

Énergies marines renouvelables : place dans les politiques énergétiques, projets et acteurs

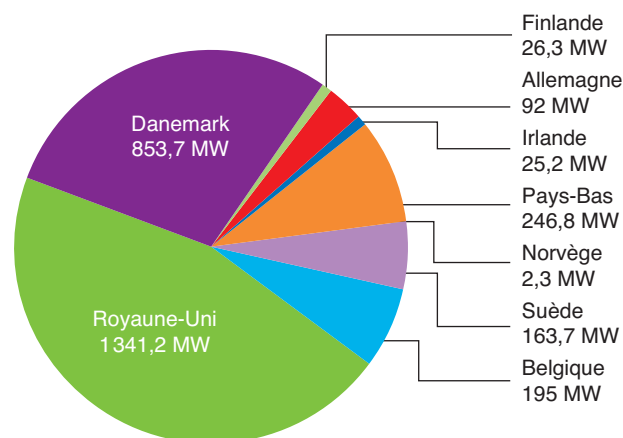
Les énergies marines sont maintenant une réalité dans le paysage scientifique et seront dorénavant de plus en plus présentes sur le terrain industriel. Tirées par les politiques publiques et les objectifs de développement des énergies renouvelables, les projets se multiplient et les acteurs industriels fourbissent leurs armes afin de se positionner au mieux sur les premiers appels d'offres.

Les énergies marines renouvelables (EMR) n'ont pas toutes le même degré de maturité aux niveaux technique, économique ou industriel. À l'heure actuelle, seul l'éolien offshore posé (turbines installées sur fondations dans des profondeurs d'eau pouvant atteindre 30 à 40 m) peut être considéré comme une vraie filière industrielle avec l'installation de fermes au large des côtes européennes.

En Europe à fin 2010, le parc éolien offshore déjà installé se monte à 3 294 Mégawatts (MW) avec comme principales bases de déploiement : 1 218 MW au Royaume-Uni, 866 MW au Danemark et 246 MW aux Pays-Bas. La France n'apparaît pas encore comme un pays doté de capacités éoliennes offshore (figure 1). Dans le reste du monde, on compte des fermes de petite taille en Chine, en Corée du Sud et au Japon, mais une seule ferme opérationnelle, de taille comparable à ce qui se fait en Europe, en Chine (ferme de Shanghai Donghai Bridge).

L'énergie marémotrice est sans doute la filière des énergies marines renouvelables (hors éolien offshore) la mieux maîtrisée techniquement à l'heure actuelle. L'usine de la Rance (région Bretagne, France) fournit d'ailleurs de l'énergie en quantité très importante (240 MW installés fournissant environ 500 GWh/an) au réseau depuis 1977. D'autres installations existent dans le monde mais les projets sont cependant assez rares étant donné le faible nombre de sites favorables à une implantation d'usines marémotrices. Cette limitation empêche d'ailleurs de considérer cette énergie comme un axe fort de développement des énergies marines renouvelables.

Fig. 1 – Capacité éolienne offshore installée en Europe



Source : EWEA - The European Offshore Wind Industry Key Trends and Statistics 2010

Quant aux autres énergies marines, que ce soit l'énergie des vagues, des courants ou l'énergie thermique des mers (voir fiche Panorama 2011 "Les énergies renouvelables marines"), les capacités installées sont pour l'instant négligeables à l'échelle industrielle. Il reste à surmonter des défis au niveau des projets de R&D et à démontrer la viabilité de ces solutions grâce à des essais en mer.

