

Mines-Environnement et Développement Durable  
Mines-Energie

Compte Rendu de la conférence-débat du 19 mars 2009

LA MER, NOUVELLE SOURCE  
D'ÉNERGIES RENOUVELABLES

Vincent de Laleu

EDF

Vincent de Laleu présente d'abord le contexte énergétique mondial caractérisé par un doublement, en 35 ans, des besoins en **énergie primaire** passés de 6,1 GTep en 1973 à 11,7 GTep en 2006, la part du pétrole revenant de 46,1% à 34,4% tandis que le nucléaire augmentait de 0,9% à 6,2%. Pour 2050 ces besoins sont estimés à 16,5 GTep ; pour l'électricité on a assisté à un triplement dans la même période (de 6,12 TWh à 18,930 TWh) dont 40% à partir du charbon. Pour la France les proportions sont différentes (2007): 76,8% à partir du nucléaire, 11,6% à partir de l'hydraulique et 10,1% du thermique à flammes (charbon, gaz, fuel) et 1,5% d'énergies renouvelables diverses (dont 0,7 % d'éolien).

La Directive Européenne sur les énergies renouvelables (EnR) a fixé les objectifs suivants pour 2020 :

- les EnR doivent représenter 20% de la consommation totale en énergies (électricité, chauffage & climatisation, transport) ;
- réduction de 20% des émissions de CO<sup>2</sup>;
- augmentation de 20% de l'efficacité énergétique.

La France s'est fixée 23% d'EnR (contre 10,3% en 2005), soit un développement de + 20 MTep dont + 71 TWh pour la production électrique (+ 6,1 MTep). Comment développer 71 TWh d'ici 2020 ? On peut y parvenir par une production supplémentaire provenant de :

- l'hydraulique : +10%
- le photovoltaïque : à multiplier par 181
- l'éolien terrestre : à multiplier par 9
- l'éolien en mer : à multiplier par 58
- l'énergie des mers : à multiplier par 5

### Les énergies marines

Les mers et océans représentent 71% de la surface du globe et, face aux besoins mondiaux actuels de 12 GTep, pourraient, en théorie, fournir 30 000 GTep à partir du seul rayonnement solaire sur leur surface, engendrant un potentiel de 40 GTep pour l'énergie du vent en mer (éolien en mer) dont une partie se transforme en houle et vagues (énergie houlomotrice) ; les marées offrent un potentiel de 2 GTep (énergie marémotrice et hydrolienne – courants de marées -). Il faut rajouter l'énergie thermique par l'exploitation des différences de température selon la profondeur et l'énergie des gradients de salinité (ou énergie osmotique). Pendant longtemps les énergies des mers ont été les « oubliées » des budgets de R&D : 0,1% sur les 8% consacrés aux EnR (période 1987 – 2001), mais la situation évolue...

#### 1) L'énergie marémotrice

Elle utilise l'énergie potentielle des marées, avec un marnage important dans un réservoir constitué par un estuaire fermé par un barrage ou dans un lagon artificiel. Quatre centrales marémotrices fonctionnent actuellement, dont la plus importante est celle de la Rance, mise en service en 1966-1967, d'une puissance de 240 MW (24 groupes bulbes de 10 MW) et une production de 540 GWh/an. La Corée du Sud mettra en service fin 2009 une centrale de 254 MW et un projet important est à l'étude au Royaume Uni avec un barrage de l'estuaire de la Severn (5 solutions de 0,6 à 8 GW). Le potentiel mondial est estimé à 160 GW (380 TWh) ; en France, le concept des lagons est envisageable et des études pourraient être lancées.

## 2) L'énergie des gradients de salinité (pression osmotique)

Cette énergie est basée sur la différence de densité de l'eau salée (mer) et de l'eau douce (fleuve) passant à travers une membrane et créant une surpression utilisée par la production. Le potentiel mondial est de 1600 à 2000 TWh/an, mais on n'est qu'au début de l'aventure. La Norvège et les Pays-Bas sont les pays leaders du développement.

## 3) L'énergie thermique des mers

En utilisant la différence de température des océans entre la surface (22°C et plus) et la profondeur (4° à 1000 m), on peut vaporiser un fluide et faire tourner un turbogénérateur. Le potentiel techniquement exploitable est énorme (10 à 80 000 TWh/an) mais nécessite des besoins en eau importants et des tuyaux de grand diamètre. L'intérêt pour cette énergie fluctue avec les cours du pétrole. Actuellement il y a une relance des projets à Hawaï, en Polynésie et dans les DOM-TOM, soit depuis la terre soit depuis une barge.

