

L'ÉNERGIE

I. Qu'est-ce que l'énergie ?

Pour s'éclairer on peut, par exemple, utiliser :

- à la maison, une lampe branchée sur une prise électrique reliée par des lignes à une centrale électrique composée d'un alternateur, d'une turbine et d'une chaudière alimentée par exemple par du pétrole ;
- à l'extérieur, une lampe alimentée par une pile lampe de poche ou torche ;
- avec une voiture, les phares reliés à un accumulateur ;
- sur une bicyclette, une lampe alimentée par une « dynamo » entraînée par les roues, lesquelles sont mises en mouvement par les muscles.

Dans chaque situation, on obtient le même résultat - allumage d'une lampe - à partir de systèmes de départ très différents : un accumulateur, une pile, un mélange pétrole-air, ...

En même temps que la lampe brille, une modification se produit dans le système de départ : par exemple, le zinc est transformé en ions zinc dans la pile ordinaire du commerce, le pétrole brûlant en présence d'air est transformé en dioxyde de carbone et eau, ... L'état du système varie. On observe aussi que, au bout d'un certain temps, les systèmes de départ deviennent incapables d'allumer la lampe : l'accumulateur se décharge, la pile s'use, le pétrole brûle et le muscle se fatigue.

De l'énergie est contenue dans l'accumulateur, la pile, l'ensemble pétrole-air, le muscle...

Pour le physicien, la notion d'énergie se présente comme un capital que possède un système et qui peut avoir différentes formes. Elle peut être transférée vers un autre système suivant différents modes.

L'énergie est une grandeur physique qui se mesure en joule (J).

II. Les formes d'énergie

1. Energie chimique

Quand on fait brûler un mélange pétrole-air, le pétrole et l'oxygène disparaissent pour former du dioxyde de carbone et de l'eau au cours d'une réaction chimique. La combustion dégage de l'énergie : le mélange pétrole-air contient de l'énergie chimique.

2. Energie nucléaire

Lors de la fission de noyaux d'uranium, par exemple, on récupère de l'énergie sous forme de chaleur. L'uranium possède de l'énergie nucléaire.

3. Energie mécanique

Un cycliste en mouvement possède de l'énergie. Cette énergie cinétique peut, par exemple, lui permettre de se déplacer un certain temps sans pédaler mais dans ce cas, sa vitesse diminue peu à peu.

L'énergie cinétique d'un corps qui se déplace dépend à la fois de sa masse (quantité de matière) et de sa vitesse :

$$E = \frac{1}{2} mv^2$$

E : énergie exprimée en J
m : masse exprimée en kg
v : vitesse exprimée en m/s

Lorsque l'eau retenue par un barrage tombe, elle peut faire tourner l'ensemble turbine-alternateur d'une usine hydro-électrique. Le système eau-terre possède de l'énergie de « niveau » : l'énergie potentielle.

Cette énergie dépend de la hauteur de la chute et du poids de l'eau qui tombe. Le poids dépend de la quantité d'eau et du lieu où se situe la chute (sur Terre l'accélération de la pesanteur g vaut 9,81 m/s) :

$$E = Ph = mgh$$

E : énergie exprimée en J
m : masse exprimée en kg
h : hauteur exprimée en m

L'énergie mécanique d'un corps est la somme de son énergie cinétique et de son énergie potentielle.

4. Energie thermique

De l'eau chaude circulant dans un radiateur d'un chauffage centrale possède de l'énergie : elle peut chauffer l'air ambiant en se refroidissant. L'eau possède de l'énergie thermique.

5. Energie électrique

Un courant électrique, lorsqu'il circule dans un récepteur (lampe, moteur...) possède de l'énergie.

L'énergie électrique est un peu différente des précédentes, puisqu'elle ne peut être stockée directement : elle doit être produite, éventuellement transportée et utilisée.

L'énergie électrique que reçoit un récepteur dépend de la tension à ses bornes, du courant qui le traverse et du temps pendant lequel le récepteur fonctionne.

$$E = UI t$$

E : énergie exprimée en J

U : tension exprimée en V

I : intensité exprimée en A

t : temps exprimé en s

Rappel : $U = RI$

III. Transfert et conservation d'énergie

1. Transfert d'énergie

L'énergie peut être transférée d'un système à un autre sous forme de chaleur, de rayonnement ou sous forme de travail.

