



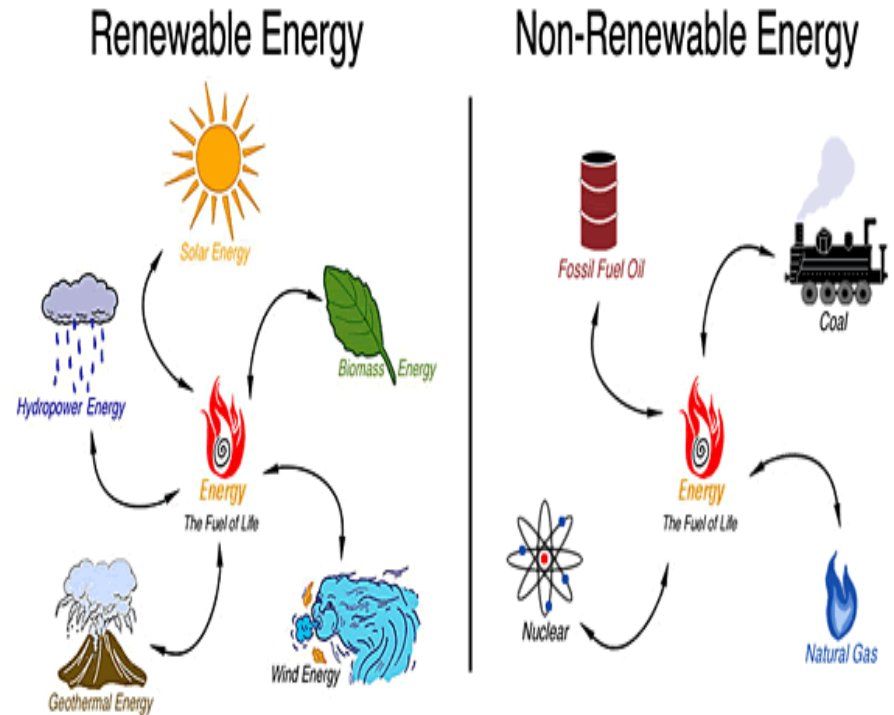
Cours **Energies renouvelables**

Présenté par :
Dr. Ing. Dhaker ABBES
Enseignant-chercheur (Maître de conférences)
Co-responsable du domaine ESEA
HEI-Lille

Niveau: MASTER

Thème : Energies renouvelables

Les différentes sources d'énergies renouvelables



<http://www.youtube.com/watch?v=V2BU1HYBnLg>

Introduction Générale

Depuis les années 90, les énergies renouvelables soulèvent un grand intérêt. Ceci s'explique par les raisons suivantes :

- ✚ l'augmentation assez régulière de la consommation mondiale d'électricité. En 35 ans elle a été multipliée par 3. Elle était de 6129 TWh en 1973 et passait à 18453 TWh en 2009,
- ✚ les contraintes liées aux ressources (dilapidation des stocks de charbon, de pétrole et de gaz naturel), aux modifications irréversibles des écosystèmes ainsi qu'aux tensions internationales découlant de la compétition par les pays en voie d'industrialisation pour ces sources d'énergie,
- ✚ la hausse des prix de pétrole surtout après la première guerre du Golfe en 1991,
- ✚ le besoin d'un système énergétique durable avec des technologies propres,
- ✚ l'émergence de la technologie des piles à combustible (PEMFC) qui a incité les chercheurs à combiner électricité à partir de sources d'énergies renouvelables (surtout éoliennes) avec l'hydrogène ,
- ✚ l'opportunité d'innover en créant un nouveau secteur d'activité pour dynamiser l'économie et recréer de l'emploi.



Plan:

I -Définition de l'énergie renouvelable

II -Différents types de l'énergie renouvelable

1.Energie éolienne

2.Energie solaire

3.Energie géothermique

4.Energie hydraulique

5.Energie de la biomasse

III -Conclusion

I -Energie renouvelable ?

Une énergie renouvelable est une source d'énergie qui se renouvelle assez rapidement pour être considérée comme inépuisable à l'échelle de l'homme. Les énergies renouvelables sont issues de phénomènes naturels réguliers ou constants provoqués par les astres, principalement le **Soleil** (rayonnement), mais aussi la **Lune** (marée) et la **Terre** (énergie géothermique). Aujourd'hui, on assimile souvent par abus de langage **les énergies renouvelables aux énergies propres.**

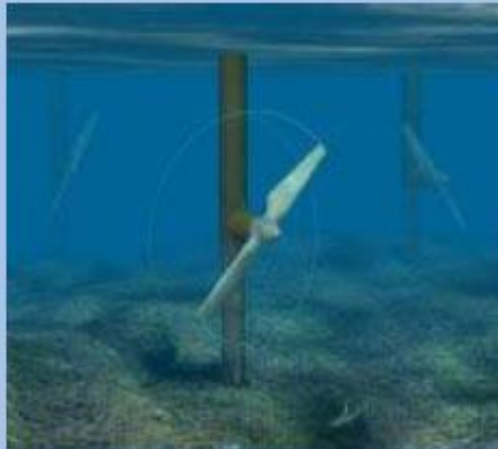


II – Différents types d'énergie renouvelable

Energie solaire



Energie hydraulique



Energie éolienne



Energie géothermique



Energie de la biomasse



Energie éolienne

Les éoliennes sont une forme très ancienne d'exploitation du vent.
une importante évolution 1970-2000.

