

Energies Marines Renouvelables Eolien offshore

ZSC FR5202011 Estuaire de la Loire Nord – ZSC FR5202012 Estuaire de la Loire Sud- Baie de
Bourgneuf – ZPS FR5212014 Estuaire de la Loire - Baie de Bourgneuf



CE PROJET EST COFINANCÉ PAR
LE FONDS EUROPÉEN DE DÉVELOPPEMENT RÉGIONAL

Définition

Les énergies marines renouvelables comprennent l'ensemble des technologies permettant de produire de l'électricité à partir de différentes forces ou ressources du milieu marin (vents, houle, courants et marées, gradients de température (Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire).

L'éolien offshore, installé en mer, permet de convertir l'énergie cinétique du vent en électricité.

Les éoliennes offshore, adaptées aux conditions marines (corrosion, tempêtes, mouvements des masses d'eau..), se distinguent notamment des éoliennes terrestres par leurs fondations, les fixant dans les fonds marins pour l'éolien « posé » jusqu'à 40 mètres de profondeur ou les y ancrant pour l'éolien « flottant », pouvant être installé au delà de 40 mètres et donc plus loin des côtes.

Contexte

Le modèle énergétique de la France, validé par la loi de transition énergétique pour la croissance verte promulguée en août 2015 fixe l'atteinte de 40 % d'énergies renouvelables dans la consommation d'électricité en 2030.

L'atteinte de cet objectif est en grande partie basée sur le développement des énergies marines renouvelables.

Le potentiel éolien offshore français est en effet le second d'Europe, derrière le Royaume-Uni.

Aucune éolienne en mer n'est actuellement présente dans les eaux territoriales françaises.



Figure 1 : Zones favorables à l'éolien en mer posé et flottant

La feuille de route pour 2023 de la programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE), issue du décret du 27 octobre 2016¹, fixe les objectifs de l'Etat en matière de développement des EMR pose l'atteinte par l'éolien en mer des capacités (en MW) suivantes :

Tableau 1 : caractéristiques des éoliennes en mer

	Puissance totale installée (31 décembre 2023)	Attribués
Posé	3000 MW	Entre 500 et 6 000 MW de plus, en fonction des concertations sur les zones propices, du retour d'expérience de la mise en œuvre des premiers projets et sous condition de prix
Flottant, hydrolien	100 MW	Entre 200 et 2 000 MW de plus, en fonction du retour d'expérience des fermes pilotes et sous condition de prix

Deux appels d'offres, lancés en 2011 et 2013 par le gouvernement, ont permis de retenir 6 projets de parcs éoliens posés : au Tréport, à Courseulles-sur-Mer, à Fécamp, à Saint-Brieuc, à Saint-Nazaire, entre les îles d'Yeu et de Noirmoutier. Un troisième appel d'offre est actuellement en cours au large de Dunkerque.

Concernant les éoliennes flottantes offshore, quatre sites ont été identifiés en Bretagne (1 au large de Groix et de Belle-Île en mer) et en Méditerranée lors de l'appel d'offres de l'ADEME en 2016.

On note également un projet de démonstrateur d'une éolienne flottante de 2MW dans le site d'essai en mer du SEM-REV dédié aux EMR au large du Croisic et baptisé Floatgen.