- Chaleur

On peut chauffer de l'eau en utilisant la combustion de gaz butane. Le système air-gaz en brûlant perd une partie de son énergie. Cette énergie a été transférée au système eau-casserole sous forme de chaleur, système dont l'énergie augmente. Cela se traduit par une élévation de la température, voire une ébullition de l'eau.

Il y a transfert sous forme de chaleur chaque fois qu'il y a contact entre deux corps de températures différentes.

- Rayonnement

L'énergie émise par les réactions nucléaires au sein du Soleil parvient jusqu'à nous : une bouteille d'eau située en plein soleil voit sa température augmenter beaucoup plus que la même bouteille située à l'ombre. Son énergie augmente. L'eau reçoit de l'énergie sous forme de rayonnement (conjointement, l'énergie du Soleil diminue, même si on ne s'en aperçoit pas).

Ce mode de transfert intervient chaque fois qu'on est en présence d'ondes électromagnétiques (ondes radio, radars, rayonnement infrarouge, lumière visible, rayonnement ultraviolet, X, gamma). Ce transfert peut se faire sur de très longues distances même dans le vide.

- Travail

D'une manière générale, on a transfert d'énergie sous forme de travail lorsqu'une force agit sur un système qui se déplace.

- Exemples

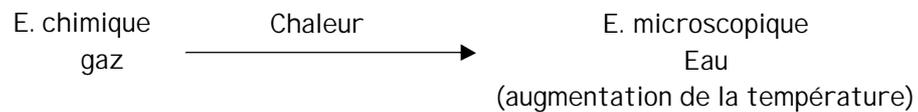
- Une pile alimente un petit ventilateur :



- Le soleil éclaire une plante ;



- On chauffe de l'eau sur le gaz :



2. Puissance

On ne peut porter à ébullition une casserole d'eau en la chauffant avec une bougie. De la même façon, un seul radiateur n'est pas en mesure de chauffer une très grande pièce, même s'il reste allumé plusieurs heures. Par contre, si on met plusieurs radiateurs ou bien si on allume en même temps cinq ou six bougies, le résultat escompté sera atteint.

Ce n'est pas la quantité d'énergie dont on dispose, c'est la puissance (débit d'énergie) qui compte, c'est à dire le nombre de joules que l'on transfère par unité de temps. La puissance se mesure en watts (W).

$$P = \frac{E}{t}$$

P : puissance exprimée en W

E : énergie exprimée en J

t : temps exprimé en s

$$E = Pt$$

Si P est en watts, t en heures, E s'exprime en wattheures. Cette unité est fréquemment utilisée à propos de l'énergie électrique. Le wattheure équivaut à 3 600 joules puisque 1 h = 3 600 s.

3. Conservation d'énergie

Le principe de conservation de l'énergie affirme que la diminution de la quantité d'énergie contenue dans le système de départ est égale à l'augmentation de la quantité d'énergie contenue dans le système d'arrivée, quelles que soient les formes d'énergie contenues dans les systèmes.

Si le système est isolé on admet que son énergie reste constante.

IV. Production d'énergie

1. Sources d'énergies

- Sources d'énergie minérales
 - Le bois est la seule source d'énergie minérale renouvelable à l'échelle humaine.
 - Le charbon, le pétrole, le gaz naturel constituent ce qu'on appelle des énergies fossiles : ces réserves d'énergie ont nécessité des millions d'années pour se constituer et sont actuellement en voie d'épuisement.

Ces sources constituent des réservoirs d'énergie chimique : l'uranium (énergie nucléaire).

- Sources inépuisables
 - le Soleil (énergie solaire, soit d'un point de vue physique, énergie nucléaire) ;
 - le vent (énergie éolienne, soit d'un point de vue physique, énergie mécanique) ;
 - l'eau courante (énergie hydraulique, énergie marémotrice, soit d'un point de vue physique, énergie mécanique...)
 - la terre (énergie géothermique, soit d'un point de vue physique, énergie thermique).

2. Conversion d'énergie, rendement

La forme d'énergie dont on dispose n'est pas toujours adaptée à l'effet recherché. Par exemple, pour utiliser une voiture, il faut convertir l'énergie chimique provenant de la combustion du carburant en énergie mécanique.

Nombreux sont les exemples où il est nécessaire de convertir l'énergie dont on dispose en un autre type d'énergie, cette conversion se réalisant souvent avec des étapes intermédiaires. On réalise ainsi une chaîne énergétique.