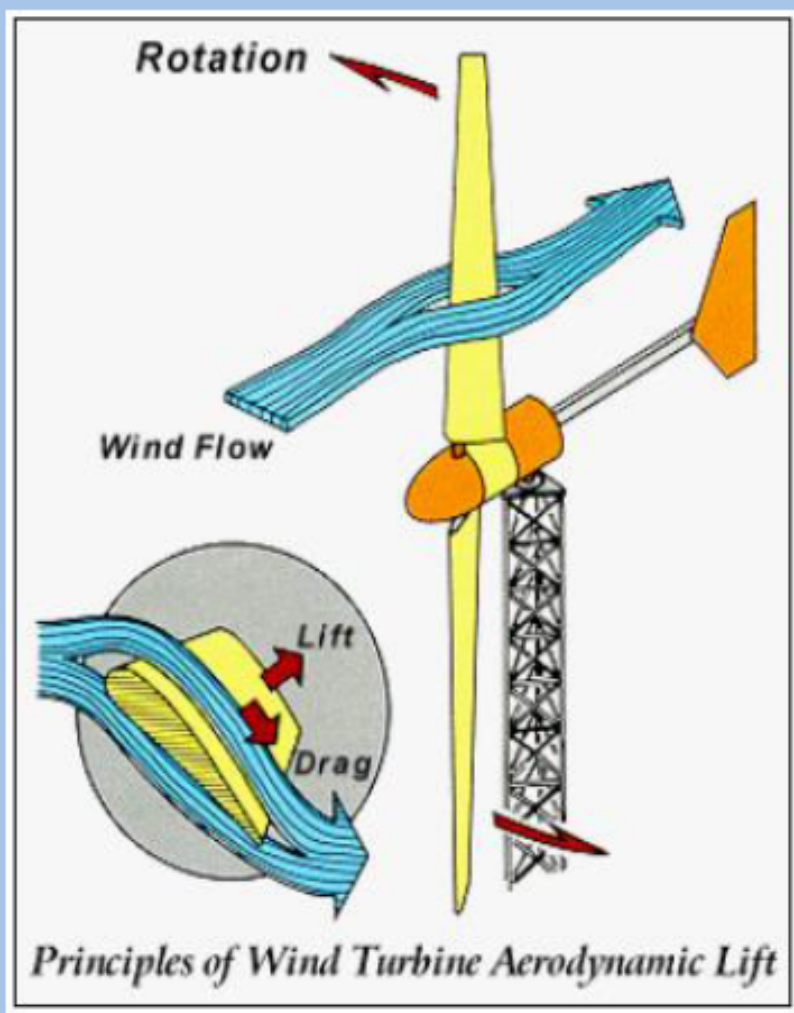
les turbines à axe horizontal



les turbines à axe vertical



Principe de fonctionnement



Une éolienne est constituée de :

- le **rotor**, avec des pales montées sur un moyeu ;
- la **transmission mécanique**, qui transforme le mouvement de rotation du rotor en un mouvement utilisable par la charge ;
- une **génératrice électrique**, qui transforme l'énergie mécanique en énergie électrique ;
- un système d'orientation, qui oriente la nacelle face au vent ;
- un système électrique, qui gère la connexion au réseau et le fonctionnement de l'éolienne

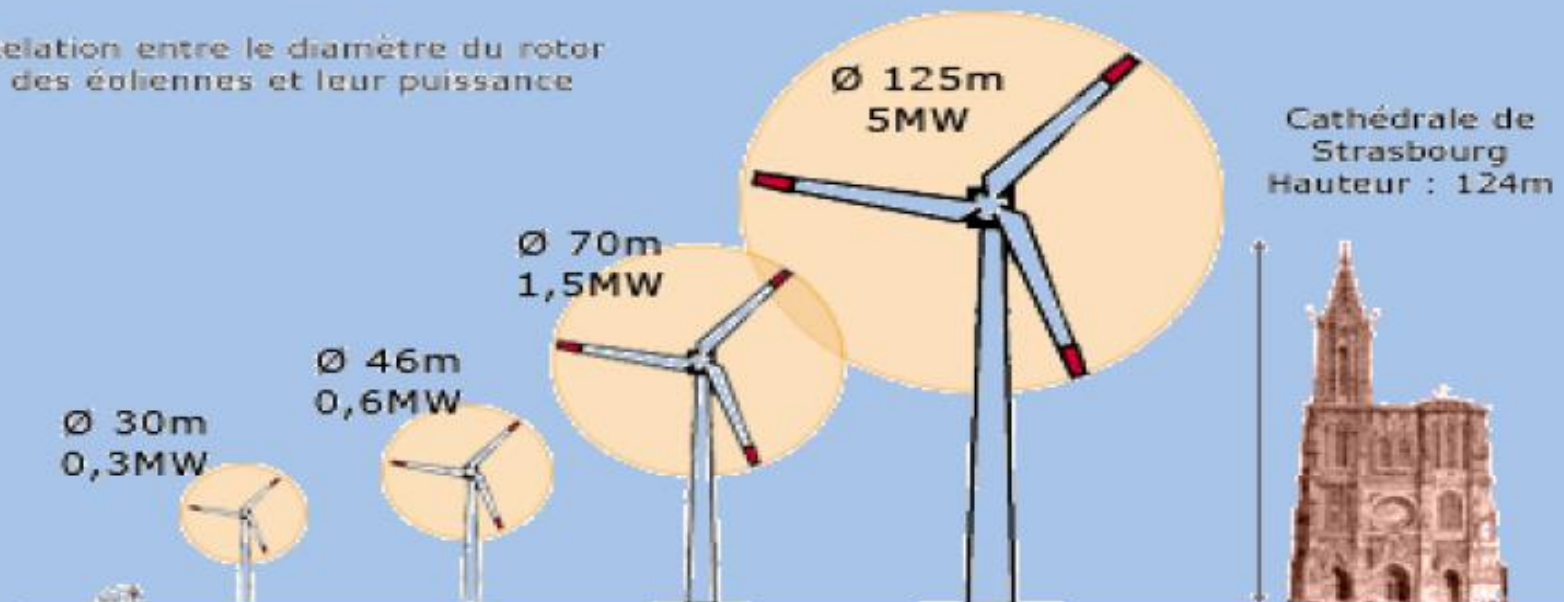
Elle peut être utilisée de deux manières :

conservation de l'énergie mécanique : navire à voile, pour pomper l'eau, pour faire tourner la meule d'un moulin.



transformation en énergie électrique : l'éolienne ou aérogénérateur directement relié au réseau ou de manière indépendante

Relation entre le diamètre du rotor des éoliennes et leur puissance



Energie solaire

L'énergie solaire est utilisée sous deux forme:

Chauffe eau

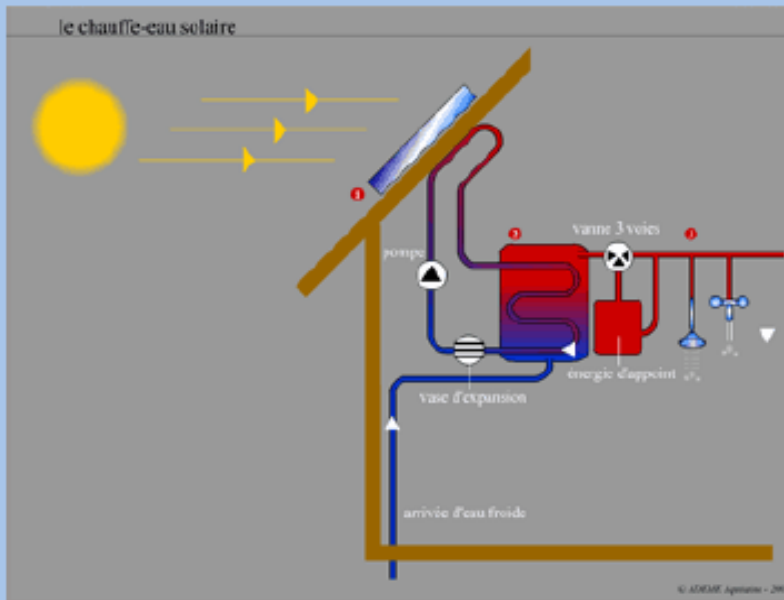


Electricité



Chauffe eau solaire:

L'énergie solaire est principalement utilisée pour le chauffage de l'eau sanitaire et le chauffage de bâtiments.



