

Énergie



Les besoins en énergie

Les différentes formes d'énergie à connaître

- thermique (sous forme de chaleur) ;
- chimique (formée par réaction chimique) ;
- lumineuse (cédée par toute source rayonnante) ;
- mécanique (liée au mouvement) ;
- électrique (liée au déplacement de charges électriques) ;
- nucléaire (liée à la fusion ou à la fission de noyau).

Tableau de préfixes

Préfixe	Abréviation	signification	Préfixe	Abréviation	signification
milli	m	10^{-3}	kilo	k	10^3
micro	μ	10^{-6}	Méga	M	10^6
nano	n	10^{-9}	Giga	G	10^9
pico	p	10^{-12}	Téra	T	10^{12}

Les unités utiles

Voici deux unités d'énergie non légale (le joule est l'unité légale) :

- le tep ou tonne équivalent pétrole correspond à l'énergie fournie par la combustion d'une tonne de pétrole donc $1 \text{ Mtep} = 10^6 \text{ tep} = 11\,600 \times 10^6 \text{ kWh}$;

- le Wh ou watt-heure correspond à l'énergie consommée ou délivrée par un système d'une puissance de 1 Watt pendant une heure donc $1 \text{ TWh} = 10^{12} \text{ Wh}$

L'importance de l'électricité

L'électricité représente la forme sous laquelle près de la moitié de l'énergie est consommée en France.

La majeure partie de cette électricité est utilisée par l'habitat et le secteur tertiaire.

Consommation annuelle d'énergie en France : de l'ordre de $3 \cdot 10^2$ Mtep (1 M = 10^6)

Consommation annuelle d'électricité en France : de l'ordre de $5 \cdot 10^2$ TWh (1 T = 10^{12})

Consommation d'un appareil

Un appareil est caractérisé par sa **puissance** en Watt (W).

Sa valeur correspond à l'**énergie** consommée par l'appareil pendant la durée de 1 seconde.

Plus la puissance d'un appareil est grande, plus ce dernier est un gros consommateur d'électricité.

Conversion : 1h = 3600 s

24 h = (24 x 3600) s

Les grandeurs indispensables

Les grandeurs	unités	Notations	Relations
Puissance	W (Watt)	P	$P = E / t$ E en J et t en s ou E en Wh et t en h
durée	s (seconde) h (heure)	t	$1 \text{ s} = (1/ 3600) \text{ h}$ $1 \text{ h} = 3600 \text{ s}$
Énergie	J (Joule) Wh (Watt-heure)	E (ou W)	$E = P \times t$ Si P en W et t en s Si P en W et t en h

Conversion : 1h = 3600 s

24 h = (24 x 3600) s

Contrat EDF

Un abonnement se choisit en fonction de l'aménagement électrique d'une maison.

Plus les appareils sont nombreux, principalement les gros consommateurs d'électricité (chauffe-eau, plaques électriques, lave-linge, sèche-linge, lave-vaisselle, radiateurs), plus le contrat doit être élevé.

Les ressources en énergie

Forme ou source d'énergie

Le travail de l'homme qui veut pouvoir utiliser de l'énergie est d'aller chercher l'énergie là où elle se trouve (source de l'énergie) et de la mettre dans une forme utilisable.

- La **source d'énergie** est ce qui va être utilisé pour fournir de l'énergie. Il peut s'agir d'une matière (**pétrole, charbon, ...**), d'un rayonnement comme la lumière du **soleil** ou encore d'une force comme celle du **vent** ou des **cours d'eau**.
- La **forme d'énergie** est la forme sous laquelle l'énergie se présente pour être utilisée.
- On parle aussi **d'effet utile** de l'énergie pour désigner ce qui est l'effet recherché de l'utilisation d'énergie.

Le rôle d'un convertisseur d'énergie

Un convertisseur d'énergie est un appareil qui permet de passer d'une forme d'énergie à une autre.

Exemple : l'énergie lumineuse (forme d'énergie) du Soleil (source) est convertie par un panneau solaire en énergie électrique (forme d'énergie utile).

Renouvelable ou non renouvelable

Une **énergie renouvelable** est une source d'énergie se renouvelant assez rapidement pour être considérée comme inépuisable à l'échelle de temps humaine. Elle se caractérise par le fait qu'elle est inépuisable et disponible en grande quantité sous réserve de se donner les moyens de les exploiter.

