



**l'Assurance
Maladie**
RISQUES PROFESSIONNELS

VOTRE INTERLOCUTEUR EN RÉGION

Carsat Retraite
& Santé
au travail
Normandie



Énergies Marines Renouvelables

Points de repères et impacts en Normandie

ÉDITO

par Arnaud ASSELIN

Directeur des Risques Professionnels

Avec les lois du 15 avril 2013 et du 17 août 2015 sur la transition énergétique et les objectifs 2030 en faveur de l'environnement, la France a décidé d'investir dans les Énergies Marines Renouvelables en misant sur son importante façade maritime et des courants marins propices.

La région Normandie grâce à ses atouts naturels, structurels et technologiques est impactée par les projets éoliens offshore et dans une moindre mesure par l'hydrolien. Un des objectifs de l'État étant de créer une nouvelle filière avec des implantations industrielles en France, plusieurs milliers d'emplois sont en perspective.

Plusieurs projets industriels sont réalisés ou initiés sur la région Normandie :

- sites de fabrication d'équipements (pales et turbines d'éoliennes, hydroliennes...),
- champs éoliens et hydroliens,
- bases d'exploitation/maintenance.

La Normandie rassemblera à terme l'ensemble de la filière : fabrication, exploitation, maintenance.

Devant ces constats, et dans le cadre de ses actions régionales, la Carsat Normandie a souhaité contribuer à la prise en compte de la santé et de la sécurité au travail dans le développement de la filière en région (éolien et hydrolien) en travaillant en amont des projets :

- au travers de la participation à la conception des nouveaux sites industriels et aux transformations induites par la filière,
- par l'accompagnement des acteurs de la formation initiale et continue sur les questions sécurité et santé au travail des futurs salariés de la filière.

Cette volonté s'est manifestée dès 2014 par la demande des représentants des employeurs et salariés normands réunis au sein de la Commission Régionale des Accidents du travail et des Maladies Professionnelles. Ceux-ci ont souhaité que les équipes de la Direction des Risques Professionnels de la Carsat Normandie accompagne, dès les premières réflexions, la mise en place en toute sécurité de cette nouvelle filière et de ces nouveaux emplois dans la région.

La connaissance accumulée, ces huit dernières années, nécessitait d'être formalisée et mise à la disposition du plus grand nombre.

Cette brochure, issue d'une analyse prospective, constitue un préambule à la démarche de prévention. Elle permet de donner des éléments de repère aux préventeurs sur le développement de la filière EMR en région puis d'identifier, les acteurs, les enjeux et les impacts économiques.

S O M M A I R E

01

ÉNERGIES MARINES RENOUVELABLES

DE QUOI PARLE-T-ON ? 6

Définitions et perspectives 6

Les enjeux et les impacts en France 7

Les atouts de la Normandie 9

02

L'ÉOLIEN OFFSHORE POSÉ 10

Principes et technologies 10

Les évolutions de l'éolien offshore 11

Les projets « éolien offshore posé »
en Normandie 13

03

LE PARC ÉOLIEN EN MER DU CALVADOS 14

Le projet 14

Le calendrier 15

04

LE PARC ÉOLIEN EN MER DE FÉCAMP 16

Le projet 16

Le calendrier 17

05

LE PARC ÉOLIEN EN MER DE DIEPPE-LE TRÉPORT 19

Le projet 19

Le calendrier 20

06

QUELS ACTEURS ET QUELLES RETOMBÉES ÉCONOMIQUES POUR CES 3 PROJETS ? 21

Les acteurs de chaque projet 21

Les retombées de chaque projet
en Normandie 23



07 LES CHANTIERS DE RACCORDEMENT ÉLECTRIQUE 28

Principe de raccordement d'un parc éolien offshore	28
Le projet de raccordement du parc éolien de Fécamp	29
Le projet de raccordement du parc éolien de Courseulles-sur-mer	33
Le projet de raccordement du parc éolien de Dieppe - Le Tréport	38
Les impacts économiques	39

08 LA FABRICATION DES FONDATIONS GRAVITAIRES DU PARC ÉOLIEN EN MER DE FÉCAMP 40

Le projet	40
Les impacts économiques	42

09 L'HYDROLIEN DE QUOI PARLE-T-ON ? 43

Contexte général	43
Principes et technologies	45
Les projets dans le monde	46
Les acteurs en France	46
Les projets impliquant des acteurs français	47
Les perspectives en Normandie	48

10 LES PROJETS HYDROGÈNE EN NORMANDIE 49

Quels projets ?	49
Les acteurs des projets	50
Les impacts économiques	50
Les projets en cours	51

11 LE PROGRAMME RÉGIONAL ET LES CIBLES DE PRÉVENTION EN LIEN AVEC LES EMR 52

01 ÉNERGIES MARINES RENOUVELABLES DE QUOI PARLE-T-ON ?

Définitions et perspectives

Les énergies marines renouvelables dont le vecteur est l'eau des océans, sont au nombre de cinq :

- **l'énergie hydrocinétique** est l'énergie cinétique des courants marins exploitée par les hydroliennes,
- **l'énergie houlomotrice** est l'énergie mécanique des vagues et de la houle formée par l'effet du vent soufflant sur la surface de l'océan,
- **l'énergie thermique des mers** (ou ETM) réside dans l'échange thermique entre la chaleur transmise par le soleil aux eaux de surface des océans (principalement dans les zones tropicales) et les eaux froides des profondeurs,

- **l'énergie marémotrice** est l'énergie potentielle de l'onde de marée. On la capte en remplissant, puis en vidant des réservoirs par l'intermédiaire de turbines,
- **l'énergie osmotique** vient du potentiel physico-chimique produit par la différence de salinité entre l'eau de mer et l'eau douce.

D'autres énergies, non pas issues de la force de la mer, mais disponibles « en mer », doivent être également mentionnées :

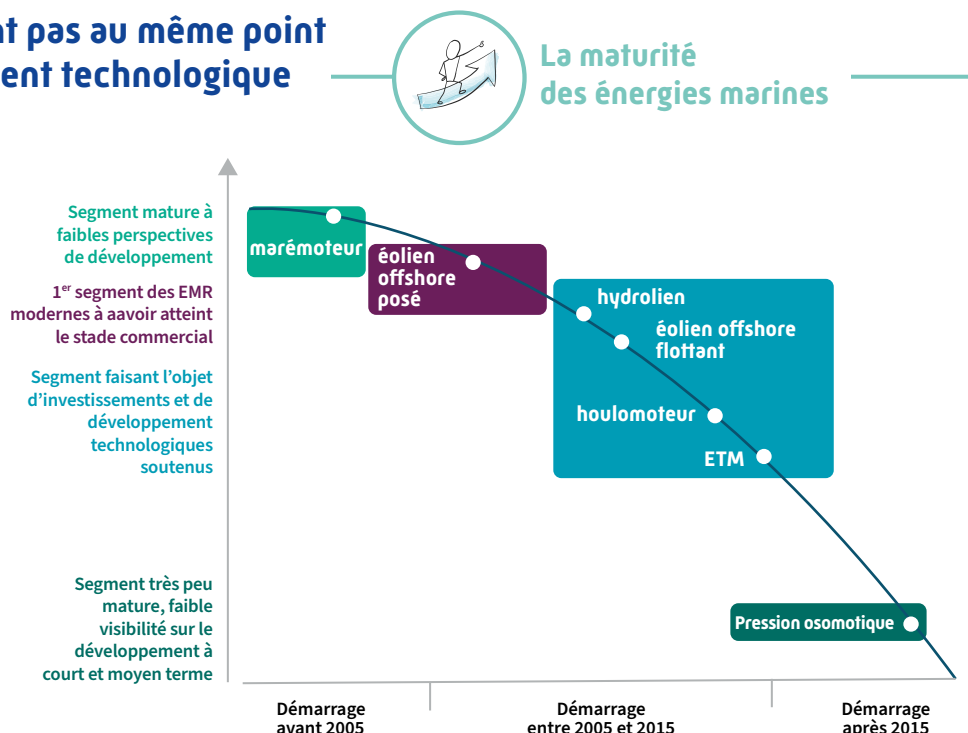
- **la biomasse marine** (culture et/ou exploitation des macro et des micro-algues),
- **l'éolien offshore « posé »**, c'est-à-dire fixe par rapport au fond de l'océan,
- **l'éolien offshore « flottant »**, c'est-à-dire solidaire d'un support flottant à la surface de l'océan.

« Ces filières n'en sont pas au même point de leur développement technologique »

L'éolien offshore posé est disponible dès à présent, l'offshore flottant et l'hydrolien sont en cours de développement, enfin le houlomoteur et le thermique seront opérationnels à moyen ou long terme.

Toutes doivent gérer des questions de logistique, d'exploitation et maintenance, de sécurité des personnels et installations, de conflit d'usages, de production, d'acheminement optimum de l'énergie et des problèmes administratifs complexes.

Enfin, toutes, sans exception, doivent satisfaire des critères techniques et économiques précis pour être accueillies par le système électrique.



Source : France Énergies Marines - Traitement Carsat Normandie.

Les enjeux et les impacts en France

➡ Les enjeux

L'énergie consommée au niveau mondial provient à 80 % des énergies fossiles (pétrole, gaz, charbon). Celles-ci représentent aussi la première source d'**émissions de gaz à effet de serre**, responsable du **réchauffement climatique** et de ses conséquences (élévation du niveau de la mer, inondations et sécheresses, disparition de certaines espèces, ...).

Parallèlement, les gisements se raréfient, ce qui entraîne une augmentation du prix de ces énergies. Dans ce contexte, il est devenu indispensable de trouver un nouveau modèle de consommation et de développement.

Les énergies renouvelables constituent une alternative sérieuse. Elles offrent un **mode de production d'énergie durable et plus respectueux de l'environnement**. Elles sont aussi une opportunité de réduire notre dépendance aux énergies fossiles.

De façon volontaire, l'EU-OEA (Ocean Energy Europe) a présenté les énergies marines renouvelables comme une filière énergétique majeure pour l'Europe, permettant de compléter l'éolien terrestre dans le mix énergétique de l'Europe en 2050, avec un objectif fixé de 188 GW de puissance installée. Il s'agira alors de couvrir environ 15 % de la consommation électrique, de créer plus de 300 000 emplois directs et d'économiser 136 millions de tonnes de CO₂.

En juillet 2015, la France a adopté quant à elle, la loi sur la transition énergétique pour la croissance verte. Celle-ci fixe des objectifs ambitieux : réduire de 40 % ses émissions de gaz à effet de serre et abaisser de 30 % sa consommation d'énergies fossiles d'ici à 2030.

Pour cela, elle prévoit **de porter la part des énergies renouvelables à 32 % de la consommation finale d'énergie** en 2030 et à 40 % de la production d'électricité.

➤ Chiffres-clés

Au niveau mondial, aujourd'hui ?



80 %
de l'énergie consommée
provient des énergies fossiles

Objectifs de la filière EMR en 2050 en Europe



15 %
de la consommation
électrique



300 000
emplois directs créés



136 millions de tonnes
de CO₂ économisés

Les objectifs pour la France en capacité de production pour l'éolien en mer (posé et flottant) sont les suivants :

- 5 GW pour 2028,
- 18 GW pour 2035,
- 40 GW à l'horizon 2050.



“

Les énergies renouvelables offrent un mode de production d'énergie durable et plus respectueux de l'environnement.

© Pixabay.



Les impacts

Avec quatre façades maritimes (2^e domaine mondial) et trois régimes de vent indépendants, la France possède un très important potentiel de développement des énergies marines. Ses caractéristiques géographiques, conjuguées à un savoir-faire mondialement reconnu dans le domaine de l'énergie, donnent à notre pays la possibilité de devenir un acteur important des énergies renouvelables.

Pour accélérer le développement des premiers parcs d'énergie renouvelable, la France a lancé en 2011 un programme sans précédent. Il fixe, dans un 1^{er} temps, la construction de 1200 éoliennes en mer, pour fournir 3,5% de la consommation d'électricité et alimenter plus de 4,5 millions de foyers.

Plusieurs zones d'implantation ont été déterminées sur le littoral : **Saint-Nazaire, Courseulles-sur-Mer, Fécamp, Saint-Brieuc, Dieppe-Le Tréport, les Iles d'Yeu et de Noirmoutier, Dunkerque**. Trois appels d'offres successifs, en 2011, 2013 et 2018, ont permis de désigner des groupes industriels capables d'installer et d'exploiter ces premiers champs d'éoliennes en mer.

Parallèlement, le Président de la République a lancé, en septembre 2013 à Cherbourg, **le développement d'une nouvelle filière hydrolienne**. Dans ce cadre, une ferme pilote serait installée dans le raz Blanchard, au large du Cotentin.

Les Énergies Marines Renouvelables ouvrent de **nouvelles perspectives de marché** pour les entreprises françaises au plan national et international. C'est aussi une opportunité de **développement et de diversification pour l'économie régionale**, avec des emplois locaux à la clé. Un mégawatt d'électricité issu des

énergies marines renouvelables générerait 10 emplois directs et indirects dans l'hydrolien et 7 dans le secteur de l'éolien en mer.

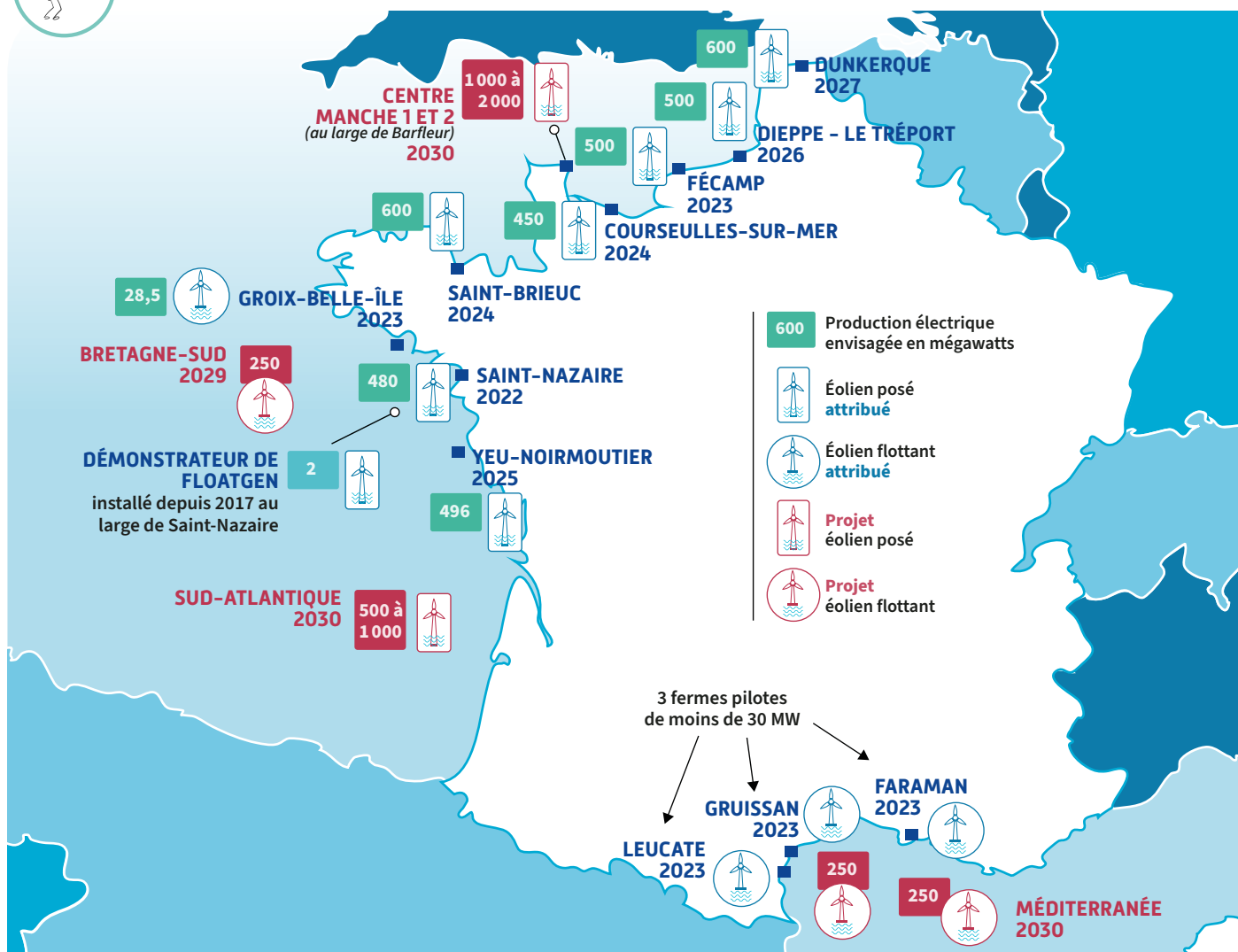
La naissance de parcs éoliens le long des côtes françaises et les projets industriels qui les accompagnent pourraient ainsi créer **jusqu'à 10000 emplois directs et durables** en France.



La naissance de parcs éoliens le long des côtes françaises pourraient créer jusqu'à 10000 emplois directs et durables en France.



Bilan du marché de l'éolien



Source : RTE - Traitement CARSAT Normandie.



Les atouts de la Normandie

➡ Des infrastructures portuaires adaptées

Les **ports du Havre** et de **Cherbourg** ont des infrastructures permettant le transport, le stockage et la maintenance des pièces de grandes tailles. Ils sont dimensionnés pour accueillir les plus grands navires en circulation et adaptés à la manutention de charges lourdes.

Des investissements ont par ailleurs été engagés pour renforcer leurs capacités en vue de la création de parcs éoliens et de projets industriels liés aux EMR.

Les **ports de Ouistreham, Fécamp et Dieppe** font l'objet d'aménagements en lien avec l'implantation des bases de maintenance.



➡ Un réseau de transport d'électricité

La facilité d'accès et de raccordement au réseau public de transport d'électricité (RTE) est un point majeur pour les projets de parcs éoliens. En Normandie, **RTE dispose déjà d'infrastructures adaptées et renforce son réseau** par endroits pour s'adapter à l'arrivée d'électricité produite par les EMR.



La région Normandie dispose d'atouts naturels, structurels et technologiques exceptionnels pour le développement des projets éoliens offshore et dans une moindre mesure pour l'hydrolien.

➡ Un tissu industriel et des compétences adaptées

Les **entreprises qui maîtrisent les grands chantiers de l'énergie** sont présentes sur le territoire. La Normandie compte déjà de grands donneurs d'ordre dans le domaine de l'énergie (EDF, ENGIE) et de la construction navale ainsi que d'un tissu de sous-traitants industriels qualifiés.

De **nombreux laboratoires de recherche et centres techniques** directement liés aux EMR ou dans des domaines transférables (milieu marin, environnement côtier, matériaux, etc...) sont présents sur le territoire.



