



Toulon, 5 décembre 2007

Comité de Toulon Provence

## FICHE DOCUMENTAIRE IFM n° 8/07

### Objet : L'énergie des océans

-0-

#### *Préambule*

L'envolée du prix du baril de pétrole et des hydrocarbures au cours des derniers mois de l'année 2007 confirme et relance, s'il en était besoin, l'intérêt pour les énergies de substitution renouvelables, d'autant que les engagements pris par les pays industrialisés de réduire les émissions des gaz à effet de serre ne font que soutenir cette tendance.

A cet égard les mers et les océans, sources potentielles et sous-exploitées mais indiscutables d'énergie, méritent une attention particulière. Les phénomènes marins et les procédés de captation associés capables de fournir de l'énergie sont nombreux. On retiendra la marée et ses courants (barrage ou hydroliennes), le vent (éoliennes en mer), la houle ou la circulation des masses d'eau (procédé ETM, énergie thermique des mers). Naturellement, les technologies développées sont par nature non polluantes puisqu'elles n'introduisent ni consommation d'énergie, ni composants chimiques nouveaux.

En France, la captation de l'énergie venue de la mer a connu un certain engouement avec la construction de l'usine marémotrice sur l'estuaire de la Rance, lointaine héritière des moulins à marée du XII<sup>ème</sup> siècle, inaugurée en 1966, qui avec une production de 240 MegaWatts (MW) reste à ce jour la plus grande installation de ce type au monde. Depuis, la recherche en matière d'énergie renouvelable dans notre pays n'a guère progressé dans le domaine des énergies marines alors que nous disposons de 5.500 km de littoral côtier, avec certes des différences entre les rivages de l'Atlantique leurs vents et marées, et ceux de la Méditerranée souvent balayés par des vents forts tels le mistral, la tramontane ou le libeccio. L'ADEME (Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie) convient volontiers de cette carence.

#### *A propos des énergies renouvelables*

Les énergies renouvelables, pour l'essentiel l'hydroélectricité produite à partir des barrages sur nos fleuves, représentent en France environ 15 % de la production électrique. La directive européenne du 27 septembre 2001 préconise que cette part puisse atteindre 21 % à l'horizon de 2010, autant dire demain. La production hydroélectrique ayant pratiquement atteint son

maximum pour notre pays, il convient de se tourner vers d'autres énergies et notamment vers celles qui nous viennent des océans, avec au premier plan d'entre elles les champs d'éoliennes implantées en mer.

### ***Quelle énergie à partir des mers ?***

Si l'on excepte les éoliennes en mer, sur lesquelles nous reviendrons plus loin, comment exploiter l'énergie contenue dans la masse océanique, qu'il s'agisse de marées, de vagues, de courants ou encore de gradient thermique ?

Nos amis britanniques, qui n'ont pas fait le choix de donner la priorité au développement du nucléaire, sont très en pointe dans ce domaine et ont d'ores et déjà réalisé un atlas des ressources de l'énergie marine. Ils ont également créé dans les îles d'Orkney, en Ecosse, le Centre Européen de l'Energie Maritime (EMEC : european maritime energy center) destiné à offrir aux entreprises un laboratoire pour tester leurs inventions.

C'est ainsi qu'ont pu être testés un certain nombre de prototypes :

- Des hydroliennes ancrées ou sur pieux (dont SeaGen de 1,2 MW expérimentée en Mer d'Irlande) exploitant les courants de marée ;
- Un serpent de mer articulé (Pelamis Wave Power) long de 150 m qui utilise l'énergie des vagues : le prototype testé en 2004 produisait 750 KW et le projet prévu au Portugal en 2008 fournira 2,25 MW
- Des pédalos à hydrofoils immergés.

### ***L'énergie éolienne en mer***

L'énergie éolienne off-shore présente un intérêt par rapport aux éoliennes terrestres qui doivent pour plusieurs raisons, notamment d'ordre environnemental, se limiter à des champs d'une vingtaine de machines. Il reste que l'électricité « off-shore » est bien plus chère en raison des coûts d'installation et de maintenance. Mais il est encore trop tôt pour avoir une vision claire de l'avenir de cette filière.

