



Dossier pédagogique

à destination des enseignants
en vue de la préparation
aux activités pédagogiques
et projets transdisciplinaires sur

Les énergies renouvelables en mer.

SOMMAIRE :

L'océan, un vaste réservoir d'énergie

Energies marines / énergies renouvelables en mer

Panorama des techniques

- Energie thermique des mers
 - Historique
 - Principe
 - Technique
 - En France
 - Dans le monde
 - Développement d'activités connexes

- Energie mécanique des déplacements d'eau
 - Utiliser la houle (vagues)
 - Technique
 - En France
 - Dans le monde
 - Utiliser les mouvements de marée
 - Technique
 - En France
 - Dans le monde
 - Utiliser les courants océaniques
 - Technique
 - En France
 - Dans le monde

- Energie mécanique des vents côtiers

- Energie osmotique

Glossaire

Supports et exploitations pédagogiques

L'océan, un vaste réservoir d'énergie

L'océan est un vaste réservoir d'énergie. Sous des formes diverses, cette énergie se manifeste par des phénomènes naturels dont la puissance a fasciné les Hommes depuis très longtemps. Dès l'Antiquité, ils ont su utiliser les vents et les courants pour mouvoir leurs navires, et le flux des marées pour actionner leurs moulins.

Au début de l'ère industrielle, ils ont conçu des machines utilisant l'énergie mécanique de la houle et la chaleur des eaux de l'océan pour servir leur industrie.

Si l'Homme s'est intéressé depuis longtemps aux ressources énergétiques marines, le contexte mondial actuel d'épuisement des sources d'**énergies fossiles*** (67 % de la production d'électricité provient d'énergies fossiles) et de lutte contre le changement climatique (en 2030, on estime à 45% l'augmentation de production de gaz à effet de serre), leurs confèrent un regain d'intérêt. En effet, à l'échelle internationale, l'assemblée générale des Nations Unies a proclamé « **2012 Année internationale de l'énergie durable pour tous** ». Quant à la France, depuis le **Grenelle de l'Environnement***, le pays s'est engagé à réduire sa dépendance en énergies fossiles en développant les énergies renouvelables (à hauteur de 23 % d'ici 2020), notamment en mer (3 %).

A l'horizon 2030, 45% d'énergie supplémentaire sera nécessaire pour répondre aux besoins de la population mondiale toujours croissante.

L'association européenne de l'énergie de l'océan (European Ocean Association : <http://www.eu-oea.com/>) estime une capacité de production énergétique issue des énergies renouvelables en mer de 188 GW, d'ici à 2050, ce qui correspondrait à 15 % de la consommation mondiale.

Avec plus de 10 millions de km², la France dispose de la seconde surface maritime mondiale et a donc le potentiel pour devenir leader dans le développement des Energies Marines Renouvelables (EMR).

Energies marines / énergies renouvelables en mer

Les mers et océans recouvrant 70 % de la surface de la planète, il n'est pas surprenant que l'Homme redouble d'inventivité pour capter leurs énergies, appelées **thalasso-énergies**.

Ces thalasso-énergies regroupent toutes les technologies permettant de produire de l'énergie (notamment de l'électricité) à partir des flux énergétiques issus de la mer, ce qui englobe aussi les ressources fossiles (gaz, nodules, pétrole..).

Les Energies Marines Renouvelables se limitent aux technologies utilisant les ressources renouvelables en milieu marin : courants, vents, salinité... Ces sources d'énergies, dites « énergies de flux », sont inépuisables et leur transformation n'engendre pas ou peu de déchets ou d'émissions polluantes par rapport aux « énergies stock » tirées des gisements de combustibles fossiles.

Ce dossier se limitera donc à présenter les technologies des énergies marines renouvelables.

Panorama des techniques

- Energie thermique des mers :

(Energie Thermique des Mers -ETM- ou Ocean Thermal Energy Conversion -OTEC)

L'énergie solaire, capturée par la mer, principalement dans les régions tropicales, est stockée sous forme de chaleur dans les couches d'eau de surface. Selon l'ADEME*, en quarante minutes, le soleil envoie sur Terre toute l'énergie consommée par les activités humaines pendant un an. A 1000 mètres de profondeur, même dans ces zones, l'eau de mer reste uniformément voisine de 4°C.

Historique :

En 1821, Thomas Johann Seebeck découvre l'**effet Seebeck** : une différence de potentiel apparaît à la jonction de deux matériaux lorsqu'ils sont soumis à un gradient de température.