¹ <https://www.legifrance.gouv.fr/eli/decret/2016/10/27/DEVR1619015D/jo/texte>

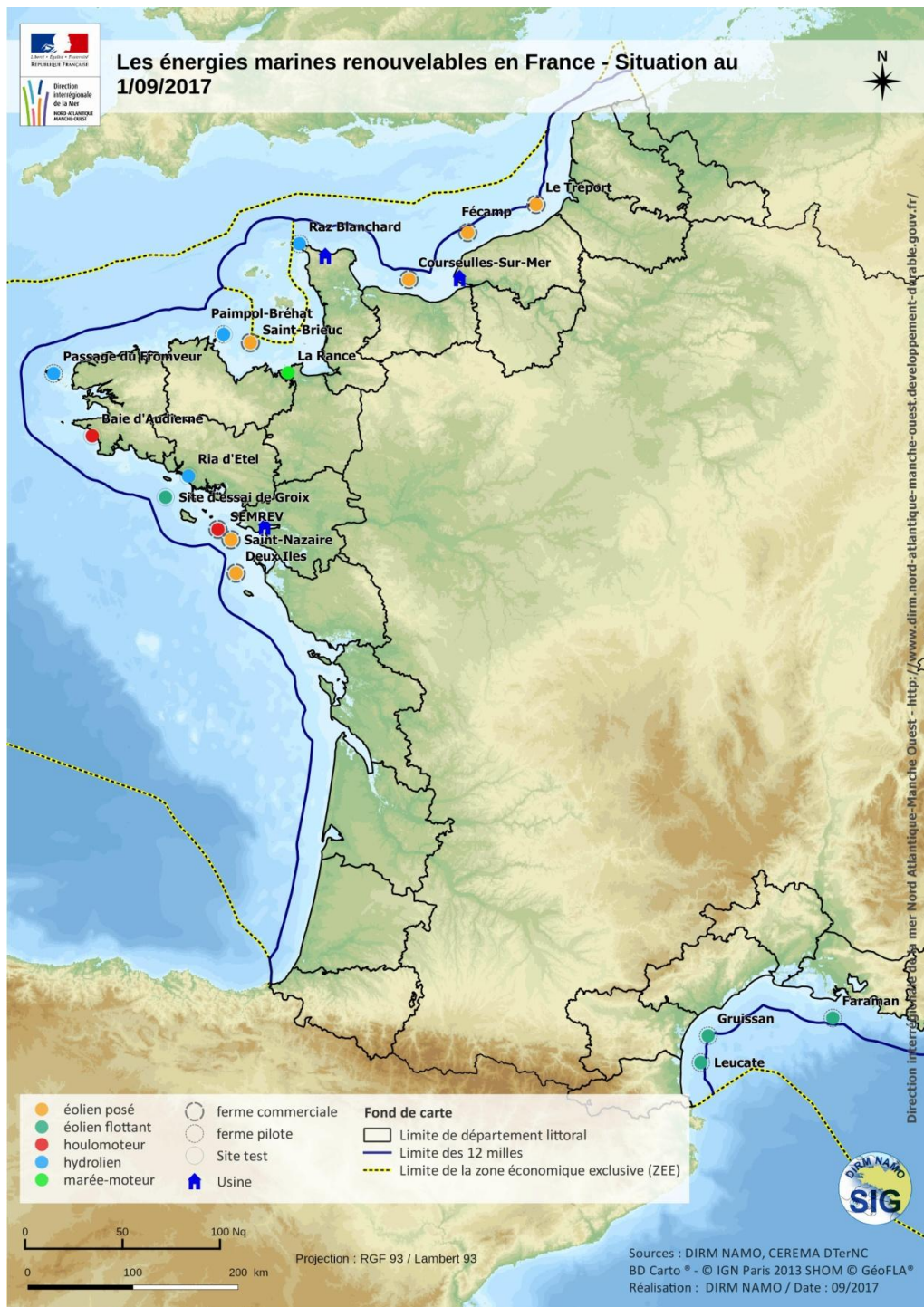


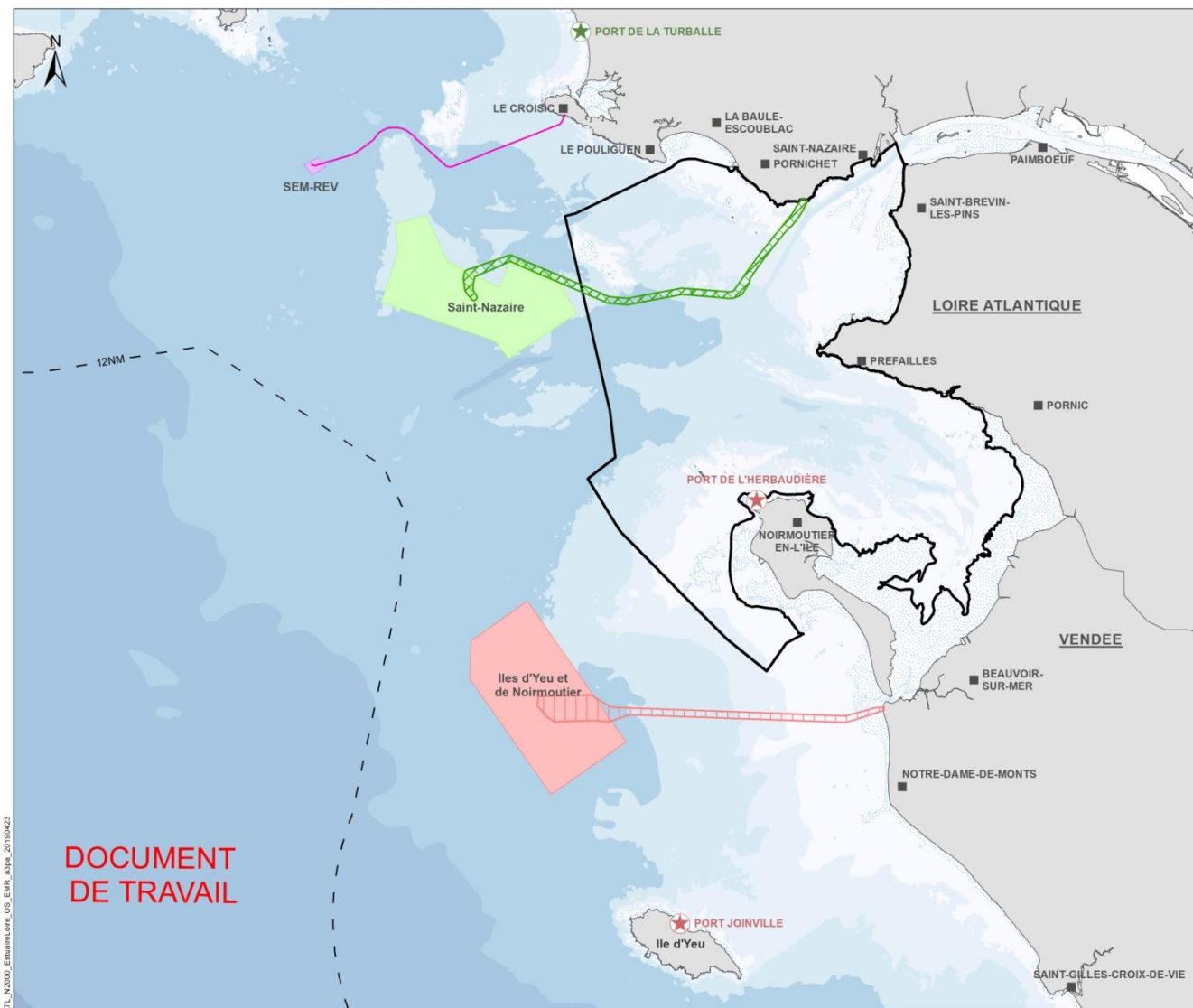
Figure n°2 : Les énergies marines renouvelables en France, situation au 01-09-2017

L'activité sur le site

Les trois projets éoliens des Pays de la Loire présentent des parcs situés en dehors de sites Natura2000 existants, mais à proximité immédiate des sites de la Loire externe. Le parc de Saint-Nazaire sera raccordé à terre par un câble passant au sein des sites.