Les énergies non renouvelables possèdent une durée d'existence faible à l'échelle humaine (entre une cinquantaine et une centaine d'années).

Ce qui n'est pas le cas des énergies non renouvelables comme le Soleil, le vent, etc... dont l'utilisation n'est pas limitée dans le temps dans les conditions actuelles.

Renouvelable ou non renouvelable

Les énergies non renouvelables sont de nature fossile ou fissile :

- l'énergie **fossile** désigne l'énergie que l'on produit à partir de roches issues de la fossilisation des êtres vivants : pétrole, gaz naturel et houille (inconvenient : production de gaz à effet de serre CO_2) ;

- l'énergie **fissile** provient également de matières fossiles. Il existe deux grandes sources d'énergie fissiles : l'uranium et le plutonium (inconvenient : radioactivité des sources et des déchets).

Constitution d'un atome

Un atome est constitué de trois types de particules :

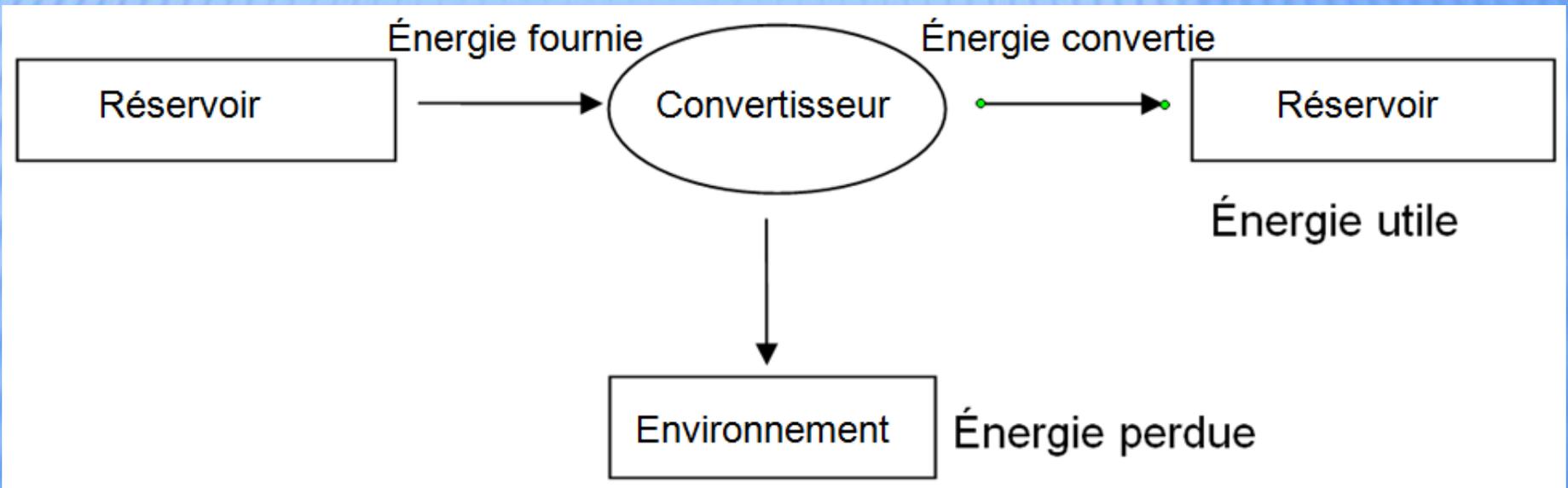
- proton ;
- neutron ;
- électron.

À l'intérieur du noyau, on trouve les **protons** et les **neutrons**. Autour du noyau, tournent les **électrons**. Un atome est caractérisé par son numéro atomique, noté **Z** et qui correspond au nombre de **protons** et son nombre de **nucléons**, A, (c'est-à-dire les **protons** et les **neutrons**).

Un atome est symbolisé par la représentation :



La chaîne énergétique



Pétrole brut et traitement

Le pétrole brut est composé de diverses molécules d'hydrocarbures plus ou moins lourdes. Selon les gisements, ces molécules sont présentes dans le pétrole brut en proportions variables et définissent sa composition et sa densité.

Le **raffinage** permet de séparer les différentes substances. Le pétrole brut est vaporisé dans un four à 380 °C avant de passer dans une colonne à distiller.

