

Énergie issue des courants marins : l'hydrolienne

Alain Laumondais¹.

L'énergie disponible existe sous diverses formes :

- fossile (charbon, pétrole, gaz, nucléaire) ;
- sous-produit de l'activité humaine (exploitation des déchets, biocarburants, etc.) ;
- vive, donc à maîtriser (solaire, éolienne, hydraulique, géothermique). L'énergie de type hydraulique est :
 - soit terrestre (cours et chutes d'eau naturels ou artificiels) ;
 - soit marine, avec la houle, les courants de marées et les grands courants océaniques tel que le Gulf Stream. C'est la maîtrise de ces derniers que nous allons considérer ci-après car ils sont pérennes.

La houle

Plusieurs tentatives eurent lieu avec des résultats plus ou moins heureux mais avec des rendements énergétiques très faibles et aucun de ces projets n'a vu économiquement le jour. Signalons toutefois :

- le moteur à vagues de l'Abbé Le Dantec en 1886 (énergie produite par le déplacement vertical d'un flotteur le long d'une tige dentelée) ;
- l'énergie provenant de la compression et décompression de l'air provoquées par la houle dans un espace clos ;
- l'hydrolienne de Paroldi en 1973. Ce projet, qui ambitionnait d'alimenter individuellement, en électricité, chaque balise lumineuse, fut poussé jusqu'au prototype. L'engin était constitué d'un rotor à 4 pales articulées autour d'un axe et entraînées par la houle. Ce prototype, dont le rotor couvrait 7 m², fut expérimenté en 1979 dans le port de Doélan par une houle de 80 cm et produisit 3 kW. Le coût d'une telle installation s'avérant 30 fois plus onéreuse que toute autre, il ne fut pas donné suite au projet.

Les courants marins

Ils représentent une quantité énorme d'énergie et ont l'avantage d'être prévisibles quant à leur vitesse et à leur cyclicité, permettant d'équiper les sites pour avoir une production continue d'énergie. Ils sont de deux types : courants de marées (cycliques) et grands courants océaniques (continus).

À titre d'exemple, signalons :

- parmi les courants de marées, en Manche, le courant au large du cap Fréhel, celui de la Chaussée de Sein, celui de Fromveur à Ouessant et celui du Raz Blanchard qui attei-



Photo 1. Image virtuelle de ce que serait une implantation dans le cours de l'Étel (source : Hydroelix Énergies).

gnent respectivement 2 m/s, 3 m/s, 4 m/s et 5 m/s ;

- parmi les courants océaniques, le Gulf Stream, qui atteint au large de la Floride une vitesse constante de 8 km/h (2,2 m/s), avec un débit de 14 000 m³/s.

Les courants de marées se rencontrent en mer libre et dans les estuaires où le flux est canalisé. Le type d'installation possible dépend du site retenu ; ainsi, dans l'estuaire de la Rance on a pu, en 1966, installer une usine marémotrice (fleuron d'EDF) qui n'est rien d'autre qu'un barrage forçant le flux alternatif à transiter à travers les turbines-bulbes. Il s'est avéré que ce type d'installation est d'un entretien très coûteux. Il a provoqué des transformations écologiques importantes (contribution à l'envasement de la baie du Mont Saint Michel). La tendance actuelle est d'équiper les sites en laissant le flux marin libre à la manière des éoliennes, en surface, vis-à-vis du vent, d'où le nom d'**hydroliennes** (photo 1).

Par comparaison avec leurs sœurs aériennes, les hydroliennes :

- ont un rendement très largement supérieur (environ 820 fois) car ce rendement est proportionnel à la densité du flux transitant (air : 1,235 kg/m³, eau : 1 024 kg/m³) ;

1. Courriel. a.laumondais@libertysurf.fr

- n'ont pas d'impact esthétique sur l'environnement (étant totalement immergées) ;
- ne présentent pas de risque pour la faune, leur vitesse de rotation n'excédant pas 20 tours/mn.

Cependant, elles sont mécaniquement plus fragiles, sujettes à la corrosion et doivent être placées suffisamment profondément pour ne pas gêner la navigation et hors des zones de pêche pour ne pas endommager les filets.

Plusieurs pays ont entrepris de maîtriser cette énergie et ont lancé des projets avec réalisation d'équipements adaptés. Dans un premier temps, ils se sont cantonnés aux courants les plus puissants, ceux ayant des vitesses supérieures à 1 m/s. Certains de ces projets furent menés à terme avec succès, d'autres avortèrent et d'autres sont encore en gestation.

