



MINISTÈRE
DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE

*Liberté
Égalité
Fraternité*

ÉOLIENNES EN MER AU LARGE DE LA NORMANDIE



DOSSIER DE CONCERTATION

**Nouveau parc éolien en mer au large de la Normandie
au sein de la zone « Centre Manche »**

Décembre 2021

Document élaboré par le ministère de la Transition écologique,
avec les contributions de RTE concernant le raccordement.

ÉDITO

La lutte contre le changement climatique passe nécessairement par la sortie progressive des énergies fossiles sur lesquelles reposent encore les deux tiers de notre consommation énergétique. La France est résolument engagée dans cette transition énergétique qui induira un accroissement de nos besoins en électricité dans les prochaines années, tout en prenant d'importantes mesures pour améliorer l'efficacité énergétique.

Pour atteindre nos objectifs de décarbonation des transports, des bâtiments, de nos industries et répondre à l'urgence climatique, développer massivement les énergies renouvelables est un impératif. La programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) 2019-2028, adoptée en avril 2020, décline l'objectif de 40 % d'énergies renouvelables dans la production électrique française, à horizon 2030, dans l'objectif global d'atteindre 33 % d'énergies renouvelables dans la consommation finale brute à cette échéance.

Avec 11 millions de km² de zones maritimes sous souveraineté ou juridiction, la France bénéficie d'atouts indéniables pour devenir l'un des leaders mondiaux dans le domaine des énergies marines renouvelables et en particulier la filière éolienne en mer. Reposant sur des technologies maîtrisées et compétitives, cette dernière apparaît comme l'un des piliers de la réussite de la transition énergétique française et une solution incontournable face à l'urgence climatique. Elle suppose une réflexion en amont qui concilie les usages de l'espace marin et permette la bonne insertion dans les territoires des réseaux électriques. La transition énergétique des territoires est indissociable de la démarche de planification de l'espace maritime définie par les documents stratégiques de façade. Elle est porteuse de développement et d'emplois pour les territoires.

La PPE prévoit le lancement d'appels d'offres sur plusieurs façades maritimes dans les années à venir. Le nouveau projet éolien au large de la Normandie a vocation à répondre à l'ambition du gouvernement d'atteindre le rythme d'attribution de 1 GW par an, à partir de 2023. La maîtrise d'ouvrage de ce projet est assurée par le ministère de la Transition écologique, en partenariat avec le ministère de la Mer. RTE, le gestionnaire du réseau de transport d'électricité français, est le maître d'ouvrage du raccordement de ce projet. Ensemble, nous souhaitons que le public soit pleinement associé à cette démarche pour définir un projet adapté aux besoins territoriaux et nationaux. L'ensemble des acteurs – collectivités territoriales, acteurs économiques, grand public, associations, syndicats, etc. – sont invités à prendre part à ce nouveau temps de concertation organisé par les maîtres d'ouvrage sous l'égide des garants nommés par la commission nationale du débat public (CNDP).

S'inscrivant dans la suite du débat public de 2019-2020 ayant conduit à la définition de la zone de projet éoliennes, dite « Centre Manche », cette concertation a pour objectif de permettre au public de se prononcer sur **la possibilité d'installer un nouveau projet de parc éolien en mer dont la puissance pourra atteindre jusqu'à environ 1,5 GW au sein de la même zone**. Le public pourra, notamment, prendre connaissance des études supplémentaires réalisées depuis le débat public. Il pourra faire des propositions pour le cahier des charges de la procédure de mise en concurrence qui sera lancée à l'issue de la concertation préalable, ainsi que pour la bonne intégration du projet dans son environnement (prise en compte des enjeux environnementaux, des autres usages de l'espace marin, retombées locales...).

Nos équipes seront pleinement à l'écoute de vos contributions durant le débat public, et également tout au long de la vie du projet.



Barbara Pompili,
Ministre de la
Transition écologique



Annick Girardin,
Ministre de la Mer



Xavier Piechaczyk,
Président du directoire de RTE

SOMMAIRE

GLOSSAIRE	6
PRÉAMBULE	8
LE PROJET EN BREF	8
LA CONCERTATION PRÉALABLE	8
LES ATTENTES DE LA CONCERTATION POUR LE MAÎTRE D'OUVRAGE	9
LES ACTEURS DE LA CONCERTATION ET LES CONTACTS	10
MOYENS ET SUPPORTS DE COMMUNICATION	11
PROGRAMME PRÉVISIONNEL DU DÉBAT EN PRÉSENTIEL ET/OU DISTANCIEL (SELON DISPOSITIONS SANITAIRES)	12
CONTEXTE RELATIF À UN NOUVEAU PROJET ÉOLIEN EN MER EN ZONE CENTRE MANCHE	13
1.1 LE CONTEXTE CLIMAT ÉNERGIE	13
1.1.1 La neutralité carbone, un engagement international	13
1.1.2 La décarbonation du mix énergétique, un levier majeur	13
1.2 LA PLACE DU PROJET DANS LA RÉPONSE APPORTÉE PAR L'ÉTAT	14
1.2.1 La loi énergie-climat, la feuille de route	14
1.2.2 La PPE 2019-2028	15
1.3 LA NORMANDIE, UNE RÉGION D'ACCUEIL DE L'ÉOLIEN EN MER	16
1.3.1 Pourquoi la Normandie ?	16
1.3.2 État des lieux	17
1.4 LA ZONE « CENTRE MANCHE »	18
1.4.1 Rétrospective sur le débat public relatif au développement de l'éolien en mer au large de la Normandie mené en 2019-2020	18
1.4.2 La décision du 4 décembre 2020 de la ministre de la Transition énergétique porte sur une zone de 500 km ²	20
LOCALISATION DES OUVRAGES ET ENJEUX ASSOCIÉS	23
2.1 POURSUITE DE LA PLANIFICATION SUR LA ZONE « CENTRE MANCHE »	23
2.2 ORGANISATION DE LA ZONE « CENTRE MANCHE »	25
2.3 ORGANISATION DES RACCORDEMENTS DES PROJETS ÉOLIENS AU SEIN DE LA ZONE CENTRE-MANCHE	27
2.4 DESCRIPTION DES ENJEUX ASSOCIÉS À LA ZONE DE PROJET	28
2.4.1 Zones de raccordement	29
2.4.2 Environnement	32
2.4.3 Paysage et patrimoine	34
2.4.4 Sécurité maritime et navigation	36
2.4.5 Comment les différents usages peuvent-ils cohabiter ?	37
2.4.6 Caractéristiques techniques de la zone	39

LE PROJET À VENIR	41
3.1 DESCRIPTION GÉNÉRALE DU FUTUR PROJET ÉOLIEN ENVISAGÉ	41
3.1.1 Caractéristiques techniques d'un parc éolien posé	41
3.1.2 Comment est déterminé le nombre d'éoliennes pour un parc ?	42
3.1.3 Assemblage et installation des éoliennes	42
3.2 DESCRIPTION DU RACCORDEMENT	43
3.3 COÛT DU PROJET	50
3.3.1 Combien coûte un parc éolien en mer ?	50
3.3.2 Combien coûte le raccordement d'un parc éolien en mer ?	51
3.3.3 Comment est financé un parc éolien en mer ?	51
LE CALENDRIER DU PROJET	53
4.1 PARTICIPATION DU PUBLIC	53
4.2 PROCÉDURE DE MISE EN CONCURRENCE	53
4.3 ÉLABORATION DU PROJET	54
4.4 CONSTRUCTION DU PROJET	54
ANNEXES	55
ANNEXE 1 - ÉTAT DES LIEUX DE L'ÉOLIEN EN MER EN FRANCE	56
ANNEXE 2 - CARTE D'IMPLANTATION DU PROJET D'1 GW EN CENTRE-MANCHE	58
ANNEXE 3 - CARTE D'IMPLANTATION DU PROJET D'ENVIRON 1,5 GW EN CENTRE-MANCHE	59
ANNEXE 4 - LISTE DES COMMUNES DU PÉRIMÈTRE DE LA CONCERTATION PRÉALABLE	60
ANNEXE 5 - QUELQUES NOTIONS SUR L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE	62
ANNEXE 6 - LES ALTERNATIVES AU NOUVEAU PARC ÉOLIEN EN MER AU LARGE DE LA NORMANDIE AU SEIN DE LA ZONE « CENTRE MANCHE »	65
ANNEXE 7 - COMPARAISON DES DIFFÉRENTS TYPES DE PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ	68
ANNEXE 8 - LES SCÉNARIOS DU MIX DE PRODUCTION ÉLECTRIQUE DE « FUTURS ÉNERGÉTIQUES 2050 »	71
ANNEXE 9 - LES AUTORISATIONS	72
ANNEXE 10 - LES IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX GÉNÉRIQUES D'UN PARC ÉOLIEN EN MER ET DE SON RACCORDEMENT	76
ANNEXE 11 - EXEMPLES DE MESURES ERC MISES EN ŒUVRE POUR UN PROJET ÉOLIEN EN MER POSÉ ET SON RACCORDEMENT	86

GLOSSAIRE

Arrêté de protection biotope : acte administratif pris un préfet de département définissant des mesures visant à conserver des biotopes tels que mares, marais, marécages, landes, dunes, bosquets, haies, pelouses et toute formation naturelle peu exploitée par l'homme dans la mesure où ces biotopes sont nécessaires à la reproduction, l'alimentation, le repos, la survie des espèces protégées.

Attributs (au sens UNESCO) : ensemble d'éléments de nature diverse (architectural, historique, environnemental, sociétal...) constituant la valeur universelle exceptionnelle d'un bien inscrit sur la liste du patrimoine mondial.

Bien sériel ou en série (au sens UNESCO) : bien inscrit sur la liste du patrimoine mondial de l'UNESCO composé de plusieurs monuments/site.

Carte des vocations : carte des documents stratégiques de façade définissant les vocations de chaque espace de la façade maritime (préservation d'enjeux écologique ou anthropique, la pérennisation d'activités existantes ou le développement de nouvelles).

Capacité installée : somme des puissances électriques unitaires nominales que les aérogénérateurs du parc éolien sont conçus pour fournir.

Commission nationale du débat public (CNDP) : la CNDP a été créée en 1995 par la loi Barnier pour veiller au respect de la participation du public au processus d'élaboration des projets, plans et programmes qui ont un impact sur l'environnement et présentent de forts enjeux socio-économiques. La CNDP ne prend pas position sur le fond du projet, plan ou programme mais éclaire le décideur sur ses conditions de faisabilité. Le débat public ou la concertation portent sur l'opportunité, les objectifs et les caractéristiques principales du projet. Il éclaire le maître d'ouvrage dans sa prise de décision.

Décarbonation : réduction de l'ensemble des émissions de gaz à effet de serre jusqu'au minimum incompressible.

Direction générale de l'énergie et du climat (DGE) : service central du ministère de la Transition écologique en charge des politiques relatives à l'énergie et au climat.

Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement (DREAL) : service déconcentré du ministère de la Transition écologique situé en région.

Dispositif de séparation de trafic (DST) : mode d'organisation réglementée du trafic maritime visant à séparer des flux opposés de navigation par la mise en place de voies de circulation.

Document stratégique de façade (DSF) : pour chacune des quatre façades maritimes de métropole, un document de planification – le document stratégique de façade – vient préciser les conditions de mise en œuvre de la stratégie nationale pour la mer et le littoral en fonction des spécificités locales. Il comporte une planification de l'espace maritime sous la forme d'une carte des vocations. Le document stratégique de chaque façade est élaboré par l'État en concertation avec les acteurs maritimes et littoraux réunis au sein du conseil maritime de façade.

Électricité décarbonée : électricité produite au moyen de techniques n'utilisant pas de combustibles fossiles (pétrole, charbon, gaz) comme source d'énergie principale.

Énergie finale : énergie mise à disposition et utilisée par les consommateurs (ex : électricité au compteur).

Énergie primaire : énergie finale augmentée de toutes énergies consommées pour permettre la mise à disposition de cette énergie finale. L'écart entre l'énergie primaire et l'énergie finale provient des pertes liées à la production (ex : perte de chaleur dans les fumées d'une chaudière individuelle), à la transformation (ex : dissipation d'énergie par effet joule dans les transformateurs électriques) et au transport (ex : perte de chaleur sur le réseau de distribution d'un réseau de chaleur).

Énergies marines renouvelables : toutes formes d'exploitation énergétique des ressources renouvelables en mer : énergie du vent (éolien), énergie des vagues (houlomoteur), énergie des courants (hydrolien), énergie des marées (marémoteur) et énergie thermique des mers.

Éolien en mer posé/éolien flottant : une éolienne en mer peut être installée de deux façons, soit sur une fondation qui repose sur le fond ou dans le sous-sol marin (éolien posé), soit sur une fondation flottante reliée aux fonds marins par des lignes d'ancrage (éolien flottant).

Groupe d'experts intergouvernemental pour le climat (GIEC) : organe international chargé d'analyser scientifiquement les changements climatiques. Il a été créé par l'Organisation météorologique mondiale (OMM) et le programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) en vue de fournir aux responsables politiques des évaluations scientifiques périodiques concernant les changements climatiques, leurs incidences et les risques futurs et de leur présenter des stratégies d'adaptation et d'atténuation.

Liste du patrimoine mondial (au sens UNESCO) : ensemble de biens culturels et naturels présentant un intérêt exceptionnel pour l'héritage commun de l'humanité créé à l'occasion de l'adoption de la « Convention pour la protection du patrimoine mondial, culturel et naturel » par l'UNESCO en 1972.

Mix électrique : ensemble des moyens de production d'électricité sur un territoire donné. À noter que ce dernier peut concerner soit les capacités installées (exprimé alors en W), soit la production électrique (exprimé alors en Wh).

Réseau Natura 2000 : le réseau Natura 2000, constitué d'un ensemble de sites naturels, terrestres et marins, vise à assurer les conditions d'existence à long terme des espèces et des habitats particulièrement menacés, à forts enjeux de conservation en Europe.

Neutralité carbone : équilibre, sur le territoire national, entre les émissions anthropiques par les sources et les absorptions anthropiques par les puits de gaz à effet de serre. Les absorptions anthropiques sont les quantités de gaz à effet de serre absorbées par les écosystèmes anthropiques, c'est-à-dire les milieux naturels gérés par l'homme (forêt, prairies, sols agricoles, zones humides, etc) et certains procédés industriels (capture et stockage ou réutilisation du carbone).

Paléovallée : vallée formée à une époque géologique ancienne.

Prix spot : les prix spot sont les prix établis sur le marché de l'électricité par les bourses le jour J pour le lendemain. Deux bourses de l'électricité opèrent sur le marché de l'électricité en France : EPEX Spot et Nord Pool Spot.

Productible : quantité d'énergie susceptible d'être produite par une centrale électrique quel que soit son type.

Programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) : la PPE est l'outil de pilotage de la politique énergétique, créée par la loi de transition énergétique pour la croissance verte. Elle détaille les priorités d'actions des pouvoirs publics pour atteindre les objectifs de politique énergétique sur une période de 10 ans. Il existe une PPE pour la métropole continentale et une pour chaque zone dite non interconnectées (ZNI), à savoir la Corse, la Réunion, la Guyane, la Martinique, la Guadeloupe, Mayotte, Wallis et Futuna et Saint-Pierre et Miquelon.

Réseau de transport de l'électricité (RTE) : gestionnaire et propriétaire du réseau public de transport d'électricité français. L'entreprise exerce les missions de développement, exploitation et maintenance du réseau haute et très haute tension et la gestion de l'équilibre entre l'offre et la demande.

Valeur universelle exceptionnelle : désignation du caractère exceptionnel d'un bien justifiant son inscription sur la liste du patrimoine mondial de l'UNESCO.

Visibilité : la distance jusqu'à laquelle un observateur situé près du sol ou de la mer peut voir et identifier un objet dans une direction donnée de l'atmosphère, à un instant et en un lieu déterminés, est une grandeur que l'on peut mesurer en mètres ou kilomètres, en milles, en pieds, ou encore suivant une échelle, et que l'on appelle la visibilité en ce lieu et à cet instant dans la direction choisie.

Zone naturelle d'intérêt écologique faunistique et floristique (ZNIEFF) : zone présentant de fortes capacités biologiques et un bon état de conservation (Type I : secteurs de grand intérêt biologique ou écologique ; Type II : grands ensembles naturels riches et peu modifiés, offrant des potentialités biologiques importantes).

Zone d'exclusion : Zone maritime sur laquelle l'installation d'éoliennes est exclue du fait d'une contrainte technique (vitesse de courant, bathymétrie) ou réglementaire (défense, zone affectée à une autre activité).

PRÉAMBULE

LE PROJET EN BREF



Un parc d'une puissance pouvant aller jusqu'à environ
1,5 Gigawatt
dont la production sur un an sera l'équivalent de la
consommation annuelle d'un million de foyers



Une surface occupée d'environ
220 à 250 km²
au sein de la zone « Centre Manche »



Mise en service du parc à horizon
2031
Après environ 4 à 5 années de chantier



Un coût estimé de
4 à 5 milliards €
Comprenant investissement, fonctionnement et
démantèlement pour le parc et son raccordement

LA CONCERTATION PRÉALABLE

Conformément à l'article L. 121-8-1 du code de l'environnement, la ministre chargée de l'énergie a saisi le 24 septembre la CNDP, afin que cette dernière détermine les modalités de participation du public associées au processus de décision du lancement de la procédure de mise en concurrence.

Le 6 octobre 2021, la CNDP a décidé l'organisation d'une concertation préalable sous l'égide de trois garants. Cette procédure est décrite aux articles L. 121-15-1, L. 121-16 et L. 121-16-1 du code de l'environnement.

La concertation préalable est une procédure organisée en amont d'un projet susceptible d'avoir un impact sur l'environnement, le cadre de vie ou l'activité économique d'un territoire.

Elle vise à :

- débattre de l'opportunité, des objectifs et des principales caractéristiques du projet ;
- débattre du projet porté par le maître d'ouvrage, des alternatives à ce projet, et enfin du cas où il ne serait pas mis en œuvre (option zéro) ;
- débattre des impacts environnementaux, des enjeux socio-économiques et des effets du projet sur l'aménagement du territoire ;
- informer le public et répondre à ses interrogations sur l'état d'avancement du projet, ses objectifs et ses effets ;
- enrichir le projet en intégrant au mieux les besoins et les attentes exprimés par le public ;
- éclairer le maître d'ouvrage sur les suites à donner à son projet et sur les modifications à lui apporter.

LES ATTENTES DE LA CONCERTATION POUR LE MAÎTRE D'OUVRAGE

Cette concertation préalable permettra d'informer le public sur les enjeux liés au changement climatique, les réponses que la politique de transition énergétique doit apporter à ces enjeux et enfin d'éclairer le public sur la place de ce projet dans cette réponse en revenant sur :

- **la nécessité et l'engagement d'atteindre la neutralité carbone à l'horizon 2050** et ce que cela implique en termes de réduction d'émissions de gaz à effets de serre ;
- les solutions pour répondre à cet objectif carbone (ex : stratégie nationale bas carbone, programmation pluriannuelle de l'énergie – une consultation publique volontaire est en cours⁽¹⁾).

La concertation préalable permettra de présenter le projet de parc éolien et son raccordement de manière la plus complète et accessible, d'éclairer le public d'une part sur les enjeux généraux environnementaux, économiques et industriels du développement de l'éolien en mer et d'autre part sur les enjeux spécifiques du projet. Le public pourra notamment prendre connaissance des études supplémentaires réalisées depuis le débat public de 2020 (paysage, patrimoine, trafic maritime, pêche...)

Elle permettra également à l'État et RTE d'exposer les conséquences d'une absence de réalisation de ce nouveau projet dans la zone « Centre Manche » et de présenter les alternatives à mettre en œuvre dans ce cas. Ce sujet est développé en annexe 6.

Au-delà de cette question, le public sera ainsi invité à s'exprimer sur :

- **la possibilité et les conditions d'installation, au sein de la même zone issue du débat public de 2020, d'un nouveau projet de parc éolien en mer d'une puissance pouvant aller jusqu'à environ 1,5 GW** notamment en abordant :
 - les caractéristiques du projet (contour de la zone proposée, puissance du parc, nombre de turbines, travaux...)
 - les usages de la zone
 - les enjeux environnementaux
 - les enjeux du paysage et du patrimoine

La puissance du parc est un élément primordial du projet, cette puissance conditionnant notamment le type de raccordement, les interactions avec le projet existant dans la même zone. Par ailleurs, le public peut faire valoir son avis sur ces sujets en proposant des contributions sur le contenu du cahier des charges du futur appel d'offres qui pourrait être lancé à l'issue de la concertation, comme cela a été fait lors du débat public. En effet, ce document est rédigé par l'État afin de formaliser ses besoins et ses attentes vis-à-vis du futur développeur du parc éolien en mer.

- **le raccordement** au réseau public de transport d'électricité de ce nouveau projet notamment en abordant :
 - la consistance du raccordement de la zone « Centre Manche » (les points de connexions au réseau de transport, les lieux d'atterrissage, les zones de raccordement terrestre et maritime)
 - les enjeux environnementaux et les usages de la zone de raccordement
 - **la plate-forme en mer** en abordant sa localisation, ses usages (multi activité, recherche, monitoring environnemental...)

Si des zones larges de raccordement sont proposées dans ce dossier, le passage précis du câble et du poste électrique à terre sur lequel il serait raccordé sera défini ultérieurement à l'issue d'une phase de concertation propre présentée dans la suite du dossier.

Au regard des échanges qui auront eu lieu lors de la concertation et l'objectif de neutralité carbone à l'horizon 2050, l'État décidera de la poursuite du projet, et le cas échéant de ses modalités d'évolution.

Par ailleurs, l'État et RTE s'engagent à répondre pendant la concertation et/ou dans leur réponse au bilan des garants, à l'ensemble des questions posées par le public.

(1) <https://www.ecologie.gouv.fr/ouverture-concertation-publique-sur-strategie-francaise-energie-climat>

LES ACTEURS DE LA CONCERTATION ET LES CONTACTS

Pour la concertation préalable, objet du présent document, le ministère de la Transition écologique et RTE agissent en tant que maîtres d'ouvrage respectivement du parc éolien et du raccordement de ce dernier au réseau public de transport d'électricité.

L'État



**MINISTÈRE
DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

Le ministère de la Transition écologique élabore et met en œuvre les politiques du gouvernement relatives à l'écologie, l'environnement, la biodiversité et l'énergie. Il prépare et met en œuvre la politique de lutte contre le réchauffement climatique et la pollution atmosphérique. Il promeut une gestion durable des ressources rares.

Au sein du ministère de la Transition écologique, la direction générale de l'énergie et du climat (DGEC) a la charge de fournir les éléments nécessaires à ce débat public, pilote l'ensemble des études préalables et conduit la procédure de mise en concurrence.



**MINISTÈRE
DE LA MER**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

Le ministère de la Mer élabore et met en œuvre la politique du gouvernement dans le domaine de la mer sous ses divers aspects, nationaux et internationaux, notamment en matière d'environnement, d'économie maritime, de rayonnement et d'influence maritimes. Il est associé, dans la conduite de ce projet, au titre de la planification de l'espace maritime, placée sous sa responsabilité.

Le préfet de la région Normandie et le préfet maritime de la Manche-est de la Mer du Nord sont chargés du suivi global du projet et ont missionné pour cela la direction régionale de l'environnement de l'aménagement et du logement. Ce sont leurs services qui seront en charge de l'instruction des autorisations nécessaires pour les futurs développeurs éoliens.

Contact pour la concertation à venir : **Damien LEVALLOIS** (Directeur du projet éolien – DREAL Normandie)

Mail : concertation.centremanche@developpement-durable.gouv.fr

Tel : 02 35 58 52 80

Adresse : SYSTRA FRANCE DIRECTION CONSEIL ET AMÉNAGEMENT – CONCERTATION

72-74 RUE HENRY FARMAN

75015 PARIS

RTE



RTE, le réseau de transport d'électricité, est une entreprise qui gère le réseau électrique à haute et très haute tension entre 63 000 et 400 000 volts. Sa mission principale, de par la loi, est d'acheminer l'électricité partout en France, 24 heures sur 24 et 7 jours sur 7. Pour cela, RTE assure l'équilibre en temps réel sur le réseau entre la production et la consommation d'électricité.

RTE connecte ses clients par une infrastructure adaptée et leur fournit tous les outils et services qui leur permettent d'en tirer parti pour répondre à leurs besoins, dans un souci d'efficacité économique, de respect de l'environnement et de sécurité d'approvisionnement en énergie. À cet effet, RTE exploite, maintient et développe le réseau à haute et très haute tension. Il est le garant du bon fonctionnement et de la sûreté du système électrique. RTE achemine l'électricité entre les fournisseurs d'électricité (français et européens) et les consommateurs, qu'ils soient distributeurs d'électricité ou industriels directement raccordés au réseau public de transport d'électricité.

Contact pour la concertation à venir : **Pierre CECCATO**

Mail : pierre.ceccato@rte-france.com

Tel : 06 98 69 47 26

Les garants

Désignés par la CNDP, trois garants de la concertation préalable veillent à son bon déroulement. Dans le respect des principes de la CNDP, ils s'assurent que la concertation se tient dans les meilleures conditions : transparence des informations fournies et des échanges, équivalence de traitement entre tous les acteurs, argumentation des diverses positions... Ils veillent à la bonne information du public et à la mise en œuvre de modalités adaptées à l'expression et à la participation de tous. Ils ont également pour mission de rendre compte des questions, observations, propositions formulées par le public durant la concertation.

Au terme de la concertation, les garants rédigent un bilan dans lequel ils consignent l'ensemble des avis et arguments exprimés ; ce bilan est rendu public.

Les garants de la concertation, Monsieur Dominique PACORY, Monsieur Laurent PAVARD et Monsieur Jean TRARIEUX, sont indépendants **des maîtres d'ouvrage et dans une position de neutralité à l'égard du projet.**

Contact pour la concertation à venir : **Dominique PACORY, Laurent PAVARD et Jean TRARIEUX**

Mail :

dominique.pacory@garant-cndp.fr

jean.trarieux@garant-cndp.fr

laurent.pavard@garant-cndp.fr

MOYENS ET SUPPORTS DE COMMUNICATION

La bonne information du public et sa participation se feront par divers moyens :

- des réunions de présentation du projet ;
- des réunions thématiques : pêche, environnement, paysage/patrimoine, raccordement, industrie ;
- des réunions dans l'enseignement supérieur ;
- un site internet mettant à la disposition du public le présent dossier et diverses études et permettant au public de poser ses questions et faire part de son avis : <https://www.eoliennesenmer.fr/concertation-cm2>
- la possibilité de déposer un cahier d'acteur ;
- la diffusion de synthèses du dossier de concertation avec coupons T ;
- la communication sur les réseaux sociaux ;
- des débats mobiles (une dizaine de lieux) ;
- des photomontages.

PROGRAMME PRÉVISIONNEL DU DÉBAT EN PRÉSENTIEL ET/OU DISTANCIEL (SELON DISPOSITIONS SANITAIRES)

- **Conférence de presse** : début janvier
- **Réunions de présentation sur le projet** :
 - réunion publique de présentation du projet le 7 janvier 2022, de 19h à 21h, au Havre (76) ;
 - réunion publique de présentation du projet le 8 janvier 2022, 17h à 19h, à Réville (50) ;
 - réunion publique de présentation du projet le 13 janvier 2022, de 19h à 21h, à Caen (14) ;
 - réunion publique de présentation du projet le 14 janvier 2022, de 19h à 21h, à Cherbourg (50).
- **Événements thématiques**
 - réunion publique sur le raccordement électrique le 21 janvier 2022, de 19h à 21h, à Colleville-Montgomery (14) ;
 - réunion publique sur la pêche le 28 janvier 2022, de 19h à 21h, à Bayeux (14) ;
 - réunion publique sur le paysage et le patrimoine le 4 février 2022, de 19h à 21h, à Quettehou (50) ;
 - réunion publique sur l'industrie normande et l'énergie le 25 février 2022, de 19h à 21h, à Cherbourg (50) ;
 - réunion publique sur le raccordement électrique le 4 mars 2022, de 19h à 21h, à Cabourg (14) ;
 - colloque environnement le 29 avril 2022 à Cherbourg (50) ;
 - réunion publique sur les alternatives du projet le 6 mai 2022, de 19h à 21h, au Havre (76) ;
 - visioconférence le 11 mai 2022, restitution de la concertation et apports au cahier des charges de l'appel d'offres ;
 - atelier « Trafic maritime » : état des lieux et perspectives d'organisation au Havre + visio (date à confirmer) ;
 - événement usages en mer/pêche (dont les modalités seront précisées sur le site internet de la concertation).
- **A la rencontre des étudiants** :
 - des ateliers de travail avec des étudiants de Caen (14) et de Rouen (76), sur l'environnement et le dimensionnement d'une installation, la conduite d'un projet éolien, le mix énergétiques, la procédure d'appel d'offres.
- **Sur le littoral** :
 - une visite de chantier d'atterrissage du raccordement d'un parc éolien en mer le 23 février 2022 à Bernières-sur-Mer (14) ;
 - une dizaine de débats mobiles lors de marchés ou événements locaux (le 8 janvier à Saint-Vaast-la-Hougue (50), le 13 janvier à Caen (14), le 21 janvier à Ouistreham (14), le 27 janvier à Langrunes-sur-Mer (14), le 4 février à Valognes (50), le 9 février à Cabourg (14), le 22 février au Havre (76), le 4 mars à Trouville-Deauville (14), le 26 avril à Cherbourg (50), le 7 mai à Barfleur (50).



1

CONTEXTE RELATIF À UN NOUVEAU PROJET ÉOLIEN EN MER EN ZONE CENTRE MANCHE

1.1 LE CONTEXTE CLIMAT ÉNERGIE

1.1.1 La neutralité carbone, un engagement international

Pour répondre à l'urgence climatique, **la France s'est engagée à l'atteinte de la neutralité carbone** en signant l'Accord de Paris en décembre 2015. Ce dernier vise à limiter l'augmentation de la température moyenne à au maximum 2 °C, et si possible 1,5 °C. Pour cela, les pays signataires se sont engagés, conformément aux

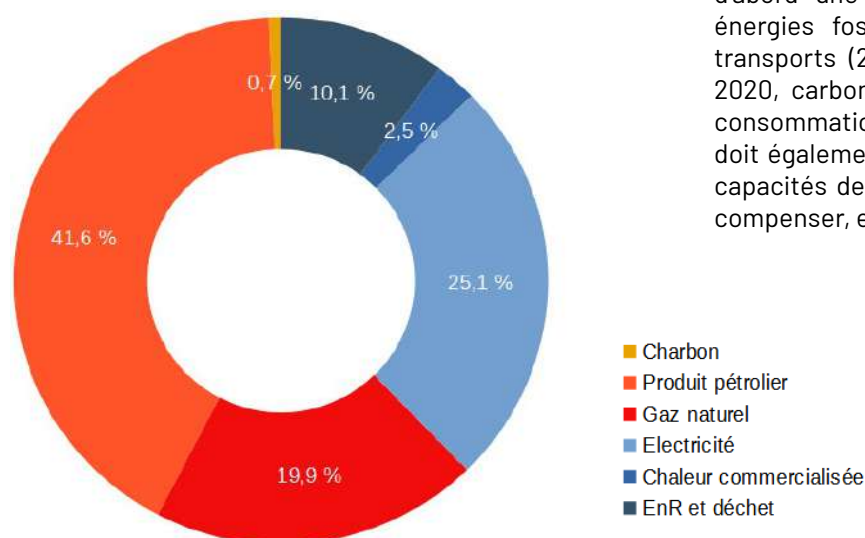
recommandations du Groupe international sur l'évolution du climat (GIEC), à atteindre la neutralité carbone au cours de la seconde moitié du XXI^e siècle au niveau mondial. Les pays développés sont appelés à atteindre la neutralité le plus rapidement possible.

1.1.2 La décarbonation du mix énergétique, un levier majeur

La neutralité carbone de la France à horizon 2050 nécessite une décarbonation complète de la production d'énergie. Si la production d'électricité en France est aujourd'hui décarbonée à 93 %⁽²⁾, grâce notamment au nucléaire, et aux énergies renouvelables, au premier rang desquelles l'hydroélectricité, elle ne représente aujourd'hui qu'environ 25 % de la consommation finale

d'énergie. **Le mix énergétique français reste encore très carboné, plus de 60 % de la consommation d'énergie finale provenant de la consommation directe d'un produit fossile brut ou raffiné.** Le graphique ci-dessous présente la part qu'occupe chaque source d'énergie au sein de la consommation finale d'énergie française.

La décarbonation du mix énergétique nécessite donc d'abord une réduction importante et l'abandon des énergies fossiles, notamment dans le secteur des transports (27,1 % de la consommation française de 2020, carboné à 92 %) et de l'industrie (18,5 % de la consommation française de 2020, carbonée à 52 %). Elle doit également s'accompagner d'un accroissement des capacités de production d'électricité décarbonée pour compenser, en partie, l'abandon des énergies fossiles.



Répartition de la consommation finale en France (source : Chiffres clés de l'énergie – Édition 2021)

(2) Source bilan électrique RTE - https://assets.rte-france.com/prod/public/2021-03/Bilan%20electrique%202020_0.pdf

1.2 LA PLACE DU PROJET DANS LA RÉPONSE APPORTÉE PAR L'ÉTAT

1.2.1 La loi énergie-climat, la feuille de route

Pour répondre à son engagement de neutralité à horizon 2050, la France a adopté la [loi n° 2019-1147 du 8 novembre 2019](#) relative à l'énergie et au climat, dite loi énergie-climat. Cette dernière inscrit dans la loi l'objectif de la neutralité carbone à l'horizon 2050 et a actualisé les objectifs de la politique de l'énergie, dont notamment celui d'atteindre 33 % de la consommation énergétique d'origine renouvelable en 2030. Pour la seule production d'électricité, cette part est fixée à au moins 40 %. L'éolien en mer doit y participer directement.

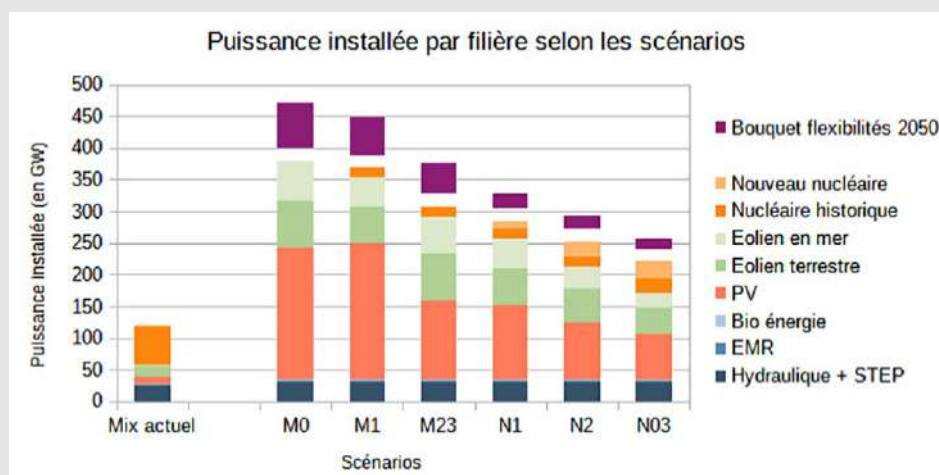
Par ailleurs, la loi prévoit, pour la production d'électricité d'une part, la réduction de la part du nucléaire et d'autre part la fermeture des dernières centrales à charbon en instaurant un plafond d'émissions annuelles. Elle prévoit également la mise en place de nouveaux outils de pilotage, de gouvernance et d'évaluation de la politique climatique, en particulier avec la mise en place à partir

de 2023 d'une loi, qui fixera tous les 5 ans les grands objectifs énergétiques, préalablement à l'élaboration de la stratégie nationale bas carbone (SNBC) et de la programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE). Ces deux documents de programmation, formant, avec la loi de 2019, la stratégie française pour l'énergie et le climat, ont pour objectif de traduire concrètement les objectifs de la loi en fixant :

- pour la SNBC : une trajectoire actualisée de réduction des émissions de gaz à effet de serre jusqu'à 2050 et des objectifs à court-moyen termes : les budgets carbone ;
- pour la PPE : les priorités d'action du gouvernement en matière d'énergie pour les 10 années à venir afin d'atteindre, en métropole continentale, les objectifs définis dans la loi.

POINT SUR L'ÉTUDE « FUTURS ÉNERGÉTIQUES 2050 »

En 2019, en vertu de ses missions légales (élaboration du bilan prévisionnel de l'équilibre offre-demande d'électricité en France et en réponse à une saisine du gouvernement, RTE a réalisé une étude sur de possibles évolutions du système électrique intitulée « Futurs énergétiques 2050 » permettant d'atteindre la neutralité carbone en 2050. L'étude analyse les évolutions de la consommation française, selon les orientations prévues par la SNBC, et compare six scénarios de systèmes électriques permettant à la France de respecter ses engagements climatiques.



Selon les scénarios, la puissance d'éolien en mer à installer serait de 22 à 62 GW.

L'étude réalisée vise à alimenter les travaux du gouvernement pour l'élaboration de la loi de programmation pour l'énergie et le climat attendue en 2023 et pour la prochaine programmation pluriannuelle de l'énergie qui couvrira la période 2024-2033. Elle ne préjuge pas des choix qui seront faits par le gouvernement à cette occasion.

1.2.2 La PPE 2019-2028

L'actuelle PPE, adoptée par le décret du 21 avril 2020, couvre deux périodes successives de cinq ans : 2019-2023 et 2024-2028.

Ce document de programmation a fait l'objet d'un débat public, sous l'égide de la commission nationale du débat public (CNDP) du 19 mars au 30 juin 2018. Le 30 août 2018 ont été publiés le bilan de la CNDP et le compte-rendu de la commission particulière du débat public. Le 30 novembre 2018 a été publiée la décision du ministre en charge de l'énergie, suite à ce débat.

Les objectifs suivants ont été retenus pour la PPE 2019-2028 :

- réduction de la consommation finale d'énergie de 7,6 % en 2023 et de 16,5 % en 2028, par rapport à 2012, pour atteindre -20 % en 2030 ;
- réduction de la consommation primaire d'énergies fossiles de 20 % en 2023 et de 35 % en 2028, par rapport à 2012 ;

- réduction des émissions de gaz à effet de serre de 40 % en 2030 par rapport à 1990 ;
- fermeture des dernières centrales thermiques utilisant du charbon et la limitation du développement des centrales à gaz au projet déjà autorisé (projet de la centrale de Landivisiau) ;
- **augmentation des capacités de production d'électricité renouvelable de 50 % en 2023 et doublement en 2028, par rapport à 2017 ;**
- réduction à 50 % de la part du nucléaire dans production électrique annuelle française en 2035.