SITES NATURA 2000 "ESTUAIRE DE LA LOIRE EXTERNE"
Diagnostic socio-économique : énergie marine renouvelable

Éditée le : **04/2019**



Sites Natura 2000 "estuaire de la Loire externe"

- Directive Oiseaux - ZPS (FR5212014)
- Directive Habitats-Faune-Flore - ZSC (FR5202011 et FR5202012)

Exploitation d'énergie marine renouvelable

- SEM-REV : Eolien flottant (Ferme précommerciale, en exploitation)
- Iles d'Yeu et de Noirmoutier : Eolien posé (Site en projet)
- Saint-Nazaire : Eolien posé (Site en projet)

> Câbles de raccordement

- Câble de raccordement électrique de l'éolienne Floatgen du site expérimental SEM-REV
- Emprise de la demande de raccordement électrique du parc éolien de Saint-Nazaire incluant la demande de concession d'utilisation du domaine public maritime
- Emprise de la demande de raccordement électrique du parc éolien "Iles d'Yeu et de Noirmoutier" incluant la demande de concession d'utilisation du domaine public maritime

> Bases de maintenance proposées

- Base de maintenance du parc de Saint-Nazaire
- Base de maintenance du parc des Iles d'Yeu et de Noirmoutier

0 5 10 kilomètres
 0 4 milles marins

Sources des données :
 - Réseau Natura 2000 en mer : AFB, 01/2019
 - EMR, périmètre des sites et base de maintenance : AFB
 - EMR, raccordement : DDTM44, DIRM SA et AFB, 01/2019
 - Fond de carte : IGN/SHOM*, IGN, IFREMER/SHOM*
 * : ne pas utiliser pour la navigation

Système de coordonnées: RGF 1993 Lambert 93
 Projection: Lambert Conformal Conic
 Datum: RGF 1993

AGENCE FRANÇAISE POUR LA BIODIVERSITÉ
 ÉTABLISSEMENT PUBLIC DE L'ÉTAT

ATL_N2000_EstuaireLoire_US_EMR_03pu_20190423

DOCUMENT DE TRAVAIL

Figure 2: énergies marines renouvelables dans le site Natura 2000 et à proximité

- *EOLIEN POSE*

Deux zones de développement de parcs éoliens offshore posé ont été identifiées :

- **La zone au large de Saint-Nazaire** et de l'estuaire de la Loire, retenue lors du premier appel d'offre (2011).
- **La zone des îles d'Yeu et de Noirmoutier**, au large de ces deux îles vendéennes, retenue dans le cadre du second appel d'offre (2013).

- *Parc éolien en mer de Saint-Nazaire :*

Le consortium EDF renouvelables/ Enbridge/ Général Electric a obtenu, le 17 mars 2016 l'autorisation au titre du code de l'environnement (Arrêté préfectoral n° 2016/BPUP/036) d'implanter et d'exploiter un parc éolien au large de la commune de Saint-Nazaire, sur des profondeurs de -12 à -23 mètres.

Le parc sera relié à terre à la plage de La Courance à Saint-Nazaire ; la base de maintenance retenue étant le port de La Turballe.

Le type de fondation des éoliennes est le monopieu. Il s'agit d'un pieu en acier de grand diamètre (environ 7m) enfoncé à une profondeur moyenne de 25 m dans le sous-sol marin, par battage et/ou forage, assurant ainsi la stabilité des équipements.

Tableau 2 : Caractéristiques du parc éolien en mer de Saint-Nazaire

Caractéristiques	
Nombre d'éoliennes	80 éoliennes « Haliade 150 »
Fabricant de l'éolienne	General Electric (Alstom) dans les usines de Montoir de Bretagne et Cherbourg. Assemblage à Saint-Nazaire.
Puissance unitaire	6 MW
Dimension	175m en bout de pale : pale de 75m (150 m de diamètre) et hauteur de la nacelle à 109m
Espacement entre éoliennes	1 km
Type de fondation	Monopieu
Technique d'installation	Battage/forage
Emprise / superficie	78 km ²
Réseau de câbles de raccordement entre éoliennes	120 km
Fonctionnement (vitesse du vent)	11 à 90 km/h (maximal à partir de 45km/h)
Construction	2019
Mise en service	2021
Puissance totale fournie	480 MW

o *Parc éolien des îles d'Yeu et de Noirmoutier :*

Le projet de parc est porté par la société Éoliennes en mer Îles d'Yeu et de Noirmoutier, dont les partenaires actionnaires sont Engie (ex GDF SUEZ), la société EDP Renewables et la Caisse des Dépôts.

