

#5

QUEL ÉTAT D'AVANCEMENT DES ÉNERGIES RENOUVELABLES EN MER EN FRANCE ? QUELLES SONT LES ALTERNATIVES À L'ÉOLIEN EN MER POSÉ ?

Le développement des énergies renouvelables en mer est au cœur de la stratégie énergétique française visant à diversifier sa production électrique, à réduire sa dépendance énergétique et lutter contre le changement climatique. Plusieurs technologies de production d'énergie d'origine renouvelable en mer existent :

- l'énergie éolienne en mer, qui utilise le vent ;
- l'énergie hydrolienne, qui utilise les courants marins ;
- l'énergie houlomotrice, qui utilise la houle (vagues) ;
- l'énergie thermique des mers, qui utilise les différences de température entre les eaux de surface et les eaux profondes ;
- l'énergie marémotrice, qui utilise les marées.

Ces technologies sont à des stades de développement divers, l'éolien en mer posé étant le plus avancé.

L'éolien en mer

L'énergie éolienne transforme l'énergie mécanique du vent en énergie électrique. Une éolienne en mer, posée sur le fond de la mer ou installée sur un flotteur ancré au fond de la mer, bénéficie de vents plus fréquents, plus forts et plus réguliers qu'une éolienne à terre. La France dispose d'un fort potentiel pour le développement de l'éolien en mer, compte tenu des atouts naturels de son territoire (11 millions de km² d'eaux sous sa juridiction) ; elle bénéficie en effet du 2^{ème} gisement de vent pour l'éolien en mer en Europe après la Grande-Bretagne.

La ressource connue est concentrée majoritairement au large des côtes de Normandie, de Bretagne et des Pays de Loire pour l'éolien posé, et au large des côtes de Bretagne, des Pays de Loire et du Golfe du Lion pour l'éolien flottant.



Fiche #6
« Où en est-on aujourd'hui
de l'éolien en mer posé en
France ? »

L'éolien en mer posé, la filière la plus mature des énergies renouvelables en mer

L'éolien en mer posé représente le plus fort potentiel de développement en milieu marin dans la décennie à venir et France et dans le monde. Depuis 10 ans, la France a appuyé son développement en lançant 3 procédures de mise en concurrence pour des parcs éoliens en mer posés en 2011, 2013 et 2016, totalisant 3,6 GW répartis dans 7 projets en Manche et en Atlantique. Ils sont situés au large de Dunkerque, Dieppe Le Tréport, Fécamp, Courseulles-sur-Mer, Saint-Brieuc, Saint-Nazaire et Yeu-Noirmoutier.

L'éolien flottant

La filière éolienne flottante est aujourd'hui au stade de développement pré-commercial. Elle a bénéficié d'un appel à projets du Programme d'Investissements d'Avenir géré par l'ADEME pour le déploiement de fermes pilotes, lancé en août 2015, dont l'objectif est de tester plusieurs technologies de flotteurs. Dans ce cadre, 4 projets, chacun d'une puissance de 24 MW, ont été désignés lauréats en 2016 :

- le projet « **Provence Grand Large** » porté par EDF Renouvelables, avec des turbines Siemens Gamesa et des flotteurs SBM, sur la zone de Faraman en Méditerranée qui se compose de 3 éoliennes de 8 MW ;
- le projet « **les éoliennes flottantes Golfe du Lion** » porté par Engie/EDPR/CDC, avec des turbines General Electric et des flotteurs Eiffage/PPI, sur la zone de Leucate en Méditerranée qui se compose de 4 éoliennes de 6 MW ;
- le projet « **Eolmed** » porté par Quadran à Gruissan en Méditerranée qui se compose de 4 éoliennes Senvion de 6 MW et de flotteurs Bouygues Travaux Publics et Ideol ;
- le projet « **les éoliennes flottantes de Groix** » porté par Eolfi/CGN à Groix en Bretagne qui se compose de 4 éoliennes General Electric de 6 MW et de flotteurs de conception DCNS.

Les 4 projets de fermes pilotes sont soutenus au total à hauteur d'environ 300 M€ d'aide à l'investissement par le Programme des investissements d'avenir. La production électrique bénéficie d'un tarif d'achat à 240 €/MWh sur 20 ans.

Ce coût a vocation à baisser rapidement dans le cadre des futures fermes commerciales, et à terme il est attendu une convergence des prix de l'éolien flottant vers ceux de l'éolien posé d'ici une dizaine d'années.