En matière d'éolien en mer, la PPE 2019-2028 marque une accélération du développement de cette filière, avec l'attribution de projets éoliens (posés et flottants) pour une puissance cumulée de 3,35 GW entre 2019 et 2022, puis 1 GW par an ensuite.

La PPE fixe aussi des objectifs quantitatifs annuels pour le lancement de procédures de mise en concurrence pour l'éolien en mer et indique jusqu'en 2022 les façades qui accueilleront les prochains parcs, selon le calendrier suivant :

Date d'attribution de l'AO	2019	2020	2021	2022	2023	> 2024
Eolien flottant			250 MW Bretagne	2*250 MW Méditerranée		1 000 MW par an, posé et/ou flottant selon les prix et le gisement
Eolien posé	600 MW Dunkerque	1 000 MW Manche Est Mer du Nord	500 – 1 000 MW Sud Atlantique		1 000 MW	

(les dates indiquées sont les dates auxquelles un lauréat sera sélectionné en fin de procédure de mise en concurrence, sauf pour le projet de 2020, qui est la date de lancement de la procédure)

Le projet éolien en mer, objet du présent dossier, aura une capacité installée pouvant aller jusqu'à environ 1,5 GW environ. Il vise à remplir les objectifs de la PPE identifiés pour 2023 et les années ultérieures.

1.3 LA NORMANDIE, UNE RÉGION D'ACCUEIL DE L'ÉOLIEN EN MER

1.3.1 Pourquoi la Normandie ?

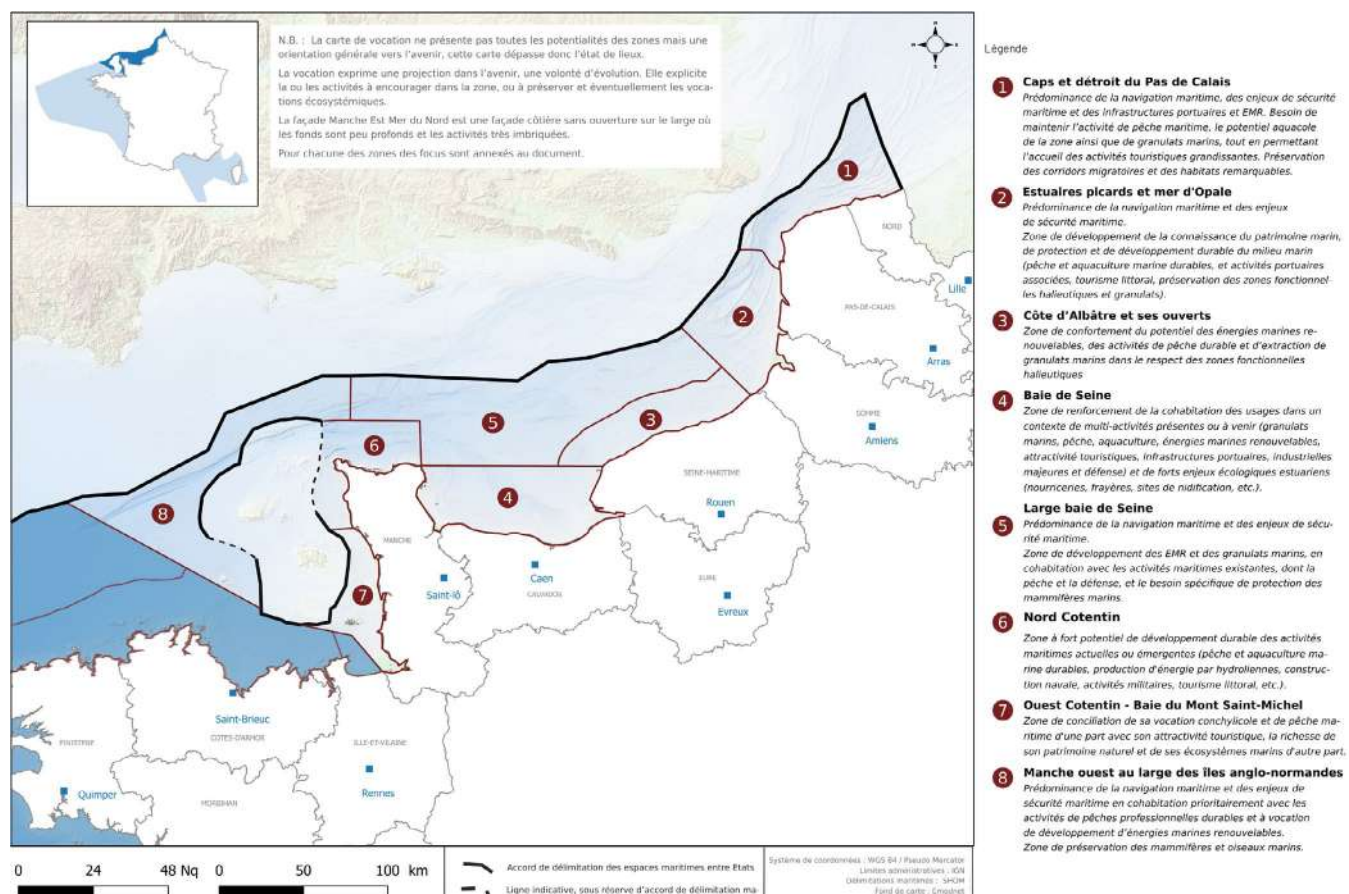
La Normandie présente de nombreux atouts qui font d'elle, aujourd'hui, la première région en termes de puissance éolienne en mer en développement, à savoir :

- **des conditions techniques favorables** : le littoral normand présente un vent fort et régulier et des eaux peu profondes, deux caractéristiques propices à l'installation de parcs éoliens posés, technique la plus mature et la plus compétitive ;
- **une filière en expansion** : conséquence des premiers appels d'offres et bénéficiant d'installations portuaires d'envergure, la filière « éolienne en mer » normande connaît un fort développement, notamment autour des usines de Cherbourg et du Havre ;
- **un réseau électrique maillé** : du fait de leur dimensionnement en lien avec les installations

nucléaires existantes et en construction, les réseaux normands de transport d'électricité 225 et 400 kV (sur lesquels se raccorderont les parcs éoliens en mer) permettent l'accueil de nouvelles unités de production sans avoir nécessairement des renforcements d'importance à prévoir.

Conscient du potentiel d'accueil normand, les travaux de planification sur la façade Manche Est - Mer du Nord (MEMN), menés lors de l'élaboration du document stratégique de façade (DSF), ont anticipé un développement de l'éolien en mer en identifiant notamment des espaces maritimes ayant vocation à accueillir cette activité dans sa carte des vocations.

Carte des vocations du DSF de la façade MEMN



La zone 5 « Large baie de Seine » est notamment identifiée comme ayant vocation à être une zone de développement des énergies marines renouvelables (EMR). Il est à noter que l'exercice de planification initié par les DSF se poursuit et que les développements éoliens futurs au large de la façade, notamment au large de la Seine-Maritime (cf. éléments développés dans les paragraphes 1.4, 2.1 et 2.3), seront travaillés avec les acteurs de la façade maritime dans ce cadre. Les objectifs quantitatifs de développement de l'éolien en mer sur la façade Manche Est-Mer du Nord seront par ailleurs mis à jour à l'occasion de la révision de la programmation pluriannuelle de l'énergie, sur la période 2024 – 2033.

1.3.2 État des lieux

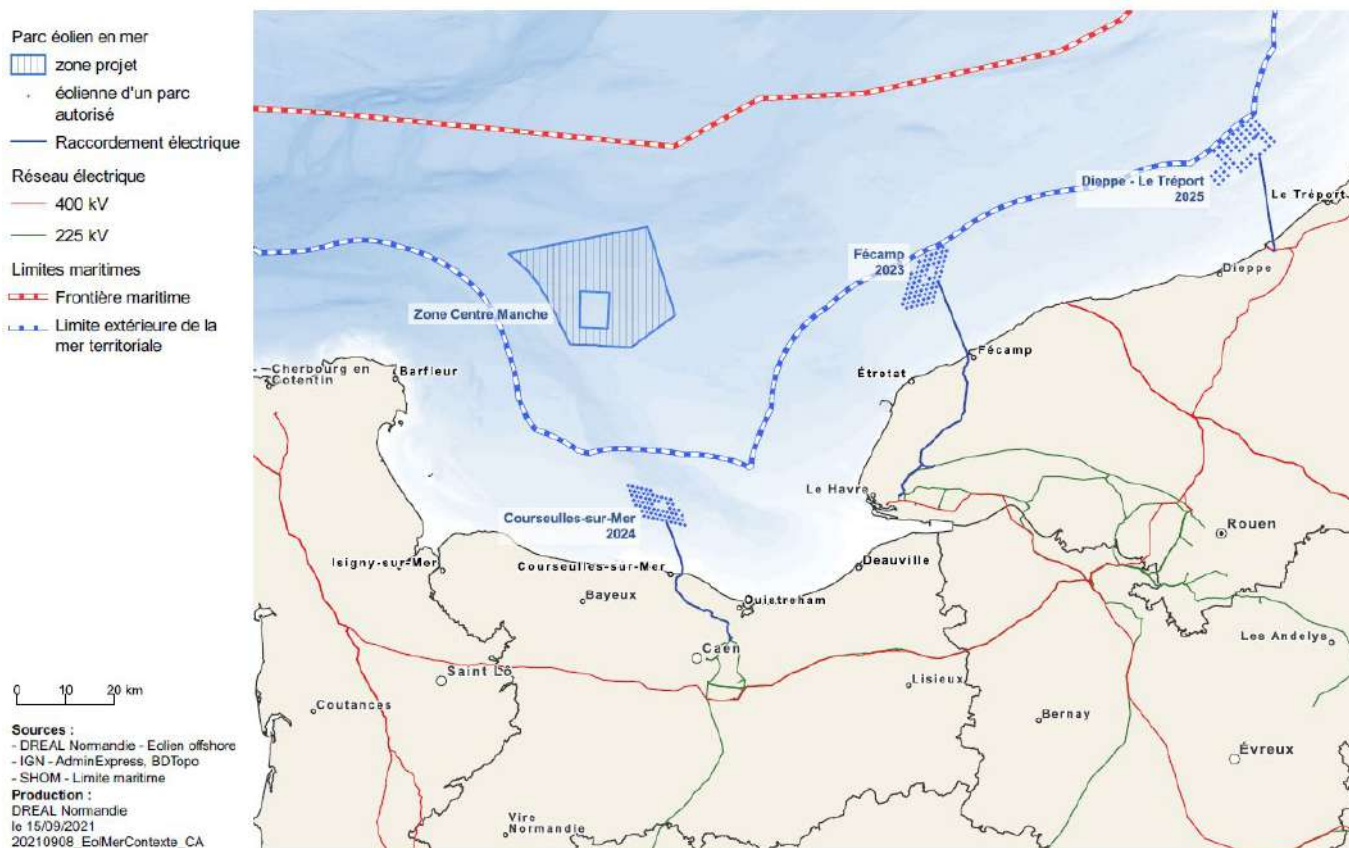
Le développement de l'éolien en mer au large de la Normandie a été initié avec le premier appel d'offres lancé par l'État en 2011, qui a permis d'attribuer les parcs de Fécamp et de Courseulles-sur-Mer, aujourd'hui en construction, puis avec le second appel d'offres lancé en 2013, qui a permis d'attribuer le parc de Dieppe-le Tréport.

Ce développement, qui a fait aussi l'objet de débats publics puis de concertations jusqu'aux enquêtes publiques, est

poursuivi par le projet en cours pour un gigawatt au sein de la zone « Centre Manche » (cf carte ci-dessous) qui a fait l'objet d'un débat public en 2019 et 2020.

La puissance cumulée de ces 4 projets éoliens en mer est d'environ 2,5 GW et pourrait être portée jusqu'à 4 GW avec le projet étudié au sein de la même zone objet de la présente concertation.

Les projets éoliens au large de la Normandie



1.4 LA ZONE « CENTRE MANCHE »

Le projet, objet du présent dossier, sera situé dans la zone « Centre Manche » mentionnée sur la carte ci-dessus. Le choix de cette localisation par l'État est intervenu à l'issue du débat public relatif au développement de l'éolien en mer au large de la Normandie mené en 2019 et 2020.

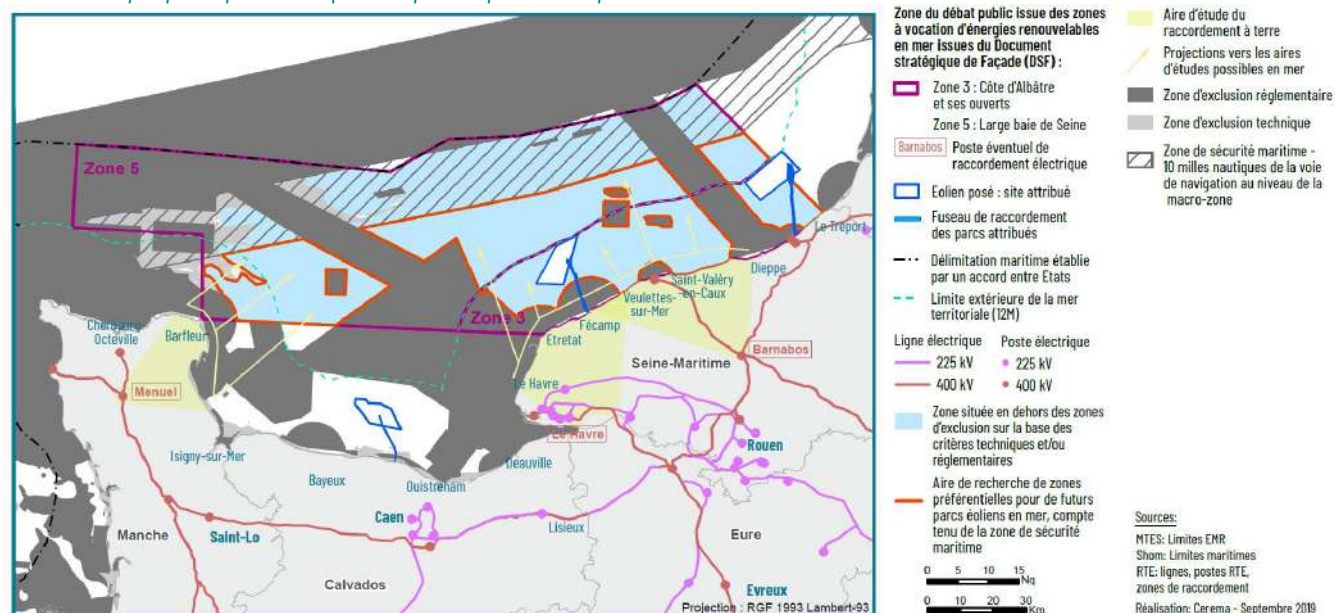
1.4.1 Rétrospective sur le débat public relatif au développement de l'éolien en mer au large de la Normandie mené en 2019-2020

Par courrier du 21 mars 2019, l'État avait saisi la commission nationale du débat public (CNDP) afin de définir les modalités de participation du public pour répondre aux questions énoncées ci-dessous :

- afin de désigner un lauréat en 2020 pour construire un nouveau parc éolien en mer posé de 1 GW (ce parc sera nommé 1^{er} parc dans la suite du document) comme le prévoit le projet de PPE⁽³⁾, quelle zone d'implantation du parc, d'environ 300 km², associée à une aire d'étude du raccordement au réseau électrique, serait la plus favorable pour le public ?
- compte tenu des objectifs de développement de l'éolien en mer posé dans le projet de PPE, quelles seraient les autres zones, d'environ 300 km² chacune, susceptibles d'accueillir d'autres parcs et les raccordements associés, pour des lauréats désignés à partir de 2023, et le cas échéant, dans quel ordre de priorité ?

Pour cette recherche de zones d'implantation de nouveaux parcs éoliens au large de la Normandie, notamment celle du parc d'un gigawatt (1^{er} parc), l'État avait identifié, en cohérence avec la carte de vocation de la planification des espaces maritimes (DSF MEMN), une zone de 10 500 km².

Périmètre proposé par l'État pour la participation du public initiée en 2019

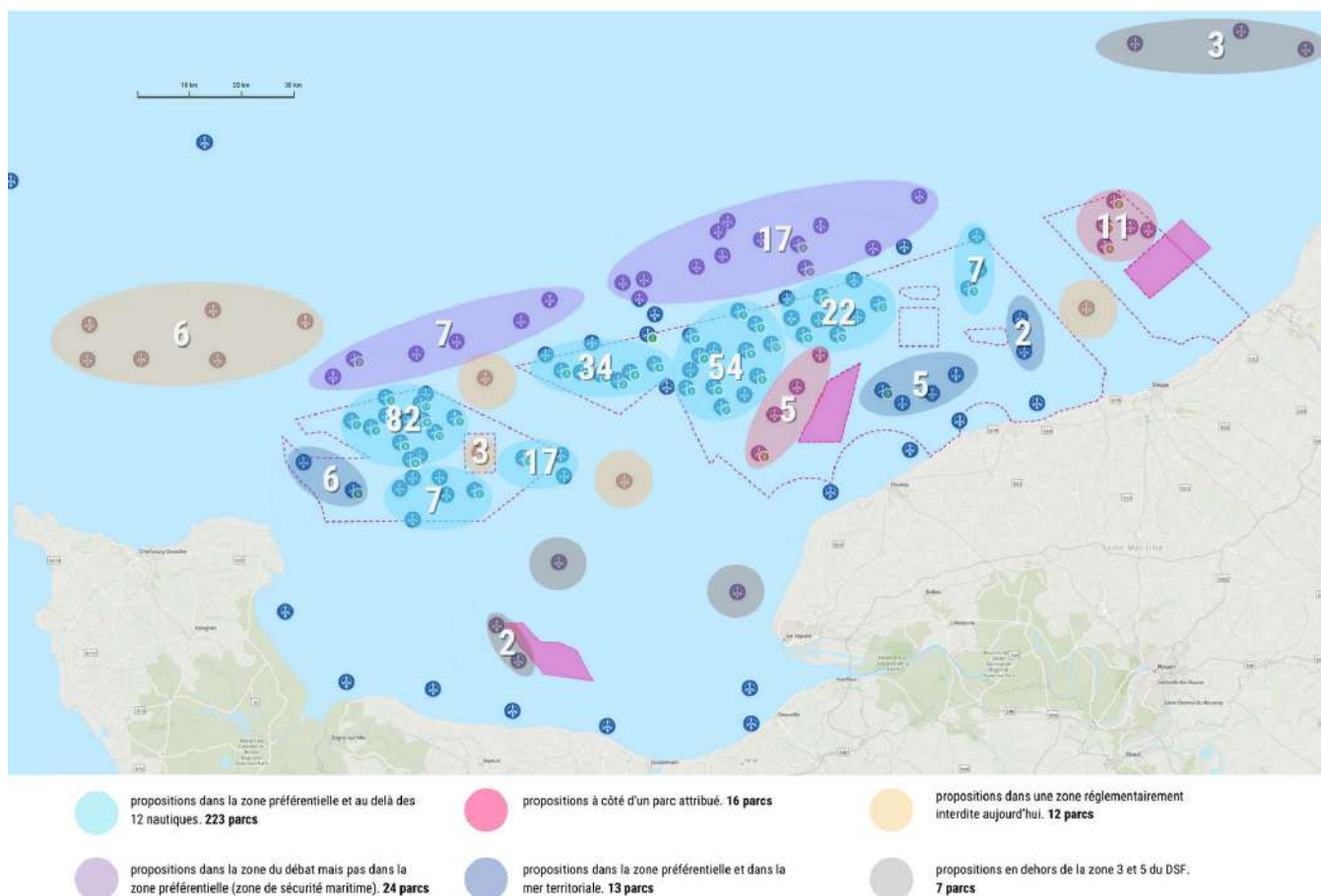


Lors du débat public concernant la recherche de zones (organisé du 15 novembre 2019 au 19 août 2020), le public a pu formuler des propositions sur la localisation des projets. Ce travail a abouti à la consolidation d'une carte

participative synthétisant les différentes propositions. Cette carte a été utilisée par l'État pour ses recherches de zones propices.

(3) Au moment de la saisine de la CNDP, la programmation pluriannuelle de l'énergie n'avait pas encore été adoptée

Carte participative du débat



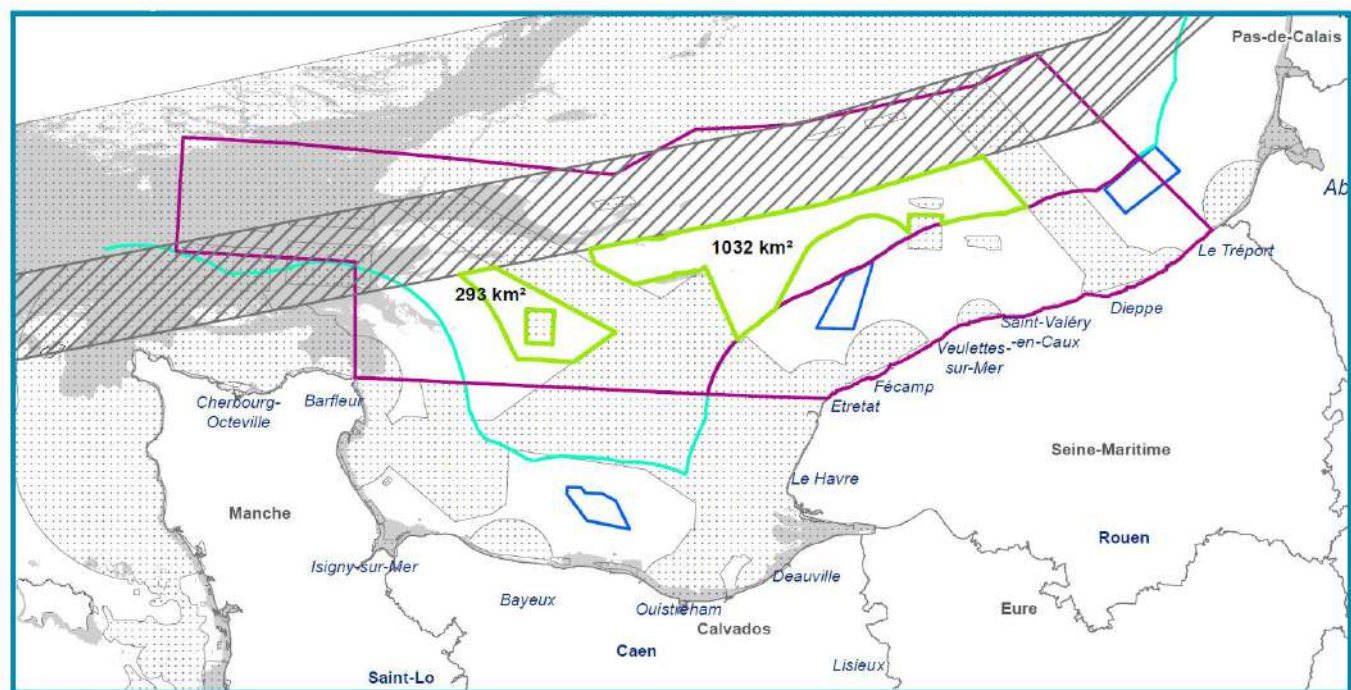
Au-delà du caractère innovant de cet outil, la carte participative a constitué une synthèse particulièrement intéressante du débat, du point de vue de l'État et de la CNDP. De l'ensemble du débat, l'État a retenu notamment les points suivants pour le choix de la zone d'implantation du parc éolien en mer d'un gigawatt (1^{er} parc) au large de la Normandie :

- la recherche d'un certain éloignement vis-à-vis de la côte, en évitant notamment les eaux territoriales. Cette demande a été motivée par **l'évitement des zones environnementalement les plus sensibles et pour des considérations paysagères** ou patrimoniales, ces considérations étant soit d'ordre très général, soit très localisées, comme la présence des tours observatoires de Saint-Vaast-la-Hougue ;
- l'évitement des zones les plus exploitées par les pêcheurs, notamment le nord de la Baie de Seine et les zones côtières au large de la Seine-Maritime ;
- le questionnement sur la possibilité d'évolution des zones d'exclusion réglementaire ;
- l'émergence de zones préférentielles : le large du Cotentin et, d'autre part, le large de la Seine-Maritime, jusqu'au corridor permettant l'accès au port de Dieppe.

Grâce à cette démarche d'évitement, l'État a ainsi pu identifier deux zones de moindre impact propices au développement de l'éolien en mer. Ces zones ont également été déterminées au regard des travaux complémentaires menés conjointement au débat public et relatifs au trafic maritime et aux Tours observatoires de Saint-Vaast-La-Hougue⁽⁴⁾. Ces deux zones, de 293 km² et 1032 km², sont représentées sur la carte ci-dessous.

(4) Les études sur la zone « centre Manche » - site.eoliennesenmer.fr

Zones de moindre impact identifiées à l'issue du débat du public



Zones de vocation énergies renouvelables en mer du Document Stratégique de Façade (DSF):

Zone 3: Côte d'Albâtre et ses ouverts

Zone 5: Large baie de Seine

Eolien posé: site attribué

Limite extérieure de la mer territoriale (12M)

Zone d'exclusion réglementaire

Zone d'exclusion technique

Zone de sécurité maritime - 10 milles nautiques de la voie de navigation au niveau de la macro-zone

Zone propice

Sources:

MTES: Limites EMR

Shom: Limites maritimes

Prémar: Limites sécurité maritime

OFB: environnement

Projection : RGF 1993 Lambert-93

Réalisation: Cerema - Novembre 2020

Pour mener à bien la recherche de zones de projet dans la zone de 1 032 km² identifiée au large de la Seine-Maritime, il s'est avéré qu'une réflexion globale sur l'organisation du trafic maritime au large de la Normandie était nécessaire au préalable. Pour les suites à donner au débat public, l'État a donc retenu la zone de 293 km² au large du Cotentin comme « zone de moindre impact ».

Du fait de sa géométrie et de la présence de la concession de granulats, la zone apparaissait relativement exiguë

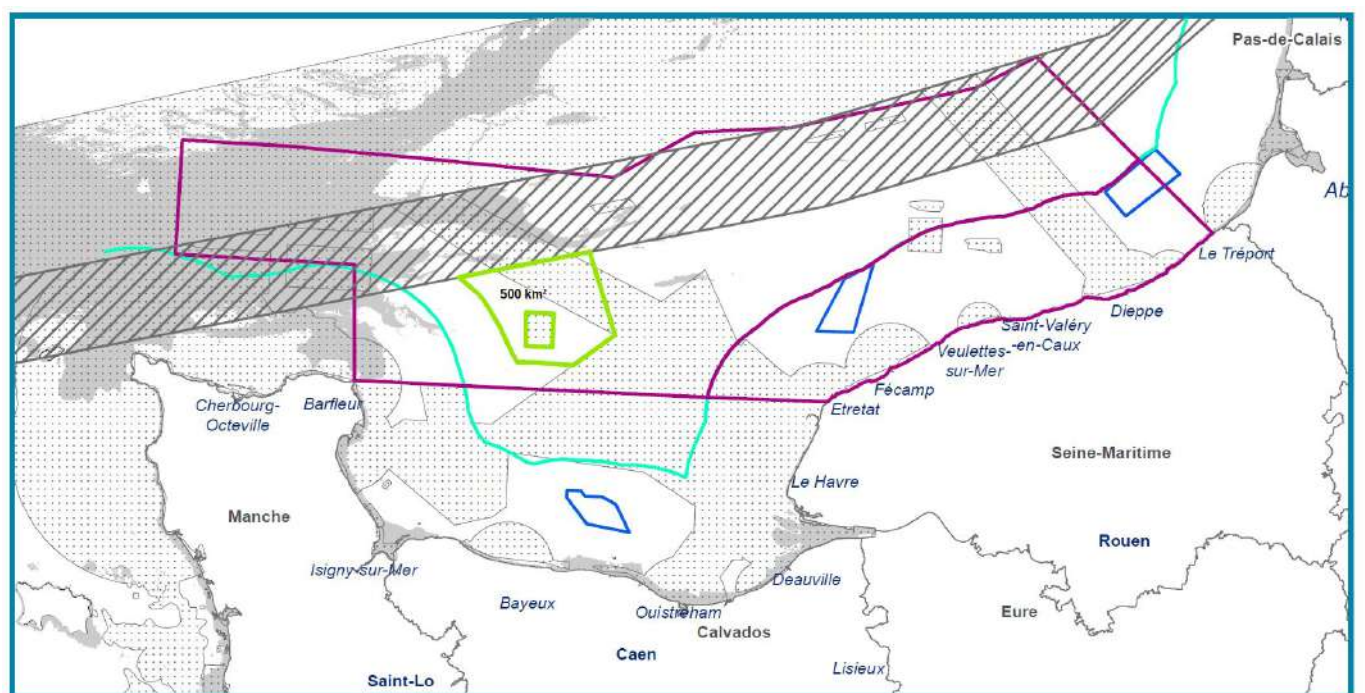
pour l'accueil d'un parc éolien et son élargissement a été jugé opportun, notamment pour permettre l'accueil de plusieurs parcs éoliens en mer. Aussi, et conformément à la recommandation de la CPDP⁽⁵⁾, l'État a décidé de réétudier la localisation du chenal d'accès à Antifer et d'entamer les procédures nécessaires à son déplacement, procurant ainsi à la zone un caractère plus central au large de la Normandie. La zone finalement retenue a donc été étendue à une surface de 500 km². Elle est présentée dans le paragraphe suivant.

1.4.2 La décision du 4 décembre 2020 de la ministre de la Transition écologique porte sur une zone de 500 km²

Par décision du 4 décembre 2020, la ministre de la Transition écologique, a retenu une zone pour l'implantation d'un projet éolien en mer de 1 GW au large

de la Normandie ; cette zone dite « Centre Manche » d'environ 500 km², est présentée en vert dans la carte ci-après.

(5) « La commission souhaite que l'État porte à la connaissance des publics sa position sur l'intangibilité des zones d'exclusion réglementaire. » extrait du compte-rendu de la CPDP - <https://eolmernormandie.debatpublic.fr/images/documents/EolMerNormandie-compte-rendu.pdf>



Zones de vocation énergies renouvelables en mer du Document Stratégique de Façade (DSF):

- Zone 3: Côte d'Albâtre et ses ouverts
- Zone 5: Large baie de Seine
- Eolien posé: site attribué
- Limite extérieure de la mer territoriale (12M)

- Zone d'exclusion réglementaire
- Zone d'exclusion technique
- Zone de sécurité maritime - 10 milles nautiques de la voie de navigation au niveau de la macro-zone

 Zone appel d'offre envisageable

Sources:

MTES: Limites EMR
Shom: Limites maritimes
Prémar: Limites sécurité maritime
OFB: environnement

Projection : RGF 1993 Lambert-93

Réalisation: Cerema - Novembre 2020

Pour déterminer le périmètre précis du parc éolien en mer d'un gigawatt (1^{er} parc), la décision de la ministre précise que la zone « sera progressivement réduite au cours de la procédure de mise en concurrence en tenant compte notamment des décisions à prendre à la suite du réexamen des restrictions réglementaires et des résultats des études techniques et environnementales qui vont être menées sur la zone par l'État ».

Une superficie de 500 km², en vert sur la carte, étant potentiellement suffisante pour l'accueil d'une puissance d'éolien en mer bien supérieure à 1 GW, l'État a souhaité étudier la possibilité de développer un second parc éolien dans cette zone.

Dans la décision du 4 décembre 2020 et conformément à une recommandation de la CPDP⁽⁶⁾, l'État a donc demandé à RTE d'étudier la possibilité d'un raccordement

mutualisé entre deux parcs d'1 GW. Cette opportunité a été évoquée plus en détail dans le rapport de janvier 2021 rédigé par le ministère de la Transition écologique en complément et en appui de la décision du 4 décembre 2020, ainsi que dans le document de décembre 2020 élaboré par RTE présentant les perspectives de développement des réseaux électriques en mer sur la façade normande⁽⁷⁾.



(6) « La Commission estime qu'un éclairage s'impose donc quant au modèle d'aménagement qui pourrait être mis en œuvre des ce quatrième parc dans la perspective de la mutualisation ultérieure de plusieurs parcs, notamment combien de parcs a terme » extrait du compte-rendu de la CPDP - <https://eolmernormandie.debatpublic.fr/images/documents/EolMerNormandie-compte-rendu.pdf>

(7) Dossier du maître d'ouvrage - <https://www.eoliennesenmer.fr/facades-maritimes-en-france/facade-manche-mer-du-nord/projet-centre-manche/participation-du-public#paragraph--2518>

Conformément à la décision du 4 décembre 2020, l'État a également poursuivi ses réflexions sur la planification de l'éolien en mer au large de la Normandie.

POINT D'AVANCEMENT DU PROJET DE PARC D'1 GW EN « CENTRE MANCHE » (1^{ER} PARC)

Par sa décision du 4 décembre 2020, la ministre en charge de l'énergie a décidé de poursuivre le développement du projet éolien d'un gigawatt en zone « Centre-Manche » et de lancer la procédure de mise en concurrence afin de désigner l'entreprise ou groupement d'entreprises qui développera le projet.

Cette procédure de dialogue concurrentiel a débuté en janvier 2021 par une phase de recueil des candidatures puis d'analyse par la Commission de régulation de l'énergie des capacités techniques et financières des candidats. A l'issue de cette analyse, six candidats ont été admis à participer à la suite de la procédure : Éoliennes en Mer Manche Normandie (une société de projet d'EDF Renouvelable et de Maple Power), Iberdrola Renovables France, Ocean Winds (co-entreprise ENGIE et EDPR), Shell, le consortium formé par les groupes Total et RWE et le consortium formé par Vattenfall, wpd et la Banque des Territoires.

Le calendrier prévoit une remise des offres par ces candidats en septembre 2022 en vue de la **désignation du lauréat fin 2022**.

En parallèle à cette procédure de mise en concurrence, les études environnementales et techniques nécessaires au dépôt des demandes d'autorisation ont été commandées par l'État et RTE et pour la plupart lancées. Ces études portent sur l'intégralité de la zone « Centre-Manche » et seront donc aussi utilisées pour le développement du second parc pouvant aller jusqu'à environ 1,5 gigawatt.

Par ailleurs, sur proposition de RTE, **l'État a validé que le point de raccordement du parc au réseau public de transport d'électricité serait le poste de Manuel et que le raccordement serait construit avec la technologie du courant continu avec une capacité maximale d'export de 1,25 GW**. Le fuseau emprunté par le câble sera déterminé début mars 2022 à l'issue de la concertation, prévue par la circulaire du 9 septembre 2002 relative au développement des réseaux publics de transport et de distribution d'électricité, dite circulaire Fontaine.

Enfin, conformément à l'article L121.14 du code de l'environnement, l'État et RTE poursuivent la concertation avec le territoire sur ce projet sous l'égide des deux garants désignés par la CNDP, Dominique PACORY et Jean TRARIEUX.



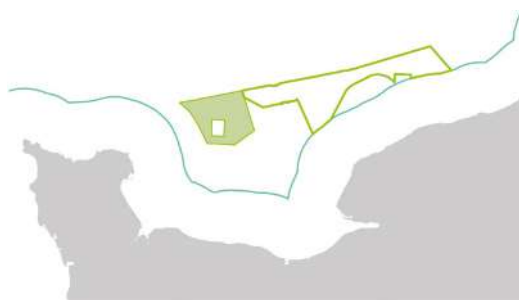
2

LOCALISATION DES OUVRAGES ET ENJEUX ASSOCIÉS

2.1 POURSUITE DE LA PLANIFICATION SUR LA ZONE « CENTRE MANCHE »

Conscient du fort potentiel de la zone « Centre Manche », l'État a poursuivi son analyse de la zone à l'issue du débat public afin d'exploiter au mieux ce potentiel. L'infographie ci-dessous vise à expliquer au

public le cheminement ayant amené l'État à saisir la CNDP pour développement d'un projet d'une puissance pouvant aller jusqu'à environ 1,5 GW.



Bilan du débat public

Le débat public a permis d'identifier deux zones propices au développement éolien en mer, dont l'une (au large du 76) nécessite une organisation du trafic en Baie de Seine.

- **Poursuite de la planification sur la zone « Centre Manche » de 500 km² retenue à l'issue du débat pour un premier appel d'offres ;**
- Lancement de travaux sur l'organisation du trafic en Baie de Seine en vue d'un développement éolien futur au large de la Seine-Maritime.



Éléments structurant la zone vis-à-vis d'un développement éolien

Pour poursuivre la réflexion sur l'implantation des éoliennes dans la zone « Centre-Manche », plusieurs enjeux et contraintes ont été étudiés depuis la fin du débat :

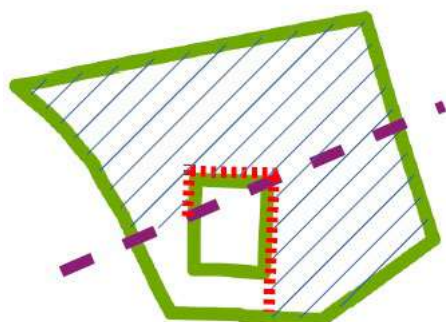
- la préservation de l'inscription des tours Vauban de Saint-Vaast-la-Hougue au patrimoine mondial de l'UNESCO (étalement et hauteur perçue sur l'horizon) ;
- la cohabitation du futur parc avec l'activité d'extraction de granulats ;
- les enjeux techniques (notamment la présence d'une paléovallée à l'ouest) ;
- la présence des liaisons transmanches Ouistreham-Portsmouth.



Consultations et travaux complémentaires

Des consultations et études complémentaires ont été conduites pour une bonne prise en compte de ces enjeux :

- Tours Vauban : rencontre avec les services de la Culture, étude sur les attributs des tours Vauban et mesures sur la visibilité en mer ;
- concession de granulats : rencontre du titulaire de la concession ;
- Paléovallée : caractérisation des fonds marins (bathymétrie et caractéristiques des sédiments en faible profondeur) par le Service hydrographique et océanographique de la Marine (SHOM) ;
- liaisons Ouistreham-Portsmouth : rencontre de Brittany Ferries, sujet inclus dans les travaux sur l'organisation du trafic maritime en Baie de Seine.



Résultats et surface exploitable

Les résultats des différentes démarches ont permis d'orienter l'État sur les surfaces exploitables pour l'implantation précise du parc.

Pour les Tours Vauban, les travaux ont confirmé les résultats de l'étude de 2020.

- **Il a été décidé d'installer le 1^{er} parc le plus à l'ouest au nord d'un axe depuis la Pernelle** pour limiter l'étalement généré par les éoliennes les plus proches.