La part des énergies marines dans le mix électrique

Au niveau européen, l'objectif des 20-20-20 est le paysage de fond du développement des énergies marines. Il s'agit pour les pays européens d'atteindre 20 % de réduction des émissions de gaz à effet de serre, 20 % d'économie d'énergie et 20 % d'énergie renouvelable dans la consommation

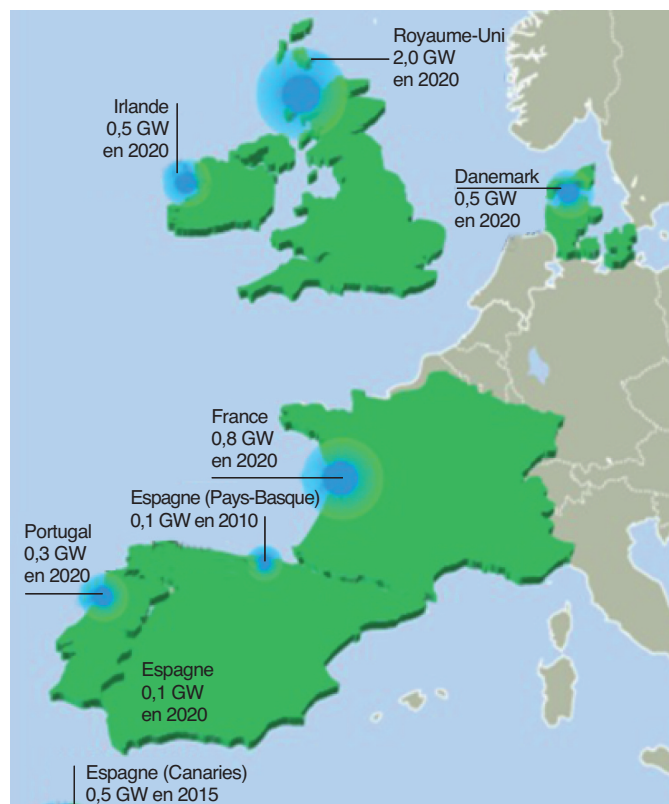
Énergies marines renouvelables : place dans les politiques énergétiques, projets et acteurs

totale d'énergie. L'éolien terrestre est déjà bien placé et bien exploité dans de nombreux pays et les énergies marines renouvelables, dont l'éolien offshore, représentent un complément, voire un passage obligé pour des pays ou des zones isolées comme les DOM-TOM, afin de générer de l'électricité "verte".

L'Europe possède de très beaux gisements d'énergie récupérables, avec le Royaume-Uni et la France comme principaux pays ressources. Les pays européens dotés de façades maritimes l'ont bien compris et ont des stratégies ambitieuses pour le développement des énergies marines.

Des feuilles de route existent afin d'entrevoir comment valoriser ces potentiels : l'*European Wind Energy Association* (EWEA) cite notamment un chiffre de 40 GW de capacités éoliennes offshore installées en 2020 en Europe.

Fig. 2 – Les objectifs de déploiement des EMR (hors éolien offshore) des pays européens



Source : EU-OEA/European Ocean Energy Association

Les pays les plus proactifs se sont dotés d'objectifs de déploiement. Le Royaume-Uni est le plus ambitieux avec un objectif de 2 000 MW pour les vagues et courants

et de 33 000 MW pour l'éolien offshore en 2020, alors que le Danemark et l'Irlande visent 500 MW à ce même horizon. Plus modestes, le Portugal et l'Espagne souhaitent atteindre respectivement 300 MW et 100 MW d'ici à 2020 (uniquement vagues et courant) (figure 2).

De son côté, la France s'est fixé deux objectifs : l'un de 800 MW d'énergies marines renouvelables vagues et courants, et l'autre de 6 000 MW d'éolien offshore installés en 2020.

Il s'agit maintenant de savoir comment transformer ces objectifs de capacité d'énergie intermittente en kWh effectivement produits et envoyés au réseau.

Les pays se donnent les moyens d'atteindre leurs objectifs

La poursuite de ces objectifs se fait généralement via des appels d'offres. En ce moment a lieu l'appel d'offres au niveau français. Doté de 10 milliards d'euros, il porte sur l'installation de parcs d'éoliennes offshore au large des côtes françaises pour un total de 3 000 MW. Cinq sites ont été retenus : Saint-Brieuc, Saint-Nazaire, Dieppe-Le Tréport, Fécamp, Courseulles-sur-mer et chaque site accueillera des fermes éoliennes avec des capacités comprises entre 400 et 750 MW. La moitié des 6 000 MW (soit environ 600 machines de 5 MW) devra être installée avant 2015 pour une mise en service finale en 2017-2018.

