

# Projet éolien en mer de la Baie de Saint-Brieuc

## LE DOSSIER du maître d'ouvrage

Débat public mars-juillet 2013



**Ailes Marines S.A.S.**  
créée par

**eole  
res**

 **IBERDROLA**



# Édito



**Emmanuel ROLLIN**

Ailes Marines, Directeur de projet  
Projet éolien en mer  
de la Baie de Saint-Brieuc

Dans une époque où la situation de l'emploi est préoccupante, la France fait face à une opportunité historique : la possibilité de créer sur son territoire une nouvelle filière industrielle, liée à l'éolien en mer. Tel est le principal objectif de l'appel d'offres lancé par le gouvernement en 2011, pour lequel Ailes Marines a été lauréat pour le développement, la construction et l'exploitation d'un parc éolien en mer en Baie de Saint-Brieuc.

Ailes Marines, ses partenaires industriels et ses principaux fournisseurs ont intégré cet objectif. L'une des priorités du projet présenté dans ce dossier est de participer activement à la création de cette filière industrielle, porteuse d'emplois, en y associant notamment les acteurs bretons : installations portuaires, entreprises de toutes tailles, organismes de formation, etc. Les actionnaires d'Ailes Marines, IBERDROLA et EOLE-RES, deux acteurs majeurs des énergies renouvelables offrent, grâce à leurs nombreux projets au-delà des frontières de l'Hexagone, de larges perspectives pour une filière exportatrice.

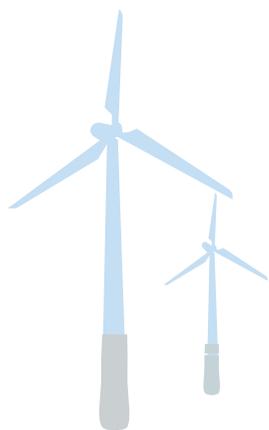
Mais les enjeux du projet ne sont pas seulement d'ordre économique et industriel. Pour répondre au défi énergétique et climatique, la France a défini un plan ambitieux de développement des énergies renouvelables. Le projet de la Baie de Saint-Brieuc fait partie de ce plan et participera tant à la réduction des gaz à effet de serre, qu'à l'indépendance énergétique du pays. La localisation du projet en Bretagne, véritable péninsule électrique, le rend d'autant plus stratégique. Élément clé du Pacte électrique breton, le futur parc éolien permettra de sécuriser l'alimentation électrique de la Région.

Autre enjeu de taille, le projet éolien en mer de la Baie de Saint-Brieuc se doit d'être intégré dans son territoire. C'est l'objectif recherché par Ailes Marines depuis le début du développement. Au-delà des études réalisées ou en cours, notre démarche est basée sur une large concertation qui a permis de construire un projet prenant en compte, autant que possible, les besoins et les attentes des acteurs concernés. C'est un projet que nous voulons respectueux de l'environnement et des usagers de la mer.

En complément des enseignements de la concertation menée par Ailes Marines, le débat public permettra à chacun de s'informer, de s'exprimer, de dialoguer, pour finalement enrichir encore plus le projet. Ce débat public éclairera les responsables de l'entreprise sur les suites à donner et lors des choix à opérer.

Nous invitons les citoyens, élus, usagers de la mer, acteurs économiques, sociaux et associatifs à participer nombreux à ce débat. Nous les remercions par avance pour leur contribution. Nous sommes convaincus que ce débat sera constructif et fructueux.

# Sommaire



## Avant-propos

p. 6

## Chapitre 1

### ■ Pourquoi un parc éolien en mer en Baie de Saint-Brieuc ?

p. 10

#### 1 ■ Trouver une solution durable aux urgences énergétiques et climatiques

p. 12

1-1 La production d'énergie : le défi de demain

p. 12

1-2 La lutte contre les gaz à effet de serre : un impératif planétaire

p. 15

1-3 Le choix des énergies renouvelables en France

p. 16

#### 2 ■ L'éolien en mer : pour une croissance industrielle et économique

p. 18

2-1 L'éolien et les autres modes de production d'énergie électrique

p. 18

2-2 En Europe, l'éolien en mer prouve son efficacité

p. 24

2-3 L'éolien en mer : l'essor d'une filière industrielle

p. 25

#### 3 ■ Un projet d'énergie renouvelable pour la Bretagne

p. 27

3-1 Résoudre la dépendance énergétique en Bretagne

p. 27

3-2 Un territoire tourné vers la mer

p. 31

3-3 Le développement d'un projet éolien en mer en Baie de Saint-Brieuc : un choix raisonné et concerté

p. 32

## Chapitre 2

### ■ La définition du projet

p. 38

#### 1 ■ Le diagnostic socio-économique, environnemental et paysager de la Baie

p. 40

1-1 La Baie de Saint-Brieuc : un espace maritime fréquenté

p. 41

1-2 Les servitudes aériennes

p. 48

1-3 Les données environnementales et paysagères du périmètre du projet

p. 48

#### 2 ■ Les caractéristiques du projet

p. 55

2-1 La conciliation des enjeux techniques, socio-économiques, environnementaux et paysagers

p. 55

2-2 Une implantation équilibrée et respectueuse des activités existantes et des enjeux environnementaux

p. 56

2-3 Le choix des éoliennes

p. 59

2-4 Le choix des fondations

p. 60

2-5 Un plan de câblage optimisé en mer

p. 63

2-6 Le mât de mesure météorologique

p. 65

#### 3 ■ Le coût et le financement du projet

p. 66

3-1 Un investissement de 2 milliards d'euros

p. 66

3-2 Le financement du projet

p. 67

#### 4 ■ Le prix d'achat de l'électricité produite par le parc

p. 68

4-1 Un prix d'achat garanti

p. 68

4-2 Le prix d'achat, critère d'attribution de l'offre

p. 68

4-3 Le rôle de la Contribution au Service Public de l'Électricité

p. 69

## Chapitre 3

■ Le projet <b>en phases de fabrication et d'installation</b>	<b>p. 70</b>
<b>1■ Un plan industriel pour la Bretagne et le Grand Ouest</b>	<b>p. 72</b>
1•1 Des éoliennes « made in France » pour le projet de Saint-Brieuc	p. 72
1•2 La fabrication des fondations jacket et de la sous-station électrique	p. 74
1•3 La fabrication des câbles électriques du parc	p. 76
1•4 Le développement d'une filière industrielle pérenne et exportatrice	p. 76
<b>2■ L'installation du parc éolien en mer</b>	<b>p. 77</b>
2•1 De l'installation des pieux à la mise en service du parc	p. 77
2•2 Le choix des navires d'installation	p. 78
<b>3■ Les retombées socio-économiques générées en phases de fabrication et d'installation</b>	<b>p. 80</b>
3•1 Un projet porteur d'emplois	p. 80
3•2 Un dispositif emploi-formation concerté avec les acteurs locaux	p. 80
3•3 Une contribution aux efforts de recherche et développement de la filière	p. 81
<b>4■ Garantir des conditions de sécurité optimales en phase d'installation</b>	<b>p. 82</b>
4•1 Les procédures liées à la sécurité en mer	p. 82
4•2 Sécuriser la navigation maritime en phase d'installation	p. 83
<b>5■ La prise en compte des activités existantes et de l'environnement</b>	<b>p. 85</b>
5•1 Les mesures liées aux activités existantes et aux usages de la mer	p. 85
5•2 Les impacts potentiels sur l'environnement	p. 87

## Chapitre 4

■ Le projet <b>en phase d'exploitation</b>	<b>p. 92</b>
<b>1■ Le suivi de production et la maintenance du parc : un levier de développement socio-économique</b>	<b>p. 94</b>
1•1 Le suivi de production et la maintenance du parc éolien en mer	p. 94
1•2 Le port de maintenance en Baie de Saint-Brieuc	p. 95
1•3 La création d'emplois pérennes en Bretagne	p. 96
1•4 La formation et la qualification des futurs techniciens de maintenance	p. 97
<b>2■ La sécurité du parc éolien en phase d'exploitation</b>	<b>p. 98</b>
2•1 Le dispositif maritime et aérien de balisage et de signalisation du parc éolien	p. 98
2•2 Les effets potentiels du parc éolien sur les couvertures radioélectriques	p. 100
2•3 Les mesures spécifiques envisagées pour les moyens de recherche et de sauvetage en mer	p. 100
<b>3■ Un projet compatible avec les activités humaines</b>	<b>p. 102</b>
3•1 Le trafic maritime	p. 102
3•2 Les activités de pêche professionnelle	p. 102
3•3 La plaisance et les activités nautiques	p. 104
3•4 La diversification de l'offre touristique	p. 104
3•5 Les retombées fiscales nouvelles et pérennes	p. 105
<b>4■ L'intégration des enjeux environnementaux et paysagers</b>	<b>p. 106</b>
4•1 La préservation de l'environnement marin en phase d'exploitation	p. 106
4•2 L'optimisation paysagère	p. 111
4•3 Synthèse des impacts en phase d'exploitation	p. 114
4•4 L'évaluation des impacts potentiels sur l'environnement marin en phase de démantèlement	p. 115

## Chapitre 5

■ <b>L'après débat public</b> et le calendrier du projet	<b>p. 116</b>
<b>1■ La décision d'Ailes Marines sur la poursuite du projet</b>	<b>p. 118</b>
<b>2■ Une concertation et une information continues jusqu'au démantèlement du parc</b>	<b>p. 119</b>
<b>3■ La poursuite des études</b>	<b>p. 120</b>
<b>4■ Le calendrier prévisionnel du projet jusqu'au démantèlement</b>	<b>p. 120</b>

## Annexes

<b>Décision de la CNDP</b>	<b>p. 122</b>
<b>Glossaire et liste des sigles</b>	<b>p. 123</b>
<b>Liste des personnes rencontrées</b>	<b>p. 128</b>
<b>Liste des études</b>	<b>p. 130</b>



## Un maître d'ouvrage, des compétences complémentaires

IBERDROLA et EOLE-RES ont créé un consortium en partenariat avec AREVA, TECHNIP et NEOEN Marine pour répondre à l'appel d'offres, lancé par l'État en 2011, portant sur des installations éoliennes en mer en France métropolitaine. Lauréats en avril 2012 pour le projet de parc éolien en mer de la Baie de Saint-Brieuc, IBERDROLA et EOLE-RES ont décidé de constituer une société par action simplifiée (SAS), dénommée Ailes Marines, détenue respectivement à 70 % et 30 %, en charge du développement, de la construction et de l'exploitation du parc.

### Les deux porteurs de projet

IBERDROLA et EOLE-RES bénéficient d'une grande expérience sur des projets renouvelables à travers le monde, dont un nombre significatif de projets éoliens en mer.

IBERDROLA	EOLE-RES
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Producteur et fournisseur d'énergie</li> <li>– Groupe international implanté dans 40 pays, 30 000 employés, 46 300 MW de puissance installée</li> <li>– Leader mondial du secteur éolien avec 14 300 MW de puissance installée (septembre 2012)</li> <li>– Acteur majeur de la filière éolienne en mer en Europe, avec plus de 12 500 MW de portefeuille de projets</li> <li>– Acteur historique de l'éolien terrestre en France</li> <li>– Forte implication dans la recherche en matière d'énergies marines renouvelables en Europe (projets pilotes : houlomoteur, hydrolienne, éolienne flottante, etc.)</li> <li>– Siège de la filiale française d'IBERDROLA à Paris, une antenne à Rennes et bientôt à Saint-Brieuc</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Développeur et opérateur en énergies renouvelables</li> <li>– Groupe issu du rapprochement d'Eole Technologie (développement de parcs éoliens depuis 1995) et de Renewable Energy Systems (RES)</li> <li>– Forte expérience du groupe RES dans le secteur des énergies renouvelables depuis 30 ans (développement, ingénierie, construction, exploitation et maintenance des projets d'énergie renouvelable)</li> <li>– Présence importante dans l'éolien en mer au Royaume-Uni, notamment en mer d'Irlande (4 000 MW en projet)</li> <li>– En France, 420 MW d'énergies renouvelables installés (éolien et solaire) et 3 000 MW en projet</li> <li>– Siège d'EOLE-RES à Avignon, des antennes à Paris, Lyon, Dijon, Bordeaux et bientôt à Saint-Brieuc</li> </ul>

IBERDROLA et EOLE-RES collaborent sur des projets éoliens terrestres en France, depuis 2007. Grâce à cette expérience, les deux entreprises ont été en mesure de constituer une équipe projet intégrée pour Saint-Brieuc, conjuguant les compétences et l'expertise des deux groupes.

### Les partenaires et principaux fournisseurs du consortium

Pour mener à bien son projet, IBERDROLA et EOLE-RES ont réuni 3 partenaires :

- > un grand industriel français de l'énergie : AREVA, en charge de la fabrication et de la maintenance de l'ensemble des éoliennes du futur parc<sup>(1)</sup> ;
- > un spécialiste français des travaux complexes en mer : TECHNIP, en charge de l'installation du parc éolien en mer<sup>(1)</sup> ;
- > un développeur français historique de l'éolien en mer : NEOEN MARINE, qui apporte sa connaissance du territoire et des parties prenantes du projet.

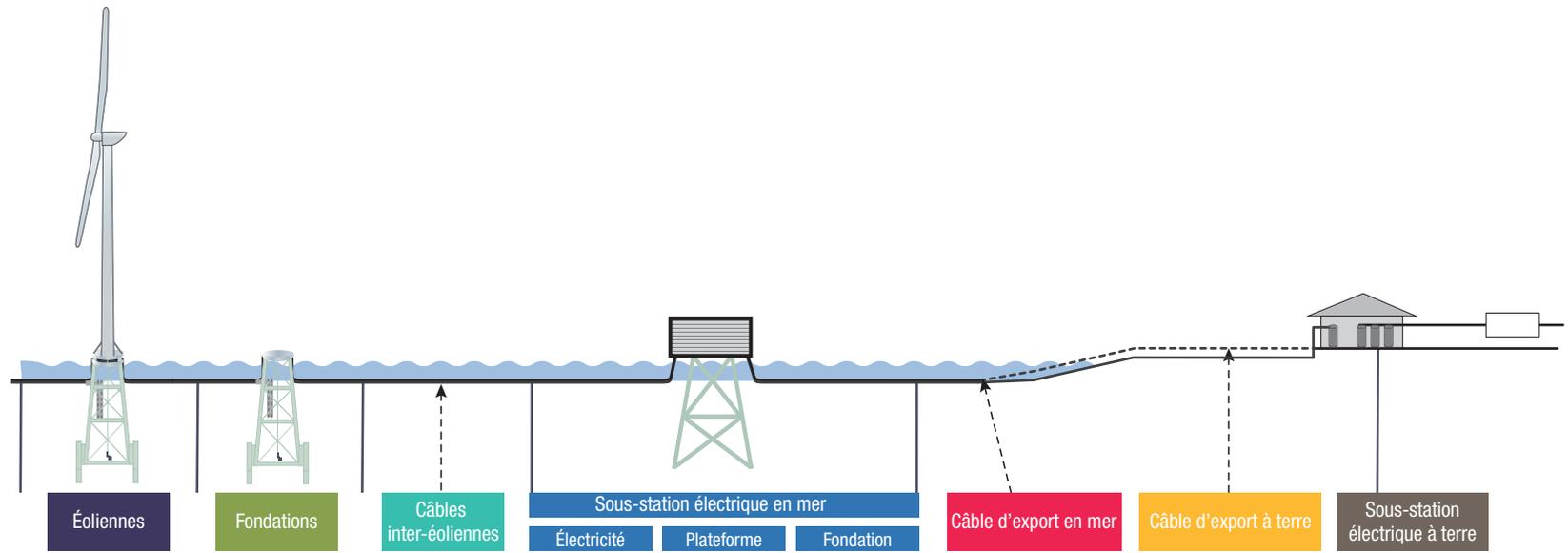
Aux partenaires présentés ci-dessus s'ajoutent 2 fournisseurs français majeurs : Eiffage et STX, pour la fabrication des fondations et de la sous-station électrique en mer.

Le consortium considère que l'association des compétences, des expertises industrielles, des savoir-faire et des retours d'expériences de ces entreprises offre la palette de ressources nécessaires au projet de Saint-Brieuc.

**La coopération d'IBERDROLA et d'EOLE-RES avec leurs partenaires industriels participe concrètement au développement d'une filière française compétitive à l'export, pérennisant ainsi les emplois au-delà du seul projet de Saint-Brieuc (Cf. Chapitre 1, p. 35).**

<sup>(1)</sup> Voir à ce titre les Chapitres 3 et 4.

## Les partenaires industriels et les principaux fournisseurs d'Ailes Marines



Conception	AREVA	stx France EIFFAGE	À définir	ALSTOM	stx France EIFFAGE	stx France EIFFAGE
Fabrication	AREVA	stx France EIFFAGE	À définir	ALSTOM	stx France EIFFAGE	stx France EIFFAGE
Installation en mer	Technip	Technip	Technip	Technip	Technip	Technip
Mise en service	AREVA	Technip	Technip	stx France EIFFAGE	stx France EIFFAGE	stx France EIFFAGE
Suivi de production et maintenance	IBERDROLA RES AREVA	DCNS	IBERDROLA RES	IBERDROLA RES	IBERDROLA RES	DCNS
Démantèlement	IBERDROLA Technip RES					

Rte

Réseau de transport d'électricité

L'exploitant du réseau français sera responsable jusqu'à la sous-station en mer

## AREVA

- Groupe français, leader mondial des solutions de production d'énergie à faibles émissions de CO<sub>2</sub>.
- Numéro un mondial du nucléaire et leader des solutions pour la production d'énergies renouvelables : éolien en mer, solaire thermique à concentration, biomasse et hydrogène comme solution de stockage d'énergie.
- Un des trois premiers acteurs mondiaux de l'éolien en mer, grâce à la technologie éprouvée de sa plateforme éolienne M5000, spécialement conçue pour l'éolien en mer :
  - premier prototype installé à terre dès 2004 ;
  - six éoliennes en fonctionnement depuis 2009 sur le premier parc éolien allemand en mer alpha ventus ;
  - 120 éoliennes supplémentaires installées en mer à l'horizon 2014, renforçant encore le retour d'expérience sur la production de série, l'installation et la maintenance des éoliennes.

Fort de cette expertise, AREVA pourra déployer, en France, un plan industriel ambitieux, en construisant au Havre deux usines pour la production des nacelles et des pales, un banc d'essai à pleine puissance et une base logistique. Le plan de déploiement du groupe permettra d'associer un réseau de partenaires industriels à travers le territoire français, tout particulièrement dans le Grand Ouest.

## TECHNIP

- Groupe français, leader mondial du management de projets, de l'ingénierie et de la construction pour l'industrie de l'énergie en mer.
- Implanté dans 48 pays, sur tous les continents.
- Équipé d'une flotte de navires spécialisés dans l'installation de flexibles et ombilicaux et la construction sous-marine.
- Doté d'une division dédiée, TECHNIP Offshore Wind, créée en 2011, pour proposer des services spécialisés dans l'installation d'éoliennes en mer.
- Avec l'ambition de devenir un acteur majeur sur le marché de l'éolien en mer :
  - installation pour Statoil de Hywind, première éolienne flottante de taille industrielle ;
  - chef de file du projet Vertiwind, technologie innovante d'éolienne flottante ;
  - acquisition de Subocean Group, société qui a réalisé 50 % des installations de câbles de parcs éoliens en mer en cours d'activité en Grande-Bretagne.

TECHNIP est aujourd'hui impliqué dans des projets structurants dans le secteur de l'éolien en mer, comme le Centre européen de développement de l'éolien offshore (European Offshore Wind Development Centre – EOWDC) ou AREG (Aberdeen Renewable Energy Group). Au niveau national, TECHNIP est membre fondateur de France Énergies Marines (Brest) et de l'association WIN.

## NEOEN MARINE

- Société française créée sous l'égide de NEOEN.
- Reconnue pour son expertise en matière de développement de projets industriels d'énergie marine renouvelable dans le respect des enjeux territoriaux.
- Liée à la Caisse des Dépôts et Consignations, entrée à son capital en avril 2011 dans le but de créer conjointement un véhicule de développement de projets d'énergies marines en France.
- Auteur dès 2007 d'une analyse détaillée des zones du littoral français se prêtant au développement de parcs éoliens en mer.

Dans ce cadre, NEOEN MARINE a participé activement à la concertation menée par les services de l'État pour la définition des zones propices à l'éolien en mer afin de faire émerger des projets pérennes, tel que celui de Saint-Brieuc.



### **Le débat public, un moment clé dans la vie d'un projet**

Créée par les lois « Barnier » du 2 février 1995 et « Démocratie et proximité » du 27 février 2002<sup>(1)</sup>, la procédure de débat public permet à chacun de s'informer, de s'exprimer et de débattre sur l'opportunité et les principales caractéristiques d'un projet.

La Commission Nationale du Débat Public (CNDP) est une autorité administrative indépendante chargée d'organiser la procédure du débat public sur les projets dont elle est saisie. Cette saisine est obligatoire, dans le cas des projets d'équipements industriels dont le coût prévisionnel est supérieur à 300 millions d'euros<sup>(2)</sup>. La CNDP décide de l'opportunité d'organiser un débat public ou une concertation sur les projets et détermine les modalités des échanges.

En raison des exigences stipulées dans le cahier des charges et du coût prévisionnel du projet de la Baie de Saint-Brieuc, Ailes Marines a saisi la CNDP. Celle-ci a décidé de l'organisation d'un débat public, par décision du 5 septembre 2012 et en a confié l'animation à une Commission Particulière du Débat Public (CPDP).

### **Qu'est ce qu'un dossier du maître d'ouvrage ?**

Débattre et discuter des objectifs et des caractéristiques techniques d'un projet nécessite d'être informé. C'est l'objectif du dossier du maître d'ouvrage. Il fournit au public une synthèse des connaissances dont dispose le maître d'ouvrage sur son projet, au moment de la rédaction du dossier.

#### LE MAÎTRE D'OUVRAGE

**Le maître d'ouvrage est celui pour le compte duquel est exécuté un ouvrage qu'il utilise ou exploite. Il s'assure de la conception et de la faisabilité du projet, définit le processus de réalisation et le finance. Ailes Marines est le maître d'ouvrage du projet éolien en mer de la Baie de Saint-Brieuc.**

<sup>(1)</sup> Loi n° 95-101 du 2 février 1995 relative au renforcement de la protection de l'environnement; loi n° 2002-276 du 27 février 2002 relative à la démocratie de proximité.

<sup>(2)</sup> Articles L. 121-8 et R. 121-2 du Code de l'environnement.



/// Pointe de Plouézec



## Chapitre 1

# **Pourquoi un parc éolien en mer** *en Baie de Saint-Brieuc ?*

1. Trouver une solution durable aux urgences énergétiques et climatiques
2. L'éolien en mer: pour une croissance industrielle et économique
3. Un projet d'énergie renouvelable pour la Bretagne



*P*our la plupart des États de la planète comme pour une grande partie de la communauté scientifique internationale, le temps des divergences de points de vue est dépassé face à la menace du réchauffement climatique. Pour les pays non producteurs (de pétrole ou de gaz), les ambitions mondiales de réduction de gaz à effet de serre rejoignent l'objectif de réduire la consommation et les importations de pétrole, de gaz naturel et de charbon afin d'assurer l'indépendance énergétique.

Après avoir rappelé les principaux enjeux climatiques et énergétiques planétaires, ce chapitre présente les engagements européens et nationaux en matière d'énergies renouvelables fixés à l'horizon 2020 (**partie 1**). C'est au regard de ces nouveaux objectifs et des atouts du « modèle éolien » en termes de croissance industrielle et économique (**partie 2**), que l'État a lancé un appel d'offres portant sur la construction d'un parc éolien en mer en Baie de Saint-Brieuc. Il s'agit d'un projet adapté à la situation de « péninsule électrique » de la Bretagne. Avant même sa désignation comme lauréat, Ailes Marines a rencontré l'ensemble des acteurs bretons et costarmoricains pour construire un projet de production d'énergie, mais aussi un « projet de territoire » (**partie 3**).



# 1. Trouver une solution durable aux urgences énergétiques et climatiques

*L'épuisement programmé du pétrole et du gaz naturel, l'augmentation constante du prix de ces deux ressources fossiles et leur forte contribution à l'émission croissante des gaz à effet de serre plaident pour un plus grand recours aux énergies alternatives et renouvelables.*

## 1-1 La production d'énergie: le défi de demain

### 1-1-1 La raréfaction des sources d'énergies

Près de 80 % de la consommation énergétique mondiale (transport, industries, chauffage)<sup>(1)</sup> est issue des énergies fossiles. Pourtant, les réserves de pétrole, de gaz et de charbon sont limitées<sup>(2)</sup> :

- > l'épuisement des réserves prouvées de pétrole sera effectif à l'horizon 2050;
- > les réserves de gaz s'épuiseront une vingtaine d'années plus tard, vers 2070.

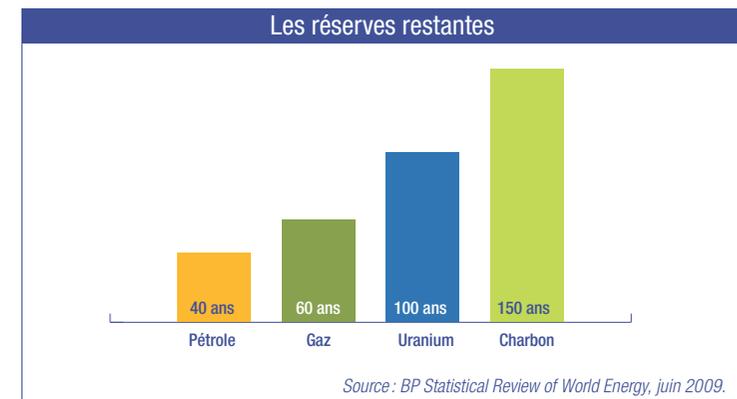
### LE SAVIEZ-VOUS?

### POURQUOI ÉNERGIES « FOSSILES » ?

Le pétrole, le gaz naturel et le charbon sont qualifiés d'énergies fossiles, car elles sont le produit, piégé dans des formations géologiques, de la décomposition de matières organiques, au terme d'un processus de plusieurs dizaines de millions d'années.

Elles ne sont pas identifiées comme des énergies renouvelables, car la reconstitution de leurs stocks nécessite un temps très long.

À noter: le pétrole, le gaz naturel et le charbon sont qualifiés d'énergies « conventionnelles » en raison de leur utilisation historique. À l'inverse, le gaz de schiste, d'exploitation récente aux États-Unis notamment, est une énergie considérée comme « non conventionnelle ». Que les énergies fossiles soient conventionnelles ou non conventionnelles, leur combustion est productrice de gaz à effet de serre.



De son côté, le charbon ne pourra continuer à être exploité qu'au prix d'un impact environnemental croissant.

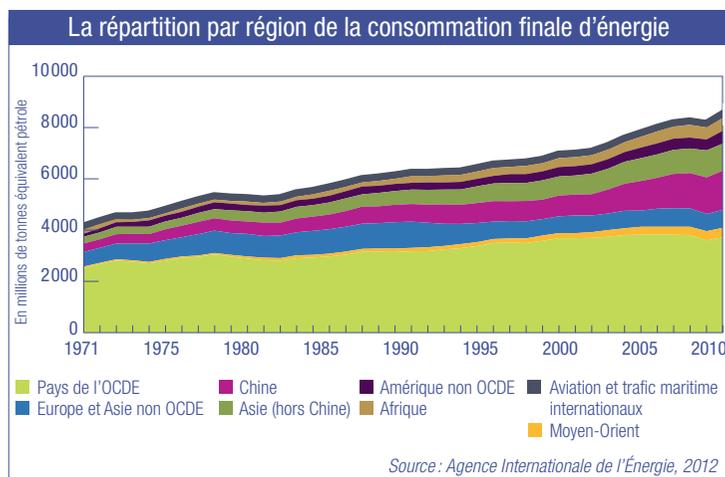
Enfin, l'uranium, élément minéral dont la fission permet la réaction nucléaire, ne bénéficie plus que d'un siècle de réserves<sup>(3)</sup>.

### Une croissance de la demande d'énergie

En raison de la forte croissance de la population mondiale, du développement industriel et de l'évolution des modes de vie, la demande d'énergie est en forte expansion ces dernières décennies.

D'après le scénario de référence de l'Association Internationale de l'Énergie

(AIE)<sup>(4)</sup>, la demande mondiale en énergie devrait croître de 40 % entre 2007 et 2030. La consommation des pays émergents d'Asie, suivie de celle du Moyen-Orient, seront les principales causes de cette augmentation. L'électricité et les transports devraient être les secteurs pour lesquels la demande d'énergie va augmenter le plus rapidement, au niveau mondial, d'ici à 2030.



### En France et en Europe: hausse des prix et dépendance énergétique

La consommation d'énergie primaire des pays de l'Union européenne (UE) représente 20 %<sup>(5)</sup> de la consommation mondiale. Elle augmente de 1 à 2 % par an environ. La France consomme 15 % de l'énergie primaire consommée dans l'UE<sup>(6)</sup>. Parallèlement, les prix du pétrole et du gaz augmentent fortement depuis les années 2000. Cette hausse de prix supportée par les consommateurs s'accompagne d'une accentuation de dépendance de la France vis-à-vis des pays fournisseurs.

<sup>(1)</sup> Source: AIE, Key World Energy statistics, 2009.

<sup>(2)</sup> Source: BP Statistical Review of World Energy, juin 2009.

<sup>(3)</sup> Source: Rapport Global Uranium Supply Ensured for Long Term, Agence de l'OCDE pour l'Énergie Nucléaire (AEN) et AIEA (Agence internationale pour l'Énergie Atomique), juillet 2012.

<sup>(4)</sup> Source: AIE, World Energy Review – 2006, 2007.

<sup>(5)</sup> Source: Eurostat/Chiffres clés de l'AIE – 2011.

<sup>(6)</sup> Source: Les chiffres clés de l'énergie - Édition 2011, Commissariat général au développement durable.

## LA DÉPENDANCE ÉNERGÉTIQUE DE LA FRANCE

Le pétrole représente plus de 80 % de la facture énergétique française devant le gaz (19 %).

En 2008, la facture énergétique française s'est élevée à 59,2 milliards d'euros<sup>(1)</sup>. En 2011, le montant payé par la France pour ses importations d'énergie a atteint 61,4 milliards d'euros<sup>(1)</sup>, soit quatre fois plus qu'il y a vingt ans. L'énergie est devenue aujourd'hui le premier facteur du déficit commercial français.

<sup>(1)</sup> En euros constants. Source: Le bilan énergétique de la France en 2011, Commissariat général au développement durable.

### 1-1-2 De l'énergie à l'électricité: la situation française

#### Une hausse de la consommation d'électricité en France

En France, l'électricité représente 42 % de la consommation globale d'énergie. La consommation d'énergie électrique a tendance à augmenter plus vite que celles des autres énergies :

- > l'augmentation de la consommation des ménages approche les 7 % par an depuis 2001<sup>(7)</sup> ;
- > chaque pic de consommation relevé par le gestionnaire du réseau d'électricité Réseau de Transport d'Électricité (RTE) ces 6 dernières années est supérieur au précédent.

Notons que ce sont les secteurs industriels et résidentiels (et non celui des transports) qui sont les plus gros consommateurs d'électricité (Cf. schéma ci-après et Chapitre 1, p. 27 pour la situation bretonne).

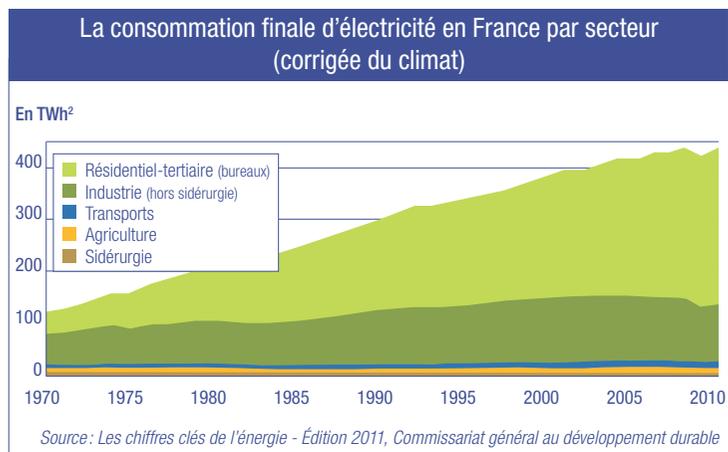
<sup>(7)</sup> Source: RTE.

## LE SAVIEZ-VOUS ?

### LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE PRIMAIRE ET FINALE

Selon l'Insee, l'énergie primaire correspond à l'ensemble des produits énergétiques non transformés, exploités directement ou importés (pétrole brut, gaz naturel, combustibles minéraux solides, biomasse, rayonnement solaire, énergie hydraulique, énergie du vent, géothermie et énergie tirée de la fission de l'uranium). La consommation d'énergie primaire est donc la consommation d'énergie non transformée après extraction ou production.

La consommation d'énergie finale est, quant à elle, l'énergie disponible pour le consommateur final (exemple: essence à la pompe, électricité au foyer ou en entreprise, etc.). Sont donc exclues, par rapport à l'énergie primaire, les pertes liées à la distribution (exemple: perte en ligne) ou à la transformation (exemple: production d'énergie à partir de charbon).



**Note :** la consommation corrigée du climat correspond à la consommation finale d'électricité, corrigée des variations de température et des particularités calendaires (années bissextiles). Ainsi corrigées, les consommations sont comparables d'une année sur l'autre, car non dépendantes de l'aléa climatique<sup>(1)</sup>.

### Le « mix énergétique » français

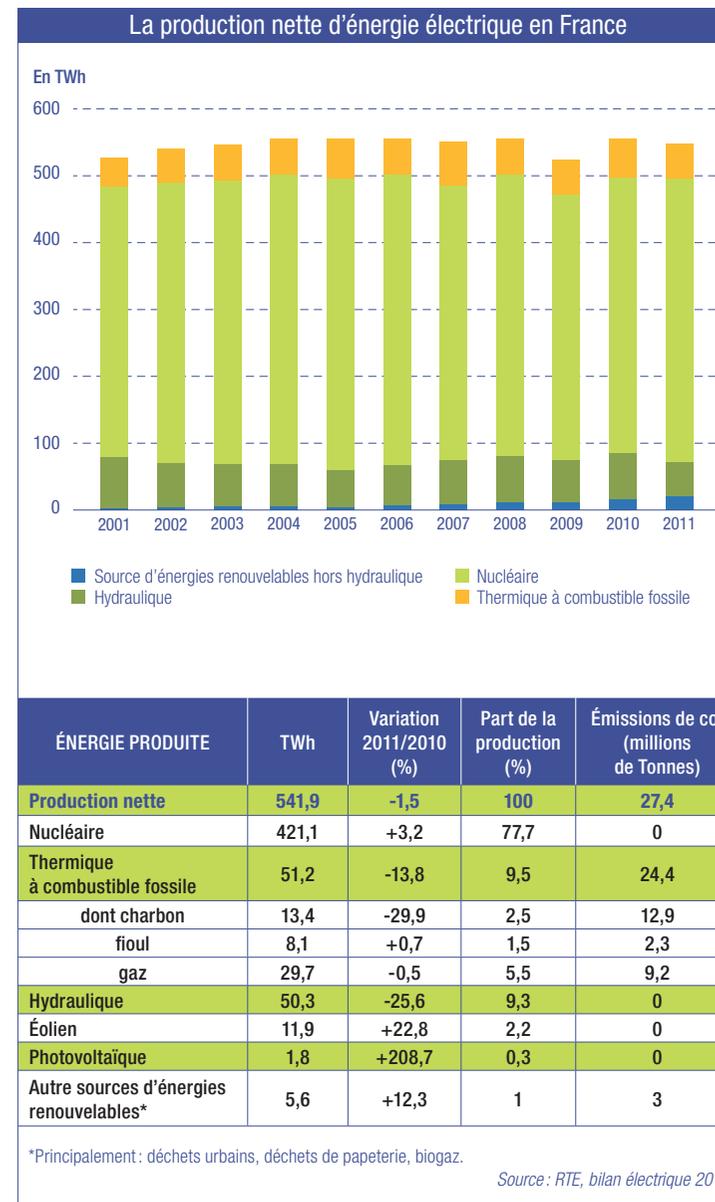
**Le mix énergétique est la proportion des différentes sources d'énergies primaires consommées (renouvelables, minérales, fossiles) dans la production globale d'énergie.**

S'agissant précisément de la production électrique française, en France, en 2011, elle est à 77,7 % d'origine nucléaire, à 9,5 % d'origine thermique dit « classique » (c'est-à-dire que l'électricité est produite à partir des combustibles fossiles), à 9,3 % d'origine hydraulique et à 2,2 % d'origine éolienne terrestre (voir schéma ci-après)<sup>(2)</sup>. Le reste est réparti entre les autres sources d'énergies renouvelables.

L'augmentation de la production d'électricité à partir d'énergies renouvelables doit permettre **d'accroître la diversification et la sécurisation du « mix énergétique » français**. Elle vise également à **assurer une diminution des émissions de gaz à effet de serre et à une réduction de la dépendance énergétique nationale.**

<sup>(1)</sup> Source : Observatoire de l'industrie électrique.

<sup>(2)</sup> Source : RTE, Bilan électrique 2011.



## LE SAVIEZ-VOUS?

### LES GAZ À EFFET DE SERRE

L'effet de serre est d'abord un phénomène naturel. Présents en petite quantité dans l'atmosphère, certains gaz comme le dioxyde de carbone, la vapeur d'eau ou le méthane retiennent une large part de l'énergie solaire renvoyée vers l'espace par la Terre. Ce faisant, ils maintiennent l'atmosphère à une température moyenne d'environ 15 °C. Or, le développement des activités humaines accroît la quantité de gaz à effet de serre, avec pour conséquence une augmentation de la température à la surface du globe et un risque d'importants changements climatiques sur la planète<sup>(1)</sup>. Les principales sources de gaz à effet de serre dues à l'homme sont la combustion d'énergies fossiles (charbon, gaz, pétrole), l'agriculture, le changement d'affectation des sols (déforestation) ainsi que l'utilisation de certains gaz industriels<sup>(2)</sup>.

<sup>(1)</sup> Source : Ademe.

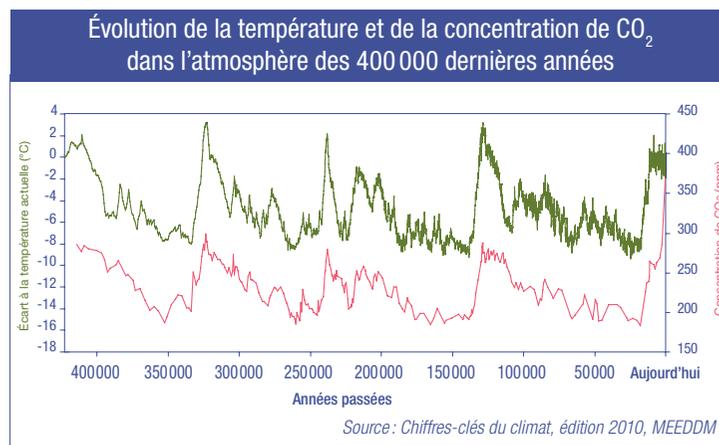
<sup>(2)</sup> Source : Agence Européenne pour l'Environnement, 2011.

## 1-2 La lutte contre les gaz à effet de serre: un impératif planétaire

### 1-2-1 Le réchauffement climatique mondial est tangible et mesurable

#### Une évolution sensible des températures

L'élévation moyenne de la température du globe au XX<sup>e</sup> siècle a été estimée à 0,74°C, selon le Groupe international des experts du climat (GIEC) dans son quatrième rapport (2007). Quels que soient les modèles statistiques retenus, la communauté scientifique n'envisage pas de réduction du processus de réchauffement au cours du XXI<sup>e</sup> siècle. D'après le GIEC, si aucune politique énergétique volontariste n'est mise en place, les températures mondiales pourraient encore connaître une augmentation de 1,8 à 4,0°C d'ici à 2100<sup>(3)</sup> (hypothèse confirmée par le rapport 2012 de la Banque mondiale<sup>(4)</sup>).



#### Le changement climatique a un coût

Au-delà des conséquences à long terme attendues du réchauffement climatique (migrations des populations, bouleversements agricoles, événements météorologiques violents), son coût était évalué à un montant compris entre 1 100 milliards et plus de 4 000 milliards d'euros par an en 2006<sup>(5)</sup>. À titre d'exemple, dans le domaine de la santé, ce sont 500 millions d'euros<sup>(6)</sup> qui sont mobilisés, en France, pour chaque événement caniculaire similaire à celui connu en 2003.

## LE GIEC, PLUS DE 20 ANS D'EXISTENCE

En 1988, l'Organisation des Nations unies (ONU) a constitué un groupe intergouvernemental d'experts, le GIEC, afin d'étudier finement la réalité du changement climatique et d'en comprendre les causes. Plus de 2 500 scientifiques issus de 130 pays ont participé à la rédaction de son quatrième rapport (2007). Les rapports du GIEC, après l'approbation des États représentés, sont destinés à éclairer les gouvernements de la planète sur les aspects scientifiques, ainsi que sur les impacts économiques et humains du réchauffement planétaire. Le prochain rapport sera publié en 2014.

### 1-2-2 De Kyoto au paquet climat-énergie, l'engagement des États en faveur des énergies renouvelables

#### De Kyoto à Rio + 20, la voie des énergies renouvelables est tracée

La Convention cadre des Nations unies sur les changements climatiques, signée le 9 mai 1992, a lancé le mouvement de lutte contre le réchauffement climatique et de réduction des gaz à effet de serre. Cinq ans après le premier Sommet de la Terre, réuni à Rio du 3 au 14 juin 1992, le premier protocole à la Convention cadre, signé à Kyoto le 11 décembre 1997, a affirmé l'urgence d'une réduction forte des émissions de gaz à effet de serre, fixé pour la première fois des objectifs contraignants et encouragé, notamment, « la recherche, promotion, mise en valeur et utilisation accrue de sources d'énergie renouvelables ». Le recours aux énergies renouvelables a été récemment réaffirmé lors du sommet marquant le vingtième anniversaire du Sommet de la Terre, dit « Rio + 20 », organisé à Rio de Janeiro du 20 au 22 juin 2012.

<sup>(3)</sup> Source : Agence Européenne pour l'Environnement, 2011.

<sup>(4)</sup> Rapport de la Banque mondiale, novembre 2012.

<sup>(5)</sup> Source : Rapport Stern, 2006.

<sup>(6)</sup> Source : Économie de l'adaptation au changement climatique, Conseil économique pour le développement durable, 2010.



La loi fixe ainsi 4 orientations :

- > contribuer à l'indépendance énergétique nationale et garantir la sécurité d'approvisionnement ;
- > assurer un prix compétitif de l'énergie ;
- > préserver la santé humaine et l'environnement, en particulier en luttant contre l'aggravation de l'effet de serre ;
- > garantir la cohésion sociale et territoriale en assurant l'accès à l'énergie pour tous.

**Ces objectifs passent notamment par une diversification du mix énergétique français et par la maîtrise de la demande en énergie.**

### Le Grenelle Environnement

Le Grenelle Environnement confirme ces orientations en matière de développement des énergies renouvelables. La loi Grenelle 1 du 3 août 2009<sup>(1)</sup> fixe les objectifs nationaux, en reprenant notamment l'objectif, fixé dans la directive du 23 avril 2009, de 23 % d'énergie issue de sources renouvelables dans la consommation d'énergie finale contre 12,3 %<sup>(2)</sup> aujourd'hui. La loi Grenelle 2 du 12 juillet 2010<sup>(3)</sup> constitue la mise en application des engagements de l'État définis dans le Grenelle 1.

Dans le cadre du Grenelle Environnement, ont été déclinés, par filière, des objectifs de production à partir des différentes sources d'énergie renouvelables. **L'énergie éolienne représente l'essentiel de l'effort fixé par le Grenelle Environnement en matière de développement de l'électricité d'origine renouvelable d'ici à 2020** : cette énergie doit ainsi produire 4,9 millions de tonnes équivalent pétrole (Mtep) supplémentaires, sur les 7,2 Mtep supplémentaires à produire en électricité d'origine renouvelable, soit près de 70 % de l'objectif<sup>(4)</sup>.

L'arrêté du 15 décembre 2009 de programmation pluriannuelle des investissements de production d'électricité prévoit un **accroissement important du parc éolien français**, de 7 195 MW installés en 2012<sup>(5)</sup> à 25 000 MW en 2020, dont 6 000 MW pour l'éolien en mer. Cet objectif implique la mise en place d'une politique très volontariste.

### La concrétisation des engagements de l'État pour l'éolien en mer : le lancement d'un appel d'offres en 2011

L'ambition de la France est donc que l'énergie éolienne en mer et les autres énergies marines contribuent à produire 3,5 % de la consommation d'électricité en 2020. Pour commencer à répondre à cet objectif, un **appel d'offres a été lancé par l'État le 5 juillet 2011, portant sur le développement, la construction et l'exploitation de 5 parcs éoliens en mer**, sur 5 zones distinctes (pour plus de précisions sur l'appel d'offres, se référer au Chapitre 1, p. 34).

## 1-3-2 La Conférence environnementale 2012 : des objectifs confirmés

Dans le prolongement du Grenelle Environnement, la Conférence environnementale, qui s'est tenue les 14 et 15 septembre 2012, a constitué une étape supplémentaire et a permis une clarification des mesures en faveur du développement des énergies renouvelables. La Conférence a souligné que **la transition énergétique est porteuse de croissance, d'innovation et d'amélioration de la qualité de vie**. Plusieurs orientations ont été dévoilées en faveur de la production énergétique renouvelable, parmi lesquelles :

- > la diversification du « mix énergétique » en 2025, à travers l'augmentation de la part des énergies renouvelables et la réduction de la part du nucléaire dans la production d'électricité à 50 % (contre 77 % actuellement) ;
- > la visibilité tarifaire et réglementaire des filières durables (les filières de l'éolien et du photovoltaïque ont subi des modifications tarifaires et réglementaires répétées qui les ont déstabilisées) ;
- > la simplification des procédures administratives pour le développement des projets éoliens ;
- > l'extension des projets éoliens en mer, avec le lancement d'un nouvel appel d'offres pour la création de parcs éoliens en mer au large du Tréport et de Noirmoutier.

<sup>(1)</sup> Loi n° 2009-967 du 3 août 2009 de programmation relative à la mise en œuvre du Grenelle Environnement.

<sup>(2)</sup> Source : Insee (2009).

<sup>(3)</sup> Loi n° 2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement.

<sup>(4)</sup> Selon les objectifs fixés par le Comité opérationnel (COMOP) n° 10 « Plan de développement des énergies renouvelables à haute qualité environnementale ».

<sup>(5)</sup> Source : Aperçu mensuel sur l'énergie électrique, octobre 2012, RTE.

## LE DÉBAT NATIONAL ET CITOYEN SUR LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE

« Quelle transition énergétique pour la France ? » : telle est la question centrale du débat national lancé le 29 novembre 2012 par le gouvernement. La réflexion autour de l'évolution de la politique énergétique de la France se poursuit donc avec, en toile de fond, la sobriété énergétique, l'évolution du mix énergétique, la place des énergies renouvelables et le financement de la transition. Le Conseil national du débat sur la transition énergétique procède par auditions publiques sur ces différents thèmes en faisant appel aux acteurs économiques et sociaux ainsi qu'aux citoyens. À l'issue du débat mené également dans les régions, le Conseil doit rendre un rapport reprenant les différentes problématiques qui auront émergé et formuler des recommandations. Le gouvernement doit ensuite déposer un projet de loi de programmation pour la transition énergétique, prévu à l'automne 2013.

### LE SAVIEZ-VOUS ?

#### LA TONNE D'ÉQUIVALENT PÉTROLE (tep)

Selon l'Insee, la tonne d'équivalent pétrole (tep) représente la quantité d'énergie contenue dans une tonne de pétrole brut. Cette unité est utilisée comme unité commune de la valeur énergétique des diverses sources d'énergie. Pour l'électricité, 1 tep vaut 11,6 MWh.



## 2. L'éolien en mer :

# pour une croissance industrielle et économique

La France s'appuie sur une feuille de route et des objectifs chiffrés ambitieux pour diversifier sa production énergétique. Avec 3 500 kilomètres de côtes et trois façades maritimes bien orientées, elle bénéficie de conditions géographiques plutôt favorables pour l'installation de parcs éoliens en mer. C'est un point de départ au développement d'une filière créatrice d'emplois, avec, pour ambition, d'assurer le positionnement de la France et de ses industries dans la compétition mondiale pour les énergies renouvelables.

### LE SAVIEZ-VOUS ?

#### LA PUISSANCE ÉLECTRIQUE

Dans le cas d'une installation domestique comme dans celui d'une centrale de production, le watt est l'unité de base pour exprimer la puissance électrique. Le wattheure est, quant à lui, l'unité de l'énergie produite ou consommée. Par exemple, un sèche-cheveux d'une puissance de 1 kilowatt qui a fonctionné 1 heure a consommé 1 kilowattheure.

	En watt	Exemple
1 kilowatt (KW)	1000 watts	Puissance d'un petit appareil électroménager
1 mégawatt (MW)	1 million de watts	5 MW, c'est la puissance d'une éolienne en mer
1 gigawatt (GW)	1 milliard de watts	1 GW, c'est environ 3 fois la puissance du barrage de Serre-Ponçon (Hautes-Alpes)
1 térawatt (TW)	1000 milliards de watts	—

### 2.1 L'éolien et les autres modes de production d'énergie électrique

#### 2.1.1 Une énergie propre et infinie

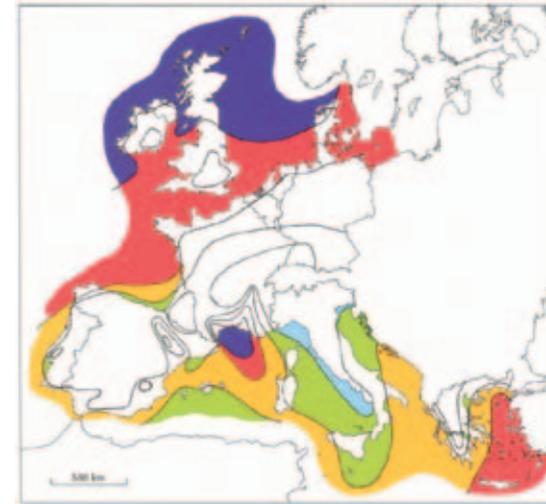
##### Qu'est-ce qu'une énergie propre ?

Une énergie propre, appelée aussi énergie verte, est une source d'énergie primaire<sup>(1)</sup> qui produit une quantité faible de polluants lorsqu'elle est transformée en énergie finale ou disponible, c'est-à-dire livrée au consommateur final<sup>(2)</sup>. L'énergie éolienne est considérée comme une énergie propre, puisqu'elle ne produit directement ni CO<sub>2</sub> ni pollution du milieu.

##### Le vent : une ressource infinie

Même si le vent est une ressource inépuisable, son intensité varie selon les lieux. L'identification de sites bien exposés aux vents est donc un préalable indispensable à toute installation de parc éolien. La France bénéficie, à cet égard, du meilleur gisement éolien européen après le Royaume-Uni<sup>(3)</sup>, réparti, pour ce qui concerne l'éolien en mer, sur trois zones distinctes : les façades Manche-mer du Nord, atlantique et méditerranéenne.

/// Estimation de la ressource éolienne en mer au-delà de 10 kilomètres de la côte pour 5 altitudes au-dessus du niveau de la mer: 10, 25, 50, 100 et 200 mètres



Nota: On mesure généralement la vitesse du vent en mètre par seconde (m/s). 1 m/s correspond à 3,6 km/h, 5 m/s à 18 km/h.

Source: Risø National Laboratory, Roskilde, Danemark, 1989

Vent en mètre/seconde en moyenne

	10 mètres	25 mètres	50 mètres	100 mètres	200 mètres
	Supérieur à 8	Supérieur à 8,5	Supérieur à 9	Supérieur à 10	Supérieur à 11
	Entre 7 et 8	Entre 7,5 et 8,5	Entre 8 et 9	Entre 8,5 et 10	Entre 9,5 et 11
	Entre 6 et 7	Entre 6,5 et 7,5	Entre 7 et 8	Entre 7,5 et 8,5	Entre 8 et 9,5
	Entre 4,5 et 6	Entre 5 et 6,5	Entre 5,5 et 7	Entre 6 et 7,5	Entre 6,5 et 8
	Inférieur à 4,5	Inférieur à 5	Inférieur à 5,5	Inférieur à 6	Inférieur à 6,5

Les éoliennes sont conçues pour s'adapter en permanence aux contraintes physiques d'un site et à la vitesse du vent, de la façon suivante<sup>(4)</sup> :

- > lorsque la vitesse dépasse 12 km/h, les pales de l'éolienne se mettent en mouvement ;
- > l'éolienne atteint sa puissance nominale à partir de 40 km/h environ ;
- > enfin, lorsque la vitesse du vent atteint ou dépasse 90 km/h, l'éolienne est alors arrêtée. On dit que les pales sont mises « en drapeau » pour ne plus avoir de prise au vent et éviter tout risque de dommages sur la machine.

Le fonctionnement des éoliennes est décrit dans le chapitre 2 page 60.

ET QUAND LES PALES NE TOURNENT PAS, ETC.