Pour la concession de granulat, l'enjeu qui ressort est l'accès à la zone dans des bonnes conditions depuis les ports du Havre et de Cherbourg.

- **Il pourrait être nécessaire de laisser libre le sud-ouest de la concession pour permettre un accès aisé à la zone, il sera fait application de la convention de Montego Bay sur le reste du contour (zone tampon de 500 m autour de la concession).**

Pour la paléovallée : les études ont confirmé la possibilité d'installer des éoliennes dans l'emprise de cette dernière.

Pour les liaisons Ouistreham-Portsmouth, la gêne à la navigation restera limitée même en cas d'implantation d'éoliennes en limite Est de la zone.

La surface réellement exploitable pour l'A08 sera discutée lors de la concertation.

Schéma d'organisation de la zone

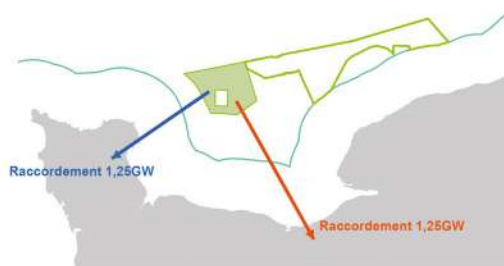
Le potentiel de développement d'éolien en mer, et notamment la capacité qu'il est possible d'installer en fonction de la surface exploitable, a été évalué de 2 à 3 GW, fourchette retenue comme hypothèse de travail pour la suite de la réflexion.

Avec l'appui de RTE sur l'aspect du raccordement, des scénarios d'aménagement de la zone ont donc été bâtis pour des puissances totales entre 2 et 3 GW. Les études menées par RTE ont conduit aux éléments suivants :

- le recours au courant alternatif a été exclu du fait des contraintes de distance et des avis exprimés lors du débat ;
- une option dans le Calvados a été ajoutée notamment en raison de la décision de déplacement du chenal d'accès à Antifer ;
- pour les solutions techniques de raccordement en courant continu, la solution qui a été validée par l'État, sur proposition de RTE, est une solution à 320 kV (technologie déjà qualifiée) permettant d'évacuer la production d'une puissance maximale de 1,25 GW plutôt qu'une solution à 525 kV (qui est toujours en cours de développement, induisant des délais de mise en œuvre de plus de 10 ans) permettant d'évacuer la production d'une puissance maximale de 2 GW).

Les scénarios d'aménagement de la zone ont été évalués d'un point de vue de la puissance totale installée dans la zone, de son coût pour la collectivité, des effets du projet et de la maîtrise du calendrier. Sur l'aspect économique, il s'est avéré que les **scénarios optimaux** sont ceux qui peuvent solliciter les infrastructures de raccordement à 100 % de leur capacité (coût de 22 à 24 € du MWh).

Au regard de ces critères, **un scénario à 2,5 GW a été retenu par l'État**, car offrant le meilleur équilibre entre la puissance installée, la maturité des technologies utilisées, la maîtrise du calendrier et la bonne prise en compte des enjeux.

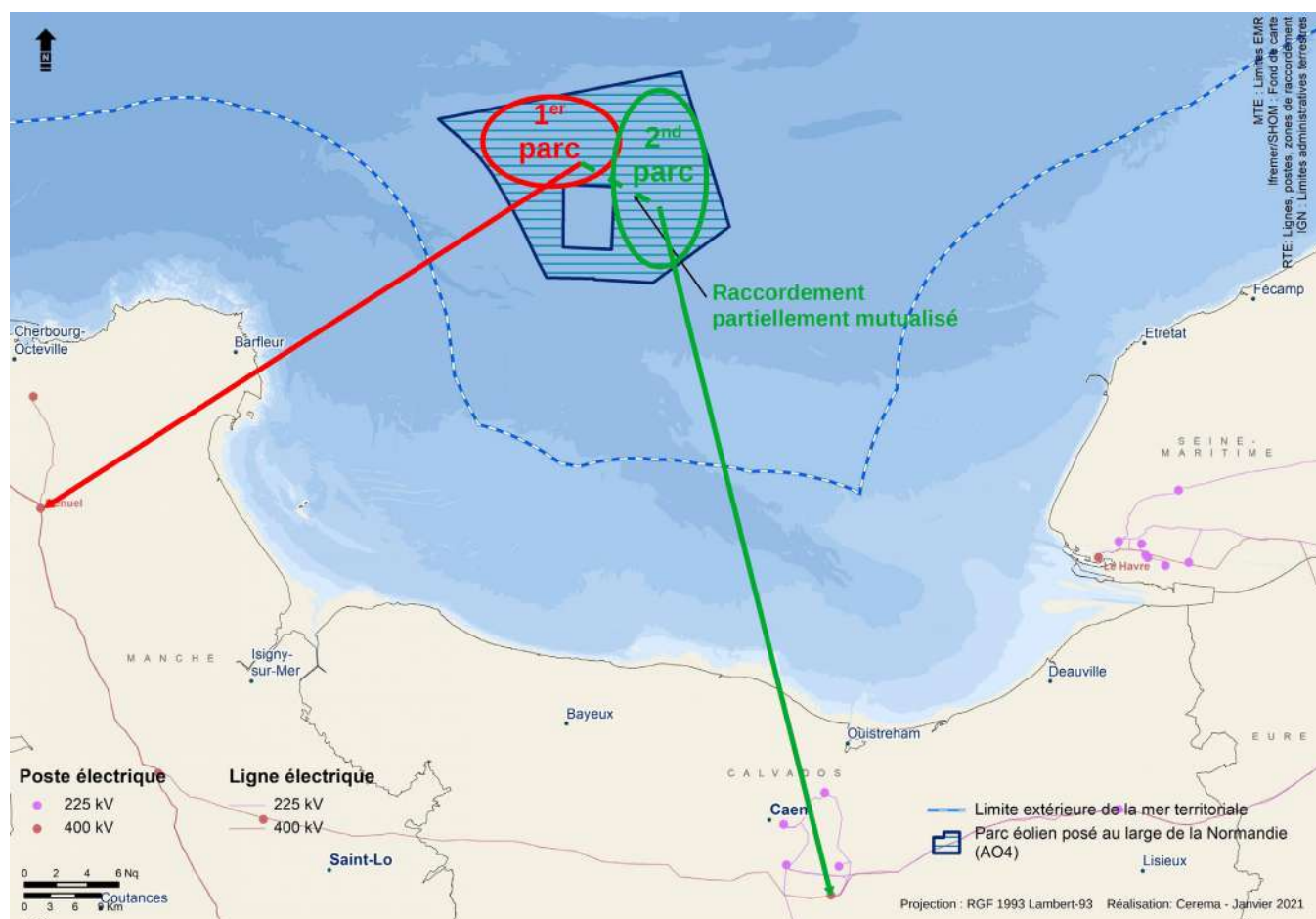


2.2 ORGANISATION DE LA ZONE « CENTRE MANCHE »

Au regard des conclusions exposées au précédent paragraphe, **le nouveau projet aura une puissance pouvant aller jusqu'à environ 1,5 GW sera intégralement située au sein de cette zone de 500 km²**. Aussi sa localisation est dépendante de celle du parc de 1 GW (1^{er} parc) qui fait actuellement l'objet d'une procédure de mise en concurrence, démarrée en 2021. Compte-tenu

des vents dominants de la zone (venant du sud-ouest au nord-ouest) et pour éviter des gênes potentielles liées au second parc éolien, l'État a décidé d'installer le 1^{er} parc éolien devant le second vis-à-vis du vent. La zone « Centre Manche » sera donc organisée selon le schéma présenté ci-dessous.

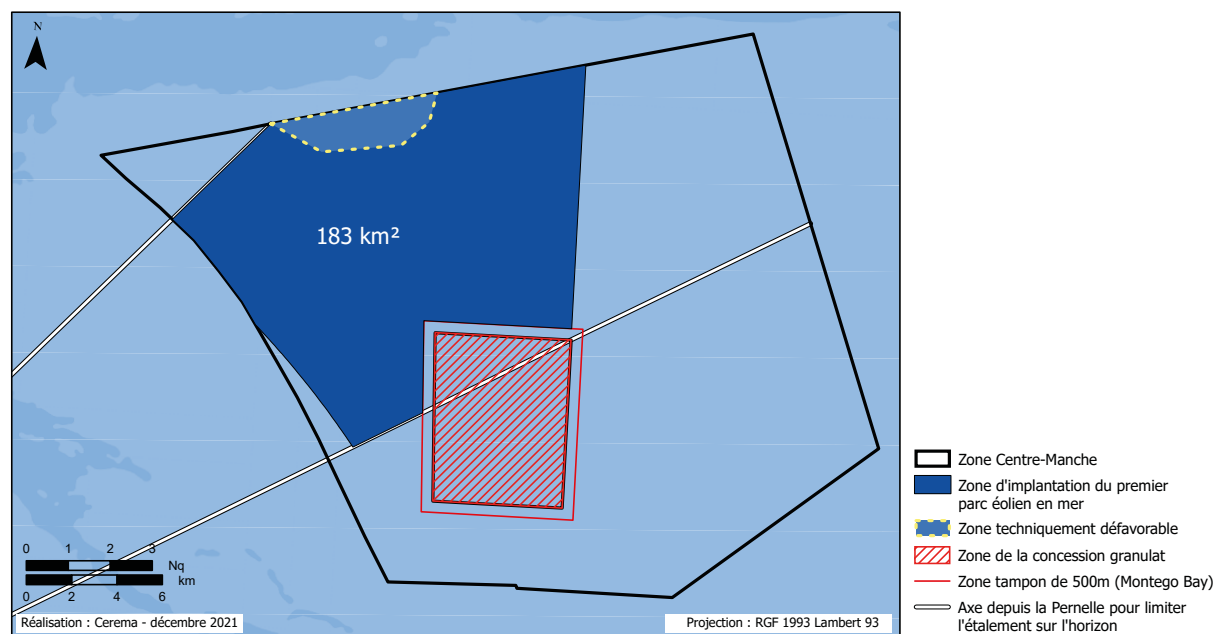
Schéma d'organisation de la zone « Centre Manche »



La zone définitive du 1^{er} parc a été arrêtée fin novembre 2021 au cours de l'appel d'offres n° 4 et rendue publique avant le démarrage de la concertation préalable. Ainsi,

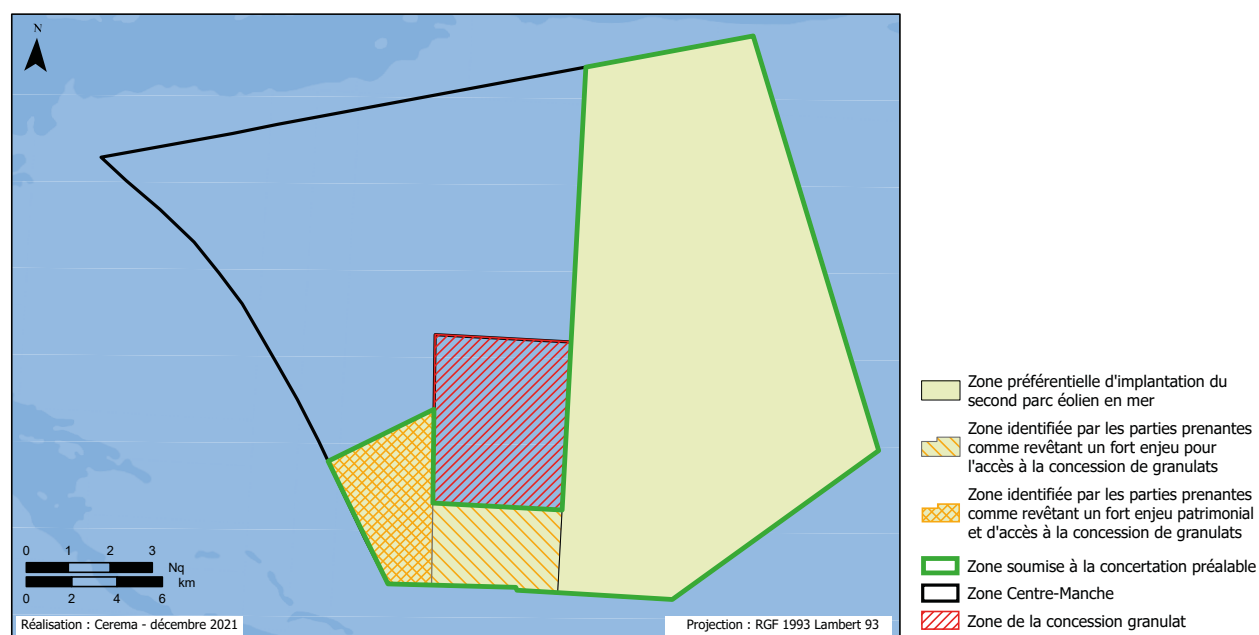
une surface de 183 km² située au nord ouest de la zone de « Centre Manche » a été retenue pour l'installation du 1^{er} GW (1^{er} parc) dans la zone.

Zone retenue pour l'installation du 1^{er} parc



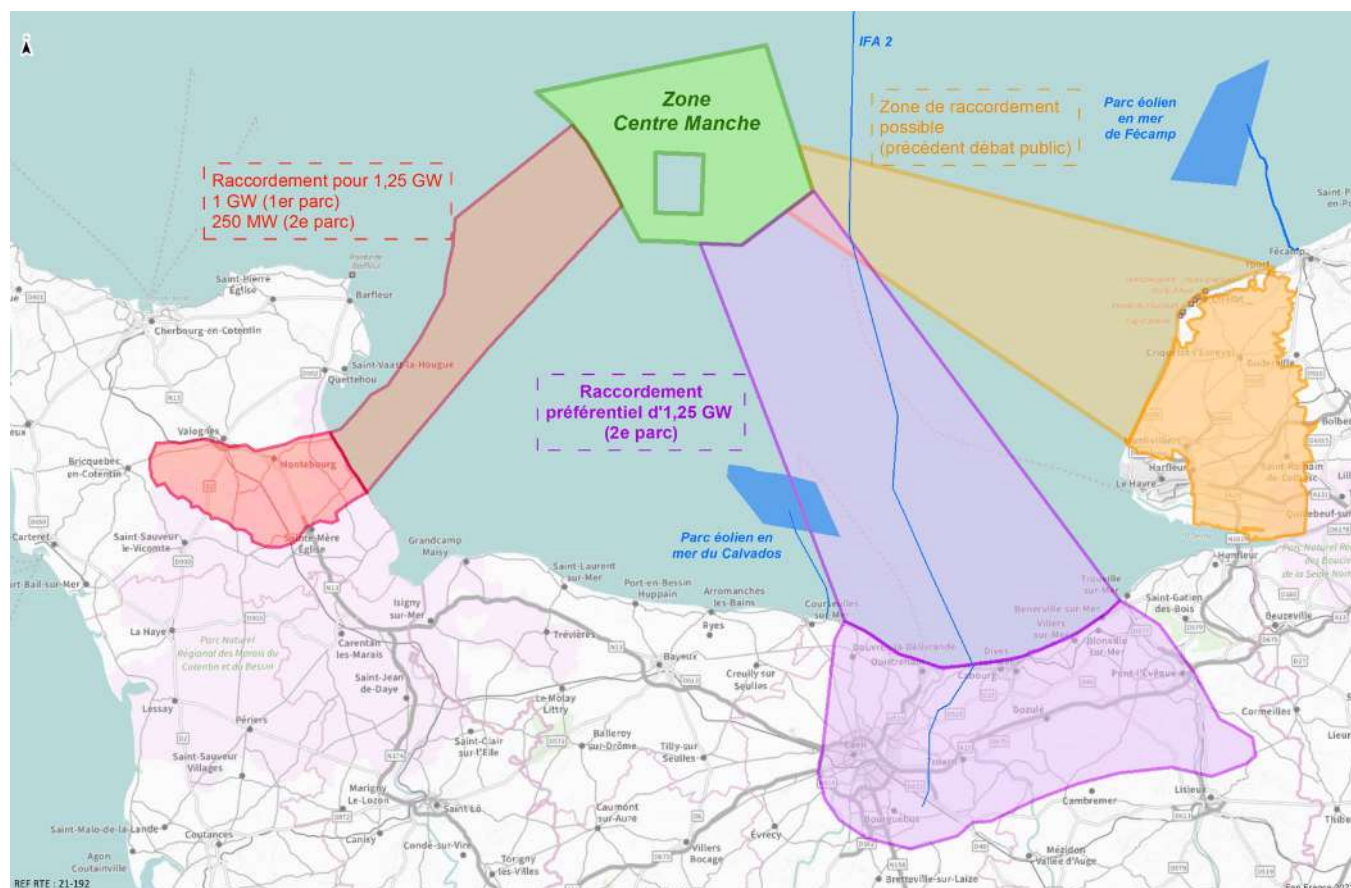
La zone d'implantation du second parc se situera dans la partie est de la zone « Centre Manche », identifiée à l'issue du débat public de 2019-2020, au sein de zone soumise à concertation (290 km²). Il est attendu que le parc occupe de 220 à 250 km².

Zone proposée pour l'installation du second parc



La zone se situe au minimum à 35 km de la côte de la Manche (50), à 40 km de celle du Calvados (14) et à 48 km de celle de la Seine-Maritime. Étant à une distance quasiment équivalente des trois départements, un raccordement de la zone au réseau de transport d'électricité vers l'un de trois départements est envisageable.

2.3 ORGANISATION DES RACCORDEMENTS DES PROJETS ÉOLIENS AU SEIN DE LA ZONE CENTRE-MANCHE



Au regard du potentiel éolien de l'espace maritime au large de la Normandie et afin d'accompagner de manière optimale son développement, il est important d'utiliser au mieux les zones propices à l'atterrage des câbles sous-marins, peu nombreuses du fait des caractéristiques des côtes normandes. Il est aussi nécessaire de tenir compte des capacités d'accueil sur le réseau électrique.

Deux options demeurent possibles pour le raccordement du nouveau parc : vers le Calvados ou vers la Seine-Maritime.

L'option de raccordement vers le Calvados a été identifiée au cours des études et travaux menés dans la continuité du débat public de 2019-2020 et de la publication par RTE, en appui à la décision du 4 décembre

2020, des « Perspectives de développement des réseaux électriques en mer sur la façade normande ». Cette option a été rendue possible en raison de la décision de l'État de réinterroger les zones d'exclusion réglementaires, conformément aux recommandations de la CPDP, et de définir la zone « Centre Manche » plus près du Calvados qu'initialement envisagé lors du débat.

Plusieurs raisons conduisent à privilégier à priori la solution de raccordement vers le Calvados.

D'abord, concernant la zone « Centre Manche », l'État a estimé à 2,5 GW la puissance cumulée des futurs parcs éoliens. Or, à ce jour, dans le monde, la capacité maximale envisagée et en cours de développement pour un ouvrage de raccordement de parcs en mer est

de 2 GW. De ce fait, deux raccordements distincts sont donc considérés comme nécessaires pour assurer l'export de la capacité totale de 2,5 GW (deux parcs) de la zone « Centre Manche ».

Considérant que l'axe électrique reliant la Normandie à l'Île-de-France, en particulier sur la portion entre la Manche et le Calvados est identifié comme un axe de fragilité du réseau, il est préférable de répartir les nouvelles productions d'électricité sur différents points du réseau, entre la Manche, le Calvados et la Seine-Maritime.

Les services de l'État ayant décidé d'orienter le raccordement pour le 1^{er} parc (1 GW) de la zone « Centre Manche » vers la Manche, avec une capacité maximale d'export de 1,25 GW, **le raccordement d'un 2^e parc est ainsi à considérer soit vers le Calvados, soit vers la Seine-Maritime.**

Il peut être noté que la capacité maximale d'export retenue par l'État pour le raccordement du 1^{er} parc de la zone « Centre Manche » est potentiellement plus importante que la puissance installée prévue de ce parc de 1 GW. Cette décision permet d'envisager **une possible mutualisation partielle de l'usage de cet ouvrage** en y raccordant jusqu'à 250 MW du second parc. Enfin, le second raccordement en courant continu devra permettre d'évacuer la totalité de la production restante de ce second parc. De même, il pourrait avoir une capacité maximale d'export équivalente, soit 1,25 GW. À noter que la proximité des deux raccordements (indépendamment de leur mutualisation pour l'évacuation de l'électricité produite par le second) rendrait possible aussi la création d'une éventuelle liaison entre les deux postes en mer, permettant une plus grande flexibilité en matière d'injection sur le réseau.

Enfin, le débat public a confirmé l'intérêt et l'existence d'un potentiel significatif de gisement éolien au large de la Seine-Maritime, sur une zone de 1 032 km² à proximité de l'actuel parc en construction de Fécamp. Il semble préférable de préserver le potentiel éventuel de développement dans ces zones, et donc de réserver les sites d'atterrissage de la Seine-Maritime. Le raccordement du 2^e parc situé en zone « Centre Manche » est, de ce fait, envisagé préférentiellement **vers le Calvados.**

L'option d'un raccordement vers le Calvados, reposant sur une technologie en courant continu, différent du raccordement de Courseulles, constituera donc un nouveau raccordement avec de nouveaux ouvrages à installer. Les ouvrages existants, interconnexion reliant la France à l'Angleterre, ou en cours de travaux pour le raccordement du parc éolien de Courseulles, sont en effet dimensionnés pour un besoin bien précis et ne sont pas en capacité de recevoir et d'acheminer la puissance produite par le projet de nouveau parc éolien.

Le raccordement du 1^{er} premier parc étant prévu vers le département de la Manche conformément à la décision de l'État, sur proposition et justifications fournies par RTE, de limiter l'injection de puissance supplémentaire à 1,25 GW sur le poste de Menuet et afin de limiter le besoin de renforcement sur le réseau de transport existant entre la Manche et le Calvados, un raccordement vers le département du Calvados constitue l'option préférentielle. Cette option permet également de préserver les capacités de raccordement dans le département de la Seine-Maritime pour d'autres projets de production en mer à venir.

2.4 DESCRIPTION DES ENJEUX ASSOCIÉS À LA ZONE DE PROJET

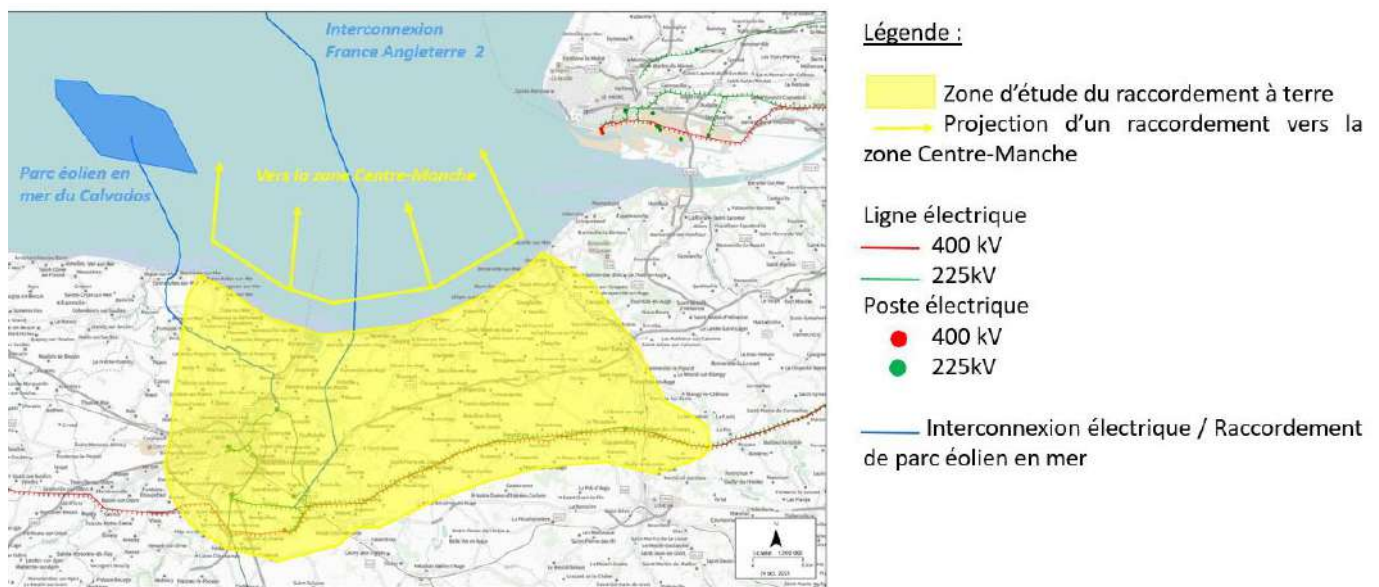
La zone « Centre Manche » a été définie à la suite du débat public et à l'analyse des principales zones sensibles à éviter. La description ci-après des enjeux tient compte des études menées pour le débat public et

des études complémentaires menées depuis la fin de ce débat public, ces études complémentaires ont permis de caractériser au mieux la zone ou de préciser certains enjeux.

2.4.1 Zones de raccordement

La zone de raccordement préférentielle : vers le Calvados à l'est de Caen

Zone de raccordement vers le Calvados



La ligne 400 kV existante entre Caen et Coquainvilliers dispose d'une capacité suffisante pour recevoir la production du deuxième parc. Le raccordement à cette ligne nécessiterait, d'une part, de créer ou étendre un poste électrique de 400 kV et de créer une station de conversion accolée, si possible, au poste électrique, et d'autre part, de construire des liaisons souterraines d'environ 20 à 30 km entre la côte et le nouveau poste électrique.

Les atterrages techniquement les plus propices se situeraient à l'ouest de Ouistreham, ou à l'est des falaises des Vaches Noires.

Les principaux enjeux de la zone Calvados à prendre en compte pour déterminer un atterrage et un tracé sont les suivants :

Plages du Débarquement : le littoral de la zone d'étude présente un caractère historique particulier en regroupant 2 des 5 plages du Débarquement des Alliés en 1944 (Juno et Sword Beach). La région Normandie porte, depuis 2008, le projet d'inscrire les paysages du débarquement sur la liste du patrimoine mondial.

Paysage et relief : la zone d'étude présente deux unités paysagères : d'une part la plaine de Caen, vaste plateau légèrement vallonné et, d'autre part, le pays d'Auge, composé de paysages montueux et escarpés. Sur la Côte de Nacre (portion de littoral entre Courseulles et Luc-sur-Mer), les falaises calcaires renferment des fossiles remarquables (éponges, coquillages, oursins) qui ont justifié l'inscription des falaises du Cap Romain (Saint-Aubin-sur-Mer) en réserve naturelle géologique.

Entre Villers-sur-Mer et Houlgate, (Côte Fleurie) les falaises argileuses des Vaches Noires de cent mètres de haut forment une des curiosités géologiques de la région (site classé).

Hydrographie et zone humide : la zone d'étude est marquée par la présence de trois estuaires majeurs (fleuves supérieurs à 105 km) : la Dives, la Touques et l'Orne. Ces estuaires sont des milieux relativement dynamiques au niveau sédimentaire. L'estuaire de l'Orne est le plus grand et le plus diversifié. Aucun site RAMSAR n'est identifié dans la zone, néanmoins, la cartographie des zones humides, réalisée par la DREAL, met en évidence la présence de nombreuses zones humides. La plupart se situent le long des axes majeurs du réseau hydrographique : les marais de la Dives, la vallée de la

Touques (qui fait l'objet d'un APB)... L'intérêt patrimonial de ces milieux, lié à leur grande diversité et à la forte richesse biologique qu'ils renferment, entraîne une sensibilité forte vis-à-vis du projet de raccordement.

Zones naturelles protégées à terre et en mer : la zone d'étude comporte deux zones Natura 2000 : baie de Seine occidentale au titre de la directive habitats, faune, flore et littoral Augeron au titre de la directive oiseaux. Sur terre, la zone est constellée de ZNIEFF de type 1 et 2 principalement autour des marais de la Dives et de la vallée de la Touques, par ailleurs concernée par un arrêté de protection biotope. Le Conservatoire du littoral gère notamment les terrains de trois sites : les falaises des Vaches Noires, les marais de Villers – Blonville et l'estuaire de l'Orne.

Risques naturels : le risque naturel le plus important au sein de l'aire d'étude est celui d'inondation par débordement des cours d'eau, ruissellement, remontée de nappe ou submersion marine. L'aire présente en effet un linéaire important de côtes basses dont le niveau se situe sous celui des pleines mers actuelles. La partie orientale de l'aire d'étude est caractérisée par un risque de mouvement de terrain lié aux effondrements de marnières et par un phénomène de retrait et de gonflement des sols argileux pouvant occasionner des dégâts aux bâtiments.

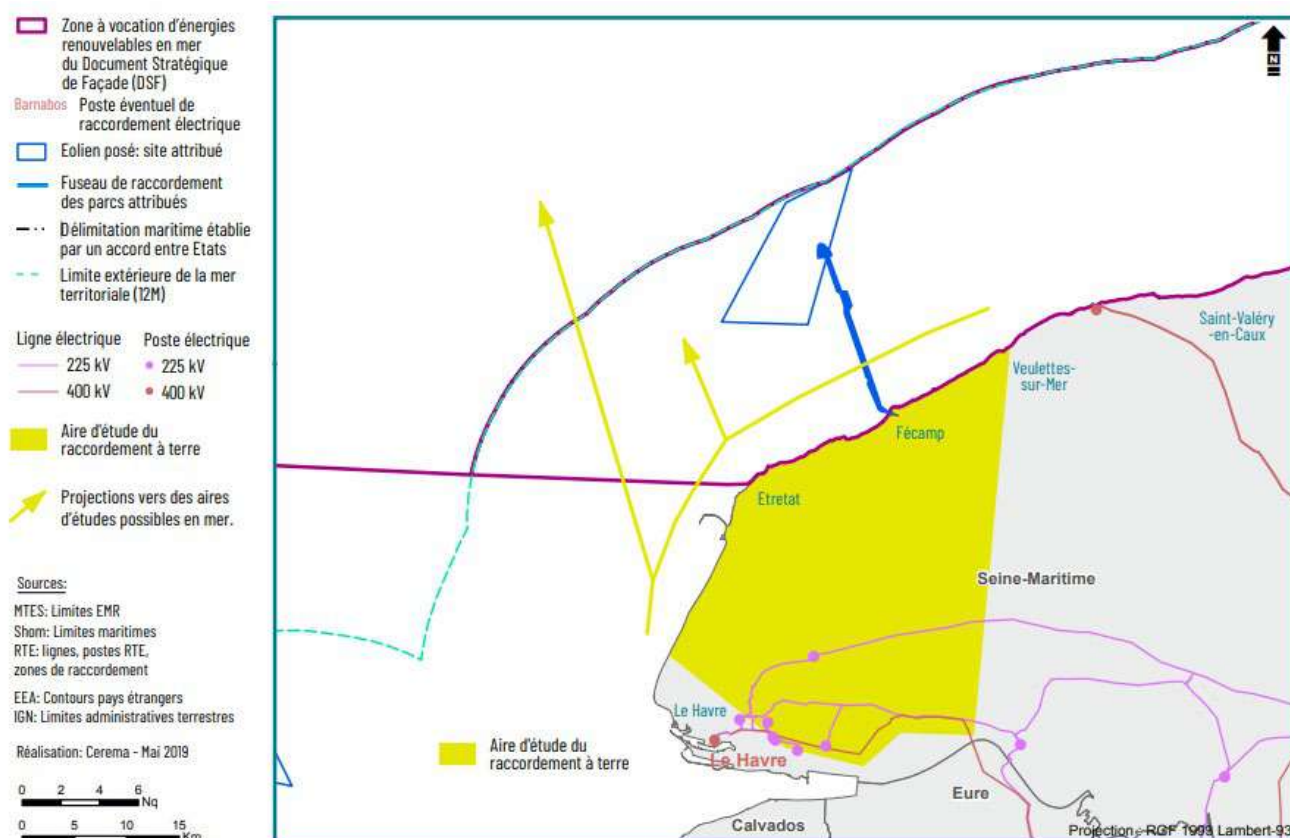
Trafic routier : l'aire d'étude est traversée par des axes majeurs comme l'autoroute A13 reliant Paris à Caen ou le boulevard périphérique de Caen (RN814). Elle est aussi maillée par un réseau dense de routes départementales. Les ouvrages électriques projetés étant souterrains, leur exploitation n'engendrera pas de contraintes sur la circulation routière. En revanche, la réalisation des travaux pourra générer des perturbations lorsqu'ils seront effectués sous les routes ou le long des routes (mise en place de déviations, circulation alternée, etc.).

Agriculture : la Normandie, avec 70% de sa surface occupée par l'agriculture, est la région française ayant la part du territoire dédiée à l'agriculture la plus importante. Le Calvados est occupé à 85% par des terrains agricoles et à 8 % par des forêts et des milieux semi-naturels. [...] Les principales filières sont le lait, la viande bovine et les céréales. Plusieurs aires géographiques de labels qualités sont présentes : AOP Camembert de Normandie, AOP Livarot, AOP Pont-l'Évêque, IGP Volailles de Normandie, AOP Cidre Pays d'Auge, AOC Pommeau de Normandie, AOC Calvados, AOC Calvados Pays d'Auge. Une phase de concertation avec les acteurs du monde agricole permet de limiter les effets de la construction d'une liaison souterraine et d'un poste électrique. Des mesures de réduction des effets sont envisageables, comme le tri des terres, et la remise en état après travaux notamment.

Autre zone de raccordement potentielle

Pour rappel et comme présenté lors du débat public de 2019-2020, la zone du Havre offrait des possibilités de raccordement. Dans l'hypothèse où le raccordement préférentiel vers le Calvados ne pourrait aboutir, l'option d'un raccordement sur la zone du Havre serait de nouveau étudiée. Il est rappelé ci-dessous les principaux enjeux de la zone.

Zone de raccordement vers la zone du Havre étudiée lors du débat public 2019-2020



Topographie et relief : la côte entre Fécamp et le Havre est formée de falaises abruptes, d'une altitude variant de 30 à 60 m environ où l'atterrissage est inenvisageable. Quelques vallonnes entrecoupent les falaises mais elles sont souvent étroites, densément urbanisées ou font l'objet de protections environnementales renforcées. Le terminal pétrolier d'Antifer, construit dans les années 1970 constitue néanmoins une opportunité d'atterrissage, quasi unique sur ce secteur.

Zones naturelles protégées à terre et en mer : seule une faible proportion de la zone d'étude est comprise dans le périmètre d'un espace naturel protégé.

Agriculture : la zone d'étude du Havre est occupée à 80 % par des terrains agricoles et à 7,4 % par des forêts et des milieux semi-naturels.

Trafic : des axes majeurs traversent la zone d'étude comme l'autoroute A29 ou l'A131 ainsi que sept routes départementales.

Risques naturels : le risque de mouvement de terrain se traduit dans l'aire d'étude par le risque d'affaissement de cavités souterraines (liées à la présence de marnières) et à l'effondrement des falaises (dont chute de blocs) essentiellement localisées sur le littoral.

Le [dossier des maîtres d'ouvrage du débat public 2019/2020](#) et le document de perspective publié à son issue contiennent une description plus complète des enjeux relatifs à la zone du Havre.⁽⁸⁾

(8) Perspectives de développement des réseaux électriques en mer sur la façade normande - <https://www.eoliennesenmer.fr/sites/eoliennesenmer/files/inline-files/Perspectives-developpement-reseaux-electriques-en-mer-normandie.pdf>

A RETENIR

Seuls les enjeux principaux et présentant le plus de sensibilité vis-à-vis du projet de raccordement ont été développés ci-dessus.

Les enjeux du territoire seront précisés tout au long du projet, notamment au travers des échanges avec le public, et aussi avec des études réalisées sur le terrain. Cette connaissance affinée des enjeux sera utilisée pour identifier les espaces les plus adaptés pour recevoir les ouvrages de raccordement.

En parallèle, il s'agira d'exploiter au mieux le potentiel d'évitement de ces enjeux en ayant recours aux techniques de pose des ouvrages en souterrain. D'une manière générale, il s'agira d'adapter les modalités d'installation des ouvrages aux spécificités du territoire.

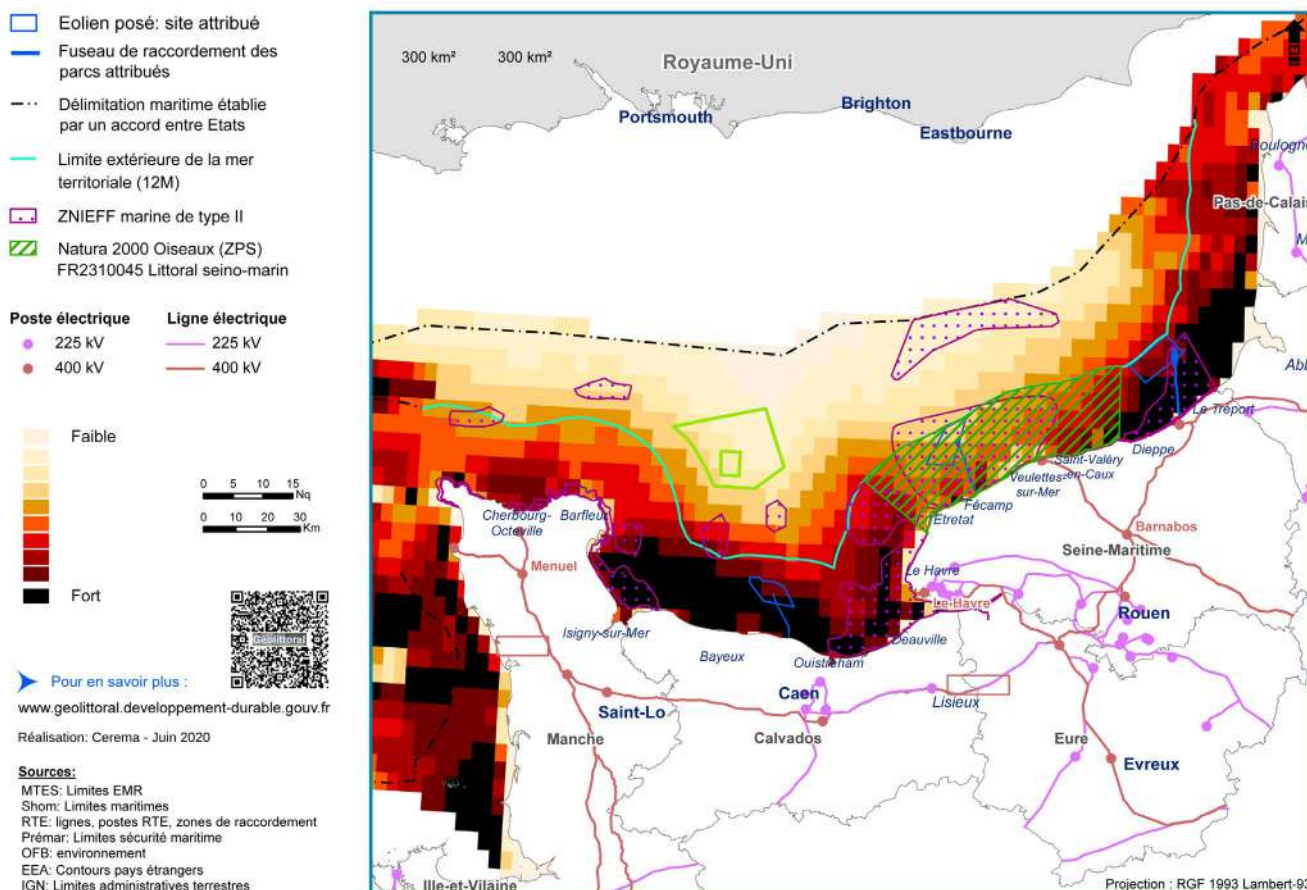
Dans les parties suivantes vont être détaillés les enjeux relatifs au parc éolien.