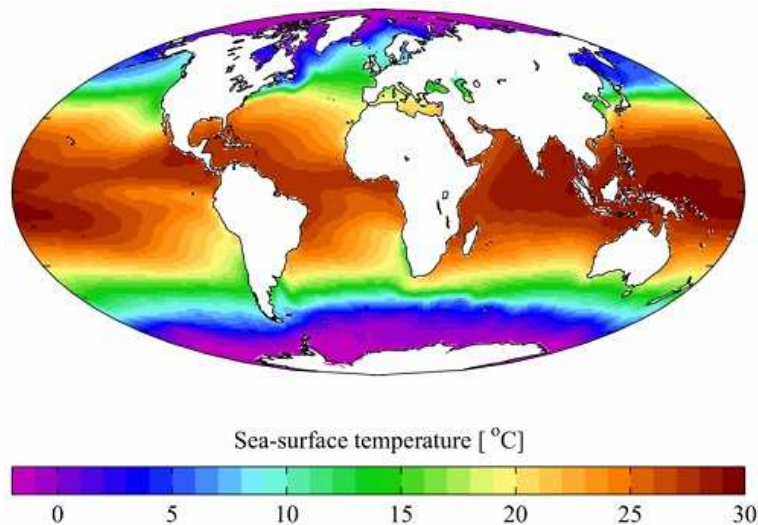
En 1869, le romancier Jules Verne, dans son célèbre ouvrage «*Vingt milles lieues sous les mers*», aborde également l'idée d'utiliser les "eaux de surface et les eaux profondes des océans pour produire de l'électricité".

Par la suite, cette idée est reprise en 1881 par J. Arsène d'Arsonval qui propose un principe différent : vaporiser un fluide pour actionner un turboalternateur.

Enfin, dans les années 1920 et 1930, c'est un ingénieur français, **George Claude** (co-fondateur de l'Air Liquide et inventeur de la lampe à néon), qui réalise les premières usines de production d'électricité à partir de l'**Énergie Thermique des Mers**.

Principe :

Le système ETM permet de générer de l'électricité en utilisant **la différence de température entre une eau de surface chaude et les courants froids des profondeurs**. Cette technique requiert une différence de température (gradient thermique) de 20°C minimum tout au long de l'année, ce qui explique qu'elle ne peut être utilisée que dans la zone intertropicale (principalement dans l'océan Pacifique) où la température de l'eau de l'océan est uniformément proche de 4°C à 1000 m de profondeur alors qu'en surface, elle avoisine les 28°C.