➡ Des formations adaptées

En plus de formations nombreuses et adaptées au secteur des EMR, le **Campus d'Excellence International Normand des Energies (CEINE)** rassemble les établissements d'enseignement de Normandie (lycées, enseignement supérieur, centres de formation d'apprentis, de formation continue, ...). Leur rôle est d'adapter les formations aux besoins des industriels et d'attirer des jeunes dans ces filières.

02

L'ÉOLIEN OFFSHORE POSÉ

Principes et technologies

➡ Les éléments

Les éoliennes sont constituées d'un **mât** (ou tour) sur lequel se pose une **turbine** dans laquelle tourne un rotor composé de 2 ou 3 pales pour un diamètre pouvant dépasser 210 mètres. Un **générateur** transforme l'énergie cinétique du vent en énergie électrique.

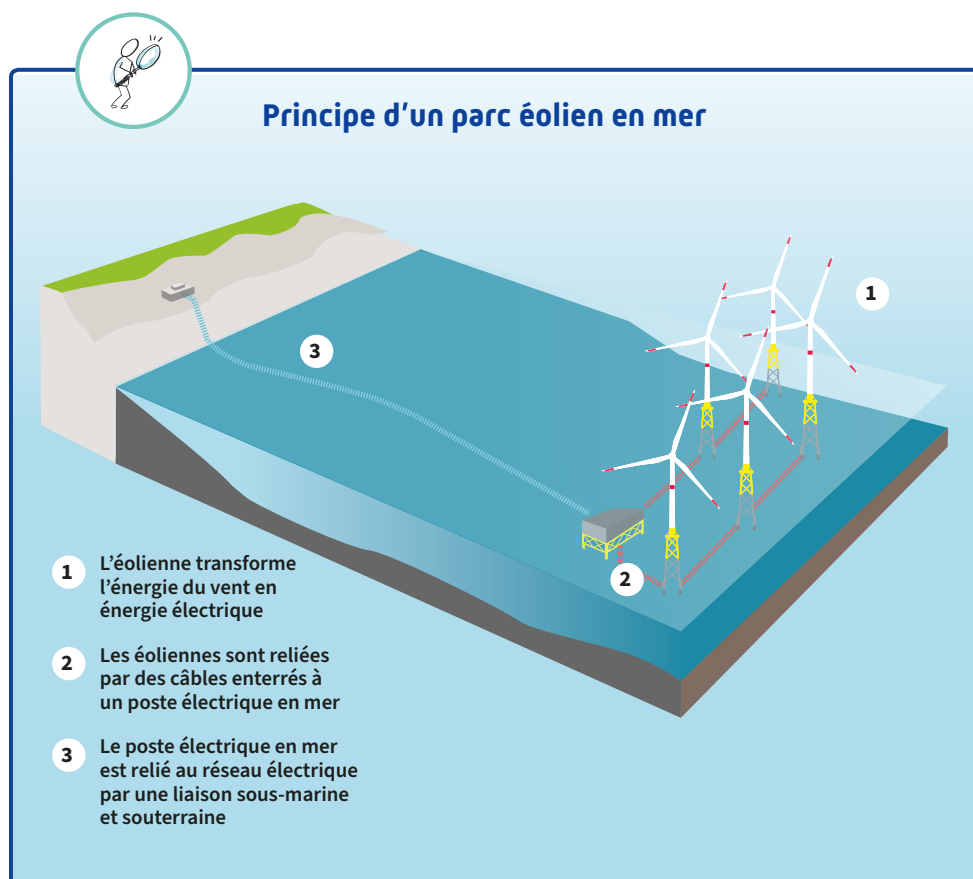
➡ Organisation en « parc »

Les éoliennes **offshore** sont le plus souvent rassemblées dans un « **parc éolien** » ou « ferme éolienne » pouvant comporter plusieurs dizaines d'éoliennes avec une puissance totale installée supérieure à 500 MW.

➡ Spécificité du modèle marin

La différence principale entre un modèle marin et terrestre réside dans la nature des fondations, qui lui permettent d'être fixée dans le sol ou dans le fond de la mer.

Les éoliennes offshore doivent aussi être très robustes afin de résister aux conditions marines difficiles (vent, vagues et corrosion). La mer offre, par ailleurs, des avantages qui font **l'attractivité** de cette technologie : moins de conflits d'usage et des vents plus réguliers et puissants qu'à terre, permettant de produire jusqu'à 60 % d'énergie en plus, par rapport aux éoliennes terrestres.



Source : Traitement Carsat Normandie.

Les évolutions de l'éolien offshore



© GE Renewable Energy.

1991

Premier parc éolien au Danemark (11 éoliennes installées, d'une puissance unitaire de 450 kW) démantelé en 2017.

Milieu des années 2000

Le Royaume-Uni et l'Allemagne se lancent à leur tour dans l'éolien offshore à grande échelle.

Fin 2009

32 parcs éoliens en service dans dix pays : le Danemark, le Royaume-Uni, la Suède, les Pays-Bas, l'Irlande, l'Italie, l'Allemagne, la Finlande, la Norvège et la Belgique. Le Danemark et le Royaume-Uni dominent le marché de l'éolien offshore.

2011

La France lance un premier appel d'offre dont les résultats sont annoncés en avril 2012 (4 sites sont attribués au large de la Manche et de l'Atlantique pour une capacité de 1928 MW avec un total de 338 éoliennes). En 2013, un deuxième appel d'offre attribue 2 sites pour une capacité de 992 MW avec un total de 124 éoliennes).

2012

ALSTOM (repris en novembre 2014 par General Electric) lance la toute première éolienne offshore en France, l'« Haliade 150 », dotée de pales de 73,5 mètres, qui doit servir de test pour l'exploitation mais aussi pour la maintenance.

2013

Adwen (Areva) lance une nouvelle éolienne de 8 MW (AD8) offrant une productivité plus importante grâce à un rotor de 180 mètres.

2017

La société Adwen, détenue à 100 % par la nouvelle entité Siemens Gamesa Renewable Energy (SGRE), a fait part à la société Les Eoliennes en Mer, de sa volonté d'arrêter l'industrialisation du modèle de turbine AD8-180. Ce modèle de turbine devait initialement équiper les 2 parcs éoliens en mer des Iles d'Yeu-Noirmoutier et de Dieppe – Le Tréport remportés par le consortium en 2014. SGRE a en effet décidé de concentrer sa production sur le modèle de turbine D8 (8MW).



2018

General Electric (GE) annonce le développement de l'Haliade X qui sera produite par les usines de Montoir-de-Bretagne (turbines et nacelles) et de Cherbourg (pales). Cette machine affichera une puissance de 12 MW, soit le double de l'Haliade 150.

Avec un générateur à entraînement direct et le facteur de charge le plus élevé de l'industrie, l'Haliade-X 12 MW produira 45 % d'énergie supplémentaire par rapport aux turbines actuellement sur le marché.

La première turbine fabriquée en 2019 est rentrée en test à Rotterdam en octobre 2019 avec une certification obtenue en novembre 2020.

Janvier 2020

SGRE développe un nouveau prototype de 11 MW, la SG 11.0-193 DD Flex développée sur la base de la plus grande éolienne du groupe germano-espagnol (193 mètres de diamètre).

Mai 2020

Siemens Gamesa annonce la sortie prochaine d'une éolienne en mer de 14 MW. Capable éventuellement d'atteindre 15 MW avec la fonction « Power Boost », l'éolienne SG 14-222 DD aura des pales de 108 mètres de long pour un diamètre total de 222 mètres.

Novembre 2020

General Electric améliore sa turbine Haliade-X qui passe de 12 à 13 MW. Cette dernière version devrait permettre de générer 4 % d'énergie annuelle en plus. Cette version a été choisie pour les 2 premières phases du parc éolien britannique Dogger Bank.

Février 2021

La course au gigantisme se poursuit. Le danois Vestas a annoncé le lancement d'une nouvelle turbine de 15 MW dotée d'un rotor de 236 mètres.



© Danny Cornelissen - GE Renewable Energy.

Août 2021

Mingyang Smart Energy s'est lancé dans la quête d'un nouveau record de puissance pour une éolienne offshore. La société chinoise a annoncé le développement d'une turbine de 16 MW. Pour atteindre cette puissance, l'éolienne sera dotée d'un rotor de 242 mètres, soit le plus grand de tout le marché.

Octobre 2021

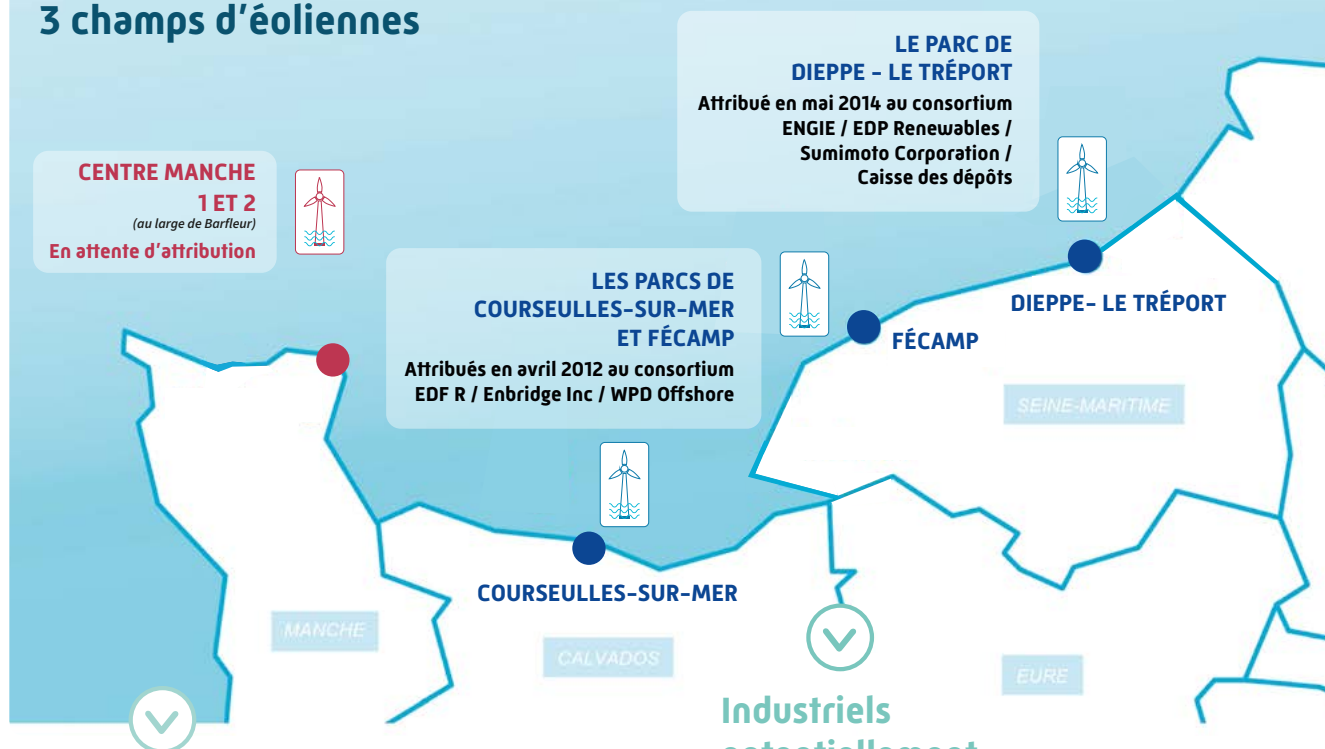
L'éolienne offshore Haliade-X de GE a atteint les 14 MW (version améliorée de l'Haliade-X de 13 MW).

Les projets « éolien offshore posé » en Normandie



3 champs d'éoliennes attribués
qui seront équipés de turbines
SGRE de 7 ou 8 MW

3 champs d'éoliennes



Villes impactées

La production industrielle, l'exploitation et la maintenance des éoliennes nécessitent des infrastructures spécifiques : des aménagements portuaires, des usines de fabrication, des hubs logistiques pour l'assemblage, des bases pour l'exploitation et la maintenance ainsi que la création d'un réseau de partenaires et de fournisseurs, notamment à :

- > Cherbourg
- > Ouistreham
- > Le Havre
- > Fécamp
- > Dieppe

Industriels potentiellement impactés

- Ports des différents sites.
- EDF Renouvelables (EDF R).
- ENGIE.
- LM Wind Power.
- SGRE.
- Réseau de sous-traitants.

À savoir

Le 5 décembre 2020, pour donner suite au débat public pour l'installation d'un 4^e parc éolien en mer de 1 GW en Normandie, le gouvernement français a défini une zone d'implantation de 500 km² au large du Cotentin à plus de 32 km des côtes de Barfleur. Le lauréat de ce parc sera sélectionné en 2023.

Les 500 km² du secteur retenu offrent la possibilité d'y implanter un second parc puisque de 150 à 200 km² suffiraient pour le premier. Cette décision permettrait également de réduire les impacts et coûts. Ce second parc, appelé Centre Manche 2, est engagé et devrait être attribué en 2024



03

LE PARC ÉOLIEN EN MER DU CALVADOS

Le projet

➡ En quelques chiffres

Le projet se compose de 64 éoliennes en mer (SWT-7.0-154 de 7 MW de SGRE) pour une puissance totale de 450 MW. Les éoliennes seront localisées à plus de 10 km des côtes du Bessin, sur une surface globale de 50 km².

La production envisagée équivaut à couvrir la consommation électrique moyenne de près de 630 000 habitants (à titre d'exemple, la population du Calvados est de 694 056 habitants¹).

> Chiffres-clés



64
éoliennes en mer

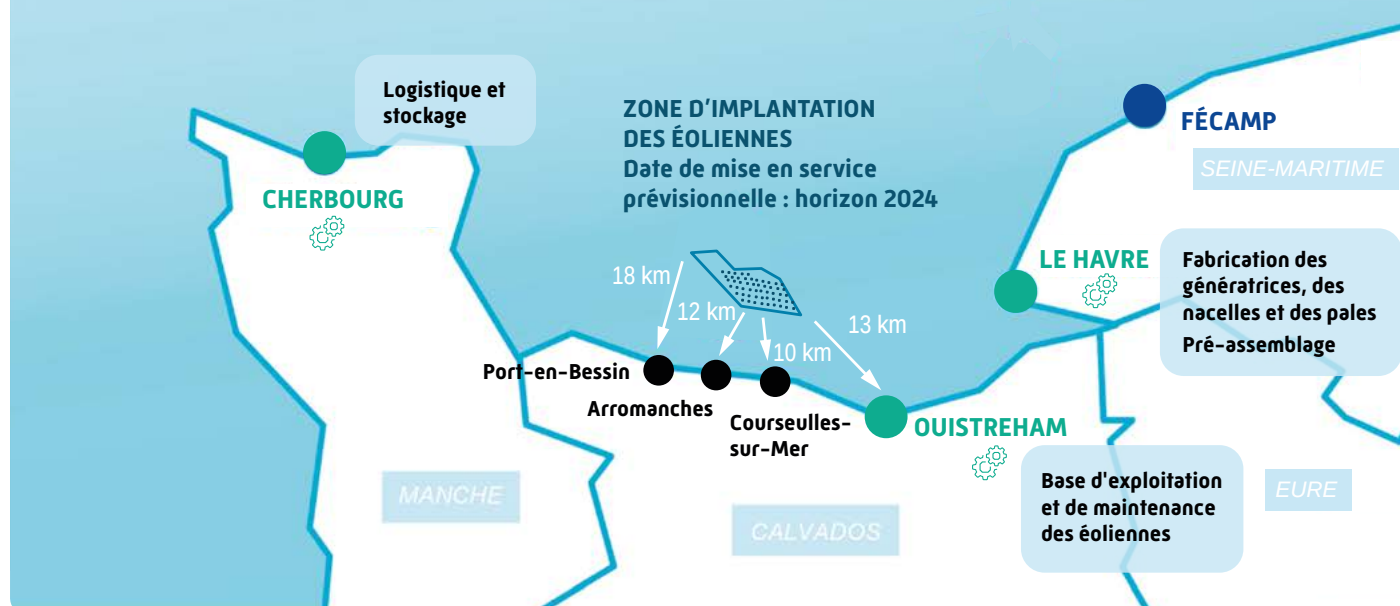


à + de 10 km
des côtes du Bessin



50 km²
de surface globale

Principaux sites de construction, fabrication, assemblage



¹ Source : Insee, RP2018 exploitation principale en géographie au 01/01/2021.

Source : <https://www.parc-eolien-en-mer-du-calvados.fr/> - Traitement Carsat Normandie.

Le calendrier

En quelques dates

- **2007** : Début de concertation.
- **2008** : Début des études techniques et environnementales.
- **2011** : Appel d'offres de l'État.
- **2013 - 2014** : Débat public – Études d'impact.
- **2014** : Dépôt des demandes d'autorisation.
- **2015 - 2019** : Enquête publique – Gestion des recours.
- **2020-2021** : Construction au Havre de l'usine SGRE de fabrication des éoliennes. Lancement du projet.
- **2021-2022** : Construction de la base de maintenance à Ouistreham.
- **2022 - 2024** : Poursuite de la construction des équipements à terre – Installations en mer (fondations, poste électrique, câbles puis éoliennes).
- **2023 - 2024** : Mise en service progressive, puis exploitation et maintenance pendant plus de 25 ans.

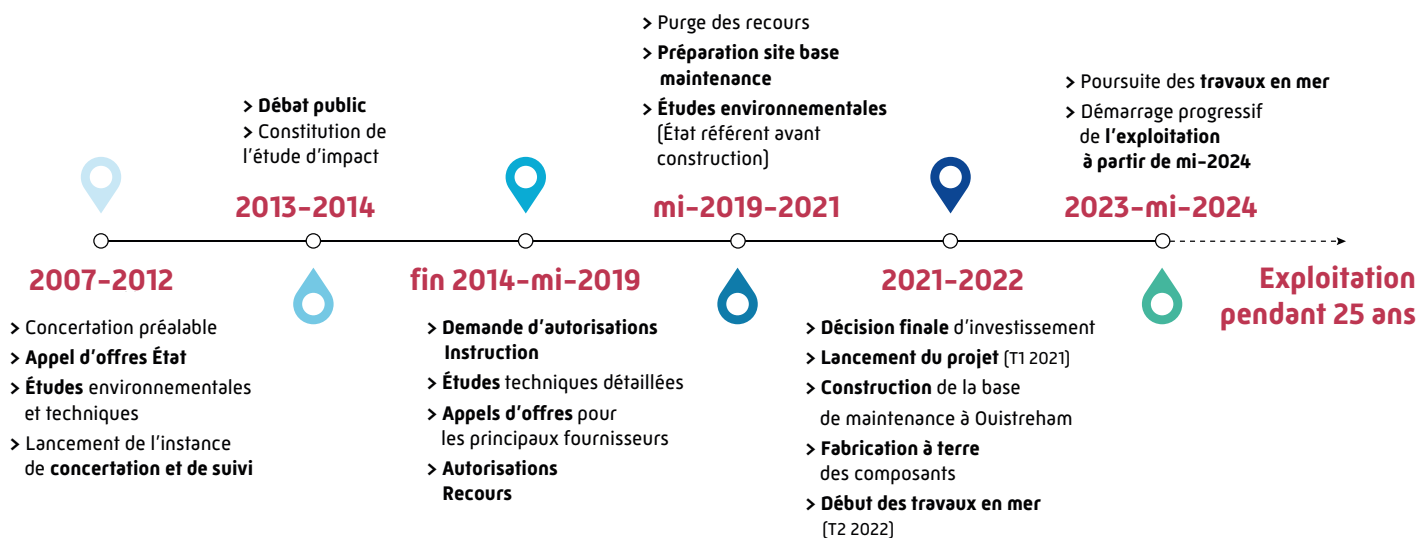
Les autorisations administratives

- **18 avril 2012** : Arrêté d'attribution du parc au consortium mené par EDF.
- **08 juin 2016** : Autorisation au titre de la loi sur l'eau.
- Arrêté ministériel de déclaration d'utilité public du raccordement électrique au réseau de **juillet 2016**.
- Autorisation d'occupation du domaine public maritime : le Conseil d'État a rejeté, le **24 juillet 2019**, les recours contre les projets de parcs éoliens en mer de Fécamp (Seine-Maritime) et Courseulles-sur-Mer (Calvados).