La zone d'implantation, située à 12km de l'île d'Yeu et 16,5 km de Noirmoutier, présente des fonds marins variant entre 17 mètres et 35 mètres de profondeur.

Pour acheminer l'électricité produite par les éoliennes, RTE prévoit le raccordement du parc par une double liaison à 225 000 volts sous-marine, d'environ 27 km, jusqu'à un point d'atterrissage situé sur le littoral, plage de la grande côte sur la commune de la Barre-de-Monts.

Deux bases d'exploitations et de maintenance seront créées, l'une à Port-Joinville, l'autre à L'Herbaudière.

Le type de fondation des éoliennes retenu pour ce projet est le jacket. Il s'agit d'une structure tubulaire en treillis sur 4 pieux creux en acier de 2,2m de diamètre. Les pieux sont enfoncés à une profondeur de 20m dans le sol marin, et sont remplis de béton.

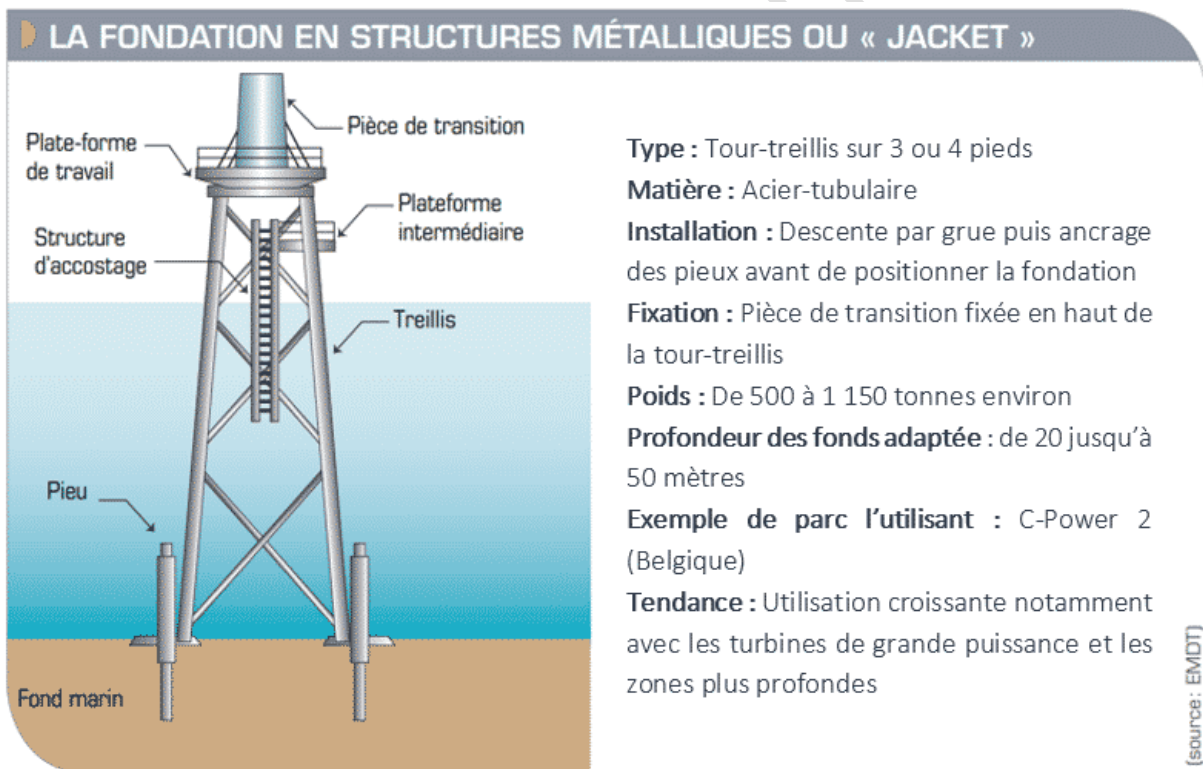


Figure 3 : Fondation des éoliennes du parc de Noirmoutier et de l'île d'Yeu

Source : <https://iles-yeu-noirmoutier.eoliennes-mer.fr/focus-les-fondations-de-eoliennes-en-mer/>

