

Energie marine

La filière des **énergies marines** appelées aussi énergie des océans ou thalasso-énergies, comprend le développement des technologies et la maîtrise et l'exploitation des flux d'énergies naturelles fournies par les mers et les océans. On recense l'énergie des vagues ou énergie houlomotrice, l'énergie des courants marins (hydroliennes), l'énergie des marées (énergie marée motrice), l'énergie thermique des mers (ETM) utilisant le gradient thermique entre les couches d'eau de surface et celle des profondeurs et l'énergie osmique utilisant le gradient de salinité à l'embouchure des fleuves.

1. L'ÉNERGIE DES VAGUES

L'**énergie des vagues** ou énergie houlomotrice est une énergie utilisant la puissance du mouvement des vagues de houle. La faisabilité de son exploitation a été étudiée, en particulier au Portugal, au Royaume Uni et en Australie.



Projet Pelamis



Les principaux projets en cours :

- **le projet Searev** a été lancé en France en 2003. Il s'agit d'un système off-shore de flotteur clos et étanche dans lequel est suspendue une roue de 9 mètres de diamètre jouant le rôle d'un pendule. Sous l'action des vagues, le flotteur se met à osciller et entraîne le va-et-vient de la roue. La puissance visée est de l'ordre de 400 kW.
- **le projet Pelamis**, relève du type de chaîne de caissons flottants. Fondé dès 1998, le groupe Pelamis Wave Power a déjà conduit de multiples opérations pilotes, en Ecosse notamment et au Portugal.
- **le projet Limpet** est testé depuis 2000 sur l'île d'Islay (Ecosse). Il recourt à la technologie des colonnes d'eau oscillantes côtières pour une puissance de 500 kW.
- **un prototype Wave Dragon** est lancé en 2007 au pays de Galles. Il utilise la technologie de plateforme à déferlement pour une capacité de 7 MW.

Avantages-Inconvénients

L'impact visuel et environnemental de ces systèmes d'énergie marine est plus faible que celui de l'éolien. La technologie robuste utilisée permet des durées de fonctionnement importantes voisines de 4.000 h/an. Côté inconvénients, des points techniquement durs devront être résolus, tel que la corrosion des matériaux immergés, la fragilité liés à l'amarrage des éléments en mer ou les risques liés à l'utilisation de systèmes mécaniques mobiles dans un milieu très agité et l'influence des irrégularités de la houle sur les rendements énergétiques.

2. ÉNERGIE DES MARÉES

L'énergie marémotrice repose sur le mouvement montant et descendant des énormes masses d'eau mobilisées par le phénomène des marées océaniques, dont l'énergie est récupérée grâce à un barrage sur un estuaire. Celui-ci laisse passer les eaux de mer deux fois par jour, à marée montante et descendante, permettant ainsi à des turbines de produire de l'électricité à l'aide d'un générateur.

A marée basse, le barrage peut être aussi fermé pour retenir les eaux du fleuve qui seront utilisées comme pour un barrage hydroélectrique classique. L'amplitude des marées (le marnage) qui varie selon les périodes et selon les

zones géographiques doit se situer au-delà de 5 mètres, idéalement entre 10 et 15 mètres, pour obtenir une rentabilité convenable.



Usine marémotrice de La Rance



Hydrolienne du site de Paimpol-Bréhat

Les réalisations dans le monde

La France a été pionnière en énergie marémotrice avec l'inauguration en 1966 de l'usine marémotrice de la Rance, près de Saint-Malo. Ce site dispose d'une puissance installée de 240 MW. Il fonctionne à double sens : en marée montante et descendante. Sa production annuelle s'élève à 540 GWh.

Elle a longtemps été la centrale la plus puissante du monde mais a été détrônée en août 2011 par l'usine marémotrice de Sihwa (Corée du Sud). Elle dispose d'une puissance installée de 254 MW.

D'autres usines ont été installées, mais avec des capacités beaucoup plus faibles (notamment le barrage Annapolis Royal au Canada, qui date de 1968, d'une puissance de 20 MW, et l'ouvrage de Jiangxia, en Chine, en service depuis 1980, d'une puissance de 3,2 MW). La Corée a un projet très ambitieux en cours : le barrage de Garolim, dont la puissance installée visée est de 500 MW.

Avantages et inconvénients

L'énergie marémotrice, une énergie renouvelable, n'émet pas de gaz à effet de serre. En revanche, la production d'électricité a un caractère cyclique. Il existe des périodes (prévisibles) sans courant ni retenue suffisante pendant lesquelles les turbines ne peuvent pas fonctionner. Il a un impact environnemental compte tenu du déséquilibre écologique créé en amont et en aval du barrage. En outre, les investissements et les coûts de maintenance demeurent élevés.

3. L'ÉNERGIE DES COURANTS MARINS

Il est possible de capter la force des courants marins en installant des turbines sous-marines, **les hydroliennes**, qui génèrent de l'électricité. De nombreuses zones, situées partout dans le monde, sont concernées. Toutefois, les projets en sont encore au stade expérimental.

Le potentiel des hydroliennes

Les déplacements des eaux des océans – en partie provoqués par les marées – offrent une force motrice considérable. Si les vitesses sont relativement faibles (10 à 20 km/h), les débits et la densité de l'eau (en comparaison avec ceux de l'air) de ces mouvements constituent des atouts indéniables.

