

Module : Energies et Environnement

Enseignante : Dr Saoudel Assia

Année universitaire 2023-2024

Sommaire de la matière

- ❖ Chapitre 1: Les différentes ressources d'énergie
- ❖ Chapitre 2: Stockage de l'énergie
- ❖ Chapitre 3: Consommations, réserves et évolutions des ressources d'énergie
- ❖ Chapitre 4: Les différents types de pollutions
- ❖ Chapitre 5: Détection et traitement des polluants et des déchets
- ❖ Chapitre 6: Impact des pollutions sur la santé et l'environnement.

Chapitre 1:

Les différentes ressources

d'énergie

I-1 Introduction :

La production d'énergie est un défi de grande importance pour les années à venir. En effet, les besoins énergétiques des sociétés industrialisées ne cessent d'augmenter. Par ailleurs, les pays en voie de développement auront besoin de plus en plus d'énergie pour mener à bien leur développement. De nos jours, une grande partie de la production mondiale d'énergie est assurée à partir de **sources fossiles**. La consommation de ces sources donne lieu à des **émissions de gaz à effet de serre** et donc une **augmentation de la pollution**. Le danger supplémentaire est qu'une **consommation excessive** du stock de ressources naturelles **réduit les réserves** de ce type d'énergie de façon dangereuse pour les générations futures.

Les énergies renouvelables, qu'est-ce que c'est ?

Les énergies renouvelables se répartissent en **cinq catégories** : **l'éolien, le solaire, l'hydraulique, la géothermie et la biomasse**. Dans chacune coexistent différentes technologies.

I-2 Qu'est-ce que l'énergie ?

Définition: Le mot « énergie » vient du grec « énergeia » qui signifie « travail au force exaction ».

L'énergie est généralement définie comme **la capacité** d'un système à **réaliser un travail**. La quantité d'énergie que **possède** un système représente **la quantité de travail** qu'il peut **réaliser**.

- **Energie primaire :** C'est l'énergie **non transformée**, tirée de la **nature** (**soleil, fleuves ou vent**) ou **contenue** dans les produits énergétiques **tirés de la nature** (comme **les combustibles fossiles** ou **le bois**).
- **Energie secondaire ou dérivée :** C'est l'énergie obtenue par **la transformation** d'une **énergie primaire** ou d'une **autre énergie secondaire** (production d'électricité à partir de gaz, de produits pétroliers à partir de pétrole brut, etc.).
- **Energie finale :** C'est l'énergie **livrée** au consommateur pour sa consommation finale. Il s'agit **par exemple** de **l'essence** à la pompe, de **l'électricité** au foyer, **du gaz** pour chauffer une serre, **du bois** utilisé par une chaufferie collective, etc. **L'énergie finale peut être** une énergie **primaire** (consommation de gaz naturel dans l'industrie ou de bois par les ménages par exemple) ou non.

I-3 Les sources d'énergie :

Les différentes sources d'énergie peuvent être classées en deux groupes :

- ✓ Energie non-renouvelable
- ✓ Energie renouvelable

I-3-1 Energie non-renouvelable :

Elles sont disponibles en quantité limitée dans la planète, elles ne se renouvellent pas assez rapidement ou même elles qui ne se renouvellent pas du tout.

Les principales sources d'énergies non-renouvelables sont dérivées des **hydrocarbures**, tels que **le pétrole**, le **gaz naturel**, les **huiles**, les **charbons**, ... Elles sont donc **épuisables**.

On peut classer les énergies non-renouvelables en deux grandes familles :

Energie fossile : Charbon, gaz naturel et le pétrole.

Energie nucléaire : les gisements d'uranium étant limités

➤ Les énergies fossiles

Le charbon, le pétrole et le gaz naturel proviennent de la décomposition de végétaux et d'organismes vivants qui ont été enfouis sous la terre. Les ressources diminuent quand on les utilise car il leur faut des millions d'années pour se former et sont donc des sources d'énergies non renouvelable.

A)- Le pétrole

Le pétrole brut, est une huile minérale foncée et visqueuse qui viens du sous-sol, et qui provient des restes d'animaux et de végétaux morts, le pétrole est donc une source d'énergie fossile non renouvelable.

Le raffinage permet d'isoler ses divers constituants et d'obtenir, après épuration, des carburants. La combustion de ce carburant crée de l'énergie.

- L'essence,
- Le gazole,
- Le kérosène.

B)- Le charbon

Le charbon est une matière combustible qui provient de résidus fossilisés de forêts. Lentement elles se sont transformées en charbon.

Quand l'homme a découvert le charbon il l'a utilisé pour chauffer les maisons ou faire tourner les machines des usines ou faire fonctionner les trains.

Aujourd'hui on s'en sert encore pour produire de l'électricité, mais lorsqu'il brule il émet beaucoup de CO₂.