Le principe de fonctionnement:

Le rayonnement solaire est reçu par un **absorbeur** qui à son tour chauffe soit un fluide caloporteur soit l'eau directement. Un vitrage est placé devant l'absorbeur, ainsi le rayonnement est « **capturé** » : en d'autres termes, c'est **l'effet de serre**.

N.B. les apports solaires peuvent représenter **entre 40 et 60%** des besoins de chauffage et d'eau chaude naturelle.

Centrale électrique thermique solaire :

Déjà dans l'antiquité, les Grecs allumaient la flamme des Jeux olympiques à l'aide d'un miroir parabolique (skafia)



Le principe de fonctionnement:

Des miroirs orientables reflètent le rayonnement solaire et le concentre sur un réservoir de fluide. Le fluide chauffe et s'évapore entraînant la rotation d'une turbine et produisant ainsi de l'électricité.

Centrales électriques thermiques solaires (miroirs plans)



Puissance qui peut atteindre
150MW (Californie)

Fours solaires



Température qui peut atteindre 3800°C
puissance 1000kW (Pyrénées-Orientales)

Centrale électrique photovoltaïques:

Découvert par Becquerel en 1839

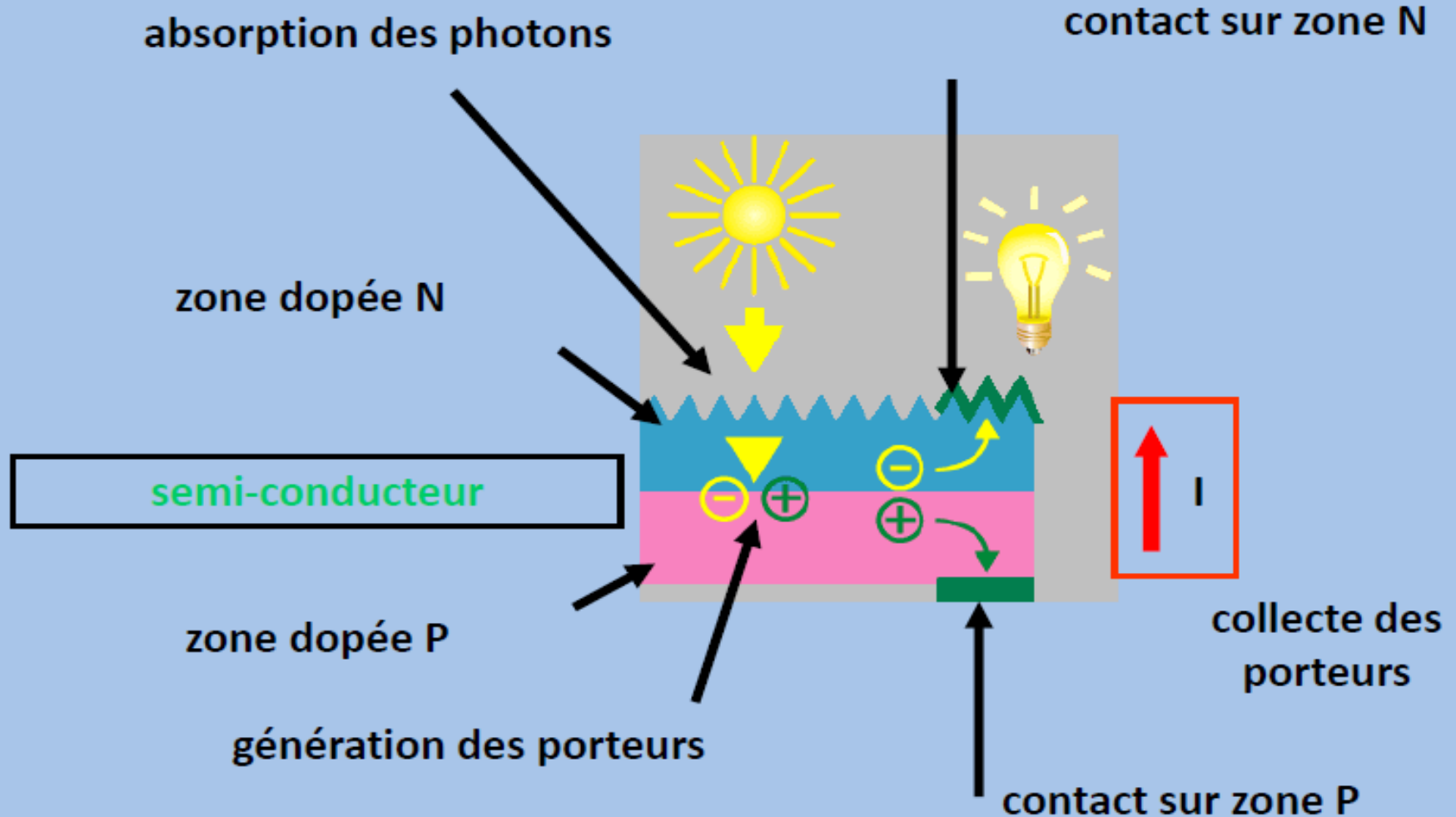


exploitation industrielle en 1954

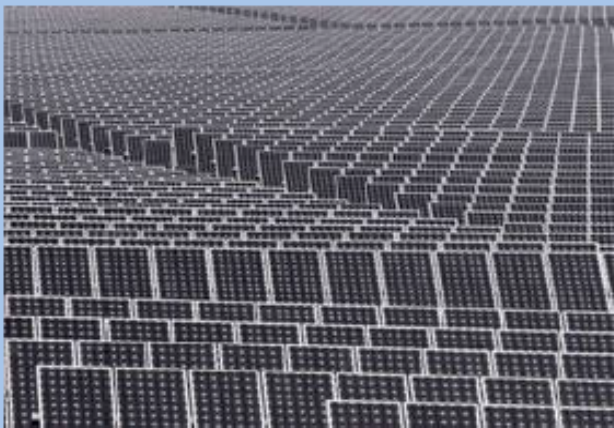
Les **cellules** photovoltaïques sont des panneaux qui **captent** le **rayonnement** solaire et le **convertissent** directement en **courant** continu.