Les délais d'instruction des recours déposés par les opposants au projet ont conduit EDF Renouvelables à officialiser les retards d'entrée en production des parcs éoliens Normands. EDF R a annoncé la décision d'investir en février 2021 avec l'horizon de mise en service du parc de Courseulles en 2024.

Les grandes étapes du projet



Source : <https://www.parc-eolien-en-mer-du-calvados.fr/> - Traitement Carsat Normandie.



04

LE PARC ÉOLIEN EN MER DE FÉCAMP

Le projet

➡ En quelques chiffres

Le projet se compose de 71 éoliennes en mer (SWT-7.0-154 de 7 MW de SGRE) pour une puissance totale de 497 MW. Les éoliennes seront localisées au large de Fécamp, entre 13 et 22 km des côtes, sur une surface globale de 60 km².

La production envisagée équivaut à couvrir la consommation électrique moyenne de plus de 770 000 habitants, soit l'équivalent de plus de 60 % des habitants de Seine-Maritime.

> Chiffres-clés



71
éoliennes en mer

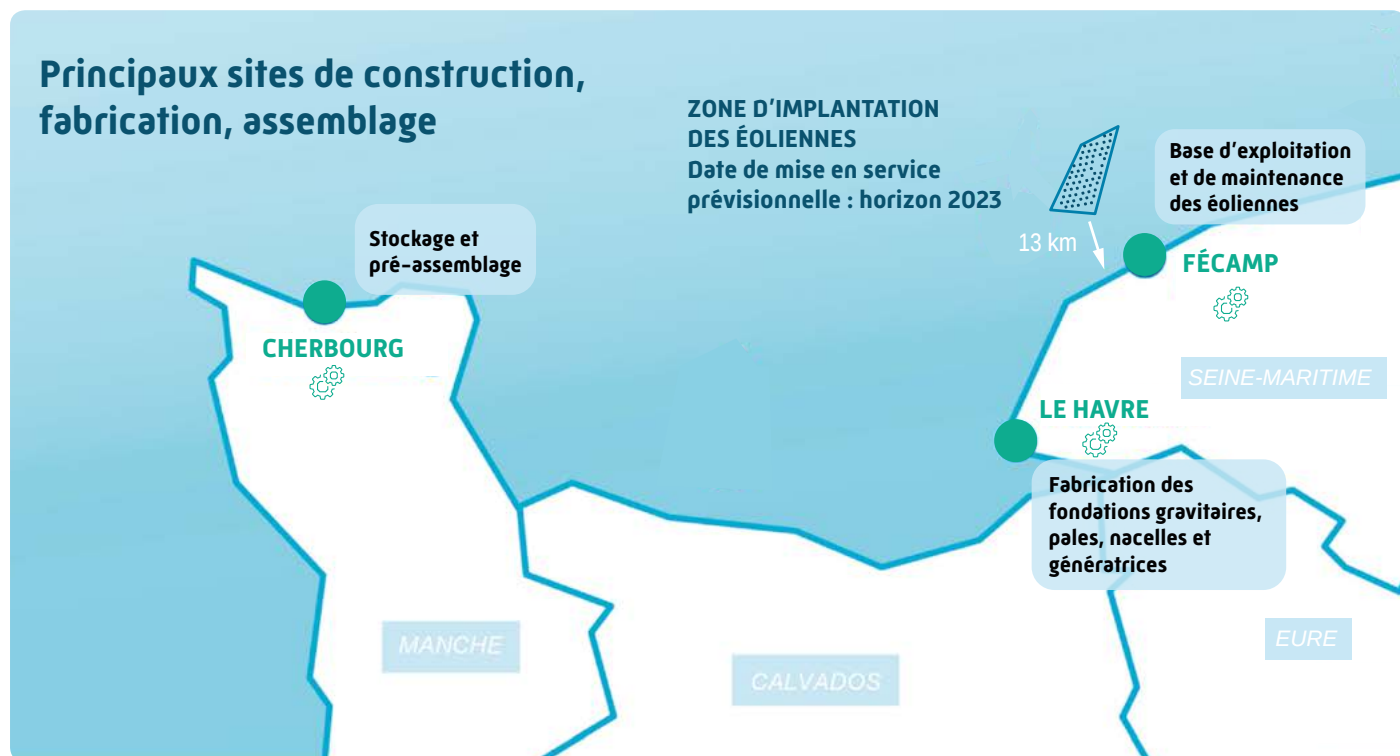


entre 13 et 22 km
des côtes



60 km²
de surface globale

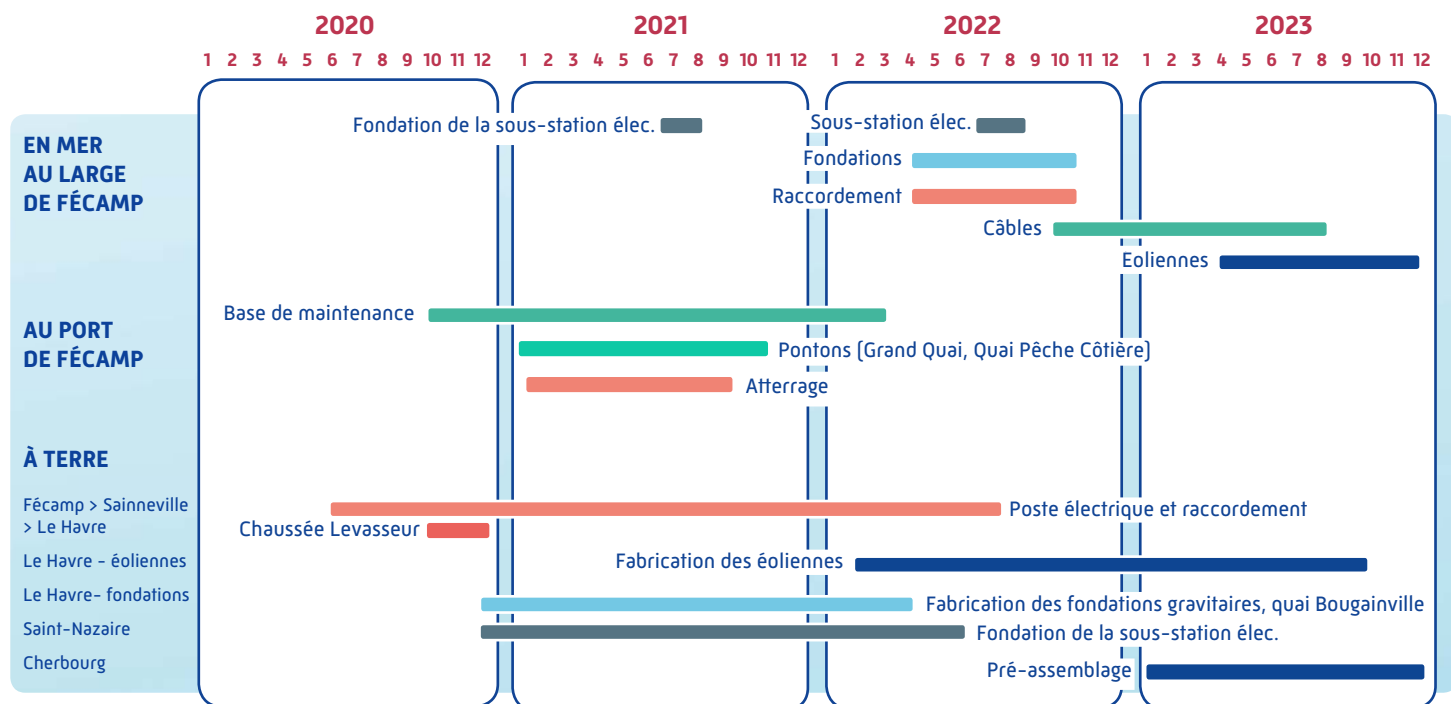
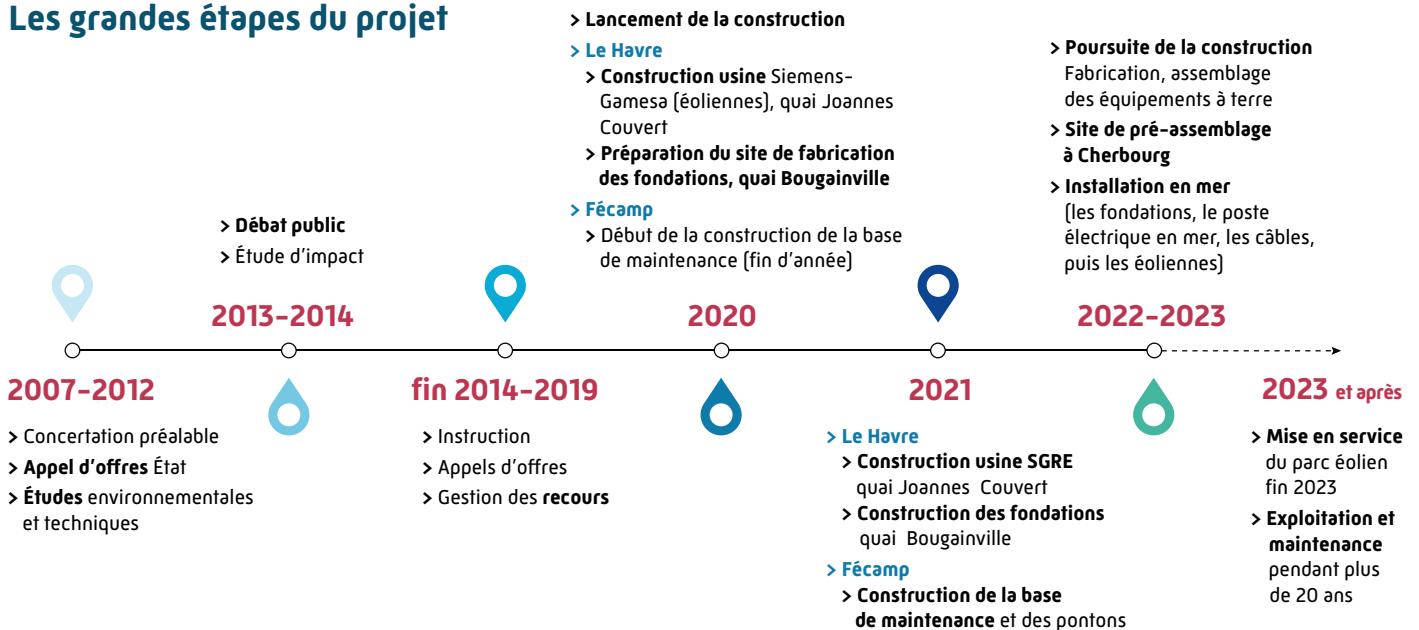
Principaux sites de construction, fabrication, assemblage



Source : <https://parc-eolien-en-mer-de-fecamp.fr/> - Traitement Carsat Normandie.

Le calendrier

Les grandes étapes du projet



Source : <https://parc-eolien-en-mer-de-fecamp.fr/> - Traitement Carsat Normandie.

Les autorisations administratives

- **25 février et 18 avril 2016** : autorisation du raccordement électrique.
- **05 avril 2016** : autorisation au titre de la loi sur l'eau.
- Autorisation d'occupation du domaine public maritime : le Conseil d'État a rejeté, **le 24 juillet 2019**, les recours contre les projets de parcs éoliens en mer de Fécamp (Seine-Maritime) et Courseulles-sur-Mer (Calvados).



Les délais d'instruction des recours déposés par les opposants au projet ont conduit EDF EN à officialiser les retards d'entrée en production des parcs éoliens Normands. Mardi **2 juin 2020**, EDF R et ses associés ont annoncé les débuts du chantier. L'horizon de mise en service du parc de Fécamp a été fixé à 2023.



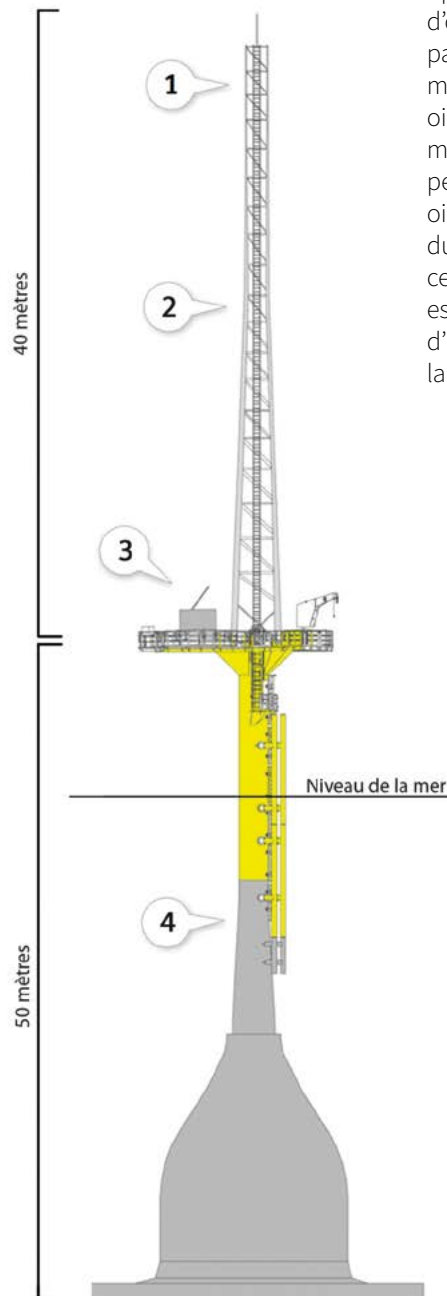
Le mât de mesures

Février 2015 : installation à 13 km des côtes du mât de mesures qui permettra de compléter les données techniques et environnementales récoltées depuis 2007.

Son installation a également été l'occasion de tester une nouvelle technologie de fondation gravitaire.

À la différence des fondations gravitaires classiques, dont le transport nécessite d'importants moyens maritimes (barge ou navire avec grues), la structure de 1 800 tonnes réalisée au Havre présente la particularité de flotter durant son transport. Celui-ci a ainsi été effectué à l'aide de remorqueurs classiques, présents en nombre localement.

Le mât de mesures et sa fondation gravitaire innovante...



> Un outil de mesures techniques

L'installation d'un parc éolien en mer requiert une connaissance précise des conditions atmosphériques et océanographiques.

Outre la vitesse et la direction des vents, le mât de mesures permet de connaître avec précision des données importantes comme la hauteur des vagues, la force du courant, la température de l'air et de l'eau, etc.

> Un outil de suivi de la faune marine

Le mât de mesures est également une opportunité unique de disposer d'un point d'observation au sein de la zone du futur parc éolien en mer et de compléter les études menées sur la faune marine telle que les oiseaux, les chauves-souris et les mammifères marins. Différents outils comme un radar permettent de suivre la trajectoire des oiseaux, améliorant ainsi notre connaissance du comportement des espèces fréquentant cette zone et en particulier celui des espèces migratrices. Sous l'eau, un système d'hydrophones est installé afin de détecter la présence de certains mammifères marins.

- 1 Mesures du vent**
Anémomètres, girouettes,...
- 2 Mesures atmosphériques**
Température, humidité, pression, visibilité,...
- 3 Mesures environnementales**
Suivi des oiseaux, des mammifères marins, des chauves-souris,...
- 4 Mesures océanographiques**
Force des vagues et du courant marin, hauteur d'eau, suivi de la turbidité, température de l'eau,...

Source : <https://parc-eolien-en-mer-de-fecamp.fr/environnement/le-mat-de-mesures/>

05

LE PARC ÉOLIEN EN MER DIEPPE-LE TRÉPORT

Le projet

En quelques chiffres

Le projet prévoit l'installation de 62 éoliennes d'une capacité unitaire de 8MW, pour une puissance totale de 496MW sur une surface de 82km². Les éoliennes seraient éloignées de 1100 à 1300 mètres les unes des autres.

Pendant la durée d'exploitation (25 ans), le parc éolien prévu au large de Dieppe-Le Tréport pourrait produire plus de 2000 GWh par an, ce qui couvre la consommation électrique annuelle d'environ 850000 personnes, soit les deux tiers de la population de Seine-Maritime.

Chiffres-clés



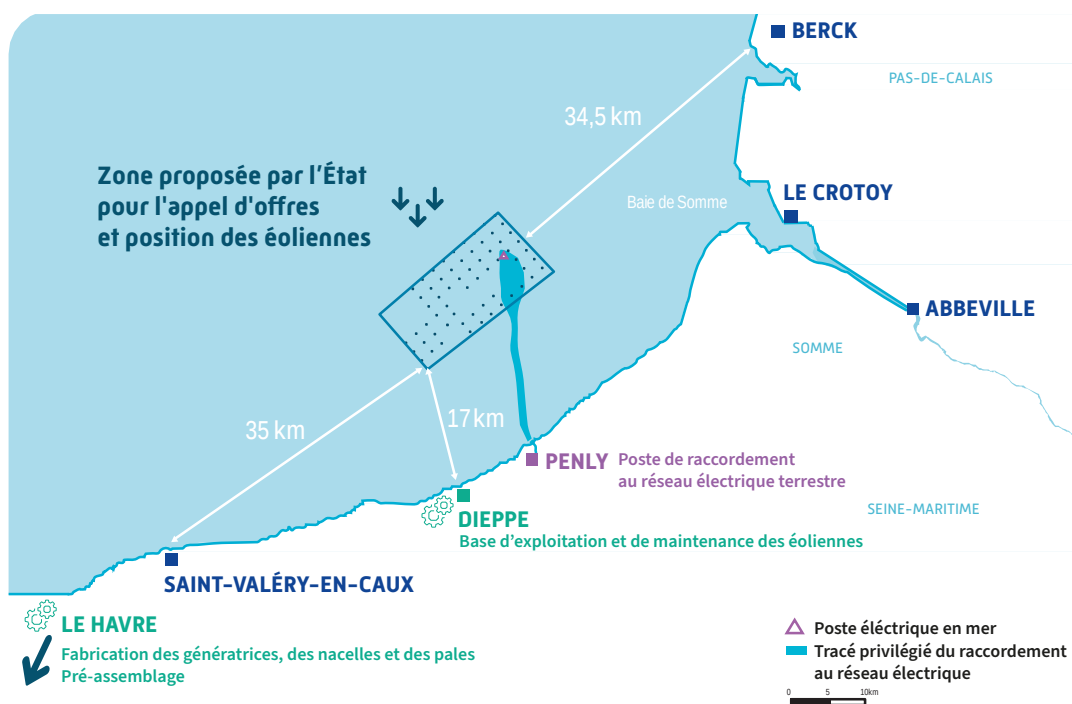
62
éoliennes en mer



de 1,1 à 1,3 km
entre chaque éolienne



82 km²
de surface globale



27 km

C'est la longueur des câbles de raccordement entre le poste électrique en mer et la liaison avec le réseau électrique terrestre à Penly

496 MW

la puissance totale

850 000

personnes alimentées en électricité par le parc éolien en mer

Source : <https://dieppe-le-treport.eoliennes-mer.fr/> - Traitement Carsat Normandie.