2.4.2 Environnement

Les mammifères marins (marsouins, phoques) et l'avifaune sont sensibles à l'éolien en mer du fait des effets attendus, pour les premiers lors de la construction du parc, pour les deuxièmes quand le parc fonctionne. Dans le cas présent, il est intéressant de noter que la zone du projet se situe dans les secteurs à plus faibles

enjeux identifiés par les études bibliographiques réalisées par l'État dans le cadre des études d'état initial environnemental. Les cartes ci-dessous illustrent ce point sur les zones les plus sensibles du point de vue de l'avifaune et des mammifères marins.

Carte figurant les risques d'effet sur l'avifaune générée par l'installation d'éoliennes



Eolien posé: site attribué ou en projet
 Fuseau de raccordement des parcs attribués
 Délimitation maritime établie par un accord entre Etats
 Limite extérieure de la mer territoriale (12M)
 Zone centre Manche

Fréquentation des phoques à partir des données télémétriques
 Phoque veau-marin
 Phoque gris
 Fréquentation des phoques veau-marin dans la baie des Veys à partir de télémétrie

Prédiction MANGA - Marsouins - hiver
 Faible
 Elevé

Sources:
 MTE: Limites EMR
 Shom: Limites maritimes
 OFB: TSM: risques d'effet oiseaux
 RTE: lignes, postes
 IGN: Limites administratives, communes, altitude

Pour en savoir plus
www.geoifloral.developpement-durable.gouv.fr
 Réalisation: Cerema - Août 2020

La zone « Centre Manche » permet ainsi d'éviter les zones les plus sensibles, compte tenu de son éloignement par rapport aux côtes (environ 32 km au minimum).

Les études prévoient notamment des campagnes d'observations visuelles et digitales (via des caméras embarquées dont les images sont analysées a posteriori)

L'état initial de l'environnement sera transmis par l'État au lauréat de l'appel d'offres et contribuera à l'étude d'impact du projet qui définira les mesures à mettre en œuvre pour accompagner la réalisation du projet. L'étude d'impact sera instruite par les services de l'État, présentée au public lors d'une enquête publique.

Ainsi, lors de la construction du projet, des mesures seront mises en place pour prévenir le bruit, les effets sur les habitats (zones de présence d'une ou de plusieurs espèces de faune et de flore d'intérêt), la turbidité (concentration de matières en suspension dans la masse d'eau) et la modification des sédiments, ainsi que les risques de pollutions accidentelles et de colonisation par des espèces non-indigènes.

En phase d'exploitation, les mesures viseront notamment à prévenir les impacts sur l'avifaune, ainsi que les perturbations hydrosédimentaires (modification

des fonds marins et des sédiments formés par l'effet des vagues et des marées) et le dérangement de la faune.

A RETENIR

La zone « Centre Manche » de 500 km² retenue à la suite du débat public de 2019-2020 a été choisie pour minimiser l'impact environnemental au regard des données disponibles.

La réalisation de l'état initial de l'environnement par l'État sur cette zone a débuté à l'été 2021 et comprend plusieurs campagnes sur 2 ans. Cet état initial environnemental permettra au lauréat de l'appel d'offres de réaliser son étude d'impact et de définir les mesures ERC les plus pertinentes.

Les études et rapports de campagne seront consultables sur le site internet www.eoliennesenmer.fr : www.eoliennesenmer.fr/concertation-cm2

2.4.3 Paysage et patrimoine

Par leur hauteur (au moins 250 m), les éoliennes attendues sur le projet seront théoriquement visibles. Toutefois l'éloignement de la zone de projet vis-à-vis des côtes (environ 35 km des côtes normandes au minimum) limitera la visibilité du parc depuis la côte. Afin

de permettre au public de se rendre compte de la future visibilité des parcs situés en « Centre Manche », l'État a commandé une nouvelle série de photomontages, en plus de ceux réalisés pour le débat public de 2019 et 2020.



Photomontage figurant des parcs éoliens situés en « Centre Manche » depuis le point de vue de La Pernelle.

L'implantation définitive des parcs éoliens n'étant pas encore connue, ces photomontages ne représentent pas les projets exacts qui seront décidés, mais ont vocation à aider le public à imaginer comment ces parcs seront visibles depuis la terre, en particulier en fonction de leur éloignement de la côte.

La zone d'implantation du projet se situe au minimum à 35 km des tours de Saint-Vaast-la-Hougue, inscrites sur la liste du patrimoine mondial de l'UNESCO au sein du bien

sériel des « Fortifications de Vauban ». L'éloignement initial de la zone « Centre Manche » a été retenu au regard des conclusions de l'étude commandée par l'État pour la bonne prise en compte de ce patrimoine à l'occasion du débat public 2019-2020 afin que le 1^{er} projet ne porte pas atteinte à l'inscription sur la liste du patrimoine mondial de l'UNESCO des tours. **À noter que le nouveau projet se situe majoritairement dans la zone de faible sensibilité paysagère des tours définie par cette même étude.**



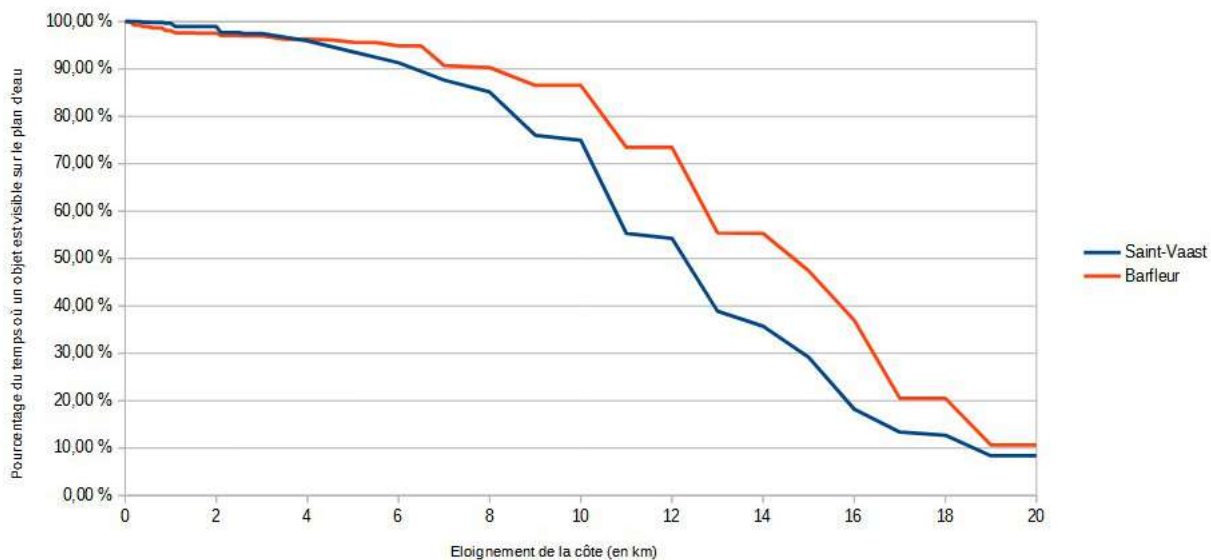
Photo des tours observatoires, extrait du plan de gestion UNESCO 2019-2024

À l'issue du débat, l'État a poursuivi les travaux pour parfaire sa connaissance de cet enjeu et repérer des sensibilités, autres que le paysage dans lequel les tours sont installées, qui pourraient être affectées par l'implantation d'un parc éolien en mer. L'État a ainsi commandé une définition de tous les éléments (architectural, historique, environnemental, sociétal...)

faisant que ces monuments ont une Valeur Universelle Exceptionnelle - ces éléments sont nommés attributs. Ce travail de définition des attributs a confirmé les conclusions de la première étude, à savoir que seul l'écrin paysager des tours était susceptible d'être affecté par un projet éolien en mer. Les travaux vont se poursuivre en lien avec le Ministère de la culture et L'UNESCO.

Par ailleurs, afin de compléter le sujet de la visibilité du parc par des données « terrain », l'État a lancé une étude d'observation de la visibilité en mer depuis la côte du Cotentin vers la zone de projet. Pour cela il s'est appuyé sur l'expertise des guetteurs sémaphoristes des postes de Saint-Vaast et de Gatteville. Ces guetteurs étant formés pour effectuer les relevés et observations météorologiques, il leur a été demandé de relever 8 fois par jour la visibilité en mer vers la zone. Le graphique ci-dessous présente les résultats des 5 premiers mois de relevé.

Résultats des premières mesures de la visibilité en mer



Il est à noter que les mesures de visibilité en mer faites depuis les sémaphores de Barfleur et de Saint-Vaast ne vont jamais au-delà de 20 km, car un objet situé sur le plan d'eau au-delà de cette distance ne sera pas observable du fait de la rotondité de la Terre et de la hauteur du poste d'observation des sémaphores. Les relevés de visibilité en mer effectués indiquent qu'un objet situé sur le plan d'eau à 20 km de l'observateur

sera visible 10 % du temps. Aussi la zone d'implantation du parc étant au-delà de 20 km, sa visibilité en mer sera inférieure à 10 % du temps.

Ces résultats illustrent la réduction des impacts paysagers obtenue grâce à un éloignement des zones d'implantation par rapport à la côte.

Aussi, compte-tenu de la position encore plus éloignée des côtes du nouveau parc, le nouveau projet ne devrait pas porter atteinte à l'inscription UNESCO des

tours. Les résultats des mesures de la visibilité en mer viennent renforcer ce constat.

A RETENIR

Bien que techniquement visible depuis la côte, l'impact paysager du parc éolien d'une puissance pouvant aller jusqu'à environ 1,5 GW sera minime compte-tenu de l'éloignement de la zone de projet par rapport à la côte, comme le confirment les mesures de visibilité en mer et comme l'illustrent les photomontages.

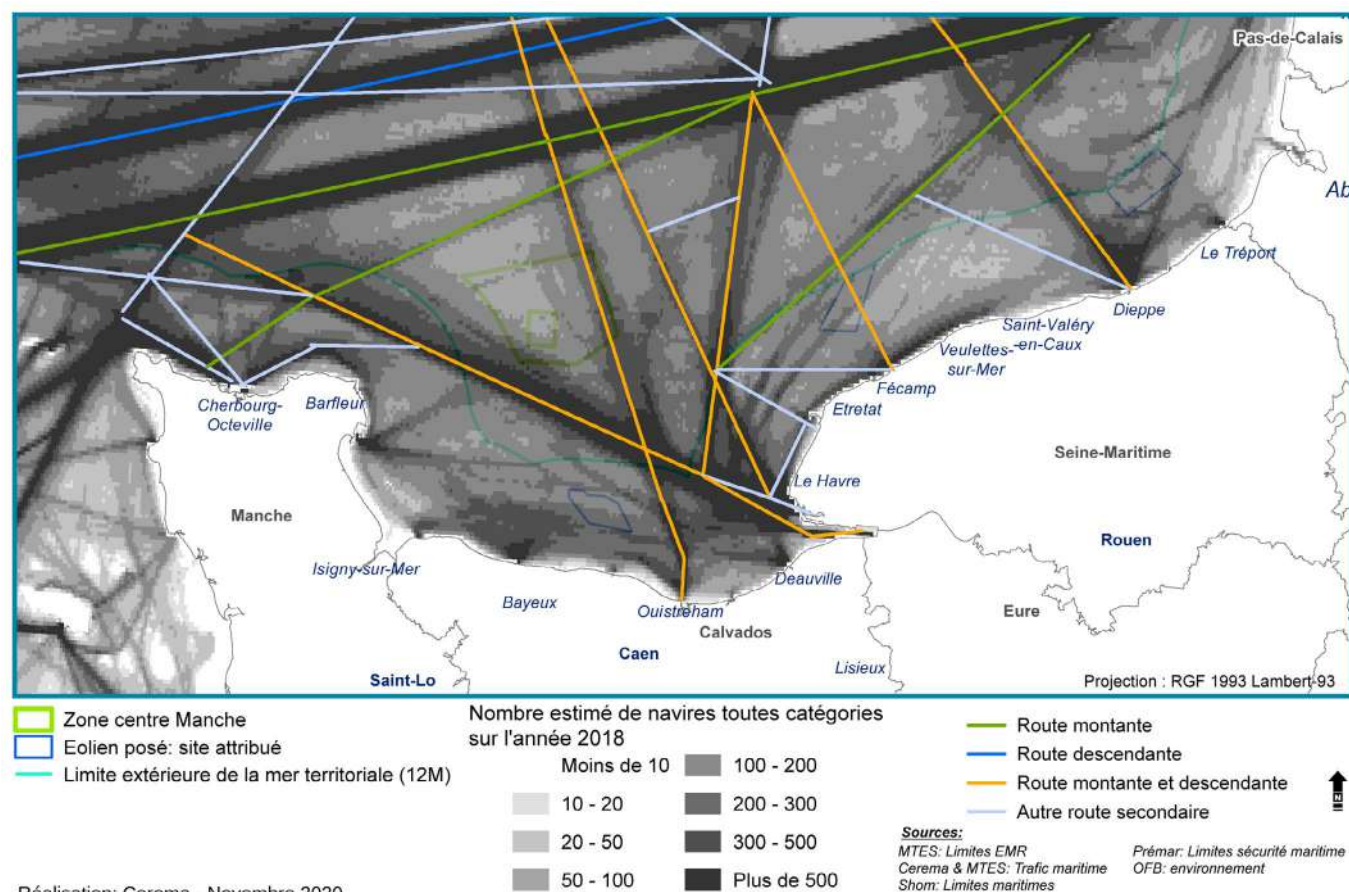
Par ailleurs, au regard de ce constat et des travaux complémentaires menés depuis la fin du débat public sur les attributs des tours Observatoires de Saint-Vaast-la-Hougue, l'implantation des parcs éoliens sera étudiée de sorte à préserver l'inscription sur la liste du patrimoine mondial établie par l'UNESCO.

Le porteur de projet privé, désigné à l'issue de l'appel d'offres, justifiera de l'absence de porter atteinte à l'inscription Unesco une fois l'implantation définitive des éoliennes connue, au moyen d'une étude d'impacts patrimoniale.

2.4.4 Sécurité maritime et navigation

La zone « Centre Manche » s'inscrit dans le contexte particulier du trafic maritime en Manche, deuxième route maritime mondiale en termes de trafic, et des accès aux ports du Havre et de Rouen. En dehors des dispositifs de séparations de trafic, le principe de navigation est celui de la libre circulation en mer.

Carte figurant les principaux axes de trafic maritime au large de la Normandie



La zone est encadrée par divers trafics maritimes :

- au nord, un trafic commercial d'ouest en est en provenance ou à destination de l'Europe du nord, emprunte une route directe entre les voies de trafic maritime encadrées au large de Cherbourg (Dispositif de Séparation du Trafic (DST) des Casquets) et du Pas de Calais (DST du Nord Pas-de-Calais). Entre cette voie, appelée zone « inter DST », et la zone « Centre Manche », une distance de 10 milles marins a été instaurée pour des raisons de sécurité.
- à l'ouest, une route « naturelle » empruntée par les navires qui relient les ports de la baie de Seine et le DST des Casquets (au large de Cherbourg)
- à l'est, un trafic transmanche, avec la liaison opérée par la Brittany Ferries au départ des ports de Ouistreham/Caen et du Havre et à destination de Portsmouth.

Par ailleurs, il existe dans la zone un chenal d'accès en eaux profondes au port pétrolier d'Antifer. Le tracé de ce

chenal est en cours de révision afin de pouvoir exclure ce trafic de la zone de projet identifiée. Quantitativement, il s'agit de modifier le trafic d'une quarantaine de pétroliers par an soit moins d'un par semaine.

La prise en compte de ces enjeux s'inscrit dans une démarche engagée par l'État d'organisation du trafic en Baie de Seine et donc d'évolution à minima de ce chenal.

L'analyse du trafic maritime dans cette zone maritime en vue de sa modification est engagée depuis mai 2021, un groupe de travail réunissant des usagers et des professionnels du monde maritime a été créé et un bureau d'étude a été recruté. L'objectif est d'obtenir un projet d'organisation du trafic qui pourra être proposé à l'Organisation maritime internationale en 2022 pour une validation en 2023.

A RETENIR

Le trafic maritime est un enjeu qui nécessite une attention forte sur cette zone. Les travaux en cours visant à une organisation du trafic maritime en lien avec le développement éolien doivent permettre à terme la coexistence de ces deux activités au sein de l'espace maritime au large de la Normandie.

Le déplacement du chenal d'accès à Antifer à l'horizon 2023 est nécessaire pour permettre l'installation des projets éoliens au sein de toute la zone « Centre Manche ».

2.4.5 Comment les différents usages peuvent-ils cohabiter ?

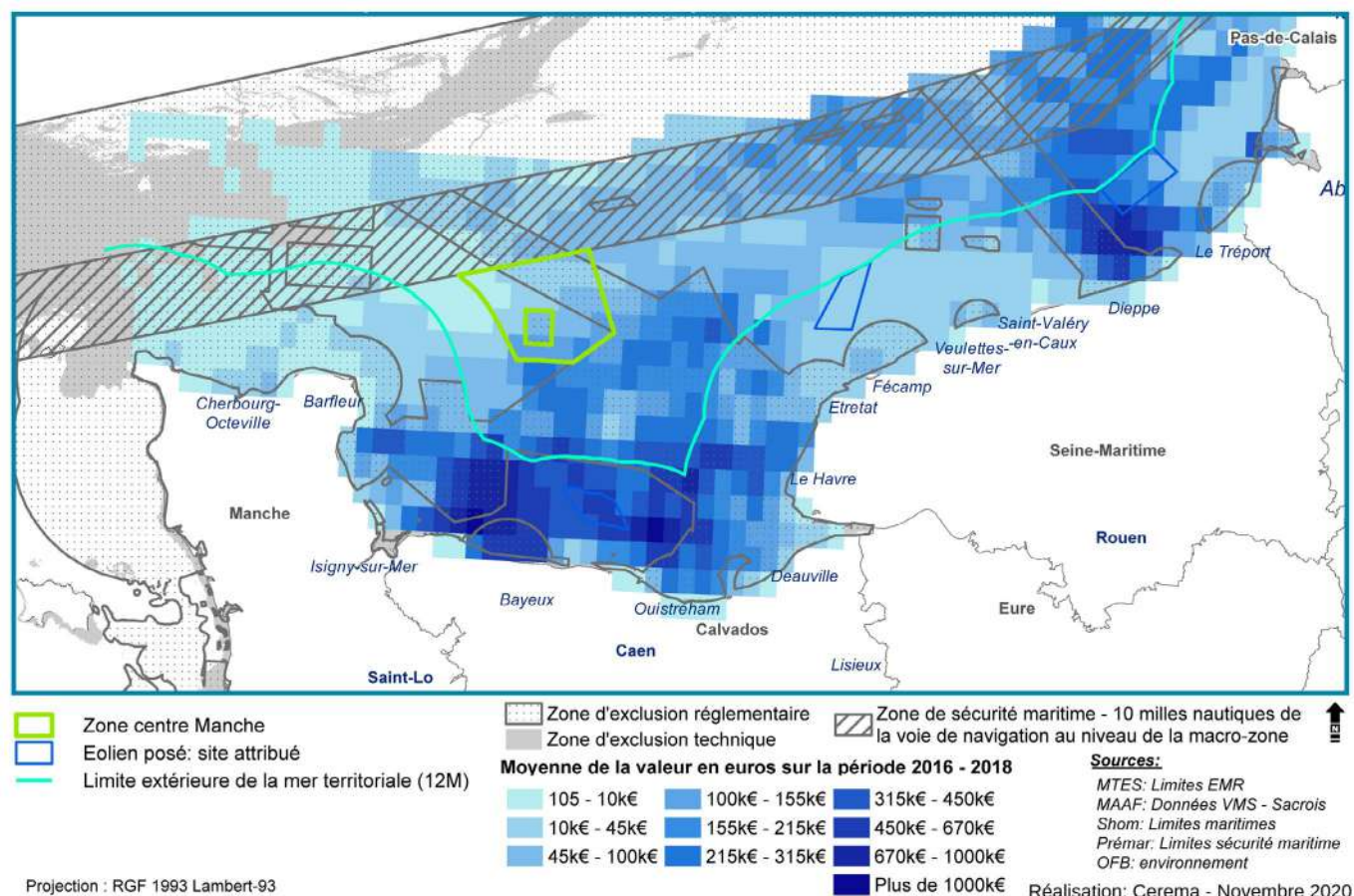
Les principaux usages en cours sur la zone « Centre Manche » sont la pêche et l'extraction de granulats.

La façade maritime Manche-est Mer du Nord est importante pour l'économie nationale des pêches maritimes. Compte tenu des conditions actuelles d'exercice de cette activité et des enjeux de gestion durable des ressources biologiques marines qui l'encadrent, les professionnels de la pêche sont très attentifs à la bonne prise en compte de leur activité et de la cohabitation des nouveaux usages dont l'éolien en mer, avec leur activité. C'est dans ce cadre que des études socio-économiques « pêche » ont été menées lors du débat public afin de déterminer le poids économique des différents espaces au sein de la façade maritime.

L'enjeu essentiel pour la pêche maritime est la préservation des secteurs les plus fréquentés par les navires et/ou présentant une grande richesse halieutique ; le choix de la localisation de la zone « Centre Manche » répond à cette attente. En effet, le chiffre d'affaires annuel de l'activité de pêche au sein de la zone « Centre Manche » de 500 km² est estimé à 1,9M€, pour mémoire le chiffre d'affaires annuel de la pêche en Normandie est d'environ 183M€⁽⁹⁾. De façon relative, l'activité de pêche est légèrement plus importante au sud de la zone qu'au nord.

(9) Présentation du CRPME à la réunion du débat public 2019-2020 à Port en Bessin du 24 janvier 2020 - <https://eolmernormandie.debatpublic.fr/les-evenements/evenements-passes/port-en-bessin-huppain-24012020>

Carte figurant les chiffres d'affaires de la pêche au large de la Normandie



Un des enjeux majeurs pour l'activité de pêche en Normandie est celui de la pêche de la coquille Saint-Jacques. A cet égard, la zone « Centre Manche » se situe au nord de la baie de Seine et donc hors du gisement principal de la coquille Saint-Jacques.

Des études socio-économiques ont déjà été réalisées à l'occasion du débat public 2019-2020. Néanmoins, pour aller plus loin, des études complémentaires ont été lancées et portent sur le type de navires qui exploitent la zone (navires hauturiers du fait de l'éloignement à la côte (10 % de la flotte normande)), le poids économique de cette zone pour les navires, armements, ports, criées.

D'autre part, en France et contrairement à d'autres pays européens, il n'est pas envisagé, aujourd'hui, de dédier les espaces maritimes à des activités en particulier. La planification des espaces maritimes prévoit de rechercher la coexistence des usages de la mer, chaque fois que possible.

À titre d'exemple, il est possible de naviguer, de pêcher au sein d'un site d'extraction de granulats. En ce qui concerne les parcs éoliens d'une part, la navigation et la pêche d'autre part, les instructions maritimes édictées par l'État prévoient les dispositions et conditions de la co-activité. Pour mémoire, un exercice de pêche a été effectué dans la zone de projet du parc éolien du Calvados en janvier 2018, une vingtaine de navires de pêche ont pêché à la drague à la coquille Saint-Jacques dans le parc éolien virtuel implanté dans leur système numérique de navigation. Le résultat a été positif, les navires ont pu exploiter les couloirs de 900 m de large entre les éoliennes.

Par ailleurs, une concession d'exploitation de granulats est située à l'intérieur de la zone de projet. Le développement du projet éolien en mer devra permettre son exploitation. Cette concession de granulats n'est cependant pas exploitée à ce jour, et ne le sera que si

la première partie de la concession, située en dehors de la zone « Centre Manche », est entièrement exploitée. Comme toute concession d'utilisation du domaine de l'État, elle est limitée dans le temps et prendra fin en 2042.

A RETENIR

La zone de projet se situe au sein d'un espace maritime peu riche pour l'activité de pêche maritime. Des travaux complémentaires viseront à décrire encore plus précisément les interactions entre les parcs éoliens et l'activité de pêche professionnelle à la fois du point de vue socio-économique et en termes de co-usages de l'espace maritime.

2.4.6 Caractéristiques techniques de la zone

A la suite du débat public de 2019-2020, l'État, maître d'ouvrage du projet, a lancé des études pour disposer de données sur le milieu marin, données nécessaires pour que l'industriel puisse ensuite concevoir et construire le premier parc éolien. Ces études ayant porté sur l'intégralité de la zone de 500 km², elles seront également utiles pour le projet de second parc.

Ces données portent sur la caractérisation des régimes des vents, l'hydrographie et la géologie du sol et sous-sol. Dans un premier temps, ces études seront fournies à tous les candidats sélectionnés pour le dialogue concurrentiel afin qu'ils puissent concevoir leurs meilleures offres. Elles seront rendues publiques après l'attribution de l'appel d'offres. Ces études permettront au lauréat de dimensionner les composantes techniques pour développer et construire le parc éolien.

L'ensemble de ces campagnes font l'objet de communications au travers de notices d'informations. Ces notices permettent avant tout de renforcer l'information nautique officielle à destination des usagers de la mer mais également au public de se tenir informé de l'avancée du projet. Ces notices sont disponibles sur la page internet du projet de premier parc dans la zone « Centre Manche » :

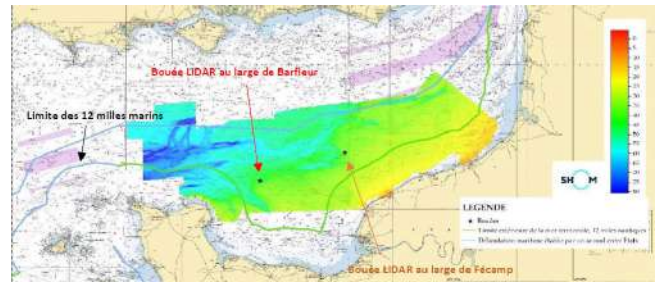
<https://www.eoliennesenmer.fr/facades-maritimes-en-france/facade-manche-mer-du-nord/projet-normandie>

Vent et hydrographie

Deux bouées de mesure du vent, de la houle, du courant et des hauteurs d'eau ont été mouillées en mer en novembre 2020. Météo-France est en charge de cette campagne de mesures et s'appuie sur la société française AKROCEAN pour la fourniture des bouées et donc des données.



Le traitement et analyse des données est effectué par Météo-France pour la partie vent, vague, houle et par le Service hydrographique et océanographique de la marine (Shom) pour la partie courant, hauteur d'eau. La campagne d'acquisition était initialement prévue pour un an ; elle devrait être prolongée d'une nouvelle année pour la bouée située dans la zone « Centre Manche ».



Localisation des 2 plateformes LIDARs flottantes de l'A04 « Normandie », source : SHOM.

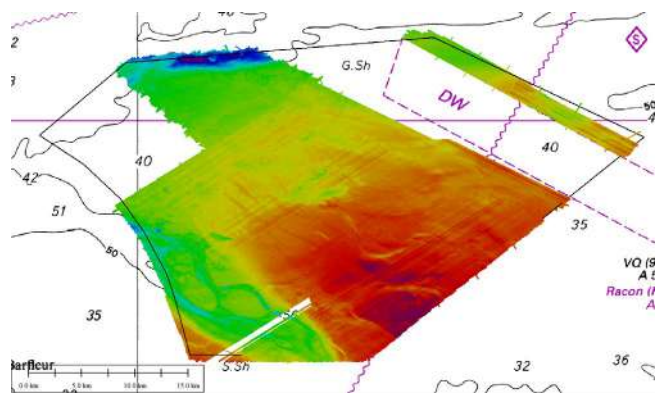
Hydrographie - géophysique

Diverses campagnes de levés hydrographiques ont été conduites par les navires du Shom. Ces relevés ont permis de préciser la bathymétrie (profondeur d'eau - reliefs) des fonds marins de la zone et des potentiels fuseaux de raccordement. Des relevés des sédiments sur le fond de la mer ont aussi permis de mieux le cartographier. Enfin, des marégraphes ont été mouillés lors de ces campagnes afin de préciser les hauteurs d'eau de la mer lors des relevés.



Bâtiment hydrographique de 2^{de} classe (BH2), La Pérouse.

Ces levés hydrographiques seront utilisés pour le projet éolien mais ils permettront aussi la mise à jour des cartes marines à destination de tous navigateurs.



Relevés bathymétriques.

Géophysique et géotechnique

La connaissance du sous-sol est primordiale pour dimensionner et définir les structures à utiliser pour mettre en place les éoliennes et les câbles en mer. Afin d'acquérir cette connaissance, plusieurs campagnes sont en cours.



Le Géo Ranger, navire de recherche.

Une première campagne a permis de caractériser le sous-sol jusqu'à près de 60 m de fond en utilisant un sondeur sismique. Dans un deuxième temps, afin de s'assurer de la bonne interprétation des données, des carottages vont être exécutés en quelques points de la zone.



Les lignes de levés géophysique sur la zone de projet



3

LE PROJET À VENIR

3.1 DESCRIPTION GÉNÉRALE DU FUTUR PROJET ÉOLIEN ENVISAGÉ

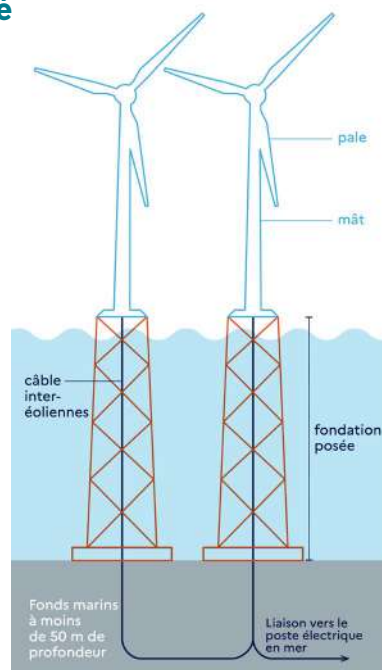
3.1.1 Caractéristiques techniques d'un parc éolien posé

Une éolienne est constituée d'un mât, d'une nacelle (comprenant la génératrice qui produit l'électricité) et de 3 pales. En mer, elle peut :

- soit être posée sur le fond marin (technologie posée),
- soit reposer sur une base flottante ancrée au fond marin (technologie flottante).

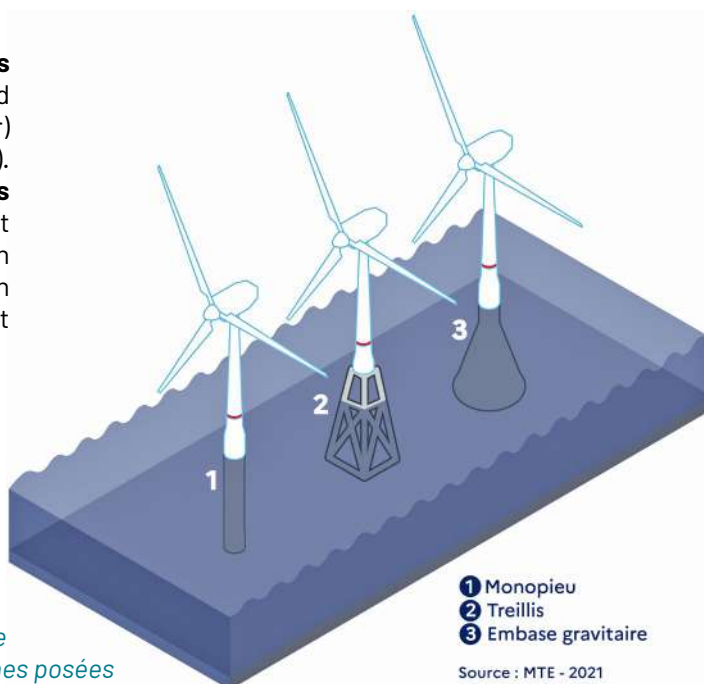
Le choix de la technologie utilisée dépend de la bathymétrie (profondeur des fonds marins) : lorsqu'elle est faible (à ce jour jusqu'à environ 50 mètres de profondeur), les parcs sont posés.

Ainsi, le projet éolien en mer, objet du présent dossier, utilisera la technologie « posée ».



Éléments d'une éolienne posée en mer

Il existe 3 types principaux de fondations pour les éoliennes posées : le monopieu (enfoncé dans le fond marin), l'embase gravitaire (posées au fond de la mer) ou les fondations métalliques (treillis ; ancrées au fond). **Chacune de ces fondations présente un coût et des impacts différents.** Le choix du type de fondation est effectué par le développeur éolien lors de la conception du projet, pendant ou après la procédure de mise en concurrence au regard de la nature des fonds marins et du modèle d'éolienne retenu.



Les différents types de fondations des éoliennes posées

3.1.2 Comment est déterminé le nombre d'éoliennes pour un parc ?

La puissance d'une éolienne est proportionnelle à sa taille. Ainsi, plus l'éolienne est grande, plus elle peut produire d'électricité, et plus elles sont grandes, moins il y a d'éoliennes installées pour une puissance donnée. Par exemple, avec des turbines de 12 MW, il faut 125 éoliennes pour constituer un parc d'environ 1,5 GW, alors qu'il n'en faut que 100 pour des turbines de 15 MW, et 75 pour des turbines de 20 MW. Les turbines de 12 MW existent déjà, les turbines de 15 MW sont en prototypes et celles de 20 MW existeront

probablement dans les années à venir et pourraient l'être pour le projet, objet du présent document.

A titre indicatif, les éoliennes de 15 MW (type V236-15.0 MW de Vestas) mesurent 266 m de hauteur.

En termes de configuration, un parc d'une puissance d'environ 1,5 GW devrait s'étendre sur 200 à 260 km² et comprendre entre 75 et 125 éoliennes.

3.1.3 Assemblage et installation des éoliennes

L'assemblage des différents éléments qui composent une éolienne (fondations, mât en plusieurs sections, nacelle à rotor et trois pales) se fait en partie à terre et en partie en mer.

Les fondations sont généralement construites ou pré-assemblées sur les ports desquelles elles partiront pour être installées en mer.

Les fondations gravitaires sont simplement déposées au fond de la mer après sa préparation, tandis que les monopieux et les jackets nécessitent l'installation de pieux de diamètre plus ou moins important. Le même navire assure le transport des pieux, leur levage et les opérations d'installation dans le sous-sol.

Les fondations en elles-mêmes sont transportées vers le lieu d'implantation de l'éolienne sur un navire auto-élevateur pouvant assurer la stabilité des opérations de levage. Si le navire ou la barge transportant les fondations n'est pas équipé(e) d'une telle grue, un autre navire, qui en est équipé, se charge du levage.

Une fois les fondations installées, les autres composantes de l'éolienne (le mât, la nacelle, le rotor et les pales) sont acheminées jusqu'au lieu des fondations, également via un navire auto-élevateur.

En fonction du type d'installation retenue, il peut y avoir jusqu'à sept parties (les trois tronçons du mât, la nacelle assemblée au rotor, les trois pales). Afin de limiter le nombre et la complexité des opérations en mer, les trois tronçons du mât sont en général assemblés à terre. Le mât, la nacelle, le rotor et les trois pales de l'éolienne

sont ensuite transportés jusqu'aux fondations, où le navire installera chaque éolienne en entier avant de passer à la fondation suivante.



Navire d'installation d'éoliennes

Caractéristiques types :

Longueur : 150 mètres.

Largeur : 45 mètres.

Système d'auto-élévation permettant au navire de s'élever 10 à 20 mètres au-dessus de l'eau, à une profondeur d'eau de 30 mètres ou plus.

Capacité de chargement : 7 000 tonnes.

Source : dossier du maître d'ouvrage du parc éolien en mer au large de Fécamp.

Les éoliennes, sont reliées entre elles et raccordées à un poste électrique en mer par des câbles électriques installés par le producteur.

Un **câble sous-marin inter-éoliennes** est constitué de trois conducteurs en cuivre, chacun gainé par un matériau hautement isolant, le polyéthylène réticulé, permettant une utilisation jusqu'à une tension de 60 à 150 kV. Une armure extérieure constituée notamment d'une tresse en acier galvanisé, servant à protéger le câble, regroupe les trois conducteurs et un faisceau de fibres optiques pour former un câble d'un seul tenant.

Les fibres optiques permettent de créer un réseau de communication entre les éoliennes et le poste de livraison. De la même manière que pour les câbles de raccordement de RTE (cf. partie suivante), ces câbles sont de préférence ensouillés dans le sol, soit lorsque l'ensouillage est difficile, déposés au fond de la mer et protégés par des enrochements ou des matelas en béton.

3.2 DESCRIPTION DU RACCORDEMENT

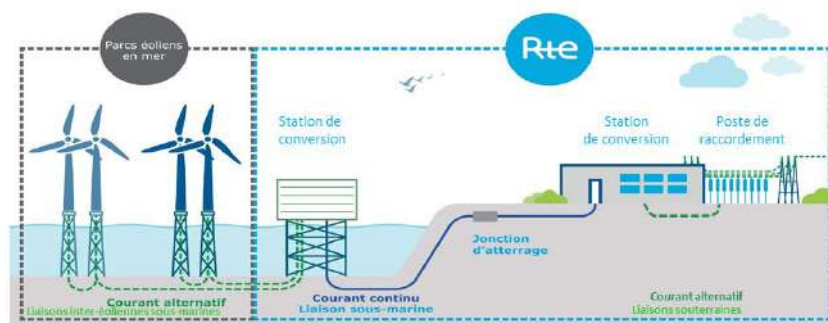
Le raccordement d'un parc éolien en mer, en exploitant la technologie courant continu en 320 kV, se compose :

- d'un poste électrique en mer, centralisant la puissance électrique produite par le parc éolien et la convertissant en courant continu à un niveau de tension élevé pour optimiser son transfert vers le réseau terrestre ;
- d'une liaison sous-marine puis souterraine à courant continu assurant le transit de puissance de la mer vers la terre ;
- d'une chambre de jonction d'atterrage, reliant les liaisons sous-marine et souterraine au niveau de la côte ;
- d'une station de conversion convertissant la puissance électrique de sorte à pouvoir l'injecter sur le réseau terrestre de transport au niveau du poste de raccordement ;

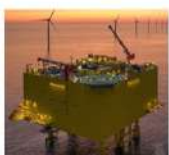
- d'une liaison souterraine reliant la station de conversion et le poste de raccordement à terre ;
- la création d'un poste 400 kV ou l'agrandissement d'un poste 400 kV existant.

