

**Maître d'ouvrage :
Éoliennes Offshore du Calvados**



**PROJET DE PARC ÉOLIEN
AU LARGE DE
COURSEULLES-SUR-MER**



**DÉBAT PUBLIC
DOSSIER
DU MAÎTRE
D'OUVRAGE**

Mars - juillet 2013



MOT DU PRÉSIDENT

Chère Madame, Cher Monsieur,

La période de débat public qui s'ouvre est une nouvelle étape pour le projet de parc éolien en mer de Courseulles-sur-Mer. Ce débat public nous donne l'opportunité de présenter et faire connaître notre projet avec précision et d'échanger de manière approfondie et ouverte.

Acteurs de l'énergie en France et à l'étranger, les partenaires réunis pour ce projet sont des professionnels reconnus des énergies renouvelables. Ils conçoivent et exploitent des parcs éoliens de grande puissance en France et dans le monde entier depuis plus de 10 ans. Pour le projet de parc éolien en mer de Courseulles-sur-Mer, ils associent leurs compétences et moyens financiers dans le but de réaliser un projet de qualité, performant dans la durée et prenant en compte les spécificités du territoire.

La Basse-Normandie est un territoire d'accueil propice à l'éolien en mer, elle dispose de tous les atouts pour ce projet : une façade maritime de 470 kilomètres, des vents forts et réguliers et des espaces industriels adaptés. La région est également réputée pour son tissu industriel et ses richesses naturelles : pêche professionnelle, industrie navale, agro-alimentaire. La région est reconnue pour son attrait touristique et ses lieux chargés de mémoire liés à la Seconde Guerre mondiale.

Conscients de ces enjeux, dès l'origine du projet en 2007, nous avons engagé un important travail d'échange avec les élus, les usagers de la mer (notamment les professionnels de la pêche), les organisations socioprofessionnelles, les associations (tourisme, environnement...). Nous avons également réalisé de nombreuses études pendant plusieurs années permettant de proposer un projet et un plan industriel de qualité.

Le projet de parc éolien en mer au large de Courseulles-sur-Mer, outre sa capacité à délivrer une énergie renouvelable et sans rejet de gaz à effet de serre, est une opportunité économique pour le territoire avec des retombées en termes d'emploi et de formation. Il constitue également un important levier de croissance pour le secteur maritime et le tissu industriel régional et local.

Cette période de débat public est un moment fort dans l'élaboration du projet. C'est l'occasion de prendre le temps d'échanger avec vous sur l'intérêt de ce choix industriel, d'écouter les positions des uns et des autres, et d'en examiner ensemble les principaux enjeux.

« Cette période de débat public est un moment fort dans l'élaboration de notre projet »

Je m'engage à une implication sans faille afin que ce débat soit un succès et une source d'enrichissement pour ce projet et de compréhension pour chacun.

Yvon André

Président de la société Éoliennes Offshore
du Calvados et d'Éolien Maritime France



SOMMAIRE

PRÉAMBULE	4
LE PROJET EN BREF	8
LES NOTIONS CLÉS	10

POURQUOI LE PROJET ? **13**

1.1. DE GRANDS DÉFIS ÉNERGÉTIQUES	14
1.1.a. Lutter contre le changement climatique	14
1.1.b. Réduire la dépendance aux énergies fossiles	14
1.1.c. Une demande croissante en électricité	15
1.1.d. Les énergies renouvelables en France	16
1.2. LES ÉNERGIES RENOUVELABLES : UN FORT POTENTIEL	18
1.2.a. Les énergies renouvelables dans le monde	18
1.2.b. L'essor de l'éolien en mer	20
1.2.c. L'éolien : facteur d'équilibre du réseau	20
1.3. L'ÉOLIEN EN MER : UNE NOUVELLE FILIÈRE INDUSTRIELLE DYNAMIQUE	22
1.3.a. Les acteurs du secteur de l'éolien en mer	22
1.3.b. Une filière créatrice d'emplois	23
1.3.c. Le modèle économique de l'éolien en mer	24
1.4. L'APPEL D'OFFRES DE L'ÉTAT	28
1.4.a. Objectif : 6 000 mégawatts en 2020	28
1.4.b. Des zones propices sélectionnées à l'issue d'une concertation	28
1.4.c. Éolien Maritime France, lauréat de la zone de Courseulles-sur-Mer	29

LES CARACTÉRISTIQUES DU PROJET **31**

2.1. LE CHEMINEMENT VERS LE PROJET PROPOSÉ	32
2.1.a. Un contexte favorable au développement de l'éolien en mer	32
2.1.b. Le projet présenté tient compte des enjeux du territoire	33
2.2. LES CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES	37
2.2.a. 75 éoliennes de 6 mégawatts fabriquées à Saint-Nazaire et Cherbourg	37
2.2.b. 7 lignes d'éoliennes sur 50 km ² pour 450 mégawatts	38
2.2.c. Des fondations adaptées aux caractéristiques du sous-sol marin	40
2.2.d. Installation du câblage électrique dans le sol marin	42
2.3. LES ÉTAPES DU PROJET	43
2.3.a. Le calendrier prévisionnel	43
2.3.b. Le temps des études et du chantier, à terre et en mer	44
2.3.c. Le temps de l'exploitation et de la maintenance	46
2.3.d. Le temps du démantèlement du parc	48
2.4. LES AMÉNAGEMENTS PORTUAIRES	49
2.4.a. Deux ports pour la construction et l'installation	49
2.4.b. Une base de maintenance dans le port de Caen-Ouistreham	50
2.5. COÛT ET FINANCEMENT PRÉVISIONNELS DU PROJET	52
2.5.a. Les coûts d'investissement	52
2.5.b. Les coûts d'exploitation et maintenance	52
2.5.c. Une garantie financière pour le démantèlement	52
2.5.d. Le financement du projet	52
2.6. LA PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ ÉOLIENNE ATTENDUE	53
2.6.a. L'énergie du vent transformée en électricité	53
2.6.b. Un fonctionnement des éoliennes pour des vitesses de vent comprises entre 10 et 90 km/h	53
2.6.c. Une production électrique de 1 500 gigawattheures par an	54
2.7. BILAN CARBONE	55

L'INSERTION DU PROJET AU SEIN DU TERRITOIRE 57

3.1. LA PRISE EN COMPTE DE L'ENVIRONNEMENT NATUREL DU PROJET	58
3.1.a. Les effets du projet sur les courants marins	59
3.1.b. Une faune marine à préserver	61
3.1.c. Les sites naturels protégés	65
3.2. L'INSERTION DU PROJET À PROXIMITÉ D'UN PATRIMOINE SENSIBLE	66
3.2.a. Un paysage riche et façonné par l'homme	66
3.2.b. Une proximité forte avec des lieux de mémoire du Débarquement	70
3.3. LE PROJET ET LES ACTIVITÉS HUMAINES EN BASSE-NORMANDIE	73
3.3.a. Une région relativement rurale avec plusieurs pôles industriels	73
3.3.b. La situation énergétique de la région	75
3.3.c. La pêche professionnelle locale : un enjeu fort	76
3.3.d. La sécurité maritime : un enjeu à anticiper	79
3.3.e. Un effet d'entraînement éventuel sur l'économie touristique	81
3.3.f. Les effets du projet sur la dynamique immobilière	82
3.4. UN PROJET MOTEUR POUR L'ÉCONOMIE RÉGIONALE	83
3.4.a. Un projet participant au développement du territoire	83
3.4.b. Une offre de formation diversifiée	84

LES SUITES DU DÉBAT PUBLIC 87

4.1. La décision du maître d'ouvrage	88
4.2. La procédure réglementaire spécifique au projet	88
4.3. Une concertation continue jusqu'à la mise en service	88

ANNEXES 91

Les autorisations requises pour l'installation d'éoliennes en mer	92
Les autorisations au titre du Code de l'environnement et du Code général de la propriété des personnes publiques	92
Les retours d'expériences	94
Liste des synthèses d'études disponibles	95
GLOSSAIRE	96
ACRONYMES	99
CARTES	100

PRÉAMBULE

Le projet de parc éolien de Courseulles-sur-Mer fait partie, avec ceux de Fécamp et de Saint-Nazaire, des trois projets d'Éolien Maritime France retenus par l'État à l'issue de l'appel d'offres lancé le 11 juillet 2011, en vue de développer l'éolien en mer sur cinq zones au large des côtes de la Manche et de l'Atlantique.

UN PROJET ISSU DE PLUSIEURS ANNÉES D'ÉTUDES ET DE CONCERTATION

Ce projet a fait l'objet de nombreuses réunions de travail avec les acteurs du territoire directement concernés, pour identifier la zone la plus propice à l'emplacement des éoliennes, en prenant en compte différents enjeux : pêche professionnelle (gisements de coquilles Saint-Jacques à préserver), insertion paysagère (patrimoine historique du Bessin et stations balnéaires de la côte de Nacre), environnement naturel et sécurité maritime.

Une attention particulière a été portée aux échanges avec les professionnels de la mer. Les pêcheurs ont notamment été étroitement associés au choix de la zone d'implantation du projet puis à l'emplacement des éoliennes, afin de respecter leurs pratiques, dès la genèse du projet en 2007.

Parallèlement, le maître d'ouvrage s'est attaché à acquérir une connaissance précise du site et a fait réaliser plusieurs études relatives à l'environnement, aux paysages et à la sécurité maritime. Des campagnes de mesures en mer, des analyses en laboratoire, des expertises spécifiques, des modélisations numériques des effets du projet et des retours d'expériences ont permis de disposer d'une première évaluation des enjeux et impacts d'un parc éolien en mer au large de Courseulles-sur-Mer. Ces études ont été réalisées par des bureaux d'études disposant d'expérience en milieu marin ainsi que par des associations de protection de l'environnement.

Dans le cadre des objectifs nationaux de développement des énergies renouvelables, l'État a lancé en mars 2009 une action de concertation et de planification visant à accélérer le déploiement de l'éolien en mer et à promouvoir la création d'une filière industrielle en ce domaine. Des instances de concertation et de planification ont ainsi été créées pour chaque façade maritime. Placées sous l'égide des préfets de région et des préfets maritimes, elles ont réuni la plupart des parties prenantes. À l'issue de cette phase de concertation, le Gouvernement a lancé en juillet 2011 un premier appel d'offres portant sur une puissance maximale de 3 000 mégawatts répartie sur cinq zones, dont la zone au large de Courseulles-sur-Mer.

LE MAÎTRE D'OUVRAGE ET SES PARTENAIRES

Par arrêté du 18 avril 2012, la société Éolien Maritime France (EMF) a été autorisée à exploiter un parc éolien d'une capacité de production de 450 mégawatts, localisé sur le domaine public maritime au large de Courseulles-sur-Mer. Cette autorisation fait suite à la désignation de la société EMF comme lauréat de l'appel d'offres lancé par l'État.

Éolien Maritime France est un consortium regroupant la société EDF EN France (ci-après : « EDF EN France ») et DONG Energy Wind Power Holding A/S (ci-après : « DONG Energy Wind Power »). Éolien Maritime France a constitué une société de projet pour la réalisation de ce projet, dénommée Éoliennes Offshore du Calvados, et a sollicité et obtenu le transfert de l'autorisation d'exploiter au bénéfice de cette société de projet, filiale d'Éolien Maritime France et wpd Offshore.

Par arrêté du 6 novembre 2012 du Ministre en charge de l'Énergie, la société Éoliennes Offshore du Calvados est par conséquent détentrice de l'autorisation d'exploiter attribuée à l'issue de l'appel d'offres de l'État.

Elle a de plus comme partenaire le groupe Alstom pour la fourniture des éoliennes. Elle dispose ainsi d'une technologie éolienne robuste et fiable, et de l'expérience d'un des leaders mondiaux dans le domaine des équipements industriels de production d'énergie.

Les savoir-faire complémentaires du maître d'ouvrage, de ses actionnaires et partenaires, couvrent tous les secteurs de l'énergie éolienne sur l'ensemble des phases d'un projet : depuis la prospection et le développement, jusqu'à la construction, l'exploitation, la maintenance et le démantèlement d'un parc éolien en mer.

EDF EN France, filiale d'EDF Energies Nouvelles, apporte son savoir-faire en matière de développement d'énergies renouvelables, et celui du groupe pour les projets énergétiques de très grande ampleur.

DONG Energy Wind Power est une société danoise qui dispose de 30 ans d'expérience dans le domaine de l'énergie éolienne et de 20 ans dans l'éolien en mer. DONG Energy travaille aujourd'hui à la construction de près de 2 000 mégawatts et exploite 12 parcs éoliens en mer, soit un total de presque 1 400 mégawatts.

wpd Offshore, acteur majeur de l'éolien en mer en Europe a effectué un long travail d'études et de consultation locale depuis cinq ans sur le projet. Il apporte son expertise technique et environnementale du site et sa connaissance du territoire et de ses acteurs.

Le groupe Alstom apporte la capacité de production d'un leader sur les marchés des infrastructures de production/transmission d'électricité et de transport ferroviaire et son savoir-faire en matière de création de filière industrielle, notamment en France.

FOCUS La société de projet

Une société de projet est une structure mise en place par plusieurs partenaires, pour réaliser en commun un projet industriel complexe. Dotée d'une personnalité juridique propre, elle peut conclure des contrats et avoir son propre patrimoine. Cette forme sociétale permet aux associés de définir librement des règles de fonctionnement et de gouvernance internes, souples et adaptées à la gestion du projet.

LES ACTEURS DU PROJET

>> EDF et sa filiale EDF Energies Nouvelles



Le groupe EDF est l'un des tout premiers électriciens mondiaux, qui intègre tous les métiers, de la production jusqu'au négoce et aux réseaux. Il exploite une capacité totale de 134 000 mégawatts dans le monde.

En 2010, EDF a consacré plus d'un milliard d'euros au développement de nouvelles capacités de production d'énergies renouvelables (hors hydraulique), soit autant que dans les nouvelles installations nucléaires.

En 2011, le groupe a renforcé son investissement dans les énergies renouvelables en prenant 100 % du capital de sa filiale EDF Energies Nouvelles.

Présent en Europe et en Amérique du Nord, EDF Energies Nouvelles (EDF EN) est un leader sur le marché des énergies renouvelables. Son développement est centré historiquement sur l'éolien et plus récemment sur le solaire photovoltaïque.

Au 30 juin 2012, EDF Energies Nouvelles disposait d'une capacité installée brute de 4 206 mégawatts et de 2 449 mégawatts de capacité en construction. L'éolien représente 84 % de son parc d'énergies renouvelables avec 3 525 mégawatts de capacité installée dans le monde. EDF Energies Nouvelles intervient notamment dans le parc éolien de Thornton Bank en mer du Nord, au large de la Belgique, qui compte six turbines opérationnelles depuis 2009 et trente en construction, et dans le parc éolien en mer de Teesside au nord-est de l'Angleterre, d'une capacité de 62 MW, dont la mise en service est prévue courant 2013.

>> DONG Energy Wind Power



Détenu à 80 % par l'État danois, DONG Energy Wind Power fait partie des plus grands groupes énergétiques d'Europe du Nord. Fort de plus de 20 ans d'expérience dans l'énergie éolienne en mer, le groupe est **le leader mondial dans le développement, l'installation et l'exploitation de parcs éoliens en mer, représentant plus de 30 % des parcs éoliens en mer en cours d'exploitation et de construction dans le monde.** Son parc en mer et sur terre est particulièrement concentré dans le nord-ouest de l'Europe.

En 2011, l'éolien représentait 17,5 % de l'énergie produite par DONG Energy Wind Power qui travaille aujourd'hui à la construction de près de 2 000 mégawatts et exploite 12 parcs éoliens en mer soit près de 1 400 mégawatts¹. L'objectif du groupe est de conserver voire conforter sa position de leader du marché dans ce secteur.

En 2012, DONG Energy Wind Power a mis en service au large des côtes britanniques les parcs éoliens de Walney d'une capacité totale de 367 mégawatts. Avec ses partenaires, le groupe achève la construction du plus grand parc éolien en mer au monde, « London Array » d'une capacité totale de 630 mégawatts au large de l'estuaire de la Tamise dont la mise en service est prévue en 2013.

¹ Les capacités données comprennent les parts de ses partenaires

>> wpd Offshore France



Fondé en 1996 à Brême en Allemagne, le groupe wpd est aujourd'hui présent dans 20 pays à travers le monde et emploie près de 700 personnes. wpd est un producteur indépendant d'énergies renouvelables et développe ses projets dans le respect de l'environnement, en intégrant très en amont les acteurs socioprofessionnels et la population. **wpd a mis en service et exploite plus de 1 400 éoliennes, pour une puissance totale cumulée de 2 200 mégawatts. Dans l'éolien en mer, wpd porte 10 000 mégawatts de projets en développement et 2 500 mégawatts de projets qui bénéficient de toutes leurs autorisations et entreront en phase de construction dans les prochains mois.**

En 2002, le groupe wpd s'est implanté en France. Sa filiale wpd France, spécialisée dans les parcs éoliens terrestres, a construit 70 mégawatts, et développe plus de 1 000 mégawatts de projets terrestres, dont plus de 300 mégawatts sont autorisés. En 2013, wpd prévoit la construction de quatre nouveaux parcs en France. Concernant l'éolien en mer, la filiale wpd Offshore France développe plusieurs projets situés aussi bien sur la façade Manche - Mer du Nord que sur la façade Atlantique. L'ensemble de ces projets représente une puissance totale de 3 500 mégawatts.

>> Alstom



Présent dans une centaine de pays et comptant 93 500 collaborateurs, le groupe Alstom est un acteur de premier plan et détient une **position de leader sur les marchés des infrastructures de production/transmission d'électricité et de transport ferroviaire. Alstom est notamment le leader mondial pour la fourniture d'équipements et de services pour les centrales de production d'hydroélectricité.**

La branche « énergies renouvelables » d'Alstom est présente sur l'ensemble des technologies, permettant de proposer des solutions adaptées à toutes les sources d'énergies renouvelables. Cette branche fournit actuellement des équipements de production (essentiellement pour l'énergie hydraulique) correspondant à près de 50 000 mégawatts. **Les parcs équipés d'éoliennes Alstom en exploitation ou en construction représentent plus de 3 000 mégawatts.**

Alstom est entré sur le marché de l'éolien avec l'acquisition du fabricant d'éoliennes Ecotècnia. Ses priorités portent sur l'adaptabilité de ses produits à la variété des vents et des conditions géographiques. Conformément à sa stratégie visant à proposer une large gamme de produits pour le secteur éolien et des solutions pour la plupart des situations géographiques et climatiques, Alstom a développé des éoliennes pour tous les types de vents en France. Son expansion en France connaît une nouvelle étape avec le développement de l'éolienne Haliade d'une puissance de 6 mégawatts, destinée aux parcs en mer.

LE PROJET EN BREF

Le maître d'ouvrage propose de créer un parc éolien en mer d'une puissance de 450 mégawatts à plus de 10 kilomètres au large de Courseulles-sur-Mer, tout en respectant les usages de la mer, la sécurité maritime et l'environnement.

Le projet a été conçu en concertation avec les acteurs du territoire (administration, élus, acteurs socio-économiques, associations), avec pour priorité d'en minimiser le plus possible les impacts sur le milieu naturel, le paysage et le patrimoine historique, la pêche professionnelle et les autres activités nautiques, tant lors de sa construction que de son exploitation.

Le parc envisagé par le maître d'ouvrage est constitué de 75 éoliennes de 6 mégawatts de puissance unitaire. Implantées sur une surface de 50 km² à environ un kilomètre les unes des autres, elles seront raccordées par des câbles électriques sous-marins à un poste électrique en mer*, lui-même raccordé au réseau électrique public terrestre. Le périmètre du projet se situe à l'écart des zones de pêche les plus riches, notamment de coquilles Saint-Jacques. Les éoliennes sont disposées selon deux axes. Le premier correspond à l'orientation des courants les plus forts pour éviter de perturber la pêche professionnelle. Le second crée un effet de symétrie de part et d'autre du site classé d'Arromanches.

Alstom, partenaire exclusif du maître d'ouvrage prévoit de créer en France quatre usines pour fabriquer les éoliennes : deux à Cherbourg pour les pales et les mâts, et deux à Saint-Nazaire pour les génératrices et les nacelles*, l'assemblage des composants et la fabrication des fondations s'effectuant à Cherbourg avant acheminement sur le parc éolien en mer. Le projet, s'il est mis en œuvre, contribuera ainsi à la création d'une filière industrielle française de l'éolien en mer. Avec une capacité de production de 100 éoliennes par an destinées au marché français et à l'export, ces usines devraient générer environ 1 000 emplois directs et 4 000 indirects.

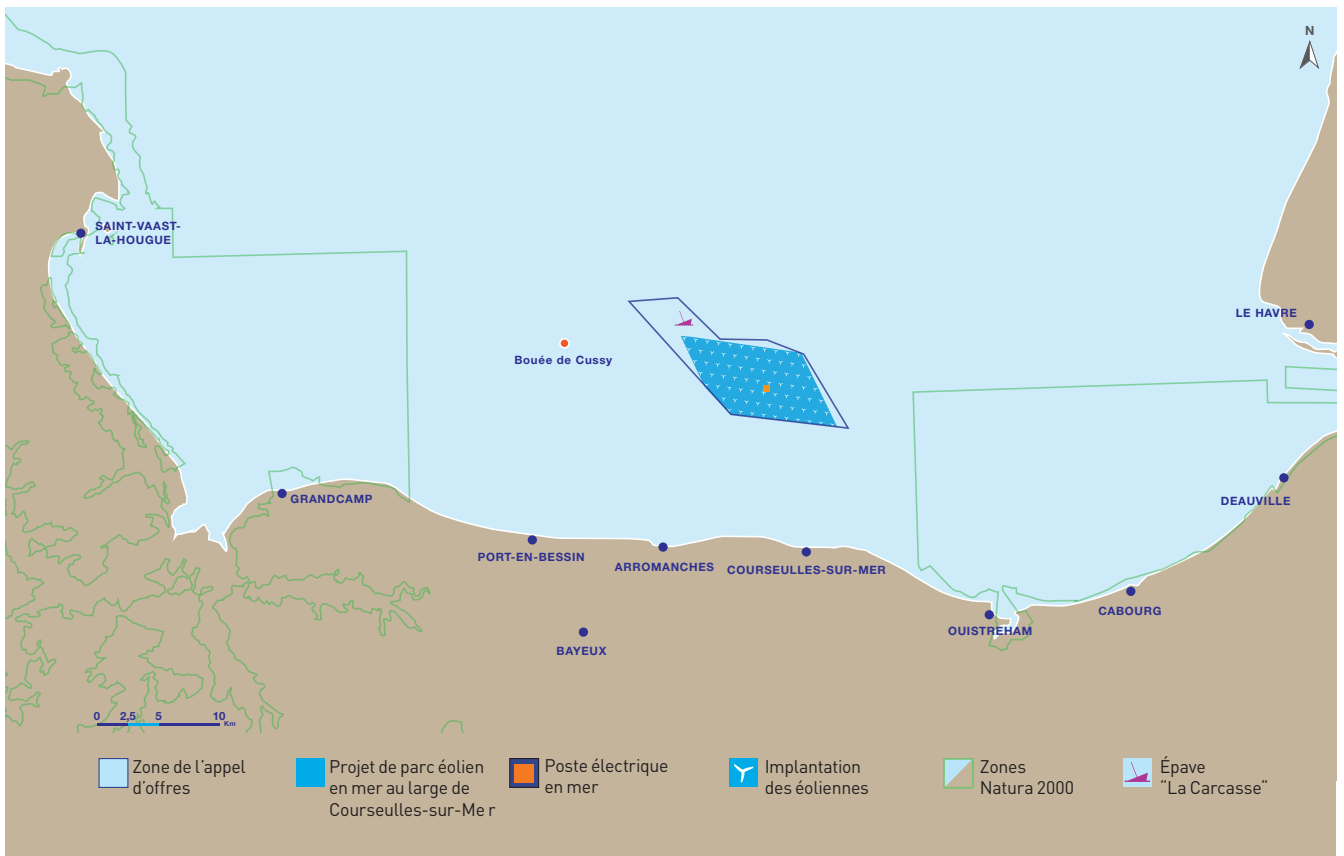
La mise en service du parc éolien devrait s'effectuer progressivement de 2018 à 2020, les premiers travaux d'aménagements portuaires pouvant démarrer en 2015-2016, et l'installation en mer en 2017. Le parc éolien sera raccordé par une liaison sous-marine puis souterraine au réseau public de transport d'électricité par son gestionnaire, RTE.

Si le projet se réalise, le parc éolien au large de Courseulles-sur-Mer produira plus de 1 500 gigawattheures par an. Pour donner un ordre de grandeur, la consommation électrique de la Basse-Normandie en 2011 était, selon RTE, de 10 000 gigawattheures et la production de 19 000 gigawattheures. Le port de Caen-Ouistreham pourrait accueillir la base de maintenance. L'exploitation et la maintenance du parc éolien en mer représenteraient une centaine d'emplois.

En fin d'exploitation, il est prévu de démanteler le parc et de remettre le site en état.

L'investissement du projet est estimé à 1,8 milliard d'euros.

Localisation du projet



LES NOTIONS CLÉS

► **Contribution au service public de l'électricité (CSPE)** : La CSPE, créée par la loi n°2003-8 du 3 janvier 2003, permet de compenser les fournisseurs historiques d'électricité (EDF et les entreprises locales de distribution) des charges liées aux missions de service public qui leur incombent, incluant la compensation des tarifs d'achat de certaines sources d'électricité (énergies renouvelables, cogénération).

► **Énergie finale ou disponible** : Énergie livrée au consommateur pour sa consommation finale (essence à la pompe, électricité au foyer, gaz pour chauffer une serre...).

► **Énergie intermittente** : Énergie dont la production ne se commande pas, mais dépend des conditions météorologiques (vent, soleil) ou de la gravitation.

► **Énergie primaire** : Ensemble des produits énergétiques non transformés, exploités directement ou importés. Ce sont principalement le pétrole brut, le gaz naturel, les combustibles minéraux solides, la biomasse, le

rayonnement solaire, l'énergie hydraulique, l'énergie du vent, la géothermie et l'énergie tirée de la fission de l'uranium.

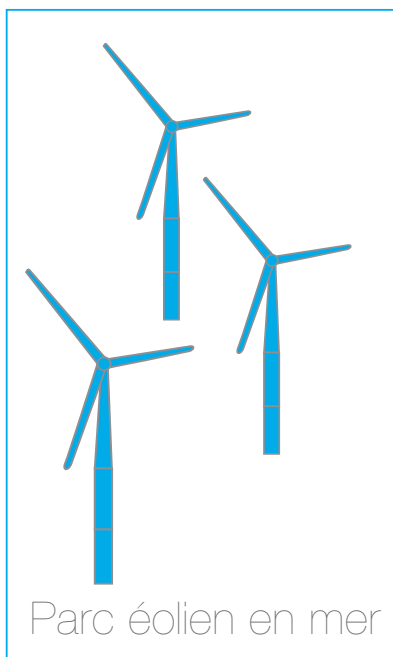
► **Énergie renouvelable** : Énergie primaire inépuisable à très long terme, car issue directement de phénomènes naturels, réguliers ou constants, lié à l'énergie du soleil, de la terre ou de la gravitation.

► **Énergie secondaire ou dérivée** : Toute énergie obtenue par la transformation d'énergie primaire (en particulier électricité d'origine thermique).

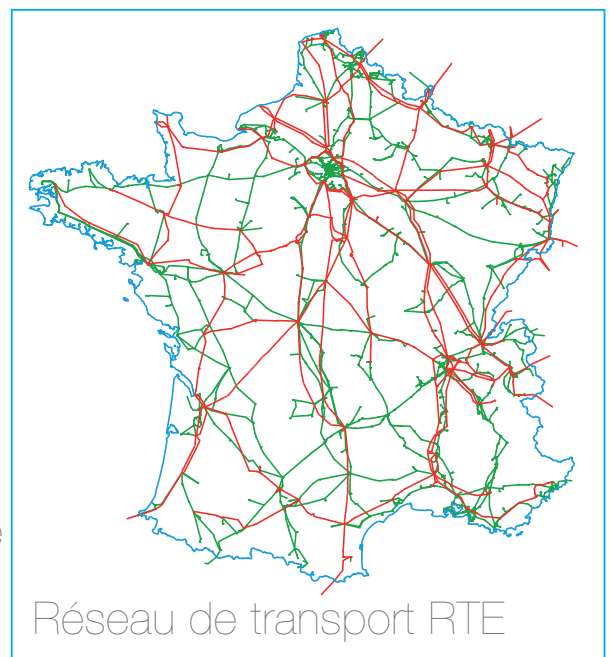
► **Gaz à effet de serre** : Gaz d'origine naturelle ou humaine, qui absorbent une partie des rayons solaires en les redistribuant sous la forme de radiations qui rencontrent d'autres molécules de gaz, répétant ainsi le processus et créant l'effet de serre, avec augmentation de la température. Les principaux gaz responsables de l'effet de serre sont le dioxyde de carbone, le méthane, l'oxyde nitreux et les gaz fluorés.



DE L'ÉNERGIE ÉOLIENNE AUX CONSOMMATEURS



→
Liaison
électrique
souterraine



» **Grenelle de l'environnement** : Démarche initiée en France en 2007, associant l'État, les collectivités territoriales, les syndicats, les entreprises et les associations pour élaborer une feuille de route en faveur de l'écologie, du développement et de l'aménagement durables. Sur le plan législatif, cinq grands textes ont été votés : loi dite Grenelle I, loi sur la responsabilité environnementale, loi OGM, loi d'organisation et de régulation des transports ferroviaires, et loi dite Grenelle II.

» **Indépendance énergétique** : Capacité d'un pays à satisfaire l'ensemble de ses besoins en énergie, en maîtrisant ses capacités d'approvisionnement et sa consommation d'énergie. Le taux d'indépendance énergétique est le rapport entre la production nationale d'énergies primaires (charbon, pétrole, gaz naturel, nucléaire, hydraulique, énergies renouvelables) et la consommation en énergie primaire, pour une année donnée.

» **Puissance nominale** : Puissance fournie à plein régime.

» **Watt (W)** : Unité de puissance.

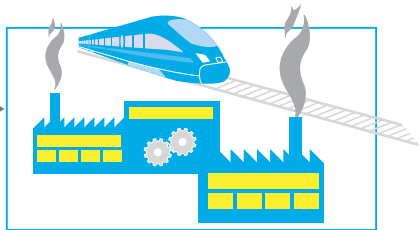
» **Unités de mesure :**

Le kilowattheure (kWh) est l'unité d'énergie, équivalant à une puissance de 1 kilowatt pendant une heure. 1 kWh équivaut à 1 000 wattheures.

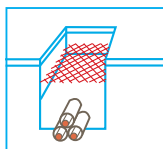
L'énergie dominante étant le pétrole, les énergéticiens utilisent la tonne d'équivalent pétrole (tep) : **1 tonne équivalent pétrole (tep)** est l'énergie produite par la combustion d'une tonne de pétrole.

Correspond à...	Mégawattheure (MWh)	Kilowattheure (kWh)	Tep
1 mégawattheure (MWh)	1	1 000	0,086
1 kilowattheure (kWh)	0,001	1	$85,7 \times 10^{-6}$
1 tep	11,6	11 600	1

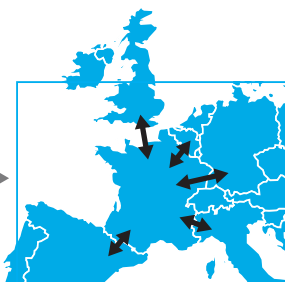
Industrie



Réseau de distribution ERDF



Importation/Exportation





ALSTOM
Haliade 150-6MW

1 ← POURQUOI LE PROJET ?

CONTEXTE ET FINALITÉS



À l'heure de la transition énergétique, les énergies renouvelables constituent des potentiels en développement. En France, elles doivent couvrir 23 % de la consommation énergétique en 2020. L'énergie éolienne représente près d'un quart de l'effort à fournir pour atteindre cet objectif : un parc éolien de 25 000 mégawatts, dont 6 000 en mer, devra être installé pour couvrir 10 % environ de notre consommation d'électricité en 2020, contre 2,2 % en 2011. Cela permettrait d'éviter l'émission de 16 millions de tonnes de CO₂ par an.

Au-delà de la contribution à cet objectif de 23 %, l'appel d'offres lancé par l'État pour le développement de l'éolien en mer vise à promouvoir une filière industrielle créatrice d'emplois en France, qui puisse prendre place sur un marché européen en plein essor.

1.1. DE GRANDS DÉFIS ÉNERGÉTIQUES

En France comme en Europe, les politiques énergétiques intègrent les défis majeurs que représentent le changement climatique, la dépendance croissante aux importations, la pression exercée sur les ressources énergétiques et la fourniture à tous les consommateurs d'une énergie sûre à un prix abordable.

1.1.a. LUTTER CONTRE LE CHANGEMENT CLIMATIQUE

La lutte contre le changement climatique fait partie des objectifs prioritaires des politiques publiques menées en France et en Europe.

L'Agence internationale de l'énergie (AIE) recommande aux États de concentrer leurs efforts en matière de lutte contre le réchauffement climatique sur les politiques énergétiques, la production d'énergie représentant la source majoritaire des émissions de gaz à effet de serre. Elle les invite à développer des technologies sobres en carbone, notamment celles utilisant les sources d'énergies renouvelables.

Au-delà de ces recommandations, l'Union européenne s'est engagée d'ici 2020, à :

- ▶ réduire de 20 % ses émissions de gaz à effet de serre ;
- ▶ augmenter la part des énergies renouvelables pour atteindre 20 % de la consommation finale d'énergie² ;
- ▶ améliorer l'efficacité énergétique de 20 % (par rapport à 1990).

À plus long terme, son objectif est de réduire de 80 à 95 % ses émissions de gaz à effet de serre d'ici 2050 (par rapport à 1990). L'Union européenne donne un rôle important aux énergies renouvelables dans la réduction des émissions de gaz à effet de serre. Elle recommande notamment le développement de l'énergie éolienne en mer à hauteur d'une puissance installée de 30 gigawatts³ en 2020 et 110 gigawatts en 2030.

En cohérence avec la politique énergétique européenne, la France s'est engagée dans un programme de lutte contre le changement climatique. Elle a adopté le principe d'une division par quatre de ses émissions de gaz à effet de serre à l'horizon 2050 par rapport

au niveau de 1990, soit une baisse de 3 % en moyenne par année (loi du 13 juillet 2005). À l'issue du Grenelle de l'environnement (2007), la France s'est fixé pour objectif de développer significativement l'ensemble des filières des énergies renouvelables, pour qu'elles couvrent 23 % de la consommation totale d'énergie finale en 2020. L'éolien est l'une des principales énergies concernées.

En effet, selon l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME), établissement public rattaché aux Ministères en charge de l'Énergie et de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, en 2020, un parc éolien de 25 000 mégawatts en France, dont 6 000 en mer, devrait permettre d'éviter l'émission de 16 millions de tonnes de CO₂ par an. À titre de comparaison, en France, un habitant émet en moyenne 6,1 tonnes de CO₂ par an (chiffre 2008, source INSEE).

1.1.b. RÉDUIRE LA DÉPENDANCE AUX ÉNERGIES FOSSILES

La France et l'Europe ont fait de l'indépendance énergétique et de la sécurité d'approvisionnement des axes prioritaires de leurs politiques énergétiques.

Selon l'Agence internationale de l'énergie (AIE), les ressources fossiles (pétrole, gaz, charbon) fournissent aujourd'hui 81 % de la production énergétique mondiale.

Or, au regard de la croissance économique et démographique mondiale, la demande d'énergie primaire⁴ va augmenter d'un tiers entre 2010 et 2035, 90 % de cette croissance concernant des pays non membres de l'Organisation de Coopération et de Développement Économiques (OCDE). La demande énergétique mondiale pourrait même doubler à l'horizon 2050.

Jusqu'en 2030, les combustibles fossiles permettraient de couvrir la majeure partie de l'augmentation de la consommation en énergie. La consommation de pétrole progresserait d'environ 42 %.

2 La consommation finale d'énergie est la consommation d'énergie par les utilisateurs finals des différents secteurs de l'économie, à l'exception des quantités consommées par les producteurs et transformateurs d'énergie. La consommation finale énergétique exclut les énergies utilisées en tant que matière première (dans la pétrochimie ou fabrication d'engrais par exemple).

3 Unité de puissance. Un gigawatt égale un milliard de watts ou un million de kilowatts.

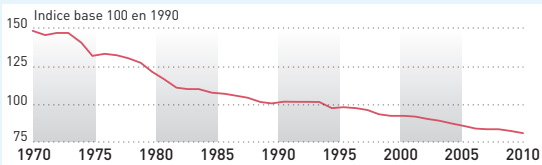
4 Ensemble de produits énergétiques non transformés, exploités directement ou importés.

FOCUS

En France, la croissance de la consommation d'électricité s'inscrit dans un contexte de politique de réduction de la demande d'énergie.

L'intensité énergétique finale, rapport de la consommation d'énergie au produit intérieur brut, est l'indicateur couramment utilisé pour mesurer l'efficacité énergétique. On observe que l'intensité énergétique finale baisse régulièrement depuis plusieurs décennies. Les mesures mises en place dans le cadre du Grenelle de l'environnement devraient accélérer encore cette tendance à la baisse.

Intensité énergétique finale



La France produit environ 1 % de ses besoins en pétrole et en gaz. En 2010, elle importait pour 9 milliards d'euros de gaz naturel et 35 milliards d'euros de pétrole. Le coût des importations d'uranium nécessaires à la production d'électricité nucléaire est compris entre 500 millions et un milliard d'euros par an. La facture énergétique française, désignant le solde financier « importations - exportations » d'énergie (pétrole, gaz naturel, électricité, etc.), s'élevait en 2011 à **61,4 milliards d'euros, soit environ 90 % des 70,1 milliards d'euros du déficit de la balance commerciale française**⁵.

Cette augmentation des besoins fait peser un risque important sur notre indépendance énergétique, les ressources fossiles n'étant pas réparties uniformément entre les différents pays et devenant de plus en plus difficiles d'accès.

1.1.c. UNE DEMANDE CROISSANTE EN ÉLECTRICITÉ

La production d'électricité de l'Union européenne a progressé de 26 % entre 1990 et 2009. Les émissions de gaz à effet de serre en résultant ont néanmoins été réduites, en raison de l'utilisation croissante des énergies bas carbone (renouvelables et nucléaire) et du remplacement du charbon par du gaz naturel. Cependant, l'Union européenne reste fortement importatrice de matières premières.

Au niveau européen, selon le rapport « Feuille de route 2050 » de la Commission européenne de 2011⁶, une

⁵ La balance commerciale est le compte qui retrace la valeur des biens exportés et la valeur des biens importés. Pour calculer la balance commerciale, la comptabilité nationale procède à l'évaluation des importations et des exportations de biens à partir des statistiques douanières de marchandises.

⁶ http://europa.eu/rapid/press-release_IP-11-1543_fr.htm

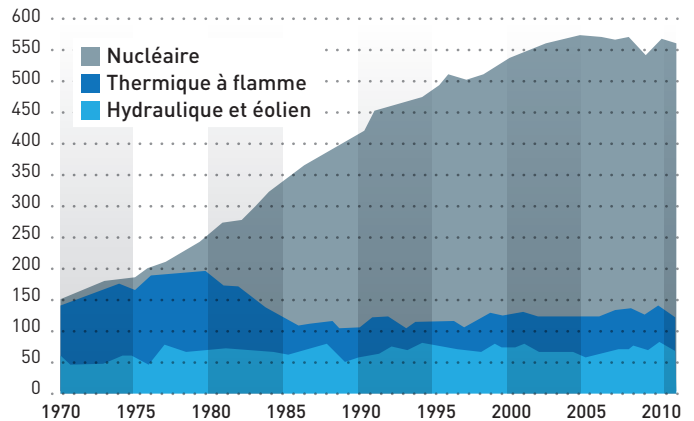
Production totale brute d'électricité en France

(en TWh)

	1973	1990	2002	2009	2010	2011
Thermique classique	119,5	48,2	55,7	58,8	62,8	55,1
Nucléaire	14,8	313,7	436,8	409,7	428,5	442,4
Hydraulique	48,1	58,3	66,4	62,4	67,7	50,7
Éolien	-	-	0,3	7,9	9,9	12,2
Photovoltaïque	-	-	-	0,2	0,6	2,0
Total	182,4	420,2	559,2	539,0	569,5	562,4

Production d'électricité

(en TWh)



hausse des prix de l'électricité est attendue dans les prochaines années, quelles que soient les politiques énergétiques mises en œuvre. Dans l'hypothèse où les politiques actuelles se poursuivraient jusqu'en 2030, l'investissement dans de nouvelles infrastructures serait moins élevé que dans l'hypothèse de la mise en œuvre des scénarios de profonde transformation de notre modèle énergétique mais le coût des énergies fossiles serait plus élevé. Dans les scénarios les plus ambitieux de réduction des émissions de gaz à effet de serre, l'investissement initial serait plus important, mais les besoins en pétrole diminueraient.

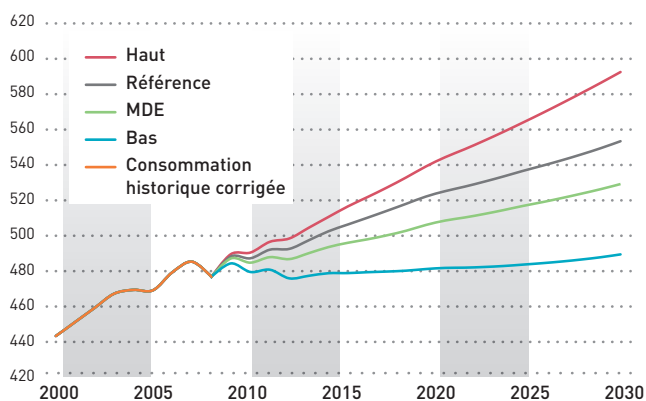
En France, en 2011, la consommation électrique a atteint **478,2 térawattheures**⁷, ce qui représente près de la moitié de la consommation d'énergie. Elle a augmenté de presque 50 % en 20 ans.

Cette croissance de la consommation électrique en France s'explique par la croissance démographique, l'augmentation du nombre de foyers, le développement du chauffage électrique, des transports urbains électriques et des nouvelles technologies de l'information et de la communication. Pour l'avenir, des transferts d'usages énergétiques vers l'électricité sont également à prévoir (transports ferrés, véhicules électriques, pompes à chaleur, etc.).