LES PROJETS DÉMONSTRATEURS D'EOLINK ET DE FLOATGEN

Les éoliennes en mer d'EOLINK et de Floatgen ont été les premières éoliennes flottantes installées sur les côtes françaises à exporter de l'électricité vers le réseau de transport d'électricité. Installées au large de Saint Anne du Portzic dans le Finistère pour EOLINK, et au large du Croisic en Loire Atlantique pour Floatgen, elles sont entrées en production en 2018.

Lancé en 2017, le projet d'**EOLINK** a permis de tester une éolienne flottante de 12 MW à l'échelle 1/10^{ème}, dans le cadre d'un partenariat avec l'IFREMER. EOLINK a conçu et mis au point l'ensemble du système : turbine, flotteur, ancrages et contrôle-commande. L'IFREMER a mis à disposition son site d'essais en mer et a procédé à l'installation des parties sous-marines (ancre et câble d'export). L'éolienne a été connectée au réseau en avril 2018. Ce projet a été soutenu par la Région Bretagne.

Le projet **Floatgen** a débuté en 2013 et a réuni 7 partenaires européens : Ideol a conçu le système flottant (la fondation, le système d'ancre et la configuration du câble de transport d'électricité) et a fourni l'éolienne de 2 MW ; l'école Centrale de Nantes a fourni le système d'ancre et a mis à disposition son site d'essais en mer ; Bouygues Travaux Publics a construit la fondation flottante. Ce projet a été soutenu par l'Union Européenne (UE) dans le cadre du 7^{me} Programme-cadre européen de Recherche et de Développement (FP7), par l'ADEME dans le cadre du Programme des investissements d'avenir et par la Région Pays de Loire.

L'état d'avancement des autres énergies renouvelables

Au-delà des filières éoliennes en mer, d'autres énergies renouvelables peuvent être installées en milieu marin. Elles sont cependant à des stades de développement encore amont.

Disposant des courants parmi les plus forts au monde, la France présente un **potentiel technique hydrolien** (avant prise en compte des contraintes d'autres usages ou environnementales) estimé à 3 GW environ en France Métropolitaine, soit 30 % de la ressource européenne, situé au Raz Blanchard en Normandie et au passage du Fromveur en Bretagne. Plusieurs projets¹ de démonstrateurs d'hydrolienne marine ont été immergés et connectés au réseau électrique avec succès. Un appel à projet de l'ADEME pour des fermes pilotes d'hydroliennes pré-commerciales a également été lancé dans le Raz Blanchard, avec deux projets lauréats. Du fait que les zones propices à l'installation d'hydroliennes de grande dimension (bathymétrie adaptée et forts courants) soient rares, mais non négligeables, et que le potentiel technique soit limité à l'échelle de la planète et les coûts relativement élevés, l'hydrolien est une technologie qui doit encore faire ses preuves pour une éventuelle émergence à grande échelle.

Concernant **l'énergie houlomotrice**, l'ADEME évalue la capacité théorique du littoral français à 400 TWh avec l'objectif d'exploiter 10 % de ce potentiel, principalement sur la façade Atlantique. Cette technologie n'est cependant qu'au stade de la Recherche et Développement. Actuellement, le site d'essais en mer de l'École Centrale de Nantes (SEM REV du Croisic) est le seul site accueillant une expérimentation de cette technologie.

L'énergie thermique des mers pour la production d'électricité a un potentiel dans les zones tropicales mais pas en France métropolitaine. Plusieurs démonstrateurs ont été financés dans les autres-mer, mais cette technologie n'est pas adaptée aux caractéristiques de la façade Manche Est Mer du Nord : les différences de température entre la surface et le fond, et la profondeur de la mer, ne sont pas assez importantes pour produire de l'électricité, mais peuvent être intéressantes pour produire de la chaleur ou du froid (avec par exemple un projet de géothermie marine à Marseille²).