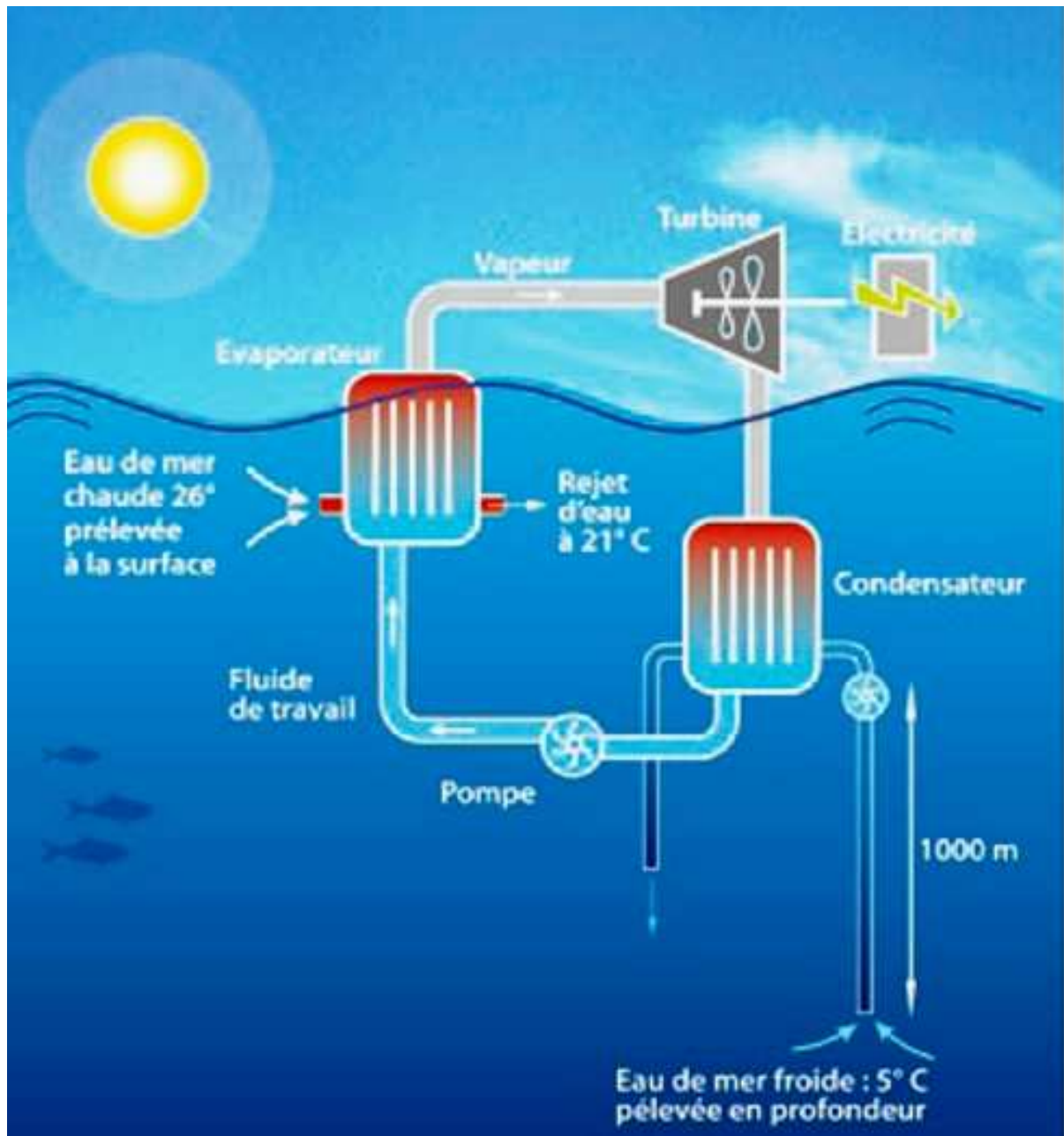


Source :

<http://www.le-lutin-savant.com/e-mer.html>

- Technique :

Un fluide ammoniaqué, maintenu en circuit fermé, est réchauffé par l'eau de surface chaude jusqu'à passer de l'état liquide à l'état de vapeur. Cette vapeur est détendue dans une turbine qui entraîne un alternateur produisant de l'électricité. La vapeur est renvoyée dans un condensateur où, au contact de l'eau froide puisée dans les profondeurs, elle retourne à l'état liquide. Ce cycle est appelé « cycle de conversion ».



Source :

<http://energies.marines.free.fr/?p=151>

- En France :

La France était une nation pionnière de l'ETM au début du 20^{ème} siècle ; elle a abandonné ce domaine de recherche depuis le milieu des années 1980 après avoir effectué l'avant projet d'une station pilote de 5 MW à Tahiti, en Polynésie française. Depuis juin 2007, ce sujet est revenu à l'ordre du jour ...

- Le premier projet lancé en 2008, est celui de l'**Ile de la Réunion**, qui s'inscrit dans un plan plus vaste d'Énergies Renouvelables Marines.

- En **Polynésie Française**, l'ETM est revenue sur le devant de la scène en 2008. Et en février 2010, la Polynésie a signé avec l'État Français, un protocole d'accord pour le financement de l'étude de faisabilité d'une centrale ETM.

- La **Région Martinique** a signé le 25 novembre 2010 une première convention portant sur la définition des possibilités et conditions de mise en place en Martinique d'une centrale pilote d'Énergie Thermique des Mers. Le 20 juillet 2011, une deuxième convention a été signée, dont l'objectif est de préciser et de délivrer les données relatives à la conception de la centrale ETM, à l'organisation industrielle du projet, à son impact environnemental ainsi qu'à son modèle économique. **L'objectif global de ce programme serait de disposer à l'horizon 2015 d'une centrale pilote d'une puissance de 10 MW, qui contribuerait à répondre aux besoins énergétiques croissants de la Martinique et à sa future autonomie énergétique.** Actuellement, le dossier de financement du projet a été retenu au niveau national dans le cadre du programme Investissements d'Avenir et fait partie des projets que le gouvernement a présentés au programme de financement européen pour les énergies renouvelables NER300*.

- Dans le monde :

C'est aux États-Unis que les travaux pour le développement de l'ETM sont les plus nombreux et les plus avancés. Ils se sont poursuivis sans discontinuité, avec une aide substantielle du gouvernement américain et/ou sur fonds propres. Aucune usine n'est encore opérationnelle, mais on assiste depuis 2011 à un foisonnement de projets et signatures d'accords.

En ce qui concerne le reste du monde, **au Japon, en Inde et aux Pays Bas**, les projets sont moins nombreux ou sont moins connus.

- Développement d'activités connexes :

Une centrale ETM, dans la mesure où elle pompe de grandes quantités d'eaux profondes froides et riches en nutriments et autres substances exploitables, pourrait également permettre, en théorie, aux alentours, le développement d'activités économiques connexes : zone de concentration du poisson, aquaculture, extraction de lithium...

- Energie mécanique des déplacements d'eau :

Plusieurs types d'énergie mécanique sont présents au sein des océans.

En premier lieu, il y a celle liée à **la houle**. Cette énergie potentielle n'est malheureusement pas constante car elle dépend de la présence et de l'intensité des vents, à l'origine de la houle.