Les difficultés techniques de mise en place et d'exploitation liées à l'environnement marin sont importantes : profondeur (actuellement limitée à 10 - 15 Mètres), corrosion, contraintes dues à l'effet mécanique des vagues et des courants, raccordement au réseau. On se souviendra enfin que, dans l'état actuel de la technologie, les éoliennes ne sont plus exploitables au dessus de 30 nœuds de vent. Par ailleurs les implantations au large des côtes se heurtent au problème du trafic maritime (risques de collision), à la réticence des pêcheurs et bien entendu à celle des écologistes (pollution visuelle et risque pour la production biologique).

Par contre l'éolien en mer permet d'envisager des parcs de dimensions plus importantes et des machines de plus grandes dimensions et donc d'espérer des rendements supérieurs à ceux obtenus à terre (qui sont actuellement inférieurs à 25%).

Mais une question reste posée : l'industrialisation du monde marin est-elle souhaitable, sinon souhaitée ?

Les difficultés d'ordre administratif ne sont pas moindres.

Les installations en mer se situeront à proximité immédiate du littoral, sur le domaine public maritime naturel dont l'occupation prévoit l'usage balnéaire, l'accueil des cultures marines et des ouvrages portuaires et de sécurité maritime.

L'implantation d'éoliennes et de leur raccordement à la terre sont autorisés par décret (29 mars 2004) avec un titre d'occupation domaniale assorti d'une redevance.

La procédure et la mise en œuvre du projet prévoient une enquête publique, le recours à des techniques réversibles, le respect de la loi littoral et de la loi sur l'eau, la compatibilité avec les autres usages de la mer, l'assentiment du Préfet Maritime et l'accord du Préfet de département.

### ***Les éoliennes sous-marines ou hydrolennes***

Il s'agit d'exploiter les courants en immergeant des hélices ou des turbines orientables, entre 25 et 30 mètres de profondeur, pour profiter au mieux du mouvement des eaux sans être trop pénalisé par l'état de la mer en surface.

Cette solution présente des avantages indéniables : elle est moins agressive pour l'environnement (pas de nuisance sonore ou visuelle), la puissance des courants de marées est parfaitement prédictible (contrairement aux vents dont on ne peut anticiper l'énergie). Par contre, la maintenance est plus délicate et l'accessibilité aux installations (situées plus au large) reste soumise aux aléas météorologiques.

Les britanniques de SMD Hydrovision ont développé un prototype à l'échelle 1/10<sup>ème</sup> dont le modèle en taille réelle, baptisé « Tidel », fournirait 1 MW. Leur concurrent, toujours britannique, Marine Current Turbines, travaille également sur un prototype à l'échelle 1 installé au large des côtes du Devon.

En France, la société bretonne Hydrohelix travaille de son côté sur un projet voisin de ceux des britanniques.

### ***L'énergie thermique des mers (ETM)***

D'origine solaire, l'énergie contenue sous forme de chaleur dans la couche d'eau de surface des océans des régions chaudes (température pouvant atteindre 25 à 30° C) peut être transformée en vapeur alimentant une turbine, récupérée par condensation à partir de l'eau froide pompée dans les couches profondes (qui peut atteindre 0° C sous la thermocline).

Ce procédé, analogue à celui des centrales électriques modernes à combustible fossile ou nucléaire, reste cependant d'une efficacité limitée en raison du faible écart de température utilisable (en moyenne l'ordre de 20 à 22° C).

Le procédé est connu depuis le début du siècle dernier et une démonstration expérimentale a été faite par le français Georges Claude dès 1930. Relancée à l'issue de la crise pétrolière de 1973, la recherche sur cette filière ETM associait la France, les USA et le Japon. La France a cessé sa contribution en 1986. Depuis, les USA et le Japon ont cherché à optimiser les composants et ont développé le concept d'usines littorales modestes capables de produire quelques MW.

Dans un premier temps, de petites usines littorales pourraient répondre aux besoins immédiats des pays du Sud ayant un accès direct aux océans et à cette ressource.

Ce serait là l'occasion pour la communauté internationale des pays industrialisés de participer au développement du Sud. ■