Le lancement d'un nouvel appel d'offres de 3 GW est prévu pour début 2012 ; il pourrait inclure d'autres EMR que l'éolien.

À l'étranger, la Grande-Bretagne est en avance dans ce domaine puisque des sites avaient déjà été attribués en 2010 par le *Crown Estate* (organisme gérant le patrimoine côtier au Royaume-Uni) aussi bien pour l'éolien offshore que pour les énergies des vagues et des courants. Ainsi 31 projets vagues et courants sont prévus pour une capacité totale dépassant les 1,6 GW, ce qui montre bien l'avance que possèdent dans ce domaine nos voisins britanniques.

Des enjeux majeurs au niveau de la recherche et développement

Au-delà des aides tarifaires, des sites alloués et compte tenu de la maturité encore insuffisante de ces technologies marines, les aides à la recherche sont également très importantes. Aux États-Unis, une aide à la R&D de 50 M\$/an sur 2008-2012 a été débloquée suite à la

Énergies marines renouvelables : place dans les politiques énergétiques, projets et acteurs

signature du *Marine and Hydrokinetic Renewable Energy Research and Development Act* en 2007. Alstom, le *Massachusetts Institute of Technology* et le *National Renewable Energy Laboratory* ont ainsi obtenu 4,1 M\$ du DOE pour travailler à la réduction du coût des turbines éoliennes offshore.

Au niveau européen, le 7^e programme-cadre (FP7) réserve une place aux EMR avec deux appels à projets : l'un sur l'éolien grande échelle pour développer des turbines de 10 à 20 MW et l'autre pour lancer des premières fermes vagues et courants connectées au réseau. Le FP8 est en train d'être défini et on peut espérer une place encore plus importante des thématiques EMR dans les prochains appels à projets.

Toujours au niveau européen, NER300 est une initiative qui vise à financer des projets de démonstration axés sur le captage et le stockage du carbone ainsi que des technologies innovantes liées aux énergies renouvelables. Quatre projets d'hydroliennes auraient été déposés (pour des fermes entre 8 et 20 MW) dont un projet français. Deux projets britanniques houlomoteurs, deux projets éolien offshore flottant et un projet français de récupération de l'énergie thermique des mers complètent un dossier EMR bien fourni pour cette initiative inédite.

Au niveau français, l'Ademe a lancé un Appel à Manifestation d'Intérêt (AMI) "Grand éolien", qui vise à développer des composants pour de grandes turbines posées (donc hors éoliennes flottantes) et financer une plate-forme d'essai. Depuis celui de 2009, aucun AMI supplémentaire n'a vu le jour sur les projets vagues et courants mais cela pourrait changer prochainement, d'autant plus que des projets existent, financés par Oseo ou le Fonds Unique Interministériel.

Pour ce qui est de la R&D, au Royaume-Uni, Supergen Marine se positionne comme une communauté de moyens au service de thématiques de recherche communes. Son parallèle français, l'IEED France Énergies Marines, en attente d'une labellisation finale, devrait investir 140 M€ sur dix ans dans le développement de la filière EMR, et visera le déblocage des verrous limitant encore leur développement, qu'ils soient techniques ou non, ainsi que la mise en place de sites d'essai.

En réponse, la filière industrielle se met en place

Les domaines politique et scientifique sont en pleine ébullition et c'est aussi le cas pour les industriels. Les acteurs de l'industrie jouent des coudes pour se positionner au mieux sur le créneau des énergies marines.

Les dernières années avaient plutôt vu les énergies marines être le lieu de foisonnement d'une multitude de petits acteurs aux moyens assez limités, développeurs d'une technologie en particulier. Cela a bien changé depuis quelques mois et nous avons pu observer l'entrée de gros acteurs industriels du secteur de l'énergie : équipementiers, ingénieuristes ou énergéticiens.

