfondir les connaissances et de mieux appréhender les enjeux relatifs à la mégafaune marine, et en particulier les oiseaux, EMD a engagé la réalisation d'études complémentaires incluant des observations par avion et par bateau en 2020 et 2021, sur une zone élargie sur et autour du site d'implantation du projet. Ces suivis reprendront le protocole proposé par l'OFB pour les suivis qu'elle a réalisés en 2017 et 2018.

Il est important de noter que les retours d'expérience des suivis menés sur les parcs éoliens en mer situés à l'étranger indiquent que les oiseaux marins adaptent leur comportement à la présence d'un parc éolien ou l'évitent.



81-1 Cf page 119

² Fox, A. & Petersen, Ib. [2019]. *Offshore wind farms and their effects on birds.*

Les chiroptères



De nombreuses études françaises et étrangères montrent que les chauves-souris sédentaires vivent autour de leurs gîtes et ne s'en éloignent que de quelques kilomètres pour se nourrir, tandis que certaines espèces dites migratrices, sont capables de parcourir des distances importantes, de l'ordre de 1 000 km, entre leurs sites d'hibernation et de mise-bas.

Les études existantes indiquent que plusieurs espèces de chauve-souris migratrices fréquentent le littoral du Nord et du Pas-de-Calais. L'espèce la plus fréquemment observée est la Pipistrelle de Nathusius pour laquelle la période de présence coïncide avec les saisons de migration, au printemps et en automne.

Il est à noter que les connaissances sur les chiroptères dans les pays voisins montrent qu'il existe une forte probabilité pour que les chauves-souris utilisent principalement l'espace maritime durant les phases migratoires. Ces migrations, nocturnes, sont très largement dépendantes de la météo. Une expertise réalisée à l'automne 2017 sur les parcs éoliens belges ¹ 82-1 montre que les pipistrelles volent par un vent inférieur à 5 m/s (87 % des enregistrements) et lorsque le vent vient de l'Est et du Sud-Est.

Au regard du peu d'information disponible sur le littoral de la zone d'étude, le maître d'ouvrage EMD a lancé une étude permettant de déterminer de manière précise les espèces présentes et si elles peuvent être affectées par le parc éolien. Pour cela, des enregistreurs acoustiques seront déployés sur le littoral dunkerquois en 2020 et 2021.



82-1 Cf page 119

3.2.2 LE LITTORAL : À L'INTERFACE ENTRE LA MER ET LA TERRE

3.2.2.1 Le trait de côte

Au niveau de Dunkerque, la bande littorale située dans la zone portuaire est composée des dunes et digues suivantes :

- la dune du Clipon et la digue du Break qui isolent le canal des Dunes, parallèle à la côte et rejoignant les deux ports de Dunkerque ;
- la digue des Alliés qui s'appuie sur le Port Est ;
- à l'Est de Dunkerque, une alternance de zones urbanisées protégées par des digues maçonnées qui figent le trait de côte (Malo-les-Bains à Leffrinckoucke, Bray-Dunes et Zuydcoote) et de massifs dunaires de 1,5 à 3 km de long.

L'enjeu de stabilité et de maintien de l'intégrité des digues est crucial pour la protection des zones naturelles, urbanisées et industrialisées.

L'aire d'étude du raccordement permet d'éviter la digue du Braek, toute la digue maçonnée et la zone dunaire à l'Est de Dunkerque, ouvrages de protection du port. Ce choix permet ainsi d'éviter tout impact direct des travaux de raccordement sur ces éléments constitutifs du trait de côte.

3.2.2.2 L'insertion paysagère maritime et terrestre

Les infrastructures en mer

Le projet s'inscrit dans un contexte paysager diversifié d'ouest en est. L'ouest de la zone se caractérise par une forte artificialisation de la côte avec la présence de la ville de Dunkerque et son Port. Vers l'est jusqu'à la frontière belge, le littoral se modifie peu à peu et retrouve un caractère naturel, avec la présence de stations balnéaires (Malo-les-Bains, Leffrinckoucke) situées en bordure d'une longue plage de 4 km se terminant par un espace dunaire remarquable morcelé par de petites cités balnéaires (Zuydcoote, Bray-Dunes). Ces dunes constituent le dernier espace naturel sur le littoral du département du Nord et sont classées au titre du patrimoine naturel. Le littoral belge reste dans la continuité du littoral français avec la présence d'espaces naturels composés de dunes, entrecoupées de cités balnéaires.

¹ Degraer S., Brabant R., Rumes B. & Vigin L. (eds) - 2019. *Environmental Impacts of Offshore Wind Farms in the Belgian Part of the North Sea: Marking a Decade of Monitoring, Research and Innovation*. Brussels: Royal Belgian Institute of Natural Sciences, OD Natural Environment, Marine Ecology and Management.

LES DUNES DE FLANDRE: « GRAND SITE DE FRANCE EN PROJET »



Un projet de classement des Dunes de Flandre comme Grand Site de France a été lancé par le Syndicat Intercommunal des Dunes de Flandre en 2015. Sa coordination est assurée aujourd'hui par la Communauté urbaine de Dunkerque. Les trois sites classés existants (dunes Dewulf, Marchand et Perroquet), ainsi que les vestiges militaires

permettent au territoire d'être reconnu « Grand site de France en projet ».

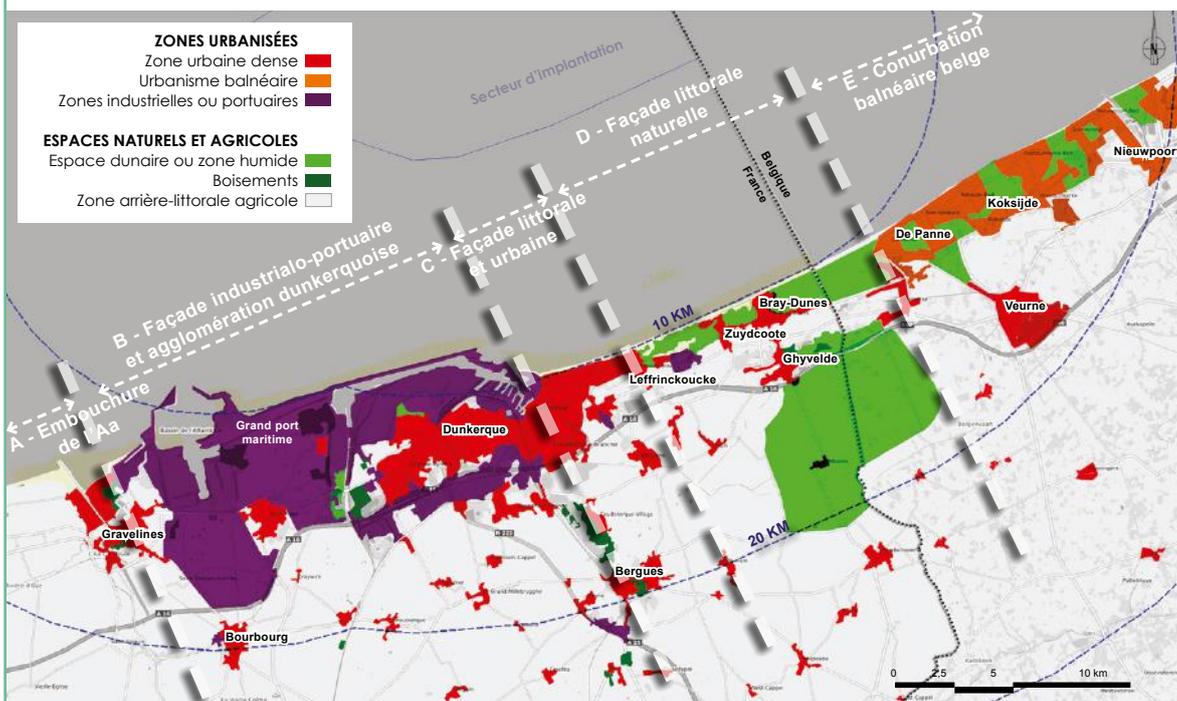
L'objectif premier de cette démarche est de répondre à un enjeu de préservation du site, de gestion d'un espace remarquable et de mise en valeur et de découverte de ses ressources naturelles par un développement maîtrisé des sports de loisirs de nature et par un aménagement des sites dans le respect du développement durable.

Les perceptions visuelles du parc devraient être concentrées au niveau du front de mer, qu'il soit naturel ou artificialisé, et des communes du bord de mer. La zone arrière littorale devrait offrir très peu de vues sur le parc éolien en raison de la topographie et de la présence de nombreux écrans visuels (urbanisation, dunes, boisements).

Les maîtres d'ouvrage prendront en compte ces enjeux et définiront des mesures permettant d'optimiser l'insertion paysagère du projet.

Des choix de conception pourraient ainsi être proposés, comme par exemple, le fait d'installer des éoliennes de grande puissance unitaire. À puissance totale équivalente, ce choix permettrait d'en réduire le nombre et d'en alléger la densité sur l'horizon. Par exemple, pour une puissance installée de 600 MW maximum, le nombre d'éoliennes pourrait varier de 38 à 46 [avec respectivement des éoliennes de puissance unitaire d'environ 16 MW et 12 MW].

UNITÉS PAYSAGÈRES DU LITTORAL DUNKERQUOIS



Source : Bocage

Par ailleurs, dans le cadre de sa réponse à l'appel d'offres, EMD a pris des engagements permettant de répondre aux enjeux relatifs à l'insertion paysagère, notamment :

- la zone d'implantation du parc éolien est limitée à 50 km² maximum, soit environ les 2/3 de la zone de 73 km² proposée dans le cadre de l'appel d'offres de l'État ;
- les éoliennes sont toutes situées à plus de 10 km des côtes.

En s'appuyant sur son expérience issue des projets qu'il développe par ailleurs en France, le maître d'ouvrage EMD va réaliser avec un bureau d'études spécialisé une étude paysagère complémentaire du parc éolien, en intégrant le poste électrique en mer.

Cette étude sera réalisée par des experts disposant d'une bonne connaissance des territoires du Nord, et inclura de nombreux photomontages depuis l'ensemble des communes du littoral depuis lesquelles le parc éolien serait potentiellement visible, de Calais à Ostende, et depuis des points de vue remarquables. Différentes conditions de luminosité et de visibilité seront recherchées, de façon à permettre le rendu le plus fidèle possible : à divers moments de la journée, par temps clair ou nuageux ou encore de nuit. Ces photomontages seront présentés au public durant le débat public, puis dans les mairies de chaque commune concernée grâce à des dispositifs indiquant notamment la localisation précise du point de vue et les conditions météorologiques et d'observation, et ce, pour les différents scénarios de taille et nombre d'éoliennes envisageables.

Les infrastructures à terre

Pour limiter au maximum les impacts paysagers, RTE a suivi une méthodologie d'évitement des enjeux paysagers majeurs dès la phase de définition de l'aire d'étude du raccordement. Ainsi, l'aire d'étude évite :

- les zones urbanisées de Loon-Plage, Dunkerque, Malo-les-Bains et Leffrinckoucke ;
- les éléments remarquables du patrimoine dunkerquois (sites classés et inscrits Monuments Historiques ou à l'Inventaire Régional du Patrimoine Géologique, massifs dunaires, Feu de Saint-Paul) qui sont présents à l'est du périmètre d'étude terrestre du projet (Dunkerque, Leffrinckoucke, Armbouts-Cappel, Zuydcoote, Bray-Dunes...).

Aucun site patrimonial remarquable n'est présent dans l'aire d'étude du raccordement.

Le choix de l'emplacement dit de moindre impact du poste électrique à terre s'orientera vers le périmètre industriel du GPMD, à l'ouest de l'agglomération entre Mardyck, Grande-Synthe et Loon-Plage. Cette zone, accueillant peu d'habitations, est déjà fortement artificialisée et marquée par la présence de plusieurs infrastructures (autoroutes, voies ferrées).

Afin de préserver les aménagements paysagers autour de la commune de Mardyck (par exemple le rideau végétal), RTE réalisera une étude paysagère de l'insertion du poste électrique à terre.

Pour les liaisons électriques terrestres, RTE recherchera autant que possible le recours à des solutions techniques souterraines qui, une fois les travaux réalisés, n'engendreront aucun impact visuel en surface, à l'exception des puits de permutation qui comportent une plaque de visite au sol.

Ainsi, une fois les travaux de lignes souterraines effectués, les seuls ouvrages terrestres visibles du raccordement correspondraient au poste électrique et à son raccordement aérien au réseau existant.

3.2.3 L'ESPACE TERRESTRE

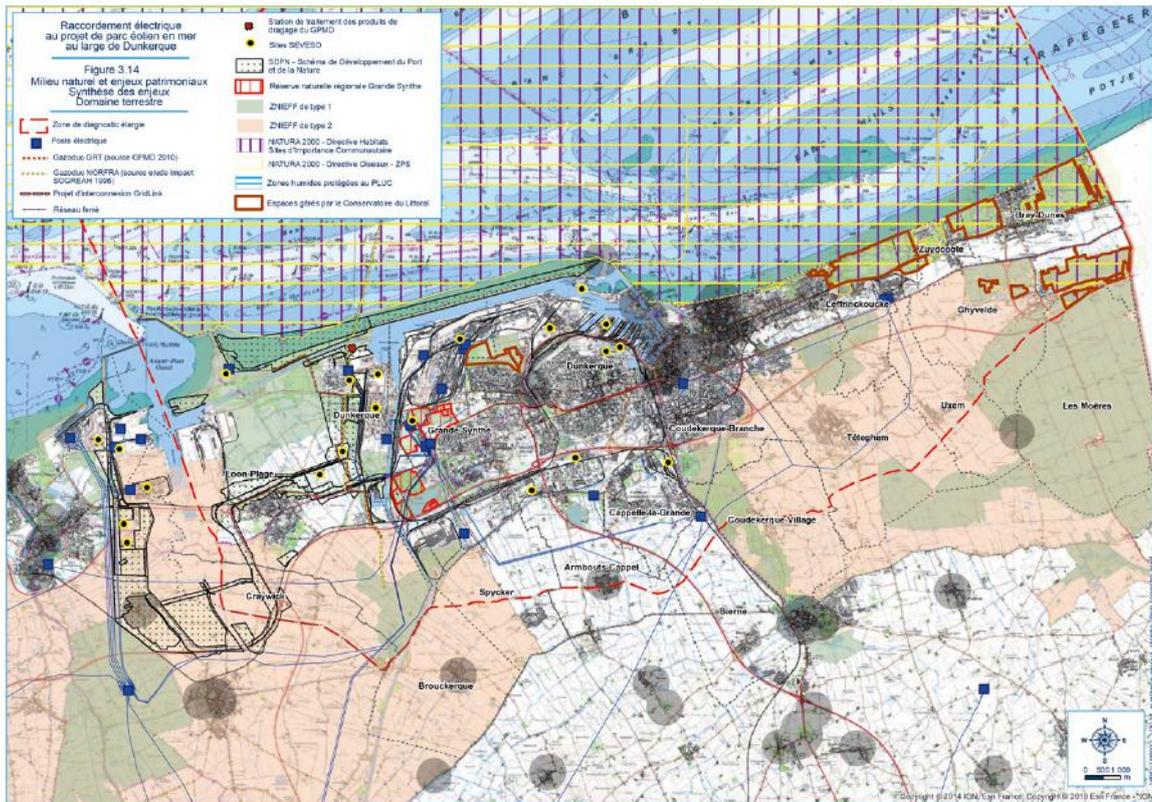
3.2.3.1 Les espaces naturels

L'aire d'étude du raccordement électrique du parc éolien traverse les Zones naturelles d'intérêt faunistique et floristique (ZNIEFF) de type I et II suivantes :

- la Dune du Clipon (ZNIEFF de type I) ;
- le Marais du Prédembourg, Bois et étang du Puythouck et Pont à Roseaux (ZNIEFF de type I) ;
- la plaine maritime flamande entre Watten, Loon-Plage et Oye-Plage (ZNIEFF de type II).

Ces zones correspondent à des zonages d'inventaires et présentent des états de conservation variables. Elles doivent faire l'objet d'une attention particulière : par exemple, la Dune du Clipon est impactée par la pratique du motocross, la présence d'hydrocarbures dans les eaux et d'espèces exotiques envahissantes.

SYNTHÈSE DES ENJEUX NATURELS ET PATRIMONIAUX SUR LA PARTIE TERRESTRE



Source : RTE - Dossier de présentation et de proposition d'aire d'étude

Le choix de la localisation de l'aire d'étude à l'ouest de Dunkerque a été privilégié du fait de la faible présence d'espaces naturels et d'une forte artificialisation du site, dominé par les cultures et l'activité industrielle. L'aire d'étude du raccordement permet l'évitement de plusieurs espaces naturels protégés (Espaces du Conservatoire du Littoral, ZNIEFF de type 1, Réserve naturelle).

Afin de compléter et actualiser les connaissances disponibles sur les milieux naturels de la zone, et d'éviter et réduire l'impact des ouvrages sur ceux-ci, le maître d'ouvrage RTE a prévu de faire réaliser en 2020 une étude faune-flore-habitats.

Les travaux de réseau (tranchées) et de création d'un poste électrique peuvent en effet avoir des incidences sur les espèces animales et végétales présentes dans la zone, de façon permanente (par exemple : destruction d'habitats) ou temporaire (dérangement, bruit, poussières). Plusieurs mesures peuvent être mises en place pour réduire ces impacts :

- adaptation de la période de chantier ;

- balisage des stations sensibles à préserver ;
- protection d'espaces sensibles ;
- limitation des zones de stockages provisoires.

En phase exploitation, les liaisons souterraines n'ont pas d'effet identifié sur la faune et la flore tandis que les liaisons aériennes peuvent impacter l'avifaune. Les impacts potentiels d'un poste électrique en fonctionnement sont notamment la modification du régime d'écoulement des eaux, la perte d'habitat, le bruit, la pollution accidentelle du milieu. Plusieurs mesures peuvent être mises en place pour en réduire les impacts. Des aménagements paysagers de type talus, implantation de haies pourraient être réalisés. Face au risque de pollution des milieux (huiles, incendie, gaz SF6), le maître d'ouvrage mettra en place, conformément aux dispositions réglementaires, un plan de prévention des risques de pollution. Ces dispositions seront applicables à toutes les entreprises intervenant sur le site.