Cette émission de CO₂ est très polluante et accélère le réchauffement climatique. Le charbon est donc une source d'énergie fossile non renouvelable.

C)- Le gaz

Il y a des millions d'années des organismes vivants microscopiques ont été enfouis dans le sol et se sont transformés en gaz naturel sous l'action d'une température élevée, d'une forte pression et de l'absence de contact avec l'air.

Ces poches de gaz naturel se trouvent entre 3 000 et 4 000 mètres sous la surface de la Terre. C'est un très bon combustible qu'on utilise par exemple pour faire la cuisine, chauffer l'eau des maisons et produire du chauffage.

La combustion du gaz n'est pas polluante. Le gaz est une source d'énergie fossile non renouvelable.

➤ L'énergie nucléaire

L'énergie nucléaire est une énergie quasi inépuisable et gigantesque, L'énergie nucléaire s'est imposée suite aux chocs pétroliers des années 1970, Lors d'une réaction nucléaire, l'énergie est libérée par la transformation des atomes en d'autres éléments.

Après la fabrication de l'électricité il reste des déchets radioactifs qu'il faut enterrer pour empêcher une contamination de ce qui vit.

L'uranium est un élément naturellement radioactif qui existe dans la nature à des concentrations faibles. Il est présent dans certains types de sols et de roches, notamment dans les sous-sols granitiques.

On trouve aussi de l'uranium dans l'environnement en conséquence d'activités humaines. Les sources comprennent des déchets d'usine, des émissions de l'industrie nucléaire, la production d'engrais phosphatés et la combustion de charbon et d'autres combustibles.

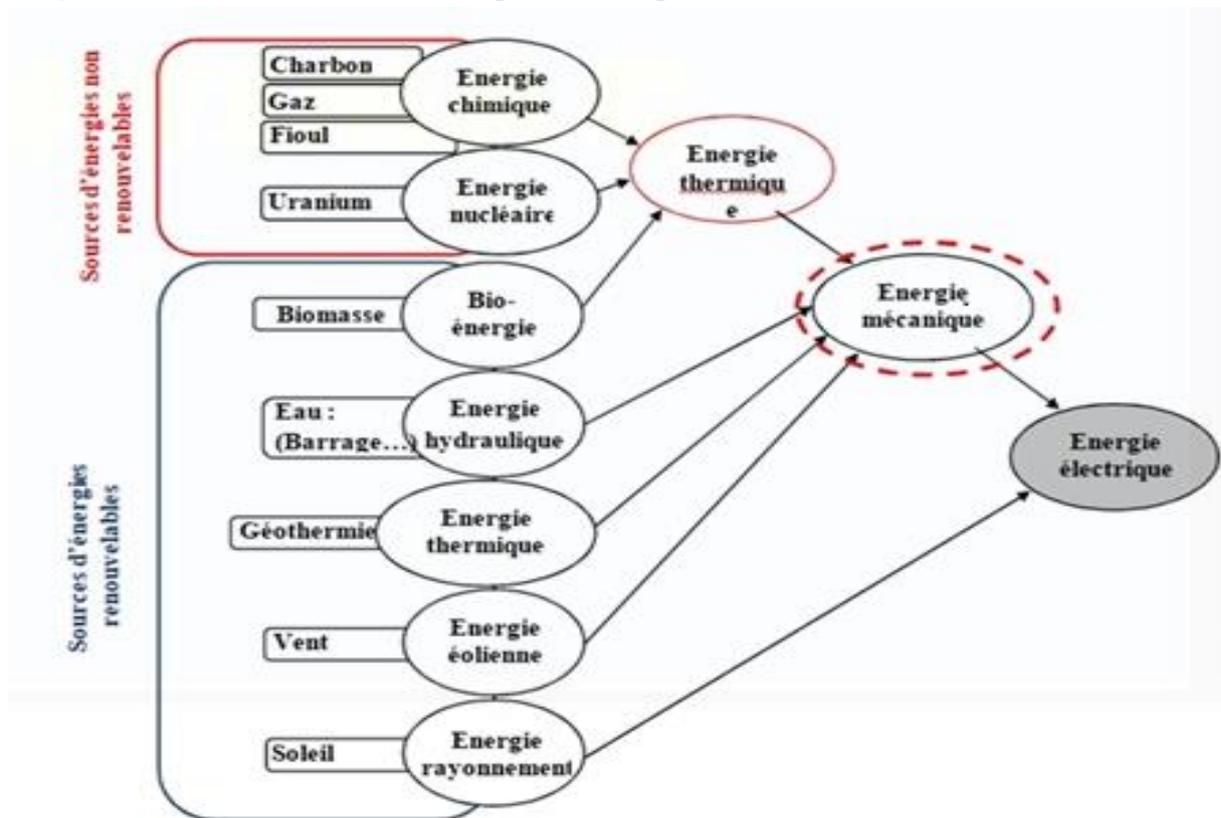
La fission des atomes d'uranium dégage de la chaleur qui produit de la vapeur. Celle-ci est utilisée pour entraîner une turbine reliée à un alternateur qui produit de l'électricité.