En moyenne, une éolienne produit de l'énergie entre 80 % et 90 % du temps. Toutefois, dans la mesure où la vitesse du vent est variable, les éoliennes ne tournent pas à pleine puissance, c'est-à-dire qu'elles ne produisent pas la puissance maximale durant toute cette période. On calcule donc un « facteur de charge » (qui varie en fonction des conditions de vent de chaque site) correspondant au rapport entre la production réelle et la production maximale théorique de l'éolienne sur une plage de temps donnée. Ce facteur de charge est évalué en se basant sur des statistiques météorologiques et intégré aux objectifs de production initiaux. Il permet la comparaison entre différents modèles d'éoliennes, mais également entre différentes sources de production d'énergies renouvelables. Le parc éolien terrestre français a connu en 2011, selon le bilan global de l'électricité établi par Réseau de Transport d'Électricité (RTE), un facteur de charge moyen de 21,3 %. Quant à l'éolien en mer, son facteur de charge oscille entre 34 et 46 %, selon les lieux d'implantation.

<sup>(1)</sup> Pour la définition de l'énergie primaire, se référer à l'encadré du Chapitre 1, p. 13.

<sup>(2)</sup> Source: Insee.

<sup>(3)</sup> Source: Ademe.

<sup>(4)</sup> Les caractéristiques de fonctionnement présentées correspondent au modèle d'éolienne M5000 proposé par AREVA pour le projet éolien en mer de la Baie de Saint-Brieuc.

## 2-1-2 Les principaux atouts du modèle de production éolien

L'éolien présente de nombreux atouts. Ainsi :

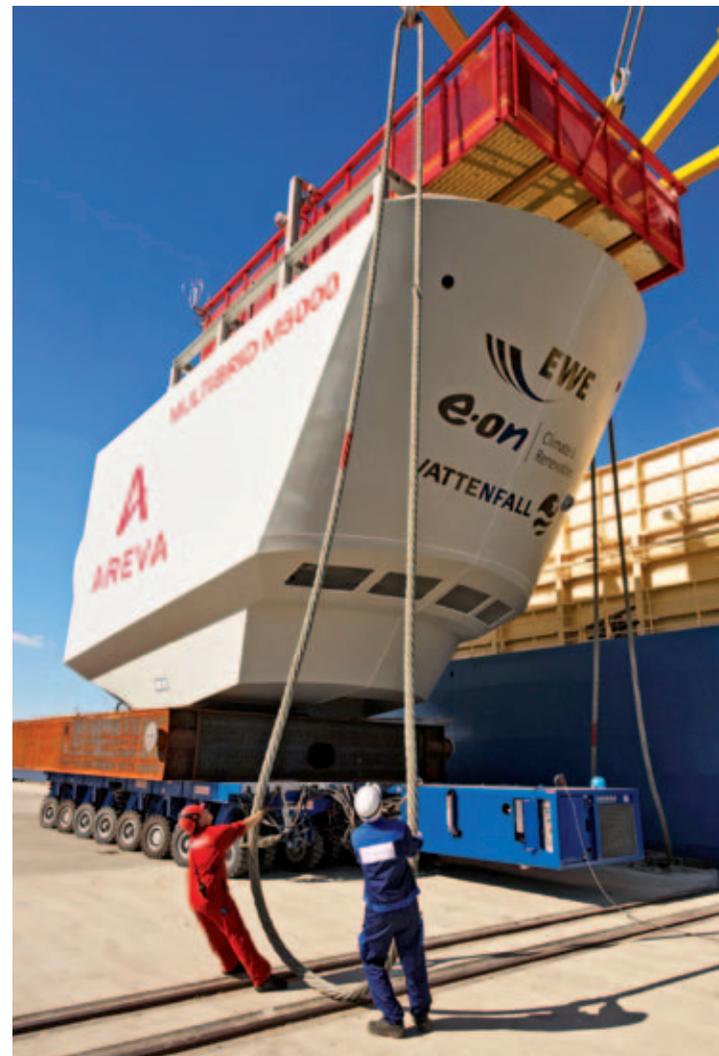
- > compte tenu notamment de l'absence de rejet de CO<sub>2</sub>, mais également du caractère inépuisable de la ressource, les « **coûts cachés** » de l'éolien sont bien moins importants que les autres modes de production d'énergie. Selon la Commission européenne<sup>(1)</sup>, ils sont 6 fois inférieurs à ceux des filières du charbon et du pétrole.
- > le vent est une source naturelle d'énergie, disponible en quantité illimitée et accessible. De fait, cette source d'énergie n'est pas soumise aux fortes fluctuations de prix, qui caractérisent depuis plus d'une dizaine d'années les marchés des matières premières énergétiques. Par exemple, le prix du baril de pétrole brut était en 2000 de 25,20 euros, en 2002 de 21,90 euros et en 2012 de 86,50 euros<sup>(2)</sup>. Or, le prix d'achat de l'électricité d'origine éolienne est fixé pour une durée de 15 à 20 ans (dans le cadre d'un contrat d'achat, Cf. Chapitre 2, p. 68). Le maintien des fortes tensions enregistrées sur les cours des ressources énergétiques fossiles auront donc pour effet d'accroître la compétitivité de l'énergie éolienne.

### LES COÛTS CACHÉS

Les « coûts cachés » correspondent aux impacts négatifs d'un mode de production d'électricité sur l'environnement, la santé, etc. : par exemple, les émissions de CO<sub>2</sub>, la gestion de déchets dangereux, le démantèlement, etc.

### Le coût de l'éolien parmi les autres sources d'énergie

La Cour des Comptes a rendu, au début de l'année 2012, un rapport très attendu sur le coût de la filière nucléaire en France<sup>(3)</sup>. Le document évalue le coût du MWh<sup>(4)</sup> produit à 49,50 euros. Ce montant est susceptible de fluctuations (jusqu'à 57 euros) en fonction du coût à venir du démantèlement des centrales les plus anciennes. Il sert, par ailleurs, de mètre étalon pour comparer le coût du MWh produit par les autres sources d'énergie (voir le tableau page ci-contre).



/// Mise en place des éoliennes du parc éolien en mer alpha ventus

<sup>(1)</sup> Le programme Externe de la Commission européenne (Externalities of Energy. A Research Project of the European Commission) a établi en 2003 une synthèse des coûts externes (des « coûts cachés »).

<sup>(2)</sup> Prix relevé au mois de janvier des années citées en euros constants – Source : Insee

<sup>(3)</sup> Source : Le coût de l'énergie nucléaire, 31 janvier 2012.

<sup>(4)</sup> 1 mégawattheure (MWh) représente la quantité d'énergie produite par une installation de 1 mégawatt fonctionnant pendant 1 heure.

## COMPARATIF DES COÛTS DES DIFFÉRENTES SOURCES D'ÉNERGIE

	<i>Coût du mégawatt heure (chiffres issus du rapport de la Cour des Comptes)</i>	<i>Estimation de la ressource</i>	<i>Estimation du potentiel de développement en France</i>	<i>Remarques diverses</i>	<i>Spécificités</i>
<b>L'HYDROÉLECTRICITÉ</b>	15 à 20 euros	Ressource illimitée et non polluante.	Potentiel de développement atteint.	Faible coût d'entretien des centrales hydroélectriques.	Nécessite la construction (retenues et barrages) qui ne sont pas sans conséquences sur l'environnement.
<b>LE CHARBON</b>	44 euros	Énergie la plus polluante. Épuisement annoncé dans 150 ans.	Potentiel de développement atteint.	Rendement énergétique faible.	Fonctionnement au coup par coup afin de compenser l'effet des pics de consommation hivernaux. Forte dépendance mondiale à ce mode de production énergétique (liée à son faible coût).
<b>LE NUCLÉAIRE</b>	49,50 euros	Ressource non émettrice de pollution carbonée. Réserves d'uranium estimées à 100 ans (selon l'OCDE).	Important potentiel de développement.	Le prix du MWh d'origine nucléaire devrait augmenter, du fait des investissements nécessaires à l'amélioration de la sûreté des centrales.	Problématiques de gestion des déchets et d'acceptabilité publique.
<b>L'ÉOLIEN TERRESTRE</b>	69 euros	Ressource illimitée et non polluante.	Important potentiel de développement.	Énergie renouvelable la moins chère (hors hydraulique).	La production énergétique ne peut pas se baser uniquement sur l'énergie éolienne, mais elle participe efficacement au mix énergétique.
<b>LE NUCLÉAIRE DE TROISIÈME GÉNÉRATION (type : EPR)</b>	70 à 90 euros (coût pour les 2 têtes de série en France et en Finlande)	Ressource non émettrice de pollution carbonée. Réserves d'uranium estimées à 100 ans (selon l'OCDE).	Important potentiel de développement.	La Commission d'enquête du Sénat sur le coût réel de l'électricité a confirmé que le prix de revient de l'électricité de l'EPR en cours de construction à Flamanville serait situé entre 70 et 90 euros du MWh.	Problématiques de gestion des déchets et d'acceptabilité publique.
<b>LE GAZ NATUREL</b>	74 euros	Réserves mondiales de gaz naturel limitées à 60 ans au rythme d'utilisation actuel. Pollution des nouvelles centrales à cycle combiné (CC) réduite par rapport aux anciennes.	Potentiel de développement limité.	Le prix du gaz naturel est soumis à d'importantes fluctuations Rendement énergétique amélioré avec les nouvelles centrales à cycle combiné.	
<b>L'ÉOLIEN EN MER</b>	140 à 200 euros (fourchette fixée dans l'appel d'offres éolien en mer lancé par l'État, pour Saint-Brieuc)	Ressource illimitée et non polluante.	Important potentiel de développement.	Coût de la construction et de l'installation des parcs en mer compensé par le rendement énergétique. Potentiel de diminution des coûts important.	La production énergétique ne peut pas se baser uniquement sur l'énergie éolienne, mais elle participe efficacement au mix énergétique.
<b>LE SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE</b>	236 à 406 euros	Ressource illimitée et non polluante.	Important potentiel de développement.	Prix des panneaux solaires en diminution rapide. Selon l'Association Européenne de l'Industrie Photovoltaïque (IPIA), le prix de l'électricité devrait passer en-dessous de 200 euros du MWh en 2020.	La production énergétique ne peut pas se baser uniquement sur l'énergie solaire, mais elle peut s'intégrer efficacement dans le mix énergétique.

### Éolien terrestre, éolien en mer: quelles différences ?

Au large des côtes, le vent est à la fois plus fort et plus constant qu'à l'intérieur des terres.

Comparé à l'éolien terrestre, l'éolien en mer offre une **capacité de production plus importante**, mais doit tenir compte des spécificités du milieu marin, et tout particulièrement dans la conception des éoliennes, des fondations et en phase d'exploitation. Il s'agit donc de deux modes de production énergétique fondés sur une ressource commune, mais dont l'ingénierie présente des différences significatives.

### L'ÉNERGIE ÉOLIENNE EN FRANCE

Depuis le début des années 2000, l'énergie éolienne terrestre s'est développée avec régularité. La puissance installée chaque année est passée de 40 MW en 2000 à plus de 825 MW en 2011<sup>(1)</sup>, avec un pic de 1 253 MW en 2010. Aujourd'hui, plus de 4 millions de Français sont alimentés par les 7 195 MW de puissance éolienne terrestre installée sur le territoire et répartis dans plus de 600 parcs éoliens<sup>(2)</sup>. Cela représente 11 000 emplois en France selon l'association professionnelle France Énergie Éolienne. En 2020 et d'après les projections du Grenelle Environnement, le nombre d'emplois concernés par le secteur (éolien terrestre et en mer) est évalué à 60 000.

(1) Source: Syndicat des énergies renouvelables..

(2) Source: Aperçu mensuel sur l'énergie électrique, octobre 2012, RTE.

#### COMPARATIF DE L'ÉOLIEN TERRESTRE ET DE L'ÉOLIEN EN MER SELON DIFFÉRENTS CRITÈRES

	Ressources potentielles	Puissance des machines	Fondations	Conditions de maintenance
<b>ÉOLIEN TERRESTRE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Sites disponibles limités.</li> <li>– 2 000 heures à pleine puissance en moyenne par an (en France), soit un facteur de charge de 23 %.</li> </ul>	Puissance de 2 MW en moyenne, soit 4 GWh d'électricité par an environ par machine.	Fondations standard en béton coulé sur place.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Conditions climatiques tempérées.</li> <li>– Accès non limité 24h/24.</li> </ul>
<b>ÉOLIEN EN MER</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Sites disponibles plus vastes.</li> <li>– 3 000 à 4 000 heures à pleine puissance en moyenne par an (en France), soit un facteur de charge de 34 à 46 %.</li> </ul>	Puissance de 5 MW, soit 15 GWh d'électricité par an au minimum par machine.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Fondations devant être adaptées aux courants marins et à la force des vents plus prononcés qu'à terre.</li> <li>– Type de fondations conditionné par la profondeur d'eau et par les caractéristiques du sol: le surcoût par rapport à l'éolien terrestre est estimé à 100 % pour les fondations, et représente donc environ 20 % du coût total d'installation d'une éolienne en mer<sup>(1)</sup>.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Conditions climatiques difficiles.</li> <li>– Accès au site limité voire difficile en situation de tempête.</li> <li>– <b>À noter:</b> l'augmentation du nombre des parcs en mer favorise les économies d'échelle. Les coûts globaux sont appelés à diminuer dans les prochaines années, ce qui va réduire le coût de l'électricité produite.</li> </ul>

<sup>(1)</sup> Source: EWEA (European Wind Energy Association).

### 2-1-3 L'éolien en mer et les autres énergies marines renouvelables

La filière des énergies marines renouvelables comprend l'ensemble des technologies permettant l'exploitation des flux d'énergies naturelles fournies par les mers et les océans (courants, marées, énergie thermique).

Concrètement, il s'agit d'une énergie électrique principalement produite à partir des ressources suivantes :

> **les courants marins: les hydroliennes.** Il s'agit d'une turbine sous-marine qui utilise l'énergie des courants marins (force et vitesse) comme une éolienne utilise l'énergie du vent.

- IBERDROLA, via sa filiale Scottish Power, développe actuellement des projets pilotes d'hydroliennes au Royaume-Uni, notamment Islay Tidal Project à l'ouest de l'Écosse. L'hydrolien bénéficie des avancées acquises avec l'éolien. Cette filière n'est toutefois pas encore prête pour une exploitation industrielle, plusieurs inconvénients restant à résoudre, tels que le traitement contre les algues et les dépôts marins, l'érosion due aux mouvements de sable, les turbulences et leurs effets sur la faune aquatique, les procédures d'installation et de maintenance, etc.

> **les marées: les usines marémotrices.** Une usine marémotrice exploite les variations du niveau de la mer pour produire de l'électricité. Ce type de centrale hydroélectrique nécessite un site approprié (baie ou estuaire) au sein duquel les amplitudes des marées sont importantes.

■ En Bretagne, l'usine de la Rance fournit de l'énergie en quantité très importante (240 MW installés fournissant environ 500 GWh/an) au réseau depuis 1967. D'autres installations existent dans le monde, mais les projets sont assez rares étant donné le faible nombre de sites favorables à une implantation d'usine marémotrice.

> **le mouvement des vagues: le houlomoteur.** Cette technologie s'apparente à un dispositif articulé qui utilise le mouvement des vagues, c'est-à-dire la houle, pour produire de l'électricité *via* un mécanisme actionnant une turbine. À l'heure actuelle, cette technologie n'est pas mature et nécessite la poursuite des recherches afin d'entrer en phase d'industrialisation et d'exploitation.

■ Par exemple, IBERDROLA, *via* sa filiale Scottish Power, mène un projet au large des Iles des Orcades en Écosse (convertisseur: Pelamis de deuxième génération d'une puissance unitaire de 0,75 MW).

> **le vent en haute mer: les éoliennes « flottantes ».** L'éolien en mer flottant utilise la force des vents en pleine mer, sur des sites dépassant, contrairement à l'éolien posé, 60 mètres de profondeur.

■ Par exemple, le groupe TECHNIP a conçu, réalisé et installé la structure sous-marine de la première éolienne en mer flottante de grande envergure au monde. TECHNIP est également le chef de file du projet Vertiwind, technologie innovante d'éolienne flottante à axe vertical, dont elle a conçu le flotteur. Le futur parc éolien comptera 13 machines de 2 MW (raccordement au réseau prévu pour 2017). Faisant appel aux technologies de l'énergie éolienne et de l'industrie en mer, ces projets représentent une avancée majeure dans le développement de nouvelles solutions pour les énergies renouvelables en mer. Toutefois, la technologie n'en est encore qu'à ses débuts.

Les énergies marines renouvelables sont complémentaires. Cependant, à l'heure actuelle, seul l'éolien en mer posé (turbines installées sur fondations dans des profondeurs d'eau pouvant atteindre une quarantaine de mètres) peut être considéré comme une technologie mature, permettant dès à présent le développement d'une filière industrielle. Le cahier des charges de l'appel d'offres de l'État de juillet 2011 ne concerne d'ailleurs que l'éolien en mer posé.



/// Projet d'hydrolienne à l'ouest de l'Écosse (porté par IBERDROLA)



/// Convertisseur Pelamis (système houlomoteur, projet porté par IBERDROLA)



/// Projet d'éolienne flottante Vertiwind (dont TECHNIP est le chef de file)

## 2-2 En Europe, l'éolien en mer prouve son efficacité

L'énergie éolienne en mer s'impose depuis une décennie comme une source indispensable au mix énergétique européen. Les progrès rapides de la technologie observés ces dernières années ont déjà permis d'installer de nombreux parcs éoliens en mer. La surface maritime européenne particulièrement vaste et les eaux peu profondes, en particulier dans le Nord, offrent un environnement idéal.



/// Parc éolien en mer Lynn and Inner Dowsing au Royaume-Uni

> **Les pays d'Europe du Nord** accueillent la plus grande partie des 3820 MW installés (puissance cumulée en 2011)<sup>(1)</sup> au sein de l'Union européenne. Le Danemark est longtemps resté le pays leader, dès 1991, en matière d'éolien en mer, avec plus de 871,5 MW de puissance cumulée installée en 2011<sup>(1)</sup>. À elles seules, les 171 éoliennes des parcs d'Horns Rev 1 et 2 ont une puissance installée de 370 MW.

> **Le Royaume-Uni** est devenu le premier producteur mondial d'énergie en mer en 2008. En 2011, sa capacité installée était de 2094 MW<sup>(1)</sup>. À titre d'exemple, le parc de Thanet a une capacité installée de 300 MW. Ceux de Lynn and Inner Dowsing, Robin Rigg et Gunfleet Sands ont, quant à eux, une puissance installée cumulée de 546 MW. Ces parcs éoliens sont entrés en service entre 2008 et 2010. En 2012, la 1<sup>re</sup> phase du plus grand parc du Royaume-Uni, London Array (630 MW installés), a été mise en service.

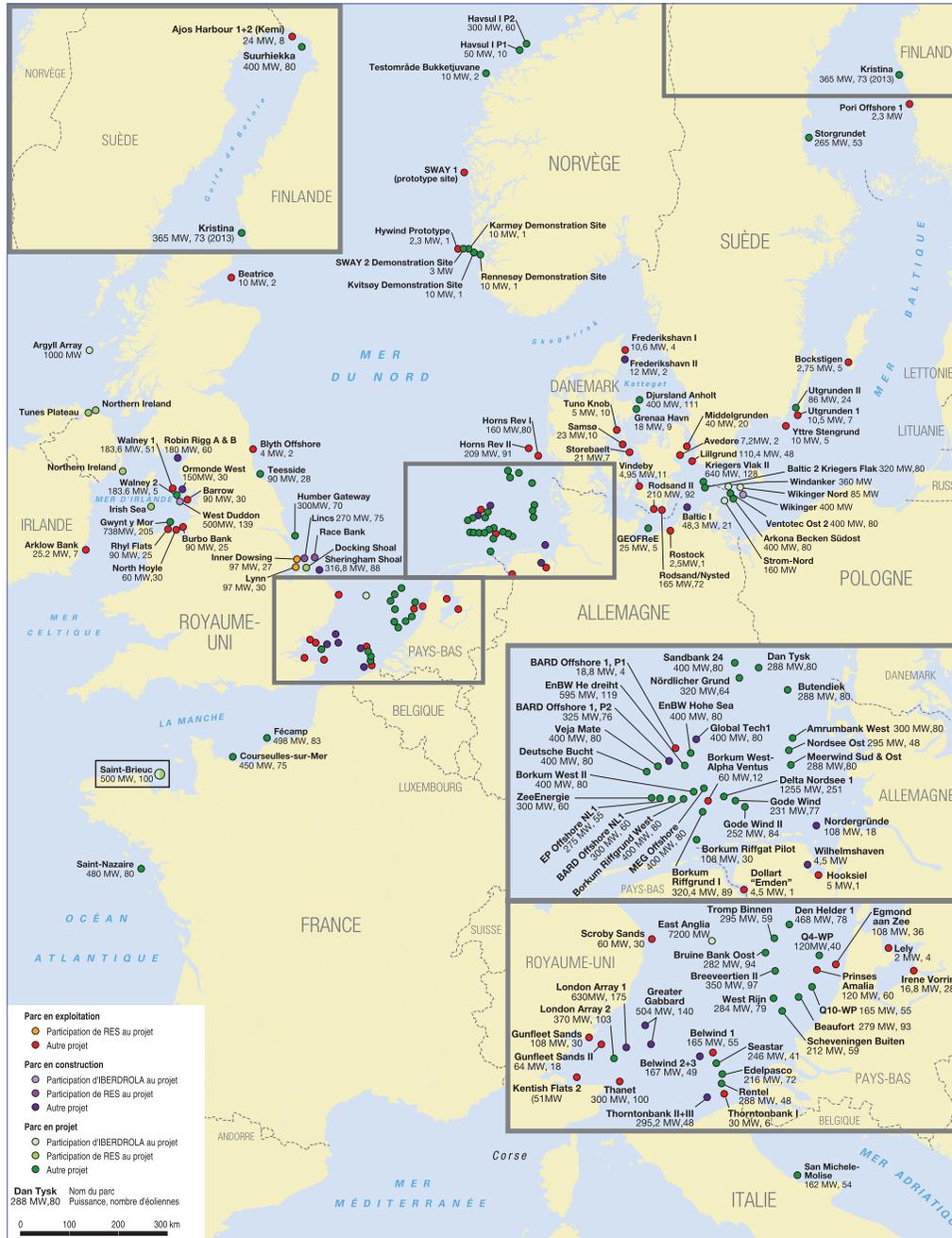
> **L'Allemagne** a mis en service 33 éoliennes en mer en 2011 (représentant 108 MW). En 2012, sa puissance installée cumulée d'éolien en mer s'élevait à 280 MW<sup>(1)</sup>. En outre, le parc alpha ventus, avec ses 12 éoliennes installées en mer du Nord (dont 6 éoliennes AREVA M5000) a servi de laboratoire depuis 2009.

> **En Belgique**, les parcs éoliens en mer ont fait leurs preuves depuis 2009. Le parc de Bligh Bank, mis en exploitation en 2010, compte 55 éoliennes pour une puissance installée de 165 MW.

<sup>(1)</sup> Source: EWEA - Chiffres-clés 2012.

## Les parcs éoliens en mer en Europe

Source: EWEA



## 150 TERAWATTHEURE EN 2020

Selon l'EWEA<sup>(1)</sup>, la puissance installée d'éolien en mer en Europe en 2020 pourrait atteindre 40 000 MW, soit une production d'environ 150 TWh<sup>(2)</sup>. Fin 2011, 53 parcs éoliens en mer sont 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, pour une production atteignant près de 11,5 TWh.

<sup>(1)</sup> Source: EWEA (European Wind Energy Association).

<sup>(2)</sup> Source: Syndicat des énergies renouvelables, juin 2012.

## 2.3 L'éolien en mer: l'essor d'une filière industrielle

### Le marché de l'éolien en mer ouvre de nouvelles perspectives

L'éolien en mer a démontré son potentiel industriel sur différents sites en Europe (Bremerhaven en Allemagne et Esberg au Danemark, par exemple). Le seuil de 1 GW installé par an a été franchi en Europe, une échelle déjà considérable et qui devrait pourtant être multipliée par 10 d'ici à 2020. En 2011, 3 820 MW sont en exploitation et 5 295 MW supplémentaires<sup>(3)</sup> sont en construction.

Les chantiers en cours, les projets en développement et les objectifs affichés par les différents pays européens offrent des perspectives majeures en termes d'innovation, de création d'emplois et d'exportations.

### De la conception à la maintenance, les opportunités se multiplient

En se développant, la filière de l'éolien en mer crée des emplois pérennes et qualifiés.

En matière de construction des différents éléments, les objectifs fixés par les pays européens soulignent que la filière éolienne en mer est une activité d'avenir. À la clé : des sites de fabrication, des chaînes d'assemblage et d'approvisionnement et des ports redimensionnés pour pouvoir fournir l'ensemble des besoins en matière de turbines, de fondations et de logistique afférente.

<sup>(3)</sup> Source: EWEA - chiffres 2011.

## LE SAVIEZ-VOUS ?

### UN « CLUSTER »

Un cluster est défini comme un « groupe d'entreprises et d'institutions partageant un même domaine de compétences, proches géographiquement, reliées entre elles et complémentaires<sup>(1)</sup> ».

<sup>(1)</sup> Source : Michael Porter, *On competition*, 1999.

En matière de maintenance durant la phase d'exploitation, les emplois créés sont par définition non délocalisables puisqu'ils doivent se situer à proximité des parcs, et pérennes, car ils couvrent la totalité de la phase d'exploitation. Ces emplois sont également hautement qualifiés, car l'activité de maintenance des parcs éoliens en mer impose des compétences spécifiques. Le déploiement de l'éolien en mer dessine aujourd'hui un secteur d'activité porteur : l'EWEA envisage qu'à l'horizon 2020, la filière européenne de l'éolien pourrait employer 462 000 salariés, dont 169 500 emplois dans l'éolien en mer<sup>(2)</sup>.

### L'activité éolienne, génératrice d'emplois et de dynamisme économique : l'exemple de Bremerhaven

L'éolien en mer a redonné un nouvel élan à l'avant-port de Brême en Allemagne. Plus de 1 100 emplois sont concernés en 2011<sup>(3)</sup>. On y retrouve les activités de conception et d'assemblage par une quinzaine de sociétés de toutes les pièces constituant une éolienne. Bremerhaven, c'est également une multitude de laboratoires, centres de recherche et infrastructures

d'essais. Et la place vient à manquer : l'aéroport local a récemment fermé pour mettre ses tarmacs à disposition de l'industrie des éoliennes en mer. La base industrielle développée par AREVA (partenaire d'Ailes Marines), deuxième employeur du port, permet à l'entreprise de préparer ses implantations futures en mer du Nord.

### La France, entre retard et opportunités

Dans un contexte de crise du secteur secondaire, la filière de l'éolien en mer représente une opportunité pour répondre aux préoccupations actuelles de réindustrialisation du territoire portées par l'État.

Aujourd'hui en retard par rapport aux pays européens comme le Danemark, l'Allemagne ou le Royaume-Uni, qui concentrent à eux seuls 90 % du marché des éoliennes en mer, la France dispose néanmoins de forts atouts à mettre en avant<sup>(4)</sup> :

- > un **savoir-faire industriel fort et prêt à être mobilisé**, à travers l'expérience de différents groupes français. On peut citer AREVA et sa filiale AREVA Wind, dont l'implantation récente au Havre démontre l'engagement dans le domaine de l'éolien en mer en France, renforçant ses engagements dans le secteur en Allemagne, ou encore STX et Eiffage en matière de fondations ou TECHNIP, un des leaders mondiaux du management de projets, de l'ingénierie et de la construction pour l'industrie de l'énergie, qui a démontré sa volonté et sa capacité à mettre en œuvre, au service de l'éolien en mer, son savoir-faire issu de son cœur de métier ;
- > une **première structuration de la filière au travers des clusters et des pôles de compétitivité**. L'enjeu pour ces « clusters » est de réussir à se positionner sur les activités à forte valeur ajoutée comme, par exemple, la fabrication d'éléments des éoliennes et les activités d'installation en mer des parcs. Ils s'appuient, pour cela, sur l'expertise d'un grand nombre d'acteurs industriels, spécialisés dans le domaine de la construction navale, de l'aéronautique, de la métallurgie, du génie électrique et du BTP. Aujourd'hui, dans le domaine de l'éolien en mer<sup>(5)</sup>, on peut citer comme clusters Bretagne Pôle Naval (Lorient) ou Néopolis (Saint-Nazaire) ;
- > une **forte capacité d'innovation**, indispensable pour être compétitif sur le marché européen, en matière de technologies nouvelles.



/// Production de nacelles AREVA à Bremerhaven

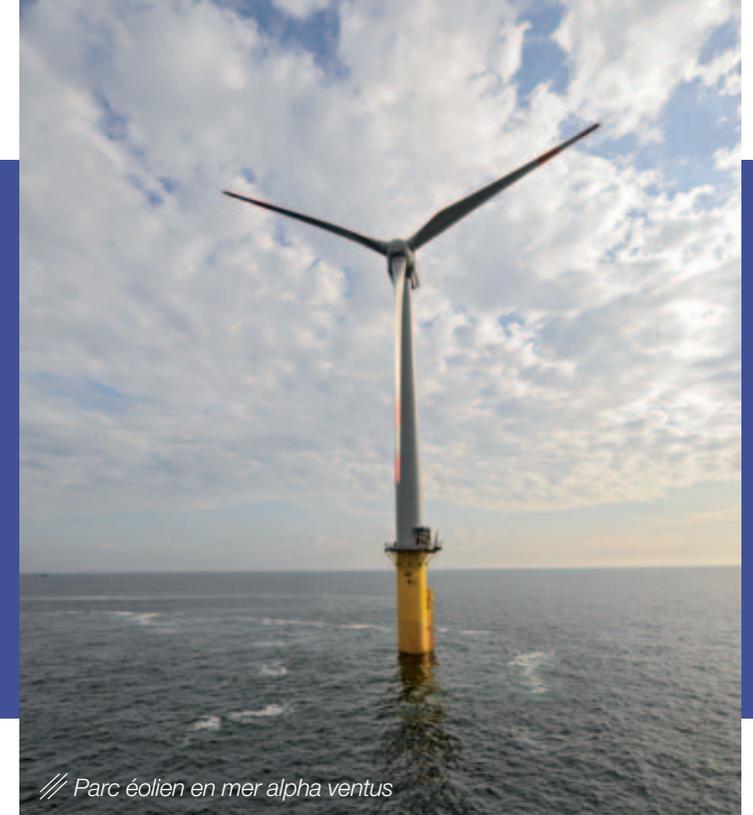
<sup>(2)</sup> Source : *Le Journal de l'éolien* n° 10, Eurobserv-ER, février 2012.

<sup>(3)</sup> Source : Ministère fédéral de l'environnement allemand.

<sup>(4)</sup> Source : *Étude de Pricewaterhousecoopers sur la création d'une filière industrielle française de l'éolien offshore*, 2010.

## 3- Un projet d'énergie renouvelable pour la Bretagne

Les progrès réalisés ces dernières années dans l'innovation permettent aujourd'hui d'envisager de nouvelles sources de production d'énergie à partir du milieu marin. Cette vision renouvelée de la ressource maritime apporte, entre autres, un élément de réponse à la fragilité énergétique du territoire breton. Combiné aux autres énergies, la technologie mature qu'est l'éolien en mer contribue à la sécurisation de l'approvisionnement électrique.



Parc éolien en mer alpha ventus

### 3-1 Résoudre la dépendance énergétique en Bretagne

#### 3-1-1 Une hausse continue de la consommation d'énergie depuis 1990

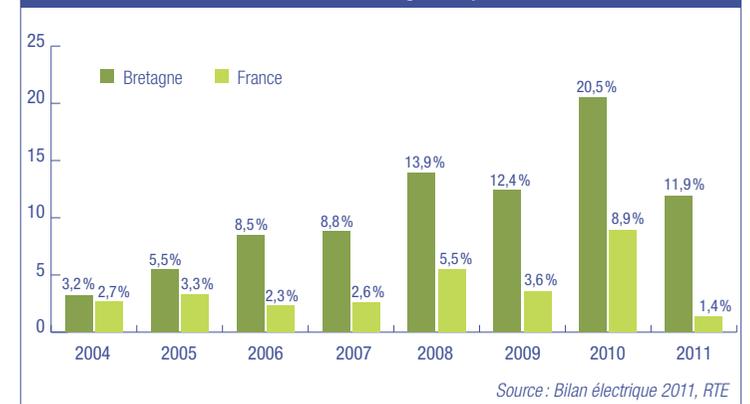
La Bretagne ne produit que 10 %<sup>(1)</sup> de l'énergie qu'elle consomme, ce qui en fait un territoire largement déficitaire en énergie et donc importateur d'énergie. Depuis 2000, la consommation d'énergie finale bretonne, corrigée du climat, affiche une relative stabilité (taux de croissance annuel moyen à 0,04 %<sup>(2)</sup>). Pourtant, en Bretagne, comme ailleurs en France, cette tendance dissimule des disparités d'évolutions parmi les sources d'énergie :

- > très forte baisse du charbon depuis 2000 (- 36 %) ;
- > tendance à la baisse des produits pétroliers (- 10 %), principalement dans le bâtiment et l'industrie<sup>(2)</sup> ;
- > consommation à la hausse de l'électricité et du gaz naturel (voir schéma ci-contre).

<sup>(1)</sup> Source : Bilan électrique RTE, 2011.

<sup>(2)</sup> Source : Chiffres clés de l'énergie en Bretagne, Observatoire de l'énergie et des gaz à effet de serre en Bretagne, édition 2011.

#### Évolution de la croissance de la consommation d'électricité en France et en Bretagne depuis 2003



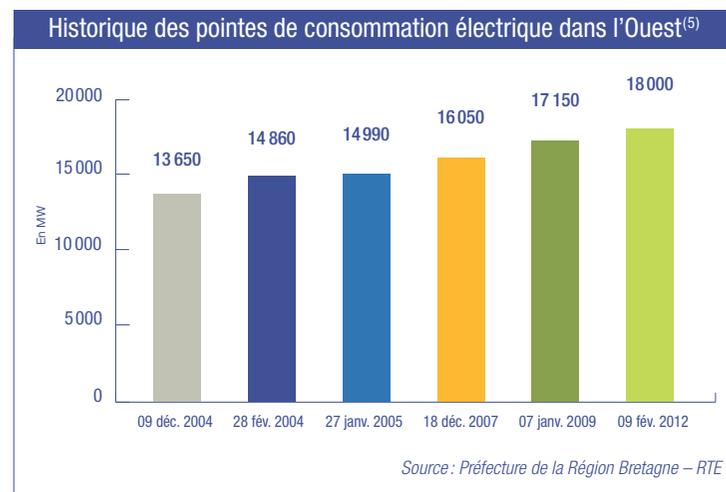
À noter : l'année 2011 a connu une forte diminution de la consommation d'énergie liée aux conditions météorologiques exceptionnelles : c'est l'année la plus chaude que la France ait connue depuis 1900.

La consommation d'énergie finale en Bretagne s'est élevée à 7 199 ktep (kilotonnes d'équivalent pétrole) en 2010, soit 4,4 % de l'énergie finale consommée en France.

### 3-1-2 Des sites et des capacités de production électriques limités

#### De la dépendance électrique accrue au risque de « blackout »

La Région Bretagne produit chaque année environ 2 000 GWh *in situ*, soit seulement 10 %<sup>(1)</sup> de l'électricité qu'elle consomme (comme la Région PACA, qui, elle aussi, ne produit que 10 % de l'électricité qu'elle consomme<sup>(2)</sup>). Ce constat doit être mis en regard avec le rapport entre la production et la consommation des autres régions de France métropolitaine. En effet, selon les indications du Commissariat général au Développement durable (rapport de mars 2012), onze régions (Rhône-Alpes, régions du Nord-Est, Sud-Ouest et du Centre Ouest) produisent plus qu'elles ne consomment en 2009 (avec un taux de couverture de 109 % à 418 %), pour une moyenne nationale de 114 %. Cette fragilité structurelle en termes d'approvisionnement et de transport d'électricité explique pourquoi ces deux régions sont considérées comme des « péninsules électriques » selon l'expression de RTE.



Le risque de blackout (coupure électrique généralisée liée au décalage entre l'offre et la demande sur le réseau électrique) ne doit ainsi pas être sous-estimé : succédant à une année plutôt favorable sur le plan météorologique, la fraîcheur de l'hiver 2011-2012 a entraîné des pics de consommation historiques, jusqu'à 18 000 MW dans l'ouest de la France<sup>(3)</sup>.

#### Une production en très grande partie importée...

La Bretagne est tributaire pour son alimentation en électricité de sites de production situés hors de son territoire :

- > la centrale thermique de Cordemais (Loire-Atlantique). La puissance disponible sur le site atteint 2 600 MW<sup>(4)</sup>, avec 4 groupes fonctionnant au fioul et au charbon ;
- > la centrale Cycle Combiné Gaz (CCG) de Montoir-de-Bretagne (435 MW<sup>(5)</sup>) en Loire-Atlantique (production de pointe). Cette production dite « de pointe » apporte un complément énergétique en cas de besoins (pointes, défaillance d'une autre installation, etc.) ;
- > la centrale nucléaire de Flamanville (Manche) avec 2 réacteurs d'une puissance unitaire de 1 300 MW, et celle de Chinon (Indre-et-Loire) avec 4 réacteurs d'une puissance unitaire de 900 MW.

#### ... malgré la présence de sites de production bretons

Les principaux sites de production de l'électricité en Bretagne sont les suivants :

- > le parc éolien terrestre : 95 parcs éoliens sont installés en Bretagne et leur puissance s'élève environ à 665 MW en 2012<sup>(6)</sup> selon RTE (voir encadré p. 32) ;
- > l'usine marémotrice de la Rance, dont la puissance installée est de 240 MW<sup>(7)</sup>. Sa disponibilité dépend des horaires de marées. Les 6 autres usines hydroélectriques de Bretagne fournissent une capacité d'appoint (entre 1,4 MW et 20 MW chacune) ;
- > dans le Finistère, les turbines à combustion de Brennilis et Dirinon (465 MW<sup>(1)</sup>).

<sup>(1)</sup> Source : Chiffres clés de l'énergie en Bretagne, Observatoire de l'énergie et des gaz à effet de serre en Bretagne, édition 2011.

<sup>(2)</sup> Source : Ecowatt Provence Azur.

<sup>(3)</sup> RTE Bretagne, Bilan électrique et projets 2012, mars 2012. À noter : RTE dans l'Ouest couvre les régions Pays de la Loire, Bretagne, Centre et Poitou-Charentes.

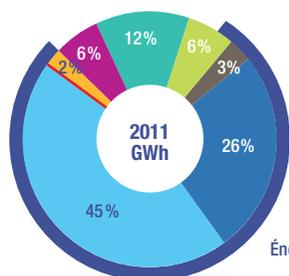
<sup>(4)</sup> Source : EDF.

<sup>(5)</sup> Source : GDF Suez.

<sup>(6)</sup> Source : RTE Bretagne, Bilan électrique et projets 2012, mars 2012.

<sup>(7)</sup> Source : EDF.

### La production d'électricité en GWh par filière en Bretagne en 2010<sup>(1)</sup>



Énergies renouvelables : 79 %



Source : Chiffres clés de l'énergie en Bretagne, Observatoire de l'énergie et des gaz à effet de serre en Bretagne, édition 2011.

La production d'électricité d'origine bretonne est donc essentiellement issue des énergies renouvelables (voir schéma ci-dessus).

#### Un réseau de transport d'électricité à sécuriser et à redimensionner

Quels que soient les projets de centrales de production à venir en Bretagne, ils doivent être accompagnés du renforcement du réseau, lequel doit également permettre de pallier les effets des pics de consommation. Pour répondre à cet enjeu de sécurisation dans l'approvisionnement de l'électricité, RTE et ses partenaires ont, par exemple, mis en place la démarche Écopât, qui consiste, sur la base du volontariat, à faire appel au comportement éco-citoyen. Ainsi, avec près de 45 000 inscrits, cela s'est traduit par une réduction de la consommation d'environ 3 % lors des pointes de 2012<sup>(2)</sup>.

<sup>(1)</sup> Source : EDF

<sup>(2)</sup> Source : EcoWatt.



/// Centrale solaire de Lannion inaugurée en janvier 2012 (NEOEN)

### 3.1.3 Le Pacte électrique breton pour répondre au défi de l'approvisionnement

La Bretagne est largement dépendante des énergies conventionnelles issues des régions avoisinantes. C'est donc par un rééquilibrage des filières énergétiques que la Région entend renforcer ses capacités. L'objectif est de parvenir à un véritable « mix énergétique » régional.

#### Des objectifs clairs

Le Pacte électrique breton, signé par l'État, l'Ademe, l'Agence nationale de l'habitat (ANAH), RTE et la Région Bretagne le 14 décembre 2010 et adopté par le Conseil Régional le 12 janvier 2011, a pour objet de résoudre la dépendance électrique de la région, répondre à la croissance démographique et garantir aux habitants une alimentation constante. Trois axes ont été fixés :

- > **la maîtrise de la demande en électricité** avec pour objectif de diviser sa progression par 3 d'ici à 2020 ;
- > **la sécurisation de l'approvisionnement** grâce au renforcement du réseau de transport de l'électricité et la mise en service de nouveaux moyens de production ;
- > **le déploiement massif de toutes les énergies renouvelables**, avec pour objectif de multiplier par 4 la puissance électrique renouvelable installée d'ici à 2020, soit 3600 MW.

### Diversifier les énergies renouvelables

Le Pacte électrique breton redessine toute la politique énergétique du territoire pour sortir la Bretagne de son isolement et passer à 3 600 MW de production d'énergies renouvelables d'origine régionale à l'horizon 2020. L'éolien terrestre fait l'objet d'un « schéma régional éolien », arrêté par le Préfet de Région le 28 septembre 2012, aux termes duquel l'État et la Région se sont engagés sur un objectif « minimaliste » de 1 800 MW de

puissance installée, en éolien terrestre, reprenant ainsi l'objectif fixé dans le Pacte électrique breton, et un objectif « volontariste » de 2 500 MW de puissance installée d'ici à 2020.

Les autres filières renouvelables ne sont toutefois pas oubliées. L'hydroélectricité, le photovoltaïque ou encore, en complément, la biomasse affichent des objectifs ambitieux. Dans l'avenir, l'hydrolien et l'éolien flottant prendront également leur place.

### L'ÉOLIEN EN BRETAGNE

La Bretagne possède le deuxième potentiel éolien de France après le Languedoc-Roussillon<sup>(1)</sup> et ses installations terrestres la hissent au second rang de la production éolienne nationale après la Picardie<sup>(2)</sup>. L'éolien en Bretagne, en 2011, contribue pour 51 % à la production totale d'électricité<sup>(3)</sup>, soit la part la plus importante des énergies renouvelables. On compte 665 MW installés au 31 décembre 2012 dans la région<sup>(4)</sup>. Pour le moment, seul l'éolien terrestre contribue à ce résultat. L'éolien en mer devrait donc confirmer et amplifier cette dynamique dans les années à venir.

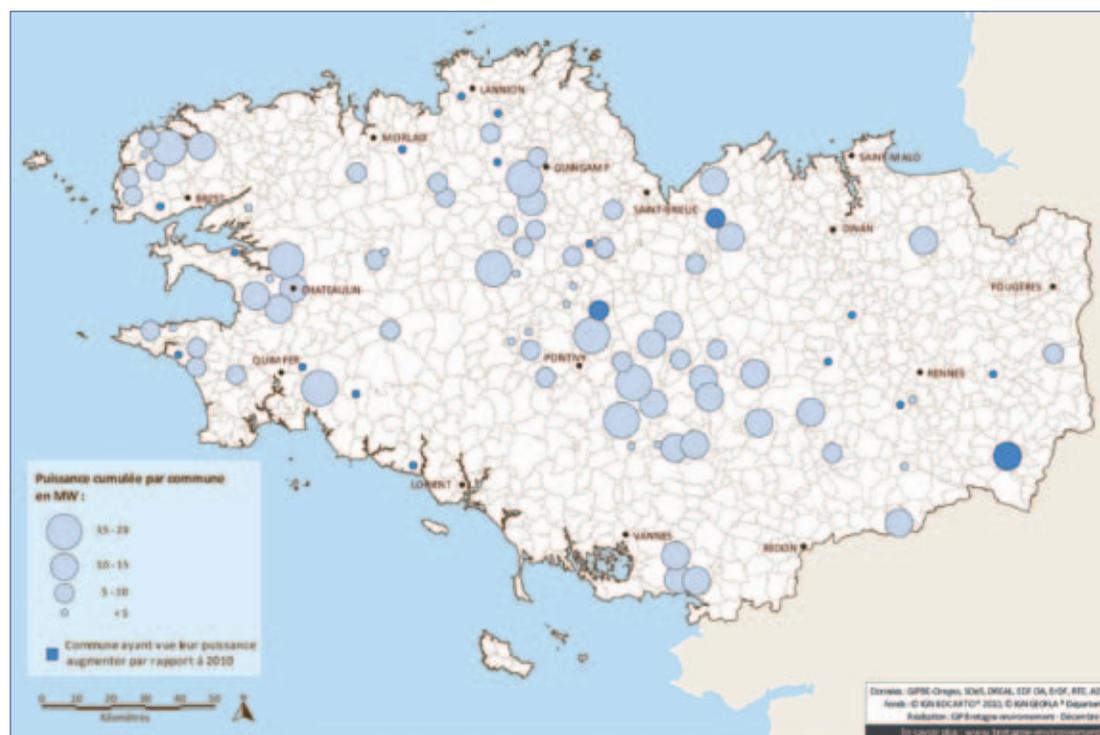
<sup>(1)</sup> Source : Ademe Bretagne.

<sup>(2)</sup> Source : L'énergie éolienne en France, Panorama 2011, Syndicat des énergies renouvelables.

<sup>(3)</sup> Source : RTE Bretagne, Bilan électrique et projets 2012, mars 2012.

<sup>(4)</sup> Source : RTE.

### La puissance éolienne en fonctionnement fin 2010 par commune (en MW)



Source : Observatoire de l'énergie et des gaz à effet de serre

### 500 MW au large de Saint-Brieuc pour produire plus de 8 % de la consommation électrique actuelle de la Bretagne

Le projet de parc éolien en mer de la Baie de Saint-Brieuc est appelé à trouver toute sa place dans le Pacte électrique breton. Avec 500 MW de capacité installée et 1 750 GWh de production annuelle, le projet a pour objectif de fournir l'équivalent de la consommation de 790 000 habitants (chauffage compris), soit 8,1 % de la consommation totale en 2010 d'électricité de la Bretagne.

## 3-2 Un territoire tourné vers la mer

### Une région maritime avant tout

D'une longueur de 2 730 km<sup>(1)</sup>, le linéaire côtier breton représente un tiers des côtes françaises métropolitaines.

Il est structuré par un tissu portuaire dense, avec près de 220 sites<sup>(2)</sup> aux dimensions et activités variables. Trois ports régionaux se distinguent : Lorient (2<sup>e</sup> port de pêche français), Brest et Saint-Malo. En 2010, plus de 1 million de passagers (trafic transmanche) et 8 millions de tonnes de marchandises ont transité par les ports bretons<sup>(3)</sup>, principaux points d'entrée et de sortie pour les ressources économiques de l'arrière-pays. De nombreuses sociétés sont liées au nautisme et à la plaisance (environ 400 établissements et 8 000 emplois dans la construction et la réparation navale).

Par ailleurs, les activités de pêche maritime sont traditionnellement très implantées sur le littoral breton. Forte de 1 392 navires et de 5 201 marins-pêcheurs fin 2011<sup>(4)</sup>, **la Bretagne est la première région française en matière de pêche maritime (poissons, crustacés et mollusques).**

### Les principales activités économique des Côtes-d'Armor

Avec de nombreux élevages porcins et une filière agroalimentaire étendue, le département des Côtes-d'Armor est **l'un des premiers départements agricoles français.**

Le tourisme, en forte croissance depuis les années 1970, est la seconde activité du territoire : il concerne près de 15 000 emplois directs et indirects<sup>(5)</sup> dans le département. Comme sur l'ensemble de la Bretagne, l'offre touristique se concentre essentiellement sur le littoral.

## Les projets d'énergies marines renouvelables en Bretagne



Source : Bretagne Développement Innovation

<sup>(1)</sup> Source : Portail de l'information environnementale en Bretagne.

<sup>(2)</sup> Source : Conseil Régional de Bretagne.

<sup>(3)</sup> Source : Les ports de commerce en Bretagne, Observatoire Régional des Transports de Bretagne.

<sup>(4)</sup> Source : Préfecture de la Région Bretagne.

<sup>(5)</sup> Rapport de l'Agence départementale du développement économique et territorial, chiffres 2009.

Dans les **Côtes-d'Armor**, la **pêche professionnelle** concerne 9 ports de pêche<sup>(1)</sup> et représentait 1 025 emplois directs en 2011. Le chiffre d'affaires était, la même année, de 140 millions d'euros pour un volume débarqué, transformé et commercialisé de près de 47 000 tonnes. La flottille de pêche de 285 bateaux est majoritairement dédiée à la « petite pêche » de proximité et de durée limitée<sup>(2)</sup>. La **plaisance** constitue également une part importante de l'économie du département, notamment dans la Baie de Saint-Brieuc : les 11 ports de plaisance de la Baie totalisent plus de 11 000 places<sup>(2)</sup>.

### **Un potentiel industriel marin bien identifié par les entreprises bretonnes**

Plusieurs organismes institutionnels et réseaux d'entreprises participent à la valorisation du potentiel naturel marin du territoire breton, notamment en matière d'énergies marines renouvelables :

- > à Lorient (Morbihan), **Bretagne Pôle Naval**, véritable « cluster » des ressources maritimes, regroupe des entreprises spécialisées dans le domaine naval et dans celui des énergies marines renouvelables (architecture, ingénierie-maîtrise d'œuvre, construction, réparation, spécialités à bord, équipementiers, intégrateurs, essais, logistique, services). Ce vivier d'entreprises du secteur maritime représente quelque 12 000 emplois<sup>(3)</sup> ;
- > à Brest (Finistère), le **Pôle Mer Bretagne** rassemble chercheurs et industriels autour d'un même pôle de compétitivité. Ses plateformes technologiques favorisent les échanges et les transferts de compétence pour mieux développer la filière maritime en Bretagne, notamment les ressources énergétiques marines et les biotechnologies ;
- > basé à Plouzané, près de Brest, **France Énergies Marines** est un institut d'excellence en énergies décarbonées. À la pointe de la recherche dans le domaine des énergies marines renouvelables, il participe à la mise sur le marché des innovations les plus prometteuses. L'objectif de cet institut est double : doter la France d'un secteur industriel couvrant l'éventail complet des énergies marines et réaliser l'effort de recherche et développement pour des technologies performantes afin d'accroître leur viabilité économique et la compétitivité des entreprises.

Parce qu'ils portent l'innovation régionale, ces organismes sont des acteurs incontournables de la mise en place d'une filière industrielle des énergies marines renouvelables en Bretagne.

## **3-3 Le développement d'un projet éolien en mer en Baie de Saint-Brieuc : un choix raisonné et concerté**

### **3-3-1 Dès 2009, la planification de l'éolien en mer en Bretagne**

#### **La planification des services de l'État et de la Région Bretagne**

À la suite du Grenelle Environnement, le Comité interministériel de la mer, du 8 décembre 2009, a défini les modalités de planification et de concertation de l'éolien en mer.

Sur cette base, un document de planification a été élaboré lors des réunions de la Conférence régionale de la mer et du littoral (voir encadré), visant à :

- > aider à la préparation du premier appel d'offres de l'éolien en mer en Bretagne ;
- > identifier les espaces de développement potentiel ;
- > partager les enjeux techniques, économiques, environnementaux, pay-sagers, sociaux pris en compte dans la planification.

#### **De Groix à Saint-Malo**

Quatre espaces potentiels ont été soumis à discussion dans le cadre de la Conférence régionale de la mer et du littoral : sud-est de l'île de Groix, la Baie de Lannion, la Baie de Saint-Brieuc, au large de Saint-Malo. La conférence avait pour objet l'identification de sites propices. Elle a permis d'identifier toutes les contraintes existantes sur chaque site (d'ordre physique, naturel, réglementaire et humain) afin de voir quels espaces étaient compatibles avec le développement de futurs parcs éoliens en mer.

Les espaces identifiés ont ensuite été portés à la connaissance du ministère de l'Écologie, de l'Énergie et du Développement durable et de la Mer (MEEDDM), qui a finalement décidé de soumettre à appel d'offres le site de la Baie de Saint-Brieuc (d'une puissance de 500 MW).

<sup>(1)</sup> Les 9 ports de pêche des Côtes-d'Armor sont : Locquémeau, Loguivy, Pors-Even, Paimpol, Saint-Quay-Portrieux, Binic, Saint-Brieuc, Dahouët et Saint-Cast-le-Guildo.

<sup>(2)</sup> Source : CAD 22.

<sup>(3)</sup> Source : Bretagne Pôle Naval.