3.2.3.2 Les réseaux d'eau spécifiques et les zones humides

L'aire d'étude est caractérisée par la présence de nombreux waterings ¹ qui feront l'objet d'une étude par le maître d'ouvrage RTE en lien avec le Syndicat des waterings, et qui sera intégrée à l'étude d'impact.

Les travaux de la double liaison souterraine pourraient avoir des incidences sur le bon écoulement des différents réseaux hydrographiques (notamment en cas de traversées).

Les travaux de construction d'un poste électrique pourraient également avoir un impact sur l'écoulement des eaux, voire induire la nécessité de déviements en fonction de l'implantation choisie.

Plusieurs mesures permettent de réduire ces impacts sur le réseau de waterings ², notamment la programmation des travaux lors des périodes d'étiage, c'est-à-dire lorsque le niveau d'eau est à son point le plus bas. Des travaux en sous-œuvre (passage sous les

waterings par forage dirigé) ou en tranchée ouverte pourront également être envisagés.

Le territoire des waterings est marqué par la présence de nombreuses zones humides, liée à la remontée de nappes affleurantes. Les zones humides remarquables font l'objet d'une protection au titre du Code de l'urbanisme et du Code de l'environnement vis-à-vis des travaux conduisant à leur drainage, remblaiement, mise en eau ou imperméabilisation. Le choix de la localisation de l'aire d'étude à l'ouest de Dunkerque permet l'évitement de la majorité des zones humides protégées. Au sein de l'aire d'étude, des études hydrologiques et hydrogéologiques de terrain, complétées par des études floristiques, seront menées en 2020 pour identifier la présence réelle de zones humides, et le cas échéant pour les prendre en compte dans la recherche du fuseau de moindre impact.

¹ waterings ou watrings : réseau de canaux de drainage mis en place dans le cadre des travaux d'assèchement des terres situées au-dessous du niveau de la mer.

² waterings : canal de drainage ou d'irrigation.

L'ENGAGEMENT DE RTE POUR ATTEINDRE L'OBJECTIF "ZÉRO-PHYTO"

Pour ses projets de postes neufs, RTE a défini début 2018 des normes constructives permettant un entretien des sites sans produit phytosanitaire.

RTE s'est notamment engagé à ne plus utiliser de produits phytosanitaires pour l'entretien de tous les nouveaux postes électriques construits à partir de 2019. Le nouveau poste construit pour le raccordement du parc éolien en mer de Dunkerque sera donc « zéro-phyto ».

Cette évolution des pratiques nécessite notamment la mise en place d'aménagements au sein des postes électriques permettant

de faciliter leur entretien sans produit phytosanitaire.

Deux types d'aménagements alternatifs sont aujourd'hui retenus : la végétalisation couvre-sol et le paillage minéral. Une attention particulière est portée à l'utilisation d'essences et de semences adaptées au climat, d'usage courant et de préférence locales. D'autres solutions, telles que le pâturage extensif, viennent compléter ces propositions. Pour ses projets et postes neufs, RTE a défini début 2018 des normes constructives permettant un entretien des sites sans produit phytosanitaire.



© RTE



En phase travaux, le tassement des zones humides constitue un impact temporaire identifié. Il peut être évité grâce à l'utilisation de plaques ou de pneus basses pressions, permettant de mieux répartir le poids des engins de chantier. Si des travaux sont menés en zone humide, la remise en état du site aura lieu en respectant les horizons de terre et sans tassement.

En phase exploitation, le poste électrique pourrait potentiellement induire une altération

ou destruction de zone humide. Si l'évitement total des impacts n'est pas possible, des mesures de réduction voire de compensation seront mises en œuvre.

Enfin, face au risque de pollution des milieux lié aux travaux et à l'exploitation du poste électrique, un plan de prévention des risques de pollution sera établi et s'appliquera à toutes les entreprises intervenant sur site.

3.3 La prise en compte des activités humaines

La zone d'implantation du projet se situe au large et le long du territoire dunkerquois. Il s'agit d'un littoral densément urbanisé qui s'étend des côtes flamandes de Belgique à l'Est, au département du Pas-de-Calais à l'Ouest.

Au sein de ce territoire, la Communauté urbaine de Dunkerque (CUD) regroupe 17 communes accueillant près de 200 000 habitants ². Elle s'étend sur la totalité des 35 kilomètres de façade maritime du département du Nord.

L'activité de ce territoire transfrontalier est principalement basée autour de complexes industrialo-portuaires, de stations balnéaires et d'activités maritimes, dont la pêche artisanale. Le territoire bénéficie également d'un attrait historique et touristique et comprend des exploitations agricoles.

3.3.1 UN CONTEXTE INDUSTRIEL ET PORTUAIRE

Sur le territoire d'implantation du projet, on note principalement la présence du Grand Port Maritime de Dunkerque (GPMD) qui s'étend sur 7 000 hectares et 17 kilomètres de littoral sur la partie ouest de la CUD.

Le site portuaire de Dunkerque est divisé en deux grandes zones : le port Est et port Ouest. Les deux ports sont reliés par le canal des Dunes.

Face à la perspective du doublement du trafic lié aux échanges de marchandises conteneurisées d'ici 2030, le projet d'investissement « CAP 2020 » du GPMD prévoit la création de nouveaux terminaux (quais, bassins) équipés et adaptés au traitement des flux de marchandises

conteneurisées en provenance des grands marchés mondiaux ainsi que le développement de zones logistiques et industrielles dédiées. Suite à un débat public sur ce projet mené en 2017 sous l'égide de la Commission nationale du débat public, le GPMD a décidé de retenir la solution « Atlantique », soit une extension de 2 kilomètres des quais dans la continuité du quai des Flandres, à l'intérieur des terres.

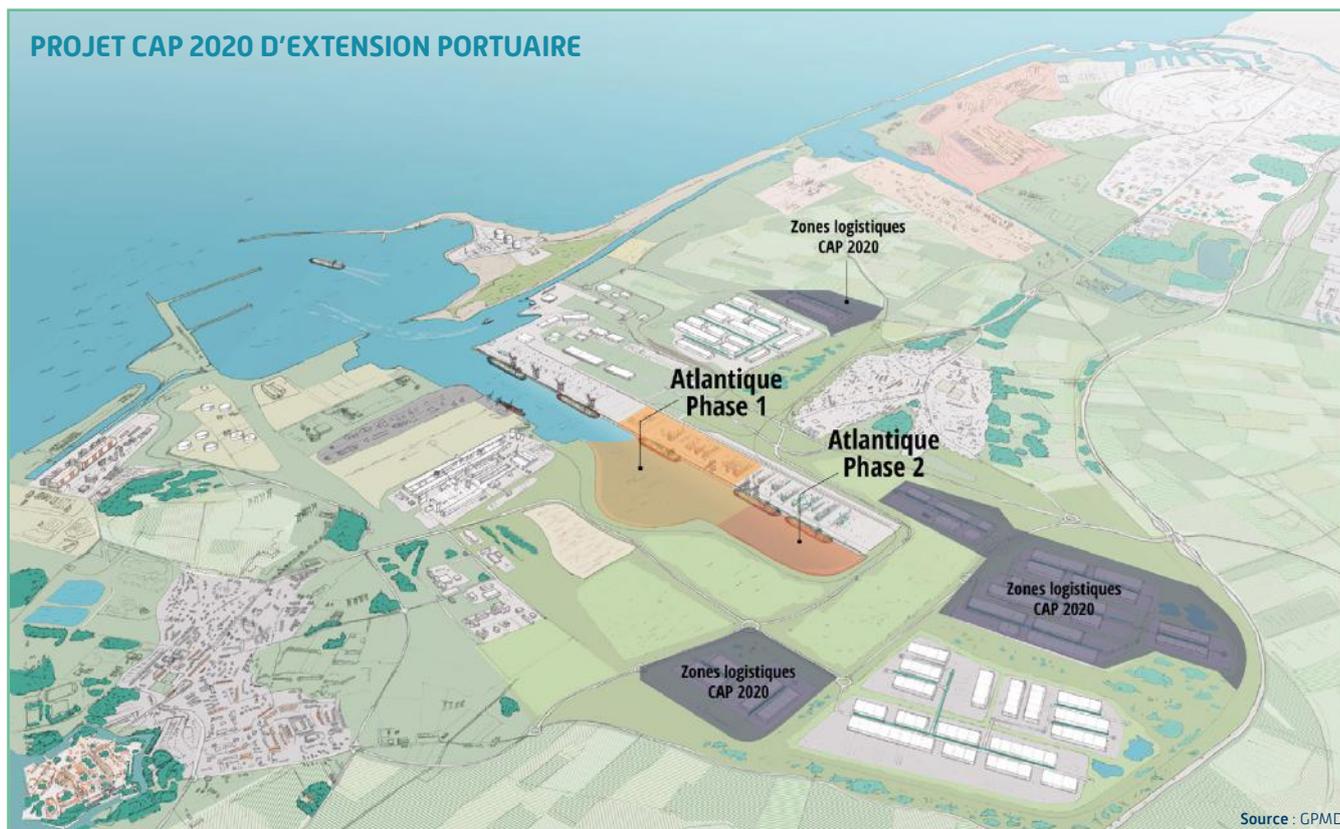
Quinze Installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) SEVESO seuil haut [régime de l'autorisation] sont recensées sur les communes de Loon-Plage, Dunkerque et Grande-Synthe. La zone est également concernée par un Plan de Prévention des Risques Technologiques (PPRT) et est située dans le périmètre du PPI (Plan Particulier d'Intervention) de la centrale nucléaire de Gravelines.

Le site du GPMD comprend par ailleurs une « zone grandes industries » sur laquelle des projets industriels sont en développement et pour lesquels RTE est impliqué au titre de leurs raccordements, à savoir un site de production d'hydrogène vert (H2V) ³ et une interconnexion électrique avec la Grande-Bretagne (GridLink) ⁴. Cette zone comprendrait également un nouveau poste électrique 225/20 kV pour accompagner les projets d'implantations industrielles et logistiques du port Ouest.

² Recensement 2016, source INSEE

³ Voir le site de la concertation préalable menée par H2V et RTE du 16 septembre au 20 novembre 2019 sous l'égide de deux garantes nommées par la Commission nationale du débat public, Isabelle Jarry et Paola Orozco-Souël: <http://h2v59-concertation.net/>

⁴ Voir le site du projet Gridlink: <https://www.gridlinkinterconnector.com/fr/home-fr/>



Afin de tenir compte de ces enjeux, il s'agit de garantir :

- la compatibilité du raccordement du parc éolien avec les projets de développement du GPMD ;
- la sécurité des biens et des personnes lors de la traversée d'un site déjà fortement industrialisé.

Pour répondre à ces objectifs, l'aire d'étude du raccordement prévoit le cheminement de la double liaison souterraine de RTE dans l'enceinte du GPMD. Cette solution privilégiera le couloir technique déjà réservé par le GPMD pour le passage des réseaux.

Afin de garantir la sécurité des biens et des personnes, la recherche d'emplacement pour le poste électrique respectera toutes les contraintes de distance et de sécurité des PPRT du GPMD et du PPI de la centrale nucléaire de Gravelines.

① ② ③ ④ cf. définitions en annexe, dans le glossaire page 108.

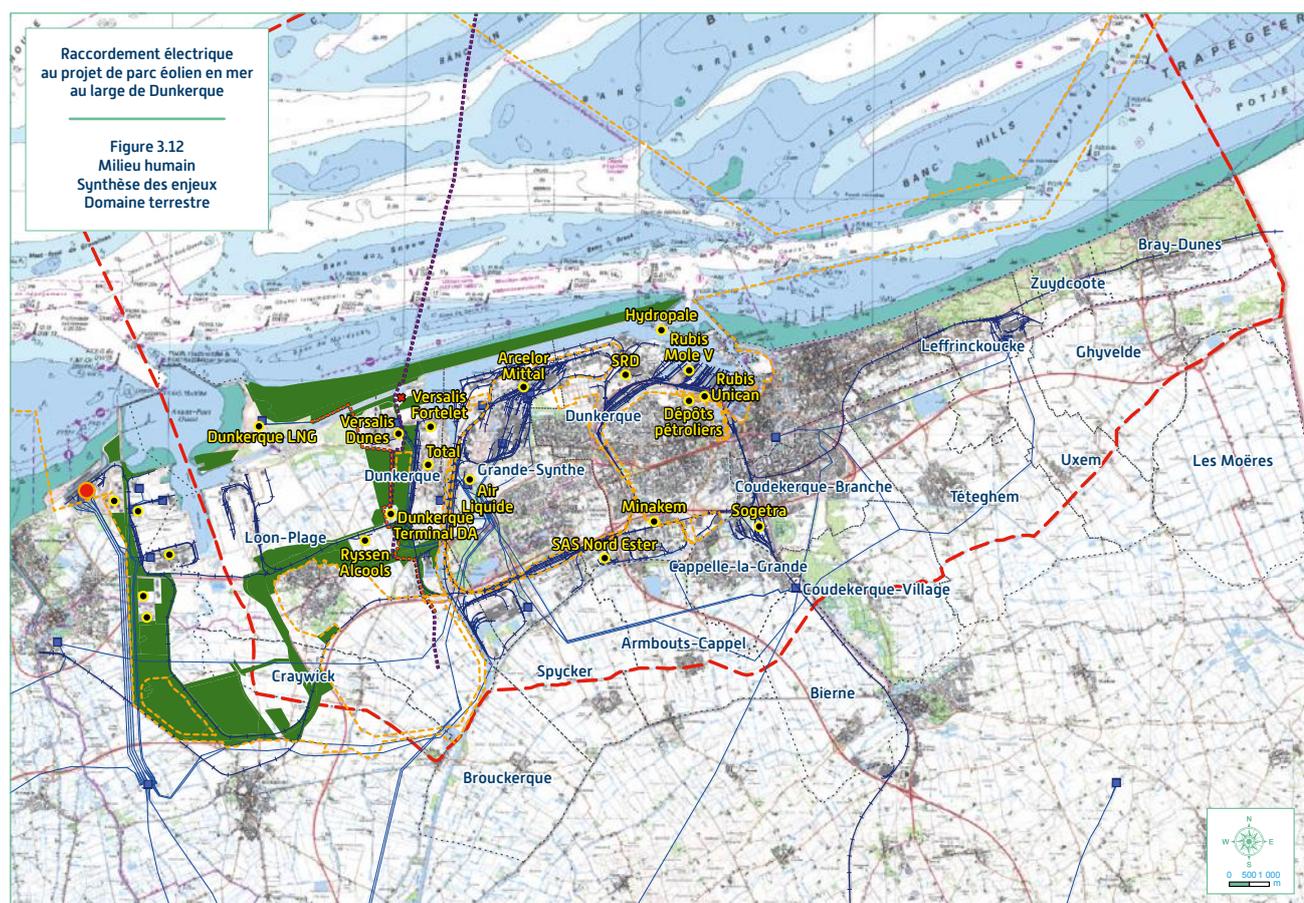
3.3.2 LES ACTIVITÉS ET USAGES MARITIMES ET LEUR SÉCURITÉ

3.3.2.1 Les activités de pêche professionnelle et de cultures marines

L'activité de pêche sur la zone du projet regroupe des navires sous pavillon français appartenant principalement aux quartiers maritimes ① de Dunkerque et de Boulogne-sur-Mer et quelques navires sous pavillon étranger.

La flottille sous pavillon français est principalement composée d'une quinzaine de navires de moins de 16 mètres immatriculés au port de Dunkerque, pratiquant une pêche artisanale dite aux arts dormants ② (filets), et ciblant des poissons plats (sole, plie, turbot) sur la zone d'implantation du projet et ses abords. Leur activité est plus intense en hiver et au printemps. Deux navires dunkerquois pratiquent également la pêche à la crevette dans la zone sableuse proche de la côte. Une quarantaine d'autres navires français, des chalutiers et des fileyeurs du port de Boulogne-sur-Mer de 12 à 25 mètres, pêchent également sur la zone du projet et ses abords et ciblent les poissons plats précédemment mentionnés, ainsi que des espèces pélagiques ③ (cabillaud, bar, rouget, maquereau) et démersales (encornet) principalement au printemps et en automne.

SYNTHÈSE DES ENJEUX HUMAINS SUR LA PARTIE TERRESTRE



Raccordement électrique au projet de parc éolien en mer au large de Dunkerque

Figure 3.12
Milieu humain
Synthèse des enjeux
Domaine terrestre

- Zone de diagnostic élargie
- Gazoduc GRT (source GPM 2010)
- Gazoduc NORFRA (source SOGREAH 1996)
- Sites SEVESO
- Centrale nucléaire
- ✱ Station de traitement des produits de dragage du GPM
- Limite circonscription Grand Port Maritime de Dunkerque
- SDPN - Schéma de Développement du Port et de la Nature

- Réseau ferré
- Limite communale
- Poste électrique
- Ligne électrique

Source : Copyright © 2014 IGN, Esri France

Quant aux navires sous pavillon étranger, ils ne sont pas autorisés à pêcher dans la zone de pêche côtière [située entre la côte et 6 milles nautiques au large]. Au-delà de cette zone, seuls quelques navires hollandais, belges et dans une moindre mesure anglais, disposent de « droits de pêche historiques » leur permettant de cibler certaines espèces. Ces navires sont exclusivement des unités supérieures à 25 mètres qui travaillent toute l'année, principalement aux arts traînants ⁴ [chalut à perche et senne danoise].

Les maîtres d'ouvrage ont initié dès 2017 un dialogue avec les professionnels de la pêche et leurs organisations représentatives (locale et

régionale). Ces échanges ont permis de réaliser une première évaluation de l'activité de pêche professionnelle autour et sur la zone du projet et, pour EMD, de formaliser des engagements au travers desquels le maître d'ouvrage apporte des réponses concrètes aux enjeux formulés par les professionnels de la pêche.