En second lieu, on considère **les courants marins** qui, contrairement aux vents, sont constants ou périodiques. Ils représentent une énergie fabuleuse. Il existe deux grands types de courants : **les courants de marée** que l'on rencontre dans l'embouchure des fleuves et près des côtes et **les courants océaniques** situés plus ou moins au large des côtes. Pour capter cette énergie, il faut placer des hélices ou des turbines dans l'axe de ces courants.

- **Utiliser la houle (vagues)**

L'énergie des vagues ou force « houlomotrice » offre une importante ressource brute en énergie. C'est l'une des plus denses parmi les énergies renouvelables. Présente sur toutes les côtes de tous les océans du monde, elle est toutefois plus importante dans certaines régions, comme l'Atlantique Nord, et particulièrement au large des îles britanniques.

- Technique :

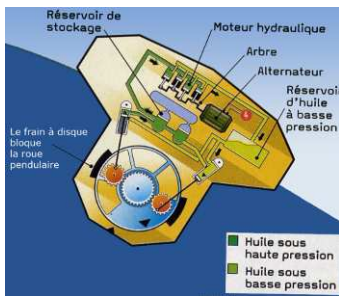
Il existe 4 principaux types de dispositifs pour récupérer l'énergie des vagues :

- **Des bouées sous-marines en mouvement** (colonnes d'eau oscillantes immergées), qui montent, descendent et tanguent au gré des vagues. Ancrées sur le fond, leur mouvement actionne un piston, aspire de l'eau de mer dans une turbine ou comprime de l'air ou de l'huile qui va faire tourner un moteur ;
- **Des colonnes d'eau oscillantes côtières** : en fin de course, les vagues entrent dans un caisson où elles compriment l'air emprisonné. Cet air comprimé fait tourner une turbine ;
- **Des débordements de chenal** : les vagues s'engouffrent dans un chenal qui se rétrécit de plus en plus. Elles enflent et débordent par-dessus la digue d'un réservoir qui se remplit peu à peu. L'eau du réservoir revient à la mer en passant par une turbine qu'elle fait tourner. Le réservoir peut se trouver sur la côte mais il existe aussi un projet de système de ce type flottant (qu'on appelle une plateforme à déferlement) ;
- **Des caissons flottants reliés entre eux par des charnières articulées** : les vagues déplacent les caissons dans tous les sens. On récupère de l'énergie au niveau des articulations mobiles entre les caissons, grâce à des pistons actionnant des pompes à huile sous pression.

Cependant, les inconvénients du recours à l'énergie des vagues sont :

- La corrosion des matériels immergés ;
- Les problèmes de fragilité liés à l'amarrage des éléments en mer et au besoin de systèmes mécaniques mobiles dans un milieu très agité ;
- Les enjeux environnementaux. Les installations côtières peuvent défigurer le paysage ; quant à l'offshore (installations loin des côtes), il peut interférer sur la circulation maritime et la faune.

- En France :



Le Laboratoire de Mécanique des Fluides de l'Ecole Centrale de Nantes est depuis 2002 à la tête du **projet Searev** (Système Electrique Autonome de Récupération de l'Energie des Vagues), un concept simple et robuste de récupération de l'énergie des vagues, mais doté d'un contrôle sophistiqué.

Source : <http://www.yelomart.fr/international/searev-un-flotteur-generateur-denergie-de-500-kw/>

- Dans le monde :



- En 1999, l'**Écosse** a lancé **Pelamis**, un "serpent des mers" composé de quatre cylindres flottants de 3,5 mètres de diamètre reliés par des charnières articulées sur une longueur totale de 150 mètres.

Source : http://www.ecosources.info/dossiers/Pelamis_energie_vague

- **En Écosse** toujours, le projet **Limpet** est testé depuis 2000 sur l'île d'Islay. Il recourt à la technologie des colonnes d'eau oscillantes côtières pour une puissance de 500 kW ;

- **Au pays de Galles**, le prototype **Wave Dragon** a été lancé en 2007. Il utilise la technologie de plateforme à déferlement pour une capacité de 7 MW. Des tests de longue durée sont nécessaires pour assurer l'amarrage du dispositif ;

- D'autres projets à colonnes d'eau oscillantes ou bouées oscillantes sont développés au **Portugal, en Espagne, en Bretagne et en Angleterre.**

• Utiliser les mouvements de marée

Une **usine marémotrice** exploite les variations du niveau de la mer pour produire de l'électricité.

Ce type de centrale hydroélectrique nécessite un site approprié (baie ou estuaire) où les amplitudes des marées sont importantes.