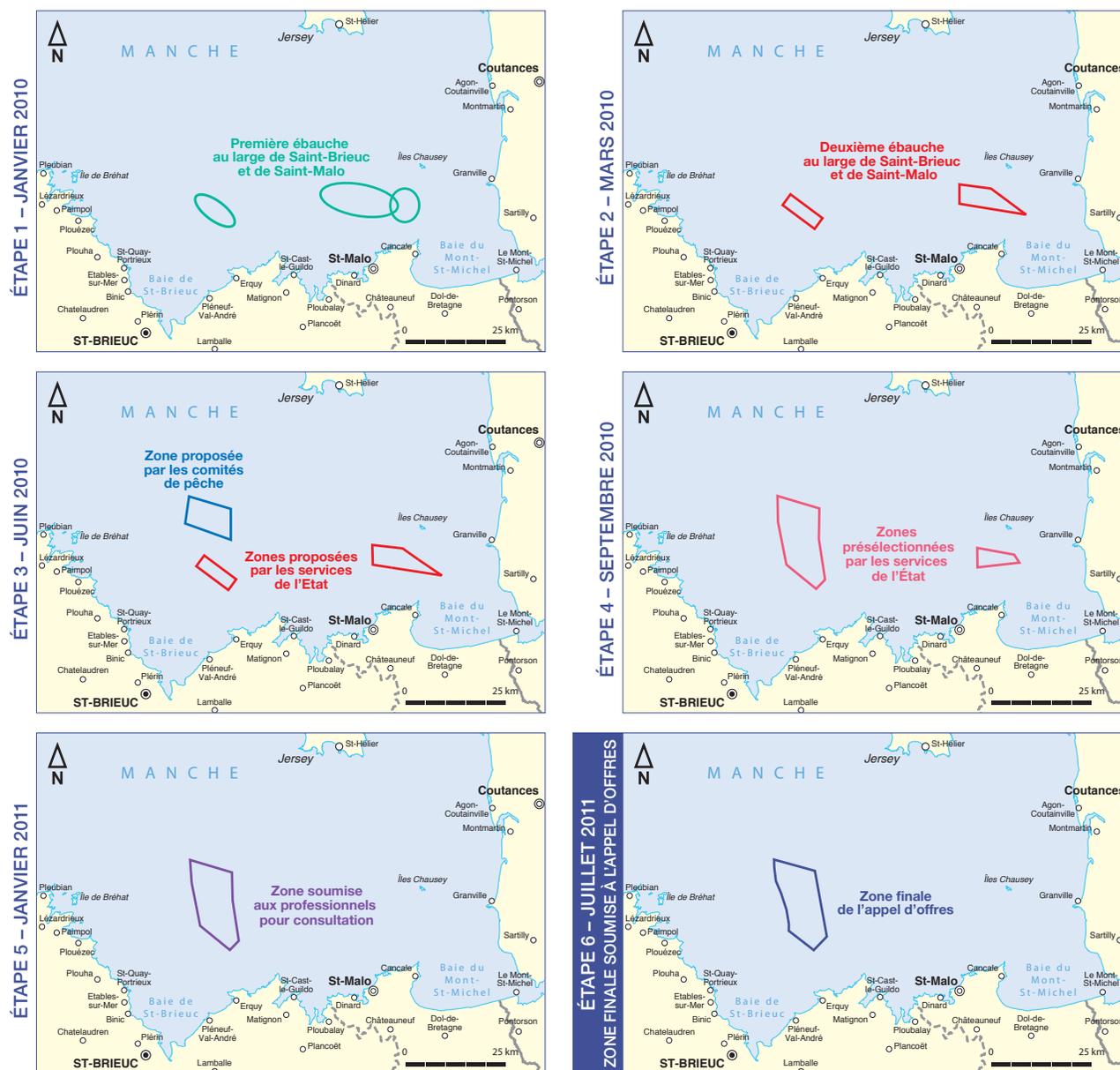
## UNE CONCERTATION MENÉE SOUS L'ÉGIDE DE LA CONFÉRENCE RÉGIONALE DE LA MER ET DU LITTORAL

La Conférence régionale de la mer et du littoral est un lieu d'échange, de réflexion et d'action pour l'ensemble des acteurs concernés par la gestion de la zone côtière. Pilotée par le Président du Conseil Régional, le Préfet de Région et le Préfet maritime de l'Atlantique, cette conférence a permis de valider les pré-faisabilités techniques, économiques et environnementales des projets sur les zones étudiées. La volonté de l'État de planifier le développement de l'éolien en mer le long des côtes françaises a favorisé la mise en place d'un dialogue constructif avec l'ensemble des usagers et acteurs de l'espace maritime : les pêcheurs professionnels, les plaisanciers, les administrations et services déconcentrés de l'État, les acteurs du transport de fret et de passagers, les industriels, les associations de protection de l'environnement et l'ensemble des particuliers intéressés par ce projet.

Un important travail de recensement et de cartographie des contraintes naturelles, réglementaires et liées aux activités préexistantes a été réalisé afin de préciser les zonages et de leur assurer une légitimité vis-à-vis des acteurs de la mer.

Les cartographies ci-contre présentent la démarche de concertation menée entre septembre 2009 et juillet 2011 pour déterminer la zone de l'appel d'offres pour le lot de Saint-Brieuc.

## Le processus de planification mené par les services de l'État et la Région Bretagne avant l'appel d'offres



## LE SAVIEZ-VOUS ?

### LA CRE RÉGULE LA CONCURRENCE

La Commission de Régulation de l'Énergie (CRE) est une autorité administrative indépendante créée en 2000 lors de l'ouverture à la concurrence des marchés de l'énergie. Elle a notamment pour mission d'assurer le bon fonctionnement des marchés de l'électricité et du gaz naturel au bénéfice des consommateurs. Dans le cadre de l'appel d'offres lancé par l'État pour l'éolien en mer, c'est la CRE qui a reçu et instruit, examiné et noté les offres pour les noter conformément aux critères définis dans le cahier des charges. Elle a ensuite rendu son rapport au gouvernement, chargé de prendre les décisions d'attribution. La CRE a ensuite été consultée pour avis sur les choix envisagés par le gouvernement.

### 3-3-2 En 2011, l'appel d'offres « éolien en mer » de l'État

#### L'appel d'offres de l'État : la volonté de créer une nouvelle filière industrielle

Le 7 juillet 2011, l'État lance, après avis favorable de la Commission de Régulation de l'Énergie (voir encadré), un appel d'offres éolien en mer, représentant un potentiel de 3000 MW de puissance installée. Cet objectif de puissance<sup>(1)</sup>, réparti sur 5 zones distinctes, permet :

- > de donner de la **visibilité aux acteurs de la filière** ;
- > **d'optimiser les coûts des projets** (commandes d'équipements importantes, concentration des moyens d'installation, limitation du nombre des raccordements) et donc du prix du kWh produit ;
- > de désigner un **acteur énergétique** (ou un consortium d'acteurs) **comme interlocuteur unique** pour les parties prenantes locales d'un territoire donné ;
- > de regrouper les démarches administratives et faciliter l'instruction par les autorités compétentes, tout en assurant une **meilleure prise en compte des enjeux du projet à l'échelle du territoire**.

#### La Baie de Saint-Brieuc : un territoire propice à l'éolien en mer

Dans l'appel d'offres qu'il a constitué, le MEEDDM a retenu une zone de 180 km<sup>2</sup> au large de Saint-Brieuc. Dégagé des contraintes majeures et servitudes absolues, cet espace permet à l'opérateur retenu de délimiter au mieux son projet en fonction des fonds marins, des enjeux environnementaux, des distances à la côte et des usagers de la mer.

<sup>(1)</sup> Source : Synthèse du cahier des charges de l'appel d'offres, juillet 2011.

### Les lauréats du premier appel d'offres éolien en mer



Source : DGEC

À noter : l'appel d'offres concernant le site du Tréport a été déclaré sans suite.

Plage des Rosaires à Plérin



## UN CAHIER DES CHARGES PRÉCIS

Les critères de sélection des offres, mentionnés dans le cahier des charges de l'appel d'offres éolien en mer, sont très clairs :

- Le prix de l'électricité (40 points) ;
- Le volet industriel (40 points) ;
- Capacités de production industrielles : fiabilité des filières d'approvisionnement des composants et délais de mise en service.
- Minimisation de l'impact des activités industrielles : choix d'implantation et des processus logistiques, minimisation des nuisances et risques induits par les opérations de transport.

- Maîtrise des risques techniques et financiers : expérience du candidat en matière de construction, de développement et d'exploitation de parcs éoliens en mer, ainsi que de gestion des risques techniques et financiers associés, robustesse de l'analyse des risques techniques, environnementaux et sociaux, qualité et pertinence des mesures liées à la sécurité maritime, existence d'une source d'approvisionnement alternative, robustesse du plan d'affaires et du montage financier.
- Implication du candidat en matière de recherche et développement (technologique et environnementale) lié à l'éolien en mer sur les côtes françaises.

- Le volet « activités existantes et environnement » (20 points).
- Minimisation du nombre d'équipements installés.
- Maîtrise des impacts sur les activités existantes : qualité de l'analyse des activités existantes et des mesures envisagées pour l'évitement, la réduction et la compensation des impacts du projet sur celles-ci.
- Maîtrise des impacts sur l'environnement : qualité des mesures envisagées pour l'évitement, la réduction et la compensation des effets négatifs notables sur l'environnement, qualité des actions envisagées pour le suivi environnemental.
- Qualité et pertinence du plan de démantèlement.

### 3-3-3 La concertation au cœur de la philosophie d'Ailes Marines

#### À la rencontre des acteurs dès 2009

**Pour Ailes Marines, la réussite du projet repose largement sur l'appropriation des enjeux pour construire un véritable projet de territoire.**

C'est pourquoi, depuis la fin de l'année 2009, avant même la publication de l'appel d'offres de l'État, le consortium mené par IBERDROLA et EOLES parcourt le territoire breton à la rencontre des parties prenantes. Plus de 200 réunions de concertation locales sont organisées avec les acteurs : élus, acteurs socio-économiques, usagers de la mer, associations environnementales et citoyennes (Cf. Annexe p. 128).

Parmi les acteurs rencontrés par Ailes Marines, on peut citer à titre d'exemple :

#### Les représentants de la pêche professionnelle

La filière pêche représente un enjeu socio-économique majeur pour le territoire et fait l'objet d'une attention particulière de la part des élus, des

services de l'État, mais également de la population qui y est fortement attachée. Il a donc été primordial de veiller à la compatibilité du projet éolien avec les différentes pratiques de pêche.

Cette large concertation s'est traduite par des réflexions communes et des décisions concrètes, en particulier avec les représentants des Comités Départementaux des Pêches et des Élevages Marins des Côtes-d'Armor et d'Ille-et-Vilaine (CDPMEM 22 et 35) et du Comité Régional des Pêches des Élevages Marins de Bretagne (CRPMEM de Bretagne). Ailes Marines a très tôt initié une démarche participative avec les instances de pêche, afin de définir un projet le moins impactant possible pour leurs activités professionnelles et préserver et maintenir la filière. La localisation du parc, son orientation, les fondations, le câblage interne et les problématiques de croisement de câbles ont été discutés point par point avec les représentants des professionnels de la pêche afin de parvenir à un projet défini en commun (Cf. Chapitre 2, p. 55).

### Les élus

Pour définir son projet et les mesures d'accompagnement, Ailes Marines a rencontré l'ensemble des élus concernés (le Conseil Régional de Bretagne, le Conseil général des Côtes-d'Armor et les huit établissements publics de coopération intercommunale de la Baie de Saint-Brieuc). Ces différentes rencontres ont été l'occasion d'échanges et d'écoute et ont permis d'engager une réflexion territoriale dans le but de mieux en appréhender le contexte et de cerner les enjeux propres à chaque échelle du territoire breton.

### Les acteurs du monde industriel

Désireux d'associer les entreprises des Côtes-d'Armor et de Bretagne à l'élaboration du programme industriel nécessaire au projet, Ailes Marines a entrepris, grâce aux Chambres de Commerce et d'Industrie, au cluster Bretagne Pôle Naval ou encore à Bretagne Développement Innovation, (agence de développement économique de la région Bretagne) un travail d'identification et de recherche de savoir-faire. Plusieurs entreprises ou groupements d'entreprises ont été rencontrés par les partenaires industriels d'Ailes Marines (cf. Chapitre 3). Par ailleurs, certains membres du consortium sont adhérents de différents groupements et organismes/réseaux d'entreprises locales en charge de la valorisation des savoir-faire en Bretagne (Bretagne Pôle Naval, Pôle Mer Bretagne, France Énergies Marines). Dans ce cadre, Ailes Marines a participé à une série de conférences et de groupes de travail liés notamment aux énergies marines renouvelables.

### Les acteurs de l'emploi et de la formation

Un travail a été entamé avec l'ensemble des parties prenantes (Conseil Régional, Conseil général, rectorat, Pôle Emploi, AFPA) dès l'été 2011 afin que l'installation de ce parc éolien soit exemplaire dans le domaine de la gestion prévisionnelle des emplois, des compétences et de l'insertion professionnelle.

Depuis le 11 janvier 2012, date de dépôt du dossier d'appel d'offres à la CRE, Ailes Marines a poursuivi et accentué ses actions de concertation avec tous les acteurs du territoire (collectivités locales, parlementaires, associations citoyennes, usagers de la mer) et a participé à des événements sportifs et culturels briochins.



/// Journée fournisseurs à la Chambre de Commerce et d'Industrie des Côtes-d'Armor.

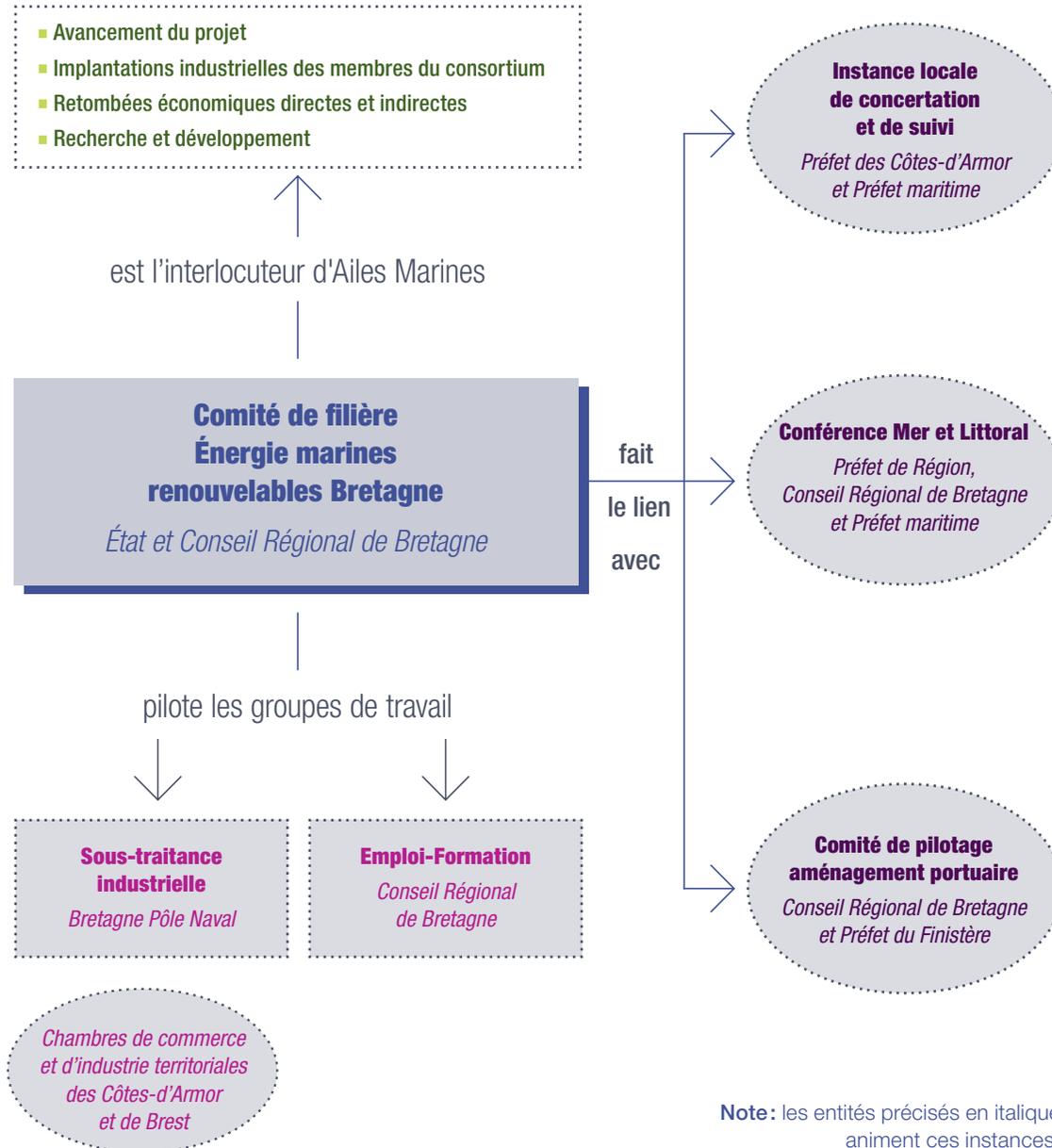
C'est sur ce dialogue de proximité que le consortium s'est appuyé pour développer et définir le projet éolien en mer de la Baie de Saint-Brieuc présenté dans les chapitres suivants.

### **Aujourd'hui, une gouvernance à plusieurs échelles appuyée sur un Comité de filière**

À l'annonce du lauréat de l'appel d'offres, le Préfet de la Région Bretagne et la Région Bretagne ont décidé de mettre en place un « Comité de filière sur les énergies marines renouvelables en Bretagne », piloté par Bretagne Développement Innovation. Pierre angulaire du dispositif de concertation, ce comité permet à Ailes Marines de faire avancer son projet avec le concours de l'ensemble des parties prenantes du territoire (hors grand public), qui se réunissent dans le cadre de différents groupes de travail techniques. En parallèle, une instance de concertation locale et de suivi pilotée par le Préfet des Côtes-d'Armor et le Préfet maritime de l'Atlantique, se réunit en fonction de l'actualité du projet. Elle regroupe, entre autres, les élus, les associations professionnelles ou citoyennes et les services de l'État.

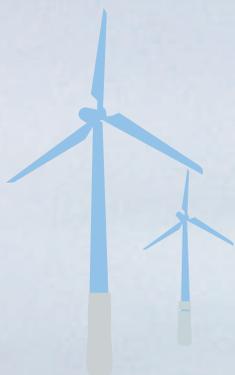
Tout au long de la vie du projet, de sa réalisation jusqu'à son démantèlement, Ailes Marines souhaite que les échanges avec l'ensemble des acteurs du territoire se poursuivent. Le débat public doit permettre d'approfondir cette concertation, en offrant une vision transversale de l'ensemble des enjeux.

Le schéma de gouvernance du projet par les autorités régionales



Autre instance à laquelle participe Ailes Marines : la Conférence Bretonne de l'Énergie

**Note :** les entités précisés en italique animent ces instances.



## Chapitre 2

# La définition *du projet*

1. Le diagnostic socio-économique, environnemental et paysager de la Baie de Saint-Brieuc
2. Les caractéristiques du projet
3. Le coût et le financement du projet
4. Le prix d'achat de l'électricité produite par le parc





*La définition du projet est le résultat de la synthèse des études et de la concertation menée par le consortium. Cette analyse multicritère permet aujourd'hui à Ailes Marines de présenter un projet adapté aux spécificités et aux enjeux du territoire.*

*Après une présentation du diagnostic socio-économique, environnemental et paysager du territoire (**partie 1**), ce chapitre précise les critères qui ont guidé la définition de la zone d'implantation du projet, ainsi que les choix techniques (**partie 2**). Sont abordés également le coût, le financement du projet (**partie 3**) et le prix de l'électricité associé (**partie 4**).*



# 1. Le diagnostic socio-économique, environnemental et paysager **de la Baie de Saint-Brieuc**

*C'est à partir de son expérience, des études et de la concertation menée depuis 2009 auprès des parties prenantes, que le consortium a élaboré son projet. Ce travail l'a notamment conduit à proposer une implantation du projet dans une surface de 77 km<sup>2</sup> (appelée ici « le périmètre du projet »), alors même que le périmètre défini dans l'appel d'offres de l'État (appelé ici « périmètre de l'appel d'offres ») couvrait une surface de 180 km<sup>2</sup>. Les différents éléments présentés ci-après relèvent du diagnostic environnemental (physique, vivant, humain et patrimoine naturel archéologique) et paysager. Cette analyse porte sur ce qui est appelé « l'aire d'étude », c'est-à-dire le périmètre dans lequel les différentes études ont été menées jusqu'à présent. C'est sur la base de ce diagnostic, ou « état initial », qu'Ailes Marines a défini son projet, présenté au point 2.*

## LES ÉTUDES RÉALISÉES ET LES ÉTUDES EN COURS

Dans le cadre de sa réponse à l'appel d'offres, Ailes Marines a commandé plusieurs études. On peut citer la campagne de relevés géophysiques, l'étude des données océanographiques et météorologiques, l'étude paysagère, l'étude préliminaire de l'impact sur le secteur de la pêche professionnelle, l'étude préliminaire des interactions possibles entre le projet et les mammifères marins, l'état des lieux préliminaire sur l'intérêt ornithologique du site d'étude ou encore une analyse des risques nautiques et maritimes (voir la liste complète en annexe).

Des études complémentaires ont été lancées dans le cadre du développement du projet ou afin de préparer les dossiers de demande d'autorisations administratives nécessaires à celui-ci. Parmi ces études figurent celles liées à l'étude d'impact (voir en annexe).

## Le périmètre de l'appel d'offres



## 1.1 La Baie de Saint-Brieuc: un espace maritime fréquenté

Avec plus de 350 km de côtes découpées et compte tenu de sa position géographique particulière, le département des Côtes-d'Armor présente une grande diversité d'activités maritimes, en particulier en Baie de Saint-Brieuc.

En effet, le bassin de la Baie de Saint-Brieuc est ouvert à plusieurs types de navigation: la pêche professionnelle, le trafic maritime commercial (ferries, cargos et tankers), les extractions de granulats, le tourisme et les activités de plaisance.

De plus, le périmètre du projet se situe à environ 50 milles nautiques (93 kilomètres) au sud du dispositif de séparation du trafic des Casquets, qui distingue

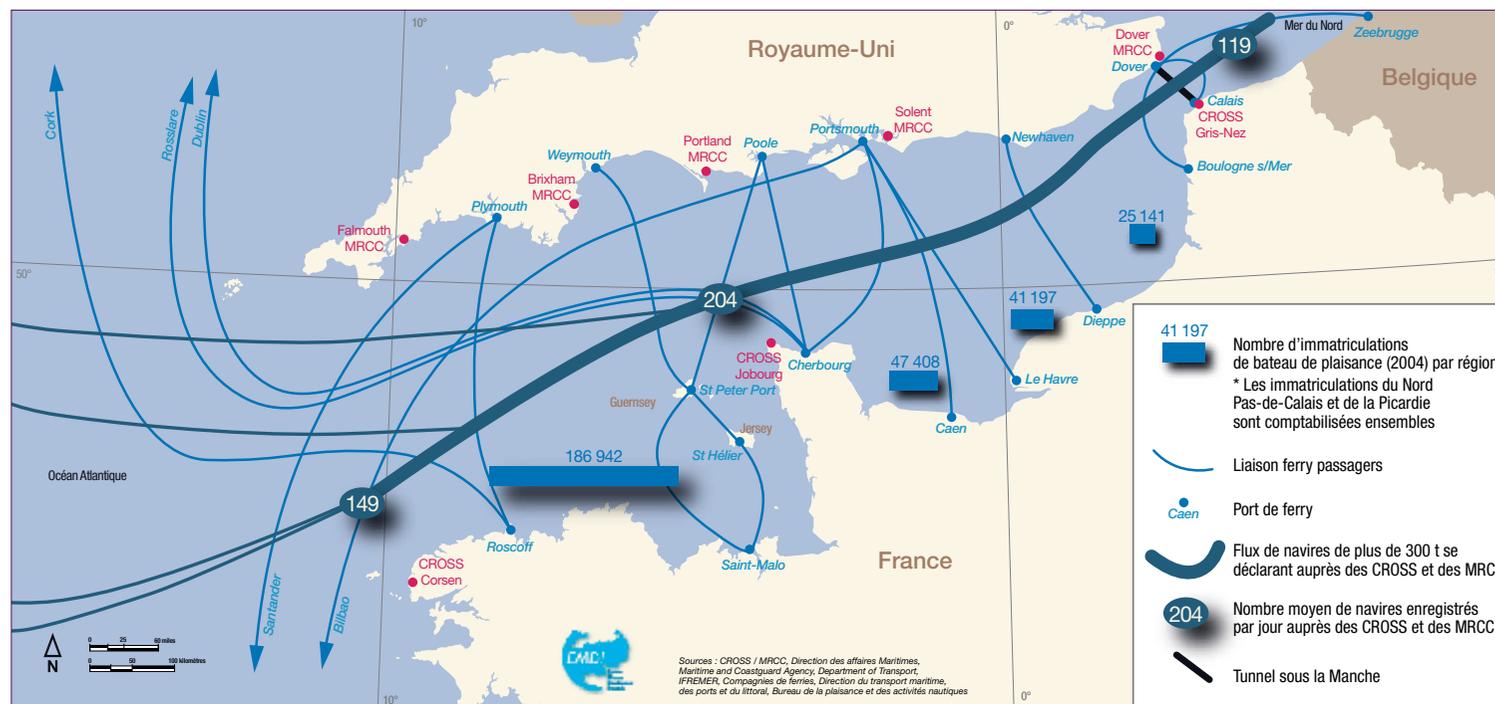
la Manche orientale de la Manche occidentale. Avec 179 navires enregistrés en moyenne par jour en 2011<sup>(1)</sup>, il s'agit de l'un des passages maritimes les plus fréquentés du monde (près de 20 % du trafic mondial y transite).

Plus précisément, le bassin de navigation<sup>(2)</sup> dans lequel s'insère le projet s'étend du Cap Fréhel à l'est (qui sépare le bassin malouin de la Baie de Saint-Brieuc) au phare des Héaux de Bréhat à l'ouest (zone de roches émergées et de haut-fond dans le nord-est de l'île de Bréhat). Il comprend de nombreux havres d'échouage et des ports de pêche à l'image d'Erquy, Paimpol, Binic, Dahouet, Saint-Cast-le-Guido ou encore Saint-Quay-Portrieux.

<sup>(1)</sup> Source : Bilan d'activité 2011 du Centre Régional Opérationnel de Surveillance et de Sauvetage (CROSS) de Jobourg, janvier 2012.

<sup>(2)</sup> Selon la définition du Service d'Étude et d'Aménagement Touristique du Littoral (SEATL), un bassin de navigation est défini par les itinéraires maritimes empruntés à partir des ports du territoire.

## Les routes et chenaux de navigation en Manche (chiffres 2005)

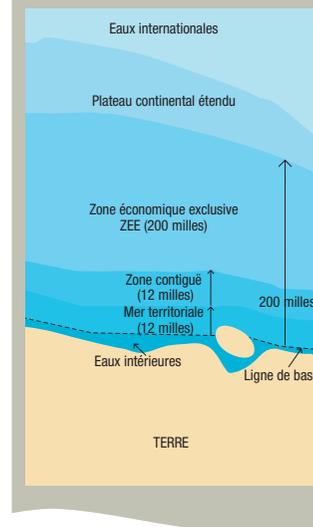


## LE SAVIEZ-VOUS?

### LE MILLE NAUTIQUE

Le mille nautique (appelé aussi mille marin) est une unité de mesure de distance utilisée en navigation maritime et aérienne. Ainsi 1 mille vaut 1 852 mètres, 12 milles nautiques (limite des eaux territoriales) correspondent à 22,22 kilomètres et 5 milles nautiques (limite de navigation côtière autorisée) à 9,3 kilomètres.

Le mille nautique ne doit pas être confondu avec le mile anglo-saxon (à vocation terrestre) qui équivaut à 1 609 mètres.



## LE SAVIEZ-VOUS ?

### LE CABOTAGE

Le cabotage, ou Transport Maritime à Courte Distance (TMCD), est l'acheminement de marchandises et de passagers par mer de port en port à proximité des côtes. Initialement, ce terme désignait une activité de transport marchand : les navires allaient de cap en cap (caboter) en évitant de s'éloigner de la côte.

## 1-1-1 Le trafic maritime commercial

Dans la Baie de Saint-Brieuc, la navigation commerciale concerne surtout le trafic de cabotage depuis les îles anglo-normandes ou depuis le « rail de navigation » de la Manche entre Ouessant et les Casquets, vers Saint-Malo et dans une moindre mesure vers Saint-Brieuc – Le Légué. Les obstacles naturels constitués par les îles anglo-normandes et par les nombreux plateaux rocheux (Les Minquiers, Les Roches Douvres, Les Ecréhou) imposent des routes et des chenaux d'accès au trafic maritime commercial.

**Le trafic maritime commercial dans l'aire d'étude du projet est constitué principalement :**

- > de **lignes régulières de ferries** au départ de Saint-Malo et à destination des îles anglo-normandes et du Royaume-Uni. Le nombre de passagers transportés sur ces lignes régulières transmanche et vers Jersey et Guernesey a atteint 985 000 personnes en 2010<sup>(1)</sup>. Des ferries à destination de l'Europe du Sud traversent également le périmètre du projet ;
- > de **navettes de passagers** en provenance et à destination de l'île de Bréhat (voir encadré) ;
- > du trafic de **croisières de tourisme**, en escale dans le port de Saint-Malo, qui a représenté en 2010 un total de 17 000 passagers<sup>(1)</sup> ;
- > de **cargos** qui traversent la Baie en provenance ou à destination de Saint-Malo, du port du Légué (Saint-Brieuc) et occasionnellement de Granville. Le port d'intérêt national de Saint-Malo représente la première destination des navires de commerce observés dans les Baies de Saint-Malo et de Saint-Brieuc : 1,9 million de tonnes<sup>(1)</sup> y sont traitées chaque année, essentiellement des engrais, des véhicules, des minerais, du bois et des produits agroalimentaires.
- > le port de Saint-Brieuc – Le Légué, avec 350 000 tonnes de marchandises manutentionnées chaque année, est le premier port de commerce des Côtes-d'Armor : 15 à 20 navires de commerce accostent chaque mois et transportent des matières premières – bois, aliment pour le bétail, engrais, minéraux, etc. Ils viennent pour 65 % du nord de l'Europe, pour 20 % du sud de l'Europe, de l'Afrique du Nord et des États-Unis et pour le reste des autres ports de France ;
- > de **tankers** qui circulent entre Jersey et Guernesey et entre le plateau des Roches Douvres et les Héaux de Bréhat. Ces deux routes coupent le périmètre du projet dans deux directions : nord-nord-ouest/

sud-sud-est et ouest-nord-ouest/est-sud-est. Les navires de transport de matières dangereuses, les chimiquiers, les gaziers et les pétroliers sont contraints d'emprunter les chenaux d'accès des ports.

**À noter :** le port de Saint-Malo ne reçoit plus de pétrolier depuis la fermeture de son dépôt en 2003.

### LES NAVETTES DESSERVANT L'ÎLE DE BRÉHAT

Les « Vedettes de Bréhat » bénéficient d'une délégation de service public pour desservir l'île de Bréhat. Ainsi, l'île est quotidiennement reliée au continent par des barges transportant fret et passagers *via* le quai du Port Clos de Bréhat, à environ 12 milles nautiques (22 kilomètres) à l'ouest du périmètre du projet. En 2010, ce sont 387 391 passagers qui ont été transportés sur l'île, ce qui en fait le premier trafic de passagers du département.

## 1-1-2 La pêche professionnelle

### Les métiers (ou pratiques de pêche) exercés

L'aire d'étude se situe spécifiquement sur le quartier maritime de Saint-Brieuc, mais concerne plus largement les marins de **trois quartiers maritimes** différents : Lannion-Paimpol, Saint-Brieuc et Saint-Malo.

394 marins ont été recensés en 2012 sur le quartier maritime de Saint-Brieuc, 442 sur le quartier maritime de Paimpol et 636 sur le quartier de Saint-Malo.

<sup>(1)</sup> Observatoire régional des transports de Bretagne – Bilan d'activité 2010 des ports de commerce en Bretagne.



LES QUARTIERS MARITIMES DE L'AIRE D'ÉTUDE						
Navires inscrits par catégorie de pêche	Petite Pêche	Pêche Côtière	Pêche au large	Grande pêche	Total Navires	Nombre de marins inscrits
SAINT-BRIEUC	131	2	6	0	139	394
PAIMPOL	113	2	19	0	134	442
SAINT-MALO	52	10	6	2	70	636

Source : Monographie maritime de la façade Atlantique Manche-Ouest – Direction interrégionale de la mer Nord-Atlantique-Manche-Ouest – novembre 2012.

**Définitions :** (source : INSEE)

**Petite pêche :** absence du port inférieur ou égale à 24 heures

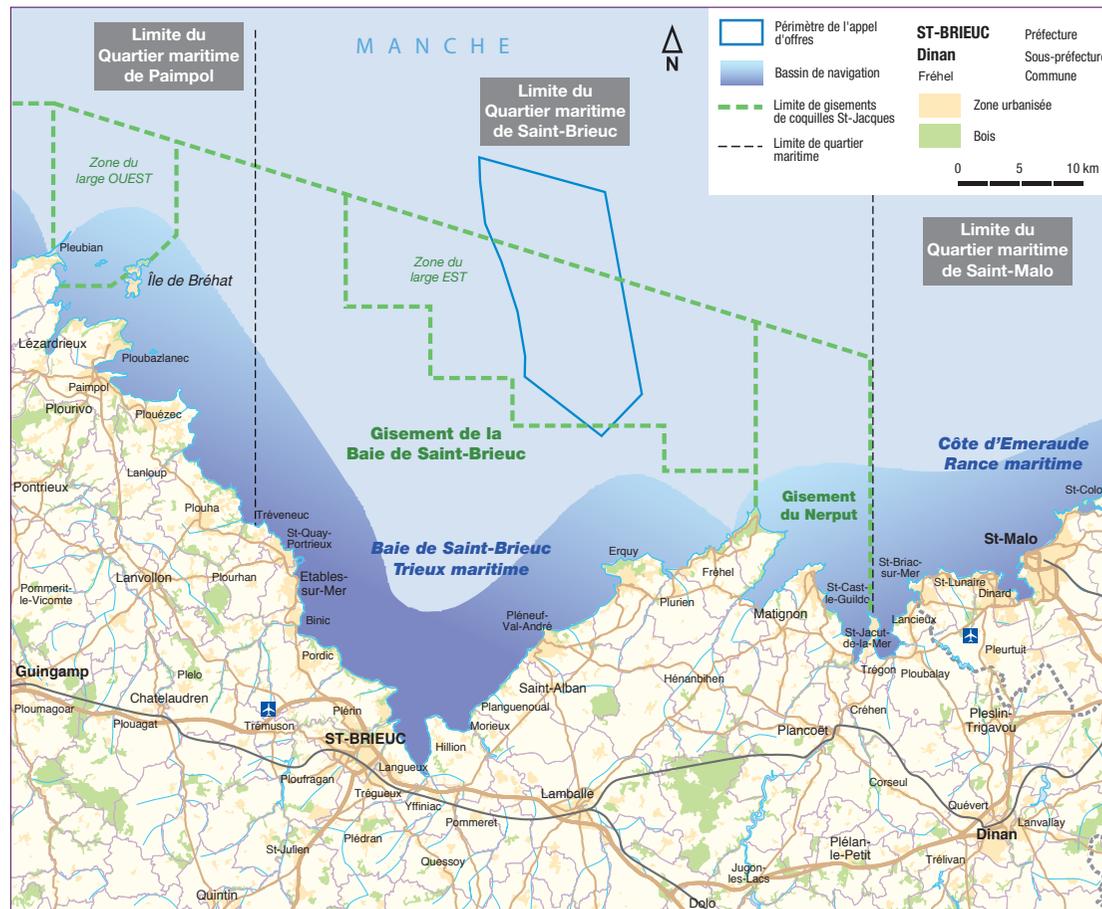
**Pêche côtière :** absence du port comprise entre 24 et 96 heures

**Pêche au large :** absence supérieur à 96 heures lorsque cette navigation ne répond pas à la définition de la grande pêche

**Grande pêche :**

- navires de plus de 1 000 tonneaux de jauge brute (tjb) ;
- navires de plus de 150 tjb s'absentant habituellement plus de 20 jours de son port d'exploitation ou de ravitaillement.

## La pêche professionnelle en Baie de Saint-Brieuc



Pointe de Plouézec

Il est à noter que moins d'une dizaine de pêcheurs jersiais évoluent régulièrement dans le nord du périmètre de l'appel d'offres, dans la **zone dite de la « Baie de Granville »**, régie par un accord international entre Jersey et la France (voir encadré) entré en vigueur en 2004.

### LES ACCORDS DITS DE LA « BAI DE GRANVILLE »

Les îles anglo-normandes (Aurigny, Guernesey, Jersey, Hern et Sercq) constituent cinq enclaves britanniques au sein des eaux territoriales françaises. Une cohabitation entre les pêcheurs français et les pêcheurs britanniques, formalisée par la mise en place de territoires de pêche s'est établie en raison de cette proximité. Après 13 ans de négociations franco-britanniques, un accord a été signé le 4 juillet 2000 à Saint-Héliier (Jersey). Il a défini, d'une part, la ligne de délimitation maritime entre la France et Jersey et a abrogé, d'autre part, le principe de « mer commune » située entre les zones exclusives des deux pays. Cet accord est entré en vigueur le 1<sup>er</sup> janvier 2004.



/// Port de plaisance de Gouray (île de Jersey)

Les pratiques de pêche dans la Baie relèvent **des arts dormants et des arts traïnants** (voir encadré) : dragues à coquilles Saint-Jacques et à bivalves, chaluts de fond, casiers à bulots, filets à crustacés, lignes et palangres principalement.

### LE SAVIEZ-VOUS ?

#### LES ARTS DORMANTS ET LES ARTS TRAÎNANTS

La pêche aux arts dits « dormants » utilise des engins de pêche immobiles (ex : casiers, palangres).

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

Source : Ifremer



/// Pêcheurs en route vers les zones de pêche dans la Baie de Saint-Brieuc

#### L'exploitation des ressources halieutiques

Les activités de pêche s'appuient naturellement sur les **ressources halieutiques de la Baie** (voir encadré), c'est-à-dire sur l'ensemble des organismes vivants dans l'eau (animaux ou végétaux). L'analyse fine des ressources halieutiques de l'aire d'étude est un préalable indispensable au développement du projet. Ailes Marines se fonde sur les relevés scientifiques fournis par l'Ifremer et ses prestataires, ainsi que sur les informations fournies par les instances de pêche. Ces données seront complétées par des études en cours, lancées par Ailes Marines.

## LE SAVIEZ-VOUS?

### LES RESSOURCES HALIEUTIQUES

Les ressources halieutiques sont les ressources vivantes aquatiques, animales et végétales, exploitées par l'homme (pêche, aquaculture).

Il en ressort que :

- > l'exploitation des coquillages constitue le véritable poumon économique de la pêche professionnelle des quartiers de Lannion-Paimpol et de Saint-Brieuc (78 % en poids et 70 % en valeur des captures), devant les crustacés qui représentent 8 % des captures en poids et 13 % en valeur<sup>(1)</sup>;
- > l'espèce emblématique de la Baie est la coquille Saint-Jacques. Pour la saison de pêche 2009-2010, 5760 tonnes ont été pêchées dans le gisement principal et 1 300 tonnes dans le gisement au large. Le chiffre d'affaires est estimé pour la même saison à 12,7 millions d'euros pour les criées des Côtes-d'Armor<sup>(2)</sup>. Le périmètre du projet est situé dans les limites du gisement du large de la Baie de Saint-Brieuc, mais en dehors des espaces de capture privilégiés;
- > la partie sud du périmètre du projet<sup>(3)</sup> recèle une ressource abondante en amandes de mer, jusque-là faiblement exploitée et une ressource plus faible en palourdes et praires.
- > concernant les **poissons**, les espèces potentiellement présentes sont la petite rousette, l'émissole, la sole commune, le grisot ou daurade grise, la baudroie commune, la raie bouclée, le bar commun, la barbue, le maquereau commun, le merlan, la plie commune et le rouget-barbet de roche. L'étude halieutique réalisée dans le cadre de l'appel d'offres indique que la zone étudiée présente une profondeur d'eau importante, défavorable aux nurseries localisées.

À l'initiative des instances de pêches, des Comités Départementaux des Pêches et des Élevages Marins des Côtes-d'Armor et d'Ille-et-Vilaine (CDPMEM 22 et 35) et du Comité Régional des Pêches Maritimes et des Élevages Marins de Bretagne (CRPMEM), une analyse spatiale de la distribution des principales pêcheries a pu être réalisée. Elle permet d'indiquer les principales zones de pêche de l'aire d'étude (voir tableau ci-après).

<sup>(1)</sup> Source : Ifremer, rectangle statistique 26E7, année 2008.

<sup>(2)</sup> Source : Amure, 2009.

<sup>(3)</sup> Campagne Bivalves 2002 présentée dans l'étude de Pitel M, Savina M, Fyfas S, Berthou P de 2004.

### LES ZONES DE PÊCHE DU PÉRIMÈTRE DE L'APPEL D'OFFRES

Engin de pêche	Espèce(s) cible(s)	Périmètre de l'appel d'offres inclus dans la zone de pêche
Casier à seiche	Seiche	Non
Drague à amandes	Amande	Non
Drague à palourdes	Palourde	Non
Drague à praires	Praire	Non
Casier à buccin	Buccin	Oui
Palangre	Bar	Oui
Drague à coquille Saint-Jacques	Coquille Saint-Jacques	Oui
Filet maillant calé	Araignée	Oui
Chalut de fond	Divers poissons	Oui

Source : Étude du Comité Régional des Pêches Maritimes et des Élevages Marins (CRPMEM) de Bretagne, 2010.

### L'exploitation des ressources conchylicoles

La Baie de Saint-Brieuc est également une zone de cultures marines. On observe 3 zones importantes d'élevage de coquillages :

- > l'Anse de Paimpol, dans laquelle les 8000 tonnes d'huîtres produites chaque année sont élevées aussi bien en mer que sur des tables d'élevage situées sur l'estran<sup>(1)</sup>;
- > la Pointe de Pordic, avec la production de 4 000 à 4 500 tonnes de moules de bouchot;
- > la Baie de Morieux, avec une production de 4 500 tonnes par an de moules de bouchot.

<sup>(1)</sup> L'estran est la partie du littoral située entre les niveaux connus des plus hautes et des plus basses mers.



Moules de bouchot

## Les entreprises et emplois conchylicoles par bassin de production



Source : CAD22 - Amorstad.com - Février 2011

### 1-1-3 Les extractions de granulats

L'aire d'étude est concernée par le trafic des dragues d'extraction de granulats (sable calcaire) ou de maërl (dépôt constitué de sable et de débris d'algues) qui relie l'estuaire du Trieux au port de Saint-Malo. Les sables calcaires sont un matériau utilisé pour les travaux de génie civil. Le maërl est principalement utilisé comme amendement pour enrichir la terre. On recense quatre concessions en Baie de Saint-Brieuc, dont trois exploitées pour les sables calcaires :

- > la concession du « Plateau de la Horaine » au large de l'île de Bréhat ;
- > la concession de « La Cormorandière » au large de Paimpol ;

> le projet de concession de la « Baie de Lannion ».

Deux concessions sont exploitées pour le maërl :

> la concession de « Lost-Pic » au large de Paimpol ;

> la concession « Ilot Saint-Michel » au large de la pointe d'Erquy.

Conformément à une décision prise dans le cadre du Grenelle Environnement, l'arrêt de l'exploitation du maërl est programmé pour la fin de l'année 2013. Le sable calcaire constituera une alternative pour l'activité agricole.

Le périmètre du projet se situe à l'extérieur de toutes ces zones d'extraction de granulats et de maërl.



## 1-2 Les servitudes aériennes

Les « servitudes » aériennes sur le territoire peuvent être de deux ordres :

- > les **servitudes dites « hertziennes »**, liées à la présence de stations radio-électriques émettant des ondes électromagnétiques sur le secteur concerné par le projet ;
- > les **servitudes dites « aéronautiques »** liées à la nécessité de protéger le « cône de dégagement » qui permet l'atterrissage et le décollage des avions, civils ou militaires, aux abords des aérodromes. Elles sont également liées à la nécessité de maintenir les aides visuelles destinées aux pilotes et d'assurer le fonctionnement des installations météorologiques des aérodromes.

### LE SAVIEZ-VOUS?

#### LA SERVITUDE

Une servitude est une charge, de source conventionnelle ou textuelle, établie sur un immeuble (bâtiment, terrain ou construction) qui s'impose aux maîtres d'ouvrage dans la conception de leur projet. D'une manière générale, les servitudes peuvent être de plusieurs ordres : présence de monuments historiques, d'équipements de la Défense nationale, protection de la salubrité publique, etc.

Dans la Baie de Saint-Brieuc, on ne recense pas de servitudes hertziennes. En effet, le périmètre du projet est suffisamment éloigné de la zone située entre Paimpol et l'île de Bréhat sur laquelle existe une servitude de ce type. On ne compte pas non plus de servitude aéronautique militaire sur le périmètre du projet. Néanmoins, dans la Baie et alentour, on recense la présence de différents types de radars, qui ne seront pas impactés par le projet (Cf. Chapitre 3, p. 85).

## 1-3 Les données environnementales et paysagères du périmètre du projet

Ailes Marines a intégré les sensibilités environnementales et paysagères du périmètre dans l'élaboration de son projet éolien en mer. Des études ont en effet été réalisées par des bureaux d'étude spécialisés sur le milieu physique, le milieu naturel, le milieu vivant et le paysage. Ces bureaux se sont appuyés sur des données bibliographiques locales, des

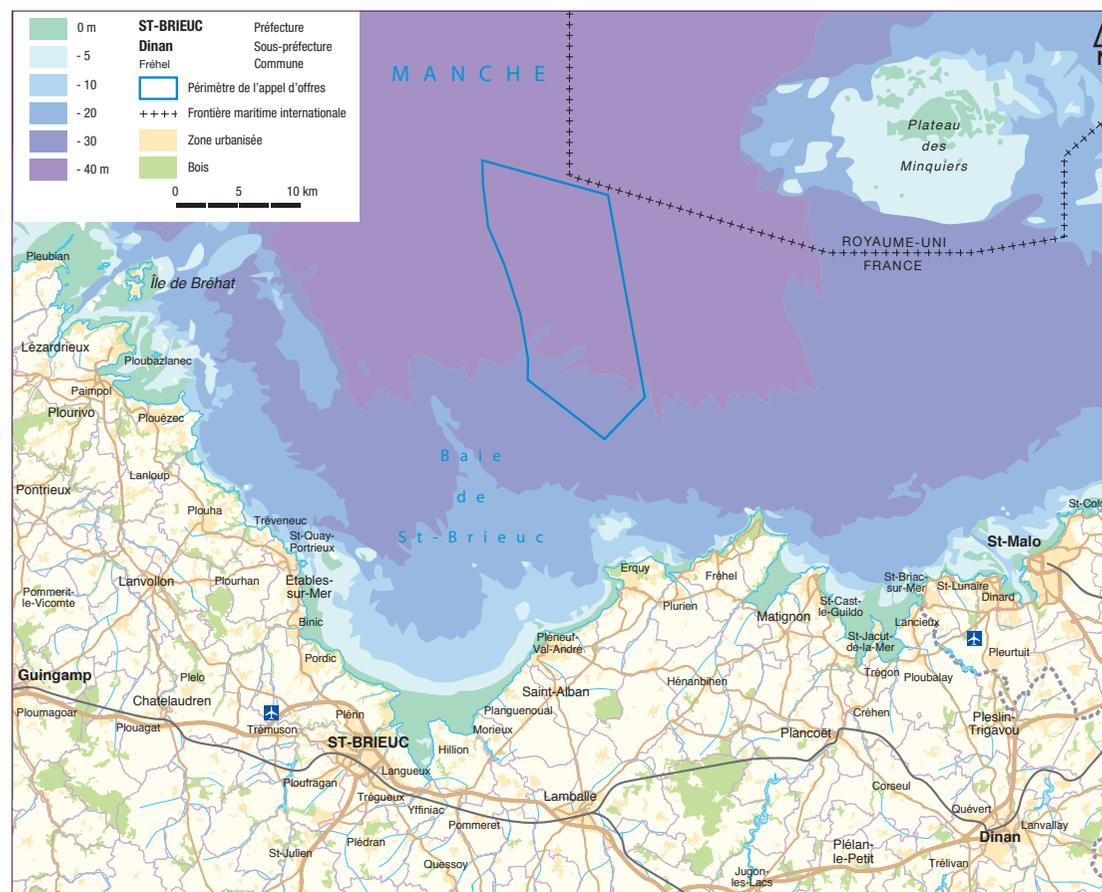
retours d'expérience à l'étranger, des données issues d'organismes publics, mais aussi sur le travail de terrain mené par le consortium depuis 2009.

### 1-3-1 Le milieu physique

Les études sur le milieu physique du périmètre du projet ont principalement porté sur la sédimentologie, la profondeur de la mer, l'hydrodynamisme (la marée, la houle et les courants) ainsi que la vitesse du vent. Ces études ont

**Note :** les profondeurs indiquées sur cette carte sont basées sur les cartes marines du service Hydrographique et Océanographique de la Marine (SHOM).

#### La profondeur de la Baie



été complétées par des données actuelles sur la qualité de l'eau et de l'air. Leurs principaux enseignements sont les suivants :

- > d'un point de vue **sédimentologique**, la partie sud du périmètre de l'appel d'offres est constituée d'une couverture sédimentaire allant du sable grossier au sable graveleux. Au nord du périmètre, on observe quelques affleurements rocheux ;
- > la **profondeur de la mer** dans le périmètre de l'appel d'offres augmente progressivement de 21,1 mètres dans le sud-ouest de l'aire d'étude à 46 mètres dans le nord-est<sup>(1)</sup>. Le relief est doux et peu marqué.
- > d'un point de vue **hydrodynamique**, le marnage (différence entre pleine-mer et basse-mer) est important puisqu'il varie entre 4 et 12,8 mètres selon le coefficient de marée. C'est d'ailleurs l'une des amplitudes les plus importantes au monde. L'amplitude maximale des courants de marées varie de 2,1 à 2,9 nœuds en vive-eau (marée de coefficient 95) et de 0,9 à 1,1 nœud en morte-eau (marée de coefficient 45). On note enfin une prédominance des houles de secteur nord-ouest inférieures à 1 mètre ;
- > d'un point de vue **microbiologique, chimique et phytoplanctonique**, les eaux du périmètre de l'appel d'offres sont estimées dans l'ensemble de « bonne qualité »<sup>(2)</sup>. Seul un secteur, limité au fond de la Baie de Saint-Brieuc, serait touché ponctuellement par un développement d'algues, également appelé bloom, susceptible d'altérer la qualité de l'eau ;
- > la **qualité de l'air** est qualifiée de « bonne à très bonne » et ce 90 % du temps (calcul basé sur la concentration de plusieurs polluants)<sup>(3)</sup> ;
- > la vitesse du **vent** calculée pour le site est en moyenne de 8,52 mètres par seconde<sup>(4)</sup> à 100 mètres de hauteur.

<sup>(1)</sup> Ces profondeurs sont référencées par rapport au zéro hydrographique (niveau des plus basses mers de marée astronomique).

<sup>(2)</sup> Conformément à la dénomination définie dans la directive 76/160/CEE.

<sup>(3)</sup> Tels que le dioxyde de soufre, le dioxyde d'azote, l'ozone et les particules en suspension. Source : Air Breizh, données 2008.

<sup>(4)</sup> Source : Ailes Marines.

## 1-3-2 Le milieu naturel

Le sud-est du périmètre de l'appel d'offres est adjacent à deux zones **Natura 2000** (Cap d'Erquy – Cap Fréhel) :

- > une Zone de Protection Spéciale (ZPS, communément appelée « Directive oiseaux ») ;
- > un Site d'Intérêt Communautaire (SIC, communément appelé « Directive habitats »).

Quatre autres zones Natura 2000 sont également recensées, mais à des distances importantes du projet.

