

**B Jérémy
MD Thibault**

TECHNOLOGIE

HISTOIRE DES SOLUTIONS :

COMMENT PRODUIRE DE L'ELECTRICITE ?

SOMMAIRE

- Introduction : l'électricité a été découverte il y a 26 siècles ! p. 2
- I - Petite histoire de l'électricité p. 3
- II- De la pile ... aux centrales électriques p. 4
 - A – D'une petite à une grande production p. 4
 - B - Les différents moyens de production de l'électricité p. 5
 - Technologies utilisées massivement p. 5
 - Technologies nouvelles p.8
 - Technologies en développement p.10
- Conclusion : la production d'électricité est nécessaire mais pas à n'importe quel prix : le développement durable est en jeu ! p. 12

L'électricité a été découverte il y a 26 siècles !

Thalès de Milet, un savant grec, l'a découverte vers le 7^{ème} siècle avant J.C : il frottait un morceau d'ambre avec un tissu quand il a constaté que la pierre réussissait à attirer des petits objets légers comme de la paille. Sans le savoir, il a découvert l'électricité statique.

Deux mille ans plus tard, on appela ce phénomène **électricité**, du mot **ἤλεκτρον** qui signifie « ambre ».



Frottez une règle en plastique contre un tissu : la passer au-dessus de la plume : on observe que la plume est attirée par la règle. C'est de l'électricité statique.

Le principe de base de la production d'électricité repose sur la conversion d'énergie mécanique en énergie électrique. Le plus souvent, un fluide entraîne une turbine. Il a fallu des siècles aux inventeurs pour comprendre comment produire de l'électricité. Ils ont fait plein d'expériences et ont appris à la créer à partir des différentes sources d'énergie de la nature.

Ce n'est qu'en l'an 1800 que le savant italien Volta a découvert le moyen de produire un courant électrique. Il a inventé la 1^{ère} pile électrique, composée de disques d'argent et de cuivre séparés par du carton humide.

Grâce à l'électricité, la vie quotidienne a alors beaucoup changé : éclairage, chauffage, cuisson, on pouvait faire des choses si incroyables qu'on l'a appelée **la Fée électricité**.

I - Petite histoire de l'électricité

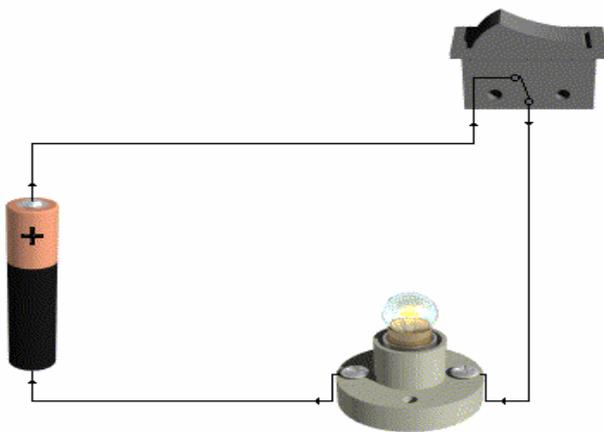
- 600 av JC : Thalès découvre l'électricité statique
- 1660 : Invention de la première machine génératrice d'électricité
- 1709 : Invention d'une machine à friction électrique améliorée
- 1729 : Découverte du flux réelle de l'électricité
- 1733 : Découverte de deux sortes d'électricité : Positive et négative
- Loi fondamentale : Les charges semblables se repoussent
- 1752 : Invention du premier paratonnerre
- 1775 : Invention de l'électrophore
- 1796 : Invention de la première vraie pile (pile voltaïque)
- 1801 : Production d'un arc électrique
- 1812 : Réalisation du premier télégraphe actionné au moyen d'un courant électrique
- 1820 : Découverte : un courant électrique produit un champ magnétique
- 1823 : Création du premier galvanomètre
- : Découverte de la force électromotrice thermique
- 1831 : Invention du premier télégraphe électromagnétique pratique
- 1832 : Découverte du principe d'induction
- Construction du premier générateur de courant alternatif
- 1833 : Découverte des lois de décomposition électrochimique
-
- 1834 : construction d'un grand moteur électrique
- 1837 : Construction du premier moteur électrique commercialement rentable
- 1845 : Fabrication d'une lampe électrique
- 1857 : Premier d'une locomotive actionnée à l'électricité
- 1863 : Construction d'un générateur perfectionné
- 1879 : Construction d'une dynamo utilisable dans un système d'éclairage
- : La "California Electric Light Company" est la première société américaine à vendre de l'électricité
- : Présentation du premier chemin de fer électrifié
- 1881 : Premières lignes de tramways électriques inaugurées
- 1886 : Installation du premier système d'éclairage à courant alternatif
- 1893 : Présentation d'une cuisine électrique complète
- 1895 : Olivier Lodge fait fonctionner le premier télégraphe sans fil
- 1897 : Thomson découvre l'électron
- 1901 : Premier envoi de signaux transatlantiques de radio sans fil
- 1902 : Invention du générateur a arc
- 1907 : Première utilisation d'un moteur à courant alternatif uniphasé
- 1925 : Invention d'un mécanisme permettant d'enregistrer électriquement un son
- 1927 : Premier service téléphonique transatlantique
- 1928 : Emission de la première pièce télévisée
- 1938 : Introduction des lampes à fluorescence
- 1948 : Invention du transistor
- 1956 : Invention de la première centrale nucléaire productrice d'électricité