RTE et EMD ont, en outre, confié au Comité régional des pêches (CRPMEM Hauts-de-France) la réalisation d'un état initial des activités de pêche sur la zone du projet de parc éolien en mer de Dunkerque et son raccordement, afin d'appréhender au mieux l'activité professionnelle et les enjeux associés.

UN PROGRAMME DE R&D POUR L'AMÉLIORATION DES CONDITIONS DE MAINTIEN DES FILETS DE PÊCHE SUR LES FONDS MARINS

Les échanges engagés dès 2016 entre EMD et les professionnels de la pêche ont permis d'identifier plusieurs problèmes techniques pour la pratique de la pêche au filet trémails sur la zone du projet. L'un d'eux concerne la dérive des filets, en raison des forts courants de marée sur le site, pouvant entraîner un risque de croche avec les fondations des éoliennes.

Dans le cadre de sa réponse à l'appel d'offres, EMD s'est engagé à travailler avec l'IFREMER et le bureau d'études Actimar (expert en modélisation hydro-sédimentaire) pour proposer des solutions innovantes pour réduire cette dérive. Un accord de partenariat a été signé à cet effet en 2018.

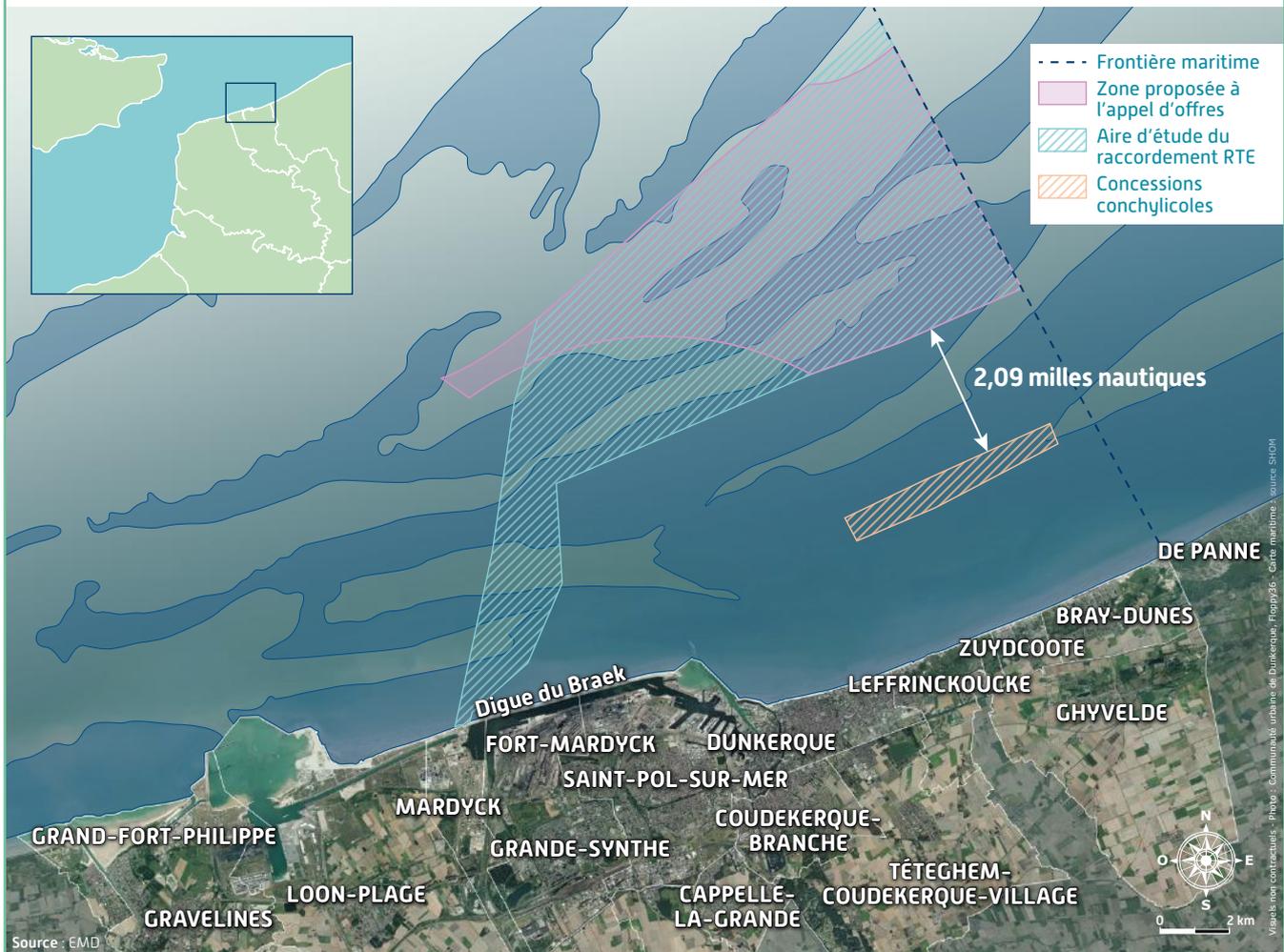
Ces différents échanges ont permis de formaliser des engagements forts au travers desquels les maîtres d'ouvrage apportent des réponses concrètes aux enjeux formulés par les professionnels de la pêche :

- mettre en place une instance de concertation dédiée à la pêche suite à la désignation du lauréat de l'appel d'offres, qui a pour vocation principale d'assurer un développement efficace et raisonné du projet et de garantir un dialogue continu entre les professionnels de la pêche et les maîtres d'ouvrage. Mise en place à l'initiative d'EMD, cette instance à laquelle RTE participe également, se réunit régulièrement sous la supervision des services de l'État.
- garantir la cohabitation entre les activités de pêche et celles du projet, au sein et à proximité de la zone du projet, grâce à un espacement important entre les éoliennes et aux endroits où cela est techniquement possible, une protection des câbles par ensouillage. Des solutions techniques, développées avec l'IFREMER et les comités des pêches, pour limiter la dérive des filets à sole, pourraient aussi être proposées spécifiquement pour le projet.
- réaliser, un état initial environnemental de la ressource halieutique sur la zone du projet en 2020 et 2021, qui permettra ensuite d'évaluer les impacts du projet, sur l'activité de pêche. Un suivi halieutique sera mis en place par EMD et permettra de déterminer, selon une méthodologie rigoureuse et approuvée par les services de l'État, le degré de sensibilité de la zone du projet et les effets du parc éolien, à toutes les étapes du projet.

- un travail collaboratif avec la Coopérative maritime de Dunkerque par EMD pour étudier la création d'un armement dédié à la maintenance du parc éolien et qui pourrait permettre aux pêcheurs locaux de diversifier leurs activités.
- la mise à disposition par EMD de moyens techniques, administratifs et financiers pour favoriser l'utilisation d'armements de pêche pour les besoins du projet (support nautique pour les campagnes environnementales, surveillance du chantier d'installation).
- la réalisation d'une étude socio-économique, courant 2020, dédiée aux activités de pêche sur la zone, permettant notamment la mise en place d'un système d'indemnisation par EMD, par le financement de mesures collectives et/ou individuelles, des pertes économiques subies par les pêcheurs et les structures associées en phase de construction.

Par ailleurs, RTE et le CNPMM ont signé fin 2017 un guide des bonnes pratiques relatif à la construction et l'exploitation des liaisons électriques sous-marines. Résultant de l'expérience acquise par RTE sur les précédents projets de raccordement en mer, il vise à assurer une bonne coordination entre RTE et les professionnels de la pêche ainsi qu'un dialogue de qualité aux différentes étapes d'un projet, en privilégiant notamment l'évitement et la réduction des impacts socio-économiques. Ces bonnes pratiques sont d'ores et déjà appliquées localement et ont également permis l'instauration d'un dialogue sur les enjeux du projet.

LOCALISATION DES ZONES CONCHYLICOLES PAR RAPPORT À LA ZONE D'IMPLANTATION DU PROJET



Concernant les cultures marines, la zone du projet est située à environ deux milles nautiques de 65 concessions conchylicoles allouées à deux exploitants mytilicoles et au Comité Régional de la Conchyliculture (CRC) Normandie/Mer-du-Nord, permettant d'éviter ces zones dès la conception du projet.

Bien que les interactions entre le projet et l'activité sur ces concessions soient peu probables, EMD souhaite également répondre aux enjeux des conchyliculteurs et a donc initié des échanges avec la profession sur des synergies potentielles. Les échanges ont abouti à la mise en place d'une convention de partenariat en 2018.

Des synergies dans le domaine de la formation des marins, relative notamment à la navigation et à la pêche dans le parc, seront développées avec le lycée maritime de Boulogne-sur-Mer/Le

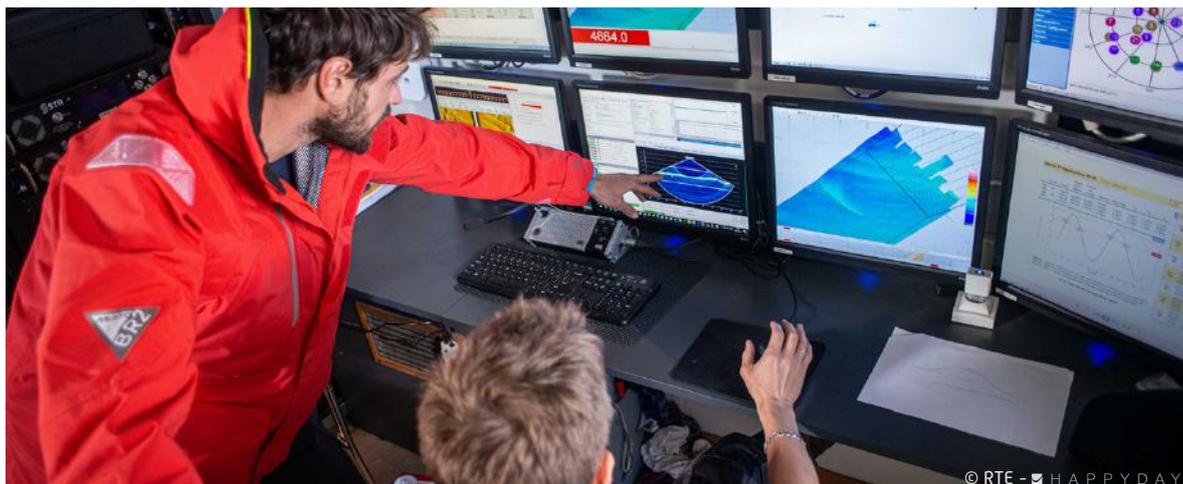
Portel avec qui EMD a signé une convention en 2018.

Des moyens informatiques d'aide à la navigation des navires de pêche seront développés dans le cadre du projet de collaboration avec la société Time-Zéro.

Cet ensemble de mesures, complété par celles dédiées à la sécurité maritime, vise à ce que le projet, une fois soumis au préfet maritime, soit compatible avec les activités de pêche professionnelle et optimisé pour répondre aux exigences de sécurité en mer.

3.3.2.2 La sécurité maritime

L'implantation d'un parc éolien au large de Dunkerque engendre de nouvelles contraintes qui peuvent avoir des incidences en termes de surveillance maritime à terre ou embarquée



(radar, visuelle, communication). C'est pourquoi, en liaison avec la préfecture maritime de la Manche et de la Mer du Nord et sur la base du retour d'expérience des projets français en cours de développement, EMD et RTE ont initié des études afin de prendre en compte les aspects relatifs à la sécurité maritime, maîtriser les enjeux de sécurité de la navigation et ainsi garantir la cohabitation des usages proposée dans le cadre du projet.

Une architecture de surveillance maritime pertinente est en cours d'élaboration, avec l'objectif de compenser les impacts du parc sur les moyens de surveillance maritime présents dans la zone. Ce dispositif doit permettre d'aider les services de l'action de l'État en mer dans les opérations de recherche et de sauvetage dans et autour du parc. Des moyens d'intervention (supports nautiques) permettant de parvenir à un niveau de risque acceptable (ALARP ¹) ont également été identifiés et seront développés en lien avec les services concernés.

RTE a également initié des contacts avec le syndicat des pilotes du port pour le passage de la liaison électrique sous-marine dans le chenal d'accès du port et afin de limiter les impacts sur les zones de mouillage ².

Concernant la gestion du risque dit « UXO », qui revêt un enjeu notable sur le site du projet, les maîtres d'ouvrage EMD et RTE travailleront en étroite collaboration avec les autorités maritimes concernées. EMD mettra en œuvre le plan de gestion des munitions non explosées

qu'il a déjà élaboré pour les projets éoliens en mer issus du premier appel d'offres, et ce avant chaque opération en mer ayant une interaction avec les fonds marins. Une première évaluation a mis en lumière la présence de pièces d'artillerie, de bombes aériennes et de mines sous-marines à partir de données bibliographiques et de premières investigations sur site à l'été 2017.

Pour le raccordement du parc, RTE a complété ces données dès 2019 par des relevés géophysiques entre la zone d'implantation des éoliennes et la zone d'atterrissage, proche des côtes.

Sur la zone du parc, d'autres investigations géophysiques et géotechniques seront conduites par EMD au plus proche de la date de démarrage des travaux (détection des munitions, essais de pénétration au cône et carottages) pour compléter les informations actuelles.

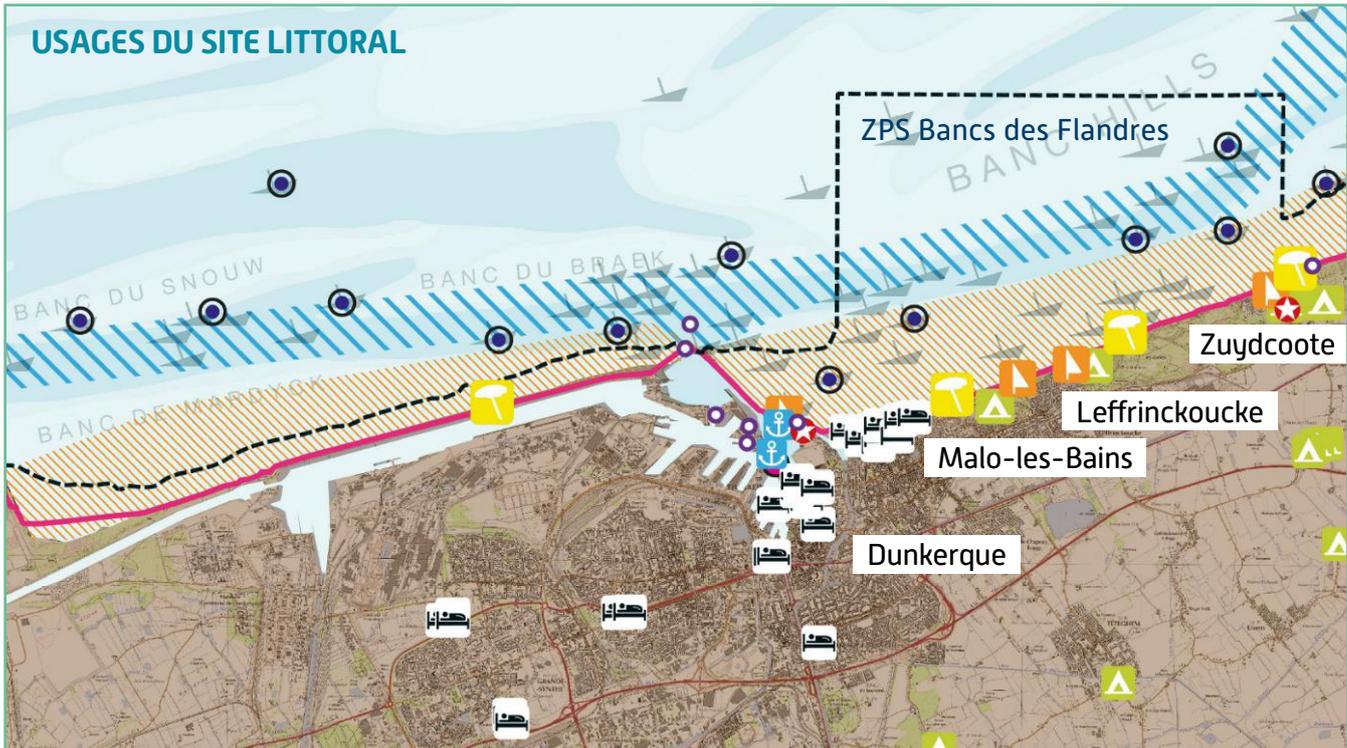
Des études complémentaires, réalisées dans le cadre de l'étude d'impact, permettront de garantir la prise en compte des moyens de surveillance, des moyens d'intervention, des moyens de communication et des servitudes ³ radioélectriques existants. Les résultats de ces études permettront de définir des mesures visant à éviter, réduire ou compenser les risques liés à la sécurité maritime. Ces mesures consisteraient, par exemple, à installer au sein du parc des équipements dédiés à la sécurité maritime, à mettre en place une organisation et des moyens permettant de garantir des conditions de sécurité dans la zone d'implantation au moins équivalentes à celles constatées initialement.

¹ ALARP : As Low As Reasonably Practicable - Aussi bas que raisonnablement possible.

² Mouillage : lieu où un navire peut être mis à l'ancre.