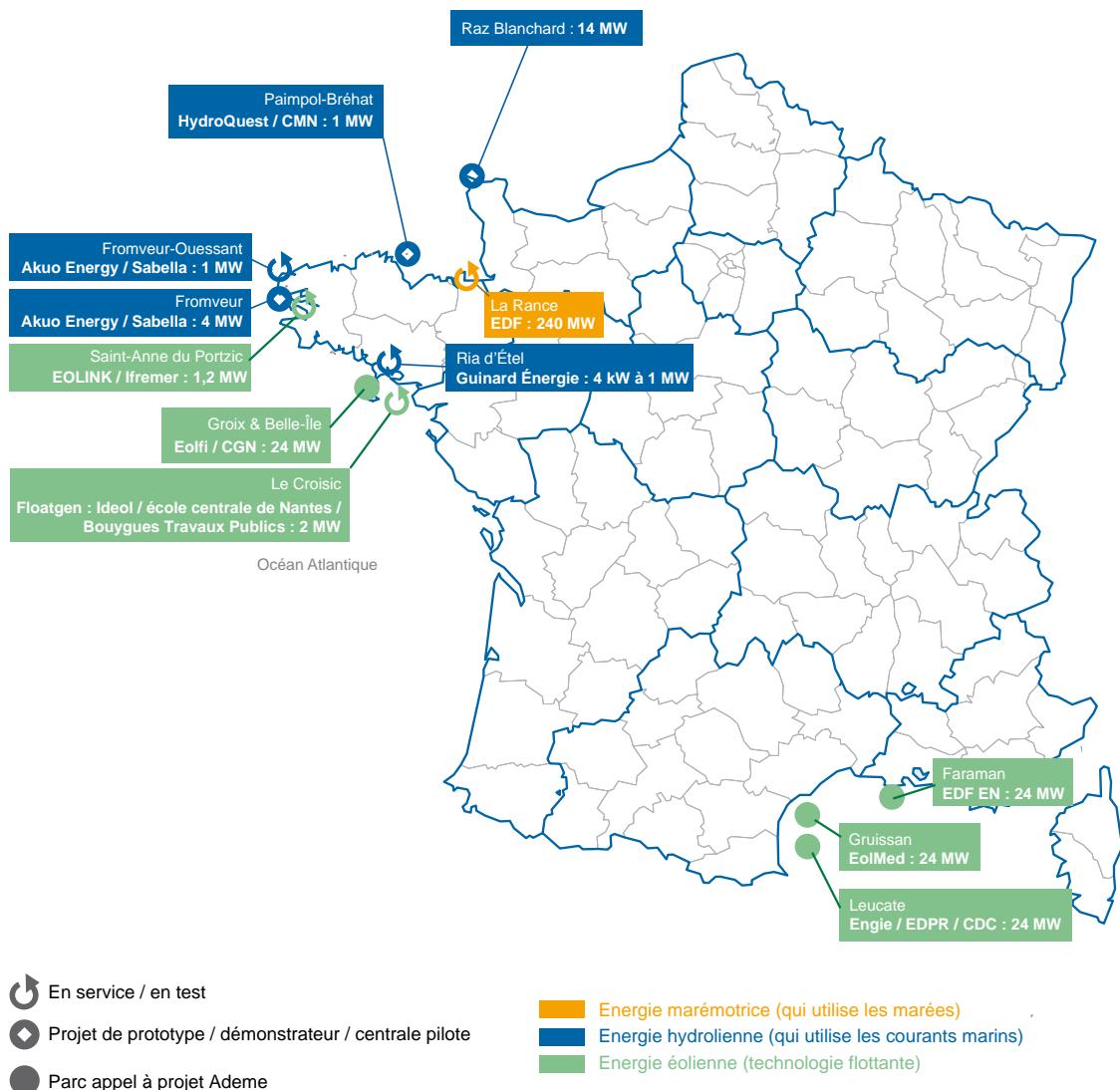
La poursuite du développement des énergies renouvelables en mer nécessite une politique industrielle engagée, volontariste et incitative. À ce titre, la France dispose de nombreux acteurs, laboratoires et organismes scientifiques et industriels qui possèdent les compétences et l'expertise pour créer une filière industrielle française compétitive pour gagner de nouveaux marchés en Europe et dans le monde. Le développement des énergies renouvelables en mer se poursuit dans le cadre d'une gestion intégrée de l'environnement en concertation avec les différents acteurs et en cohérence avec les autres énergies renouvelables.

Si de nombreux projets de R&D permettront d'identifier les potentiels énergétiques et économiques des technologies d'énergies renouvelables en mer, elles ne constituent pas des alternatives à l'éolien en mer posé pour les prochaines années.

1. Hydrolienne Sabella de 1 MW immergée à Ouessant en octobre 2018, hydrolienne Guinard Énergies de 250 kW immergée à Etel en février 2019, hydrolienne OceanQuest de 1 MW immergée à Paimpol-Bréhat en avril 2019.

2. Pour en savoir plus, détail du projet Thassalia sur le site du porteur de projet : <https://www.engie.com/activites/electricite/geothermie-marine/>

Projets en mer d'énergies marémotrices, hydroliennes et d'éoliennes flottantes en France (2019)



Source MTEs