Les perspectives de croissance de la consommation d'électricité doivent s'inscrire dans le contexte de la

⁷ Mille milliards de wattheures ou un milliard de kilowattheures. Un térawattheure correspond à l'énergie consommée par un milliard d'appareils d'un kilowatt de puissance pendant une durée d'une heure.

Prévisions de consommation intérieure en France (en TWh)



Caractéristiques principales des différents scénarios :

- >> Référence : prolongation des tendances observées ces dernières années
- >> Haut : majoration de la consommation totale
- >> MDE renforcée : maîtrise de la demande d'énergie renforcée
- >> Bas : minoration de la consommation totale

RTE, Bilan prévisionnel 2011

politique de réduction de la demande d'énergie que s'est fixée la France. Cette politique cible en particulier les bâtiments résidentiels et tertiaires qui consomment environ 40 % de l'énergie primaire pour le chauffage et l'éclairage. Un programme de rénovation thermique de grande ampleur a été adopté. Il prévoit l'isolation de l'ensemble du parc de bâtiments et l'équipement des bâtiments de dispositifs de chauffage et de systèmes de production d'énergies renouvelables (chauffage au bois, solaire thermique, photovoltaïque).

Dans son bilan prévisionnel d'équilibre offre/demande d'électricité en France paru en juillet 2012, le gestionnaire du Réseau de transport d'électricité (RTE) estime que la consommation d'électricité en France continuera de croître pour atteindre 497 térawattheures en 2017, dans son scénario de référence soit une augmentation de l'ordre 4 % à 7 % par rapport à 2011 selon les scénarios. En 2030, RTE prévoit dans son scénario médian que la consommation d'électricité atteindrait 540 térawattheures.

1.1.d. LES ÉNERGIES RENEUVELABLES EN FRANCE

En France, le taux d'énergies renouvelables dans la consommation d'énergie finale est aujourd'hui de 13 %. En 2011, la biomasse⁸ en est la plus importante (45 %), devant l'hydraulique⁹ (26 %), les biocarburants* (13 %), l'éolien arrivant en quatrième position (5 %).

Selon le bilan électrique 2011 établi par RTE, les sources d'énergies renouvelables constituaient 13 % de la production électrique en 2011. Hors hydraulique, elles représentaient environ 3,5 % dont 2,2 % pour l'éolien. Il est à noter que la production éolienne a augmenté de 26 % en 2011.

La France a pris l'engagement d'atteindre 23 % d'énergies renouvelables en 2020. L'électricité doit y contribuer à plus d'un tiers, l'éolien représentant 40 % de cette électricité d'origine renouvelable.

Pour illustrer l'effort en jeu, la Direction Générale de l'Énergie et du Climat (DGEC)¹⁰, estime que « quatre à cinq milliards d'euros par an seraient consacrés à la transition énergétique (budget de l'État, taxes diverses, etc.) ». La facture énergétique globale s'élève quant à elle à 60 milliards d'euros par an.

Dans le domaine de l'électricité, la politique énergétique nationale se concrétise dans la **Programmation Pluriannuelle des Investissements (PPI)**¹¹. Établie par le Ministre en charge de l'Énergie, elle fait l'objet d'un rapport présenté au Parlement (loi du 10 février 2000). La PPI prévoit notamment le développement de

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

9 L'énergie hydraulique résulte de l'utilisation de la force motrice des chutes et des cours d'eau.

10 DGEC, Conférence sur le lancement de l'éolien offshore, 12 juillet 2011. <http://www.cre.fr/documents/appels-d-offres/appel-d-offres-portant-sur-des-installations-eoliennes-de-production-d-electricite-en-mer-en-france-metropolitaine/actes-du-colloque-du-12-juillet-2011-conference-sur-le-lancement-de-l-eolien>

11 http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/ppi_elec_2009.pdf

Déclinaison de l'objectif des 23 % pour le secteur des énergies renouvelables

Secteur renouvelable	Situation en 2006	Objectif 2020	Croissance
Chaleur	9,6 Mtep*	19,7 Mtep	+ 10 Mtep
Bois (Chauffage domestique)	7,4 Mtep (5,7 millions d'appareils)	7,4 Mtep (9 millions)	
Bois et déchets (collectif/tertiaire/industrie)	1,8 Mtep	9 Mtep	+ 7,2 Mtep
Solaire thermique, PAC et géothermie	0,4 Mtep (200 000 logements)	3,2 Mtep (6 000 000 logements)	+ 2,8 Mtep
Électricité	5,6 Mtep	12,6 Mtep	+ 7 Mtep
Hydraulique	5,2 Mtep (25 000 MW)	5,8 Mtep (27 500 MW)	+ 0,6 Mtep
Biomasse	0,2 Mtep (350 MW)	1,4 Mtep (2 300 MW)	+ 1,2 Mtep
Eolien	0,2 Mtep (1 600 MW - 2 000 éoliennes)	5 Mtep (25 000 MW - 8 000 éoliennes)	+ 4,8 Mtep
Solaire photovoltaïque	0	0,4 Mtep (5 400 MW)	+ 0,4 Mtep
Biocarburants	0,7 Mtep	4 Mtep	+ 3,3 Mtep
Total	~ 16 Mtep	~ 36 Mtep	+ 20 Mtep

*Mégatonne d'équivalent pétrole

Programmation Pluriannuelle des Investissements

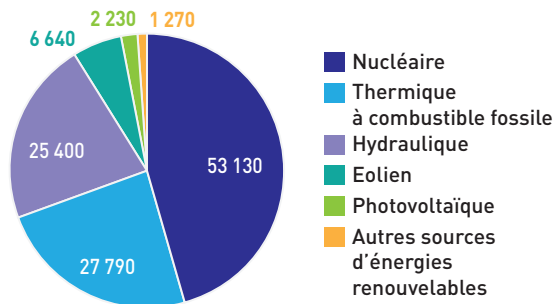
19 000 mégawatts d'installations éoliennes à terre et de 6 000 mégawatts¹² d'installations éoliennes en mer à l'horizon 2020.

Par ailleurs, en complément des engagements du Grenelle de l'environnement, le Grenelle de la mer a permis d'adopter en 2009 le Livre Bleu¹³ qui définit les grandes orientations d'une stratégie nationale pour la mer et le littoral. Il reconnaît le rôle des énergies renouvelables marines dans une politique intégrée de la mer et du littoral. C'est lors de son adoption en comité interministériel, en 2009, que le lancement d'un appel d'offres éolien en mer a été annoncé.

Lancé fin 2012, le débat national sur la transition énergétique doit déboucher sur un projet de loi de programmation à l'automne 2013. Afin de parvenir à l'objectif fixé par le Président de la République de réduire la part du nucléaire dans notre mix énergétique, ce débat doit également permettre de définir les besoins en énergie de la France à moyen et à long terme ainsi que les moyens de production énergétique nécessaires.

Puissance installée fin 2011 en France

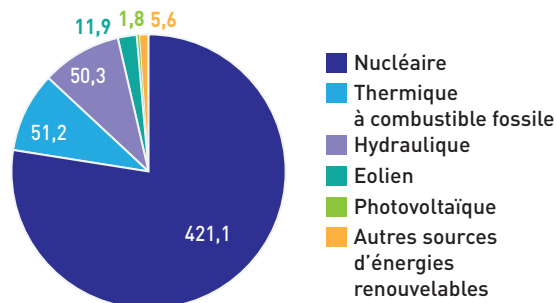
(en MW)



50eS

Production nette en 2011 par source d'électricité en France

(en TWh)



50eS

¹² Un mégawatt équivaut à 1 000 kilowatts.

¹³ <http://www.sgmer.gouv.fr/Livre-bleu.html>

1.2 LES ÉNERGIES RENOUVELABLES : UN FORT POTENTIEL

1.2.a. LES ÉNERGIES RENOUVELABLES DANS LE MONDE

Les énergies renouvelables sont des énergies primaires inépuisables à très long terme, car issues directement de phénomènes naturels, réguliers ou constants, liés à l'énergie du soleil, de la terre ou de la gravitation. Elles servent à produire de la chaleur ou de l'électricité. Elles recouvrent plusieurs filières qui n'ont pas toutes atteint le même degré de maturité : hydroélectricité, éolien, solaire, biomasse, géothermie et énergies marines.

Les énergies renouvelables se développent à un rythme soutenu dans le monde depuis le début des années 2000, avec des taux de croissance de l'ordre de 30 % par an. Selon l'Agence internationale de l'énergie, elles représentaient en 2010, 13 % de la consommation finale d'énergie* dans le monde et un peu moins de 20 % de la production d'électricité. Cette part est supérieure à celle de l'électricité nucléaire mais largement inférieure aux 67 % d'électricité produite à partir de sources fossiles¹⁴.

L'hydroélectricité est de loin la première forme de production d'électricité d'origine renouvelable (83 %), devant la production éolienne (8 %) et la filière biomasse (6 %)¹⁵.

La filière du solaire photovoltaïque représente encore moins d'1 % de la production mais progresse de plus de 50 % par an depuis 10 ans.

L'énergie éolienne se développe partout dans le monde avec une croissance annuelle de 28 % en moyenne depuis 10 ans (+ 20 % en 2011). La capacité éolienne dépasse aujourd'hui les 250 000 mégawatts dans le monde, contre 18 000 mégawatts en 2000, avec 40 000 mégawatts de nouvelles capacités installées en 2011. L'Europe en est un acteur historique tandis que les États-Unis et la Chine sont les pays qui construisent le plus de parcs éoliens.

D'autres énergies renouvelables sont encore au stade de l'expérimentation : les énergies marines renouvelables, hors éolien posé en mer, et le solaire thermodynamique¹⁶, dont le développement est attendu au cours des vingt prochaines années.

Hormis l'éolien posé en mer déjà exploité à l'échelle industrielle pour des parcs d'une taille importante et l'énergie marémotrice que la France exploite depuis 1966 avec l'usine de la Rance, les énergies marines sont encore au stade de la recherche et développement : énergie hydrolienne issue des courants océaniques, énergie houlomotrice issue des mouvements de la houle, énergie thermique des mers utilisant la différence de température entre les eaux de surface et les eaux profondes, énergie osmotique exploitant la différence de salinité entre l'eau de mer et l'eau douce au voisinage des estuaires. De nombreux projets de recherche et développement sont en cours en Europe

Potentiel énergétique des différentes énergies marines

1 - Énergie marémotrice : de l'ordre de 400 TWh/an au niveau mondial

	Monde	Europe continentale	France métropolitaine
2 - Énergie hydrolienne	400 à 800 TWh/an	15 à 35 TWh/an (6 à 8 GW installés)	5 à 14 TWh/an (2 à 3 GW installés)
3 - Énergie houlomotrice	2 000 à 8 000 TWh/an	150 TWh/an (environ 50 GW installés)	De l'ordre de 40 TWh/an (10 à 15 GW installés)
4 - Énergie thermique des mers	10 000 TWh/an	0	0
5 - Énergie osmotique	1 700 TWh/an	200 TWh/an	Non évaluée

liremer - Énergies renouvelables marines

14 et 15 Source : Observ'ER, La production d'électricité d'origine renouvelable dans le monde, 13^{ème} inventaire, 2011.

16 Le solaire thermodynamique est l'énergie récupérée par concentration du soleil pour assurer la production d'électricité.

Production électrique dans le monde par source

(en TWh)

	2000	2007	2008	2009	2010	Taux de croissance annuel moyen 2000/2010	Taux de croissance 2009/2010
Géothermie	52,1	62,7	65,5	67,4	68,6	2,8 %	1,8 %
Éolien	31,4	171,7	219,8	274,6	344,8	27,1 %	25,5 %
Biomasse	133,8	220,2	220,8	247,0	263,2	7,0 %	6,5 %
<i>dont biomasse solide</i>	101,2	157,6	155,4	174,2	186,1	6,3 %	6,9 %
<i>dont biogaz</i>	13,1	29,0	31,1	37,4	40,5	11,9 %	8,3 %
<i>dont biomasse liquide</i>		3,3	3,4	4,8	5,1	91,0 %	5,3 %
<i>dont déchets municipaux</i>	19,4	30,4	30,8	30,6	31,5	4,9 %	2,8 %
Déchets non renouvelables	34,7	38,2	38,7	40,1	39,0	1,2 %	-2,8 %
<i>dont déchets industriels</i>	15,8	11,2	11,3	12,7	10,7	-3,9 %	-16,1 %
<i>dont déchets municipaux</i>	18,9	27,1	27,5	27,4	28,3	4,1 %	3,4 %
Solaire	1,3	7,9	12,7	21,2	33,2	38,1 %	56,4 %
<i>dont photovoltaïque</i>	0,791	7,2	11,8	20,2	31,6	44,6 %	56,6 %
<i>dont thermodynamique</i>	0,526	0,685	0,899	1,0	1,6	11,5 %	51,8 %
Hydraulique	2 696,4	3 153,4	3 278,6	3 328,8	3 448,2	2,5 %	3,6 %
<i>dont turbinage-pompage</i>	78,4	84,9	79,7	76,1	79,9	0,2 %	5,1 %
Énergies marines	0,605	0,549	0,546	0,530	0,554	-0,9 %	4,5 %
Nucléaire	2 590,6	2 719,2	2 730,8	2 697,5	2 754,3	0,6 %	2,1 %
Thermique classique	9 910,3	13 482,0	13 651,6	13 421,6	14 246,4	3,7 %	6,1 %
Total renouvelable	2 915,7	3 616,5	3 797,8	3 939,5	4 158,5	3,6 %	5,6 %
Total conventionnel (nucléaire et thermique)	12 535,7	16 239,5	16 421,0	16 159,2	17 039,6	3,1 %	5,4 %
Total production	15 451,3	19 855,9	20 218,9	20 098,7	21 198,1	3,2 %	5,5 %
Part renouvelable	18,9 %	18,2 %	18,8 %	19,6 %	19,6 %		

Observer

(principalement au Royaume-Uni, au Portugal), aux États-Unis et dans quelques pays d'Asie (Corée du Sud, Japon), afin de proposer des concepts technologiquement et économiquement viables.

L'éolien flottant fait également l'objet de plusieurs prototypes. Aujourd'hui, les éoliennes installées au large des côtes sont posées ou fixées sur les fonds marins à des profondeurs qui n'excèdent pas 50 mètres. En utilisant des éoliennes flottantes, reposant sur un flotteur ancré sur le fond de la mer, il sera possible de dépasser ces limites et ainsi d'exploiter d'autres zones marines, plus éloignées des côtes.

FOCUS Le potentiel des autres énergies marines

L'éolien en mer s'inscrit dans une dynamique mondiale de recherche et de développement industriel des énergies marines renouvelables. Cette dynamique se justifie par les potentiels énergétiques importants de chacune de ces énergies.

1.2.b. L'ESSOR DE L'ÉOLIEN EN MER

L'Europe a été pionnière dans le développement de l'éolien en mer. Ainsi, en 2007, une capacité éolienne en mer supérieure à 1 000 mégawatts était répartie entre cinq pays : le Danemark, l'Irlande, les Pays-Bas, la Suède et le Royaume-Uni. Début 2012, les capacités éoliennes européennes installées en mer représentaient environ 10 % des capacités éoliennes totales de l'Europe. **Fin 2012, la capacité éolienne totale installée en mer était supérieure à 5 000 mégawatts (estimations de l'EWEA¹⁷), ce qui correspond à une croissance de plus de 30 % en une année, avec en tête le Royaume-Uni, l'Allemagne, le Danemark et la Belgique.**

La Commission européenne recommande le développement de l'énergie éolienne en mer pour atteindre une puissance installée de 30 gigawatts¹⁸ en 2020 et 110 gigawatts en 2030. **L'Association européenne de l'énergie éolienne (EWEA) prévoit 40 gigawatts en 2020, pour une production annuelle de 148 térawattheures, représentant 4 % des besoins en électricité de l'Union européenne estimés à cette date. La mise en service de ces capacités s'accompagne de la création d'emplois. L'EWEA prévoit ainsi 160 000 emplois en 2020 avec la réalisation de 40 gigawatts. En 2030, l'EWEA prévoit l'installation de 150 gigawatts en Europe, permettant une production électrique équivalente à la consommation électrique française en 2010.**

En dehors de l'Europe, d'autres pays se lancent également dans le développement de l'énergie éolienne en mer : la Chine et le Japon ont déjà construit leurs premiers parcs et les États-Unis s'apprêtent à développer cette technologie.

1.2.c. L'ÉOLIEN : FACTEUR D'ÉQUILIBRE DU RÉSEAU

Le facteur de charge est défini comme le rapport de la puissance produite sur la puissance installée pour une période donnée. Selon le bilan prévisionnel RTE 2012, le facteur de charge annuel moyen des parcs éoliens terrestres, sur les cinq dernières années, est proche de 23 %, soit l'équivalent en énergie d'environ 2 000 heures de fonctionnement à pleine puissance. Ces chiffres devraient être plus élevés pour les parcs éoliens en mer.

L'électricité ne se stockant pas¹⁹, ou difficilement et à des coûts élevés, la production doit à tout moment s'adapter à la demande. La loi confie au gestionnaire du réseau public de transport d'électricité (RTE) le soin d'assurer en temps réel l'équilibre entre l'offre et la demande. Il peut mobiliser à cet effet les réserves de puissance que l'ensemble des producteurs d'électricité centralisée sont tenus de constituer.

La demande d'électricité est intrinsèquement variable, dépendant de la saison, du jour de la semaine, de l'heure de la journée, de la température extérieure, de l'ensoleillement, etc. Sa prévisibilité s'améliore au fur et à mesure que l'on se rapproche du temps réel, mais ne peut être parfaite.

Les moyens de production thermiques (nucléaire, gaz, charbon, fioul, diesel...) ont une disponibilité élevée. Avec leurs caractéristiques propres et associés au parc hydroélectrique français, capable de répondre très rapidement à un appel de puissance, et aux effacements de consommation, l'ajustement entre l'offre et la demande se réalise avec un haut niveau de fiabilité.

La production d'électricité d'origine éolienne ou photovoltaïque est par nature intermittente²⁰. Des solutions sont peu à peu apportées pour prendre en compte ces

17 EWEA: European Wind Energy Association, association européenne de l'énergie éolienne

18 Un gigawatt égale un milliard de watts ou un million de kilowatts.

19 Rapport sur l'industrie des énergies décarbonnées, 2010. <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Rapport-sur-l-industrie-des.html>

20 L'énergie intermittente a une production qui ne se commande pas, mais dépend des conditions météorologiques (vent, soleil) ou de la gravitation (énergies marines).

spécificités. Ainsi depuis 2009, avec le **Système IPES (Insertion de la Production Éolienne et photovoltaïque sur le Système)**, RTE dispose quasiment en temps réel des données météorologiques et peut anticiper 48 heures à l'avance de façon assez fiable la production éolienne et photovoltaïque. La variabilité de la production d'électricité à partir de ces énergies renouvelables n'implique pas la construction de moyens de production thermiques supplémentaires. La gestion de cette variabilité dépend des caractéristiques du système électrique dans lequel elle s'insère.

La France bénéficie de plusieurs régimes de vent indépendants les uns des autres. Les variations de la production éolienne peuvent s'équilibrer au niveau national si le parc éolien est bien réparti.

À l'échelle nationale, la production éolienne est en moyenne plus importante en hiver qu'en été, en phase avec la hausse de la demande saisonnière. Ceci reste vrai durant les périodes de grand froid qui nécessitent une plus grande mobilisation des moyens de production²¹. Dans son bilan prévisionnel de l'équilibre

21 http://www.rte-france.com/uploads/Mediatheque_docs/vie_systeme/annuelles/bilan_previsionnel/bilan_complet_2007.pdf

« offre-demande » 2011²², RTE indique que durant ces périodes, le facteur de charge moyen du parc national éolien terrestre est proche de 25 %.

22 http://www.rte-france.com/uploads/Mediatheque_docs/vie_systeme/annuelles/bilan_previsionnel/bilan_complet_2011.pdf

FOCUS L'éolien contribue au passage des pointes de consommation

Malgré l'intermittence du vent, l'installation d'éoliennes réduit les besoins en équipements thermiques nécessaires pour assurer le niveau de sécurité d'approvisionnement. RTE dans son bilan prévisionnel de l'équilibre « offre-demande » 2011, précise que « sous réserve d'un développement géographiquement équilibré (plusieurs zones de vent), on peut retenir qu'en France, 25 gigawatts d'éoliennes ou 5 gigawatts d'équipements thermiques apparaissent équivalents en termes d'ajustement du parc de production ». Le réseau de transport contribue à l'insertion des productions renouvelables nationales et européennes en mutualisant les productions résultantes des différents régimes de vents en Europe et les moyens de productions thermiques et d'effacement nécessaires à la sécurisation de l'équilibre offre-demande à tout instant.

Vue d'artiste d'un parc éolien en mer



1.3. L'ÉOLIEN EN MER : UNE NOUVELLE FILIÈRE INDUSTRIELLE DYNAMIQUE

Au-delà d'une contribution à l'objectif d'énergies renouvelables, l'appel d'offres lancé par l'État pour le développement de l'éolien en mer vise à constituer une filière industrielle. Les constructeurs d'éoliennes français Alstom et Areva ont élaboré un plan de développement pour y participer et prendre place sur le marché, aujourd'hui principalement européen.

1.3.a. LES ACTEURS DU SECTEUR DE L'ÉOLIEN EN MER

L'Europe a été pionnière dans le développement de l'éolien en mer et devrait demeurer un marché particulièrement dynamique. Pour l'avenir, l'EWEA estime à près de 66 milliards d'euros le montant des investissements cumulés dans l'éolien en Europe entre 2011 et 2020 et à plus de 145 milliards entre 2021 et 2030.

LES FABRICANTS D'ÉOLIENNES

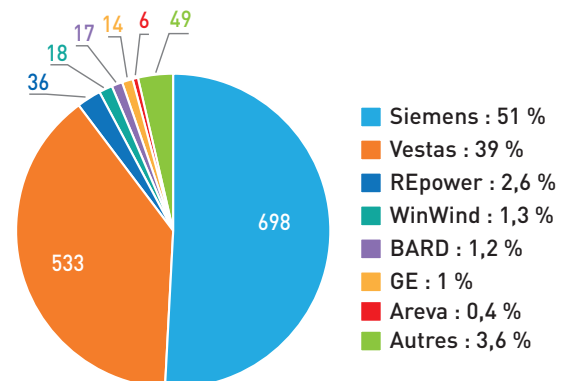
Le marché de l'éolien en mer est très concentré. L'essentiel des capacités existantes en Europe a été fabriqué et installé par Siemens et Vestas. Ces deux fabricants représentent 90 % du marché éolien en mer en Europe. Les 10 % restants se partagent entre Bard, GE, Areva, WinWind et autres.

Le groupe allemand Siemens est l'industriel historique de l'éolien en mer avec les premiers parcs installés en 1991 au large des côtes danoises. Ses usines de fabrication se trouvent au Danemark. Il prévoit d'en implanter une au Royaume-Uni.

La société danoise Vestas, numéro 1 mondial de l'éolien avec près de 15 % de part de marché, en incluant les installations terrestres, se positionne juste derrière Siemens pour l'installation d'éoliennes en mer. Ses usines de fabrication sont situées essentiellement en Europe.

Part de marché des constructeurs d'éoliennes installées en mer, fin 2011

(en nombres d'éoliennes)



EWEA

Les constructeurs Areva Wind et REpower se sont lancés sur le marché éolien en mer en 2009 avec des machines d'une puissance unitaire de 5 mégawatts.

Alstom, bénéficiant d'une expérience importante en éolien terrestre, souhaite entrer sur le marché de l'éolien en mer en s'appuyant sur l'émergence de nouveaux marchés, notamment la France, et sur le développement d'éoliennes de plus grande puissance unitaire. L'éolienne Alstom en test à terre sur le site du Carnet en Loire-Atlantique est à ce jour l'une des plus grandes éoliennes au monde avec une puissance unitaire de 6 mégawatts. Des prototypes d'une puissance supérieure sont attendus pour 2014 et 2015.

LES DÉVELOPPEURS DE PROJETS

Seuls les énergéticiens de taille mondiale sont en mesure de développer des projets d'éoliennes en mer, compte tenu de leur ampleur, et d'en supporter l'ensemble des risques techniques et économiques. Selon l'EWEA, en 2011, l'énergéticien danois **DONG Energy** a installé 21 % de la capacité totale d'éoliennes en mer en Europe, le suédois **Vattenfall**, 19 %, et l'allemand **E.On**, 12 %. **À eux trois, ils pèsent pour 53 % des capacités installées.** Dans de nombreux cas, les parcs éoliens en mer sont développés par plusieurs acteurs.

» Le marché est dominé par les grands acteurs du secteur de l'énergie qui portent 80 % des projets éoliens en mer en Europe.

1.3.b. UNE FILIÈRE CRÉATRICE D'EMPLOIS

L'Europe dispose de compétences traditionnelles qui contribuent à lui donner une position forte dans l'industrie éolienne en mer, notamment grâce à ses **fabricants d'éoliennes terrestres**, ses **compagnies pétrolières et parapétrolières** et son **industrie maritime** qui disposent de savoir-faire spécifiques.

Nos voisins européens se sont fixé des objectifs de développement éolien en mer très élevés. Le Royaume-Uni, qui a déjà installé plus de 3 gigawatts éoliens en mer, vise un objectif de 18 gigawatts en 2020 et 32 gigawatts en 2030. Il envisage au-delà, d'atteindre les 40 gigawatts²³. L'Allemagne s'est fixé un objectif de 10 gigawatts éoliens en mer en 2020 et 23 gigawatts en 2030. **Le développement de l'énergie éolienne en mer ouvre des perspectives de marché importantes pour l'industrie française appelée à se structurer.**

Compte tenu des objectifs européens pour l'installation de parcs éoliens en mer, plusieurs **constructeurs** prévoient d'implanter des unités de fabrication et d'assemblage à proximité des sites éoliens en mer.

Dans plusieurs ports de la mer Baltique et de la mer du Nord, des regroupements d'entreprises industrielles émergent afin de se reconvertir ou de se diversifier vers la production industrielle d'éoliennes en mer ou de services liés à l'exploitation des parcs en mer. **Les sites de Bremerhaven et Cuxhaven en Allemagne sont ainsi devenus, en 10 ans, des bases industrielles pour l'éolien et ont créé près de 10 000 emplois dont environ un tiers directement lié à l'éolien en mer.**

Les infrastructures portuaires à proximité des zones d'implantation des éoliennes nécessitent d'être aménagées. Cet aménagement peut générer de nouvelles activités industrielles et économiques, à l'instar de certains ports britanniques et allemands (assemblage des éoliennes, transport des composants du parc...). À titre d'exemple, le port de Dunkerque a servi de site d'assemblage pour les éoliennes du parc britannique de Thanet.

23 Department of Energy and Climate Change, UK Renewable Energy Roadmap, Juillet 2011.

1.3.c. LE MODÈLE ÉCONOMIQUE DE L'ÉOLIEN EN MER

Le coût complet d'un kilowattheure éolien en mer se décompose ainsi : 70 à 75 % d'amortissement de l'investissement et 25 à 30 % de coûts d'exploitation. Les

L'investissement nécessaire pour construire un mégawatt éolien en mer avoisine 3,5 millions d'euros en mer du Nord.

coûts dépendent étroitement des caractéristiques du site - distance entre le parc et la côte, profondeur et nature des fonds marins - comme des choix technologiques. De même, les coûts des infrastructures électriques varient sensiblement en fonction de la proximité et de la capacité du réseau existant.

Le montant de l'investissement d'un projet de parc éolien en mer de 500 mégawatts en mer du Nord, dans des conditions moyennes de profondeur et d'éloigne-

ment de la côte, est évalué à 3,46 millions d'euros par mégawatt installé, selon le bureau d'étude GL Garrad Hassan²⁴. Selon une étude de Douglas-Westwood²⁵ (citée par l'Agence internationale des énergies renouvelables), le coût d'investissement pour un mégawatt installé en mer au Royaume-Uni s'établit à 4,5 millions de dollars, soit environ 3,5 millions d'euros.

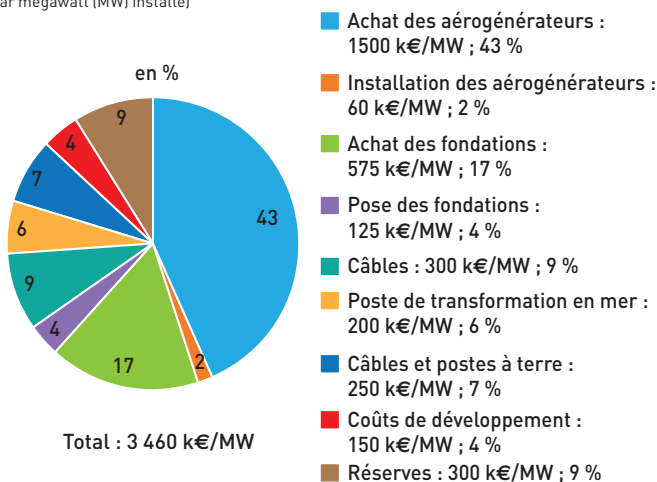
Ce coût global d'investissement par mégawatt est 2 à 3 fois supérieur à celui de l'éolien terrestre, en raison du coût des fondations, des infrastructures électriques telles que le câblage et le poste électrique et des moyens logistiques de pose en mer. Selon l'Agence internationale pour les énergies renouvelables, le coût d'investissement de l'éolien terrestre se situe autour de 1,3 à 1,9 million d'euros par mégawatt installé.

Toutefois, il faut noter que la **production d'électricité par les éoliennes en mer est plus importante qu'à terre, en raison de vents plus forts et plus réguliers.**

Le développement du marché de l'éolien en mer permet d'espérer une baisse des coûts, du fait d'économies d'échelle sur la chaîne d'approvisionnement et des méthodes d'installation en mer, de la fiabilité accrue des machines et de la diminution des coûts d'exploitation ainsi que d'une plus grande concurrence entre les fabricants d'éoliennes et entre les spécialistes des opérations d'installation en mer. Cependant, cette baisse n'est pas attendue avant plusieurs années.

Répartition des coûts d'un parc éolien en mer type de 500 mégawatts en mer du Nord

(par mégawatt (MW) installé)



GL Garrad Hassan

24 GL Garrad Hassan est un bureau d'études expert en éolien en mer.

25 <http://www.nve.no/Global/Energi/Havvind/Vedlegg/Annet/Offshore%20Wind%20Assessment%20For%20Norway%20-%20Final%20Report%20-%2020190510%20with%20dc.pdf>

>> Comme les autres énergies renouvelables, l'éolien en mer bénéficie de mécanismes de soutien public.

Il est difficile de comparer les prix du kilowattheure éolien en mer d'un pays à l'autre. Dans plusieurs pays d'Europe, certains coûts ne sont pas à la charge du porteur de projet. En Allemagne par exemple, le financement des opérations de raccordement

est intégralement pris en charge par le gestionnaire du réseau d'électricité. Au Royaume-Uni comme au Danemark, l'État réalise une partie des études environnementales préalablement au lancement des appels d'offres pour l'attribution de zones en mer. En France, les coûts des études environnementales et de raccordement sont à la charge de l'investisseur.

À l'exception de la production hydraulique, les énergies renouvelables font l'objet d'un soutien public particulier qui peut prendre trois formes :

1. L'achat à prix garanti du kilowattheure produit est le mécanisme de soutien le plus simple à mettre en œuvre et le plus répandu. Il consiste à acheter aux producteurs à un prix prédéterminé l'ensemble de l'électricité produite sur une période allant de 10 à 20 ans, ce prix étant fonction de la technologie employée, de la taille des installations, éventuellement de la localisation géographique et donc du potentiel des zones ou d'autres critères. Le niveau du tarif d'achat est déterminé de façon à être suffisamment incitatif pour permettre le développement d'une technologie tout en prenant en compte les évolutions technologiques et la baisse des coûts qui en découle.

2. Le système des quotas d'électricité, ou « certificats verts », impose aux fournisseurs d'électricité de livrer annuellement à leurs clients une quantité minimale d'électricité d'origine renouvelable, proportionnelle au volume total de leurs ventes. Les fournisseurs d'électricité, produisent eux-mêmes cette électricité d'origine renouvelable, ou acquièrent auprès des producteurs d'électricité d'origine renouvelable des certificats qui font ainsi l'objet d'un marché.

3. Dans le système des appels d'offres, les quantités et les prix sont maîtrisés par la puissance publique qui

peut également introduire des critères tels qu'un volet industriel ou la prise en compte de l'environnement.

Le Code de l'énergie impose aux fournisseurs historiques d'électricité (EDF, les entreprises locales de distribution) des missions de service public. « *Le service public de l'électricité a pour objet de garantir, dans le respect de l'intérêt général, l'approvisionnement en électricité sur l'ensemble du territoire national. Dans le cadre de la politique énergétique, il contribue à l'indépendance et à la sécurité d'approvisionnement, à la qualité de l'air et à la lutte contre l'effet de serre, à la gestion optimale et au développement des ressources nationales, à la maîtrise de la demande d'énergie, à la compétitivité de l'activité économique et à la maîtrise des choix technologiques d'avenir, comme à l'utilisation rationnelle de l'énergie. [...]* »²⁶. Les charges qui en découlent sont répercutées sur les factures d'électricité via une contribution assise sur la consommation, la Contribution au service public de l'électricité (CSPE)²⁷.

La CSPE couvre trois types de charges :

► les surcoûts dus à l'obligation d'achat de l'électricité issue de la cogénération (production simultanée d'électricité et de chaleur) et des énergies renouvelables sur l'ensemble du territoire ; ces surcoûts sont établis sur la base de la différence entre le tarif d'achat et les prix de marché de gros de l'électricité ;

► les surcoûts de production d'électricité dus à la mise en œuvre d'un tarif identique sur tout le territoire, en métropole continentale comme dans les zones non interconnectées au réseau (DOM, Corse, Mayotte, Saint-Pierre et Miquelon, îles bretonnes) alors que les coûts de production y sont beaucoup plus élevés ;

²⁶ Article L 121-1 du Code de l'énergie

²⁷ La CSPE, créée par la loi n°2003-8 du 3 janvier 2003, permet de compenser les fournisseurs historiques d'électricité (EDF et les entreprises locales de distribution) des charges liées aux missions de service public qui leur incombent, incluant la compensation des tarifs d'achat de certaines sources d'électricité (énergies renouvelables cogénération).

>> En France, les consommateurs d'électricité financent le soutien de l'éolien en mer via la Contribution au service public de l'électricité (CSPE).

► les coûts des dispositifs sociaux en faveur des personnes en situation de précarité (tarif de première nécessité notamment).

Les charges couvertes par la CSPE sont estimées chaque année par la Commission de Régulation de l'Énergie (CRE), autorité indépendante veillant au bon fonctionnement des marchés de l'électricité et du gaz en France. Pour 2013, ces charges sont évaluées par la CRE à 5,1 milliards d'euros, dont 567 millions d'euros pour l'énergie éolienne. Le montant de la CSPE a été porté à 13,5 euros par mégawattheure au 1^{er} janvier 2013, dont 1,5 euro par mégawattheure pour l'éolien.

En 2020, les charges financières correspondant à 6 000 mégawatts éoliens en mer pour le service public de l'électricité seraient de 2,34 milliards d'euros, pour un montant total de la CSPE de 10 milliards d'euros, selon les estimations de la Direction générale de l'énergie et du climat citées par la Cour des comptes²⁸. Selon le Ministère de l'Écologie²⁹, la production d'un parc éolien en mer de 6 000 mégawatts représentera 3,5 % de la consommation française d'électricité. Le surcoût de l'électricité produite par les éoliennes, compensé par la CSPE, conduira à relever celle-ci entre 2015 et 2020 d'un montant représentant 4 % de la facture des ménages en 2020, soit environ 25 euros par ménage et par an.

28 Communication à la Commission d'enquête du Sénat sur le coût réel de l'électricité, juin 2012.

29 <http://www.developpement-durable.gouv.fr/-Energie-Air-et-Climat-.html>

Estimations de la direction générale de l'énergie et du climat en 2020

DGEC	En M€
Contrats d'achats	8 214
<i>dont cogénération</i>	289
<i>dont énergies renouvelables</i>	7 880
<i>dont autres</i>	45
Péréquation tarifaire	1 538
Dispositions sociales	184
Total des charges de l'année	9 936

Cour des comptes - Communication à la Commission d'enquête du Sénat sur la CSPE

Sur la base des informations fournies par la Commission de régulation de l'énergie (CRE) dans sa délibération du 5 avril 2012³⁰, le prix moyen d'un mégawattheure éolien produit par l'ensemble des quatre projets se situerait à hauteur de 226,5 euros. Le Rapport du Sénat du 11 juillet 2012³¹ sur le coût réel de l'électricité indique que ce prix équivaut à 202 euros par mégawattheure aux conditions économiques de 2011. Ce prix inclut le coût du raccordement des parcs éoliens en mer au réseau public d'électricité ainsi que les coûts de démantèlement.

30 La délibération de la CRE du 5 avril 2012 relative aux choix des offres du Ministre de l'énergie, est disponible à cette adresse : http://www.legifrance.gouv.fr/jopdf/common/jo_pdf.jsp?numJO=0&dateJO=20120428&numTexte=122&pageDebut=&pageFin=

31 Ce rapport est disponible à cette adresse : <http://www.senat.fr/notice-rapport/2011/r11-667-1-notice.html>

Estimations de charges liées aux énergies renouvelables dans la CSPE

DGEC*	M€ courants	
	2012	2020
Solaire photovoltaïque	1 630	2 778
Biomasse	80	1 055
Biogaz	52	364
Eolien terrestre	526	1 291
Eolien en mer	0	2 340
Hydraulique	50	52
Total énergies renouvelables	2 338	7 880

*Ministère chargé de l'énergie : les chiffres de la direction générale de l'énergie et du climat agrègent les données métropole et les zones non-interconnectées par filière.

Cour des comptes - Communication à la Commission d'enquête du Sénat sur la CSPE

FOCUS

En France, les éoliennes en mer sont soumises à une fiscalité spécifique

Les éoliennes en mer sont soumises à une taxe spéciale, fixée dans le Code général des impôts à l'article 1519 B³² à 14 113 euros par mégawatt installé et par an. Ce montant évolue chaque année au rythme de l'indice de valeur du produit intérieur brut. Cette taxe est due l'année suivant la mise en service du parc. Pour le projet de parc éolien, elle serait versée après la mise en service de chacune des tranches. Pour le parc éolien de Courseulles-sur-Mer, le produit de la taxe spéciale est estimé à 6,4 millions d'euros par an.

Le produit de la taxe serait redistribué de la manière suivante, conformément au décret n° 2012-103 du 27 janvier 2012, codifié à l'article 1519 B du Code général des impôts :

- >> 50 % pour les communes littorales situées à moins de 12 milles marins* (soit 22,2 km environ) du parc et depuis lesquelles au moins une éolienne est visible. Le montant qui revient à chacune des communes est fonction de leur population et de la distance de l'éolienne la plus proche ;
- >> 35% pour le Comité National des Pêches Maritimes et des Élevages Marins (CNPMM), pour le financement de « projets concourant à l'exploitation durable des ressources halieutiques » ;
- >> 15% dédiés, à l'échelle de la façade maritime (façade Manche Est - mer du Nord pour le projet de Courseulles-sur-Mer), au financement de projets concourant au développement durable des autres activités maritimes.

Selon une simulation réalisée par le maître d'ouvrage aux conditions 2012, le montant total de la taxe revenant aux communes littorales sera de 3,5 millions d'euros environ par an. Le montant exact qui sera versé à chaque commune sera défini par les services fiscaux.

* 1 mille marin = 1 852 mètres

32 Le montant pour 2012 est fixé par le décret n° 2012-103 du 27 janvier 2012.

Port d'assemblage du parc d'Anholt au Danemark



1.4. L'APPEL D'OFFRES DE L'ÉTAT

L'article 10 de la loi 2000-108 permet aux installations éoliennes en mer de bénéficier de l'obligation d'achat. Il existe un tarif d'achat garanti pour l'éolien en mer, actuellement fixé à 130 €/MWh. Compte tenu de la maturité des technologies, ce niveau de tarif est insuffisant pour garantir la rentabilité des parcs éoliens en mer. Pour cette raison et afin d'encadrer et de permettre le déploiement de cette technologie au large des côtes françaises, l'État a lancé le premier appel d'offres portant sur 3 000 mégawatts à installer sur cinq zones identifiées au terme d'un processus de concertation et de planification.

1.4.a. OBJECTIF : 6 000 MÉGAWATTS EN 2020

Pour atteindre l'objectif de 6 000 mégawatts d'éolien en mer en 2020, les pouvoirs publics ont fait le constat dès 2009 qu'une action d'envergure de planification et de concertation était nécessaire. Il s'agissait d'accélérer le développement des projets engagés depuis plusieurs années et qui ne pouvaient aboutir, faute de dispositif de soutien adapté, et d'en faire émerger de nouveaux. Il fallait également favoriser l'essor d'une filière industrielle, pour laquelle la France dispose de véritables atouts tels que d'importantes infrastructures maritimes et terrestres et des compétences industrielles dans les secteurs de l'énergie et de l'exploitation de pétrole en mer. Pour répondre à ces différentes exigences, un appel d'offres fondé sur des critères de compétitivité du prix proposé d'achat d'électricité, de qualité du projet industriel et du respect de l'environnement a été lancé en juillet 2011.

1.4.b. DES ZONES PROPICES SÉLECTIONNÉES A L'ISSUE D'UNE CONCERTATION

En mars 2009, le gouvernement a demandé aux préfets des régions Bretagne, Pays de la Loire, Haute-Normandie, Aquitaine et Provence-Alpes-Côte d'Azur, de mettre en place, pour chaque façade maritime (Manche/mer du Nord, Atlantique et Méditerranée), une « instance de concertation et de planification ». Ces instances rassemblaient la plupart des parties prenantes : services de l'État, collectivités territoriales, représentants des porteurs de projets éoliens, usagers de la mer, associations de protection de l'environnement, ports autonomes, Conservatoire du littoral, l'IFREMER (Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer), l'ADEME (Agence de l'Environnement et de la maîtrise de l'énergie), le SHOM (Service Hydrographique et Océanographique de la Marine) et le gestionnaire du Réseau public de Transport d'Électricité (RTE).

Les travaux des participants aux instances de concertation ont conduit à identifier des zones propices au développement de l'éolien en mer, au regard des enjeux techniques, réglementaires, environnementaux et socio-économiques. Une attention particulière a été portée au respect des activités liées à la pêche professionnelle et au tourisme.