I-3-2 L'énergie renouvelable :

Les énergies renouvelables désignent les énergies les plus anciennement utilisées par l'humanité. Ces énergies représentent des gisements **inépuisables** (soleil, vent, eau, croissance végétale...) et elles sont les énergies les moins polluantes en termes d'émission de gaz à effet de serre.

On désigne aujourd'hui par énergie renouvelable un ensemble de filières diversifiées dont la mise en œuvre n'entraîne en aucune façon l'extinction de la ressource initiale :

- ✓ **Le vent** → éolienne
- ✓ **Le soleil** → électricité photovoltaïque, chauffage thermique
- ✓ **L'eau** → hydro-électricité...
- ✓ **La biomasse** → Elle comprend les produits solides, bois et dérivés, les biogaz et les biocarburants issus de la transformation de végétaux ou de déchets animaux.
- ✓ **La géothermie** → Elle exploite la température du sous-sol.



Principales transformations d'énergies

Quels sont les avantages des énergies renouvelables ?

Les avantages généraux des énergies renouvelables sont :

- ✓ Utilisation d'énergies propres,

- ✓ Ne produit aucun déchet influe sur l'environnement,
- ✓ La limitation de la consommation de l'énergie fossile.

I-4 Les différentes énergies renouvelables :

A- Energie Eolienne

C'est une énergie produite par **le vent** au moyen d'un dispositif aérogénérateur ou un moulin à vent.



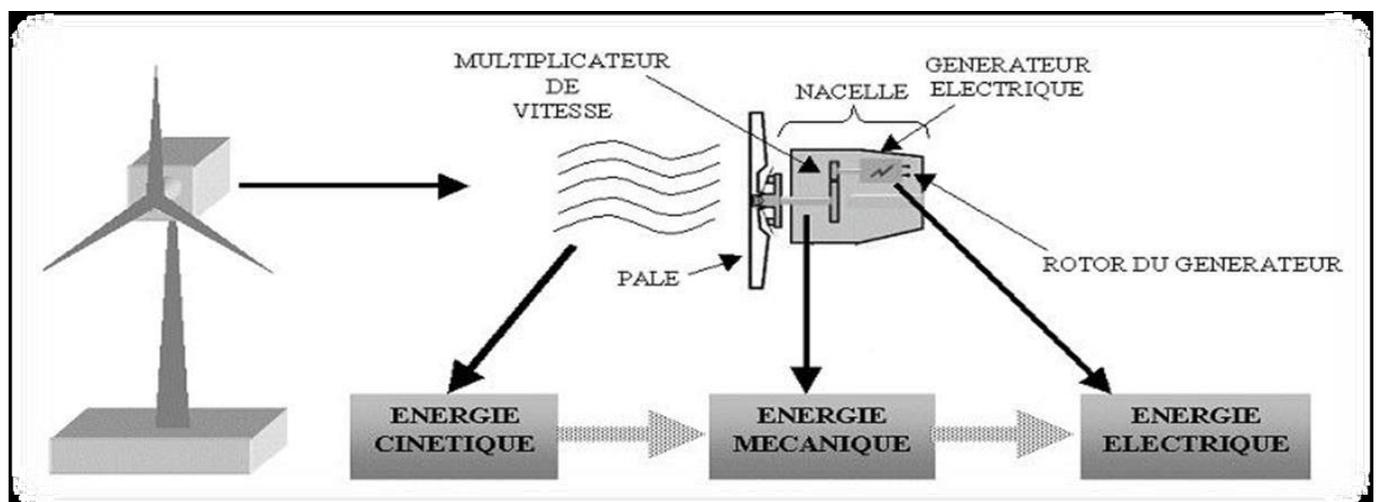
Figure: éolienne

Principe de fonctionnement:

Les éoliennes permettent de **convertir l'énergie du vent** en **énergie électrique**. Cette Conversion se fait en deux étapes: Au niveau de **la turbine** (rotor), qui **extraît** une partie de **l'énergie cinétique** du vent disponible pour la **convertir** en **énergie mécanique**, en utilisant des profils aérodynamiques.

Le flux d'air crée autour du profil une poussée qui entraîne le rotor et une traînée qui constitue une force parasite.