Pétrole brut et traitement

- le **topping** : opération qui consiste à séparer dans une tour de distillation les différentes fractions présentes dans le pétrole brut en fonction de leur température de liquéfaction. Ceux dont cette température est la plus basse se liquéfient en premier, puis les autres au fur et à mesure que la température augmente dans la tour ;
- le **craquage catalytique** : opération au cours de laquelle les molécules lourdes restantes vont être fractionnées en molécules plus légères à l'aide d'un catalyseur (molécule qui accélère une réaction chimique sans intervenir dans son bilan) pour obtenir des gaz, des essences et gazole ;

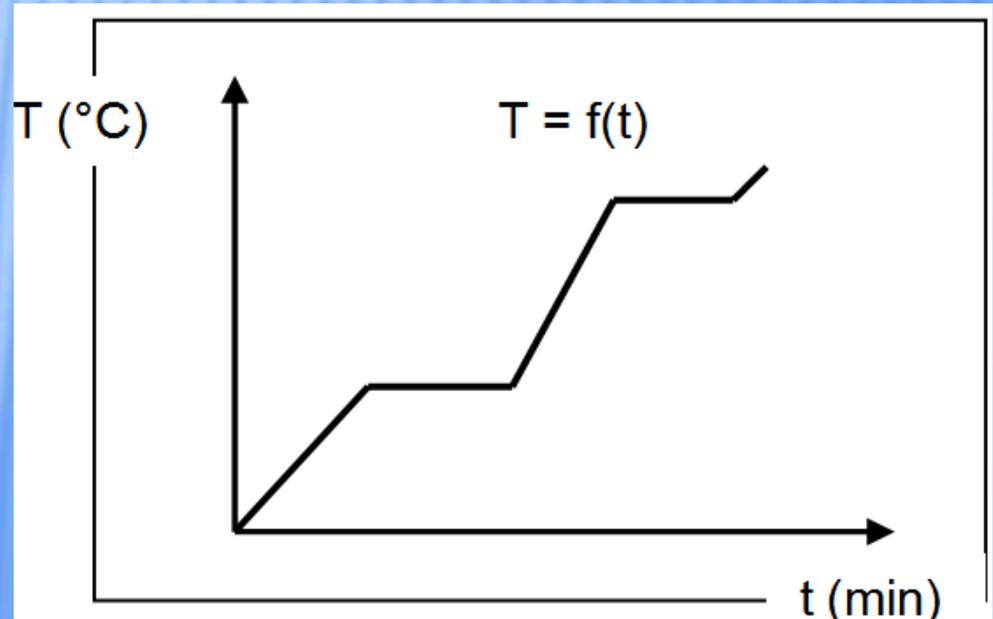
Pétrole brut et traitement

- la **phase d'amélioration** : opération permettant d'éliminer toutes les molécules corrosives ou néfastes à l'environnement ou nauséabondes et corrosives comme les mercaptans contenant du soufre par exemple.

Distillation et tour à distiller

Une distillation fractionnée explique le fonctionnement d'une tour à distiller.

La température d'un mélange de liquides augmente par palier et chaque palier correspond à la température de vaporisation d'un liquide. Tant que ce liquide se vaporise, la température reste constante. Cette dernière n'augmente de façon régulière qu'entre chaque palier.