FOCUS Les principes fondateurs de l'appel d'offres lancé en juillet 2011

- >> **Limiter l'implantation sur le domaine maritime** à une sélection de zones issues de la concertation locale menée par l'État
- >> **Apporter une visibilité au secteur industriel** en proposant des zones de puissance significative
- >> **Maîtriser le calendrier et le rythme d'implantation** afin de permettre la montée en puissance du tissu industriel français et l'adaptation nécessaire des infrastructures portuaires
- >> **Maîtriser les coûts pour la collectivité**
- >> **Limiter les possibilités d'échec** notamment pour l'industrie.

1.4.c. ÉOLIEN MARITIME FRANCE, LAURÉAT DE LA ZONE DE COURSEULLES-SUR-MER

Le 11 juillet 2011, le gouvernement a lancé un appel d'offres portant sur une puissance maximale de 3 000 mégawatts répartis sur cinq zones : Le Tréport, Fécamp, Courseulles-sur-Mer, Saint-Brieuc et Saint-Nazaire. Les candidats devaient remettre leur offre avant le 11 janvier 2012.

Pour répondre aux objectifs de production d'énergie renouvelable à un prix compétitif et de création d'une filière industrielle, la sélection des offres s'est effectuée en tenant compte du volet industriel (40 % de la note finale), du prix d'achat de l'électricité proposé (40 % de la note finale), et du respect des activités existantes et de l'environnement (20 % de la note finale).

Après l'avis rendu le 28 mars 2012 par la Commission de régulation de l'énergie, le **Gouvernement a retenu les trois offres remises par Éolien Maritime France pour les zones de Fécamp** (Seine-Maritime, puissance de 498 mégawatts), **Courseulles-sur-Mer** (Calvados, puissance de 450 mégawatts) et **Saint-Nazaire** (Loire-Atlantique, puissance de 480 mégawatts). L'offre d'Ailes Marines SAS a été retenue pour la zone de Saint-Brieuc (Côtes d'Armor, puissance de 500 mégawatts). Aucune

offre n'a été retenue pour la zone du Tréport, l'appel d'offres ayant été déclaré sans suite pour cette zone. Le 23 avril 2012, Éolien Maritime France a reçu la notification le désignant lauréat sur le site de Courseulles-sur-Mer. Éolien Maritime France a constitué une société de projet dénommée « Éoliennes Offshore du Calvados » et a sollicité et obtenu le transfert de l'autorisation d'exploiter au bénéfice de cette société de projet, filiale d'Éolien Maritime France et de wpd Offshore.

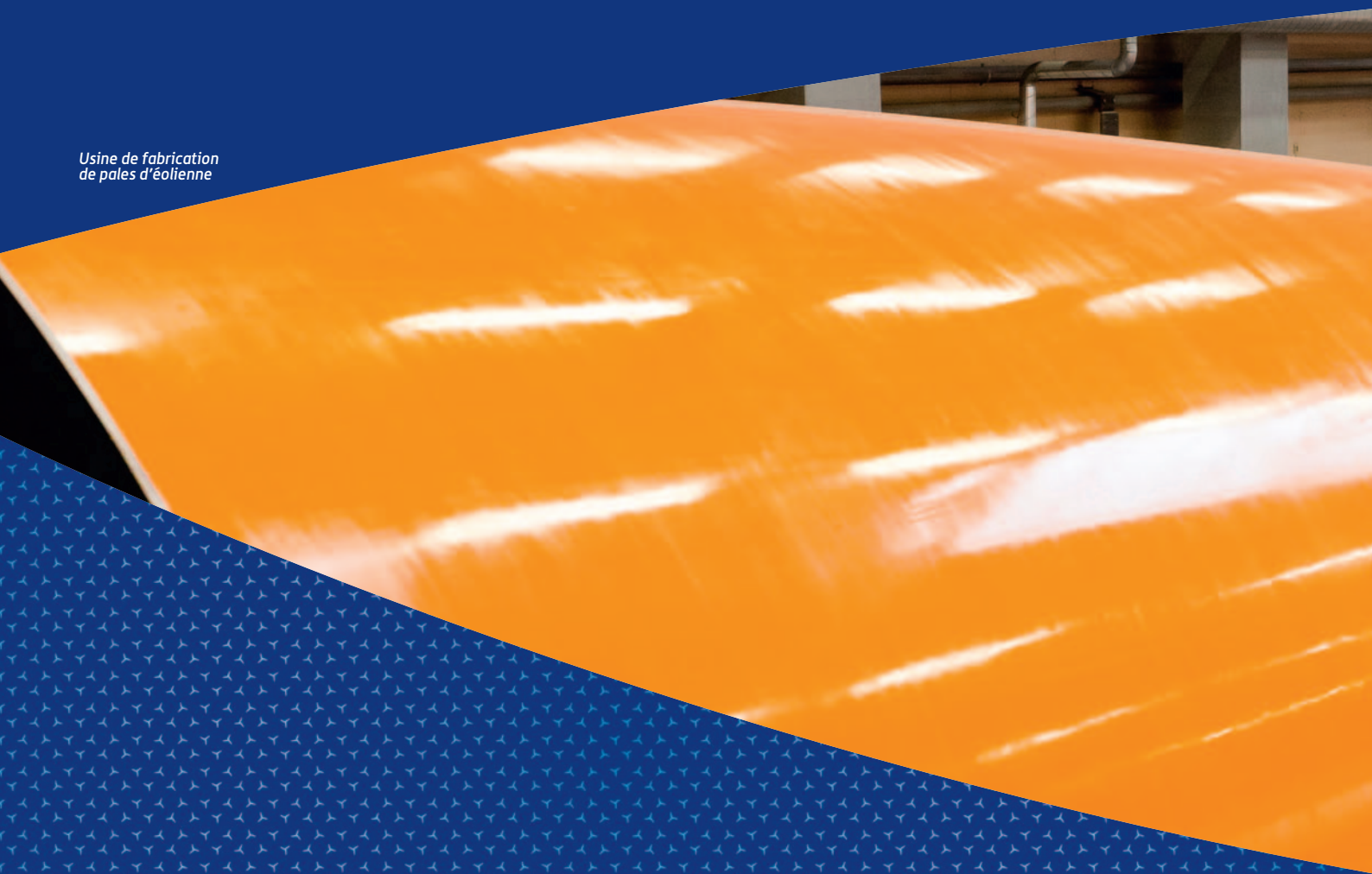
FOCUS Déroutement de la procédure d'appel d'offres pour les installations de production d'électricité

- >> Le ministre en charge de l'énergie établit les conditions de l'appel d'offres.
- >> Il transmet les conditions de l'appel d'offres à la Commission de régulation de l'énergie (CRE).
- >> La CRE remet dans un délai d'un à six mois une proposition de rédaction de cahier des charges soumise au ministre.
- >> Le ministre lance l'appel d'offres, publié au Journal Officiel de l'Union Européenne (JOUE), sur la base du cahier des charges qu'il a approuvé. Le délai d'envoi des dossiers de candidature à l'appel d'offres ne peut être inférieur à six mois.
- >> Après réception des offres, la CRE instruit les dossiers reçus dans un délai qui ne peut dépasser six mois et transmet les résultats de son évaluation au ministre.
- >> Le ministre prend sa décision sur la base de l'avis rendu par la CRE.

>> SYNTHÈSE

L'éolien en mer représente un marché en plein essor et créateur d'emplois. Cette énergie, comme l'ensemble des énergies renouvelables, tient une place importante dans la politique énergétique de l'Europe, qui vise à relever les trois défis majeurs du développement durable, de la sécurité d'approvisionnement énergétique et de la compétitivité. L'éolien en mer est déjà développé dans plusieurs pays. Il pourrait couvrir 4 % de la demande d'électricité en Europe en 2020 et 14 % en 2030. La France s'est, pour sa part, fixé un objectif de 6 000 mégawatts éoliens en mer en 2020, qui permettront de produire près de 3,5 % de la consommation française d'électricité. Le projet de Courseulles-sur-Mer fait partie des offres retenues par l'État dans le cadre de l'appel d'offres lancé pour développer des parcs éoliens sur les côtes de la Manche et de l'Atlantique et pour créer une filière industrielle française de l'éolien en mer.

*Usine de fabrication
de pales d'éolienne*



2 LES CARACTÉRISTIQUES DU PROJET



Issu de plusieurs années de concertation avec les acteurs du territoire concernés, le projet de parc éolien en mer de Courseulles-sur-Mer est situé à plus de dix kilomètres des côtes à l'écart des zones de pêche les plus riches et de l'axe visuel du site classé d'Arromanches. Avec 75 éoliennes de 6 mégawatts chacune, distantes d'environ 1 kilomètre les unes des autres, sa production annuelle serait de 1 500 gigawattheures. Il serait raccordé au réseau électrique national par des câbles sous-marins. Les éoliennes seraient fabriquées par Alstom à Saint-Nazaire et Cherbourg et une base de maintenance est prévue dans le port de Caen-Ouistreham.

2.1. LE CHEMINEMENT VERS LE PROJET PROPOSÉ

Le projet de parc éolien en mer, tel qu'envisagé aujourd'hui et issu de l'appel d'offres, résulte d'un travail engagé depuis plusieurs années afin de prendre en compte au mieux les spécificités du territoire.

2.1.a. UN CONTEXTE FAVORABLE AU DÉVELOPPEMENT DE L'ÉOLIEN EN MER

» Avec 470 kilomètres de côtes, la Basse-Normandie est l'une des principales régions maritimes françaises.

En Basse-Normandie, la mer et le littoral sont sources de nombreuses activités économiques : la pêche (3^{ème} rang national en volume et 2^{ème} en valeur), la culture des coquillages (2^{ème} place au niveau national), le trafic transmanche (1,6 million

de passagers) ou encore le tourisme. Par ailleurs, les activités liées à la construction navale et à la plaisance ont permis la structuration d'une filière nautique. La pêche et la culture des coquillages, la transformation des produits de la mer et la construction navale représentent environ 10 000 emplois directs.

Les collectivités de Basse-Normandie multiplient les initiatives pour développer les énergies marines renouvelables. En 2011, le Conseil régional de la Basse-Normandie, le Conseil général de la Manche et la communauté urbaine de Cherbourg ont créé Ouest Normandie Énergies Marines, une société publique locale vouée à promouvoir le territoire auprès des acteurs spécialisés dans les énergies marines renouvelables, et à structurer une filière industrielle dans ce secteur d'activité. En janvier 2012, un délégué général aux énergies marines renouvelables a été désigné pour l'ensemble de la région.

Syndicat mixte regroupant le Conseil régional de Basse-Normandie et les Conseils généraux de la Manche et du Calvados, Ports Normands Associés a engagé des démarches pour

se doter d'infrastructures portuaires performantes permettant l'accueil d'une filière industrielle des énergies marines :

- ▶ prolongement à Cherbourg du quai des Flamands de 220 mètres vers le sud pour accueillir des navires de chargement d'éoliennes ;
- ▶ libération de 44 hectares sur le port pour l'implantation de la production industrielle et la création d'une zone d'assemblage ;
- ▶ extension de 35 hectares des terre-pleins en grande rade à Cherbourg pour héberger la filière hydrolienne en particulier ;
- ▶ aménagement de l'avant-port de Caen-Ouistreham pour recevoir des navires de maintenance.

Les caractéristiques de l'espace maritime au large de Courseulles-sur-Mer sont favorables au développement de l'éolien en mer (important gisement éolien, profondeur inférieure à 30 mètres, capacité d'accueil sur le réseau électrique, etc.). La possibilité de développer un projet de parc éolien en mer y a donc été étudiée, en vue de contribuer aux objectifs français de développement des énergies renouvelables.

Projet d'extension du quai des Flamands du port de Cherbourg



2.1.b. LE PROJET PRÉSENTÉ TIENT COMPTE DES ENJEUX DU TERRITOIRE

Si les paramètres physiques du milieu sont primordiaux pour la faisabilité d'un parc éolien en mer, il est tout aussi essentiel de prendre en compte les dimensions écologiques, paysagères, environnementales et socio-économiques du territoire dans lequel il s'inscrit pour étudier ses modalités d'implantation. La concertation avec les acteurs locaux - élus, administrations, associations locales et pêcheurs - a donc été placée au cœur du développement du projet par le maître d'ouvrage et ses partenaires, dès sa genèse en 2007. L'objectif était d'étudier les différentes possibili-

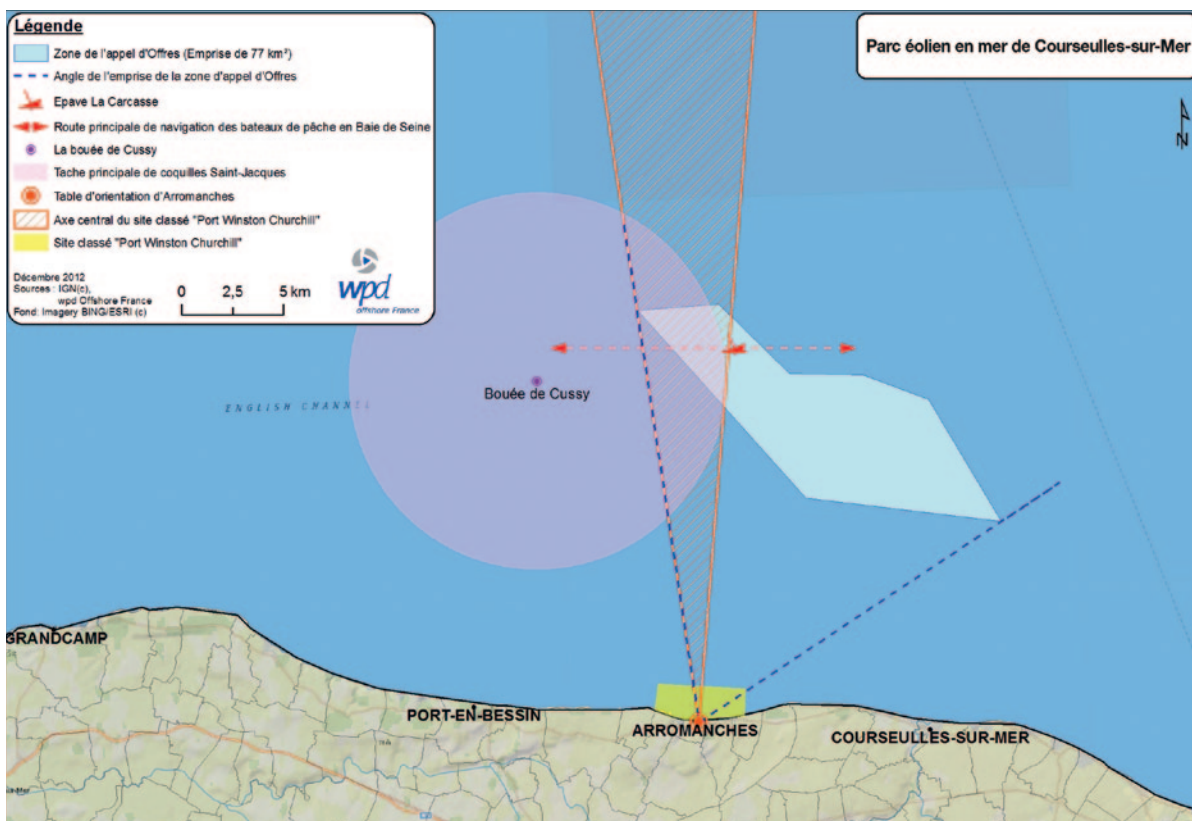
tés de développement d'un projet de parc éolien en mer et d'en définir les conditions optimales d'implantation au regard des particularités locales, tant économiques et touristiques que paysagères et environnementales.

» Une phase de concertation préalable s'est déroulée avant l'appel d'offres de l'État.

Dans la toute première phase d'élaboration du projet, les parties prenantes ont formulé plusieurs recommandations :

- » maintenir la zone du projet à plus de 10 kilomètres de la côte ;
- » écarter la zone du projet de l'axe visuel du site classé d'Arromanches ;

Carte des enjeux identifiés pour la zone d'étude



» limiter l'emprise visuelle globale du projet sur l'horizon ;

» décider de l'implantation du parc avec les représentants des pêcheurs de la baie de Seine.

Les représentants de la pêche professionnelle ont souhaité exclure deux secteurs du périmètre du projet, identifiés lors d'échanges menés au sein d'un groupe de travail « pêche » et lors d'entretiens individuels avec les pêcheurs :

» la zone principale de coquilles Saint-Jacques située autour de la Bouée de Cussy, et plus largement entre Port-en-Bessin et Grand-Camp-Maisy (plus de 200 navires y travaillent durant l'hiver) ;

» la paléovallée ou vallée préhistorique submergée de la Seine (au-delà de la ligne bathymétrique³³ des 30 mètres), qui est un secteur privilégié pour le chalutage, en particulier les zones du « profond » et du « creux ».

Au vu du cahier des charges de l'appel d'offres lancé en 2011, dans lequel l'État imposait une puissance de 420 à 500 mégawatts pour cette zone, le maître d'ouvrage a dû modifier certaines caractéristiques de son projet.

Les acteurs locaux ont précisé leurs enjeux, en formulant des recommandations complémentaires :

» rechercher une optimisation visuelle depuis le site classé d'Arromanches ;

» éloigner le projet à plus de 5 milles nautiques de la bouée de Cussy ;

» maintenir l'ensemble du parc au sud de l'épave dite de « la Carcasse » ;

» installer les lignes d'éoliennes dans l'axe des courants principaux (≈ 100°) ;

» contenir l'emprise globale à 50 km².

33 La bathymétrie est l'équivalent sous-marin de la topographie, c'est-à-dire description du relief sous-marin grâce aux mesures de profondeurs.

» Partager le retour d'expérience

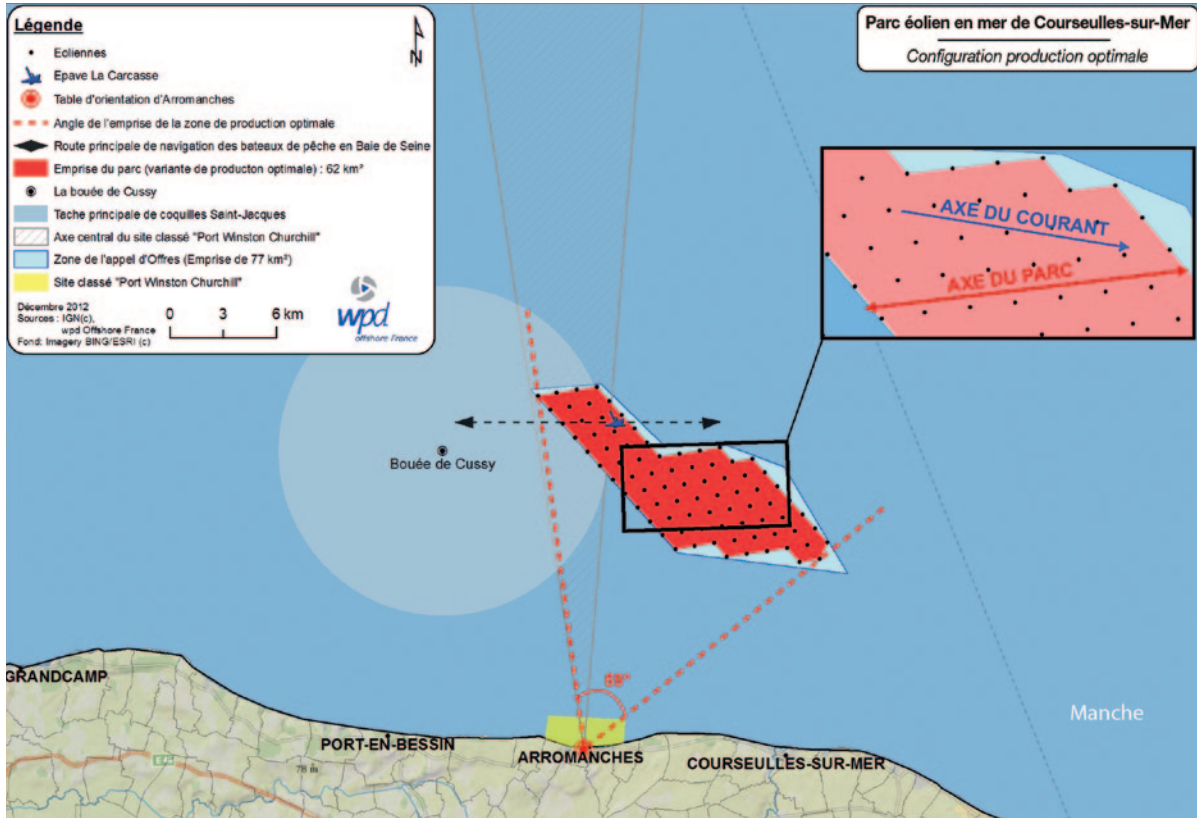
Un voyage d'étude a été organisé sur le parc éolien en mer de Barrow-in-Furness en Angleterre, avec un groupe comprenant marins-pêcheurs et représentants de la profession (comités locaux et régionaux des pêches maritimes, organisations de producteurs). Construit et exploité par DONG Energy au nord de Liverpool, ce parc situé à 7 kilomètres du rivage, comporte 30 éoliennes espacées de 500 à 750 mètres les unes des autres. Les participants ont pu constater qu'avec des réglages adéquats, les équipements de communication et de navigation fonctionnaient sans encombre au sein du parc et qu'il était possible d'y naviguer. Une rencontre avec les pêcheurs locaux a permis de confirmer que la ressource était toujours présente au sein du parc.

Le maître d'ouvrage a élaboré plusieurs configurations du parc éolien au large de Courseulles-sur-Mer, avant d'aboutir au projet présenté à l'appel d'offres sur l'éolien en mer et proposé au débat public.

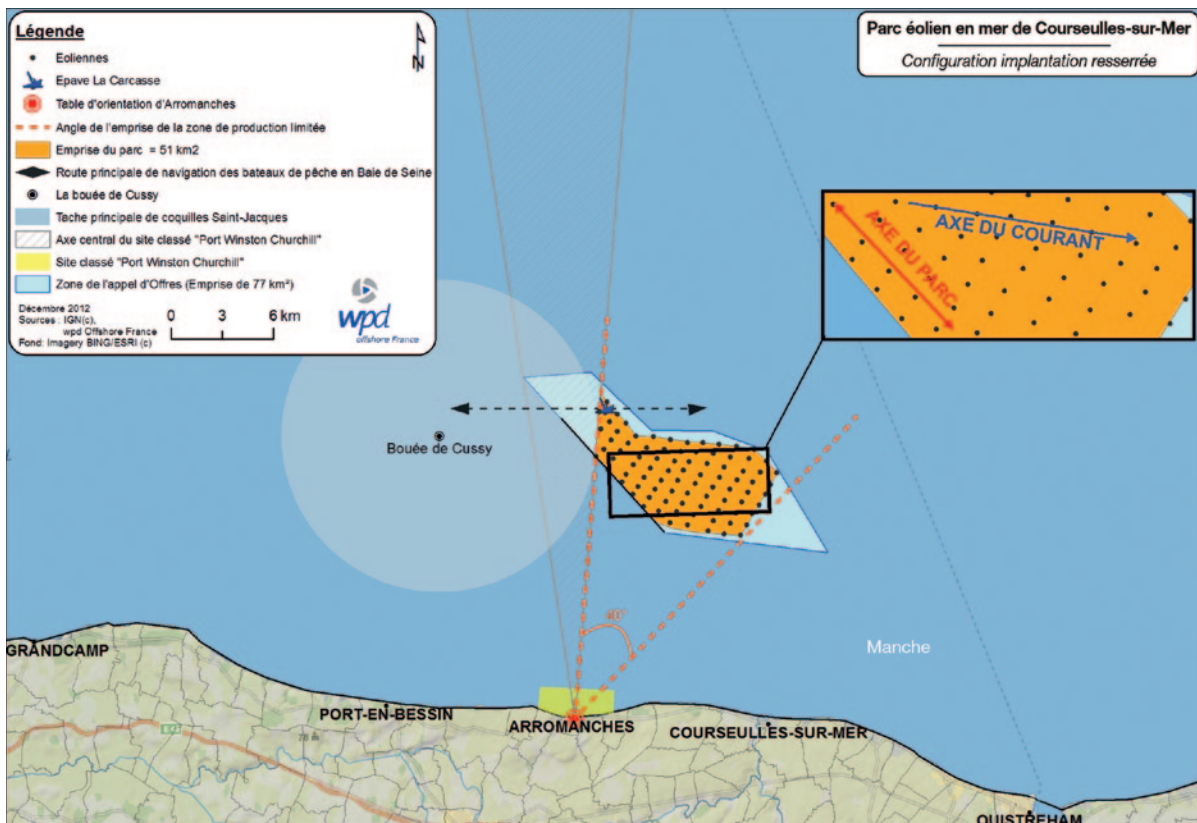
La première d'entre elles correspondait à une production d'électricité optimale. Les lignes d'éoliennes étaient perpendiculaires au vent dominant (ouest – sud-ouest) et très espacées les unes des autres. Le projet comportait 83 éoliennes pour une capacité totale de 498 mégawatts et couvrait l'ensemble du périmètre de l'appel d'offres. Une partie du parc se situait dans le gisement principal de coquilles Saint-Jacques. Cette proposition n'a pas satisfait les acteurs du territoire consultés.

Une évolution de cette configuration, comportant 83 éoliennes sur un périmètre plus resserré, avait été élaborée, prenant mieux en compte les enjeux de la pêche et du paysage. La zone nord du projet initial était supprimée afin de sortir de l'axe visuel du site classé d'Arromanches et de s'éloigner de la bouée de Cussy. Les distances entre éoliennes avaient été réduites (750 mètres), générant ainsi un effet de sillage (cf. focus p. 40) conduisant à une perte de production importante. Relativement bien accueillie par les élus du littoral, cette proposition était toutefois trop éloignée des attentes des représentants de la pêche.

Carte d'implantation de la configuration initiale



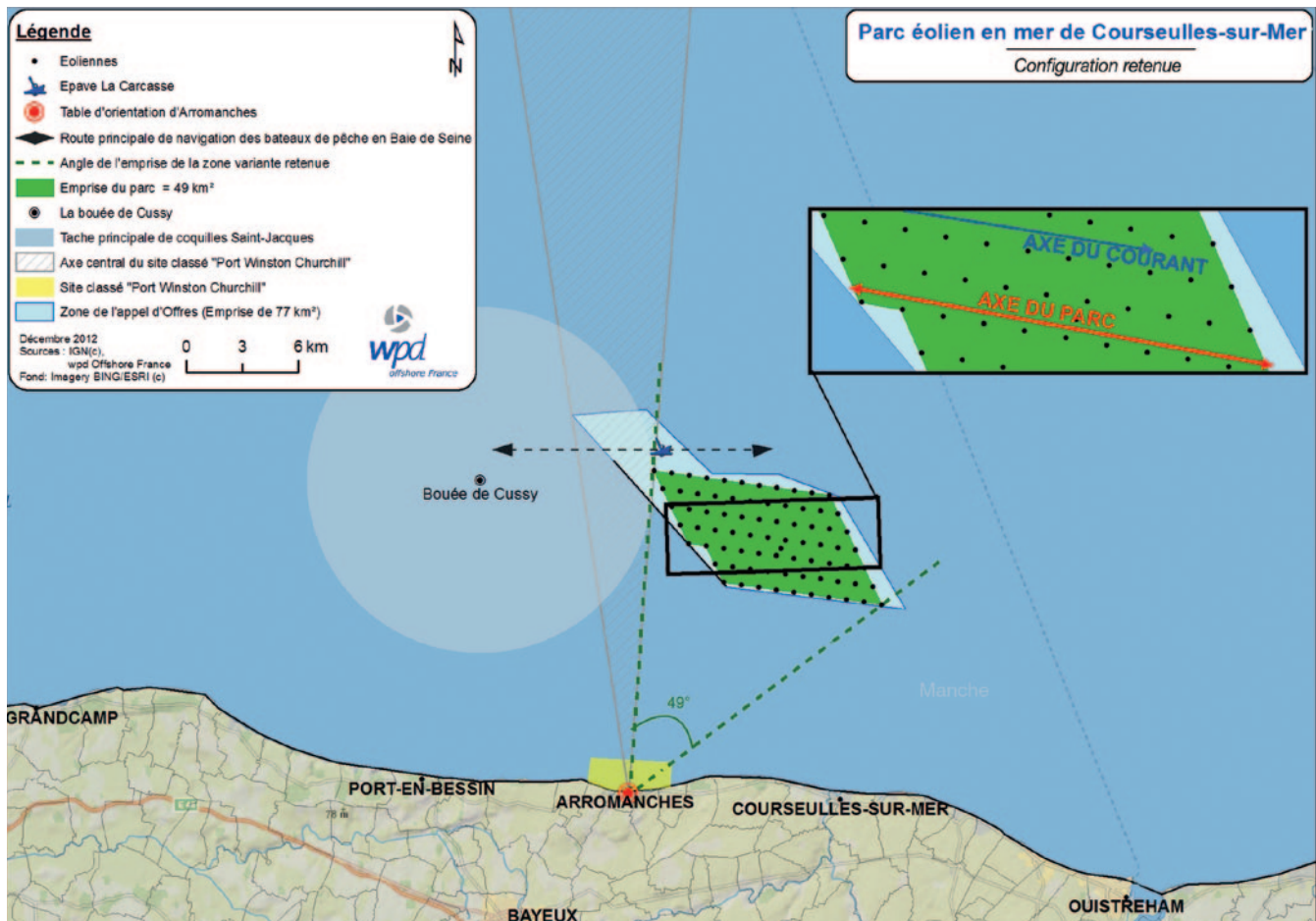
Carte d'implantation de la deuxième configuration



Pour le projet retenu pour l'appel d'offres et présenté au débat public, le maître d'ouvrage a privilégié une implantation avec un nombre d'éoliennes réduit à 75, pour une capacité totale de 450 mégawatts. Le périmètre du parc éolien est ainsi maintenu à l'écart des zones de pêche les plus riches: il n'empiète pas sur le gisement principal de coquilles Saint-Jacques et demeure au sud de l'épave de « La Carcasse ». Il respecte l'orientation des lignes de courant ($\approx 100^\circ$) pour ne pas perturber l'activité

des pêcheurs professionnels. L'axe du site classé d'Arromanches a été dégagé en supprimant les éoliennes initialement situées au nord, et en les regroupant dans le secteur est de la zone délimitée dans le cahier des charges de l'appel d'offres, tout en maintenant un niveau d'effet de sillage acceptable. L'emprise visuelle globale du parc depuis le littoral est ainsi limitée. Le projet ainsi défini prend en compte les recommandations qui ont été formulées par les différentes parties prenantes.

Carte d'implantation du projet de parc éolien au large de Courseulles-sur-Mer



2.2. LES CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

2.2.a. 75 ÉOLIENNES DE 6 MÉGAWATTS FABRIQUÉES À SAINT-NAZAIRE ET CHERBOURG

Le projet proposé par le maître d'ouvrage, d'une puissance de 450 mégawatts, est constitué de 75 éoliennes raccordées par des câbles électriques sous-marins à un poste électrique en mer, lui-même raccordé au réseau électrique public terrestre. Les éoliennes sont installées sur des fondations. Un mât de mesure de vent (cf. focus p. 64) sera installé en mer pour affiner la connaissance du vent.

L'éolienne proposée pour le projet est une Alstom Haliade de nouvelle génération. Sa capacité de 6 mégawatts en fait une des éoliennes les plus puissantes du marché. Elle permet de réduire l'emprise au sol du parc éolien en mer pour une puissance totale équivalente. À titre de comparaison, en moyenne, la puissance des éoliennes installées en mer en Europe en 2011 était de 3,6 mégawatts.

Appel d'offres

77 km²

de 420 à 500 mégawatts

Surface du projet proposé

50 km²

450 mégawatts

Il est prévu de fabriquer l'éolienne Alstom Haliade en France dans des usines construites à Saint-Nazaire (génératrices³⁴ et nacelles) et à Cherbourg (pales et mâts). L'assemblage des composants s'effectuerait à Cherbourg, avant acheminement par mer sur le lieu d'implantation du projet. La capacité de production de ces usines serait de 100 éoliennes par an destinées au marché français et à l'export.

34 Partie intégrée de la nacelle qui transforme l'énergie mécanique du vent en électricité

Vue de l'éolienne Alstom Haliade 6 MW



Première éolienne Alstom Haliade 6 MW installée en Loire-Atlantique



Avant d'être produite en série, l'éolienne Haliade doit être testée à terre et en mer. La première éolienne Haliade a été installée à terre en mars 2012 au Carnet en Loire-Atlantique, non loin de Saint-Nazaire. Elle comporte une sous-structure de 24 mètres (le jacket) et un mât de 73 mètres de haut. Au total, la nacelle culmine à 100 mètres du sol. L'éolienne et sa structure de support pèsent 1 500 tonnes. Le site du Carnet a été retenu pour effectuer les tests compte tenu de ses caractéristiques proches de celles du milieu marin. Les tests en cours permettent de tester les composants et de confirmer les performances de l'éolienne avant la phase de production en série. Des mesures doivent également être faites sur l'ensemble des composants en fonctionnement.

La deuxième éolienne doit être installée au premier trimestre 2013 en Mer du Nord (Belgique) pour recueillir des données sur le fonctionnement de l'éolienne dans les conditions réelles, en mer.

2.2.b. 7 LIGNES D'ÉOLIENNES SUR 50 KM² POUR 450 MÉGAWATTS

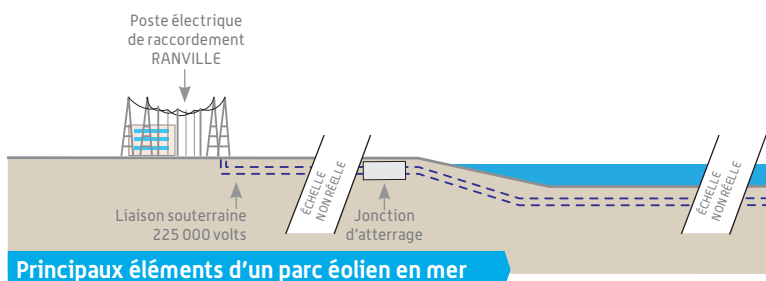
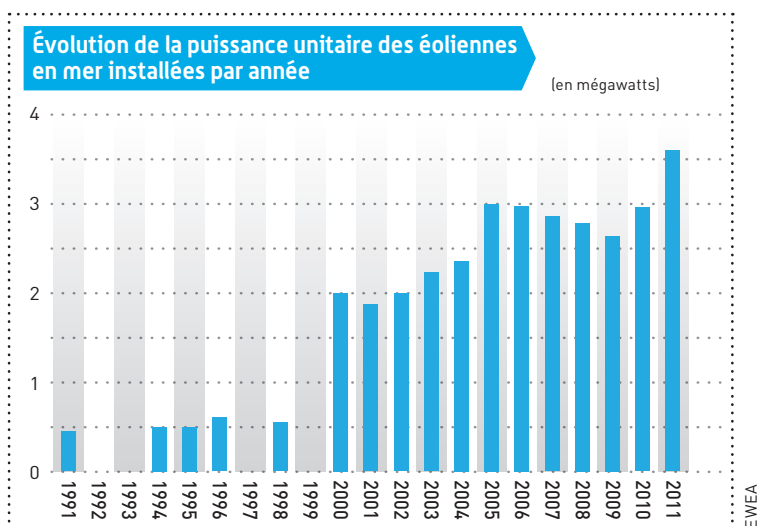
Selon le cahier des charges de l'appel d'offres gouvernemental, les projets soumis devaient être d'une puissance comprise entre 420 et 500 mégawatts, sur une zone de 77 km².

Le maître d'ouvrage a choisi de proposer un projet de 450 mégawatts comprenant 75 éoliennes de grande puissance, limitant ainsi l'emprise totale du projet à 50 km², soit 65 % de la zone soumise à l'appel d'offres. L'ensemble des usages de la mer, des contraintes environnementales et de sécurité maritime ont ainsi pu être mieux pris en compte.

Le maître d'ouvrage propose un projet de 7 lignes d'éoliennes, à raison d'une éolienne tous les 950 mètres. Ces lignes sont distantes de 900 mètres les unes des autres et orientées dans l'axe des courants principaux.

L'aménagement proposé permet :

- de restreindre l'emprise sur le domaine public maritime, afin de limiter les impacts sur les usages et l'environnement ;
- de suivre les recommandations des acteurs locaux relatives à la pêche et au paysage ;
- d'assurer de bonnes conditions de sécurité maritime dans le parc et aux alentours, par l'alignement des éoliennes dans le sens des courants et le choix d'une forme régulière pour les limites du parc ;
- de conserver un espacement suffisant entre deux éoliennes pour limiter les perturbations (appelées « effet de sillage ») et optimiser la production électrique.



Raccordement électrique



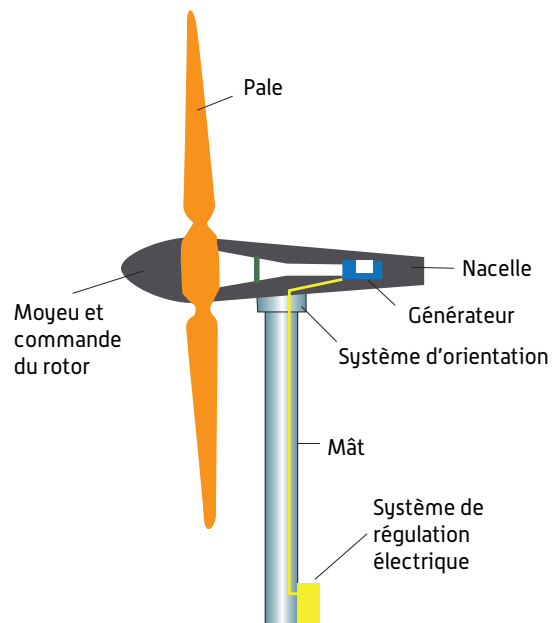
FOCUS

Principales caractéristiques de l'éolienne Alstom Haliade 6 mégawatts produite en 2012

- >> Puissance électrique unitaire : 6 mégawatts ;
- >> Hauteur de la nacelle : 100 mètres environ ;
- >> Longueur d'une pale : 73,5 mètres ;
- >> Hauteur en bout de pale : 175 mètres ;
- >> Technologie « Pure Torque™ » : technologie brevetée permettant un report des efforts mécaniques indésirables du vent vers le mât de l'éolienne ;
- >> Technologie à entraînement direct (sans multiplicateur*) avec un alternateur à aimants permanents* assurant une meilleure fiabilité.

Masse des composants :

- >> Pale : 32,5 tonnes chacune
- >> Nacelle avec génératrice : 360 tonnes
- >> Mât : 400 tonnes



Fondations des éoliennes



Câbles inter-éoliennes



Eoliennes composées d'une nacelle*, de trois pales et d'un mât

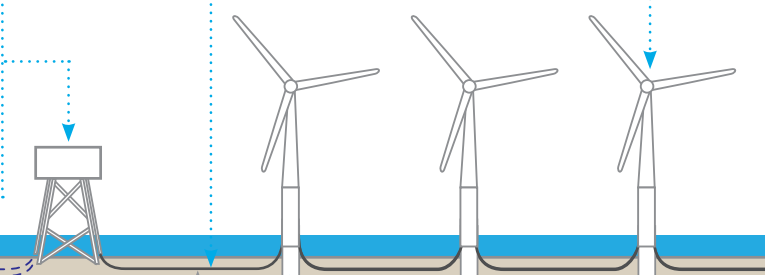


Poste électrique en mer



Liaison sous-marine
225 000 volts

Liaison sous-marine
33 000 volts



2.2.c. DES FONDATIONS ADAPTÉES AUX CARACTÉRISTIQUES DU SOUS-SOL MARIN

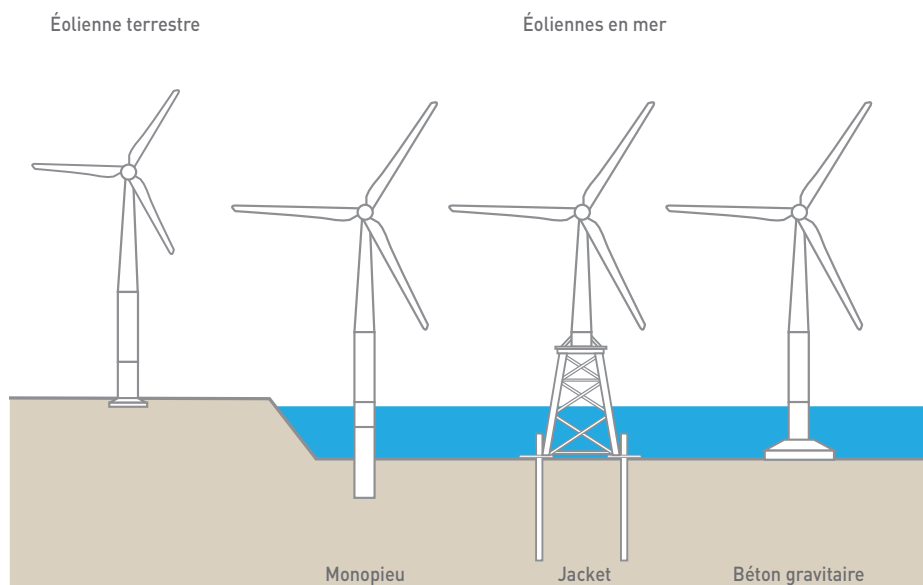
Une éolienne est fixée sur une fondation qui doit la soutenir et résister aux efforts du vent, de la houle et des courants marins. Plusieurs types de fondations sont utilisés en mer, dont le choix dépend des caractéristiques de l'éolienne et du site (hauteur d'eau, houle, courant, sous-sol).

Sur la base des résultats des sondages géologiques effectués à ce jour, la fondation de type monopieu est privilégiée pour le parc éolien au large de Courseulles-sur-Mer. Des sondages complémentaires doivent être effectués à partir de 2013 pour confirmer ce choix. Les monopieux seraient d'environ 7 mètres de diamètre, de 50 à 150 millimètres d'épaisseur, et enfoncés à une profondeur moyenne de 25 mètres dans le sous-sol marin.

FOCUS Effet de sillage

L'effet de sillage pour le vent peut être comparé à la trajectoire de l'eau dans une rivière qui se reforme après avoir rencontré un obstacle. Les éoliennes en rotation génèrent des turbulences aérodynamiques reprises par les éoliennes situées sous leur vent, diminuant ainsi leur production. Plus la distance entre les éoliennes est importante et plus cet effet est atténué.