II - De la pile ... aux centrales électriques

A – D'une petite à une grande production

Pour créer un petit circuit électrique, on force les électrons des atomes à se déplacer d'un point à un autre. C'est ce qu'a démontré Volta qui appela pile, l'empilement de rondelles de cuivre et de zinc séparées par des cartons imbibés d'eau salée. En reliant par un fil métallique les deux sorties ou pôles de la pile, on produit un courant électrique : un grand nombre d'électrons se déplace entre les pôles. Le courant électrique provient de la circulation d'électrons dans un corps conducteur, tel que certains métaux ou gaz. Le courant peut être continu, (s'écoule continuellement dans une seule direction).

C'est le cas par exemple dans une lampe électrique :



Pour créer **une grosse quantité d'électricité**, c'est le même fonctionnement que ce petit circuit électrique, simplement, le courant est alternatif, (produit par la rotation d'un alternateur) et il est reproduit à très grande échelle : c'est le cas par exemple dans **les centrales électriques**.

L'électricité est produite grâce à une turbine et un alternateur. On utilise une source d'énergie qui peut être de l'eau, de la vapeur ou un gaz. Cette énergie fait tourner une énorme **turbine** qui est reliée à un alternateur. L'**alternateur agit comme un aimant** et il attire les électrons, ce qui les oblige à se déplacer. Et **le déplacement des électrons génère le courant électrique**.

B - Les différents moyens de production de l'électricité

- Technologies utilisées massivement

- **La centrale thermique à flamme** utilise la force de la vapeur dégagée en brûlant des **énergies fossiles** (charbon, pétrole, gaz naturel) ou de la **biomasse** (déchets végétaux ou ménagers). Une centrale thermique produit de l'électricité à partir d'une source de chaleur. Cette source peut être un combustible brûlé (gaz naturel, certaines huiles, charbon, déchets industriels, déchets ménagers, etc.), la fission de noyaux d'uranium 235 ou de plutonium 239, ou encore de la chaleur préexistante (noyau de la Terre pour la géothermie, soleil etc.).

La source chauffe un fluide (souvent de l'eau) qui passe de l'état liquide à l'état gazeux (vapeur). Cette vapeur entraîne une turbine accouplée à un alternateur qui transforme l'énergie cinétique de la turbine en énergie électrique.