Il peut être noté que la création ou la modification d'un poste de raccordement à terre pourrait nécessiter des travaux complémentaires pour adapter les ouvrages et équipements initialement présents, comme les liaisons aériennes.

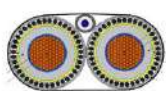
En complément des ouvrages nécessaires au raccordement précités, une liaison entre les postes en mer des deux parcs éoliens pourrait être construite constituant un lien technique permettant une gestion plus flexible des raccordements.



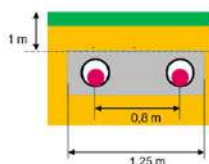
Une station de conversion sur une plateforme en mer



Une paire de câbles 320 kV sur un tracé



Un bloc avec une paire de câbles 320 kV sur un tracé



Une station de conversion à terre



2 blocs avec 3 câbles 400 kV sur 1 tracé



Un poste de raccordement au réseau 400 kV



Schéma de principe du raccordement (Source RTE)

Le poste électrique en mer



Exemple de poste électrique en mer (BorWin 3, Crédit image Siemens)

Le poste électrique en mer stabilise et élève la tension de l'énergie produite par les éoliennes afin de réduire les pertes électriques potentielles, et convertit le courant alternatif produit par les éoliennes en mer en courant continu en vue de faciliter son transit de la mer vers la terre. Ce poste électrique en mer est généralement

installé sur une plateforme composée d'une sous-structure de type treillis métallique (appelé Jacket) et d'une fondation de type gravitaire ou pieux.

Le poste électrique en mer est assemblé à terre et transporté séparément de sa fondation. L'installation de la fondation se fait selon le même procédé que pour une éolienne avec des fondations similaires. Le poste est ensuite posé et fixé sur sa fondation. Ces deux opérations demandent de fortes capacités de levage en mer. Le poste devrait ainsi être posé à 20 ou 30 m au-dessus du niveau de la mer. A titre indicatif, il pourrait avoir pour dimensions une largeur et profondeur de 70 m et une hauteur de 40 m.

Au-delà de la fonction de transport et conversion d'électricité, le poste électrique en mer pourrait héberger d'autres services tels que la collecte et mise à disposition de données environnementales, de services télécoms et pour la sécurité en mer, l'accueil de sites d'essai pour la valorisation de ressources maritimes ou d'autres formes de production d'énergie renouvelable etc.

La liaison sous-marine

La liaison sous-marine à courant continu est composée de 2 câbles : un câble pour le pôle + 320 kV et un câble pour le pôle -320 kV. Elle relie le poste électrique en mer au point d'atterrissage. En parallèle de la liaison, des câbles de télécommunication à fibres optiques sont installés simultanément pour les besoins d'opérabilité du poste en mer.

Le schéma ci-dessous détaille les caractéristiques techniques d'un câble sous-marin.

Schéma de principe d'un câble sous-marin.



1. Conducteur (en cuivre ou en aluminium)
2. Enveloppe isolante
3. Ecran métallique
4. Armure
5. Gaine de protection extérieure

En mer, les câbles sont préférentiellement posés, sans fourreaux ni enrobage, au fond d'une tranchée afin de minimiser le risque d'endommagement des câbles par les ancres des navires et permettre le maintien des activités en mer au-dessus.

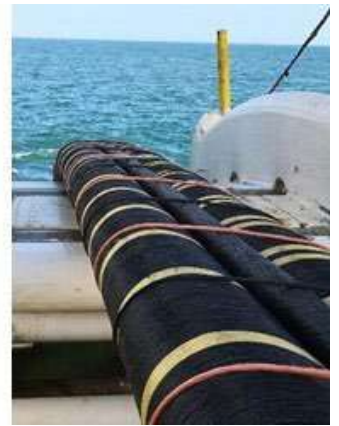
La profondeur d'ensouillage est définie selon la nature du fond marin et le niveau de protection nécessaire des câbles vis-à-vis des risques extérieurs (pêche, zone d'attente des navires, chenaux portuaires, croisement de câbles en service...).

En cas de difficultés d'ensouillage ou d'un besoin de protection complémentaire, une solution de protection externe peut être envisagée : protection par matelas béton, par enrochement, mise en place de coquilles en fonte autour du câble par exemple.



Coupe schématique d'un ensouillage (à gauche) et d'une protection externe (à droite) d'une liaison sous-marine.

Les moyens maritimes (navire câblé ou barge), utilisés pour dérouler et déposer les câbles sur les fonds marins, dépendent de la longueur et des caractéristiques techniques du câble à poser ainsi que de la profondeur des fonds marins.



Pose d'un câble sous-marin par un navire câblé (Crédit photos Rte)

L'ensouillage de la liaison peut être réalisé par différents types d'engins selon la nature des fonds :

- dans les matériaux meubles, la liaison peut être ensouillée au moyen d'une charrue tractée à partir du navire câblé ou d'un autre navire ; la charrue type ouvre un sillon d'environ 0,5 m de large où la liaison est déposée et le sillon se referme par gravité ou nivellement par la charrue, quasi simultanément ;



Charrue (Crédit photo Rte)

- dans les matériaux sableux par exemple, la liaison peut être ensouillée au moyen d'une charrue à injection d'eau (jetting), qui injecte de l'eau à haute pression pour assouplir la couche sédimentaire et permettre l'ensouillage naturel de la liaison par gravité, la couche de sédiments se redéposant et se re-compactant naturellement ensuite ;



Engin de water-jetting (Crédit photo Rte)

- dans les matériaux plus durs, une trancheuse mécanique peut être utilisée. Il s'agit d'un engin autotracé à chenilles (tracteur à chenilles), équipé d'une roue trancheuse pour des fonds durs ou une chaîne à pic ou à godet pour des fonds sédimentaires compacts.



Trancheuse mécanique à roue (Crédit photo Rte)

Ce sont les études de détails, réalisées une fois le fuseau de moindre impact du raccordement défini, qui permettent de déterminer plus précisément la ou les méthodes à employer le long du tracé pour la pose et la protection de la liaison sous-marine.

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

La jonction entre les câbles sous-marins et les câbles souterrains est réalisée dans la chambre de jonction d'atterrage maçonnée de dimensions types : 20 m (L) x 6 m (l) x 3 m (H).

La chambre est enterrée. Elle ne nécessite pas de trappe d'accès.



Exemple d'une chambre de jonction d'atterrage avant comblement (Interconnexion France-Angleterre IFA2) (Crédit photo Rte)

A l'atterrage, la liaison sous-marine pourrait être posée par ouverture d'une tranchée ou par la réalisation d'un forage dirigé. Le choix de la technique dépend des contraintes environnementales et physiques du site d'atterrage.



Forage dirigé ou Tranchée sur l'estran (Crédit photos Rte)

La liaison souterraine

La liaison souterraine à courant continu présente des caractéristiques similaires à la liaison sous-marine, étant composée de 2 pôles et étant accompagnée des câbles de télécommunication à fibres optiques tirés pour les besoins d'opérabilité du poste en mer. Les câbles comprennent une âme conductrice entourée d'isolant synthétique et d'écrans de protection.

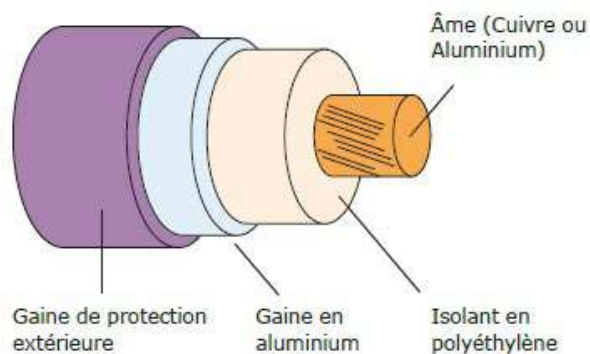


Schéma de principe d'un câble conducteur à haute-tension (Crédit photos Rte)

En termes de pose et de protection, les câbles sont déroulés dans des fourreaux en polyéthylène haute densité (PEHD) enrobés de béton.

Ces fourreaux sont enterrés, la profondeur de fond de fouille, qui peut varier selon la nature du sol, est d'environ 1,70 m.



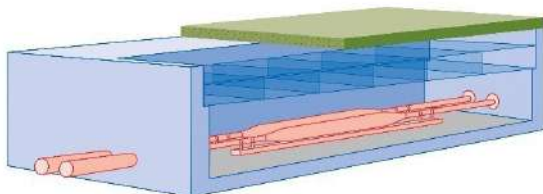
Pose de liaison souterraine sous voirie (Crédit photos Rte)

Dans les cas de figure où le franchissement d'un obstacle est difficile, voire impossible, par la création d'une tranchée (autoroute, voie ferrée, cours d'eau etc.), il existe plusieurs techniques adaptées en sous-œuvre : le forage dirigé, fonçage etc. Celles-ci peuvent être utilisées lors de la pose de la liaison souterraine.



Forage dirigé (Crédit photos Rte)

La liaison souterraine se compose de plusieurs tronçons de câbles de 800 à 1200 m environ, raccordés entre eux dans des chambres de jonction. Ce sont des ouvrages souterrains, maçonnés, en briques et dalles de dimensions type de 12 m de longueur x 3 m de largeur enterrés à 2 m de profondeur fond de fouille environ. Après raccordement des câbles, les chambres sont recouvertes par des dalles en béton armé puis remblayées. Ces ouvrages ne sont pas visitables.



Chambre de jonction sous voirie (Crédits photos et image Rte)

La station de conversion

La station de conversion à terre est installée, dans la mesure du possible, au plus près du réseau public de transport d'électricité terrestre permettant d'accueillir la puissance à évacuer (ici le réseau 400 kV). Elle est composée d'un bâtiment principal assurant la conversion du courant continu provenant du poste en mer en courant alternatif, et d'un ensemble de matériels permettant d'ajuster et de lisser le niveau de tension via un jeu de transformateurs de puissance afin d'assurer l'insertion de cette énergie sur le réseau public de transport. Usuellement ce type d'installation requiert de 4 à 6 hectares.



Exemple d'une station de conversion 320 kV continu / 400 kV alternatif (Crédit photo Rte)

Le raccordement au réseau public de transport

Le raccordement au réseau électrique nécessite la création ou l'extension d'un poste 400 kV. La station de conversion, dans le cas où elle ne serait pas en extension du poste de raccordement, serait reliée à celui-ci via une double liaison souterraine triphasée.



Vue aérienne d'un poste 400 000 Volts (Mensual, à l'Etang Bertrand) (Crédit photos Rte)

3.3 COÛT DU PROJET

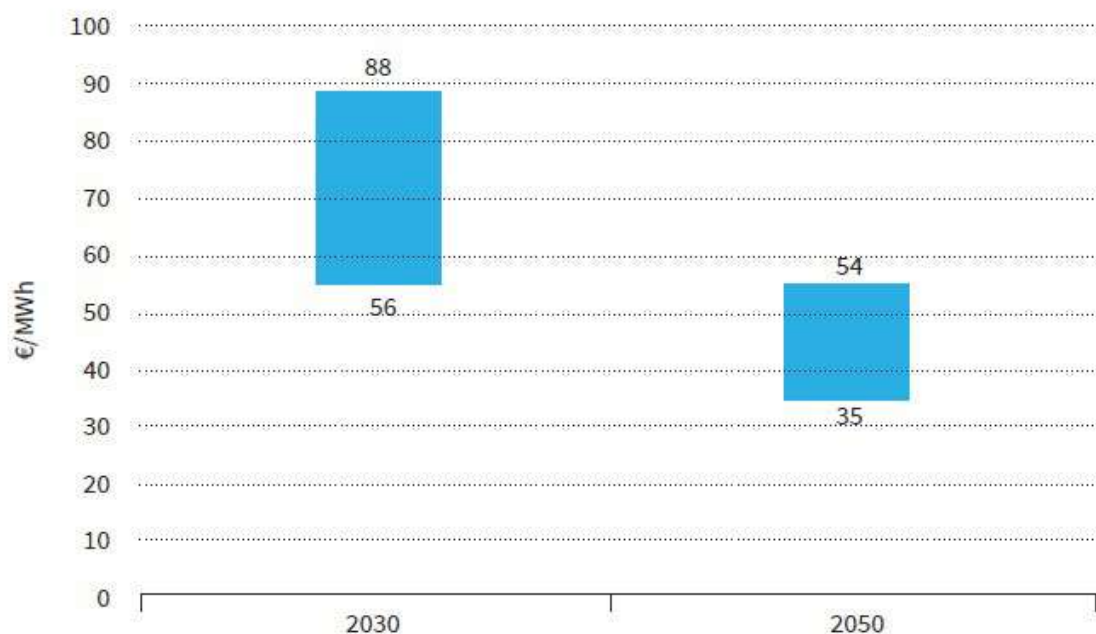
3.3.1 Combien coûte un parc éolien en mer ?

Depuis la fin des années 2000, le développement des parcs commerciaux d'éoliennes en mer se fait à un rythme soutenu en Europe. Ainsi la puissance installée a été multipliée par 5 de 2010 à 2020. Cela a pour conséquence une réduction des coûts de production d'électricité et donc du soutien public nécessaire aux projets.

Les sept premiers projets de parcs éoliens en mer français de 500 MW chacun coûtent entre 1,4 et 2,2 milliards d'euros par parc hors raccordement, sur tout leur cycle de vie (comprenant l'investissement initial, l'exploitation pendant 25 ans et le démantèlement).

Selon une étude prospective de l'ADEME⁽¹⁰⁾, la filière éolienne en mer a un potentiel important de réduction des coûts pour les projets qui seront mis en service à horizon 2030 jusqu'à 50 %. Ces réductions sont dues notamment à l'allongement de la durée de vie des installations et la diminution des coûts de capital et d'exploitation.

Evolution prévisible des coûts totaux des parcs éoliens en mer posés selon l'Ademe (2019)



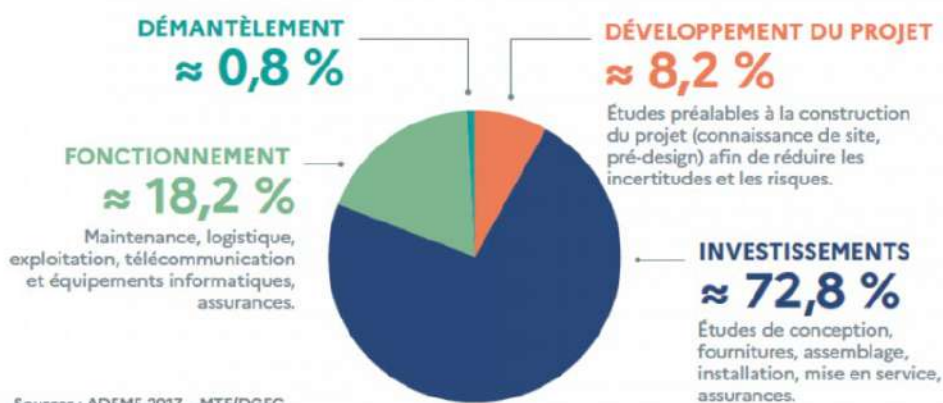
Ces coûts dépendent notamment de la ressource en vent, de la distance entre le parc et la côte, de la nature et la profondeur des fonds marins, ainsi que des choix technologiques.

Ces coûts incombent au développeur éolien choisi par l'État à l'issue de la procédure d'appel d'offres.

(10) Coût des énergies renouvelables et de récupération en France – données 2019 – <https://librairie.ademe.fr/energies-renouvelables-reseaux-et-stockage/765-couts-des-energies-renouvelables-et-de-recuperation-en-france-9791029713644.html>

Répartition des coûts d'un projet de parc éolien en mer (hors raccordement)

Le coût d'un projet de parc éolien comprend :



3.3.2 Combien coûte le raccordement d'un parc éolien en mer ?

La longueur du raccordement, sa tension électrique, la puissance à évacuer, la nature des sols ou encore les spécificités des atterrages sont autant de paramètres susceptibles d'influer sur les choix techniques retenus pour le projet de raccordement et donc sur son coût.

Les coûts liés au raccordement représentent entre 10 et 15 % des coûts complets d'un projet éolien en mer pour les premiers appels d'offres attribués en France. Ces coûts sont estimés, hors poste électrique en mer,

pour des distances de raccordements d'environ 30 km à 60 km et des puissances de l'ordre de 500 MW.

Dans la perspective d'une nouvelle génération de projets de grosse puissance situés plus au large et plus loin du réseau existant, le coût du raccordement pourrait doubler et représenter, du fait de la baisse tendancielle du coût des parcs, entre 25 et 35 % du coût total du projet éolien en mer. En planifiant à l'avance les prochains parcs à raccorder, les coûts pourraient être réduits grâce à la mutualisation des infrastructures de raccordement.

Il est estimé qu'un parc d'environ 1,5 GW représenterait donc un investissement de 4 à 5 Mds€ (raccordement compris et à la charge de RTE).

3.3.3 Comment est financé un parc éolien en mer ?

Les coûts de la plupart des énergies renouvelables sont encore supérieurs aux prix de marché de l'électricité, ou à leurs projections sur le moyen terme, bien qu'ils aient fortement diminué ces dernières années. Pour cette raison, un soutien public est nécessaire pour favoriser les investissements dans ces installations afin que les revenus couvrent les coûts de construction et d'exploitation. Cela reste vrai, même dans le contexte de prix haut sur les marchés de l'énergie, les évolutions à moyen terme étant incertaines.

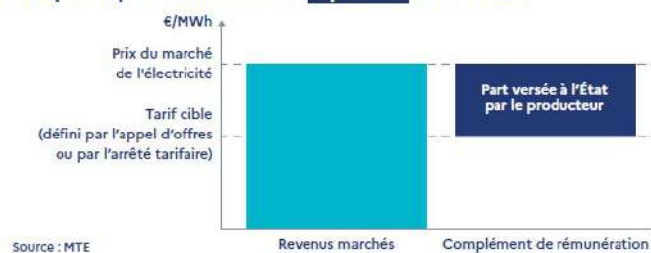
Face à ce constat, l'État a fait le choix de soutenir financièrement le développement des énergies

renouvelables en mer pour contribuer à la transition énergétique. Cette aide prend la forme d'un complément de rémunération : l'État complète la rémunération perçue par le producteur en vendant son électricité sur le marché, pour atteindre le tarif fixé lors de la procédure de mise en concurrence. Le complément de rémunération est symétrique : dans le cas où les prix de marché de l'électricité sont supérieurs au tarif fixé lors de la procédure de mise en concurrence, le producteur rembourse la différence à l'État (cf. schéma ci-dessous). Cette symétrie évite qu'il puisse y avoir une sur-rémunération pour le producteur, même en cas de prix haut sur les marchés.

Schéma de fonctionnement du complément de rémunération lorsque les prix du marché sont inférieurs au tarif cible



Schéma de fonctionnement du complément de rémunération lorsque les prix de marché sont supérieurs au tarif cible



Source : MTE

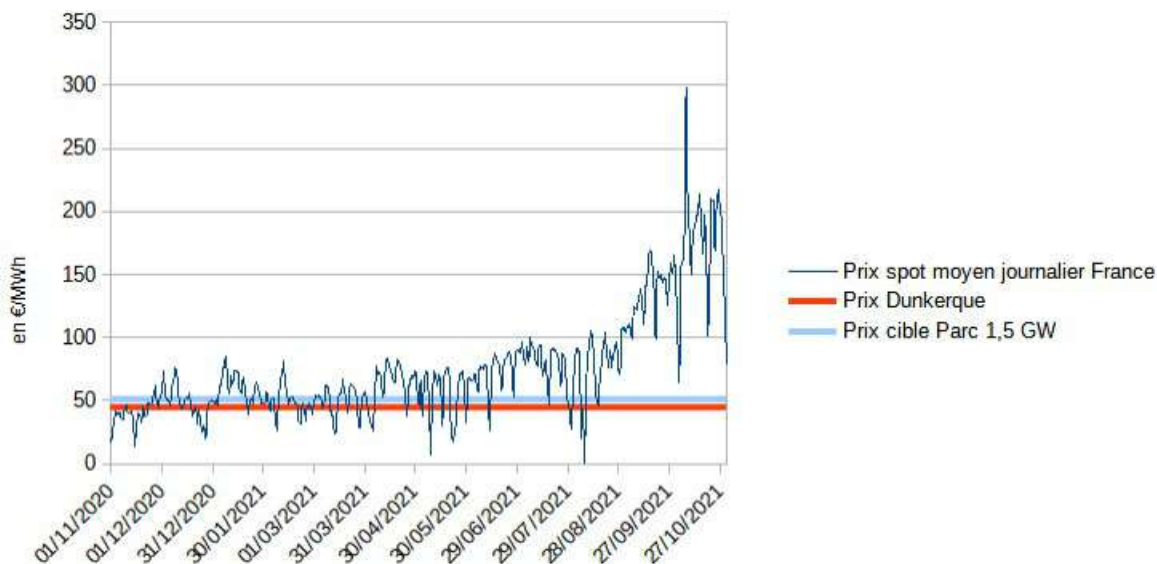
Aujourd'hui, l'éolien posé reste l'énergie renouvelable en mer la moins coûteuse, grâce notamment au développement récent de la filière, avec en conséquence un coût de soutien public qui décroît fortement. Il est l'une des énergies renouvelables les plus compétitives.

Les premiers parcs éoliens en mer français ont des tarifs d'achat compris entre 130 et 155 €/MWh. Ces tarifs étaient nécessaires aux débuts de la filière. Ils ont baissé ensuite : le développeur lauréat du parc éolien de Dunkerque en 2019 s'est engagé sur un tarif de 44 €/MWh. Au regard de la tendance haussière du

marché de gros de l'électricité (prix spot moyen constaté sur les 12 derniers mois 75 €/MWh) et de la réduction des coûts, ce projet pourrait atteindre l'équilibre financier et au total reverser au budget de l'État une partie de ses revenus tirés des marchés.

Pour le projet éolien au large de la Normandie pouvant aller jusqu'à environ 1,5 GW, la PPE fixe un tarif cible de l'électricité produite de 50 €/MWh. Si la hausse des prix de gros de l'électricité se poursuivait, le soutien de l'État pourrait donc au final être limité, voire s'équilibrer au bénéfice de l'État.

Evolution du prix spot moyen journalier France électrique du 01/11/2020 au 31/10/2021



POINT SUR CE QU'EST UN PRIX CIBLE

Le prix cible indiqué dans la PPE est le prix auquel l'État escompte attribuer un projet éolien en mer à l'issue d'un appel d'offres. Il est toutefois possible que la mise en concurrence des candidats privés ne permette pas d'atteindre ce prix, aussi l'État prévoit dans ses appels d'offres des prix plafonds d'une valeur de 10 à 20 €/kWh supérieurs aux prix cibles. Ainsi si les offres reçues lors d'un appel d'offres dépassent le prix plafond, ce dernier peut être déclaré infructueux.

À noter que les prix cibles n'intègrent pas le coût du raccordement qui sont à la charge du gestionnaire du réseau de transport et couverts par le Tarif d'Utilisation des Réseaux Publics d'Electricité (TURPE).



4

LE CALENDRIER DU PROJET

4.1 PARTICIPATION DU PUBLIC

Conformément à l'article L. 121-8-1 du code de l'environnement, créé par l'article 58 de la loi n°2018-727 du 10 août 2018 pour un État au service d'une société de confiance, dite loi ESSOC, la ministre chargée de l'énergie, par courrier du 24 septembre, a saisi la Commission nationale du débat public (CNDP) afin que cette dernière détermine les modalités de participation du public au processus de décision du lancement de la procédure de mise en concurrence. Par décision du 6 octobre 2021, la CNDP a décidé la tenue d'une concertation préalable, dont les modalités seront approuvées par la commission.

Cette nouvelle phase de participation du public se déroulera du 03 janvier 2022 au 07 mars 2022 et du 25 avril 2022 au 16 mai 2022. La décision de l'État et RTE relative aux suites données à la concertation pourrait intervenir en début d'été 2022.

Par ailleurs, la loi Climat et Résilience du 22 août 2021 prévoit dorénavant que la « *personne chargée de l'organisation de la procédure de participation du public*,

en application de l'article L. 121-9, invite les collectivités territoriales situées sur le littoral de la façade maritime à formuler un avis. » : l'État invitera ainsi les collectivités à formuler un avis.

À l'issue de cette phase de participation du public, l'État et RTE poursuivront la concertation avec le public afin d'assurer sa bonne information et sa participation au projet sous l'égide d'un garant nommé par la CNDP et ce jusqu'à l'ouverture de l'enquête publique.

En parallèle, et durant la phase précédant le dépôt des autorisations, RTE mènera spécifiquement sur le raccordement la concertation prévue par la circulaire du 9 septembre 2002 relative au développement des réseaux publics de transport et de distribution d'électricité, dite Fontaine afin de déterminer le fuseau de moindre impact dans lequel les ouvrages du raccordement pourrait s'implanter. Cette phase de concertation complètera et s'alimentera de la concertation continue sur le projet de parc éolien en mer, prenant place auprès du public.

4.2 PROCÉDURE DE MISE EN CONCURRENCE

Après la procédure de la concertation, le porteur de projet sera sélectionné selon une procédure de mise en concurrence en application de l'article L. 311-10 du Code de l'Énergie, dite de « dialogue concurrentiel ».

Cette procédure de mise en concurrence se composera de deux phases : présélection de candidats sur la base de leurs capacités techniques et financières, puis dialogue concurrentiel permettant à l'État d'élaborer

un cahier des charges définitif. **Ce dernier pourra, le cas échéant, être enrichi par les contributions faites par le public lors de la concertation préalable.** La durée de ce dialogue dépendra de l'ampleur des sujets à aborder, mais compte tenu de l'expérience des dialogues concurrentiels déjà conduits depuis le projet éolien en mer au large de Dunkerque, il peut être anticipé que cette phase durera environ 4 mois.

COMMENT LE PUBLIC PEUT-IL CONTRIBUER AU CAHIER DES CHARGES DE L'APPEL D'OFFRES ?

Le cahier des charges pour le second projet éolien en zone « Centre-Manche » est un document rédigé par l'État. Il formalisera la puissance cible du parc, sa localisation, les prescriptions réglementaires (environnementales, techniques...) et les modalités économiques. Les développeurs éoliens candidats à l'appel d'offres (et le lauréat retenu à l'issue) seront tenus de respecter ce cahier des charges. La concertation préalable est l'occasion d'exprimer des attentes concernant le contenu de ce cahier des charges. Celles-ci seront étudiées par l'État. Il en tiendra compte au moment de sa rédaction. Il peut s'agir de demandes relatives à l'emploi et l'insertion, à l'environnement, au patrimoine et au tourisme, etc.

Le contenu du cahier des charges est toutefois encadré par la loi. Par exemple, il n'est juridiquement pas possible de prévoir un critère de notation qui porterait sur des engagements relatifs au choix de fournisseurs locaux ou sur la nationalité du candidat. Le cahier des charges doit être validé par la Commission européenne notamment au regard du droit de la concurrence, et par la Commission de régulation de l'énergie (CRE), autorité indépendante française.

Le cahier des charges relatif au 1^{er} projet a intégré plusieurs demandes du public émises lors du débat public 2019-2020, comme l'amélioration des connaissances environnementales, une présence locale renforcée du constructeur, la prise en compte des activités existantes et notamment de la possibilité de pêcher au sein du parc.

La possibilité pour le public de formuler des propositions pour le futur cahier des charges du projet sera rappelée lors des réunions publiques de la concertation, notamment lors des réunions thématiques.

Conformément au cahier des charges de la procédure, chaque candidat établira une offre. Ces dernières seront ensuite analysées et notées par la Commission de Régulation de l'Énergie qui proposera un lauréat à la Ministre chargée de l'énergie. La Ministre notifiera ensuite au lauréat qu'elle aura choisi sa désignation. Cette phase d'analyse des offres et de désignation du lauréat prendra 2 à 3 mois environ.

Compte tenu du calendrier de la PPE qui prévoit l'attribution d'un projet en 2023, et de la durée de la procédure de mise en concurrence, il est prévu que cette procédure débute dans la deuxième moitié de 2022. À noter que l'État a la possibilité d'utiliser les dispositions de la loi n° 2020-1525 du 7 décembre 2020 d'accélération et de simplification de l'action publique, dite ASAP, qui permettent de lancer la phase des sélections des candidats avant la fin de la phase de participation du public. Cette possibilité ne présage en rien du lancement effectif du dialogue concurrentiel.

4.3 ÉLABORATION DU PROJET

Le lauréat de la procédure de mise en concurrence développera ensuite son projet : il mènera le cas échéant les études de site complémentaires de celles de l'État, il conduira les études d'ingénierie nécessaires à la définition de son projet, puis réalisera une étude d'impact avant de déposer et d'obtenir les demandes d'autorisations administratives.

Pour le raccordement, les études réalisées par les services de l'État sont aussi complétées par RTE pour couvrir de manière globale le secteur maritime reliant la zone du futur parc à la côte, et pour disposer d'informations sur les espaces terrestres susceptibles

d'être concernés par la réalisation des ouvrages de raccordement au réseau public de transport, notamment la station de conversion et le poste de transport.

Les demandes d'autorisations relatives au parc éolien et au raccordement feront ensuite l'objet d'une instruction par les services de l'État et d'un examen du public (consultation ou enquête publique).

Cette phase prendra environ 3 ans, et sera allongée en cas de recours sur la délivrance des autorisations administratives. Elle pourrait donc s'achever, au plus tôt, en 2026.

4.4 CONSTRUCTION DU PROJET

Une fois les autorisations administratives obtenues, le lauréat et RTE construiront leurs installations respectives. Cette phase prendra quelques années et sera lancée à l'issue d'une période de préparation nécessaire après l'obtention des autorisations (établissement des états de référence pour les suivis, appels d'offres pour le choix

des entreprises de travaux,...). Une fois les installations mises en service, le lauréat et RTE exploiteront leurs installations respectives pendant la durée d'exploitation prévue puis les démantèleront.

Une mise en service du projet est attendue à l'horizon 2031.



ANNEXES

ANNEXE 1 - ÉTAT DES LIEUX DE L'ÉOLIEN EN MER EN FRANCE

ANNEXE 2 - CARTE D'IMPLANTATION DU PROJET D'1 GW EN CENTRE-MANCHE

ANNEXE 3 - CARTE D'IMPLANTATION DU PROJET D'ENVIRON 1,5 GW EN CENTRE-MANCHE

ANNEXE 4 - LISTE DES COMMUNES DU PÉRIMÈTRE DE LA CONCERTATION PRÉALABLE

ANNEXE 5 - QUELQUES NOTIONS SUR L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

ANNEXE 6 - LES ALTERNATIVES AU NOUVEAU PARC ÉOLIEN EN MER AU LARGE DE LA NORMANDIE AU SEIN DE LA ZONE « CENTRE MANCHE »

ANNEXE 7 - COMPARAISON DES DIFFÉRENTS TYPES DE PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ

ANNEXE 8 - LES SCÉNARIOS DU MIX DE PRODUCTION ÉLECTRIQUE DE « FUTURS ÉNERGÉTIQUES 2050 »

ANNEXE 9 - LES AUTORISATIONS

ANNEXE 10 - LES IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX GÉNÉRIQUES D'UN PARC ÉOLIEN EN MER ET DE SON RACCORDEMENT

ANNEXE 11 - EXEMPLES DE MESURES ERC MISES EN ŒUVRE POUR UN PROJET ÉOLIEN EN MER POSÉ ET SON RACCORDEMENT

ANNEXE 1 - ÉTAT DES LIEUX DE L'ÉOLIEN EN MER EN FRANCE

LE DÉVELOPPEMENT DES PARCS ÉOLIENS EN MER EN FRANCE

Depuis 10 ans, la France a soutenu le développement de l'éolien en mer en lançant trois procédures de mise en concurrence pour des parcs posés en 2011, 2013 et 2016, totalisant 3,6 GW répartis dans sept projets en Manche et en Atlantique. À différents stades de développement, ils sont situés au large de Dunkerque, Dieppe-Le Tréport, Fécamp, Courseulles-sur-Mer, Saint-Brieuc, Saint-Nazaire et Yeu-Noirmoutier. Le parc éolien en mer de Saint-Nazaire sera le premier à être mis en service en France, en 2022. De nouveaux projets sont prévus dans les années à venir :

- en Normandie, un parc posé de 1 GW fait l'objet d'une procédure de mise en concurrence pour attribution à un développeur éolien ; un débat public s'est déroulé entre novembre 2019 et août 2020 ;
- au sud de la Bretagne, un parc flottant de 250 MW fait également l'objet d'une procédure de mise en concurrence ; un débat public s'est déroulé entre juillet et décembre 2020.

L'éolien en mer s'est développé en France en trois grandes phases, relatives aux orientations programmatiques en vigueur : la première avec la Programmation pluriannuelle des investissements (PPI) de production d'électricité de 2009, la deuxième, avec la Programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) couvrant la période de 2016 à 2023 et la troisième avec la PPE 2019-2028.

Première phase

En application du Plan de développement des énergies renouvelables en France défini en 2009, la Programmation pluriannuelle des investissements (PPI) de production d'électricité, arrêtée la même année, avait fixé un objectif pour les énergies marines de 1 GW au 31 décembre 2012 et 6 GW au 31 décembre 2020. Pour contribuer à l'atteinte de cet objectif, deux procédures de mise en concurrence ont ainsi été lancées par l'État, en 2011 puis en 2013. La première procédure de mise en concurrence a conduit à l'attribution de quatre lots représentant 2 GW au total. Les lauréats désignés en 2012 sont, d'une part, des consortiums menés par EDF pour les projets de Courseulles-sur-Mer, Fécamp et Saint-Nazaire, et d'autre part, par Iberdrola, pour Saint-Brieuc. Le cinquième lot, objet de la procédure

de mise en concurrence (Dieppe-Le Tréport), a été jugé infructueux en raison des tarifs trop élevés proposés dans les offres. La seconde procédure de mise en concurrence concernait deux lots, Yeu-Noirmoutier et Dieppe-Le Tréport, pour une capacité totale de 1 GW. Le lauréat des deux lots est un consortium mené par Engie, désigné en 2014. Compte tenu de la baisse des coûts de l'éolien partout en Europe, le gouvernement a engagé en 2018 une renégociation des tarifs des projets attribués, permettant de réduire leur coût pour la collectivité, tout en confortant la filière de l'éolien en mer. Ces procédures de mise en concurrence se traduiront par la mise en service des parcs éoliens pour 3 GW entre 2022 et 2026. Les raccordements de ces six projets (hors poste électrique en mer) seront réalisés et financés par RTE.

Deuxième phase

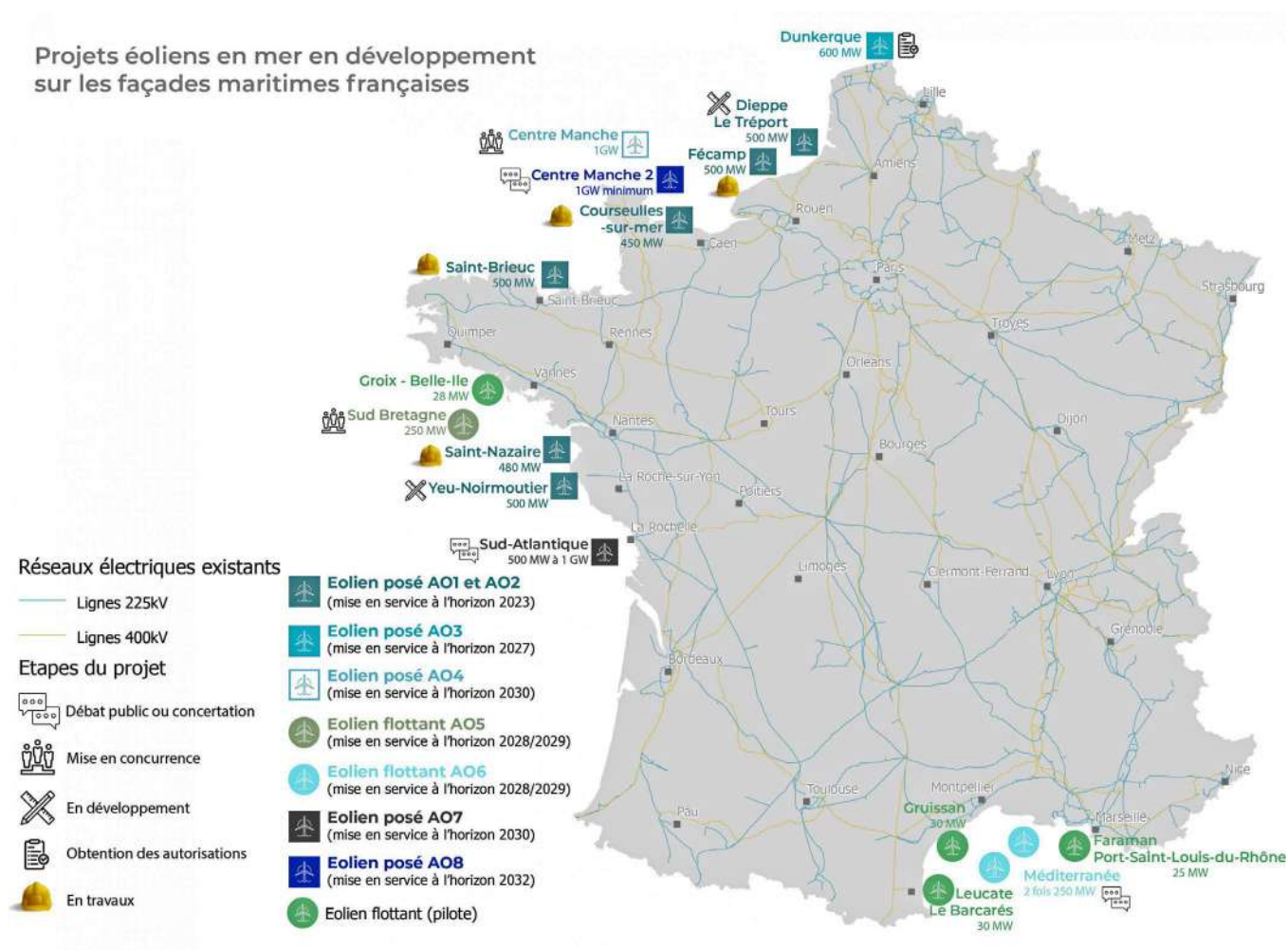
La PPE 2016-2023, publiée par le décret du 27 octobre 2016, prévoit sur cette période l'attribution de 500 MW à 6 GW d'éolien en mer posé attribués. Une troisième procédure de mise en concurrence a donc été lancée par l'État en 2016 pour un projet allant jusqu'à 600 MW au large de Dunkerque. La définition de la zone de projet a fait l'objet d'une consultation des acteurs locaux et du public en 2016 sous l'égide du préfet coordonnateur de façade et du préfet maritime, lors de laquelle plusieurs réunions thématiques ont été organisées et plusieurs contributions écrites reçues. La zone de projet a

ensuite été affinée au cours du dialogue concurrentiel. Les offres des candidats présélectionnés ont été remises à la Commission de régulation de l'énergie (CRE) le 15 mars 2019. Le consortium composé des sociétés EDF Renouvelables, Innogy et Enbridge, a été désigné lauréat par le ministre d'État, ministre de la Transition écologique et solidaire, le 14 juin 2019, après avis de la Commission de régulation de l'énergie. Le raccordement de ce projet, y compris le poste en mer, est réalisé et financé par RTE.