Principaux types de fondation utilisés pour les éoliennes en mer

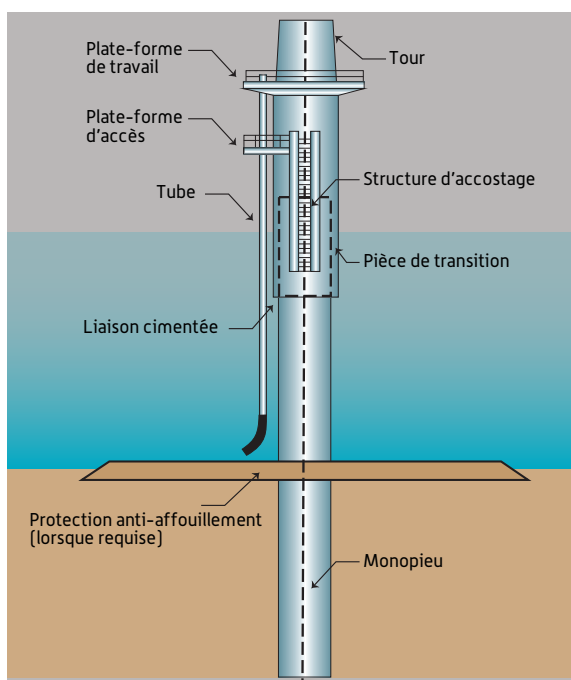


Fondation monopieu : constituée d'un pieu en acier de grand diamètre enfoncé à plusieurs dizaines de mètres dans le sous-sol marin.

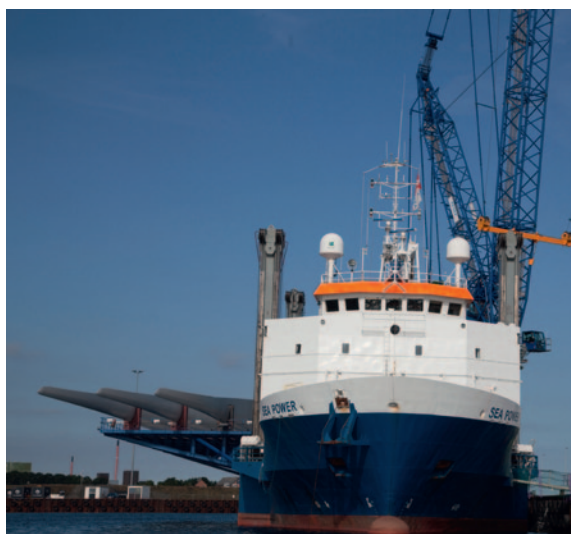
Fondation gravitaire : constituée d'une structure de béton armé remplie de ballast et posée sur le sol marin dont la masse permet d'assurer la stabilité des éoliennes.

Fondation jacket : constituée d'une structure tubulaire en treillis métallique reposant sur quatre pieux de faible diamètre.

Principaux éléments d'une fondation par monopieu (à gauche), monopieux et pièces de transition (à droite)



Navire d'installation

Inspection d'une carotte de forage³⁵

En 2011, trois carottages de 40 mètres de profondeur ont été réalisés afin de mieux identifier les caractéristiques du sous-sol calcaire et de pouvoir déterminer le type et le dimensionnement des fondations des éoliennes. D'autres forages sont prévus en 2013 et 2014 pour affiner la connaissance du sous-sol marin.

³⁵ Échantillon du sous-sol terrestre ou marin obtenu à l'aide d'un tube appelé carottier que l'on y fait pénétrer. L'échantillon ainsi obtenu s'appelle une carotte.

2.2.d. INSTALLATION DU CÂBLAGE ÉLECTRIQUE DANS LE SOL MARIN

Les éoliennes sont reliées par des câbles électriques sous-marins à un poste électrique en mer. Ce poste électrique comprend les équipements de transformation de tension (élévation de la tension de 33 000 volts à 225 000 volts) et de comptage de l'énergie produite. Il constitue le **point de départ du raccordement au réseau public de transport d'électricité** dont RTE est le maître d'ouvrage.

Les câbles électriques doivent être protégés à la fois pour garantir leur intégrité contre les agressions potentielles (engins de pêche, ancres, courants) et pour assurer la sécurité des usagers de la mer. L'expérience montre que la meilleure solution est de les enfouir dans le sol marin - l'ensouillement³⁶ - plutôt que de les ancrer ou de poser des protections mécaniques. **Partout où cela sera possible, les câbles reliant les éoliennes au poste électrique en mer comme ceux les reliant entre elles seront ensouillés**, à la profondeur appropriée. Ils seront protégés là où l'ensouillement sera impossible.

36 Action qui consiste à enfouir les câbles électriques dans les sédiments marins.

FOCUS Raccordement au réseau public

Le parc éolien offshore de Courseulles-sur-Mer sera raccordé au réseau public de transport d'électricité par l'intermédiaire d'un poste électrique en mer unique comprenant les équipements de transformation et de comptage de l'énergie délivrée par les éoliennes.

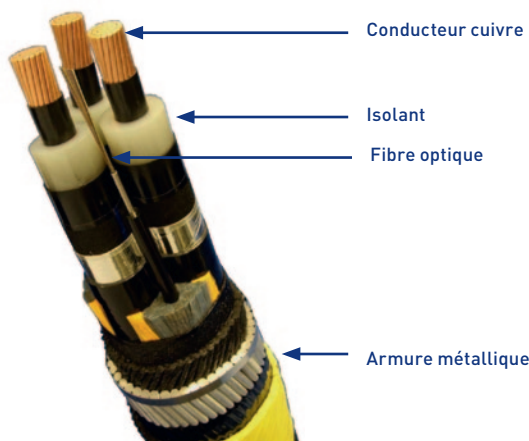
Le poste électrique en mer se présente comme une structure métallique fermée, conçue pour l'ensemble de la durée de vie du parc éolien. Cet ensemble repose sur une plateforme et une structure de fondation de type jacket. À bord de la plateforme se trouve un groupe électrogène, avec une réserve de carburant pour sept jours. Ce carburant est le seul liquide inflammable présent sur la plateforme, ce qui confère à l'installation le caractère de « zone dangereuse ». La plateforme est dotée d'un système permettant d'écouler les eaux pluviales sans pollution du milieu marin. Elle comporte des systèmes de rétention et de séparation des huiles et des eaux polluées afin de préserver le milieu marin de toute fuite éventuelle et pollution.

Poste électrique en mer du parc éolien DONG Energy de Walney



DONG

Illustration d'un câble sous-marin inter-éoliennes



Conçus spécifiquement pour des utilisations en mer, les câbles sont constitués de :

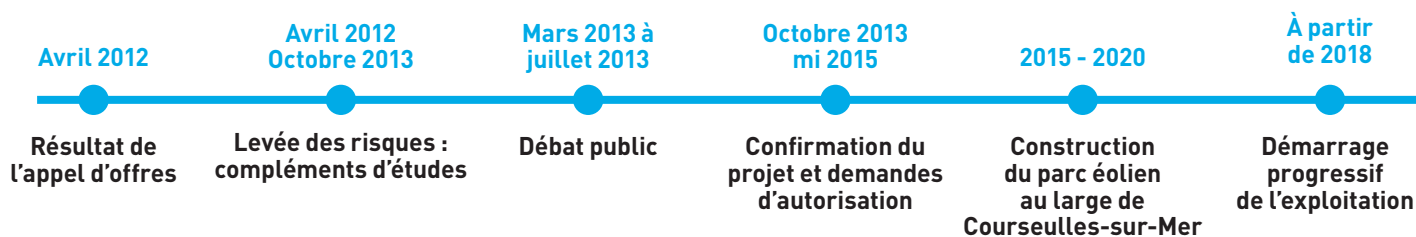
- >> trois conducteurs en cuivre ou en aluminium, chacun gainé par un matériau hautement isolant, permettant une utilisation jusqu'à 33 000 volts,
- >> d'un faisceau de fibres optiques qui créent un réseau de communication entre les éoliennes et le poste électrique en mer.

Ces quatre éléments sont regroupés et protégés par une armure extérieure, constituée notamment d'une tresse en acier galvanisé, pour former un câble d'un seul tenant.

En fonction du nombre d'éoliennes qui doivent être reliées entre elles, différentes sections de câbles peuvent être utilisées. Il est prévu d'utiliser deux sections différentes de conducteur en cuivre : 240 et 630 mm², correspondant à un diamètre extérieur du câble respectivement de 11 et 15 centimètres, pour un poids de 20 et 40 kilogrammes par mètre environ.

DRAKA/Prysmian

2.3. LES ÉTAPES DU PROJET



2.3.a. LE CALENDRIER PRÉVISIONNEL

Le calendrier a été défini dans l'objectif d'une mise en service progressive du parc éolien au large de Courseulles-sur-Mer entre 2018 et 2020, conformément aux exigences de l'appel d'offres gouvernemental.

AVRIL 2012 - OCTOBRE 2013 : LEVÉE DES RISQUES

Le cahier des charges a prévu une phase dite de « levée des risques » de 18 mois à compter de la notification du choix du lauréat (soit du 23 avril 2012 au 23 octobre 2013). Cette phase doit permettre d'identifier les risques de non-réalisation du projet ou de retard dans sa mise en service. Le maître d'ouvrage réalise à cet effet des études pour confirmer le bien-fondé de ses choix techniques et préciser notamment le dimensionnement des fondations des éoliennes. Il s'agit notamment :

- ▶ des études sur la profondeur d'eau, la forme et la nature des fonds marins de la zone afin de déterminer les options techniques pour les fondations des éoliennes et les câbles électriques ;
- ▶ des études relatives aux caractéristiques mécaniques du sous-sol ;
- ▶ des études océanographiques et météorologiques nécessaires à la réalisation des ouvrages et permettant d'évaluer la production d'électricité des installations ;
- ▶ des études relatives à la présence d'engins explosifs des dernières guerres, sur le sol ou enfouis dans la zone ;
- ▶ de l'étude sur les moyens de surveillance de la navigation maritime au sein et à proximité du parc ;
- ▶ des résultats des études environnementales engagées ;
- ▶ de l'avancement des études d'impact socio-économique du projet.

MARS 2013 - JUILLET 2013 : DÉBAT PUBLIC

OCTOBRE 2013 - MI 2015 : CONFIRMATION DU PROJET ET DEMANDES D'AUTORISATIONS

Si le maître d'ouvrage décide de poursuivre le projet à l'issue du débat public, il déposera les demandes d'autorisations nécessaires (cf. annexe). L'enquête publique pourrait être envisagée en 2014 et, selon le calendrier initial défini par l'État, les autorisations seraient délivrées entre l'été 2014 et l'été 2015. La conception détaillée du projet sera réalisée en parallèle tandis que le plan industriel et le plan de formation seront mis en place. Sous réserve de l'obtention des autorisations, le maître d'ouvrage prendrait sa décision finale d'investissement en 2015. Pendant ce temps un mât de mesure sera installé en mer permettant d'améliorer la connaissance du gisement de vent sur la zone.

2015 - 2020 : CONSTRUCTION DU PARC ÉOLIEN AU LARGE DE COURSEULLES-SUR-MER

Les travaux d'aménagement portuaire et de construction des équipements pourraient démarrer en 2015-2016 ; l'installation des fondations en 2017 et celle des éoliennes en 2018. Le cahier des charges prévoit la mise en service du parc éolien par tranches successives : au plus tard 20 % de la puissance totale en 2018, 50 % en 2019 et la totalité en 2020. En cas de retard, des pénalités pourront être appliquées par l'État.

2018 À 2020 : DÉMARRAGE PROGRESSIF DE L'EXPLOITATION

L'exploitation du parc éolien de Courseulles-sur-Mer devrait démarrer à partir de 2018, pour une mise en service complète en 2020. Elle pourra durer 25 ans environ. Le maître d'ouvrage pourra s'il le souhaite solliciter les autorisations nécessaires à la poursuite de l'exploitation. En fin d'exploitation, il est prévu de démanteler le parc et de remettre le site en état.

2.3.b. LE TEMPS DES ÉTUDES ET DU CHANTIER, À TERRE ET EN MER

Précédée de plusieurs aménagements à terre, l'installation du parc éolien en mer au large de Courseulles-sur-Mer requiert 5 ans de travaux, prévus de 2015 à 2020.

Ces travaux concernent aussi bien les usines de fabrication des éoliennes par Alstom ainsi que leur assemblage et la fabrication des autres composants du parc éolien (fondations, poste électrique en mer, câbles, etc.). Pour la levée des risques, il est prévu d'effectuer en mer et éventuellement dans les ports des relevés bathymétriques, topologiques³⁷, géophysiques³⁸, magnétométriques³⁹ et des sondages géotechniques⁴⁰. Les informations complémentaires apportées par ce type de travaux servent à la validation des choix techniques.

LES TRAVAUX PORTUAIRES

Ces travaux ont pour objet d'adapter les infrastructures portuaires aux besoins des futures usines d'Alstom et des zones prévues pour l'assemblage des éoliennes par le maître d'ouvrage. Dans les ports où sont envisagés la fabrication et l'assemblage des différents composants des éoliennes (nacelles, pales et mâts) et des fondations, il est prévu de construire ou de renforcer des quais, d'étendre des infrastructures portuaires, de draguer des chenaux d'accès aux quais et de renforcer des souilles⁴¹ portuaires afin de les adapter aux besoins du projet. Des navires de dragage, des barges auto-élévatrices et des engins de terrassement sont utilisés pour ce type de travaux.

37 Relevé permettant une étude des lieux.

38 Étude de la Terre par les méthodes de la physique.

39 Détection des anomalies du champ magnétique créées par la présence de masses de fer au fond de la mer (épaves, ancrages, câbles...).

40 Investigation du sous-sol destinée à déterminer la nature et les caractéristiques mécaniques, physiques et éventuellement chimiques de ses constituants afin de prévoir son comportement lors de la réalisation d'un ouvrage.

41 Approfondissement d'une surface le long d'un quai pour permettre le stationnement d'un navire indépendamment de la marée ; tranchée réalisée dans les fonds marins.

Les ports retenus sont Saint-Nazaire pour la fabrication des génératrices et des nacelles, Cherbourg pour la fabrication des pales et des mâts. Il est prévu que l'assemblage des composants du parc éolien soit réalisé sur le port de Cherbourg.

LES TRAVAUX PRÉPARATOIRES À LA MISE EN PLACE DES USINES DE FABRICATION ET D'ASSEMBLAGE

Ces travaux porteront principalement sur la préparation, l'adaptation et la remise en état de surfaces capables, par la suite, d'accueillir les usines de fabrication et les sites d'assemblage des éléments du parc éolien (fondations, nacelles, pales et mâts). Seront principalement employés des moyens de terrassement.

FOCUS Séquencement de l'installation en mer

1. Installation du poste électrique ;
2. Installation des fondations des éoliennes ;
3. Installation des câbles électriques entre le poste électrique et les fondations des éoliennes ;
4. Installation des éoliennes.

FOCUS Les impacts environnementaux des aménagements portuaires

- >> Dragage : turbidité de l'eau, bruit sous-marin, gêne à la navigation ;
- >> Extension des infrastructures portuaires : turbidité de l'eau, perturbation des espèces marines situées à proximité, gêne des activités connexes terrestres et maritimes, changement de la perspective paysagère ;
- >> Construction des usines : circulation des engins de chantier, poussières, changement de la perspective paysagère ;
- >> Travaux de renforcement ou d'extension de quai : bruit aérien en cas de déroctage ou de travaux de battage, gêne au débarquement des navires de pêche ou de commerce, risques de pollution accidentelle par les engins de chantier.

Ces aménagements feront l'objet d'évaluations environnementales, notamment au titre du Code de l'environnement.

LA CONSTRUCTION DES USINES DE FABRICATION ET D'ASSEMBLAGE DES COMPOSANTS D'ÉOLIENNES

Les divers composants d'un parc éolien - fondations, poste électrique en mer, éoliennes elles-mêmes composées d'un mât en plusieurs sections, d'une nacelle et d'un rotor⁴² de trois pales – sont des pièces lourdes et de grandes dimensions. Les sites retenus pour les fabriquer et les assembler doivent donc être spécifiquement aménagés.

Ces travaux serviront à aménager les surfaces par la mise en place de systèmes de voiries, de réseaux, afin de rendre les sites portuaires compatibles avec les activités de fabrication et d'assemblage.

LA FABRICATION ET L'ASSEMBLAGE DES COMPOSANTS DU PARC ÉOLIEN

Les opérations de fabrication et d'assemblage des composants du parc éolien seront réalisées depuis des usines et des sites préalablement préparés à recevoir ces activités (cf. p. 83). Elles consisteront à recevoir les matières premières et/ou les composants, les transformer, les assembler, les tester et les stocker jusqu'à leur chargement sur les navires de transport et d'installation en mer qui les achemineront soit vers un autre site d'assemblage ou de chargement soit directement vers le site d'installation en mer.

Les usines seront équipées de moyens de maintenance tels que des grues, des chariots élévateurs, des ponts roulants, d'équipements de transformation et d'assemblage d'acier (roulage, coupage, soudage). Le cas échéant, des moyens nautiques (barges et remorqueurs) pourraient aussi être utilisés pour stocker des éléments avant leur transport vers le site d'installation en mer.

L'INSTALLATION EN MER DES ÉQUIPEMENTS ET LEUR MISE EN SERVICE

L'installation et la mise en service de l'ensemble des éléments d'un parc éolien – fondations, éoliennes, poste électrique en mer et câbles – nécessitent de recourir à des équipements spécifiques, dont des

42 Partie mobile de l'éolienne composée des pales et du moyeu.

FOCUS

Caractéristiques types d'un navire d'installation d'éoliennes

- >> Longueur: 150 mètres.
- >> Largeur: 45 mètres.
- >> Une grue de capacité d'environ 1 200 tonnes.
- >> Système auto-élévateur pouvant surélever le navire au-dessus de l'eau pour s'affranchir des mouvements de la mer à une profondeur d'eau de 30 mètres ou plus.
- >> Capacité de chargement: 7 000 tonnes.

Navire d'installation des éoliennes



DONG

FOCUS

Méthode d'installation des éoliennes

Les éoliennes sont assemblées sur le quai de chargement où vient s'amarrer le navire d'installation.

Il peut y avoir entre trois et sept parties suivant la méthode d'installation retenue. Le chargement des différentes parties se fait soit par levage, soit par roulage en fonction de la partie à charger et des facilités à disposition.

Trois à six éoliennes pourraient être chargées par voyage selon la capacité du navire retenu.

Les éoliennes sont sécurisées sur le navire pour résister aux conditions de transport qui pourront être rencontrées.

Une fois sur site, le navire s'auto-élèvera sur ses jambes, de 10 à 20 mètres au-dessus de l'eau, afin de se soustraire aux conditions de mer. Les opérations de levage commenceront alors par l'installation du mât de l'éolienne puis la nacelle et son rotor et enfin les pales. Ces opérations terminées, le navire se remettra en position de navigation et se déplacera à l'éolienne suivante pour renouveler cette séquence opérationnelle.

moyens nautiques tels que des navires autoélévateurs, des navires de pose et d'ensoulement de câbles électriques, des navires avec des capacités de levage de plusieurs milliers de tonnes. Des petits navires de transport de personnel sont également nécessaires.

2.3.c. LE TEMPS DE L'EXPLOITATION ET DE LA MAINTENANCE

Le maître d'ouvrage et ses partenaires bénéficient d'une expérience reconnue en matière de conduite et de supervision de parcs éoliens, à terre comme en mer. Ils disposent également d'une stratégie de maintenance et d'une organisation interne bien maîtrisées. Forts de ces savoir-faire, ils fondent leur stratégie d'exploitation et de maintenance sur trois axes principaux : l'identification et la maîtrise des risques (qualité, santé, sécurité, environnement), l'optimisation continue de la production et la maîtrise des coûts.

Les activités d'exploitation et de maintenance du parc seront réalisées par une centaine d'ingénieurs, de techniciens et de marins...

LE MAÎTRE D'OUVRAGE PRÉVOIT DE CRÉER UN CENTRE POUR L'EXPLOITATION.

Un centre d'exploitation technique sera créé et appelé à fonctionner 24h/24 et 7j/7, en lien avec l'ingénierie et la maintenance pour optimiser la planification des interventions. Il permettra d'assurer la supervi-

sion de plusieurs parcs éoliens en mer. Sa localisation n'est à ce jour pas encore fixée et nécessite la réalisation d'études technico-économiques. Les équipes d'exploitation seront en charge de la surveillance du parc, de l'analyse de premier niveau, de la localisation du personnel, du contrôle d'accès aux éoliennes et de la coordination des activités. Les équipes de gestion financière et réglementaire seront quant à elles en charge du suivi administratif des parcs.

UNE BASE DE MAINTENANCE DÉDIÉE AU PROJET EST PRÉVUE SUR LE PORT DE CAEN-QUISTREHAM, À PROXIMITÉ IMMÉDIATE DU PARC EOLIEN, AVEC DES ÉQUIPES DE MAINTENANCE PRÉVENTIVE ET CORRECTIVE.

Les activités de maintenance concernent les interventions et le transport en mer ainsi que les activités de gestion, d'administration et de support technique aux activités en mer.

Selon les conditions météorologiques, les déplacements des techniciens s'effectuent par navire ou par hélicoptère, afin d'assurer des conditions de sécurité optimales.

Il est envisagé d'amarrer près de la base de maintenance les navires utilisés pour transférer le personnel. Plusieurs types de navires sont à l'étude (monocoque, catamarans). Ils doivent pouvoir transporter 12 passagers et environ 4 tonnes de charge utile. D'une vitesse moyenne de 20 nœuds, ils sont en mesure d'atteindre chacune des éoliennes du parc en une heure environ depuis le port de Caen-Quistreham.

MAINTENANCE PRÉVENTIVE

Les opérations de maintenance préventive consistent à contrôler à échéances régulières les éoliennes, pour leur assurer une disponibilité optimale. Planifiées et réalisées selon les spécifications des fournisseurs des composants de l'installation (éolienne, fondation, poste électrique, câbles), elles incluent notamment : la lubrification des composants, l'inspection des matériels de sécurité, des équipements basse et haute tension et des capteurs⁴³, le remplacement des

Déplacement de technicien en hélicoptère



DONG

⁴³ Dispositif transformant l'état d'une grandeur physique déterminée en signall.

filtres et des consommables, la vérification du serrage au couple⁴⁴ des éléments de fixation de la structure. Le plan de maintenance spécifique d'une éolienne définit les opérations à réaliser et leur fréquence. Chaque opération est accompagnée d'une feuille d'instructions définissant les procédures à suivre.

Les opérations de maintenance préventive ne nécessitent pas de moyens logistiques lourds. Elles sont réalisées une fois par an, à raison d'une équipe de six personnes par éolienne pendant une durée moyenne de cinq jours de travail, soit 250 heures par éolienne environ. Pour des raisons de sécurité, les éoliennes sont arrêtées pendant les interventions et sont opérationnelles en dehors des plages horaires de travail des équipes, la nuit en particulier. Afin d'optimiser les conditions de travail et de minimiser les pertes de production, les interventions sont planifiées pendant les périodes de vent et de houle faibles (généralement au printemps et en été).

D'autres opérations de maintenance préventive, plus spécifiques, sont prévues tous les 2 à 5 ans pour quelques équipements, par exemple le remplacement des systèmes de refroidissement du convertisseur⁴⁵, tous les 5 ans.

MAINTENANCE CORRECTIVE LÉGÈRE

La maintenance corrective légère correspond aux inspections de contrôle en cas de détection d'anomalie (température, vibration, pression, etc.) et à la réparation de pièces pouvant être manipulées à l'aide des grues, d'une capacité maximale de levage de deux tonnes, installées sur chaque éolienne (sur la plateforme de transition au bas de l'éolienne et dans la nacelle). Ces interventions, nécessitant une équipe de trois à quatre techniciens par éolienne, durent en moyenne deux à quatre heures, périodes pendant lesquelles les éoliennes sont arrêtées.

En cas de mauvais temps rendant impossible le transfert des équipes par navire, des hélicoptères d'une

44 Le couple représente l'intensité de la force exercée sur un objet entraînant la rotation de cet objet.

45 Dispositif permettant de changer la forme de l'énergie électrique (par exemple de courant alternatif en courant continu).

capacité de 3 à 5 passagers pourront être utilisés, si la visibilité le permet. L'accès des techniciens à l'éolienne sera assuré par treuillage.

MAINTENANCE CORRECTIVE LOURDE

La maintenance corrective lourde correspond au remplacement exceptionnel de composants majeurs d'un poids supérieur à 2 tonnes : pales, génératrice, roulements principaux, transformateur⁴⁶. Elle nécessite des moyens particuliers tels que des navires d'assistance ou des barges autoélevatrices équipées de grues de forte capacité. Ces opérations mobilisent jusqu'à dix techniciens pendant plusieurs dizaines d'heures en fonction du volume et du poids de la pièce à remplacer. Un flux logistique dédié sera mis en œuvre.

46 Équipement permettant de modifier les valeurs de tension d'un courant alternatif.

Navire doté de moyens de levage pour l'installation d'éoliennes en mer



2.3.d. LE TEMPS DU DÉMANTÈLEMENT DU PARC

La concession d'utilisation du domaine public maritime est délivrée pour une durée maximale de 30 ans. À l'expiration de ce délai, le titulaire de la concession doit remettre le site en état. Dès la réalisation de l'étude d'impact sur l'environnement, le maître d'ouvrage établit un plan de démantèlement. Comme le prévoit le cahier des charges de l'appel d'offres, il doit informer le préfet de sa décision de mettre fin à l'exploitation du parc au moins cinq ans à l'avance. Au plus tard deux ans avant la fin de l'exploitation, le maître d'ouvrage réalise une étude portant sur l'optimisation des

conditions du démantèlement et de la remise en état du site, en tenant compte des enjeux liés à l'environnement, aux usages de la mer et à la sécurité maritime. Il provisionne les montants couvrant les coûts de démantèlement. Tous les composants du parc éolien seront démontés et rapportés à terre en vue d'en réutiliser, recycler ou éliminer les différents éléments. La nature et les techniques des opérations de démantèlement seront choisies de façon à minimiser les perturbations pour le milieu biologique et les activités maritimes. Les travaux de démantèlement devraient prendre 2 ans, soit une durée comparable ou légèrement inférieure à celle nécessaire à l'installation du parc éolien en mer.



FOCUS

Les travaux de démantèlement du parc éolien

- >> **Mise hors service de l'installation électrique du parc éolien.**
- >> **Retrait des protections et récupération des câbles électriques**, avec des moyens similaires à ceux utilisés en phase de construction.
- >> **Démontage des éoliennes**, portant sur l'ensemble des composants avec des moyens similaires à ceux utilisés pour leur installation.
- >> **Démontage du poste électrique en mer :**
 - vidange des fluides classés dangereux et rapatriement de façon contrôlée à terre,
- désolidarisation de la structure métallique et des composants électriques de la fondation,
- découpe de la structure métallique de la fondation à la profondeur nécessaire pour son retrait.
- >> **Enlèvement de la partie supérieure au fond marin des fondations.**

Tous ces composants sont ensuite ramenés à terre à l'aide de navires puis démantelés en éléments réutilisables, recyclables ou éliminables.

Navire doté de moyens de levage pour l'installation d'éoliennes en mer



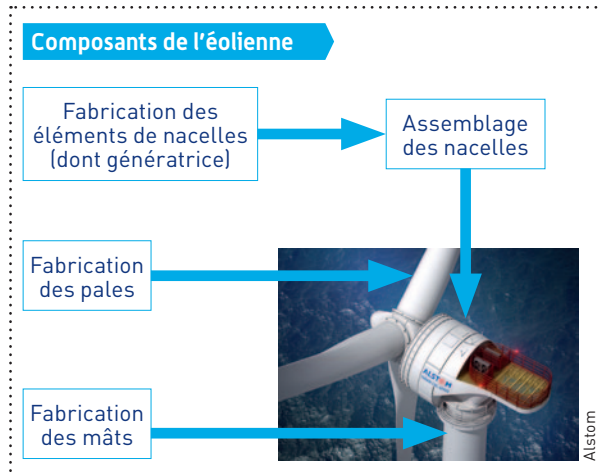
2.4. LES AMÉNAGEMENTS PORTUAIRES

2.4.a. DEUX PORTS POUR LA CONSTRUCTION ET L'INSTALLATION

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

Chaque éolienne se compose principalement d'une génératrice, d'une nacelle, d'un rotor et d'un mât. Chacun de ces éléments doit être fabriqué dans des usines spécifiques, créées en zone portuaire à proximité immédiate de quais dédiés, de façon à faciliter leur transport.

Alstom prévoit la construction d'usines réparties sur deux sites pour fabriquer l'éolienne Haliade. La fabrication des génératrices et l'assemblage des nacelles se feraient à Saint-Nazaire et la fabrication des pales et des mâts à Cherbourg.

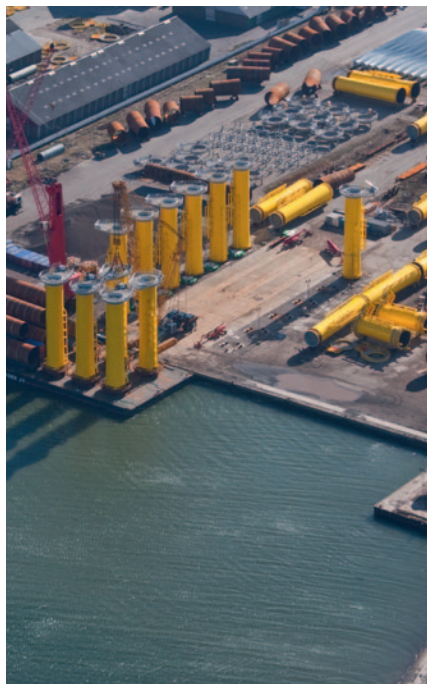


Il est prévu de fabriquer les éoliennes Haliade de 6 mégawatts à Saint-Nazaire et à Cherbourg

Différentes étapes des aménagements portuaires



Assemblage et stockage des éoliennes



Fabrication et stockage des fondations

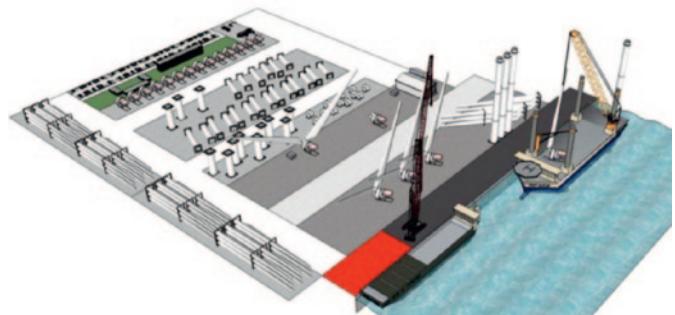


Installation des éléments

Caractéristiques du site d'assemblage des éoliennes

- >> Surface : 15 hectares en bord à quai
- >> Quai compatible avec le stockage de colis lourds
- >> Souille compatible avec l'utilisation de navires d'installation.

Schéma d'un port d'assemblage des éoliennes



L'assemblage des éoliennes destinées au parc éolien en mer de Courseulles-sur-Mer est prévu à Cherbourg, sur le terre-plein des Mielles, après les avoir acheminées par voie maritime. L'assemblage à terre (notamment deux des trois tronçons du mât et de deux pales sur chaque nacelle) permet de limiter les opérations d'installation en mer.

CONSTRUCTION ET STOCKAGE DES FONDATIONS DE TYPE MONOPIEU

Les fondations caractérisées par leur taille importante nécessitent d'être construites à proximité immédiate d'un quai pour pouvoir être ensuite transportées par voie maritime. La construction et le stockage des fondations destinées au parc éolien en mer de Courseulles-sur-Mer sont envisagés à Cherbourg, sous réserve de compatibilité du planning de la construction du terre-plein portuaire avec celui du projet.

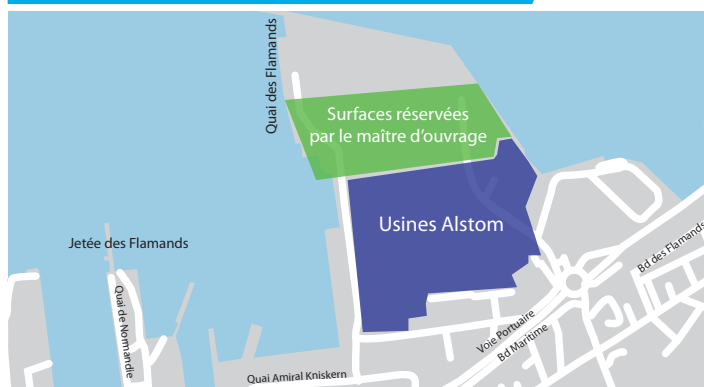
2.4.b. UNE BASE DE MAINTENANCE DANS LE PORT DE CAEN-OUISTREHAM

L'exploitation et la maintenance d'un parc éolien en mer nécessitent des infrastructures portuaires adaptées : une base terrestre, des aires de stockage et des pontons dédiés aux navires effectuant le transfert des techniciens vers le parc éolien.

Une base de maintenance courante de 1 000 m² environ comprend des ateliers (électromécanique, électronique), des stocks de petites pièces de rechange, ainsi que des vestiaires, des sanitaires, des réfectoires et des bureaux pour l'accueil des techniciens de maintenance. La zone de quai utilisée pour le transfert des techniciens et du matériel comporte une aire réservée au chargement et déchargement de matériel. Elle est équipée de moyens de levage et de manutention et de places permanentes et périodiques pour les navettes de transport.

Afin de choisir le lieu d'accueil de la base de maintenance du parc éolien en mer, une analyse des ports situés à proximité du projet a été menée pour évaluer principalement les facilités d'accès maritime (proximité du parc, hauteur d'eau compatible à toute heure avec les navires de maintenance envisagés, caractéristiques des quais) ainsi que les espaces disponibles pour construire la base. Cette analyse a conduit le maître d'ouvrage à retenir le port de Caen-Ouistreham comme base de maintenance préférentielle, en aval de l'écluse de l'avant-port.

Port de Cherbourg – Surfaces réservées pour la fabrication et l'assemblage des éoliennes



Il est le seul site portuaire présentant l'avantage de la proximité (11 milles nautiques), tout en offrant une zone abritée accessible à toute heure pour un navire de maintenance (2 mètres de tirant d'eau⁴⁷) et une longueur de quai compatible avec l'accueil simultané sur ponton de 2 à 3 navires dédiés à l'exploitation du parc éolien en mer. Des aménagements doivent être réalisés afin que la base de maintenance soit opérationnelle dès le début de la construction du parc, pour suivre l'évolution des travaux en mer.

Les études conduites avec Ports Normands Associés (Syndicat mixte en charge des ports de Caen-Ouistreham et Cherbourg) ont permis d'estimer les besoins en aménagements du port de Caen-Ouistreham, notamment :

- ▶ construction d'un bâtiment ;
- ▶ réaménagement des pontons ;
- ▶ installation de moyens de levage.

⁴⁷ Hauteur de la partie immergée d'un navire, qui varie en fonction de la charge de transport.

Échelle d'accostage, parc de Walney en mer d'Irlande au Royaume-Uni

Port d'assemblage du parc de Walney au Royaume-Uni



DONG



DONG

2.5. COÛT ET FINANCEMENT PRÉVISIONNELS DU PROJET

2.5.a. LES COÛTS D'INVESTISSEMENT

Les coûts de développement et de réalisation du projet de parc éolien en mer sont estimés à environ 1,8 milliard d'euros.

Les dépenses d'investissement comprennent les coûts de développement, de fourniture, d'assemblage, de test, d'installation et de mise en service des composants du projet ainsi que des assurances en période de construction. Ce montant inclut également l'investissement lié aux ouvrages de raccordement du parc au réseau public d'électricité, à la charge du maître d'ouvrage. Le développement et la construction des ouvrages de raccordement du poste électrique en mer au réseau de transport de l'électricité relèvent de la compétence de RTE (cf. feuillet joint au Dossier du Maître d'ouvrage), mais ces dépenses d'investissement sont supportées par le maître d'ouvrage et intégrées dans le coût de l'électricité produite par le parc éolien de Courseulles-sur-Mer. Un montant prévisionnel d'aléas couvre une partie des risques inhérents au projet pendant la phase de développement et de construction.

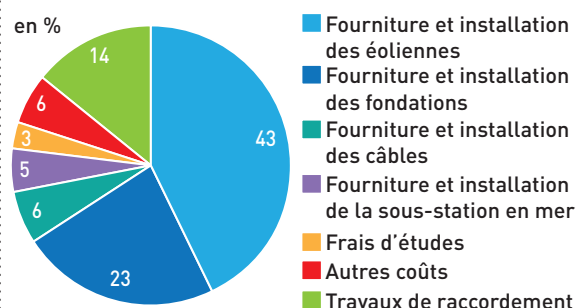
2.5.b. LES COÛTS D'EXPLOITATION ET MAINTENANCE

Les coûts de fonctionnement du parc avoisinent 50 millions d'euros par an.

Après la mise en service complète de l'installation, les dépenses de maintenance correspondent pour l'essentiel à l'achat de pièces de rechange des turbines et aux frais logistiques d'accès au parc éolien en mer depuis le port de Caen-Ouistreham.

S'ajoutent à ces coûts les dépenses d'exploitation - charges salariales des équipes responsables du suivi de la production (détection des problèmes, analyse, optimisation et coordination des interventions) et de la gestion administrative du projet ainsi que des coûts de télécommunication et d'équipements informatiques - et les dépenses liées aux assurances ainsi que le montant de la taxe spéciale sur les éoliennes en mer et d'autres taxes.

Répartition des coûts de développement et de construction du projet de parc éolien en mer de Courseulles-sur-Mer



Le coût des éoliennes ainsi que l'achat et l'installation des fondations représentent plus de la moitié des dépenses d'investissement du projet. Un budget de suspension des travaux pour cause d'aléas météorologiques y a été intégré.

2.5.c. UNE GARANTIE FINANCIÈRE POUR LE DÉMANTÈLEMENT

Les coûts de démantèlement intègrent les coûts de démontage et de transport des matériaux ainsi que leur traitement par une filière spécialisée. Le maître d'ouvrage établira une provision pour couvrir ces dépenses, au regard de ses connaissances et de son expérience dans le domaine de l'éolien en mer. **Au moment de la mise en service du parc, il devra émettre une garantie financière en faveur de l'État d'un montant supérieur à 50 000 euros par mégawatt, ce qui correspond à 300 000 euros au moins par éolienne de 6 mégawatts, soit 22,5 millions d'euros au moins pour les 75 éoliennes prévues au large de Courseulles-sur-Mer.**

2.5.d. LE FINANCEMENT DU PROJET

Au regard des conditions du marché bancaire au moment de la décision d'investissement, le plan de financement envisagé pour la construction du projet reposera sur une combinaison d'apports en fonds propres du maître d'ouvrage et d'emprunt bancaire.

2.6. LA PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ ÉOLIENNE ATTENDUE

2.6.a. L'ÉNERGIE DU VENT TRANSFORMÉE EN ÉLECTRICITÉ

Sous l'effet du vent, les trois pales d'une éolienne se mettent en mouvement ; elles tournent relativement lentement, de 4 à 12 tours par minute.

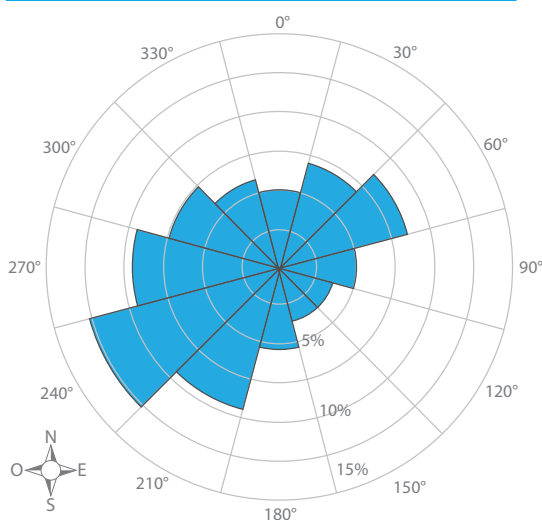
Le mouvement des pales entraîne un axe situé dans la nacelle de l'éolienne (appelé arbre principal) et relié à un alternateur⁴⁸. Grâce à l'énergie fournie par la rotation de l'axe, l'alternateur produit un courant électrique alternatif. L'électricité est ensuite traitée par un convertisseur, puis sa tension est élevée par un transformateur situé à l'intérieur du mât. L'électricité est alors acheminée par câble jusqu'au poste électrique en mer pour être injectée sur le réseau de transport d'électricité.

2.6.b. UN FONCTIONNEMENT DES ÉOLIENNES POUR DES VITESSES DE VENT COMPRIS ENTRE 10 ET 90 KM/H

La plupart des éoliennes sont conçues pour fonctionner avec des vitesses de vent comprises entre 3 mètres par seconde (10 km/h) et 25 mètres par seconde (90 km/h). Elles fonctionnent à pleine puissance à partir de 12 mètres par seconde (45 km/h). Un anémomètre et une girouette situés sur la nacelle permettent de mesurer en permanence la vitesse du vent et de déterminer sa direction. Lorsque la vitesse du vent est suffisante, le rotor est placé face au vent afin de capter son énergie dans les meilleures conditions. **Au-delà de 90 km/h, les pales de l'éolienne tournent autour de leur**

axe pour diminuer la résistance au vent et l'éolienne s'arrête de fonctionner, pour des raisons de sécurité. Les pales d'une éolienne constituent ses freins aérodynamiques mais chacune dispose également d'un verrou hydraulique qui peut être actionné pour des raisons de sécurité ou de maintenance. **En mer, de façon générale, les vitesses moyennes de vent mesurées sont de l'ordre de 8 mètres par seconde (27 km/h).**

Rose des vents du projet de Courseulles-sur-Mer à hauteur du moyeu⁴⁹ de la nacelle



Natural Power 2011

49 Partie centrale sur laquelle sont fixées les trois pales de l'éolienne.

48 Un alternateur est une génératrice électrique effectuant la conversion d'énergie mécanique en énergie électrique alternative. Un alternateur à aimants permanents utilise des aimants à la place de bobines pour créer un champ magnétique au niveau du rotor. Ce type de génératrice d'électricité présente une compacité plus importante que les alternateurs habituellement utilisés sur les éoliennes et une plus grande fiabilité.

2.6.c. UNE PRODUCTION ÉLECTRIQUE DE 1 500 GIGAWATTHEURES PAR AN

Les éoliennes du projet fonctionneront environ 90 % du temps et produiront autant d'électricité que si elles fonctionnaient à pleine puissance pendant 38 % du temps.