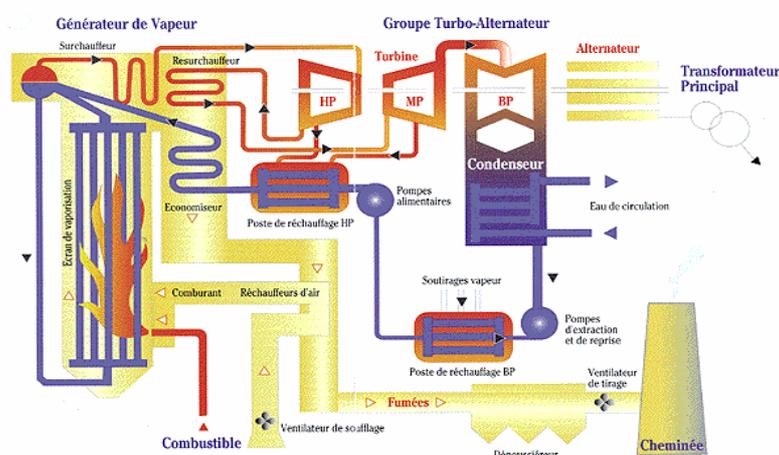
Pour entraîner la turbine, il faut que la pression soit plus faible à la sortie de celle-ci, qu'à l'entrée. Ceci est obtenu en condensant la vapeur, en aval de la turbine, à l'aide d'une source froide. Il faut toujours une source chaude et source froide, pour échanger un travail avec une machine thermique.

Le fluide condensé est en général réutilisé comme source de vapeur et effectue alors un cycle thermodynamique.

Les avantages : la production d'énergie est relativement indépendante des conditions météorologiques, la source d'énergie peut être (dans une certaine mesure) facilement stockée et la densité de puissance est très élevée.



Centrale de Porcheville



- **La centrale thermique nucléaire** utilise le procédé de fission des atomes d'uranium. Cela produit de la chaleur qui se transforme ensuite en vapeur et fait tourner la turbine.

Dans un réacteur nucléaire comme dans toute centrale thermique, on transforme l'énergie libérée par un combustible sous forme de chaleur en énergie mécanique, puis électrique. Dans une centrale thermique classique, la chaleur provient de la combustion du charbon ou du fioul ; dans une centrale nucléaire, elle provient de la fission de l'uranium.

Il y a fission quand un neutron libre entre en collision avec un noyau d'uranium fissile et en provoque l'éclatement. Cette rupture libère plusieurs neutrons en dégageant une certaine quantité d'énergie.

La plupart des centrales nucléaires françaises fonctionnent avec des réacteurs à eau sous pressions (REP), qui comprennent trois circuits indépendants :

- le circuit primaire qui extrait la chaleur produite par la fission des atomes d'uranium à l'intérieur des éléments combustibles, et la transfère, grâce à des échangeurs de chaleur (ou générateur de vapeur), au circuit secondaire. L'eau du circuit primaire n'est jamais en contact avec l'eau secondaire. Le circuit primaire comprend la cuve, les générateurs de vapeur et le pressuriseur.
- le circuit secondaire : la vapeur créée dans les générateurs de vapeur est collectée par les tuyauteries du circuit secondaire, et alimente la turbine. Après sa poussée sur les ailettes de la turbine, la vapeur détendue est condensée. L'eau recueillie est alors renvoyée aux générateurs de vapeur.
- le circuit de refroidissement : l'eau froide de ce circuit, en provenance d'un fleuve ou de la mer, permet la condensation de la vapeur du circuit secondaire. C'est l'indispensable source froide de toute machine thermique.

Avant les années 1980-1990, le nucléaire était très compétitif par rapport aux autres moyens de production mais du fait des coûts économiques croissants, dus aux durées de construction de plus en plus longues, et le faible coût des combustibles fossiles le nucléaire a été moins compétitif. Dans certains pays une peur des déchets radioactifs et d'accidents nucléaires a conduit à renoncer à l'énergie nucléaire.



Centrale nucléaire de Golfech

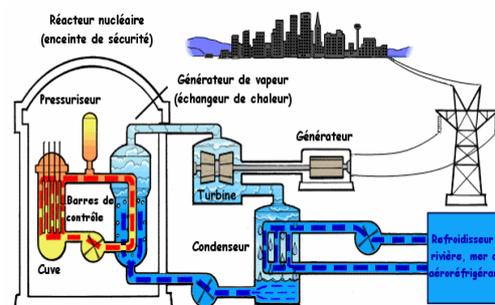


Schéma simplifié d'une centrale nucléaire

- **La centrale hydraulique** utilise la force de l'eau créée par un puissant déplacement. Il peut s'agir d'une chute d'eau naturelle, de l'eau stockée dans un barrage, des mouvements de la marée ou des courants marins.