LES SITES NATURA 2000 À PROXIMITÉ DU PÉRIMÈTRE DE L'APPEL D'OFFRES		
Sites Natura 2000	Nombre d'hectares	Spécificités
<b>Zone de protection spéciale Cap d'Erquy – Cap Fréhel</b>	38 583 ha	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Importantes colonies d'oiseaux marins</li> <li>– 19 espèces d'intérêt communautaire</li> </ul>
<b>Site d'intérêt communautaire Cap d'Erquy – Cap Fréhel</b>	55 683 ha	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Habitats littoraux de première importance (landes littorales, dunes perchées, massifs dunaires, marais maritime au contact de la dune, falaises)</li> <li>– 5 habitats d'intérêt communautaire</li> <li>– 5 espèces de mammifères d'intérêt communautaire : grand dauphin, marsouin commun, grand murin, petit rhinolophe, grand rhinolophe</li> </ul>
<b>Zone de protection spéciale Trégor-Goëlo</b>	91 063 ha	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Zone d'hivernage et de nidification importante pour certaines espèces d'oiseaux d'eau ou marins (grand gravelot, sternes)</li> <li>– 43 espèces d'intérêt communautaire</li> </ul>
<b>Site d'intérêt communautaire Trégor-Goëlo</b>	90 844 ha	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Riche mosaïque d'habitats</li> <li>– 4 habitats d'intérêt communautaire</li> <li>– 3 espèces de mammifères marins d'intérêt communautaire : grand dauphin, marsouin commun, phoque gris</li> <li>– 5 espèces de poissons d'intérêt communautaire</li> </ul>
<b>Zone de protection spéciale de la Baie de Saint-Brieuc</b>	13 551 ha	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Zone humide littorale de grand intérêt pour l'hivernage et les escales migratoires</li> <li>– 37 espèces d'intérêt communautaire</li> </ul>
<b>Site d'intérêt communautaire de la Baie de Saint-Brieuc</b>	3 092 ha	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Riche mosaïque d'habitat (habitat abrité, landes et bancs de maërl)</li> <li>– 4 habitats d'intérêt communautaire</li> <li>– 7 espèces de mammifères d'intérêt communautaire</li> </ul>

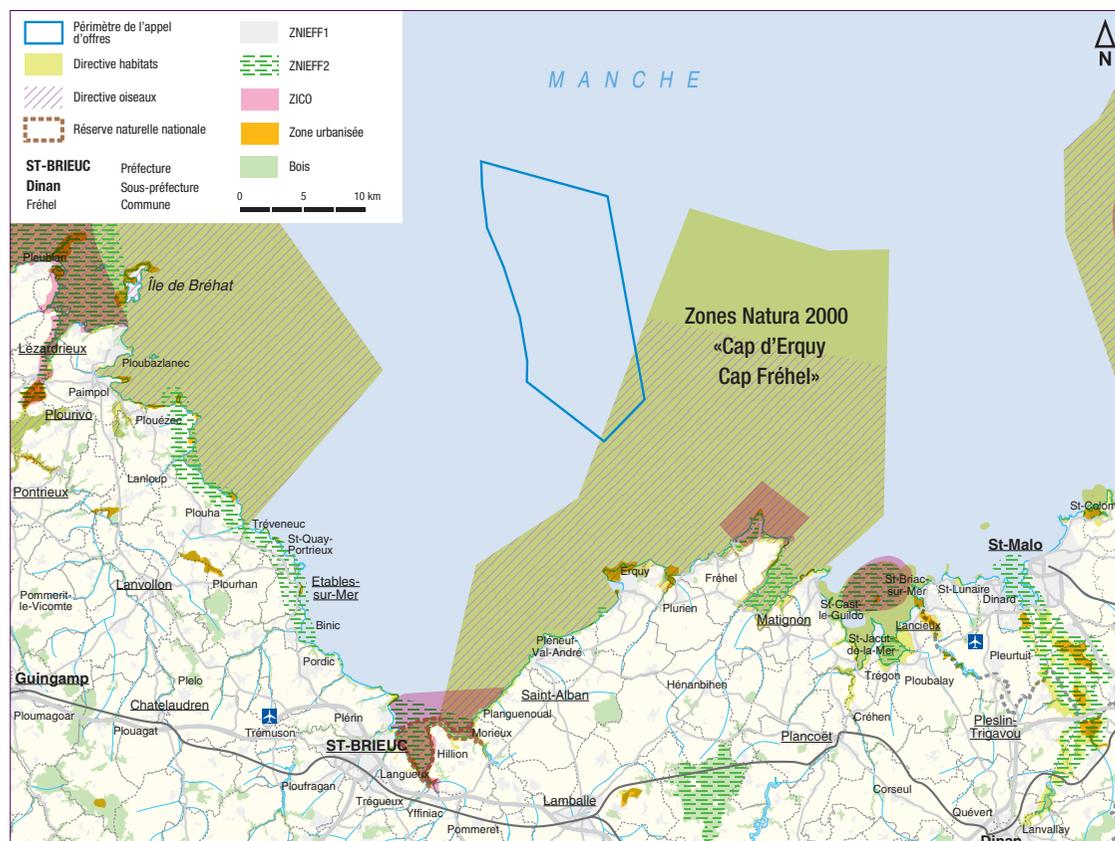
Une **réserve naturelle nationale** (la réserve naturelle de la Baie de Saint-Brieuc) est également située à plus de 30 km au sud du périmètre de l'appel d'offres, sur les communes de Saint-Brieuc, Languieux, Yffiniac, Hillion et Morieux. D'une superficie de 1 140 hectares, elle englobe une zone humide à fort intérêt pour les oiseaux migrateurs et constitue une zone importante d'alimentation et de repos pour les oiseaux littoraux. Toutefois, cette réserve est éloignée du périmètre du projet.

Enfin, 32 **Zones Naturelles d'Intérêt Écologique Floristique et Faunistique** (ZNIEFF) et 3 **Zones d'Importance pour la Conservation des Oiseaux** (ZICO) se situent aux alentours du périmètre du projet.

## LE PROJET DE PARC NATUREL MARIN DU GOLFE NORMANO-BRETON

Le ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de la Mer (MEEDDM) a décidé en 2010 de réfléchir à la mise en place d'un parc naturel marin normand-breton. Ses réflexions associent l'ensemble des acteurs, des élus et des usagers de la mer afin de définir le périmètre exact et les principales orientations de gestion de ce secteur au riche patrimoine naturel, biologique, économique et culturel. Le périmètre du projet du parc éolien de la Baie de Saint-Brieuc pourrait être situé dans le parc naturel toujours en phase d'élaboration et dont le périmètre définitif n'a pas encore été arrêté. Il pourrait s'étendre du sillon de Talbert (22) au Cap de la Hague (50). Ailes Marines collabore avec l'agence des Aires Marines Protégées (AMP) afin de prendre en compte les enjeux des deux projets.

### L'environnement naturel du périmètre de l'appel d'offres



### 1-3-3 Le milieu vivant

#### La faune et la flore benthique (benthos)

Le benthos regroupe l'ensemble des organismes faunistiques et floristiques aquatiques vivant sur le fond des mers. La faune benthique peut être macro-benthique (visible à l'œil nu) ou micro-benthique (quand elle ne dépasse pas un millimètre).

Une partie de la faune benthique présente un intérêt commercial, comme le bulot, l'araignée de mer, les bivalves (palourdes, amandes de mer) et la coquille Saint-Jacques (Cf. Chapitre 4, p. 103).

En outre, les observations (par prélèvements et par vidéos) réalisées sur le périmètre du projet ont confirmé la présence abondante, parmi les nombreuses espèces recensées, de la crépidule (ou berlingot de mer). Si des études complémentaires vont être réalisées, il est d'ores et déjà important de retenir que cette espèce invasive complique l'exploitation de ressources halieutiques telles que la coquille Saint-Jacques, le bulot, la praire et l'amande de mer. En effet, les dragues ramassent sans distinction crépidules et coquillages comestibles, entraînant un tri coûteux et fastidieux.

### La ressource halieutique

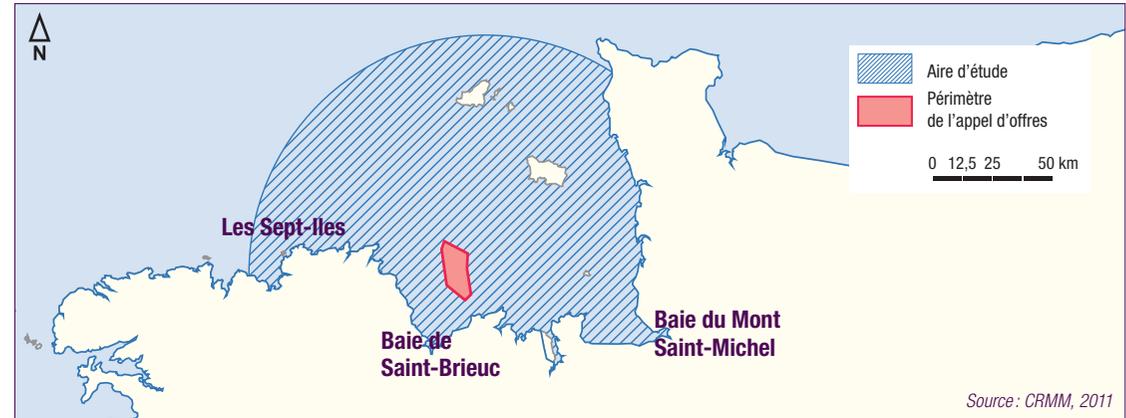
Les résultats de l'étude halieutique réalisée dans le cadre de la réponse à l'appel d'offres en 2011<sup>(1)</sup> sont décrits dans le paragraphe 1.1.2. (p. 42). Ils indiquent que la zone d'étude présente une profondeur d'eau importante, ce qui est défavorable aux nourriceries. Elle n'est pas non plus connue pour être un lieu privilégié de reproduction.

### Les mammifères marins

Les **mammifères marins** ont fait l'objet d'une synthèse bibliographique (fondée sur des observations<sup>(2)</sup> et études d'échouage<sup>(3)</sup>) réalisée, en 2011, par le Centre de Recherche sur les Mammifères Marins (CRMM) de l'université de La Rochelle, dans une aire d'un rayon de 100 kilomètres autour du projet (voir la carte ci-contre). Ses conclusions démontrent que :

- > les dauphins communs, les grands dauphins, les marsouins communs et les phoques veaux-marins fréquentent de manière régulière l'aire d'étude ;
- > les rorquals, les phoques gris et les dauphins de Risso la fréquentent de manière régulière ou occasionnelle ;
- > les colonies de phoques gris et veaux-marins sont plus particulièrement présentes au niveau du Mont-Saint-Michel et des Sept-Îles ;
- > d'autres espèces ont été observées, comme les globicéphales noirs, les dauphins bleu et blanc ou les rorquals. Cependant, il n'y a pas d'information

### Localisation de la zone d'étude considérée pour les mammifères marins



particulière quant à leur utilisation de l'aire d'étude. Une attention particulière sera accordée à ces espèces potentiellement utilisatrices de la zone, en attendant les suivis dédiés qui précéderont les travaux.

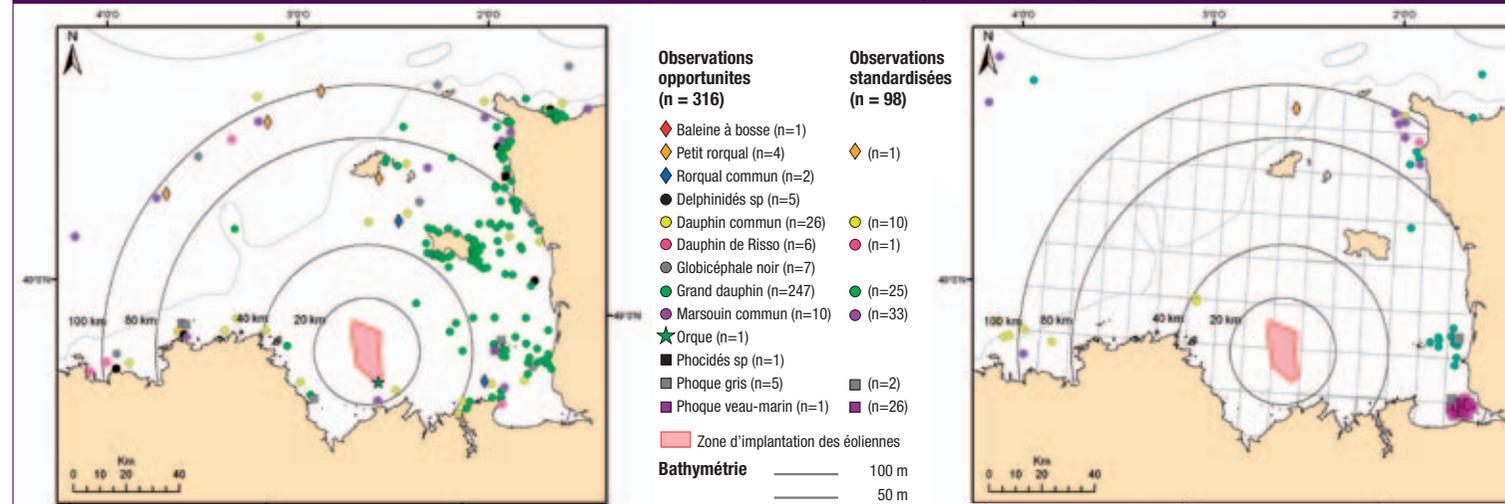
L'aire d'étude est donc potentiellement d'intérêt écologique pour les espèces précitées.

<sup>(1)</sup> Étude réalisée par Oceanic Développement, 2011.

<sup>(2)</sup> Données collectées par le CRMM depuis 1981.

<sup>(3)</sup> Données collectées par le Réseau National d'Échouage (RNE) français depuis 1972.

### Les mammifères marins observés sur le périmètre de l'appel d'offres entre 2000 et 2010



#### Note :

résultat d'observations dites :  
– « standardisées », c'est-à-dire réalisées lors de campagnes dédiées au recensement des cétacés. Cela donne une indication sur l'abondance et la distribution des mammifères marins ;

– « opportunistes », c'est-à-dire réalisées par des plaisanciers ou lors de sorties en mer non dédiées à l'observation des mammifères marins.

Source de données : SHOM, IGN, RNE, CRMM.

## L'avifaune

Les données utilisées pour l'analyse préliminaire des enjeux sur l'avifaune sont issues essentiellement de la base de données du GEOCA qui comprend 230 000 observations réparties sur l'ensemble du département des Côtes-d'Armor et des bulletins de la Société jersiaise (section ornithologie). Les connaissances acquises depuis près de 20 ans<sup>(1)</sup> sur la fréquentation du littoral par les oiseaux et plus particulièrement du fond de Baie, indiquent que différentes espèces transitent à l'intérieur ou à proximité du périmètre du projet et à différentes périodes de l'année.

La richesse ornithologique globale de la Baie de Saint-Brieuc (avec 301 espèces observées à ce jour dont 109 d'intérêt communautaire) témoigne de la présence d'habitats attractifs pour une grande diversité d'oiseaux.

Les principaux constats et hypothèses issus de cette analyse préliminaire sont classés selon la saisonnalité.

### Période de nidification

- > Proximité de plusieurs colonies d'oiseaux reproducteurs dont une grande majorité d'espèces de grand intérêt patrimonial ;
- > Possibilité de fréquentation du périmètre de l'appel d'offres lors de la recherche alimentaire et/ou lors de regroupements pré ou post-nuptiaux ;
- > Possibilité de fréquentation du périmètre de l'appel d'offres par les familles et jeunes oiseaux issus des populations locales (zones de nourrissage) ;
- > Possibilité de fréquentation du périmètre de l'appel d'offres par des populations non reproductrices.

### Période de migration ou regroupements divers (mue)

- > Existence d'un flux migratoire littoral diurne important sur le littoral oriental de la Baie (estimé entre 100 000 et 500 000 oiseaux par automne) ;
- > Effectifs locaux hivernants et observations régulières de migrateurs laissant penser qu'il existe des flux migratoires importants dans la Baie ;
- > Aire d'étude située sur un axe nord-est/sud-ouest potentiellement exploitable par les migrateurs traversant la Baie ;
- > Espèces de grand intérêt patrimonial susceptibles de fréquenter le périmètre de l'appel d'offres ou, tout au moins, de subir des incidences indirectes (Puffin des Baléares, Plongeon Imbrin).

De plus, les levés réalisés en octobre 2011 durant la phase de l'appel d'offres confirment ces hypothèses et indiquent que :

- > les oiseaux marins exploitent le périmètre du projet comme zone d'alimentation : Océanite tempête, Alcidés, Laridés, Fou de Bassan, Macareux moines, etc. L'Océanite tempête, présent en effectifs significatifs, se concentre plutôt au sud de l'aire d'étude ;
- > les oiseaux marins ou littoraux n'exploitent pas directement le périmètre du projet, mais y transitent : Labbes, Puffins, certains Laridés ;
- > les oiseaux migrateurs ne font que transiter sur le périmètre du projet : Passereaux, Bernache cravant ;
- > des espèces hivernantes fréquentent la zone (Plongeon Imbrin).

Le périmètre du projet est, par ailleurs, situé non loin de sites très fréquentés par les oiseaux comme :

- > la réserve naturelle des Sept-Iles qui accueille la nidification de la seule colonie française de Fou de Bassan (plus de 20 000 couples de janvier à septembre), ainsi que la quasi-totalité des macareux moines ;
- > le Cap Fréhel qui représente un site de reproduction local de plusieurs espèces patrimoniales majeures d'oiseaux marins (Pingouin Torda, Guillemot de Troil, etc.) et qui héberge également des oiseaux marins hivernant et migrateurs (notamment le Puffin des Baléares).

Il est à noter que ces informations seront vérifiées grâce aux suivis menés dans le cadre de la réalisation de l'étude d'impact.



<sup>(1)</sup> Données du GEOCA (Groupe d'Études Ornithologiques des Côtes-d'Armor) depuis la mise en place de suivis réguliers et la création de la réserve naturelle.

### Les chauves-souris

Les modalités de l'occupation du milieu marin par les chauves-souris sont encore insuffisamment documentées. Les premières observations relatives à la présence de chauves-souris au-dessus de la mer datent de l'installation des premières plateformes pétrolières et des premiers parcs éoliens en mer. Concernant le littoral de la Baie de Saint-Brieuc, une synthèse bibliographique a été réalisée en 2011 sur une bande littorale de 5 km entre la Pointe de l'Arcouest et le Cap Fréhel.<sup>(1)</sup>

La bande côtière costarmoricaine présente une forte diversité de chauves-souris, puisque 15 espèces sur les 20 identifiées<sup>(2)</sup> dans les Côtes-d'Armor y sont représentées. Parmi ces espèces, certaines sont migratrices, à savoir :

#### Les espèces migratrices vraies à déplacements sur de longues distances :

- > La pipistrelle de Nathusius espèce migratrice est présente en reproduction (présence de la 3<sup>e</sup> colonie de mise-bas recensée en France) ;
- > la noctule de Leisler (*Nyctalus leisleri*), espèce également grande migratrice, est mentionnée à La Méaugon, à 10 km de la côte de la Baie de Saint-Brieuc.

#### Les espèces migratrices régionales à déplacements courts :

- > le murin de Daubenton ;
- > la sérotine commune ;
- > la pipistrelle commune ;
- > le grand murin ;
- > la barbastelle d'Europe.

Parmi ces espèces, deux sont susceptibles d'être rencontrées en mer en raison de leur caractère migratoire, à savoir la pipistrelle de Nathusius et la noctule de Leisler.

### 1-3-4 Le paysage

En 2011, une notice paysagère (étude visant à mettre en évidence l'organisation des paysages, leurs particularités et les valeurs paysagères et patrimoniales du territoire) a été réalisée par un cabinet de paysagistes indépendants (l'Atelier de l'Isthme) dans le cadre du projet. L'objectif était de dresser un état initial du territoire d'étude et de caractériser les principaux enjeux et sensibilités paysagères de la Baie de Saint-Brieuc. Cette analyse s'est appuyée sur

les recommandations émises par le ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de la Mer inscrites dans le *Guide de l'étude d'impact sur l'environnement des parcs éoliens*<sup>(3)</sup>. La zone étudiée recouvre tous les espaces situés dans un rayon de 30 km autour du périmètre du projet. L'analyse a été conduite pour chaque « séquence » de littoral (portion de territoire qui présente des caractéristiques paysagères homogènes). Les « séquences » identifiées, d'est en ouest, sont au nombre de six :

**1 Les Pointes et les Baies de Saint-Lunaire à Saint-Cast-le-Guildo.** Cette séquence de littoral de la côte d'Émeraude, présente une alternance de petites baies (Baies de la Fresnaye, de l'Arguenon, de Lancieux) et de nombreuses péninsules (Pointes de Saint-Cast, de la Garde, du Chevet, de La Haye, etc.). Les sites naturels protégés sont particulièrement nombreux sur cette séquence : Pointe du Bay à Saint-Cast-le-Guildo, front de mer de Saint-Briac-sur-Mer, île des Hébihens, île Agot, etc. On dénombre au total neuf sites inscrits et 14 sites classés.

**2 Le littoral des Caps d'Erquy et de Fréhel.** Cette séquence du littoral de Penthièvre s'organise depuis la Pointe de la Latte jusqu'au Cap d'Erquy, via le Cap Fréhel. Les paysages côtiers sont naturels, rocheux et escarpés, accompagnés de landes sur les pentes. Ces deux caps sont des sites classés.



Fort-la-Latte

<sup>(1)</sup> Synthèse chiroptérologique Groupe Mammalogique Breton - Octobre 2011.

<sup>(2)</sup> Données issues d'une étude AXECO basée sur la synthèse des données bibliographiques du Groupe Mammalogique Breton.

<sup>(3)</sup> Actualisation 2010.

## LE SAVIEZ-VOUS ?

### LES SITES CLASSÉS, LES SITES INSCRITS

La loi n° 1930-05-02 du 2 mai 1930, codifiée aux articles L. 341-1 et suivants du code de l'environnement, a pour objet d'établir une liste de monuments naturels et de sites « dont la conservation ou la préservation présente, au point de vue artistique, historique, scientifique, légendaire ou pittoresque, un intérêt général ». Deux niveaux de protection peuvent être ainsi distingués :

- le classement, qui est une protection forte et correspond à la volonté de maintien en l'état du site désigné. Aucune modification ne peut, alors, être réalisée sans autorisation spéciale (article L. 341-10 du Code de l'environnement) ;
- l'inscription, qui constitue une garantie minimale de protection. Des travaux peuvent être effectués après en avoir avisé le Préfet de département, qui recueille l'avis de l'architecte des bâtiments de France (article R. 341-9 du Code de l'environnement).

**3 Le littoral balnéaire et agricole d'Erquy à Langueux.** Cette séquence, s'étirant entre le Cap d'Erquy et l'Anse d'Yffiniac, est marquée par l'émergence de la Pointe de Pléneuf et plus au sud, des Pointes des Guettes et du Grouin. Les reliefs y sont souvent raides, surtout aux abords immédiats du trait de côte. Le seul site classé de cette séquence est la falaise de la Roche jaune.

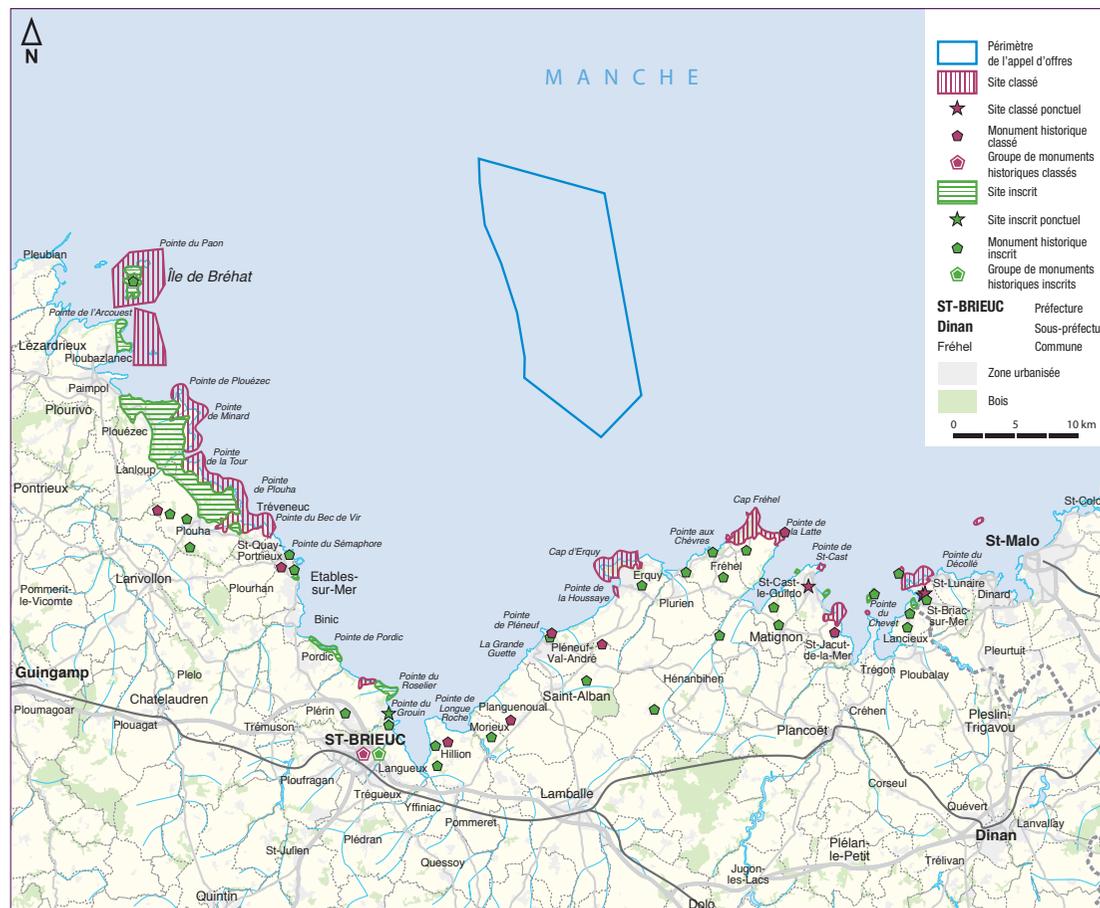
**4 Le littoral urbanisé de Langueux à Saint-Quay-Portrieux.** Cette séquence du littoral de Penthièvre, relativement linéaire, s'étire de Saint-Brieuc à Saint-Quay-Portrieux. Les paysages côtiers sont les plus urbanisés de la Baie, avec les quartiers de l'agglomération de Saint-Brieuc jouxtant la mer et les ensembles balnéaires de Binic et de Saint-Quay-Portrieux. Cette séquence compte quatre sites inscrits et un site classé.

**5 Les hautes falaises de Plouha et Plouézec.** Le littoral du Goëlo est caractérisé par ses paysages de hautes falaises, réputées être les plus hautes de Bretagne en culminant à plus de 100 mètres au-dessus de la mer. Les falaises de Plouha sont d'ailleurs classées. L'ensemble du littoral entre Penvenen et Plouha est, quant à lui, inscrit.

**6 L'archipel de Bréhat et l'île de Saint-Rion.** Cet archipel d'îles et d'îlots particulièrement étendu et complexe est organisé autour de l'île de Bréhat et se trouve réuni à marée basse par de très vastes estrans. Deux sites classés et un site inscrit sont recensés.

Le projet de parc éolien de la Baie de Saint-Brieuc s'insère donc dans un espace du littoral breton porteur de nombreuses sensibilités paysagères, comme en témoignent les paysages remarquables et reconnus du Cap Fréhel, de la Pointe de la Latte, du Cap d'Erquy ou de l'île de Bréhat.

## Les sites protégés (classés et inscrits) de la Baie et les monuments historiques



## LES MONUMENTS HISTORIQUES DE LA BAIE

Un monument historique est, en France, un monument ou un objet recevant par arrêté un statut juridique destiné à le protéger, du fait de son intérêt historique, artistique et/ou architectural.

Au même titre que les sites classés et inscrits, deux niveaux de protection existent : l'inscription au titre des monuments historiques (autrefois connue comme « inscription à l'inventaire

supplémentaire des monuments historiques »), pour les meubles et immeubles présentant un intérêt à l'échelle régionale et le classement au titre des monuments historiques, à un niveau d'intérêt national. La protection concerne, dans le cas d'immobilier, tout ou partie de l'édifice extérieur, intérieur et ses abords.

Plusieurs monuments historiques classés ou inscrits sont présents en bordure de littoral. On peut citer le Fort-la-Latte ou bien encore la Chapelle Saint-Michel de Bréhat.

Longtemps soumis aux dispositions de la loi du 31 décembre 1913, le classement et l'inscription sont désormais régis par le titre II du livre VI du code du patrimoine.



## 2. Les caractéristiques du projet

*Au regard des études qu'elle a menées jusqu'à présent, Ailes Marines propose au débat public un projet intégrant les enjeux présentés dans la première partie de ce chapitre. Dans un second temps, les échanges et les contributions apportées lors du débat public ainsi que les études complémentaires en cours de réalisation, permettront d'affiner le projet.*



/// Réunion avec les instances de pêche

### 2.1 La conciliation des enjeux techniques, socio-économiques, environnementaux et paysagers

Le cahier des charges de l'appel d'offres fixait, comme objectif principal, **la réalisation d'un parc éolien d'une puissance de 480 à 500 MW au sein d'un périmètre prédéfini de 180 km<sup>2</sup>.**

Dans ce cadre, Ailes Marines a conçu **un projet de moindre impact dans une perspective d'optimisation technique et environnementale. Il s'agit du meilleur compromis** entre :

- > la faisabilité technique et économique du projet;

- > les attentes et demandes exprimées par les acteurs locaux dans le cadre de la concertation menée par Ailes Marines, avec la nécessaire prise en compte des activités existantes;
- > l'intégration des données environnementales et paysagères liées au projet.

Cette démarche s'est traduite par :

- > une implantation équilibrée des éoliennes au sein du périmètre de l'appel d'offres de 180 km<sup>2</sup>;
- > un choix technique privilégié pour les fondations, respectant l'environnement de la zone d'implantation du projet;
- > un plan de câblage en mer optimisé.

## 2.2 Une implantation équilibrée et respectueuse des activités existantes et des enjeux environnementaux

### 2.2-1 Le périmètre d'implantation des éoliennes

#### Les critères de définition du périmètre du parc éolien

##### L'emprise du parc

Si le périmètre de l'appel d'offres était de 180 km<sup>2</sup>, Ailes Marines a fait le choix de **réduire l'emprise du parc éolien sur le domaine public maritime**. Ce choix résulte de la combinaison des données suivantes :

- > **la volonté de maintenir les activités existantes sur la zone**: Ailes Marines a souhaité limiter l'impact du parc éolien sur la pêche professionnelle. Ainsi, aucune éolienne ne sera positionnée dans la partie sud du périmètre de l'appel d'offres (gisement important de coquilles Saint-Jacques).
- > **la volonté de réduire le nombre d'éoliennes installées**: Ailes Marines a choisi d'équiper son parc avec des machines d'une puissance unitaire de 5 mégawatts. Ces machines permettront de réduire le périmètre des 180 km<sup>2</sup>, tout en respectant l'objectif de puissance (entre 480 et 500 MW) défini dans l'appel d'offres de l'État.

##### L'éloignement du parc

En parallèle, Ailes Marines a privilégié, dans la définition du périmètre, l'éloignement du parc éolien des zones environnementales classées et du littoral costarmoricain.

En effet, comme indiqué dans le 1.3.3 (p. 50), le littoral est composé de sites protégés et dotés d'une richesse paysagère indéniables. Connus et reconnus, ces sites font l'objet de protections réglementaires (sites Natura 2000 – Cap d'Erquy et Cap Fréhel –, sites inscrits et classés).

La richesse ornithologique de la Baie de Saint-Brieuc a, par ailleurs, été identifiée comme l'un des principaux enjeux environnementaux du site, avec la présence d'une Zone de Protection Spéciale (ZPS) et de colonies de pingouins au Cap Fréhel, soit à 12,5 kilomètres de la limite sud du périmètre de l'appel d'offres. **Ailes Marines a donc éloigné son projet de l'ensemble des zones et sites sensibles.**

Toutefois, Ailes Marines a dû prendre en compte la profondeur des fonds marins qui est une des contraintes essentielles de la viabilité économique d'un projet. En effet, au-delà d'une certaine profondeur, la fabrication des fondations et leur installation deviennent très coûteuses et techniquement complexes.

#### Le périmètre d'implantation proposé

Considérant l'ensemble de ces critères, Ailes Marines propose un périmètre d'implantation d'une surface de 77 km<sup>2</sup>, soit 43 % du périmètre d'origine défini dans l'appel d'offres, avec une profondeur maximale d'implantation des éoliennes de 41 mètres. L'éolienne la plus proche des côtes sera installée à 16,2 km du Cap Fréhel, en dépit des surcoûts induits par la profondeur de la mer et par la distance séparant les machines du raccordement électrique à terre. Dans cette configuration, **76 % des éoliennes seront implantées à plus de 20 km des côtes.**

Cette implantation permet donc :

- > **d'éviter les espaces privilégiés par la pêche professionnelle** (zone sud du périmètre de l'appel d'offres et absence d'éoliennes dans la zone de chalutage nommée « l'avenue »)<sup>(1)</sup> ;
- > **de limiter l'impact sur les paysages** du littoral costarmoricain ;
- > **d'éviter l'implantation d'éoliennes au sein des deux zones Natura 2000.**

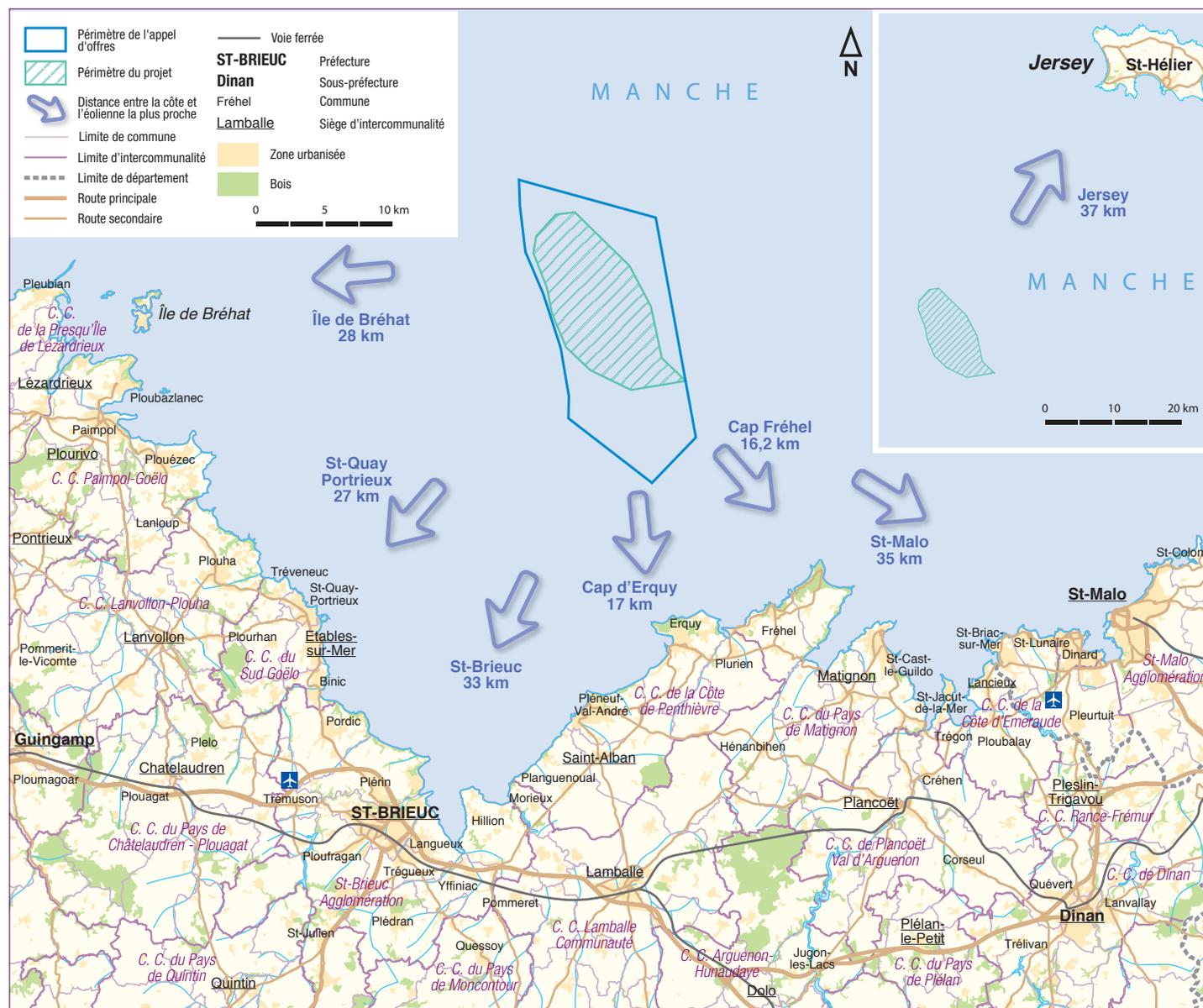
#### LES EFFETS DU CHOIX D'IMPLANTATION VIS-À-VIS D'ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX PROCHES DU PÉRIMÈTRE DU PROJET ET DU PÉRIMÈTRE DE L'APPEL D'OFFRES

Enjeu	Distance au périmètre du projet	Distance au périmètre de l'appel d'offres	Écart
COLONIES D'OISEAUX PATRIMONIAUX AU CAP FRÉHEL	16,2 km	12,5 km	3,7 km
PRÉCONISATION DE L'ORNITHOLOGUE (ÉLOIGNEMENT MAXIMAL DU FOND DE LA BAIE DE SAINT-BRIEUC)	36,3 km	31,6 km	4,7 km
CAP D'ERQUY	17 km	9,9 km	7,1 km
CAP FRÉHEL	16,2 km	12,5 km	3,7 km

<sup>(1)</sup> Les conditions d'accès au parc sont réglementairement définies par la préfecture maritime.

Source : Ailes Marines

## Le périmètre du projet



## 2-2-2 Le plan d'implantation des éoliennes proposé par Ailes Marines

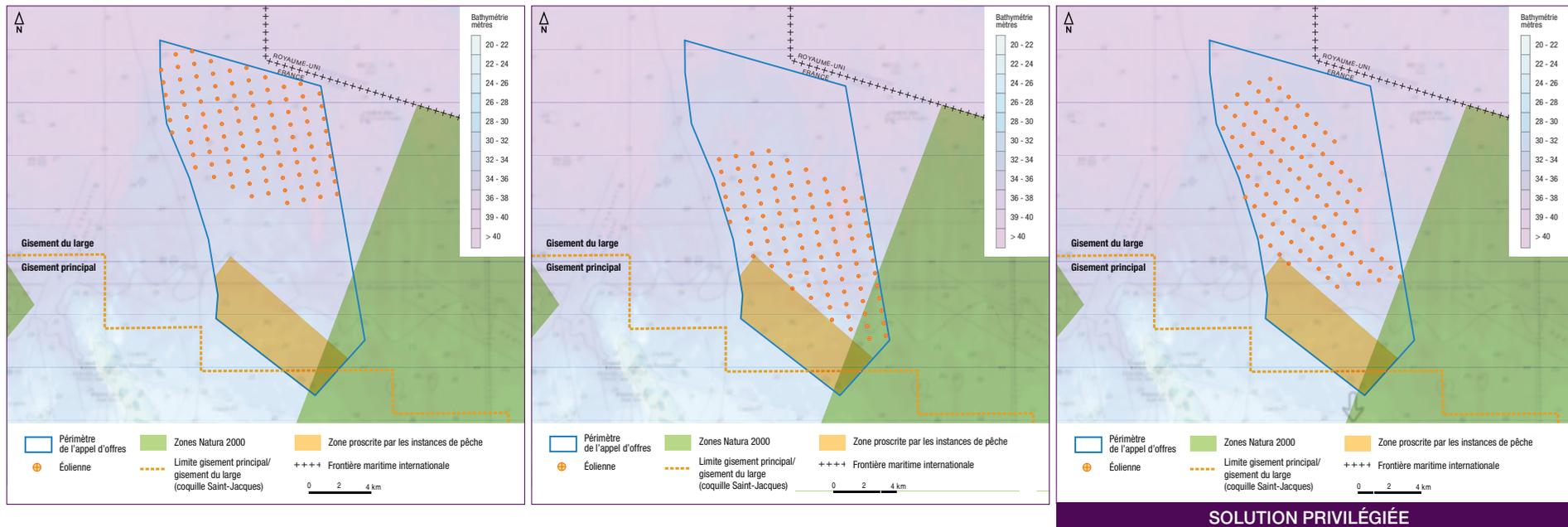
Le cahier des charges de l'État constitué dans le cadre de l'appel d'offres définissait plusieurs conditions en matière de plan d'implantation des éoliennes<sup>(1)</sup>. Le choix de l'orientation et de l'espacement des lignes des éoliennes dans le projet de Saint-Brieuc découle de deux facteurs additionnels :

- > le sens d'orientation des vents dominants (ouest) dans le périmètre du projet (voir la rose des vents) ;
- > la volonté d'Ailes Marines de créer les conditions du maintien des différentes pratiques de pêche au sein du parc (la décision réglementaire de l'accès au parc relevant de la préfecture maritime). Les courants dominants observés en Baie de Saint-Brieuc proviennent majoritairement du secteur nord-nord-ouest/sud-sud-est, ce qui correspond à l'axe de travail préférentiel des pêcheurs professionnels. Ailes Marines propose de respecter cette donnée en orientant les lignes d'éoliennes selon cette orientation.

L'espacement entre chaque éolienne, au sein d'une même ligne, sera de 800 mètres minimum et l'espacement des lignes d'éoliennes entre elles de 1000 mètres minimum. Les 8 lignes d'éoliennes seront orientées et alignées nord-nord-ouest/sud-sud-est.

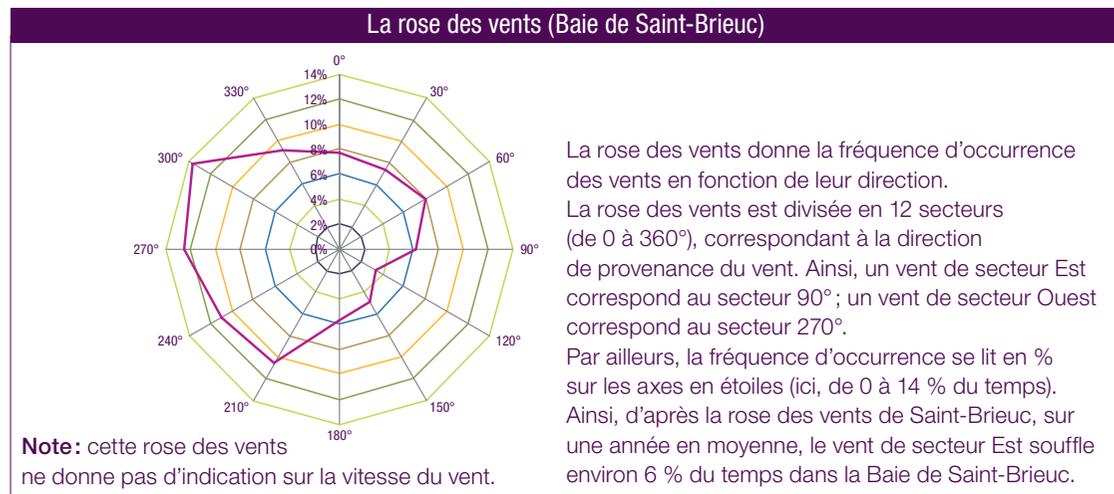
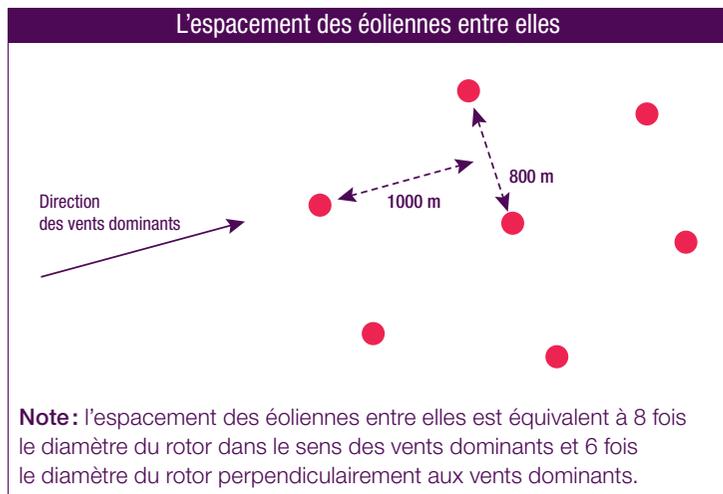
<sup>(1)</sup> L'espacement minimal devait être de 800 mètres entre les éoliennes et de 1000 mètres entre les lignes d'éoliennes.

## L'étude des différentes variantes du projet et la solution privilégiée par le maître d'ouvrage



**Note:** les éoliennes sont ici implantées selon l'axe 314° dans le sens du courant dominant.

L'éolienne la plus proche de la côte sera située à 16,2 kilomètres du Cap Fréhel ; 76 % des éoliennes se trouveront à plus de 20 kilomètres de la côte.



## 2-3 Le choix des éoliennes

### 2-3-1 Les critères qui justifient le choix du modèle M5000-135

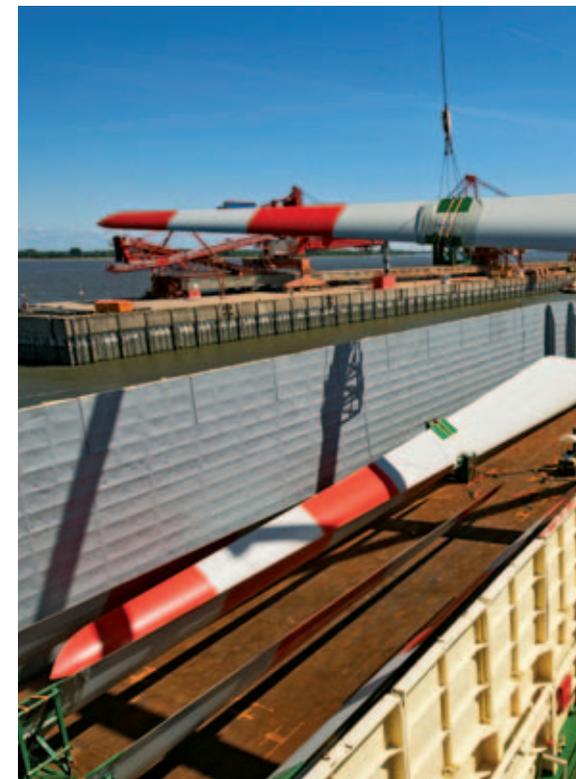
Plusieurs facteurs ont conduit Ailes Marines à opter pour le modèle d'éolienne M5000-135, d'une puissance unitaire de 5 MW, produite par AREVA :

- > **la fiabilité et la maturité technologique** de ce modèle. En effet, parmi les éoliennes de grande puissance conçues pour résister aux conditions maritimes difficiles, **les M5000 développées par AREVA ont déjà fait la preuve de leur fiabilité**. Il y a neuf ans, AREVA a installé ses premiers prototypes à terre en Allemagne. Depuis 2009 et la mise en service du parc éolien en mer allemand alpha ventus, les éoliennes d'AREVA sont opérationnelles en mer. **Ce retour d'expérience est aujourd'hui unique au monde** pour des éoliennes de cette puissance. En 2014, près de 120 éoliennes de ce type auront été installées au large des côtes allemandes ;
- > **la réduction de l'emprise du parc sur le domaine maritime**, tout en atteignant la capacité prévue dans l'appel d'offres (soit entre 480 et 500 mégawatts) ;
- > **l'utilisation d'un rotor particulièrement adapté aux conditions de vent des côtes bretonnes**. Un rotor de 135 mètres de diamètres équipera l'éolienne M5000-135 sur le site de la Baie de Saint-Brieuc. Comparée aux standards actuellement en fonctionnement (120 mètres de diamètre pour les plus gros rotors), cette taille de rotor permet d'augmenter la production d'électricité de chaque machine (de l'ordre de 10 %<sup>(1)</sup>) ;
- > **l'optimisation des opérations de maintenance**. L'éolienne M5000 a été conçue pour réduire la fréquence des opérations de maintenance sur site. L'éolienne, dotée de nombreux composants dupliqués, est équipée d'un système de contrôle-commande qui permet, à distance, de basculer vers un composant dupliqué, évitant ainsi les arrêts de production. Le système de contrôle à distance permet également, si besoin, d'arrêter ou de redémarrer chaque éolienne indépendamment ;
- > **la réduction des dépenses d'investissement et d'exploitation**. En effet, plus le nombre d'éoliennes est limité (et donc de fondations), plus le coût de fabrication et le temps d'installation sont réduits.

<sup>(1)</sup> Pour des vents de 8 mètres/seconde.



/// Éolienne AREVA M5000-135



/// Pales AREVA de 56 mètres en cours de chargement

### ALPHA VENTUS, LE PREMIER PARC ÉOLIEN EN MER INSTALLÉ EN ALLEMAGNE

En 2009, AREVA a installé les 6 premières turbines M5000 du site pilote alpha ventus en mer du Nord. Elles sont situées à environ 45 kilomètres de l'île de Borkum, par 30 mètres de profondeur. Ainsi, alpha ventus est le premier parc éolien allemand à être construit en pleine mer, au sein d'un environnement exigeant et à une telle profondeur. Il s'inscrit dans le programme allemand de développement de l'éolien en mer, l'un des plus ambitieux en Europe, avec celui du Royaume-Uni.

Sur ce site, les éoliennes M5000 ont fait la preuve de leur efficacité avec une disponibilité de plus de 98 % (pourcentage de temps pendant lequel une installation est techniquement en état de fonctionner)<sup>(1)</sup>.

<sup>(1)</sup>Source : AREVA, janvier 2012.

## 2-3-2 Les composants de l'éolienne AREVA M5000-135



### Le rotor 1

Le rotor est constitué de 3 pales de 66 mètres de long, fixées sur un moyeu (voir schéma ci-dessus). La vitesse du rotor est réglée en fonction de la vitesse du vent.

Pour s'assurer de la résistance du rotor, chaque pale est composée de fibres de verre. L'aérodynamisme des pales du rotor assure un rendement optimal et limite les émissions acoustiques. Le système d'orientation des pales est, quant à lui, situé à l'intérieur du moyeu.

### La nacelle 2

La nacelle supporte le rotor 1, le multiplicateur 3 et le générateur 4.

La mise en mouvement, sous l'effet du vent, des pales et du rotor, entraîne l'action d'un multiplicateur dont le rôle est d'augmenter la vitesse de rotation. Il transmet cette rotation au travers d'un arbre relié au générateur, qui convertit alors l'énergie mécanique en énergie électrique.

### Le mât 5

Le mât est métallique et conique. Il est constitué de trois sections. La section située à la base abrite l'essentiel des composants nécessaires à la transformation électrique. La hauteur totale du mât est de 75 mètres.

L'éolienne M5000-135 utilise également un **système de supervision appelé SCADA** (Supervisory Control and Data Acquisition, contrôle de surveillance et d'acquisition de données). Les capteurs du système SCADA surveillent tous les éléments nécessaires à la régulation de la puissance, à l'orientation de l'éolienne par rapport au vent et d'une manière générale au bon fonctionnement de l'éolienne.

Le poids total de l'éolienne, mât inclus et hors fondation, est de 738 tonnes.

## 2-4 Le choix des fondations

### 2-4-1 Les différents types de fondations possibles

Les éoliennes ne reposent pas directement sur le fond marin : elles sont posées sur des fondations. Le choix du type de fondation est dicté par les caractéristiques techniques, physiques et environnementales du périmètre du projet et par des aspects socio-économiques.

Les principaux critères à prendre en compte dans le choix du type de fondation sont les suivants :

- > la profondeur des eaux ;
- > la nature du sol ;
- > l'optimisation des dimensions et des quantités de matériaux utilisés, ainsi que leur provenance, tout comme les savoir-faire industriels disponibles ;
- > l'impact environnemental (emprise au sol, impact sur les courants marins, installation en mer, etc.).

### Comparaison des modèles de fondations

Les principaux types de fondations utilisés pour les parcs éoliens en mer sont :

- > le monopieu : pieu métallique tubulaire enfoncé dans le fond marin, ce modèle est utilisé dans des eaux de moins de 30 mètres de profondeur.

Ce type de fondation est le plus répandu aujourd'hui. Le monopieu est normalement adapté aux machines de plus faible puissance (3 MW environ). Il génère une emprise relativement réduite au sol ;

- > **les fondations gravitaires**: structures en béton posées sur le fond marin, elles sont en principe utilisées dans des eaux de moins de 30 mètres de profondeur. Elles nécessitent une préparation des fonds marins (aplanissement), préalable à leur installation ;
- > **le jacket**: treillis métallique fixé sur le fond marin par quatre pieux, ce modèle est utilisé dans des eaux de 20 à 50 mètres de profondeur. Leur emprise au sol est relativement réduite ainsi que la préparation du fond marin nécessaire à leur installation ;
- > **le tripode**: structure tubulaire fixée sur le fond marin par trois pieux, ce modèle est utilisé dans des eaux de 30 à 50 mètres de profondeur. La fabrication de ce type de fondation est complexe.
- > **les fondations flottantes** font partie des solutions envisagées dans le futur pour les parcs en eaux profondes voire très profondes (dépassant les 60 mètres de profondeur). Le principe de cette fondation est la flottabilité et la stabilité de la structure (maintenue par des lignes d'ancrage), afin

qu'elle résiste aux oscillations (Cf. Chapitre 2, p. 23) et sur l'utilisation de machines de plus faible puissance (maximum 2 MW).

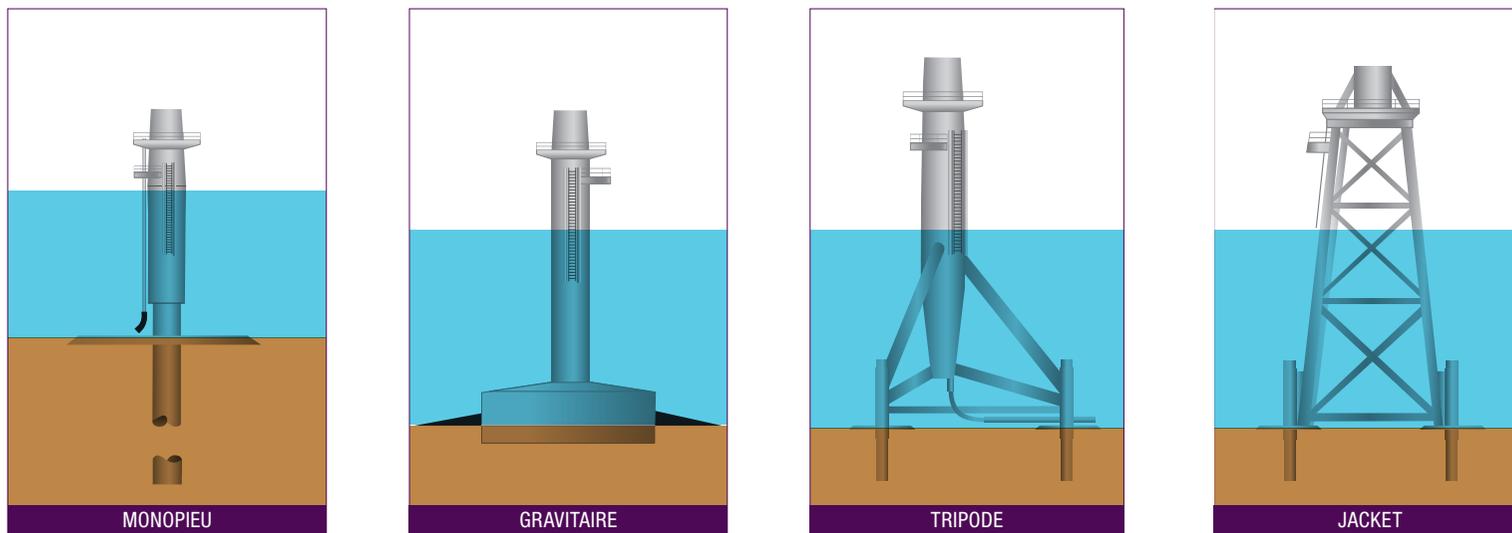
Le tableau suivant résume les principales caractéristiques des différentes fondations possibles. Cette comparaison multicritère ainsi que le résultat des études menées dans le cadre de sa réponse à l'appel d'offres (voir liste en annexe) **ont permis d'orienter Ailes Marines dans son choix des fondations en privilégiant le type jacket**.