La puissance électrique délivrée par une éolienne est fonction de ses caractéristiques et de la vitesse du vent. Les éoliennes en mer bénéficient de vents plus réguliers et plus forts que les éoliennes terrestres. Cet avantage s'exprime au travers du facteur de charge annuel moyen, rapport entre la production électrique sur une année et celle qui serait produite durant cette même période si l'éolienne fonctionnait en permanence au niveau maximal de sa puissance. Le facteur de charge annuel moyen des éoliennes terrestres en

France s'établit aujourd'hui à 23 %. On estime qu'une éolienne Alstom Haliade en mer produira autant d'électricité que si elle fonctionnait à pleine puissance pendant 38 % du temps.

La vitesse moyenne du vent sur la zone, à 100 mètres de hauteur, est estimée à 8,3 mètres par seconde (30 km/h).

D'après les données météorologiques, le vent dominant sur la zone du projet de parc éolien provient du secteur sud-ouest. C'est le vent le plus fréquent et le plus énergétique.

Sur une année, la production électrique du parc éolien en mer de Courseulles-sur-Mer serait de plus de 1 500 gigawattheures.

Pour donner un ordre de grandeur, la consommation électrique de la Basse-Normandie en 2011 était, selon RTE, de 10 000 gigawattheures et la production de 19 000 gigawattheures.

Vue de la nacelle d'une éolienne Alstom Haliade 150 - 6 MW



2.7. BILAN CARBONE

BILAN CARBONE DU PROJET DE PARC ÉOLIEN EN MER DE COURSEULLES-SUR-MER

La réalisation d'un bilan carbone consiste à comptabiliser les émissions de gaz à effet de serre d'une entreprise ou d'une activité en prenant en compte l'ensemble de ses composantes. La méthode Bilan Carbone®, élaborée par l'ADEME, désigne à la fois une méthode de comptabilisation des émissions de gaz à effet de serre et l'ensemble des outils permettant de la mettre en œuvre. C'est un indicateur clef permettant de caractériser la contribution d'une activité au changement climatique.

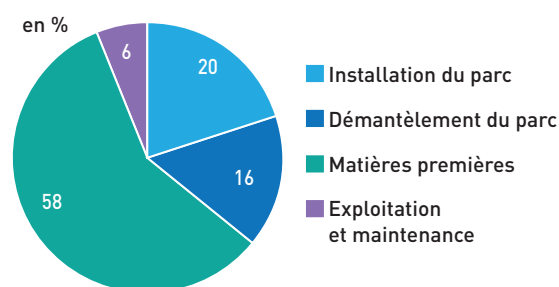
Cette méthode, appliquée au projet de parc éolien en mer de Courseulles-sur-Mer, aboutit au résultat de 17,6 g. eq. CO₂ par kilowattheure produit. Ce chiffre prend en compte une durée de production du parc éolien de 25 ans.

Par comparaison, ce chiffre s'élève à 72 g. eq. CO₂ par kilowattheure pour la production d'électricité à partir de l'ensemble du parc électrique français.

Comparaison du bilan carbone de la production d'électricité en France, en Europe et celui du projet de parc éolien en mer de Courseulles-sur-Mer

	Émission CO ₂ en g eq. CO ₂ /kWh produit
Production moyenne France	72
Production moyenne UE27	306
Production du parc éolien	17,6

Emissions de GES par catégorie



Ces résultats prennent en compte les impacts carbone des différents moments de la vie du parc. Les émissions de gaz à effet de serre ont été calculées lors des étapes suivantes⁵⁰ :

- ▶ **fabrication** des éoliennes, des fondations, du poste électrique en mer et des câbles incluant les émissions de gaz à effet de serre par les matières premières nécessaires à leur fabrication ;
- ▶ **assemblage, transport et installation** du parc éolien en mer ;
- ▶ **exploitation et maintenance** du parc ;
- ▶ **démantèlement** du parc avec recyclage des métaux.

L'électricité produite par le parc éolien émettra donc quatre fois moins de gaz à effet de serre que celle produite par le parc électrique français.

⁵⁰ Les résultats ne prennent pas en compte le fret des produits semi-finis et matériaux (acier, béton...) vers les usines de fabrication des composants. L'énergie pour l'extraction, le transport et la transformation du minerai en matière première nécessaire à la construction des composants est bien prise en compte.

SYNTHÈSE

Le projet du maître d'ouvrage prévoit l'installation d'un parc éolien en mer d'une puissance de 450 mégawatts à plus de 10 km au large des côtes de Courseulles-sur-Mer, sur une surface de 50 km². L'investissement du projet est estimé à 1,8 milliard d'euros. Sa mise en service devrait s'effectuer progressivement de 2018 à 2020. Pendant 25 ans environ, il pourrait couvrir la consommation électrique domestique moyenne de 630 000 personnes. En fin d'exploitation, le parc éolien sera démantelé et le site sera remis en état (une garantie financière d'au moins 22 millions d'euros sera constituée à la mise en service).

Port de Grandcamp



3 L'INSERTION DU PROJET AU SEIN DU TERRITOIRE



Le maître d'ouvrage a réalisé plusieurs études pour identifier les principaux enjeux environnementaux (fonds marins, faune et flore). Le projet de parc éolien en mer de Courseulles-sur-Mer a été élaboré au regard de ces enjeux, en intégrant en particulier l'activité de la pêche professionnelle. Son implantation a également été analysée sur la base d'une étude paysagère, afin de préserver au mieux le point de vue depuis le site classé d'Arromanches.

La réalisation de ce projet devrait contribuer au développement du territoire. Alstom prévoit de créer deux usines à Cherbourg et deux usines à Saint-Nazaire pour fabriquer les éoliennes. L'assemblage de l'ensemble des composants et la fabrication des fondations devraient être effectués à Cherbourg.

3.1. LA PRISE EN COMPTE DE L'ENVIRONNEMENT NATUREL DU PROJET

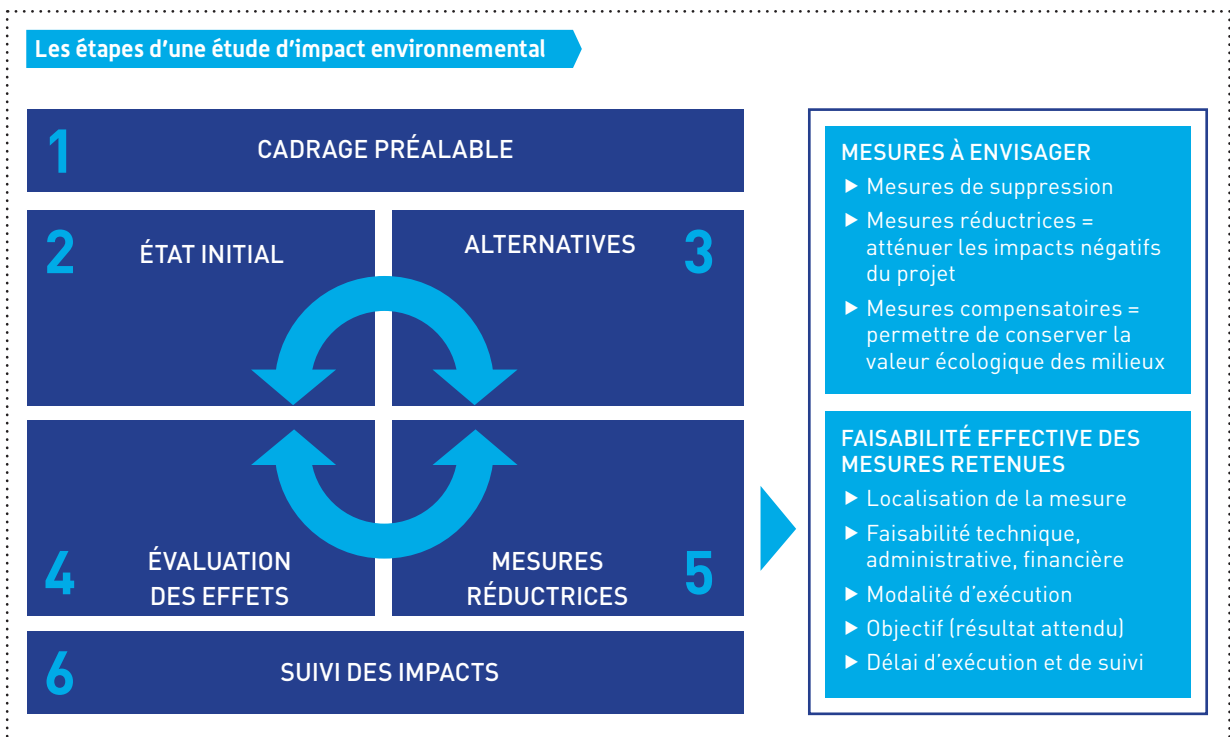
Le projet repose sur de nombreuses études du milieu physique et biologique menées en partenariat avec des associations locales de protection de l'environnement et des organismes scientifiques tels que l'Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer (IFREMER).

Ces études ont permis de définir les premières caractéristiques du site (état initial) et d'identifier les principaux enjeux environnementaux, liés aux fonds marins, aux oiseaux, au paysage et aux espèces marines.

Le projet a été élaboré au regard de ces enjeux. Le maître d'ouvrage propose des choix techniques de conception (type d'éolienne, de fondation) et d'aménagement du parc dans la zone qui optimisent son intégration dans son milieu physique et biologique.

Les effets du parc éolien sur l'environnement ont été évalués à partir d'expertises scientifiques et des retours d'expérience des parcs déjà construits.

Dans le cadre d'une instance de concertation et de suivi constituée le 26 septembre 2012, pilotée par la Préfecture de région et composée d'experts scientifiques, professionnels ou institutionnel, des groupes techniques ont été mis en place afin de créer un lieu de dialogue privilégié entre les parties prenantes pour l'élaboration de propositions tout au long de la vie du projet (de la conception du parc et jusqu'à la remise en état du site) et de permettre la meilleure prise en compte des enjeux locaux. Une étude d'impact sur l'environnement est en cours de réalisation.



3.1.a. LES EFFETS DU PROJET SUR LES COURANTS MARINS

La morphologie de la zone du projet est conditionnée par la présence dans le passé de nombreuses rivières débouchant dans la baie. La présence de chenaux sous-marins fait varier les profondeurs de 20 à 34 mètres. Les pentes du sol marin sont toutefois faibles.

Aujourd'hui la nature sableuse des fonds, ponctués de roches, est toujours grandement influencée par les dépôts sédimentaires⁵¹ des rivières adjacentes. Ceux-ci sont toutefois de faible épaisseur et relativement mobiles en fonction des événements météorologiques et des saisons.

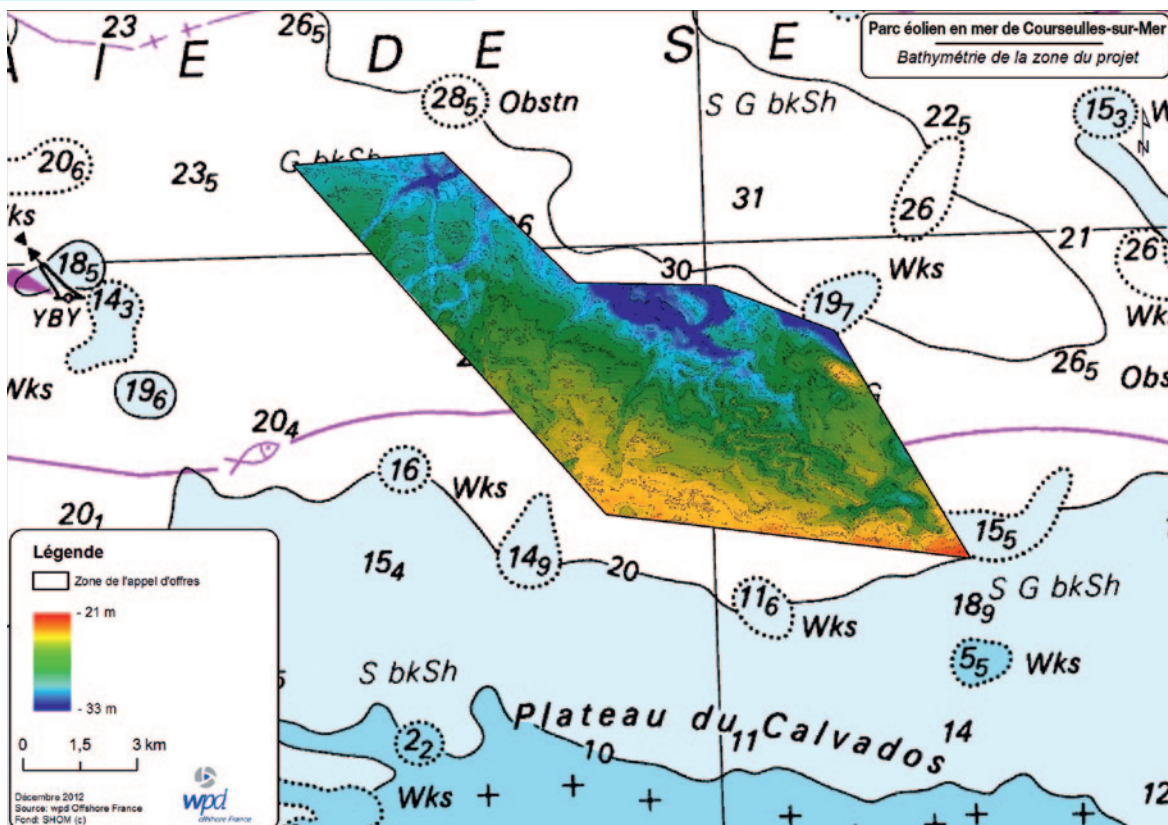
51 Les sédiments sont un dépôt meuble laissé par les eaux, le vent et les autres agents d'érosion, qui peut être d'origine marine ou non.

Le maître d'ouvrage a commandé des études en vue d'identifier les effets attendus du projet de parc éolien sur les vagues et les courants et donc sur les mouvements des fonds et le trait de côte⁵² (ligne atteinte lors des plus hautes mers). Les premiers résultats et le retour d'expérience des parcs déjà installés en mer montrent que ces effets sont très faibles. La présence du parc éolien ne modifierait que localement les courants, la houle et les mouvements sédimentaires, sans effet cumulatif significatif au sein du parc, du fait du grand espacement entre chaque fondation d'éolienne. Ainsi, aucun impact n'est attendu sur les mouvements hydrodynamiques⁵³ ou l'érosion du trait de côte du fait du projet.

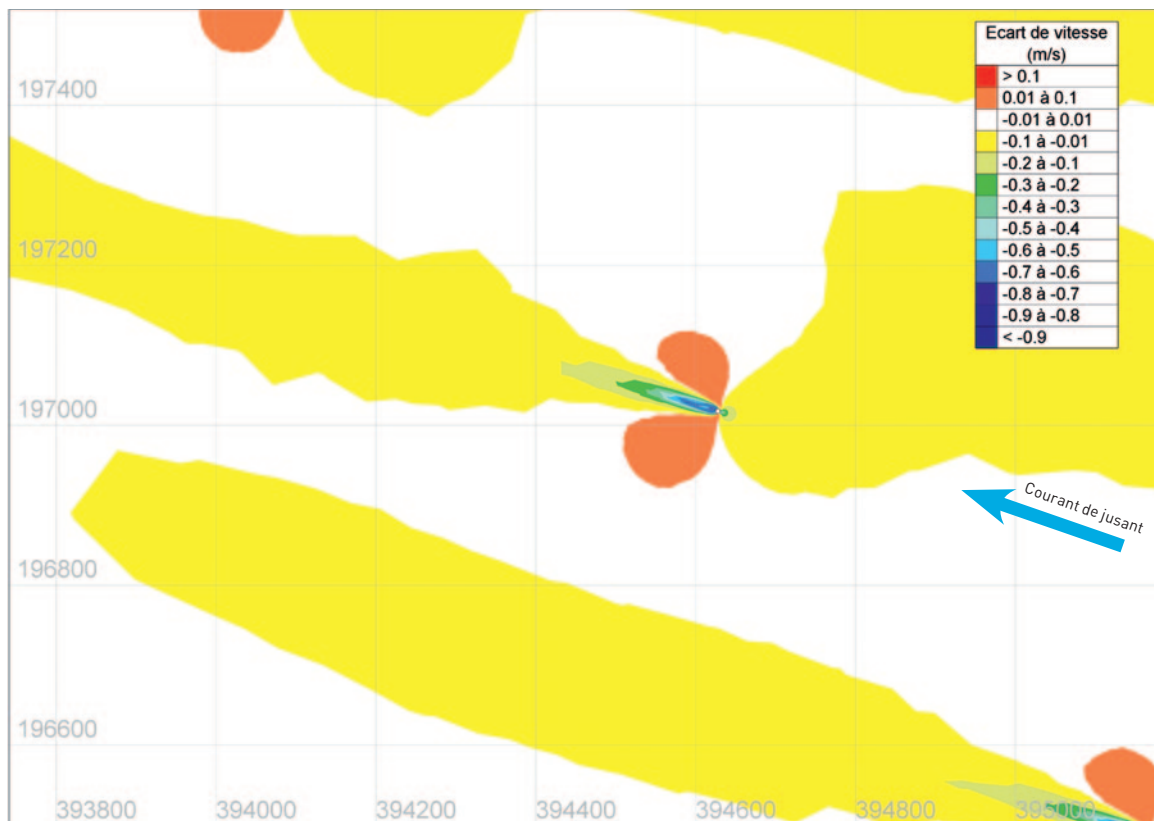
52 Ligne qui marque la limite entre la mer et la terre.

53 Ensemble des événements impliqués dans le déplacement des masses d'eau (courants, houle, marées, turbulences). Le fonctionnement hydrodynamique est exercé par les mouvements des fonds et du trait de côte sous l'effet des vents, des houles, des courants et des marées.

Carte de la bathymétrie de la zone de projet



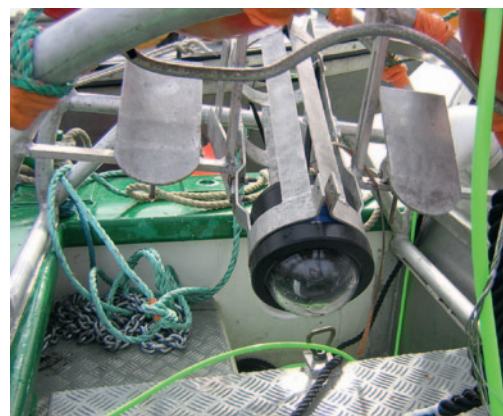
Exemple d'une modélisation des effets attendus d'une éolienne sur les courants marins



Cette carte présente les différences d'intensité de courant marin aux abords des éoliennes au maximum du jusant. On constate que la modification des courants est très locale.

Actimar, 2009

Exemple de mesures réalisées sur la zone (benne, chalut de pêche scientifique, traîneau vidéo)



In Vivo Environnement, 2009

3.1.b. UNE FAUNE MARINE À PRÉSERVER

PENDANT LES TRAVAUX, UNE PERTURBATION TEMPORAIRE DES ORGANISMES VIVANT AU FOND DE LA MER EST ATTENDUE

Les fonds marins sont peuplés par des espèces animales et végétales, désignées sous l'expression générique d'espèces benthiques⁵⁴. La nature des fonds, la force des courants et de la houle, la profondeur, la luminosité et la qualité de l'eau conditionnent le type d'espèces présentes. Dans le cas présent, les organismes vivant sur les fonds marins de la Baie de Seine sont caractéristiques des fonds sableux, largement majoritaires dans la zone d'étude.

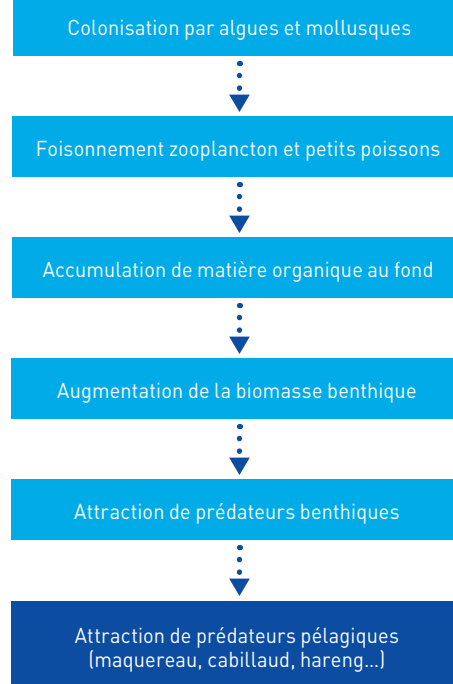
Le maître d'ouvrage a réalisé entre 2008 et 2009 plusieurs campagnes de prélèvements et d'analyses afin de caractériser la nature du fond marin et des espèces le peuplant dans le périmètre d'implantation du projet. Ces campagnes d'analyses ont permis de connaître les types, l'abondance et l'état écologique des espèces benthiques présentes.

Sur la base de ces études, les bureaux d'études spécialisés ont estimé le milieu benthique en bonne « santé » écologique, équilibré et non perturbé, au regard des critères de la Directive cadre sur l'eau⁵⁵.

Si le projet se réalise, les travaux d'installation engendreront temporairement des perturbations sur les espèces vivant au fond de la mer à proximité de chaque fondation d'éolienne. Les retours d'expérience des parcs existants montrent qu'il est probable qu'une fois en place les fondations seront colonisées et que la biodiversité en soit finalement accrue.

Afin d'évaluer avec précision les effets des éoliennes sur le milieu biologique, le maître d'ouvrage s'engage à mener un programme de suivi de la qualité de l'eau et de l'état écologique des espèces vivant au fond de la

Illustration de l'effet récif observé sur des parcs éoliens existants



Rapport AEA Technology (UK), WPD-BrtI, Août 2002

mer, pendant les travaux comme en phase d'exploitation. L'IFREMER et la DREAL seront consultés sur les protocoles de suivi à mettre en place.

UNE ÉVALUATION DES EFFETS SUR LA RESSOURCE HALIEUTIQUE⁵⁶ ET L'ACTIVITÉ DE PÊCHE

Ces études sont basées sur les données disponibles, provenant principalement de l'IFREMER.

Il s'agit essentiellement :

- » Des rapports du projet CHARM II (développement d'un atlas pluridisciplinaire de la Manche pour une meilleure connaissance du milieu marin, des espèces et des habitats, et des activités de pêche) ;
- » Des publications de l'IFREMER « Synthèse bibliographique des principales espèces de Manche orientale et du

⁵⁴ Espèces vivantes, animales ou végétales, vivant sur ou près des fonds sous-marins.

⁵⁵ Directive 2000/60 CE du Parlement européen et du Conseil du 23 octobre 2000, établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau.

⁵⁶ Les ressources halieutiques sont les poissons, coquillages ou crustacés pêchés.

Golfe de Gascogne » (2006) et « Évaluation des ressources halieutiques par les campagnes scientifiques françaises – façade Manche-Est et Loire-Gironde » (2007) ;

► Des deux campagnes océanographiques « Petite Comor » menées par l'IFREMER, pour le compte du maître d'ouvrage.

Réalisées chaque année en Baie de Seine, les études de l'IFREMER font état d'une zone riche et abondante en poissons et en coquilles Saint-Jacques. Toutefois, les campagnes menées spécifiquement sur la zone retenue pour l'implantation du projet concluent que cette partie, bien que faisant intégralement partie du gisement classé de la Baie de Seine, est relativement pauvre en coquilles Saint-Jacques. La localisation du parc a en effet été établie en recherchant l'éloignement par rapport aux zones coquillères les plus riches. Outre la coquille Saint-Jacques, les principales espèces rencontrées sont les encornets, la seiche, la sole, le rouget, la plie, le merlan, le maquereau, le turbot, la daurade grise...

Durant les travaux d'installation, les bruits localisés et temporaires peuvent affecter les poissons, mollusques, coquillages et crustacés. Les retours d'expérience montrent que si la présence des espèces peut décroître durant cette phase, elles reviendront coloniser le site ensuite.

Durant la période d'exploitation, compte tenu de la forte activité humaine qui a déjà cours en Baie de Seine et de la capacité d'adaptation des ressources halieutiques, l'impact sonore du projet devrait être limité.

Les retours d'expérience de parcs éoliens en fonctionnement en mer indiquent que l'impact électromagnétique des câbles, bien inférieur au champ électromagnétique naturel terrestre, est considéré comme non significatif.

Enfin, on a fréquemment observé que l'effet réciproque généré par les fondations rend les parcs éoliens en mer existants attractifs pour de nombreuses espèces.

Le maître d'ouvrage a mandaté la Cellule de Suivi du Littoral Normand pour approfondir ces résultats, hors coquilles Saint-Jacques (l'IFREMER travaillera sur ce volet), préalablement à la construction du parc, en collaboration avec les représentants de la

pêche professionnelle. Si le parc est réalisé, le maître d'ouvrage s'engage à en suivre les effets pendant sa construction et son exploitation.

DES MESURES DE RÉDUCTION DU BRUIT POUR LIMITER L'IMPACT DU CHANTIER SUR LES MAMMIFÈRES MARINS

Les mammifères marins sont des espèces protégées. Le maître d'ouvrage a mandaté une association, le Groupe Mammalogique Normand (GMN), pour observer la fréquentation du site par les mammifères marins. Réalisées à partir d'un navire sur un cycle d'un an en 2008-2009, ces missions ont été complétées par les données d'observation historiques acquises par le GMN entre 1980 et 2009.

Ces études font état de la présence de cétacés (marsouins communs, dauphins communs, grands dauphins, etc.) et de phoques (gris ou veaux-marins) entre la zone d'implantation et la côte. Elles en recensent très peu à l'intérieur du site.

Deux colonies de phoques sont présentes à plus de 40 kilomètres du site, dans la Baie des Veys (veaux-marins) et en Baie de Seine (phoques gris) et dans une moindre mesure dans la baie de l'Orne. Ces espèces vivent et se nourrissent dans des zones proches de la côte et à de faibles profondeurs. Elles ne fréquentent donc pas la zone envisagée pour le parc éolien.

D'après les nombreux retours d'expérience, les principaux impacts d'un parc éolien en mer sur les mammifères marins sont liés à la phase d'implantation des fondations de type monopieu dans le sous-sol marin. Le bruit généré par les opérations de battage des pieux⁵⁷ et de forage des fonds dérange les espèces présentes à proximité. Toutefois, il a été observé que, si les mammifères marins fuient au début des travaux, ils reviennent après leur achèvement.

La surveillance d'un périmètre étendu autour des travaux permettra de prendre en compte l'éventuelle présence de mammifères marins. Les procédures de travaux pourront temporairement être adaptées afin

⁵⁷ Action d'enfoncer un pieu (ou fondation monopile) dans le sol ou le fond marin en frappant sur sa tête, au moyen d'une masse.

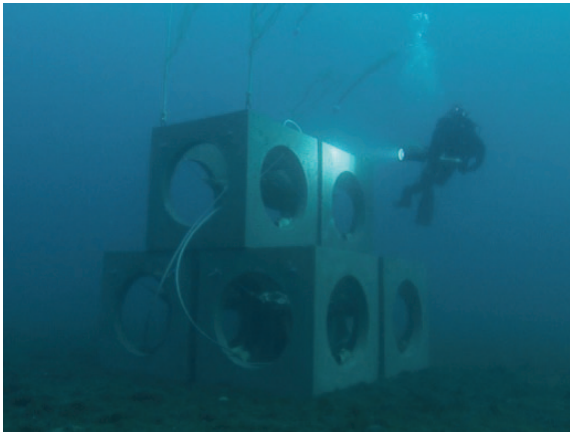
FOCUS

De nouvelles technologies pour réduire les effets du parc sur l'environnement

Le maître d'ouvrage explore de nouvelles voies afin de minimiser les impacts de son projet sur l'environnement. Ces travaux portent notamment sur :

- >> la mise en place de récifs artificiels dans le périmètre du parc en concertation avec les représentants de la pêche professionnelle pour favoriser le développement de la ressource halieutique ;
- >> des mesures de réduction des effets du bruit sur les mammifères marins, telles que le départ progressif des travaux de battage ou d'autres solutions en cours de développement.

Récifs artificiels et colonisation par des moules d'une fondation d'éolienne



Hornis Rev. Jens Christensen

de maîtriser et de réduire les risques d'effets significatifs sur les espèces présentes.

En phase d'exploitation, les retours d'expérience de parcs éoliens déjà en fonctionnement montrent que le bruit généré par les éoliennes, sensiblement inférieur au bruit ambiant de la mer, ne présente pas de risque pour les espèces. Par ailleurs, le parc éolien peut constituer un lieu de vie intéressant pour les mammifères : ils peuvent y trouver de nouvelles ressources liées à l'effet récifal des fondations et un lieu de refuge car la circulation des navires y est limitée.

ÉVALUATION DE L'IMPACT DU PROJET SUR LES OISEAUX

La baie de Seine abrite une grande variété d'oiseaux principalement marins. Les côtes et les eaux côtières accueillent, de manière permanente ou transitoire, des espèces à caractère patrimonial rares ou emblématiques de la région.

Le maître d'ouvrage a fait réaliser des recensements des populations d'oiseaux dans la zone d'implantation du projet par l'association Groupe Ornithologique Normand (GONm) et le bureau d'études BIOTOPE. Les observations visuelles effectuées depuis un bateau ont été complétées par une série d'observations par radar (à raison de 3 jours et 3 nuits par mois). L'étude couvre une période de deux ans, d'avril 2008 à mars 2010.

Ces campagnes d'observations aboutissent aux conclusions suivantes :

- >> 11 espèces figurant dans la Directive Oiseaux⁵⁸ ont été observées sur le littoral ;
- >> le large est moins fréquenté que le littoral : 75 % des oiseaux ont été observés entre la côte et le site d'implantation du projet proposé ; les oiseaux se déplacent préférentiellement le long de la bande côtière ; sur le site les directions est et sud-ouest semblent plus marquées ;
- >> 90 % des oiseaux observés sur le site volent à moins de 30 mètres au-dessus du niveau de la mer ;

⁵⁸ Directive du Conseil du 2 avril 1979 concernant la conservation des oiseaux sauvages (79/409/CEE)

» les mouvements observés, notamment en période postnuptiale et au début de l'hivernage, sont plus nombreux le jour que la nuit.

Les retours d'expérience des parcs éoliens en mer existants montrent que :

- » les oiseaux en migration évitent les parcs éoliens ;
- » les oiseaux marins qui se nourrissent dans le parc ou nichent dans les falaises ne sont pas affectés par la présence d'un parc éolien.

Il est prévu d'effectuer des suivis par observations directes et par radar avant et pendant la construction du parc éolien et au moins trois ans après la fin des travaux pour évaluer de façon précise les effets sur les espèces d'oiseaux. Les protocoles d'observation seront définis avec l'ensemble des instances compétentes.

DES CAMPAGNES DE MESURES SONT PRÉVUES EN 2014 POUR ÉVALUER L'IMPACT POTENTIEL DU PROJET SUR LES CHAUVES-SOURIS.

De nombreuses études françaises, anglaises et suédoises et particulièrement l'étude Alhen de 2007, montrent que les chauves-souris sédentaires vivent autour de leurs gîtes et ne s'en éloignent que de quelques kilomètres pour se nourrir.

Le GONm recense les gîtes de chauves-souris sédentaires en Normandie. Sa base de données indique que les gîtes sont rares sur la côte en face du projet de parc éolien. Le risque que représente le projet de parc éolien apparaît donc relativement faible.

Cinq espèces de chauves-souris migratrices sont présentes en Basse-Normandie. Disposé sur le mât de mesure qui devrait être installé en mer en 2014, un micro à ultrasons permettra de déterminer si elles transitent en mer, si elles sont attirées par les structures en mer et si elles peuvent être affectées par le parc éolien.

FOCUS À quoi sert un mât de mesure ?

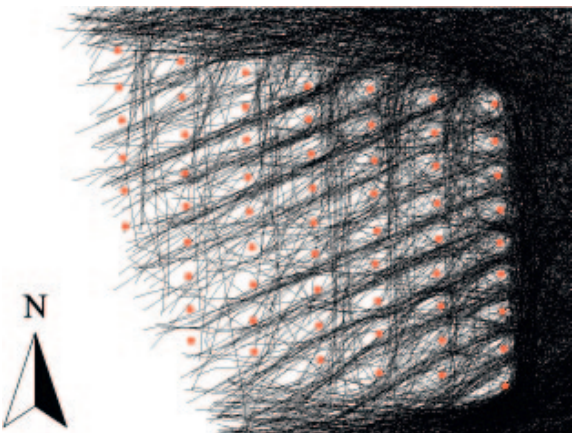


DONG

Un mât de mesure permet, après analyse des données enregistrées, d'établir un profil des vitesses et des directions des vents et donc d'évaluer l'énergie. Une fois l'implantation des éoliennes déterminée, ces données servent à évaluer la production électrique potentielle.

Au-delà de l'analyse des conditions de vent, l'infrastructure support permettra de déployer des capteurs environnementaux tels que des sondes de mesure de la qualité des eaux, des radars ornithologiques, des capteurs acoustiques sous-marins ou encore des caméras. Couplées aux relevés météorologiques, les données recueillies fourniront des informations sur les modes de vie de ces espèces. Transmises aux instances scientifiques, elles seront utiles pour compléter les études relatives à l'état initial de la zone du projet et suivre les effets du parc sur la faune pendant sa construction et son exploitation.

Étude radar pour l'évaluation de l'impact du projet sur les oiseaux



Étude radar montrant l'évitement et le contournement quasi-systématique d'un champ d'éoliennes sur un site suédois. Les points rouges représentent les éoliennes et les traits noirs les passages des oiseaux.

Desholm & Kähter, 2005, parc de Nysted au Danemark

3.1.c. LES SITES NATURELS PROTÉGÉS

Deux directives européennes constituent la base réglementaire du réseau écologique européen Natura 2000. La directive *Oiseaux* du 2 avril 1979 vise la conservation à long terme des espèces d'oiseaux sauvages de l'Union européenne. La directive *Habitats faune flore* du 21 mai 1992 établit un cadre pour les actions communautaires de conservation d'espèces de faune et de flore sauvages ainsi que de leur habitat. Les sites désignés au titre de ces deux directives forment le réseau Natura 2000 et font l'objet de mesures particulières de protection.

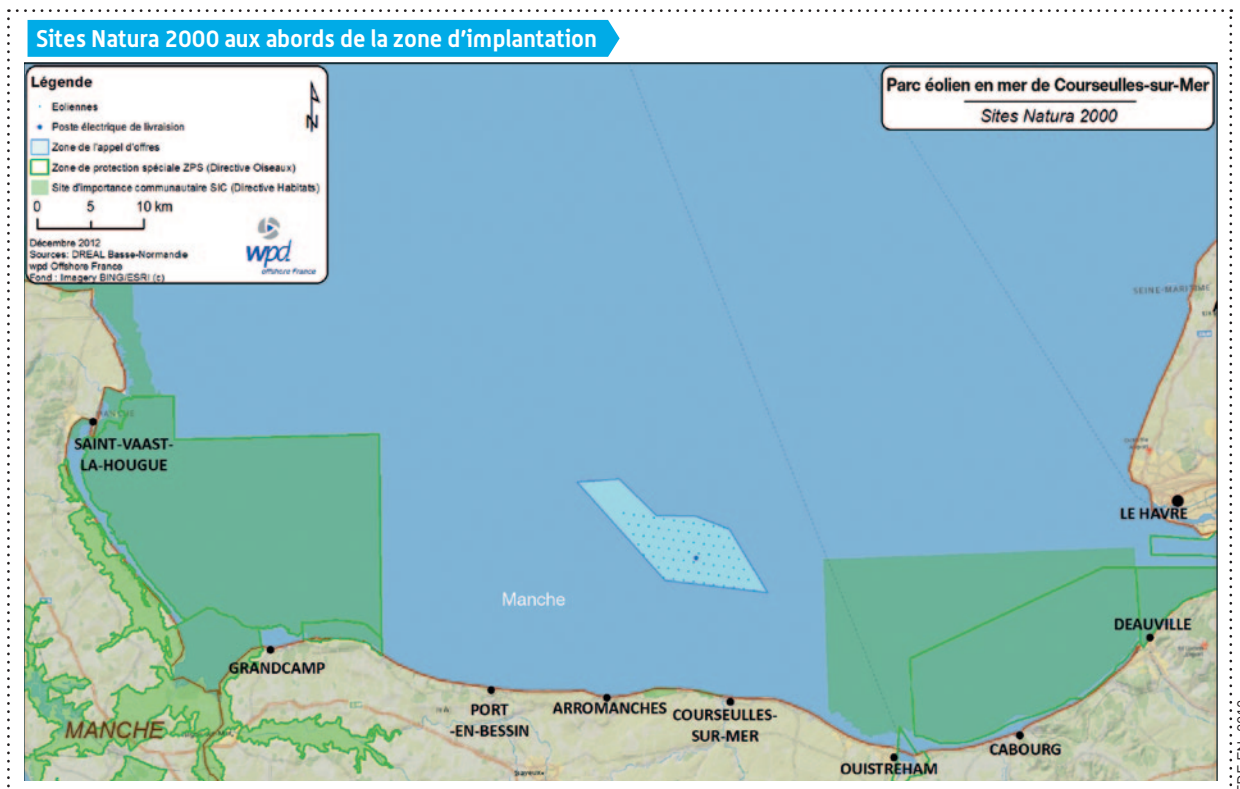
Le projet de parc éolien en mer est situé à proximité de plusieurs Zones de Protection Spéciales (ZPS)⁵⁹ au titre de la directive européenne Oiseaux et de

plusieurs Sites d'Intérêts Communautaires (SIC) au titre de la directive relative aux Habitats, qui abritent :

- » de nombreux oiseaux migrateurs le long des côtes pour l'hivernage ou le nourrissage (aidiers à duvet, grèbes, plongeurs, alcidés, mouettes rieuses et mélanocéphales, grands cormorans, pétrels) ;
- » plusieurs mammifères marins en migration ou en nourrissage dans la zone du projet (Grand Dauphin, Marsouin ou Phoque veau-marin) ;
- » diverses espèces de poissons, mollusques, coquillages et crustacés comme la crevette grise ou la sole ;
- » des habitats caractéristiques de la Baie de Seine et protégés au titre de la Directive Habitats (mer et bras de mer, zones sableuses peu profondes, estuaires).

Dans ce contexte riche et sensible, le maître d'ouvrage a lancé une étude d'évaluation des incidences afin de mieux comprendre les enjeux du projet vis-à-vis des sites Natura 2000 et de s'assurer de l'absence d'effet significatif sur l'ensemble des espèces et habitats qui ont justifié cette protection patrimoniale.

⁵⁹ Créées dans le cadre de la directive européenne « Oiseaux » et relatives à leur protection, les ZPS sont intégrées au réseau européen des sites écologiques Natura 2000



3.2. L'INSERTION DU PROJET À PROXIMITÉ D'UN PATRIMOINE SENSIBLE

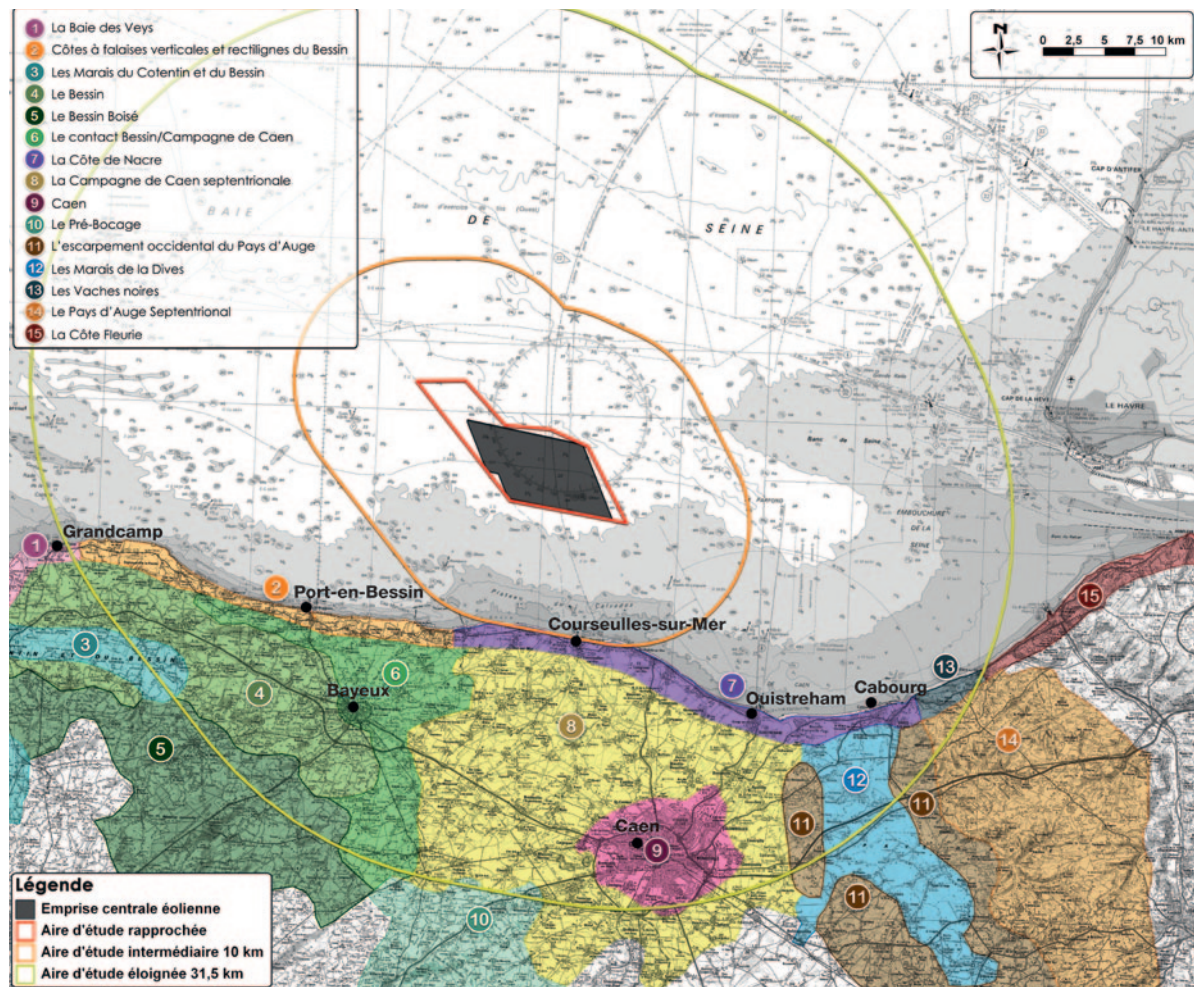
3.2.a. UN PAYSAGE RICHE ET FAÇONNÉ PAR L'HOMME

Afin de rendre compte de la richesse des paysages du littoral Bas-Normand, le maître d'ouvrage s'est appuyé sur l'analyse de cartes et de la bibliographie ainsi que sur la synthèse de données récoltées sur le terrain. Celle-ci a permis d'identifier les différentes unités paysagères dans un rayon de 30 kilomètres autour du projet, le contexte humain, les sensibilités au projet de parc éolien en mer.