Citons notamment les partenariats d'EDF Energy avec OpenHydro pour le développement de fermes d'hydroliennes, de Scottish Southern Energy Renewables avec Aquamarine Power sur la même thématique, ou encore d'EON avec Scottish Power Renewables sur l'énergie des vagues. Ces derniers ont d'ailleurs obtenu des sites du *Crown Estate* comme l'a fait Vattenfall en s'associant avec Pelamis Wave Power, l'inventeur du célèbre serpent de mer.

Nous assistons en ce moment à une lutte entre les acteurs qui fait baisser leur nombre et émerger les plus forts, approchés par des gros industriels attirés par les technologies les plus prometteuses. Lockheed Martin s'est ainsi allié à Ocean Power Technologies afin de commercialiser leurs concepts et Siemens a investi dans la technologie hydrolienne de Marine Current Turbines.

En ce qui concerne l'énergie thermique des mers, cette thématique a attiré deux acteurs majeurs du domaine de la défense avec Lockheed Martin et DCNS.

Dans le même temps de nombreuses alliances entre "gros" acteurs ont eu lieu ces derniers mois, notamment pour l'éolien offshore. On voit ainsi des acteurs joindre leurs savoir-faire comme STX et Alstom pour le développement d'éoliennes offshore ou encore DCNS et STX s'allier pour le développement de structures et de fondations pour les systèmes EMR.

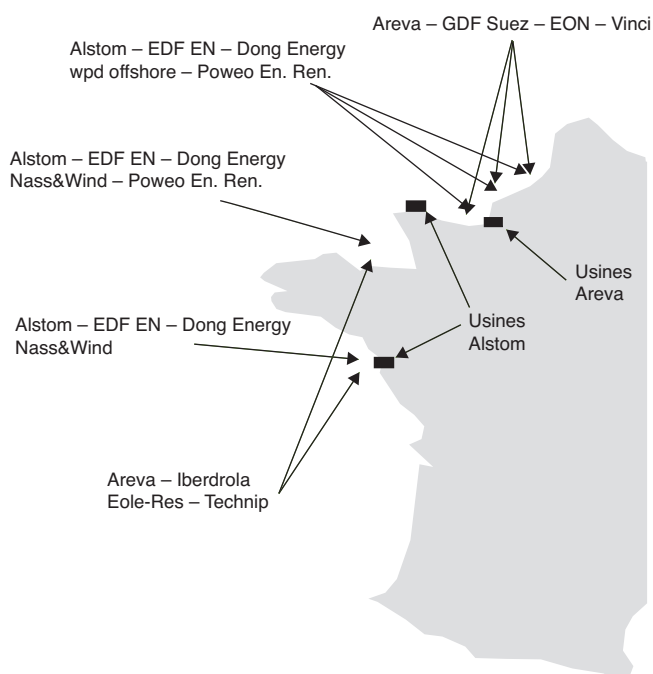
Enfin, les industriels s'organisent en consortiums (figure 3). C'est le cas de Dong Energy, EDF Energies Nouvelles, Nass&Wind Offshore, Poweo ENR, Alstom Power et wpd offshore afin de répondre à l'appel d'offres français éolien offshore, ou encore d'Areva, Iberdrola Renewables et Technip rejoints par Eole-Res (développeur de projets d'énergies renouvelables) pour les zones de Saint-Brieuc et Guérande, et à nouveau d'Areva allié à GDF Suez et Vinci (et peut-être bientôt EON) sur les sites de Dieppe-Le Tréport, Fécamp et Courseulles-sur-Mer.

Plus en amont, IFP Energies nouvelles (IFPEN) développe, en partenariat avec Principia, sur la base du logiciel DeepLines™ un outil de simulation intégré du comportement dynamique d'éoliennes offshore fixes et

Énergies marines renouvelables : place dans les politiques énergétiques, projets et acteurs

flottantes dans leur environnement. Cet outil fait l'objet du JIP ISIFLOAT (*Joint Industry Project*) afin de valider cette approche de simulation couplée turbines et flotteur pour les éoliennes flottantes, et d'émettre des recommandations pour les concepteurs.