Dans l'exemple précédent, toute l'énergie chimique ne se retrouve pas sous forme d'énergie mécanique. Une partie de l'énergie est perdue (pour l'utilisateur) sous forme thermique (échauffement du moteur, perte des gaz d'échappement...). Par énergie perdue, il faut entendre non récupérable pour obtenir l'effet désiré, (il n'y a pas de contradiction avec le principe de conservation de l'énergie).

Il est intéressant de savoir quel pourcentage de l'énergie de départ on récupère après conversion à l'arrivée : il s'agit du rendement de la conversion.

$$\text{rendement} = \frac{\text{énergie récupérée après conversion}}{\text{énergie fournie avant conversion}}$$

Le rendement n'a pas d'unité. Il est toujours inférieur à 1.

3. Exemples de transformation d'énergie

Se transforme en	E. mécanique	E. électrique	E. chimique	E. thermique
E. mécanique		alternateur dynamo		frottements
E. électrique	moteurs électriques		accumulateur (en charge)	chauffage (effet joule)
E. chimique	explosion	piles accumulateurs (en décharge)		réactions exothermiques ¹
E. thermique	moteurs thermiques		réactions endothermiques ²	

4. L'électricité

Bien qu'utilisable directement, l'énergie fournie par différentes sources (combustion de charbon, de fuel, de gaz) est souvent transformée en électricité. L'électricité est un mode de transport de l'énergie particulièrement intéressant en raison de quatre avantages :

- le transport est instantané,
- c'est une énergie « propre » sur les lieux d'utilisation,
- la puissance est immédiatement disponible,
- il est facile de convertir l'énergie électrique en une autre forme d'énergie.

¹ Une réaction exothermique est une réaction qui dégage de la chaleur.

² Une réaction endothermique est une réaction qui absorbe de la chaleur.

- Les alternateurs : E. mécanique \rightarrow E. électrique

Un alternateur qui tourne délivre à ses bornes une tension alternative. Le problème de la production d'électricité se réduit donc à entraîner en rotation un alternateur.

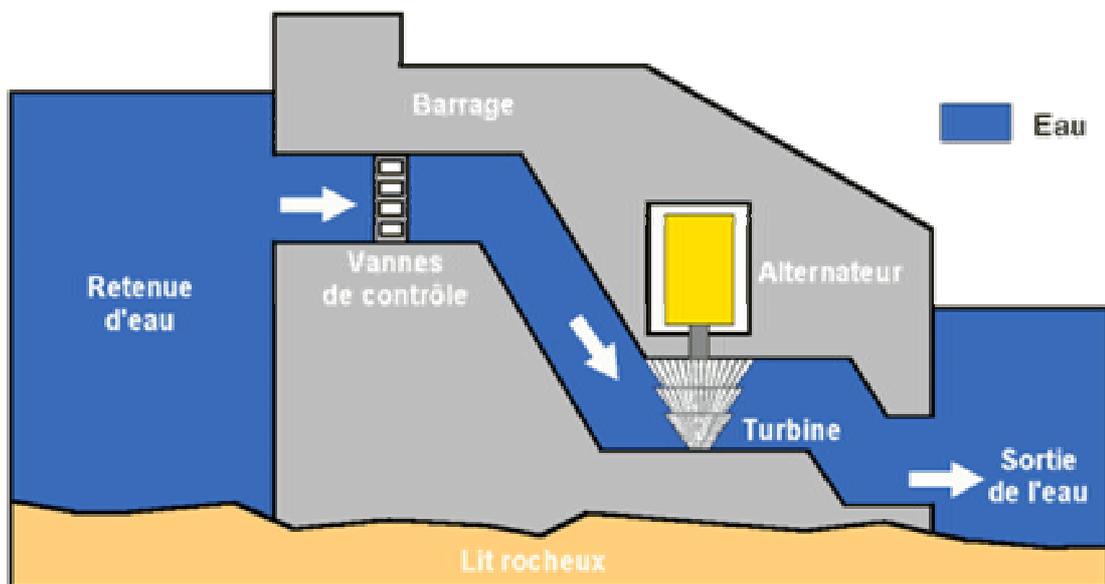
Dans centrales EDF, l'alternateur est entraîné par une turbine mise en rotation par :

- un courant d'eau : les centrales hydrauliques

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.