- Technique :

Un barrage est établi en travers du site (baie ou estuaire), un bassin est donc formé. L'usine marémotrice fonctionne ensuite sur le principe des vases communicants. Deux cycles d'exploitation sont possibles : le simple ou le double effet. Ce choix est fait en fonction de la hauteur d'eau disponible ainsi que des prévisions de marnage afin d'obtenir un rendement optimal.

- En France :



L'usine électrique marémotrice de **la Rance** en Bretagne, fonctionne de manière ininterrompue depuis décembre 1967. Le barrage est long de 750 mètres et intègre 24 turbines, qui génèrent environ 600 millions de kilowatts-heures, soit environ 68 W de puissance. L'écart moyen entre marée haute et marée basse est de huit mètres.

Source : <http://www.delaplanete.org/L-ENERGIE-DES-OCEANS.html>

- Dans le monde :

D'autres réalisations plus modestes sont implantées au Canada et en Chine mais le nombre de sites propices à ce type d'installations est limité (amplitude de marées, géomorphologie adaptée...).

- **Utiliser les courants océaniques**

L'énergie hydrolienne consiste à transformer l'énergie cinétique des courants en électricité, grâce à des turbines : les hydroliennes.

- Technique :

La turbine de l'hydrolienne permet la transformation de l'énergie hydraulique en énergie mécanique, qui est alors transformée en énergie électrique par un alternateur. La rotation des pales est limitée par la vitesse de **cavitation*** en bout de pale, elle doit être inférieure à 10 m/s. Ainsi les pales des grandes hydroliennes ne tourneront qu'au rythme de 15 tours par minute et leurs effets se limiteront aux turbulences à la sortie de l'hydrolienne.

Il faut aussi considérer que les sites préférentiels pour l'installation d'hydroliennes sont des sites de courants forts à très forts, où les conditions sont peu favorables au développement de la faune et de la flore. Les cartes marines montrent que ces zones sont exclusivement composées de roches ou de gravières de gros calibre. L'impact environnemental de l'énergie hydrolienne est actuellement étudié dans de nombreux projets de recherche et développement en Europe dans la Manche, la mer du Nord et la mer Baltique.

Le développement harmonieux de cette nouvelle manière d'exploiter la mer doit se faire en concertation étroite avec les autres usagers de l'espace maritime et dans le respect de celui-ci. En effet, des réticences apparaissent : certains pêcheurs craignent notamment de casser leurs filets sur ces installations métalliques.

- En France :

Le 28 mars 2008, l'hydrolienne Sabella D03 a été immergée dans le lit de l'Odet, près de la station balnéaire finistérienne de Bénodet.

Sabella D03, possède un rotor de trois mètres de diamètre qui, grâce à la position de l'hydrolienne dans le lit d'un courant marin ou à l'embouchure d'un fleuve ou d'une rivière, profitera du mouvement des marées pour créer ainsi de l'énergie, que la marée monte ou descende. L'hydrolienne fonctionne ainsi sur le même principe que l'éolienne avec le vent.

Ce prototype conçu par l'entreprise Hydrohelix Energies et construit par DCNS Brest et ENAG Quimper, n'a pas vocation à produire de l'énergie immédiatement. Il est un premier test vers un projet de plus grande ampleur nommé « Marénergie », constitué de cinq hydroliennes trois fois plus grandes, d'une puissance d'1 MW chacune. En France, le lancement de Sabella D03 marque le premier projet national en matière d'hydroliennes.

En juillet 2011, EDF a immergé sa première hydrolienne en Bretagne par 35 mètres de fond au large de Paimpol et de l'île de Bréhat (Côtes-d'Armor).

- Dans le monde :

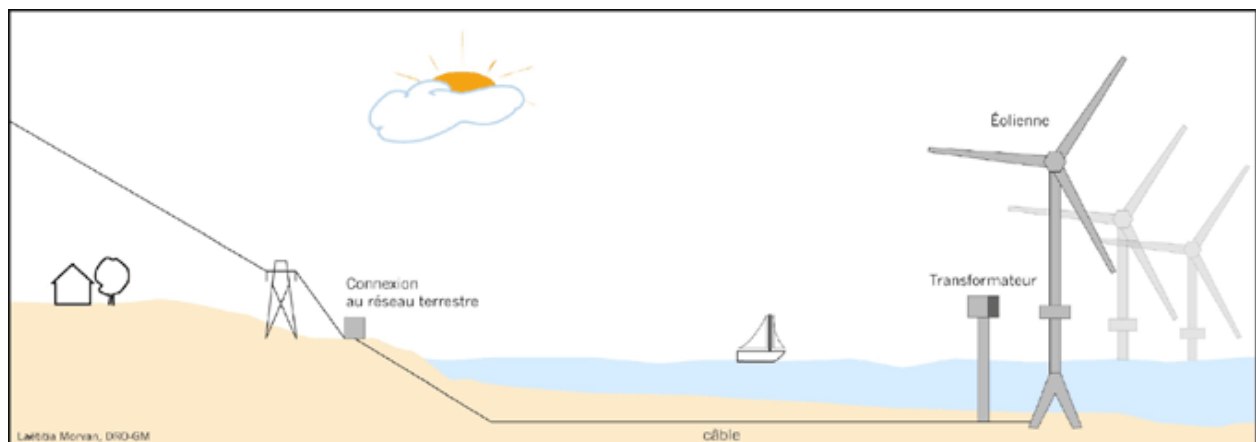
- Une hydrolienne de 1MW fabriquée par l'irlandais Openhydro est en activité dans la baie de Fundy, au **Canada**. Elle produit assez d'électricité pour 100 à 150 foyers, grâce aux courants marins engendrés par les marées.