Tableau 3 : Caractéristiques du parc éolien en mer de Noirmoutier et de l'île d'Yeu

Caractéristiques	
Nombre d'éoliennes	62
Fabricant de l'éolienne	Société Siemens Gamesa (dans les usines de construction et d'assemblage au Havre)
Puissance unitaire	8 MW
Hauteur (en mètres)	202m en bout de pôle: pôle de 81m (diamètre 167m) et hauteur de nacelle de 118,5m
Espacement	1 à 1,6 km
Type de fondation	Jacket 4 pieux (2,2m de diamètre)
Technique d'installation	forage
Emprise / superficie	83 km ²
Réseau de câbles de raccordement entre éoliennes	82,5 km
Fonctionnement	11 à 108 km/h (maximal à partir de 43km/h)
Construction	2020
Mise en service	2022
Puissance totale fournie	496 MW (durée de fonctionnement 20 à 25 ans)

- *EOLIEN « FLOTTANT » : LE PROJET FLOATGEN*

Le site d'expérimentation d'énergies marines renouvelables de l'Ecole Centrale de Nantes ou SEM-REV accueille, à 12 miles nautiques (22km) du Croisic, par 33 mètres de profondeur, la première éolienne flottante en Europe. L'objectif est de démontrer la faisabilité et le potentiel du système flottant en eaux profondes d'un point de vue technique, économique et environnemental. Le système d'ancrage choisi est un ancrage semi-tendu comprenant 6 lignes en fibre synthétique (nylon).

Ce projet, porté par une start-up française, Ideol, associe en consortium 4 partenaires industriels européens et 2 établissements de recherche : Ecole centrale de Nantes, Bouygues Travaux Publics, RSK Group, ZABALA, FRAUNHOFER-IWES, Université de Stuttgart.

L'éolienne FloatGEN (modèle Vestas de 2MW), inaugurée en octobre 2017 suite à l'installation de son système d'ancrage en juillet 2017, a été installée en avril 2018 et mise en service en octobre 2018 après remorquage depuis Saint-Nazaire de son flotteur de 36 mètres de côté. Elle est raccordée à terre au Croisic par forage dirigé.

Pressions potentielles

Différentes pressions peuvent s'exercer en phase travaux (installation et démantèlement) et en phase d'exploitation.

En phase travaux, l'installation d'éoliennes posées (battage et/ou forage notamment) induit de **fortes émissions sonores sous-marines** pouvant nuire aux mammifères marins et aux poissons en endommageant leur système auditifs ou simplement en les dérangeant. C'est notamment le cas pour les fondations monopieux battus.

A la différence des éoliennes en mer posées, les travaux sur le site pour les éoliennes flottantes sont limités : les éoliennes sont assemblées et testées intégralement sur un site portuaire. Les travaux sur le site concernent donc seulement l'installation des ancrages et des câbles de transport de l'électricité, contrairement à un parc éolien posé qui peut nécessiter avant l'implantation des fondations, une préparation du sol (nivelage). Des **dommages physiques et perte d'habitats** sont alors engendrés pendant cette phase de travaux qui génère également une **remise en suspension des sédiments** pouvant affecter la qualité de l'eau.

Les effets attendus **en phase d'exploitation** sont liés à l'occupation du site par les éoliennes et les câbles de transport d'électricité. La principale pression exercée est faite par les pales qui sont en mouvement. L'avifaune (et éventuellement les chiroptères) en transit ou exploitant la zone peut percuter les pales (**effet collision**), éviter la zone (**perte d'habitat**) ou contourner l'obstacle que constitue le parc (**effet barrière**). Les lignes d'ancrage des flotteurs peuvent aussi raguer le fond et **endommager les habitats benthiques** amoindrissant ainsi leur fonctionnalité écologique. D'autre part, l'effet « récif » des fondations, par la colonisation d'un substrat dur, peut favoriser l'implantation d'espèces non indigènes (en servant de relai dans l'expansion des populations d'espèces opportunistes).