Le principe de fonctionnement:



1 m² de cellules photovoltaïques délivre une puissance d'environ 100 à 200 W.



En France à la Réunion : 10 000 m² / 1,35MW

En Portugal, une centrale produit 11MW avec 52000 panneaux solaires.

En Allemagne, on trouvait une de plus grande centrale solaire photovoltaïque au monde qui produit 10 MW



Pour 2010 au Portugal à « Moura » (62MW) mais aussi en Allemagne (40MW).

un réacteur nucléaire standard produit environ 1500 MW

Questions de cours

1° Citer deux types de panneaux solaires utilisés dans le domaine de l'habitat.

2° Dans chaque cas, préciser la nature de l'énergie obtenue après conversion.

1° Les panneaux thermiques solaires et les panneaux photovoltaïques sont utilisés dans le domaine de l'habitat.

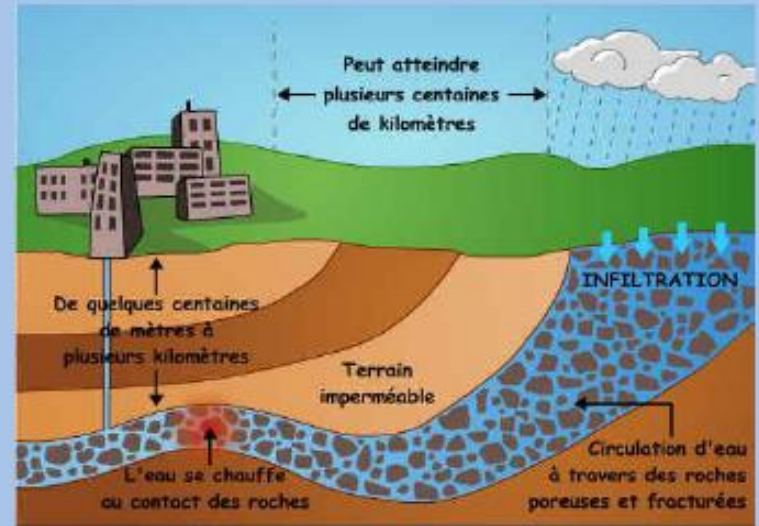
2° . Les panneaux thermiques solaires convertissent l'énergie reçue du Soleil en énergie thermique. Les panneaux photovoltaïques convertissent l'énergie du Soleil en énergie électrique.

Energie géothermique

La **géothermie** consiste à capter la **chaleur** contenue dans la **croûte terrestre** pour produire du **chauffage** ou de **l'électricité**.

On caractérise 3 types d'énergie :

1. La géothermie à **haute énergie**.
2. La géothermie à **basse énergie**.
3. La géothermie à **très basse énergie**.

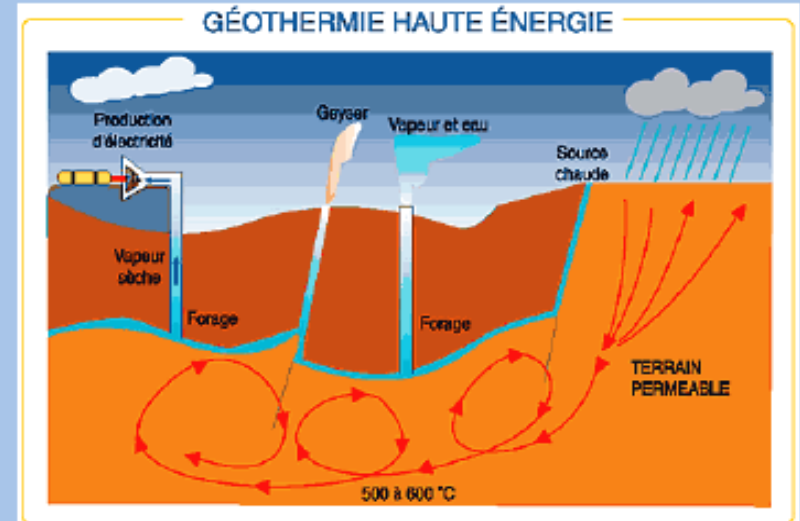
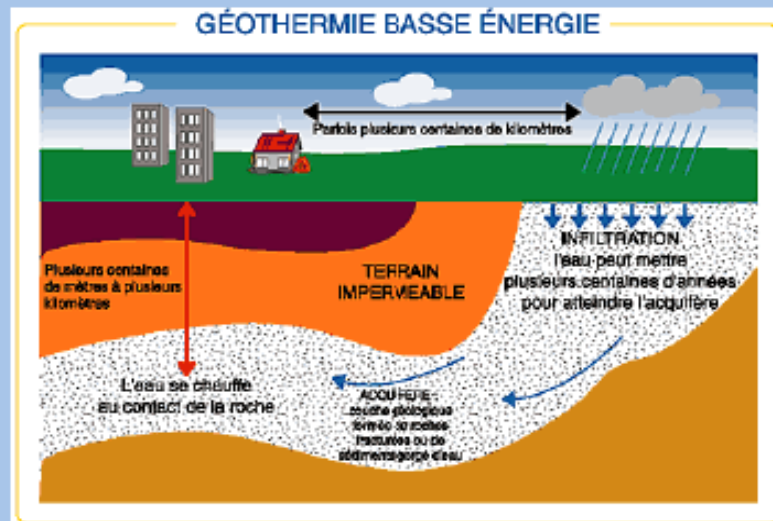


c'est une application suivant la profondeur, a chaque fois que l'on descend de 100 m sous terre, on gagne 2 à 3°C en moyenne

La géothermie à haute énergie : la température élevée du gisement (entre 80°C et 300°C) permettant la production d'électricité.

La géothermie à basse énergie : La température de l'eau entre 30°C et 100°C. Cette technologie est utilisée principalement pour le chauffage urbain collectif par réseau de chaleur.