Au niveau de la génératrice, qui reçoit l'énergie mécanique et la convertit en énergie électrique, transmise ensuite au réseau électrique.



principe de conversion de l'énergie cinétique du vent

a - Avantages

- ✓ Energie disponible un peu partout à la surface de notre planète, surtout dans les zones côtières, les plaines et les zones de collines.
- ✓ Nécessite une faible emprise au sol.
- ✓ Les éoliennes produisent de l'électricité sans dégrader l'environnement
- ✓ Les éoliennes ne nécessitent aucun carburant.

b- Inconvénients

- ✓ Les grandes éoliennes sont immenses et ne passent pas inaperçu dans le paysage.
- ✓ Les éoliennes sont des systèmes mécaniques mobiles qui demandent un certain entretien (graissage, nettoyage des pales), sans quoi elles perdent leurs qualités.
- ✓ C'est une énergie irrégulière qui dépend toujours de la vitesse du vent.
- ✓ L'éolienne produit de bruit (à 500m de distance, le volume sonore d'une éolienne est d'environ 35 décibels)

c- Utilisation

- Propulsion des bateaux, pompage, production électrique.
- Exploitable à grande échelle par des fermes éoliennes.

B- L'énergie solaire

Transformation de l'énergie **solaire** en **électricité** ou en **chaleur** à partir de panneaux ou de capteurs solaires. Le **soleil**, principale source des différentes formes d'énergies solaires disponibles sur terre.

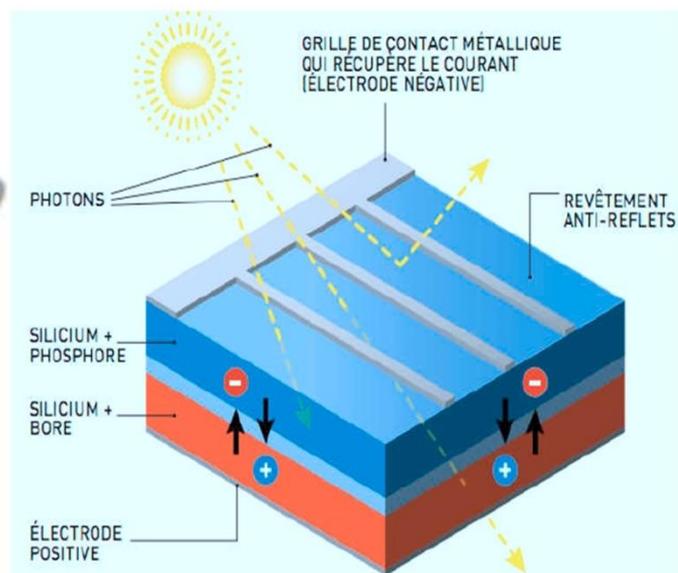
Il existe deux types

B.1- L'énergie solaire photovoltaïque

L'énergie solaire photovoltaïque convertit directement le rayonnement lumineux (solaire ou autre) en électricité. Elle utilise pour ce faire des modules photovoltaïques composés de cellules solaires ou de photopiles qui réalisent cette transformation d'énergie.



Module photovoltaïque



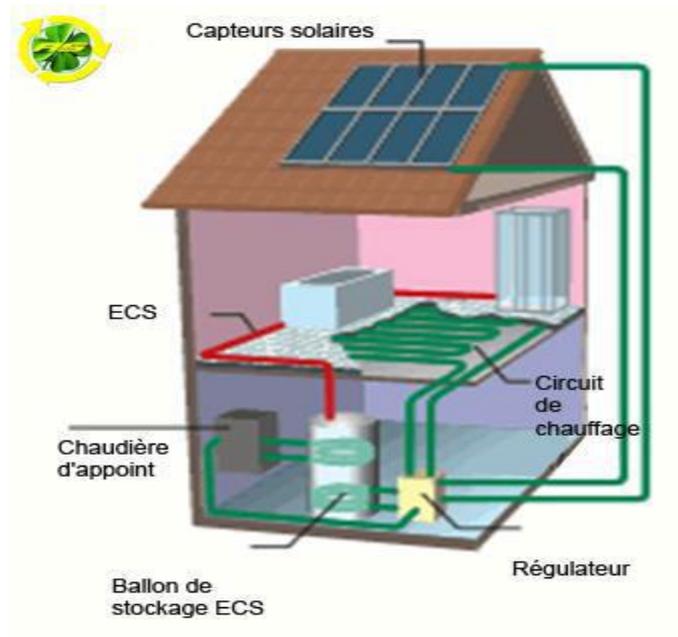
Principe de fonctionnement d'une cellule photovoltaïque.

B.2- Energie Solaire thermique

Elle est radicalement différente de l'énergie solaire photovoltaïque, elle, produit de la chaleur à partir du rayonnement solaire infrarouge afin de chauffer de l'eau ou de l'air.

On utilise dans ce cas des capteurs thermiques qui relèvent d'une toute autre technologie.

Dans le langage courant, ce sont des « chauffe eau solaires » ou des « capteurs à air chaud ».



