

Chap 2 : Production de l'énergie électrique

Objectif(s)

Définir ce qu'est une ressource énergétique renouvelable ou non renouvelable. Donner des exemples pour ces deux types de ressources. Etudier leurs caractéristiques et différences.

1. Que sont des ressources énergétiques renouvelables ou non renouvelables ?

Le terme de **ressource énergétique renouvelable** apparaît de plus en plus dans les médias. Le mot ressource désigne un stock d'énergie que l'on peut alors exploiter et éventuellement convertir, par exemple en énergie électrique. Rappelons que **l'énergie est une grandeur physique qui n'est ni créée, ni détruite**. Par contre, **l'énergie peut se transformer** : une flamme convertit l'énergie chimique (combustible) en énergies thermique et lumineuse. C'est ce que l'on désigne souvent sous le terme un peu trompeur de « produire de l'énergie ».

Une ressource énergétique **non renouvelable** désigne une ressource dont l'exploitation et la consommation se fait **nettement plus vite que le temps requis à la ressource pour se régénérer**. Une ressource d'énergie renouvelable est une ressource dont le stock paraît **illimité**, au moins à l'échelle humaine, ou alors qui se **régénère suffisamment vite**.

2. Ressources énergétiques non renouvelables

a. Pétrole

Le **pétrole** est un **liquide** qui vient de la décomposition de matière organique dans certaines couches géologiques. Le processus est lent, de l'ordre de **plusieurs millions d'années**. Le pétrole est une ressource très utilisée dans le monde, à but énergétique (combustion) ou en chimie (matières plastiques, ...). En 2005, le pétrole représentait **37 %** de la « production d'énergie » dans le monde. Actuellement, la consommation annuelle mondiale est d'environ 30 milliards de barils (1 baril vaut environ 160 L).

Le pétrole est consommé nettement plus vite que le temps qu'il met à se former : le pétrole est une **énergie non renouvelable**. A ce rythme là, on estime à **40 ans** les réserves mondiales de pétrole connues. D'autre part, la combustion des produits dérivés du pétrole **produisent du CO_2 (gaz à effet de serre)** et certains **polluants**. Le pétrole a d'autres inconvénients, comme son extraction, quelquefois **nocive pour l'environnement** (sables bitumineux), ou des accidents lors de son transport (marées noires).

b. Gaz naturel

Le gaz naturel est composé principalement de **méthane** CH_4 . Il est souvent présent dans les gisements de pétrole, où il peut être utilisé (méthaniers ou gazoducs) ou pas (torchères). En 2005, la production mondiale en gaz naturel dépassait 2500 milliards de mètre cube de gaz naturel, soit environ **23 %** de la production d'énergie mondiale. En extrapolant sur la consommation actuelle, les réserves connues sont estimées à **65 ans** environ. Le méthane est utilisé par exemple pour le chauffage des habitations, pour cuire les aliments, etc. Sa combustion est libératrice de CO_2 , mais il émet nettement moins de polluants que le pétrole. Le méthane en lui-même est un puissant **gaz à effet de serre**, 20 fois plus que le CO_2 . Dans certains cas (gaz de schiste), les technologies d'extraction actuelles font craindre un **impact environnemental sur le lieu d'extraction**.

c. Charbon

Le charbon est un **matériau solide** qui résulte de la dégradation de **matières organiques végétales**. Le temps requis pour sa formation prend des millions d'années. Le charbon a permis la révolution industrielle durant la seconde moitié du XIX^{ème} siècle (locomotives). En 2005, il représentait environ **24 %** de la production d'énergie mondiale. On estime à plus de **200 ans** les réserves mondiales actuelles de charbon au rythme actuel. La combustion du charbon est **nettement plus polluante** que pour les autres **combustibles fossiles**. Mis à part le CO_2 , il y a émission d'oxydes d'azote, d'oxyde de soufre, de métaux lourds, de suies. Ces dernières sont responsables du noircissement des façades et monuments pendant la fin du XIX^{ème} siècle. L'extraction du charbon est nocive pour l'environnement.

d. Energie nucléaire

La fission de l'uranium 235 est une source d'énergie représentant environ **7 %** de la production mondiale d'énergie. Une centrale nucléaire **ne libère pas de CO₂**, mais génère des **déchets radioactifs** qui doivent être traités et stockés. L'énergie nucléaire présente un **risque d'accident** potentiellement grave : Tchernobyl, Fukushima. Le noyau d'uranium n'est produit que par des processus stellaires dans certaines étoiles massives. **L'uranium est une ressource non renouvelable, qui ne peut pas se reformer sur Terre**. Les réserves d'uranium 235 permettraient son emploi pendant encore **70 ans** environ.

Mais, d'autres noyaux sont étudiés. Le **thorium 232** bombardé par des neutrons peut former de **l'uranium 233 fissile**, et dont les produits de fission sont moins nocifs que ceux de l'uranium 235. On estime à **150 ans** les ressources en thorium si ce dernier est exploité. Egalement, la **fusion nucléaire** du deutérium et du tritium, actuellement à l'étude dans le cadre du projet ITER, produirait nettement moins de déchets radioactifs et de durées de vie beaucoup plus courtes. Le deutérium utilisé pour la réaction est présent naturellement dans l'eau de mer (**source quasi-illimitée**).

