

# L'océan, un potentiel INCROYABLE !

Espace d'une extraordinaire beauté et d'une grande diversité, l'océan couvre environ 70 % de la surface de notre planète. Or nous sommes loin de connaître toutes les richesses et les possibilités de ce grand écosystème. Le monde marin offre des ressources énergétiques renouvelables et une biodiversité à découvrir et à exploiter pour répondre aux problématiques humaines.

## 1. Source d'énergies renouvelables

Le potentiel des énergies marines, appelées aussi thalasso-énergies, a été estimé par l'Agence Internationale de l'Énergie entre 20 000 et 90 000 TWh/an (la consommation mondiale d'électricité est de l'ordre de 16 000 TWh/an) :

- **Hydrolennes et marémotrices** : entre 300 et 800 TWh/an
- **Houlomotrices** : entre 8 000 et 80 000 TWh/an
- **Énergie thermique des mers** : près de 10 000 TWh/an
- **Énergie osmotique** : 2 000 TWh/an.

Certaines de ces technologies sont encore en phase de test, tandis que d'autres commencent à être bien implantées, notamment en France.

### L'énergie du vent

L'éolienne marine, posée ou flottante, bénéficie de vents plus fréquents, plus forts et plus réguliers qu'à terre. Le mouvement des pales provoque la création d'une énergie qui est collectée par une sous-station immergée, munie de transformateurs. Un long câble sous-marin le raccorde au réseau terrestre. L'éolien représente le plus fort potentiel de développement d'énergie en milieu marin dans la décennie à venir.



Éoliennes offshore,  
Crédit : Jesse De Meulenaere / Unsplash

Le premier parc éolien offshore posé est entré en service en France, en 2022, au large de la presqu'île du Croisic près de Saint-Nazaire. Ce parc compte 80 éoliennes disséminées sur une superficie de 78 km<sup>2</sup> à une quinzaine de kilomètres des côtes. Chaque éolienne culmine à environ 180 mètres de hauteur en comptant sa base, son mât et ses trois pales.

En Vendée, un parc éolien posé est en cours de construction entre les îles d'Yeu et de Noirmoutier. Celui-ci doit être achevé en 2025. Il comprendra 61 éoliennes sur une superficie de 83 km<sup>2</sup> pour une puissance totale de 496 MW annuelle, soit l'énergie nécessaire pour 800 000 personnes (plus que la population vendéenne).



Pour en savoir plus sur les éoliennes en mer :

- **Îles d'Yeu et de Noirmoutier – Éoliennes en mer**  
<https://iles-yeu-noirmoutier.eoliennes-mer.fr/>

# L'Océan, un potentiel INCROYABLE !

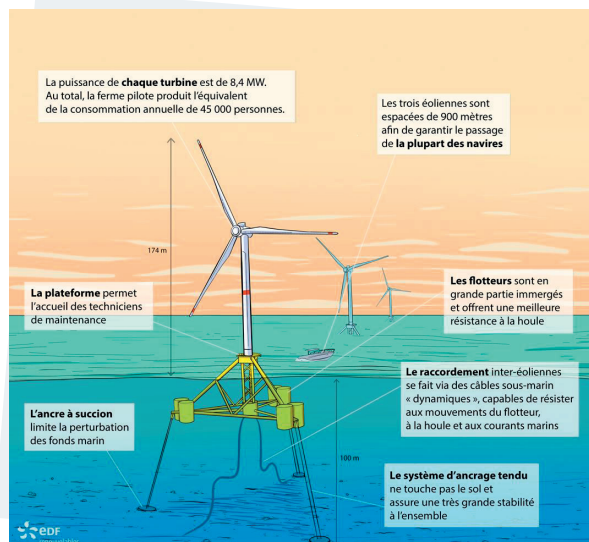


Schéma d'une éolienne flottante du parc Provence Grand Large  
Crédit : EDF Renouvelables.

Encore en phase d'expérimentation, les éoliennes flottantes pourraient révolutionner le secteur. Les éoliennes flottantes peuvent se déployer jusqu'à 250 mètres de profondeur et prendre place loin des côtes. Pour éviter qu'elles ne dérivent, des câbles ancrés au fond de l'eau les retiennent. En prenant le large, ces éoliennes nouvelle génération pourront atteindre des zones où les vents sont plus forts et plus stables. En France, un parc éolien flottant pilote a vu le jour à Faraman Port Saint-Louis dans la mer méditerranée avec 3 éoliennes flottantes. Sa mise en service aura lieu à l'automne 2024. Deux autres projets sont en cours de construction en Méditerranée.