Fig. 3 – Les consortiums positionnés au niveau français



Source : IFPEN

Les installations en mer sont maintenant une réalité

Les fermes éoliennes offshore posées sont d'ores et déjà une réalité mais cette année 2011 a vu aussi un certain nombre de "premières" dans le domaine des énergies marines.

Les projets d'éoliennes flottantes démarrent. IFP Energies nouvelles fait notamment partie du projet Vertiwind de développement d'une éolienne flottante à axe vertical, mené par Technip, Nenuphar, EDF Energies Nouvelles et EDF R&D (figure 4).

La première turbine hydrolienne (machine permettant de récupérer l'énergie des courants marins et très voisine d'une éolienne) à l'échelle commerciale, développée par Atlantis Resources Corporation, a été raccordée au réseau en Écosse (machine de 1 MW). En France, la première hydrolienne OpenHydro a été immergée dans le parc pilote de Paimpol-Bréhat à la fin du mois d'octobre (figure 5).

Fig. 4 – L'éolienne flottante Vertiwind



Source : Technip – Vertiwind

Fig. 5 – L'hydrolienne OpenHydro



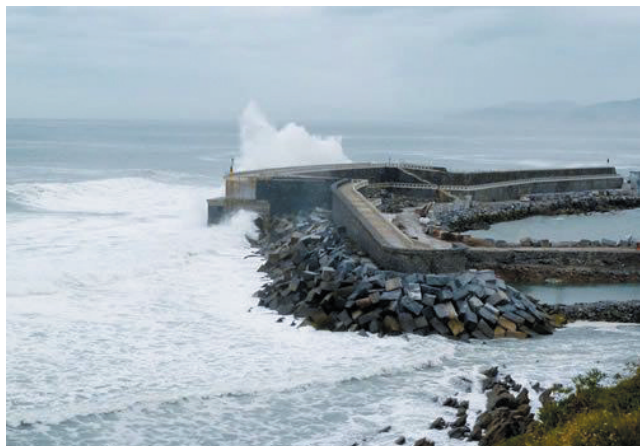
Source : OpenHydro

Pour les machines houlomotrices, si le Pelamis, assemblage de flotteurs articulés mû par la houle et permettant une récupération de l'énergie des vagues, existe depuis quelques années mais attend encore de

Énergies marines renouvelables : place dans les politiques énergétiques, projets et acteurs

démontrer une fiabilité satisfaisante, la première usine houlomotrice à colonnes d'eau oscillantes destinée à un usage commercial a vu le jour à Mutriku (Pays-Basque espagnol) (figure 6). La technologie de VoithHydro qui y est employée a été testée pendant près de dix ans en Écosse et délivre maintenant une puissance nominale de 296 kW pour un budget global de 6,7 M€.

Fig. 6 – La digue de Mutriku



Source : VoithHydro

Pour l'énergie thermique des mers, la maturité technique de cette filière laisse présager d'un développement plus long comparé aux filières vagues et courants : un premier pilote devrait voir le jour d'ici à 2015 dans les DOM-TOM français. La Réunion, qui était jusqu'à récemment en pole position, est maintenant mise en concurrence avec la Martinique pour accueillir le pilote de DCNS qui développera 10 MW pour un coût total avoisinant 400 M€.

En un an, le paysage des énergies marines renouvelables a considérablement changé. L'éolien offshore est maintenant une réalité industrielle et les énergies marines apparaissent comme incontournables dans la politique énergétique de grands pays européens et aux États-Unis. Des feuilles de route existent qui permettront d'atteindre des objectifs ambitieux et les acteurs industriels se positionnent pour y prendre part. Ils prennent le relais des petites structures de recherche et des pionniers des EMR pour faire passer à ces nouvelles technologies un nouveau palier vers un déploiement à grande échelle.

*Simon Vinot - simon.vinot@ifpen.fr
Manuscrit remis en octobre 2011*