- La Norvège a été pionnière dans le domaine avec l'installation en 2003 d'une usine marémotrice à l'extrême Nord du pays par l'entreprise Hammerfest Strom AS, rattachée au réseau depuis 2006.

- Energie mécanique des vents côtiers :

L'énergie éolienne est produite à partir de la force du vent, grâce à une éolienne, qui transforme l'énergie mécanique du vent en énergie électrique. Reliée à un générateur, elle est constituée d'un mât sur lequel est fixée une hélice que fait tourner le vent.

On distingue l'éolien terrestre de l'éolien en mer – ou éolien offshore. Bénéficiant de vents plus fréquents, plus forts et plus réguliers qu'à terre, ce dernier peut produire jusqu'à 60% d'énergie de plus que l'éolien terrestre.



En mer, les éoliennes peuvent être flottantes ou fixées sur les fonds marins. Ce concept d'énergie éolienne offshore a été lancé dans les années 1970. Il n'a été réalisé qu'au début des années 90.

A la fin 1997, six projets éoliens offshore sont en fonctionnement dans trois pays, (Suède, Danemark, Pays-Bas). La puissance totale produite en 1998 n'était que d'environ 25 Mégawatts (MW), à comparer aux plus de 9 000 MW installés à terre à la fin de cette année. Ces projets offshore ont été développés comme projets pilotes ou projets de démonstration. Ils ont aussi été installés relativement près du rivage (entre un et six kilomètres) et dans des eaux protégées. Dans les prochaines années, la puissance offshore installée devrait croître de façon importante avec le Danemark, l'Allemagne et le Royaume-Uni qui installent leurs premiers projets offshore. En France, la construction des premiers parcs commerciaux d'éoliennes en mer est attendue à partir de 2015.

L'implantation offshore est à ce jour économiquement lourde puisque sa technologie est plus complexe que pour l'éolien terrestre. En outre, il faut prendre en compte les freins culturels puisqu'il est souvent considéré que la mer doit rester « vide ». C'est pourquoi chaque projet d'implantation en mer nécessite une démarche de concertation préalable avec les différents acteurs afin d'anticiper les conflits d'usages.

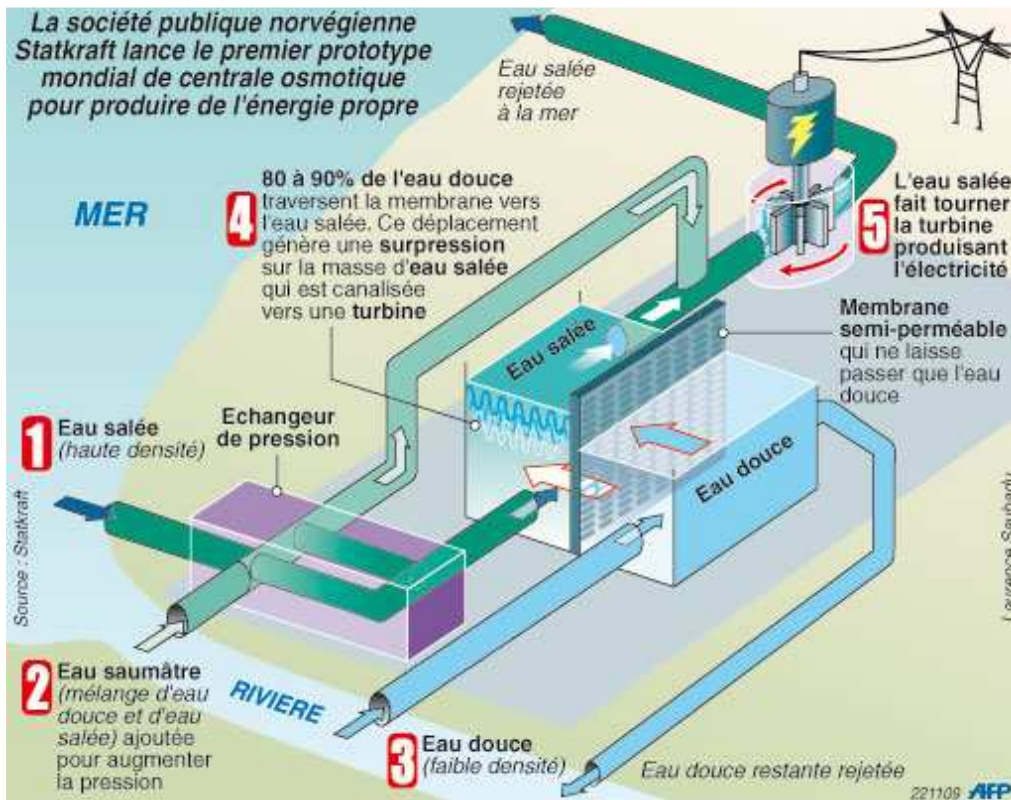
- Energie osmotique :