Pour en savoir plus sur les éoliennes en mer en France :

• **Éoliennes en mer**  
<https://www.eoliennesenmer.fr/>

## L'énergie marémotrice

L'énergie des marées peut être collectée près des côtes lorsque l'amplitude des marées entre le niveau de basse mer et de haute mer dépasse environ 15 mètres. Cette énergie potentielle due à la différence de hauteur peut être captée par des centrales marémotrices. La seule usine marémotrice de France se situe en Bretagne dans l'estuaire de la Rance près de Saint-Malo. Elle a été construite en 1966 et produit environ 12 % de l'électricité consommée en Bretagne.

Afin d'exploiter la différence de hauteur, un barrage muni de vannes est installé. Ouvertes lorsque la marée monte, elles permettent au niveau d'eau de s'élever dans le bassin. Au moment de la marée basse, les vannes sont fermées pour conserver l'eau. Dès que la différence de hauteur entre le niveau du bassin et celui de la mer est suffisante, on libère l'eau du bassin en la dirigeant vers des turbines qui vont alors générer de l'électricité. C'est la première et la plus puissante des centrales marémotrices dans l'estuaire de la Rance avec une puissance de 240 MW.

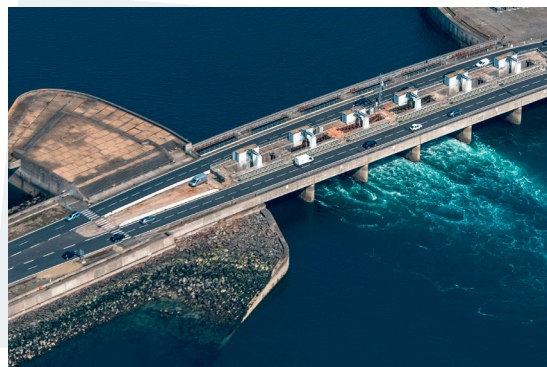


Photo d'une usine marémotrice  
Crédit : Adobestock

## L'énergie houlomotrice

L'énergie houlomotrice ou l'énergie des vagues désigne la production d'énergie électrique à partir de la houle. Le Conseil mondial de l'énergie estime que 10 % de la demande annuelle mondiale d'électricité pourrait être couverte grâce cette énergie. Il existe plusieurs fermes-pilotes dans le monde mais cette énergie n'a pas encore de commercialisation à grande échelle. La première centrale d'Europe avec commercialisation se situe en Espagne. Elle a été ouverte en 2011.



Photo d'une chaîne flottante articulée au large de l'Écosse, 2008, modèle «Pelamis».  
Crédit : Wikipédia

Plusieurs systèmes, en test ou en fonctionnement, permettent d'exploiter l'énergie des vagues :

- **La chaîne flottante articulée ou « serpent de mer »**
- **La paroi oscillante immergée**
- **La colonne à oscillation verticale**
- **Le capteur de pression immergé**
- **La colonne d'eau**
- **Le piège à déferlement**



Pour en savoir plus sur l'énergie houlomotrice :

- **Centrale houlomotrice**  
[La centrale houlomotrice, La maison de l'énergie](#)

## L'énergie hydrolienne

L'énergie hydrolienne provient des courants fluviaux ou marins. Ceux-ci font tourner les turbines des hydroliennes, qui sont des sortes d'éoliennes, mais plus puissantes. En effet, la masse volumique de l'eau est 800 fois plus importante que celle de l'air pour une vitesse du courant 3 à 4 fois plus faible que celle du vent. Il est important d'installer l'hydrolienne à un emplacement où le courant est constant. Les courants marins de la côte nord-ouest de la France possèdent une puissance et une stabilité propices à la mise en place de cette énergie.

Un prototype est installé en Bretagne, au large de Paimpol-Bréhat, depuis 2019.



Pour en savoir plus sur l'énergie hydrolienne :

- **Hydrolienne**  
[Les types d'hydroliennes, La maison de l'énergie](#)



Photo d'une hydrolienne D03, construite par l'entreprise Sabella, exposée à Port Navalo en mai 2017  
Crédit : Wikimedia / Rundvald

# L'Océan, un potentiel INCROYABLE !

## L'énergie thermique des mers

L'énergie thermique des mers (ETM) ou énergie maréthermique consiste à exploiter le différentiel de température des océans entre les eaux de surface chaudes et les eaux de profondeur froides afin de produire de l'électricité. Cette technologie est en phase de recherche et développement. Elle présente l'intérêt d'être abondante, prévisible et disponible 24 heures sur 24 toute l'année en zone intertropicale. La direction du rayonnement solaire est primordiale dans l'exploitation de l'énergie thermique des mers. Un gradient de température d'au moins 20°C est indispensable. Mais pour créer une différence suffisante avec les eaux froides des profondeurs, il est nécessaire que les rayons solaires chauffent suffisamment la surface de l'océan en la frappant quasi verticalement.