Montage

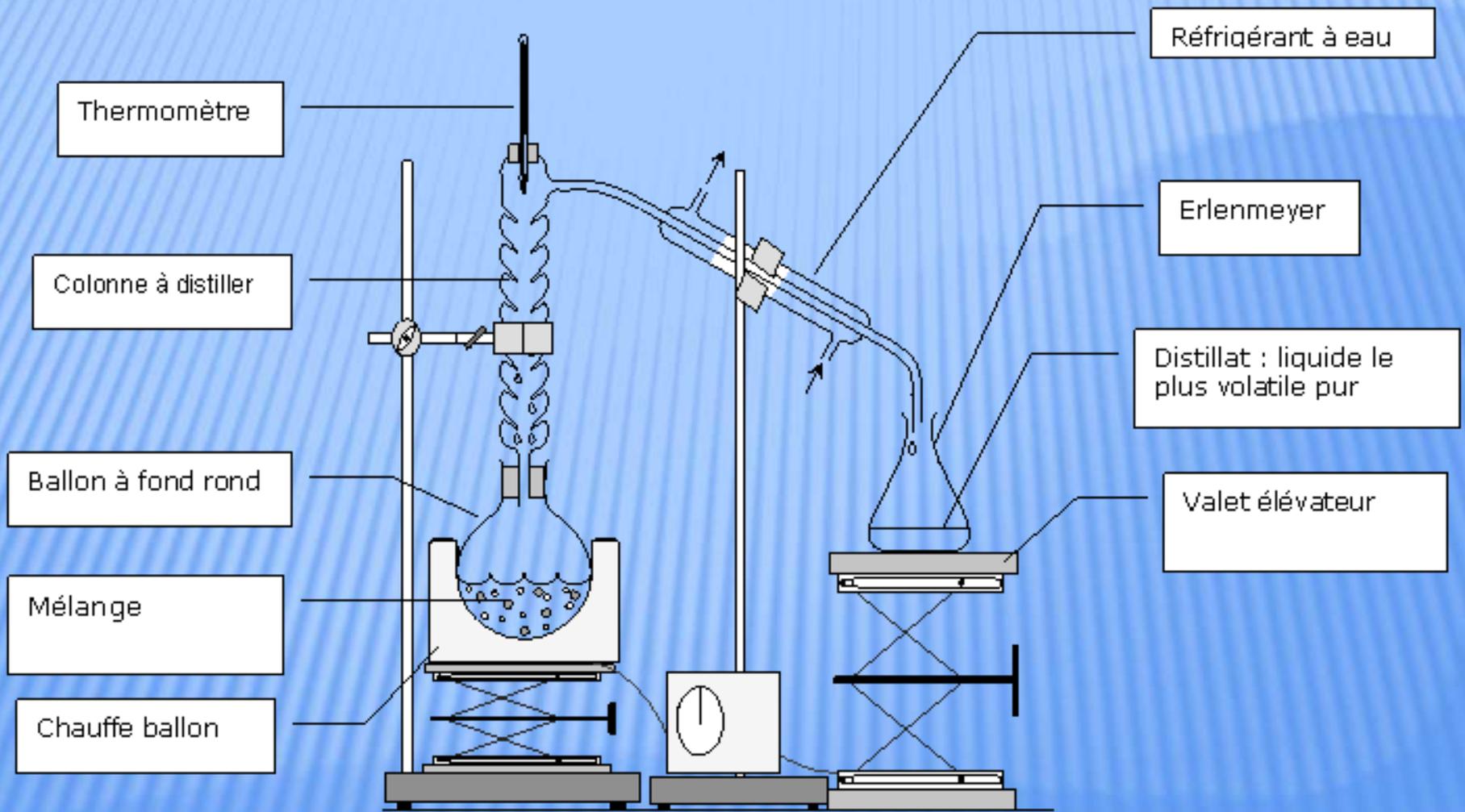
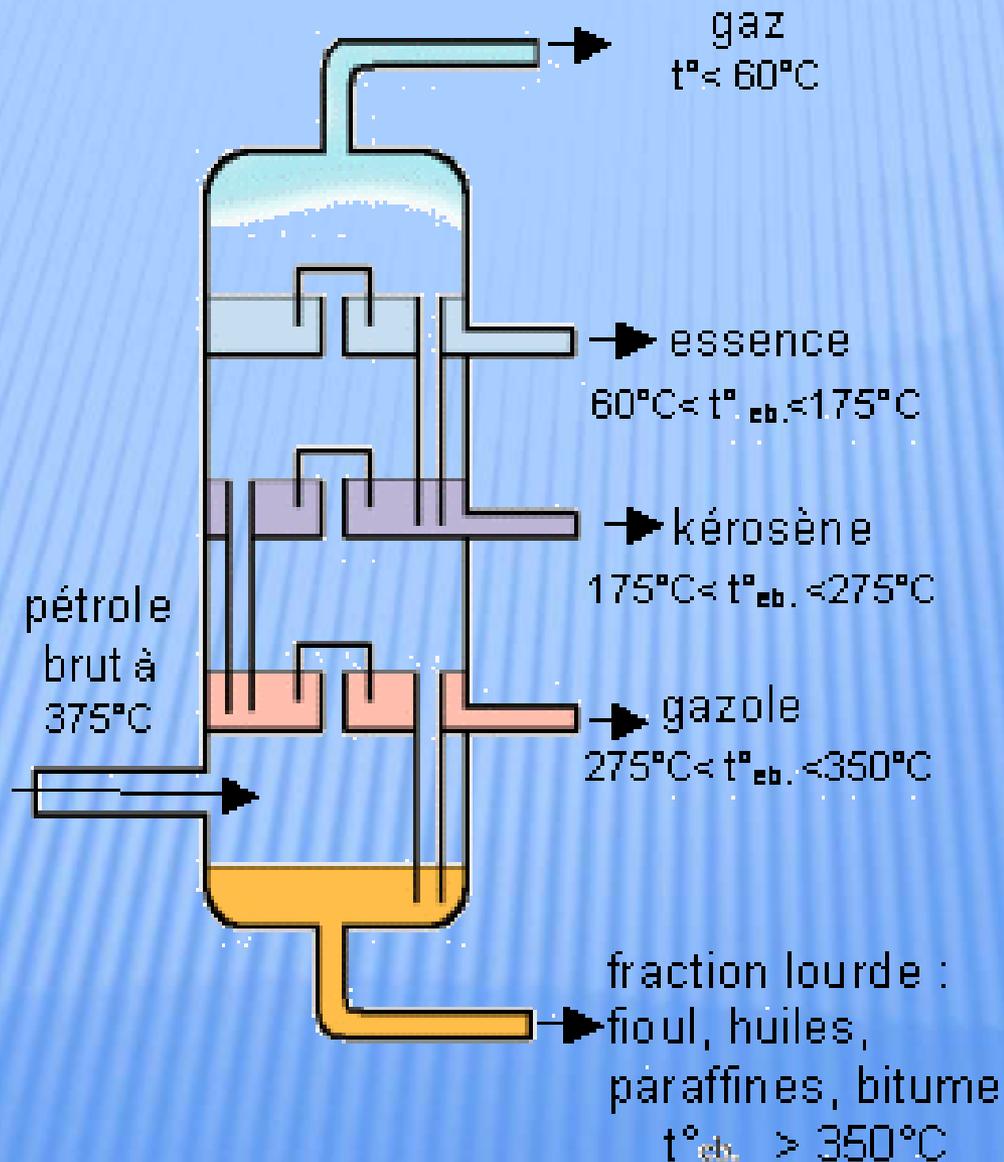