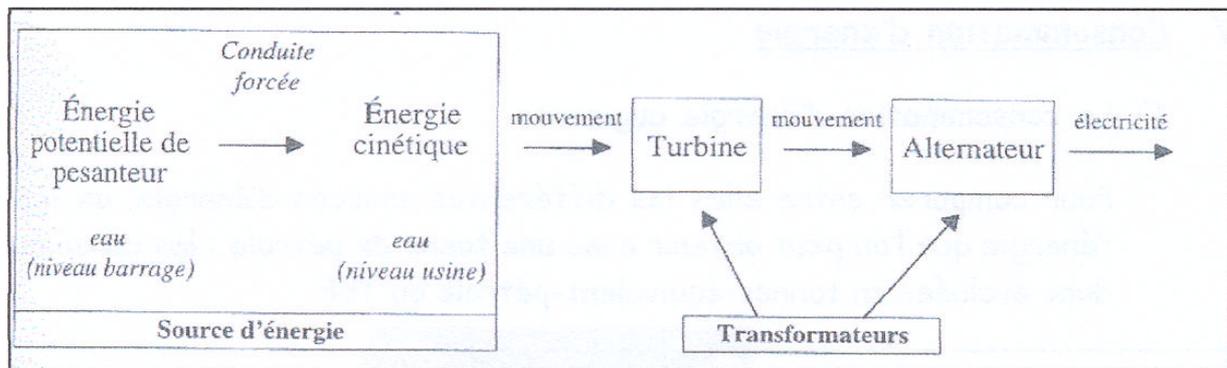
Pour produire de l'électricité, les vannes du barrage sont ouvertes, de l'eau s'y engouffre dans une conduite forcée dans le barrage, sa vitesse augmente.

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.



La turbine peut être également placée directement « au fil de l'eau » si le courant est suffisamment important. Mais en général, la turbine se trouve dans une « conduite forcée » au pied d'un barrage où une grande quantité d'eau est retenue.

Transformation de l'énergie :



E. potentielle \rightarrow E cinétique \rightarrow E électrique alternateur

- un courant de vapeur : les centrales thermiques

- centrales thermiques classiques : la chaleur est produite dans une chaudière par la combustion à l'air du charbon du fuel, du gaz naturel ;
- centrales nucléaires : la chaleur est fournie par une réaction nucléaire (la fission de l'uranium) ;
- centrales solaires : la chaleur est fournie directement par le rayonnement solaire.

E. potentielle
E. nucléaire
E. solaire

} E thermique \rightarrow E cinétique alternateur \rightarrow E électrique

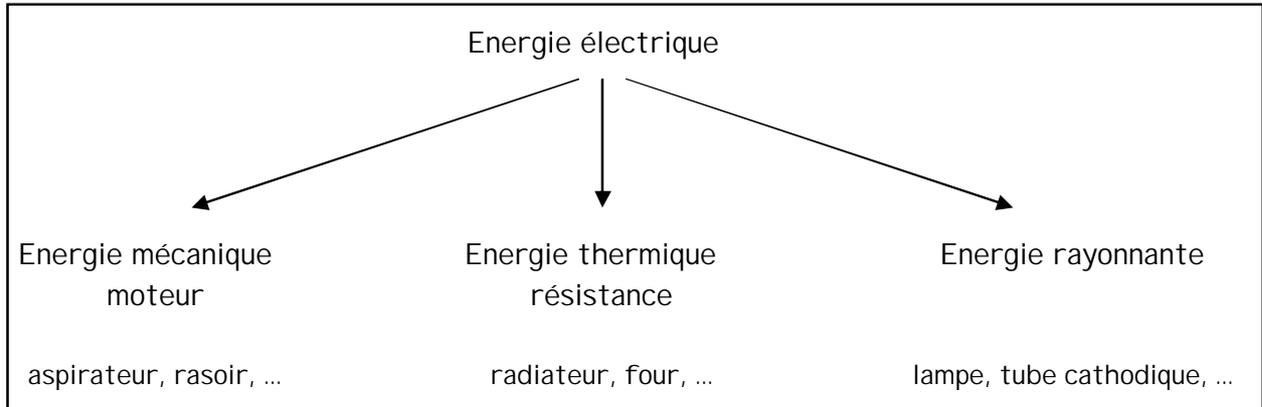
- le vent : l'aérogénérateur

E cinétique \rightarrow E cinétique alternateur \rightarrow E électrique

- Les piles, les accumulateurs : E chimique \rightarrow E électrique
- Les photopiles : E solaire \rightarrow E électrique

L'énergie électrique est toujours créée à partir d'une autre forme d'énergie. Elle apparaît comme une source d'énergie secondaire.