Si les impacts des câbles électriques sont déjà évalués dans les projets d'éoliennes posées (perte d'habitats benthiques notamment), les impacts des ancrages des flotteurs et des lignes d'ancrages restent à déterminer, notamment en ce qui concerne le bruit généré et les impacts possibles pour les mammifères marins (enchevêtrement). Il reste également des pressions peu évaluées car sous-documentées, telles que l'effet du champ électromagnétique émis par les câbles électriques sur la faune marine ou encore l'effet de la contamination des anodes sacrificielles servant de moyens pour lutter contre la corrosion qui équipe les fondations métalliques (plusieurs tonnes par pieu). Les premiers parcs devraient apporter des données précieuses pour améliorer les connaissances de ces effets sur le milieu.

Actions de suivi existantes

Des suivis environnementaux ont été définis dans le but de mieux comprendre et évaluer les impacts des parcs éoliens sur l'environnement lors des différentes phases de projet (construction, exploitation, démantèlement), mais aussi pour évaluer l'efficacité des mesures d'évitement, de

réduction et de compensation mises en place. Un comité de suivi a été créé par arrêté préfectoral d'autorisation pour les deux parcs éoliens de Saint Nazaire et d'Yeu-Noirmoutier, afin d'analyser les protocoles de mise en œuvre de ces mesures et étudier leurs résultats. Ce comité de suivi regroupe les compétences techniques et scientifiques à travers la participation des services déconcentrés de l'Etat, des établissements publics comme l'IFREMER, le CEREMA, l'AFB, et le MNHN.

Les suivis mis en place dans le cadre des parcs éoliens de St Nazaire et des deux îles peuvent concerner les espèces et habitats du site Natura 2000 Estuaire de la Loire externe. En voici quelques-uns :

- le suivi de la fréquentation de l'avifaune et des mammifères marins à large échelle par avion et bateau (ainsi que l'évaluation comportementale des espèces au sein du parc éolien)
- suivis télémétriques des goélands, puffin des Baléares
- campagne de baguage (Periscope)

Des mesures de réductions pourraient également concernées les espèces et habitats des sites N2000 Estuaire de la Loire externe :

- Soutien à la mise en œuvre d'action de préservation des îlots utilisés comme site de nidification en particulier des goélands
- Améliorer les conditions d'accueil de la halte migratoire des Puffins des Baléares

A noter que le projet de parc éolien flottant FLOATGEN comportera également un comité en charge du suivi des mesures environnementales (*l'arrêté préfectoral est en cours de rédaction*), mais le projet étant de plus petite dimension (4 machines contre 80 éoliennes pour le projet de Saint Nazaire), les mesures de suivis ont une emprise plus limitée et sont moins nombreuses.

Bibliographie :

MEEM, Guide d'évaluation des impacts sur l'environnement des parcs éoliens en mer, 2017

PAMM, *Évaluation initiale des eaux marines, Sous-région marine Golfe de Gascogne*. Approuvé par arrêté inter-préfectoral du 19 décembre 2012 : http://www.dirm.nord-atlantique-manche-ouest.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/2_GdG_-_PI_cle777715.pdf .

http://www.enr.fr/userfiles/files/Brochures%20EMR/SER-BrochureEMR2014_web.pdf

<https://sem-rev.ec-nantes.fr/floatgen/>

<https://iles-yeu-noirmoutier.eoliennes-mer.fr/>

<https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/D%C3%A9cret.pdf>

Arrêté préfectoral d'autorisation au titre de la loi sur l'eau relatif au projet du parc éolien de Saint-Nazaire :

<http://www.loire-atlantique.gouv.fr/content/download/20698/148847/file/AP%20du%2017%20mars%202016%20Parc.pdf>

Arrêté préfectoral d'autorisation au titre de la loi sur l'eau relatif au projet du parc éolien d'Yeu et de Noirmoutier :

http://www.vendee.gouv.fr/IMG/pdf/arrete_lse_parc.pdf