Schéma d'une tour



Isotopes

Des **isotopes** sont des atomes appartenant au même élément donc qui possède le même numéro atomique Z (nombre de protons) mais un nombre de nucléons (constituants du noyau : protons et neutrons) différents.

L'uranium naturel contient deux isotopes naturels U 238 (99,3 %) et U 235 (0,7 %). Or, pour être utilisé en centrale nucléaire, il doit contenir entre 3 et 5 % de ce dernier isotope. Il faut donc **enrichir** l'uranium pour augmenter ce pourcentage.

Exploitation des ressources énergétiques

Centrale thermique

Une centrale thermique est une centrale qui produit de l'énergie électrique à partir de différentes sources d'énergie. Cette dernière peut être soit un combustible (tel que du gaz naturel, du fioul, certaines huiles minérales, du charbon, des déchets industriels ou agricoles, des déchets ménagers), soit des noyaux fissiles d'uranium 235 ou de plutonium 239.

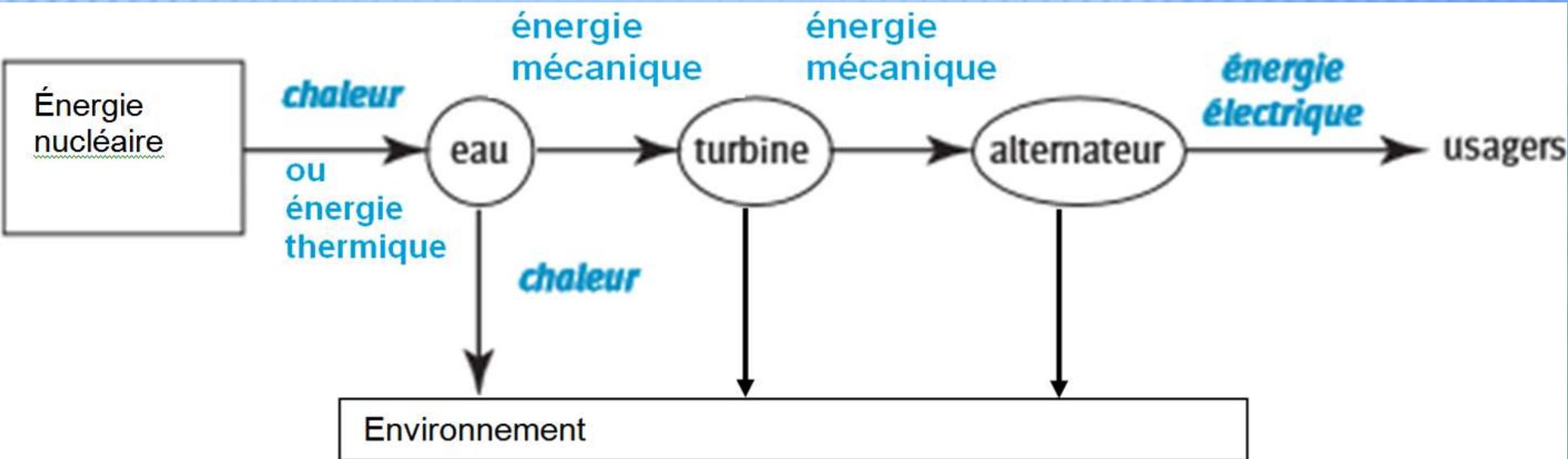
L'énergie ne se crée pas ou ne se perd pas. Elle existe sous de nombreuses formes et toute conversion d'énergie s'accompagne de **pertes d'énergie sous forme thermique** à chaque étape.

Centrale thermique

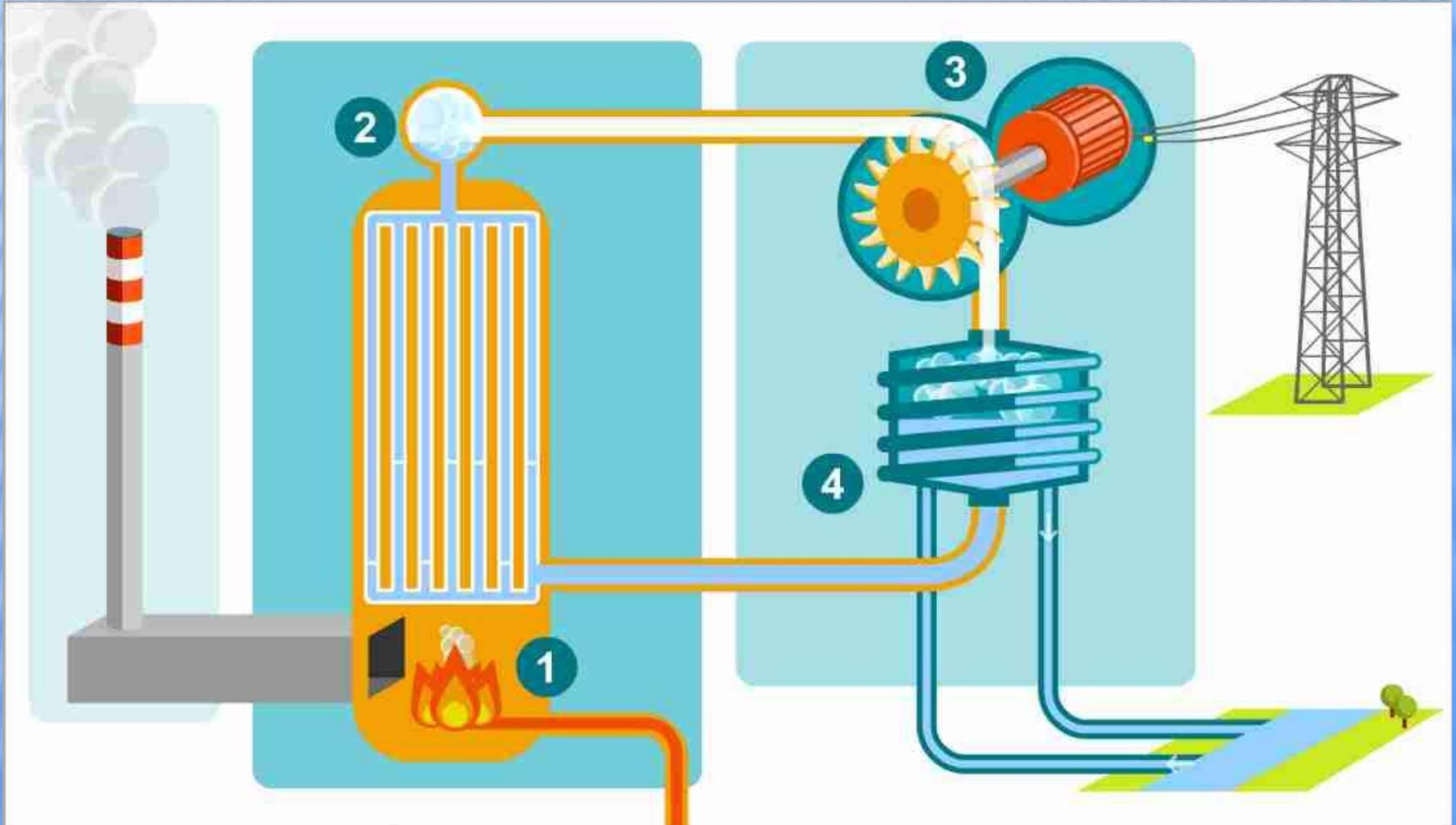
Les centrales électriques thermiques réalisent de multiples **conversions d'énergies**, grâce à des dispositifs tels que les brûleurs, le cœur du réacteur nucléaire, les turbines ou les alternateurs. Ces dispositifs réalisent des **transferts d'énergie**, mais aussi des dégradations par transfert thermique.