La géothermie à très basse énergie : la température est comprise entre 10 °C et 30 °C. Cette technologie est appliquée au chauffage et la climatisation avec la pompe à chaleur géothermique

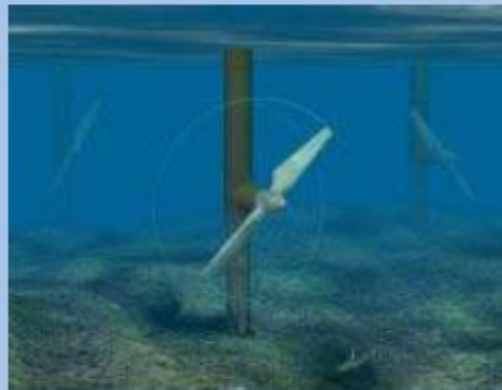


Energie hydraulique

L'énergie hydraulique est l'énergie mise en jeu lors du déplacement ou de l'accumulation d'un **fluide incompressible** telle que l'eau douce ou l'eau de mer. Ce déplacement va produire un travail **mécanique** qui est utilisé directement ou converti sous forme d'**électricité**.



Marémotrice



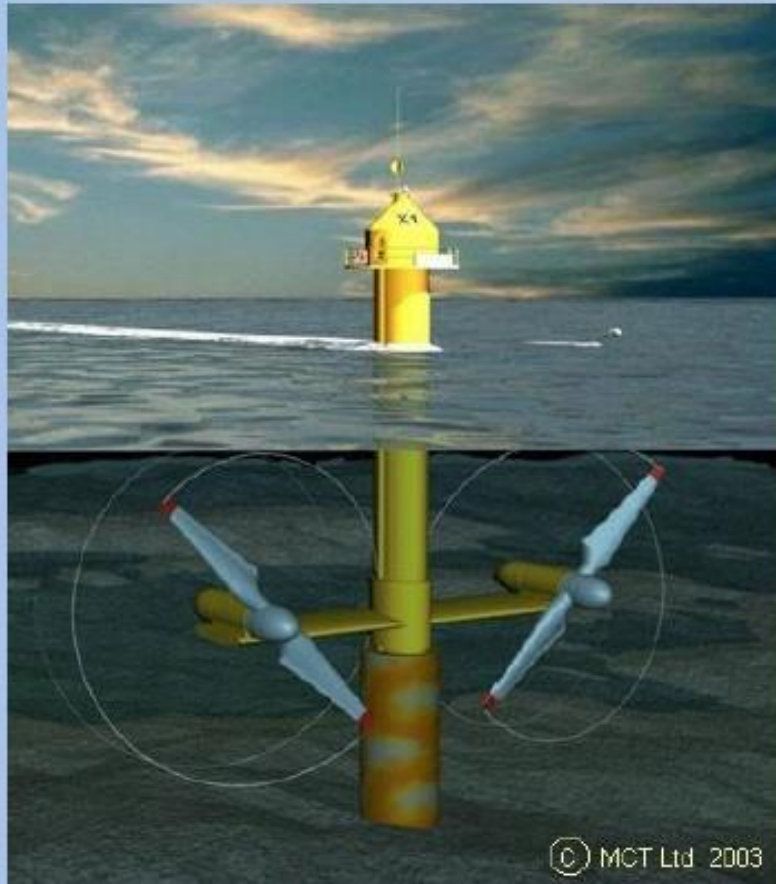
Hydrolienne



Barrage

Hydrolienne

Les courants marins représentent une énergie fabuleuse qui contrairement aux vents sont constants et prévisibles



Les sortes d'hydroliennes anglaises de SeaGen ont une capacité de 1,2 MW

Un projet à la côte nord du Portugal a une capacité totale de 2,25 MW

A partir de 2010, EDF mettra à l'eau la première turbine expérimentale hydrolienne de 4 à 6 MW.

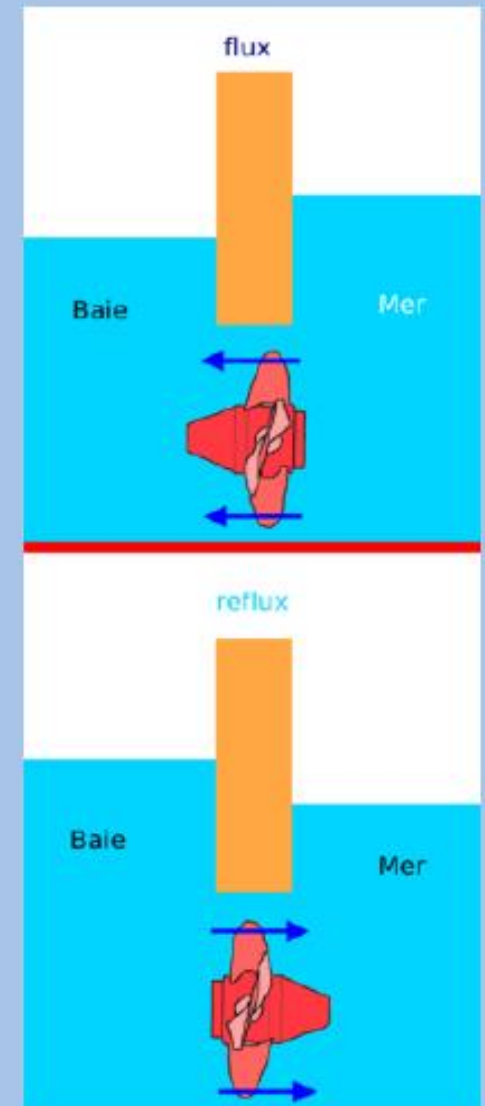


Marémotrice:

L'usine marémotrice de la Rance est une **centrale électrique** tirant son **énergie** de la force de la **marée**.