³ Servitudes : une servitude est une charge imposée à une propriété privée dans un but d'intérêt général. Les servitudes de passage de lignes électriques sont par exemple prévues aux articles L.323-4 et suivants du code de l'énergie (anciennement article 12 de la loi de 1906)

USAGES DU SITE LITTORAL



Pratiques sportives et de loisirs

-  Plage
-  Base de voile
-  Principales zones de pratiques sportives et de loisirs
-  Principaux ports de plaisance
-  Principale zone de pratique de la plaisance
-  Principaux sites de plongée sous-marine

Patrimoine maritime

-  Sites d'intérêt patrimonial
-  Épaves

Tourisme au sein du site Natura 2000 des Bancs des Flandres

-  Hôtel
-  Camping
-  Auberge de jeunesse / centre d'accueil des jeunes

Source : GPMD

3.3.3 UNE ACTIVITÉ TOURISTIQUE DYNAMIQUE

Le secteur du tourisme dunkerquois est dynamique, avec une capacité d'hébergement de l'ordre de 17 000 lits marchands et un parc de 4 000 résidences secondaires ^②, représentant un volume annuel de l'ordre de 2 millions de nuitées touristiques. Les 35 kilomètres de littoral du territoire concentrent la majeure partie de la capacité d'hébergement : 75 % de la capacité en chambres hôtelières à l'ouest de la CUD pour les seules villes de Gravelines, Loon-Plage, Grande-Synthe et Dunkerque, et 90 % des emplacements en hôtellerie de plein air, dont 75 % à l'est du territoire, dans les communes de Dunkerque,

Leffrinckoucke, Zuydcoote et Bray-Dunes. Ceci traduit un tourisme essentiellement tourné vers le balnéaire : plages, activités nautiques, équipements culturels et récréatifs, etc.

La configuration du littoral détermine la répartition des activités touristiques et de loisirs :

- tourisme et sports nautiques autour des stations balnéaires de Malo-les-Bains à Bray-Dunes et des bases nautiques associées (baignade, randonnée, char à voile, kitesurf, paddle, longe-côte...) ; pêche à pied, surfcasting et filets; chasse sur le domaine public maritime, etc. ;

^② Source EMD



- quelques activités de loisirs à la marge des activités portuaires et industrielles à l'Ouest de Dunkerque: baignade, sports nautiques, équitation et chasse au niveau des accès possibles à la plage (partie Ouest de la digue du Braek, au niveau de l'écluse des Dunes, et le Clipon ¹) ;
- dans la ville de Dunkerque: activités au niveau de la plage des Alliés (baignade et sports nautiques) et du port Est (ports de plaisance, bases de loisirs...).

Afin de pleinement prendre en compte ces activités et ce secteur économique, et de faire du parc éolien un atout touristique pour le territoire, le maître d'ouvrage EMD envisage différentes initiatives adaptées aux enjeux locaux et définies en adéquation avec les projets portés par les élus et structures locales. Des échanges ont déjà été engagés et se poursuivront tout au long de la vie du projet. Ces mesures ont vocation à être discutées avec le public à l'occasion du débat public.

Cet accompagnement du territoire dans la prise en compte des enjeux touristiques pourrait se décliner en trois axes :

- « **donner à voir** », déclinaison qui serait construite par exemple autour d'une aide à la mise en place d'une structure organisant des visites en bateau du parc éolien combinées à l'observation du patrimoine

écologique du littoral. Un travail sur la mise en scène du « nouveau » paysage pourrait également être étudié, avec par exemple la mise en place d'un parcours de points de vue depuis des sites emblématiques du territoire offrant une visibilité sur le parc ou encore d'une table d'orientation en réalité augmentée. Un soutien à des programmes de création/confortement de sentiers pédestres traversant les sites naturels les plus emblématiques du territoire et offrant une visibilité sur le parc pourrait également être envisagé.

- « **donner à comprendre** », axe autour duquel serait mis en place un ou des espaces d'information et d'interprétation dans des lieux en lien avec l'univers maritime, l'environnement ou encore l'énergie (le musée portuaire, la future Maison du Grand Site des Dunes de Flandre ou le futur site Euraénergie). Des panneaux d'information à des emplacements emblématiques du territoire, dans les zones de loisirs nautiques et sur les lieux depuis lesquels le parc éolien sera visible pourraient également être installés afin d'informer le public sur le projet et ses enjeux.
- « **accompagner le territoire et ses projets** », avec la mise en place de mesures de soutien et des contributions à des projets portés localement, et ce tout au long de la vie du projet, tels que : l'Opération Grand Site

¹ L'accès est actuellement interrompu suite aux travaux sur l'Ecluse Charles de Gaulle, le pont est consigné pour une durée indéterminée.

Éviter le mélange et le tassement des terres en phase de construction de liaisons souterraines

Afin de ne pas affecter l'activité agricole sur le long terme, les terres excavées lors du creusement de la tranchée pour l'implantation des liaisons souterraines seront triées afin d'éviter un mélange des différents horizons de terre préjudiciable pour le développement des cultures. Par ailleurs, les travaux seront circonscrits afin de limiter le tassement des terres. À la suite du chantier d'implantation de la double liaison souterraine, les terres se situant au-dessous des ouvrages souterrains pourront à nouveau être cultivées. [Ressource vidéo](#)



96-1 Cf page 119

La construction du poste à terre sur un emplacement prévu pour les zones d'activités

Les surfaces agricoles concernées par l'aire d'étude sont en partie cultivées de manière précaire par plusieurs exploitants agricoles en accord avec le GPMD, car elles sont dédiées aux zones d'activités. Ainsi, la localisation du poste électrique sur le domaine du GPMD serait cohérente avec le zonage voué au développement de la zone industrialo-portuaire.

Le nouveau poste électrique de raccordement terrestre nécessiterait un terrain d'environ 60 000 m² libre de réseau souterrain. La surface utilisée pour la construction du poste électrique ne pourra plus être cultivée. Des études techniques permettront d'optimiser la taille et la configuration du poste afin de limiter l'impact. Lors de la création d'un poste électrique terrestre, les exploitants agricoles aux alentours pourraient être gênés par la création d'accès temporaires au chantier et les va-et-vient des camions de chantier. Des mesures de limitation de la gêne pourront être mises en place.



3.4 Les liens avec la filière de l'éolien en mer et l'économie du territoire

3.4.1 L'INTÉGRATION DU PROJET DANS LA FILIÈRE INDUSTRIELLE ÉOLIENNE NATIONALE

Dans le cadre des deux premiers appels d'offres éoliens en mer français, une filière nationale se met progressivement en place et pourrait créer, à horizon 2025, 15 000 emplois sur le territoire national. Celle-ci est notamment constituée de sites industriels dédiés (bases de maintenance, etc.) et d'usines de fabrication d'éoliennes.

General Electric a par exemple construit en 2014 une usine de fabrication de nacelles et de génératrices d'éoliennes à Saint-Nazaire [44], qui emploie près de 500 personnes, et en 2018 une usine de fabrication de pales, les plus grandes au monde, à Cherbourg [50] qui emploiera à terme plus de 500 personnes. La production de ces sites industriels est destinée à des projets français mais aussi à des projets à l'étranger : depuis 2013, General Electric a ainsi investi plus de 200 millions d'euros pour des achats directs et indirects auprès de sous-traitants français pour des projets à l'export aux États-Unis, en Chine et en Allemagne, ce qui a contribué à la création de plus de 1 200 emplois indirects.

Le fabricant d'éoliennes Siemens Gamesa va quant à lui construire au Havre une usine de production de nacelles, pales et génératrices. Ce futur complexe industriel, dont la construction devrait démarrer courant 2020 après la réalisation de travaux, en cours, sur les quais où il doit être implanté, représente 750 emplois liés aux activités de production, d'assemblage, de logistique et d'installation.

Le territoire dunkerquois, au travers des nombreuses sociétés industrielles qui y sont implantées, a vocation à intégrer cette filière de l'éolien en mer à la fois dans la perspective du projet de Dunkerque mais également des premiers projets français dont les chantiers seront lancés entre 2020 et 2024.

3.4.2 UNE OPPORTUNITÉ POUR LES ENTREPRISES ET LE TISSU INDUSTRIEL LOCAL

La chaîne de sous-traitance qui se mettrait en place dans le cadre du projet de Dunkerque dépendra notamment du fournisseur d'éoliennes qui sera retenu par EMD, après obtention des autorisations. Avant cela, le maître d'ouvrage mettra en place différents dispositifs et mesures dont l'objectif est de maximiser les prises de commandes par des entreprises locales, seules ou en les aidant à constituer des groupements entre elles et avec les PME/ETI/grands groupes français ou étrangers, et de contribuer aux besoins du parc éolien.

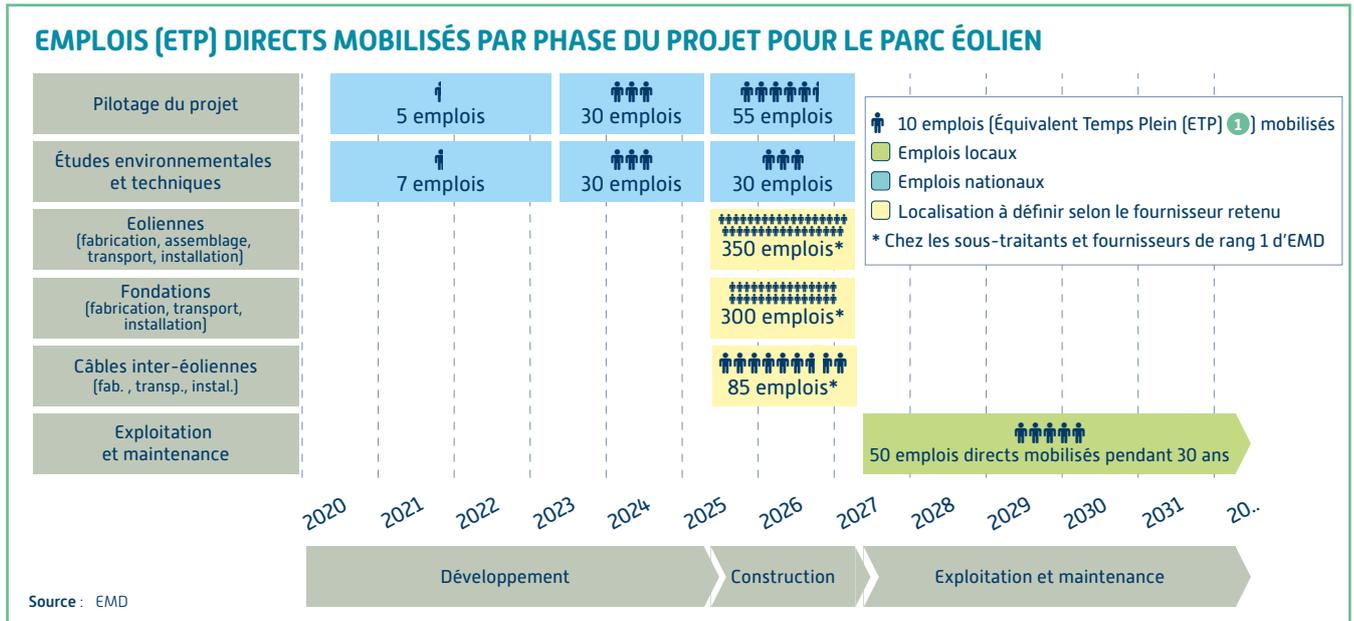
Fort de sa connaissance et de son retour d'expérience du marché français acquis avec les premiers projets éoliens en mer, EMD appliquera sa méthodologie éprouvée de sensibilisation, d'identification et d'accompagnement des entreprises locales afin qu'elles puissent s'intégrer au plan industriel du projet. Cette méthodologie s'appuie sur un partenariat fort avec les acteurs économiques territoriaux : la Communauté urbaine de Dunkerque, le GPMD, les Chambres de commerce et d'industrie (CCI) régionale et locale [avec notamment l'outil CCI Business⁹⁷⁻²], la Région Hauts-de-France, les agences de développement économique et d'insertion ou encore les grappes d'entreprises (clusters).

Déployée dès la phase de dialogue concurrentiel, cette démarche a d'ores et déjà permis d'identifier environ 250 entreprises régionales (dont plus de 170 PME) susceptibles d'intégrer la filière grâce au projet, qui viennent s'ajouter aux plus de 1500 entreprises qui composent la base de données des entreprises françaises déjà référencées par le maître d'ouvrage. EMD sensibilisera et impliquera ses fournisseurs potentiels de rang 1 ¹ à cette démarche dès la phase de développement du projet, afin d'identifier les prestations et sous-lots présentant un potentiel d'affaires pour les entreprises locales. EMD mettra en relation les fournisseurs directs qu'il aura sélectionnés avec le réseau industriel local, afin de leur faciliter la recherche de compétences complémentaires pour couvrir leurs éventuels besoins de sous-traitance.



97-2 Cf page 119

¹ Principaux fournisseurs d'EMD, en sous-traitance directe



Le maître d’ouvrage mettra également en place des outils grâce auxquels les fournisseurs potentiels pourront, pour se préparer, avoir accès à des informations concernant :

- le planning des grandes phases de réalisation du projet ;
- le processus de référencement et de consultation ;
- les consultations lancées pour chacune des phases du projet ;
- les compétences spécifiques recherchées.

Ces informations seront relayées par les organismes locaux et régionaux, les fédérations professionnelles et les réseaux d’entreprises, et

seront également diffusés lors d’évènements dédiés que le maître d’ouvrage pourra organiser sur le territoire.

Afin de garantir le recours aux PME et l’implication du tissu local, EMD s’est engagé, dans le cadre de sa réponse à l’appel d’offres, à faire réaliser par des PME et des PMI :

- s’agissant des études et des travaux jusqu’à la mise en service du parc éolien, au moins 6 % du coût de construction, soit environ 60 millions d’euros au total ;
- s’agissant des prestations d’entretien, de maintenance et d’exploitation du parc éolien, au moins 3 % du coût d’exploitation, soit environ un million d’euros par an.

COMPÉTENCES MOBILISÉES POUR LA CONSTRUCTION ET L’EXPLOITATION D’UN PROJET DE PARC ÉOLIEN EN MER

Ingénierie [technique et financière] : physique, mécanique, électrique, hydraulique, électronique, informatique, acoustique, topographie des fonds marins, analyse des vents et des courants, impact environnemental, analyse de risques, financements de projets, assurances...

Fabrication et assemblage des éléments : génie civil, génie industriel, expertise en matériaux composites, usinage de précision, traitement de grandes surfaces, électronique de puissance et raccordement, transport et expédition de

colis lourds de grandes dimensions, achat et planification...

Installation et raccordement : transport, stockage, montage, manutention, logistique maritime, grutage, remorquage, sécurité maritime, électronique de puissance et raccordement...

Exploitation et maintenance : techniciens de maintenance, conduite des navires de transport de personnel, marins, management, télésurveillance, surveillance maritime, prévision météorologique...

① La notion d’équivalent temps plein correspond à une activité exercée sur la base d’un temps plein soit à hauteur de la durée légale de travail. 1 ETP correspond, en fonction des secteurs d’activité, à environ 1 600 heures de travail sur une année civile, qui peuvent être réalisées par un salarié à plein temps ou plusieurs salariés à temps partiel.

Par ailleurs, comme en attestent les projets que ses membres développent actuellement en France, EMD attache une grande importance au volet social et à la diversification des viviers de recrutement. EMD s'engage ainsi à confier 5 % du total d'heures travaillées sur l'ensemble du Projet, soit près de 300 000 heures de travail, à des personnes éloignées de l'emploi ou en apprentissage, au sein des équipes d'EMD, de ses fournisseurs ou des structures locales d'insertion.

Pour cela, EMD travaillera étroitement avec Pôle Emploi, les Missions Locales, les organismes de formation et les structures d'insertion locales, avec qui des partenariats ont déjà été mis en place, comme par exemple avec la structure Entreprendre Ensemble Dunkerque.

Une base de maintenance implantée sur le port de Dunkerque contribuant à la création d'une cinquantaine d'emplois

durant toute la phase d'exploitation du projet
Comme indiqué *en partie 2.2.2*, une base de maintenance sera installée sur le port de Dunkerque, durant toute la phase d'exploitation du projet.

Présentes en effectif réduit dès la phase de développement, les équipes d'exploitation-maintenance s'étofferont en phase de construction pour préparer la phase d'exploitation, réaliser le suivi du chantier de construction de la base de maintenance, le suivi de l'aménagement des zones d'activités portuaires dédiées à la maintenance ou encore la préparation de l'activité de transport de personnel avec les armateurs. La phase d'exploitation débutera dès que des composants nécessitant une maintenance seront installés, soit courant 2026, et durera ensuite 30 ans.

Ces activités contribueront à la création d'une cinquantaine d'emplois directs, locaux et pérennes, dont principalement des emplois de technicien de maintenance, de pilotes de navires de transport du personnel et de marins, des techniciens de surveillance et de supervision et de logistique et des activités supports (management, secrétariat, ingénierie, logistique, achats...). À ces emplois sont également associés environ 150 emplois indirects, en lien avec les activités de la base de maintenance.

Les engagements de RTE pour la phase de construction

De son côté, RTE a obtenu en 2019 le label « Relations Fournisseurs et Achats



Chantier de raccordement du parc éolien au large de Saint Nazaire (avril 2020) © RTE

Responsables » ⁹⁹⁻¹ décerné pour une durée de trois ans. Il est le signe de la reconnaissance, par les pouvoirs publics, des engagements pris par RTE, depuis 2016, au travers d'une « charte achats responsables » portée par le plus haut niveau de l'entreprise. Parmi ceux-ci, RTE souhaite être acteur du développement local en contribuant à la vitalité des territoires et en encourageant l'économie sociale et solidaire, notamment en intégrant dans ses marchés des clauses « insertion ». Concrètement, dans les Hauts-de-France, 109 millions d'euros d'achats ont été réalisés en 2018 par RTE, dont 15 millions d'euros facturés directement auprès de 422 PME de la région. Par ailleurs, RTE signe régulièrement des conventions avec des maisons de l'emploi locales afin que les clauses insertion profitent en priorité aux territoires concernés par ses chantiers. RTE appliquera cette charte « Achats » pour les marchés qui porteront sur le raccordement du parc éolien au large de Dunkerque (génie civil, travaux publics, terrassements, études, communication, etc.). Ces données seront connues après 2021, à l'issue des études techniques.



99-1 Cf page 119

RTE souhaite, par ailleurs, que ses futurs postes électriques en mer puissent accueillir des co-usages d'intérêt public, définis en concertation avec les responsables socio-économiques locaux.

En partenariat avec la Communauté urbaine de Dunkerque, RTE a lancé en février 2019 un appel à projets pour la future plateforme électrique en mer qui raccordera le parc éolien au large de Dunkerque. L'objectif de cet appel à projets est de dépasser la dimension électrique de cette infrastructure pour en faire un outil de valorisation et d'innovation, au service des territoires et des différents usagers de la mer *[cf. annexe 5]*.