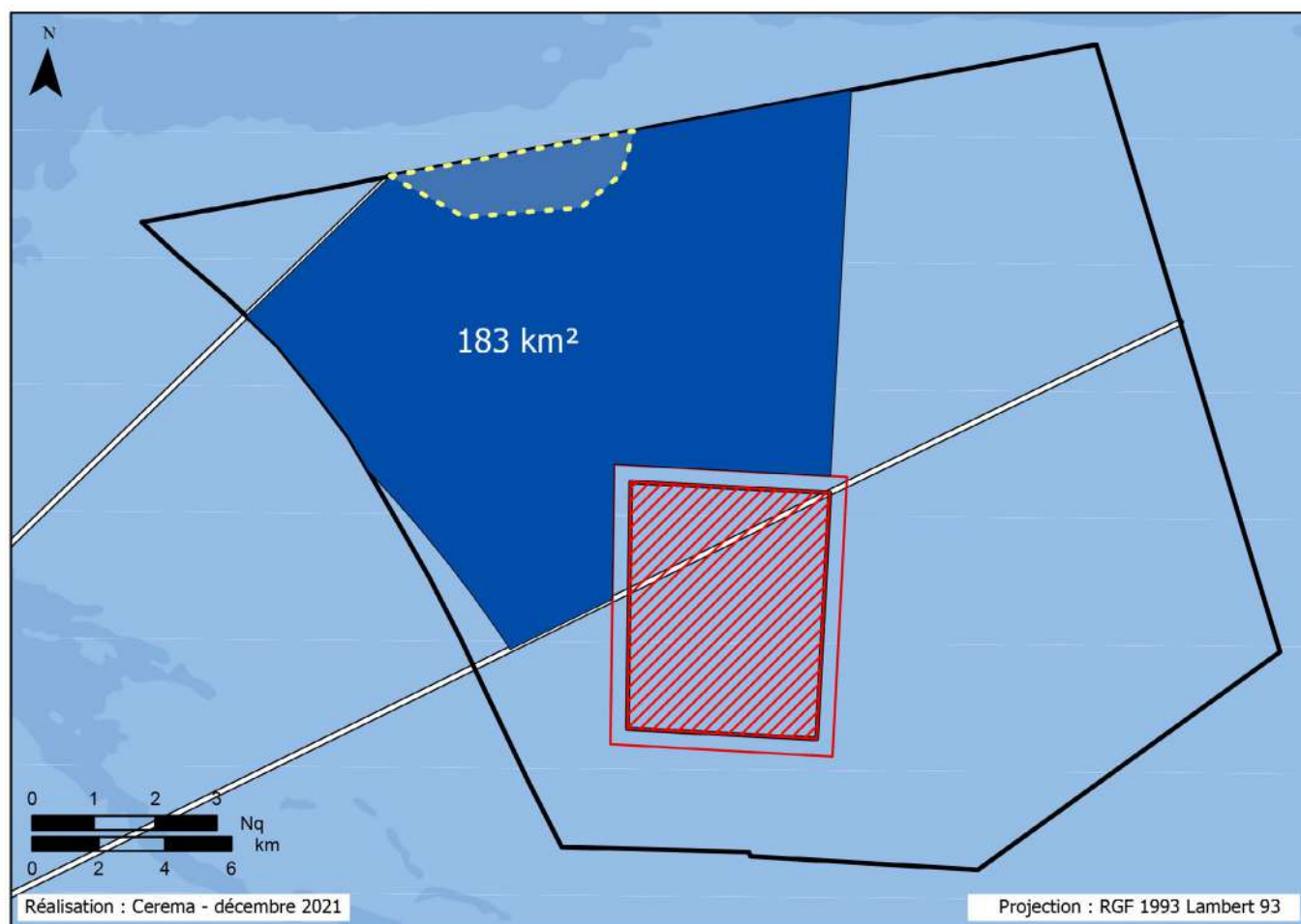
Troisième phase

L'actuelle phase de développement des projets éoliens en mer s'inscrit dans la Programmation pluriannuelle de l'énergie pour la période 2019-2028 et au sein de la planification établie par les documents stratégiques de façade. Par ailleurs cette phase coïncide avec l'entrée en application des dispositions la loi n°2018-727 du

10 août 2018 pour un État au service d'une société de confiance, dite loi ESSOC. Ces dispositions prévoient que l'État initie le développement du projet en menant la procédure de participation du public et en réalisant les études techniques et environnementales nécessaires au dépôt des demandes d'autorisations.

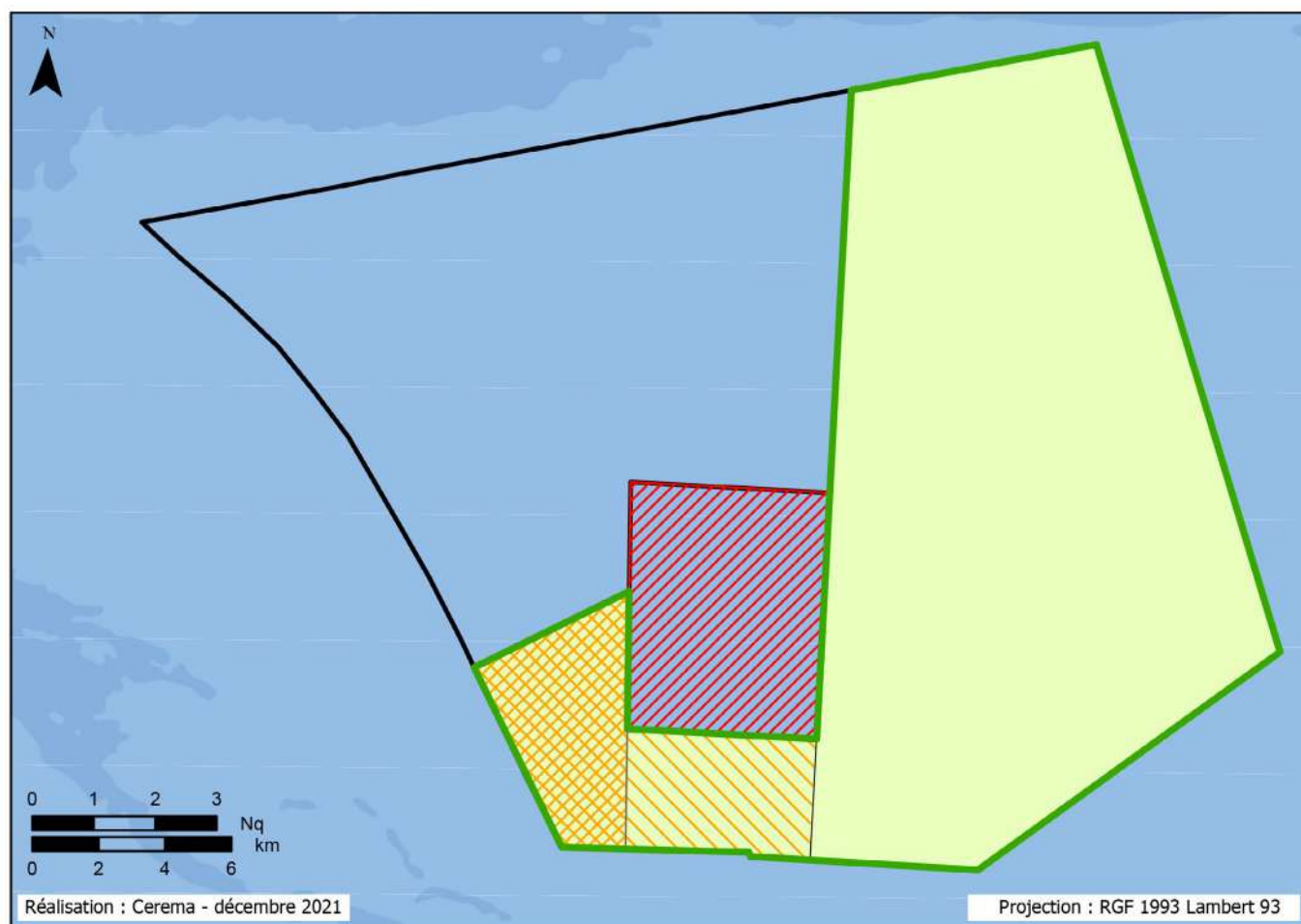


ANNEXE 2 - CARTE D'IMPLANTATION DU PROJET D'1 GW EN CENTRE-MANCHE



- | | |
|---|---|
| Zone Centre-Manche | Zone de la concession granulat |
| Zone d'implantation du premier parc éolien en mer | Zone tampon de 500m (Montego Bay) |
| Zone techniquement défavorable | Axe depuis la Pernelle pour limiter l'étalement sur l'horizon |

ANNEXE 3 - CARTE D'IMPLANTATION DU PROJET D'ENVIRON 1,5 GW EN CENTRE-MANCHE

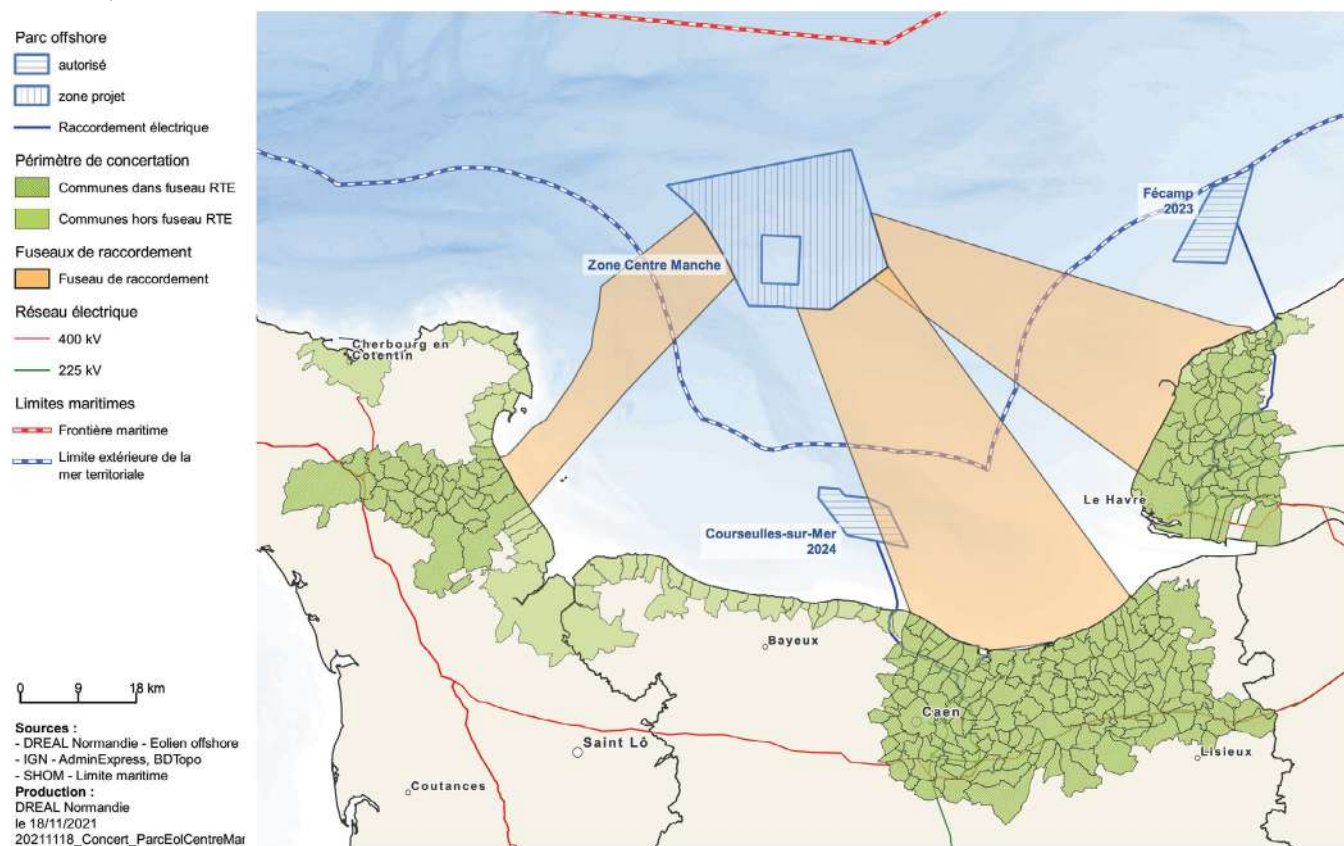


-  Zone préférentielle d'implantation du second parc éolien en mer
-  Zone identifiée par les parties prenantes comme revêtant un fort enjeu pour l'accès à la concession de granulats
-  Zone identifiée par les parties prenantes comme revêtant un fort enjeu patrimonial et d'accès à la concession de granulats

-  Zone soumise à la concertation préalable
-  Zone Centre-Manche
-  Zone de la concession granulat

ANNEXE 4 - LISTE DES COMMUNES DU PÉRIMÈTRE DE LA CONCERTATION PRÉALABLE

Carte du périmètre de concertation



Amfreville* (14)	Bellengreville* (14)	Canapville* (14)	Criquetot-L'Esneval* (76)
Angerville-l'Orcher* (76)	Benerville-sur-Mer* (14)	Canteloup (50)	Cuverville* (14)
Angerville* (14)	Bénouville (76)	Canteloup* (14)	Cuverville* (76)
Anglesqueville-l'Esneval* (76)	Bénouville* (14)	Carentan-les-Marais (50)	Danestal* (14)
Anisy* (14)	Bernières-sur-Mer (14)	Carpiquet* (14)	Deauville* (14)
Annebault* (14)	Beuvron-en-Auge* (14)	Castine-en-Plaine* (14)	Démouville* (14)
Anneville-en-Saire (50)	Biéville-Beuville* (14)	Cauville-Sur-Mer* (76)	Dives-sur-Mer* (14)
Argences* (14)	Biniville* (50)	Cherbourg-en-Cotentin (50)	Douville-en-Auge* (14)
Arromanches-les-Bains (14)	Blainville-sur-Orne* (14)	Clarbec* (14)	Douvres-la-Délivrande* (14)
Asnelles (14)	Blonville-sur-Mer* (14)	Cléville* (14)	Dozulé* (14)
Auberville* (14)	Bonnebosq* (14)	Clitourps (50)	Drubec* (14)
Audouville-la-Hubert (50)	Bonneville-sur-Touques* (14)	Colleville-Montgomery* (14)	Écausseville* (50)
Aumeville-Lestre (50)	Bordeaux-Saint-Clair* (76)	Colleville-sur-Mer (14)	Écraiville* (76)
Aure sur Mer (14)	Bornambusc* (76)	Colombelles* (14)	Émiéville* (14)
Authie* (14)	Bourgeauville* (14)	Colomby-Anguerny* (14)	Émondeville* (50)
Auvillars* (14)	Bourguébus* (14)	Colomby* (50)	Englesqueville-en-Auge* (14)
Azeville* (50)	Branville* (14)	Commes (14)	Englesqueville-la-Percée (14)
Banneville-la-Campagne* (14)	Bretteville-sur-Odon* (14)	Coquainvilliers* (14)	Épouville* (76)
Barfleur (50)	Bréville-les-Monts* (14)	Cormelles-le-Royal* (14)	Épretot* (76)
Basly* (14)	Bricquebec-en-Cotentin* (50)	Courseulles-sur-Mer (14)	Épron* (14)
Basseneville* (14)	Brucourt* (14)	Crasville (50)	Éroudeville* (50)
Bavent* (14)	Caen* (14)	Cresserons* (14)	Escoville* (14)
Beaufour-Druval* (14)	Cagny* (14)	Cresseveuille* (14)	Étainhus* (76)
Beaumont-en-Auge* (14)	Cairon* (14)	Cricqueville-en-Auge* (14)	Éterville* (14)
Beaurepaire* (76)	Cambes-en-Plaine* (14)	Cricqueville-en-Bessin (14)	Étretat (76)
Belle Vie en Auge* (14)	Cambremer* (14)	Criquebeuf-en-Caux (76)	Fauguernon* (14)

(*) commune présente d'un fuseau potentiel de raccordement RTE

Fécamp (76)	Le Fournet* (14)	Pont-l'Évêque* (14)	Sainte-Marie-au-Bosc* (76)
Feuguerolles-Bully* (14)	Le Ham* (50)	Port-en-Bessin-Huppain (14)	Sainte-Marie-du-Mont (50)
Fierville-les-Parcs* (14)	Le Havre* (76)	Putot-en-Auge* (14)	Sainte-Mère-Église* (50)
Fleury-sur-Orne* (14)	Le Pin* (14)	Quettehou (50)	Sallenelles* (14)
Flottemanville* (50)	Le Tilleul* (76)	Quinéville* (50)	Sandouville* (76)
Fongueusemare* (76)	Le Torquesne* (14)	Ranville* (14)	Sannerville* (14)
Fontaine-La-Mallet* (76)	Le Vast (50)	Repentigny* (14)	Soliers* (14)
Fontenay-le-Marmion* (14)	Le Vicel (50)	Reux* (14)	Sortosville* (50)
Fontenay-sur-Mer* (50)	Léaupartie* (14)	Réville (50)	Teurthéville-Bocage (50)
Fontenay* (76)	Les Loges* (76)	Rocheville* (50)	Tocqueville (50)
Formentin* (14)	Lestre* (50)	Rocques* (14)	Touffréville* (14)
Formigny La Bataille (14)	Lieusaint* (50)	Rogerville* (76)	Touques* (14)
Frénouville* (14)	Lion-sur-Mer* (14)	Rolleville* (76)	Tourgéville* (14)
Fresville* (50)	Longues-sur-Mer (14)	Rumesnil* (14)	Tracy-sur-Mer (14)
Froberville* (76)	Louvigny* (14)	Sainneville* (76)	Troarn* (14)
Gainneville* (76)	Luc-sur-Mer* (14)	Saint-André-sur-Orne* (14)	Trouville-sur-Mer* (14)
Gatteville-le-Phare (50)	Magneville* (50)	Saint-Arnoult* (14)	Turretot* (76)
Géfosse-Fontenay (14)	Maltot* (14)	Saint-Aubin-d'Arquenay* (14)	Urville* (50)
Gerrots* (14)	Manéglise* (76)	Saint-Aubin-Routot* (76)	Valambray* (14)
Gerville* (76)	Manerbe* (14)	Saint-Aubin-sur-Mer* (14)	Valcanville (50)
Giberville* (14)	Maniquerville* (76)	Saint-Côme-de-Fresné (14)	Valognes* (50)
Glanville* (14)	Manneville-la-goupil* (76)	Saint-Contest* (14)	Valsemé* (14)
Golleville* (50)	Manneville-la-Pipard* (14)	Saint-Cyr* (50)	Varaville* (14)
Gommerville* (76)	Mannevillette* (76)	Saint-Étienne-la-Thillaye* (14)	Varouville (50)
Gonfreville-l'Orcher* (76)	Manvieux (14)	Saint-Florel* (50)	Vattetot-sur-Mer (76)
Gonneville-en-Auge* (14)	Mathieu* (14)	Saint-Gatien-des-Bois* (14)	Vauville* (14)
Gonneville-La-Mallet* (76)	May-sur-Orne* (14)	Saint-Germain-de-Varreville (50)	Ver-sur-Mer (14)
Gonneville-sur-Mer* (14)	Merville-Franceville-Plage* (14)	Saint-Germain-la-Blanche-Herbe* (14)	Vergetot* (76)
Goustranville* (14)	Méry-Bissières-en-Auge* (14)	Saint-Gilles-de-la-Neuville* (76)	Vicq-sur-Mer (50)
Graimbouville* (76)	Meuvaines (14)	Saint-Hymer* (14)	Victot-Pontfol* (14)
Grandcamp-Maisy (14)	Mondeville* (14)	Saint-Jouin-Bruneval* (76)	Videcosville (50)
Grangues* (14)	Montebourg* (50)	Saint-Jouin* (14)	Vierville-sur-Mer (14)
Graye-sur-Mer (14)	Montfarville (50)	Saint-Julien-sur-Calonne* (14)	Villainville* (76)
Grentheville* (14)	Montivilliers* (76)	Saint-Laurent-de-Brèvedent* (76)	Villers-sur-Mer* (14)
Harfleur* (76)	Montreuil-en-Auge* (14)	Saint-Laurent-sur-Mer (14)	Villons-les-Buissons* (14)
Hautteville-Bocage* (50)	Morville* (50)	Saint-Léger-Dubosq* (14)	Vimont* (14)
Hémevez* (50)	Moult-Chicheboville* (14)	Saint-Léonard* (76)	Virville* (76)
Hermanville-sur-Mer* (14)	Moyaux* (14)	Saint-Marcouf* (50)	Yport (76)
Hermeville* (76)	Négreville* (50)	Saint-Martin-aux-Chartrains* (14)	Yvetot-Bocage* (50)
Hérouville-Saint-Clair* (14)	Neuville-Au-Plain* (50)	Saint-Martin-de-Fontenay* (14)	
Hérouvillette* (14)	Norolles* (14)	Saint-Martin-de-Varreville (50)	
Heuland* (14)	Notre-Dame-d'Estrées-Corbon* (14)	Saint-Martin-du-Bec* (76)	
Heuqueville* (76)	Notre-Dame-du-Bec* (76)	Saint-Martin-du-Manoir* (76)	
Hotot-en-Auge* (14)	Octeville-l'Avenel (50)	Saint-Ouen-du-Mesnil-Oger* (14)	
Houlgate* (14)	Octeville-sur-mer* (76)	Saint-Pair* (14)	
Huberville* (50)	Orglandes* (50)	Saint-Philbert-des-Champs* (14)	
Iffs* (14)	Osmanville (14)	Saint-Pierre-Azif* (14)	
Isigny-sur-Mer (14)	Oudalle* (76)	Saint-Pierre-du-Jonquet* (14)	
Janville* (14)	Quilly-le-Vicomte* (14)	Saint-Pierre-du-Mont (14)	
Joganville* (50)	Ouistreham* (14)	Saint-Romain-de-Colbosc* (76)	
L'Étang-Bertrand* (50)	Ozeville* (50)	Saint-Samson* (14)	
La Pernelle (50)	Périers-en-Auge* (14)	Saint-Sauveur-d'Emalleville* (76)	
La Roque-Baignard* (14)	Périers-sur-le-Dan* (14)	Saint-Vaast-en-Auge* (14)	
La-Poterie-Cap-d'Antifer (76)	Petiville* (14)	Saint-Vaast-la-Hougue (50)	
Langrune-sur-Mer* (14)	Picauville* (50)	Saint-Vigor-d'Ymonville* (76)	
Le Breuil-en-Auge* (14)	Pierrefiques* (76)	Saint-Vincent-Cramesnil* (76)	
Le Brévedent* (14)	Pierrefitte-en-Auge* (14)	Sainte-Adresse (76)	
Le Castelet* (14)	Plumetot* (14)	Sainte-Geneviève (50)	

ANNEXE 5 - QUELQUES NOTIONS SUR L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

Cette fiche présente des notions clés sur l'énergie électrique :

- le courant électrique, son intensité et sa tension ;
- la puissance électrique ;
- l'énergie ;
- le facteur de charge ;
- la variabilité de la production éolienne ;
- autres notions d'énergie électrique.

Ces notions sont à chaque fois expliquées dans un cadre général, puis appliquées au cas particulier de l'énergie électrique créée par un parc éolien en mer.

LE COURANT ÉLECTRIQUE

Le courant électrique naît du déplacement d'électrons dans un conducteur, avec un mouvement continu (courant continu) ou avec un mouvement de va-et-vient (courant alternatif). Le courant le plus utilisé pour le transport et la distribution d'électricité est le courant alternatif. Les valeurs qui entrent en jeu dans la caractérisation du courant sont l'intensité et la tension.

L'intensité I

L'intensité, mesurée en ampères (A), est la mesure du courant électrique ; c'est la quantité d'électricité qui traverse un conducteur pendant une seconde.

La tension U

La tension, mesurée en volts (V) ou en kilovolts (1 kV = 1 000 V), représente la force fournie à une quantité d'électricité donnée qui va d'un point à un autre.

Pour mieux visualiser ces unités de mesure, il est fréquent de comparer le déplacement électrique à celui d'un fluide : la tension correspond à la pression d'eau présente dans le tuyau, tandis que l'intensité correspond au débit.

Les éoliennes transforment l'énergie du vent en énergie mécanique. Le générateur convertit cette énergie mécanique en énergie électrique, produisant de l'électricité.

En sortie d'éolienne, le courant généré a une tension de 66 kV ou 132 kV. Cette tension est élevée à 320 kV, dans le cas d'un raccordement en courant continu, à travers le passage du poste de transformation électrique situé sur une plateforme en mer. Puis le courant électrique est transporté jusqu'au poste de raccordement à terre, pour être injecté dans le réseau électrique existant à 225 kV ou 400 kV.

LA PUISSANCE : P

La puissance électrique est mesurée en watts (W) et ses multiples (kilowatts, mégawatts, gigawatts, térawatts). Elle est le produit de la quantité d'électricité qui traverse le conducteur pendant une seconde (Intensité du courant en ampères [A]) et de la tension (en volts [V]) :

Puissance = Intensité x Tension.

Le parc se composera d'éoliennes d'une puissance de 12 à 20 MW et produira jusqu'à environ 1,5 GW.

L'ÉNERGIE : E

L'énergie correspond à une puissance électrique pendant une unité de temps, elle s'exprime en wattheures [Wh] ou kilowattheures [kWh], MégaWh, GigaWh, TeraWh.

Exemple : une ampoule de 75 watts (puissance) qui éclaire pendant 1 000 heures, consomme une énergie de 75 000 Wh, soit 75 kWh.

La consommation électrique totale française est de 460 TWh en 2020 en France dont 150 TWh pour le résidentiel (bilan électrique RTE 2020). Un foyer nécessite de l'énergie pour son chauffage, ses équipements technologiques (téléphones, ordinateurs, télévision, etc.), pour ses équipements ménagers (réfrigérateur, four, micro-ondes...) et bien d'autres.

Pour évaluer la consommation annuelle des appareils électriques, il faut prendre en compte la puissance de l'appareil et sa durée annuelle d'utilisation. Pour avoir un ordre d'idées, les consommations de quelques appareils sur un an sont les suivantes :

- réfrigérateur : 350 kWh ;
- lave-linge : 1 150 kWh ;
- aspirateur : 150 kWh ;
- ampoule de basse consommation : 22 kWh.

Pour connaître l'énergie annuelle que peut produire une éolienne en tenant compte de la variabilité du vent, il est nécessaire de définir le facteur de charge.

LE FACTEUR DE CHARGE

Le facteur de charge est le rapport entre le nombre d'heures de fonctionnement en équivalent pleine puissance et le nombre d'heures de fonctionnement théorique dans l'année (8 760 h). En d'autres termes, il s'agit du ratio entre l'énergie que produit l'éolienne sur une période donnée et l'énergie qu'elle aurait produite durant

cette période si elle avait constamment fonctionné à puissance nominale (c'est-à-dire la puissance la plus élevée qu'une unité de production peut délivrer). Il faut noter que cela reste une méthode de calcul, aucune machine ne fonctionne jamais à 100 % du temps et à 100 % de sa puissance.

Le facteur de charge est variable d'une année à l'autre, puisqu'il dépend des régimes de vent. Selon WindEurope, les facteurs de charge annuels des parcs éoliens en mer en Europe en 2017 étaient compris entre 29 % et 48 %, selon la méthodologie utilisée⁽¹¹⁾. En 2018, le facteur de charge moyen de l'ensemble des parcs en mer du Nord en fonctionnement était évalué à 37 %⁽¹²⁾. Les perspectives de facteurs de charge des parcs éoliens en mer en développement sont cependant nettement supérieures, de l'ordre de 45 % compte tenu des progrès technologiques. Siemens-Gamesa, exploitant le parc éolien en mer de Hywind en Écosse, déclare même un facteur de charge record de 58 % pour l'année 2019.

Pour une installation d'environ 1,5 GW d'éoliennes en mer, la quantité produite sera de près de 5,25 Twh/an, pour un fonctionnement annuel équivalent à environ 3 200 heures à pleine puissance.⁽¹³⁾

D'après EDF, la consommation annuelle d'électricité dans le secteur résidentiel, en 2017, est de 151,1 TWh, soit environ 5 200 kWh par ménage⁽¹⁴⁾. Ainsi, ce projet d'environ 1,5 GW, sous l'hypothèse d'un facteur de charge de 37 %, permettra de produire l'équivalent de la consommation électrique annuelle de plus d'un million de ménages, ce qui serait plus que suffisant pour subvenir à la consommation annuelle d'environ 70 % des ménages normands recensés par l'Insee en 2018.

LA VARIABILITÉ DE LA PRODUCTION ÉOLIENNE

Ces dernières années, l'essor des énergies renouvelables a conduit à une modification du bouquet énergétique, appelé à évoluer selon les objectifs fixés par la programmation pluriannuelle de l'énergie. Aux moyens de production « pilotables » (centrales nucléaires, thermiques à flamme, et une partie des centrales hydrauliques), se sont ajoutés des moyens de productions issus de sources d'énergie

variables (éolien, photovoltaïque), soumise aux conditions météorologiques, mais en partie prévisibles.

Ceci tend à augmenter les besoins de flexibilité pour assurer l'équilibre offre-demande, qui doit être réalisé à chaque instant. RTE a analysé ces besoins dans le cadre de plusieurs publications, dernièrement via le Schéma

(11) Offshore Wind in Europe : key trends and statistics 2017, p. 16.

(12) Offshore Wind in Europe : key trends and statistics 2018, p. 17-18.

(13) Ce qui correspond à un facteur de charge de 37 %, facteur moyen de l'éolien en mer du Nord, selon WindEurope.

(14) <https://www.edf.fr/groupe-edf/espaces-dedies/l-energie-de-a-a-z/tout-sur-l-energie/le-developpement-durable/l-electricite-dans-le-secteur-residentiel>

décennal de développement du réseau édition 2019. À un horizon de 15 ans, les flexibilités existantes et prévues via la programmation pluriannuelle de l'énergie sont suffisantes pour couvrir les besoins de la flexibilité liés

à la production variable. Elles proviennent de diverses sources : moyens de production « pilotables », modulation de la consommation, utilisation intelligente de la recharge des véhicules électriques, interconnexions.

AUTRES NOTIONS D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

L'effet Joule

L'effet Joule est un effet thermique qui se produit lors du passage du courant électrique dans un conducteur. Il se manifeste par une augmentation de l'énergie interne du conducteur et généralement de sa température. L'effet joule peut être responsable de pertes d'énergie, c'est-à-dire la conversion indésirable, mais inévitable, d'une partie de l'énergie électrique en énergie thermique. C'est le cas, par exemple, des pertes en ligne lors du transport ou de la distribution du courant électrique. L'effet joule a aussi des applications concrètes dans la vie de tous les jours, notamment au travers des usages nécessitant l'utilisation d'une résistance électrique, comme le chauffage électrique, le four électrique...

La fréquence

La fréquence correspond au nombre de cycles que fait le courant alternatif en une seconde. Elle s'exprime en hertz [Hz]. En France et en Europe, la fréquence nominale est fixée à 50 Hz.

A noter que le raccordement du parc d'environ 1,5 GW en Centre Manche se fera en courant continu, soit une fréquence de 0 Hz ce qui nécessitera un poste électrique de conversion (continu/alternatif) pour pouvoir injecter cette énergie sur le réseau.

Les champs électriques et magnétiques

Dans le domaine de l'électricité, il existe deux types de champs distincts : les champs électriques et les champs magnétiques (CEM).

Un champ électrique est produit par la pression de charges électriques (si l'on reprend l'analogie avec l'eau), autrement dit la tension électrique (plus celle-ci est élevée, plus le champ qui en résulte est intense). Il se mesure en volts par mètre (V/m).

Le champ magnétique apparaît lorsqu'un courant électrique circule (il est d'autant plus important que l'intensité est élevée). Il se mesure en ampères par mètre (A/m), néanmoins l'usage est d'utiliser l'unité qui mesure le flux d'induction magnétique, c'est-à-dire le microtesla (μT)⁽¹⁵⁾.

Tous les appareils qui fonctionnent à partir de l'électricité (électroménager, matériel de bureau ou industriel) et les équipements et installations qui servent à la produire (alternateurs et générateurs) et à l'acheminer (lignes et câbles électriques) engendrent des champs électriques et magnétiques quand ils fonctionnent.

En matière d'exposition du public aux champs électromagnétiques générés par un courant alternatif de 50 Hz (CEM50), l'article 12 bis de l'arrêté technique du 17 mai 2001 fixe un seuil maximal de 100 μT (champ magnétique) et de 5 kV/m (champ électrique) pour les nouveaux ouvrages.

Aucune limite réglementaire n'est exigée au réseau électrique en courant continu, compte tenu que ces ouvrages généreront qu'un champ magnétique statique, équivalent en nature et en intensité au champ magnétique terrestre.

(15) Dans l'air et la plupart des matériaux, l'équivalence $1 A/m = 1,25 \mu T$ est vérifiée

ANNEXE 6 - LES ALTERNATIVES AU NOUVEAU PARC ÉOLIEN EN MER AU LARGE DE LA NORMANDIE AU SEIN DE LA ZONE « CENTRE MANCHE »

La démarche présentée en concertation fait suite au débat public 2019-2020 qui avait conduit à la définition de la zone « Centre Manche » pour l'implantation de nouveaux projets éoliens en mer. Cette nouvelle concertation est un prolongement de ce débat et vise à confirmer avec le public la possibilité d'implantation d'un second parc éolien dans cette zone et d'affiner les principales caractéristiques du projet.

Le projet peut être amené à évoluer ou même à ne pas se réaliser.

Que se passerait-il si tout ou partie du projet n'était pas réalisé ?

NE PAS RÉALISER CE PROJET DE PARC ÉOLIEN EN MER ?

Ne pas réaliser ce projet, ce serait moins d'impacts environnementaux localisés à l'endroit du parc éolien, mais une non action au titre des effets généraux du fait du changement climatique. Il serait alors nécessaire de pallier l'absence de ce projet par le développement d'une autre installation d'énergie renouvelable.

Ce serait peu important au titre de la consommation annuelle d'énergie. Chacun des projets de production d'énergie pris individuellement a peu d'impacts sur la production d'énergie, ce qui renvoie la question au niveau globale (point suivant).

S'il est confirmé, lors de la concertation et des études à venir que cette zone est plus favorable, que d'autres espaces maritimes pour le développement de parcs éoliens en mer alors l'absence de réalisation du projet conduirait au besoin de le développer dans une zone moins favorable.

Ne pas lancer dès maintenant ce projet conduirait à ne pas avoir préparé l'avenir énergétique puisqu'il faut près de 10 ans pour développer ce type de parc éolien en mer.

NE RÉALISER AUCUN NOUVEAU PARC ÉOLIEN EN MER ?

Un tel scénario rendrait plus difficile l'atteinte des objectifs français en matière de transition énergétique et écologique. La France s'est engagée en 2015 avec l'Accord de Paris à l'atteinte de la neutralité carbone d'ici 2050 avec la SNBC, introduite par la loi pour la transition écologique et pour la croissance verte en 2015. Par ailleurs, l'État s'est engagé dans la PPE à augmenter les capacités de production d'électricité renouvelable de 50 % en 2023 et les doubler en 2028 par rapport à 2017. Ces objectifs s'accompagnent d'une forte baisse de la consommation d'énergie.

RTE, dans son étude sur les évolutions du système électrique permettant d'atteindre la neutralité carbone en 2050, intitulée « Futurs énergétiques 2050 », évalue la puissance d'éolien en mer à installer entre 22 à 62 GW selon les 6 propositions de scénarios énergétiques.

Si la France ne poursuivait pas l'installation de parcs éoliens en mer, il y aurait moins de production d'électricité d'origine renouvelable. Ce manque d'énergies renouvelables dans le bouquet énergétique compliquerait particulièrement l'atteinte de ces objectifs pour la transition énergétique et notamment

si l'énergie fossile reste très présente dans le mix énergétique. Cela ralentirait la diversification des sources d'approvisionnement électrique, avec un impact négatif sur la robustesse du système électrique français.

L'absence d'une énergie produite localement ne permettrait pas à la France de gagner en indépendance énergétique.

Des impacts négatifs sur les entreprises de la filière de l'éolien en mer seraient aussi à prévoir en France, y compris sur l'industrie locale en Normandie.

La non production d'énergie par de l'éolien en mer pourrait limiter la mise à disposition globale d'énergie ce qui nécessiterait de revoir nos modes de vie en réduisant encore plus fortement notre consommation d'énergie.

Néanmoins, ne pas développer de parc éolien en mer éviterait tout impact potentiel supplémentaire sur les autres usages de la mer (pêche, trafic, plaisance...), sur la biodiversité et sur le paysage, sans connaître pour autant les impacts potentiels qui pourraient résulter de l'utilisation d'un autre type d'énergie en remplacement.

DÉVELOPPER DES PARCS ÉOLIENS EN MER POSÉS AILLEURS EN NORMANDIE ?

Les côtes normandes sont particulièrement favorables à l'accueil de parcs éoliens en mer posés et accueille déjà de ce fait plusieurs projets de parcs. Aussi il pourrait être envisagé de développer le projet éolien ailleurs au large de la Normandie.