Une centrale hydraulique utilise l'énergie fournie par une masse d'eau en mouvement pour produire de l'énergie électrique. Un barrage retient une grande quantité d'eau sous la forme d'un lac de retenue.

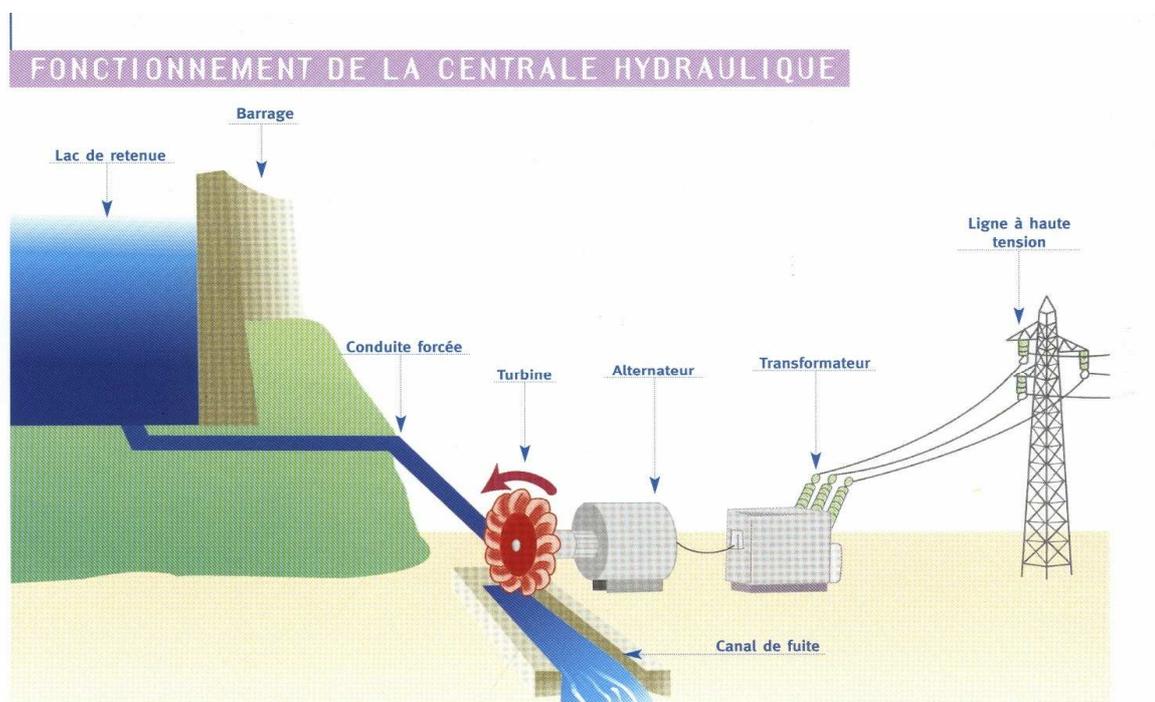
Pour produire de l'électricité, les vannes du barrage sont ouvertes, de l'eau s'y engouffre dans une conduite forcée dans le barrage, sa vitesse augmente. A la sortie de cette conduite, l'eau fait tourner une turbine qui entraîne elle-même un alternateur qui produit une tension alternative sinusoïdale.

L'eau est ensuite libérée au pied du barrage et reprend le cours normal de la rivière.

Plusieurs variantes des centrales hydrauliques existent. Certaines fonctionnent en exploitant l'énergie fournie par les marées ou par les vagues. Leur nombre reste toutefois très limité.

Les centrales hydrauliques ont une puissance qui peut aller de quelques milliers de watts pour une centrale individuelle (destinée à alimenter une seule habitation) à 500 MW (Mégawatts) pour un barrage d'importance.