Centrale thermique

Ces conversions sont modélisées par une **chaîne énergétique**.



Centrale à combustibles fossiles



Centrale à combustibles fossiles

Une combustion est la transformation **chimique** entre un **combustible** et un **comburant** (généralement le dioxygène de l'air). Elle est à la base du fonctionnement d'une centrale électrique thermique à flamme.

Le combustible peut être du gaz naturel, du fioul ou du charbon.

Leur combustion produit du **dioxyde de carbone CO_2** et de l'eau **H_2O** .

Centrale à combustibles fossiles

Lorsqu'une combustion n'est pas parfaitement maîtrisée, elle peut aussi libérer des polluants comme le monoxyde de carbone CO , des oxydes de soufre SO_x , des oxydes d'azote NO_x et des fumées.

La radioactivité

Dans la nature, la plupart des noyaux des atomes de la matière sont stables. Par contre, ceux présentant un excès de nucléons (protons, neutrons, ou les deux) sont instables. Cela les conduit à se transformer par désintégration en d'autres noyaux (stables ou non).

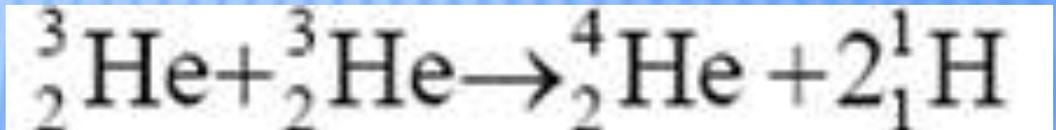
On dit alors qu'ils sont **radioactifs** car, en se transformant, ils émettent des rayonnements (alpha α , bêta β , gamma γ) dont la nature et les propriétés sont variables. Ces atomes radioactifs sont appelés **radionucléides**.

La fusion nucléaire

La réaction de **fusion** est une transformation nucléaire qui a lieu naturellement dans le Soleil et est à l'origine de l'énergie dégagée par cette étoile.

Elle provient de la fusion de deux noyaux légers pour en former un plus lourd.

Exemple d'équation :



Encore aujourd'hui, les scientifiques cherchent à maîtriser la fusion de deux noyaux légers qui forment un noyau plus lourd pour exploiter l'énergie considérable qu'elle libère (projet ITER).

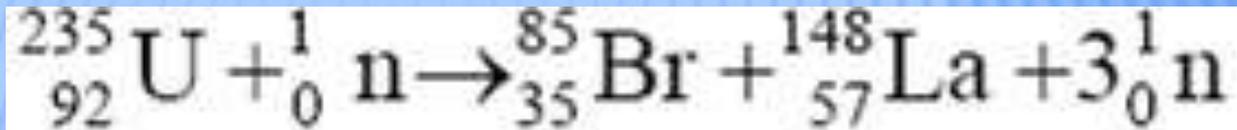
La centrale nucléaire

Dans les centrales électriques thermiques nucléaires, on utilise actuellement la réaction de **fission** provoquée de l'**uranium 235**, ^{235}U .