CHAPITRE

4

Le débat public et ses suites





Le débat public offre la possibilité à toutes les personnes qui le souhaitent de s'exprimer sur l'opportunité du projet, ses objectifs et ses

principales caractéristiques. C'est un temps d'ouverture et de dialogue, qui alimente le processus de décision des maîtres d'ouvrage.

4.1 Les attentes des maîtres d'ouvrage vis-à-vis du débat public

EMD et RTE présentent au débat public un projet dont certains aspects ont déjà fait l'objet de premières concertations :

- comme indiqué *en partie 1*, la zone d'implantation du projet de parc a en effet été décidée par l'État après un processus d'échanges et de concertation avec les parties prenantes locales, débuté en 2016 et associant le public.
- les maîtres d'ouvrage ont travaillé en concertation avec le territoire, EMD pour répondre à l'appel d'offres de l'État et RTE dans le cadre de la concertation Fontaine, pour faire valider l'aire d'étude nécessaire à l'implantation des installations du raccordement.

Le débat public est l'occasion de présenter le projet dans sa globalité, de toucher le grand public et les riverains, afin de diffuser largement l'information sur le projet et favoriser le débat dans de bonnes conditions. Il doit permettre la meilleure compréhension possible du projet par le public, avec un souci particulier de clarté et de transparence de la part des maîtres d'ouvrage.

Le débat public est une étape qui s'inscrit dans le processus d'élaboration du projet. Il s'adresse à l'ensemble de la population pour lui permettre de s'exprimer, d'obtenir des réponses aux questions qu'il se pose, formuler des observations, des critiques, des suggestions et partager des idées et initiatives. Il représente un moment fort dans la construction du projet puisqu'il est le premier temps d'échanges formels qu'ont les maîtres d'ouvrage avec l'ensemble du public qui, par son expérience et ses centres d'intérêt variés, apporte des points de vue nouveaux, des opinions et des positions diverses qui constituent autant d'éléments de réflexion et d'axes d'amélioration du projet.

En offrant à chacun l'occasion de s'exprimer sur le projet, et de débattre de ses caractéristiques, le débat public constitue une source d'informations précieuses pour les maîtres d'ouvrage, leur permettant de forger leur décision, pour ensuite décider de la suite à donner au projet et des conditions de poursuite de celui-ci le cas échéant. Les échanges qui s'établiront au cours du débat s'appuieront notamment sur le présent dossier, ainsi que sur l'ensemble des éléments qui seront présentés, mis à disposition et partagés tout au long du débat. De cette réflexion collective, émergeront des contributions susceptibles d'enrichir ou de compléter le projet.

Lors du débat public, les participants pourront exposer des avis sur des points particuliers du projet. Les maîtres d'ouvrage s'engagent à analyser l'ensemble des contributions du débat et à présenter les conclusions qu'il en tire.

- Sur les aspects environnementaux et socio-économiques, le public pourra faire part des enjeux spécifiques du territoire à prendre en compte, de leur hiérarchisation et pourra proposer des méthodologies d'études et de suivi qui pourraient donner lieu à des mesures spécifiques et adaptées à ces enjeux.
- Le dimensionnement des équipements du projet et les futurs choix des maîtres d'ouvrage nécessiteront de la clarté. Le public pourrait proposer des évolutions de certains paramètres, que les maîtres d'ouvrage s'engagent à analyser.
- L'insertion paysagère des ouvrages est une attente traditionnellement forte du public. Les maîtres d'ouvrage s'attacheront à présenter de manière simple et transparente les impacts connus du projet pour recueillir l'avis du public.

Dans ce double objectif d'échanges et de co-construction, **EMD attend, par exemple, du débat public** des avis sur :

- les mesures à mettre en œuvre pour contribuer à l'attrait touristique du territoire ;
- l'ouverture du projet à du financement participatif pour le public et les collectivités ;
- l'emprise sur l'horizon : par exemple, une proposition d'alignement des éoliennes pourrait élargir l'emprise du parc sur l'horizon, et en même temps permettre une meilleure navigation à l'intérieur de celui-ci. Cela favoriserait la cohabitation avec les usages maritimes actuels ;
- le dimensionnement des éoliennes : si la puissance maximale du parc est d'ores et déjà fixée à 600 MW, la taille et le nombre d'éoliennes ne sont pas encore définis ¹. Diminuer le nombre d'éoliennes, tout en augmentant la puissance de chacune, impliquerait de choisir un modèle d'éoliennes de plus grande taille pour ne pas dépasser la puissance du parc ;

Engagé depuis 2018 dans une démarche de concertation (la concertation Fontaine) avec les parties prenantes représentatives du territoire, **RTE attend notamment du débat public** de pouvoir :

- enrichir sa connaissance du territoire et permettre l'expression de la priorisation des enjeux environnementaux et socio-économiques, afin d'alimenter sa réflexion pour la définition du fuseau de moindre impact du raccordement et de l'emplacement de moindre impact d'un nouveau poste électrique à terre ;
- identifier des modalités propices à l'intégration du raccordement (par exemple : choix des périodes de travaux à favoriser, des techniques à utiliser sur le territoire) ;
- recenser des services d'intérêt général, qui après analyse technico-économique de RTE, pourraient être intégrés au poste en mer ou à terre ou faire l'objet de développement économique (développement du tourisme industriel par exemple).



Réunion publique organisée par RTE

¹ Comme indiqué précédemment, seul le nombre maximum d'éoliennes est fixé : 46.

4.2 La décision des maîtres d'ouvrage à l'issue du débat public

Dans un délai de deux mois à compter de la date de clôture du débat public, le président de la CPDP établit un compte rendu du débat public et la présidente de la CNDP en dresse le bilan. Le compte rendu et le bilan sont rendus publics lors d'une conférence de presse tenue par ceux-ci et mis en ligne sur le site Internet de la CNDP. Ces documents ont pour objet de rappeler les conditions d'organisation et du déroulement du débat, et de recenser l'ensemble des opinions, avis, arguments et remarques exprimés par le public et les parties prenantes au cours de celui-ci. Ils n'ont pas pour objet de se prononcer, ni d'émettre un avis sur le fond du projet.

Le Code de l'environnement indique que « *le(s) maître(s) d'ouvrage [...] décide(nt), dans un délai de trois mois après la publication du bilan de débat public, par un acte qui est publié, du principe et des conditions de la poursuite du projet. Il(s) précise(nt), le cas échéant, les principales modifications apportées au projet soumis au débat public. Il(s) indique(nt) également les mesures qu'il(s) juge(nt) nécessaire de mettre en*

place pour répondre aux enseignements du débat public. Cet acte est transmis à la Commission nationale du débat public. Cette décision fera l'objet d'une publication dans un journal national, ainsi que dans des journaux locaux [diffusés dans le département du Nord]. »

Les maîtres d'ouvrage EMD et RTE se baseront sur les éléments et enseignements recueillis au cours du débat public afin de prendre la décision de poursuivre ou non le projet.

Si le projet est confirmé, RTE continuera la concertation « Fontaine » sous l'égide du préfet de Département (cf. partie 1).

La seconde réunion de l'instance locale de concertation (ILC) interviendrait alors après le débat public afin de tenir compte des enseignements de ce débat, et serait consacrée à la présentation et à la validation d'un fuseau de moindre impact et d'un emplacement de moindre impact pour le poste électrique à terre et son raccordement au sein de l'aire d'étude.

4.3 Une concertation continue après la fin du débat public, jusqu'à l'enquête publique

EMD et RTE sont convaincus que l'implication forte des parties prenantes du territoire et du public constitue une aide à la décision qui permet d'apporter des éclairages et des données complémentaires sur le projet, et améliore l'intégration du projet sur le territoire. Ainsi, le dialogue déjà instauré avec les collectivités locales, les acteurs socio-économiques, les usagers de la mer, le monde associatif, en amont du débat public, puis lors de celui-ci avec le grand public serait prolongé jusqu'à l'enquête publique.

La concertation post-débat public est régie par le Code de l'environnement ¹. Celui-ci indique « *qu'après un débat public ou une concertation préalable décidée par la Commission nationale du débat public, elle désigne un garant chargé de veiller à la bonne information et à la participation du public jusqu'à l'ouverture de l'enquête publique.* »

Les modalités de la démarche de participation et d'information mises en œuvre après le débat public seront définies par les maîtres d'ouvrage au regard des enseignements du débat public, sous l'égide du garant nommé par la CNDP.

¹ L. 121-14 du Code de l'environnement :

Après un débat public ou une concertation préalable décidée par la Commission nationale du débat public, elle désigne un garant chargé de veiller à la bonne information et à la participation du public jusqu'à l'ouverture de l'enquête publique. La Commission détermine les conditions dans lesquelles le garant et le maître d'ouvrage ou la personne publique responsable la tiennent informée. Elle assure, si nécessaire, la publication de rapports intermédiaires. Le rapport final du garant est rendu public.

4.4 L'enquête publique, autre temps fort d'expression de l'avis du public en phase de développement

Si les maîtres d'ouvrage décident de poursuivre le projet, les demandes d'autorisations seront déposées entre mi et fin 2021 pour la construction et l'exploitation du parc éolien et de son raccordement.

L'instruction des demandes d'autorisations par les autorités compétentes donneraient lieu à la tenue d'enquête(s) publique(s)², sous l'égide d'un commissaire enquêteur ou d'une commission d'enquête publique.

Cette étape constituera donc un autre moment important du projet car elle permettra à toutes

les personnes concernées d'exprimer un avis sur un projet plus avancé, détaillé dans le cadre de l'étude d'impact.

Le bilan et le compte rendu des concertations (débat public et concertation sous l'égide du garant) seront joints aux dossiers d'enquêtes publiques, tout comme l'ensemble de l'étude d'impact. Ces documents seront donc consultables par le public lors de la période d'enquêtes publiques qui pourrait se tenir courant 2022.

4.5 Des dispositifs de suivi et de concertation propres au projet de Dunkerque

Afin de permettre une information et une participation continues du public après le débat public, un dispositif spécifique, en fonction des besoins et des phases du projet, matérialisé par exemple par l'organisation de réunions de concertation locale ou de conférences thématiques, serait mis en place.

Le site Internet dédié au projet permettrait également à tout un chacun de s'informer sur son état d'avancement. Alimenté et enrichi continuellement tout au long de la vie du parc, ce site pourrait comporter, après le débat public, un espace d'expression et une foire aux questions afin de constituer une interface permanente entre le grand public et les maîtres d'ouvrage.

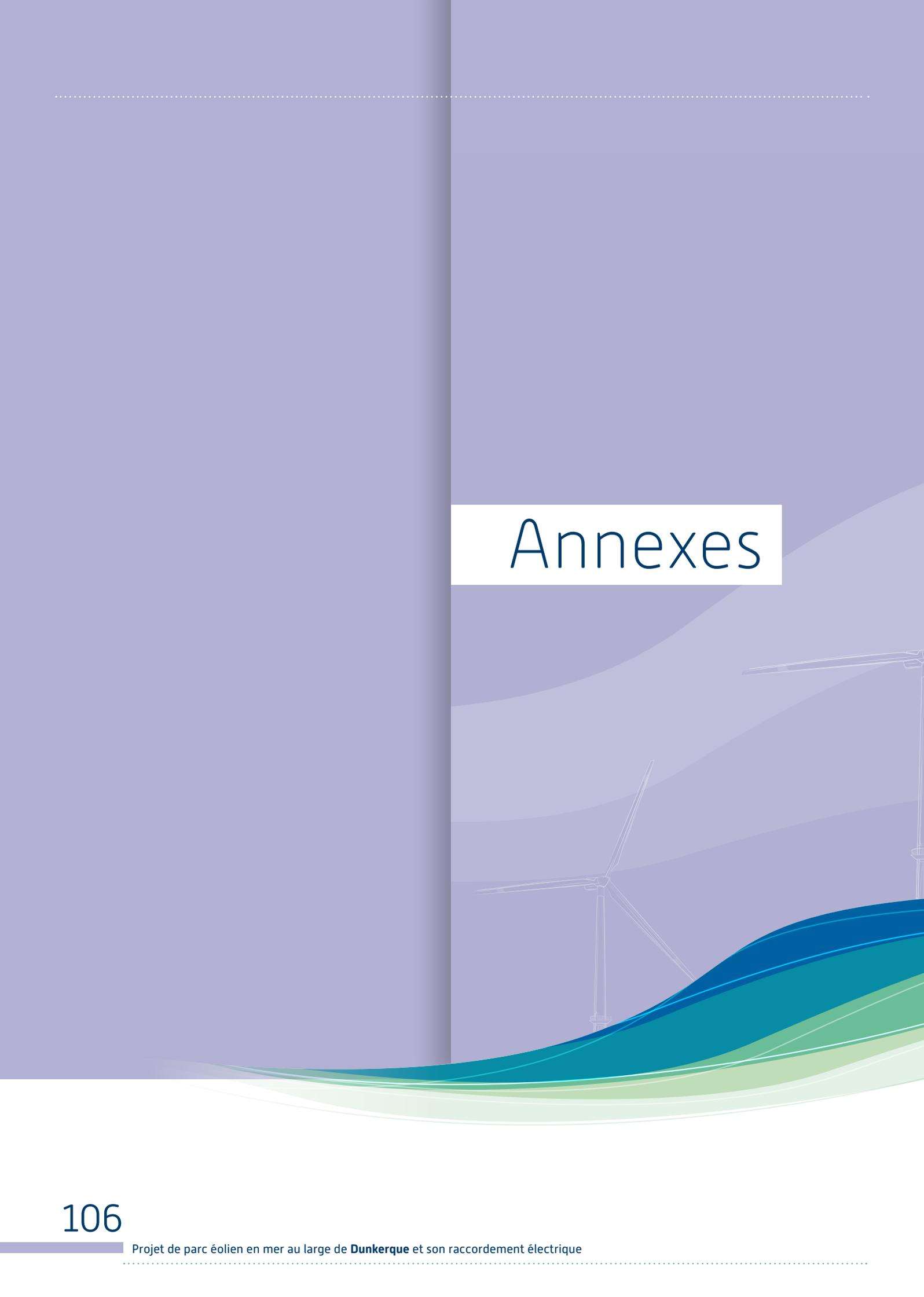
En complément, un dispositif de dialogue continu et structuré, dans le cadre de l'Instance de concertation et de suivi [ICS], est prévu par le cahier des charges de l'appel d'offres. L'ICS est pilotée par la préfecture du Nord et la préfecture maritime. Au sein de cette instance, plusieurs groupes de travail thématiques se réunissent régulièrement et constituent des espaces de réflexion, de dialogue, d'échanges d'informations

et d'expertises sur le projet et ses enjeux. Cette instance constitue ainsi un lieu de dialogue privilégié entre les parties prenantes pour l'élaboration de propositions tout au long de la vie du projet et ce dès la phase de développement, et permettra la meilleure prise en compte des enjeux locaux.

Concernant les enjeux environnementaux, un comité de suivi et scientifique pourra être mis en place afin d'échanger sur les protocoles des différentes mesures de suivi, veiller à leur bonne application par les maîtres d'ouvrage, analyser les résultats des observations et des études menées sur site et examiner l'efficacité des mesures proposées. Sous l'autorité du préfet et du préfet maritime, ce comité serait composé entre autres des services de l'État concernés, d'associations environnementales, des représentants des pêcheurs professionnels, des collectivités locales, de scientifiques... Les échanges et informations issus de ce comité de suivi et scientifique pourront être partagés et présentés à l'ICS afin de les communiquer le plus largement possible au public.

² Extrait de l'article L. 121-12 du Code de l'environnement :
L'ouverture de l'enquête publique (...) ne peut être décidée qu'à compter (...) de la date de publication du bilan du débat public ou à l'expiration du délai imparti au président de la commission pour procéder à cette publication et au plus tard dans le délai de huit ans qui suit ces dates.

Annexes

The background features a light purple gradient. On the right side, there are faint, stylized outlines of wind turbines. At the bottom, a decorative graphic consists of overlapping, wavy bands in shades of blue, teal, and green, resembling a stylized wave or a landscape feature.



Glossaire

A

Affouillement : phénomène de perturbation locale du courant provoqué par la présence d'un ouvrage artificiel installé en mer. Un tourbillon peut se former, creusant localement une cavité.

Aire d'étude : zone géographique de référence dont l'étendue est propre à chaque thématique à étudier. Par exemple :

- pour une étude d'impact environnemental, l'aire d'étude peut être immédiate, rapprochée ou encore éloignée.
- pour la concertation Fontaine (RTE) : L'aire d'étude correspond à la zone géographique dans laquelle pourrait s'inscrire les installations électriques du raccordement : elle est suffisamment vaste pour n'exclure aucune solution réaliste au plan environnemental, technique et économique. Cette aire d'étude ne préjuge pas du périmètre sur lequel seront évalués les effets du projet sur l'environnement. *[cf. annexe 1]*

Arts dormants : la pêche aux arts dits « dormants » utilise des engins de pêche immobiles (ex. : casiers, filets, palangres, etc.). Il s'agit du type de pêche le plus pratiqué sur la zone au large de Dunkerque.

Arts traïnants : la pêche aux arts dits « traïnants » utilise des engins de pêche traïnés ou tractés (ex. : chaluts de fond, dragues, perches, etc.).

Atterrage : Jonction entre câble sous-marin et câble souterrain.

Avifaune : Ensemble des espèces d'oiseaux.

B

Bathymétrie : équivalent sous-marin de la topographie, c'est-à-dire la description du relief sous-marin grâce aux mesures de profondeurs. La bathymétrie est mesurée grâce à un instrument appelé sonde bathymétrique, permettant de mesurer la profondeur en un point précis.

Battage de pieux : action d'enfoncer un pieu (ou fondation monopile) dans le sol ou le fond marin en frappant sur sa tête, au moyen d'un système composé d'une masse/d'un marteau.