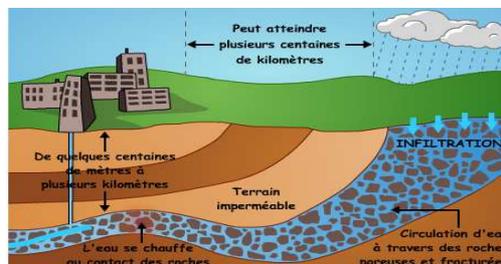
L'hydroélectricité est considérée comme une énergie propre et inépuisable, contrairement au pétrole ou au gaz naturel. Certaines recherches récentes émettent de très sérieux doutes sur le bilan en gaz à effet de serre des systèmes hydroélectriques. L'activité bactériologique dans l'eau des barrages (surtout en régions tropicales) relâcherait d'énormes quantités de méthane. Donc on préfère rester sur des énergies non polluantes et inépuisables.



- Technologies nouvelles

- **La centrale géothermique** est exploitée dans des réseaux de chauffage et d'eau chaude depuis des milliers d'années en Chine, dans la Rome antique et dans le bassin méditerranéen. Actuellement, la géothermie produit de la chaleur et/ou de l'électricité.

Le principe est l'utilisation de l'eau qui est chauffée par la chaleur de la Terre ou la vapeur qui s'en dégage. Il s'agit d'extraire l'énergie géothermique contenue dans le sol pour l'utiliser sous forme de chauffage ou pour la transformer en électricité. Il existe un flux géothermique naturel à la surface du globe, mais il est si faible qu'il ne peut être directement capté. En réalité on exploite la chaleur accumulée, stockée dans certaines parties du sous-sol (nappes d'eau) en faisant un ou plusieurs forages, plus ou moins profond(s) selon la température désirée ou le gradient thermique local. Cette forme de production est non polluante est inépuisable la Terre produit en permanence une forte quantité de chaleur.



- **Les éoliennes** utilisent la force du **vent** qui actionne leurs hélices.

Cette énergie est produite par la force exercée par le vent sur les pales d'une hélice. Cette hélice est montée sur un arbre qui peut être relié à un générateur qui transforme l'énergie mécanique en énergie électrique.

Les éoliennes raccordées au réseau électrique sont le plus souvent regroupées dans un parc éolien d'environ 5 à 50 machines, mais il existe aussi des machines seules.

RTE (Réseau de Transport d'électricité), une filiale de EDF, achemine le courant électrique à travers le réseau. Ce courant électrique doit avoir une fréquence de 50 Hz.

Une éolienne raccordée au réseau se doit donc de fournir cette fréquence quelque soit la vitesse du vent. Cette fréquence constante passe par une vitesse de rotation constante des pâles. Cette dernière est obtenue par régulation notamment avec l'orientation des pâles.

Cette technologie après 1957 a été quelque peu délaissée et il faudra attendre les années 1970 pour que le Danemark reprenne les développements d'éoliennes bien que se soit une énergie inépuisable et productrice d'électricité.



- **Les panneaux solaires**, appelés panneaux photovoltaïques, produisent de l'électricité grâce au soleil. C'est un moyen pratique pour alimenter des lieux isolés non raccordés au réseau électrique.

Un panneau solaire ou capteur solaire est un dispositif destiné à récupérer une partie du rayonnement solaire pour le convertir en énergie solaire.

On distingue essentiellement deux types de panneaux solaires :

- les panneaux solaires thermiques, appelés capteurs solaires, qui convertissent la lumière en chaleur,

- les panneaux solaires photovoltaïques, appelés modules photovoltaïques, qui convertissent la lumière en électricité.

Dans les deux cas, les panneaux sont habituellement plans, avec une longueur et une largeur de quelques mètres, ils sont dimensionnés pour faciliter leur installation et leur prix est fixé de sorte qu'ils trouvent des applications domestique ou industrielles.

Les principaux avantages vont de leur facilité de construction, leur faible coût de maintenance, jusqu'à leur grande modularité. Les principaux inconvénients sont : il est impossible, par exemple, de fournir de l'électricité à un bâtiment tout entier et deuxièmement, la rendement énergétique dépend beaucoup du temps



- **La biomasse** est une énergie constituée de **matières organiques végétales ou animales** (déchets ménagers ou agricoles). Sa combustion permet de produire de l'électricité.