COMPARATIF DES DIFFÉRENTS TYPES DE FONDATIONS			
Critères considérés	Monopieu	Gravitaire	Jacket
DIAMÈTRE (m)	7	25-30	1,5 (par pieu)
PROFONDEUR D'ANCRAGE DANS LE SOUS-SOL	20-30	NA	15-20
VOLUMES EXTRAITS LORS DES OPÉRATIONS DE FORAGES (m³)	800 à 1 100	NA	150 (pour les 4 pieux)
EMPRISE DIRECTE AU SOL (m²)	40	500-700	7 (pour les 4 pieux)

NA: non applicable

Source: Ailes Marines

### Différentes fondations pour les éoliennes en mer



**À noter:** les tripodes, qui peuvent être assimilées à une situation intermédiaire entre le jacket et le monopieu, ne sont pas traitées dans ce dossier. Leur fabrication est jugée trop complexe.

Source: EWEA

### **Pourquoi privilégier des fondations jacket en Baie de Saint-Brieuc ?**

Pour le projet de la Baie de Saint-Brieuc, les fondations de type jacket constituent :

- > **une solution technique** : ce type de fondation est adapté aux profondeurs d'eau importantes qui caractérisent l'ensemble du site (41 mètres maximum dans le périmètre du projet), ainsi qu'aux conditions du fond marin de la Baie de Saint-Brieuc ;
- > **une solution concertée avec les instances de pêches** : dans le cadre de la concertation menée, les représentants de la filière pêche ont exprimé une préférence pour les fondations de type jacket, en comparaison des autres types de fondations ;
- > **une solution industrielle** : ce type de fondation est exportable, notamment sur les parcs éoliens européens en projet. C'est une opportunité pour pérenniser l'activité liée à la fabrication de ce type de fondations ;
- > **une solution en phase d'installation** : du fait des dimensions de leurs pieux, ces fondations requièrent des **opérations de forage ou de battage plus réduites** que la fondation de type monopieu ;
- > **une solution en phase de démantèlement** : leur structure en acier est propice au recyclage.

Au regard de ces différents atouts et des connaissances du milieu à ce jour (sous-sol en particulier), la solution de type jacket est privilégiée par Ailes Marines pour le projet de la Baie de Saint-Brieuc.

### LA BARGE GOLIATH A EXPLORÉ LES FONDS MARINS

Des études géophysiques et géotechniques ont été menées par Ailes Marines, sur le site du projet, pour confirmer les études préliminaires réalisées durant la phase de réponse à l'appel d'offres. C'est depuis la barge Goliath (société Geosea – groupe Deme), au large de la Baie de Saint-Brieuc, que onze « forages » ont été réalisés. Ces carottages, jusqu'à 35 mètres dans le sous-sol, ont été menés afin de vérifier les propriétés mécaniques du sol : sa composition, sa résistance, etc. Les échantillons prélevés sont ensuite analysés en laboratoire. Ces analyses permettront d'affiner les caractéristiques des fondations des éoliennes.

### **2-4-2 Les caractéristiques techniques des fondations de type jacket**

Les fondations doivent être conçues en fonction des conditions météorologiques (vent, houle, courants), des contraintes géotechniques (nature des sols) de la zone du projet et des efforts induits par l'éolienne sur la structure.

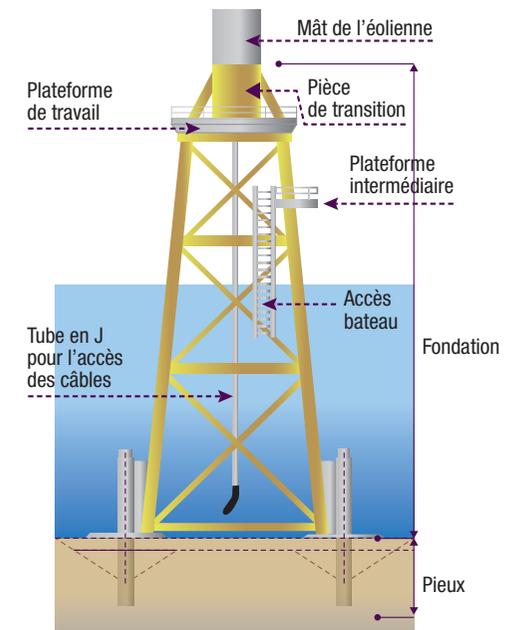
Les caractéristiques principales des fondations jacket du projet de Saint-Brieuc sont les suivantes :

- > elles se composent de quatre « jambes », sur lesquelles est fixée une structure dite « pièce de transition », qui assure l'interface entre le mât de l'éolienne et la fondation ;
- > elles sont équipées de plateformes et d'équipements permettant l'accès à l'éolienne et de tubes en J destinés à recevoir les câbles électriques.

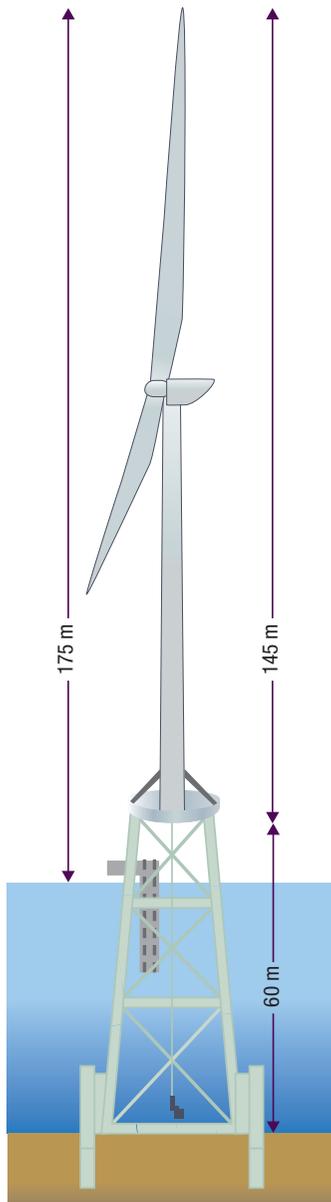
Les fondations seront protégées contre la corrosion par une peinture sur la partie émergée et par une protection cathodique pour la partie immergée.

Compte tenu des différences de profondeur d'eau, Ailes Marines propose que le parc éolien en mer de la Baie de Saint-Brieuc soit équipé de trois tailles différentes de fondations jacket (60, 62 et 65 mètres). Cela permettra ainsi d'assurer une homogénéité visuelle, quelle que soit la profondeur d'eau.

Le poids total d'une fondation est d'environ 700 tonnes en moyenne.



**L'éolienne AREVA M5000-135 sur une fondation de type jacket**

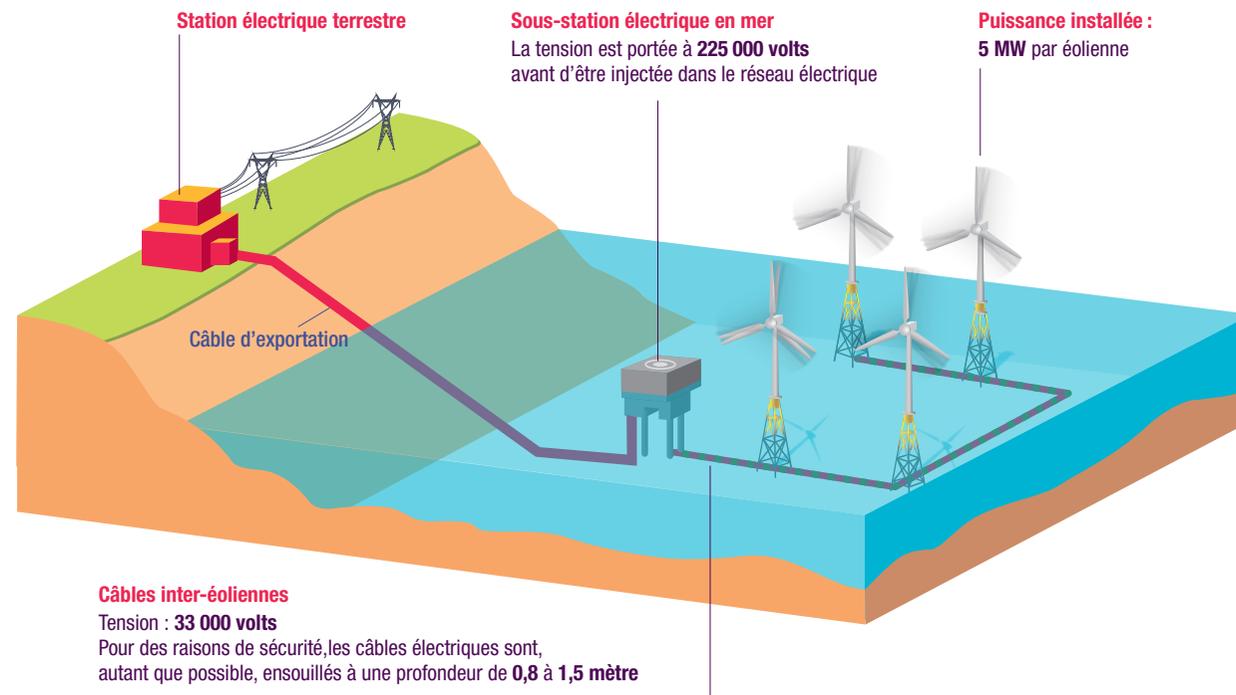


**2.5 Un plan de câblage optimisé en mer**

Pour pouvoir être utilisée, l'électricité produite par les éoliennes en mer doit être transportée vers le réseau public de distribution d'électricité. Dans un premier temps, l'électricité produite est acheminée, depuis chaque éolienne vers la sous-station électrique en mer via des câbles « ensouillés »

dans les fonds marins (voir encadré). Elle rejoint, ensuite, le réseau électrique continental par une liaison en mer, puis sur terre. C'est RTE (Réseau de Transport d'Électricité), gestionnaire du réseau public de transport d'électricité français, qui assure la maîtrise d'ouvrage et la maîtrise d'œuvre des études et des travaux de réalisation de ce raccordement.

**Le fonctionnement d'un parc éolien en mer**



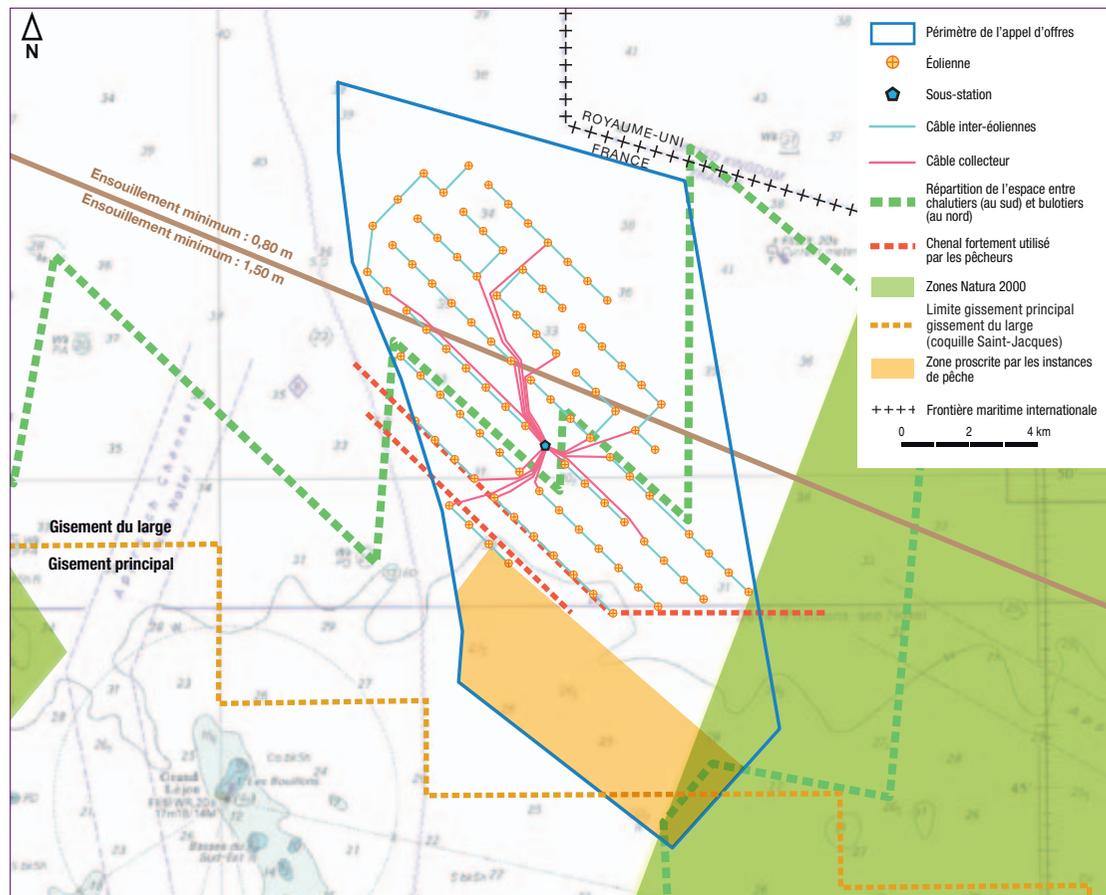
**À noter :** la description du raccordement du réseau électrique du parc au réseau électrique terrestre est proposée par RTE dans un document annexe au présent dossier du maître d'ouvrage.

## 2-5-1 Le plan de câblage entre les éoliennes

Le plan de câblage inter-éoliennes permet d'acheminer l'énergie produite par chaque groupe de 7 éoliennes jusqu'à la sous-station électrique en mer.

C'est à partir du plan d'implantation des machines, mais également à l'issue de la concertation menée, qu'Ailes Marines a défini **un plan de câblage optimal et un système de protection des câbles** respectueux des usagers de la mer.

### Le plan de câblage inter-éoliennes



Celui-ci repose sur un double objectif :

- > **limiter le nombre de câbles et le risque d'accroche pour les usagers du périmètre.** En effet, l'ensouillage des câbles (voir encadré), ainsi que la minimisation des longueurs entre les groupes d'éoliennes et le poste électrique (6 kilomètres de câbles ont ainsi pu être supprimés) réduiront l'impact sur les pratiques de pêche et garantiront la sécurité. Par ailleurs, aucun croisement de câble n'est envisagé : les câbles seront parallèles aux lignes d'éoliennes autant que possible ;
- > **minimiser les pertes électriques en réduisant la longueur totale des câbles.**

Au total, la longueur totale des câbles entre éoliennes sera de 120 kilomètres. Les câbles sous-marins installés seront tripolaires et respecteront l'ensemble des normes françaises et internationales en vigueur. Pour limiter les pertes électriques, les câbles seront insérés dans une armure métallique et le niveau de tension du réseau interne du parc éolien sera de 33 kV. Une gaine permettra, en plus, de protéger les câbles des agressions extérieures.



**Note :** les éoliennes seront regroupées par tranche de 7 éoliennes maximum. À l'intérieur de chaque groupe, les éoliennes seront connectées entre elles. Chaque groupe sera lui-même relié à la sous-station électrique. Au sud du périmètre, les câbles sont parallèles les uns aux autres pour permettre la pratique des arts traînants. Au nord, les câbles seront implantés de façon à permettre la pratique des arts dormants. Ailes Marines a également limité le nombre de câbles traversant « l'avenue » (chenal fortement utilisé par les pêcheurs).

## ENSOULLER POUR PROTÉGER

Si l'ensouillage des câbles (ou enfouissement des câbles dans les fonds marins) était préconisé dans le cahier des charges de l'appel d'offres de l'État, il a également fait l'objet d'une demande forte des instances de pêche, afin de réduire au maximum le risque d'accroche de leurs matériels. Ailes Marines prévoit donc que les câbles soient ensouillés dans une tranchée de 0,60 mètre de largeur à une profondeur de 0,8 mètre dans la partie nord du périmètre et de 1,5 mètre dans la partie sud (sous réserve de la compatibilité des fonds qui doit encore être précisément vérifiée). Au pied des fondations, les câbles ne pourront pas être ensouillés du fait de leur rayon de courbure. Ils seront donc protégés par des matelas de béton ou des enrochements.

### 2-5-2 La sous-station électrique en mer

Comme indiqué précédemment, les éoliennes du parc seront reliées par des câbles à la sous-station électrique en mer. C'est à cette même sous-station que sera connecté le câble de raccordement avec la terre, installé par RTE, pour injecter dans le réseau de transport l'électricité produite par le parc.

La tension électrique produite par les éoliennes (33 kV) est inférieure à celle du réseau terrestre (225 kV). La sous-station électrique élèvera la tension entre



/// Sous-station électrique en mer

les éoliennes en mer et le réseau public à terre par le biais d'un transformateur afin de permettre le transport de l'électricité et limiter les pertes.

Les dimensions de la sous-station électrique seront de 24 mètres de large, de 31 mètres de long et de 14 mètres de haut pour un poids de 2000 tonnes (hors fondation). À l'instar des éoliennes, la sous-station électrique sera installée sur une fondation de type jacket.

### 2-6 Le mât de mesure météorologique

Les éoliennes génèrent un effet de sillage (voir encadré). Seul un mât de mesure, installé sur la frange ouest du parc éolien, peut donc fournir des données brutes fiables de **température, de pression, d'humidité, et surtout de vent** (sa vitesse, sa direction). Son installation est prévue en 2015. Ainsi, dès la phase d'études, il permettra de préciser les conditions environnementales du site et leurs effets sur les éoliennes et les fondations. En phase d'installation, il alimentera le calendrier d'installation du parc. Enfin, en phase d'exploitation, son rôle sera d'optimiser les prévisions de production.

Ce mât de mesure, haut de 100 mètres (hors fondation), sera installé *a priori* sur une fondation de type jacket, comme les éoliennes et la sous-station électrique.

## LE SAVIEZ-VOUS ?

### L'EFFET DE SILLAGE

Le passage du vent dans les pales de l'éolienne crée une turbulence qui diminue la productivité de l'éolienne située derrière elle. C'est ce qu'on appelle l'effet de sillage. Il varie en fonction de la force et de la direction du vent, mais aussi de la distance et de la position des éoliennes entre elles. Plus les éoliennes sont espacées, plus l'effet de sillage est réduit.

## LE CALCUL DE LA DURÉE ANNUELLE DE FONCTIONNEMENT DU PARC

La durée annuelle de fonctionnement d'un parc éolien en mer est calculée principalement à partir des données suivantes :

- estimation du vent sur le site (vitesse, direction, éventuelles turbulences) ;
- calcul de l'énergie théorique générée par chaque éolienne ;
- déduction des pertes liées à l'effet de sillage (perturbation des éoliennes entre elles) ;
- déduction des « pertes opérationnelles » (indisponibilité des éoliennes, des équipements électriques ou du réseau par exemple).

Le résultat du calcul prévisionnel, pour le parc éolien en mer de la Baie de Saint-Brieuc, se situe au-dessus de la fourchette moyenne des retours d'expérience observés sur les parcs en mer anglais, à savoir 3224 heures équivalent pleine puissance, ou un facteur de charge de 36,8 %<sup>(1)</sup> en moyenne sur l'année 2011. Pour plus de précisions sur le facteur de charge, se référer au Chapitre 1, p. 19.

<sup>(1)</sup> Source : UK Department of Energy and Climate Change (DECC), 2011



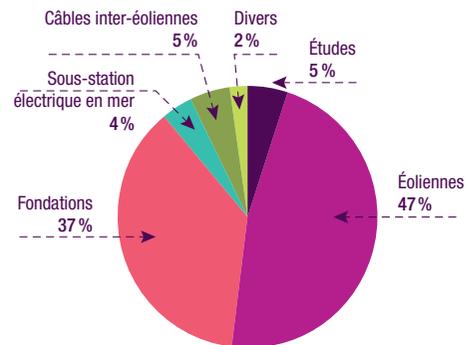
## 3. Le coût et le financement du projet

Le montant de l'investissement du projet intègre non seulement des coûts liés aux phases d'études, de fabrication et d'installation, mais également ceux de la phase d'exploitation. Ailes Marines assure le financement du projet et apporte toutes les garanties exigées dans le cadre de l'appel d'offres.

### La répartition de l'investissement

La répartition de l'investissement est envisagée de la manière suivante :

- phase d'**études** (principalement activités nécessaires à l'obtention des autorisations administratives : études techniques, environnementales et socio-économiques, débat public) : **5 %**
- lot **éoliennes** (construction des nacelles, des mâts, pré-assemblage, acheminement, installation en mer, mise en service) : **47 %**
- lot **fondations** (construction des jacket, des pieux, stockage, acheminement, installation en mer, mise en service) : **37 %**
- lot **sous-station électrique en mer** (construction de la plateforme, de sa fondation, acheminement, installation en mer, mise en service) : **4 %**
- lot **câbles inter-éoliennes** (fabrication, acheminement, ensouillage, mise en service) : **5 %**
- **divers** (dont infrastructures à terre : aménagement du port de maintenance, construction des bâtiments, etc.) : **2 %**



### 3-1 Un investissement de 2 milliards d'euros

#### 3-1-1 Le coût du projet, avant la mise en exploitation du parc éolien

Le montant d'investissement du projet est estimé à ce jour à 2 milliards d'euros. Il correspond principalement au coût de développement du projet, au coût de la fourniture des éoliennes, des fondations, de la sous-station électrique en mer et des câbles associés, ainsi qu'au coût de l'installation en mer.

En ce qui concerne les mesures compensatoires liées aux impacts du projet, leurs montants ne sont pas encore connus avec précision à ce stade. Ils seront déterminés selon les résultats de l'étude d'impact, qui sera finalisée au premier semestre 2014.

D'autre part, en plus du parc en tant que tel, Ailes Marines finance le raccordement électrique à terre, dont la maîtrise d'ouvrage est confiée à Réseau de Transport d'Électricité (RTE), gestionnaire du réseau public de transport d'électricité. Le coût de ce raccordement n'est pas inclus dans l'investissement de 2 milliards d'euros. À ce stade du projet, il est estimé par RTE à 190 millions d'euros. Il inclut tous les coûts afférents aux études

et à la réalisation des ouvrages de raccordement, depuis la sous-station électrique en mer du parc éolien, jusqu'au réseau public de transport d'électricité, à terre. Cette estimation sera actualisée après la réalisation des études détaillées, pilotées par RTE.

### 3-1-2 Les coûts d'exploitation

Par définition, le vent est une source d'énergie naturelle, gratuite et inépuisable. Cet atout limite les coûts liés à la phase d'exploitation par rapport à d'autres sources d'énergies, puisque l'achat de combustible n'est pas nécessaire pour le fonctionnement des éoliennes.

Les coûts d'exploitation se répartissent sur 5 postes (pour plus de détails, se reporter au Chapitre 4 p. 94) :

- > **la maintenance du parc**, à savoir le personnel et le matériel utilisé (bâtiment, navires), ainsi que les pièces de rechange et les consommables (par exemple les filtres ou les fluides changés lors de la maintenance préventive) ;
- > **les suivis environnementaux** : suivi des fonds marins, de la qualité de l'eau et de son éventuelle turbidité, mesures de bruit dans l'eau, suivi des peuplements benthiques, de la ressource halieutique, des mammifères marins, de l'avifaune et des chiroptères ;
- > **les mesures d'accompagnement** : développement touristique tel que l'installation de tables d'orientation, mécénat ;
- > **les assurances** ;
- > **les taxes**.

### LES DIFFÉRENCES DE COÛTS ENTRE ÉOLIEN TERRESTRE ET ÉOLIEN EN MER

L'installation des éoliennes en mer est plus coûteuse que celle des éoliennes terrestres. Cette différence s'explique principalement par les coûts spécifiques liés à la construction et à l'installation des fondations propres au milieu marin. Compte tenu de la difficulté d'accès aux machines, la maintenance est également un poste plus important lorsqu'il s'agit d'éoliennes situées en mer. Toutefois, ce surcoût est compensé par une capacité de production bien supérieure (Cf. Chapitre 1, p. 27).

### 3-1-3 Le coût du démantèlement

Ailes Marines a d'ores et déjà intégré dans son montage financier le coût du démantèlement du parc éolien, après l'arrêt de l'exploitation. Ce coût net résulte principalement du démontage des machines, des fondations et de la sous-station électrique en mer, ainsi que du traitement des déchets, moins la valorisation des matériaux recyclés (acier et cuivre par exemple). Ce coût devra être actualisé au moment du démantèlement (en 2040 au minimum).

### 3-2 Le financement du projet

C'est la société Ailes Marines qui porte l'ensemble de l'investissement. Celui-ci est donc exclusivement privé et ne bénéficie d'aucune subvention publique d'investissement.

Ailes Marines prévoit que l'investissement sera assuré par ses actionnaires, IBERDROLA et EOLE-RES, au moyen d'une combinaison d'emprunts bancaires (80 % maximum) et de capitaux propres (20 % minimum). Chaque partenaire contribue à proportion de sa participation respective au sein de la société Ailes Marines, soit 70 % pour IBERDROLA et 30 % pour EOLE-RES.

### LE BILAN CARBONE

Un bilan carbone du parc est en cours de réalisation. Ses résultats seront présentés lors du débat public. Il intégrera l'ensemble des postes d'émissions de gaz à effet de serre en phase d'études, de fabrication, d'installation, d'exploitation et de démantèlement.

### LES GARANTIES FINANCIÈRES DEMANDÉES AUX LAURÉATS DE L'APPEL D'OFFRES POUR LE DÉMANTÈLEMENT

Le cahier des charges de l'État prévoit que chaque candidat doit constituer des garanties financières permettant de confirmer son engagement<sup>(1)</sup> : « Avant la mise en service de chaque tranche de l'installation, le candidat retenu doit transmettre au Préfet ayant délivré l'autorisation d'occupation du domaine public maritime un document attestant la constitution de garanties financières renouvelables pour la tranche considérée.

La nature et le montant de ces garanties financières<sup>(2)</sup> doivent permettre de couvrir les coûts du démantèlement et de la remise en état du site après exploitation, à hauteur du montant des travaux nécessaires que le candidat doit prévoir dans son offre. Ces travaux doivent permettre le retour du site à un état comparable à l'état initial, et compatible avec la pratique des activités préexistantes. »

<sup>(1)</sup> Article 6.1 du Cahier des charges de l'appel d'offres n°2011/S 126-208873 portant sur des installations éoliennes de production d'électricité en mer en France métropolitaine.

<sup>(2)</sup> 50 000 € minimum par MW installé.



## 4- Le prix d'achat de l'électricité produite par le parc

*Le prix d'achat de l'électricité proposé par les différents porteurs de projet a été l'un des trois critères d'attribution lors de l'appel d'offres. Il est garanti durant toute la phase d'exploitation du projet.*

/// Éolienne M5000 d'AREVA



### 4-1 Un prix d'achat garanti

Afin de développer la filière éolienne en France, l'État a mis en place, depuis 2000, deux types de dispositif incitatif à l'égard des énergéticiens, fondés sur une obligation d'achat de l'électricité produite :

- > un mécanisme de tarifs d'achat fixés par arrêté ministériel (pour l'éolien, il s'agit de l'arrêté du 17 novembre 2008)<sup>(1)</sup> ;
- > un mécanisme d'appel d'offres, sur la base de critères publiés, lorsque la capacité de production est insuffisante ; le producteur propose alors un prix d'achat dans son offre.

Les charges liées à l'obligation d'achat de l'électricité, aussi bien dans le cadre du tarif d'achat que dans le cadre de l'appel d'offres, sont couvertes par la Contribution au Service Public de l'Électricité (CSPE, voir p. 69).

Dans le cadre de l'appel d'offres éolien en mer de 2011, le tarif d'achat est garanti par le législateur sur toute la durée du contrat (20 ans). Il est ajusté :

- > avant construction, jusqu'à 3 mois après l'obtention des autorisations définitives, par indexation suivant l'évolution d'indices macro-économiques définis dans l'appel d'offres éolien en mer (par exemple, de l'indice du coût horaire du travail révisé dans les industries mécaniques et électriques) ;

- > après mise en service, par indexation suivant l'évolution d'indices macro-économiques définis dans l'appel d'offres éolien en mer selon une formule différente de la phase d'avant-construction ;
- > de manière annuelle en phase d'exploitation du parc, en fonction du « productible », c'est-à-dire de la production relevée sur site.

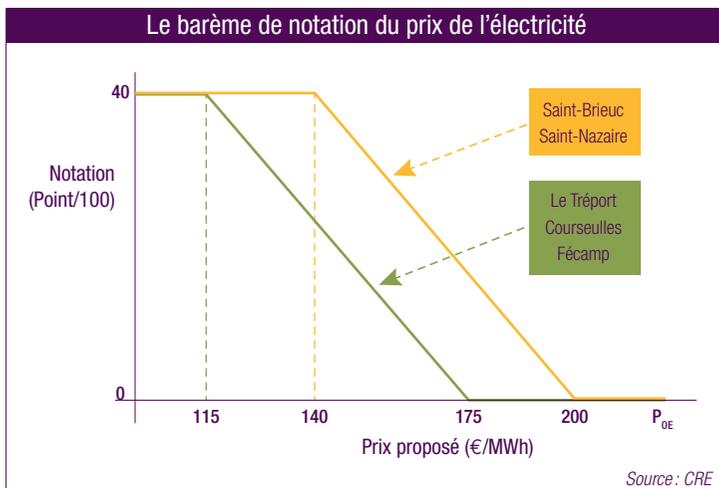
### 4-2 Le prix d'achat, critère d'attribution de l'offre

Les critères de sélection des candidats, tels que définis dans le cahier des charges de l'appel d'offres éolien en mer de 2011, étaient les suivants :

- > **le prix de l'électricité** : 40 % de la note finale ;
- > **le volet industriel** : 40 % de la note finale ;
- > **le respect de l'environnement et des activités existantes** : 20 % de la note finale.

En ce qui concerne le critère du prix de l'électricité précisément, les notes ont été attribuées en fonction du prix du mégawattheure proposé, conformément au schéma ci-après.

<sup>(1)</sup> Article 10 de la loi n°2000-108 du 10 février 2000.



Le prix de l'électricité par mégawattheure proposé par Ailes Marines se situe dans la fourchette du cahier des charges, c'est-à-dire entre 140 et 200 euros par mégawattheure<sup>(1)</sup>. Il tient compte, notamment, de la spécificité du site et des conditions d'implantation, mais n'intègre pas le coût du raccordement au réseau public d'électricité réalisé par RTE.

## OPTIMISER LE COÛT DE L'ÉNERGIE PRODUITE

Afin de bâtir un projet permettant de minimiser les coûts de l'énergie produite, Ailes Marines a collaboré étroitement avec ses partenaires pour garantir une conception optimisée du projet et des choix technologiques éprouvés. Cela se traduit notamment par :

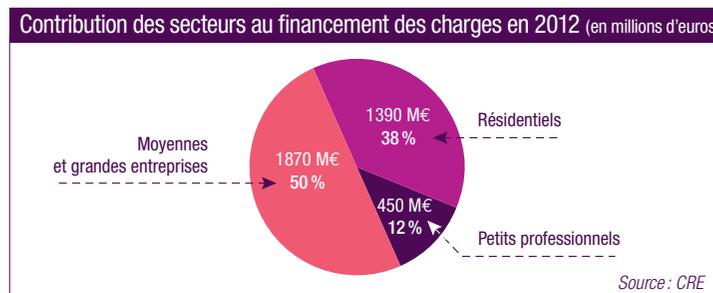
- le choix de l'éolienne M5000-135, dont la fiabilité a été démontrée sur le parc alpha ventus en Allemagne et dont les caractéristiques techniques (diamètre du rotor, en particulier) sont particulièrement adaptées aux vents en Baie de Saint-Brieuc ;
- le choix privilégié de fondations de type jacket dont la production peut être standardisée afin de réaliser des économies d'échelles ;
- l'expérience des membres du consortium et de ses partenaires industriels.

## 4.3 Le rôle de la Contribution au Service Public de l'Électricité

Instaurée par un décret du 28 janvier 2004<sup>(2)</sup>, la Contribution au Service Public de l'Électricité (CSPE) est une **contribution acquittée par l'ensemble des consommateurs finaux. Elle permet de financer les charges de service public de l'électricité**. La CSPE poursuit 3 grands objectifs :

- > soutenir le développement des énergies renouvelables (éolien, photovoltaïque) ;
- > assurer la répartition égalitaire du tarif dans les zones insulaires ;
- > mettre en place des dispositifs sociaux en faveur des citoyens en situation de précarité.

Cette contribution est directement prélevée sur la facture d'électricité de chaque Français (les particuliers comme les entreprises) et ce de manière équitable, sans distinction selon les zones géographiques.



En 2011, la CSPE s'est élevée à 3,56 milliards d'euros<sup>(3)</sup>. En 2013, la CRE estime que le montant de la CSPE représentera environ 16 % de la facture annuelle moyenne TTC d'un client résidentiel. Selon France Énergie Éolienne, seuls 4 euros en moyenne, par an et par client résidentiel, seront destinés à financer l'éolien terrestre<sup>(4)</sup>.

<sup>(1)</sup> Le prix de l'électricité est couvert par le secret industriel et commercial, dans le cadre de l'appel d'offres. Se référer au cahier des charges disponible sur le site Internet de la CPDP.

<sup>(2)</sup> Décret n° 2004-90 du 28 janvier 2004, relatif à la compensation des charges de service public de l'électricité.

<sup>(3)</sup> Source : Délibération de la CRE du 9 octobre 2012 portant proposition relative aux charges de service public de l'électricité et à la contribution unitaire pour 2013.

<sup>(4)</sup> France Énergie Éolienne, 28 novembre 2012.



## Chapitre 3

# *Le projet* **en phases de fabrication et d'installation**

- 1- Un plan industriel pour la Bretagne et le Grand Ouest
- 2- L'installation du parc éolien en mer
- 3- Les retombées socio-économiques générées en phases de fabrication et d'installation
- 4- Garantir des conditions de sécurité optimales en phase d'installation
- 5- La prise en compte des activités existantes et de l'environnement





*Une fois les autorisations administratives obtenues, la réalisation du parc éolien en mer de la Baie de Saint-Brieuc s'effectuera en deux étapes : la fabrication des éléments du parc (éoliennes, fondations, sous-station électrique en mer et câbles), puis leur installation en mer. Ce chapitre expose le plan industriel du consortium (**partie 1**), impliquant tout particulièrement les entreprises de la Bretagne et du Grand Ouest pour la fabrication des éléments (**partie 2**), ainsi que les retombées socio-économiques générées (**partie 3**). Ensuite, il précise les aménagements prévus en termes de sécurité, aspect primordial sur un chantier en mer de cette envergure (**partie 4**). Enfin, il détaille les enjeux liés aux activités existantes en mer et à l'environnement, ainsi que leur prise en compte par Ailes Marines (**partie 5**).*



# 1- Un plan industriel pour la Bretagne et le Grand Ouest

*L'un des enjeux de l'appel d'offres éolien en mer lancé par le gouvernement, outre la diversification du mix énergétique du pays, est la création en France d'une nouvelle filière industrielle, porteuse d'emplois et de développement économique pérennes. Le projet développé par Ailes Marines s'inscrit pleinement dans cette démarche. Il permettra au total la mobilisation de 2 000 emplois directs, en France, dont une moitié pour la Bretagne.*



/// Pales d'une éolienne M5000

Les éléments constitutifs du parc éolien en mer seront imposants par leur taille et leur masse (par exemple, chaque fondation sera haute d'au moins 60 m et pèsera au minimum 700 tonnes). Leur fabrication nécessite donc des sites de production de grande capacité, alliant disponibilité foncière (usines et zones de stockage) et accessibilité par voie maritime pour l'acheminement des éléments vers le site d'installation en mer.

Pour accueillir les usines de fabrication, le choix des partenaires industriels d'Ailes Marines s'est porté sur des ports de grande capacité entourant la zone du projet : Brest (Finistère) et Le Havre (Seine-Maritime).

## 1.1 Des éoliennes « made in France » pour le projet de Saint-Brieuc

Ailes Marines a signé un accord avec AREVA, en 2011, destiné à la fourniture des 100 éoliennes qui équiperont le parc éolien en mer de la Baie de Saint-Brieuc.

### **Un choix du site de fabrication sur la base de critères techniques et économiques**

Dans ce contexte, AREVA a recherché, dans le courant de l'année 2011, le site le plus adapté à son implantation en France. Les critères déterminants ont été les suivants :

- > **une exigence technique** liée à la taille et au poids des composants, à la surface de plusieurs dizaines d'hectares nécessaires pour l'installation des usines, à l'accès routier, ferroviaire et maritime, à la profondeur d'eau nécessaire pour les navires de fret et d'installation, etc. ;
- > **la nécessité d'un positionnement géographique** permettant de desservir les marchés français, belges, hollandais et britanniques ;
- > **la proximité d'un bassin d'emploi** répondant aux besoins liés à l'installation des usines, nécessitant une main-d'oeuvre qualifiée.

Au regard de ces critères, AREVA a décidé d'implanter, à partir de 2015, sa nouvelle base industrielle sur le quai Joannès Couvert au Havre. Celui-ci permet en effet de disposer d'une réserve foncière considérable, d'accès logistiques aisés avec, notamment, un accès direct à la mer. Un accord de réservation des terrains entre AREVA et le Grand Port Maritime du Havre (GPMH) a donc été conclu en 2011.

## LE SAVIEZ-VOUS?

Une éolienne est l'assemblage de quelques 3600 composants formant le rotor (moyeu et pales), la nacelle (où se situent le générateur, le multiplicateur) et le mât (dans lequel sont placées les armoires électriques).

La base industrielle d'AREVA au Havre sera composée :

- > d'une usine d'assemblage de nacelles ;
- > d'une usine de production des pales ;
- > d'un banc d'essai, où sera testée chaque éolienne (nacelle et base du mât) ;
- > d'un port de base permettant le pré-assemblage et le stockage des composants avant leur chargement sur le bateau d'installation vers le parc de Saint-Brieuc.

Au-delà des usines AREVA proprement dites, ce sont de nombreuses entreprises françaises, basées dans le Grand Ouest pour la plupart, qui seront associées pour fournir une partie des 3600 composants mécaniques, électriques et composites nécessaires. L'objectif est de **proposer une éolienne produite en France** (« made in France »).

Pour les composants clés, le plan industriel d'AREVA mobilisera des fournisseurs prêts à s'implanter à proximité de ses usines sur le quai Joannès Couvert du Havre, afin d'optimiser la logistique et la compétitivité du plan industriel. Ainsi,

les partenaires d'AREVA pour la fabrication des mâts, des multiplicateurs, des générateurs ou des roulements principaux pourraient y localiser leur usine.

**Pour les autres composants**, l'enjeu pour AREVA est de nouer des partenariats avec des entreprises bretonnes et normandes, afin de disposer d'un **réseau de fournisseurs locaux**.

### Identifier et accompagner les fournisseurs bretons

AREVA s'est mobilisé dès 2011 pour identifier, réunir et associer les acteurs industriels, socio-économiques et institutionnels bretons et normands. Cette phase, inscrite dans la durée, est conduite en étroite collaboration avec les Chambres de Commerce et d'Industrie, les collectivités territoriales, Bretagne Pôle Naval, Bretagne Développement Innovation, Vigie Business, etc. **Ainsi, plus de 200 entreprises ont été rencontrées, 35 entreprises bretonnes et normandes ont participé aux « journées fournisseurs » à Bremerhaven (Allemagne) pour comprendre la réalité du dispositif industriel existant d'AREVA et 14 lettres d'intentions ont été signées** (à fin décembre 2012).

Le schéma d'implantation de la base industrielle d'AREVA au Havre

Port de base/pré-assemblage

Banc d'essai

Usine de production de nacelles

Usine de production de pales



## Localisation des fournisseurs bretons rencontrés par AREVA



## 1-2 La fabrication des fondations jacket et de la sous-station électrique

Ailes Marines privilégie les fondations de type jacket (treillis en acier) pour le parc éolien en mer de la Baie de Saint-Brieuc. Leurs caractéristiques sont détaillées (Cf. Chapitre 2, p. 62). De part leur taille et les exigences en termes de résistance dans le temps aux efforts et au milieu marin, leur fabrication nécessite un soin tout particulier.

La sous-station électrique, quant à elle, est formée d'une plateforme regroupant les composants électriques et reposant sur une fondation de type jacket. Véritable « cœur » du parc éolien, la fabrication de la sous-station électrique demande également un savoir-faire et une expertise spécifiques.

### Eiffage et STX France présélectionnés

Deux groupes – Eiffage et STX France – sont mis en concurrence par Ailes Marines pour la fourniture des 100 fondations du projet, de la sous-station électrique et de sa fondation.

Les deux groupes ont été présélectionnés sur la base de quatre critères principaux :

- > l'expertise dans les domaines considérés ;
- > leur potentiel pour le design des fondations (robustesse technique et respect des objectifs économiques) ;
- > la capacité et la cadence de production du site de fabrication envisagé, dans les délais du projet ;
- > une chaîne d'approvisionnement donnant toute leur place aux entreprises bretonnes.

### Le port de Brest privilégié par Ailes Marines, Eiffage et STX France

La Région Bretagne est propriétaire du port de Brest. Elle a souhaité inscrire le port dans la filière naissante des énergies marines renouvelables. Pour ce faire, la Région a voté un investissement de 134 millions d'euros, pour réaliser des travaux de stabilisation et de consolidation d'un polder, ainsi que l'aménagement d'infrastructures portuaires afin d'accueillir de nouvelles activités industrielles liées aux énergies marines renouvelables.

Ailes Marines travaille avec ses partenaires Eiffage et STX France à la localisation dans le port de Brest d'une usine de fabrication des fondations et de la sous-station électrique du futur parc. Ce port est aujourd'hui le

## LES « JOURNÉES FOURNISSEURS » ORGANISÉES PAR AREVA



Plus de 80 personnes ont été accueillies sur le site AREVA de Bremerhaven au cours de trois « journées fournisseurs » organisées en 2012. Les entreprises, majoritairement venues de Bretagne et de Haute-Normandie, ont pu concrètement appréhender, au cours de ces journées, les possibilités de collaboration offertes pour la construction des éoliennes, les étapes de fabrication des éoliennes et entrer en contact direct avec les équipes techniques et achat d'AREVA.

**À noter :** toutes les entreprises intéressées seront inscrites dans le processus de pré-qualification d'AREVA et accompagnées par une équipe dédiée pour faciliter leur accès à ce nouveau marché.

## EIFFAGE CONSTRUCTION MÉTALLIQUE ET STX FRANCE



### Eiffage Construction Métallique

Leader de la construction métallique, la branche Métal du groupe Eiffage possède une très large expérience dans la construction de plateformes pétrolières en mer. Eiffage Construction Métallique souhaite mettre à profit cette expérience au service des énergies marines renouvelables, pour la fabrication en série de fondations métalliques de type jacket et de mâts d'éoliennes.



### STX France

Acteur historique de la construction de navires à forte valeur ajoutée, comme les navires de croisière, STX France (ex-Chantiers de l'Atlantique) a entamé depuis deux ans une diversification stratégique en direction des énergies marines renouvelables, en particulier dans la fabrication de fondations d'éoliennes, de sous-stations électriques et de navires spécialisés. AREVA et STX France ont annoncé, en décembre 2012, un accord de coopération visant à proposer une offre intégrée associant les éoliennes d'AREVA et les fondations conçues et fabriquées par STX France.

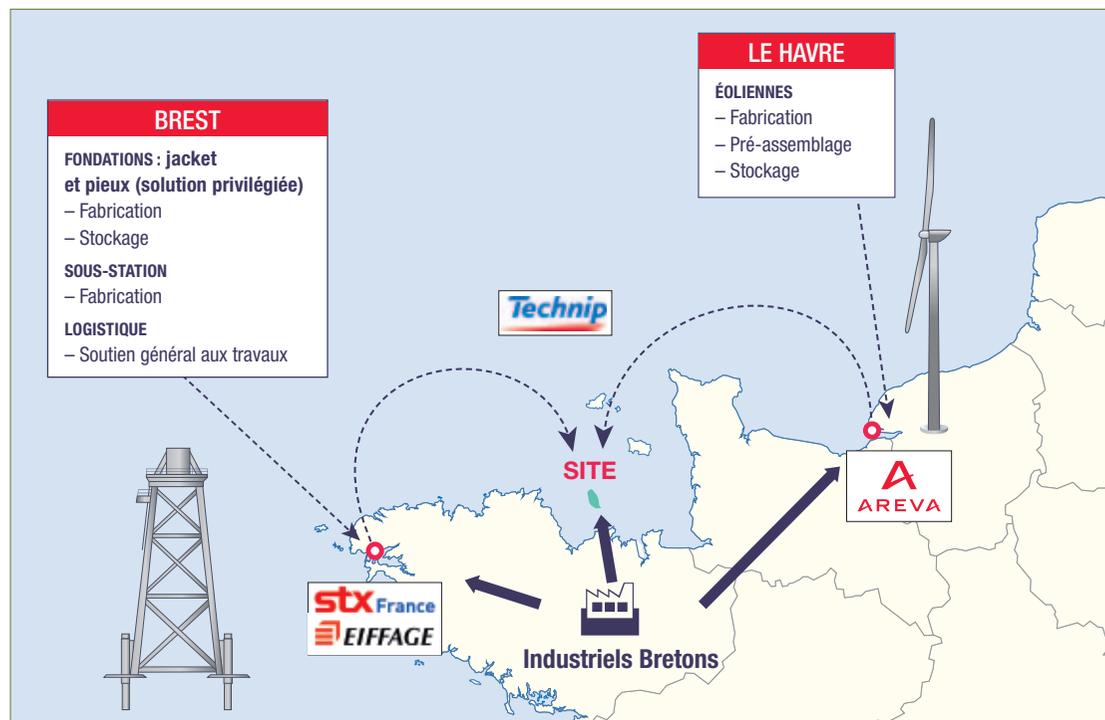
seul en Bretagne à offrir des surfaces potentiellement disponibles pour recevoir une usine de ce type, des aires de stockage de capacité suffisante et une accessibilité maritime *via* des quais d'expédition supportant des charges lourdes et volumineuses.

Un protocole d'accord a été conclu entre Ailes Marines et la Région Bretagne en 2011, portant sur des surfaces avec accès à quai, pour des activités de fabrication et de stockage. Les discussions se poursuivent, associant Eiffage et STX France, en vue de la signature, en 2013, d'un nouvel accord détaillant les conditions nécessaires à une implantation industrielle. Le transport par voie maritime des fondations assemblées et les services liés

à la logistique seront gérés par TECHNIP, qui assurera l'installation en mer de l'ensemble des éléments constitutifs du parc éolien.

Les fondations et la sous-station électrique offrent la perspective à des PME régionales de participer à la fabrication de composants ou de sous-ensembles (pieux, plateformes, tubes, équipements électriques, etc.). Eiffage et STX France travaillent en ce sens avec les Chambres de Commerce et d'Industrie des Côtes-d'Armor et du Finistère, avec Bretagne Pôle Naval et avec Bretagne Développement Innovation pour identifier, puis qualifier, des fournisseurs issus du tissu économique breton. Plusieurs entreprises ont d'ores et déjà été contactées en vue d'une éventuelle collaboration.

### Le programme industriel et logistique envisagé



### 1-3 La fabrication des câbles électriques du parc

La fabrication des câbles pour le raccordement électrique entre les éoliennes et la sous-station en mer feront l'objet d'un accord industriel avec un spécialiste des câbles sous-marins. Cependant, le volume de câbles nécessaires pour le parc éolien de la Baie de Saint-Brieuc et les autres projets en cours de développement en France ne peuvent justifier à eux seuls la construction d'une usine en France.

Parmi les sociétés en contact avec Ailes Marines pour le projet figurent SILEC CABLE, JDR, NEXANS et PRYSMIAN.

### 1-4 Le développement d'une filière industrielle pérenne et exportatrice

Le projet de la Baie de Saint-Brieuc participera pleinement au développement en France d'une filière industrielle de l'éolien en mer. L'appel d'offres lancé en 2011 a généré la mise en développement de 1 928 MW (4 projets au total, dont celui de Saint-Brieuc). Le gouvernement a annoncé en janvier 2013 un nouvel appel d'offres au large des côtes françaises pour 1 000 MW, construits entre 2021 et 2023. Au-delà des frontières hexagonales, le développement de 40 000 MW est annoncé en Europe<sup>(1)</sup>, en premier lieu au Royaume-Uni. **La filière industrielle naissante en France trouvera sa pérennité sur les marchés voisins, grâce à sa compétitivité à l'export et à sa qualité.**

Au-delà du marché français, les maisons mères d'IBERDROLA et d'EOLE-RES développent plusieurs projets éoliens en mer importants, offrant ainsi une réelle opportunité d'accès aux marchés internationaux à ses partenaires et à leurs fournisseurs. Concrètement, des contacts et des négociations sont actuellement en cours pour des projets au Royaume-Uni et en Allemagne. Au total, cela représente une puissance supérieure à 10 000 MW.

D'autre part, les ports du Havre (implantation des futures usines AREVA) et de Brest sont bien positionnés géographiquement, pour fournir les projets éoliens en mer du Royaume-Uni. Ils confèrent un atout supplémentaire à l'ensemble des entreprises partenaires d'Ailes Marines et à leurs fournisseurs.

De son côté, le groupe TECHNIP montre une forte ambition dans le secteur de l'éolien en mer, par sa participation active dans des actions structurantes en France, visant à positionner, sur le long terme, le savoir-faire français dans le domaine des énergies marines, y compris à l'export.



Installation du parc éolien en mer alpha ventus

<sup>(1)</sup> Source EWEA (European Wind Energy Association).



## 2- L'installation du parc éolien **en mer**

*L'installation du parc éolien en mer se déroulera sur 4 ans, à partir de 2016. TECHNIP en aura la charge. Cette phase mobilisera d'importants moyens pour la réalisation des travaux et leur support logistique. Les activités en mer sont complexes et dépendantes des conditions météorologiques. Pour cette raison, Ailes Marines réalisera à terre le maximum d'opérations d'assemblage et de préparation du chantier.*



/// Installation des câbles dans le parc de Lincs offshore wind farm

### **2.1 De l'installation des pieux à la mise en service industrielle du parc**

TECHNIP mettra ses compétences au service du projet et aura la charge de l'installation du parc éolien. Cette installation se déroulera en six grandes étapes (sur la base de jacket comme solution privilégiée pour les fondations) :

**1** Installation des **pieux** pour recevoir les fondations : les fondations jacket seront fixées par 4 pieux enfoncés dans le sous-sol marin. Il s'agit de tubes en acier de 20 m de longueur et de 1,5 m de diamètre, selon les premiers calculs réalisés. Leur installation dans le sous-sol se fera par forage ou par battage, selon les caractéristiques du sol. En cas de forage, ils seront scellés par du béton.

Le bon positionnement des pieux sera garanti par un gabarit, en accord avec les dimensions de l'embase des fondations.

Le même navire assurera le transport des pieux, leur levage et les opérations d'installation dans le sous-sol.

**2** Installation des **fondations** pour recevoir les éoliennes : l'embase de chaque jacket viendra s'emboîter sur les 4 pieux. L'ensemble sera rendu solidaire par du béton coulé à l'intérieur des 4 pieds des fondations. Le transport des fondations s'effectuera par barge depuis leur lieu de fabrication. Leur levage (environ 700 tonnes chacune) demandera des navires ou des barges équipés de grues spécifiques de forte capacité.

**3** Installation de la **sous-station électrique** et de sa fondation : la sous-station électrique sera assemblée à terre et transportée séparément de sa fondation. L'installation de la fondation s'effectuera selon le même procédé que pour celle des éoliennes. La sous-station sera ensuite posée et fixée sur sa fondation. Ces deux opérations demande des moyens de levage appropriés (grues de plus de 2 000 tonnes de capacité).

**4** **Pose et ensouillage des câbles** : les câbles reliant les éoliennes à la sous-station électrique seront transportés et installés à l'aide d'un navire spécialisé (câblier). L'utilisation d'une trancheuse spécifique permettra en

## LE SAVIEZ-VOUS ?

### LE BATTAGE ET LE FORAGE

Suivant la nature des fonds marins, les pieux servant à fixer les fondations jacket seront installés soit par battage (fonds majoritairement sédimentaires), soit par forage (fonds majoritairement rocheux).

- Le battage consiste à utiliser un marteau pilon pour enfoncer un pieu dans le fond marin.
- Le forage consiste à réaliser un trou cylindrique dans le fond marin, afin d'y installer un pieu, qui sera ensuite scellé par du béton.

une seule opération l'ouverture de la tranchée, l'installation du câble et le remblayage de la tranchée. Pour les zones où la nature du sous-sol ne permettra pas l'ensouillage des câbles, ces derniers seront posés à même le sol et protégés par une couverture rocheuse ou des matelas de béton. Les fondations sont équipées de tubes en forme de J, qui assurent la protection des câbles le long de la jacket, pour leur raccordement aux éoliennes ou à la sous-station électrique.