L'énergie osmotique est le résultat de l'exploitation de la pression osmotique. Elle résulte de la différence de salinité entre deux milieux aquatiques (comme l'eau douce et l'eau de mer). C'est pourquoi les estuaires, où l'on trouve de l'eau douce et de l'eau salée, sont des lieux d'implantation privilégiés des centrales osmotiques.

L'osmose est un processus courant de notre environnement et est déjà exploité par l'homme pour dessaler l'eau de mer. Lorsque deux masses d'eau, l'une douce, l'autre salée, sont mises en contact à travers une membrane (fine pellicule qui bloque le sel mais laisse passer l'eau), l'eau douce migre naturellement vers le contenant de l'eau salée, générant une pression, qu'une turbine convertit en électricité.

Ce type d'installation ne peut pas se construire n'importe où puisqu'il faut au minimum avoir accès à deux sources d'eau ayant des concentrations en solutés différentes. Les embouchures représentent donc des sites de choix.

La Norvège a développé une usine osmotique : inaugurée en 2009 par la princesse Mette-Marit, le prototype situé à Tofte, à 60 km au sud d'Oslo, n'aura dans un premier temps qu'une capacité de "quelques centaines de watts" et devrait ensuite atteindre entre 2 et 4 kilowatts (kW). Mais l'objectif est de construire, à l'horizon 2015, un premier exemplaire commercial de 25 MW. De quoi alimenter 10.000 ménages.



Glossaire

ADEME : Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie.

Établissement public à caractère industriel et commercial, placé sous la tutelle conjointe des ministères en charge de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie et de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche.

Energie fossile : Une énergie fossile est une énergie dont les réserves se sont constituées il y a très longtemps et qui est présente en quantités finies car elles se reconstituent plus lentement que nous ne les consommons. Les réserves de ces énergies s'épuisent donc au fur et à mesure de leur exploitation, contrairement aux énergies renouvelables. Exemple : l'uranium, le charbon...

Cavitation : vient du latin *cavus* = trou. La cavitation décrit la naissance de bulles de gaz et de vapeur dans un liquide soumis à une dépression. Lorsque la vitesse de rotation d'une hélice atteint une certaine valeur, appelée vitesse de cavitation, des bulles apparaissent dans le liquide. Ce phénomène est très consommateur d'énergie. C'est pour cela que les hélices des bateaux sont plus courtes que celles des avions afin qu'au bout des pales, la vitesse de l'eau ne dépasse pas la vitesse de cavitation.

Grenelle Environnement : Lancé le 6 juillet 2007 par Jean-Louis BORLOO, ministre de l'écologie, Dominique BUSSEREAU, secrétaire d'état chargé des transports et Nathalie KOSCIUSKO-MORIZET, secrétaire d'état chargée de l'écologie, le Grenelle Environnement réunit pour la première fois l'Etat et les représentants de la société civile afin de définir une feuille de route en faveur de l'écologie, du développement et de l'aménagement durables.

NER 300 : Le fonds démonstrateurs européen « NER 300 » est un dispositif majeur pour développer les technologies décarbonées en Europe. Il a été créé dans le cadre du paquet climat-énergie adopté sous présidence française de l'Union européenne. Il s'agit d'un dispositif majeur permettant de financer des démonstrateurs de captage et stockage du CO₂ (CSC) et d'énergies renouvelables innovantes de taille commerciale. Deux appels à projets sont organisés par la Commission Européenne afin de sélectionner les meilleurs projets qui pourront être financés jusqu'à hauteur de 50% des coûts éligibles.