C'est dans la zone intertropicale que ces conditions sont réunies puisque la température en surface est d'environ 24°C alors qu'elle est à 4°C à une profondeur de 1 000 m. Près de 35 pays, situés intégralement ou en partie en zone intertropicale, peuvent aspirer à exploiter cette source d'énergie dont la France à La Réunion. Néanmoins, celle-ci est onéreuse, nécessite de lourds investissements et pâtit d'un faible rendement.



Pour en savoir plus sur l'énergie thermique des mers :

- **Énergie Thermique des Mers - Maison de la mer**  
<https://www.youtube.com/watch?v=Nt-i4SMF-6M>

## L'énergie osmotique



Photo de la centrale osmotique d'Hørum en Norvège  
Crédit : Wikimedia / Bjoertvedt

L'énergie osmotique exploite la différence de salinité entre l'eau de mer et l'eau douce. Les deux natures d'eau sont alors séparées par une membrane semi-perméable qui consiste à utiliser une pression créée par la migration de molécules d'eau à travers cette membrane. Ce mouvement s'appelle l'osmose. La pression d'eau qui en résulte assure un débit qui peut alors être turbiné pour produire de l'électricité.

Cette énergie marine est actuellement la moins avancée du point de vue de la recherche en raison d'investissements importants nécessaires et de la faible performance des membranes actuelles. Toutefois, elle est très prometteuse puisqu'elle peut être produite partout dans le monde à l'embouchure

des fleuves. Au niveau mondial, elle pourrait produire 1 000 à 2 000 GW d'électricité par an (un réacteur nucléaire produit 1 GW).

Une station osmotique pilote est en cours de création dans le delta du Rhône au sud de la France. Elle pourrait fournir 500 MW, soit l'électricité nécessaire pour 2 millions de personnes.



Pour en savoir plus sur l'énergie osmotique :

- **Osmotique : l'énergie bleue du futur ? - CNRS IMAGES**  
<https://images.cnrs.fr/video/8013>

## 2. Biodiversité marine

L'océan est un monde complexe. Sa biodiversité et ses réserves de molécules ayant un intérêt pour la santé, la pharmacologie, l'alimentation, les bio-matériaux ou les bio-carburants sont encore largement méconnus.

### Un biotope à découvrir

L'océan est source de fascination et d'émerveillement. Ce biotope regroupe le plus grand nombre d'espèces végétales et animales sur notre planète. Or, il possède encore de nombreux mystères et regorge d'espèces inconnues.

On estime actuellement que 1 à 2 millions d'espèces vivent dans l'océan. Environ 240 000 espèces marines ont été découvertes et nommées à ce jour. En moyenne, environ 2 000 espèces sont découvertes chaque année. Le plancton représente à lui seul 95 % des espèces vivant dans l'océan.

Le *Promachocrinus fragarius* est une des nouvelles espèces découvertes en 2023 au large de l'Antarctique.



Photo du *Promachocrinus kerguelensis*,  
cousin du *Promachocrinus fragarius*  
Crédit : Wikimedia



Pour en savoir plus sur les biotopes :

- **Le promachocrinus fragarius** : Un animal marin semblable à un extraterrestre découvert dans les eaux de l'Antarctique - GEO magazine  
<https://www.geo.fr>
- **Le plancton** : Organismes essentiels à la vie sur Terre, Tout sur ta mer (une série de Noëlle Pansiot) - Lumni  
<https://www.lumni.fr/video>
- **Les habitants des abysses** : Les habitants des abysses, Tout sur ta mer (une série de Noëlle Pansiot) - Lumni  
<https://www.lumni.fr/video>

# L'Océan, un potentiel INCROYABLE !

## Des fonds marins à explorer

Sur 320 millions de km<sup>2</sup>, seuls 20 % à 25 % des fonds marins ont été cartographiés. L'endroit le plus profond se situe à l'est des Philippines dans le Pacifique : **la fosse des Mariannes** avec 10 984 mètres de profondeur. La pression y est 1 000 fois supérieure à celle de la surface. Le record de plongée pour l'homme est de 330 mètres. Les bathyscaphes, engins d'explorations, permettent de dépasser les limites physiques de l'homme. La bathymétrie, autre moyen pour comprendre les fonds marins, mesure la profondeur et étudie le relief. Plusieurs outils sont possibles : les satellites, mais les mesures peuvent être perturbées par l'eau de mer, et le sonar acoustique disposé sur un navire.