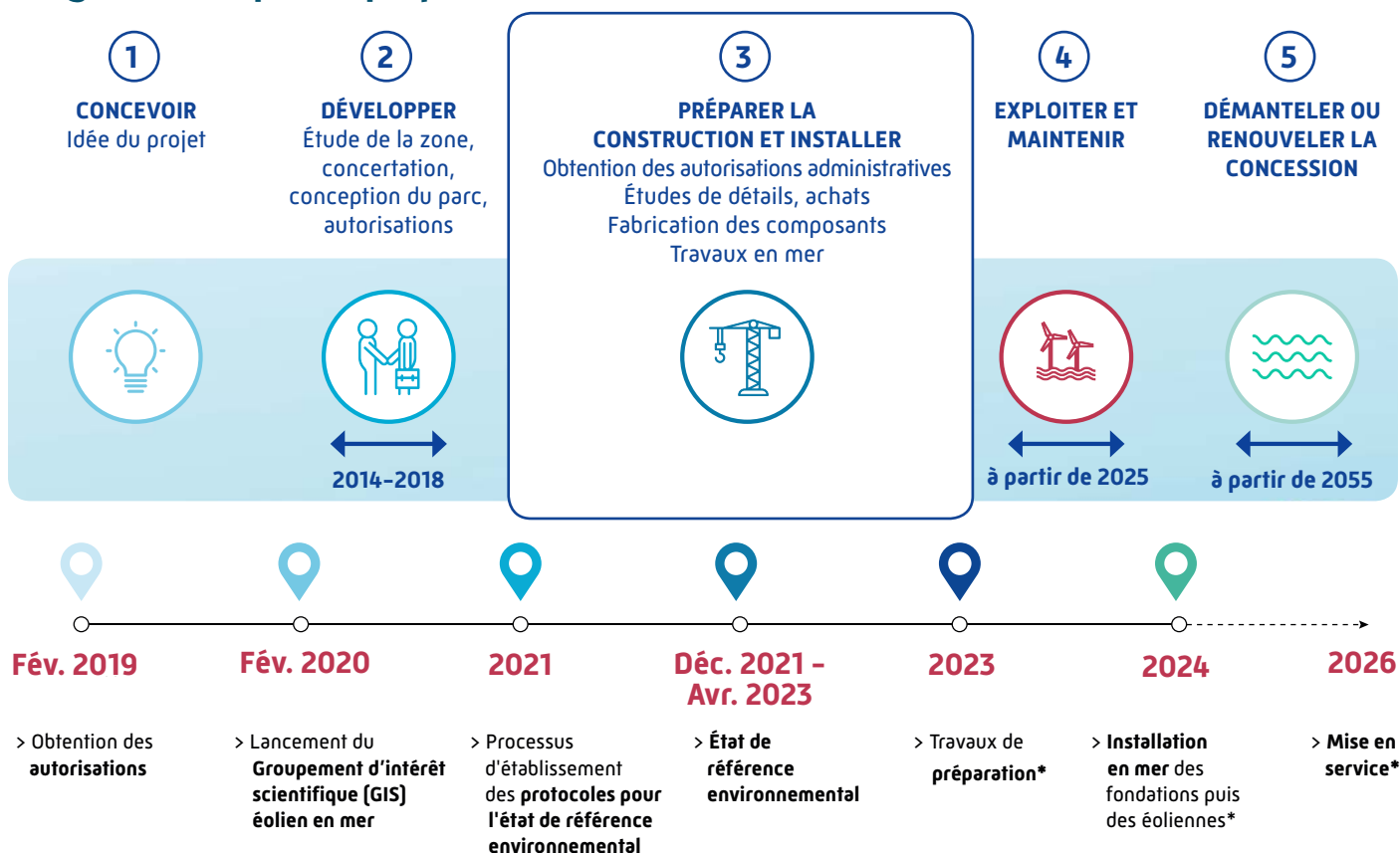


Le calendrier

La phase de levée des risques a pour objectif de confirmer les caractéristiques techniques et économiques du projet ainsi que les conditions d'intégration dans son environnement.

La phase d'études approfondies comprend le dépôt des demandes d'autorisation nécessaires pour la construction du parc et l'enquête publique. Elle aboutit à la décision finale d'investissement.

Les grandes étapes du projet



* Susceptible d'évolutions pour tenir compte de l'instruction de recours contentieux contre le projet.
Sources : <https://dieppe-le-treport.eoliennes-mer.fr/> - Traitement Carsat Normandie.

En quelques dates

- Depuis l'attribution en juin 2014 de l'appel d'offres à Éoliennes en Mer Dieppe-Le Tréport (EMDT), de nombreuses études ont été menées et visent à affiner la connaissance environnementale et technique de la zone sur laquelle le parc éolien en mer serait installé.
- Le 10 mai 2017, les équipes d'EMDT ont déposé auprès de la Préfecture de la Seine-Maritime les demandes d'autorisations administratives nécessaires à la construction et à l'exploitation du parc éolien, contenant notamment l'étude d'impact environnemental du projet.
- L'enquête publique du projet s'est ensuite déroulée du 16 octobre au 29 novembre 2018. À son issue, la commission d'enquête publique a émis, le 23 janvier 2019, un avis favorable à l'unanimité assorti de deux réserves.
- 26 février 2019 : après 21 mois d'instruction administrative, les 3 autorisations nécessaires à la construction du parc éolien en mer de Dieppe le Tréport ont été délivrées (concession d'utilisation du domaine maritime public - autorisation au titre de la loi sur l'eau - dérogation « espèces protégées »).
- La phase de pré-construction du parc éolien en mer a commencé en 2019 avec notamment la finalisation de la conception technique des différents composants (fondations, poste électrique en mer, câbles inter-éoliennes...) ainsi que la conduite des appels d'offres de sous-traitance pour la fabrication et l'installation de ces composants.
- Sous réserve de la levée de tout recours déposé sur les autorisations, la construction et l'installation du parc débuteront en 2022 permettant ainsi la mise en service des éoliennes à partir de 2025.
- L'exploitation du parc est prévue pour une durée de 25 ans.



Fin 2022, la levée des recours n'étant pas réalisée, les échéances prévues pourraient être décalées.

06

QUELS ACTEURS ET QUELLES RETOMBÉES ÉCONOMIQUES POUR CES 3 PROJETS ?

Les acteurs de chaque projet

Parc éolien
en mer du Calvados



Parc éolien
en mer de Fécamp



Éoliennes
en mer
Dieppe Le Tréport



> Consortium

En avril 2012, un consortium composé de **EDF Renouvelables**, **Enbridge**, **WPD offshore** a été désigné lauréat à l'appel d'offres du Gouvernement français pour 3 projets éoliens en mer le long des côtes françaises : Fécamp (Seine-Maritime), Courseulles-sur-Mer (Calvados) et Saint-Nazaire (Loire Atlantique). Ces 3 parcs représenteront au total une capacité installée de 1 426 MW soit l'équivalent de la consommation électrique de plus de 2 millions d'habitants.

En juin 2014, un consortium composé de **ENGIE**, **EDP Renewables**, **Sumimoto Corporation** et la **Caisse des Dépôts** a été désigné lauréat à l'appel d'offres du Gouvernement français pour ce projet (ainsi que pour le projet des îles d'Yeu et Noirmoutier).

> Maîtrise d'ouvrage

Création de la société

Éoliennes Offshore du Calvados (EOC).

Création de la société

Éolienne Offshore des Hautes Falaises (EOHF).

Création de la société

Éoliennes en Mer Dieppe et Le Tréport (EMDT).





> **Prospection
Développement
Construction
Exploitation**

“
L'expérience
des porteurs
du projet
couvre tous
les secteurs
de l'énergie
et toutes
les activités.

EDF Renouvelables

Groupe EDF. Apporte son savoir-faire en matière de développement d'énergies renouvelables et celle du groupe en matière de projets énergétiques de très grande ampleur.

ENBRIDGE

Entreprise canadienne leader en Amérique du Nord dans le secteur de l'énergie.

Groupe WPD

Producteur indépendant d'énergie renouvelable. Acteur majeur de l'éolien offshore en Europe, présent dans 20 pays et comptant plus de 700 collaborateurs. En France, sa filiale WPD offshore France a effectué, depuis plusieurs années, un travail d'études et de concertation avec les acteurs locaux pour définir ses projets.

GE

Fournisseur retenu initialement pour les éoliennes des trois parcs de Saint-Nazaire, Fécamp et Courseulles-sur-Mer. A annoncé le 16 avril 2019, qu'il n'en fournirait qu'un seul (Saint-Nazaire).

Pour remplacer l'Haliade de 6 MW de GE pour les parcs de Fécamp et Courseulles-sur-Mer, le consortium français a opté pour la 7 MW de SGRE.

ENGIE

Acteur mondial de l'énergie, 1^{er} producteur éolien terrestre en France (plus de 1 200 MW et plus de 100 parcs installés), en Belgique et au Portugal.

EDP Renewables

1^{er} énergéticien au Portugal, 3^e acteur mondial en éolien terrestre, copropriétaire de 2 sites éoliens en mer et exploitant du Windfloat, 1^{re} éolienne flottante.

Caisse des Dépôts

Investisseur au service du développement économique des territoires, acteur de la transition écologique et énergétique française.

Sumimoto Corporation

Conglomérat d'industriels Japonais, acteur international dans le secteur de l'énergie, partenaire de 4 parcs éoliens en Belgique et 2 au Royaume-Uni.

SGRE

Reprend les engagements pris par Areva puis par Adwen dans le cadre du projet. SGRE est en charge de la conception, la fabrication, la mise en service et la maintenance des éoliennes en mer.

> **Sous-Station
Electrique
en mer**

Les Chantiers de Saint-Nazaire, avec GE Grid Solutions et SDI, sont retenus pour la sous-station électrique en mer.

> **Fournisseur
câbles de
raccordement
en mer
et à terre**

PRYSMIAN Group

NEXANS

Les retombées de chaque projet en Normandie

➡ Une filière créatrice d'emplois

Le lancement de six projets éoliens en mer depuis 2011 a permis à l'État d'amorcer la structuration d'une nouvelle filière industrielle. L'émergence de cette filière « Éolien en Mer » participe à la transition énergétique, à la création d'emplois et à l'innovation en France.

Les différentes activités comme la construction et l'assemblage des éoliennes, l'installation et l'exploitation-maintenance permettront la mobilisation de plusieurs centaines d'emplois en Normandie.

➡ Impacts selon le projet ?

Parc éolien
en mer du Calvados



Parc éolien
en mer de Fécamp



Éoliennes
en mer
Dieppe Le Tréport



Impacts sur Le port du Havre

Fabrication des nacelles et des pales

750 emplois directs sont prévus pour la **construction et l'assemblage** des éoliennes dans les usines **SGRE** qui sont implantées au Havre.

Cette plateforme industrielle est située sur un terrain de 36 ha sur le quai Joannes Couvert, en entrée du port du Havre. Elle fabriquera les pales et assemblera les nacelles puis transférera ces composants sur les Hubs Logistiques avant de les expédier par voie maritime.



Le lancement de la construction des usines a démarré en 2020 pour une mise en service progressive du site à partir de 2022. Cette plateforme assurera la fourniture des turbines pour les parcs éoliens au large de Saint-Brieuc, Courseulles, Dieppe-Le Tréport, Fécamp et Oléron-Ile d'Yeu.

Impacts sur Le port du Havre et de Cherbourg

Hub de pré-assemblage des éoliennes

Les différents composants des éoliennes seront acheminés par voie maritime sur les ports de Cherbourg ou du Havre pour y être pré-assemblés avant leur transport en mer. Ces sites de **construction à terre**, appelés « hub logistiques », permettront de limiter le nombre d'opérations en mer.





Les différents types de fondations

Monopieux

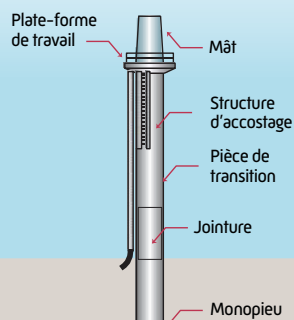
Gravitaires

Jackets

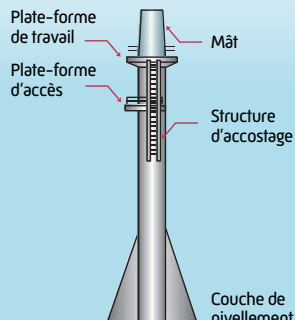
Construction des fondations et des pièces de transition

Les fondations gravitaires sont fabriquées au Havre. Les fondations monopieux, les jackets et les pièces de transition, caractérisées par leur taille importante, nécessitent également d'être construites à proximité immédiate d'un quai pour pouvoir être ensuite transportées par voie maritime. La construction de ces éléments ne sera pas réalisée en France et en principe leur livraison sera directement effectuée sur les sites offshore.

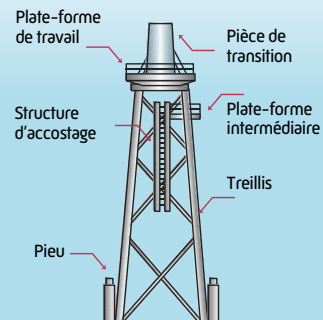
> Fondation monopieu



> Fondation gravitaire béton

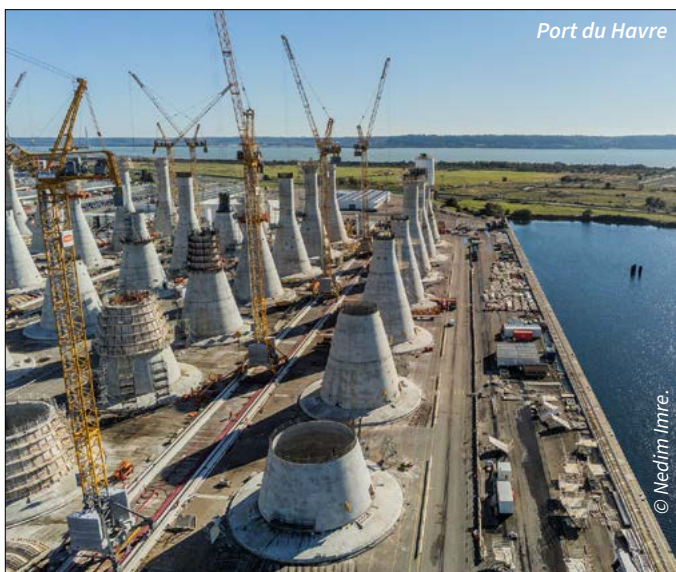


> Fondation jackets



Source : Traitement Carsat Normandie.

Impacts sur Le port du Havre



Port du Havre

© Nedim Imre.

Fabrication des fondations gravitaires du parc éolien de Fécamp

Le site de fabrication des 71 fondations gravitaires est installé sur le port du Havre.

Un accord a été signé dans ce sens avec le Grand Port Maritime du Havre, propriétaire et gestionnaire du port, pour réserver la surface nécessaire. Le consortium composé de Bouygues TP, SAIPM et Boskalis a été retenu par EDF R.



Port du Havre

© Nedim Imre.



Port du Havre

© Studio Larose.



Impacts sur Le port de Cherbourg

Spécialiste mondial de la construction de pales d'éoliennes, **LM Wind Power** a choisi d'implanter le plus grand de ses 15 sites industriels **sur le site du Port de Cherbourg**.

Ce nouvel ensemble industriel est composé de plusieurs bâtiments (unité de production, stockage, administration, ...), il se développe sur plus de 30 000 m² et est implanté sur un terrain de près de 11 ha directement connecté aux voies maritimes.



L'usine LM Wind Power de Cherbourg a été inaugurée en novembre 2019.

Elle alimente l'Haliade-X de GE Renewable Energy, une des plus grandes éoliennes du monde, en produisant des pales de 107 mètres de longueur.

GE, propriétaire de LM Wind Power, envisage une extension du site, avec la construction d'un hall supplémentaire dédié à la finition des pales (post-moulage) avant leur expédition.

En terme d'emplois, l'objectif est d'atteindre un **effectif total de 800 salariés sur site** afin d'honorer les commandes reçues par General Electric aux États-Unis et au Royaume-Uni : 750 pales devraient sortir des nefs cherbourgeoises d'ici 2025.





Base d'exploitation et de maintenance

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 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 salariés.

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.

Une centaine d'emplois sera ainsi créée sur chaque site pendant toute la durée d'exploitation du projet, soit environ 25 ans. Ces emplois feront appel à des profils différents :

- les superviseurs qui seront en charge du suivi de production, du suivi technique, de l'exploitation du parc et de la télésurveillance (environ 30 %),
- les techniciens de maintenance qui seront chargés d'assurer la maintenance des éoliennes, des câbles, des fondations et de la sous-station électrique en mer, représenteront la majorité des effectifs (environ 60 %),
- les marins qui permettront le transport du personnel de maintenance et du matériel (environ 10 %).

Impacts sur Le port de Caen-Ouistreham

Le port de Caen-Ouistreham servira de port de base pour l'exploitation et la maintenance du parc éolien.

Ce port offre l'avantage de se situer à proximité du champ éolien, d'être accessible en permanence et de bénéficier d'une longueur de quai compatible avec l'accueil des navires de maintenance.