Benthique(s) [espèces ou faune] : espèces vivantes, animales ou végétales, vivant sur ou à proximité immédiate des fonds sous-marins. Les peuplements benthiques sont également appelés communément « benthos ».

Biogaz : gaz produit par la fermentation de matières organiques animales ou végétales en l'absence d'oxygène.

Biomasse : ensemble des matières organiques d'origine végétale (algues incluses), animale ou fongique pouvant devenir source d'énergie par combustion (ex : bois énergie), après méthanisation (biogaz) ou suite à de nouvelles transformations chimiques (agrocarburant).

Biote : Ensemble des organismes vivants présents dans un habitat.

C

Câbles inter-éoliennes : câbles électriques reliant les éoliennes entre elles et au poste électrique en mer.

Champ électromagnétique : la notion de champ traduit l'influence que peut avoir un objet sur l'espace qui l'entoure. Dès qu'il y a une activité électrique, naturelle ou artificielle, des champs électromagnétiques sont présents. Un champ électrique est associé à la présence d'une tension et s'exprime en volt par mètre. Le champ magnétique est engendré par le déplacement des électrons, c'est-à-dire la circulation d'un courant. Il s'exprime en Tesla ou ampère par mètre.

Cluster : groupe d'entreprises et d'institutions partageant un même domaine de compétences, proches géographiquement, reliées entre elles et complémentaires.

Commission de régulation de l'énergie (CRE) : autorité administrative indépendante créée le 24 mars 2000 et chargée de veiller au bon fonctionnement des marchés de l'énergie en France. Sa compétence de régulateur s'étend aux marchés du gaz et de l'électricité.

Concertation « Fontaine » : les fondements de la concertation sur les projets d'ouvrages électriques ont été posés par le protocole du 25 août 1992, dans lequel le gestionnaire du réseau (EDF à l'époque) s'est engagé vis-à-vis de l'État à mettre en œuvre, le plus en amont possible de chacun de ses projets de 63 000 à 400 000 volts, une large concertation avec l'ensemble des partenaires concernés (élus, services de l'État, organisations socio-professionnelles et associatives). Ce principe a été reconduit, tout en étant renforcé, par les accords «Réseaux électriques et Environnement» de 1997 et 2001 et le « contrat de service public » de 2005 entre l'État, EDF et RTE. Il a en outre été relayé par plusieurs circulaires. Celle actuellement en vigueur est la circulaire ministérielle du 9 septembre 2002 (circulaire dite Fontaine du nom de la ministre de l'Industrie de l'époque) relative au développement des réseaux publics de transport et de distribution de l'électricité.

Conchyliculture : élevage de coquillages ou de tout mollusque bivalve. Les types les plus courants de conchyliculture sont l'ostréiculture (élevage des huîtres) et la mytiliculture (élevage des moules).

Consommation finale d'énergie : consommation d'énergie par les utilisateurs finaux des différents secteurs de l'économie, à l'exception des quantités consommées par les producteurs et transformateurs d'énergie. Elle exclut les énergies utilisées en tant que matière première (dans la pétrochimie ou la fabrication d'engrais par exemple).

Convertisseur : dispositif permettant de changer la forme de l'énergie électrique (par exemple de courant alternatif en courant continu).

D

Démantèlement : étape finale du projet qui consiste à démonter tout ou partie de l'ensemble des composants du parc éolien, et de débarrasser le site des équipements liés au projet et restituer le terrain à son usage initial ou à un autre usage approuvé collectivement.

Démersales (espèces) : Qualifie un poisson vivant près du fond sans pour autant y vivre de façon permanente. Les poissons démersaux sont divisés en deux grands types : les poissons benthiques qui vivent constamment sur le fond de la mer et les poissons benthopélagiques qui flottent juste au-dessus du fond de la mer.

Développement durable : conception de la croissance économique qui s'inscrit dans une perspective de long terme et qui intègre les contraintes liées à l'environnement et au fonctionnement de la société. Selon la définition donnée dans le rapport de la Commission mondiale sur l'environnement et le développement de l'Organisation des Nations unies, dit rapport Brundtland, où cette expression est apparue pour la première fois en 1987, le développement durable est un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs.

Dialogue concurrentiel : la démarche de « dialogue concurrentiel » a été introduite par l'ordonnance n°2016-1059 du 3 août 2016 relative à la production d'électricité à partir d'énergies renouvelables et précisée dans le code de l'énergie par le décret 2016-1129 du 17 août 2016.

Dispositif de séparation de trafic (DST) : mode d'organisation réglementée du trafic maritime visant à séparer, dans des zones à fort trafic maritime, des flux opposés de navigation par la mise en place de voies ou chenaux de circulation, afin de canaliser et de sécuriser la navigation.

E

Écosystème : ensemble formé par une association ou communauté d'êtres vivants (ou biocénose) et son environnement géologique, hydrologique, climatique, etc.

Effet de sillage : les pales des éoliennes en rotation génèrent des turbulences aérodynamiques qui peuvent perturber les éoliennes situées sous leur vent, diminuant ainsi leur production électrique. L'effet de sillage varie en fonction de la force et de la direction du vent, de la distance et de la position des éoliennes entre elles.

Emplois directs : emplois liés directement aux activités des sites de construction ou d'exploitation.

Emplois indirects : emplois liés aux entreprises sous-traitantes concernées par les commandes ou mobilisés par les autres secteurs d'activités dynamisés par la présence du parc (tourisme, formation, etc.).

Énergie finale ou disponible : énergie livrée au consommateur pour sa consommation finale (essence à la pompe, électricité au foyer, gaz pour se chauffer...).

Énergie fossile : énergie produite à partir de roches issues de la fossilisation des êtres vivants : pétrole, gaz naturel et houille. Elles sont présentes en quantités limitées et non renouvelables, car la reconstitution de leurs stocks nécessite un temps très long. Leur combustion entraîne l'émission de gaz à effet de serre.

Énergie hydraulique ou hydroélectricité : énergie électrique résultant de l'utilisation de la force motrice des chutes, des retenues et des cours d'eau.

Énergies marines renouvelables (EMR) : ensemble des technologies permettant l'exploitation des flux d'énergies naturelles fournies par les mers et les océans (vent en mer, courants, marées, vagues, énergie thermique).

Énergie primaire : ensemble des produits énergétiques non transformés, exploités directement ou importés. Ce sont principalement le pétrole brut, les schistes bitumineux, le gaz naturel, les combustibles minéraux solides, la biomasse, le rayonnement solaire, l'énergie hydraulique, l'énergie du vent, la géothermie et l'énergie tirée de la fission de l'uranium.

Énergie renouvelable : énergie primaire inépuisable à très long terme, car issue directement de phénomènes naturels, réguliers ou constants, liés à l'énergie du soleil, de la terre ou de la gravitation.

Énergie secondaire : toute énergie obtenue par la transformation d'énergie primaire (par exemple l'électricité produite avec des moyens thermiques).

Ensoulement ou Ensouillage : action qui consiste à enfouir les câbles électriques dans le sol marin. On parle également de souille pour désigner un approfondissement d'une surface le long d'un quai pour permettre le stationnement d'un navire indépendamment de la marée. Désigne également une tranchée réalisée dans les fonds marins.

Éolienne : dispositif destiné à convertir l'énergie du vent en électricité. Les éoliennes produisent de l'électricité d'origine renouvelable. Elles peuvent être installées sur terre, ou en mer.

Équivalent Temps Plein (ETP) : La notion d'équivalent temps plein correspond à une activité exercée sur la base d'un temps plein soit à hauteur de la durée légale de travail. 1 ETP correspond, en fonction des secteurs d'activité, à environ 1 600 heures de travail sur une année civile, qui peuvent être réalisées par un salarié à plein temps ou plusieurs salariés à temps partiel.

F

Facteur de charge : rapport entre la production réelle et la production maximale théorique d'un moyen de production (par exemple une éolienne) sur une plage de temps donnée.

Filière : ensemble des activités complémentaires qui concourent, d'amont en aval, à la réalisation d'un produit fini.

FMI : le fuseau de moindre impact correspond à l'emplacement exact retenu pour le projet à partir du recensement des différentes contraintes et des différentes solutions techniques envisageables.

Foisonnement : terme technique consacré qui décrit la capacité de production d'une zone climatique à compenser un excès ou un déficit de production dans une autre zone climatique.

Fondation flottante : technologie de support d'éoliennes en mer pour les parcs en eaux profondes voire très profondes (dépassant les 60 mètres de profondeur, contrairement à l'éolien posé). Le principe de cette fondation repose sur la flottabilité et la stabilité de la structure (maintenue par des lignes d'ancrage) afin qu'elle résiste aux effets de la houle et du vent.

Fondation gravitaire : structure composée d'une large base en béton conçue pour être placée sur le fond de la mer et suffisamment lourde pour rester en place y compris dans des conditions de mer très agitées.

Fondation jacket : structure tubulaire en treillis métallique fixée sur le fond marin par plusieurs pieux.

Fondation monopieu : pieu métallique tubulaire enfoncé dans le fond marin.

Forage dirigé : forage directionnel ou oblique.

Frayère : lieu de reproduction d'une ou plusieurs espèces de poissons, des mollusques et des crustacés.

G

Gaz à effet de serre (GES) : gaz d'origine naturelle ou humaine, qui absorbent une partie des rayons solaires en les redistribuant sous la forme de radiations qui rencontrent d'autres molécules de gaz, répétant ainsi le processus et créant l'effet de serre, avec augmentation de la température. Les principaux gaz responsables sont le dioxyde de carbone, le méthane, l'oxyde nitreux et les gaz fluorés. L'augmentation de leur concentration dans l'atmosphère terrestre est un facteur soupçonné d'être à l'origine du récent réchauffement climatique.

Génératrice : partie intégrée de la nacelle de l'éolienne qui transforme l'énergie mécanique du vent en électricité.

Géophysique : étude du sol par des méthodes non intrusives (sonar, magnétomètre...)

Géotechnique : étude du sol et du sous-sol par des méthodes mécaniques (carottage, mesures de résistance du sol, etc.) destinée à déterminer la nature et les caractéristiques mécaniques, physiques et éventuellement chimiques de ses constituants afin de prévoir son comportement lors de la réalisation d'un ouvrage.

Gigawatt (GW) : unité de puissance. Un gigawatt égale un milliard de watts ou un million de kilowatts.

Gigawattheure (GWh) : unité de mesure d'énergie qui correspond à la puissance consommée par un appareil de 1 gigawatt pendant une heure.

H

Halieutiques (espèces) : ressources vivantes animales et végétales des milieux aquatiques marins exploitées par l'homme (Poissons, coquillages ou crustacés pêchés, etc.).

Hydrolienne : turbine sous-marine qui utilise l'énergie cinétique des courants marins (force et vitesse) pour produire de l'électricité, comme une éolienne utilise l'énergie du vent.

L

Lidar : appareil qui mesure la vitesse du vent grâce à un faisceau de lumière ou un laser [cf. *acronymes, page 116*].

Ligne d'ancrage : système permettant de relier le flotteur portant l'éolienne à un dispositif ancré sur les fonds marins.

M

Magnétométrie : détection des anomalies du champ magnétique créées par la présence de masses de fer au fond de la mer (épaves, ancres, câbles, UXO...).

Maître d'ouvrage : personne morale pour le compte de laquelle est exécuté un ouvrage, qui l'utilise ou l'exploite. Il s'assure de la conception et de la faisabilité du projet, définit le processus de réalisation et le finance. Éoliennes en Mer de Dunkerque est le maître d'ouvrage du projet de parc éolien en mer de Dunkerque, RTE est le maître d'ouvrage du raccordement électrique du parc.

Mât : élément constitutif de l'éolienne reposant sur la fondation, qui supporte la nacelle et qui permet d'élever les pales à une altitude adéquate, où la vitesse du vent est plus élevée (aussi appelé tour).

Mégawatt [MW] : un mégawatt équivaut à 1 000 kilowatts.

Mille nautique (appelé aussi mille marin) : unité de mesure de distance utilisée en navigation maritime et aérienne. 1 mille nautique vaut 1 852 mètres.

Mix énergétique : proportion des différentes sources d'énergies primaires consommées (renouvelables, minérale, fossiles), dans la production globale d'énergie.

Mesure d'évitement : mesure intégrée dans la conception du projet, soit du fait de sa nature même, soit en raison du choix d'une solution ou d'une alternative, qui permet d'éviter un impact fort pour l'environnement.

Mesure de réduction : mesure pouvant être mise en œuvre dès lors qu'un impact négatif ou dommageable ne peut être supprimé totalement lors de la conception du projet. La mesure de réduction s'attache à réduire, sinon à prévenir l'apparition d'un impact.

Mesure compensatoire : mesure visant à offrir une contrepartie à un impact dommageable non réductible provoqué par le projet. Cette mesure intervient lorsque les mesures prioritaires d'évitement ou de réduction n'ont pu limiter suffisamment les impacts.

Mouillage : lieu où un navire peut être mis à l'ancre.

Moyeu : élément constitutif de l'éolienne, au niveau de la nacelle, sur lequel sont fixées les trois pales de l'éolienne.

N

Navire autoélévateur : navire, plateforme ou barge mobile équipé(e) d'un système auto-élévateur composé de jambes rétractables qui prennent appui sur les fonds marins, permettant de surélever le navire au-dessus de la surface de l'eau et s'affranchir des mouvements de la mer.

Nacelle : partie de l'éolienne située au sommet du mât, comprenant la génératrice et l'ensemble des équipements associés, et sur laquelle est attaché le rotor. Mobile sur l'axe du mât, elle s'oriente face au vent.

Natura 2000 : réseau de l'Union Européenne de sites naturels ou semi-naturels, ayant une grande valeur patrimoniale par la faune et la flore exceptionnelles qu'ils contiennent, institué par la « Directive habitat, faune, flore » du 21 mai 1992.

NorFra : conduite de gaz (ou gazoduc) reliant la Norvège à la France et exploité par Gassco.

Nourricerie : zone en mer où se regroupent les juvéniles d'une espèce mobile durant les premiers mois ou les premières années de leur vie, pour s'y nourrir et poursuivre leur développement.

P

Pélagiques (espèces) : ensemble des organismes vivant en pleine mer, proche de la surface ou dans la colonne d'eau, sans contact avec le fond. Lorsqu'on parle d'oiseaux pélagiques, il s'agit d'oiseaux vivants en haute mer.

Photomontage : assemblage de photographies et intégration d'éléments numériques en vue d'obtenir une simulation visuelle de l'insertion des éoliennes dans leur environnement.

Poste client : poste électrique appartenant à un client de RTE (distributeurs d'électricité ou industriels) raccordé au réseau haute tension et très haute tension. Un poste électrique est un nœud du réseau assurant la connexion entre plusieurs lignes électriques.

Poste électrique en mer : installation située au sein du parc éolien en mer, permettant de transformer l'électricité produite par les éoliennes pour la mettre aux normes du réseau national de transport d'électricité (tension, fréquence) et constituant la frontière entre le réseau privé du parc éolien et le réseau public de transport.

Programmation Pluriannuelle de l'Énergie (PPE) : outil de pilotage de la politique énergétique française, créée par la loi de transition énergétique pour la croissance verte. Elle détaille les objectifs de la France pour l'ensemble de son mix énergétique et les priorités d'actions des pouvoirs publics pour atteindre ces objectifs. Elle est révisée tous les 5 ans et concerne la métropole continentale et les zones dites non interconnectées (la Corse, la Réunion, la Guyane, la Martinique, la Guadeloupe, Wallis et Futuna et Saint-Pierre et Miquelon).

Puissance nominale : puissance fournie dans des conditions normales/optimales. Elle est également communément appelée « puissance installée ».

Q

Quartier maritime : subdivision administrative où s'exercent la gestion des marins, l'enregistrement des navires et des rôles d'équipage. Il y a en France 45 quartiers maritimes.

R

Réseau haute tension et très haute tension : caractérise les lignes de transport d'électricité de tension supérieure à 1000 volts (1 kV). En France, on distingue deux types de haute tension. La Haute Tension A (ou Moyenne

Tension) peut être comprise entre 1 000 volts (1 kV) et 50 000 volts (50 kV). Sont en principe raccordés sur ce niveau de tension les consommateurs qui ont besoin d'une puissance supérieure à 250 kW. La Haute Tension B est réservée au réseau de transport d'électricité, exploité en France par RTE. Les tensions électriques correspondantes varient de 50 000 volts (50 kV) à 400 000 volts (400 kV).

Rotor : partie mobile de l'éolienne composée des pales et du moyeu, se mettant en rotation par la force du vent.

S

Sédiments : dépôt meuble laissé par les eaux, le vent et les autres agents d'érosion, qui peut être d'origine marine ou non.

Servitudes : une servitude est une charge imposée à une propriété privée dans un but d'intérêt général. Les servitudes de passage de lignes électriques sont par exemple prévues aux articles L.323-4 et suivants du code de l'énergie (anciennement article 12 de la loi de 1906)

Site classé : protection d'un monument naturel ou d'un site répondant à la volonté de maintien en l'état du site désigné. Aucune modification ne peut ainsi être réalisée sans autorisation spéciale (article L. 341-10 du Code de l'environnement).

Site inscrit : protection minimale d'un monument naturel ou d'un site. Des travaux peuvent être effectués après en avoir avisé le préfet de département, qui recueille l'avis de l'architecte des bâtiments de France (article R. 341-9 du Code de l'environnement).

Systèmes d'aide à la navigation : dispositifs intégrés au sein d'un navire visant à définir son positionnement, à assurer sa sécurité et à recevoir des informations sur son environnement (AIS, VMS, VHF, GPS et Systèmes de communication par liaison fixe).

T

Térawattheure (TWh) : mille milliards de wattheures ou un milliard de kilowattheures. Un térawattheure correspond à l'énergie consommée par un milliard d'appareils d'un kilowatt de puissance pendant une durée d'une heure.

Tirant d'air : hauteur de la partie émergée d'un navire ou d'une structure en mer.

Tirant d'eau : Hauteur de la partie immergée d'un navire, qui varie en fonction de la charge de transport.