Le débat public 2019-2020 a mis en évidence que les zones propices à l'accueil d'éoliennes posées sont limitées du fait d'un espace maritime relativement exigü, des enjeux environnementaux et des enjeux relatifs aux usages déjà existants. En effet, en dehors de la zone « Centre-Manche », seul l'espace maritime au-delà des eaux territoriales au large de la Seine-Maritime apparaît comme propice à l'accueil d'éoliennes

posées et a déjà été identifié par l'État et RTE comme une zone potentielle de développement futur (cf. le rapport présentant les perspectives de développement des réseaux électriques en mer sur la façade normande et la volonté de préserver les lieux d'atterrissage en Seine-Maritime). Néanmoins, cet espace doit faire l'objet d'études complémentaires, notamment du fait de l'absence d'organisation du trafic maritime (voir annexe au rapport de fin de débat public 2019-2020).

Aussi faire ce projet ailleurs en Normandie limiterait à terme la puissance éolienne installée en mer en Normandie, compliquant et retardant ainsi l'atteinte des objectifs de l'État pour la transition énergétique.

INSTALLER DES ÉOLIENNES FLOTTANTES EN NORMANDIE ?

L'éolien posé est privilégié dans des mers où la profondeur des fonds est au maximum de 50 m environ. Au-delà, le coût des fondations et du mât devient très élevé. L'éolien flottant peut être installé au-delà d'une profondeur de 50 m environ, et jusqu'à 200 m. Dans la Manche, les fonds sont principalement inférieurs à 50 m, ce qui en fait un terrain propice à l'éolien posé. En outre,

à ce jour, l'éolien posé est une filière plus techniquement mature et économiquement plus compétitive que l'éolien flottant, qui atteint actuellement le stade commercial. À ce jour, les coûts de l'éolien flottant sont ainsi deux à trois fois supérieurs à ceux de l'éolien posé, mais il est attendu une résorption de cet écart d'ici dix ans environ.

DÉVELOPPER DES PARCS ÉOLIENS EN MER AILLEURS QU'EN NORMANDIE ?

La Manche est une zone particulièrement favorable au plan technico-économique pour l'éolien posé, du fait d'un vent fort. Les autres façades présentent également un potentiel pour l'éolien posé (notamment au nord de la Bretagne, en face des Pays de Loire ou au large de la Charente-Maritime, où les fonds sont suffisamment peu profonds pour installer des éoliennes posées), des projets y sont également développés. De plus, en Normandie les fonds restent peu profonds même à des distances importantes de la côte, ce qui n'est pas le cas sur les autres façades maritimes, et ce qui permet d'éloigner les parcs et donc de limiter fortement certains impacts, notamment paysagers ou sur la pêche côtière.

Dans une logique de contribution de l'ensemble des façades à l'atteinte des objectifs énergétiques, la PPE prévoit également le développement de parcs éoliens en mer sur d'autres façades, avec par exemple des parcs d'éolien en mer flottant en Bretagne ou en Méditerranée, ou d'autres projets éoliens en mer posés dans des zones à définir (notamment au large de la Région Nouvelle Aquitaine). Toutefois, il est attendu que les parcs les plus compétitifs soient dans la Manche du fait des conditions technico-économiques particulièrement favorables.

DÉVELOPPER D'AUTRES ÉNERGIES RENOUVELABLES COMME L'ÉOLIEN TERRESTRE OU LE PHOTOVOLTAÏQUE ?

La Programmation pluriannuelle de l'énergie prévoit un développement équilibré des différentes filières d'énergie renouvelable, y compris l'éolien terrestre et le photovoltaïque, qui ont également vocation à se développer en Normandie. Cette région dispose cependant d'un potentiel particulièrement favorable pour l'éolien en mer. En mer, le vent étant plus fort et

plus régulier qu'à terre, les éoliennes fonctionnent en moyenne deux fois plus de temps qu'à terre. De plus, en mer, les éoliennes 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 et par parc.

Pour obtenir la même production d'électricité qu'un parc éolien en mer d'1,5 GW, il faut développer environ 2,4 GW d'éolien terrestre, soit environ 800 éoliennes terrestres de 3 MW (contre de 75 à 125 éoliennes en mer),

ou environ 4,8 GW de photovoltaïque, correspondant à environ 4 800 ha de foncier, l'équivalent de 6500 terrains de football. Ces nouvelles puissances se rajoutant aux installations déjà prévues sur ces sources.

Tableau présentant une situation de l'éolien terrestre et du photovoltaïque en Normandie

Source	Puissance installée au 30/06/21 ⁽¹⁶⁾	Objectif SRADDET à horizon 2030 ⁽¹⁷⁾
Éolien terrestre	906 MW	1 800 MW
Photovoltaïque	217 MW	550 MW

Les différentes énergies renouvelables électriques (éolien en mer et à terre, photovoltaïque, hydroélectricité...) sont complémentaires entre elles et ne doivent pas être opposées : chacune apporte une contribution spécifique au fonctionnement du système électrique, elles ne présentent pas les mêmes coûts, ni les mêmes impacts environnementaux ou en termes d'emprise au sol. Il est nécessaire d'avoir un mix électrique diversifié, avec par exemple la complémentarité de l'éolien terrestre avec l'éolien maritime (où les régimes de vents sont différents) ou celle de l'éolien avec le photovoltaïque (complémentarité entre les régimes de vent et les cycles du soleil) pour obtenir une production électrique plus régulière. Un développement d'une seule filière, par exemple de la filière solaire, aurait pour conséquence de générer des coûts massifs pour le système électrique

(coûts réseaux, coûts de stockage, etc.). C'est, au contraire, le foisonnement des productions aléatoires en utilisant plusieurs technologies qui permet d'assurer la sécurité d'approvisionnement.

En tout état de cause, le développement de toutes les filières renouvelables (y compris les énergies non-électrique comme la méthanisation ou le bois) est nécessaire pour atteindre les objectifs ambitieux que la France s'est fixés en matière de développement des énergies renouvelables et de diversification du mix électrique. Plus largement, et au-delà des questions du mix énergétique, la stratégie française énergétique a également pour objectif des efforts en faveur des économies d'énergie et de l'efficacité énergétique.

DÉVELOPPER D'AUTRES ÉNERGIES RENOUVELABLES EN MER ?

Les autres énergies renouvelables en mer, notamment l'hydrolien, sont à un stade de développement moins avancé que l'éolien en mer. Leur gisement ne permet toutefois pas une production électrique en quantité similaire à celle issue de l'éolien posé (potentiel estimé hydrolien estimé en France/Normandie entre 3 et 5 GW⁽¹⁸⁾). De plus, certaines technologies comme la production d'électricité à partir de 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 renouvelable en mer dont le développement est le plus pertinent. De nombreux projets de recherche et développement sur les autres énergies renouvelables en mer sont néanmoins en cours

de développement en France, notamment deux fermes pilotes hydroliens dans le Raz Blanchard (50) pour une puissance de 29 MW.

Les objectifs et prévisions sur les autres énergies marines renouvelables sont :

- Objectif à 2030 défini dans le Schéma Régional d'Aménagement de Développement Durable et d'Égalité des Territoires (SRADDET) Normandie : 400 MW⁽¹⁹⁾ ;

Projection de puissance installée dans l'étude « Futurs énergétiques 2050 » : entre 0 et 3 GW.

(16) Source Panorama de l'électricité renouvelable 30 juin 2021 publié par RTE

(17) Exploitation du Rapport SRADDET Normandie

(18) Source : Rapport SRADDET Normandie

(19) Exploitation du Rapport SRADDET Normandie en supposant un facteur de charge de 40 %

ANNEXE 7 - COMPARAISON DES DIFFÉRENTS TYPES DE PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ

Technologie/ Caractéristiques	Centrale nucléaire	Éoliennes en mer posées	Éoliennes terrestres	Photovoltaïque	Hydroélectricité	Centrale thermique gaz
Bilan carbone (en g. équivalent CO ₂ /kWh) ^(I)	12 ^(III)	14 à 18 ^(III)	14	56	6	418
Facteur de charge moyen	Entre 62 % ^(IV) et 71 % ^(V) En moyenne annuelle sur l'ensemble du parc nucléaire français, dépend des arrêts de réacteurs (prévus ou fortuits) ^(VI)	42 % ^(VII) En 2020, un parc éolien en mer écossais a atteint 57 % Des progrès technologiques sont encore attendus	26 % ^(VIII)	15 % ^(IX) en moyenne sur l'année En journée, maximum compris entre 50 et 80 % selon la saison	29 % ^(X)	Utilisation uniquement en périodes de pointe de consommation : 2% (Turbines à combustion) 37 % (Cycles combinés) ^(XI)
Pilotable ?	Oui	Non	Non	Non	Dépend de la technologie	Oui
Tarif cible pour l'État (€/MWh) : dispositifs de soutien pour les énergies renouvelables	Sans objet	44-60 ^(XII)	63-68 ^(XIII)	Sur sol : 60 En toiture : 90 ^(XIV)	Soutien public accordé uniquement aux petites installations Les tarifs accordés lors des derniers appels d'offre sont compris entre 80 et 90€/MWh	Sans objet
Coût actualisé de l'électricité produite (en €/MWh) : prix complet de l'électricité sur toute la durée de vie de l'équipement qui la produit (LCOE)	Nucléaire existant ^(XV) : 32 (coût de production, restant à engager) 62 (coût complet selon la Cour des comptes, estimé avant le programme Grand Carénage) À noter que le nucléaire dispose d'un accès régulé, au prix de 42 €/MWh ^(XVI) (ARENH) Concernant les coûts du nouveau nucléaire, voir les rapports de la Cour des comptes. ^(XVII) Le gouvernement poursuit ses travaux sur le sujet. ^(XVIII)	110 à 150 ^(XIX) en 2020 52-92 ^(XX) à l'horizon 2030	50-71 ^(XXI) en France en 2020	45-8133 ^(XXII) (en 2020, au sol) 88-22934 ^(XXIII) (en 2020, en toiture résidentiel, dépend de l'orientation Nord/ Sud)	30 à 5035 ^(XXIV) (Grandes installations fil de l'eau) 70 à 90 ^(XXV) (Installations de forte puissance et de hautes chutes) 70 à 160 ^(XXVI) (Installations de faible puissance)	50-80 ^(XXVII) (utilisation uniquement en pointe de consommation : 120-175 ^(XXVIII))
Enjeux	- Faible niveau d'émission de GES - Gestion des matières et déchets radioactifs à très long terme - Risques technologiques - Émissions de produits polluants lors du retraitement	- Faible niveau d'émission de GES - Avifaune : collision, effet barrière et perte d'habitat - Introduction de bruit sous-marin lors de la construction - Dégradation voire perte d'habitats benthiques - Impact paysager	- Faible niveau d'émission de GES - Avifaune : collision, effet barrière et perte d'habitat - Occupation des sols - Impact paysager	- Faible niveau d'émission de GES - Occupation des sols - Impact paysager - Émissions de produits polluants lors du retraitement	- Faible niveau d'émission de GES - Occupation des sols (inondation de vallées à la construction) - Circulation des sédiments - Continuité piscicole - Soutien d'étiage et gestion de la ressource en eau	- Très forte contribution à l'augmentation des GES dans l'atmosphère

Références du tableau

- I : Pour cette ligne, les chiffres, pour toutes les filières excepté pour les centrales nucléaires et l'éolien en mer, sont issus de la base carbone ADEME, qui estime les émissions de chaque mode de production à partir de la base de données européenne ELCD : https://www.bilans-ges.ademe.fr/documentation/UPLOAD_DOC_FR/index.htm?renouvelable.html
- II : Hors démantèlement et fin de vie des ouvrages. Source : Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, GIEC,, 2014, p.1335 : https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc_wg3_ar5_full.pdf ; et Programmation pluriannuelle de l'énergie 2019-2028, p.142 : <https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/20200422%20Programmation%20pluriannuelle%20de%20l%27e%CC%81nergie.pdf>
- III : Les évaluations données pour l'éolien en mer sont fondées sur les études réalisées pour les six premiers projets français de parc éoliens en mer de puissance 500 MW chacun.
- IV : Source : bilan électrique RTE 2020, p.30 : https://assets.rte-france.com/prod/public/2021-03/Bilan%20electrique%202020_0.pdf et <https://www.rte-france.com/actualites/bilan-electrique-francais-2020>
- V : Source : RTE pour 2018 et 2019 : <https://bilan-electrique-2019.rte-france.com/nucleaire/> et <https://bilan-electrique-2019.rte-france.com/synthese-les-faits-marquants-de-2019/>
- VI : Ces pourcentages représentent la part d'électricité produite par rapport à la capacité installée, entre 2018 et 2020. Ce ratio est en baisse en 2020 en comparaison avec les années précédentes, ce qui s'explique par la hausse des indisponibilités (programmées et fortuites) des centrales et par la crise sanitaire liée à la COVID-19 (qui serait responsable d'une perte de 6 points de pourcentage du facteur de charge).
- VII : Facteur de charge de l'énergie éolienne en mer installée en Europe en 2020. Source : "Wind energy in Europe 2020 Statistics and the outlook for 2021-2025 ?" Wind Europe, p.20 : <https://windeurope.org/intelligence-platform/product/wind-energy-in-europe-in-2020-trends-and-statistics/>
- VIII : Facteur de charge de l'énergie éolienne terrestre installée en France en 2020. Source : Bilan électrique 2020 RTE, p.52 : https://assets.rte-france.com/prod/public/2021-03/Bilan%20electrique%202020_0.pdf
- IX : Facteur de charge de l'énergie photovoltaïque installée en France en 2020. Source : Bilan électrique 2020 RTE, p.56 : https://assets.rte-france.com/prod/public/2021-03/Bilan%20electrique%202020_0.pdf
- X : Facteur de charge de l'hydroélectricité installée en France en 2020, calculé à partir des chiffres du Bilan électrique 2020 RTE : https://assets.rte-france.com/prod/public/2021-03/Bilan%20electrique%202020_0.pdf
- XI : Sources : Données compilées à partir des bilans électriques 2020, 2019 et 2018 de RTE. Le faible facteur de charge s'explique par un coût marginal plus élevé, les centrales thermiques étant appelées après les énergies renouvelables et le nucléaire, pour répondre à la demande en électricité. Ces centrales ont essentiellement vocation à absorber les pointes de consommation. En théorie, ces centrales peuvent fonctionner quasiment en continu (hors maintenance ou manque de combustible).
- XII : Chiffres issus de la Programmation pluriannuelle de l'énergie 2019-2028, p. 132 : <https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/20200422%20Programmation%20pluriannuelle%20de%20l%27e%CC%81nergie.pdf>
- XIII : Chiffres issus de la Programmation pluriannuelle de l'énergie 2019-2028, p. 118 : <https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/20200422%20Programmation%20pluriannuelle%20de%20l%27e%CC%81nergie.pdf>
- XIV : Chiffres issus de la Programmation pluriannuelle de l'énergie 2019-2028, p. 123 : <https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/20200422%20Programmation%20pluriannuelle%20de%20l%27e%CC%81nergie.pdf>
- XV : Chiffres issus de la Programmation pluriannuelle de l'énergie 2019-2028, p. 141 : <https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/20200422%20Programmation%20pluriannuelle%20de%20l%27e%CC%81nergie.pdf>
- XVI : Dispositif d'Accès Régulé à l'Electricité Nucléaire Historique qui constitue à la fois le prix de la composante nucléaire dans les tarifs réglementés de vente et le prix auquel les fournisseurs alternatifs d'électricité peuvent venir s'approvisionner auprès d'EDF, dans la limite de 100 TWh / an
- XVII : Rapports de la Cour des Comptes sur « Le coût de production de l'électricité nucléaire » publié en mai 2014 et sur « La maintenance des centrales nucléaires : une politique remise à niveau, des incertitudes à lever » publié en février 2016

- XVIII : La PPE 2019-2028 publiée en avril 2020 prévoit que, s'agissant du nouveau nucléaire, afin de permettre une prise de décision sur le lancement éventuel d'un programme de construction de nouveaux réacteurs, le Gouvernement conduira avec la filière un programme de travail complet qui portera notamment sur l'expertise des coûts futurs du nouveau modèle de réacteur EPR 2 proposé par EDF et la comparaison technico-économique du nucléaire avec les autres modes de production d'électricité bas-carbone, prenant en compte l'ensemble des coûts directs et indirects (développement du réseau, coût complet du stockage, gestion des déchets nucléaires, etc.).
- XIX : BVG Associates
- XX : Coûts des énergies renouvelables et de récupération en France, Ademe, données 2019, <https://librairie.ademe.fr/energies-renouvelables-reseaux-et-stockage/765-couts-des-energies-renouvelables-et-de-recuperation-en-france-9791029713644.html> , p.39
- XXI : Coûts des énergies renouvelables et de récupération en France, Ademe, données 2019, <https://librairie.ademe.fr/energies-renouvelables-reseaux-et-stockage/765-couts-des-energies-renouvelables-et-de-recuperation-en-france-9791029713644.html> , p.35
- XXII : Coûts des énergies renouvelables et de récupération en France, Ademe, données 2019, <https://librairie.ademe.fr/energies-renouvelables-reseaux-et-stockage/765-couts-des-energies-renouvelables-et-de-recuperation-en-france-9791029713644.html> , p.21 à 33
- XXIII : Coûts des énergies renouvelables et de récupération en France, Ademe, données 2019, <https://librairie.ademe.fr/energies-renouvelables-reseaux-et-stockage/765-couts-des-energies-renouvelables-et-de-recuperation-en-france-9791029713644.html> , p.21 à 33
- XXIV : Programmation pluriannuelle de l'énergie, p.115 : <https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/20200422%20Programmation%20pluriannuelle%20de%20l%27e%CC%81nergie.pdf>
- XXV : Programmation pluriannuelle de l'énergie, p.115 : <https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/20200422%20Programmation%20pluriannuelle%20de%20l%27e%CC%81nergie.pdf>
- XXVI : Programmation pluriannuelle de l'énergie, p.115 : <https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/20200422%20Programmation%20pluriannuelle%20de%20l%27e%CC%81nergie.pdf>
- XXVII : rojected costs of generating electricity, IEA, 2020, <https://iea.blob.core.windows.net/assets/ae17da3d-e8a5-4163-a3ec-2e6fb0b5677d/Projected-Costs-of-Generating-Electricity-2020.pdf>
- XXVIII : Chiffres issus de la Programmation pluriannuelle de l'énergie 2019-2028, p. 150 : <https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/20200422%20Programmation%20pluriannuelle%20de%20l%27e%CC%81nergie.pdf>

ANNEXE 8 - LES SCÉNARIOS DU MIX DE PRODUCTION ÉLECTRIQUE DE « FUTURS ÉNERGÉTIQUES 2050 »

		Filières :						
		Flexibilités de la demande (hors V2G)					Nouveau thermique décarboné	
		Véhicule-to-grid					Batteries	
		CAPACITÉS INSTALLÉES EN 2050 (EN GW)*					BOUQUET DE FLEXIBILITÉS EN 2050	
		Solaire	Éolien terrestre	Éolien en mer	Nucléaire historique	Nouveau nucléaire		
NARRATIF	RÉPARTITION DE LA PRODUCTION EN 2050							
M0	Sortie du nucléaire en 2050 : le déclassement des réacteurs nucléaires existants est accéléré, tandis que les rythmes de développement du photovoltaïque, de l'éolien et des énergies marines sont poussés à leur maximum.	100 % EnR	~ 208 GW (soit x21)	~ 74 GW (soit x4)	~ 62 GW	/	15 GW	1,7 GW (1,1 MVE)
M1	Développement très important des énergies renouvelables réparties de manière diffuse sur le territoire national et en grande partie porté par la filière photovoltaïque. Cet essor sous-tend une mobilisation forte des acteurs locaux participatifs et des collectivités locales.	87 % EnR	~ 214 GW (soit x22)	~ 59 GW (soit x3,5)	~ 45 GW	16 GW	17 GW	1,7 GW (1,1 MVE)
M23	Développement très important de toutes les filières renouvelables, porté notamment par l'installation de grands parcs éoliens sur terre et en mer. Logique d'optimisation économique et ciblage sur les technologies et les zones bénéficiant des meilleurs rendements et permettant des économies d'échelle.	87 % EnR	~ 125 GW (soit x12)	~ 72 GW (soit x4)	~ 60 GW	16 GW	15 GW	1,7 GW (1,1 MVE)
N1	Lancement d'un programme de construction de nouveaux réacteurs, développés par paire sur des sites existants tous les 5 ans à partir de 2035. Développement des énergies renouvelables à un rythme soutenu afin de compenser le déclassement des réacteurs de deuxième génération.	74 % EnR	~ 118 GW (soit x11)	~ 58 GW (soit x3,3)	~ 45 GW	16 GW	15 GW	1,7 GW (1,1 MVE)
N2	Lancement d'un programme plus rapide de construction de nouveaux réacteurs (une paire tous les 3 ans) à partir de 2035 avec montée en charge progressive. Le développement des énergies renouvelables se poursuit mais moins rapidement que dans les scénarios N1 et M.	63 % EnR	~ 90 GW (soit x8,5)	~ 52 GW (soit x2,9)	~ 36 GW	16 GW	23 GW (soit 14 EPR)	15 GW
N03	Le mix de production repose à part égale entre les énergies renouvelables et le nucléaire à l'horizon 2050. Cela implique d'exploiter le plus longtemps possible le parc nucléaire existant, et de développer de manière volontariste et diversifiée le nouveau nucléaire (EPR 2 + SMR)	50 % EnR	~ 70 GW (soit x7)	~ 43 GW (soit x2,5)	~ 22 GW	24 GW	~27 GW (soit ~14 EPR + quelques SMR)	13 GW
Hypothèses communes		Hydraulique	Énergies marines	Bioénergies	Imports	STEP		
		~22 GW	Entre 0 et 3 GW	~2 GW	39 GW	8 GW		

*Les quantités et parts d'énergie sont exprimées par rapport au scénario de consommation de référence.

Le scénario N03, le moins-disant en matière d'éolien en mer installé, prévoit 22 Gw à horizon 2050. L'intégralité des projets français actuels (voir annexe 1) représente un peu moins de 8 GW, soit environ 36 % de cette puissance.

ANNEXE 9 - LES AUTORISATIONS

La construction d'un parc éolien en mer et de ses ouvrages de raccordement nécessite l'obtention d'autorisations administratives, par le lauréat en ce qui concerne le parc éolien en mer et par RTE pour la partie raccordement. La nature des autorisations relatives au parc éolien en mer dépend de l'espace maritime dans lequel le projet est situé.

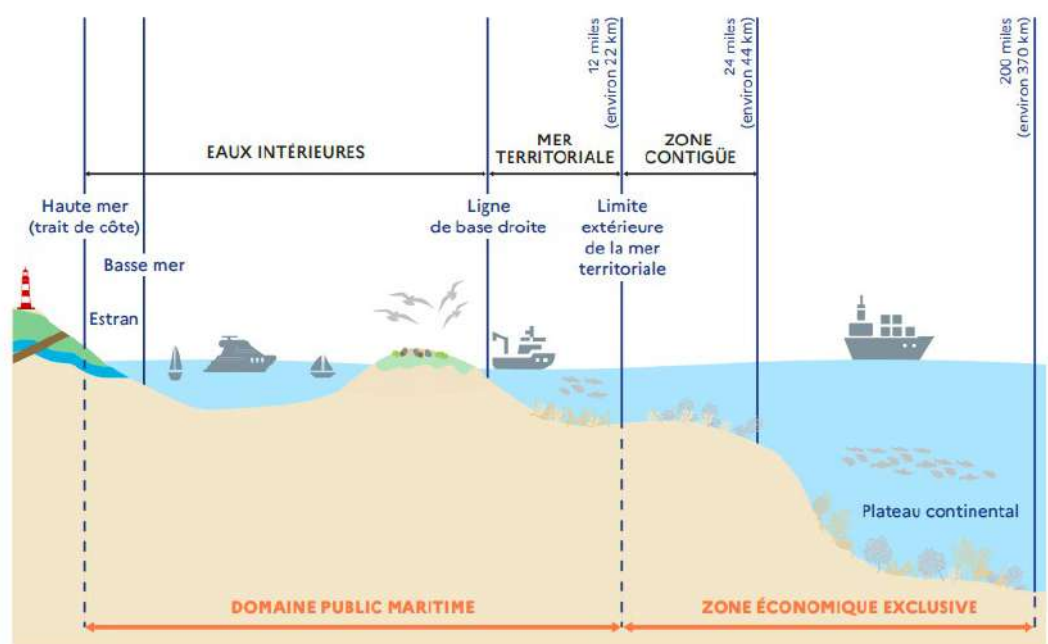
LES DIFFÉRENCES ENTRE LE DOMAINE PUBLIC MARITIME (DPM) ET LA ZONE ÉCONOMIQUE EXCLUSIVE (ZEE)

Le domaine public maritime (DPM)

La mer territoriale, qui s'étend jusqu'à douze milles⁽²⁰⁾ (soit 22 km) des côtes, appartient à l'État français et fait partie de son territoire et de son domaine public maritime (DPM). Le DPM est constitué pour l'essentiel des terrains historiquement recouverts par la mer mais dont elle s'est retirée, ainsi que ceux encore immergés compris entre le rivage de la mer et la limite des eaux

territoriales. Pris dans son ensemble, il représente une surface estimée en France à plus de 100 000 km², ce qui en fait l'un des éléments les plus vastes du domaine public de l'État. L'État y exerce une souveraineté pleine et entière, c'est-à-dire qu'il est seul compétent pour autoriser ou interdire les activités qui y ont lieu.

Les différents espaces maritimes - Source : DGE



Les principes de gestion du DPM

Ce domaine est principalement affecté à l'usage du public ou à l'accueil des services publics en lien avec l'utilisation ou l'exploitation des ressources maritimes. Le DPM est avant tout insaisissable. Les biens du domaine public ne peuvent être cédés. Par exemple, l'occupation ou une utilisation prolongée du DPM ne confère aux particuliers aucun droit réel ni de droit de

propriété dont ils pourraient se prévaloir auprès de l'État. Tout projet de construction ou d'installation destiné à être implanté sur ce domaine nécessite au préalable l'obtention d'une autorisation domaniale qui donne lieu au paiement d'une redevance. Cette autorisation est obligatoire et est toujours temporaire, précaire et révocable à tout moment. Par ailleurs, le DPM n'a pas

(20) Le mille correspond à une minute d'angle soit approximativement 1852 m.

vocation à recevoir des installations permanentes. Une fois la concession expirée, les usagers doivent remettre la zone en l'état. Néanmoins, le maintien de certains

ouvrages est possible pour des motifs d'intérêt général ou si l'opération de démantèlement génère des impacts environnementaux importants.

La protection du DPM, un impératif d'ordre constitutionnel

Le préfet de département est chargé de la gestion du DPM. Il veille notamment à la conservation et à la mise en valeur du DPM qui impliquent de concilier ses différentes vocations et les différents usages qui s'y exercent (activités balnéaires, pêche, énergies renouvelables, conchyliculture, plaisance, ouvrages de protection, etc.). En fixant les orientations de gestion de cet espace naturel, la circulaire du 20 janvier 2012 relative à la gestion durable et intégrée du DPM⁽²¹⁾ a rappelé la nécessité de prendre en compte les enjeux environnementaux et paysagers au moment de l'instruction des demandes d'autorisation d'occupation ou d'utilisation du DPM. La loi pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages du 9 août 2016⁽²²⁾ a confirmé cette nécessité. Les éventuelles perturbations des écosystèmes, en particulier ceux faisant l'objet d'une protection réglementaire ou de plans nationaux d'action, doivent alors être considérées. Le code général de la propriété des personnes publiques prévoit que « les dépendances du DPM situées hors des limites administratives des ports peuvent faire l'objet de concessions d'utilisation en vue de leur affectation à l'usage du public, à un service public, ou à une opération d'intérêt général⁽²³⁾ ».

Ainsi, pour ce qui concerne l'implantation d'éoliennes : Toute occupation du domaine public maritime à ce titre doit comporter un état initial des lieux, des modalités de suivi du projet, et de son impact sur l'environnement et les ressources naturelles, et le cas échéant prévoir les opérations nécessaires à la réversibilité des modifications apportées au milieu naturel et au site ainsi qu'à la remise en état, la restauration ou la réhabilitation des lieux en fin d'utilisation. L'avis de la commission nautique locale ou de la grande commission nautique peut être requis, après avis préalable du préfet maritime (navigation, surveillance). Une enquête publique est obligatoire ;

En conséquence, l'implantation en mer doit satisfaire simultanément aux obligations imposées par le code de l'environnement, le code de l'urbanisme et les procédures spécifiques d'autorisation liées à l'exploitation électrique. Ces différents textes imposent chacun une étude d'impact et enquête publique⁽²⁴⁾.

La zone économique exclusive (ZEE⁽²⁵⁾)

La zone économique exclusive s'étend au-delà de la mer territoriale jusqu'à deux cents milles marins des côtes au maximum (soit 370 km) et n'appartient pas à l'État français. Elle ne fait donc pas partie de son domaine public. C'est un espace maritime qui est régi par la convention internationale de Montego Bay, dont les règles ont été reprises dans le droit français. En ZEE, la France n'exerce pas de souveraineté mais dispose de droits d'exclusivité en ce qui concerne l'exploration et l'exploitation des ressources naturelles, dont la ressource en vent.

D'une façon générale, sous réserve des dispositions particulières applicables aux câbles électriques, toute activité exercée en ZEE en vue de l'exploration ou de l'exploitation des ressources naturelles ou de l'utilisation des milieux marins est subordonnée à la délivrance par le préfet maritime d'une autorisation unique. Cette autorisation unique tient lieu des autorisations, déclarations, approbations et dérogations nécessaires pour la construction, l'exploitation et l'utilisation d'îles artificielles, d'installations, d'ouvrages et de leurs installations connexes.

(21) Circulaire du 20 janvier 2012 relative à la gestion durable et intégrée du domaine public maritime naturel : <https://www.legifrance.gouv.fr/download/pdf/circ?id=35125>

(22) Loi n° 2016-1087 du 8 août 2016 pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages : <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000033016237/>

(23) Article R.2124-1 du code de la propriété des personnes publiques : https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000031853388

(24) Articles L. 553-2 relatif aux éoliennes, L. 414-4 pour les zones Natura 2000, et L. 214-1 à L. 214-6 au titre de la loi sur l'eau du code de l'environnement.

(25) Ordonnance n° 2016-1687 du 8 décembre 2016 relative aux espaces maritimes relevant de la souveraineté ou de la juridiction de la République française : <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000033553233>

LES AUTORISATIONS SUR LE DPM ET EN ZEE

Les autorisations d'occupation

Des autorisations d'occupation sont nécessaires à la réalisation du parc éolien et à son raccordement. Elles sont de deux ordres en fonction de la localisation de l'activité :

- pour occuper le domaine public maritime, RTE doit obtenir une concession d'utilisation du DPM en dehors des ports, délivrée par le préfet de département après avis conforme du préfet maritime. Toute occupation du domaine public est en effet conditionnée à l'obtention d'une autorisation dans les conditions fixées par le code général de la propriété des personnes publiques ;

- en ZEE, le parc éolien en mer et le poste électrique en mer doivent obtenir une autorisation unique qui tient lieu des autorisations nécessaires au titre des autres législations⁽²⁶⁾. Pour les câbles inter-éoliennes, ils seront selon les cas autorisés dans le cadre de l'autorisation unique ou notifiés préalablement au préfet maritime⁽²⁷⁾. Pour les liaisons sous-marines, selon les cas, l'agrément ou la notification prévue à l'article 19 du décret n° 2013-611 du 10 juillet 2013 sera nécessaire.

Les autorisations environnementales

Les autorisations au regard des impacts environnementaux du projet :

- sur le DPM, RTE pour le raccordement doit obtenir une autorisation environnementale, conformément au code de l'environnement. RTE devra déposer un dossier pour solliciter cette autorisation environnementale. Ce dossier pourra concerner, le cas échéant, plusieurs autres autorisations, notamment les dérogations à l'interdiction d'atteinte aux espèces et habitats protégés ;

- en ZEE, c'est l'autorisation unique mentionnée ci-dessus et délivrée par le préfet maritime qui tient lieu d'autorisation environnementale.

La délivrance de ces autorisations est soumise à une étude d'impact et fait l'objet d'une participation du public.

PROCÉDURES SPÉCIFIQUES POUR LE RACCORDEMENT

RTE, en tant que gestionnaire du réseau public de transport d'électricité et conformément au code de l'énergie, peut demander à ce que les travaux nécessaires à l'établissement et à l'entretien des ouvrages de la concession du réseau public de transport d'électricité soient déclarés d'utilité publique. Cette déclaration relève du ministre en charge de l'énergie pour les niveaux de tension considérés.

La création ou l'extension d'un poste électrique à terre peut faire l'objet d'une déclaration d'utilité publique préfectorale en application des dispositions du code de l'expropriation pour cause d'utilité publique.

Le cas échéant, le raccordement aérien terrestre pourra faire l'objet de la procédure d'approbation du projet d'ouvrage prévue à l'article L. 323-26 du code de l'énergie.

La déclaration d'utilité publique (DUP) s'applique à l'ensemble de la liaison électrique, à terre et en mer.

(26) Ibidem.

(27) Décret n° 2013-611 du 10 juillet 2013 relatif à la réglementation applicable aux îles artificielles, aux installations, aux ouvrages et à leurs installations connexes sur le plateau continental et dans la zone économique et la zone de protection écologique ainsi qu'au tracé des câbles et pipelines sous-marins : <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000027692243>

AUTORISATIONS AU TITRE DES PRESCRIPTIONS EN MATIÈRE D'URBANISME

RTE devra solliciter un permis de construire pour la construction ou l'extension du poste électrique à terre en application du code de l'urbanisme.

Selon les caractéristiques précises du projet de parc éolien et de son raccordement, d'autres autorisations de détails pourront être sollicitées.

Le lauréat, ou ses fournisseurs, peuvent également avoir à demander des autorisations dans des ports par exemple, pour construire une base de maintenance.

LES CARACTÉRISTIQUES VARIABLES

La loi pour un État au service d'une société de confiance (ESSOC) de 2018 prévoit que les autorisations administratives relatives à un parc éolien en mer et son raccordement puissent présenter des caractéristiques variables, notamment en matière de puissance, de nombre et de gabarit des éoliennes, dans des limites maximales précisées par les autorisations. Le régime des caractéristiques variables est également applicable à l'autorisation unique en ZEE. Ces nouvelles dispositions permettent aux porteurs de projet et à RTE d'adapter leurs ouvrages aux évolutions technologiques disponibles lors du lancement de la phase de construction, sans avoir à modifier leurs autorisations ou à en solliciter de nouvelles. Les projets bénéficient ainsi des évolutions technologiques les plus récentes, tandis que les autorisations sont délivrées en prenant en compte ces perspectives d'évolutions technologiques, et donc en prévoyant les mesures ERC (éviter, réduire, compenser) associées. À titre illustratif, et sans préjuger des futurs projets ou autorisations, pour un parc de 1000 MW d'éolien posé, les autorisations pourraient par exemple prévoir qu'il sera composé au maximum de 76 éoliennes, d'une puissance unitaire maximale de 13 MW et au minimum de 56 éoliennes de 18 MW. Dans cet exemple, le porteur de projet pourrait choisir d'installer moins d'éoliennes si leur puissance individuelle augmentait d'ici la réalisation du projet, tout en restant dans la fourchette indiquée.

ANNEXE 10 - LES IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX GÉNÉRIQUES D'UN PARC ÉOLIEN EN MER ET DE SON RACCORDEMENT

Cette annexe a pour but de présenter les impacts temporaires et permanents des différents ouvrages construits pour les parcs éoliens en mer et leur raccordement au réseau public d'électricité, à savoir :

- les fondations des éoliennes ;
- les éoliennes ;
- les postes électriques en mer et les liaisons sous-marines entre ces postes et les points d'atterrage au niveau du littoral ;
- les liaisons souterraines terrestres entre le point d'atterrage et le poste électrique de raccordement ;
- la station de conversion et l'éventuel poste électrique terrestre de raccordement.

À ce stade du projet, les caractéristiques précises du parc éolien en mer et de son raccordement (localisation, taille...) ne sont pas encore connues et il n'est donc pas possible d'évaluer son impact. Cette évaluation des impacts sera réalisée par les porteurs de projet (le développeur éolien et RTE) dans une étude d'impact, après le débat public. À ce stade du projet, l'État et RTE s'attachent toutefois à présenter les impacts potentiels d'un parc éolien en mer et de ses ouvrages de raccordement sur l'environnement à partir des retours d'expérience d'autres projets. On distinguera pour chaque ouvrage :

- les impacts liés aux travaux d'installation ou aux travaux de maintenance ;
- les impacts liés à l'exploitation des ouvrages.

L'annexe 10 présente un certain nombre de mesures permettant d'éviter, réduire ou compenser les impacts sur l'environnement présentés ici.

1 LES FONDATIONS

Les impacts potentiels liés aux travaux d'installation ou aux travaux de maintenance

Les fondations permettent de maintenir en position les éoliennes et de résister à la force du vent, de la houle et des courants marins. La mise en place des fondations génère des impacts de différentes natures et plus ou moins durables en fonction du type de structure retenu pour le projet. La fondation monopieu (pieu en acier de grand diamètre), ainsi que la fondation jacket (structure en treillis métallique reposant sur quatre pieux de faible diamètre), nécessitent toutes les deux d'avoir recours aux techniques de battage, de vibrofonçage ou de forage afin d'être enfoncées à plusieurs dizaines de mètres dans le sous-sol marin. La fondation gravitaire correspond quant à elle à une structure de béton de plusieurs dizaines de mètres de diamètre, acheminée en flottant jusqu'au site puis remplie de ballast, ce qui permet de la couler pour la déposer sur le fond marin. La fondation peut éventuellement être recouverte de roches afin de limiter les phénomènes d'érosion du sol provoqués par le courant (phénomène d'affouillement).