Chauffe-eau solaire

Avantages et inconvénients de l'énergie solaire

✓ **Avantage :**

- énergie disponible partout à la surface de la Terre.
- usage non polluant.
- les cellules n'ont pas de partie mécanique et ne nécessitent guère d'entretien.

✓ **Inconvénients :**

- le soleil est intermittent et on ne peut pas le stocker.
- le coût de production des cellules photovoltaïques est très élevé. (En effet, le silicium est cher (et l'est de plus en plus en raison d'une forte augmentation de la demande)).
- la fabrication des cellules dégage du CO₂.

C- Energie Hydroélectriques

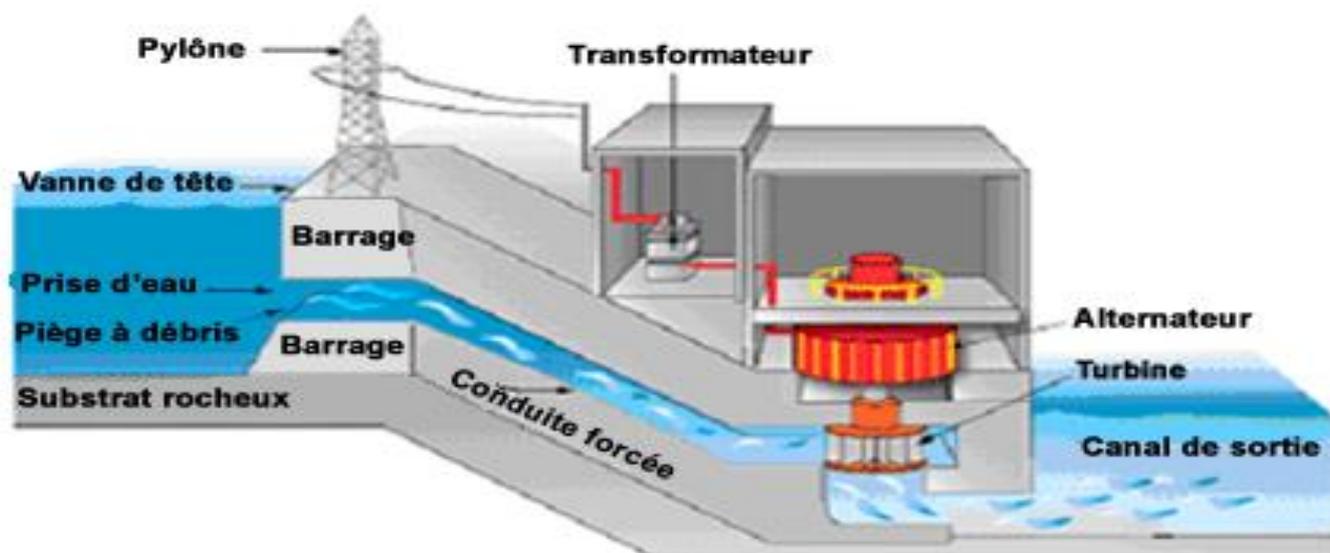
Utilisant des cours d'eau pour produire d'électricité.



C-1 Principe de fonctionnement

En « haute chute », l'eau d'une source ou d'un ruisseau est captée par une prise d'eau sommaire. Elle est ensuite dirigée à travers une conduite vers une turbine située plus bas. L'écoulement de l'eau fait tourner la turbine qui entraîne un générateur électrique. L'électricité produite peut soit être utilisée directement, soit stockée dans des accumulateurs. Enfin l'eau est restituée à la rivière.

Une centrale transforme l'énergie potentielle en énergie cinétique qui est ensuite transformée en énergie mécanique à partir de la turbine, puis en électricité à partir de l'alternateur.



Schémas d'une centrale hydraulique

a- Avantages

- ✓ Tant que le cours d'eau n'est pas à sec, l'énergie est disponible. C'est donc une source d'énergie assez disponible (sauf en cas de sécheresse persistante).
- ✓ Malgré leurs tailles inférieures aux éoliennes, elles fournissent une puissance électrique égale voir supérieur (masse volumique de l'eau est huit-cent fois supérieures à celle de l'air).
- ✓ Elle ne provoque pas de gênes sonores.

b- Inconvénients

- ✓ Les plus gros barrages peuvent noyer des surfaces très importantes, pouvant comprendre des zones d'habitation (déplacement de population). Ils peuvent mettre en péril les écosystèmes locaux (faune et flore).
- ✓ Les barrages peuvent s'envaser car ils réduisent l'écoulement de l'eau mais aussi de tous les éléments charriés (transportés) par les cours d'eau.
- ✓ Le lâché d'eau (et plus exceptionnellement la rupture d'un barrage) peuvent provoquer des dégâts considérables en aval du barrage (raz-de-marée).