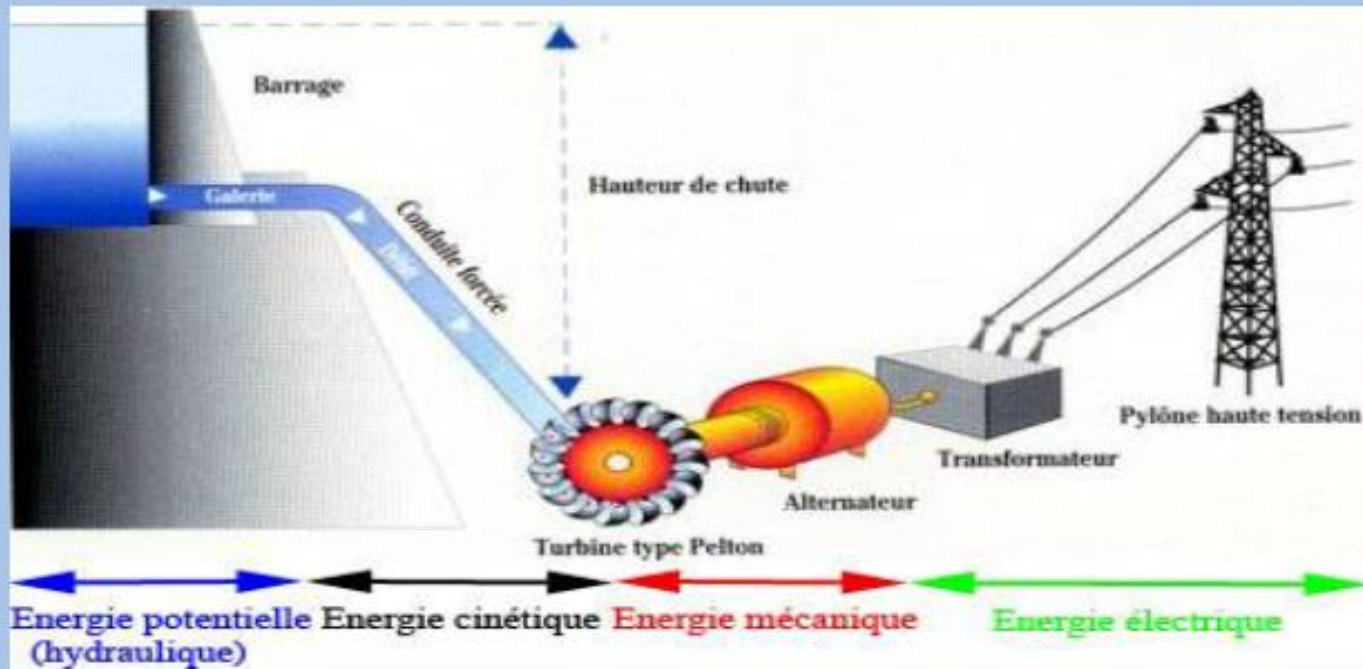


Les 24 turbines de l'usine marémotrice de la Rance-France produisent environ 500 GWh/an



Barrages hydrauliques:

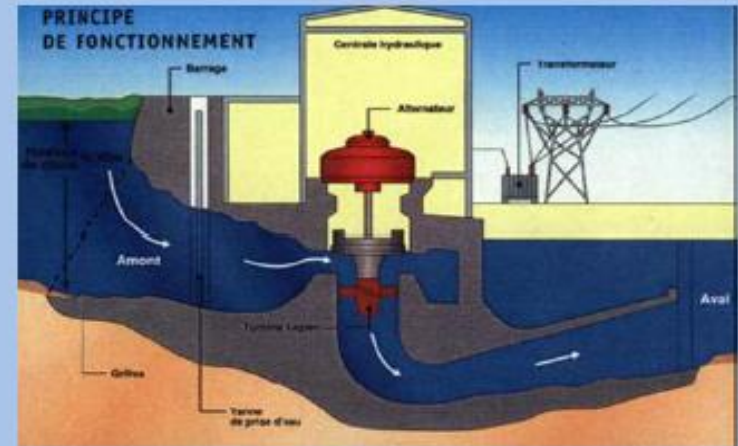
1/5 des besoins en **énergie totaux** de la terre sont couverts par l'énergie hydraulique. Elle est produite dans le monde entier par environ **45.000** barrages.



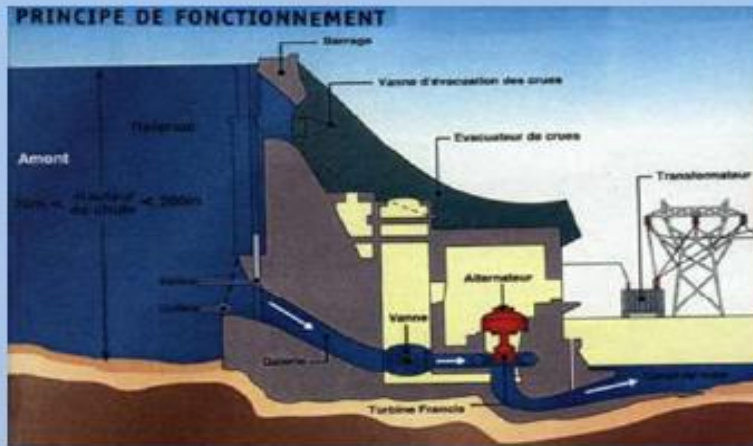
La construction en **Chine** de la plus **grande centrale électrique** au monde. La Barrage des Trois Gorges qui produira environ **18'200 mégawatts**.

Les différents types de centrales

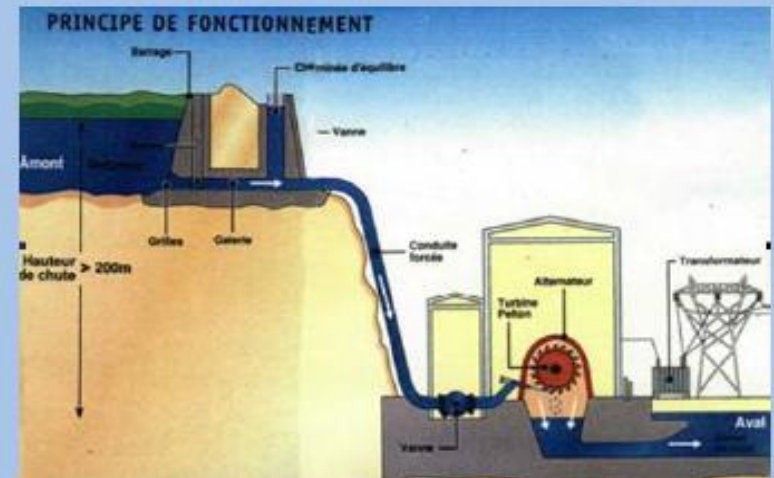
Les centrales de basse chute :
moins de 40m avec un débit
important. Elles produisent
sans interruption



Les centrales de moyenne chute :
30 à 300 m, elles utilisent les réserves
d'eau accumulées sur des courtes
périodes



Les centrales de haute chute : chutes
supérieur à 300 m Leur rapidité de
démarrage permet de répondre aux
consommations,



On distingue deux types de turbines hydrauliques : les turbines à action et à réaction.

Les [turbines à action](#) ou impulsion transforment la pression hydraulique en énergie cinétique par un dispositif statique (injecteur), avant d'actionner la partie mobile.