Dans un périmètre d'une trentaine de kilomètres autour du projet, le patrimoine culturel comprend 364 monuments historiques dont 224 inscrits et 140 classés.

Les stations balnéaires s'étendent sur 19 communes (en prenant en compte Villers-sur-Mer), principalement sur la Côte de Nacre et dans une moindre mesure sur la Côte du Bessin. Toutes présentent des plages sableuses offrant des conditions favorables au développement du tourisme balnéaire. Les côtes à falaises, plus difficiles d'accès, sont peu concernées par ces activités.

Carte des unités paysagères



Les activités de loisirs liées à la mer sont nombreuses : baignade, voile, char à voile, kite surf, planche à voile, kayak de mer, plongée, etc. Les côtes à falaises permettent le développement d'autres activités telles que le parapente (base à Commes). Enfin, plusieurs ports et zones de mouillage⁶⁰ ont été créés pour la plaisance.

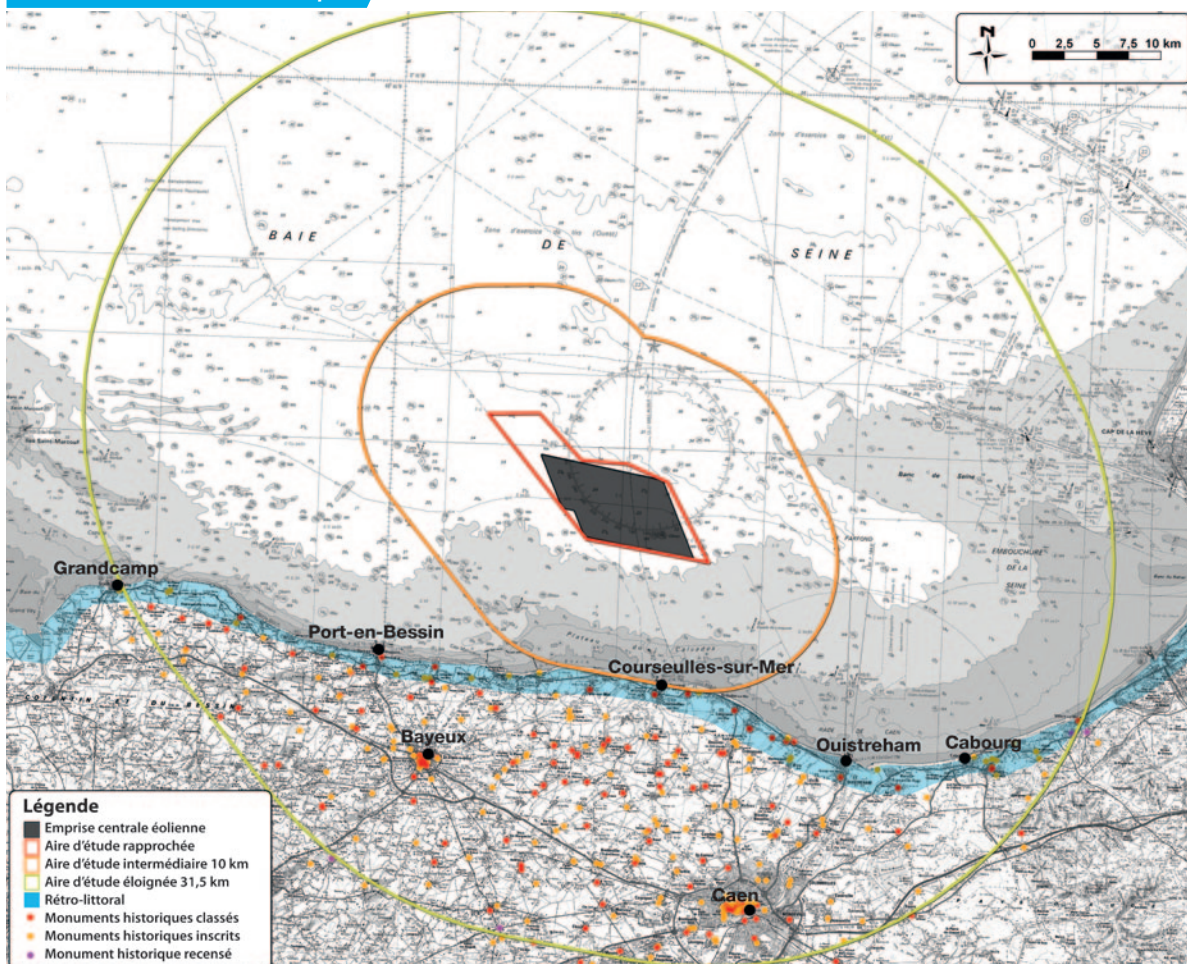
PAR SES CHOIX DE CONCEPTION, LE MAÎTRE D'OUVRAGE A CHERCHÉ À RÉDUIRE LES EFFETS DU PROJET SUR LE PAYSAGE.

Le choix d'une éolienne de 6 mégawatts (capacité unitaire la plus élevée parmi les éoliennes existantes)

permet, à puissance équivalente, de limiter l'emprise du parc qui occupera seulement 65 % de la zone soumise à l'appel d'offres. La visibilité des éoliennes sur la ligne d'horizon sera ainsi réduite. Une optimisation visuelle est également recherchée, par un alignement depuis les secteurs d'où l'emprise sur l'horizon est la plus forte. Le projet est situé à l'écart de l'axe visuel du site classé d'Arromanches et permet de préserver la vue des vestiges du port artificiel Winston Churchill.

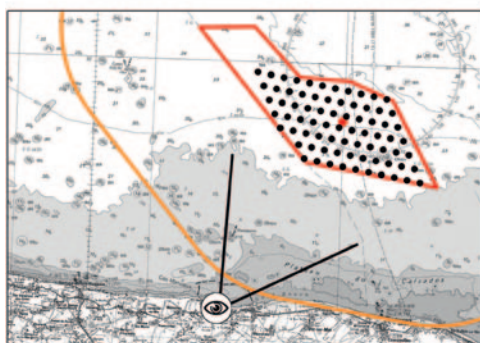
⁶⁰ Lieu où un navire peut être mis à l'ancre.

Carte des monuments historiques



Photomontage et schéma explicatif des prises de vue

Arromanches-les-Bains | Table d'orientation



Point de vue
n°05

Date et heure (TU) | 12 oct. 2009, 14'00
Coordonnées | X : 385 332
(Lambert II étendu) Y : 2 486 447

Azimuth / Angle horiz. | 6° / 160°
Focale photographique | 43 mm



Centrale éolienne
Éolienne la plus proche | 12,5 km
Éolienne la plus éloignée | 19 km
Dimensions éoliennes (h/d) | 105 m / 150 m
Référence implantation | H
Emprise ang. de la centrale | 49°

Météorologie
Visibilité | 30 km
Nébulosité | 5 octas
Dir. vent | 010°04
Vent moyen (m/s) | 6
Coeff. marée | 43
Hauteur d'eau | 5,04 m



Vue panoramique

Photomontage à partir de la digue de Courseulles-sur-Mer



FOCUS Réalisation des photomontages

Une étude paysagère a été menée pour évaluer l'impact visuel du projet et concevoir une disposition des éoliennes permettant de réduire cet impact. La définition de l'aire d'étude du projet prend en compte les différentes échelles, comme le prévoient les recommandations de l'ADEME et du Ministère en charge de l'Énergie, dans le guide de l'étude d'impact des parcs éoliens : aires d'étude éloignée, rapprochée et immédiate.

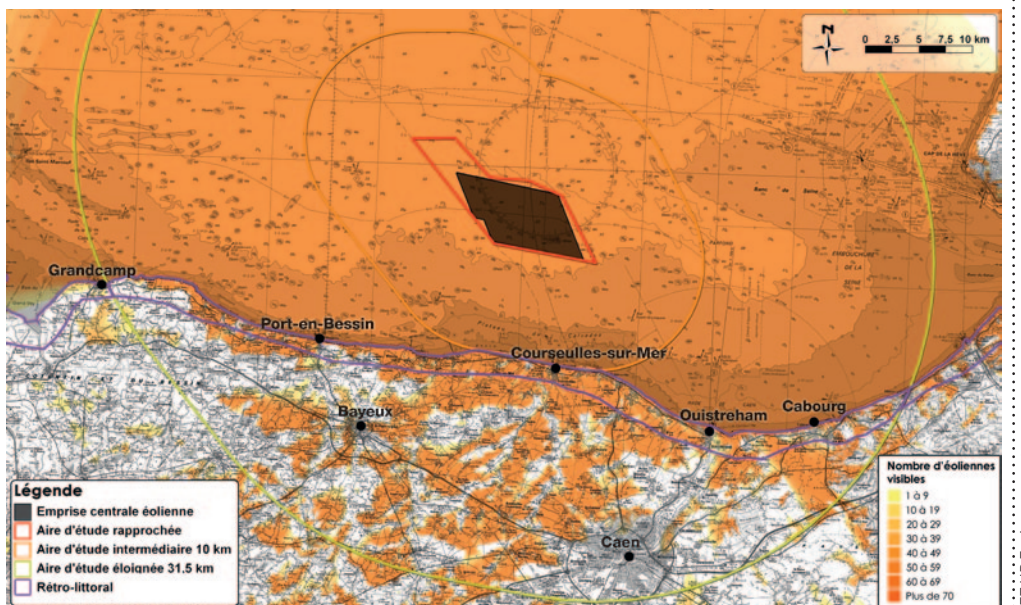
Dans un premier temps est établi un état initial du site : caractérisation des différentes unités paysagères, typologie de sa perception depuis différents points de vue, touristiques ou habités.

Cette étude est complétée par la réalisation de photomontages. La première étape de ces photomontages consiste à définir des points de vue représentatifs sur la côte, en recherchant différentes conditions de luminosité de façon à permettre le rendu le plus fidèle possible : à divers moments de la journée, par temps clair ou nuageux et de nuit.

Une carte des zones depuis lesquelles les éoliennes seront théoriquement visibles, prenant en compte les effets de topographie, est réalisée pour aider au choix des points de vue.

Ces photomontages permettent d'intégrer les éoliennes, en respectant fidèlement leurs dimensions et couleurs telles que les perçoit l'œil humain en fonction de la distance du point de vue. Sur la base de la couleur des éoliennes, la méthode retenue pour le photomontage maximise les effets de contraste et de luminosité et permet de donner une vue la plus réaliste possible.

Carte de visibilité théorique des éoliennes à la hauteur de la nacelle



3.2.b. UNE PROXIMITÉ FORTE AVEC DES LIEUX DE MÉMOIRE DU DÉBARQUEMENT

LA NORMANDIE A ÉTÉ LE SIÈGE DE L'UNE DES PLUS GRANDES ET DES PLUS EMBLÉMATIQUES BATAILLES DE LA SECONDE GUERRE MONDIALE.

Du débarquement allié en Normandie le 6 juin 1944, jusqu'à la libération de Dieppe et du Havre début septembre 1944, près de trois millions de soldats alliés - principalement américains, britanniques et canadiens mais aussi français, polonais, belges, tchécoslovaques, néerlandais et norvégiens - ont participé à la bataille de Normandie. Les alliés compteront 85 000 tués ou disparus et près de 154 000 blessés au cours de cette période et les pertes allemandes s'élèveront à 400 000 hommes dont 200 000 tués. Les opérations préparatoires, le débarquement et les opérations qui suivirent en Normandie coûteront aussi la vie à plusieurs dizaines de milliers de civils.

Phase initiale de la bataille, le débarquement de Normandie le 6 juin 1944, est l'une des opérations les plus emblématiques de la Seconde Guerre mondiale. Ce jour-là, 1 600 navires de soutien et plus

de 4 100 péniches appuyées par 1 200 navires de guerre débarquent 156 000 hommes et 20 000 véhicules sur les plages de Normandie. Les opérations logistiques se poursuivent pendant plusieurs semaines.

Les cinq plages utilisées par les alliés s'étendent de Saint-Martin de Varreville dans le Cotentin à Ouistreham à l'embouchure de l'Orne. Quatre d'entre elles sont situées à proximité du site retenu pour le projet : Omaha Beach, Gold Beach, Juno Beach et Sword Beach. Sur les deux plus proches, Gold et Juno, ce sont surtout des unités britanniques et canadiennes qui ont débarqué.

Pour assurer le soutien logistique d'une opération de cette ampleur, et faute de pouvoir utiliser les ports de Cherbourg et du Havre, deux ports artificiels sont construits, le premier face à Saint-Laurent-sur-Mer (Omaha Beach) en secteur américain, le second face à Arromanches (Gold Beach) en secteur britannique. Le port américain étant détruit par une forte tempête, c'est le port britannique (port Winston Churchill) qui assure pendant un mois le ravitaillement des forces alliées, acheminant près de 10 000 tonnes de matériel chaque jour. De nombreux vestiges de ce port artificiel sont encore visibles depuis Arromanches.

Le littoral de la Normandie conserve aujourd'hui la mémoire de ces opérations à travers de nombreux



sites classés et les cimetières qui abritent les tombes de plus de 26 500 soldats alliés.

QUATRE SITES CLASSÉS EMBLÉMATIQUES DU DÉBARQUEMENT

De nombreux sites, espaces naturels ou monuments historiques ont été classés ou inscrits en mémoire des opérations de Normandie. Près de la zone concernée par le projet, les plus emblématiques sont la **pointe du Hoc**, que les *rangers* américains prirent d'assaut au prix de lourdes pertes, la plage **d'Omaha Beach**, les **vestiges du port artificiel Winston Churchill**, les *blokkhaus* de Longues.

DE MULTIPLES LIEUX DE MÉMOIRE DE LA BATAILLE DE NORMANDIE

Au-delà du classement officiel, de nombreux autres lieux témoignent de la bataille de Normandie : l'ensemble des plages du débarquement d'Utah Beach à Sword Beach, le centre Juno Beach de Courseulles-sur-Mer (lieu de mémoire et d'hommage aux troupes canadiennes qui débarquèrent sur cette plage), le musée du radar de Douvres la Délivrande, le *Visitor Center* de Colleville-sur-Mer (au sein du cimetière américain), le musée des épaves sous-marines de Port-en-Bessin Huppain, les musées de la Bataille

de Normandie et du Général de Gaulle à Bayeux, les musées du débarquement et Arromanches 360 d'Arromanches-les-Bains, le musée America Gold Beach de Ver-sur-Mer, les musées du mur de l'Atlantique et du Commando n°4 de Ouistreham, le musée de la batterie de Merville-Franceville, le musée de Pegasus Bridge à Bénouville et le Mémorial de Caen.

En mer, en bordure de la zone envisagée pour le projet, plusieurs épaves recensées de navires ayant participé au Débarquement sont des lieux de plongée. Un grand nombre de **cimetières militaires** abritent les tombes des dizaines de milliers de soldats alliés qui sacrifièrent leur vie pour la liberté. Il faut mentionner notamment le cimetière américain de Colleville-sur-Mer qui abrite près de 9 400 tombes américaines, celui de Revières où sont ensevelis plus de 2 000 combattants canadiens et le cimetière britannique de Bayeux qui accueille les tombes de près de 5 000 britanniques. Plusieurs autres cimetières britanniques se situent en retrait par rapport au littoral comme Bazenville, Douvres-la-Délivrande, Hermanville-sur-Mer, Brouay, Secqueville-en-Bessin, Cambes-en-Plaine, Chouain, Fontenay-le-Pesnel, Saint-Manvieu, Ranville, ou Tilly-sur-Seulles.

De nombreuses associations, françaises et alliées, relaient cette mémoire via les musées et sites inter-



FOCUS

La procédure de classement d'un site au patrimoine mondial de l'humanité par l'UNESCO comporte plusieurs étapes :

- >> le site doit figurer sur la « liste indicative nationale » du pays considéré, liste établie selon les orientations de l'UNESCO qui comportent dix critères permettant de juger de la valeur universelle exceptionnelle du site, qu'elle soit naturelle ou culturelle. En France la liste indicative comporte 34 biens ;
- >> à partir de cette liste, le pays choisit de demander l'inscription du bien au patrimoine mondial et élabore le dossier correspondant qui est soumis au Conseil international des Monuments et des Sites (ICOMOS) pour les biens culturels ou à l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN) pour les biens naturels ;
- >> une fois par an, le Comité intergouvernemental du Patrimoine mondial évalue les propositions et prend les décisions d'inscription.

Chaque État peut adresser une proposition d'inscription par an au comité du patrimoine mondial.

En France, les propositions d'inscription sur la liste indicative nationale sont en général élaborées par les collectivités territoriales et/ou des associations. Elles bénéficient du concours technique des ministères de la culture et de l'écologie. Le dossier de proposition est ensuite examiné par le Comité National des biens Français du Patrimoine Mondial qui formule une appréciation.

La décision d'inscription sur la liste indicative nationale est prise par l'État.

Compte tenu de la complexité de ces dossiers, la procédure d'élaboration nationale dure de 5 à 7 ans.

net dédiés aux événements de la bataille de Normandie, assurent l'entretien des cimetières et monuments, et font revivre chaque année les dates historiques de cette bataille.

Parmi elles, l'association Normandie Mémoire et le Mémorial de Caen ont été à l'origine en 2006 du **projet d'inscription des plages du Débarquement au patrimoine mondial de l'UNESCO**. Ce projet, aujourd'hui porté par le Conseil régional de Basse-Normandie, est en cours de préparation pour la première étape du processus d'inscription qui est de faire figurer le projet sur la « liste indicative nationale » des sites qui seront ensuite proposés à l'UNESCO pour leur inscription au patrimoine mondial de l'Humanité.

COMMENT CONCILIER DÉVELOPPEMENT ET PATRIMOINE MÉMORIEL ?

Situé à une dizaine de kilomètres en mer, le parc éolien en mer de Courseulles-sur-Mer sera visible de la plupart des plages du Débarquement de Normandie

et, en particulier, depuis les sites de Juno Beach et du Port Winston Churchill d'Arromanches.

Le projet du maître d'ouvrage n'a pas d'impact physique sur les plages du Débarquement à proprement parler. Garth Webb, vétéran du D-Day et président de Juno Beach Centre Association, déclarait en 2011, à propos du projet de parc éolien en mer : « *Nous sommes au XXI^e siècle, il faut vivre avec son temps. Je n'y vois rien d'offensant.* »

En 1944, les combattants alliés qui ont débarqué sur les plages de Normandie combattaient pour la liberté et pour assurer à leurs enfants et aux nôtres un avenir plus radieux. Sur ces sites, chacun réagit, avec son histoire propre et sa sensibilité, à la mémoire de ces événements. Le maître d'ouvrage a la volonté de respecter ces lieux de mémoire et souhaite s'associer aux initiatives locales pour continuer à faire vivre la mémoire du Débarquement.

Cimetière américain
de Colleville-sur-Mer



3.3. LE PROJET ET LES ACTIVITÉS HUMAINES EN BASSE-NORMANDIE

3.3.a. UNE RÉGION RELATIVEMENT RURALE AVEC PLUSIEURS PÔLES INDUSTRIELS

La Basse-Normandie compte 1,47 million d'habitants. Elle se situe au vingtième rang des régions françaises pour son PIB par habitant.

La région conserve un caractère rural : 35 % des habitants vivent dans un espace à dominante rurale, pour 18 % en France métropolitaine. L'activité agricole y est fortement présente, notamment le secteur des produits laitiers.

La région se place en 18^{ème} position des régions industrielles françaises. Son activité industrielle est dominée par les secteurs de l'agro-alimentaire et de l'automobile (quatrième région française). L'électronique, avec son pôle de compétitivité TES (Transactions Électroniques Sécurisées), la plasturgie et la pharmacie complètent l'environnement industriel.

Le secteur nucléaire est très présent en Basse-Normandie : retraitement du combustible à La Hague,

centrale de Flamanville (deux fois 1 300 mégawatts), construction de l'EPR (1 650 mégawatts) et d'un site de stockage des déchets nucléaires à faible et moyenne activité par l'ANDRA (Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs). À Caen, le GANIL (Grand Accélérateur National d'Ions Lourds) figure parmi les cinq centres de recherches de physique nucléaire de ce type au monde. Tous les acteurs du secteur sont regroupés au sein de l'association Nucléopolis, pour le développement des sciences nucléaires et de leurs applications, soutenue par les principales collectivités locales de la région.

Avec 470 kilomètres de côtes, l'activité économique est particulièrement tournée vers la mer. La région compte huit ports de pêche et trois ports de transport de voyageurs à Granville, Cherbourg et Caen-Ouistreham. Accueillant plus de 15 millions de visiteurs sur l'ensemble de la région, notamment dans les stations balnéaires, au Mont-Saint-Michel ou sur les lieux de mémoire du Débarquement, le tourisme représente 6 % de l'emploi salarié du Calvados.

Port de Grandcamp



LES PÔLES URBAINS

Avec un peu plus de 220 000 habitants, Caen la Mer, première agglomération de Basse-Normandie, est la 31^{ème} communauté d'agglomération urbaine de France. Elle a développé une économie de services tout en conservant une base industrielle importante : elle réunit des secteurs d'activités tertiaires tournés vers le territoire et ses habitants, l'essentiel de la filière agricole régionale, un secteur de recherche et des services aux entreprises. L'Université de Caen-Basse-Normandie, qui compte plus de 24 000 étudiants, regroupe de nombreux laboratoires de recherche, avec notamment une excellence dans le domaine des matériaux pour l'énergie. Un million environ de passagers (liaisons avec le Royaume-Uni) et 3,4 millions de tonnes de fret de marchandises transitent via le port de Caen-Ouistreham. Un projet de navettes de conteneurs (15 à 20 000 conteneurs par an) est à l'étude avec le port du Havre.

Avec un peu plus de 90 000 habitants, Cherbourg est la 2^{ème} agglomération de la région. L'essentiel du tissu industriel local est lié à la défense et au nucléaire (port militaire, DCNS, EDF, Areva). Le taux d'emploi industriel est supérieur dans le Cotentin (19,9 % des actifs ayant un emploi) à la moyenne régionale (17,3 %) et nationale (14,8 %). Cherbourg dispose de quatre ports :

port de pêche, port militaire, port de commerce (trafic passager et marchandise transmanche) et port de plaisance parmi les plus grands d'Europe. Toutefois, le trafic annuel de marchandises (1,6 million de tonnes) et de passagers (650 000) décroît ces dernières années.

Situé à l'ouest de Caen, dans le Calvados, le Pays du Bessin au Virois s'étend entre les deux pôles urbains de Bayeux et de Vire, des plages du Débarquement jusqu'au bocage virois. Cet espace à dominante rurale réunit un tiers environ de la population du Calvados. Il est situé à proximité d'infrastructures de transport importantes : aéroport de Caen-Carpique, port de Caen-Ouistreham et port de Cherbourg. L'industrie, l'agriculture et les services, dont le tourisme, constituent ses principaux secteurs d'activité.

Port-en-Bessin concentre sur un seul pôle tous les métiers nécessaires à la réparation navale : chantiers navals (bois, acier, polyester, aluminium), mécanique, forge navale, hydraulique, carénage, peinture, électricité et électronique. Le secteur de la réparation navale de Port-en-Bessin est constitué de sept entreprises majeures et quinze sous-traitants employant directement 90 personnes pour un chiffre d'affaires annuel de 8,6 millions d'euros.

Université de Caen



3.3.b. LA SITUATION ÉNERGÉTIQUE DE LA RÉGION

UNE CONSOMMATION ÉLECTRIQUE RÉGIONALE GLOBALEMENT EN HAUSSE

La consommation d'énergie finale en Basse-Normandie s'élevait à 40 400 gigawattheures en 2009, dont plus de la moitié pour le seul secteur du bâtiment, résidentiel et tertiaire. Le logement individuel, caractérisé par sa faible performance énergétique, constitue 70 % du parc immobilier. La consommation d'énergie est nettement dominée par les produits fossiles, gaz et pétrole notamment. Ce dernier représentait plus de la moitié de la consommation finale d'énergie de la région en 2009, chiffre supérieur aux 43 % de la moyenne nationale. En revanche, la consommation de gaz ne pèse que pour 16 % de la consommation finale d'énergie, contre 21 % pour l'ensemble du pays. La consommation finale par habitant est comparable à la moyenne française.

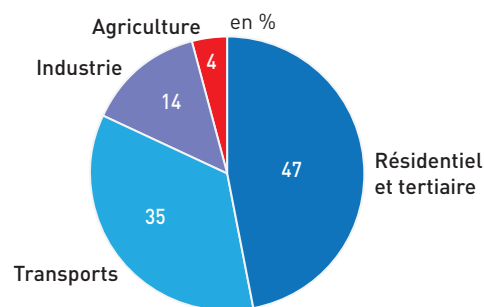
Production nette d'électricité en 2009

(en Gwh)

Année 2009	Basse-Normandie
Production totale	16 856,8
<i>Dont production d'électricité thermique (classique et nucléaire)</i>	16 558,0
<i>Dont production d'origine renouvelable</i>	29,8
Production d'électricité primaire	16 748,3
Production d'électricité nucléaire	16 449,5
Production d'électricité hydraulique	47,8
Production d'électricité éolienne	249,8
Production d'électricité solaire photovoltaïque	1,2
Production d'électricité thermique classique	108,5
Production d'électricité thermique hors cogénération	18,1
Production d'électricité thermique en cogénération	90,4

SDES

Consommation finale d'électricité par secteur en 2009



INSEE

Entre 2003 et 2008, en Basse-Normandie, la consommation d'électricité a progressé de 11,6 % contre 4,5 % au niveau national. En 2011 cependant, sous l'effet de la douceur des températures, elle a atteint 10 000 gigawattheures, en baisse de 7,6 % par rapport à 2010.

La production régionale d'électricité, 19 000 gigawattheures en 2011, est pour l'essentiel d'origine nucléaire, même si la production d'origine éolienne augmente sensiblement avec +32 % par rapport à 2010 (400 gigawattheures en 2011).

UNE RÉGION SENSIBILISÉE AUX ÉNERGIES RENOUVELABLES

Le Schéma Régional Air Climat Énergie (SRCAE) pour la Basse-Normandie, dont l'adoption est prévue par la loi dite Grenelle II, est en révision. C'est un document à portée stratégique visant à définir, à moyen et à long terme, les objectifs régionaux en matière de lutte contre le changement climatique, d'efficacité énergétique, de développement des énergies renouvelables et d'amélioration de la qualité de l'air.

Selon le projet de schéma régional, la production d'énergies renouvelables en Basse-Normandie était de 3 485 gigawattheures en 2009, hors agro-carburants, dont 91 % pour la production de chaleur. La production thermique renouvelable occupe une part importante dans l'ensemble de la production d'énergie renouvelable dont 83 % par le bois-énergie domestique.

Les filières renouvelables produisent l'équivalent de 2,4 % de l'électricité consommée en une année sur le territoire régional. L'éolien terrestre y contribuant à hauteur de 80 % en 2009 et l'hydraulique pour environ 15 %.

Selon RTE⁶¹, en 2011, la production du parc électrique régional, en hausse de 18 %, a connu une progression de 40 % des énergies renouvelables due essentiellement à l'éolien. La puissance éolienne installée en juin 2012 en Basse-Normandie s'élève à 227 mégawatts⁶². La région dispose également d'un potentiel important pour l'exploitation des énergies renouvelables en mer, en particulier hydrolienne et éolienne, avec un potentiel de 1 500 mégawatts éoliens en mer.

3.3.c. LA PÊCHE PROFESSIONNELLE LOCALE : UN ENJEU FORT

LA PLACE DE LA PÊCHE DANS L'ÉCONOMIE RÉGIONALE

La pêche professionnelle s'exerce sur l'ensemble du littoral de la Basse-Normandie, à l'ouest du Cotentin d'une part, en baie de Seine d'autre part. Les principaux ports de pêche de la baie de Seine sont Saint-Vaast-la-Hougue, Grandcamp-Maisy, Port-en-Bessin, Courseulles-sur-Mer, Ouistreham, Trouville et Honfleur.

Il s'agit essentiellement d'une pêche artisanale. Elle se pratique principalement avec des navires de

Bâteau de pêche



Parimage

moins de 12 mètres et des chalutiers-dragueurs de 12 à 16 mètres (les chalutiers pêchent au chalut qui est un filet en forme d'entonnoir traîné par le navire ; les dragueurs pêchent à la drague⁶³ qui est un engin traîné sur le fond pour capturer des coquilles Saint-Jacques).

La pêche des bulots au casier (pièges rigides placés sur le fond dans lesquels les crustacés sont attirés par un appât dont l'odeur se diffuse dans l'eau) ainsi que la pêche au filet (nappes rectangulaires tendues vers le haut par une corde munie de flotteurs et vers le bas par une corde lestée) sont aussi pratiquées en Baie de Seine.

Il y a environ 500 navires en Basse-Normandie : 200 dans le Calvados et 300 dans la Manche. Le secteur de la pêche bas-normande génère un chiffre d'affaires annuel d'environ 100 millions d'euros. Il y a 2000 marins-pêcheurs, dont la moitié environ exerce sur le littoral de la baie de Seine. Une étude menée en 2006 par le Conseil Economique, Social et Environnemental Régional (CESER) de Basse-Normandie recense 3000 emplois indirects qui regroupent les activités de fourniture de matériel aux pêcheurs et de transformation et commercialisation des produits de la mer.

61 <http://www.rte-france.com/fr/nous-connaître/espace-presse/dossiers-de-presse/rte-normandie-paris-douceur-des-temperatures-et-baisse-de-la-consommation-electrique-en-basse-normandie>

62 Source SOeS, Tableau de bord éolien photovoltaïque, deuxième trimestre 2012.

63 Outil à armature métallique sur laquelle sont fixées une poche (en filet ou en anneaux métalliques) et une barre inférieure, munie de lames (couteaux) métalliques ou de dents. Elle est utilisée sur un fond marin pour capturer les animaux, y compris ceux qui sont enfouis à faible profondeur, par une action de râteau.

Afin de garantir la pérennité des activités de pêche en Basse-Normandie, confrontées à des difficultés économiques, les professionnels du secteur se sont engagés dans des projets visant notamment à améliorer la sécurité à bord des navires, diversifier les activités des pêcheurs professionnels, améliorer l'équipement des points de débarquement ou promouvoir collectivement les produits de la pêche locale.

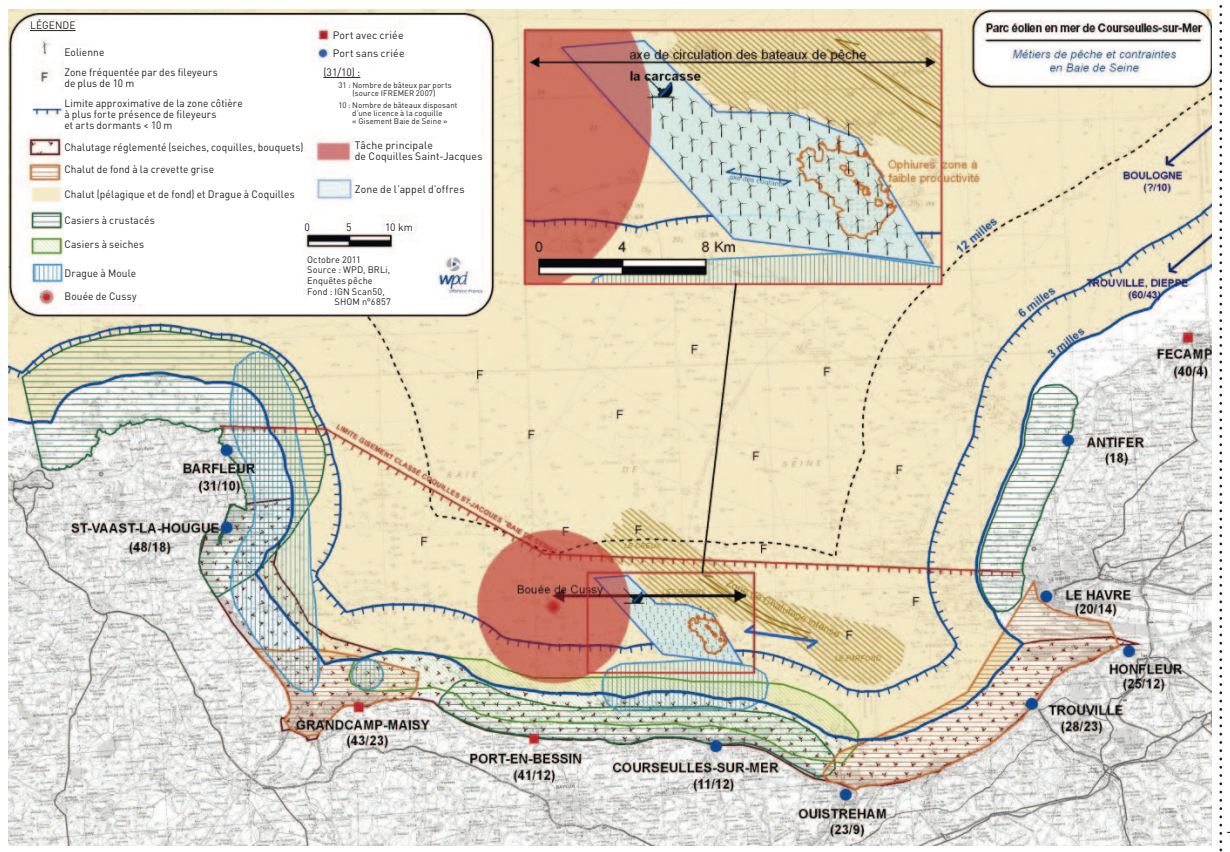
LES ACTIVITÉS DE PÊCHE SUR LA ZONE DU PROJET

La zone du projet de parc éolien au large du Calvados est fréquentée pour l'essentiel par des navires normands. Les navires proviennent principalement des ports de la baie de Seine, allant du port de Barfleur à celui de Honfleur, et notamment les ports du Calvados

tels que Courseulles-sur-Mer, Ouistreham, Port-en-Bessin, Grandcamp-Maisy, Trouville et Honfleur, majoritairement spécialisés dans la pêche à la drague et au chalut. Des navires peuvent aussi venir de l'est-Cotentin (une dizaine de navires des ports de Granville et Carteret), ainsi que de Haute-Normandie, notamment du Havre. Des navires belges et hollandais peuvent également y pêcher jusqu'à la bande des 6 milles marins.

Environ 230 navires bas-normands et une cinquantaine de navires non bas-normands sont susceptibles de pratiquer leur activité dans le périmètre du projet, mais tous ne sont pas exclusivement dépendants de la zone d'implantation des éoliennes. Une étude spécifique à l'activité de pêche sera menée en partenariat avec les structures professionnelles de la pêche pour identifier clairement les navires concernés, la saison-

Répartition géographique des principaux métiers de pêche en baie de Seine



nalité de l'activité et le taux de fréquentation de la zone.

D'après une première enquête menée auprès des pêcheurs professionnels, les espèces les plus pêchées sur la zone de projet sont les coquilles St-Jacques (pêchées d'octobre à avril), la sole (principalement en été) et autres poissons plats, le maquereau, et la daurade grise. Les navires peuvent aussi pêcher des bulots. Les seiches sont capturées au printemps et les calamars en automne, lors de leurs migrations vers les zones peu profondes situées plus près de la côte.

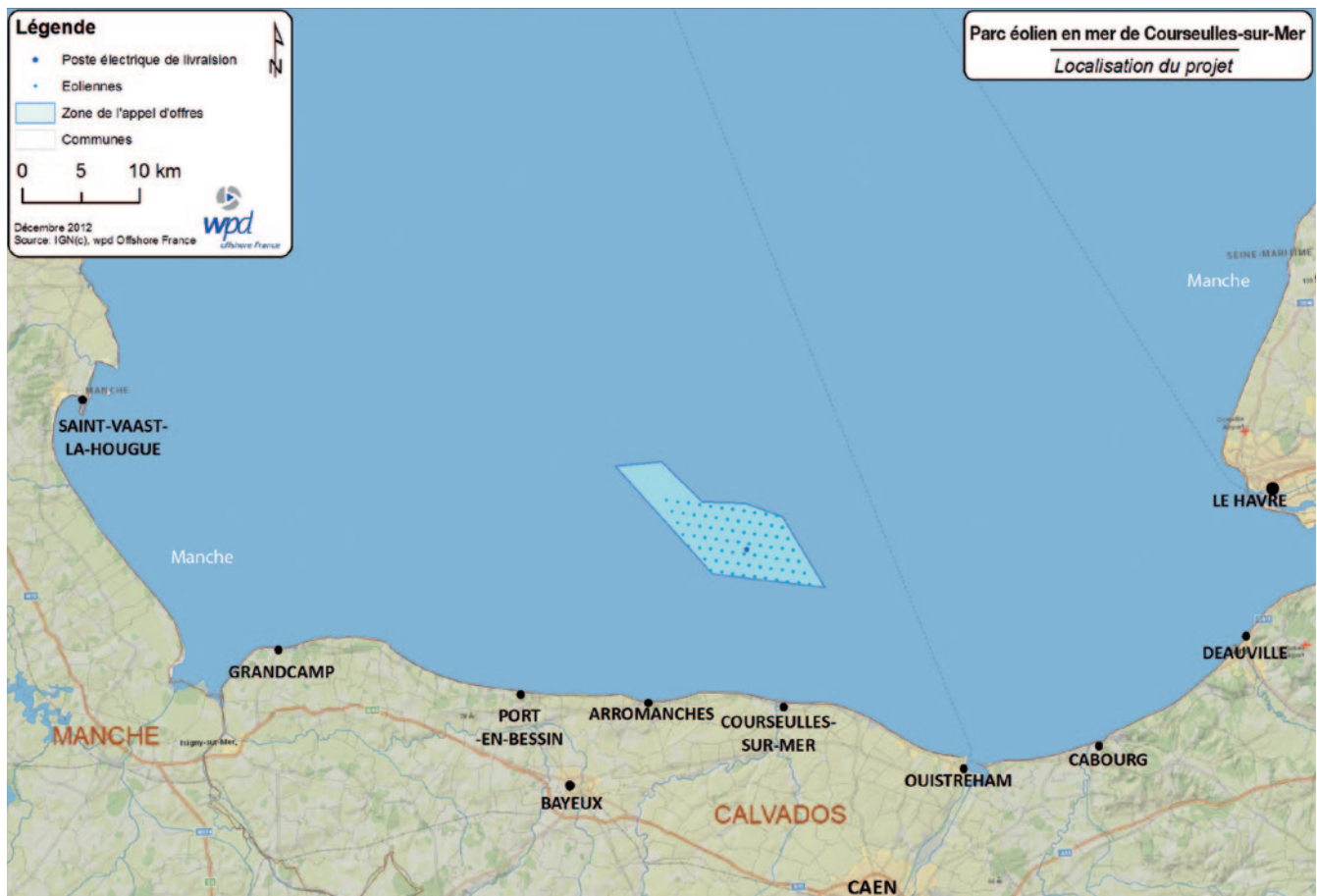
Les stocks de coquilles Saint-Jacques font l'objet d'évaluations par l'IFREMER et de définition de quotas,

ce qui permet de préserver la ressource. Le gisement de coquilles Saint-Jacques de Baie de Seine est classé, avec d'importantes restrictions pour les pêcheurs⁶⁴.

La mise en place du label rouge « coquille Saint-Jacques de Normandie » par le groupement de professionnels « Normandie Fraîcheur Mer » assure la traçabilité et la qualité des produits au consommateur.

64 Des contraintes supplémentaires existent à l'intérieur de gisements dits « classés » concernant l'accès à la pêche et les navires et engins autorisés, ces mesures sont prises dans le cadre de délibérations professionnelles rendues obligatoires par un ou plusieurs arrêtés préfectoraux pris en début ou en cours de saison de pêche.

Carte d'implantation du projet de parc éolien au large de Courseulles-sur-Mer



LE PROJET A ÉTÉ DÉVELOPPÉ EN CONCERTATION AVEC LES PROFESSIONNELS DE LA PÊCHE

Des échanges ont été engagés dès 2007 avec les pêcheurs professionnels, représentés notamment par le Comité Régional des Pêches Maritimes et des Élevages Marins de Basse-Normandie d'une part, et les Comités Locaux des Pêches Maritimes et des Élevages Marins (aujourd'hui partie intégrante du Comité Régional de Basse-Normandie ou du Comité Départemental du Calvados) d'autre part, pour les associer au choix de la zone du projet de parc éolien. Celle qui a été retenue n'est pas un secteur d'activité majeur pour la pêche. Son extension est limitée à l'ouest et elle évite au nord-est le gisement principal de coquilles Saint-Jacques, à moins de 5 miles de la bouée de Cussy.

Les pratiques de pêches au sein du parc seront réglementées pendant la phase de construction puis en phase d'exploitation par les autorités au regard de l'appréciation de la sécurité maritime. Pour permettre la poursuite du travail d'identification des pratiques de pêche possible au sein du parc, le maître d'ouvrage a prévu d'orienter les lignes d'éoliennes et les câbles dans le sens du courant, d'enfourer les câbles lorsque cela est possible, et de prévoir une distance inter-éoliennes d'environ un kilomètre.

Une charte de collaboration a été signée le 19 décembre 2011 avec les professionnels de la pêche. Par cette charte, le Comité Régional des Pêches Maritimes et des Élevages Marins de Basse-Normandie et le maître d'ouvrage indiquent leur « souhait de poursuivre leur travail en commun pour permettre le développement du parc de Courseulles-sur-Mer dans le respect des activités de pêches, et ce durant toute la vie du projet ». L'engagement a ainsi été pris en commun de :

- ▶ mettre en place une « cellule de liaison pêche » pour anticiper et résoudre les éventuels conflits d'usage que pourrait générer le projet éolien en mer,
- ▶ réaliser des campagnes de pêche scientifique pour évaluer l'effet du parc sur la biodiversité marine,
- ▶ mener une étude d'impact socio-économique spécifique au secteur de la pêche.