Photo d'un bathyscaphe  
Crédit : Adobestock

La tâche est colossale ! L'UNESCO et 150 pays se sont donné comme objectif de cartographier 80 % des fonds marins d'ici 2030.

## La biotechnologie marine

Les organismes vivants ont développé des stratégies pour survivre dans des milieux hostiles, pour se nourrir, se déplacer ou se protéger des prédateurs. Ceux-ci sont souvent plus spécialisés dans le milieu marin que terrestre en raison de leur évolution dans un environnement soumis à des turbulences, des pressions ou des températures extrêmes.

En biologie, plus les milieux sont contraints, plus les organismes développent des techniques pour survivre. La biotechnologie marine ou bleue s'inspire des animaux, des plantes et même des molécules de l'océan en vue d'identifier de nouvelles molécules d'intérêt, de concevoir de nouveaux produits ou d'améliorer des produits existants.

La biotechnologie marine représente un champ d'applications prometteur pour les médicaments et les produits de santé. Actuellement, dans le monde, la plupart des molécules d'origine marine en développement clinique sont destinées au traitement des cancers ou à la lutte contre les virus.

La France se situe parmi les nations les plus avancées dans ce domaine. En Vendée, sur l'île de Noirmoutier, se trouve une ferme d'élevage de vers marins appelés arénicoles.

À marée basse, ces animaux sont en apnée et arrêtent de respirer pendant 6 heures de suite en faisant le plein d'hémoglobine (molécule qui transporte l'oxygène). Cette capacité extraordinaire est étudiée et exploitée par un scientifique français qui a fondé sa société et créé cette ferme marine. Plusieurs applications dans le domaine médical sont possibles comme l'ajout de molécules issues du sang d'arénicole dans le liquide préservant les greffons. Cela permet d'augmenter considérablement la durée de préservation des organes avant transplantation. Aujourd'hui, plusieurs produits à base d'hémoglobine de ver arénicole sont utilisés dans les hôpitaux d'Europe.



Photo d'un ver arénicole, Arenicola marina.  
Crédit : Wikimedia / Auguste Le Roux



Pour en savoir plus la biotechnologie marine:

- **Une découverte qui pourrait bien révolutionner la médecine, Le monde de Jamy – France TV :**  
<https://www.youtube.com/watch?v=ojlNr1ZjjCg>

**La ferme aquacole – Hemarina :**  
<https://www.hemarina.com/hemarina/la-ferme-aquacole/>

## Le biomimétisme marin

Stratégie d'innovation qui s'inspire du vivant, le biomimétisme marin est loin d'avoir livré toutes ses possibilités. Plusieurs applications existent néanmoins dans différents domaines : la vie courante, la santé, l'énergie, les transports...

Voici quelques exemples :

- **Un plastique biodégradable**, appelé le shrilk (contraction de « shrimp » en anglais ou crevette en français et de « silk » ou soie), inspiré par les propriétés et constituants de la carapace des crevettes.
- **Une colle ultra résistante à l'eau et non polluante** pour l'industrie en étudiant la moule et sa capacité à synthétiser des filaments collants dans l'eau de mer pour s'accrocher aux rochers ou navires.
- **Des hydroliennes ondulées** comme des poissons en observant leur mouvement d'ondulation afin d'optimiser la production d'énergie.
- **Le robot sous-marin Sepios** avec une flottabilité parfaite, inspiré de la seiche.



Pour en savoir plus sur Sepios :

- **Seiche mécanique pour robot sous-marin – hi-tech – Euronews :**  
<https://www.youtube.com/watch?v=b2-ltOyf0gQ>



Pistes pédagogiques

- **La transition énergétique et les éoliennes en mer :**  
Fiches pédagogiques du CEI au lycée :  
<https://iles-yeu-noirmoutier.eoliennes-mer.fr/espace-jeunesse/>
- **Le biomimétisme et ses applications :**  
Kit biomimicards en français : <https://biomimicards.fr/exemple-biomimetisme/>  
Kit biomimicards en anglais : <https://biomimicards.com/Biomimicards-v1.pdf>