## 4) L'énergie des courants océaniques

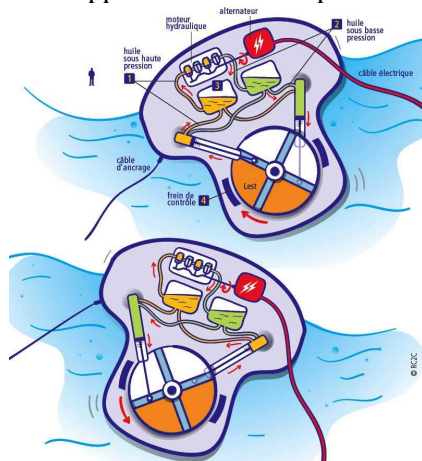
On peut utiliser les courants de surface générés par les vents et la rotation de la terre, ainsi que les courants profonds dus aux variations de salinité et de température. Un projet est en cours de développement en Floride, avec le Gulf Stream et il pourrait fournir 35 % des besoins de cet Etat.

## 5) L'énergie des vagues (ou houlomotrice)

C'est une ressource brute importante : de 1,4 à 5000 TWh/an dont 40 TWh/an pour la France. Il existe de multiples concepts et six grandes familles de systèmes : à colonne d'eau oscillante, à rampe de franchissement, à flotteur vertical, à flotteurs articulés, oscillants immergés, à pression différentielle. Le projet leader s'appelle PELAMIS (flotteurs articulés) avec un prototype de 750 kW (3 x 250 kW) en Ecosse, projet lancé en 1999. Un premier parc industriel a été mis en service fin 2008 au Portugal, d'une puissance de 2,25 MW (3 PELAMIS) et une puissance à terme de 21 MW. Dans ce domaine on est passé de la planche à dessin à la réalisation industrielle.



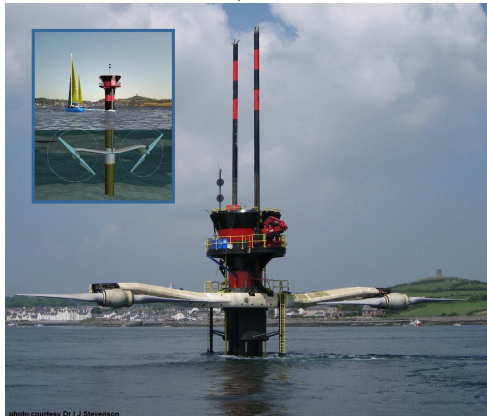
En France, un projet de centre d'essai houlomoteur, porté par la région Pays de Loire, est en cours de développement. Le concept Searev, développé par Centrale Nantes pourrait être le premier candidat



## 6) L'énergie des courants des marées – Les hydroliennes

Dans cette technique, la vitesse des courants des marées est utilisée pour faire tourner le rotor d'une turbine immergée ; ce mode de production présente l'avantage de la prévisibilité et de faibles impacts sur le milieu marin avec comme inconvénient les effets intermittents des marées.

40 technologies sont en développement dans le monde, sur un principe voisin de celui des éoliennes. Les ressources de la France (2,5 à 3,5 GW) et du Royaume Uni (5 à 6 GW) représentent 80% du potentiel européen. Divers projets sont en cours de développement au Royaume Uni (MCT SeaGen en Irlande du nord, Tidal Generation et Lunar Energy en Ecosse...) et en France.



EDF étudie le projet Paimpol-Bréhat qui prévoit 4 hydroliennes du développeur irlandais OpenHydro, installées en 2011-2012 de 500 kW de puissance. D'un diamètre de 16 m (12 m au rotor) elles seront installées à 15 km de la côte par une profondeur de 35-40 m.



Un autre prototype, SABELLA, de 3 m de diamètre et de 10 kW a été installé en 2008 dans l'estuaire de l'Odet ; le développement de SABELLA devrait se poursuivre avec un prototype de 200 kW. Les laboratoires de Grenoble INP développent un concept d'hydrolienne à axe vertical (projet HARVEST) qui sera testé prochainement en canal avant un futur développement en mer.

### Conclusions Perspectives

La mer est riche en Energies d'origine thermique et mécanique et elle ne produit pas de rejet de gaz à effet de serre. La France possède de nombreux atouts pour ces nouvelles filières (sites à fort potentiel, R & D renommée, engagement politique - Etat et Régions - qui s'affirme...). Il faut toutefois relever un certain nombre de défis : cadre administratif adapté, innovations technologiques pour avoir un coût compétitif du kWh, concertation avec les usagers de la mer, impacts environnementaux, nouveaux métiers... Le Grenelle de l'environnement a donné une nouvelle impulsion à ces développement des énergies des mers.

*« Réfléchissez au mouvement des vagues, au flux et au reflux, au va-et-vient des marées, l'océan est une immense force perdue »* Victor Hugo (Quatre-vingt-treize)