3.3.d. LA SÉCURITÉ MARITIME : UN ENJEU À ANTICIPER

La mer étant un espace ouvert à de nombreux usages et activités économiques, le maître d'ouvrage a intégré la question de la sécurité maritime dès la conception de son projet de parc éolien en mer de Courseulles-sur-Mer.

Son approche prend en compte l'ensemble des activités existantes, notamment la façon dont la présence du parc éolien pourrait modifier les risques préexistants sur la zone d'implantation. Elle propose les solutions envisageables pour assurer la sécurité des personnes, des biens et de l'environnement.

La navigation commerciale et la pêche en mer figurent parmi les activités les plus directement concernées par le projet. Si les loisirs nautiques se pratiquent généralement plus près de la bande côtière, la plaisance est cependant prise en compte dans cette étude.

LES ACTIVITÉS MARITIMES EN BAIE DE SEINE

Le secteur de la Baie de Seine est particulièrement important pour la navigation liée aux activités de pêche et au transit des navires commerciaux. La Manche est en effet le premier couloir de circulation maritime au monde pour le transport de marchandises. Le commerce maritime mondial croît à un rythme annuel de 3 à 5 %, interrompu par la crise économique de 2008.

Les pratiques (navigation, pêche...) qui pourraient être autorisées au sein de la zone envisagée pour le projet doivent faire l'objet d'une discussion avec les services de l'État et les représentants des usagers de la mer. Elles devront être approuvées dans le cadre d'une Commission nautique, compétente pour se prononcer sur les projets ayant une incidence sur la navigation maritime. Les retours d'expérience des parcs éoliens en mer existants montrent que certaines activités de plaisance et certains métiers de pêche y sont parfois autorisés.

La zone d'implantation proposée ne devrait concerner directement que de manière très modérée le trafic commercial de marchandises ou de passagers desservant les ports de la baie de Seine. L'impact

devrait être quasi nul sur le trafic du port du Havre et limité sur celui de Caen-Ouistreham (essentiellement des ferries dans des circonstances particulières).

DES ÉTUDES SONT EN COURS ET LA MISE EN ŒUVRE DE MOYENS SPÉCIFIQUES EST ENVISAGÉE POUR ASSURER LA SÉCURITÉ MARITIME DANS LA ZONE DU PROJET ET SES ABORDS

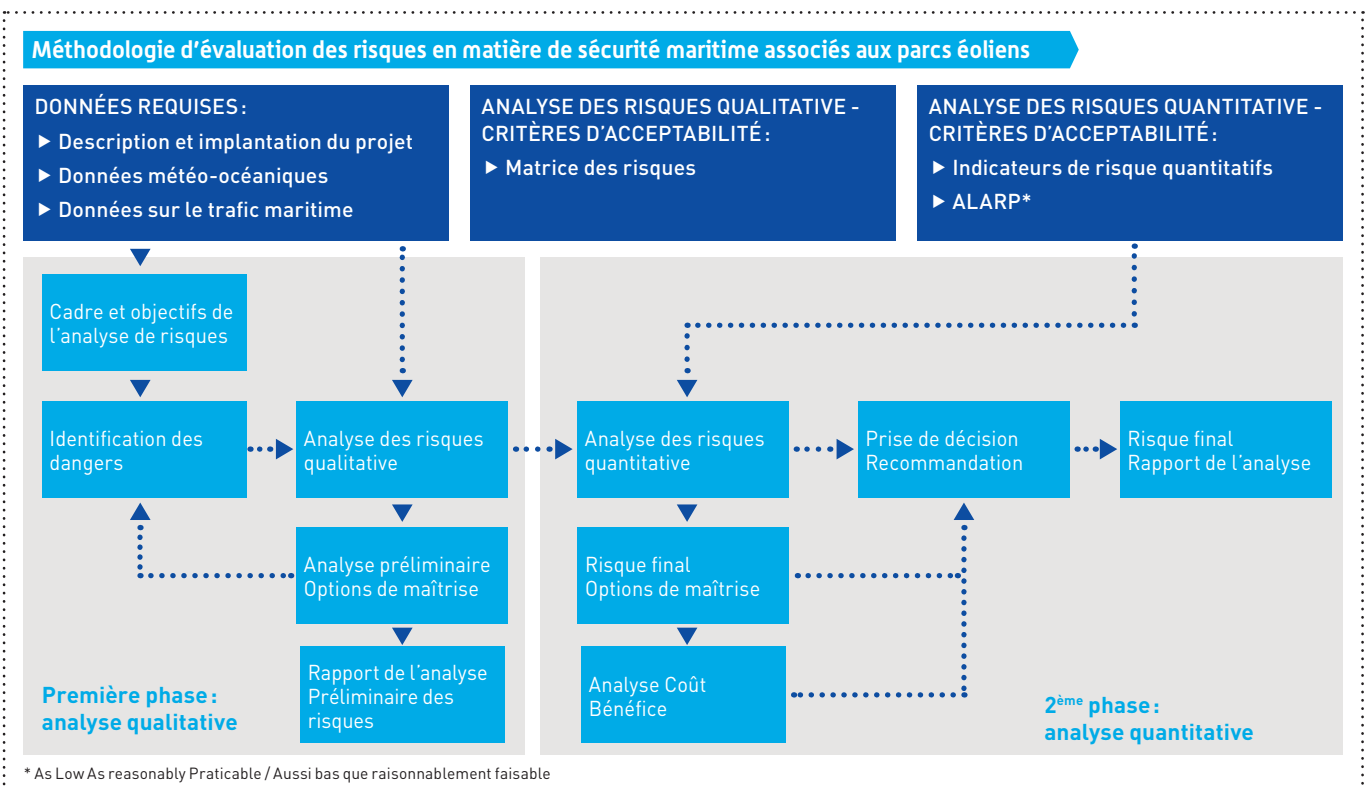
L'implantation d'un parc éolien au large de Courseulles-sur-Mer peut engendrer des incidences sur la surveillance maritime à terre ou embarquée (radar, visuelle, communication). Pour les navires commerciaux en transit et pour les navires de pêche, la présence d'infrastructures de grande dimension pourrait représenter un risque de collision. Elle est également susceptible d'entraîner des perturbations radioélectriques.

C'est pourquoi, en liaison avec les autorités de la Préfecture maritime de la Manche et de la Mer du Nord, le maître d'ouvrage a confié aux bureaux d'études DNV et Signalis, la réalisation d'études visant à mieux identifier les enjeux et les risques liés à la sécurité maritime dans la zone concernée par le projet et à proximité.

Ces études ont pour principaux objectifs :

- ▶ une meilleure connaissance de la navigation commerciale, de pêche et de plaisance ;
- ▶ la prise en compte des moyens de surveillance, d'intervention, de communication et des servitudes radioélectriques⁶⁵ existants ;
- ▶ le recensement des procédures de sécurité et l'analyse des risques.

⁶⁵ Autour de chaque station émettrice ou réceptrice d'ondes radioélectriques, ils peuvent être créés des zones de servitudes auxquelles l'accès est interdit.



Des équipements, une organisation et des moyens permettant de garantir dans la zone envisagée pour le projet un niveau de sécurité équivalent au niveau actuel seront proposés. La surveillance et la sécurité de la navigation pourraient être améliorées par :

- ▶ l'installation de deux nouveaux radars intégrés au dispositif SPATIONAV;
- ▶ un balisage aérien conforme aux législations et aux recommandations en vigueur et synchronisé avec le balisage maritime;
- ▶ des moyens mis en place pour assurer la sécurité des navires et des équipages de l'opérateur en plus des dispositifs actuels (radars, GSM, VHF, caméras, AIS);
- ▶ l'intégration du parc et de ses intervenants aux plans d'urgence maritime.

Le maître d'ouvrage travaille par ailleurs avec le Comité Régional des Pêches au renforcement de la sécurité des marins pêcheurs de la Baie de Seine, en prévoyant de participer à la mise en œuvre d'un système de localisation d'homme à la mer.

3.3.e. UN EFFET D'ENTRAÎNEMENT ÉVENTUEL SUR L'ÉCONOMIE TOURISTIQUE

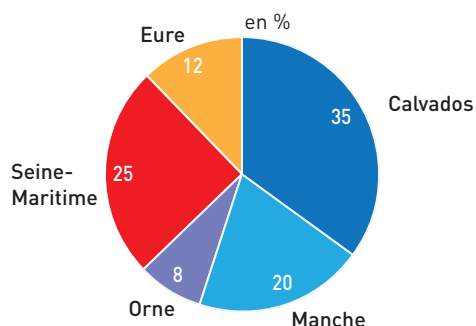
La Côte de Nacre est un axe majeur de développement et de valorisation du tourisme, tant pour le Calvados que pour la région bas-normande. Les activités touristiques du littoral jouent un rôle déterminant dans l'économie locale. Dans l'arrière-pays, la campagne et le bocage normand complètent avantageusement le tourisme littoral. La région accueille, essentiellement pour de courts séjours, des touristes français mais aussi étrangers, en raison notamment du patrimoine historique des plages du Débarquement.

Situées à seulement deux heures de Paris, les plages ont fait de la Basse-Normandie l'un des premiers pôles balnéaires français. La Côte de Nacre et la Côte Fleurie sont jalonnées de stations balnéaires qui proposent de multiples activités.

Au premier plan des nombreux personnages et événements historiques qui ont marqué la région figurent Guillaume le Conquérant, duc de Normandie puis roi d'Angleterre au XI^{ème} siècle, et la Seconde Guerre mondiale. Les monuments historiques et les plages du Débarquement en sont le symbole. Tout au long de la côte, musées, sites et cimetières militaires rappellent l'histoire qui s'y est écrite.



Répartition du chiffre d'affaires des activités touristiques entre départements



Comité Régional du Tourisme 2012

Le tourisme compte pour 3,2 % dans le PIB de la Région Basse-Normandie.

Les activités touristiques et connexes y représentent un chiffre d'affaires estimé à environ 2,4 milliards d'euros, soit 3,2 % du PIB régional. Ce secteur emploie 4 % des salariés des deux régions, soit 45 100 emplois salariés en moyenne annuelle. Le Calvados cumule 35 % du chiffre d'affaires du secteur touristique de l'ensemble de la Normandie (Haute et Basse)⁶⁶.

LE PARC ÉOLIEN ET L'ACTIVITÉ TOURISTIQUE

Le maître d'ouvrage s'engage à faire réaliser par un bureau d'étude externe et indépendant au cours de l'année 2013, en concertation avec les acteurs concernés, une étude socio-économique portant sur les effets potentiels du projet de parc éolien au large de Courseulles-sur-Mer qui inclura un volet sur l'économie touristique.

Une première évaluation portant sur la phase d'exploitation a conclu à de faibles interférences entre le parc et les activités de plaisance :

- les éoliennes sont implantées à plus de 10 kilomètres des côtes, alors que la majorité des activités de plaisance et de pêche de loisirs se pratiquent à moins de 6 milles marins des côtes (11 kilomètres) ;

⁶⁶ Source : Comité Régional de Tourisme, « Chiffres clés 2011 du tourisme normand », édition 2012

- la zone d'implantation du projet représente une faible empreinte (49,7 km²) par rapport au bassin de navigation de la Baie de Seine.

Des rencontres préalables ont été organisées avec les acteurs du tourisme - Comité Régional du Tourisme, Comité Départemental du Tourisme du Calvados, Offices de Tourisme du littoral. **Compte tenu de son caractère insolite et novateur et de sa contribution au développement durable, le parc éolien en mer pourrait avoir un effet d'entraînement sur le développement touristique du territoire.** Il pourrait également dynamiser une offre touristique verte, axée sur le tourisme durable et écologique. Afin de favoriser le développement du tourisme lié à la présence du parc éolien en mer, le maître d'ouvrage prévoit de participer à des initiatives qui permettront aux visiteurs de découvrir cette nouvelle technologie.

3.3.f. LES EFFETS DU PROJET SUR LA DYNAMIQUE IMMOBILIÈRE

En France, quelques études existent concernant les effets de parcs éoliens terrestres sur l'immobilier à proximité. Réalisées par le Conseil d'Architecture, d'Urbanisme et de l'Environnement (CAUE) de l'Aude en octobre 2002 et l'Association Climat Energie Environnement de la Région Nord-Pas-de-Calais en 2008, elles mettent en exergue un impact minime sur la valeur et le nombre des transactions immobilières (en périphérie proche, à moins de 2 kilomètres des éoliennes).

Au Royaume-Uni, une étude⁶⁷ (RICS, 2007) met en évidence un impact de l'éolien sur l'immobilier, qui apparaît au début du développement du projet et décroît ensuite, voire disparaît lors de la mise en service du parc éolien. Une étude américaine⁶⁸ (REPP, 2003) montre l'absence d'impact autour des parcs étudiés.

⁶⁷ Cette étude est à l'adresse suivante : www.rics.org/us/knowledge/more-services/guides-advice/wind-farms

⁶⁸ Cette étude est à l'adresse suivante : http://www.repp.org/articles/static/1/binaries/wind_online_final.pdf

3.4. UN PROJET MOTEUR POUR L'ÉCONOMIE RÉGIONALE

3.4.a. UN PROJET PARTICIPANT AU DÉVELOPPEMENT DU TERRITOIRE

PRÈS DE 7 000 EMPLOIS PRÉVUS AU TOTAL POUR LA FILIÈRE INDUSTRIELLE ÉOLIENNE FRANÇAISE

Attributaire de trois des cinq projets de parcs éoliens en mer (Saint-Nazaire, Courseulles-sur-Mer et Fécamp) par l'État, Éolien Maritime France et ses partenaires entendent contribuer au développement de l'éolien en mer et participer à la création d'une filière française compétitive, avec près de 7 000 emplois nouveaux.

Le plan industriel d'Alstom prévoit la création de quatre usines à Saint-Nazaire et Cherbourg pour fabriquer les composants clés de l'éolienne Haliade 6 mégawatts, ainsi qu'un centre d'ingénierie et de recherche & développement dans la région nantaise, en partenariat avec l'institut de Recherche Technologique Jules Verne. Ces installations créeront 5 000 emplois pérennes, dont 1 000 directs⁶⁹ et qualifiés, le centre d'ingénierie nécessitant environ 200 emplois. Ces embauches seront réalisées en coordination avec les partenaires territoriaux et se répartiront pour 2/3 en personnels ouvriers, de niveau CAP-BEP, et pour 1/3 en personnels cadres, techniciens et employés. Cet investissement de 100 millions d'euros permettra non seulement de répondre aux besoins du marché français, mais aussi d'exporter des éoliennes « made in France » sur le marché international en pleine expansion.

Parallèlement, pour le projet de parc éolien au large de Courseulles-sur-Mer, le maître d'ouvrage prévoit de faire construire les fondations et assembler l'ensemble des composants des éoliennes, ce qui représente la mobilisation d'environ 400 emplois pendant le chantier, dont 200 pour la fabrication des fondations et 200 pour l'assemblage et l'installation en mer des éoliennes. Pour les deux autres projets éoliens en mer, le nombre d'emplois correspondants est estimé à 1 200.

⁶⁹ Les emplois directs sont les emplois créés directement pour les besoins de chacune des usines. Les emplois indirects sont les emplois liés aux entreprises sous-traitantes d'Alstom.

Enfin, le maître d'ouvrage prévoit de créer un centre national pour l'exploitation du parc éolien en mer dont la localisation n'est pas encore définie, et une base de maintenance dédiée au projet de Courseulles-sur-Mer sur le port de Caen-Ouistreham. Ces activités seront réalisées par une centaine d'ingénieurs, de techniciens, et de marins. Pour les deux autres projets éoliens en mer, des bases de maintenance locales de taille similaire sont prévues.

UNE OPPORTUNITÉ POUR LES ENTREPRISES LOCALES

D'importants besoins en sous-traitance, notamment pour les usines d'Alstom, l'ingénierie, la construction et la maintenance du parc éolien, devraient profiter aux entreprises de la région et en attirer de nouvelles.

Pour exécuter son plan industriel, le maître d'ouvrage et ses partenaires auront recours à de nombreux sous-traitants. Il envisage de s'appuyer sur le tissu industriel national et local, en particulier des PME et PMI. Il a ainsi mis en place, pour les lots principaux du projet, un système d'évaluation interne du marché fournisseurs et une procédure de référencement de sous-traitants, permettant d'identifier les compétences industrielles présentes sur le territoire. À ce titre, avec le soutien de la région Basse-Normandie et des Chambres de Commerce et d'Industrie, deux journées de rencontres



FOCUS

Compétences mobilisées pour un projet de parc éolien en mer

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

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

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

Exploitation et maintenance : télésurveillance, surveillance maritime, prévision météorologique, conduite des navettes de servitudes, management de l'équipe de maintenance.

Journée d'identification des fournisseurs à Cherbourg, le 25 septembre 2012



EDF-EN

de fournisseurs potentiels ont été organisées les 9 février et 25 septembre 2012.

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

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

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

D'autre part, le maître d'ouvrage pourra mettre en relation les fournisseurs directs qui auront été sélectionnés avec le réseau industriel local, afin de leur faciliter la recherche de compétences complémentaires pour couvrir leurs éventuels besoins de sous-traitance.

Enfin il complétera son action par la mise en place d'un dispositif de formation professionnelle adapté aux besoins de l'éolien en mer.

3.4.b. UNE OFFRE DE FORMATION DIVERSIFIÉE

La formation est un élément clé de la réussite d'un projet de parc éolien en mer. Le niveau d'exigence requis, tant pour les phases de construction que d'exploitation, nécessite de recourir à des compétences souvent spécifiques et de haut niveau. Cela, non seulement pour préparer les qualifications nécessaires au chantier, mais aussi pour garantir la prise en compte des exigences et des règles en matière d'hygiène, de sécurité et d'environnement.

Il est possible que certains freins au recrutement des profils nécessaires pour le projet de parc éolien en mer

apparaissent au niveau local : pénurie de jeunes qualifiés dans l'industrie, métiers en tension (conduite de grue, montage de structures métalliques).

Pour pouvoir recruter du personnel local en nombre suffisant, le maître d'ouvrage, en partenariat avec Alstom, engage plusieurs actions.

Il favorise la promotion des métiers liés au projet, en collaboration avec les partenaires locaux :

- ▶ Il participe à des tables-rondes, présente les différents métiers du projet sur des stands lors de différents forums métiers en région, propose les films réalisés sur l'activité en mer ;
- ▶ Il s'implique dans la préparation de supports d'information. À titre d'exemple, le maître d'ouvrage vient d'apporter son appui à la réalisation d'un annuaire illustré de 220 pages, publié le 7 décembre 2012, pour recenser les 80 métiers de l'éolien en mer et les formations dispensées en Basse-Normandie pour y postuler. Cet annuaire a été réalisé sous le pilotage du Conseil Régional, de la Maison de l'Emploi et de la Formation du Cotentin avec la Technopole de Cherbourg. Il s'adresse au grand public, aux acteurs de l'emploi et de l'insertion du territoire, ainsi qu'aux entreprises associées à la fabrication ou à l'installation des éoliennes en mer. Chacun peut y trouver des informations sur les différents métiers de l'éolien en mer et l'ensemble des formations proposées sur la région pour y accéder ;
- ▶ Il participera prochainement à la réalisation de films vidéo pour présenter des métiers éoliens liés à la construction ou à l'exploitation en mer, sous le pilotage du Conseil Régional de la Basse-Normandie ;
- ▶ Il coopère à la réactualisation du référentiel de maintenance au sein du groupe de travail piloté par l'Éducation nationale et à la réalisation d'un cursus de formation initiale, qui devrait déboucher sur la création d'un BTS Maintenance des équipements éoliens. Ce travail prépare une offre de formation nationale, qui pourra être ensuite déclinée, dans les établissements d'enseignement bas-normands.

Le maître d'ouvrage et son partenaire ALSTOM s'engagent à confier 5 % du volume d'heures total nécessaire à la construction et à l'exploitation du parc aux

personnes éloignées de l'emploi. Afin d'y parvenir, la part d'insertion envisagée est variable pour chaque activité selon le niveau de technicité et d'expérience requis.

LA BASSE-NORMANDIE DISPOSE D'UNE OFFRE DE FORMATION DE QUALITÉ ET DIVERSIFIÉE

Selon une étude de la Chambre de Commerce et d'Industrie Cherbourg-Cotentin de septembre 2011, **une quarantaine de formations initiales dispensées dans les établissements bas-normands peut répondre aux besoins de la filière éolienne en mer (BTS, Bac Pro, CAP...)** : une douzaine dans le domaine des énergies, une douzaine en électricité et électronique, une dizaine en génie civil et construction et cinq en mécanique.

La région propose également pour les adultes une offre de formation continue réactive et diversifiée, auprès des AFPA et AFPI (CQPM⁷⁰ usinage, tourneur, fraiseur, opérateur, métallier industriel). Ces organismes ont acquis sur le chantier de l'EPR une grande

expérience dans le montage de formations sur mesure pour accompagner la population éloignée de l'emploi.

La région Basse-Normandie dispose de treize centres de recherche, écoles ou laboratoires spécialisés dans le domaine maritime et/ou énergétique : l'Institut supérieur de plasturgie d'Alençon, l'IFREMER, l'École supérieure d'ingénieurs des travaux de la construction-ESITC de Caen, qui propose des formations d'ingénieur en travaux publics et aménagements du territoire ainsi qu'un Master en ouvrages maritimes et portuaires. L'Université de Caen Basse-Normandie-UFR Sciences propose de nombreux doctorats scientifiques, l'ESIX Normandie des formations d'ingénieur en génie des systèmes industriels, etc. La région se positionne fortement en faveur des énergies marines renouvelables. Associée au Pôle de compétitivité Mer Bretagne, elle envisage de mettre en place une antenne de France Énergies Marines à Cherbourg.

La capacité de mobilisation du territoire en faveur de la formation constitue un atout important qui pourra lui permettre de répondre rapidement et précisément aux besoins en main-d'œuvre d'un chantier éolien en mer.

⁷⁰ Certificat de qualification paritaire de la métallurgie, délivré par l'Union des Industries et des Métiers de la Métallurgie (UIMM).

>> SYNTHÈSE

Les effets sur le territoire du projet de parc éolien en mer de Courseulles-sur-Mer ont été évalués à partir de différentes études et de retours d'expérience sur des parcs déjà construits en mer. En choisissant une éolienne de 6 mégawatts, parmi les plus puissantes des éoliennes commercialisables, le maître d'ouvrage a cherché à limiter l'emprise du parc et à réduire sa visibilité sur la ligne d'horizon afin de préserver au mieux le patrimoine mémoriel du territoire. Des mesures de réduction du bruit sont prévues pour limiter l'impact du chantier sur les mammifères marins. La pêche professionnelle en mer et les activités nautiques sont également prises en compte afin de préserver ces activités tout au long du projet et d'assurer la sécurité maritime.

S'il est mis en œuvre, le projet contribuera à la création d'une filière industrielle française de l'éolien en mer. Avec une capacité de production de 100 éoliennes par an destinées au marché français et l'export, les usines de Cherbourg et Saint-Nazaire devraient générer environ 1 000 emplois directs et 4 000 emplois indirects. La fabrication des fondations et la construction du parc mobilisera 400 emplois. L'exploitation et la maintenance du parc doivent, quant à elles, générer la création d'une centaine d'emplois. Le maître d'ouvrage s'implique dans la promotion des métiers liés au projet et dans l'adaptation des formations à la maintenance des installations éoliennes.



4 LES SUITES DU DÉBAT PUBLIC



4. LES SUITES DU DÉBAT PUBLIC

4.1. LA DÉCISION DU MAÎTRE D'OUVRAGE

Dans un délai de deux mois à compter de la date de clôture du débat public, le président de la CPDP établit un compte rendu du débat public et le président de la CNDP en dresse le bilan. Le compte rendu et le bilan sont rendus publics.

Le Code de l'environnement indique que le maître d'ouvrage « décide, dans un délai de trois mois après la publication du bilan de débat public, par un acte qui est publié, du principe et des conditions de la poursuite du projet. Il précise, le cas échéant, les principales modifications apportées au projet soumis au débat public. Il indique également les mesures qu'il juge nécessaire de mettre en place pour répondre aux enseignements du débat public ». Cet acte est transmis à la CNDP. La décision du maître d'ouvrage fait l'objet d'une « mention insérée en caractères apparents dans un journal national et un journal diffusé dans le ou les départements intéressés ».

4.2. LA PROCÉDURE RÉGLEMENTAIRE SPÉCIFIQUE AU PROJET

Si le maître d'ouvrage décide de poursuivre le projet, **différentes demandes d'autorisations** seront nécessaires pour sa réalisation. Une **enquête publique pourrait se tenir en 2014**, selon le calendrier défini par l'État. Le bilan et le compte rendu du débat public seront mis à disposition du commissaire enquêteur ou de la commission d'enquête publique par le maître d'ouvrage et joints au dossier d'enquête publique.

Sous réserve de l'obtention des autorisations à l'horizon 2014, le maître d'ouvrage prendrait sa **décision finale d'investissement en 2015**.

4.3. UNE CONCERTATION CONTINUE JUSQU'À LA MISE EN SERVICE

À l'issue du débat public, si le projet se poursuit, le maître d'ouvrage prolongera le dialogue établi avec les collectivités locales, les acteurs socio-économiques, le monde associatif et le grand public.

Les modalités de la démarche de participation et d'information alors mise en œuvre seront soumises à la CNDP qui statuera sur ces propositions.

L'exploitation du parc éolien de Courseulles-sur-Mer devrait démarrer progressivement dès 2018, pour une mise en service complète en 2020.

*Navire doté de moyens de levage
pour l'installation des éoliennes en mer*



5 ← ANNEXES



ANNEXES

LES AUTORISATIONS REQUISES POUR L'INSTALLATION D'ÉOLIENNES EN MER

Encadrement administratif et fiscal des parcs éoliens en mer

Autorisation liée à l'exploitation	Autorisation d'exploiter une installation de production d'électricité
Autorisation liée à l'implantation	Autorisation d'occupation du domaine maritime - Étude d'impact et enquête publique - Paiement d'une redevance en contrepartie de la concession
Obligation en cours d'exploitation	Autorisation au titre de la loi sur l'eau - Étude d'impact et enquête publique Obligation de constituer des garanties financières pour le démantèlement Soumission à la taxe spéciale pour les éoliennes en mer

LES AUTORISATIONS AU TITRE DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT ET DU CODE GÉNÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ DES PERSONNES PUBLIQUES

Une fois retenu à l'issue de l'appel d'offres de l'État, le maître d'ouvrage a obtenu une autorisation d'exploiter et le droit de conclure avec EDF un contrat d'achat d'électricité dans les conditions fixées par le cahier des charges de l'appel d'offres. Par arrêté du 18 avril 2012, le ministre chargé de l'énergie lui a ainsi délivré l'autorisation d'exploiter correspondante.

Préalablement à l'installation du parc éolien en mer, le maître d'ouvrage doit obtenir une concession d'utilisation du domaine public maritime, visée à l'article L. 2124-3 du Code général de la propriété des personnes publiques, délivrée par arrêté préfectoral. Cette

concession confère un titre juridique au maître d'ouvrage pour l'occupation du domaine public maritime et fixe les modalités d'utilisation des dépendances domaniales concédées.

La durée de la concession ne peut excéder 30 ans. À cet arrêté est annexée une convention qui indique l'objet de la concession et les prescriptions techniques que doit respecter le titulaire de la concession. Cette convention fixe également les conditions financières de l'occupation et établit, notamment, le montant de la redevance domaniale versée à l'État.

La procédure d'instruction de cette demande d'autorisation, dont les modalités sont fixées par les articles R. 2124-1 et suivants du code général de la propriété des personnes publiques, comporte :

➤ **plusieurs consultations institutionnelles** : du préfet maritime, de l'autorité militaire représentant l'État en mer, de l'ensemble des élus des communes et établis-

sements de coopération intercommunale concernés par le projet. La demande de concession fait aussi l'objet d'une consultation de la Grande Commission nautique.

► **une enquête publique.** Une fois la demande d'autorisation relative au projet instruite, celle-ci fait l'objet d'une enquête publique qui doit être menée au plus tard dans les 5 ans suivant la publication du compte-rendu et du bilan du débat public.

Le maître d'ouvrage doit fournir des garanties financières pour les opérations de démantèlement. En application de l'article R. 2124-8 du code général de la propriété des personnes publiques et du cahier des charges de l'appel d'offres, il devra transmettre au préfet ayant délivré la concession, avant la mise en service de chaque tranche du projet, un document attestant la constitution de garanties financières relatives à la tranche considérée. Ces garanties financières doivent permettre de couvrir le coût des opérations de démantèlement et de remise en état du site à la fin de l'exploitation. Le montant des garanties financières est prévu par la réponse du candidat à l'appel d'offres et ne peut, en aucun cas, être inférieur à 50 000 euros par mégawatt installé, soit 300 000 euros pour une éolienne de 6 mégawatts.

Le maître d'ouvrage doit obtenir une autorisation au titre de la loi sur l'eau, délivrée par arrêté préfectoral. Codifiée aux articles L. 214-1 et suivants du Code de l'environnement, la loi n° 92-3 du 3 janvier 1992 sur l'eau a consacré l'eau comme « patrimoine commun de la Nation » et a renforcé l'impératif de protection de la qualité et de la quantité des ressources en eau.

Les travaux d'implantation du parc éolien en mer relèvent des « travaux d'aménagement portuaires et autres ouvrages réalisés en contact avec le milieu marin et ayant une incidence directe sur ce milieu ». Si leur montant est supérieur à 1,9 millions d'euros, ils doivent obtenir une autorisation avant leur réalisation.

La demande d'autorisation au titre de la loi sur l'eau doit s'accompagner d'un document d'incidences sur l'environnement et doit donner lieu à une enquête publique. Dans la mesure où cette demande sera présentée concomitamment à la demande de concession d'utilisation du domaine public maritime, une enquête publique unique pourra être réalisée.

L'arrêté préfectoral d'autorisation fixe des prescriptions spécifiques relatives aux conditions de réalisation, d'aménagement et d'exploitation du projet. De plus, en application des dispositions du Code de l'environnement à la fin de la période d'exploitation, l'exploitant ou à défaut le propriétaire, doit remettre le site dans un état tel qu'aucune atteinte ne puisse être portée à l'objectif de gestion équilibrée de la ressource en eau. À ce titre, l'autorité administrative peut à tout moment imposer des prescriptions pour la remise en état du site. **Le projet doit faire l'objet d'une étude d'impact et d'évaluation des incidences Natura 2000.** Conformément à l'article R 122-2 du Code de l'environnement, l'étude d'impact présentera une analyse des conséquences du projet sur l'environnement et la santé et les mesures envisagées pour les éviter, les réduire ou les compenser. Elle sera jointe aux dossiers de demande d'autorisations et donnera lieu à un avis de l'autorité environnementale.

L'étude d'impact peut remplacer le document d'incidences exigé au titre de la loi sur l'eau, si elle contient les informations requises. De la même manière, elle peut valoir étude d'incidences Natura 2000, si elle contient les éléments exigés par cette réglementation. Dans tous les cas, une évaluation d'incidences devra être réalisée si le projet est susceptible d'affecter de manière significative un site Natura 2000.

LES RETOURS D'EXPÉRIENCES

Pays	Parcs	Nom du programme	Site
Danemark	Horns Rev Nysted	Danish offshore wind	http://www.ens.dk/en-US/supply/Renewable-energy/WindPower/offshore-Wind-Power
UK	Tous les parcs anglais	COWRIE	http://data.offshorewind.co.uk
Suède	Tous les parcs suédois	VINDVAL	http://www.swedishepa.se/Documents/publikationer6400/978-91-620-6512-6.pdf http://www.swedishepa.se/In-English/System/Search/?quicksearchquery=offshore+wind+power
Pays-Bas	OWEZ	OWEZ	http://www.noordzeewind.nl/en/knowledge/reportsdata/



Période 2000-2006 : suivi des parcs Horns Rev et Nysted (1)



- Budget : 11 millions d'euros
- Résultats approuvés par l'IAPEME (Panel d'experts internationaux en matière d'écologie marine)
- Dialogue soutenu avec le WWF, et la Société danoise pour la protection de la nature Greenpeace



Depuis 2001 : mise à disposition des données des parcs du Royaume-Uni



- Compilation de données acquises sur les parcs existants (études d'impacts – suivis)
- 5 464 documents publiés à ce jour
- English Nature, Scottish Natural Heritage, Joint Nature Conservation Committee, Royal Society for the Protection of Birds et le BWEA sont membres de fait du COWRIE



Période 2005-2012 : suivi des 5 parcs suédois



- Compilation des données acquises lors des permis et des mesures de suivi des parcs existants
- Rapports établis par des Universités – ils font l'objet de publications dans des revues à comité de lecture
- 30 rapports et 3 synthèses jusqu'à ce jour

LISTE DES SYNTHÈSES D'ÉTUDES DISPONIBLES

- ▶ Étude sur le benthos, 2009
- ▶ Étude sur les coquilles St Jacques, 2008-2009
- ▶ Étude des activités de pêches, 2009
- ▶ Étude des mammifères marins, 2009
- ▶ Étude ornithologique, 2009-2010
- ▶ Étude acoustique, 2011
- ▶ Étude paysagère, 2011-2013
- ▶ Étude de la sécurité maritime, 2011
- ▶ Étude des moyens électroniques de surveillance du plan d'eau, 2011
- ▶ Étude des engins explosifs, 2011
- ▶ Étude du bilan carbone, 2013
- ▶ Étude hydrosédimentaire, 2009
- ▶ Étude de la ressource en vent, 2011
- ▶ Étude géophysique, 2009-2011
- ▶ Étude de dimensionnement des fondations, 2011
- ▶ Étude de protection des câbles, 2011

GLOSSAIRE

Alternateur à aimants permanents : Un alternateur est une génératrice électrique effectuant la conversion d'énergie mécanique en énergie électrique alternative. Un alternateur à aimants permanents utilise des aimants à la place de bobines pour créer un champ magnétique au niveau du rotor. Ce type de génératrice d'électricité présente une compacité plus importante que les alternateurs habituellement utilisés sur les éoliennes et une plus grande fiabilité.

Avifaune : Ensemble des espèces d'oiseaux.

Balance commerciale française : La balance commerciale est le compte qui retrace la valeur des biens exportés et la valeur des biens importés. Pour calculer la balance commerciale, la comptabilité nationale procède à l'évaluation des importations et des exportations de biens à partir des statistiques douanières de marchandises.

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

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

Biocarburant : Carburant produit à partir de matériaux organiques non fossiles, provenant de la biomasse.

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

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

Capteur : Dispositif transformant l'état d'une grandeur physique déterminée en signal.

Carotte de forage : Échantillon du sous-sol terrestre ou marin obtenu à l'aide d'un tube appelé carottier que l'on y fait pénétrer. L'échantillon ainsi obtenu s'appelle une carotte.

Combustibles minéraux solides (CMS) : Charbon, lignite, à base de carbone plus ou moins pur.

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

Contribution au service public de l'électricité (CSPE) : La CSPE, créée par la loi n°2003-8 du 3 janvier 2003, permet de compenser les fournisseurs historiques d'électricité (EDF et les entreprises locales de distribution) des charges liées aux missions de service public qui leur incombent, incluant la compensation des tarifs d'achat de certaines sources d'électricité (énergies renouvelables, cogénération).

Convertisseur : Dispositif permettant de changer la forme de l'énergie électrique (par exemple de courant alternatif en courant continu).

Coquillard : Navire pratiquant la pêche à la drague pour remonter des coquillages.

Couple : Représente l'intensité de la force exercée sur un objet entraînant la rotation de cet objet.

Drague : Outil à armature métallique sur laquelle sont fixées une poche (en filet ou en anneaux métalliques) et une barre inférieure, munie de lames (couteaux) métalliques ou de dents. Elle est utilisée sur un fond marin pour capturer les animaux, y compris ceux qui sont enfouis à faible profondeur, par une action de râteau.

Effets de sillage : Les éoliennes en rotation génèrent des turbulences aérodynamiques qui peuvent perturber les éoliennes situées sous leur vent, diminuant ainsi leur production électrique.

Énergie finale ou disponible : Énergie livrée au consommateur pour sa consommation finale (essence à la pompe, électricité au foyer, gaz pour chauffer une serre...).

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

Énergie intermittente : Énergie dont la production ne se commande pas, mais dépend des conditions météorologiques (vent, soleil) ou de la gravitation.

Énergie primaire : Ensemble des produits énergétiques non transformés, exploités directement ou importés. Ce sont principalement le pétrole brut, les schistes bitumineux, le gaz naturel, les combustibles minéraux solides, la biomasse, le rayonnement solaire, l'énergie hydraulique, l'énergie du vent, la géothermie et l'énergie tirée de la fission de l'uranium.

Énergie renouvelable : Énergies primaires inépuisables à très long terme, car issues directement de phénomènes naturels, réguliers ou constants, liés à l'énergie du soleil, de la terre ou de la gravitation.

Énergie secondaire ou dérivée : Toute énergie obtenue par la transformation d'énergie primaire (en particulier électricité d'origine thermique).

Énergie solaire thermodynamique : Énergie récupérée par concentration du soleil pour assurer la production d'électricité.

Ensoiement : Action qui consiste à enfouir les câbles électriques dans les sédiments marins.

Espèces benthiques : Espèces vivantes, animales ou végétales, vivant sur ou près des fonds sous-marins.

Espèces halieutiques : Poissons, coquillages ou crustacés pêchés.

Espèces pélagiques : Un poisson est appelé pélagique lorsqu'il vit dans les eaux proches de la surface ou entre la surface et le fond. Le hareng, la sardine, l'anchois, le maquereau ou le thon sont des poissons pélagiques.

Gaz à effet de serre : Gaz d'origine naturelle ou humaine, qui absorbent une partie des rayons solaires en les redistribuant sous la forme de radiations qui rencontrent d'autres molécules de gaz, répétant ainsi le processus et créant l'effet de serre, avec augmen-

tation de la température. Les principaux gaz responsables sont le dioxyde de carbone, le méthane, l'oxyde nitreux et les gaz fluorés.

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

Géophysique : Étude de la Terre par les méthodes de la physique.

Gigawatt : Unité de puissance. Un gigawatt égale un milliard de watts ou un million de kilowatts.

Grenelle de l'environnement : Démarche initiée en France en 2007, associant l'État, les collectivités territoriales, les syndicats, les entreprises et les associations pour élaborer une feuille de route en faveur de l'écologie, du développement et de l'aménagement durables. Sur le plan législatif, cinq grands textes ont été votés : loi dite Grenelle I, loi sur la responsabilité environnementale, loi OGM, loi d'organisation et de régulation des transports ferroviaires, et loi dite Grenelle II.

Hydrodynamismes : Ensemble des événements impliqués dans le déplacement des masses d'eau (courants, houle, marées, turbulences). Le fonctionnement hydrodynamique est exercé par les mouvements des fonds et du trait de côte sous l'effet des vents, des houles, des courants et des marées.

Indépendance énergétique : Capacité d'un pays à satisfaire l'ensemble de ses besoins en énergie, en maîtrisant ses capacités d'approvisionnement et la valorisation de son énergie. Le taux d'indépendance énergétique est le rapport entre la production nationale d'énergies primaires (charbon, pétrole, gaz naturel, nucléaire, hydraulique, énergies renouvelables) et la consommation d'énergie primaire, pour une année donnée.

Ktep : Kilotonne d'équivalent pétrole soit 1 000 tep.

Magnétométrie : Détection des anomalies du champ magnétique créées par la présence de masses de fer au fond de la mer (épaves, ancrs, câbles, ...).

Mégawatts : Un mégawatt équivaut à 1 000 kilowatts.

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

Moyeu : Partie centrale sur laquelle sont fixées les trois pales de l'éolienne.

Multiplicateur : Dispositif permettant d'élever la vitesse de l'arbre du rotor pour pouvoir entraîner convenablement la génératrice d'une éolienne.

Nacelle : Partie de l'éolienne située derrière le rotor comprenant la génératrice et l'ensemble des équipements associés. Mobile sur l'axe du mât, elle s'oriente face au vent.

Poste électrique en mer : Installation située au sein du parc éolien en mer, permettant de transformer l'électricité produite par les éoliennes pour la mettre aux normes du réseau national de transport d'électricité (tension, fréquence) et constituant la frontière entre le réseau privé du parc éolien et le réseau public de transport.

Puissance nominale : Puissance fournie dans des conditions optimales.

Pure Torque™ : Technologie brevetée permettant un report des efforts mécaniques indésirables du vent vers le mât de l'éolienne.

Rotor : Partie mobile de l'éolienne composée des pales et du moyeu.

Sédiments : Dépôt meuble laissé par les eaux, le vent et les autres agents d'érosion, qui peut être d'origine marine ou non.

Sédiments durs : Fonds rocheux.

Sédiments meubles : Dépôts sous-marins meubles (allant de la vase aux galets) laissés par l'eau ou le vent.

Servitudes radioélectriques : Autour de chaque station émettrice ou réceptrice d'ondes radioélectriques, peuvent être créées des zones de servitudes auxquelles l'accès est interdit.

Sondage géotechnique : Investigation du sous-sol destinée à déterminer la nature et les caractéristiques mécaniques, physiques et éventuellement chimiques de ses constituants afin de prévoir son comportement lors de la réalisation d'un ouvrage.

Sonde bathymétrique : Instrument mesurant la profondeur de la mer en un point précis.

Souille : Approfondissement d'une surface le long d'un quai pour permettre le stationnement d'un navire indépendamment de la marée ; tranchée réalisée dans les fonds marins.

Tirant d'eau : Hauteur de la partie immergée d'un navire, qui varie en fonction de la charge de transport.

Transformateur : Équipement permettant de modifier les valeurs de tension d'un courant alternatif.

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

Tonne équivalent pétrole (tep) : La tonne d'équivalent pétrole (TEP) représente la quantité d'énergie contenue dans une tonne de pétrole brut, soit 41,868 gigajoules. Cette unité est utilisée pour exprimer dans une unité commune la valeur énergétique des diverses sources d'énergie. Pour l'électricité, une tonne équivalent pétrole vaut 11,6 mégawattheures.

Topologie : Étude des lieux et de leurs propriétés (relief...).

Trait de côte : Ligne qui marque la limite entre la mer et la terre.

Zones de protection spéciale (ZPS) : Créées dans le cadre de la directive européenne « Oiseaux » et relatives à leur protection, les ZPS sont intégrées au réseau européen des sites écologiques Natura 2000.