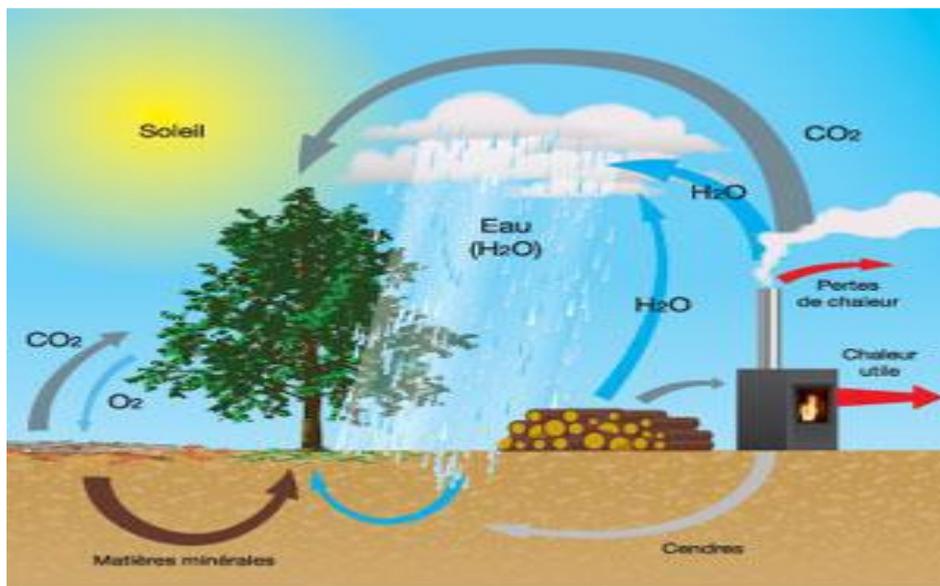
C-Utilisation

- Au fil de l'eau : pas de barrage mais simplement une chaussée. Seule une partie de l'eau du cours d'eau est utilisée et la hauteur de chute est faible. La production est continue.
- En retenue : un barrage bloque toute l'eau et l'énergie n'est libérée et convertie que sur commande.
- Au XXIème siècle, c'est surtout la génération électrique qui est privilégiée (hydroélectricité). Les barrages peuvent aussi servir de stockage d'énergie (Station de Transfert d'Énergie par Pompage ou STEP) et sont utilisés pour équilibrer les réseaux électriques.

D- Energie de la Biomasse

La combustion de la matière organique (plantes, arbres, déchets animaux, agricoles ou urbains) produit de la chaleur ou de l'électricité.

Les biocarburants sont des carburants d'origine végétale ou animale « carburants verts ». Peu répandus pour l'instant, on les produit à partir de plants cultivés dans ce but.



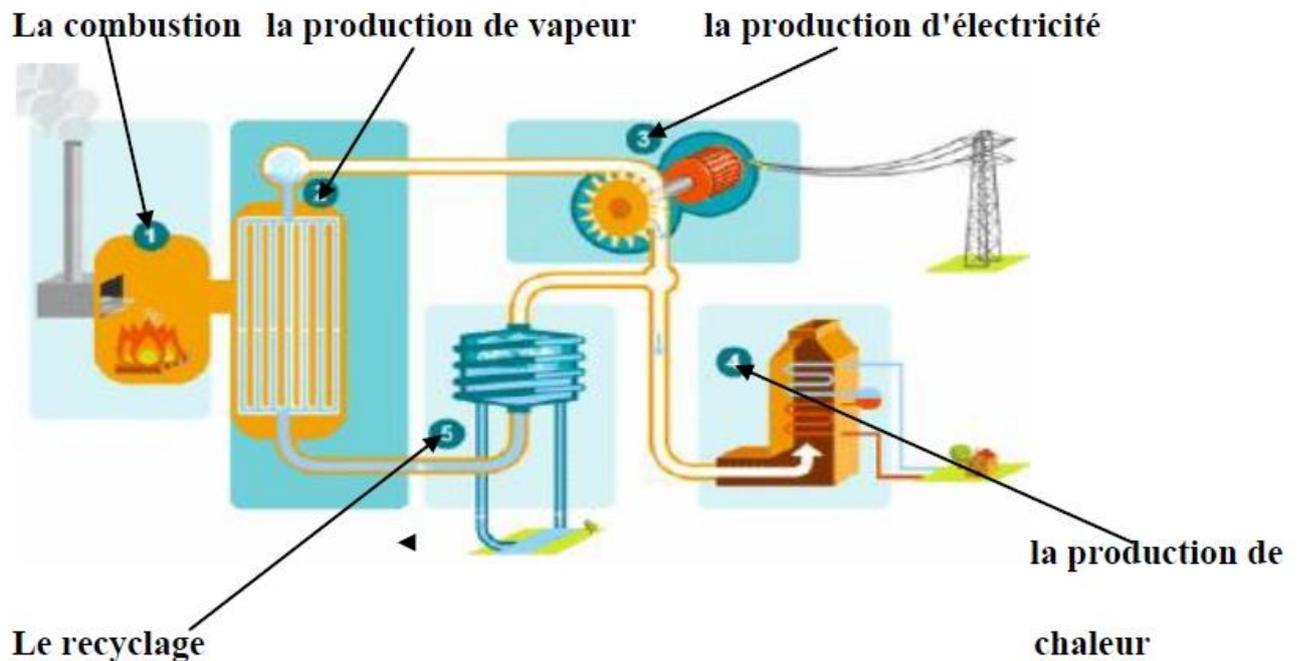
Énergie Biomasse.