C'est le cas de :

la [turbine Pelton](#), adaptée aux hautes chutes, avec une [roue à augets](#) ;

la [turbine Banki](#), au flux transversal (l'eau s'écoule au travers des pales de la turbine), est adaptée aux basses vitesses;

la [turbine Turgo](#), conçue pour des hauteurs de chute moyenne.

la turbine à [vis d'Archimède](#), *adaptée aux basses chutes et variables débits.*

Efficacité 86 %

la [turbine à roue de pression rotatoire](#), ou roues hydrauliques part réaction les lames sur l'angle de la turbine sous partialement immergées et utilisent le pression hydrostatique. Adaptée aux basses chutes et variables débits. Efficacité 85 %

la [turbine de bassin à vortex](#), est dotée d'un canal d'amenée qui conduit l'eau de la rivière dans un bassin de rotation circulaire. Un tourbillon / vortex se forme et le rotor tourne et entraînant un générateur qui va produire l'électricité.

Assainissement d'eau par aération et refroidissement. Adaptée aux basses chutes et variables débits. Efficacité 83 %.

Dans le cas d'une [turbine à réaction](#), la partie mobile provoque au contraire une différence de pression entre l'entrée et la sortie, telles :

la [turbine Francis](#), plutôt montée pour des chutes moyennes, voire hautes, avec une [roue à aubes](#) simple ou double ;

la [turbine Kaplan](#) à écoulement axial avec une roue de type [hélice](#), comme celle d'un bateau, dont les pales peuvent s'orienter en fonction des débits utilisables. Elle est parfaitement adaptée aux basses chutes et forts débits.

La [turbine Wells](#), qui utilise le mouvement de l'air provoqué par le mouvement des vagues à travers un tube vertical, n'est pas à proprement parler une turbine hydraulique.

| Utilisation des différents types de turbine | | | |
|--|-------------|------------------|----------|
| nom | rendement | hauteur de chute | débit |
| turbine Pelton | 90 % | hautes | |
| turbine Banki | 86 % | | faible |
| turbine Turgo | 87 % à 90 % | moyenne | |
| turbine à vis d'Archimède | 86 % | basse | variable |
| turbine à roue de pression rotatoire | 85 % | basse | variable |
| turbine de bassin à vortex | 83 % | basse | variable |
| turbine Francis | 80 % à 95 % | moyenne à haute | |
| turbine Kaplan | 90 % à 95 % | basse | fort |

Illustrations

<http://youtu.be/r5GPkATPeXk?t=1m21s>

<http://www.youtube.com/watch?v=PlzDM5JXI9Q>

<http://youtu.be/k0BLOKEZ3KU>

<http://youtu.be/mmOg73GNvIY>

[http://www.discip.ac-caen.fr/phch/college/troisieme/exos interactifs/centrales web/co/centrale hydraulique.htm](http://www.discip.ac-caen.fr/phch/college/troisieme/exos_interactifs/centrales_web/co/centrale_hydraulique.htm)
!

Questions de cours

1° En fonctionnement alternateur autonome, quel réglage doit-on faire pour maintenir une fréquence constante ?

1° Mettre en place un régulateur de vitesse sur la turbine permettant de diminuer la pression du jet si la vitesse augmente.

Energie de la biomasse

Dans le domaine de l'énergie, le terme de biomasse regroupe l'ensemble des matières organiques pouvant devenir des sources d'énergie.

Comprend trois familles principales :

Les biocarburants



Le biogaz ou La
méthanisation



Les bois énergie ou
biomasse solide



Les bois énergie ou biomasse solide:



Les granules de bois sont le combustible au rendement le plus élevé de la gamme (Viessmann)



Le bois peut être considéré comme une énergie **renouvelable** tant que le volume prélevé **ne** dépasse pas l'accroissement naturel de la forêt.

1 mètre cube, pour un contenu énergétique de **1 500 à 2 000 kWh**.

Les biocarburants:

Un biocarburant est un carburant produit à partir de matériaux organiques

Les trois principales catégories sont :

Huile végétale carburant

Bioéthanol



Huile végétale carburant:

Dès 1891, Rudolph Diesel, convaincu que l'huile végétale est utilisable au même titre que le pétrole et le charbon.

Huile de palme
Huile de tournesol
Huile de colza
etc...

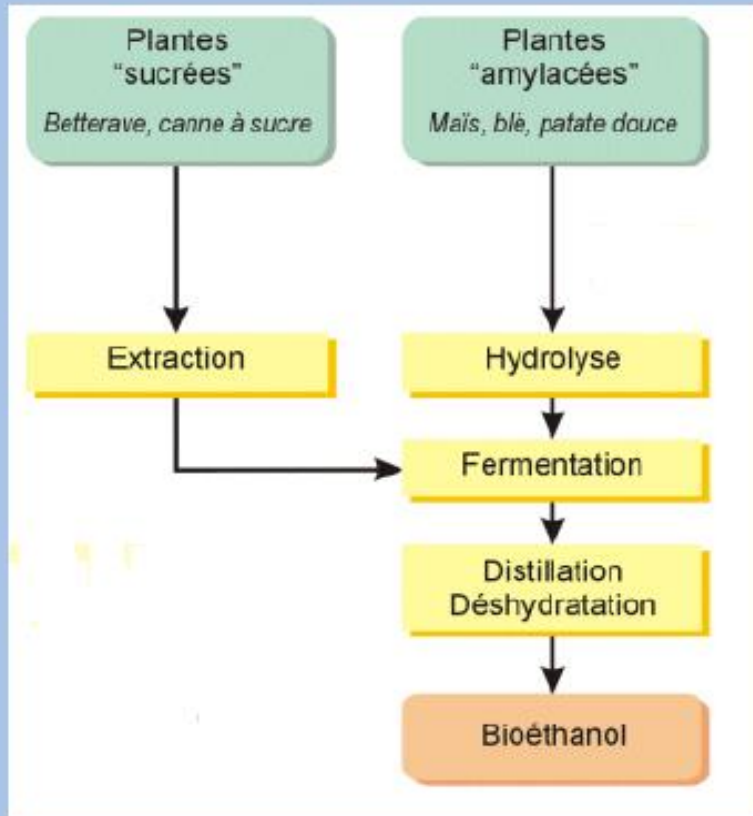
Le recyclage des huiles de friture et d'autres résidus gras

Peut être mélanger avec le diesel.