Tonne équivalent pétrole (TEP) : elle représente la quantité d'énergie contenue dans une tonne de pétrole brut, soit 41 868 gigajoules. Cette unité est utilisée pour exprimer dans une unité commune la valeur énergétique des diverses sources d'énergie. Pour l'électricité, une tonne équivalent pétrole vaut 11,6 mégawattheures. 1 Kilotonne d'équivalent pétrole (Ktep) représente 1 000 tep, 1 mégatonne équivalent pétrole (Mtep) représente 1 000 000 tep.

Trait de côte : ligne qui marque la limite jusqu'à laquelle peuvent parvenir les eaux marines. Le trait de côte est défini par le bord de l'eau calme, lors des plus hautes mers possibles.

Transect : ligne virtuelle ou physique que l'on met en place pour étudier un phénomène où l'on comptera les occurrences.

Transformateur : machine électrique permettant de modifier les valeurs de tension et de courant tout en gardant la même fréquence.

Turbidité : la turbidité de l'eau correspond à la concentration de matières en suspension dans la masse d'eau, calculée en grammes par litre et mesurée avec un turbidimètre.

Turbine : la turbine permet la transformation d'une énergie, par exemple hydraulique ou éolienne, en énergie mécanique, laquelle est alors transformée en énergie électrique par un alternateur. Ce nom peut être utilisé pour désigner une éolienne.

U

UXO : UneXploded Ordnance, terme qui désigne des munitions non explosées

V

Volt (V) : Unité de mesure de force électromotrice [tension électrique] du Système international (SI).

W

Watergangs : canal de drainage ou d'irrigation.

Wateringues ou watringues : réseau de canaux de drainage mis en place dans le cadre des travaux d'assèchement des terres situées au-dessous du niveau de la mer.

Watt (W) : puissance d'un système énergétique dans lequel une énergie de 1 joule est transférée uniformément pendant 1 seconde. En électricité, le watt est l'unité de puissance d'un système débitant ou absorbant une intensité de 1 ampère sous une tension de 1 volt. Le kilowatt (kW), soit 1000 watts est une unité fréquemment utilisée pour la définition des moteurs électriques ou thermiques. Le mégawatt (MW), soit un million de watts, est une unité fréquemment utilisée en production électrique; un réacteur nucléaire français a une puissance installée comprise entre 900 MW et 1450 MW électriques. Le gigawatt (GW) correspond, lui, à un milliard de watts.

Wattheure (Wh) et kiloWattheure (kWh) : unité de l'énergie produite ou consommée pendant une heure. Le kilowattheure est une unité de mesure d'énergie consommée pour un appareil de 1 000 watts (1 kWh) de puissance pendant une durée d'une heure. Elle est souvent utilisée pour mesurer l'énergie électrique aussi bien générée que consommée.

Z

ZNIEFF : les Zones naturelles d'intérêt écologique, faunistique et floristique (ZNIEFF) sont des inventaires constituant des outils de connaissance du milieu naturel français ; elles n'ont pas de valeur juridique en tant que tel. Ces inventaires doivent néanmoins être pris en considération dans les études du milieu naturel, car ils sont révélateurs de l'intérêt écologique des territoires concernés. Les ZNIEFF de type 1 sont des zones plus ou moins étendues de grand intérêt biologique ou écologique, abritant des espèces végétales ou animales protégées. Les ZNIEFF de type 2 sont de grands ensembles naturels riches et peu modifiés, offrant des potentialités biologiques importantes.

Zone de projet : zone qui inclut zone d'implantation du parc éolien et aire d'étude du raccordement.

Zones de protection spéciale (ZPS) : créées dans le cadre de la directive européenne « Oiseaux » et relatives à leur protection, les ZPS sont intégrées au réseau européen des sites écologiques Natura 2000.

Zone spéciale de conservation (ZSC) : créées dans le cadre de la directive Habitats en 1992, elles ont pour objectif la conservation de sites écologiques présentant soit des habitats naturels ou semi-naturels d'intérêt communautaire, de par leur rareté, ou le rôle écologique primordial qu'ils jouent ; soit des espèces de faune et de flore d'intérêt communautaire, là aussi pour leur rareté, leur valeur symbolique, le rôle essentiel qu'ils tiennent dans l'écosystème.

Acronymes / Abréviations

AIS : Automatic Identification System, système automatique d'identification des navires

ALARP : As Low As Reasonably Practicable - Aussi bas que raisonnablement possible

CCI : Chambre de Commerce et d'Industrie

CDPMEM : Comité Départemental des Pêches Maritimes et des Élevages Marin

CEREMA : Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement.

CNDP : Commission nationale du débat public

CNPMEM : Comité national des pêches maritimes et des élevages marins

CPDP : Commission particulière du débat public

CRE : Commission de régulation de l'énergie

CRPMEM : Comité régional des pêches maritimes et des élevages marins

CUD : Communauté urbaine de Dunkerque

DCSMM : Directives cadres sur le milieu marin

DCE : Directive cadre sur l'eau

DGEC : Direction générale de l'Énergie et du climat

DREAL : Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement

EMD : Éoliennes en Mer de Dunkerque

EMI : Emplacement de Moindre Impact

ETP : Équivalent Temps Plein

FMI : Fuseau de Moindre Impact

GIEC : Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat

GPMD : Grand Port Maritime de Dunkerque.

GW : gigawatt

ICPE : Installations Classées pour la Protection de l'Environnement.

ILC : Instance Locale de Concertation (Concertation Fontaine)

ICS : Instance de Concertation et de Suivi (issue du processus d'appel d'offre du parc)

IFREMER : Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer

kW : kilowatt

kWh : kilowattheure

LIDAR : Acronyme de l'expression en langue anglaise « light detection and ranging » ou « laser detection and ranging », qui signifie en français « détection et estimation de la distance par la lumière » ou « par laser ».

m/s : mètre par seconde

MES : Matière en suspension

Mtep : mégatonne équivalent pétrole

MW : mégawatt

MWh : mégawattheure

OFB : Office français de la biodiversité. Remplace l'AFB, Agence Française pour la Biodiversité

PEHD : Polyéthylène Haute Densité

PME : Petites et moyennes entreprises

PMI : Petites et moyennes industries

PPE : Programmation pluriannuelle de l'énergie

PPI : Plan Particulier d'Intervention.

RBINS : Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique

RTE : Le Réseau de Transport d'Electricité.

SAMM : Suivi aérien de la mégafaune marine

SDPN : Schéma Directeur de Patrimoine Naturel.

SHOM : Service hydrographique et océanographique de la Marine

SNSM : Société Nationale de Sauvetage en Mer

TEP : tonne équivalent pétrole

TWh : térawattheure

UXO : Unexploded Ordnance - Munitions non explosées

VHF : Very High Frequency (très haute(s) fréquence(s))

ZNIEFF : Zone naturelle d'intérêt écologique faunistique et floristique

ZSC : Zone spéciale de conservation (Réseau Natura 2000).

ZPS : Zone de Protection Spéciale (Réseau Natura 2000).

Hyperliens



Tout au long du document, des QR codes vous permettent de compléter votre information par renvoi à du contenu sur internet. Retrouvez ici la liste des liens correspondants.

Le nombre figurant avant le tiret de chaque référence correspond à la page proposant ce complément d'information.

PRÉAMBULE

- 8-1 <https://www.connaissancedesenergies.org/energie-primaire-et-energie-finale-en-france-quelle-difference-140708#notes>
- 8-2 https://youtu.be/P9-Y2MVP_tQ
- 9-3 <https://www.youtube.com/watch?v=bpNFPsvLpng&t=18s>
- 10-1 <http://www.parc-eolien-en-mer-de-dunkerque.fr>
- 10-2 <https://www.edf-renouvelables.com/>
- 11-3 <https://iam.innogy.com/en/for-your-home>
- 11-4 <https://www.enbridge.com/>
- 14-1 <https://www.dailymotion.com/video/x5a6818>
- 14-2 <https://media.rte-france.com/developpement-du-reseau-electrique-francais-a-lhorizon-2035-un-reseau-renove-et-repense-pour-reussir-la-transition-energetique/>
- 14-3 <https://www.rte-france.com/rapport-integre-2018/FR/>
- 15-4 <https://www.cre.fr/>
- 15-5 <https://www.rte-france.com/fr/projet/raccordement-electrique-du-parc-eolien-en-mer-de-dunkerque>

CHAPITRE 1

- 20-1 <https://rev3.fr/comprendre/origine/>
- 20-2 <http://sraddet.participons.net/grand-dessein-dimensions-thematiques/>
- 21-3 <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/sites/default/files/2019-09/datalab-59-chiffres-cles-energie-edition-2019-septembre2019.pdf>
- 21-4 <https://www.iea.org/>
- 22-1 <https://bilan-electrique-2018.rte-france.com/wp-content/uploads/2019/02/BE-PDF-2018v3.pdf>
- 31-1 http://www.prefectures-regions.gouv.fr/hauts-de-france/content/download/29400/201416/file/170104_cp_r_eolien_mer_dunkerque_restitution_consultation%20...pdf
- 33-1 <https://www.cre.fr/media/Fichiers/publications/appelsoffres/EolienMer-Telecharger-le-cahier-des-charges-dans-sa-version-mise-en-ligne-le-19-06-2019>
- 34-1 <https://www.cre.fr/Documents/Deliberations/Decision/Instruction-des-offres-du-dialogue-concurrentiel-n-1-2016-Installations-eoliennes-de-production-d-electricite-en-mer-Dunkerque>

CHAPITRE 2

- 41-1 <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000037847804&categorieLien=id>
- 46-1 <https://www.dailymotion.com/video/x770vut>
- 47-2 <https://www.dailymotion.com/video/x7cib9s>
- 49-1 <https://www.dailymotion.com/video/x770vut>
- 51-1 <https://www.dailymotion.com/video/x6gakey>
- 57-1 https://media.rte-france.com/ao3_dunkerque_etude_mer
- 63-1 <https://www.cre.fr/Documents/Deliberations/Decision/Instruction-des-offres-du-dialogue-concurrentiel-n-1-2016-Installations-eoliennes-de-production-d-electricite-en-mer-Dunkerque>
- 63-2 <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/sites/default/files/2019-09/datalab-59-chiffres-cles-energie-edition-2019-septembre2019.pdf>

CHAPITRE 3

- 68-1 <http://cerema.maps.arcgis.com/apps/MapJournal/index.html?appid=7f5d1c9ec1e74dbab94320f3f1624db8>
- 69-2 <https://doi.org/10.1186/2046-9063-10-8>
- 71-1 <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:1979L0409:20070101:FR:PDF>
- 71-2 https://inpn.mnhn.fr/docs/natura2000/Directive_habitats_version_consolidee_2007.pdf
- 73-1 <https://www.france-energies-marines.org/R-D/Projets-en-cours/DUNES>
- 76-1 https://odnature.naturalsciences.be/downloads/mumm/windfarms/winmon_report_2018_final.pdf
- 76-2 <https://archimer.ifremer.fr/doc/00103/21459/19040.pdf>
- 76-3 <https://doi.org/10.13155/61975>
- 78-1 <https://wwz.ifremer.fr/manchemerdunord/Unite-Halieuutique>
- 79-2 <https://media.rte-france.com/interconnexion-sous-marine-et-souterraine-france-angleterre/?local=ile-de-france-normandie>
- 81-1 https://www.researchgate.net/publication/335703152_Offshore_wind_farms_and_their_effects_on_birds
- 82-1 <https://tethys.pnnl.gov/sites/default/files/publications/Degraer-2019-Offshore-Wind-Impacts.pdf>
- 96-1 <https://www.dailymotion.com/video/x6gakey>
- 97-2 <https://www.ccirezo-normandie.fr/reseau/49395-cci-business>
- 99-1 https://www.rte-france.com/sites/default/files/charte_achats_a4_0525a.pdf

Annexes

- 127-1 <https://www.dailymotion.com/video/x72cydx>
- 127-2 <https://media.rte-france.com/appel-projets-plateforme-electrique-raccordement-dunkerque/?local=nord>

Annexes

Annexe 1 : Aire d'étude propre au projet de raccordement du parc

Dans le cadre de la concertation dite « Fontaine », une aire d'étude a été proposée puis validée. Celle-ci a été définie en fonction :

- de la localisation de référence du poste électrique en mer ;
- de la localisation de la zone d'atterrage ;
- de la possibilité technique de raccorder le parc éolien au réseau électrique local existant ;
- des enjeux environnementaux existants décrits ci-dessus au sein de la zone de diagnostic élargie.

Les études de détail permettront d'affiner ces enjeux afin de déterminer les obstacles ou les aspects rédhibitoires du point de vue de l'environnement. L'aire d'étude est présentée en deux parties : le domaine maritime et le domaine terrestre.

Aire d'étude - Partie maritime

L'aire d'étude proposée sur le domaine maritime est définie dans le but d'englober l'ensemble des solutions de raccordement entre le poste en mer et la zone d'atterrage, où les câbles marins seront joints aux câbles terrestres.

Les données d'entrée sont les suivantes :

- le périmètre pour l'implantation du parc définie dans le cahier des charges de l'appel d'offres, qui contient la localisation de référence du poste en mer ;
- la position du gazoduc NorFra, que l'on évitera de franchir : le tracé du gazoduc constitue la limite Ouest de l'aire d'étude ;
- la possibilité d'atterrage limitée à un linéaire de 500 m entre l'arrivée de la conduite NorFra à la côte (à l'Ouest) et la digue du

Braek (à l'Est). Ce linéaire se situe sur la dune du Clipon.

Au Nord-Est, l'aire d'étude maritime englobe l'ensemble du futur parc éolien, qui s'appuie sur l'alignement des bancs sableux du Dyck.

Du côté Ouest, l'aire d'étude maritime correspond au tracé du gazoduc NorFra.

Du côté Est, l'aire d'étude maritime s'appuie sur le banc Breed, pour éviter les bancs découvrants Smal et Hills, et le banc côtier du Braek.

Au Sud, l'aire d'étude maritime se rétrécit vers le secteur favorable pour l'atterrage entre la digue du Braek (à l'Est) et la zone d'arrivée à terre du gazoduc NorFra (à l'Ouest), en évitant les zones de clapage Centre et Est du GPMD ainsi que la zone de dépose d'explosifs. En revanche, la zone d'étude ne peut éviter la traversée du chenal de navigation entre les deux ports. Le linéaire d'atterrage intègre la dune du Clipon, qui correspond à une ZNIEFF de type 1 et qui forme la limite sud de la zone Natura 2000 des Bancs des Flandres (ZPS).

L'aire d'étude maritime intègre les bancs Ratel (In Ratel et Innen Ratel), l'extrémité Ouest du banc du Breed et une partie du banc Snouw.

Cette aire d'étude permet ainsi d'éviter, d'Est en Ouest :

- la zone à l'Est de Dunkerque, où se concentrent les activités de loisirs littorales et sur le plan d'eau ;
- les reposoirs à pinnipèdes (bancs découvrant à marée basse) du banc Hills, pour les phoques ;
- la zone de culture de moules sur filières entre les bancs Small et Hills ;

- les 4 zones de clapage en mer du GPMD;
- les zones de dépôts d'explosifs;
- les zones de concentration d'épaves autour du Port Est et sur le Haut-fond de Gravelines;
- le croisement du gazoduc Norfra;
- la traversée de bancs sableux aux extrémités très mobiles (vagues de sables);
- la passe d'entrée du Port Ouest et le fort trafic maritime associé (ferries et navires de commerce);
- à l'atterrissage, la zone d'hivernage de forte densité pour l'avifaune de la dune du Clipon.

L'aire d'étude recoupe inévitablement, du Nord au Sud :

- le site Natura 2000 en mer jusqu'à sa bande littorale;
- les bancs sableux, les figures sédimentaires associées (vagues de sable) et les dépressions interbancs, avec les dénivelés inhérents;
- la route de navigation des ferries en provenance de Belgique vers l'Angleterre;
- la route de navigation de plaisance entre la Belgique et l'Angleterre;
- les zones de pêche côtière;
- le chenal d'accès au port Est (Passe de l'Est) de Dunkerque (Chenal intermédiaire);
- à l'atterrissage, les bancs sableux côtiers (Bancs de Saint-Pol et Mardyck) collés au talus côtier);
- près de l'atterrissage, la zone de restriction marine (interdite au mouillage) devant la tour radar.

Aire d'étude – Partie terrestre

La première donnée d'entrée est la possibilité d'atterrissage, sur la dune du Clipon, entre l'arrivée de la conduite NorFra à la côte et la digue du Braek. La seconde donnée d'entrée est la nécessité de créer un nouveau poste à terre sur un terrain d'une emprise de 6 ha libre de réseau souterrain, proche du réseau aérien 225 kV existant.

Ainsi, l'aire d'étude sur le domaine terrestre a été définie afin d'englober l'ensemble des solutions de raccordement possibles avec la création du nouveau poste en raccordement à terre.

Les ZNIEFF de types 1 et 2 et les zones humides protégées sont bien représentées dans la zone. Cependant, en raison de l'urbanisation (industrielle et résidentielle) et des solutions de raccordement envisageables, le périmètre de l'aire d'étude ne peut éviter la traversée des ZNIEFF de type 1 (« Dune de Clipon » et « Marais du Prédembourg, Bois et étang du Puythouck et Pont à Roseaux »).

Au Nord, l'aire d'étude terrestre englobe une grande partie de la dune du Clipon, afin d'envisager plusieurs solutions de franchissement. En effet, la partie Nord (plage et dune bordière) appartient au site marin Natura 2000 de la ZPS « Bancs des Flandres ».

L'aire d'étude intègre une partie du canal des Dunes afin de laisser plusieurs possibilités de franchissement de celui-ci. Elle autorise un passage à l'Est ou à l'Ouest du site de l'usine pétrochimique VERSALIS (ex-Polimeri Europa).