ACRONYMES

ADEME : Agence de l'Environnement et de la maîtrise de l'énergie

AFPA : Association nationale pour la formation professionnelle des adultes

AFPI : Association de formation professionnelle de l'industrie

AIE : Agence internationale de l'énergie

AIS : *Automatic Identification System*, système automatique d'identification (des navires)

CNDP : Commission nationale du débat public

CNPMEM : Comité national des pêches maritimes et des élevages marins

CPDP : Commission particulière du débat public

CRE : Commission de régulation de l'énergie

CRPMEM : Comité régional des pêches maritimes et des élevages marins

CSPE : Contribution au service public de l'électricité

DGAC : Direction générale de l'aviation civile

DGEC : Direction générale de l'Énergie et du climat

DREAL : Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement

GIEC : Groupe Intergouvernemental d'études sur le climat

GMN : Groupe mammalogique normand

IFREMER : Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer

IRENA : *Internationale Renewable Energy Agency*, Agence internationale pour les énergies renouvelables

OCDE : Organisation de coopération et de développement économiques

PPI : Programmation pluriannuelle des investissements (de production d'électricité)

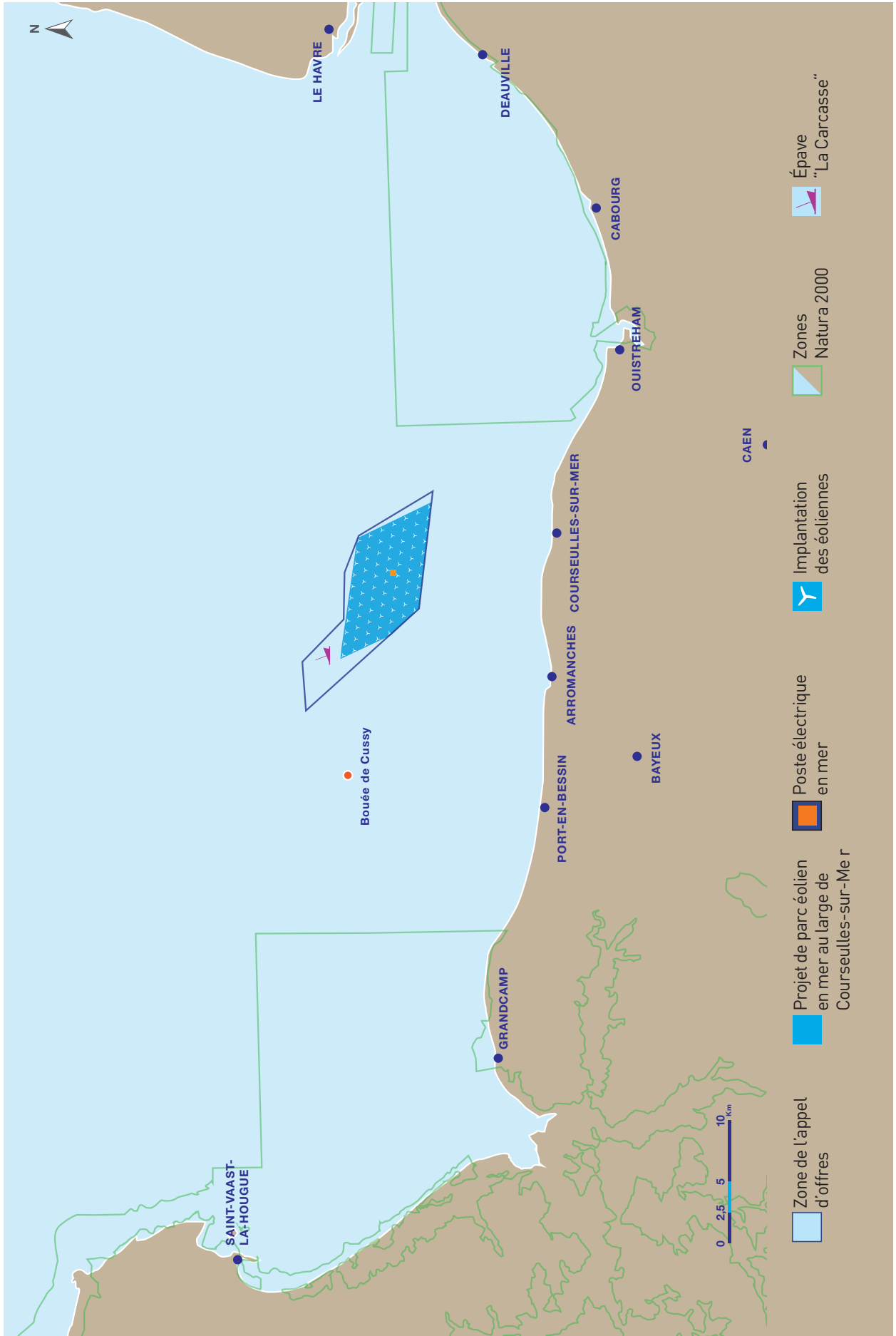
RTE : Réseau de transport d'électricité





SHOM : Service hydrographique et océanographique de la marine

SMDSM : Système mondial de détresse et de sécurité en mer

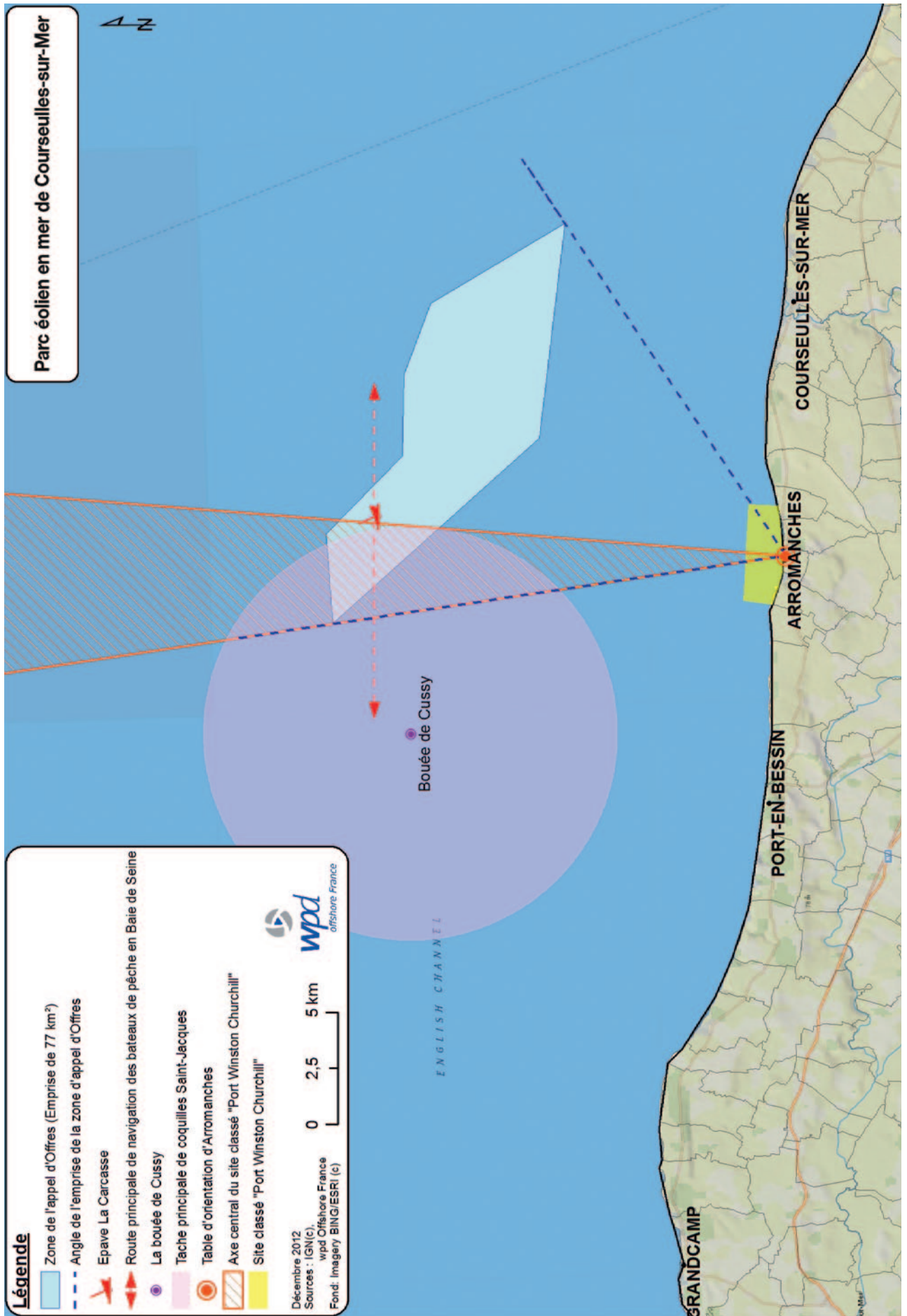
VHF : *Very High Frequency*, très hautes fréquences

Localisation du projet

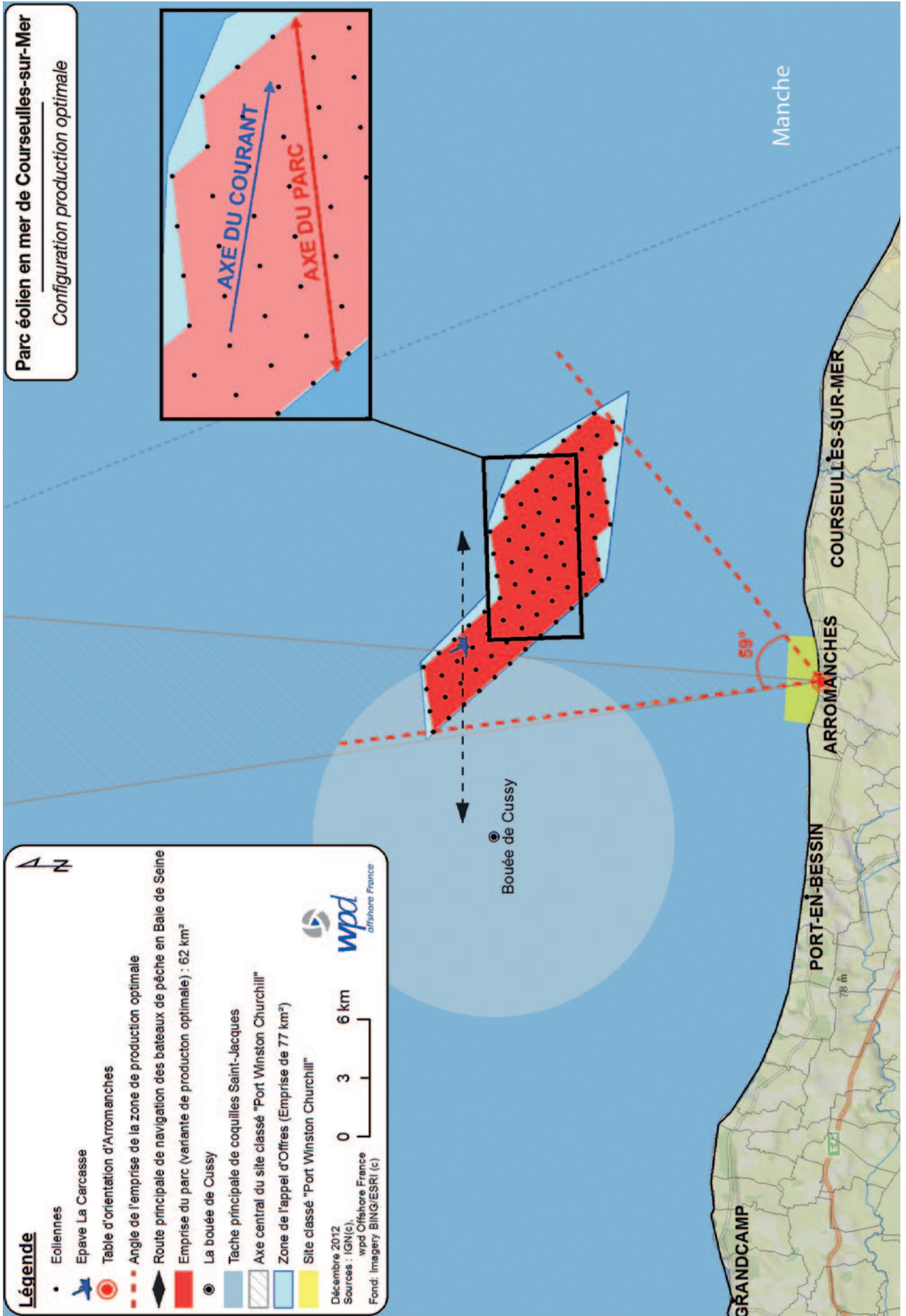


-  Zone de l'appel d'offres
-  Projet de parc éolien en mer au large de Courseulles-sur-Mer
-  Poste électrique en mer
-  Implantation des éoliennes
-  Zones Natura 2000
-  Épave "La Carcasse"

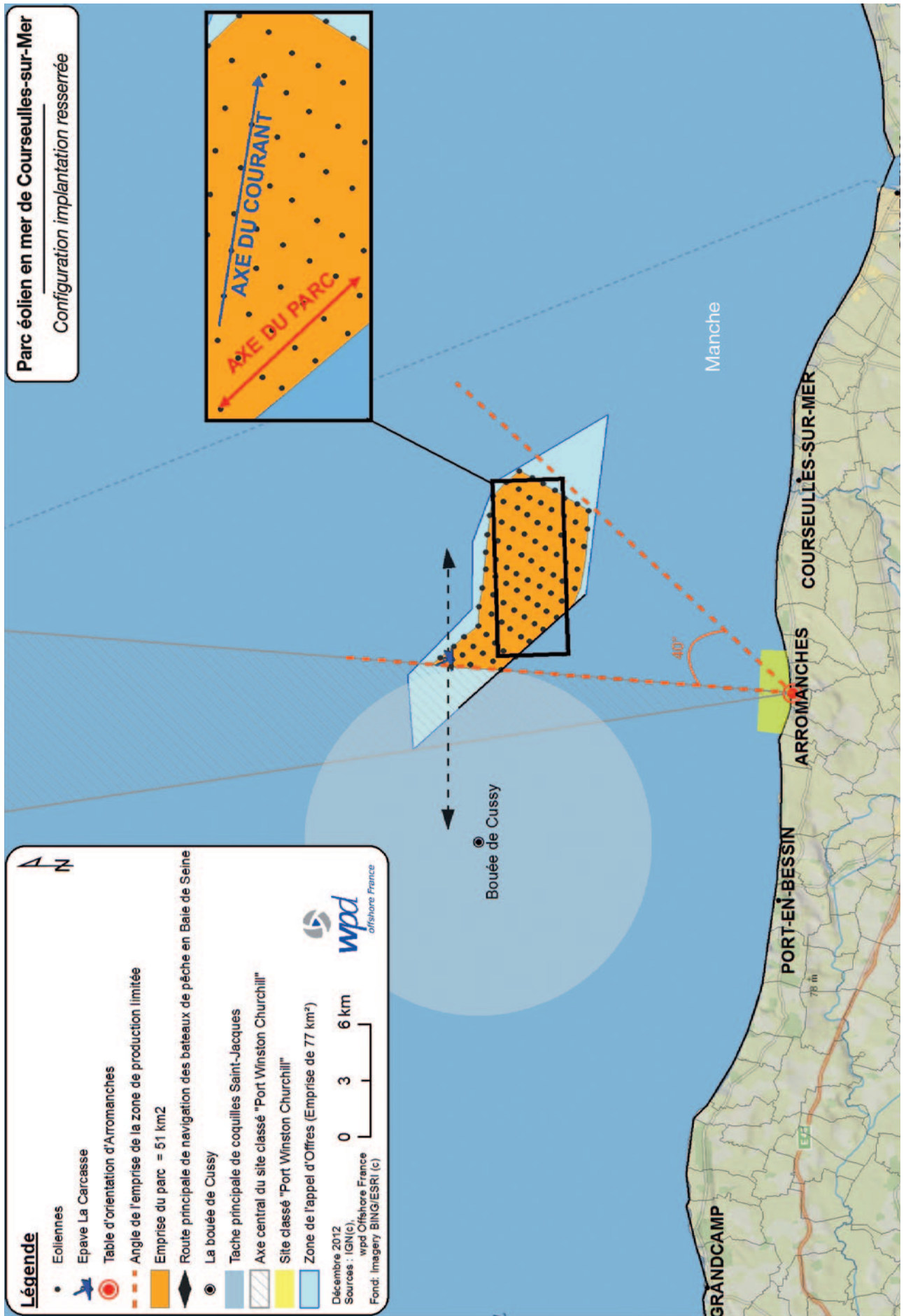
Carte des enjeux identifiés pour la zone d'étude



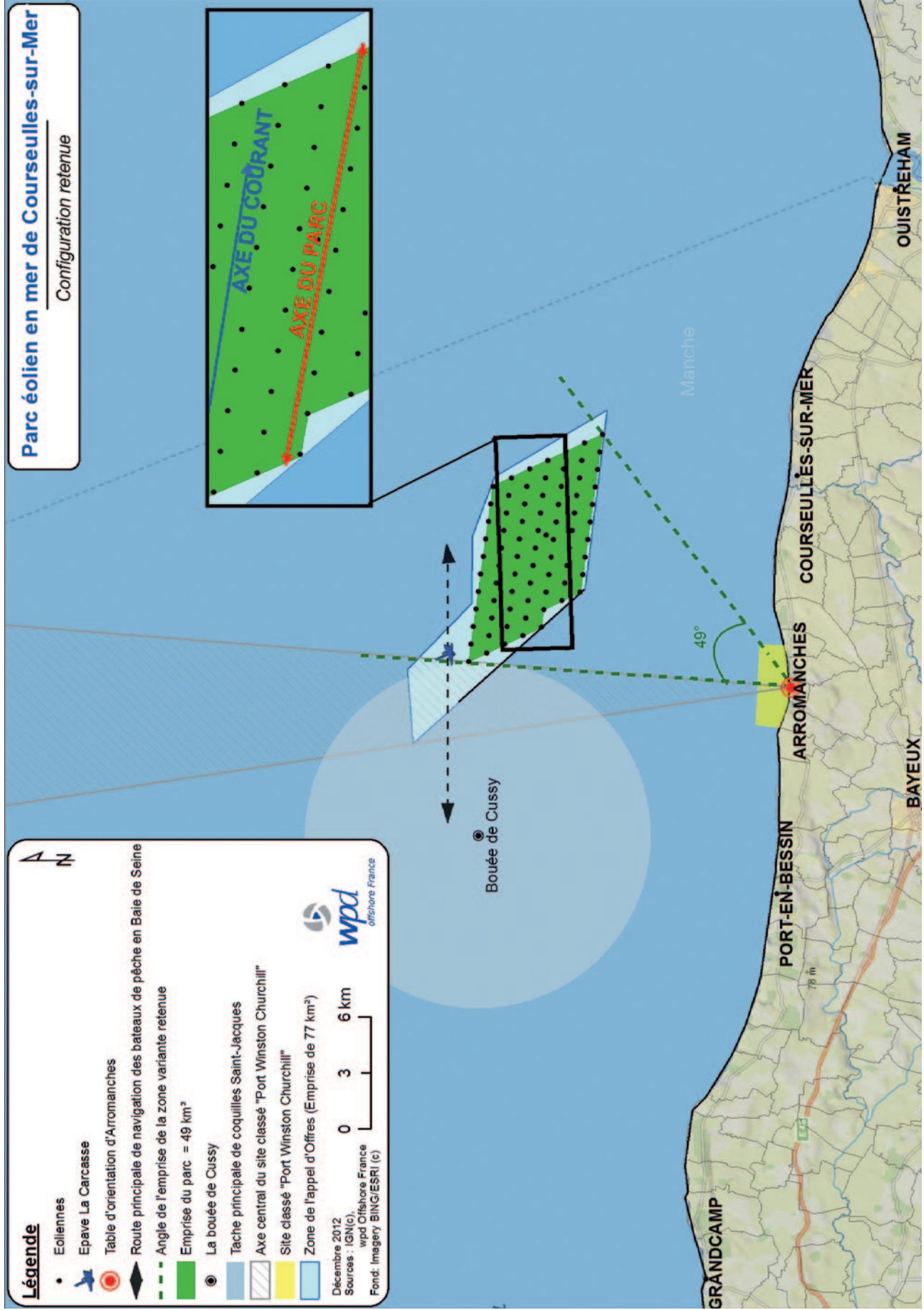
Carte d'implantation de la configuration initiale



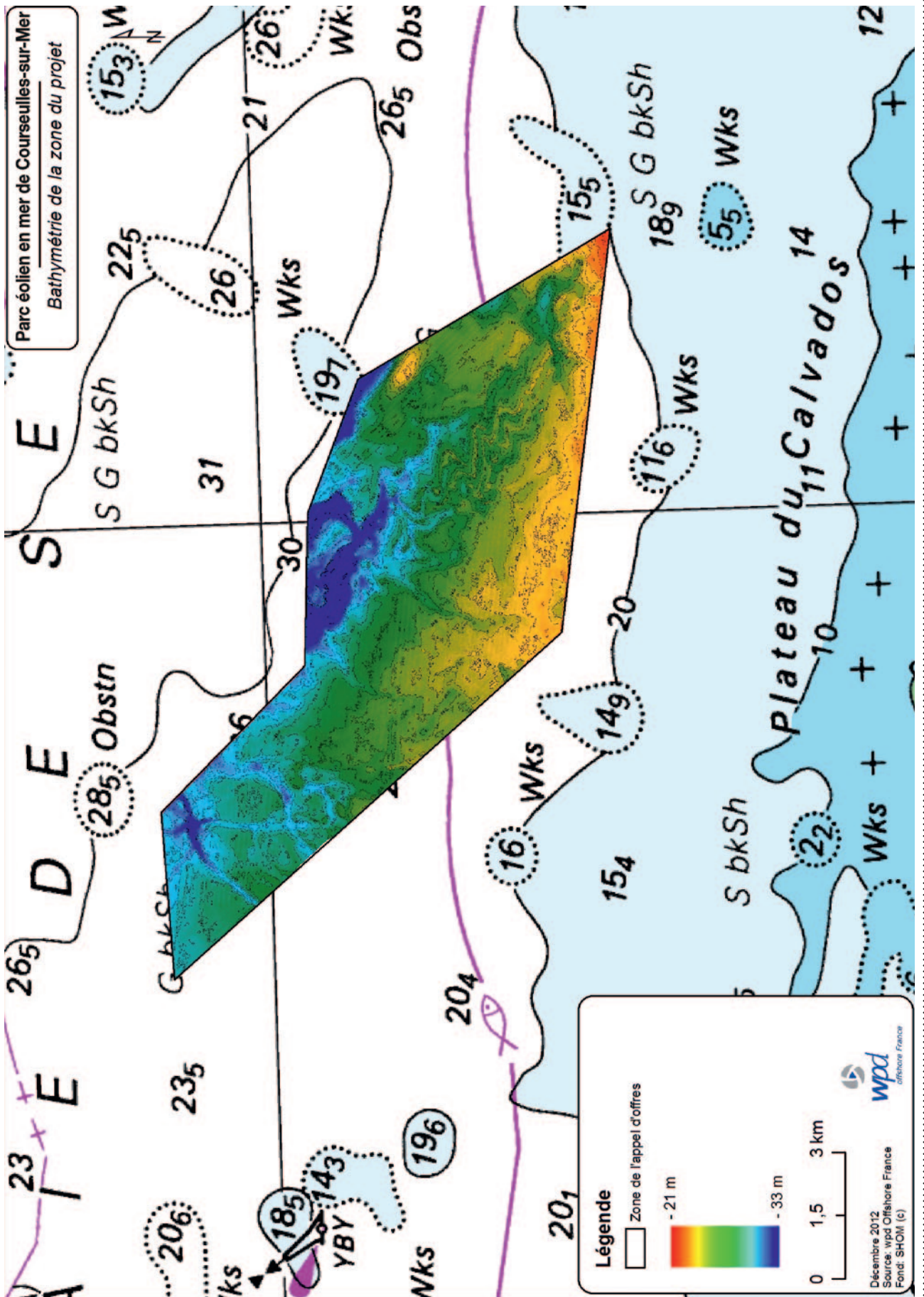
Carte d'implantation de la deuxième configuration



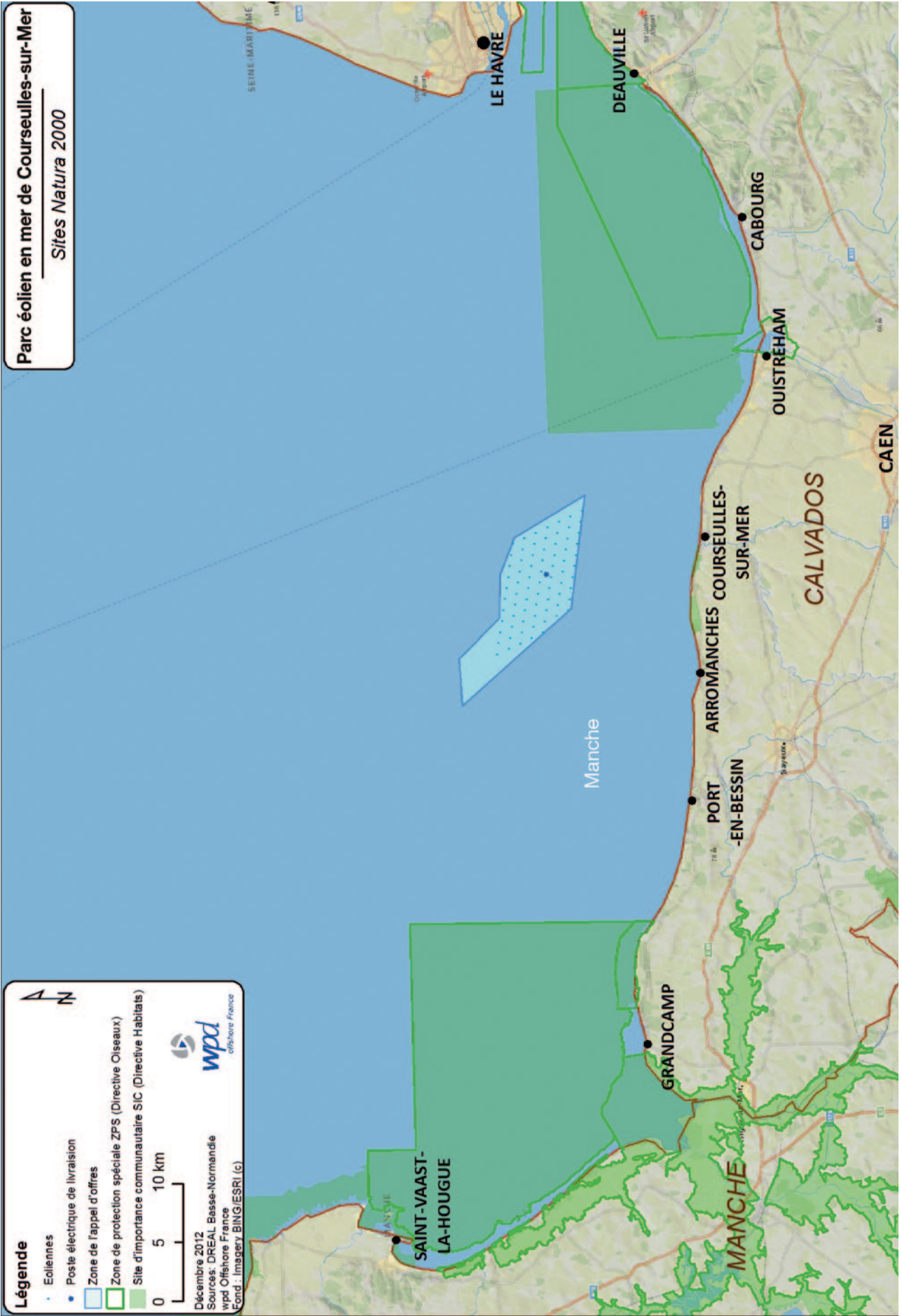
Carte d'implantation du projet de parc éolien au large de Courseulles-sur-Mer



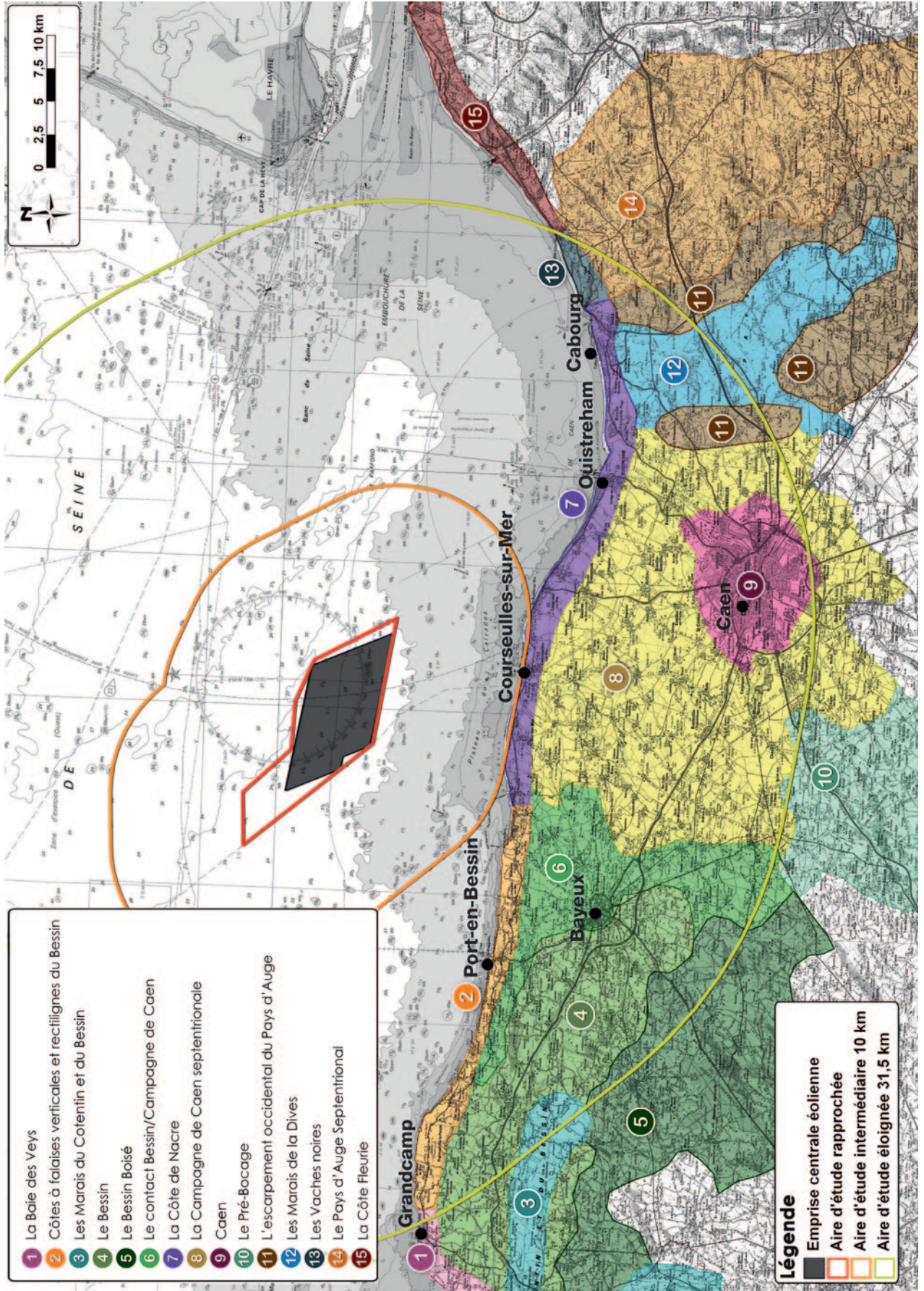
Carte de la bathymétrie de la zone de projet



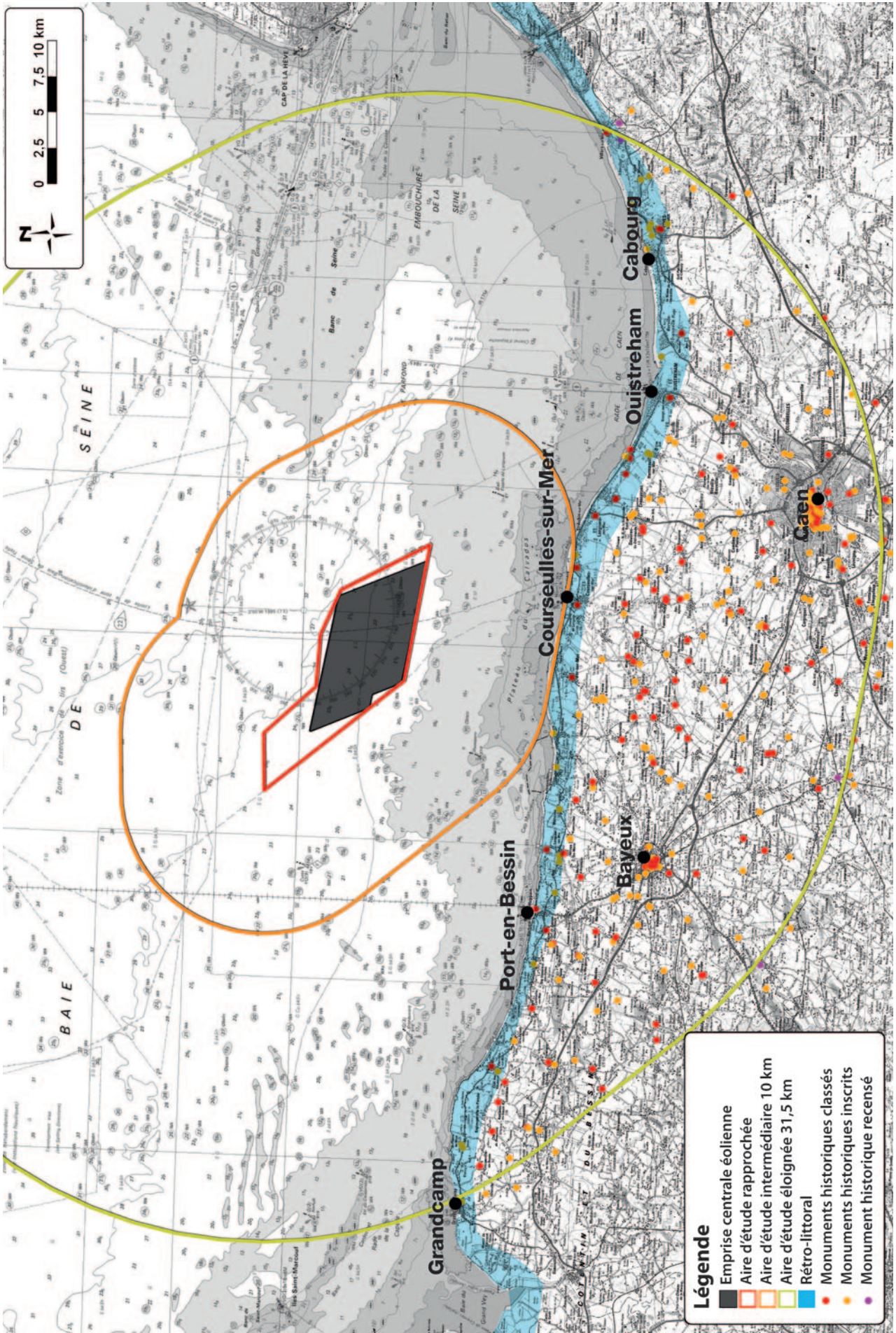
Sites Natura 2000 aux abords de la zone d'implantation



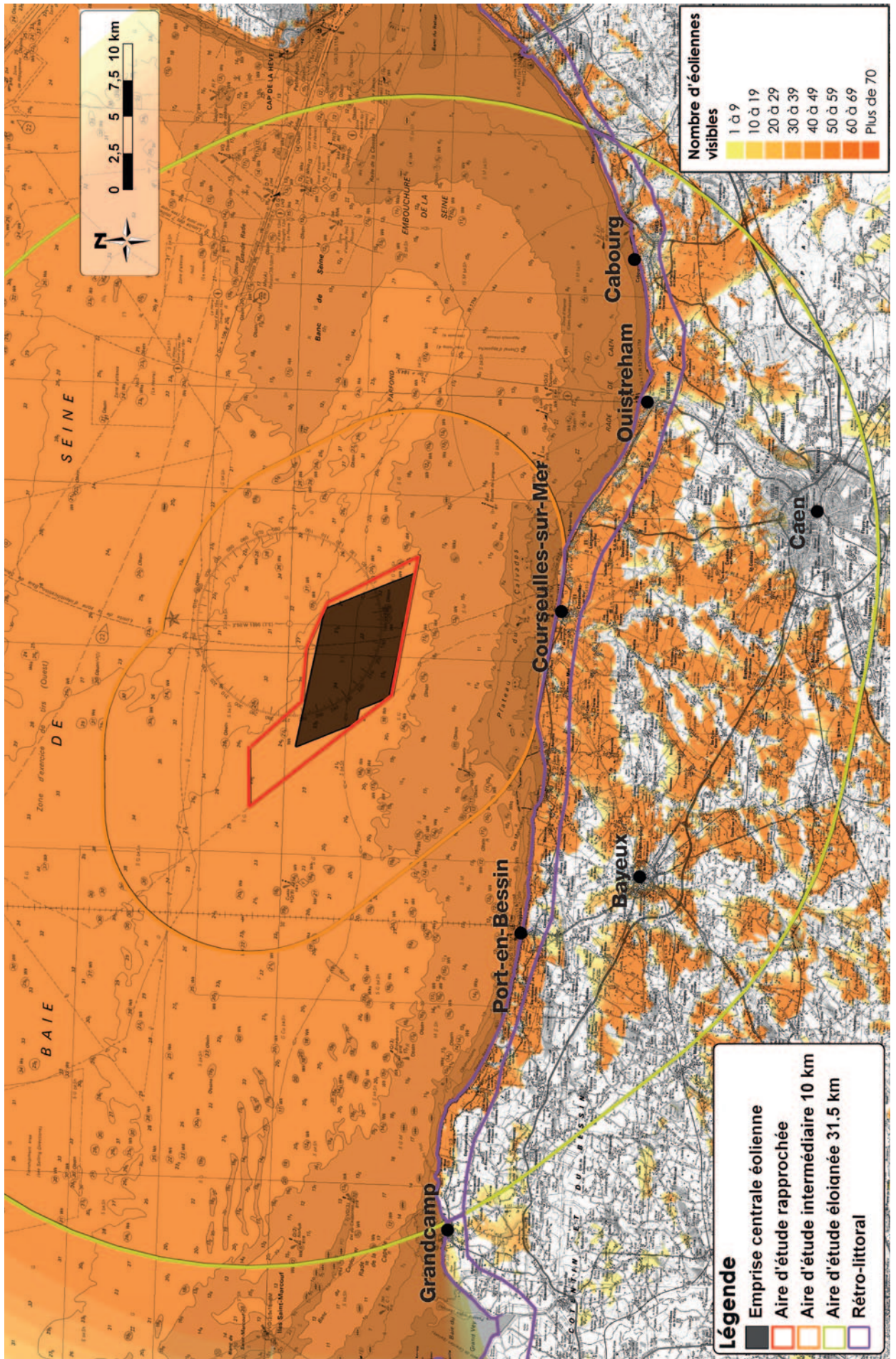
Carte des unités paysagères

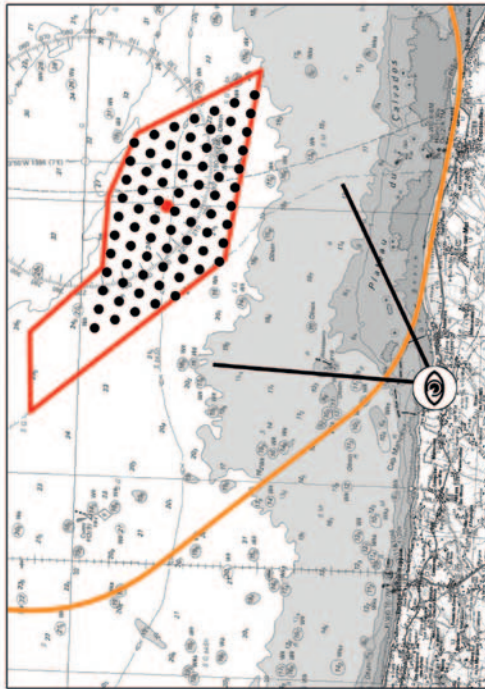


Carte des monuments historiques



Carte de visibilité théorique des éoliennes à la hauteur de la nacelle



Aromanches-les-Bains | Table d'orientation

Point de vue
n°05

Date et heure (TU) | 12 oct. 2009, 14h00
Coordonnées | X : 385 332
(Lambert II étendu) | Y : 2 486 447

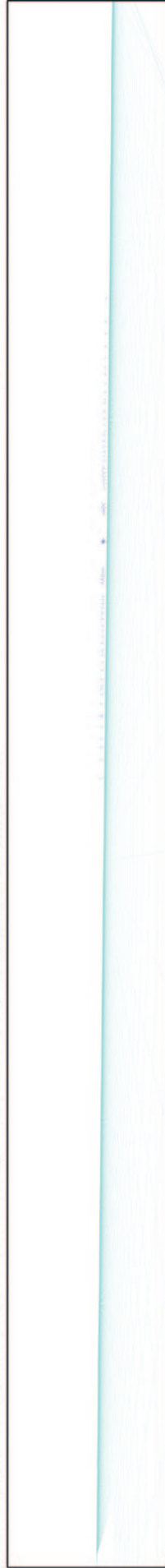
Azimuth / Angle horiz. | 6° / 160°
Focale photographique | 43 mm

**Centrale éolienne**

Eolienne la plus proche | 12,5 km
Eolienne la plus éloignée | 19 km
Dimensions éoliennes (h/d) | 105 m / 150 m
Référence implantation | H
Emprise ang. de la centrale | 49°

Météorologie

Visibilité | 30 km
Nébulosité | 5 octas
Dir. vent | 010°04
Vent moyen (m/s) | 6
Coeff. marée | 43
Hauteur d'eau | 5,04 m



285° | 1° | 61° | 85°

Vue 60° page suivante

Emprise centrale éolienne

Vue panoramique flaire



Vue panoramique

Rédaction

Éoliennes Offshore du Calvados

Conception

PARIMAGE

Crédits Photos

Éolien Maritime France, EDF Energies Nouvelles, DONG Energy, Alstom, LM Wind Power, wpd Offshore, Agence Caméléon/Hervé Hôte, Parimage



ÉOLIENNES OFFSHORE DU CALVADOS

Cœur Défense - Tour B - 100 Esplanade du Général de Gaulle

92932 Paris La Défense Cedex

SIRET : 509.264.180.00035