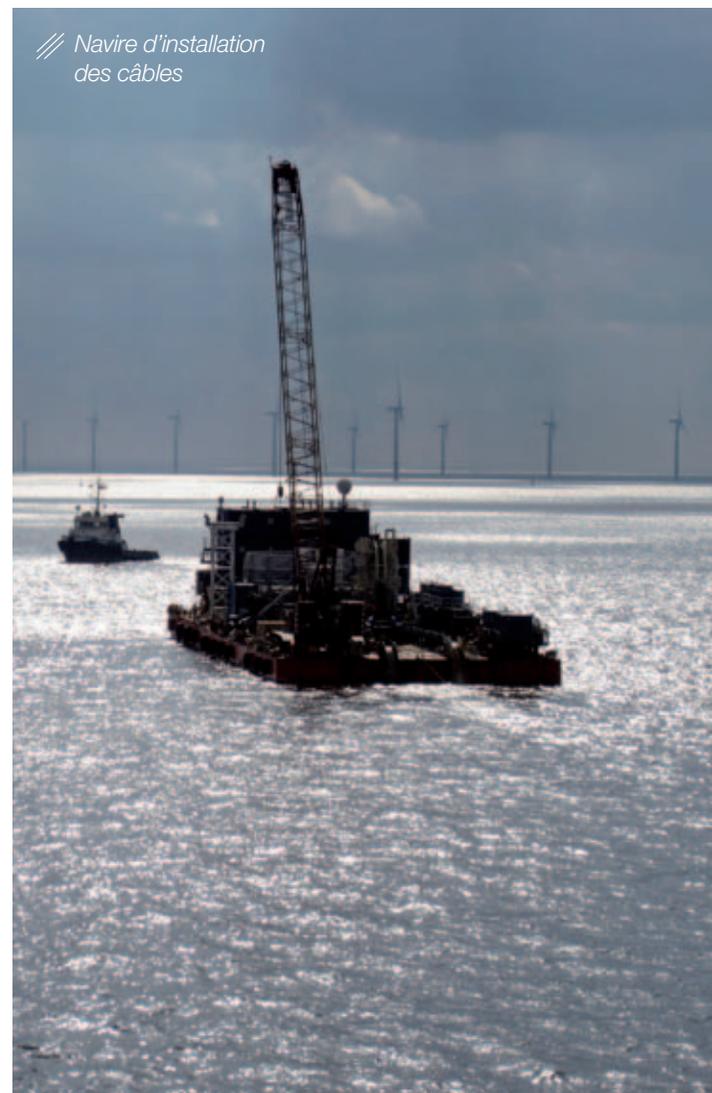
**5 Installation des éoliennes:** les 7 éléments principaux des éoliennes seront transportés par barge ou par bateau autoélévateur équipé d'une grue (3 tronçons de mat, la nacelle assemblée avec le moyeu du rotor et les 3 pales). La séquence de montage se décomposera ainsi : installation des différents tronçons de mât sur la fondation, mise en place de la nacelle et, pour finir, montage des pales une à une sur le moyeu. Ensuite, chaque éolienne sera raccordée à la sous-station électrique *via* les câbles.

**6 Test et mise en service industrielle du parc :** avant mise en route, une série de vérifications techniques est réalisée (dont une partie en coordination étroite avec l'opérateur du réseau RTE). Ces vérifications concernent, par exemple, le contrôle des connexions électriques à l'intérieur de chaque éolienne et de la sous-station, le raccordement des câbles, les systèmes de protection électriques, etc. Une fois ces tests réalisés et les éoliennes mises sous tension, la production du parc débute progressivement.

## 2.2 Le choix des navires d'installation

Aujourd'hui, pour l'installation de leurs parcs, les porteurs de projet doivent faire appel à une multitude de navires : navires de transport, barges auto-élévatrices équipées de grues de levage, remorqueurs, etc. C'est pourquoi les acteurs de la filière ont décidé d'investir dans le développement de navires « tout en un », de grande capacité (dimensions, tonnage, levage, vitesse) pour répondre aux évolutions des caractéristiques des parcs.

TECHNIP mettra au service du projet des navires de dernière génération, nécessaires à l'embarquement, au transport et à l'installation des éléments du parc en mer. Ces navires seront sélectionnés selon leur capacité pour rendre ces opérations critiques aussi sûres et économiques que possible, mais



Navire d'installation des câbles

également respectueuses de l'environnement. Pour ce faire, TECHNIP se basera sur son savoir-faire en gestion de projets maritimes et en optimisation logistique complexe, aujourd'hui mis en œuvre notamment sur ses projets pétrole et gaz en mer, pour la gestion de sa flotte de plus de 34 navires actuellement en opération.

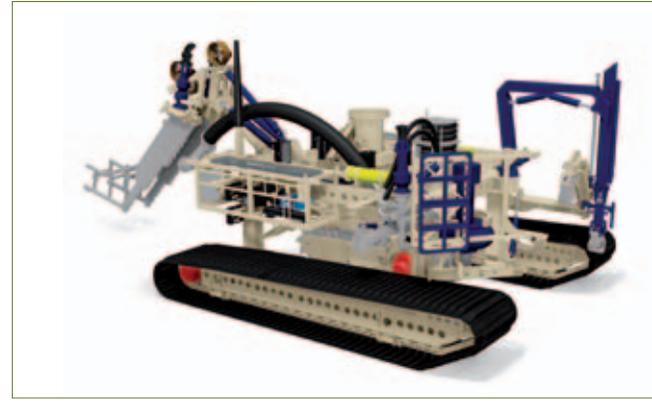
### L'installation des pieux (par forage)



#### ÉTAPES :

- 1/ Transport des pieux sur site par barge
- 2/ Forage à partir d'une barge autoélévatrice
- 3/ Forage à travers un caisson guidé
- 4/ Descente, puis cimentation des pieux

### L'installation des câbles



#### ÉTAPES :

- 1/ Ouverture de la tranchée
- 2/ Installation du câble
- 3/ Remblayage de la tranchée

### L'installation des fondations



#### ÉTAPES :

- 1/ Transport des fondations par barge autoélévatrice
- 2/ Levage et installation de la sous-structure en appui sur les pieux pré-installés

### L'installation des éoliennes



#### ÉTAPES :

- 1/ Transport des éoliennes sur site par barge autoélévatrice
- 2/ Levage et assemblage des composants des éoliennes
- 3/ Raccordement
- 4/ Mise en service



## 3- Les retombées socio-économiques générées en phases de fabrication et d'installation

*Les retombées socio-économiques du projet éolien en mer de la Baie de Saint-Brieuc, en phases de fabrication et d'installation, concernent l'emploi, la formation, ainsi que les activités de recherche et développement.*

### 3.1 Un projet porteur d'emplois

Au cours des phases de fabrication et d'installation, le projet éolien en mer de la Baie de Saint-Brieuc va mobiliser **2000 emplois directs** : 1 860 d'entre eux seront dédiés à la fabrication des éléments du parc et à leur installation (objet de ce chapitre) et 140 liés à la maintenance (Cf. Chapitre 4, p. 90).

Les **1 860 emplois** mentionnés ci-dessus seront **localisés dans le Grand Ouest** et répartis de la façon suivante :

- > **750** pour la fabrication des éoliennes et de leurs principaux composants (générateur, mât, etc.) sur le site du Grand Port maritime du Havre ;
- > **110** pour la fabrication des autres composants des éoliennes (pièces usinées ou mécano-soudées, équipements électriques), potentiellement localisables en Bretagne ;
- > **500** pour la conception et la fabrication des fondations de type jacket (solution privilégiée) à Brest ;
- > **200** pour la conception et la fabrication de la sous-station électrique à Brest ;
- > **300** pour la phase d'installation en mer (activités d'ingénierie, de management, de logistique et d'installation proprement dite).

À ces 1 860 emplois directs, il faut ajouter des emplois indirects, qui découlent de la sous-traitance industrielle et des services (hébergement, restauration, transport). En effet, durant les phases de fabrication et d'installation, les

besoins des employés et de leurs familles en termes d'hébergement, de restauration, de transport, d'activités de loisirs devront être assurés. Ailes Marines quantifiera le nombre d'emplois indirects générés par le projet pour les réunions du débat public.

#### LA MOBILISATION DES PRESTATAIRES BRETONS PENDANT LA PHASE DÉVELOPPEMENT

En phase de développement, Ailes Marines fait appel à plusieurs prestataires (associations, organisations et bureaux d'études) installés en Bretagne. Par exemple, les campagnes environnementales et l'étude d'impact sont réalisées actuellement par le bureau d'étude IN VIVO, basé dans le Finistère. Ce dernier s'est entouré de prestataires bretons, tels que le Groupe d'Études Ornithologiques des Côtes-d'Armor (GEOCA) situé à Saint-Brieuc, la Maison de la chauve-souris (Morbihan) ou Vigie Aviation (Finistère).

### 3.2 Un dispositif emploi-formation concerté avec les acteurs locaux

La formation professionnelle et la qualification des futurs salariés sont essentielles à la réalisation du projet et à la création d'une nouvelle filière industrielle en France.

Deux défis principaux sont à relever :

- > **adapter à l'éolien en mer des formations bretonnes déjà existantes** (électromécanique, mécanique industrielle) et **relancer des formations en perte de vitesse** (la chaudronnerie, par exemple) ;
- > **former et/ou qualifier les ressources nécessaires** à la création et à l'exploitation de nouveaux sites industriels.

Pour préparer la « montée en puissance » des compétences nécessaires et assurer leur disponibilité, le consortium travaille en étroite collaboration depuis 2011 avec les régions, les rectorats, Pôle-Emploi, les DIRRECTE<sup>(1)</sup> et l'AFPA<sup>(2)</sup>. Il consulte également les services en charge de l'emploi et de l'insertion dans les Côtes-d'Armor : le Conseil général des Côtes-d'Armor, Saint-Brieuc Agglomération – via le Syndicat de Gestion du Pôle Universitaire de Saint-Brieuc –, la Chambre de Commerce et d'Industrie des Côtes-d'Armor et le GRETA<sup>(3)</sup>. Dans les faits, une étroite collaboration entre toutes ces structures et le consortium est en place. Un groupe de travail « Emploi et Formation » a ainsi été créé au sein du Comité de filière régional (Cf. Chapitre 1, p. 36) en septembre 2012 pour anticiper les besoins en matière de formation et d'emplois et mettre en place les solutions pour y répondre. Il est piloté par le Conseil Régional de Bretagne.

Dans le cadre de ce groupe, AREVA a, par exemple, pu faire part de ses premiers besoins (électromécanicien, plasturgiste soudeurs, rouleurs, chaudronniers).

<sup>(1)</sup> Direction régionale des entreprises, de la concurrence, de la consommation, du travail et de l'emploi.

<sup>(2)</sup> Association nationale pour la Formation Professionnelle des Adultes.

<sup>(3)</sup> Groupement d'établissements publics d'enseignement qui mutualisent leurs compétences et leurs moyens pour proposer des formations continues pour adultes.

## /// LA CLAUSE D'INSERTION SOCIALE

Afin d'être en phase avec les objectifs d'insertion professionnelle définis par le département des Côtes-d'Armor, Ailes Marines s'est engagée à :

- allouer un minimum de 5 % du volume d'heures générées par le projet, avant et après installation, aux personnes éloignées de l'emploi, et à relayer cet objectif à chacun de ses partenaires ;
- mettre en place un partenariat avec les acteurs en charge de l'emploi et de l'insertion au niveau local, départemental et régional afin d'accompagner les politiques mises en œuvre ;
- favoriser la reconversion des personnes sans emploi.

À partir de 2013, un rapport annuel sera rendu par Ailes Marines aux représentants de l'État et préfets compétents pour justifier de la tenue de ces engagements.

## 3-3 Une contribution aux efforts de recherche et développement de la filière

La Région Bretagne est pionnière dans le développement des énergies marines renouvelables. Elle accueille, par exemple à Brest, France Énergies Marines, un institut d'excellence en énergies décarbonées dédié aux énergies marines renouvelables, ou encore le Pôle Mer Bretagne, pôle de compétitivité à vocation mondiale. C'est dans ce contexte qu'Ailes Marines, en collaboration avec les acteurs locaux, a souhaité soutenir la recherche dans la région en s'impliquant dans plusieurs projets :

- > **OPTIWIND**, en partenariat avec France Énergies Marines et en association avec AREVA et TECHNIP. Ce projet a pour objectif d'optimiser les méthodes d'installation de l'éolien en mer ;
- > **RESIBAD**, labellisé par le Pôle Mer Bretagne, en partenariat avec IN VIVO et l'ENSTA Bretagne. Il a pour objet l'étude et l'expertise de solutions de réduction de bruits sous-marins lors des travaux maritimes ;
- > **AMURE**, en partenariat avec l'Université de Bretagne occidentale. Ailes Marines participe au financement d'une thèse portant sur la contribution des énergies marines renouvelables à la croissance verte ;
- > **LOG ENERMAR**, dont l'objectif est de contribuer à la définition des chaînes logistiques à mettre en place dans le cadre du développement d'une filière de l'éolien en mer. Ce projet est développé en partenariat avec GIS Supply Chain and Maritime Port Institute (SCAMPI)<sup>(1)</sup>.

Ces différents projets vont permettre de :

- > contribuer à la recherche sur l'éolien en mer en Bretagne ;
- > s'inscrire dans une démarche innovante en appuyant des programmes locaux ;
- > soutenir le développement de nouveaux débouchés industriels pour la région.

Par ailleurs, Ailes Marines apportera à ces projets de recherche et développement toute l'expertise et l'expérience de ses équipes. Ces projets pourront, pour la plupart, trouver une application directe dans le projet de Saint-Brieuc.

<sup>(1)</sup> Université du Havre, Université de Rennes 1, Université Bretagne Sud, UBO, ISEL.

## 4- Garantir des conditions de sécurité optimales **en phase d'installation**

*Pendant les travaux d'installation des éoliennes en mer, la sécurité maritime aux abords et au sein du parc sera une préoccupation essentielle d'Ailes Marines. Des mesures de réduction et de limitation des risques induits par les travaux seront définies en lien avec les autorités compétentes. In fine, ce sont ces autorités qui valideront les propositions du consortium en la matière.*

### **4-1 Les procédures liées à la sécurité en mer**

#### **4-1-1 Les acteurs de la sécurité en mer**

Plusieurs acteurs interviennent sur les questions de sécurité en mer :

- > **le Préfet maritime, représentant unique de l'État en mer.** Investi du « *pouvoir de police générale, il a autorité dans tous les domaines où s'exerce l'action de l'État en mer* », notamment en ce qui concerne « *la sauvegarde des personnes et des biens* ». Son autorité s'exerce à partir de la « *laisse de basse mer* »<sup>(1)</sup>. Afin de remplir ses missions, le Préfet maritime « *prend toutes initiatives et mesures nécessaires* » et « *bénéficie du concours des services et administrations de l'État qui mettent à sa disposition les moyens et informations d'intérêt maritime dont ils disposent* »<sup>(2)</sup>. Dans le cas présent, le Préfet maritime compétent est celui de l'Atlantique, basé à Brest ;
- > **la Direction Inter-Régionale de la Mer (DIRM)**, sous la responsabilité du Préfet maritime. Elle s'appuie sur les services spécialisés des centres de sécurité des navires des Centres régionaux opérationnels de surveillance

/// Installation d'une éolienne AREVA sur le parc alpha ventus



et de sauvetage (CROSS) et des services des Phares et Balises pour les missions relatives à la surveillance et à la sauvegarde de la vie humaine en mer ;

- > **la Société Nationale de Sauvetage en Mer (SNSM).** Elle intervient en lien avec les CROSS pour assurer le sauvetage des personnes en danger en mer ;
- > **la Marine nationale** met également à disposition du CROSS ses moyens nautiques pour des missions de sauvetage souvent plus au large et/ou nécessitant un matériel particulier.

Ces organismes veillent en tout temps à la sécurité en mer et le feront, par conséquent, pendant les travaux d'installation du parc et durant toute la phase d'exploitation.

<sup>(1)</sup> Article 1<sup>er</sup> du décret n°2004-112 du 6 février 2004.

<sup>(2)</sup> Article 2 du décret cité.

## LE SAVIEZ-VOUS?

### LA COMMISSION NAUTIQUE

Lors de l'instruction de l'autorisation d'occupation du domaine public maritime, la Commission Nautique doit émettre un avis au regard des incidences du projet sur la navigation maritime, en prenant en compte les différents usages de la zone (plaisance, pêche, commerce). Suivant les compétences nécessaires, il peut s'agir de la Commission Nautique locale ou de la Grande Commission Nautique.

## 4-1-2 Les autorisations administratives

La réalisation du projet est conditionnée à l'obtention d'autorisations administratives. Deux d'entre elles concernent, parmi d'autres sujets, la sécurité en mer :

- > l'autorisation d'occupation du domaine public maritime<sup>(1)</sup>;
  - > l'autorisation, dans le cadre de la loi sur l'eau, de réaliser des travaux en mer<sup>(2)</sup>.
- Ailes Marines réalisera les dossiers de demandes d'autorisation en 2014 et envisage leur obtention en 2014.

Dans son dossier de demande d'autorisation, Ailes Marines devra apporter la preuve que **toutes les dispositions pour assurer la sécurité des usagers de l'espace maritime** ont bien été prises au regard des enjeux et des risques identifiés.

Le Préfet maritime, en tant que garant de la sécurité des biens, des personnes et de la navigation, veillera à la qualité des mesures proposées.

## 4-2 Sécuriser la navigation maritime en phase d'installation

### 4-2-1 L'identification des risques

Les travaux effectués durant la **phase d'installation** des éoliennes en mer modifient, de fait, les pratiques de navigation aux abords et au sein du périmètre du projet. Ailes Marines va donc réaliser une série d'études pour analyser les risques liés à ces travaux et leurs conséquences sur la circulation maritime au niveau de la zone du futur parc éolien.

Le risque potentiel le plus important est **la collision** entre un navire et un élément en cours d'installation. Il concerne aussi bien les cargos que les bateaux de pêche ou de plaisance. Une étude de risque approfondie va être réalisée dans le courant de l'année 2013. Elle permettra d'identifier, pour chaque type de navire circulant dans la Baie de Saint-Brieuc, les dangers liés à la phase d'installation du parc, en tenant compte des conditions météorologiques,

<sup>(1)</sup> Concession d'utilisation du domaine public maritime en dehors des ports, délivrée sur le fondement des articles R. 2124-1 et suivants du code général de la propriété des personnes publiques.

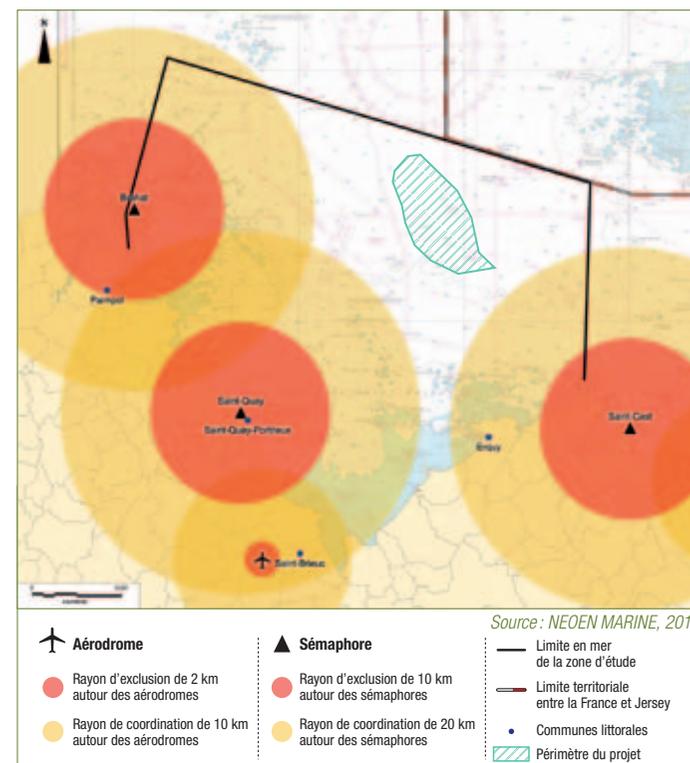
<sup>(2)</sup> Autorisation relative aux installations, ouvrages, travaux et activité en application de l'article L. 214-1 du code de l'environnement, délivrée sur le fondement des articles R. 214-1 et suivants du même code.

des avaries diverses, mais également de la densité du trafic dans la Baie. Le second risque potentiel est lié à **l'impact sur le fonctionnement des différents radars**. Lors de la phase d'installation, l'effet sur les **radars terrestres** est considéré comme nul. La distance qui les sépare de la zone de travaux (voir carte ci-dessous) permet en effet de garantir l'absence de perturbations sur leur capacité de détection.

Par ailleurs, afin d'éviter les perturbations avec les **radars embarqués**, les navires d'installation seront identifiés comme des navires au mouillage et balisés en conséquences afin de pouvoir être facilement détectés par les navires transitant dans la Baie.

Enfin, concernant les **autres systèmes d'aide à la navigation** (AIS, VHF, GPS et systèmes de communication par liaison fixe), les impacts sur leur performance seront nuls pendant la phase d'installation.

## Les servitudes liées aux radars terrestres



## 4-2-2 Les solutions de réduction des impacts envisagées

Au stade actuel du projet, tous les risques n'ont pas encore été analysés en détails. Ailes Marines a cependant déjà établi, à l'aide des retours d'expérience de construction de parcs éoliens en mer<sup>(1)</sup> sur d'autres projets similaires, une méthodologie d'analyse des impacts permettant de déterminer les mesures à prendre face aux différents risques.

À ce stade, les mesures pouvant être envisagées pour sécuriser la navigation maritime en phase d'installation sont les suivantes :

- > la mise en place d'un **périmètre de sécurité dans un rayon de 500 mètres autour de la zone de travaux**, dans lequel toute navigation est interdite. Il n'est pas prévu que ce périmètre couvre la totalité des 77 km<sup>2</sup> du parc : il suivra l'avancée des travaux et progressera selon les zones d'intervention afin de limiter les restrictions de navigation ;
- > la mise en place, en lien avec la Préfecture maritime, de **nouvelles routes de navigation** qui contourneront l'intégralité de la zone du projet dès le début de l'installation, permettant ainsi d'anticiper la mise en service complète du parc éolien ;
- > le balisage de la zone. Dans la mesure où la zone de travaux constitue un obstacle temporaire à la navigation, elle sera protégée par un **dispositif de balisage cardinal** qui indiquera la direction des eaux dites « saines » autour du chantier. Ce dispositif cardinal<sup>(2)</sup> sera constitué de bouées autonomes équipées de réflecteur radar, de marques de jour<sup>(3)</sup>, d'un signal sonore et de feux cardinaux. La présence de **petits navires dits « chiens de garde » pourra, le cas échéant, venir compléter le dispositif de balisage cardinal**. Le rôle de ces navires, en général de faible tonnage et assez manœuvrant, sera de prévenir les situations à risque en informant activement, par tous les moyens disponibles (radio, signaux lumineux et sonores, positionnement intercalaire), les navires sur le point de pénétrer dans la zone de travaux. Par ailleurs, les fondations en place ne portant pas encore d'éolienne seront équipées d'un dispositif de balisage permettant aux navires de les repérer rapidement ;
- > La diffusion d'**avis** aux navigateurs (AVURNAV), d'avertissements radio de navigation et/ou d'avis radiodiffusés avant et pendant l'installation du parc éolien de sorte que tous les usagers de l'espace maritime puissent connaître l'évolution des travaux et des zones concernées.



/// Balise cardinale ouest  
équipée de panneaux  
solaire et d'un feu

### LA SÉCURITÉ DES HOMMES SUR LE CHANTIER

Un Plan Général de Coordination Sécurité et Protection de la Santé (PGCSPS) doit être établi par un coordonnateur sécurité et protection de la santé mandaté par Ailes Marines. Ce plan vise à définir l'ensemble des mesures de prévention des risques pour les différents intervenants sur le chantier (conditions de manutention, stockage et entreposage de matières ou de substances dangereuses, protection et conditions d'accès aux installations électriques, etc.).

Comme évoqué précédemment, la Préfecture maritime et les services qu'elle coordonne sont responsables de l'intégrité physique des personnes et de la sécurité des biens en mer. À ce titre, les autorités valideront les propositions relatives à la sécurisation de la navigation au sein du bassin de la Baie de Saint-Brieuc lors de la phase d'installation.

<sup>(1)</sup> Thanet Offshore Wind Farm, Dudgeon Offshore Wind Farm.

<sup>(2)</sup> C'est-à-dire installé aux 4 points cardinaux.

<sup>(3)</sup> Les marques de jour sont des boules, des cylindres ou des cônes de couleur noire dont la disposition peut permettre de signaler un danger.



## 5- La prise en compte des activités existantes et de **l'environnement**

*Ailes Marines a étudié et continue à évaluer, avec le concours des différentes parties prenantes, les impacts liés à la phase d'installation du parc en mer et propose une série de mesures de prévention, de réduction et de compensation qui seront affinées une fois le plan logistique définitivement arrêté.*



/// Débarque des coquilles Saint-Jacques à Saint-Quay-Portrieux

### **5-1 Les mesures liées aux activités existantes et aux usages de la mer**

#### **5-1-1 Les impacts sur le trafic maritime**

##### **Sur le trafic commercial**

Les travaux d'installation des éoliennes en mer impacteront directement la navigation des cargos et tankers.

En effet, deux routes maritimes traversent le périmètre du futur parc éolien :

- > les navires en provenance de l'Ouest (Espagne, Portugal, Maroc, Égypte, Tunisie et États-Unis) et à destination de Saint-Malo coupent la zone d'implantation dans sa partie centrale;
- > les navires en provenance de Saint-Brieuc et se dirigeant vers le Nord traversent également la zone dans sa partie Nord-Ouest.

##### **Sur le trafic de passagers**

L'effet sur le trafic de passagers est plus réduit, l'essentiel du trafic en provenance du nord de l'Europe n'étant pas impacté par les travaux. Toutefois,

quelques ferries passant à proximité de la zone pourraient être concernés (Portsmouth – Saint-Malo, Plymouth – Saint-Malo, Portsmouth – Bilbao). Ces lignes ne sont pas ouvertes toute l'année. Une étude des dangers liés à la navigation dans la Baie permettra de préciser l'impact réel du projet sur la circulation de ces ferries. Des déviations de routes permettront, le cas échéant, de minimiser les impacts et les risques.

Ainsi, de nouvelles routes de navigation et le balisage associé pourront être proposées, en lien avec la Préfecture maritime, afin de dévier les principales voies de circulation à destination et au départ des ports de Saint-Malo et de Saint-Brieuc (Cf. partie 4, p. 82).

##### **Sur la pêche**

L'interdiction partielle de la navigation dans la zone des travaux impactera nécessairement l'activité de pêche professionnelle. Ailes Marines a donc décidé, en concertation avec les instances de pêche, d'implanter les éoliennes le plus au nord possible du périmètre de l'appel d'offres afin de limiter le plus possible les impacts des travaux, tout en laissant libre l'accès aux principales zones de pêche de la Baie.

Pendant toute la durée du chantier, les zones d'exclusion de 500 mètres, évolutives à mesure de l'avancement du chantier, seront strictement limitées aux secteurs sur lesquels se déroulent les travaux.

### Sur les extractions de granulats marins

Les compagnies d'extraction de granulats marins ne seront pas affectées par les travaux. D'une part, elles n'opèrent pas dans la zone car les concessions sont situées à l'extérieur de la zone du projet (Cf. Chapitre 2, p. 46). D'autre part, les dragues qui déchargent dans les ports de la Baie transitent au sud du périmètre du projet.

### Sur le trafic de plaisance

La Baie de Saint-Brieuc est un bassin de navigation très fréquenté par la navigation de plaisance, notamment durant la saison estivale. En conditions diurnes comme nocturnes, la signalisation maritime mise en place permettra de limiter les impacts potentiels en garantissant une visibilité et donc une sécurité optimale.

Toutefois, la superficie importante de ce bassin et son éloignement de la zone d'implantation vis-à-vis du littoral permettront de limiter fortement la gêne sur la navigation des plaisanciers pendant les travaux.

## 5-1-2 Les engagements pris avec les instances de pêche

Dans le cadre de la concertation menée avec les instances de pêche de la Baie de Saint-Brieuc, Ailes Marines a pris plusieurs engagements concernant le déroulement de la phase d'installation du parc en mer.

Ils peuvent être listés de la manière suivante :

- > la mise en place d'une méthodologie d'évaluation des impacts sur l'activité de pêche professionnelle pendant la phase d'installation ; La connaissance la plus fine possible de l'activité de pêche professionnelle permettra de préciser l'impact des travaux sur cette activité et d'organiser les conditions d'installation du parc en conséquence ;
- > la planification et l'organisation de la phase d'installation en fonction des saisons de pêche de certaines espèces commerciales ;

/// Pêcheurs en route  
vers les zones de pêche  
dans la Baie de Saint-Brieuc



## LE SAVIEZ-VOUS ?

### LE TRAIT DE CÔTE

Le trait de côte est une ligne qui marque la limite jusqu'à laquelle peuvent parvenir les eaux marines. Il est défini par le bord de l'eau calme, lors des plus hautes mers possibles. Il s'agit d'un système dynamique et en constante évolution.

Différents facteurs contribuent à la modification du trait de côte :

- des facteurs naturels, tels que le climat ou encore l'hydrologie (courant, marées, houle) ;
- des facteurs humains, tels que la construction d'ouvrages portuaires ou des travaux d'endiguement.

- > la limitation du périmètre d'exclusion autour du périmètre du chantier. Ailes Marines mettra en œuvre les moyens nécessaires pour maintenir l'activité de pêche au sein de la zone du projet, à l'exception des zones de travaux pendant la période d'installation du parc éolien ;
- > la mise en place d'un fonds de compensation à destination des pêcheurs professionnels impactés pour le manque à gagner lié à la phase d'installation.

## 5-2 Les impacts potentiels sur l'environnement

Ailes Marines a mené des premières études dans le but de définir les impacts potentiels de la phase d'installation sur le milieu physique, le milieu vivant, le milieu naturel et le paysage, dont les résultats sont présentés ci-dessous. Elles seront étayées par les résultats de l'étude d'impact en cours, qui permettront de valider les impacts initialement identifiés et de définir leurs niveaux, ainsi que les mesures de suppression, de réduction et de compensation associées.

### 5-2-1 Le milieu physique

Les principaux impacts potentiels des travaux d'installation sur le milieu physique sont les suivants.

#### La sédimentologie et l'hydrodynamisme

- > Les impacts sur la **sédimentologie** proviendront exclusivement des perturbations causées par les travaux eux-mêmes, à savoir :
  - la remise en suspension des sédiments lors des travaux de préparation du sol, du forage pour les pieux ou encore de l'ensouillage des câbles. Une étude sera réalisée pour modéliser le phénomène de dispersion sur la zone des travaux ;
  - des éventuels apports de matériaux extérieurs, dont l'origine sera contrôlée afin d'éviter un apport de polluants.
- > D'un point de vue **hydrodynamique**, les travaux n'auraient aucun impact sur la marée, les courants et la houle ;
- > Les impacts des travaux sur la sédimentologie et l'hydrodynamisme étant faibles, la phase d'installation n'entraînerait pas d'impacts sur le **trait de côte** (voir encadré page ci-contre).

#### La qualité des eaux

L'altération des eaux pourra concerner les eaux du large, les eaux de baignade et les eaux conchyliques. En phase d'installation, du fait de l'éloignement de la zone de travaux, les eaux de baignade et conchyliques ne devront pas présenter de risque de détérioration. L'impact des travaux (forage ou battage des pieux pour les fondations, ensouillage des câbles, etc.)

sur la **qualité des eaux** du large et notamment l'augmentation temporaire de la turbidité (voir encadré) sera étudié afin de modéliser la dilution des sédiments dans la masse d'eau. Par ailleurs, afin d'éviter tout rejet accidentel dû à la présence des moyens nautiques utilisés, Ailes Marines s'engage à gérer de manière exemplaire la phase d'installation, dans le respect de la convention MARPOL<sup>(1)</sup>. Dans ce cadre, un plan de prévention environnementale identifiera les mesures à mettre en place pour limiter le risque de pollution accidentelle : barrières anti-pollution, pompes à hydrocarbures, et tout autre équipement de sécurité qui devra équiper les navires.

### 5-2-2 Le milieu vivant

#### La faune et la flore benthique (le benthos)

Le benthos comprend l'ensemble des organismes aquatiques vivant à proximité du fond des mers. Les impacts sur le benthos sont de deux ordres.

#### – La destruction directe

Par définition, l'installation des fondations des éoliennes et des câbles affectera le benthos, principalement par la destruction, l'enlèvement ou le recouvrement de ce dernier. La surface impactée sera minime : elle représentera 0,8 % du périmètre d'implantation (fondations et câbles compris dans le calcul).

#### – La remise en suspension des sédiments

Les travaux risqueront également de provoquer un remaniement des fonds et une remise en suspension des sédiments. Les sédiments sont de nature grossière, ce qui limite leur remise en suspension et donc la formation de nuages turbides importants lors des travaux. Leurs impacts sur la faune et la flore benthique seront donc limités.

Ces deux impacts toucheront l'ensemble de la ressource benthique d'intérêt commercial, mais de manière très limitée. **Ailes Marines s'est attachée à s'éloigner du gisement principal de coquilles Saint-Jacques.**

De plus, la Baie est sujette au développement de la crépidule.

<sup>(1)</sup> La Convention internationale pour la prévention de la pollution par les navires, dite MARPOL (acronyme de l'anglais MARine POLLution), est une convention internationale adoptée en 1973. Elle fournit des procédures et des règles techniques quant à la conception des navires, à leur équipement etc., de manière à limiter les risques de pollution.

## LE SAVIEZ-VOUS ?

### LA TURBIDITÉ

La turbidité est une caractéristique optique de l'eau, à savoir sa capacité à diffuser ou absorber la lumière incidente. La turbidité est donc un des facteurs de la couleur de l'eau.

Elle est liée à la présence dans l'eau de particules minérales ou organiques en suspension. Ainsi, plus une eau est chargée en matières en suspension (phytoplancton, particules sédimentaires), plus elle est turbide. Ailes Marines s'engage notamment à utiliser un turbidimètre pour analyser les matériaux en suspension. Des niveaux acceptables par le milieu seront définis sur la base de l'état initial de l'étude d'impact environnementale. Dans le cas où ces seuils seront dépassés, les travaux seront momentanément interrompus et reprendront quand l'appareil indiquera des mesures acceptables par le milieu.

Le choix technique du mode d'installation permettra de minimiser la dissémination de cette espèce invasive. Ailes Marines s'est d'ailleurs engagée à participer à un projet de campagne d'éradication (Cf. Chapitre 4, p. 103).

#### **La ressource halieutique**

Ce paragraphe n'aborde que les poissons, le reste de la ressource halieutique (coquilles Saint-Jacques, bulots, araignées, etc.) étant traitée dans la partie « faune et flore benthique ».

La phase d'installation pourrait engendrer deux impacts potentiels.

#### **– Les nuisances sonores et vibrations**

Les poissons s'éloignent naturellement des zones fréquentées et bruyantes, donc de celle du chantier d'installation du parc. La technique de pose des fondations influera sur le bruit et les vibrations occasionnées.

#### **– La remise en suspension des sédiments**

Bien que localisée, la remise en suspension des sédiments pourra :

- > induire une augmentation de la turbidité (voir encadré page précédente) ;
- > avoir des conséquences sur le système des poissons ;
- > perturber la migration des poissons.

Une étude sera réalisée afin de modéliser le phénomène de dispersion sur la zone des travaux et ainsi confirmer les impacts occasionnés.

#### **Les mammifères marins**

Le périmètre d'implantation du projet se situe à l'extérieur du site d'intérêt communautaire (SIC) « Cap d'Erquy – Cap Fréhel ». De ce fait, aucune destruction physique directe d'habitats d'intérêt communautaire n'est à envisager lors de la phase d'installation du parc.

Cependant, différents aspects de l'installation pourraient être des sources potentielles de dérangement :

- > bruit généré lors de la mise en place des fondations des éoliennes ;
- > création de tranchées pour l'enfouissement des câbles ;
- > augmentation du trafic ;
- > turbidité générée par la remise en suspension des sédiments.

#### **– Les nuisances sonores**

Les mammifères marins cohabitent continuellement avec les activités maritimes. Le trafic maritime lié au chantier ne devrait donc pas perturber les espèces évoluant à proximité.

Cependant, la mise en place des fondations constituera certainement la phase la plus bruyante de la construction<sup>(1)</sup>. Elle excèdera le bruit ambiant, entraînant ainsi un effet de masque temporaire pour les mammifères marins<sup>(2)</sup>. La technique d'installation choisie jouera un rôle important dans ce domaine.

<sup>(1)</sup> Madsen et al., 2006. <sup>(2)</sup> Tougaard et al., 2006



## RÉDUIRE L'IMPACT SONORE

Compte tenu de l'importance de l'enjeu des nuisances sonores, Ailes Marines a choisi de participer au projet de recherche et développement RESIBAD (REDuction du Souffle en Immersion par BArrière Diphasique). Ce projet vise à la création d'un dispositif de rideaux de bulles destiné à protéger le milieu naturel et vivant sous-marin des nuisances sonores. L'objectif est également de mieux comprendre les phénomènes physiques de l'atténuation des ondes de choc sous-marines. Les résultats de ce projet de recherche offriront des éléments précieux pour le projet éolien en mer de la Baie de Saint-Brieuc.

Afin de minimiser le bruit durant les opérations, des rideaux de bulles (voir encadré) pourront être utilisés.

De plus, la technique du « soft-start » (augmentation progressive du niveau d'émission) permettrait de minimiser le dérangement de ces mammifères marins. La faune alertée par les premières émissions sera supposée s'éloigner de la source, et se trouver hors de danger lorsque les émissions atteindront leur niveau maximal.

En parallèle, un suivi sera réalisé pendant les travaux pour vérifier l'absence de mammifères marins dans la zone des travaux.

### – L'augmentation de la turbidité

La pose des fondations et l'ensouillage des câbles provoqueront une remise en suspension des sédiments et une augmentation de la turbidité limitées à la zone de travaux. La turbidité impactera peu les mammifères marins, en raison de leur utilisation préférentielle de l'écholocation (envoi de sons et écoute de l'écho pour localiser et dans une moindre mesure identifier les éléments désirés).

### L'avifaune

Le périmètre du projet envisagé est situé à l'extérieur de la Zone de Protection Spéciale (ZPS) « Cap d'Erquy - Cap Fréhel ». De ce fait, aucune perturbation directe ne serait à envisager lors de la phase d'installation du parc. Toutefois, cette phase pourrait engendrer deux types d'impacts potentiels.

### – Le risque de collision

Le risque diurne de collision est faible puisque les oiseaux évitent en général les zones d'activités fréquentées par l'homme (bruit du chantier, circulation d'engins). De nuit ou par mauvaises conditions de visibilité (pluie, brouillard), les risques potentiels de collision seront accrus. Cependant, le fait que les travaux soient effectués en continu, jour et nuit, devrait conduire à un évitement plus marqué de la zone en activité.

### – L'incidence sur l'habitat

Le dérangement lié au transit des navires d'installation des fondations pourra générer une modification et une perturbation de l'habitat de l'avifaune. De plus, la turbidité provoquée par la pose des fondations et des câbles pourrait gêner les oiseaux plongeurs dans leur recherche de proie.

Toutefois, le séquençage géographique et temporel des travaux permettra de limiter à la zone de chantier la turbidité engendrée (voir encadré ci-dessus). Une étude sera réalisée pour modéliser le phénomène de dispersion sur la zone des travaux.



/// Pinguin Torda

### Les chauves-souris

D'après l'étude suédoise menée sur le sujet<sup>(1)</sup>, peu d'espèces se déplacent en mer à des distances de la côte supérieures à 15 km. En phase d'installation, les principaux impacts sur les chauves-souris seront vraisemblablement :

- > un **dérangement** des individus en migration ;
- > une éventuelle **collision** avec les bateaux opérant la nuit.

L'importance de ces impacts dépendra de la fréquentation de la zone et de la saisonnalité des travaux :

- > si ces travaux sont réalisés au printemps et/ou en automne, l'impact pourrait être moyen sur les espèces migratrices et faibles sur les espèces locales à la recherche de proies ;

<sup>(1)</sup> Source : *Bats and Offshore Wind Turbines Studied in Southern Scandinavia, 2007.*

- > si ces travaux sont réalisés en été, l'impact pourrait être moyen sur les espèces locales à la recherche de proies et faible sur les espèces migratrices.

### 5-2-8 Synthèse des impacts potentiels en phase d'installation

Le tableau ci-contre résume les impacts estimés du projet pour les effets potentiels développés dans ce chapitre ainsi que pour d'autres effets identifiés à ce jour sur le milieu physique, le milieu naturel et le milieu vivant. L'ensemble de ces impacts et les mesures de prévention, de réduction et de compensation associées sera analysé plus précisément dans l'étude d'impact. Dès lors, ils seront susceptibles d'évoluer.



Cap Fréhel

	Thème	Nature de l'effet potentiel du parc éolien	Niveau d'impact estimé
MILIEU PHYSIQUE	Géologie	Altération du substratum par les fondations et les câbles ensouillés	Nul
	Hydrodynamisme (marée, houle, courant)	Modification des conditions de courants, des hauteurs d'eau et de houle	Nul
	Profondeur de la mer	Modification locale de la morphologie des fonds due aux fondations et à la pose des câbles	Nul
	Sédimentologie	Remise en suspension des sédiments Apport de matériaux extérieurs	Faible Faible
	Géomorphologie	Érosion du trait de côte	Nul
	Qualité des eaux	Turbidité / Pollution accidentelle / Rejet d'eaux usées	Moyen
	Qualité de l'air	Émission de particules par les navires	Nul
MILIEU NATUREL et PROTECTIONS PATRIMONIALES	Natura 2000 : Directive Habitats Naturels	Modification des habitats / Émissions sonores / Augmentation du trafic maritime Remise en suspension de particules	Moyen Nul
	Natura 2000 : Directive Oiseaux	Augmentation du trafic maritime / Risque de collision Dérangement des oiseaux / Perturbation du milieu Pollution accidentelle	Nul Moyen Nul
	Les protections réglementaires	Altération des zones de protection (Réserve Naturelle Nationale et réserves de chasse)	Nul
	Les inventaires patrimoniaux	Altération des zonages (Znieff terrestres et Zico)	Nul
	Le patrimoine archéologique et culturel	Détérioration des épaves <sup>(1)</sup> Perception du parc éolien depuis les monuments historiques	Nul Nul à moyen <sup>(2)</sup>
	Le paysage	Présence de navires de chantier en mer	Faible
MILIEU VIVANT	Le benthos	Destruction directe / Augmentation de la turbidité / Dépôt de sédiments Enrichissement du milieu	Moyen Nul
	La ressource halieutique	Destruction directe Augmentation de la turbidité / Nuisances sonores et vibrations / Pollution accidentelle	Nul Moyen
	Les mammifères marins	Pollution accidentelle Nuisances sonores et vibrations Augmentation du trafic maritime Étouffement par ingestion de déchets / Augmentation de la turbidité	Moyen Fort Moyen Nul
	L'avifaune	Risque de collision / Dérangement des oiseaux / Pollution accidentelle Augmentation de la turbidité	Moyen Nul
	Les chiroptères	Risque de collision	Faible

<sup>(1)</sup> La campagne de reconnaissance géophysique réalisée par Ailes Marines a démontré l'absence d'épaves dans le périmètre du projet, confirmant ainsi les données du SHOM.  
<sup>(2)</sup> Le niveau d'impact estimé dépend du monument historique considéré.



## Chapitre 4

# **Le projet** *en phase d'exploitation*

1. Le suivi de production et la maintenance du parc : un levier de développement socio-économique
2. La sécurité du parc en phase d'exploitation
3. Un projet compatible avec les activités humaines
4. L'intégration des enjeux environnementaux et paysagers



/// Parc éolien en mer alpha ventus

**C**e chapitre décrit la phase d'exploitation, c'est-à-dire la phase de suivi de production et les opérations de maintenance du parc éolien.

Sont présentées initialement les retombées socio-économiques générées (**partie 1**), puis les impacts potentiels du parc en exploitation sur la sécurité (**partie 2**) et les activités existantes (**partie 3**).

Les mesures d'accompagnement et de réduction proposées par Ailes Marines sont abordées en fin de chapitre avec les enjeux environnementaux et paysagers (**partie 4**).



# 1. Le suivi de production et la maintenance du parc : **un levier de développement socio-économique**

*Les deux activités de suivi de production et de maintenance du parc représentent une réelle opportunité de développement socio-économique pour le territoire du port choisi. En créant des emplois durables et spécialisés, elles contribueront à l'émergence de formations adaptées aux nouveaux métiers de l'éolien en mer.*

## **1-1 Le suivi de production et la maintenance du parc éolien en mer**

### **1-1-1 Qu'est-ce que la phase d'exploitation ?**

La **phase d'exploitation** est la période durant laquelle l'électricité est produite. Elle démarrera dès la mise en service industrielle de la première tranche d'installation des machines prévue en 2018 et se prolongera sur toute la durée de vie du parc, et ce jusqu'à son démantèlement, soit en 2040 au plus tôt.

Pendant cette phase, deux opérations étroitement liées seront réalisées : le **suivi de la production et la maintenance du parc éolien**. Ailes Marines, en tant qu'exploitant, sera responsable du **suivi de production**. À ce titre, elle coordonnera l'ensemble des activités de maintenance du parc (éoliennes, fondations, sous-station, etc.), gèrera les relations avec RTE et avec l'ensemble des parties prenantes (administrations, élus, pêcheurs, autorités portuaires). Dans ce dispositif, AREVA, partenaire et sous-traitant

d'Ailes Marines, assurera l'activité de **maintenance** des éoliennes et garantira ainsi leur disponibilité et leur fonctionnement optimal. D'autre part, les activités d'inspection et de maintenance des fondations, des câbles et de la sous-station électrique seront sous-traitées à des entreprises spécialisées, qui travailleront avec leur propre personnel.

### **1-1-2 Qu'est-ce que la maintenance ?**

#### **Les trois types de maintenance d'un parc éolien en mer**

- > **La maintenance préventive ou planifiée** consiste en la conduite des interventions de maintenance systématiques et périodiques. Ces interventions sont effectuées au moyen de bateau de transport de personnel classique.
- > **La maintenance corrective** (légère ou lourde) est une intervention sur le parc éolien destinée à résoudre un dysfonctionnement sur une machine ou sur la sous-station électrique. Elle nécessite un accès à la mer permanent. Ces interventions sont effectuées, pour la plupart, au

moyen de bateau de transport de personnel classique. Cependant, si l'intervention nécessite le changement d'un ou plusieurs des composants principaux d'une éolienne, la mobilisation d'une barge autoélevatrice est nécessaire.

> **Les contrôles réglementaires** sont des inspections permettant de vérifier le respect de la législation applicable, ainsi que des bonnes pratiques en matière de maintenance.

### **La maintenance du parc éolien en mer de la Baie de Saint-Brieuc**

Toutes les éoliennes seront **en permanence surveillées et contrôlées à distance** par AREVA, pendant la phase d'exploitation du parc éolien, afin de détecter tout besoin de maintenance corrective. Cette surveillance sera effectuée à partir d'un poste de contrôle à terre, relié au parc éolien. Des équipes seront mobilisées 24 heures/24 et 7 jours/7.

Chaque éolienne intègre plus de 1 300 capteurs et 129 composants ou circuits dupliqués pouvant être activés à distance. En cas de dysfonctionnement, AREVA mettra en œuvre les solutions appropriées afin de rétablir le plus rapidement possible la production des éoliennes. De fait, le nombre d'interventions physiques devrait être limité grâce à la fiabilité des éoliennes M5000. La surveillance permanente permet aujourd'hui de **résoudre plus de 85 % des problèmes à distance** sur le parc alpha ventus, en Allemagne.

La sous-station électrique fera elle aussi l'objet d'une surveillance permanente de la part des équipes de maintenance, pour garantir son bon fonctionnement.

La maintenance des fondations (partie émergée et immergée) fera également l'objet d'une attention particulière, avec des inspections régulières (par utilisation de robots sous-marins), de l'état des soudures et de la protection anticorrosion.

Enfin, l'ensouillage des câbles sera vérifié périodiquement.

**Ces opérations seront principalement conduites depuis un port dit « de maintenance ».** Trois ports potentiels ont été identifiés par Ailes Marines en 2011, tous relativement proches du parc éolien, afin de garantir la meilleure réactivité des équipes de maintenance. Ces ports seront départagés sur la base d'une série de critères.

## **1.2 Le port de maintenance en Baie de Saint-Brieuc**

### **1.2.1 Les critères techniques préalables**

**Quatre critères de sélection** déterminent le choix du site qui accueillera les équipes et les infrastructures nécessaires aux opérations de surveillance et de maintenance du futur parc éolien en mer :

- > **la distance par rapport au champ éolien** : le temps de transit maximal entre le port de maintenance et le parc éolien ne doit pas dépasser une heure ;
- > **l'accessibilité maritime du port** : un accès direct et permanent à la mer 24 heures/24 et 7 jours/7, avec une profondeur minimum de 2,5 mètres ;
- > **l'accessibilité terrestre du port** : un accès aux entrepôts pour les camions et aux bâtiments pour les autres véhicules et le personnel ;
- > **les aménagements connexes, parmi lesquels** :
  - un quai équipé d'une grue et de rampes d'accès, pour l'embarquement du matériel et du personnel à bord des navires de maintenance ;
  - un espace dédié à la maintenance éolienne sur la zone portuaire ;
  - des bureaux/entrepôts (environ 2 000 m<sup>2</sup>) qui constitueront la base de vie du personnel et l'espace de stockage du matériel ;
  - un parking pour accueillir les véhicules du personnel sur ou à proximité du site.

**À noter** : le délai de réalisation de ces aménagements, qui dépend des contraintes techniques et réglementaires propres à chacun des sites envisagés, influe également sur le choix final.

**Le port de maintenance est donc le centre de pilotage des opérations de maintenance, de surveillance et de gestion des flux logistiques.**

L'approvisionnement des pièces de rechange et des outillages nécessaires aux opérations de maintenance sera effectué par voie maritime, ou par voie terrestre, suivant leur volume et leur provenance.

## 1-2-2 Le choix du site du port de maintenance

Après avoir étudié et visité tous les ports potentiels dans le département des Côtes-d'Armor en 2011, Ailes Marines en a retenu trois, qui répondent à un certain nombre de critères évoqués ci-dessus. Il s'agit des **ports d'Erquy, de Saint-Cast-le-Guido et de Saint-Quay-Portrieux**.

Au regard des contraintes et des besoins exprimés par Ailes Marines, le Conseil général des Côtes-d'Armor, propriétaire de ces ports, a ébauché des propositions techniques pour chacun d'entre eux afin d'étudier plus finement leur capacité d'accueil. Chacun des ports candidats a également travaillé sur son propre projet, mettant en avant ses atouts. Une Commission consultative départementale chargée d'auditionner chacun d'eux s'est réunie en janvier 2013.

## 1-3 La création d'emplois pérennes en Bretagne

Les opérations de suivi de production et de maintenance permettront la **création de 140 emplois directs**. Il s'agit, pour la majorité, d'emplois spécialisés. Le consortium mène d'ores et déjà des actions en faveur d'une nouvelle offre de formation, sous l'égide du Conseil Régional de Bretagne (Cf. Chapitre 3, p. 80). Ces emplois seront, pour des raisons opérationnelles et logistiques, **localisés dans la Baie de Saint-Brieuc** (sur le site du port de maintenance qui sera retenu) et **pérennes** sur l'ensemble de la durée de vie du projet (20 ans au minimum). Ils se répartiront ainsi :

- > **100 techniciens** chargés des opérations de maintenance ;
- > **20 marins** chargés de transporter le personnel de maintenance et le matériel, ainsi que d'assurer l'entretien des bateaux ;
- > **20 superviseurs** chargés du suivi de production.

Pour réaliser les opérations courantes sur le parc éolien en mer, **3 navires de maintenance** d'une longueur de 25 à 30 mètres seront nécessaires. Ailes Marines et AREVA prévoient de **confier leur construction à un ou plusieurs chantiers navals français**.

Très spécialisés, ces navires permettront d'acheminer à la fois le personnel et le matériel courant (outils et pièces de rechange de taille et masse

raisonnables) nécessaire aux interventions sur le parc. Ils devront également assurer les opérations de transfert, chargement et déchargement dans des conditions optimales de sécurité, tant dans le port de maintenance qu'au sein du parc éolien.

Enfin, des **emplois indirects** (logement, services de proximité, etc.) seront également générés lors de la phase d'exploitation du parc. La création et l'implantation de 140 emplois spécialisés et pérennes sera donc un levier de développement socio-économique pour le territoire du port retenu.

### LE SOUTIEN D'AREVA AUX ENTREPRISES CRÉATRICES D'EMPLOIS DE LA BAIE DE SAINT-BRIEUC

Activement engagé dans le développement économique local, AREVA souhaite soutenir la création de 100 emplois au sein d'entreprises de la Baie de Saint-Brieuc.

AREVA DELFI, structure dédiée au développement économique local, pourra ainsi apporter des fonds propres aux entreprises ayant des projets de création d'emplois dans des secteurs d'activités proches de ceux d'AREVA (développement durable, énergie, métallurgie, construction, technologie).