3. Ressources énergétiques renouvelables

Les **ressources énergétiques renouvelables** concernent environ **9 %** de la production d'énergie dans le monde, mais est en augmentation. Elles se présentent sous différentes formes, dont certaines sont encore au stade expérimental.

a. Energie solaire

L'énergie solaire est quasi-illimitée : le Soleil va encore briller pendant environ 5 milliards d'années ! Sur Terre, la puissance reçue est de l'ordre de 1 kW/m^2 dans des conditions optimales. L'énergie solaire est exploitable de deux manières différentes :

- **En captant la chaleur** du Soleil reçue sur Terre, ce qui permet par exemple de chauffer de l'eau pour des habitations. Il existe aussi le **four solaire** d'Odeillo ou la **centrale solaire** Thémis, mais les deux sont à vocation expérimentale et recherche.
- **En transformant l'énergie lumineuse en électricité**, par le biais de **cellules**

photovoltaïques. Cette technologie est relativement facile à mettre en œuvre et permet la production d'électricité dans des zones isolées (déserts). Par contre, **le rendement est faible**. Aussi, la production ne peut se faire que de jour, et varie selon l'ensoleillement.

b. Energie éolienne

L'énergie éolienne est **l'énergie liée au vent**. Cette énergie est exploitée par les bateaux à voiles et les moulins, mais ces deux applications ont reculé durant la révolution industrielle face à la motorisation des installations. Actuellement cette forme d'énergie est exploitée par des éoliennes pour générer de l'électricité. Si cette énergie est **illimitée** (durée de vie de la Terre) et **non polluante**, elle présente cependant un **rendement faible**. Comme le solaire, elle fluctue énormément. Seules certaines régions présentent une exposition au vent suffisante. Certaines éoliennes sont placées en mer (offshore) afin de ne pas prendre de place sur terre, et ne pas incommoder les populations.

c. Energie hydraulique

L'eau des rivières possède une énergie potentielle de pesanteur. Cette dernière est exploitée dans des retenues d'eau, les **barrages**. L'eau qui s'écoule dans une conduite fait tourner des turbines et produit de l'électricité. Les barrages ont l'avantage de permettre une **production électrique constante**, sauf sécheresse. Par contre, l'impact environnemental est non nul : des vallées sont noyées, il faut permettre la migration des poissons (saumons) par des dispositifs adaptés... Egalement, le nombre de sites propices à la construction d'un barrage est limité. L'énergie hydroélectrique représente **90 %** de la part des énergies renouvelables dans la production électrique.

Il existe d'autres formes d'énergie hydraulique, comme la force des **marées**. Des **usines marémotrices** ont la capacité d'exploiter cette énergie afin de produire de l'énergie électrique. Il est aussi question d'utiliser **l'énergie des vagues**, des **courants marins** ...

d. Energie géothermique

Les profondeurs de la Terre présentent de hautes températures. On gagne en moyenne 3°C tous les 100 m de profondeur. Cela est dû à la chaleur initiale de la planète, et à la **radioactivité naturelle du sous-sol** (uranium, thorium, potassium). Cela explique les

sources d'eau chaudes (**sources thermales**). Cette énergie thermique est récupérable pour chauffer des habitations, ou la convertir en électricité. A l'échelle humaine, cette source d'énergie est **considérée comme inépuisable** et peut être « extraite » de manière **quasi-constante dans le temps**. Toutefois, **la puissance exploitable est très faible**, $0,2 \text{ W/m}^2$ au mieux. D'autre part, les possibles effets d'une utilisation massive de l'énergie géothermique sur un sous-sol sont encore mal connus.

e. La biomasse

Le terme de **biomasse** désigne **l'énergie chimique stockée dans la matière organique**. Le bois est par exemple un combustible utilisé par l'Homme depuis que celui-ci maîtrise le feu. Plus récemment, on a les **biocarburants** afin de prévenir l'épuisement des réserves fossiles. Cependant, des critiques se sont élevées, car ces derniers nécessitent des terres cultivables (champ de colza, canne à sucre), d'où une concurrence avec la production alimentaire (épuisement des sols). La biomasse concerne également le **traitement de déchets organiques**, comme les ordures ménagères, afin de générer de la matière combustible. Le principal inconvénient de l'utilisation de la biomasse est que sa combustion est **productrice de CO_2 et de polluants** L'essentiel.

Conclusion

Ressources énergétique non renouvelables :

- **Ressources limitées**, renouvellement très lent à l'échelle humaine.
- Extraction du sous-sol nécessaire : coûts, impact environnemental.
- Transport de matières du lieu d'extraction (mines) au lieu de consommation (centrales)
- **Potentiellement polluantes**, nocives pour l'environnement, sauf fusion nucléaire.
- Producteur important de **gaz à effet de serre**, sauf nucléaire.
- Énergie qui est encore bon marché.
- Hauts potentiels énergétiques.
- Pour produire de l'électricité, **centrales électriques** de grosses dimensions.
- Omniprésents dans le domaine des transports (essence).
- Risque d'accidents à l'échelle d'une région ou d'un pays (nucléaire)

Ressources énergétiques renouvelables :

- **Énergie disponible que l'on s'en serve ou pas**.
- Pas de transport de matières requis la plupart du temps.

- 
- **Non polluantes**, sauf biomasse ou la fabrication de certains équipements.
 - **Rendement souvent faibles**.
 - Energie quelquefois **plus chère** qu'une énergie non renouvelable.
 - **Fluctuation de la production** pour énergie solaire ou éolienne.
 - Pour produire de l'électricité, installations de production de dimensions très variables.
 - Installations possibles dans des **zones isolées** (stations météo de montagne, déserts).
 - Risque d'accident limité : rupture barrage, chute éolienne.