Du côté Est, l'aire d'étude terrestre s'appuie sur des limites naturelles fortes, dont le canal de Bourbourg, et exclut le bassin de Mardyck. Elle s'étend le long du canal pour atteindre la ligne Grande-Synthe – Holque. En revanche, l'aire d'étude intègre :

- la partie Ouest de la ZNIEFF de type 1 « Marais du Prédembourg, Bois et étang du Puythouck et Pont à Roseaux » coupée en deux par le canal;
- le site Total bordant le canal et la route du Fortelet;
- le parc éolien existant entre la route de Mardyck et le canal.

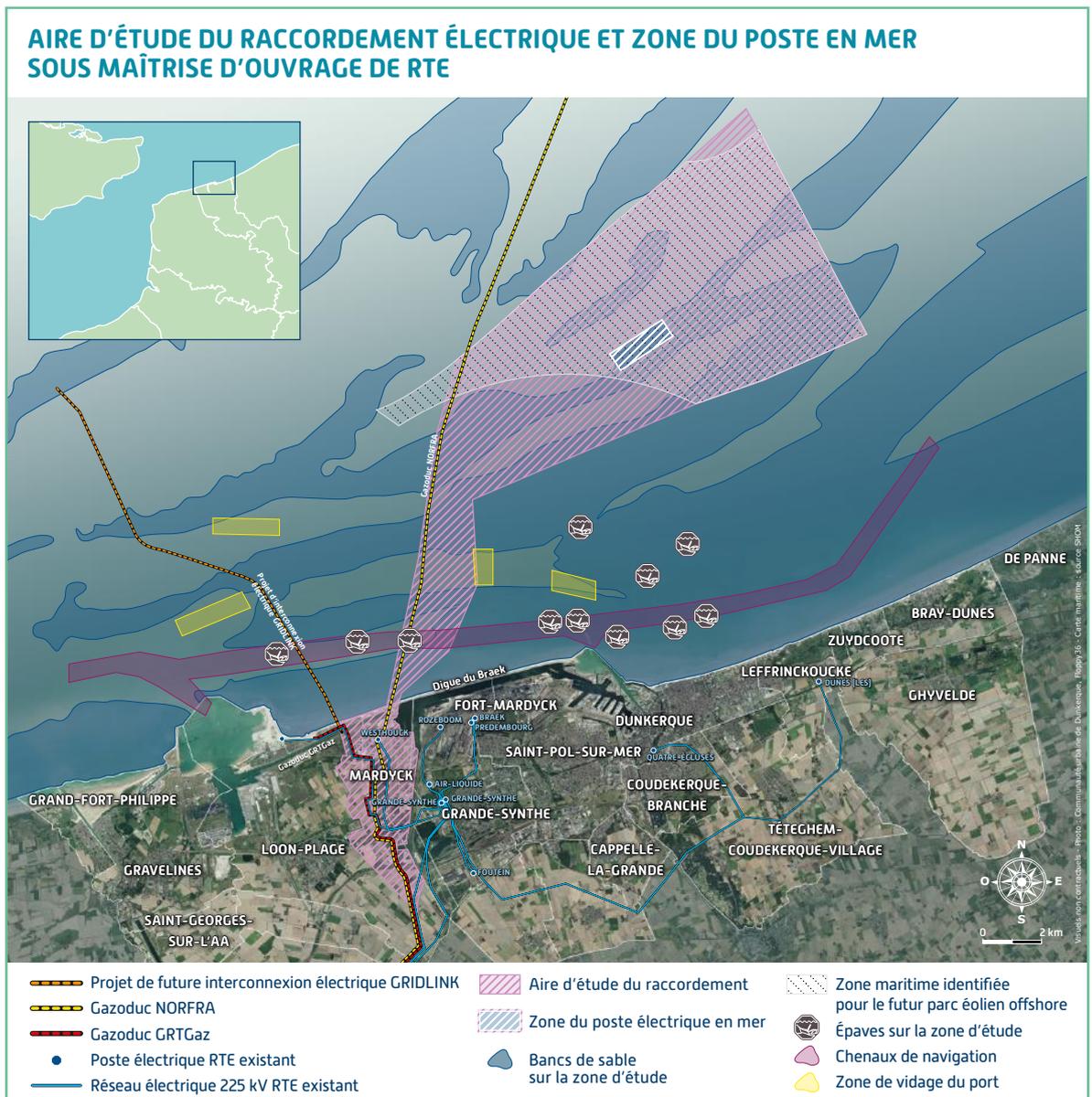
Au Sud, elle s'allonge pour permettre un raccordement sur la ligne Grande-Synthe – Holque. Elle exclut la ZNIEFF de type 1 « Bassin de Coppenaxfort, watergang du Zout Gracht et prairies et mares de la Ferme Belle à Loon-Plage ». Elle intègre cependant une partie de la ZNIEFF de type 2 « Plaine maritime flamande entre Watten, Loon-Plage et Oye-Plage ».

Du côté Ouest, l'aire d'étude terrestre suit et englobe le tracé du réseau routier tout en évitant l'urbanisation de Loon-Plage et la Distillerie Ryssen Alcools. Elle évite le secteur inscrit dans le projet d'extension du GPM CAP 2020 (variante Baltique, le plus proche de la zone d'étude) et les secteurs plus sensibles aux remontées de nappes.

En conclusion, cette aire d'étude permet d'éviter :

- des sites industriels : terminal méthanier, distillerie Ryssen Alcools classée SEVESO, projet d'extension portuaire Cap 2020 (bassin de l'Atlantique) ;

- la digue du Braek à l'Est, étant donnée l'impossibilité de traverser les flancs de l'ouvrage de protection et d'y installer une zone potentielle d'atterrage ;
- la majorité des zones humides protégées au PLUc ;
- plusieurs espaces naturels protégés (Espaces du Conservatoire du Littoral, ZNIEFF de type 1, Réserve naturelle) ;
- le réseau dense de watergangs situé juste à l'Ouest de l'aire d'étude ;
- les zones bâties de la commune de Loon-Plage.



Annexe 2 : Autorisation à caractéristiques variables

Afin de faciliter le développement des projets éoliens en mer, le gouvernement français a mis en place en 2018 un dispositif d'autorisations à caractéristiques variables, qui s'apparente au permis « enveloppe » déjà mis en place depuis plusieurs années dans d'autres États européens (Danemark et Royaume-Uni, notamment).

Cette réforme procède du constat que, dans un contexte de développement long des parcs éoliens en mer, il est nécessaire de donner aux acteurs la possibilité de faire évoluer leurs projets pour tenir compte des innovations technologiques de la filière.

La création des autorisations à caractéristiques variables découle de l'article 58 de la loi du 10 août 2018 pour un État au service d'une société de confiance (ESSOC). Elle a ensuite été précisée par voie réglementaire (*décret n° 2018-1204 du 21 décembre 2018 relatif aux procédures d'autorisations des installations de production d'énergie renouvelable en mer*) ¹.

Conformément à l'article 6 du décret précité du 21 décembre 2018, la réglementation porte sur les installations de production d'énergie renouvelable en mer et à leurs ouvrages de raccordement aux réseaux publics d'électricité pour lesquels la demande d'autorisation a été déposée au moins six mois après la publication de la loi ESSOC du 10 août 2018. Le nouveau dispositif s'appliquera pour la première fois au projet de parc éolien en mer au large de Dunkerque et à son raccordement au réseau public de transport.

Concrètement, les principales autorisations du projet de Dunkerque (l'autorisation environnementale et la concession d'utilisation du domaine public maritime) comporteront des caractéristiques variables et en détermineront les limites (par exemple, la puissance unitaire de la turbine, les caractéristiques de cette dernière et de leurs fondations, le nombre d'éoliennes, l'implantation des câbles, etc.). Les maîtres d'ouvrage pourront ensuite faire évoluer les installations de production et les ouvrages de raccordement dans les limites définies par leurs autorisations sans avoir à solliciter une modification de celles-ci.

Préalablement à la délivrance des autorisations, les caractéristiques variables seront intégrées aux dossiers de demande d'autorisation environnementale et de concession déposés par EMD pour le parc éolien en mer et par RTE pour les ouvrages de raccordement. Afin de décrire et d'apprécier de manière appropriée les incidences notables du projet à caractéristiques variables et de garantir l'information et la participation du public, l'étude d'impact environnemental jointe aux demandes d'autorisation et qui sera soumise à l'enquête publique tiendra compte des caractéristiques variables des projets et présentera, conformément à la réglementation, les effets négatifs maximaux associés à ces caractéristiques.

De la même façon, les prescriptions de construction et d'exploitation imposées par l'État aux porteurs de projet, notamment les mesures d'évitement, de réduction et de compensation (démarche ERC) ainsi que les modalités de suivi, seront établies au regard des caractéristiques variables en fonction desquelles le projet sera autorisé à évoluer et des effets maximaux de ces caractéristiques.

¹ L'ensemble de ces dispositions sont codifiées aux articles L. 181-28-1 et R. 181-54-1 et suivants du code de l'environnement.

Annexe 3 : Évolution des coûts d'investissement de l'éolien en mer en Europe

Les dépenses d'investissement pour l'installation d'un mégawatt de capacité éolienne en mer peuvent varier en fonction de divers paramètres : régimes de vent, caractéristiques du sous-sol marin, éloignement à la côte et aux zones portuaires, conditions de mer, coût des matières premières, fiabilité des technologies utilisées, etc.

Les derniers rapports publiés par WindEurope, l'association européenne des acteurs de l'éolien, montrent que le coût des investissements relatifs à la mise en œuvre de nouvelles capacités éoliennes en mer a fortement baissé en Europe depuis 2015.

En 2018, environ 10 milliards d'euros ont été investis dans la construction de parcs éoliens en mer, finançant de l'ordre de 4 GW, soit un ratio de 2,5 millions d'euros/MW. Selon les chiffres de WindEurope, ce prix par mégawatt est en baisse de plus de 40 % par rapport à 2013 (4,4 millions d'euros/MW).

Cette baisse significative est principalement due à trois facteurs :

- l'augmentation du nombre d'appels d'offres et l'introduction d'enchères concurrentielles, aux Pays-Bas et en Allemagne notamment.
- l'augmentation de la taille des turbines. De nouvelles générations d'éoliennes, de 6 à 10 MW, s'imposent sur le marché. La puissance unitaire moyenne des turbines a augmenté d'environ 15 % par an depuis 2014, pour atteindre 7,8 MW en 2019.

- l'augmentation de la puissance installée des projets, qui conduit à des économies d'échelle. La puissance cumulée des projets financés de 2016 à 2018 (11,5 GW) est presque aussi importante que celle des six années précédentes, entre 2010 et 2015 (11,7 GW).

Parmi les pays qui ont financé plus de 250 MW de nouvelles capacités éoliennes en mer en 2018, le Royaume-Uni présente le plus haut niveau d'investissement, soit 2,9 millions €/MW. En Allemagne, le coût des investissements dans l'éolien en mer a été le plus bas, soit 1,6 million d'euros par MW, tandis que les Pays-Bas et le Danemark ont également atteint moins de 2 millions d'euros par MW.

L'écart entre le Royaume-Uni et les autres grands marchés européens de l'éolien en mer est principalement dû au fait que les investisseurs doivent financer le coût du raccordement des projets, alors que dans les autres pays, c'est généralement le gestionnaire de réseau de transport (GRT) qui en est responsable. Les fluctuations du prix de la livre sterling pourraient également avoir eu un impact qu'il est toutefois difficile de mesurer.

La fiabilité des technologies et la durée de vie des éoliennes, dont les standards sont passés de 20 ans à 25 voire 30 ans, ont également un impact sur la baisse du prix de revient d'un mégawattheure éolien en mer.

Annexe 4 : Bureaux d'études mandatés par EMD

 <p>Bureau d'études ensemblier de l'étude d'impact</p>	<p>Natural Power est un bureau d'études disposant d'une expérience unique en matière d'évaluations environnementales associées aux projets de parcs éoliens, à terre et en mer.</p> <p>Concernant les parcs éoliens en mer en particulier, Natural Power a acquis un retour d'expérience très important sur les parcs existants et en développement au Royaume-Uni.</p> <p>Le bureau d'études compte notamment dans ses équipes anglaises des ornithologues et des chiroptérologues qui travaillent en relation étroite avec la recherche scientifique pour proposer les expertises et mesures les plus appropriées pour ce type de projet. Ces experts sont également régulièrement sollicités pour contribuer à l'élaboration de guides méthodologiques pour les thématiques « Avifaune » et « Chiroptères ».</p>
<p>Expert en charge de l'étude :</p>  <p>Partenaires :</p>  <p>Mégafaune marine</p>	<p>Biotope est un acteur de référence en ingénierie environnementale, qui dispose de nombreuses références dans l'expertise écologique depuis 25 ans.</p> <p>L'expertise relative à la mégafaune marine (avifaune, mammifères marins, chiroptères) sera menée au sein d'une équipe rassemblée autour de Biotope, associant de nombreuses compétences et expériences complémentaires :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Natural Power et le RBINS pour les aspects méthodologiques notamment : • BioConsult, HiDef, le GON et l'association Le Clipon pour les aspects suivis en mer et inventaires.
<p>Expert en charge de l'étude :</p>  <p>Partenaires :</p>  <p>Acoustique sous-marine</p>	<p>Quiet Oceans possède une expérience et une expertise en acoustique sous-marine reconnues au plan national et international.</p> <p>Constituée d'experts bioacoustiques diplômés, l'équipe de Quiet Oceans sera en charge des campagnes d'acquisition de données du bruit sous-marin ambiant, de la modélisation acoustique et de l'ensemble de l'analyse et de l'interprétation des résultats obtenus.</p> <p>Quiet Oceans a largement contribué aux guides méthodologiques et recommandations sur le sujet en France et à l'international. Il a également réalisé les études acoustiques de la plupart des projets éoliens en mer français.</p> <p>Quiet Oceans s'appuiera également sur l'expertise complémentaire de l'institut CHORUS, spécialiste de l'acoustique sous-marine appliquée aux écosystèmes sous-marins ; le travail se fera en lien direct avec Biotope pour la mise en relation de l'expertise acoustique avec les compartiments biologiques (mammifères marins notamment).</p>

 <p>Habitats et espèces benthiques / Qualité des eaux et des sédiments</p>	<p>IDRA Bio & Littoral est spécialisé dans le suivi du milieu aquatique et des habitats marins. Ce bureau d'études est ainsi intervenu dans la réalisations de suivi du benthos et de la qualité des eaux et des sédiments de plusieurs projets de parcs éoliens en mer, ainsi que pour le compte du GPMD. Ces missions lui offrent une connaissance accrue des enjeux environnementaux locaux et des stratégies régionales de gestion de la qualité du milieu marin.</p>
 <p>Espèces halieutiques / Espèces de la colonne d'eau</p>	<p>SINAY dispose d'une expertise significative et reconnue dans le domaine des études halieutiques en mer. Ce bureau d'étude a également acquis une très bonne connaissance du site de Dunkerque, ce qui lui donne la possibilité de proposer des méthodes robustes pour l'échantillonner.</p> <p>Les campagnes d'acquisition de données en mer par pêches scientifiques seront réalisées en collaboration avec les professionnels de la pêche. L'utilisation de navires de pêche est notamment privilégiée.</p>
 <p>Expertise hydro-sédimentaire</p>	<p>Etudes météo-océaniques, océanographie littorale, dynamique sédimentaire, modélisation numérique</p>
 <p>Analyse paysagère</p>	<p>L'agence Bocage est un bureau d'études en paysage basé à Bailleul dans le Nord (59), exerçant ses activités avec une équipe expérimentée d'ingénieurs concepteurs paysagistes. L'agence est spécialisée en diagnostic, gestion du paysage et des espaces publics. Elle s'est forgée une expérience dans différents domaines intégrant notamment les études d'urbanisme et de planification, les classements de site, la création des espaces publics, la valorisation et la gestion d'espaces naturels, les schémas de développement des énergies renouvelables (éolien, photovoltaïque) pour les collectivités et l'État, ainsi que la création de guides méthodologiques du développement durable.</p>
 <p>Photomontages</p>	<p>GEOPHOM est un expert reconnu pour la réalisation de photomontages de projets éoliens, en mer particulièrement. Les photomontages de l'ensemble des parcs éoliens en mer français ont en effet été réalisés par GEOPHOM, dont la méthodologie a été expertisée et approuvée par le CNRS.</p>

Annexe 5 : Appel à projets CUD/RTE : les cinq projets récompensés

C'est à l'occasion du salon international Seanergy qui s'est déroulé à Dunkerque en juin 2019 que François Brottes, président du directoire de RTE, et Patrice Vergriete, président de la CUD, ont récompensé cinq projets, sélectionnés par le jury. Composé d'experts de la CUD, de RTE et de partenaires externes, ce dernier a évalué les dossiers des 232 participants (nationaux et internationaux) en fonction de la pertinence du projet proposé, son originalité et sa faisabilité technique.

[Lien vers vidéo](#) ¹²⁷⁻¹

- **Le prix commun RTE/CUD pour le meilleur projet numérique : Géodunes**, start-up dunkerquoise, pour son projet **GÉOCÉAN** de monitoring du milieu marin, notamment de mesure des courants marins et de la houle.
- **Le prix RTE pour le meilleur projet non-numérique** : les entreprises françaises

Sofresid, PersÉE et McPhy pour leur projet HYBSEA de production d'hydrogène vert en mer.

- La CUD et RTE ont également décerné un **prix spécial « Art et Énergie » à Point Triiple** (Villeneuve d'Ascq) pour son projet VENTALION permettant la transformation des données physiques du vent en une symphonie musicale.

Deux autres prix honorifiques ont récompensé des projets étudiants :

- **Un projet** de collecte de déchets par drones sous-marins.
- **Un projet d'algoculture**, production d'algues à usages alimentaire et pharmaceutique. *Plus d'informations* ¹²⁷⁻²



127-1 Cf page 119



127-2 Cf page 119



Eoliennes en Mer de Dunkerque
Cœur Défense - Tour B
100, esplanade du Général de Gaulle
92932 Paris La Défense Cedex

RTE Hauts de France
Service Concertation Environnement Tiers
62 rue Louis Delos
59700 Marcq-en-Barœul