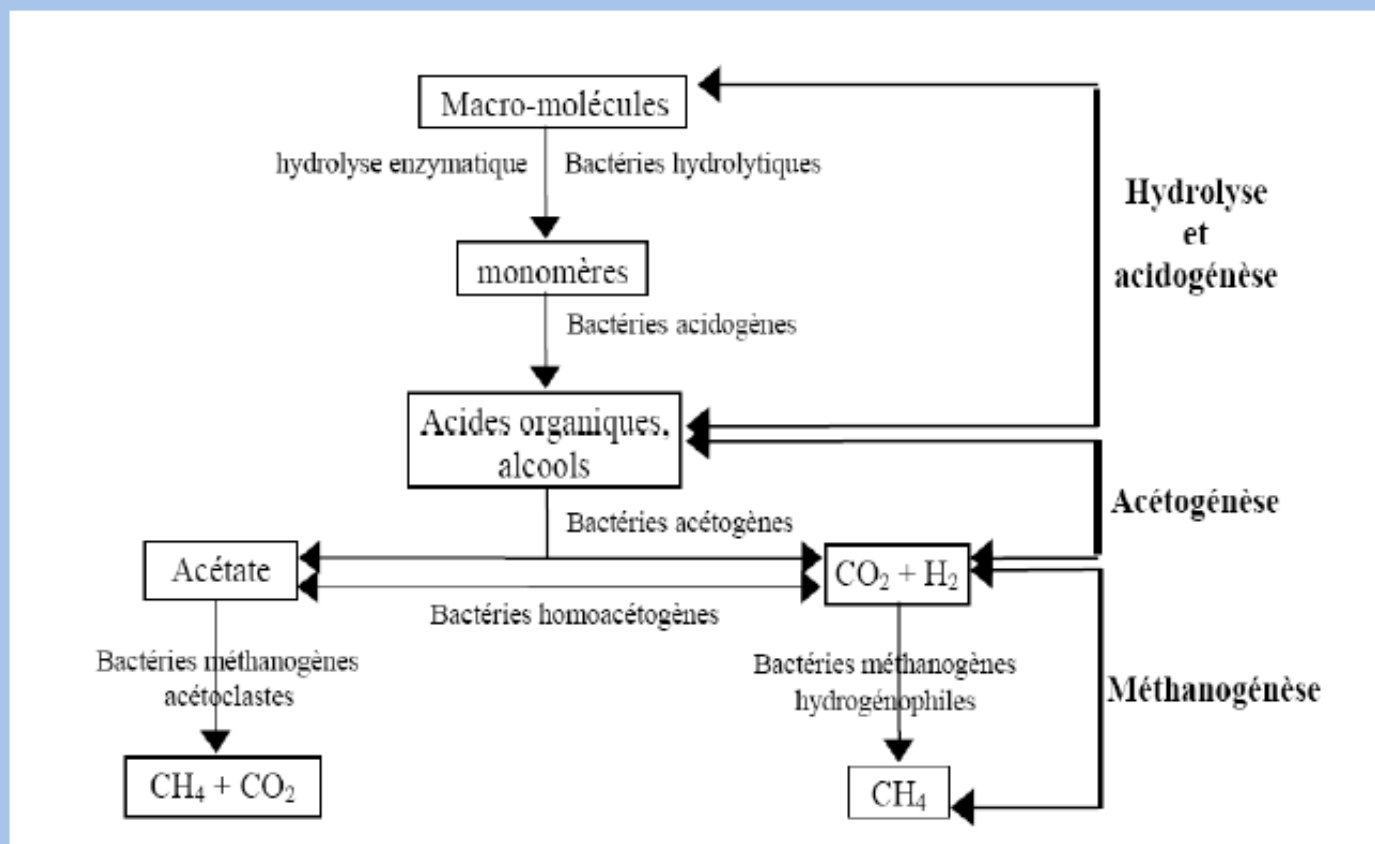
Bioéthanol:

Fabriquer à partir du saccharose (**betterave**, **canne à sucre**...) ou de l'amidon (**blé**, **maïs**...) par fermentation.



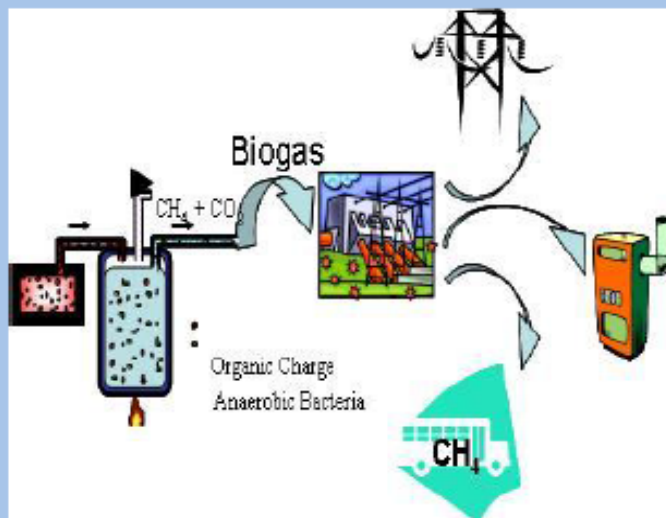
Biogaz ou Méthanisation:

La méthanisation est un procédé biologique de transformation de la matière organique en biogaz, par l'action de bactéries en absence de l'oxygène: on parle de «**digestion anaérobie**».



Matières premières:

- Déchets organiques des communes: les poubelles des ménages
- Déchets organiques industriels: agro-alimentaire, abattoirs...
- Déchets agricoles: lisier, fumier et les résidus de récolte...
- Sous-produits de processus industriels: glycérine...



| 1 tonne de ... | m ³ de biogaz | Equivalent en litre de fioul | KWh électrique |
|----------------|--------------------------|------------------------------|----------------|
| Lisier | 16 | 11 | 30 |
| Fumier | 60 | 35 | 100 |
| Paille | 220 | 120 | 350 |
| Graisse | 450 | 350 | 1000 |

La matière restante est utilisée comme des Amendements organiques pour l'agriculture.

Conclusion

Les énergies renouvelables nous proposent de multiples façons de produire de l'énergie. Elles donnent aussi plusieurs **avantages** :

- Plus les sources sont variées, plus l'indépendance énergétique est assurée.
- Décentralisation qui privilégie des petites unités de production locales.
- Facilité d'installer, d'utiliser et de combiner plusieurs sources en même temps.
- Coût au kWh fixe, faible et stable.
- Pas d'émission de CO₂ Pour les plus parts des méthodes.
- L'investissement et le rendement sont prévisibles à long terme.

Il ne faut oublier que Les énergies renouvelables comportent plusieurs **inconvénients**:

- Investissement important.
- Projets de longue durée.
- L'installation doit s'intégrer dans l'environnement.
- Variabilité de la production de l'éolien qui dépend d'un vent aléatoire.
- Le stockage de l'électricité.

Il ne faut pas oublier qu'il faut commencer par l'optimisation des consommations, ceci se réalise par une conception architecturale bioclimatique accompagnée par des équipements ménagers économes. Une fois les consommations diminuées (mais pas le confort), on peut envisager d'investir dans des systèmes de production d'énergie