En écologie, la biomasse est la quantité totale de matière (masse) de toutes les espèces vivantes présentes dans un milieu naturel donné. Dans le domaine de l'énergie, le terme de biomasse regroupe l'ensemble des énergies provenant de la dégradation de la matière organique (bois énergie).

Pour obtenir de l'énergie à partir de la biomasse, différents procédés et certaines conditions doivent être réalisés.

La filière bois énergie permet de produire de l'électricité à partir de la chaleur issue de la combustion du bois.

Une autre filière consiste à utiliser le biogaz, méthane issu de la fermentation de matières organiques contenues dans les décharges, les stations d'épuration, etc. La méthode la plus courante est de le brûler dans un moteur à gaz ou une petite turbine, pour produire de l'électricité injectée sur le réseau, et souvent de la chaleur en cogénération.

Ex : en Guadeloupe, les usines agricoles qui produisent du sucre réservent les déchets de la canne à sucre pour alimenter les centrales électriques en combustible. Ces déchets, appelés bagasse, sont brûlés pour chauffer de l'eau. La vapeur dégagée produit de l'électricité. La biomasse est une énergie renouvelable, 2'500 tonnes de déchets organiques renferment autant d'énergie que 200'000 litres de diesel mais le principal inconvénient est : La combustion du bois dégage des microparticules et de l'oxyde d'azote- sauf lorsqu'elle se fait dans les règles de l'art dans une chaudière moderne.

- Technologies en développement

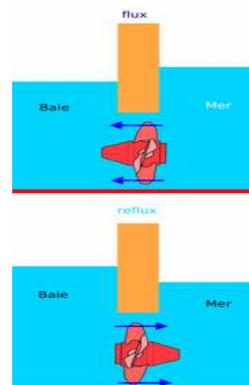
- **Le four solaire** ou **cuisseur solaire** un système de chauffage basé sur la concentration des rayonnements lumineux émis par le Soleil. Cette technologie a été utilisée dans l'étude des matériaux, par exemple au Grand Four Solaire d'Odeillo dans les Pyrénées-Orientales. Un usage individuel de ce principe a permis dans des régions du monde défavorisées, grâce à un programme de l'ONU de permettre de cesser la déforestation pour la cuisson des aliments.



- **L'usine marémotrice** est issue du mouvement de l'eau créé par les marées. Elle est utilisée soit sous forme d'énergie potentielle - l'élévation du niveau de la mer, soit sous forme d'énergie cinétique - les courants de marée. L'énergie marémotrice n'est pas neuve : les premiers moulins à marée ont été construits au Moyen-âge en Bretagne. L'usine marémotrice est la principale source d'électricité de la Bretagne et contribue ainsi à réduire le déficit énergétique de cette région. Transformant l'écosystème de la Rance, le barrage est responsable de son envasement progressif. Le lançon et la plie ont disparu, mais le bar et la morgate (seiche) remontent de nouveau le fleuve.



usine marémotrice de la Rance.



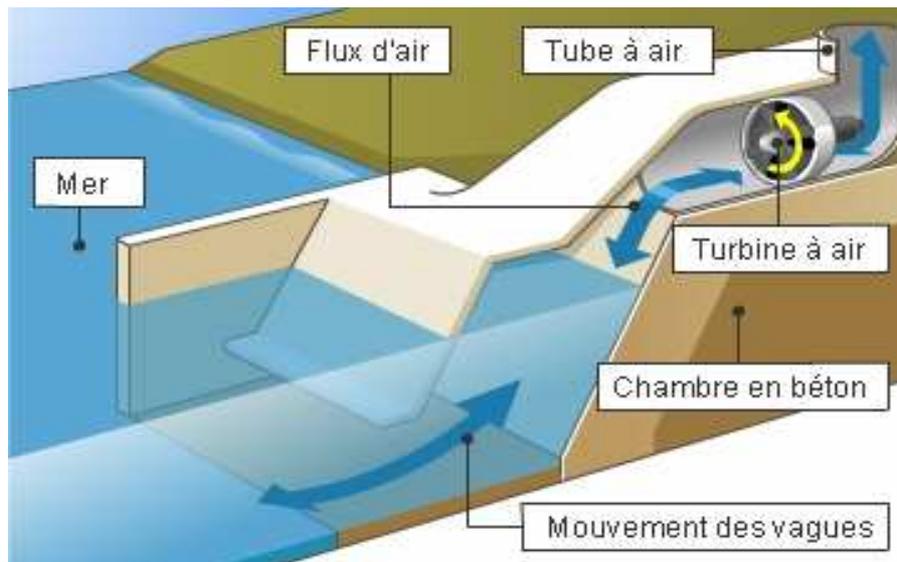
- **La centrale à fusion nucléaire** est destinée à produire industriellement de l'électricité à partir de l'énergie de fusion par des techniques de confinement inertiel. Ce type de centrale en est encore au stade de la recherche. Les avantages sont qu'aucun gaz à effets de serres est dégagé, il n'y a aucun risque de pénurie des produits utilisés, la quantité de déchets radioactifs est beaucoup plus faibles que celle produite par les réacteurs nucléaires.