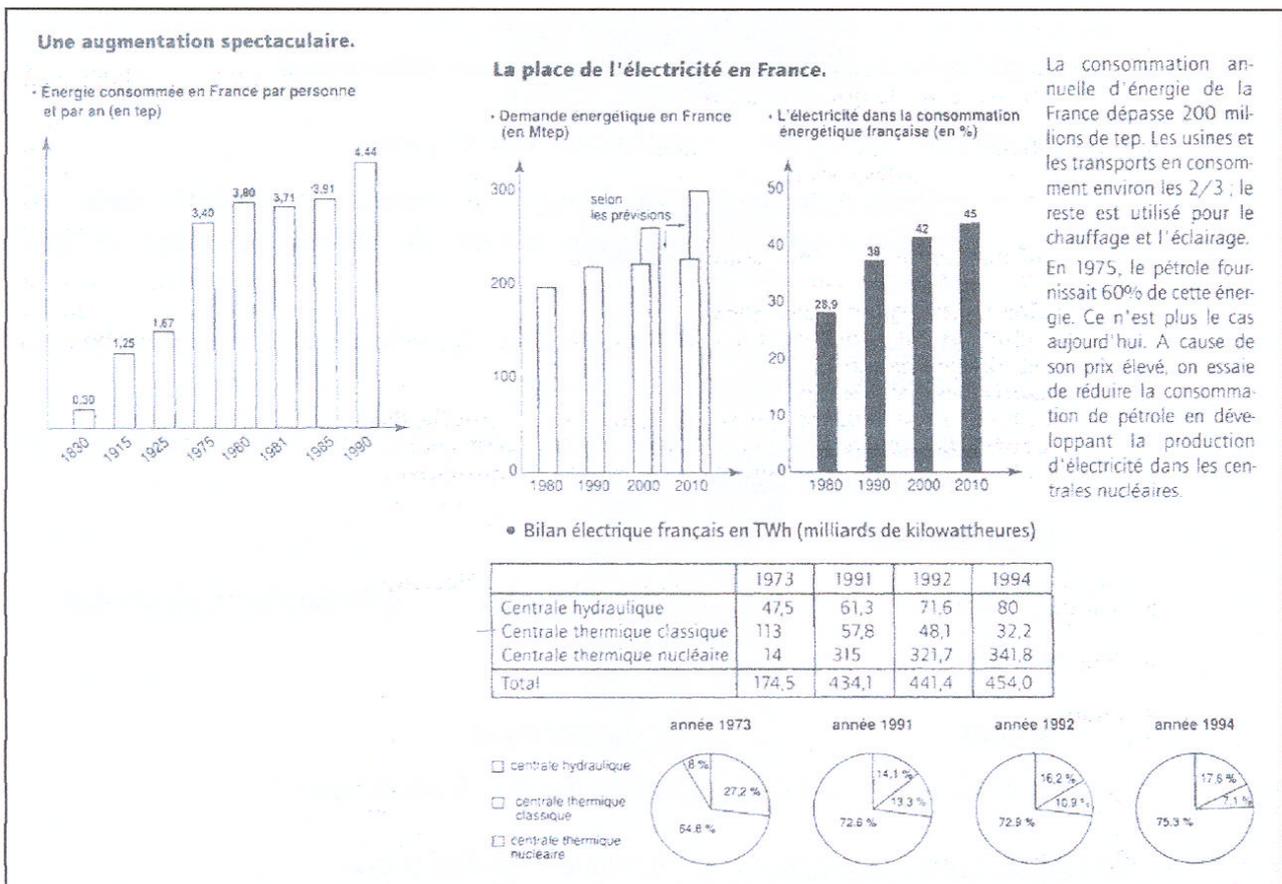
Les usages domestiques de l'électricité sont très variés. On peut les regrouper selon 3 types de conversion :



V. Consommation d'énergie

1. Augmentation de la consommation d'énergie

Pour comparer entre elles les différentes sources d'énergie, on les rapporte à l'énergie que l'on peut obtenir avec une tonne de pétrole : les consommations sont donc évaluées en tonnes-équivalent-pétrole ou TEP.



2. Les économies

La demande mondiale d'énergie est actuellement en grande partie satisfaite par les combustibles fossiles qui possèdent un grand pouvoir énergétique, qui sont faciles à transporter et à stocker. Mais ils ne sont pas renouvelables et les réserves sont limitées.

Pour limiter nos dépenses, pour préserver les réserves d'énergie, il est indispensable de réaliser des économies d'énergie.

Pour cela, on peut, par exemple favoriser l'utilisation de sources renouvelables, développer l'isolation, lutter contre le gaspillage.