Principe de fonctionnement

La biomasse peut être utilisée principalement de deux manières :

- Lors de la fermentation des déchets, le gaz méthane peut être capté et utilisé comme source d'énergie.
- La biomasse elle-même peut être incinérée.

Dans tous les deux cas, l'énergie thermique peut être utilisée pour produire de l'électricité dans des centrales thermiques. L'intérêt est que le dioxyde de carbone rejeté dans l'atmosphère lors de l'incinération de la biomasse ou le méthane est compensé par celui absorbé par la repousse des plantes qui, entre autre, sont la source principale de biomasse. De cette manière, le bilan carbone peut être proche de zéro.

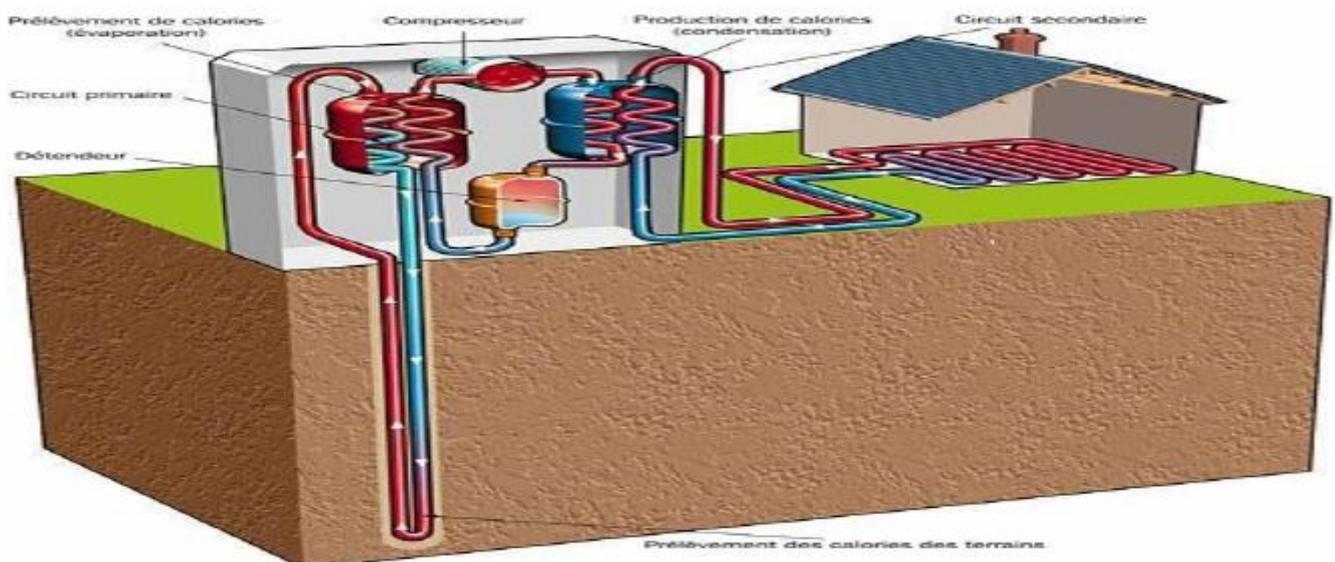


La production d'énergie par la biomasse.

E- Energie géothermique

La chaleur du sous-sol chauffe directement l'eau ou fait tourner les turbines des centrales pour produire de l'électricité.

Le principe consiste à extraire l'énergie géothermique contenue dans le sol. La plus grande partie de la chaleur de la terre est produite par la radioactivité naturelle des roches qui constituent la croûte terrestre.