Impacts sur Le port de Fécamp

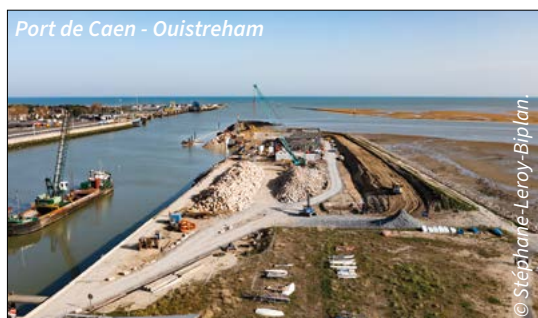
Le port de Fécamp servira de port de base pour l'exploitation et la maintenance du parc éolien.

Ce port offre l'avantage de se situer à proximité du champ éolien, d'être accessible en permanence et de bénéficier d'une longueur de quai compatible avec l'accueil des navires de maintenance.

Il est par ailleurs envisagé de baser l'entretien de la flotte des navires depuis le port de Dieppe.

Impacts sur Le port de Dieppe

Le port de Dieppe servira de port de base pour l'exploitation et la maintenance du parc éolien.





Impacts En région

Fabrication des autres éléments majeurs

Plusieurs centaines d'emplois seront également mobilisés pour la fabrication des autres éléments majeurs du parc (câbles inter-éoliennes, sous-station électrique en mer, ...) ainsi que leur installation en mer, ce qui représente une opportunité de croissance pour les entreprises françaises, dont régionales, du secteur.

Plusieurs centaines d'entreprises en France sont identifiées comme potentiels sous-traitants pour la fabrication d'éléments de l'éolienne.

Appel aux sous-traitants

Les PME et PMI normandes sont aidées à se positionner sur les marchés liés aux parcs éoliens par les actions de Normandie Énergies et des Chambres de Commerce et d'Industrie, notamment via l'organisation de rencontres d'affaires.

Impacts En région

Formation

Le développement de la connaissance des métiers de la filière éolien en mer est favorisé par l'organisation de **forums, conférences et réunions d'informations à destination des collégiens, lycéens, étudiants, demandeurs d'emploi ou professionnels en reconversion.**

La réalisation de ces projets s'accompagne d'un travail de **qualification des entreprises régionales et nationales, d'un plan de formation et d'un soutien à l'insertion professionnelle.** Un dispositif spécifique Emploi/Formation/Insertion a été mis en place par l'État et la Région Normandie.



Les maîtres d'ouvrages s'associent à ce dispositif et participent également aux travaux des acteurs locaux de la formation, en contribuant notamment au **développement du Campus d'Excellence International Normand des Energies (CEINE).**

À savoir

*Fin avril 2015 : **création**, à l'initiative de la Région et l'Académie de Rouen, d'un **chantier école** consacré à la maintenance éolienne sur le site des Lycées Descartes – Maupassant à Fécamp.*

*Pour permettre une formation en contexte, la société en charge du développement du projet éolien en mer de Fécamp a fourni les composants d'une éolienne (nacelle, hub, base de nacelle, armoire de commande, mât, pale). Cette éolienne est dédiée à la formation initiale comme à la formation continue, notamment dans le cadre du **BTS Maintenance des Systèmes option systèmes éoliens** (ouvert en 2015).*



© Lycée Maupassant Descartes - Fécamp.



© Lycée Maupassant Descartes - Fécamp.



© Lycée Maupassant Descartes - Fécamp.

Chantier école
Lycées Descartes –
Maupassant à Fécamp

07

LES CHANTIERS DE RACCORDEMENT ÉLECTRIQUE

Principe de raccordement d'un parc éolien offshore

RTE est en charge du raccordement des parcs éoliens et hydroliens au réseau de transport d'électricité.

La liaison sous-marine

RTE a opté pour la création d'une liaison double 225 000 volts par la technique de l'ensouillage de câbles (le câble est posé dans un sillon creusé sur le fond marin, et ensuite recouvert de sable).

À terre

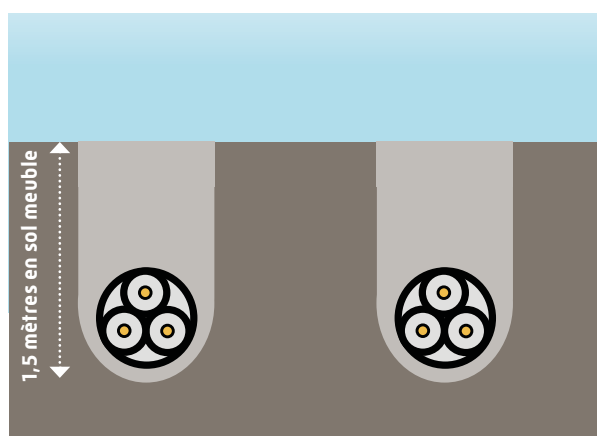
Le raccordement sera souterrain sur l'ensemble du tracé en 225 000 volts. En parallèle, RTE réalise des études géotechniques et géophysiques pour optimiser le projet.



La liaison sous-marine

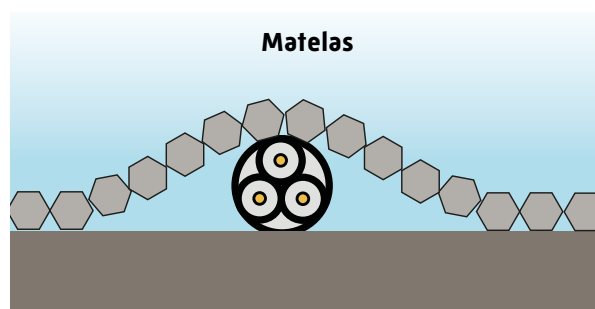
La protection des câbles

L'ensouillage

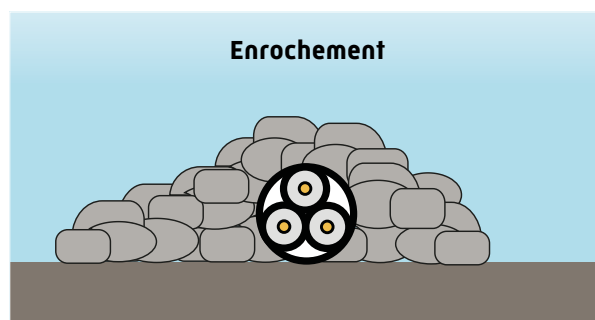


Le recouvrement

Matelas



Enrochement

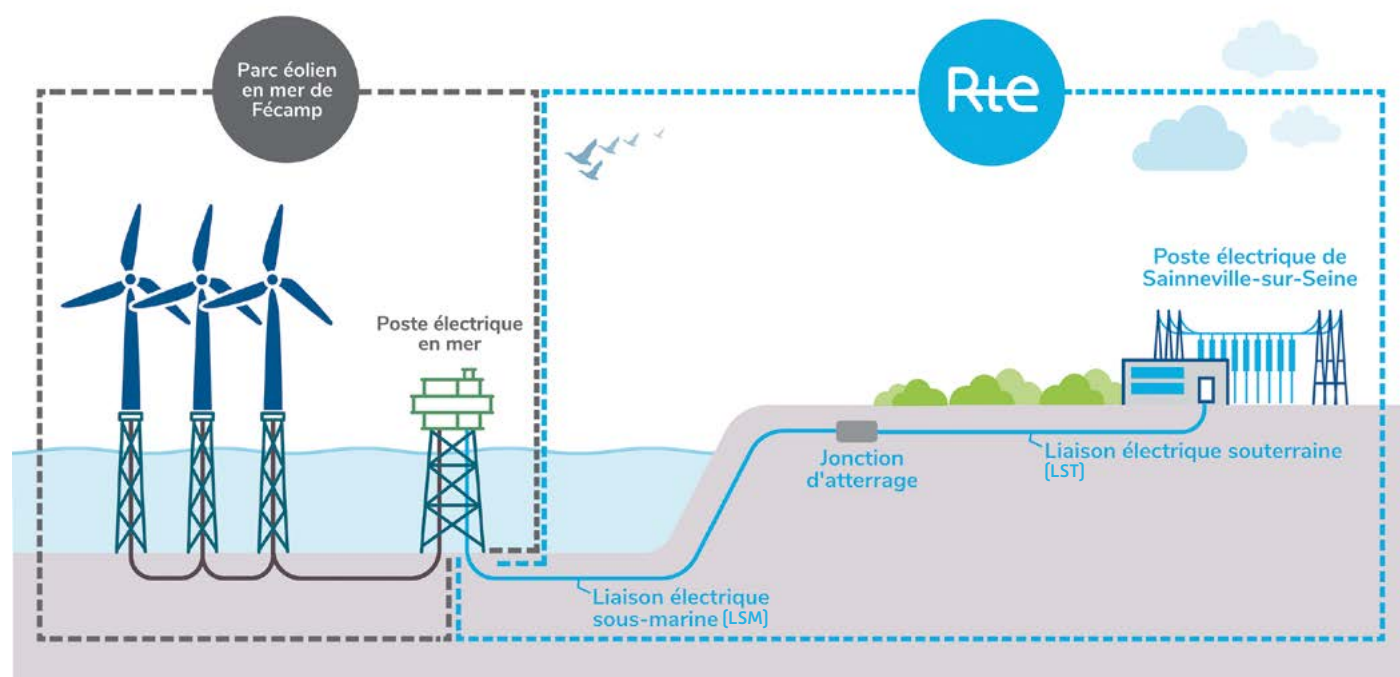


Source : Traitement Carsat Normandie.

Le projet de raccordement du parc éolien de Fécamp

➡ Principe de raccordement

Le raccordement du parc éolien en mer de Fécamp, c'est la création d'une liaison double à 225 000 volts sous-marine, puis souterraine. Sa longueur est de 50 km dont 18 km en mer, jusqu'au point d'atterrage dans le port de Fécamp et 32 km à terre jusqu'au poste de Sainneville-sur-Seine. Pour accueillir ces nouvelles lignes électriques, le poste de Sainneville est étendu sur environ 3 ha.



Source : RTE.

➡ Les acteurs du projet

Maîtrise d'ouvrage : RTE, opérateur public du transport d'électricité.

Le groupement agissant pour la réalisation des travaux de raccordement :

Liaison sous-marine

Prysmian Group

- Matériaux
- Base vie
- Location ponctuelle de moyens maritimes
- Location de moyens terrestres

Liaisons souterraines

SAG THEPAULT
Nos énergies pour vos réseaux



- Matériaux
- Location d'engins de chantiers
- Aménagements de chantiers
- Gestion des déchets

- Gardiennage
- Entretien et dépannage mécanique
- Réfections de voiries

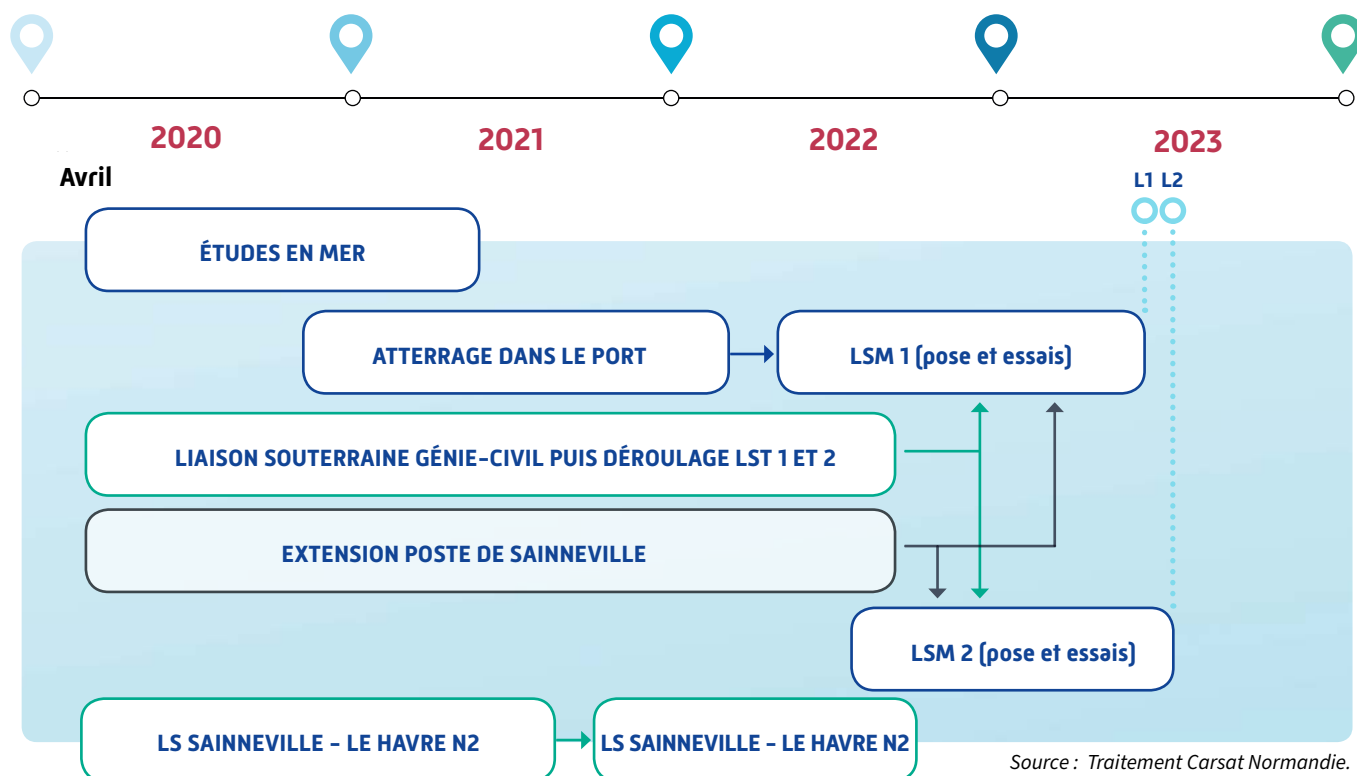
Poste

OMEXOM
POWER & GRID

- Matériaux
- Aménagements de chantiers
- Aménagement paysager
- Terrassement



Le calendrier



Les travaux en mer et à terre



➡ Détails des trois lots de travaux

Démarrage des travaux le 01 juin 2020 pour 3 ans.
Réunion de constitution du CISSCT le 02/07/2020.

Lignes souterraines (2 liaisons de 225 kv sur 31 km)



➡ Réalisation des travaux de génie civil : tranchée réalisée sous blindage, pose des fourreaux, puis protection avec coulage de béton

➡ Les fourreaux en attente en fond de tranchée



➡ Opération de tirage de câble dans les fourreaux à partir d'une chambre de jonction

Lignes sous-marines (2 liaisons de 225 kv sur 17,5 km)



➡ Atterrage du câble sous-marin au port de Fécamp

⬇ Tirage des câbles sous-marins



Poste de raccordement (extension du poste existant)

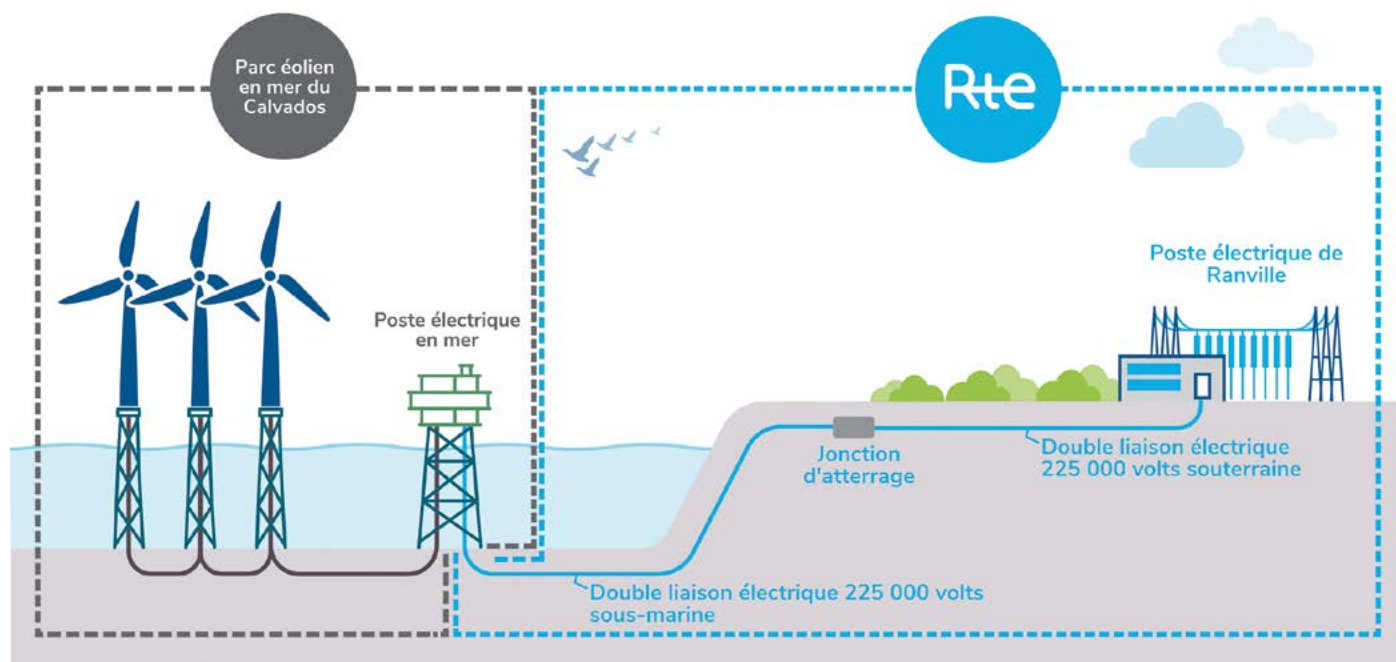


➡ Travaux d'extension du poste RTE de Sainneville-sur-Seine

Le projet de raccordement du parc éolien de Courseulles-sur-Mer

➡ Principe de raccordement

Pour le raccordement du parc éolien en mer de Courseulles-sur-Mer, RTE construira d'ici 2024 une liaison sous-marine à 225 000 volts de 15 km et une liaison souterraine de 24 km. Le point d'atterrage sur le littoral est prévu au niveau de la commune de Bernières-sur-Mer.



Source : RTE.

➡ Les acteurs du projet

Maîtrise d'ouvrage : RTE, opérateur public du transport d'électricité.