/// Bateau de maintenance en intervention



/// Maintenance d'une éolienne en mer

#### 1-4 La formation et la qualification des futurs techniciens de maintenance

La maintenance d'éoliennes en mer est un métier nouveau en France. Les filières de formation devront donc être adaptées à cette nouvelle activité. Les contacts initiés avec le Syndicat de Gestion du Pôle Universitaire (SGPU) de Saint-Brieuc et le GRETA des Côtes-d'Armor ont donné lieu, en mars 2012, à la visite de plusieurs établissements scolaires dans le département. Les lycées Chaptal (Saint-Brieuc), Jules Verne (Guingamp), Félix Le Dantec (Lannion) et le lycée maritime Pierre Loti (Paimpol) sont pressentis pour mettre en place **une nouvelle offre de formation « éolien en mer »**.

Il est à noter que la politique de formation à mettre en œuvre dans le cadre du futur parc sera élaborée sous l'égide du Conseil Régional de Bretagne, qui pilotera l'adaptation des formations existantes, en étroite collaboration avec Ailes Marines et AREVA.

**L'enjeu est donc, pour les professionnels du secteur, de constituer une offre de formation adaptée aux futurs besoins en personnel qualifié de maintenance.**

#### LA QUALIFICATION DES TECHNICIENS DE MAINTENANCE

Les principales qualifications recherchées pendant la phase d'exploitation du parc éolien en mer, seront :

	<i>Technicien de maintenance préventive</i>	<i>Technicien de maintenance corrective</i>
<b>FORMATIONS PRESENTIQUES</b>	Bac Pro ou BTS mécanique, maintenance industrielle, électromécanique et spécialisation « éolien en mer »	BTS : maintenance industrielle, électrotechnique, électricité et spécialisation « éolien en mer »
<b>COMPÉTENCES</b>	Électricité, hydraulique, électrotechnique, mécanique	

**L'enjeu est donc de compléter et de « mariniser » des formations locales déjà existantes. Pour l'ensemble de ces besoins, les bassins d'emplois bretons et plus particulièrement costarmoricains seront privilégiés.**



## 2. La sécurité du parc éolien **en phase d'exploitation**

*La Préfecture maritime, en charge de la sécurité maritime (sauvetage en mer, assistance aux personnes et aux navires) statuera, par arrêté préfectoral, sur les règles d'accès au parc éolien en mer de la Baie de Saint-Brieuc. Elle prendra en compte les propositions d'Ailes Marines, elles-mêmes issues de la concertation menée avec les usagers et l'avis de la Commission Nautique (Cf. Chapitre 3, p. 83).*



### **2.1 Le dispositif maritime et aérien de balisage et de signalisation du parc éolien**

#### **2.1.1 À l'usage de la navigation maritime**

##### **Le cadre réglementaire**

Malgré l'espacement important entre chaque éolienne (supérieur à 800 mètres), l'ensemble des structures en mer constitue un obstacle global à la navigation. **L'enjeu sera de faciliter l'identification de cet obstacle, par les navires, au moyen de la mise en place d'un balisage et d'une signalisation autour et au sein du parc.**

Ailes Marines proposera, dans ce contexte, un dispositif en accord avec les objectifs déclarés de l'AISM (Association Internationale de Signalisation Maritime) : « **S'assurer d'une signalisation claire et sans équivoque des routes de navigation pour une navigation sécurisée, la protection de l'environnement et des structures elles-mêmes.** »

Le balisage sera conforme aux dispositions de la Recommandation 0-139 de l'AISM sur la signalisation des structures artificielles en mer, de décembre 2008. Le Préfet maritime est en principe l'autorité compétente pour statuer sur les mesures relatives au balisage maritime, lequel est généralement arrêté en même temps que sont définies les règles de navigation. Il s'appuie sur les services de l'État, en particulier la Délégation à la Mer et au Littoral (DML) relevant de la Direction Départementale des Territoires et de la Mer (DDTM). Il peut également s'appuyer sur les services des phares et balises relevant de la Direction Inter-Régionale de la Mer (DIRM). À ce jour, le schéma de balisage de la navigation maritime décrit ci-après n'est pas encore acté. Le cahier des charges de l'appel d'offres de l'État (article 4.1.3) prévoit que les caractéristiques du balisage aéronautique seront approuvées par le ministre chargé de la Mer, sur proposition du directeur interrégional de la mer (DIRM).

##### **Le balisage diurne passif**

Deux dispositions seront mises en place (recommandations AISM) :

- > la base des éoliennes sera peinte en couleur jaune vif sur une hauteur de 15 mètres au-dessus des plus hautes mers de vive-eau ;

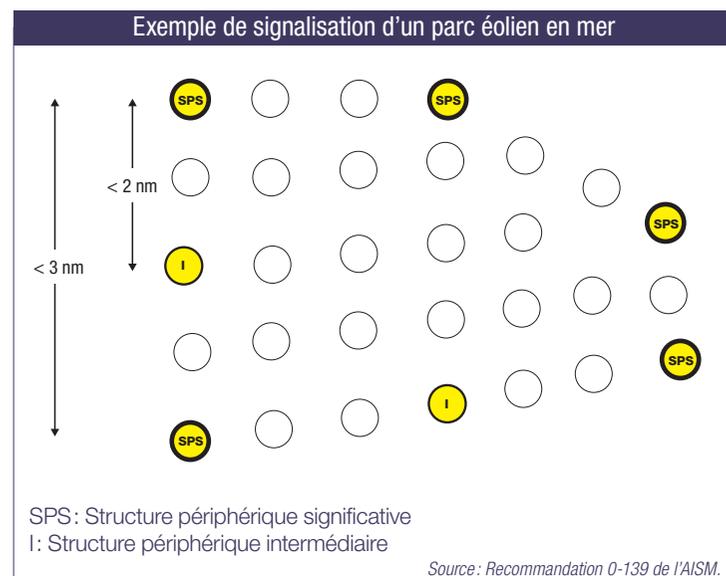
> chaque structure sera identifiée par un code alphanumérique préférentiellement en matériaux réfléchissants, visibles aux quatre points cardinaux du parc, permettant ainsi de la repérer (par exemple, les files pourront être désignées par des lettres et les rangs par des chiffres).

### Le balisage nocturne lumineux

L'AISM recommande en général la mise en place :

- > de feux de navigation maritime de couleur jaune intégrés au mât des éoliennes, entre 6 et 15 mètres, pour les éoliennes identifiées comme étant des « Structures périphériques significatives » (SPS), c'est-à-dire les éoliennes d'angles extérieurs. Synchronisés entre eux, ces feux seront visibles à 360° et leur portée sera supérieure à 5 milles nautiques ;
- > de feux jaunes, d'une portée d'au moins 2 milles nautiques, pour les éoliennes identifiées comme « Structures intermédiaires ». Ces feux auront un rythme différent des feux placés sur les structures périphériques significatives et seront synchronisés entre eux.

Ailes Marines compte appliquer ces recommandations. Pour l'heure, les éoliennes concernées par ces dispositifs ne sont pas encore identifiées (voir à ce titre l'encadré ci-dessous).



### Le balisage sonore

Conformément à la Recommandation 0-139 de l'AISM précitée, les éoliennes pourraient, le cas échéant, disposer d'un balisage sonore, dont la portée sera d'au moins 2 milles nautiques.

Un signal particulier, conforme au système cardinal selon leur position est proposé pour les structures périphériques significatives. Les éoliennes dites « intermédiaires » pourraient également bénéficier d'un balisage sonore.

### Aides complémentaires à la navigation

Les autorités administratives en charge de la sécurité maritime pourront préconiser la mise en place d'un système de balisage complémentaire, selon les résultats de l'étude d'impact sur les systèmes d'aide à la navigation.

Le cahier des charges de l'appel d'offres de l'État (article 4.1.3) prévoit que devront être mis en place des dispositifs d'identification du parc éolien, notamment par des balises AIS (Automatic Identification System – Système d'identification automatique), permettant aux navires équipés de visualiser l'emprise du parc éolien sur les écrans radars. Conformément aux recommandations de l'AISM, le balisage pourra être installé sur les éoliennes d'angles extérieurs et les éoliennes dites « intermédiaires ».

## 2-1-2 À l'usage de l'aviation civile et militaire

Aux termes de l'arrêté du 13 novembre 2009 relatif à la réalisation du balisage des éoliennes situées en dehors des zones grevées de servitudes aéronautiques, les éoliennes doivent être de couleur blanche et dotées d'un balisage lumineux synchronisé de jour comme de nuit :

- > de jour : le balisage est assuré par des feux à éclats blancs, installés sur le sommet de la nacelle et visibles à 360° ;
- > de nuit : le balisage est assuré par des feux à éclats rouges de moindre intensité, installés sur le sommet de la nacelle et visibles à 360° ;
- > les éoliennes, d'une hauteur supérieure à 150 mètres, doivent être balisées par des feux de basse intensité installés sur des futs et visibles à 360°.

À noter : le projet de Saint-Brieuc nécessitera l'obtention de l'autorisation prévue par le Code de l'Aviation Civile<sup>(1)</sup>, délivrée par le ministre de la Défense et de la Direction Générale de l'Aviation civile.

<sup>(1)</sup> Article R. 244-1.

## LE BALISAGE AÉRONAUTIQUE ET MARITIME, LES RISQUES D'INTERFÉRENCES

D'après l'arrêté ministériel du 13 novembre 2009, il est prévu qu'en cas de risque d'interférence entre le balisage nautique et maritime, « le balisage des éoliennes doit être défini dans le cadre d'une étude réalisée par les services territorialement compétents en collaboration avec le service technique de l'Aviation Civile ». Il est donc possible que le balisage du projet de Saint-Brieuc fasse l'objet d'une définition spécifique arrêtée par l'ensemble des services compétents (Préfecture maritime, Aviation Civile, Défense).

## LE SAVIEZ-VOUS ?

### LES RADARS SÉMAPHORIQUES

Le sémaphore est un poste de surveillance établi sur le littoral qui assure des missions de surveillance du trafic maritime, de secours et de sauvetage et de régulation de la circulation et des activités de pêche. Le sémaphore est placé sous la responsabilité de la marine nationale et travaille en étroite collaboration avec le CROSS. Les sémaphores de première catégorie assurent une veille permanente 24 heures sur 24 comme à Bréhat et ceux de deuxième catégorie assurent une surveillance uniquement de jour (Saint-Quay-Portrieux).

## 2.2 Les effets potentiels du parc éolien sur les couvertures radioélectriques

### 2.2.1 Sur les radars terrestres

Dans le cadre de la concertation menée par l'État pour la définition des zones propices à l'implantation de parcs éoliens en mer, le critère de respect des contraintes radars a été pris en compte. **Le périmètre du projet a donc été déterminé de sorte que le parc soit suffisamment éloigné pour ne pas perturber le signal de plusieurs radars sémaphoriques.** Ces derniers sont implantés sur les côtes de la Baie de Saint-Brieuc (Bréhat, Saint-Quay-Portrieux et Saint-Cast-le-Guido). Le périmètre du projet est situé à une distance comprise entre 25 et 30 km de ces radars. Les éoliennes ne sont donc pas situées en zone « de coordination » (moins de 20 km), mais en zone dite d'« autorisation » et ne sont soumises à aucune contrainte particulière<sup>(1)</sup>. Il est possible que les éoliennes aient un impact sur le fonctionnement de ces radars terrestres, via des effets de désensibilisation, d'ombre et/ou de réflexion. Une étude réalisée sur leur fonctionnement permettra de proposer des **mesures compensatoires**, comme l'ajustement de la puissance, l'ajout de radar supplémentaire, la mise en place de caméra ou encore la formation du personnel.

### 2.2.2 Sur les radars embarqués

La présence du parc éolien sera susceptible d'avoir un impact sur le fonctionnement des radars de navigation embarqués. Les perturbations des signaux radars pourront être de différents ordres : réflexions linéaires, déformations de secteurs, images miroir, faux échos, zones d'ombre.

Ailes Marines propose donc de mener, en collaboration avec les services du Centre régional opérationnel de surveillance et de sauvetage (CROSS) et du CETMEF (Centre d'Études Techniques Maritimes et Fluviales), une étude des impacts sur les performances radars. Selon les résultats de l'étude, des **mesures compensatoires** pourront alors être envisagées afin de garantir leur performance. Ces mesures pourront consister en la mise en place, à proximité de la centrale éolienne, d'une « bouée de référence » équipée d'un réflecteur radar, qui servirait de référence pour le calibrage des radars embarqués.

## 2.3 Les mesures spécifiques envisagées pour les moyens de recherche et de sauvetage en mer

Les opérations de sauvetage en mer sont en France placées sous l'autorité et la responsabilité du Préfet maritime. Par délégation, elles sont assurées par les Directions Inter-Régionales de la mer (DIRM) et par le CROSS, qui organise les moyens à mettre en œuvre pour chaque opération. Le CROSS peut, ainsi, faire appel à la Marine Nationale, aux Sauveteurs en Mer (SNSM), à la Sécurité Civile (pompiers, police), ou encore à tout navire se trouvant à proximité de la personne en situation de détresse<sup>(2)</sup>.

Dans ce cadre, les équipes d'AREVA et d'Ailes Marines pourront être mises à contribution sous la coordination du CROSS Corsen, basé à proximité de Brest. **Afin de garantir la surveillance de la navigation à l'intérieur et autour du parc éolien, Ailes Marines mettra en place les moyens techniques nécessaires**, qui seront mis à la disposition du CROSS pour lui permettre d'assurer sa mission de surveillance et de sauvetage en mer, y compris entre les éoliennes.

En outre, Ailes Marines définira **en collaboration avec le CROSS, une procédure d'intervention en cas d'urgence**, dans laquelle seront précisés :

- > les conditions d'intervention des secours ;
- > les détails des aménagements liés au parc ;
- > les procédures d'urgence et de sécurité appliquées au sein du parc.

<sup>(1)</sup> Rapport CCE5 n°3, de l'Agence Nationale des Fréquences, relatif aux perturbations du fonctionnement des radars fixes maritimes, fluviaux et portuaires par les éoliennes ; circulaire du 3 mars 2008 relative aux perturbations par les aérogénérateurs du fonctionnement des radars fixes de l'Aviation Civile, de la Défense nationale, de Météo-France et des ports de navigation maritime et fluviale.

<sup>(2)</sup> Tout navire a une obligation de porter assistance aux navires en situation de détresse (Article 98 de la Convention des Nations unies sur le droit de la mer, signée à Montego Bay le 10 décembre 1982).

## LE SAVIEZ-VOUS?

### LE RÔLE DU CROSS (Centre régional opérationnel de surveillance et de sauvetage)

Le CROSS est un centre décisionnel qui prend en charge toute opération de sauvetage dès que l'incident a lieu sur le domaine maritime. Le CROSS intervient, sous la direction des Directions Interrégionales de la Mer (DIRM) et sous l'autorité du Préfet maritime, dans les missions de recherche et de sauvetage, de surveillance de la navigation maritime, des pollutions et des pêches maritimes. Il en existe cinq en France métropolitaine, répartis sur les façades maritimes. Le périmètre du projet éolien en Baie de Saint-Brieuc est couvert par le CROSS Corsen (Manche ouest), situé à Plouarzel, dans le Finistère.

### LES ENTRAÎNEMENTS ENVISAGÉS AVEC LES MOYENS DE SECOURS LOCAUX

Sur leurs parcs éoliens terrestres, IBERDROLA et EOLE-RES mènent des exercices d'évacuation de personnel blessé. L'objectif est de familiariser les équipes de secours avec les spécificités d'un parc éolien, de façon à faciliter les éventuelles interventions futures.

Ailes Marines et AREVA proposeront, dès l'installation du parc éolien de Saint-Brieuc, de mettre à disposition du CROSS de manière régulière (exercice annuel) son personnel pour la réalisation d'exercices de secours. Ailes Marines et AREVA envisagent également de mettre en place une méthodologie de gestion optimale des moyens d'assistance et de secours, en lien avec les moyens de secours locaux.



/// Hélicoptère d'une équipe de maintenance AREVA sur le parc alpha ventus



## 3- Un projet compatible avec les activités humaines

*Afin d'intégrer au mieux le projet dans la Baie de Saint-Brieuc, Ailes Marines a entrepris un dialogue constructif avec les usagers de la mer dans le but de concevoir un projet minimisant les effets sur les activités de la zone. Des mesures ont été envisagées afin d'assurer une cohabitation optimale avec les activités existantes.*

Navigation à proximité du parc éolien en mer de Roadsand au Danemark



### LE SAVIEZ-VOUS?

Les conditions de navigation à l'intérieur du parc seront définies par la Préfecture maritime après avis de la Commission Nautique. Elles devront permettre d'assurer la sécurité des usagers de la mer en toute circonstance. Dans le cadre du projet éolien en mer de « Côte d'Albatre » au large de Veulettes-sur-Mer, la Préfecture maritime de la Manche et de la mer du Nord et la Grande Commission Nautique avaient préconisé la libre circulation à l'intérieur du parc à l'exception d'un périmètre de 50 mètres de rayon autour de chaque éolienne interdit à toute activité. Elles avaient considéré que l'espacement entre les éoliennes de plus de 800 mètres était suffisant pour garantir la sécurité. Toutefois, la navigation a été limitée aux navires de moins de 30 mètres assortie d'une limitation de vitesse de 8 nœuds. Le mouillage avait été interdit, mais le stationnement autorisé.

### 3-1 Le trafic maritime

En amont de la phase d'installation du parc, la Préfecture maritime définira les contournements des routes maritimes d'accès aux ports de Saint-Malo et de Saint-Brieuc.

La zone du parc éolien devra être indiquée sur les cartes marines. Les informations relatives à la présence du parc éolien seront également diffusées dans les ports de provenance alentour (Manche, îles anglo-normandes, Ille-et-Vilaine, Côtes-d'Armor et Finistère). Afin d'assurer la sécurité de la navigation, un balisage maritime sera mis en place (Cf. partie 2, p. 98).

### 3-2 Les activités de pêche professionnelle

#### 3-2-1 L'évaluation des impacts

La présence du parc éolien en mer pourrait avoir deux types de conséquences sur l'activité de pêche : l'une directe, sur le périmètre de l'aire de pêche, l'autre indirecte, sur les ressources exploitées par les pêcheurs.

**Les règles d'accès au parc éolien** relèvent du Préfet maritime, au regard de ses compétences en matière de sécurité maritime. Dans le cadre de la création d'un parc éolien en mer, différents niveaux de restriction peuvent être instaurés pour la pratique de la pêche, pouvant aller d'une autorisation sous condition à une interdiction de l'accès au site pour toute pratique de pêche.

## LA PRATIQUE DE LA PÊCHE PROFESSIONNELLE AU SEIN D'UN PARC ÉOLIEN EN MER

Au Royaume-Uni, les activités de pêche sont la plupart du temps maintenues au sein des parcs éoliens en mer. La décision est prise à partir de deux facteurs clés :

- la protection des câbles ;
- l'espacement entre les éoliennes.

La pêche aux arts dormants (Cf. Chapitre 2, p. 44) peut dans certains cas et pour certains métiers se poursuivre. La question des arts traînants est plus problématique : il y a un risque d'accroche avec les câbles, et ce malgré leur ensouillage (cela dépend notamment du type des fonds marins). La décision d'autoriser les activités de pêche au sein du parc devra être prise, dans le cas du parc éolien en mer de Saint-Brieuc, par les autorités compétentes et en concertation avec les instances de pêche.

### **La restriction limitée de l'aire dédiée à la pêche professionnelle**

La présence du parc pourrait restreindre l'accès de certains navires à une aire potentielle de pêche, en dépit du fait qu'Ailes Marines ait conçu un projet permettant le maintien des pratiques de pêche au sein du parc (Cf. Chapitre 2, p. 56).

### **Les conséquences potentielles du parc éolien sur les ressources exploitées**

La présence du parc éolien pourrait avoir des effets sur les ressources halieutiques et la faune benthique pêchées (Cf. partie 4, p. 106).

## **3-2-2 Les mesures prévues par Ailes Marines**

Dès la réflexion et la conception de son projet, Ailes Marines a suivi une double logique, à savoir :

- > **préserv**er la filière pêche en Baie de Saint-Brieuc ;
- > **assur**er une cohabitation avec les différentes pratiques de pêches.

Au-delà de cette volonté, Ailes Marines a souhaité soutenir des projets de pêche durable portés par les instances professionnelles.

### **La signature d'une convention de collaboration**

À l'issue d'une concertation menée durant plus d'un an entre Ailes Marines, le Comité Régional des Pêches et des Élevages Marins de Bretagne et les Comités Départementaux des Pêches et des Élevages Marins des Côtes-d'Armor et d'Ille-et-Vilaine, une convention de collaboration a été signée le 8 octobre 2012.

Cette convention formalise notamment :

- > la **volonté de collaborer** sur toute la durée de vie du parc éolien en mer de la Baie de Saint-Brieuc, depuis la phase de développement jusqu'à celle du démantèlement ;
- > les **choix techniques retenus pour le projet** (Cf. Chapitre 2, p. 59) ;
- > les **mesures d'accompagnement** prévues par Ailes Marines pour soutenir des projets de pêche durable.

Cette convention comprend également un volet sur les compensations en période d'installation et d'exploitation.

### **Des projets de pêche durable**

Ailes Marines souhaite apporter son **soutien à des projets de pêche durable** en Baie de Saint-Brieuc, en lien avec les besoins et les problématiques actuels du territoire. À cet effet, plusieurs projets ont été retenus en accord avec les instances de pêche, parmi lesquels :

- > **Le soutien à l'association AREVAL pour des campagnes d'éradication de la crépidule en Baie de Saint-Brieuc ;**

La crépidule, coquillage « invasif », repousse d'année en année le stock des coquilles Saint-Jacques loin des côtes. L'objectif des campagnes soutenues est d'éradiquer sur certains périmètres définis cette espèce.

- > **Le soutien au réensemencement des zones à blanc par des millions de naissains de coquilles Saint-Jacques ;**

Après chaque campagne d'éradication de la crépidule, les zones mises à blanc seront réensemencées sur plusieurs années afin de contribuer au développement de la coquille Saint-Jacques.

- > **Le soutien à la mise en place de viviers à homards réfrigérés ;**

Les homards sont principalement pêchés en période estivale sur les côtes costarmoricaines et ce crustacé représente un marché important, principalement en période hivernale. Pour parer à ce manque en période hivernale, les professionnels souhaitent maintenir des stocks de homards grâce à des viviers réfrigérés.



/// Crépidule



/// Coquille Saint-Jacques

> **L'étude sur l'effet « récif artificiel » des fondations** (Cf. encadré p. 107). Trois ans après la phase d'installation totale du parc, une étude sur l'effet « récif artificiel » lié aux fondations sera menée, pour mesurer le degré de colonisation des structures et en évaluer les conséquences sur le milieu marin.

### 3-3 La plaisance et les activités nautiques

La navigation de plaisance est une activité prisée dans la Baie de Saint-Brieuc, favorisée par la présence de **nombreux ports de plaisance** le long du littoral (17 au total entre Saint-Malo et Tréguier). La Baie de Saint-Brieuc compte également plus d'une vingtaine de structures de **loisirs nautiques ou subaquatiques**, tels que les écoles de voile, les centres et clubs aquatiques, les clubs de canoë-kayak, d'aviron, de plongée ou encore de char à voile, etc. **Les plaisanciers ont été associés au projet** au travers des échanges réguliers avec les associations de représentants des

plaisanciers usagers de la Baie de Saint-Brieuc. Par ailleurs, une convention avec le Comité de Voile des Côtes-d'Armor a été signée le 6 décembre 2012 (voir encadré).

### 3-4 La diversification de l'offre touristique

#### 3-4-1 L'attrait touristique de la Baie de Saint-Brieuc

**Le tourisme est très développé dans les Côtes-d'Armor, en raison de l'attractivité de ses différents sites naturels** comme le Cap Fréhel, le Fort-la-Latte, l'archipel de Bréhat, la côte d'Émeraude, la côte du Goëlo, les falaises de Plouha ou encore la réserve naturelle de la Baie de Saint-Brieuc. Particulièrement dynamique, le tourisme représente le deuxième secteur économique après l'agroalimentaire dans le département. C'est pourquoi, afin de préserver l'attrait touristique de la Baie, **Ailes Marines a fait de l'intégration paysagère une de ses priorités lors de la définition de son projet.**

#### UNE CONVENTION DE COLLABORATION SIGNÉE AVEC LE COMITÉ DÉPARTEMENTAL DE VOILE DES CÔTES-D'ARMOR

Ailes Marines s'est engagée, en décembre 2012, aux côtés du Comité Départemental de Voile des Côtes-d'Armor (CDV 22), pour le développement et la promotion de la voile en Baie de Saint-Brieuc. À travers ce partenariat, Ailes Marines va soutenir le CDV 22 pour une durée de 10 ans :

- en contribuant à l'acquisition de dériveurs monotypes laser et au renouvellement de matériels nautiques (voiles, coques) ;
- en devenant partenaire des futures éditions de « L'école toutes voiles dehors », du « Trophée Prince de Bretagne », du « Côtes-d'Armor Tour » et des différentes courses organisées par le CDV, et ce dès 2013.

#### LES CHIFFRES CLÉS DU TOURISME DANS LES CÔTES-D'ARMOR

Avec en moyenne 61 529 touristes par jour en 2011<sup>(1)</sup>, l'économie du tourisme dans les Côtes-d'Armor représente 22,8 millions de nuitées. La consommation touristique annuelle s'élève à 760 millions d'euros. Le secteur touristique dans ce département génère 11 170 emplois salariés directs en saison<sup>(2)</sup>.

<sup>(1)</sup> Source : Observatoire départemental du tourisme des Côtes-d'Armor, 2011.

<sup>(2)</sup> Source : Plan départemental de développement touristique des Côtes-d'Armor 2011-2015, Comité Départemental du Tourisme des Côtes-d'Armor.





À noter:  
ce photomontage  
n'est pas lié au projet  
de Saint-Brieuc.

### 3-4-2 Le parc éolien, une opportunité pour le secteur touristique ?

Ailes Marines s'est appuyée sur des structures professionnelles, comme l'Office de tourisme de la Baie de Saint-Brieuc et le Comité Départemental de Tourisme des Côtes-d'Armor, pour mieux appréhender les enjeux du secteur. Visible depuis le littoral et les bateaux, le parc éolien en mer de la Baie de Saint-Brieuc peut éveiller une forme de curiosité du public à l'égard de ce nouvel élément du paysage. Une réflexion a donc été engagée autour du développement du **tourisme ludo-scientifique** et d'une activité susceptible d'émerger : le « **tourisme vert industriel** ».

Ailes Marines propose à ce jour :

- > **l'aménagement de belvédères** sur divers points de la Baie de Saint-Brieuc où figureront des explications sur le projet, ainsi que des longues vues ;
- > **des excursions en bateau** par le biais de navettes de passagers permettant d'approcher le parc.

### /// L'ÉOLIEN EN MER ET LE TOURISME : L'EXEMPLE DU PARC DE NYSTED AU DANEMARK

Une étude a été réalisée<sup>(1)</sup> pour le compte du gouvernement écossais sur le parc éolien en mer danois de Nysted. Ce parc, mis en service en 2003 et situé à 9 km des côtes, est composé de 72 éoliennes de 110 mètres de haut (en bout de pale). Les principaux enseignements de l'étude indiquent que :

- la fréquentation du camping de Nysted, croissante depuis plusieurs années, n'a pas été perturbée par l'apparition du parc ;
- les visites en bateau organisées en phase d'installation ont été maintenues en phase d'exploitation pour répondre aux demandes ;
- la stabilité des prix de l'immobilier en front de mer (résidences de vacances avec vue sur la mer et de fait sur le parc) est constatée.

<sup>(1)</sup> D'après un rapport commandé par le gouvernement écossais et publié en mars 2008, « The Economic Impacts of Wind Farms on Scottish Tourism ».

### 3-5 Les retombées fiscales nouvelles et pérennes

La loi du 27 juillet 2010 a créé une taxe spécifique pour l'éolien en mer : la « **taxe annuelle sur les installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent situées dans les eaux intérieures ou la mer territoriale** », instituée au profit des communes et des usagers de la mer<sup>(1)</sup>.

Une enveloppe annuelle d'environ 7 millions d'euros (d'après le taux de la taxe en vigueur en 2012 soit 14 113 euros par mégawatt installé<sup>(2)</sup>), est répartie de la manière suivante<sup>(3)</sup> :

- > **50 % sont affectés aux communes littorales** situées à moins de 12 milles nautiques (soit 22,2 km) d'une éolienne visible d'au moins un des points de leur territoire. Par exception, lorsque les installations sont visibles de plusieurs départements, la répartition est réalisée conjointement dans les départements concernés ;
- > **35 % sont affectés au Comité National des Pêches Maritimes et des Élevages Marins ;**
- > **15 % sont affectés à des projets concourant au développement durable des autres activités maritimes.**

Cette taxe sera payée par Ailes Marines au service des impôts tout au long de la durée de vie du parc éolien. Son usage ultérieur pour d'éventuels projets sera décidé par les bénéficiaires eux-mêmes.

<sup>(1)</sup> Article 1519 B du Code général des impôts, modifié par Loi n° 2010-874 du 27 juillet 2010.

<sup>(2)</sup> Code général des impôts, article 1519 B modifié par le décret n° 2012-653 du 4 mai 2012-art.1.

<sup>(3)</sup> Article 1519 C du Code général des impôts. Les modalités d'utilisation des ressources issues de la taxe sont précisées dans le décret n° 2012-103 du 27 janvier 2012.



## 4. L'intégration des enjeux **environnementaux et paysagers**

*Le projet éolien en mer de la Baie de Saint-Brieuc porte un certain nombre d'enjeux, tant sur le plan environnemental (préservation du milieu physique, vivant), que sur le plan paysager (naturel et patrimonial). En phase d'exploitation, les impacts potentiels du projet, ainsi que les mesures associées ont fait l'objet d'une première évaluation dans le cadre de la réponse à l'appel d'offres.*

*Cette évaluation sera précisée par la réalisation d'un état initial complet du site du projet, grâce à des investigations de terrains approfondies. Des protocoles de suivi et des mesures de réduction, compensation, voire de suppression des impacts ont d'ores et déjà été préconisées. Ils seront confirmés et/ou mis à jour à la lumière des conclusions de l'étude d'impact.*

### **4.1 La préservation de l'environnement marin en phase d'exploitation**

#### **4.1.1 Le milieu physique**

##### ***Impacts potentiels du parc éolien sur l'hydrodynamisme***

Les impacts devraient être limités :

- > l'exploitation du parc éolien en mer ne devrait pas produire d'impact sur la **marée** ;
- > localement, les courants pourraient être perturbés par la présence des fondations, représentant un obstacle à l'écoulement de l'eau : il s'agit de **l'effet de sillage** ;
- > sur la **houle**, il ressort des modélisations effectuées au Royaume-Uni par IBERDROLA et EOLE-RES qu'un champ d'éoliennes induit une faible réduction de la hauteur de houle à l'aval du site, ne dépassant pas 10 % et ne s'étendant que de façon négligeable au-delà du site.

Afin de déterminer l'impact du projet sur l'hydrodynamisme (marée, courant houle), une modélisation approfondie sera effectuée pour le parc éolien de Saint-Brieuc, en vue de compléter précisément l'étude d'impact.

##### ***Impacts potentiels du parc éolien sur la profondeur de la mer***

Les sédiments les plus fins présents sur la zone du parc éolien pourraient, en présence des éoliennes, être remis en suspension, sous l'effet de la houle et des courants de fond. En effet, à l'échelle de chaque fondation, des phénomènes d'affouillement (voir encadré) pourraient être observés. En raison de l'espacement important entre chaque éolienne et des différentes directions des courants, l'ampleur de ces effets restera limitée, car le jeu des courants permettrait de rétablir des équilibres au gré des marées et de la houle. En conclusion, les effets sur la profondeur de la mer seraient faibles.

---

#### **/// LE PHÉNOMÈNE D'AFFOUILLEMENT**

**Un ouvrage artificiel installé en mer, tel que les fondations, peut perturber localement le courant. Un tourbillon peut en effet se former, creusant localement une cavité. Au fil du temps, en faisant obstacle aux sédiments transportés naturellement par le courant, se crée un affouillement (ou fosse) qui, en s'approfondissant, peut finir par déstabiliser l'ouvrage. Afin de contrer ce phénomène, des matériaux (souvent des enrochements) sont disposés tout autour du pied de la structure.**

### **Impacts potentiels du parc éolien sur le trait de côte**

Un des risques de modification du trait de côte provient des fonds marins et, en particulier, des déplacements des sédiments. Or, les impacts du projet sur les conditions hydrodynamiques et la sédimentologie étant faibles, l'exploitation des éoliennes n'entraînerait **pas d'effet sur le trait de côte**, qui serait donc préservé. La modélisation hydrodynamique qui sera menée, évaluera les potentiels effets sur le trait de côte (Cf. Chapitre 3, p. 86).

### **Impacts potentiels du parc éolien sur la qualité de l'eau**

Compte tenu de la **formation du personnel aux règles d'hygiène, de sécurité et d'environnement** en vigueur, le risque d'altération du milieu aquatique par une pollution accidentelle est minime. On précisera que les fuites éventuelles pouvant provenir des parties mécaniques des éoliennes (huile par exemple) seront collectées par des bacs de rétention installés à l'intérieur de la structure.

#### LA POURSUITE DU SUIVI ENVIRONNEMENTAL DU MILIEU PHYSIQUE

Pendant l'exploitation du parc éolien, un suivi environnemental du milieu physique est prévu par Ailes Marines afin de renforcer les connaissances du périmètre du projet et de s'assurer de l'absence d'évolution négative induite. Ce suivi, mené après l'étude d'impact, portera sur les thèmes suivants :

- la morphologie et la nature des fonds marins (profondeur de l'eau, sédiments, etc.);
- l'hydrodynamisme (courant, houle, marnage);
- la qualité de l'eau.

Les modalités des suivis seront précisées ultérieurement au terme de l'étude d'impact.

## **4-1-2 Le milieu vivant**

### **Impacts potentiels du parc sur la faune et la flore benthique (le benthos)**

Les principaux impacts en phase d'exploitation pourraient être les suivants :  
> **l'effet récif** (voir encadré) : une étude menée en 2008 en Suède<sup>(1)</sup> a révélé que les fondations des éoliennes en mer abritent des organismes composés principalement de filtreurs (comme les moules). De la même manière, les protections des câbles au niveau des éoliennes sont susceptibles de créer de nouveaux habitats et de constituer des refuges pour certaines espèces : c'est l'effet récif;

<sup>(1)</sup> Strait of Kalmar, Wilhelmsson and Malm, 2008.

#### **L'EFFET RÉCIF**

Les suivis scientifiques<sup>(1)</sup> mis en place en 2005 sur le site de Leucate/Le-Barcarès (Languedoc-Roussillon) ont démontré que la diversité des espèces est forte à proximité de certains récifs. Il est dès lors possible que les fondations des éoliennes puissent engendrer une biodiversité plus importante. C'est ce que l'on appelle « l'effet récif ».

Les récifs artificiels sont des « *structures immergées volontairement dans le but de créer, protéger, restaurer un écosystème (...) pouvant induire chez les organismes des réponses d'attraction, de concentration et de production, dans certains cas, avec une augmentation de la biomasse et de la reproduction de certaines espèces*<sup>(2)</sup> ».

<sup>(1)</sup> Cepralmar, Languedoc-Roussillon.

<sup>(2)</sup> Source : Ifremer.

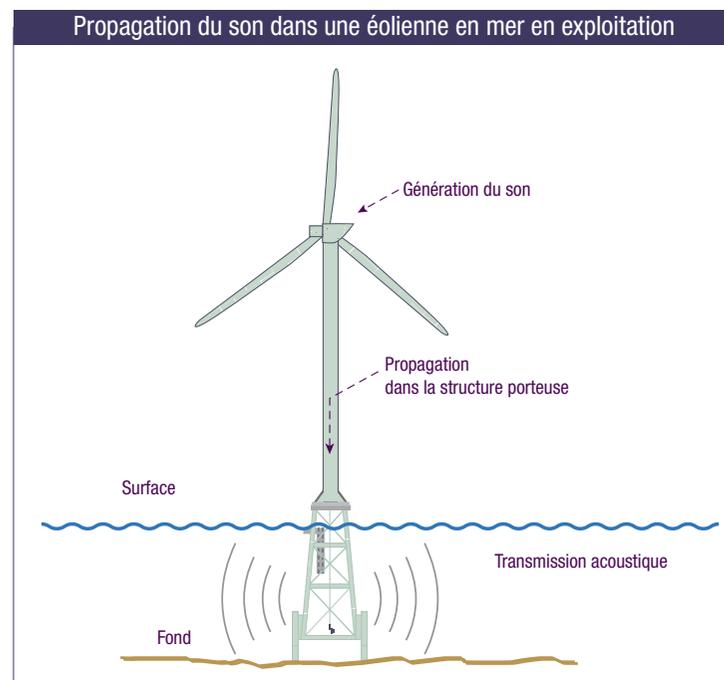


## LE SAVIEZ-VOUS ?

### LE CHAMP ÉLECTROMAGNÉTIQUE

Le champ électromagnétique est créé par le passage de l'électricité dans les câbles. Il peut avoir un impact sur les espèces qui utilisent le champ magnétique de la terre pour s'orienter. D'après l'étude menée par ELTRA (2000), des champs électromagnétiques significatifs, comparables aux champs terrestres de 30 à 50 microTeslas, ne pourraient être observés qu'à proximité immédiate des fondations et des câbles à une distance inférieure à un mètre. À 100 mètres d'un câble de 33 kV, le champ mesuré est trois à quatre fois inférieur au champ magnétique terrestre. L'ensouillage des câbles est une solution qui permet de confondre encore plus rapidement le champ électromagnétique avec le champ terrestre.

- > **l'enrichissement du milieu:** d'une manière générale, les fondations sont colonisées par des assemblages d'espèces. Le renouvellement des peuplements en présence induit la dispersion dans le milieu de débris, coquilles ou organismes morts. Cette mortalité peut générer l'accumulation sur les fonds de matériel organique, engendrant un enrichissement local du milieu. Cet enrichissement en matière organique peut provoquer une modification des communautés benthiques originelles, mais il est toutefois rapidement dispersé et dilué dans le milieu ;
- > **les nuisances sonores et les vibrations:** les émissions sonores engendrées par le fonctionnement d'un parc éolien en mer sont dues, principalement, à deux phénomènes : les bruits provenant des composants mécaniques de la nacelle et les vibrations de la turbine transmises par le rotor le long du mât jusqu'à la fondation (voir schéma ci-dessous). Les résultats des études menées sur les parcs éoliens en mer à l'étranger (parcs éoliens en mer d'Horns Rev et Nysted au Danemark<sup>(1)</sup>, Egmond aan Zee aux Pays-Bas<sup>(2)</sup> notamment) montrent que le niveau de perturbation atteint est loin d'être suffisant pour engendrer la disparition d'espèces de la zone ;



- > **l'effet d'un champ électromagnétique:** des études en laboratoire (Bochert et Zettler, 2004) ont montré que bien qu'exposées à un champ électromagnétique, il n'y a pas d'accroissement de mortalité des espèces benthiques testées par rapport à des groupes témoins. De plus, la séparation des câbles, leur conditionnement dans une gaine de protection et l'ensouillage prévu, induisent un champ électromagnétique résiduel de faible intensité.

#### Impacts potentiels du parc sur la ressource halieutique

En phase d'exploitation, les principaux impacts générés par la présence du parc éolien sur la ressource halieutique pourraient être les suivants :

- > **l'effet récif** (voir encadré page 107) : pour certaines espèces de poissons, les fondations pourraient permettre le développement de zones de ponte et de reproduction, ou encore une augmentation de disponibilité de nourriture. Les fondations devraient ainsi favoriser en principe la création et la mise en place de chaînes alimentaires et une augmentation de la biodiversité ;
- > **les nuisances sonores et les vibrations:** les données disponibles sur des champs éoliens en mer existants dans les pays nordiques (Danemark, Suède) montrent que les nuisances sonores et les vibrations des machines n'induisent pas de désertion de la zone par les espèces. À partir d'études menées au Danemark sur les sites de Horns Rev et de Nysted, pour la plupart des observateurs, les espèces se sont « habituées » à ces vibrations répétées et identifiées comme « non agressives » (n'impliquant pas de mortalité), en les intégrant dans leur environnement. Les retours d'expériences des suivis des différents parcs en place, confirment la présence de poissons aux abords des structures en fonctionnement<sup>(3)</sup> ;
- > **l'effet d'un champ électromagnétique:** encore mal connu, il reste à déterminer si ces impacts sont positifs, négatifs ou neutres. Les expériences spécifiques tentées à ce jour au Danemark tendent à montrer que les câbles sous-marins véhiculant l'électricité produite par les éoliennes ne provoquent pas de changements dans la distribution des espèces. Néanmoins, il semble fort probable que les effets liés aux champs générés

<sup>(1)</sup> Offshore Wind Farms and the Environment – Danish Experiences from Horns Rev and Nysted.

<sup>(2)</sup> Daan R, Mulder M and Bergman M J N 2009 Impact of Windfarm OWEZ on the Local Macrobenthos Community Koninklijk Nederlands Instituut voor Zeeonderzoek (NIOZ) Report number: OWEZ R 261 T1 20091216 p 77.

<sup>(3)</sup> Offshore Wind Farms and the Environment – Danish experiences from Horns Rev and Nysted.

sont potentiellement détectables par certaines espèces, notamment les requins et les raies. La communauté scientifique reconnaît également qu'il n'y a aucune preuve qui permette de conclure sur la nature des impacts. Il reste donc des recherches à entreprendre sur ce sujet. Toutefois, l'enfouissement et la protection des câbles aurait l'avantage de diminuer l'exposition des espèces sensibles aux champs électromagnétiques du fait de la barrière physique du substrat<sup>(1)</sup>.

### **Impacts potentiels du parc sur les mammifères marins**

En phase d'exploitation, les principaux impacts générés par la présence du parc éolien sur les mammifères marins peuvent être dus :

- > **à l'émission de bruit**: le bruit provoqué par le fonctionnement du parc peut engendrer, pour les mammifères marins, une perturbation de leurs axes de déplacement, leurs sites et sources d'alimentation (par l'effet de barrière ou d'éloignement du bruit) et/ou un dérangement des sites de repos situés à proximité du parc éolien. Les études menées dans le parc éolien de Horns Rev<sup>(2)</sup> (Danemark) montrent qu'après un temps court de méfiance et d'observation, sans fuite des mammifères, ces derniers s'habituent au bruit ambiant et reprennent une activité normale sur la zone;
- > **au champ électromagnétique**: s'il est probable que les champs électromagnétiques restent perceptibles pour certains mammifères marins, et ce à proximité immédiate des structures éoliennes et des câbles enfouis, aucune perturbation dans leurs déplacements ou leur recherche de proie n'est envisagée;
- > **aux opérations de maintenance**: ces opérations induisent une augmentation du trafic maritime et une présence humaine régulière sur la zone. Toutefois, celles-ci seront très limitées dans le temps: la majeure partie d'entre elles sera liée à des opérations d'inspection. Les mammifères marins s'accommodent de la présence régulière de navires. Dans le cas présent, le périmètre du projet est déjà fréquenté par les navires de pêche professionnelle, de plaisance et de commerce: les espèces sur la zone présentent donc une certaine accoutumance aux bruits d'origine humaine.

### **Impacts potentiels du parc sur l'avifaune**

En phase d'exploitation, les principaux impacts générés par la présence du parc éolien sur l'avifaune pourraient être **le risque de collision avec les éoliennes, la modification des trajectoires de migration, ainsi que des lieux d'alimentation et les effets liés aux nuisances sonores et vibrations.**

## UN ENGAGEMENT DE RECHERCHE ET DÉVELOPPEMENT DANS LA DURÉE

Dans le cadre de son projet éolien, Ailes Marines a fait le choix de participer à des projets et programmes contribuant à la recherche dans le domaine de l'éolien en mer et s'inscrivant dans une démarche innovante. Outre les programmes de recherche liés à la phase d'installation précédemment évoqués (Cf. Chapitre 3, p. 81), Ailes Marines est également impliquée dans un programme concernant la phase d'exploitation. Mené en partenariat avec le Centre de Recherche sur les Mammifères Marins de La Rochelle (CRMM) et Quiet Oceans (société spécialisée dans l'évaluation et le traitement des bruits en mer, basée à Plouzané, Finistère), ce projet porte sur l'évaluation de l'impact des nuisances sonores sur les mammifères marins. Cette étude sera menée sur le long terme et aura pour objectif d'étudier les réponses comportementales des mammifères marins lors de l'installation et de l'exploitation du parc éolien en mer de Saint-Brieuc.

### **– Le risque de collision**

Comme d'autres obstacles verticaux (antennes, relais TV ou radio, etc.) ou horizontaux (ponts, viaducs), les éoliennes peuvent créer une mortalité directe par collision contre les infrastructures (pales, mât). Certaines espèces rencontrées sur le périmètre d'étude sont sujettes à collision du fait de leurs caractéristiques biologiques et ce aussi bien pour les oiseaux marins que pour les migrateurs terrestres (passereaux notamment).

Une compilation de données issues de 21 études sur différents parcs éoliens terrestres et côtiers révèlent des taux de collision globalement compris entre 1 et 3 par éolienne et par an<sup>(3)</sup>.

### **– La modification des trajectoires de migration**

La modification des trajectoires de migration et de hauteurs de vol sembleraient probables si le site de Saint-Brieuc faisait l'objet d'importants transits migratoires ou autres (transits sur les zones d'alimentation, transits vers des zones de repos), ce que confirme un certain nombre d'études<sup>(4)</sup>. Les incidences énergétiques pour certains individus peuvent être importantes, puisque la modification de la trajectoire peut induire une distance supplémentaire parcourue de l'ordre de quelques kilomètres à plusieurs dizaines de kilomètres, selon la surface occupée et la disposition des éoliennes sur le site, particulièrement le jour lorsque les oiseaux détectent de loin les installations.

<sup>(1)</sup> Source: COWRIE, 2004.

<sup>(2)</sup> Source: Danish Offshore Wind, Key Environmental Issues, novembre 2006.

<sup>(3)</sup> Source: Percival, 2000.

<sup>(4)</sup> Source: Guillemette et al., 1998; Kahlert et al., 2004; Pettersson, 2005; Dirksen et al., 2007.

## DES ÉTUDES ET UN SUMI DU MILIEU VIVANT

Des campagnes de suivi des peuplements benthiques, de la ressource halieutique, des mammifères marins, de l'avifaune et des chauves-souris sont prévues par Ailes Marines en phase d'exploitation. Ces suivis précis et répétés dans le temps permettront de suivre l'impact effectif du parc éolien, ainsi que l'évolution du milieu naturel tout au long de la phase d'exploitation et de confirmer ou d'adapter, le cas échéant, les mesures prévues de réduction, de suppression ou de compensation des impacts.

### – Les nuisances sonores et vibrations

La rotation des pales, les vibrations causées par le mouvement de rotation des turbines ou encore le balisage sonore, sont des sources de bruits. Mais ces bruits ne sont pas de nature à perturber les populations identifiées qui présentent la caractéristique d'être peu sensibles aux niveaux de bruit générés et qui s'habituent à des sources de bruit plus importantes, si l'on en juge par les populations relativement abondantes autour de plateformes de forage réputées bruyantes.

**En conclusion, il convient de préciser que des études approfondies seront réalisées dès la phase de développement** pour identifier la fréquentation et l'utilisation du périmètre du projet par les oiseaux et ainsi **définir des mesures de réduction, de suppression et de compensation.** Des **suivis** pendant la phase d'exploitation permettront de confirmer la pertinence de ces mesures, ou les adapter le cas échéant.

### **Impacts potentiels du parc sur les chauves-souris**

Le manque de retour d'expérience sur la mortalité des chauves-souris ne permet pas à ce jour d'évaluer avec exactitude l'importance des impacts. On peut toutefois avancer quelques impacts potentiels, à partir des connaissances sur les parcs éoliens terrestres et sur une étude sur un parc éolien en mer<sup>(1)</sup>:

- > **la perte de territoires et de sites utilisés par les chauves-souris**: dans le cas d'une implantation d'éoliennes en mer, on n'observera aucune destruction ou raréfaction des gîtes favorables à la reproduction ou à l'hibernation existants, la pleine mer n'offrant pas de possibilité d'installation de gîte. De même, au cours des périodes de reproduction ou d'hibernation, on n'observera aucun dérangement de colonies liées à l'activité humaine. S'il y aura une possible réduction de territoire de chasse pour les espèces chassant en mer, cet impact devrait être assez faible car toutes les espèces observées en mer utilisent de manière plus régulière des habitats terrestres (et non les aires marines);
- > **l'évitement du parc par les espèces migratrices**: contrairement aux oiseaux, il semble que les chauves-souris ne cherchent pas à éviter les parcs éoliens en activité. Quelques observations ont montré que des noctules communes pouvaient être attirées autour des éoliennes pour y chasser les insectes présents;
- > **les collisions et le barotraumatisme**<sup>(2)</sup>: le taux de mortalité est étroitement

lié à la présence des chauves-souris au niveau des pales, lorsque celles-ci sont en mouvement (collisions directes ou barotraumatismes). Il convient néanmoins de distinguer le cas des **chauves-souris en migration** de celui des **chauves-souris en chasse**<sup>(3)</sup>.

### – Chauves-souris en migration

Actuellement, les voies de migration utilisées par les chauves-souris sont très peu connues. En mer, aucune voie de migration n'a été réellement identifiée. Aujourd'hui, il est impossible d'affirmer que les chauves-souris en migration au-dessus de la mer suivent des voies définies ou traversent de manière diffuse et aléatoire. L'importance de l'impact de l'implantation d'un parc éolien en mer dépend nécessairement de cette connaissance. Si le déplacement au-dessus de la mer des espèces migratrices est diffus, le risque de collision ne dépendra pas de la localisation du parc et l'impact sera faible à moyen, selon la fréquentation.

Si les chauves-souris utilisent des voies de migration définies, le risque de collision dépendra de la localisation du parc.

L'impact sur les espèces migratrices sera fort si le parc est implanté sur une voie de migration définie.

L'impact sur les espèces migratrices sera faible à nul si le parc est implanté en dehors de voies de migration définies. Les études approfondies qui seront menées par Ailes Marines permettront d'apporter des informations sur les trajectoires de migration des chauves-souris.

### – Chauves-souris en chasse

Les chauves-souris en activité de chasse au niveau des éoliennes en mer appartiennent à la fois aux espèces migratrices et aux espèces côtières plus opportunistes. Cette activité de chasse est directement liée à la présence de proies (insectes) autour des machines. L'impact sera donc faible, car la probabilité de retrouver des insectes au niveau du parc éolien est réduite du fait de son éloignement de la côte.

<sup>(1)</sup> Alhen et coll., 2007

<sup>(2)</sup> Traumatismes mortels liés à un changement subit de la pression atmosphérique à proximité immédiate de l'éolienne.

<sup>(3)</sup> Ahlen et coll., 2007.

## 4-2 L'optimisation paysagère

L'impact visuel du projet est l'un des critères les plus importants dans le choix d'implantation du parc éolien en mer de la Baie de Saint-Brieuc. Dans ce contexte, l'approche d'Ailes Marines a consisté à **s'éloigner le plus possible des côtes, dans la limite des contraintes techniques, afin de limiter la visibilité des éoliennes et, notamment, depuis les sites classés emblématiques** (le Cap d'Erquy et le Cap Fréhel).

### 4-2-1 L'intégration paysagère du parc éolien en mer

Dans le projet proposé par Ailes Marines, aucune éolienne n'est implantée dans la partie sud du périmètre de l'appel d'offres, la machine la plus proche se situant à 16,2 km de la côte et 76 % des machines à plus de 20 km de tout point de la côte. **Cet éloignement, issu de la concertation et d'un compromis entre les préoccupations paysagères et techniques, permet de limiter l'échelle relative du futur parc pour un observateur depuis le littoral.**

Par exemple, afin de préserver la qualité paysagère indéniable de la Baie de Saint-Brieuc, la zone du projet a été reculée de 6 km dans le périmètre de l'appel d'offres par rapport au Cap d'Erquy et de 4 km par rapport au Cap Fréhel.

Les photomontages du projet (ci-après) permettent d'appréhender l'impact paysager, notamment depuis plusieurs points emblématiques de la Baie.

### 4-2-2 La question de la visibilité du parc éolien

#### Les conditions de visibilité réelle du parc éolien en mer

Si les éoliennes sont des structures de grande taille, leur perception réelle doit être évaluée en tenant compte de plusieurs facteurs clés, dont :

- > **la distance de l'observateur** : plus l'observateur est éloigné, plus l'échelle relative de l'éolienne est faible ;
- > **la courbure de la Terre** : aux effets liés à la distance d'observation s'ajoutent ceux de la courbure de la Terre. Cette dernière masque en effet progressivement la partie inférieure de l'objet observé avec l'augmentation de la distance ;

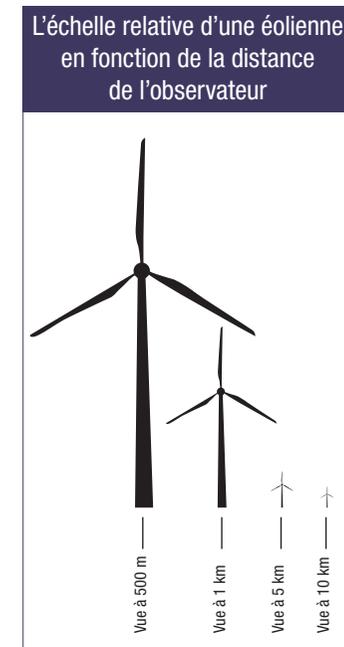
> **l'altitude de l'observateur** : plus l'observateur est situé en altitude, plus l'effet de la courbure de la Terre est minimisé ;

> **les conditions météorologiques et atmosphériques** : dans ce domaine, la visibilité est relative à la transparence de l'air. Or, plusieurs éléments peuvent influencer sur cette transparence et donc directement sur la visibilité des éoliennes : la brume, le brouillard, les nuages, ou encore les intempéries comme la pluie ou la neige. Les conditions de visibilité atmosphériques en mer sont extrêmement variables tout au long de l'année voire sur une même journée. De façon générale, l'humidité de l'air, qui a pour effet de réduire la visibilité, est plus importante en mer en raison de l'évaporation.