Projets menés à terme

En Angleterre

Dans le cadre du projet *Seaflow*, l'entreprise Marine Current Turbines (MCT avec pour partenaire London Power devenu EDF Energy par rachat par EDF) a, en mai 2003, immergé à un kilomètre de Foreland Point – au large de Lynmouth (Devon) - une hydrolienne constituée d'un rotor de 11 m de diamètre, fixé à un mât. La puissance engendrée attendue était de 300 kW. L'énergie récupérée fut de 25% supérieure à ce qui avait été escompté et un nouveau programme (*SeaGen*) a été lancé prévoyant, pour fin 2005 - courant 2006, la mise en place d'une hydrolienne à turbines jumelles de 500 kW chacune.

En Norvège

Le 17 septembre 2003, dans le cadre du *Blue Concept*, une hydrolienne à rotor à 3 pales de 20 m de diamètre fut immergée par l'Hammerfest Stroem SA dans les courants de marée, au large d'Hammerfest et par 45 m de fond. La puissance générée par cette hydrolienne est de 300 kW, directement affectée à l'alimentation électrique de la ville.

Projets avortés

Aux États-Unis

Le projet Coriolis de Floridahydro, initié par Herbert Williams, prévoyait, dans un premier temps, d'immerger dans le flux du Gulf Stream 242 rotors plats (de 91 m de diamètre) amarrés par des câbles. Après réalisation de deux maquettes et test de celles-ci, le projet, piloté par l'US Navy, a été récemment abandonné car les problèmes liés aux contraintes mécaniques exercées sur les pales, dans ce milieu et à cette pression, étaient difficiles à

résoudre et aussi car les risques d'impact sur le courant du Gulf Stream lui-même n'étaient pas négligeables.

En Italie

Une étude a été envisagée pour le détroit de Messine mais est actuellement sans suite.

Projets en cours

En Angleterre : poursuite du projet *SeaGen*.

Aux États-Unis : un projet est à l'étude au large de New York.

En France, trois organismes ont entrepris d'étudier ce sujet :

- HydroHelix Energies (Quimper), créé en 2000 par Hervé Majastre et Jean-François Daviau, et qui réalisa dès 1990 un prototype de rotor à 4 pales et 70 cm de diamètre, testé alors avec succès dans le courant de l'Odé. L'IFP et l'ADEME apportent leur soutien à cette entreprise
- EDF, avec pour chef de projet Cyrille Arbonnel.
- L'INP de Grenoble avec le LEGI (Laboratoire des écoulements géophysiques et industriels) dans le cadre du projet *Harvest* (Hydrolienne à axe de rotation vertical stabilisé) mené par Jean-Luc Achard. Ce Laboratoire travaille avec l'IFREMER qui avait déjà, dès 1974, étudié les courants de la Manche

Situation actuelle des travaux

La mise en œuvre d'une expérimentation en grandeur nature de tels projets requiert d'une part le choix du site et, d'autre part celui de l'équipement.

Choix du site

HydroHelix Energies a retenu trois sites possibles :

- la Chaussée de Sein en Bretagne ;
- le Fromveur, également en Bretagne ;
- le Raz Blanchard en Normandie.

EDF est également intéressée par ces sites et a entrepris, en janvier 2005, des études sur les courants au large de la Normandie avec la pose de courantomètres au large de Barfleur. Elle poursuit ses travaux, en 2005, par l'étude des courants au large de la Bretagne car elle voudrait passer au stade expérimental dès 2007-2008. En effet, si les résultats sont positifs, elle voudrait d'une part alimenter les îles de façon autonome et d'autre part exporter cette technicité dans un marché qui pourrait être prometteur.

Choix de l'équipement

HydroHelix Energies propose des batteries d'hydroliennes de 16 m de diamètre situées dans des ossatures de 20 m de côté, ajourées et ancrées dans les courants directement sur le fond marin, laissant passer le flux sans contrainte évitant ainsi les risques de sédimentation anormale. L'INP Grenoble, par le biais de l'entreprise Sofresid Engineering, étudie des turbines Achard à axe vertical.

En conclusion

Cette technologie, qui en est à ses balbutiements, est très prometteuse car, dans un contexte de pétrole cher, son coût de mise en œuvre n'est plus un obstacle majeur. Cela pourra être une énergie d'appoint importante comme l'est sa sœur aérienne, mais ayant l'avantage sur cette dernière d'être constante et permanente.