Le groupement agissant pour la réalisation des travaux de raccordement :

**Liaison
sous-marine**

**Prysmian
Group**

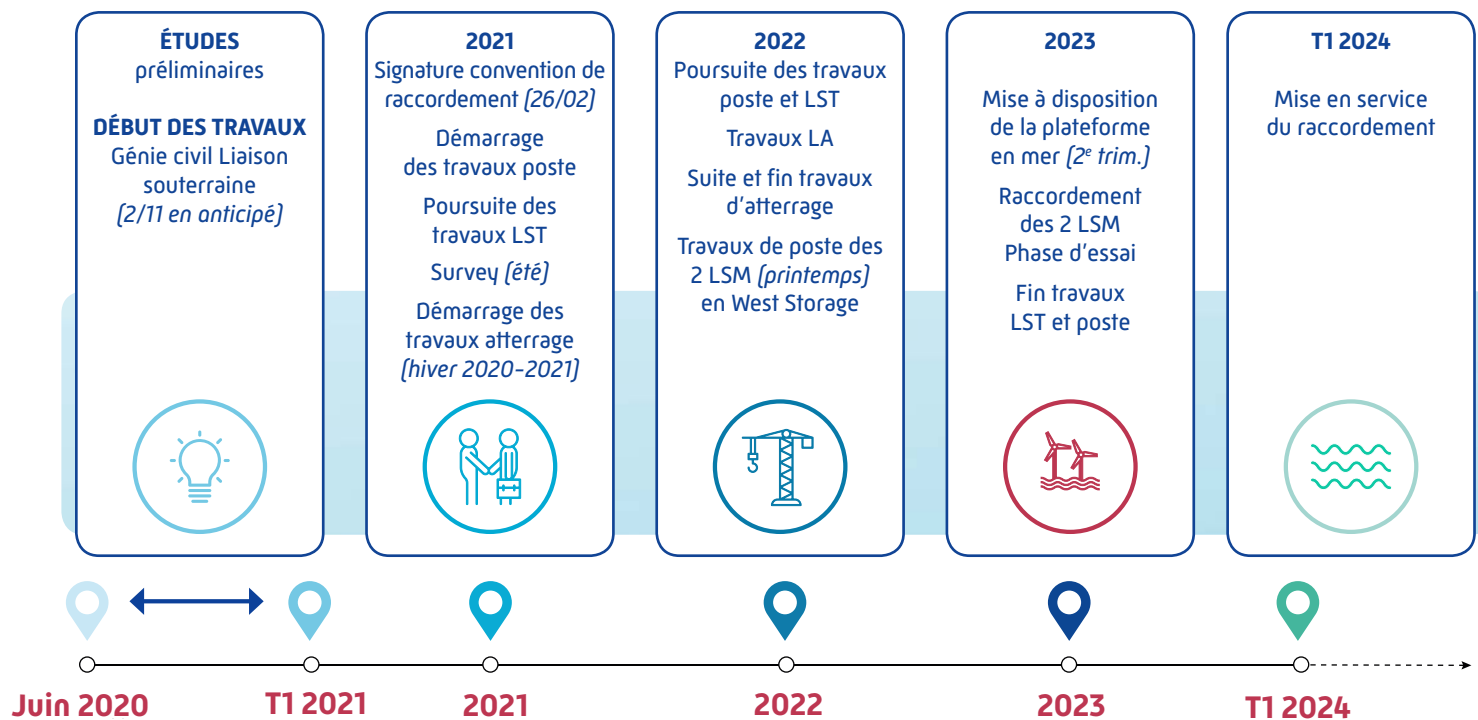
**Liaisons
souterraines**

sadertelec

Poste

OMEXOM
POWER & GRID

Le calendrier



Source : traitement Carsat Normandie.

Les travaux en mer et atterrissage



Source : RTE.

➡ 3 lots de travaux similaires au parc de Fécamp

Démarrage des travaux le 04 janvier 2021 pour 3 ans.

Lignes souterraines



➡ Travaux de pose des fourreaux en tranchée

Lignes sous-marines (2 liaisons de 225 kv sur 17,5 km)



➡ Tirage des câbles sous-marins



➡ Pose des fourreaux sur la plage d'atterrage à Bernières-sur-Mer



➡ La chambre d'atterrage où les câbles sous-marins et sous-terrain seront raccordés

Poste de raccordement (extension du poste existant)



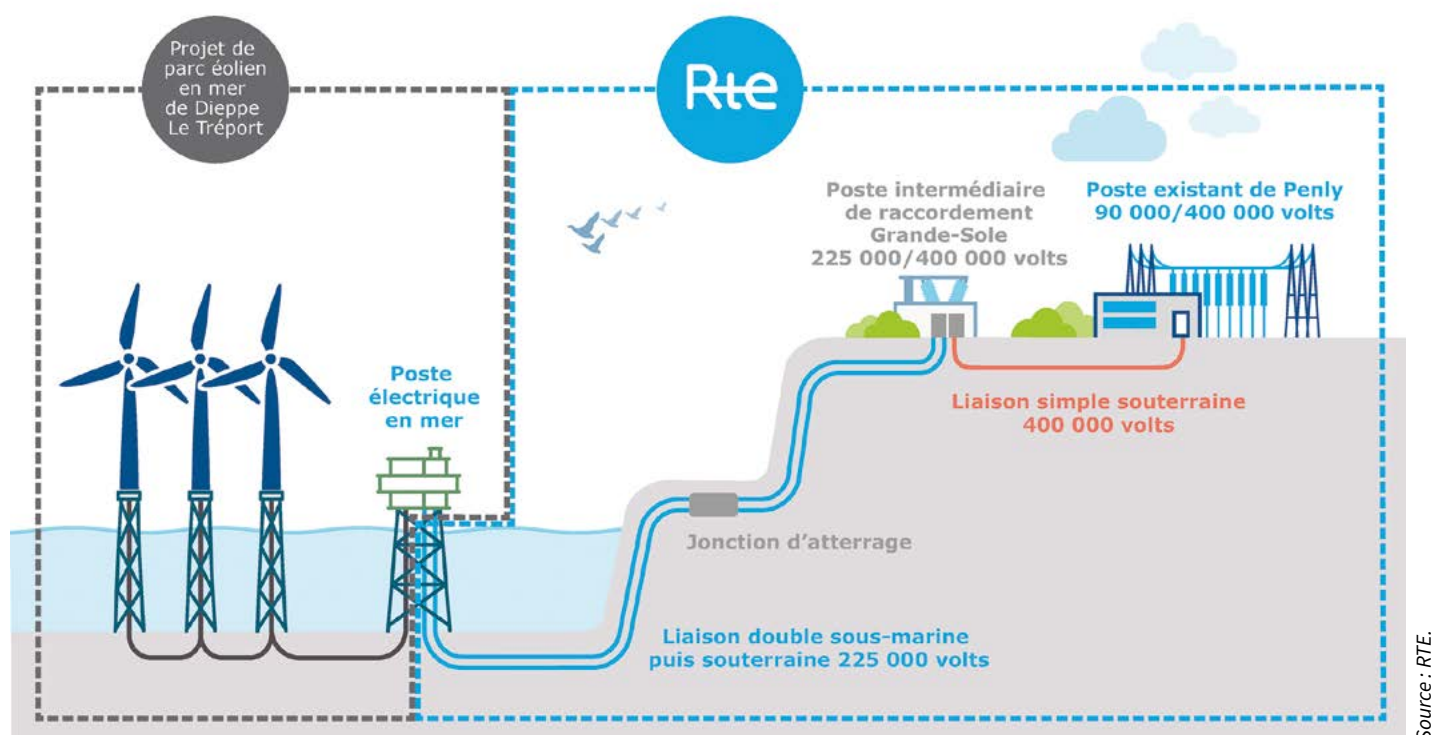
➡ Travaux d'extension du poste de Ranville

Le projet de raccordement du parc éolien de Dieppe - Le Tréport

Depuis le parc éolien en mer, RTE construira une liaison double de 225 000 volts sous-marine (23km) puis souterraine (3,5km), pour acheminer l'électricité jusqu'au futur poste électrique dénommé Grande-Sole sur la commune de Petit-Caux. Le point d'atterrage, connexion des câbles sous-marins et souterrains, sera situé en pied de falaise.

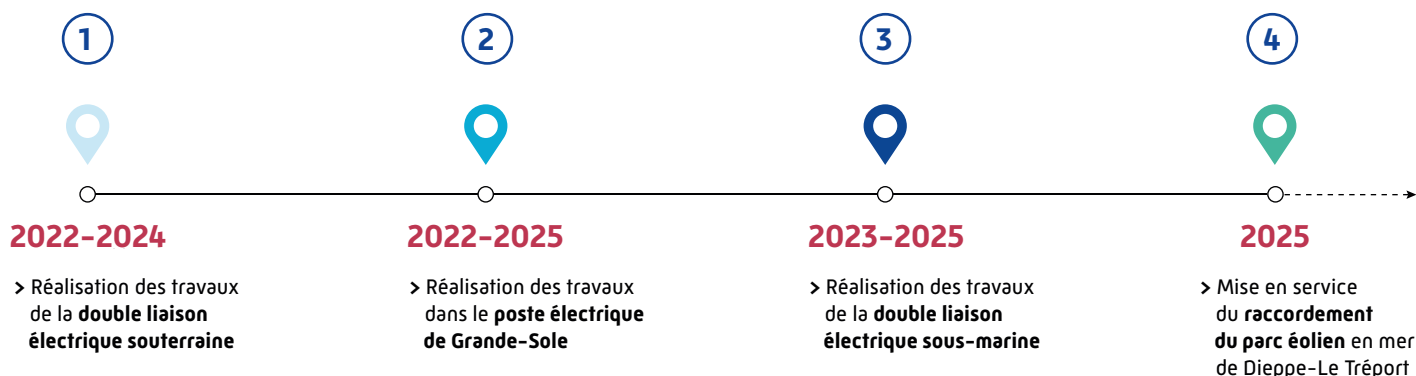
Depuis le poste de Grande-Sole, une liaison souterraine de 400 000 volts acheminera l'électricité au poste existant de Penly afin qu'elle soit ensuite diffusée sur l'ensemble du territoire.

Principe de raccordement



Le calendrier

Les grandes étapes du projet



Source : traitement CARSAT Normandie.

Les travaux



Les impacts économiques

Les investissements

RTE va investir **2 milliards d'€ d'ici 2022** dans les chantiers de raccordements (participation d'EDF Renouvelables et de ses partenaires), dans la fiabilisation de son réseau et dans la sécurisation de l'approvisionnement de la capacité régionale en Normandie.

Fournisseurs connus :

- **ABB** : sélectionné par RTE en juillet 2015 pour la **fourniture de 9 transformateurs boosters de 400 MVA** pour réguler la tension électrique et connecter au réseau les 4 futures fermes éoliennes en mer.
- **Prysmian** (fournisseur de câble italien) : sélectionné par RTE en février 2017 pour la **conception, la fourniture, l'installation et la mise en service de 2 câbles d'interconnexion haute tension** pour trois champs éoliens en mer (Fécamp, Courseulles-sur-Mer et Saint-Nazaire), ce qui représente un contrat de près de 350 millions d'euros.
- **Nexans** : sélectionné par RTE en mars 2022 pour la fourniture, la pose et la protection des câbles en mer et à terre pour le champ éolien en mer de Dieppe-Le Tréport, ce qui représente un contrat d'environ 100 millions d'euros.

Les effectifs mobilisés sur les chantiers

Environ
100
personnes

Durée d'un chantier de raccordement

Environ
30
mois



08

LA FABRICATION DES FONDATIONS GRAVITAIRES DU PARC ÉOLIEN DE FÉCAMP

Le projet

Les grandes étapes

Les études de sol ont conduit EDF R à retenir les **fondations gravitaires béton** pour les fondations sous-marines des 71 éoliennes en mer du parc de Fécamp.

EDF R a mandaté un groupement d'industriels experts pour la construction et l'acheminement de ses fondations avec pièce de transition qui permettront de recevoir les éoliennes de SGRE.

Les travaux prévoient plusieurs phases successives pour une durée de 33 mois.

- Travaux préparatoires de site.
- Chantier de génie civil :
 - ateliers de façonnage et mise en œuvre de ferrailage,
 - production de béton,
 - coffrage et mise en œuvre de béton,
 - travaux de précontrainte.
- Peinture des fondations (partie émergée) conformément à la législation.
- Intégration aux fondations béton d'éléments mécano-soudés (passerelles d'accès, plates-formes support internes).
- Travaux électrotechniques (mise en œuvre des différents systèmes électriques et instruments dans le lot « fondations »).

Les fondations gravitaires seront alors transportées sur barges jusqu'au lieu de pose définitif en mer, au large des côtes de Fécamp.

Les acteurs du projet

EDF R : maître d'ouvrage du champ éolien de Fécamp.

Le groupement agissant pour la réalisation des travaux de fondations :

• **Bouygues Travaux Publics s.a. (Fr, mandataire)**



- Filiale de Bouygues Construction.
- Spécialiste dans la construction de grand projets d'infrastructures.

• **Saipem s.a. (Fr)**



- Expert dans le domaine parapétrolier et des Travaux Offshore.

• **Boskalis Offshore Subsea Contracting B.V. (Pb)**

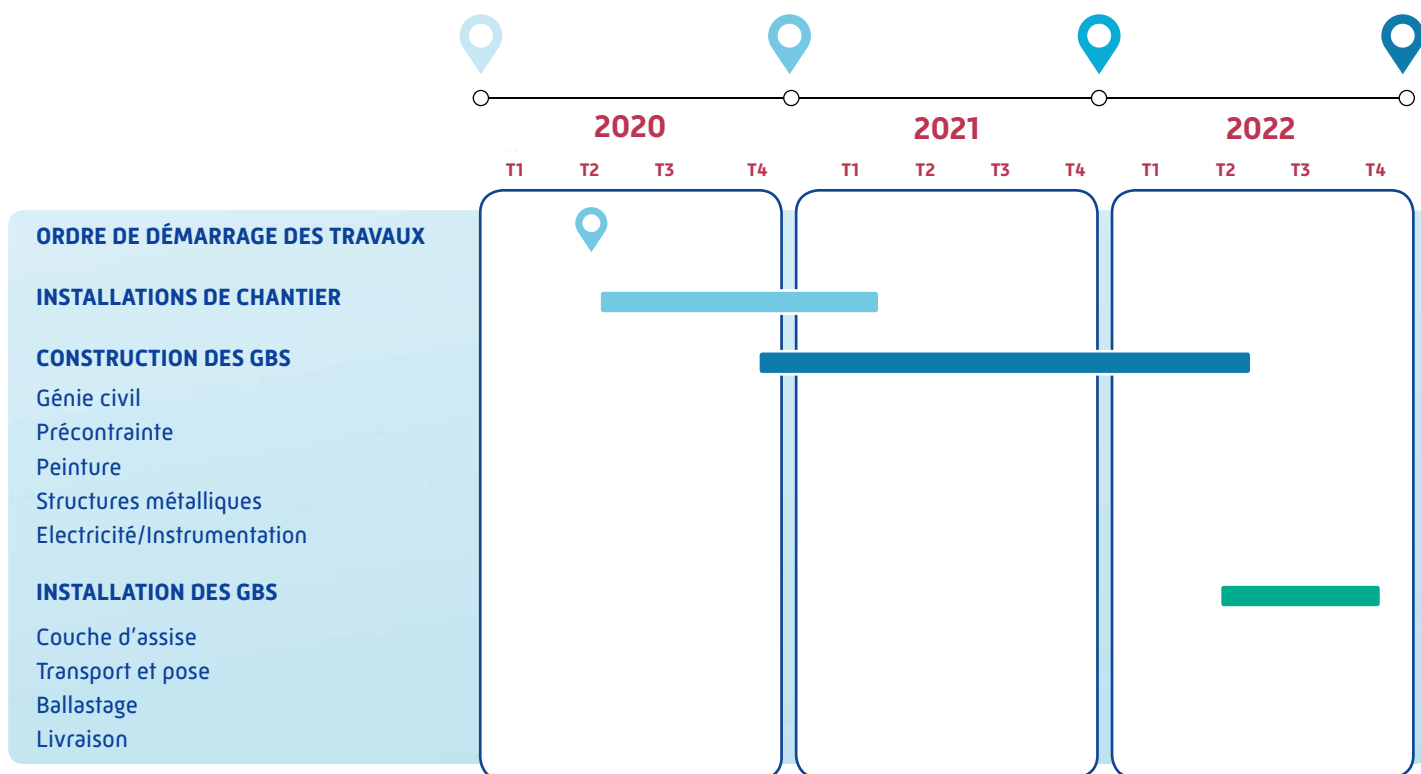


- Filiale de Royal Boskalis Westminster N.V.
- Expert dans le domaine du dragage et des Travaux Maritimes.

Le calendrier

- Début de l'installation quai Bougainville
- Début de production des fondations
- Dernière fondation construite
- Installation des fondations en mer
- Démobilisation et remise du site en état

T0 + 3 mois (Juin 2020)
T0 + 9 mois
T0 + 29 mois
3 mois
T0 + 33 mois



Source : traitement Carsat Normandie.

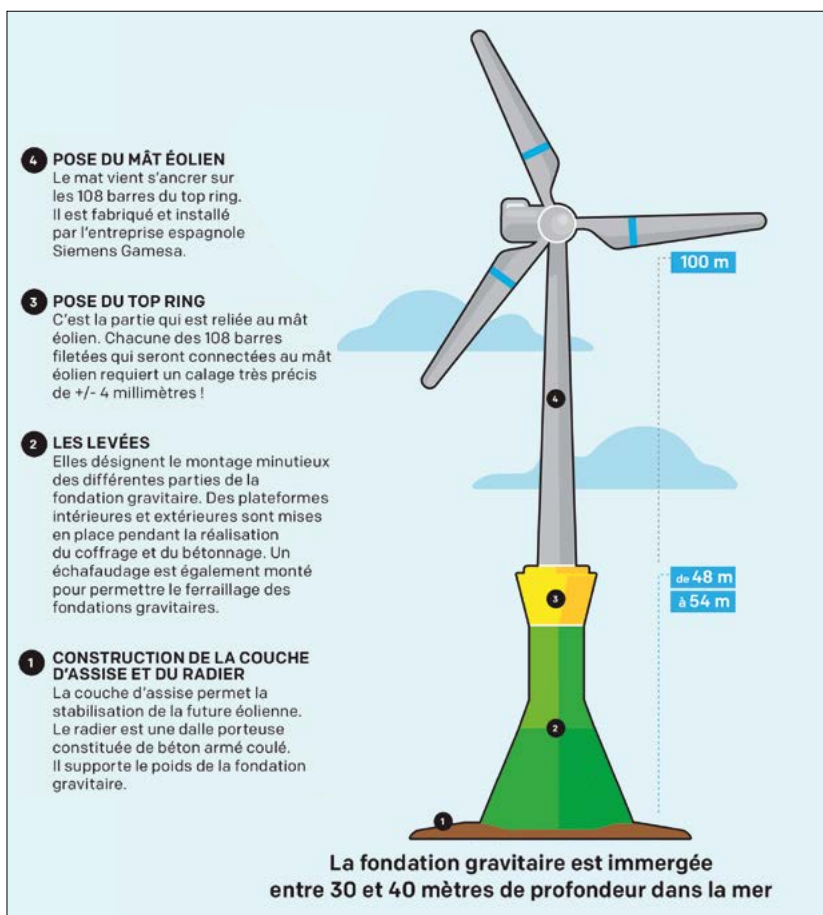
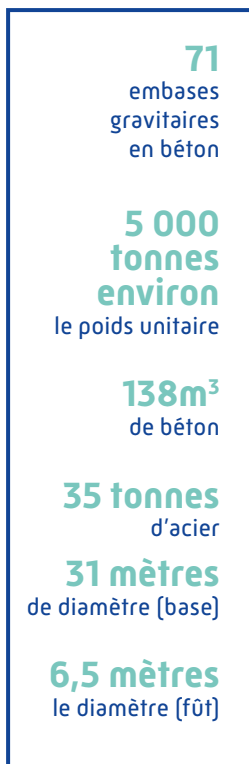
Les travaux

Démarrage : juin 2020

(OS de démarrage du 30 mai 2020).