Énergie géothermique

a- Avantages

- Tant que la quantité d'énergie captée n'est pas supérieure à la chaleur provenant du centre de la Terre, la ressource est inépuisable.
- Cette énergie ne produit aucun déchet.

b- Inconvénients

- La surexploitation d'un gisement amène la température du sous-sol à chuter ce qui fait baisser la qualité du gisement jusqu'à épuisement.
- Il y a des risques de concurrence entre l'eau pompée pour sa chaleur et l'eau pompée parfois pour elle-même (c'est le cas à Paris par exemple).
- Les gisements sont localisés en certaines régions où l'écorce terrestre laisse mieux passer la chaleur (faible épaisseur).

c- Utilisation

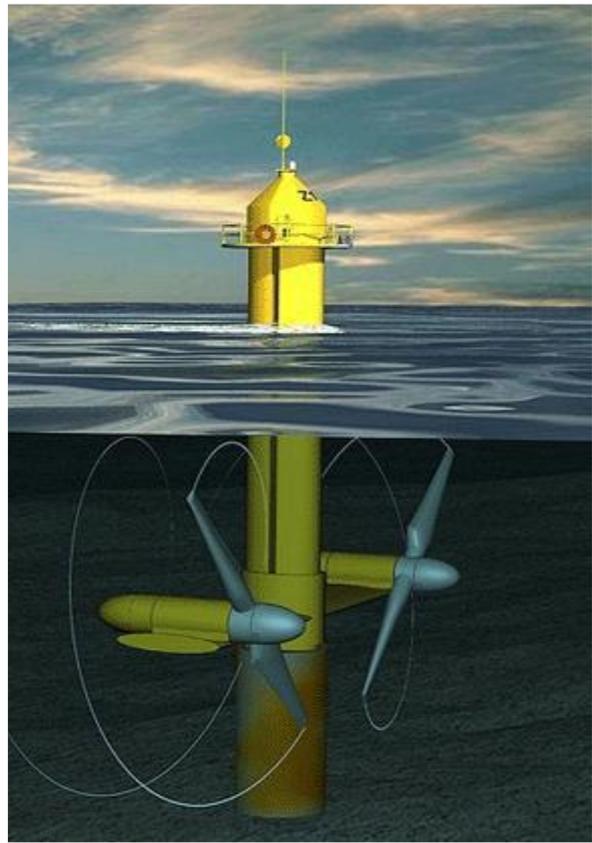
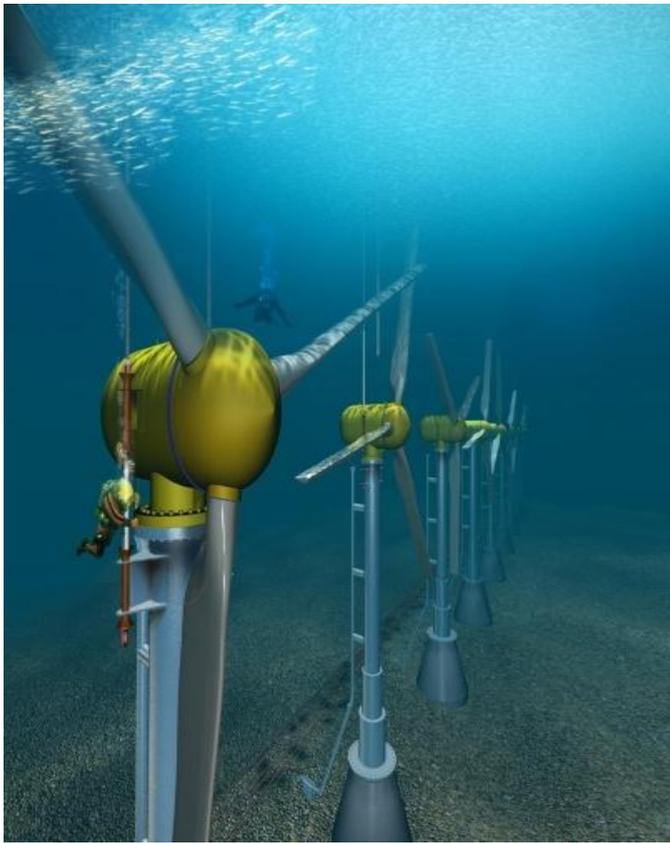
- Pour les petites températures (basse et moyenne énergie de 30 à 150 °C), la chaleur est utilisée directement pour le chauffage des bâtiments. Quand la température est plus élevée, on peut utiliser l'énergie pour faire tourner une turbine et produire de l'électricité. Dans ce cas, il s'agit de centrales géothermiques. On trouve ce type d'installations aux Philippines ou en Turquie par exemple.
- Dans le cas où la température est trop faible pour chauffer le bâtiment, il est possible d'utiliser une pompe à chaleur. Dans ce cas, une partie du chauffage est réalisée à partir de l'électricité, et l'autre partie par la géothermie.

A ces types on peut ajouter une autre énergie renouvelable qui est très peu exploitée:

L'énergie des marées

L'énergie des vagues (marée haute, marée basse), transformée en énergie électrique.

Cette énergie est considérée comme une énergie nouvelle et sa conversion en électricité a été mise à l'étude et plusieurs types de dispositifs mécaniques ont été conçus pour récupérer l'énergie des vagues. Les problèmes d'opération et d'entretien sont toutefois considérables. Quelques dispositifs sont en exploitation régulière.



Turbines à courant marin.