- **L'hydrolienne** est une turbine sous-marine qui utilise l'énergie cinétique des courants marins, comme une éolienne utilise l'énergie cinétique de l'air. Ils utilisent une énergie inépuisable il y a par contre des inconvénients pour l'entretien et pour l'environnement.



L'énergie des vagues, utilisant la puissance du mouvement des vagues, est une possibilité qui pourrait rapporter beaucoup plus d'énergie que celle des marées. La faisabilité a été étudiée, en particulier en Angleterre : le système couplé à des dispositifs flottants ou des ballons déplacés par des vagues dans une structure en béton en forme d'entonnoir, produirait de l'électricité. Les nombreux problèmes pratiques ont contrarié les différents projets.

L'avantage est comme toutes les énergies nouvelles, c'est que cela ne pollue pas mais par contre cela a un effet négatif sur le paysage et cela peut s'implanter à très peu d'endroits.



CONCLUSION

La production d'électricité est nécessaire mais pas à n'importe quel prix : le développement durable est en jeu !

Un moyen de production de l'électricité peut en remplacer un autre mais parfois, on constate que cette production de l'énergie électrique peut se faire au détriment de la planète ; en effet, la consommation d'énergie, en croissance régulière, est une source de pollution considérable.

L'enjeu est donc de concilier les besoins en énergie et le respect de l'environnement, en impliquant l'ensemble des acteurs concernés par l'utilisation de cette énergie : les gouvernants, les producteurs et les consommateurs.

Une production rationnelle et une meilleure utilisation de l'électricité font partie des actions pour mettre en œuvre cette démarche.

En dehors de nouvelles techniques plus performantes qui permettront de générer moins de pollutions atmosphériques et de rejets de gaz à effet de serre, nous, les consommateurs, pouvons agir au quotidien en adoptant des gestes simples pour contribuer au développement durable.

Les appareils électriques : les appareils en veille consomment beaucoup d'énergie ; il faut les éteindre complètement ou les débrancher.

L'éclairage : toujours éteindre la lumière en sortant d'une pièce et s'installer près de la fenêtre pour lire ou travailler.

Le chauffage : bien isoler la maison, fermer les volets et les rideaux la nuit ou chauffer les pièces au bon moment permet d'éviter de chauffer plus, de conserver la chaleur et de l'utiliser le plus efficacement possible.

Le réfrigérateur : pour éviter de lui faire consommer trop d'énergie, il faut le placer loin des sources de chaleur comme la cuisinière ou un radiateur, ne pas y introduire de plats chauds et limiter son ouverture.

Le four : pour ne pas perdre trop de chaleur, le mieux est de l'ouvrir le moins souvent possible pendant la cuisson. Un four à micro-ondes consomme aussi moins d'énergie qu'un four traditionnel.

Les machines à laver : les cycles à 30 ou 40°C consomment 3 fois moins d'énergie qu'un cycle à 90°C et il vaut mieux profiter du soleil et du vent pour faire sécher le linge.

Le trajet pour aller au collège, au lycée ou à son lieu de travail : à pied ou à vélo sont les moyens les plus respectueux de l'environnement. Si ce n'est pas possible, alors il vaut mieux privilégier les transports en commun ou organiser un covoiturage.