Durée : 3 ans environ.

Lieu : quai Bougainville.



© Bouygues.





© Bouyques Travaux Publics méthodes.

Les impacts économiques

Le groupement conduit par Bouygues TP a mené une **campagne de recrutement massive** pour les activités de :

- construction des armatures en ferraille,
- construction des coffrages en bois,
- installation des équipements d'accès et de protection contre les chutes de hauteur,
- construction des éléments en béton.

L'ensemble de ces travaux nécessite jusqu'à 1 000 personnes sur site, travaillant en 2*8h00 dont 250 personnes pour les armatures.

09

L'HYDROLIEN DE QUOI PARLE-T-ON ?

Contexte général

Reposant sur la conversion de l'énergie des courants marins en électricité, l'énergie hydrolienne présente de nombreux avantages. Inépuisable et non polluante, pas même visuellement puisque les turbines sont généralement déposées au fond des mers, elle permet une production électrique totalement prévisible, liée au cycle des marées.

La mise en place et l'entretien des hydroliennes ne sont toutefois pas exempts de difficultés. Les contraintes techniques liées

à un déploiement et à une maintenance en pleine mer sont nombreuses, de même que les freins réglementaires liés à l'accès et à l'exploitation des parcs. Les projets peuvent aussi se heurter à la réticence des utilisateurs habituels de la mer, inquiets de devoir partager l'espace avec cette nouvelle activité. L'impact mal connu des parcs hydroliens sur l'environnement (faune et flore sous-marines mais aussi sédimentation) contraint enfin les exploitants à la prudence.



Le potentiel mondial

La plupart des pays possédant une façade maritime exposée à des courants forts (plus de 3 m/s) seraient susceptibles d'exploiter ceux-ci, pour **une production mondiale maximale estimée entre 50 et 100 GW.**

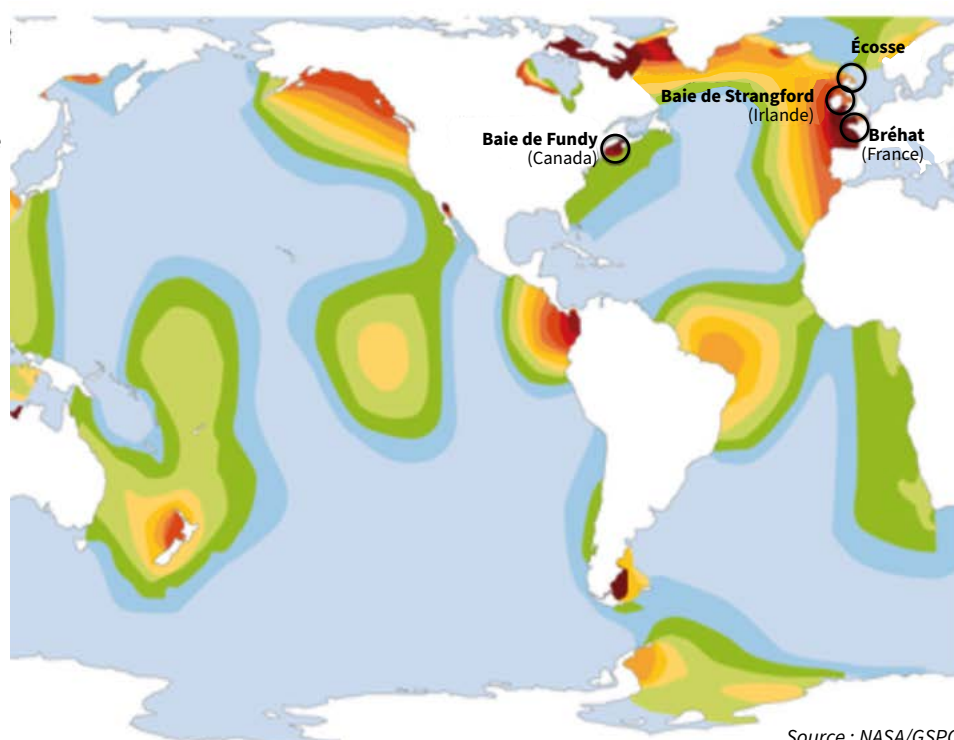
Le potentiel mondial : l'Europe bien placée

○ Site d'essai d'hydrolienne

Amplitude des marées en centimètres

De l'amplitude marées dépend la force des courants. Plus l'amplitude est grande, plus le courant est fort

- Moins de 60
- de 30 à 40
- de 40 à 50
- de 50 à 60
- de 60 à 70
- de 70 à 80
- de 80 à 90
- de 90 à 100
- de 100 à 110
- de 110 à 120
- de 120 à 130
- plus de 130



Source : NASA/GSPC.



En Europe, les gisements les plus importants se situent au niveau du Royaume-Uni et plus particulièrement en Ecosse avec un potentiel britannique estimé entre 5 à 6 GW.

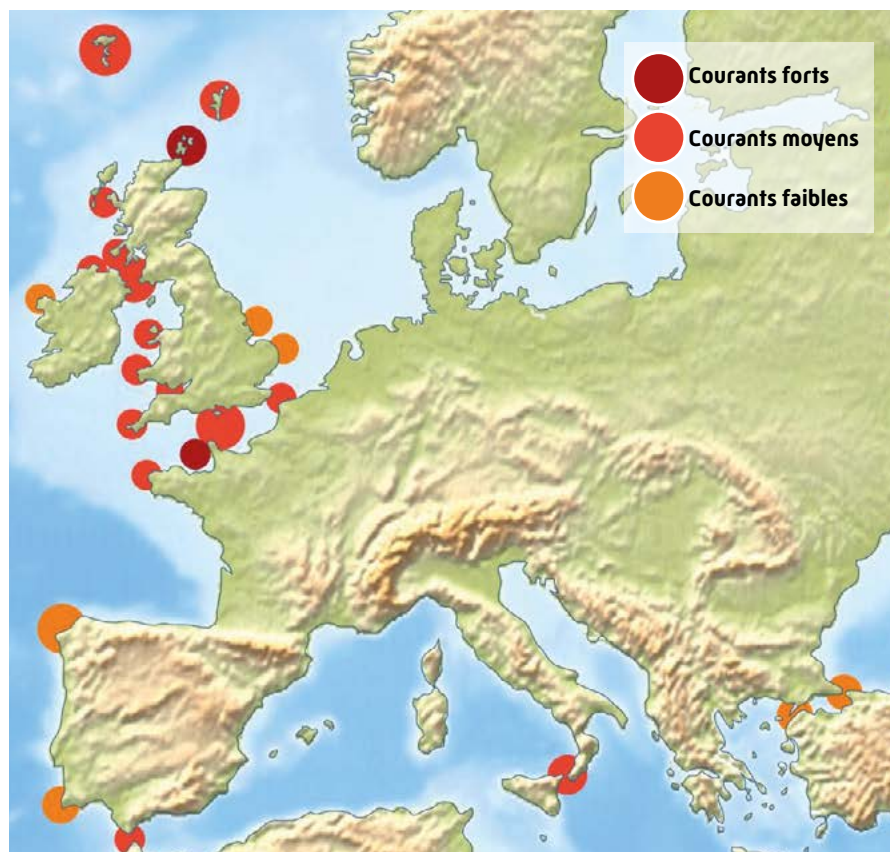
La France représente le second gisement en Europe avec 20 % du potentiel européen. L'Italie présente, quant à elle, un potentiel de 0,5 GW et le reste de l'Europe 0,7 GW (Norvège, Grèce).

“

La France représente le second gisement en Europe avec 20 % du potentiel européen



Potentiel hydrolien européen en fonction de la force des courants de marée

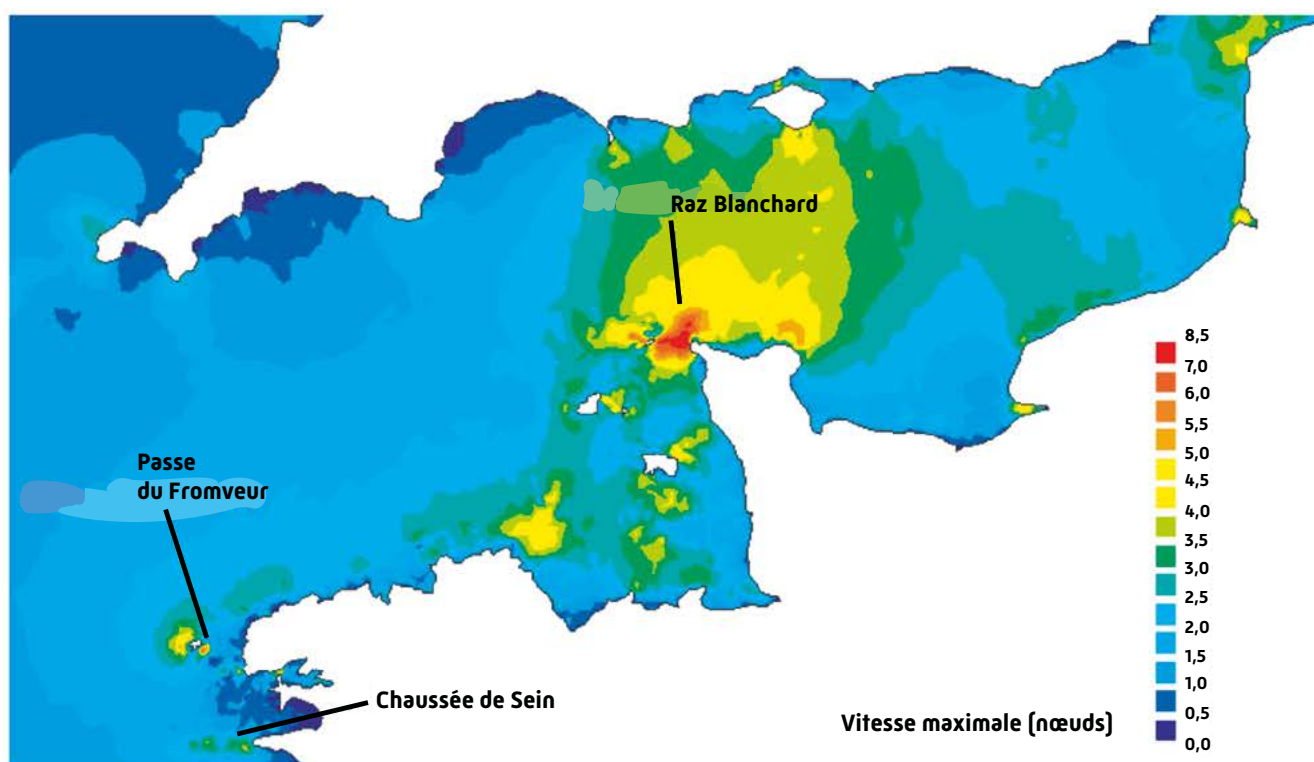


© Aqua-RET, 2012.



Potentiel hydrolien en France en fonction de la vitesse des courants

Le gisement de la France, estimé de 2 à 3 GW, se concentre dans le Cotentin (le Raz Blanchard et le Raz de Barfleur) et en Bretagne (Nord et Ouessant).



© Newsidenergy, 2011.

Principes et technologies



Il s'agit d'exploiter l'énergie cinétique des masses d'eau, mises en mouvement par les courants marins, pour produire de l'électricité.

Cette énergie est produite, soit **par des courants océaniques**, soit **par les flux et reflux des marées** à proximité des côtes et des estuaires.

Cette production présente l'avantage d'être facilement prédictible (une hydrolienne de 10 mètres de diamètre pourra

produire 125 kW avec un courant de 2 m/s). La ressource est localisée là où les courants sont les plus forts. Dans tous les cas, une exploitation n'est intéressante qu'au-delà d'une vitesse de courant de 2,5 m/s.

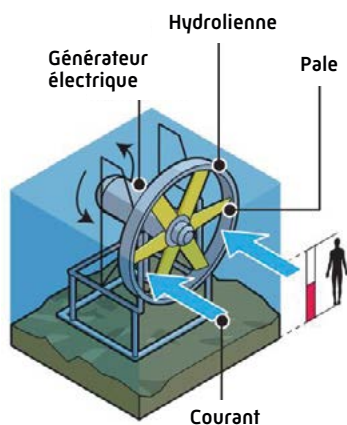
Capter la force des courants donne lieu à un foisonnement de concepts technologiques. Il s'agit le plus souvent de sortes d'éoliennes sous-marines dont le rotor est mis en rotation par la force des courants.



Les différents concepts d'hydroliennes

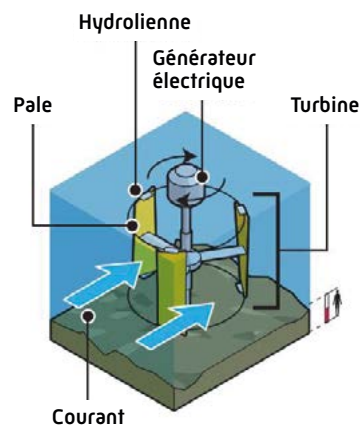
> La turbine à axe horizontal

L'hydrolienne à écoulement libre reprend le même principe que pour l'éolien. La rotation de l'hélice provoquée par le courant entraîne un générateur électrique. L'hydrolienne comporte un nombre de pales variable selon les caractéristiques du courant.



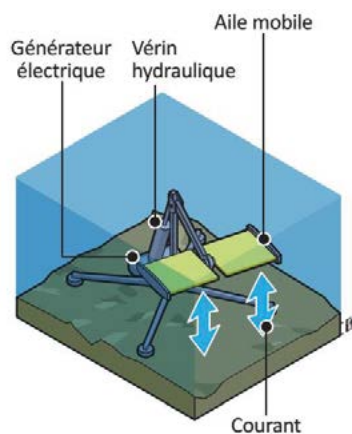
> La turbine à axe vertical

Des pales sont en rotation sur un axe vertical, entraînant un générateur électrique.



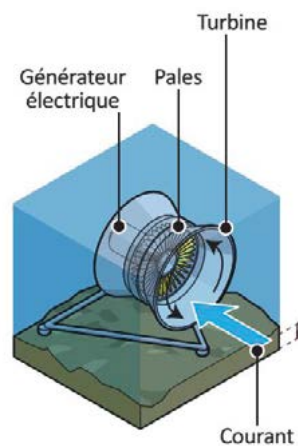
> L'hydroptère oscillatoire

L'aile de l'hydroptère oscille face aux courants marins. Ce mouvement entraîne un vérin hydraulique qui envoie du fluide haute pression vers une turbine pour produire de l'électricité.



« L'effet Venturi »

L'eau pénètre dans un conduit conique. En passant dans cet entonnoir, la vitesse des courants est augmentée ; cette accélération décuple la rotation de l'hélice, placée au point où le diamètre est le plus étroit et reliée à un générateur.



© Commission Energies Marines SER.



Les projets dans le monde

Une quarantaine de projets hydroliens sont (ou ont été) à l'œuvre à travers quinze pays. Plusieurs acteurs industriels ont été amenés à se positionner tels que les sociétés britanniques Marine Current Turbines (MCT, détenue par Siemens) et Tidal Stream, la société irlandaise OpenHydro (filiale de Naval Group), la société écossaise Simec Atlantis Energy et dans une moindre mesure les sociétés françaises Sabella et Hydroquest (partenariat avec les Constructions Mécaniques de Normandie).

La **première turbine expérimentale** raccordée au réseau se situe à Hammerfest, en **Norvège**. D'une puissance de 0,3 MW, elle produit de l'électricité à partir de 2003.

Plusieurs projets sont en cours au Royaume-Uni. Le plus grand site expérimental se situe en Ecosse, à l'EMEC (European Energy Marine Centre), avec plusieurs turbines déjà raccordées au réseau depuis 2013. Les machines sont testées individuellement, ce qui permet de valider la technologie, les performances et d'obtenir les premiers retours d'expérience sur la fiabilité et la durabilité de la technologie hydrolienne.

Le projet SeaGen, initié par MCT puis repris par Simec Atlantis, se situait dans le détroit de Strangford, en Irlande du Nord. Ce projet a débuté en 2008 avec l'installation d'une hydrolienne de 1,2 MW.



Une quarantaine de projets hydroliens à travers quinze pays

L'hydrolienne aux deux rotors de 16 mètres de diamètre pouvant être levés et descendus dans l'eau sur une colonne de fonda-

tion centrale, a produit 11,6 GWh durant sa durée de vie entre 2008 et 2016.

Au Canada, plusieurs projets sont en cours de développement au niveau de la baie de Fundy en Nouvelle-Ecosse.

Selon le syndicat des énergies renouvelables (SER), une quinzaine d'hydroliennes produisent de l'électricité dans le monde dans des parcs d'essais, au large de l'Écosse (6 MW), des Pays-Bas (1,2 MW), du Canada (2 MW) et du Japon (3 MW).

Les acteurs en France

La filière industrielle de l'hydrolien français est, pour l'heure, encore émergente. Constituée exclusivement, à l'origine, de petits acteurs locaux comme la PME quimpéroise Sabella, elle a peu à peu attiré les regards et les investissements de grands groupes aux stratégies diverses. Ainsi, alors que Naval Group avait choisi d'acquérir 60 % de l'irlandais OpenHydro, Alstom avait préféré commencer par n'acheter que la licence d'exploitation d'une hydrolienne canadienne (la Beluga de Clean Current Power Systems), avant d'investir dans l'anglais Tidal Generation Limited.

Les expérimentations de type pré-industriel sont néanmoins de plus en plus nombreuses et ambitieuses.

Ainsi EDF a installé un véritable parc d'essai au large de Paimpol et de Bréhat, doté d'un budget de 40 M€. C'est là que l'énergéticien a testé l'Arcouest (OpenHydro – 13 mètres de diamètre – 1 MW).



En France, une filière industrielle encore émergente

Ces expérimentations, menées dans des conditions aussi proches que possibles des conditions réelles d'installation et d'exploitation, sont l'occasion de mettre à l'épreuve de l'océan matériel, hommes et procédures. Elles permettent par ailleurs de **chercher des solutions aux défis techniques posés par l'hydrolien** (maintenance, corrosion, raccordement...) tout en **surveillant l'impact des machines sur l'environnement marin**.