Supports pédagogiques :

Les énergies renouvelables en mer :

➤ Contexte :

- Grenelle de l'Environnement : http://www.legrenelle-environnement.fr/IMG/pdf/rapport_final_comop_10.pdf
- Grenelle de la Mer, Livre Bleu : http://www.legrenelle-mer.gouv.fr/IMG/pdf/LIVRE_BLEU_Grenelle_Mer.pdf
- Site du Ministère de l'écologie, du développement durable, des transports et du logement : <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Les-energies-marines.html>
- Conférence internationale sur les énergies marines renouvelables de 2008 : <http://www.icoe2008.com/fr/liens-energies-renouvelables-marines.html>

➤ Définitions / explications :

- « La mer » volume 5 – Editions Atlas - En consultation à l'E.C.O.L.E de la mer
- « Les énergies marines en quête de maturité », Magazine alternatives n°22, 2009
- « La mer, le prochain défi » de Yann de Kerorguen. Editions Gutenberg 2009 Editions EDP Science – 2006
- « L'énergie en 2050 - Nouveaux défis et faux espoirs » de Bernard Wiesenfeld
- « Energies renouvelables marines » de Michel Paillard, Denis Lacroix, Véronique Lamblin et du Collectif Quae - Editions Quae - 2009
- Dossier « les énergies marines » : <http://www.actu-environnement.com/ae/dossiers/energies-marines/energies-marines.php4>
- Dossier « Energie des mers : un immense potentiel qui reste à exploiter » http://www.notre-planete.info/actualites/actu_721_energie_mers_potentiel.php
- TPE : <http://tpe.energiesdelamer.free.fr/conclusion.html>
- Les énergies dues aux courants marins : <http://pierre.hautefeuille.free.fr/TPE/LesMarees.html>
- L'Association européenne de l'énergie de l'océan (European Ocean Association) : <http://www.eu-oea.com/>

- Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement <http://www.agissons.developpement-durable.gouv.fr/Une-source-d-energies>
- Ifremer : <http://www.ifremer.fr/exploration/enjeux/etm/index.htm>
- Le club des argonautes : <http://www.clubdesargonautes.org/energie/energies.php>
- ADEME : www.ademe.fr – <http://www.slideshare.net/ecotech21/energies-marines-les-actions-de-lademe>
- Institut de la Mer : www.ifmer.org ou www.ifm.free.fr
- Agence des aires marines protégées : cartothèque : <http://cartographie.aires-marines.fr/?q=carto/simple#>
- Site de France Energies Marines : <http://www.france-energies-marines.org/>
- **Actu :**
- Portail d'informations dédié aux énergies de la mer : <http://www.mer-veille.com/>
- Projet d'île solaire : <http://www.industrie.com/it/l-ile-solaire.8381>
- Article du sud-ouest « éolien : espoir aquitain » : <http://www.sudouest.fr/2010/10/23/eolien-espoirs-aquitains-219797-3018.php>
- **Jeux et expériences :**
- Site dédié à la malle pédagogique du CCSTI Lorient : <http://energies.marines.free.fr/>
- Jeu des énergies renouvelables : http://www.bretagne.fr/internet/upload/docs/application/pdf/2009-04/cesr_le_grand_jeu_des_energies_marines.pdf
- **Vidéos :**
- C'est pas sorcier - épisode 444 : http://c-est-pas-sorcier.france3.fr/?page=emission&id_article=1049

Les énergies marines en Poitou-Charentes :

- rapport du CESER Poitou-Charentes : http://www.cese-poitou-charentes.fr/IMG/pdf/Rapport_EMR_pour_site_-_Juin_2011.pdf

Formations professionnelles :

- Métiers de la mer et formations : <http://www.ecoledelamer.com>
- Rapport Énergies Marines Renouvelables (Emplois, Compétences, Formation)
Quelles perspectives d'avenir ? Présenté par Madame le Sénateur Gisèle GAUTIER : http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Gisele_GAUTIER_Metiers_des_energies_marines_reouvelables_2_decembre_2010.pdf
- Master Spécialisé Energies Marines Renouvelables : <http://www.ensieta.fr/>

« 2012, année de l'énergie durable pour tous » :

- Site Internet de l'ONU : <http://www.un.org/fr/events/sustainableenergyforall/index.shtml>
- Article de l'UNESCO : <http://www.unesco.ch/fr/journees-annees-decennies/annees-internationales/2012-jahr-der-erneuerbaren-energie-fuer-alle-jahr-der-genossenschaften/annee-de-l-energie-durable-pour-tous.html>

Les énergies renouvelables :

- « Les énergies renouvelables et leurs utilisations » - Editeur : CRDP du Limousin – 2010

Contacter le service pédagogique de
l'E.C.O.L.E de la mer :

05 46 50 30 30

pedagogie@ecoledelamer.com

Un rendez-vous avec les enseignants du service éducatif permettra de construire ensemble votre projet pédagogique. Notre équipe est également à votre disposition pour toute demande particulière.