En Europe (principalement Le Royaume Uni, la Norvège et à un degré moindre la France), le potentiel hydrolien est estimé entre 18 et 35 TWh/an. En France, la production espérée entre le Raz Blanchard et le Raz de Sein (3 GW en moyenne, 5 GW en pic) ce qui correspondrait à la consommation annuelle d'énergie des logements dans la région Bretagne.

Avantages et inconvénients

L'énergie des courants marins est régulière, inépuisable, et ne génère pas, après installation, d'émissions de gaz à effet de serre. En revanche, elle présente plusieurs inconvénients (la corrosion des matériaux immergés, l'impact écologique sur les zones de pêche, le coût très élevé de l'installation et de la maintenance des hydroliennes).

Les expérimentations d'hydroliennes en cours

- En Norvège, l'installation d'un dispositif par l'entreprise Hammerfest date de septembre 2003. A titre d'exemple, ce dispositif est installé à 50 mètres de profondeur, avec des courants d'une vitesse de 1,8 m/s (6,5 km/h). Des turbines d'un diamètre de 20 mètres assurent une puissance de 300 kW.

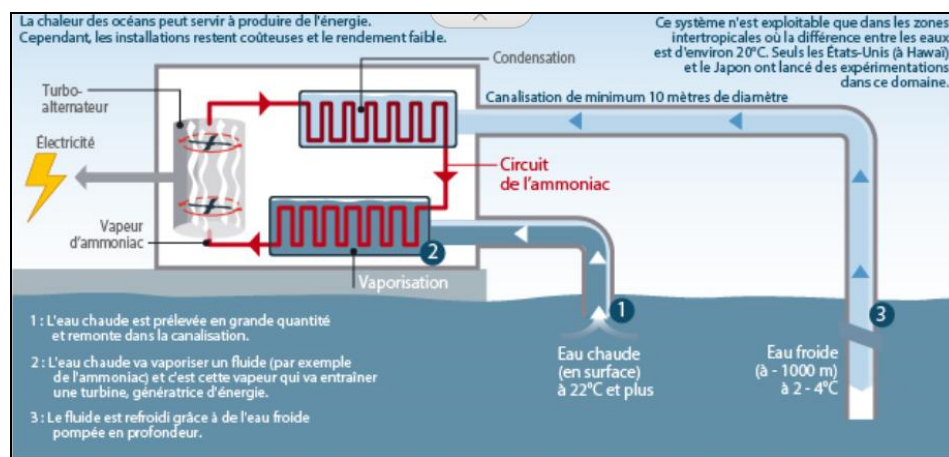
- En France, le site de Paimpol-Bréhat (illustration ci-dessus) a été retenu en 2008. La puissance installée prévue est de 1,5 et 2 MW, pour une production attendue de 3 GWh/an. On peut également mentionner le projet SABELLA au large de l'île d'Ouessant.
- En Floride, une étude en cours porte sur l'implantation d'un parc d'hydroliennes composé de plusieurs milliers de turbines de 20 kW. Ce parc devrait couvrir 35 % des besoins électriques de la Floride.

4. L'ÉNERGIE THERMIQUE DES MERS

Dans toute la zone intertropicale la température de l'eau de l'océan reste uniformément proche de 4°C à 1000 mètres de profondeur alors qu'en surface elle est supérieure à 20°C.

On utilise cette différence de température pour produire de l'électricité, mais également de l'eau douce, du froid pour la climatisation (SWAC) et des produits dérivés pour l'aquaculture suivant le type de processus (cycle ouvert ou le fluide de travail est l'eau de mer ou cycle fermé ou le fluide de travail est un fluide caloporteur spécifique).

Les USA sont actuellement les leaders dans cette branche. Il est difficile d'avancer des coûts compte tenu du faible degré d'avancement de cette filière. Les coûts d'investissement objectifs vont de 4 500 à 6 000 € par kW installé.



4. L'EAU SALÉE, MOTEUR DE L'ÉNERGIE OSMIQUE

L'énergie osmique utilise la concentration en sels de l'eau de mer pour produire de l'électricité. L'élément clé de cette technologie est une membrane semi-perméable double face, qui possède la particularité de laisser passer l'eau, mais pas les sels minéraux. Elle est mise en contact avec de l'eau douce sur une face, et de l'eau de mer sur l'autre face. Dans cette situation, les molécules de sel attirent l'eau douce, qui migre alors vers le compartiment salé : ce phénomène s'appelle l'osmose. Grâce à ce mouvement d'eau, une turbine produit de l'électricité.

Une centrale osmotique ne peut pas être installée n'importe où le long d'une côte. Elle a en effet besoin d'être proche de réservoirs d'eau douce et d'eau de mer. Par conséquent, les embouchures de fleuves représentent les seuls sites convenables. En pratique, dans une centrale osmotique, un réseau de canalisations conduit l'eau douce et l'eau de mer dans des chambres distinctes, séparées par la membrane.

Des usines pionnières en Norvège, Japon et USA

Après plusieurs installations expérimentales, Statkraft, compagnie d'électricité norvégienne, a inauguré sa première installation osmotique à Tofte, en Norvège, en 2009. Il s'agit d'un prototype qui sert à tester la tenue des membranes dans le temps et la faisabilité de la technologie. Une centrale de 1 à 2 MW devrait voir le jour à Sunndalsøra. Deux autres projets sont en cours au Japon, avec une usine pilote à Fukuoka, et aux États-Unis.

Pour plus d'informations sur l'énergie marine consulter également la [fiche argumentaire GAENA \(ex GASN\) N°44](#).