Conscient que seuls des appels d'offres d'envergure, sur le territoire national, permettraient à la filière française de s'industrialiser, l'État a précisé dans une feuille de route les étapes précédant leur lancement. Conformément à celle-ci, une demande d'informations techniques et financières sur l'exploitation du Raz Blanchard a été publiée, tandis que RTE a été missionné pour préciser les conditions de raccordement entre les futurs parcs hydroliens et le réseau électrique à terre. **Les perspectives devraient ainsi se clarifier, et pourraient déboucher sur un premier appel d'offre dans les années à venir.**

Les projets impliquant des acteurs français

➡ OpenHydro - filiale de Naval Energies

> Développement d'un système d'hydrolienne totalement immergée en eau profonde.

En France en 2016, la société a installé 2 hydroliennes (16 mètres de diamètre / 1 MW de puissance cumulée) sur le parc démonstrateur d'EDF de Paimpol/Bréhat, (baie de Saint-Brieuc).

OpenHydro prévoyait en 2020, l'implantation sur le site du Raz Blanchard, de 7 hydroliennes de 14 MW de puissance cumulée (exploitation EDF).

En juillet 2018, Naval énergies décide de mettre fin à ses investissements dans l'hydrolien. Openhydro, sa filiale irlandaise dédiée à cette technologie (avec sa nouvelle usine sur les quais de Cherbourg inaugurée en juin 2018), a donc été placée en liquidation judiciaire.



➡ HydroQuest

> Installation d'une ferme de 39 hydroliennes fluviales dans le Rhône (puissance totale de 2 MW) - lancement en 2018.

Ce projet de la Compagnie Nationale du Rhône (CNR), d'HydroQuest et des Constructions Mécaniques de Normandie (CMN) devait être une première mondiale dans le domaine fluvial par sa dimension et sa complexité. CMN devait assurer la fabrication de ces hydroliennes de technologie « 100 % française ».

En juillet 2019, les 3 partenaires annoncent l'**abandon du projet pour raisons économiques**, notamment en raison de la localisation retenue (productible insuffisant et pertes d'exploitation trop importantes à l'usine hydroélectrique de Génissiat).

> À l'initiative des Voies Navigables de France, le Rhône héberge néanmoins près de Lyon, un autre projet pilote depuis octobre 2018, avec 4 hydroliennes Hydroquest/CMN (320 kW installés).



> En parallèle, CMN et Hydroquest ont également lancé la construction d'une hydrolienne marine de 1MW (25m x 10m x 10m).

Ce démonstrateur a été installé en mai 2019 sur le site de Paimpol-Bréhat et raccordé au réseau EDF en juillet 2019. L'objectif était de valider les performances de cette machine en conditions réelles de fonctionnement, pour une possible commercialisation à l'échelle internationale. Les essais sur le site de Paimpol/Bréhat se sont poursuivis jusqu'en 2021.

➡ Sabella - PME bretonne

> Immersion, à 55 mètres de fond et pendant un an, d'une hydrolienne au large de l'île d'Ouessant dans le Fromveur (Finistère).

Cette turbine est la première hydrolienne française à avoir injecté de l'électricité dans un réseau, celui de l'île d'Ouessant.

Depuis 2018, elle fait l'objet de différents tests pour 3 ans. La PME travaille sur plusieurs projets avec des effectifs qui atteignent désormais une vingtaine de personnes. **Elle mise sur le marché des îles où il est plus facile pour l'hydrolien d'être compétitif.**

En fonction des retours d'expérience des différentes fermes pilotes, la mise en œuvre de fermes commerciales pourrait être envisagée ultérieurement.

Une répartition des fermes, entre plusieurs sites, est encouragée et permettrait de tirer profit des ressources dû au décalage des marées et d'utiliser au mieux les quelques points terrestres de raccordement possibles.

Les perspectives en Normandie

Octobre 2018

Annnonce du projet de **création de la coentreprise Normandie Hydroliennes** entre Simec Atlantis Energy et la région Normandie (via l'Agence de Développement Normandie et son fonds d'investissement Normandie Participations).

Mai 2019

Simec Atlantis annonce un « **accord de partenariat technologique et de fournisseur privilégié** » avec la division de General Electric spécialisée dans la conversion d'énergie. Atlantis et GE collaborent au **développement de l'Atlantis AR2000** (turbine de 2 MW, diamètre total de 20 mètres).



Septembre 2019

Simec Atlantis obtient un accord avec la Société Alderney Electricity Limited (AEL) pour alimenter une île anglo-normande avec des hydroliennes installées dans le Raz Blanchard (5 GWh).

Octobre 2019

L'UE valide un programme franco-britannique de grande ampleur pour le développement de l'hydrolien. Doté de 46,8 millions d'euros, le **projet Tiger vise à installer jusqu'à 8 MW d'hydroliennes**. Dans l'objectif avoué de diviser par 3 le coût de l'hydrolien pour l'amener à 100 euros le MWh en 2030, le programme prévoit de travailler sur la chaîne d'approvisionnement, d'aider à des développements technologiques en interne et de déployer des hydroliennes sur quatre sites.

La région Normandie indique que les concessions des deux fermes hydroliennes pilotes du raz Blanchard devraient être transférées à Normandie Hydroliennes.

Normandie Hydroliennes avait pris des contacts avec ENGIE et EDF Renouvelables, attributaires en décembre 2014 des deux fermes hydroliennes à implanter dans le raz Blanchard, dans le cadre d'un appel à manifestation d'intérêt (les projets s'étaient arrêtés, faute de fournisseurs de turbines). L'objectif de la ferme pilote immergée dans le raz Blanchard serait de déboucher à terme sur une **exploitation commerciale**. Une production industrielle nécessitera la création d'usines de fabrication et d'assemblage, ainsi que de sites de maintenance.

Parallèlement, **un partenariat industriel s'organise avec le groupe cherbourgeois Efinor**. Quatre hydroliennes de 2 MW devraient être produites. Un investissement de 40 à 50 millions d'euros est évoqué.

Juillet 2020

La préfecture de la Manche approuve la concession jadis dévolue à Engie, à Normandie Hydrolienne. Le groupe a donc repris en son nom le projet hydrolien qui avait été enterré en 2018. Avec ce feu vert récemment obtenu, **Simec Atlantis va pouvoir lancer son projet marémoteur de 12 MW au Raz Blanchard**.

Mars 2021

CMN et Hydroquest reprennent la concession attribuée initialement à EDF dans le Raz Blanchard.

Mai 2021

Hydroquest s'associe avec l'énergéticien Qair marine pour l'accompagner dans son projet de ferme pilote.

Hydroquest s'est servi des essais durant deux ans de son hydrolienne sur le site de Paimpol-Bréhat pour apporter de nombreuses innovations à sa machine, qui se trouve notamment beaucoup plus légère.

La ferme pilote d'hydroliennes dans le raz Blanchard devrait être opérationnelle en 2025. La fabrication des machines par le chantier CMN, principal actionnaire d'Hydroquest, pourrait débuter en 2023 à Cherbourg. D'une puissance de 2,5 MW chacune, les sept hydroliennes de Flowatt devraient produire 41 GWh par an, soit la consommation de 8 200 foyers. La surface de la concession est de 600 mètres de large par 200 mètres de long, soit 12 hectares.

Quels projets ?

Le diagramme illustre la chaîne logistique de l'hydrogène vert en Normandie, structurée en cinq étapes principales : Production, Stockage, Transport, Distribution et Usage. Chaque étape est représentée par un cercle blanc sur une ligne horizontale, avec des flèches vertes indiquant le flux de la chaîne. Des projets spécifiques sont associés à certaines étapes : le **Projet H2V** pour la Production, le **Projet Eas-Hymob** pour la Distribution, et le **Projet Road** pour l'Usage. Une note sur la droite mentionne la **Mobilité** : Applications portuaires aéronautiques, ferroviaires / Production d'énergie.

Étape	Projet	Description
Production	Projet H2V	En Normandie
Stockage		
Transport		
Distribution	Projet Eas-Hymob	En Normandie Implantation de plusieurs stations.
Usage	Projet Road	En Normandie Production de remorques frigorifiques.

Mobilité : Applications portuaires aéronautiques, ferroviaires / Production d'énergie.

Les projets en Normandie

Pôles de recherche

Association de filières :

- 1 > **Vialgo** (logistique)
- 2 > **Glass valley** (travail du verre)
- 3 > **NE** : Normandie Energies (Energie)
- 4 > **NAE** : Normandie Aéroespace (Aéronautique, spatial)
- 5 > **LSN** : Logistique Seine Normandie (logistique)
- 6 > **ARIA** : Association Régionale de l'Industrie Automobile de Normandie

Les pôles de compétitivité :

- 1 > **Mov'eo** pour la R&D automobile et le transport public
- 2 > **Nov@log** pour la logistique

Grands ports maritimes

Ports régionaux

Stations de recharge hydrogène ouvertes

Parcs éolien offshore + projet hydrolien

- > Au large de Courseulles-sur-Mer – 450 MW mise en service prévue pour 2023,
- > Au large de Fécamp – 498 MW – mise en service prévue pour 2023,
- > Au large de Dieppe-le Tréport 496 MW
- > Projet Hydrolien dans le Raz Blanchard

source : Région Normandie.

source : Région Normandie.

Les acteurs des projets

Le Conseil Régional de Normandie (Normandie Énergies), les Conseils départementaux (Caux Seine Développement, CD 50) et Ports de Normandie.

Des industriels

EDF SEI, TK Renables (GB), IZES (Allemagne), Viridian Energy Supply limited, HY Energy, Pure Energy Centre, H2V Industry, GE, HydrognePro, RTE, NEAC Industry, ENGIE, ENEDIS, CEREMA, CHEREAU, Malherbe, TRONICO, CARRIER, TERTU, ETIA, SYMBIO, SERFIM.

Les Syndicats départementaux d'électrification

SDEC, SIEGE 27, SDEM.

Les centres d'études et de recherche

CERREV, Dysolab, Lusac, Greah, Opal Research, IDIT, INSA Rouen, ENSICAEN, CORIA, CNRS, CERTAM, ENSAM, FCLAB.

Les centres de formation

Université de Caen et de Rouen Normandie.
Belfast Metropolitan College (Irlande).

L'ADEME

Les impacts économiques

La Normandie ne veut pas rater le développement de l'énergie hydrogène car la région va produire beaucoup d'électricité. Il sera donc nécessaire de pouvoir, à certains moments, stocker cette énergie.

Le développement de la filière hydrogène s'organise et touche beaucoup de secteurs :

- la mobilité professionnelle : train, bus, voiture, camion et remorque, vélo, bateaux...,
- l'industrie chimique : production d'hydrogène vert à partir de l'électrolyse de l'eau,
- la R&D et l'enseignement.

L'État va engager 7 milliards d'euros dans cette filière pour atteindre 150 000 emplois futurs.



**7 milliards d'euros
engagée dans cette
filiale, 150 000 emplois
futurs attendus**

Les projets en cours

Projet usine hydrogène Air Liquide Normand'Hy

Développé par H2V sous l'accompagnement de RTE, le projet est composé de deux unités de production d'une capacité de 100 MW chacune.

Destinées à la production d'hydrogène vert par électrolyse de l'eau, les nouvelles structures seront implantées sur la zone industrielle de Port-Jérôme, à Saint-Jean-de-Folleville.

Doté d'une technologie à Membrane Échangeuse de Protons (PEM), le site produira 28 000 tonnes d'hydrogène vert par an. L'hydrogène produit sera destiné à des applications industrielles et de mobilité lourde.

H2V Normandy a obtenu, le 10 janvier 2022, l'autorisation préfectorale pour son projet d'implantation des 2 usines. Ce projet est désormais porté par Air Liquide sous le nom Air Liquide Normand'Hy.

Avec une prévision de mise **en service à l'horizon de 2025**, il **représente un investissement total de 250 millions d'euros.**



© H2V

11

LE PROGRAMME RÉGIONAL ET LES CIBLES DE PRÉVENTION EN LIEN AVEC LES EMR

➡ Quel objectif ?

Le programme EMR a pour objectif de contribuer à la prise en compte de la santé et de la sécurité au travail dans le développement de la filière régionale en travaillant en amont sur 3 axes :

- Axe 1 : conception des nouveaux sites industriels.**
- Axe 2 : activités d'exploitation et de maintenance.**
- Axe 3 : formation initiale et continue.**

01. Conception des lieux et des situations de travail (CLST) et suivi des chantiers

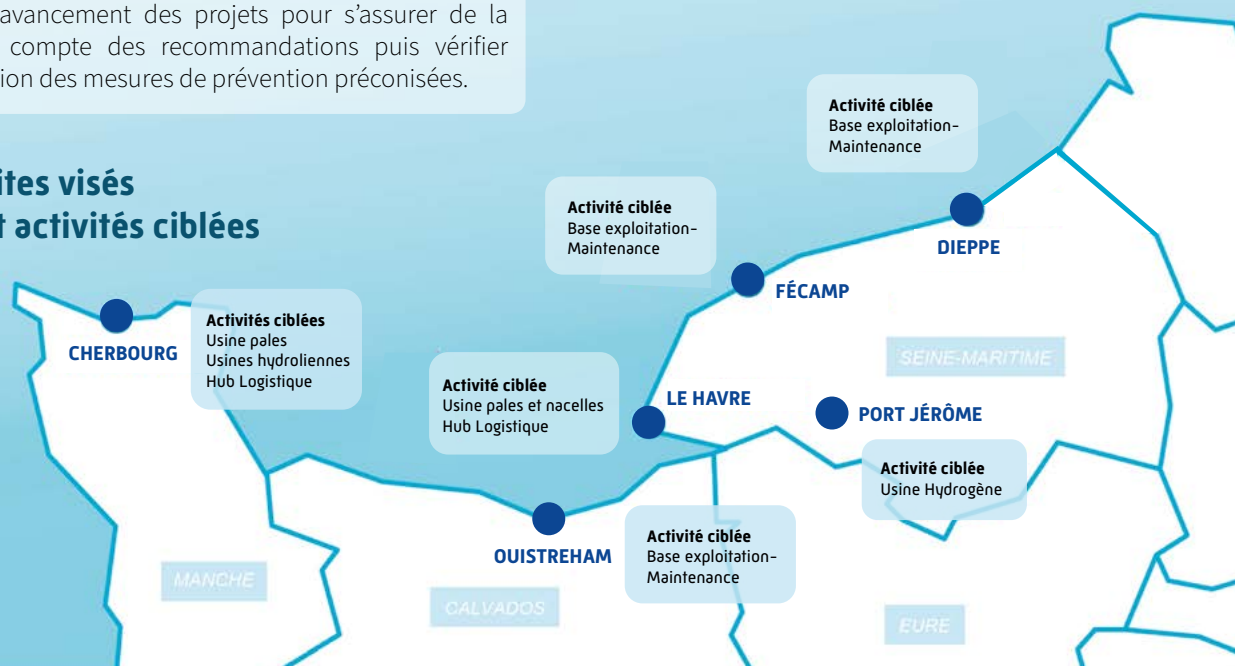
L'analyse prospective, objet de cette brochure, permet d'identifier les projets majeurs de construction d'usines de fabrication et de bases exploitation-maintenance faisant (ou ayant fait) l'objet d'un accompagnement CLST en :

- intervenant en phase avant-projet pour veiller à l'intégration dans le cahier des charges des principes de prévention ,
- suivant l'avancement des projets pour s'assurer de la prise en compte des recommandations puis vérifier l'adéquation des mesures de prévention préconisées.

En parallèle, un suivi est mis en place pour les chantiers de construction de ces différentes usines et sur certains chantiers spécifiques :

- fabrication des fondations gravitaires au Havre pour le parc éolien de **Fécamp**,
- raccordement électrique des parcs éoliens de **Fécamp**, **Courseulles-sur-Mer** et **Dieppe-Le Tréport**.

Sites visés et activités ciblées



02 . Analyse a priori des risques liés aux opérations d'exploitation et de maintenance

Une première approche « théorique » a été réalisée en exploitant diverses études et en s'appuyant notamment sur plusieurs visites et rencontres réalisées en 2018 et 2019. Elle a permis l'élaboration d'une trame de projet de guide et la prévision de déclinaison en fiches opérationnelles.

L'approche reste théorique et il sera indispensable de se recaler sur le démarrage de l'exploitation des champs éoliens de manière à pouvoir s'appuyer sur des observations in situ.

Néanmoins, dans la perspective de pouvoir intervenir sur les sites offshore, la Carsat Normandie a intégré les prérequis nécessaires, en engageant la formation GWO (Global Wind Offshore) pour 2 agents.



03 . La formation initiale et continue

Un travail a été réalisé en 2019 pour identifier les métiers spécifiques impactés dans la filière EMR avec l'objectif de pouvoir se rapprocher des organismes de formation initiale et continue impliqués en région.

Les rencontres avec les organismes de formation ont pour objectif de faire le point sur :

- les choix opérés pour une approche des risques professionnels dans les connaissances transmises aux élèves ou stagiaires ou opérateurs à la fois en formation et sur les périodes d'immersion en entreprise,
- l'accompagnement possible par la Direction des Risques Professionnels dans cette transmission de connaissances via la mise à disposition ou la co-construction d'outils et la formation des intervenants.

Un certain nombre d'actions sont engagées dans cet objectif, notamment avec :

- **l'AFPA de Caen** : convention sur 2 métiers (Technicien de matériaux composites – Technicien supérieur de maintenance d'éoliennes),
- **le Lycée Maupassant/Descartes de Fécamp** : BTS Maintenance des Systèmes – Option Systèmes Éoliens,
- l'accompagnement à la certification GWO (**partenariat GRETA, Lycée Descartes/Maupassant et Lycée Maritime Anita Conti**),
- **l'INRS** (SPOC Enseignement supérieur : modules de formation pour public d'ingénieurs qui s'appuie sur diverses situations professionnelles du secteur de l'éolien),
- **les industriels** : offre d'accompagnement pour l'approche des risques professionnels et la « prévention des interférences EE/EU ».



Bibliographie

Sites internet

- [Syndicat des Energies Renouvelables](#)
- [France Energie Eolienne](#)
- [France Energies Marines](#)
- [G+ - Global Offshore Wind Health and Safety Organisation](#)
- [DREAL Normandie](#)
- [Ministère de la transition écologique – Eoliennes en mer en France](#)
- [Région Normandie](#)
- [CMN-Group](#)
- [Hydroquest](#)
- [Connaissances des énergies](#)
- [Parc éolien en mer du Calvados](#)
- [Parc éolien en mer de Fécamp](#)
- [Parc éolien en mer Dieppe-Le Tréport](#)
- [Simec Atlantis](#)
- [Energies de la mer](#)



© Chantiers de l'Atlantique / Bernard Biger.

Assurer la retraite. Protéger la santé.

La Carsat Normandie appartient au régime général de la Sécurité Sociale. Elle intervient dans les domaines de la santé et de la retraite auprès des salariés, des retraités et des entreprises de Normandie.

www.carsat-normandie.fr



**l'Assurance
Maladie**
RISQUES PROFESSIONNELS

VOTRE INTERLOCUTEUR EN RÉGION

Carsat Retraite
& Santé
au travail
Normandie