Installation d'une éolienne en mer par un navire jack-up pour le parc éolien de Dudgeon (Source : Siemens Gamesa Renewable Energy)

Ces travaux ont des effets permanents et temporaires sur les écosystèmes :

- la préparation du sol et la mise en place des fondations détruit par écrasement les habitats et les espèces de mollusques, de crustacés et de poissons des fonds marins peu mobiles situés à l'endroit des travaux. Cet effet est permanent là où les structures viennent s'insérer définitivement dans le sol, et temporaire aux endroits où reposaient les jambes des navires d'installation auto-élévateurs ;
- les monopieux et les pieux de jacket ont une emprise au sol de quelques dizaines de mètres carrés. Cette emprise est bien moins importante que celle des fondations gravitaires, de l'ordre de quelques milliers de mètres carrés chacune, ce qui limite la perte d'habitat ;
- l'installation des fondations provoque aussi un remaniement des fonds marins avec une remise en suspension des matières fines. La redéposition des sédiments et le changement de turbidité (c'est-à-dire l'augmentation de la teneur en particules qui troublent l'eau) dépendent de la composition des sols et des conditions hydrodynamiques (courants, houle...) de la zone. S'ils vont concerner l'ensemble de la faune marine de manière temporaire, ils n'impactent réellement que les espèces du fond marin fixées au sol ou peu mobiles, qui ne sont pas capables d'éviter la zone. En cas de présence de polluants dans la couche de sédiments, la remise en suspension provoquée par les travaux va contaminer le milieu et ainsi entraîner une baisse de la qualité de l'eau ;
- selon la dureté du sol, les pieux sont enfoncés dans le fond marin par battage (le pieu est battu par un marteau hydraulique) ou forage (le pieu est installé

après avoir préalablement creusé le sol). Les travaux de battage génèrent un bruit sous-marin impulsif (ponctuel) important. Le bruit généré par un forage est quant à lui plus continu. En fonction de la distance à laquelle se trouvent les mammifères marins, le bruit peut entraîner chez les individus proches des travaux des blessures temporaires, voire une perte d'audition permanente. Le bruit du chantier peut également provoquer des perturbations du comportement en brouillant l'ouïe hautement développée dont disposent les mammifères marins pour communiquer, naviguer, s'orienter, éviter les prédateurs et se nourrir. Le bruit généré par le battage et le forage affecte aussi les poissons dotés d'une vessie natatoire (organe de flottabilité) à proximité de l'oreille interne et qui sont donc sensibles au bruit, ainsi que les larves, les mollusques et les crustacés situés aux abords de la source de bruit. Les dommages peuvent être temporaires (blessure mineure) ou permanents (blessure importante, mortalité). Ils sont toutefois limités à la zone proche de la source d'émission. Pour les mammifères marins, des scientifiques ont ainsi évalué que la distance létale du battage de pieu était comprise entre 4 et 65 mètres⁽²⁸⁾. L'installation des fondations gravitaires est quant à elle relativement silencieuse, leur mise en place ne nécessitant pas de battage ni de forage ;

- le trafic des navires tout au long des travaux et lors des activités de maintenance induit un bruit relativement faible et continu. La faune aura donc tendance à fuir la zone de chantier, ce qui provoquera une perte temporaire d'habitat (son « lieu de vie ») jusqu'à la fin des travaux. La faune revient en effet sur les lieux dans les jours qui suivent l'arrêt du battage⁽²⁹⁾.

Les impacts potentiels au cours de la phase d'exploitation

Les structures des fondations introduisent un nouveau substrat (support), qui va être progressivement colonisé par les espèces benthiques (du fond marin). Certains crustacés peuvent par exemple s'installer et se cacher entre les enrochements autour des fondations utilisées comme protection contre l'érosion du sol. La colonisation des structures contribue également à concentrer les poissons et les prédateurs. Ainsi, les

structures mises en place introduisent un nouveau substrat qui peut être progressivement colonisé par les espèces benthiques ayant besoin d'un support sur lequel se fixer. Ce développement de biomasse sur des structures artificielles immergées est appelé « effet récif ». Cette colonisation contribue à l'enrichissement de la biomasse, c'est-à-dire la quantité d'organismes vivants. S'il n'est pas exploité, cet enrichissement de la

(28) Parvin, S.J., et al., 2007 cité par Chauvaud, S., et al. 2018. Impacts des sons anthropiques sur la faune marine. Versailles : Éditions Quæ. 109 p. Ces estimations peuvent varier selon divers facteurs liés à l'intensité du battage et au milieu physique (par exemple la taille du pieu ou la profondeur).

(29) Brandt, M.J., et al., 2016 et Rumes, B., et al., 2017 cités par Rumes, B. et Debosschere, J., in *Memoirs on the marine environment*. 2018, p. 123 : https://odnature.naturalsciences.be/downloads/mumm/windfarms/winmon_report_2018_final.pdf

faune marine dû au parc est appelé « effet réserve ». Les fondations colonisées constituent des dispositifs concentrateurs de poissons (DCP). De nouveaux prédateurs (poissons, oiseaux, mammifères marins) peuvent ainsi être attirés et le parc devient alors pour eux une nouvelle zone d'alimentation privilégiée, ce qui constitue un impact positif. Cependant, pour l'avifaune,

les impacts dus à la collision peuvent augmenter en fonction du comportement des espèces attirées. Les structures immergées peuvent également être colonisées par certaines espèces invasives, c'est-à-dire une espèce indigène qui perturberait les espèces déjà sur place.

RETOUR D'EXPÉRIENCE SUR L'EFFET RÉSERVE DES PARCS ÉOLIENS EN MER⁽³⁰⁾ :

Certains retours d'expérience de parcs éoliens en mer exploités à l'étranger témoignent de l'observation d'un effet réserve pour les poissons avec une diversité accrue de poissons au sein de la zone du parc. Cet effet a notamment été observé dans le parc Horns Rev 1 qui a été mis en service en 2002 à 15 km des côtes ouest du Danemark, où de nouvelles espèces de poissons ont été enregistrées dans le récif artificiel ainsi créé. Les chercheurs n'ont en revanche pas observé de disparitions de certaines populations de poissons. La diversité des espèces de poissons a donc augmenté avec l'implantation du parc. D'autres études menées en Belgique et aux Pays-Bas prouvent également l'existence d'un effet réserve. Cependant, d'autres retours d'expériences sont plus prudents sur l'effet réserve permis par le parc éolien en mer. Un programme de contrôle et d'évaluation des impacts sur l'environnement (dont les communautés halieutiques) de la construction de la première ferme éolienne néerlandaise, construite entre 10 et 18 km des côtes en 2006, a été mené par l'IMARES (l'équivalent néerlandais de l'Ifremer). L'étude a réalisé des analyses avant la construction, puis après la construction. Il en ressort qu'à l'échelle de la zone côtière néerlandaise, il ne peut pas être observé d'effet significatif en termes d'abondance. Il a été observé une légère augmentation de l'anchois supposée être un résultat de la diminution de la pression de prédation liée à la protection apportée par la ferme éolienne ; à l'échelle du parc, de nettes différences ont pu être observées entre le nouveau substrat dur (artificiel) et le fond sableux : de grands groupes de poissons ont été observés près des monopieux et des protections antiaffouillement (cabillaud, tacaud, chaboisseau commun, chabot de mer et dragonnet lyre), mais une moindre abondance en poissons plats (sole, limande, plie, et merlan).

Par ailleurs, les anodes galvaniques, dites anodes sacrificielles sur les éoliennes permettent de limiter la corrosion des structures en diffusant une très faible quantité de métaux (aluminium et zinc notamment) dans l'eau. On retrouve ce type de protection contre la corrosion sur toutes les structures en métal immergées, notamment sur les bateaux et les éoliennes en mer. Pour des fondations monopieux, chaque structure est équipée d'environ 9 tonnes d'anodes⁽³¹⁾.

Les concentrations de métaux diffusés par les anodes des éoliennes sont toutefois négligeables par rapport aux concentrations mesurées naturellement dans le milieu. Le projet ANODE de l'institut France Énergies Marines (FEM) s'est attaché à modéliser la diffusion de métaux dans le milieu et sera approfondi par des travaux sur l'écotoxicité de l'aluminium.

A ce jour, ce type de protection par anodes galvaniques a été abandonné pour les parcs éoliens en mer au large du Calvados au profit d'un système de protection par courant imposé.

(30) https://backend.orbit.dtu.dk/ws/portalfiles/portal/7615058/246_2011_effect_of_the_horns_rev_1_offshore_wind_farm_on_fish_communities.pdf

https://odnature.naturalsciences.be/downloads/mumm/windfarms/winmon_report_2018_final.pdf

https://www.informatiehuismarien.nl/publish/pages/109383/owez_r_264_t1_20121215_final_report_fish_4222.pdf

(31) les estimations sont maximisées car la masse d'anodes nécessaires varie selon le type de fondation et le milieu physique.

2 LES ÉOLIENNES DES PARCS

Les impacts potentiels au cours de la phase d'installation et des travaux de maintenance

En phase de construction et lors d'opérations de maintenance, le recours à des engins et des navires pour les travaux et la maintenance peut avoir différents impacts sur l'environnement :

- risque de pollution et donc baisse de la qualité de l'eau ;
- bruits sous-marins, aériens et activités anthropiques qui peuvent déranger les espèces, qui auront tendance à éviter la zone lors des périodes de travaux et de maintenance ;
- risque de collision avec les bateaux, notamment pour les mammifères marins ;
- photo-attraction des oiseaux et des chauves-souris par les lumières des bateaux ;
- risque d'introduction d'espèces invasives.

Les impacts potentiels au cours de la phase d'exploitation

Les impacts permanents sont divers :

- en phase d'exploitation, un parc éolien en mer représente principalement un risque pour l'avifaune (les oiseaux). En effet, une importante proportion des oiseaux vole à moins de 200 mètres d'altitude, zone aussi occupée en partie par les pales, le rotor et le mât d'une éolienne, et conduit à un risque de collision. La collision peut ainsi engendrer une surmortalité dans une population. Le risque de collision dépend des conditions météorologiques et varie d'une espèce à une autre, car il est étroitement lié au comportement de l'oiseau en matière d'évitement, de sa hauteur de vol et de l'usage qu'il fait de la zone du parc. Des stratégies d'évitement à différentes échelles ont été observées : on parle de macro-évitement lorsque les oiseaux évitent la zone du parc, de méso-évitement lorsqu'ils adoptent un comportement de vol au sein du parc adapté à la présence d'éoliennes (vol dans les espaces les plus larges entre les éoliennes, à une certaine distance avec les pales) et de micro-évitement pour les actions en vol de dernière minute pour éviter de percuter l'éolienne. Cependant, plusieurs facteurs des parcs éoliens en mer ont été identifiés comme attractifs pour l'avifaune, comme l'augmentation du stock de proies, la présence de potentiels perchoirs ou encore la photo-attraction (attraction par la lumière). Ces facteurs sont susceptibles d'augmenter le risque de collision ;
- le parc peut également agir comme un obstacle, poussant les oiseaux à l'éviter en rallongeant leurs vols : on parle d'effet barrière. Cet évitement entraîne une consommation énergétique additionnelle pour les oiseaux, influençant par conséquent la survie et la croissance des populations. Des modèles ont été conçus pour estimer l'impact lié à cet effet. Le parc peut également prendre la place d'une zone fonctionnelle (alimentation notamment) pour une population et engendre ainsi une perte d'habitat. Comme le risque de collision, l'effet barrière et la perte d'habitat varient selon les espèces d'oiseaux. Ces impacts dépendent aussi beaucoup de la disposition des parcs, de leur taille et de leur proximité avec les populations d'oiseaux. L'impact est particulièrement important pour les colonies installées à proximité d'un parc en période de reproduction. En effet, les adultes passent du temps à aller chercher de la nourriture pour leurs petits, et si les parcs se trouvent entre la colonie et la zone d'alimentation, l'évitement devient plus fréquent et consommateur d'énergie ;

EXEMPLE DE RETOUR D'EXPÉRIENCE :

analyse du comportement de plusieurs espèces d'oiseaux au large de l'Angleterre et de la Belgique⁽³²⁾

En 2019, des chercheurs ont publié leurs travaux portant sur près de dix ans de suivi des oiseaux marins autour du parc éolien en mer Thornton Bank en Belgique. La distribution des oiseaux marins a été observée pendant 3 ans avant la construction du parc puis comparée à la distribution observée pendant 6 ans après la mise en service du parc. Cette étude a permis d'obtenir des données cohérentes indiquant un comportement d'évitement du parc pour les fous de Bassans et les oiseaux appartenant à la famille des alcidés (petit pingouin, guillemot de troïl, etc.). Les

(32) 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, 134 p. Skov, H., S. Heinänen, T. Norman, R. Wad, S. Méndez-Roldán & I. Ellis 2018: ORJIP Bird Collision and Avoidance Study. Final Report – April 2018. The Carbon Trust, UK

chercheurs ont en revanche observé un effet d'attraction du parc pour les grands cormorans et les goélands marins. Ces effets correspondent à ceux observés pour le parc de Belwind, situé à proximité de Thorton Bank, ainsi que dans d'autres études européennes.

Toutefois, l'impact des déplacements induits par la présence du parc sur la survie ou la reproduction des oiseaux reste à ce jour peu connu.

Cette étude complète les conclusions de 2018 du programme ORJIP (Offshore Renewables Joint Industry Programme) qui a permis d'analyser les comportements d'évitement et le risque de collision des oiseaux aux alentours du parc éolien en mer de Thanet, situé à 11 km au large des côtes du Kent (Angleterre), mis en service en 2010. Les chercheurs ont procédé à des observations de 5 espèces d'oiseaux (3 espèces de goéland, mouette tridactyle et fou de Bassan) pendant 20 mois. À ce jour, il s'agit de l'étude qui recense le plus de données d'observations sur le comportement des oiseaux près d'un parc éolien en mer opérationnel. L'étude a révélé que les oiseaux mettent en œuvre différentes stratégies : évitement du parc dans son ensemble, évitement à l'échelle d'une éolienne ou bien évitement à la dernière minute, à l'approche directe des pales ou du moteur. Au regard de leurs observations, les chercheurs ont pu conclure qu'en majorité les oiseaux des cinq espèces observées parviennent à éviter la collision.

Ces études sont dépendantes du site et ont été réalisées en Manche et mer du Nord. Le suivi de l'avifaune permet de caractériser le comportement et la sensibilité des oiseaux pour un parc.

- des chauves-souris ayant déjà été observées en mer, on suppose qu'elles peuvent être concernées par le risque de collision, l'effet barrière et le risque de barotraumatisme⁽³³⁾. Toutefois, le manque de connaissances sur la présence des chauves-souris au large ne permet pas de conclure quant à cet impact ;

EXEMPLE DE RETOUR D'EXPÉRIENCE :

analyse du comportement de la pipistrelle de nathusius vis-à-vis des parcs éoliens en mer au large de la Belgique⁽³⁴⁾

Les connaissances sur les chiroptères en présence de parcs éoliens en mer sont encore faibles. Les chercheurs belges ont étudié les hauteurs de vol des chiroptères dans un parc éolien en mer et leur risque de collision. Pour cela, ils ont installé huit détecteurs acoustiques à des hauteurs différentes sur des turbines dans le parc de Thornton Bank (4 détecteurs à 94 mètres, 4 à 17 mètres) et ont relevé les passages de chauves-souris sur une période de 19 nuits, de fin août 2017 à fin novembre 2017. Étant donné que les enregistrements sont plus nombreux à faible altitude qu'à haute altitude, ils en concluent que les chiroptères ont une faible hauteur de vol. Néanmoins, ce résultat reste à confirmer au travers d'études supplémentaires, notamment pour connaître le lien entre cette hauteur de vol et le risque de collision (notamment la capacité d'évitement). Ces résultats ont par ailleurs confirmé que la majorité de l'activité migratoire des pipistrelles a lieu entre mi-août et fin septembre.

(33) Le changement brutal de la pression de l'air induit par le mouvement des pales provoquant des lésions internes, cet effet a été observé sur les parcs éoliens terrestres.

(34) https://odnature.naturalsciences.be/downloads/mumm/windfarms/winmon_report_2018_final.pdf

- Le bruit sous-marin d'un parc éolien en fonctionnement est considéré comme similaire aux bruits d'origine anthropique habituels (trafic maritime notamment). En phase d'exploitation, il est considéré comme bien moins impactant sur les espèces qu'en phase travaux même s'il demeure mal connu.

EXEMPLE DE RETOUR D'EXPÉRIENCE :

10 ans de suivi environnemental des parcs éoliens en mer au large de la Belgique⁽³⁵⁾

Le parc éolien en mer de Thornton Bank, à 28 km des côtes belges, a été mis en service en 2009. Depuis, un suivi environnemental est réalisé dans la durée, pour ce parc et pour les autres parcs éoliens en mer mis en service dans les années qui ont suivi. Le rapport publié en 2018 par l'Institut royal belge des sciences naturelles (équivalent en France du Museum national d'histoire naturelle) présente un aperçu des découvertes scientifiques issues de ce suivi réalisé pendant dix ans. Ce rapport indique notamment qu'un effet récif a pu être observé, que les hauteurs de vol enregistrées pour les chiroptères sont inférieures au niveau des pales, et que globalement les oiseaux modifient leur trajectoire de vol pour éviter les pales. Le rapport indique également que le bruit lié à la construction des fondations a un impact sur les populations de tortues marines, mais que ces impacts peuvent être limités si suffisamment de mesures appropriées de réduction du bruit sont prises (comme des mesures d'effarouchement qui éloignent les espèces, des rideaux de bulles qui atténuent le bruit sous-marin, ou la prise en compte de la saisonnalité de la fréquentation de la zone par les tortues dans le calendrier de construction des installations).

3 LE POSTE EN MER ET LES LIAISONS SOUS-MARINES

Le développement de liaisons électriques sous-marines (LSM) et de postes électriques en mer est susceptible de générer plusieurs types d'impacts sur les organismes et le milieu marin. L'évaluation de ces impacts s'appuie notamment sur les conclusions d'une synthèse de connaissances publiée par l'Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer (Ifremer) et financée par RTE⁽³⁶⁾. RTE a également missionné le bureau d'études spécialiste du milieu marin Créocéan pour réaliser une synthèse des connaissances sur les impacts des postes électriques en mer.

Les impacts potentiels au cours de la phase d'installation

Comme l'installation des éoliennes, l'installation des câbles et du poste en mer génèrent des impacts tels que : l'émission de bruit sous-marin, la modification du substrat (fond marin), l'augmentation de la turbidité (teneur de l'eau en matière en suspension) et le relargage éventuel de contaminants. Ces impacts ont fait l'objet de nombreuses études et sont maintenant assez bien connus. Ils sont globalement négligeables à faibles pour les câbles.

Les impacts potentiels sont limités dans le temps et dans l'espace et font l'objet de mesures d'évitement et de réduction.

RTE porte une attention particulière aux impacts potentiels sur les espèces et habitats benthiques vulnérables (herbiers marins, bancs de maërl, récifs

d'hermelles...) liés à la modification du substrat (fond marin). Ils sont évités dans la majorité des cas grâce à la prise en compte des aires marines protégées dans le tracé du câble, au travail bibliographique, et aux campagnes benthiques alliant prélèvement et imagerie. Un balisage des zones sensibles sera mis en place en phase travaux.

Concernant l'atterrissage des câbles, un forage dirigé peut être réalisé dans la mesure du possible en alternative au creusement d'une tranchée afin d'éviter des habitats sensibles. Lorsqu'un habitat vulnérable est identifié sur le tracé des câbles sans possibilité de contournement, des mesures de réduction d'impact peuvent être mises en œuvre : certains types de charrues ou techniques d'ensouillage ou de pose permettent de réduire la

(35) https://odnature.naturalsciences.be/downloads/mumm/windfarms/winmon_report_2018_final.pdf

(36) Carlier, A., Vogel, C., Alemany, J. 2019. Synthèse des connaissances sur les impacts des câbles électriques sous-marins : phases de travaux et d'exploitation. 101 p : <https://archimer.ifremer.fr/doc/00508/61975>

perturbation du fond et de favoriser la recolonisation. La période de travaux peut également être adaptée, dans la mesure du possible, afin de prendre en compte le cycle de vie des espèces vivant sur le fond.

Le bruit généré par les travaux d'installation de câbles ou de plateformes est limité dans le temps et son impact est variable en fonction du bruit ambiant, de la nature des travaux et du substrat. L'impact est jugé faible pour les poissons. En effet, pour les espèces mobiles, il est probable qu'un simple comportement de fuite soit adopté et que les conséquences soient donc minimales.

Afin d'éviter et de réduire les impacts potentiels sur les mammifères marins, une surveillance peut être mise en place pour le chantier, ainsi que des mesures d'effarouchement ou des techniques de soft start (augmentation graduelle du bruit) permettant aux animaux de fuir la zone des travaux. La période de travaux peut également être adaptée, dans la mesure du possible, afin de prendre en compte le cycle de vie des espèces sensibles.

Les impacts potentiels au cours de la phase d'exploitation

Les impacts permanents potentiels sont liés au changement d'habitats et à l'effet récif, à la remise en suspension de sédiments et à la turbidité, au relargage de métaux, aux champs électriques et magnétiques et à la température.

Les câbles non enfouis (posés sur le fond et protégés par des enrochements ou des matelas en béton) et la structure de la plate-forme du poste en mer peuvent engendrer un changement local des communautés benthiques, dans le sens d'une augmentation de la diversité biologique : il s'agit de l'effet récif. Les suivis réalisés sur des câbles existants, dans le cadre du projet de recherche SPECIES coordonné par l'institut France Énergies Marines et piloté scientifiquement par l'Ifremer, ont montré qu'une augmentation locale de la biodiversité benthique était attendue pour les organismes fixés sur les protections externes des câbles. Les matelas en béton se sont révélés être un habitat propice pour les crustacés (homard, tourteau) et les poissons (congre, vieille, tacaud).

L'effet d'affouillement généré par les fondations du poste en mer peut générer une augmentation de la turbidité et la remise en suspension de sédiments. Ces effets sont

L'impact potentiel de la turbidité est ponctuel et localisé. Si la turbidité naturelle du site est déjà importante (estuaires, zones soumises à de forts courants, aux tempêtes...), les espèces présentes y sont adaptées. Si cela s'avère pertinent, un suivi de la turbidité et un protocole travaux adapté peuvent être mis en place en phase de travaux.

Les impacts potentiels liés au relargage de déchets ou de contaminants sont maîtrisables. Pendant la phase de travaux, ils peuvent être liés à des pollutions accidentelles par les navires ou à la remobilisation de polluants présents dans les sédiments. Des analyses physico-chimiques de la qualité de l'eau et des sédiments sont réalisées en phase de conception du projet et préalablement aux travaux, afin d'éviter le remaniement de sédiments pollués. Lorsqu'une protection des câbles par recouvrement externe est nécessaire, des matériaux inertes sont utilisés (enrochement ou matelas en béton). La gestion des déchets et des pollutions fait l'objet de prescriptions particulières auprès des entreprises prestataires de RTE.

très localisés et faibles à l'échelle du poste, ils peuvent néanmoins s'étendre dans le temps, jusqu'à ce que l'affouillement autour de la structure se stabilise. Si des structures anti-affouillement sont installées, elles sont constituées de matériaux inertes sans incidence sur la qualité de l'eau.

Comme les fondations des éoliennes, les fondations du poste en mer nécessitent l'installation de protections anticorrosion générant la diffusion de métaux dans le milieu marin (notamment aluminium et zinc). Ces métaux sont cependant naturellement présents en concentration importante dans le milieu marin.

Les ouvrages de transport d'électricité à courant continu installés au milieu marin n'émettent pas de champ électrique. Ils émettent un champ magnétique statique décroissant très rapidement. De ce fait, seules les communautés situées au voisinage immédiat du câble seraient susceptibles d'être exposées au champ magnétique. Au vu des connaissances scientifiques sur les espèces concernées, et au vu des retours d'expériences menés au-dessus d'ouvrages déjà installés, les impacts potentiels de l'électromagnétisme sur la faune marine sont jugés mineurs par la communauté scientifique.

Afin d'approfondir encore sa connaissance des effets potentiels des câbles électriques sur la biodiversité marine, RTE a engagé des partenariats avec des instituts de recherche.

Le projet SPECIES⁽³⁷⁾, coordonné par France Energies Marines documente les effets potentiels associés aux câbles électriques sous-marins des projets EMR, une préoccupation récurrente dans les processus consultatifs.

Aussi, aucun impact négatif drastique des câbles électriques sous-marins n'a été mis en évidence sur les écosystèmes benthiques. Néanmoins, l'impact du champ électromagnétique, a priori faible pour le benthos en condition expérimentale, reste à être évalué in situ sur les secteurs les plus exposés (réseaux denses de câbles) avant de pouvoir être écarté des débats sur les préoccupations environnementales associées aux projets EMR.

Pour les câbles électriques ensouillés, c'est-à-dire enfouis dans le sol, le passage du courant électrique dans le câble induit localement une élévation de la température du sédiment au voisinage des câbles. L'impact potentiel du changement de température est très localisé et jugé globalement négligeable, mais des incertitudes

scientifiques demeurent, c'est pourquoi des mesures de températures sont prévues par RTE au niveau des câbles en fonctionnement. Comme il s'agit de pertes d'énergie, la conception cherche à les minimiser par un dimensionnement optimal des câbles, notamment en fonction de la conductivité thermique du substrat.

4 LES LIAISONS SOUTERRAINES TERRESTRES

L'insertion environnementale et paysagère de ses infrastructures est, pour RTE, une préoccupation majeure intégrée au cœur de son activité. La construction et l'exploitation de ses ouvrages s'effectuent dans le respect des habitats, des espèces animales et végétales, des activités humaines, touristiques et agricoles, et du cadre de vie des riverains. RTE recherche le maintien de la diversité biologique et l'amélioration de l'insertion du réseau dans le paysage, en relation avec les acteurs concernés.

Les impacts potentiels au cours des travaux

Les impacts temporaires : la phase de construction peut être à l'origine de diverses perturbations pour la faune et la flore. Il s'agit notamment :

- du bruit et des activités du chantier pouvant effrayer la faune ;
- de dégradation, voire destruction de certains milieux par piétinements ou tassements.

RTE recherche toujours dans la mesure du possible à éviter les zones les plus sensibles du point de vue du milieu naturel. Ainsi, avant les travaux, la sensibilité des milieux est évaluée pour pouvoir mettre en œuvre au besoin les mesures de préservation ou les modes opératoires adaptés.

RTE, en relation avec les interlocuteurs concernés, prend soin de programmer ses travaux au moment le plus adapté de l'année, afin de respecter au maximum les périodes d'activité et de repos de la végétation et de la faune. Ces

effets seront recensés, analysés et traités dans le cadre de l'évaluation environnementale.

RTE prend également en compte les activités agricoles qui pourraient être impactées, en travaillant en coopération avec les chambres d'agriculture et le syndicat agricole majoritaire FNSEA.

Enfin, lorsque les travaux nécessitent l'occupation temporaire de la voirie, RTE participe à la mise en place de mesures de régulation du trafic routier à proximité du chantier.

Les impacts sont limités et la pose des liaisons souterraines est sans effet notable vis-à-vis des monuments historiques ou sites. En revanche, le risque de découverte archéologique est possible. Le Service régional de l'archéologie est rencontré en amont du projet et peut prescrire une fouille archéologique préventive avant le lancement du chantier.

(37) Restitution des résultats du projet SPECIES | France Energies Marines (france-energies-marines.org)

Les impacts potentiels au cours de la phase d'exploitation

Concernant les impacts permanents lors de la phase d'exploitation, ils sont liés à la présence de l'ouvrage qui implique une incompatibilité avec toute plantation à racines profondes (arbres) sur une largeur de 5 m au droit de la canalisation. Les autres activités agricoles sont compatibles avec la présence de l'ouvrage.

Les liaisons souterraines ne génèrent généralement pas d'impact paysager une fois les travaux terminés. Néanmoins en zone boisée, leur réalisation et leur fonctionnement impliquent que soit créée une tranchée de déboisement régulièrement entretenue d'environ 5 m de large.

Les câbles souterrains ou sous-marins haute tension à courant continu ne génèrent pas de champ électrique, du fait de l'écran de ce câble.

Toutes les liaisons exploitées par RTE sont basées sur une technologie de câbles bipolaires, c'est à dire constituée d'une paire de câbles parallèles, dans lesquels circulent des courants opposés mais d'intensité égale. La liaison souterraine haute tension à courant continu prévue dans le cadre du présent projet est de ce type.

Ce type de liaison bipolaire génère un champ magnétique statique plus faible que celui d'un seul conducteur, du fait qu'il y a une compensation entre les champs générés par chacun des deux câbles : chaque câble génère un champ magnétique statique, mais du fait qu'ils sont parallèles et qu'il y circule des courants opposés, les deux champs magnétiques ont tendance à s'annuler mutuellement.

Du fait de l'exposition permanente naturelle aux champs électriques et magnétiques terrestres, peu d'études se sont intéressées à la question de l'effet sanitaire des champs statiques. En tout état de cause, il n'y en a aucune

portant sur les effets des faibles champs magnétiques statiques, c'est à dire de l'ordre de quelques dizaines à centaines de microTesla. Les quelques résultats reportés dans la littérature scientifique ne portent que sur des expositions à des champs 100 fois plus élevés, ou plus, de l'ordre de 0,1 Tesla et plus (source IEEE). Les effets reportés dans cette littérature scientifique évoquent des nausées, vertiges, maux de tête observés sur volontaires humains pour des expositions supérieures à 1 Tesla. Quelques ordres de grandeurs :

Nature	Valeur
Champ magnétique terrestre en France	50 microTesla
Aimant pour réfrigérateur	10 milliTesla
IRM (imagerie par résonance magnétique)	1 T

En ce qui concerne le champ électrique statique, les résultats dont on dispose à ce jour laissent à penser que les seuls effets aigus de ces champs sont ceux associés au système pileux et à l'inconfort dû aux décharges d'électricité statique (source OMS). Néanmoins, comme indiqué précédemment, il n'y a pas de champ électrique statique au voisinage des câbles à courant continu.

Néanmoins, soucieux de garantir une transparence de l'information, RTE agit pour mettre à disposition des autorités et du public toutes les informations relatives aux champs électriques et magnétiques ; via le site www.clefdeschamps.info ou encore au travers d'une convention signée en 2008 avec l'Association des maires de France (AMF), par laquelle RTE s'engage à répondre à toute demande d'information sur les champs électromagnétiques émis par ses ouvrages.

5 LE POSTE ÉLECTRIQUE TERRESTRE DE RACCORDEMENT ET LA STATION DE CONVERSION

RTE recherche toujours, pour l'implantation de ses postes électriques et ses stations de conversion, un emplacement répondant autant que possible aux critères suivants :

- avoir des pentes de préférence faibles, de manière à éviter des terrassements importants ;
- présenter un intérêt écologique limité ;
- prendre en compte la vocation du site ;
- être situé dans un lieu favorable à son insertion paysagère, à l'écart des sites paysagers ou patrimoniaux emblématiques.

Selon le type d'ouvrage, l'emprise au sol est de 4 à 10 ha.

Les impacts potentiels au cours des travaux

Comme pour les liaisons souterraines, ces impacts sont principalement liés :

- au bruit et à l'activité du chantier pouvant effrayer la faune ;
- à la destruction de certains milieux, du fait de la construction du poste électrique.

L'évitement de ces impacts est avant tout recherché. RTE fait réaliser des expertises écologiques préalables de façon à s'implanter sur un terrain à faible enjeu écologique. Des mesures complémentaires peuvent également être mises si cela s'avère nécessaire : par exemple adaptation du planning des travaux hors période de nidification et de reproduction des oiseaux.

Les impacts potentiels au cours de la phase d'exploitation

L'insertion des postes/stations dans l'environnement (en prenant en compte le type d'activités, le relief du terrain, le milieu naturel, les zones d'habitation...) est systématiquement étudiée avec les acteurs du territoire.

En période d'exploitation, un poste ou une station ne produit aucun rejet, n'induit aucune pollution lumineuse, et ne génère aucun trafic routier car il n'accueille du personnel que lors de certains travaux de maintenance.

L'huile contenue dans les appareils de poste constitue le principal risque de pollution. Si, par construction, son confinement est garanti, certains fonctionnements en mode dégradé peuvent néanmoins conduire à une pollution accidentelle. C'est pourquoi RTE met en place des fosses de rétention étanches sous les transformateurs permettant de récupérer de grandes quantités d'huile en cas de fuite accidentelle afin d'éviter tout risque de pollution des eaux. En cas d'incident, l'huile est évacuée par une entreprise spécialisée vers un centre de traitement agréé.

Par ailleurs, un poste électrique peut être générateur de bruit provenant du ou des transformateurs et de leurs organes de réfrigération. RTE fait systématiquement réaliser une étude acoustique permettant de s'assurer

que le poste aura une faible émergence sonore et inférieure aux seuils réglementaires soit 5 dB(A) de jour et 3 dB(A) la nuit. Si cela s'avère nécessaire, des solutions techniques adaptées peuvent être mises en œuvre : création d'enceintes insonorisées, création de murs pare-son, installation de silencieux d'aspiration et de refoulement de l'air, utilisation de matériaux antivibratoires...

De l'hexafluorure de soufre (SF6) peut être utilisé au sein du poste électrique. Il s'agit d'un excellent isolant électrique utilisé dans les matériels de coupure électrique (disjoncteurs) pour en réduire l'encombrement. Confiné dans des compartiments étanches et indépendants, le SF6 se présente sous la forme d'un gaz incolore, inodore et cinq fois plus lourd que l'air. Ininflammable, non corrosif, explosible et insoluble dans l'eau, c'est un gaz particulièrement inerte. Il ne présente aucun effet toxique, mutagène ou cancérogène sur la santé. En revanche, le SF6 est un gaz à effet de serre. Sa présence dans certains appareils du réseau de transport d'électricité ne constitue pas un apport significatif au regard de l'effet de serre compte tenu de la faible quantité utilisée, de son emploi en système clos et de sa réutilisation.

ANNEXE 11 – EXEMPLES DE MESURES ERC MISES EN ŒUVRE POUR UN PROJET ÉOLIEN EN MER POSÉ ET SON RACCORDEMENT

Cette fiche présente quelques exemples représentatifs des mesures ERC d'un parc éolien posé et de son raccordement, à partir des autorisations déjà délivrées aux six premiers projets éoliens en mer français et de retours d'expérience étrangers.

1 DES MESURES D'ÉVITEMENT

- privilégier l'implantation des éoliennes et un tracé de raccordement hors des habitats représentant un fort enjeu et sensible au projet ;
- localiser les sites archéologiques présents à terre et en mer pour les éviter ;
- ne pas employer de peinture antifouling (peinture empêchant la fixation d'organismes vivants sur les structures immergées) sur les fondations des éoliennes ;
- ensouffler le câble de raccordement pour éviter les risques de croche lors des activités de pêche et préserver la plage au droit d'atterrissage ;
- lorsqu'une protection des câbles par recouvrement est nécessaire, des matériaux inertes (c'est-à-dire des matériaux ne subissant aucune modification chimique dangereuse) sont utilisés (enrochement ou matelas béton).

2 DES MESURES DE RÉDUCTION

- diminuer la durée et les effets du chantier en mer en réalisant à quai les étapes d'assemblages des sections d'éoliennes ;
- ajuster l'emprise du chantier et optimiser les temps d'intervention pour réduire les conflits d'usage ;
- mettre en place un suivi de la présence des mammifères marins en temps réel durant la construction pour adapter les travaux en conséquence ;
- éloigner les mammifères marins avant les travaux en les effarouchant à l'aide d'émetteurs acoustiques et en démarrant progressivement l'intensité des travaux (soft start) ;
- installer des dispositifs comme les rideaux de bulles autour des pieux battus dans le sol lors des travaux pour diminuer l'émission de bruit sous-marin ;
- minimiser l'éclairage pour éviter d'attirer les oiseaux (photo-attraction) et ainsi réduire le risque de collision ;
- diminuer le bruit généré par le poste électrique à terre avec des enceintes insonorisées, des murs pare-son, des silencieux d'aspiration et de refoulement de l'air ou encore des matériaux antivibratoires ;
- adapter la localisation, l'espacement et l'orientation des éoliennes lors de la conception pour réduire le risque de collision pour la faune volante (oiseaux et chauves-souris) et l'impact visuel ;
- créer une plantation d'arbres autour du poste électrique à terre pour réduire les impacts paysagers.

3 DES MESURES DE COMPENSATION

Du fait des spécificités du milieu marin, les mesures compensatoires sur le plan environnemental sont bien moins connues que dans le milieu terrestre, où leur définition (contenu, faisabilité, efficacité) est plus claire et partagée. À titre d'exemples, peuvent être mentionnées les actions contribuant à :

- restaurer ou réhabiliter des habitats ;
- participer à des campagnes de repeuplement d'espèce ou d'action de conservation ;
- réaliser des campagnes de neutralisation de prédateurs ;
- indemniser les acteurs du secteur de l'agriculture en cas de pertes des récoltes dues aux travaux pour le raccordement.

4 DES MESURES DE SUIVI

Les autorisations délivrées au développeur éolien et à RTE fixent un certain nombre de mesures de suivi permettant d'apprécier l'impact du parc et de son raccordement sur la biodiversité et l'efficacité des mesures ERC. À titre d'exemples, on peut citer :

- l'installation d'une cage à moules (animal filtreur) au centre du parc pour suivre la qualité physico-chimique de l'eau ;
- la réalisation de pêches scientifiques pour suivre l'état de l'ichtyofaune (poissons) ;
- le déploiement d'instruments acoustiques sur le parc pour suivre la présence de mammifères marins ;
- la réalisation de campagnes d'observation par bateau ou par survol aérien de l'avifaune (oiseaux) ;
- l'installation d'équipement de bagues ou balises GPS sur des individus d'espèces susceptibles d'être affectés par la présence du parc ;
- l'installation de dispositifs d'enregistrement des ultrasons pour caractériser la présence de chiroptères (chauves-souris).

Les mesures ERC sont suivies par des comités réunissant divers acteurs de la façade maritime. En 2019, le Comité interministériel de la mer (CIMer) a décidé d'organiser le suivi environnemental des parcs éoliens en mer en instaurant une commission de suivi des parcs par façade. Cette commission, présidée par les préfets coordonnateurs de façade, rassemble des représentants de l'État et de ses établissements publics, des élus des collectivités locales, des représentants socio-professionnels et des usagers de la mer et du littoral ainsi que des associations de protection de l'environnement. Cette commission est chargée de contrôler la mise en œuvre et l'efficacité des mesures d'évitement, de réduction et de compensation (ERC) des impacts du parc et son raccordement en mer sur l'environnement, de proposer des évolutions de ces mesures et de piloter le développement de la connaissance sur le milieu marin. Pour ces missions, la commission s'appuie sur un conseil scientifique rassemblant une vingtaine d'universitaires de la région, spécialistes du milieu marin. Ce conseil scientifique est chargé d'émettre des avis sur les protocoles scientifiques, les résultats des suivis environnementaux, les propositions d'évolution des mesures ERC et des recommandations pour développer la connaissance sur les impacts des projets sur le milieu.



**MINISTÈRE
DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*