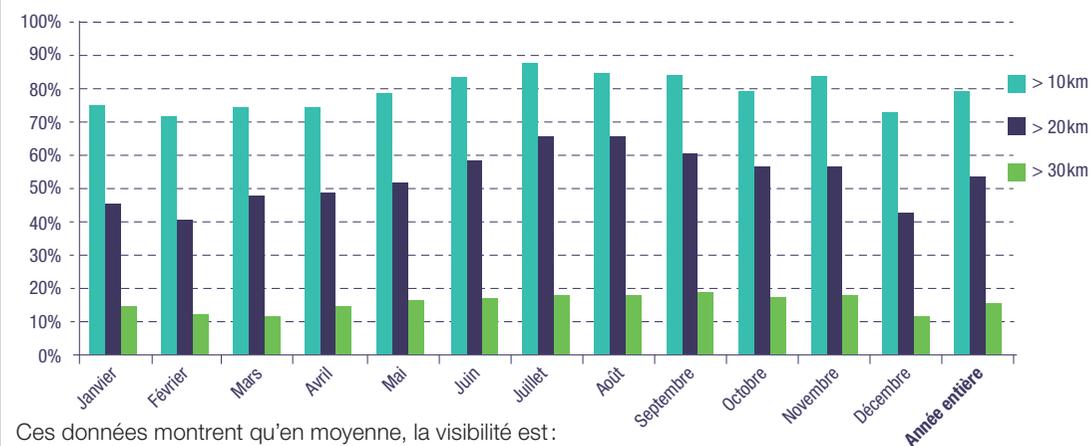
#### La perception diurne et nocturne du parc éolien en mer

**En journée, la perception du parc éolien varie en fonction des conditions de luminosité et de nébulosité** : les éoliennes prennent une teinte plus ou moins vive et plus ou moins blanche selon leur éclairage. De même, elles se fondent plus ou moins avec le ciel, en fonction de la présence de brumes et de nuages.

Les données recueillies auprès de Météo France à la station de Saint-Brieuc (la plus proche de la zone) permettent de mieux appréhender les variations des conditions de visibilité.



#### Distance de visibilité pour chaque mois de l'année (pourcentage de mesures mensuelles supérieures à 10, 20 et 30 km)



Ces données montrent qu'en moyenne, la visibilité est :

- 21 % du temps inférieure à 10 km ;
- 53 % du temps inférieure à 20 km ;
- 84 % du temps inférieure à 30 km.

Source : Station Météo France de Saint-Brieuc – années 2001 à 2010.

En matière d'intégration paysagère, bien que la couleur blanche des éoliennes soit imposée au titre de la réglementation sur le balisage aéronautique, **Ailes Marines souhaite privilégier la teinte mate ou satinée, qui réduit la brillance lors d'ensevelissements importants.**

De nuit, les éoliennes se repèrent grâce aux balisages maritimes et aéronautiques, obligatoires sur de telles structures. Cependant, Ailes Marines recherche un compromis entre la sécurité maritime et aérienne et la minimisation de la perception depuis la côte pour trouver un équilibre en nombre et en localisation des feux. Ces derniers clignoteront de manière synchronisée sur l'ensemble du parc. **Présentes dans le paysage nocturne par le balisage, les éoliennes ne devraient pas être prégnantes, étant donné leur éloignement.**

### 4-2-3 Les simulations visuelles: les photomontages

#### La méthode utilisée

Un photomontage doit permettre à un observateur de se faire une opinion, aussi précise que possible, de **la perception d'un parc éolien** dans son environnement.

Ainsi, le photomontage est l'insertion, selon une méthode précise et rigoureuse, dans une photographie prise en direction du site étudié, des éoliennes du projet. Il permet de juger de la perception visuelle du parc, à partir d'un point précis, dans l'environnement localisé et figé de la prise de vue et dans les conditions d'éclairage et de météorologie du moment. La localisation des prises de vue photographiques est déterminée par un paysagiste: il s'agit d'opter pour des points de vue où l'impact visuel diffère (du plus fort au plus faible, des localisations les plus fréquentées, etc).

#### Le projet de parc éolien en Baie de Saint-Brieuc dans le paysage costarmoricain



Photomontage: source Ailes Marines



Cap Fréhel (16,2 km de l'éolienne la plus proche)  
Panorama original



Vision à 45° (champ visuel humain)

Photomontage : source Allès Marines

**À noter :** cette technique ne prend pas en charge l'affaiblissement de la visibilité en fonction de la distance, telle qu'elle pourrait être ressentie en situation brumeuse et a donc tendance à maximiser la perception des installations. Le photomontage représente, néanmoins, le projet de façon fiable en ce qui concerne les aspects dimensionnels (hauteur, emprise, etc.).

#### 4-2-4 La perception acoustique du parc éolien pour l'homme depuis la côte

De nombreux facteurs déterminent la portée acoustique du bruit émis par le parc à la surface de la mer, au premier rang desquels les facteurs environnementaux et climatiques (intensité, direction du vent, vagues, houle, météorologie, etc.). De ce fait, la portée acoustique est extrêmement variable et délicate à évaluer. Compte tenu des niveaux de bruit importants existant en

mer et selon une étude<sup>(1)</sup> réalisée par un laboratoire de recherche acoustique en 2007, le bruit des éoliennes devrait être proche du bruit ambiant dans un périmètre restreint autour du parc de la Baie de Saint-Brieuc. La première éolienne étant située à 16,2 km de la côte, **le bruit généré au large par le parc éolien ne sera pas perceptible depuis la côte.**

<sup>(1)</sup> *Etude Measurement and Interpretation of Underwater Noise during Construction and Operation of Offshore Windfarms in UK Waters, commandée par la COWRIE (Organe de gestion des données et d'intendance pour les énergies marines renouvelables au Royaume-Uni dépendant du CROWN ESTATE).*

### 4-3 Synthèse des impacts en phase d'exploitation

Le tableau ci-dessous résume les impacts estimés du projet pour les effets potentiels développés dans ce chapitre ainsi que pour d'autres effets

identifiés à ce jour sur le milieu physique, le milieu naturel et le milieu vivant. L'ensemble de ces impacts et les mesures de prévention, de réduction et de compensation associées sera analysé plus précisément dans l'étude d'impact. Dès lors, ils seront susceptibles d'évoluer.

	Thème	Nature de l'effet du parc éolien	Niveau d'impact estimé
MILIEU PHYSIQUE	Géologie	Altération du substratum par les fondations et câbles	Nul
	Hydrodynamisme (marée, houle, courant)	Modification des conditions de courants, des hauteurs d'eau et des hauteurs de houle	Nul
	Profondeur de la mer	Modification locale de la morphologie des fonds due aux fondations et à la pose des câbles	Nul
	Sédimentologie	Modification de la sédimentologie due aux fondations et aux câbles ensouillés	Nul
	Géomorphologie	Érosion du trait de côte	Nul
	Qualité des eaux	Turbidité / Enrichissement en éléments nutritifs / Pollution accidentelle	Nul
	Qualité de l'air	Émission de particules par navires	Nul
MILIEU NATUREL et PROTECTIONS PATRIMONIALES	Natura 2000 : Directive Habitats Naturels (SIC)	Modification des habitats due à la modification des fonds marins Émissions de bruit dues au fonctionnement des éoliennes Champs électromagnétiques / Augmentation du trafic liée aux opérations de maintenance	Nul Faible Nul
	Natura 2000 : Directive Oiseaux (ZPS)	Modification des caractéristiques des sites (trajectoires, sites d'alimentation, collision)	Moyen
	Les autres protections réglementaires	Altération des zones de protection (Réserve Naturelle Nationale et réserves de chasse)	Nul
	Les inventaires patrimoniaux	Altération des zonages (Znieff terrestres et Zico)	Nul
	Le patrimoine archéologique et culturel	Détérioration des épaves <sup>(1)</sup> Perception du parc éolien depuis les monuments historiques <sup>(2)</sup>	Nul Nul à moyen
	Le paysage	Perception diurne et nocturne depuis la côte (y compris depuis les sites naturels protégés)	Moyen
MILIEU VIVANT	Le benthos	Création de nouveaux habitats : effet récif Enrichissement du milieu / Nuisances sonores et vibrations Champs électromagnétiques	Positif Nul Moyen
	La ressource halieutique	Effet récif Nuisances sonores et vibrations / Champs électromagnétiques	Positif Moyen
	Les mammifères marins	Nuisances sonores et vibrations Champs électromagnétiques / Opérations de maintenance (trafic maritime)	Moyen Nul à faible
	L'avifaune	Nuisances sonores et vibrations Risque de collision / Modification de trajectoires Modification ou perte d'habitat	Nul Moyen à fort Fort
	Les chauves-souris	Perte de territoire Évitement du parc Collision ou traumatisme lié à une baisse de la pression atmosphérique	Faible Nul Faible

<sup>(1)</sup> La campagne de reconnaissance géophysique réalisée par Ailes Marines a démontré l'absence d'épaves dans le périmètre du projet, confirmant ainsi les données du SHOM.

<sup>(2)</sup> Le niveau d'impact estimé dépend du monument historique considéré.

## 4-4 L'évaluation des impacts potentiels sur l'environnement marin en phase de démantèlement

### 4-4-1 Le démantèlement du parc éolien en mer

Le cahier des charges de l'appel d'offres éolien en mer<sup>(1)</sup> précise que le parc éolien devra être démantelé à la fin de l'exploitation du site. Ailes Marines devra en informer le Préfet des Côtes-d'Armor au minimum cinq ans avant la fin de l'exploitation du parc. Ailes Marines devra également remettre, 24 mois avant la fin de l'exploitation, 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 activités et à la sécurité maritime.

Le plan de démantèlement devra prévoir un retour du site à **l'état initial et compatible avec la pratique des activités existantes avant l'installation du parc.**

Le plan de démantèlement des différents composants du parc éolien n'est, à ce jour, pas encore définitivement arrêté. Il sera élaboré en accord avec les administrations compétentes en la matière et les usagers de la mer.

Les principaux travaux de restauration devront garantir que :

- > les équipements et structures (aérogénérateurs, mâts, sous-station, fondations, etc.) soient retirés du site ;
- > les pieux des fondations, en cas de jacket, sectionnés sous le fond marin (à un mètre environ en dessous du fond) soient sécurisés et recouverts ;
- > aucun câble sous-marin ne demeure exposé sur le fond marin. Ils devront être sécurisés et leurs extrémités enfouies ;
- > une gestion des déchets adéquate et conforme aux réglementations et législations en vigueur soit instaurée ;
- > une étude, un entretien, un suivi et une gestion du site post-démantèlement soient entrepris ;
- > toutes les activités de démantèlement soient entreprises conformément aux réglementations et législations en vigueur et dans le respect des exigences d'hygiène et de sécurité (éclairage et balisage, avis aux navigateurs).

Ailes Marines examinera et révisera le plan de démantèlement en fonction des besoins pendant toute la durée de vie du projet afin d'y intégrer l'évolution des circonstances, des exigences réglementaires et des meilleures

pratiques (avancées technologiques, évolution des connaissances). Une **étude d'optimisation du démantèlement et une étude d'évaluation des impacts sur l'environnement** viendront étayer les mesures et méthodes adoptées par Ailes Marines. De plus, une **consultation** avec les principaux partenaires aux niveaux local et national devra être maintenue pendant toute la phase de démantèlement.

### 4-4-2 Les impacts potentiels du démantèlement sur l'environnement

La phase de démantèlement est une **période de travaux limitée dans le temps** : elle requiert des moyens nautiques et humains comparables à la phase d'installation du parc éolien en mer. Les effets potentiels sur l'environnement dépendront des choix techniques réalisés. La majorité des mesures prises lors de la phase d'installation du parc seront remises en œuvre, afin de minimiser les impacts des opérations de démantèlement. Il est important de souligner que le démantèlement d'un parc éolien en mer n'a jamais été effectué à ce jour.

## LA POURSUITE DU SUIVI ENVIRONNEMENTAL EN PHASE DE DÉMANTÈLEMENT

Pendant le démantèlement et pendant la phase post-démantèlement, plusieurs campagnes d'évaluation seront menées par une entreprise de contrôle indépendante. C'est en fonction des résultats de ces suivis qu'Ailes Marines pourra entreprendre des mesures correctives si nécessaires pendant la phase post-démantèlement.

<sup>(1)</sup> Les modalités de démantèlement sont définies à l'article 6.5 du cahier des charges.



## Chapitre 5

# **L'après débat public** *et le calendrier du projet*

- 1- La décision d'Ailes Marines sur la poursuite du projet
- 2- Une concertation et une information continues jusqu'au démantèlement du parc
- 3- La poursuite des études
- 4- Le calendrier prévisionnel du projet jusqu'au démantèlement



/// Pointe de Plouézec

**S**i les éléments recueillis au cours du débat public confirment l'opportunité de réaliser le projet éolien en mer de la Baie de Saint-Brieuc, Ailes Marines pourra s'engager à le poursuivre (**partie 1**). Dans ce cas, la concertation avec les acteurs concernés et le public continuera à tenir une place majeure dans les phases successives du projet et ce, jusqu'au démantèlement du parc (**partie 2**). Les études en cours continueront et d'autres seront lancées afin d'affiner le projet et de préciser ses impacts et les mesures compensatoires associées. Le calendrier du projet sera également affiné (**partie 3**).



# 1. La décision d'Ailes Marines sur la poursuite du projet

*Le débat public offre la possibilité à toutes les personnes qui le souhaitent de s'exprimer sur l'opportunité du projet, ses objectifs et ses principales caractéristiques. C'est un temps d'ouverture et de dialogue, qui alimente le processus de décision d'Ailes Marines.*

À l'issue du débat public, il appartient à la Commission Particulière du Débat Public (CPDP) d'établir le **compte-rendu** de celui-ci et de le transmettre à la Commission Nationale du Débat Public (CNDP). Le président de la CNDP dresse, quant à lui, le **bilan** du débat public. Le compte-rendu et le bilan doivent être **publiés dans un délai de deux mois** à compter de la date de clôture du débat public. Ils sont généralement rendus publics lors d'une conférence de presse et mis en ligne sur le site Internet de la CNDP.

Ces documents ont pour objet de rappeler les conditions d'organisation et du déroulement du débat, et de recenser l'ensemble des opinions, avis, arguments et remarques exprimés par le public au cours de celui-ci. Ils n'ont pas pour objet de se prononcer, ni d'émettre un avis sur le fond du projet.

Ailes Marines, le maître d'ouvrage, dispose d'un délai de trois mois après la publication du bilan du débat public, pour rendre sa **décision quant au principe et aux conditions de la poursuite de son projet**. Au regard des enseignements du débat public, Ailes Marines pourra choisir, soit de poursuivre son projet, en cernant mieux ses objectifs et les conditions de sa réalisation, soit de le suspendre, voire de l'abandonner. Cette décision sera prise par le comité de direction d'Ailes Marines et transmise à la CNDP. Elle fera l'objet d'une publication dans un journal national, ainsi que dans plusieurs journaux diffusés dans le département des Côtes-d'Armor.

Conformément aux dispositions de l'article L. 121-13 du Code de l'environnement, **le maître d'ouvrage devra préciser, dans son éventuelle décision de poursuite du projet, les principales modifications qu'il souhaite apporter, de même que les mesures jugées nécessaires pour répondre aux enseignements tirés du débat public.**



## 2. Une concertation et une information continues **jusqu'au démantèlement du parc**

*Si Ailes Marines décide de poursuivre son projet, elle continuera à s'appuyer, lors des différentes étapes, sur une démarche d'association étroite avec l'ensemble des acteurs bretons. Le processus de concertation se poursuivrait ainsi après le débat public, et ce jusqu'au démantèlement du parc éolien.*

Ailes Marines est convaincue que l'implication forte des collectivités territoriales, des acteurs socio-économiques, du monde associatif, des usagers de la mer et du grand public constitue une **aide à la décision qui permet d'apporter des éclairages et des données complémentaires sur le projet**. Cette implication permet d'améliorer à la fois l'approche d'Ailes Marines et l'intégration du projet dans le territoire. Ainsi, le dialogue déjà instauré en amont du débat public, puis lors de celui-ci, sera prolongé au-delà de l'enquête publique tout au long de la vie du projet.

Concrètement, la **concertation territoriale** reposerait sur deux dispositifs distincts et complémentaires :

> un **dispositif de dialogue maintenu et structuré**, dans le cadre du Comité de filière régional et de l'instance de concertation locale (prévue au cahier des charges de l'appel d'offres), mis en place en amont du débat public (Cf. Chapitre 1, p. 35). Au sein de ces instances, plusieurs groupes de travail réunissant régulièrement les acteurs du territoire concernés sont d'ores et déjà institués et se poursuivraient au besoin. Ils constituent des espaces de réflexion, d'échanges d'informations et d'expertises sur le projet et ses enjeux ;

> un **dispositif d'information du public**, matérialisé par l'organisation de réunions de concertation locale, la tenue de conférences et de réunions publiques. De plus, le site Internet dédié au projet permettrait à tout un chacun de s'informer sur son état d'avancement. Alimenté et enrichi jusqu'au démantèlement du parc éolien, ce site pourrait comporter, après le débat public, un espace de discussion et une foire aux questions afin de constituer une interface permanente entre le grand public et le maître d'ouvrage.

**À noter :** les modalités précises de la concertation continue avec le public seront alimentées au regard des enseignements du débat public.

Si Ailes Marines décide de poursuivre le projet à l'issue du débat public, **une enquête** publique devra être organisée dans le cadre de l'instruction des demandes d'autorisations administratives nécessaires au projet : demande de concession d'utilisation du domaine public maritime en-dehors des ports<sup>(1)</sup> et demande d'autorisation<sup>(2)</sup> du Code de l'environnement codifiant la « loi sur l'eau<sup>(3)</sup> ». Dans les deux cas, l'enquête publique est régie par la procédure prévue aux articles R. 123-1 et suivants du Code de l'environnement<sup>(4)</sup>.

Ces procédures d'enquête publique devront être organisées au plus tard **dans les cinq ans suivant la publication du compte-rendu et du bilan**

**du débat public<sup>(1)</sup>**. Cette obligation constituera, sous réserve d'une décision de poursuite du projet, une autre **étape majeure de la concertation avec le public**.

<sup>(1)</sup>Article R. 2124-7 du Code général de la propriété des personnes publiques prévoyant l'enquête publique.

<sup>(2)</sup>Au titre des articles L 214-1 et s. du Code de l'environnement.

<sup>(3)</sup>Article R. 214-8 du code prévoyant l'enquête publique.

<sup>(4)</sup>Ce régime prévoit, par ailleurs, la possibilité d'organiser une enquête unique, commune à ces deux autorisations : Article L. 123-6 du code de l'environnement.

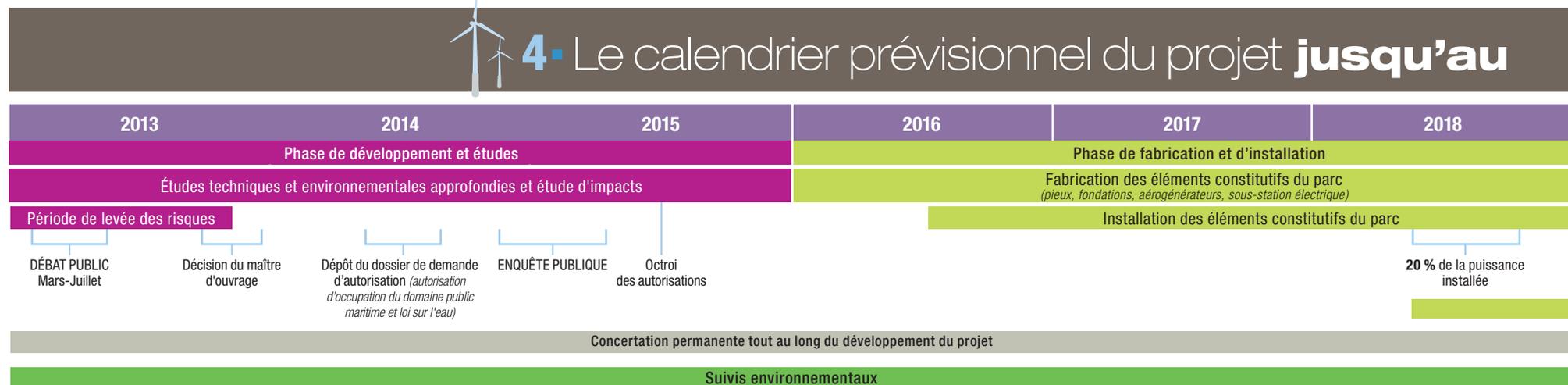
<sup>(5)</sup>En application de l'article L. 121-12 du code de l'environnement.

## Le cadre légal de la participation du public à l'élaboration des grands projets

Des textes réglementaires consacrent le principe général d'information et de participation du public dans les projets d'aménagement, parmi lesquels :

- le Code de l'environnement dispose que « *la participation du public est assurée pendant toute la phase d'élaboration d'un projet, depuis l'engagement des études préliminaires jusqu'à la clôture de l'enquête publique* » (article L121-1).
- la loi n° 2010-788 du 12 juillet 2010 portant sur l'engagement national pour l'environnement, dite loi « Grenelle II », a modifié le régime du débat public, en prévoyant que celui-ci doit également « *porter sur les modalités d'information et de participation du public après le débat* »

(article L121-1) et que la décision du maître d'ouvrage doit comprendre « *les mesures qu'il juge nécessaire de mettre en place pour répondre aux enseignements du débat public* » (article L121-13). La loi Grenelle II a également prévu que, pendant la phase postérieure au débat public et jusqu'à l'enquête publique relative au projet, le maître d'ouvrage doit informer la Commission Nationale du Débat Public (CNDP) des modalités d'information et de participation du public qu'il met en œuvre, la CNDP pouvant « *émettre un avis et recommandations sur ces modalités de mises en œuvre* ». Le maître d'ouvrage « *peut demander à la commission de désigner un garant chargé de veiller à la mise en œuvre* » de ces modalités d'information et de participation du public (article L. 121-13-1).





### 3. La poursuite des études

Si Ailes Marines décide de poursuivre le projet à l'issue du débat public, les études lancées en 2012 se poursuivront jusqu'au dépôt des demandes d'autorisations administratives du maître d'ouvrage (en 2014) et au-delà.

Elles permettront à la fois d'affiner le projet et d'évaluer précisément ses impacts et les mesures compensatoires ou d'accompagnement à envisager. Ces études seront rendues publiques en phase d'enquête publique.

Lancées au second semestre 2011, les **études préliminaires**, associées à une concertation avec les parties prenantes, ont permis à Ailes Marines de concevoir un projet, désigné lauréat en avril 2012, à l'issue de la procédure d'appel d'offres.

De nouvelles études ont été lancées en 2012. Il s'agit en particulier d'**études et de relevés techniques** (océanographiques, météorologiques, géophysiques et géotechniques, etc.), **qui ont pour objectif de confirmer les choix technologiques retenus par Ailes Marines.**

**Des études bibliographiques et de terrain sur l'environnement** sont également en cours (ressource halieutique, avifaune, faune benthique, mammifères marins, etc.), afin de déterminer les impacts du projet et les mesures envisagées, suite à l'établissement de l'état initial du site.

L'ensemble de ces études, complétées par d'autres (études socio-économique, paysage, navigation, etc.) constituera **l'étude d'impact du projet, qui sera terminée en 2014.** L'étude d'impact sera la pièce maîtresse du dossier de **demande d'autorisation administrative** du projet. En 2014, il sera transmis par le maître d'ouvrage aux autorités compétentes, qui saisiront par la suite l'Autorité environnementale<sup>(1)</sup> (voir encadré).

L'ensemble de ces documents sera joint au **dossier d'enquête publique.** **Les études seront donc disponibles et consultables par le public,** à ce moment de l'instruction des autorisations nécessaires au projet.

<sup>(1)</sup> Article L122-1 du Code de l'Environnement.

#### LE SAVIEZ-VOUS?

#### LE RÔLE DE L'AUTORITÉ ENVIRONNEMENTALE<sup>(1)</sup>

L'article L. 122-1 du Code de l'environnement prévoit que l'étude d'impact réalisée par le maître d'ouvrage pour son projet doit être soumise à l'autorité administrative compétente en matière d'environnement, dite « Autorité environnementale ». Cette autorité peut être, selon les cas, le ministre chargé de l'Environnement, le Conseil général de l'environnement et du développement durable ou le Préfet de Région (article R. 122-6 du Code de l'environnement). L'Autorité environnementale émet un avis, qui est rendu public, dans les trois mois suivants sa saisine. Cet avis porte, notamment, sur la qualité de la prise en compte de l'état initial, l'évaluation des impacts du projet et la pertinence des mesures réductrices et compensatoires envisagées. L'avis de l'Autorité environnementale est joint au dossier d'enquête publique, au même titre que l'étude d'impact.

<sup>(1)</sup>Source: Conseil général de l'Environnement et du Développement durable.

## démantèlement





# Annexes

## Décision de la CNDP



JORF n°0214 du 14 septembre 2012 page  
texte n° 79

### DECISION

#### **Décision n° 2012-37 du 5 septembre 2012 relative au projet de parc éolien en mer de Saint-Brieuc**

NOR: CNPX1234083S

La Commission nationale du débat public,  
Vu la convention d'Aarhus du 25 juin 1998 sur l'accès à l'information, la participation du public au processus décisionnel et l'accès à la justice en matière d'environnement, approuvée par la [loi n° 2002-285 du 28 février 2002](#) ;  
Vu les directives du Parlement et du Conseil 2003/4/CE du 28 janvier 2003 et 2003/35/CE du 26 mai 2003 ;  
Vu le code de l'environnement en ses articles L. 121-1 et suivants et son article R. 121-7 ;  
Vu la lettre de saisine en date du 20 juillet 2012, reçue le 20 juillet 2012, du président d'Ailes Marines SAS et le dossier joint relatif au projet de parc éolien en mer de Saint-Brieuc (Côtes-d'Armor) ;  
Après en avoir délibéré ;  
Considérant que le projet revêt un caractère d'intérêt national en raison de la disposition de la [loi n° 2009-970 du 3 août 2009](#) de programmation relative à la mise en œuvre du Grenelle de l'environnement fixant à au moins 23 % la part des énergies renouvelables dans la consommation énergétique nationale d'ici à 2020 et de l'objectif de l'arrêté du 15 décembre 2009 relatif à la programmation pluriannuelle des investissements de production d'électricité fixant à 6 000 MW les installations éoliennes en mer et d'énergies marines à l'horizon 2020 ;  
Considérant que les impacts du projet sur l'environnement, l'avifaune, les mammifères marins, la visibilité et le paysage sont significatifs ;  
Considérant qu'il en va de même pour les impacts des aménagements connexes (raccordement au réseau électrique national et installations portuaires) sur l'environnement ;  
Considérant que les enjeux socio-économiques du projet sont importants, en raison de l'activité générée pendant la construction du parc et la création d'une filière industrielle et de ses impacts sur la navigation maritime, la pêche et le tourisme,  
Décide :

#### **Article 1**

Le projet de parc éolien en mer de Saint-Brieuc doit faire l'objet d'un débat public que la Commission nationale du débat public organisera elle-même et dont elle confiera l'animation à une commission particulière.

#### **Article 2**

Le dossier du débat devra notamment expliciter les projets d'aménagements connexes (raccordement au réseau électrique national et installations portuaires).

#### **Article 3**

La présente décision sera publiée au Journal officiel de la République française.

Fait le 5 septembre 2012.

Pour la commission :

Le président,

P. Deslandes

# Glossaire et liste des sigles

**Aérogénérateur :** nom technique désignant une éolienne.

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

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

**Arts dormants :** la pêche aux arts dits « dormants » utilise des engins de pêche immobiles (ex. : casiers, palangres, etc.).

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

**Avifaune :** partie de la faune d'un lieu constituée d'oiseaux.

**Balisage maritime :** ensemble de signaux qui indiquent au navigateur les obstacles à éviter ou la route à suivre.

**Balisage aérien :** signaux permettant d'identifier des éléments qui présentent un obstacle à la navigation aérienne.

**Battage :** opération qui consiste à utiliser un marteau pilon pour enfoncer un pieu dans le fond marin (dans le cas de fonds majoritairement sédimentaires).

**Benthique :** organisme d'un écosystème aquatique vivant au contact du sol ou à sa proximité immédiate. Les peuplements benthiques sont appelés « benthos ».

**Benthos :** ensemble des organismes aquatiques vivant sur le fond des mers.

**Biomasse :** ensemble de la matière organique d'origine végétale ou animale.

**Blackout :** risque de coupure électrique généralisée lié au décalage entre l'offre et la demande sur le réseau électrique.

**Bloom :** efflorescence (ou prolifération) d'algues.

**Câbles inter-éoliennes :** câbles électriques reliant les éoliennes entre elles ou les éoliennes à la sous-station électrique en mer.

**Cabotage :** acheminement de marchandises et de passagers par mer, de port en port, à proximité des côtes.

**Champ électromagnétique :** phénomène créé par le passage de l'électricité dans les câbles.

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

**Conchyliculture :** élevage de coquillage ou de tout mollusque bivalve.

**Consortium :** groupement d'entreprises constitué pour la réalisation d'une opération financière ou économique.

**Démantèlement :** étape finale d'un projet qui consiste à démonter l'éolienne, débarrasser le site des équipements liés au projet et restituer le terrain à son usage initial ou à un autre usage approuvé collectivement.

**Dépendance ou indépendance énergétique :** rapport entre la production d'énergie primaire et la consommation d'énergie primaire. Un territoire en dépendance énergétique est obligé d'importer de l'énergie pour satisfaire ses besoins.

**Développement durable :** mode de développement économique cherchant à concilier le progrès économique et social et la préservation de l'environnement.

**Diurne :** qui se rapporte au jour.

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

**Eaux conchylicoles :** eaux destinées à l'élevage de coquillages.

**Echolocation :** consiste à envoyer des sons et à écouter leur écho pour localiser et, dans une moindre mesure, identifier les éléments désirés.

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

**Effet de sillage :** turbulence créée par le passage du vent dans les pales des éoliennes qui diminue la productivité de l'éolienne située derrière elle. L'effet de sillage varie en fonction de la force et de la direction du vent, de la distance et de la position des éoliennes entre elles.

**Effet récif :** les récifs artificiels sont des « *structures immergées volontairement dans le but de créer, protéger, restaurer un écosystème (...) pouvant induire chez les organismes des réponses d'attraction, de concentration et de production, dans certains cas, avec une augmentation de la biomasse et de la reproduction de certaines espèces* ».

**Énergies fossiles :** produit, piégé dans des formations géologiques, de la décomposition de matières organiques, au terme d'un processus de plusieurs dizaines de millions d'années. Elles ne sont pas des énergies dites « renouvelables », car la reconstitution de leurs stocks nécessite un temps très long. (ex. : pétrole, gaz naturel et charbon).

**Énergie finale :** énergie disponible pour le consommateur final (ex. : essence à la pompe, électricité au foyer en entreprise, etc.).

**Énergies marines renouvelables :** ensemble des technologies permettant l'exploitation des flux d'énergies naturelles fournies par les mers et les océans (courants, marées, énergie thermique).

**Énergie primaire :** ensemble des produits énergétiques non transformés, exploités directement ou importés (pétrole brut, gaz naturel, combustibles minéraux solides, biomasse, rayonnement solaires, énergie hydraulique, énergie du vent, géothermie et énergie tirée de la fission de l'uranium).

**Éolienne :** dispositif destiné à convertir l'énergie du vent en électricité. Les éoliennes produisent de l'électricité d'origine renouvelable. Elles peuvent être installées sur terre, ou en mer.

**Ensouillage :** fait d'enterrer les câbles dans le sous-sol marin.

**Estran :** partie du littoral située entre les niveaux connus des plus hautes et des plus basses mers.

**Facteur de charge :** rapport entre la production réelle et la production maximale théorique de l'éolienne sur une plage de temps donnée. Ce facteur de charge est évalué en se basant sur des statistiques météorologiques et intégré aux objectifs de production initiaux.

**Facture énergétique :** solde financier entre importations et exportations d'énergie (pétrole, gaz naturel, électricité).

**Filière :** ensemble des activités complémentaires qui concourent, d'amont en aval, à la réalisation d'un produit fini.

**Fondation flottante :** dans le futur, pour les parcs en eaux profondes voire très profondes (dépassant les 60 mètres de profondeur, contrairement à l'éolien posé), le principe de cette fondation repose sur la flottabilité et la stabilité de la structure (maintenue par des lignes d'ancrage) afin qu'elle résiste aux oscillations.

**Fondation gravitaire :** structure en béton posée sur le fond marin.

**Fondation jacket :** treillis métallique fixé sur le fond marin par plusieurs pieux.

**Fondation monopieu :** pieu métallique tubulaire enfoncé dans le fond marin.

**Fondation tripode :** structure tubulaire fixée sur le fond marin par trois pieux.

**Forage :** opération qui consiste à réaliser un trou cylindrique dans le fond marin afin d'y installer un pieu (dans le cas de fonds majoritairement rocheux).

**Gaz à effet de serre (GES):**

composants gazeux qui absorbent le rayonnement infrarouge émis par la surface terrestre, contribuant à l'effet de serre. L'augmentation de leur concentration dans l'atmosphère terrestre est un facteur soupçonné d'être à l'origine du récent réchauffement climatique.

**Générateur:** élément constitutif de l'éolienne qui convertit l'énergie mécanique en énergie électrique.

**Hydrodynamisme:** ensemble des événements impliqués dans le déplacement des masses d'eau (courants, houle, marées, turbulences).

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

**Maître d'ouvrage:** personne morale pour le compte de laquelle est exécuté un ouvrage, qui l'utilise ou l'exploite. Il s'assure de la conception et de la faisabilité du projet, définit le processus de réalisation et le finance. Ailes Marines est le maître d'ouvrage du projet éolien en mer de la Baie de Saint-Brieuc.

**Mât:** élément constitutif de l'éolienne qui permet d'élever les pales à une altitude adéquate, où la vitesse du vent est plus élevée.

**Matière organique:** matière décomposée d'origine animale et végétale qui se trouve dans le sol.

**Marnage:** différence de hauteur d'eau mesurée entre les niveaux d'une pleine mer et d'une basse mer consécutive.

**Mille nautique (appelé aussi mille marin):** unité de mesure de distance utilisée en navigation maritime et aérienne. 1 mille nautique vaut 1 852 mètres.

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

**Mesure compensatoire:** mesure visant à offrir une contrepartie à un impact dommageable non réductible provoqué par le projet.

**Mesure de réduction:** mesure pouvant être mise en œuvre dès lors qu'un impact négatif ou dommageable ne peut être supprimé totalement lors de la conception du projet. La mesure de réduction s'attache à réduire, sinon à prévenir l'apparition d'un impact.

**Mesure de suppression:** mesure intégrée dans la conception du projet, soit du fait de sa nature même, soit en raison du choix d'une solution ou d'une alternative, qui permet d'éviter un impact fort pour l'environnement.

**Moyeu:** élément constitutif de l'éolienne sur lequel sont assemblées des pièces devant tourner autour d'un axe.

**Multiplicateur:** élément constitutif de l'éolienne qui permet d'adapter la vitesse de rotation du rotor à celle du générateur.

**Nacelle:** élément constitutif de l'éolienne monté au sommet du mât, qui supporte le rotor, le multiplicateur et le générateur.

**Natura 2000:** réseau européen de sites naturels ou semi-naturels, ayant une grande valeur patrimoniale par la faune et la flore exceptionnelles qu'ils contiennent, institué par la « Directive habitat, faune, flore » du 21 mai 1992.

**Pélagique:** organisme vivant en pleine mer, dans la colonne d'eau, sans contact avec le fond.

**Péninsule électrique:** territoire caractérisé par une fragilité structurelle en termes d'approvisionnement et de transport d'électricité.

**Photomontage:** assemblage de photographies et incorporation d'éléments extérieurs en vue d'obtenir une simulation visuelle de l'insertion des éoliennes dans leur environnement.

**Plancton:** ensemble des organismes aquatiques vivant en suspension dans l'eau et évoluant de manière plus ou moins active.

**Quartier maritime:** subdivision administrative où s'exercent la gestion des marins, l'enregistrement des navires et des rôles d'équipage. Il y a en France 39 quartiers maritimes.

**Radar sémaphorique:**

le sémaphore est un poste établi sur le littoral qui permet de communiquer, par signaux optiques, avec les navires (signaux sémaphoriques).

**Rail de navigation:** chenal de navigation maritime réglementé afin de canaliser et de sécuriser la navigation.

**Ressource halieutique:** ressource vivante animale et végétale des milieux aquatiques marins exploitée par l'homme (pêche, aquaculture).

**Rotor:** élément constitutif de l'éolienne, il s'agit de la partie mobile de la turbine.

**Sédimentologie:** étude de la formation et de l'évolution des sédiments.

**Servitude:** charge, de source conventionnelle ou textuelle, établie sur un immeuble (bâtiment, terrain ou construction) qui s'impose aux maîtres d'ouvrage dans la conception de leur projet.

**Site classé:** protection d'un monument naturel ou d'un site répondant à la volonté de maintien en l'état du site désigné. Aucune modification ne peut ainsi être réalisée sans autorisation spéciale (article L. 341-10 du Code de l'environnement);

**Site inscrit:** protection minimale d'un monument naturel ou d'un site. Des travaux peuvent être effectués après en avoir avisé le préfet de département, qui recueille l'avis de l'architecte des bâtiments de France (article R. 341-9 du Code de l'environnement).

**Substratum:** socle sur lequel repose une fondation géologique ou des sédiments.

**Syndicat des Énergies Renouvelables:** organisation industrielle française des énergies renouvelables, créée en 1993, dont France Énergie Éolienne est la branche dédiée à l'énergie éolienne.

**Système d'aide à la navigation:** dispositif intégré au sein d'un navire visant à définir son positionnement, à assurer sa sécurité et à recevoir des informations sur son environnement (AIS, VHF, GPS et Systèmes de communication par liaison fixe).

**Tonne d'équivalent pétrole (tep):**

représente la quantité d'énergie contenue dans une tonne de pétrole brut.

**Trait de côte:** ligne qui marque la limite jusqu'à laquelle peuvent parvenir les eaux marines. Le trait de côte est défini par le bord de l'eau calme, lors des plus hautes mers possibles.

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

**Turbine:** la turbine permet la transformation d'une énergie, par exemple hydraulique ou éolienne, en énergie mécanique, laquelle est alors transformée en énergie électrique par un alternateur.

**Watt:** unité de base pour exprimer la puissance électrique. Le wattheure est, quant à lui, l'unité de l'énergie produite ou consommée pendant une heure.

**ADEME:** Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie

**AFPA:** Association nationale pour la formation professionnelle des adultes

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

**AIE:** Association Internationale de l'Énergie

**AIMS:** Association Internationale de Signalisation Maritime

**CCI:** Chambre de Commerce et d'Industrie

**CDPMEM:** Comité Départemental des Pêches Maritimes et des Élevages Marins

**CETMEF:** centre d'études techniques maritimes et fluviales

**CNDP:** Commission Nationale du Débat Public

**CPDP:** Commission Particulière du Débat Public

**CRE:** Commission de Régulation de l'Énergie

**CRMM:** Centre de Recherche sur les Mammifères Marins de La Rochelle

**CROSS:** Centre régional opérationnel de surveillance et de sauvetage

**CRPMEM:** Comité Régional des Pêches Maritimes et des Élevages Marins

**CSPE:** Contribution au Service Public de l'Électricité

**DDTM:** Direction Départementale des Territoires et de la Mer

**DGEC:** Direction Générale de l'Énergie et du Climat

**DIRRECTE:** Direction régionale des entreprises, de la concurrence, de la consommation, du travail et de l'emploi.

**DIRM:** Direction Inter-Régionale de la Mer

**DML:** Délégation à la Mer et au Littoral de la DDTM

**EWEA:** European Wind Energy Association (association européenne de l'énergie éolienne)

**GEOCA:** Groupe d'études ornithologiques des Côtes-d'Armor

**GIEC:** Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat

**GRETA:** GRoupement d'ETAbliissements (de l'éducation nationale pour la formation des adultes)

**GW:** gigawatt

**Insee:** Institut national de la statistique et des études économiques

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

**KW:** kilowatt

**MEEDDM:** ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de la Mer

**m/s:** mètre par seconde

**MW:** mégawatt

**MWh:** mégawattheure

**OCDE:** Organisation de Coopération de Développement Économique

**PREMAR:** Préfecture maritime

**RTE:** Réseau de Transport d'Électricité

**SCADA:** Supervisory Control and Data Acquisition (contrôle de surveillance et d'acquisition de données)

**SGPU:** Syndicat de Gestion du Pôle Universitaire

**SHOM:** Service hydrographique et océanographique de la marine

**SIC:** Site d'intérêt communautaire

**SNSM:** Société Nationale de Sauvetage en Mer

**Tep:** tonne d'équivalent pétrole

**TMCD:** Transport Maritime à Courte Distance

**TW:** térawatt

**TWh:** térawattheure

**UE:** Union européenne

**VHF:** Very High Frequency (très haute fréquence)

**ZICO:** Zone d'importance pour la conservation des oiseaux

**ZNIEFF:** Zone naturelle d'intérêt écologique faunistique et floristique

**ZPS:** Zone de Protection Spéciale

# Liste des personnes rencontrées

Liste non exhaustive des acteurs bretons rencontrés au 31 janvier 2013.

<p><b>SERVICES DE L'ÉTAT</b></p>	<p>Préfecture de la Région Bretagne            Préfecture des Côtes-d'Armor            Préfecture maritime de l'Atlantique            Secrétariat général pour les affaires régionales de Bretagne            Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement de Bretagne            DIRM Nord-Atlantique Manche-Ouest            DIRECCTE Bretagne            DDTM des Côtes-d'Armor            Délégation à la Mer et au Littoral des Côtes-d'Armor            CETMEF            CROSS Jobourg            COM – OPSCOT</p>	
<p><b>COLLECTIVITÉS</b></p>	<p>Conseil Régional de Bretagne            Conseil Général des Côtes-d'Armor            Autorités de Jersey            Association des maires des Côtes-d'Armor            Syndicat Mixte du Pays de Saint-Brieuc            Syndicat Mixte du Pays de Dinan            Saint-Brieuc Agglomération Baie d'Armor            Lannion-Trégor Agglomération            Brest Métropole Océane            Communauté de communes Sud Goëlo            Communauté de communes Lamballe Communauté</p>	<p>Communauté de communes Presqu'île de Lézardrieux            Communauté de communes de la Côte de Penthièvre            Communauté de communes Pays de Lanvollon - Plouha            Communauté de communes Pays de Maignon            Communauté de communes Paimpol Goëlo Mairie de Saint-Brieuc            Mairie de Saint-Malo            Mairie d'Erquy            Mairie de Paimpol            Mairie de Saint-Cast-le-Guildo            Mairie de Saint-Quay-Portrieux</p>
<p><b>DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUE</b></p>	<p>Conseil économique, social et environnemental de Bretagne            Chambre de Commerce et d'Industrie régionale de Bretagne            CCI des Côtes-d'Armor            CCI du Finistère            Bretagne Développement Innovation            Bretagne Pôle Naval            Côtes-d'Armor Développement            Chambre des Métiers et de l'Artisanat des Côtes-d'Armor</p>	<p>Brest Métropole Océane            Mouvement des entreprises de France de Bretagne            Mouvement des entreprises de France des Côtes-d'Armor            Union des industries et des métiers de la métallurgie de Bretagne            Union des industries et des métiers de la métallurgie des Côtes-d'Armor            Saint-Brieuc Entreprises            Breizh Offshore Énergies Marines Renouvelables</p>
<p><b>TOURISME</b></p>	<p>Les Vedettes de Bréhat            Office de Tourisme et des Congrès de la Baie de Saint-Brieuc            Comité Départemental du Tourisme des Côtes-d'Armor            Comité régional de tourisme de Bretagne            Étoile Marine Croisières</p>	

<p><b>USAGERS DE LA MER</b></p>	<p>Comité Régional des Pêches Maritimes et des Élevages Marins de Bretagne          Jersian Fishermen Association          Comité Départemental des Pêches Maritimes et des Élevages Marins des Côtes-d'Armor          Comité Départemental des Pêches Maritimes et des Élevages Marins d'Ille-et-Vilaine          Comité Départemental des Pêcheurs Plaisanciers des Côtes-d'Armor          Fédération Française d'Études et de Sports Sous-Marins des Côtes-d'Armor          Comité Départemental de Voile des Côtes-d'Armor          Société Nationale de Sauvetage en Mer des Côtes-d'Armor          Station SNSM de Saint-Quay-Portrieux          Station de Pilotage du Légué          Capitainerie du Port du Légué          Port de Plaisance du Légué          Station de Pilotage de Saint-Malo          Capitainerie du Port de Saint-Malo</p>	<p>Port de Plaisance des Sablons          Agence Maritime de l'Ouest          Compagnie Armoricaïne de Navigation          Timac AGRO (Affréteur)          Corbel Shipping          Brittany ferries          Étoile Marine Croisières Compagnie Condor          Agence Maritime Malouine          Association des usagers du Port de Plaisance du Bassin Vauban          Association Les Gabiers de Goëlo          Association La Toupie          Association Nautique du Légué          Comité d'animation et de réflexion de Cesson</p>
<p><b>EMPLOI FORMATION ENSEIGNEMENT</b></p>	<p>Rectorat de Rennes          Centre de formation d'apprentis de l'industrie de Bretagne          GRETA des Côtes-d'Armor          Pôle-Emploi de Saint-Brieuc Croix-Lambert          Mission Insertion Emploi Saint-Brieuc Agglomération          Maison de l'Emploi du Pays de Saint-Brieuc          Syndicat de Gestion du Pôle Universitaire des Côtes-d'Armor          Institut d'études politiques de Rennes</p>	<p>Open Odyssey          Lycée maritime de Paimpol          Institut universitaire de technologie de Saint-Brieuc          Lycée Chaptal de Saint-Brieuc          Lycée Jules Verne de Guingamp          Lycée maritime de Paimpol « Pierre Loti »          Lycée Félix Le Dantec</p>
<p><b>RECHERCHE &amp; DÉVELOPPEMENT</b></p>	<p>France Énergies Marines          Centre de Recherche sur les Mammifères Marins          Pôle Mer Bretagne          École nationale supérieure de techniques avancées de Bretagne          IN VIVO          GIS SCAMPI</p>	
<p><b>ENVIRONNEMENT</b></p>	<p>Ifremer Brest          Agence des Aires Marines Protégées          Groupe d'Études Ornithologiques des Côtes-d'Armor          Groupe Mammalogique Breton des Côtes-d'Armor          VivArmor Nature          Centre d'Étude et de Valorisation des Algues</p>	
<p><b>ASSOCIATIONS CITOYENNES</b></p>	<p>Collectif Associations Environnementales des Côtes de Penthièvre et d'Émeraude (CAPE)          Côtes-d'Armor Nature Environnement          Association de Protection des Sites d'Erquy et ses Environs (APSEE)          Comité de vigilance pour la Sauvegarde des dunes et du littoral de Fréhel          Association de défense du site de Lancieux et de la Baie de la Beaussais          Association pour la qualité de la vie à Pléneuf-Val-André          Association Le Nouvel Essor d'Erquy          Association Bien vivre à Plurien</p>	

# Liste des études

Liste des études réalisées par Ailes Marines pour la réponse à l'appel d'offres du gouvernement ou réalisées suite à la nomination d'Ailes Marines comme lauréat de l'appel d'offres et terminées avant le débat public.

Études	Organisme ayant réalisé l'étude
Synthèse des campagnes de relevés géophysiques et géotechniques (campagne été 2012)	GeoSea
Étude bibliographique des engins explosifs	6 Alpha
Analyse des données océanographiques et météorologiques	Ailes Marines
Notice paysagère	Atelier de l'Isthme
Étude de l'impact sur le secteur de la pêche professionnelle	Océanic Développement
Étude préliminaire des interactions possibles entre le projet de parc éolien de Saint-Brieuc et les mammifères marins	CRMM (Centre de Recherche sur les Mammifères Marins)
État des lieux préliminaire sur l'intérêt ornithologique d'un site d'étude préalable à l'installation d'un parc éolien en mer	GEOCA (Groupe d'Études Ornithologiques des Côtes-d'Armor)
Rapport d'étude ornithologique préliminaire	GEOCA (Groupe d'Études Ornithologiques des Côtes-d'Armor)
Synthèse chiroptérologique des données historiques	GMB (Groupe Mammalogique Breton)
Pré-diagnostic chiroptérologique dans le cadre du projet d'implantation d'un parc éolien offshore en Baie de Saint-Brieuc	AXECO
Analyse des risques nautiques et maritimes : évaluation de l'impact du parc éolien sur la sécurité de la navigation et l'efficacité des secours	EARTHCASE
Bilan carbone du projet	Climat mundi

Liste des principales études en cours, lancées par Ailes Marines dans le cadre du développement du projet ou pour préparer les dossiers de demandes d'autorisations administratives nécessaires à celui-ci.

Études	Organisme réalisant l'étude
<b>Étude d'impact</b>	
1. Description du projet	
2. Analyse de l'état initial du site et de son environnement	
- Milieu physique	
- Milieu vivant	
- Patrimoine naturel, archéologique et paysager	
- Milieu humain	
3. Analyse des effets du projet sur l'environnement (phases installation, exploitation, démantèlement) sur les compartiments précédents	
4. Mesures de prévention, de réduction et de compensation (phases installation, exploitation, démantèlement)	
<b>Études techniques</b>	
Justification des choix technologiques retenus lors de l'appel d'offres	Ailes Marines
Transport des éléments et installation des éléments du parc éolien en mer	TECHNIP
Justification des moyens techniques prévus destinés à assurer la surveillance de la navigation	MARICO MARINE
<b>Relevés physiques de données à l'aide de moyens de mesure</b>	
Mesure de la ressource de vent	Ailes Marines
Mesure des conditions météo-océaniques	NortekMED

**Conception – rédaction – réalisation :**  Stratis – 16 bis, avenue Parmentier – 75011 PARIS – **Rédaction :** Blandine Bascouert, Amélie Groffier, Marie Lenoir, Edouard Durand  
www.agence-stratis.com – Tél. : 01 55 25 54 54

**Ressources iconographiques ~ Couverture :** Ailes Marines ~ **Avant-propos :** Ailes Marines ~ **Chapitre 1,** p. 10/11, 18/19, 20, 26, 27 : AREVA ; p. 24 : RES ; p. 29 : NEOEN MARINE ; p. 34, 36, 37 : Ailes Marines ~ **Chapitre 2,** p. 38/39, 59, 60, 68 : AREVA ; p. 42/43, 54, 55 : Ailes Marines ; p. 44 (gauche) : Hemera ; p. 44 (droite) : CRPMEM de Bretagne (2009) ; p. 45 : Côtes-d'Armor Tourisme ; p. 47 : CDV22 ; p. 52 : Istockphoto ; p. 53 : Côtes-d'Armor Tourisme/C. Le Brun-O.Guarigues ; p. 55 : Ailes Marines ; p. 64 : NSW ; p. 65 : Centrica ~ **Chapitre 3,** p. 70/71, 72, 73, 74, 76, 78, 82 : AREVA ; p. 77, 78, 79 : Technip ; p. 79, 84 : Ailes Marines ; p. 85/86 : CRPMEM de Bretagne (2009) ; p. 88 : CRMM/Observatoire PELAGIS/Gautier ; p. 89 : Alexis Chevallier ; p. 90 : Istockphoto ~ **Chapitre 4,** p. 93, 96, 97, 98, 101 : AREVA ; p. 102 : Zoonar ; p. 103 (haut) : C.Scoupe/DORIS ; p. 103 (bas) : J. Dubreull ; p. 104, 105, 113, 114 : Ailes Marines ; p. 107 : IN VIVO/E.Donfut ~ **Chapitre 5,** p. 116/117 : Ailes Marines.

**Ressources cartographiques et infographiques ~ Avant-propos,** p. 7 : Ailes Marines/reprise Stratis ~ **Chapitre 1,** p. 12, 13, 14, 15, 27, 28, 29 : Stratis ; p. 16, 25, 33, 37 : Moviken/Ailes Marines ; p. 23 : IBERDROLA/TECHNIP ~ **Chapitre 2,** p. 40, 43, 48, 50, 57, 58, 64 : Moviken/Ailes Marines ; p. 51 (haut), 54, 61, 62, 63, 66, 69 : Ailes Marines/reprise Stratis ; p. 46, 47 : CAD22 ; p. 51 : CRMM ; p. 60 : AREVA ~ **Chapitre 3,** p. 75 : Ailes Marines/reprise Stratis ; p. 83 : NEOEN MARINE/Moviken ~ **Chapitre 4,** p. 99, 105, 112 : Ailes Marines/reprise Stratis ; p. 113 : Moviken/Ailes Marines ~ **Chapitre 5,** p. 120/121 : Stratis.

**Impression :** ROTO ARMOR – Mars 2013

**Ailes Marines S.A.S.**  
créée par

**eole** **res**  
L'énergie à l'infini

 **IBERDROLA**

Ailes Marines  
40, rue la Boétie 75008 Paris