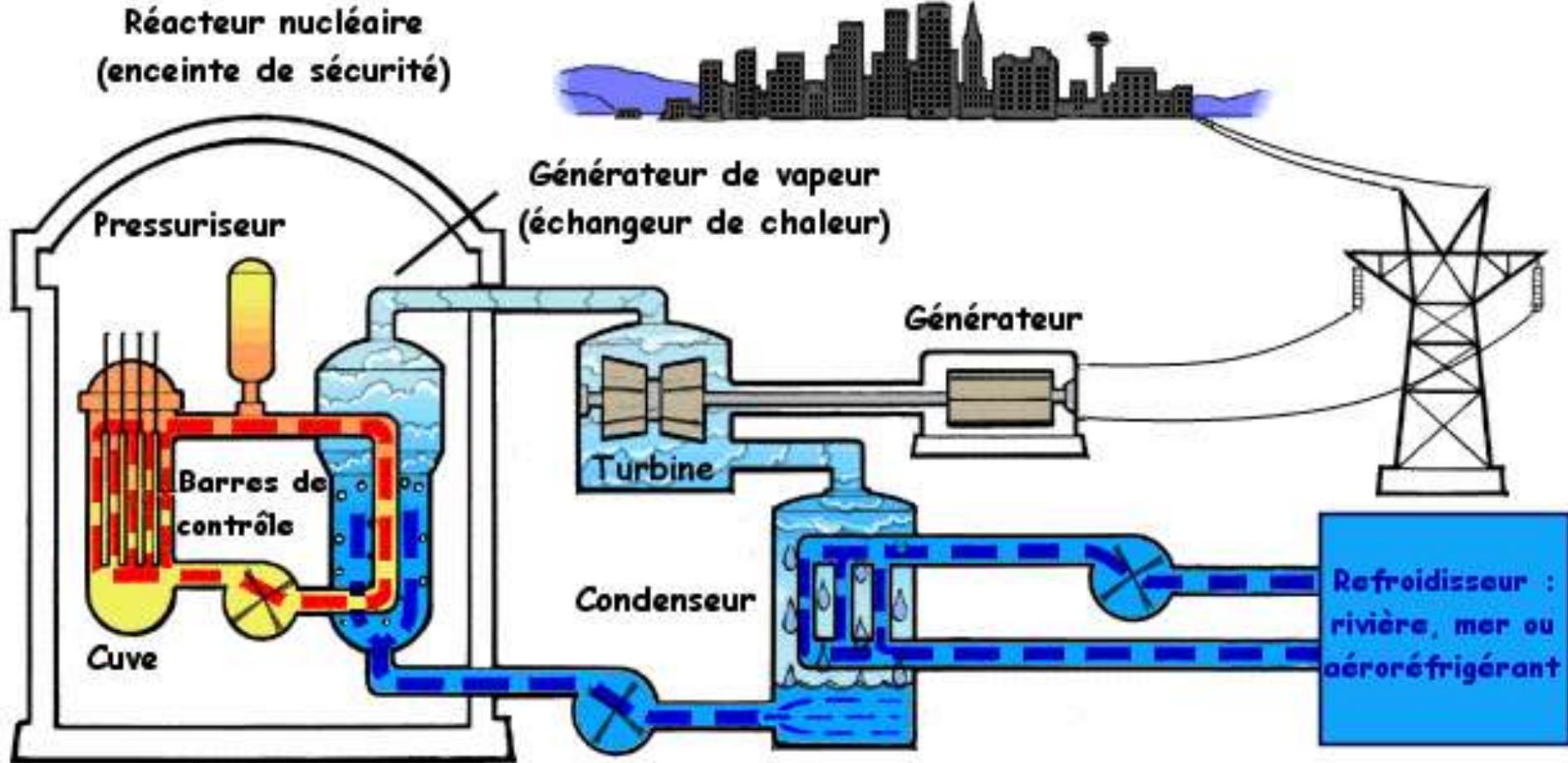
La réaction de **fission** nucléaire se produit lorsqu'un noyau lourd et fissile (qui peut se couper) est bombardé par des neutrons. Le noyau se casse en deux noyaux plus légers ainsi que plusieurs nouveaux neutrons. Ces derniers peuvent aller frapper d'autres noyaux, libérer d'autres neutrons provoquant une **réaction en chaîne**. Cette dernière est régulée par des barres de contrôle qui absorbent l'excédent de neutrons, évitant ainsi un emballement de la réaction.

La centrale nucléaire

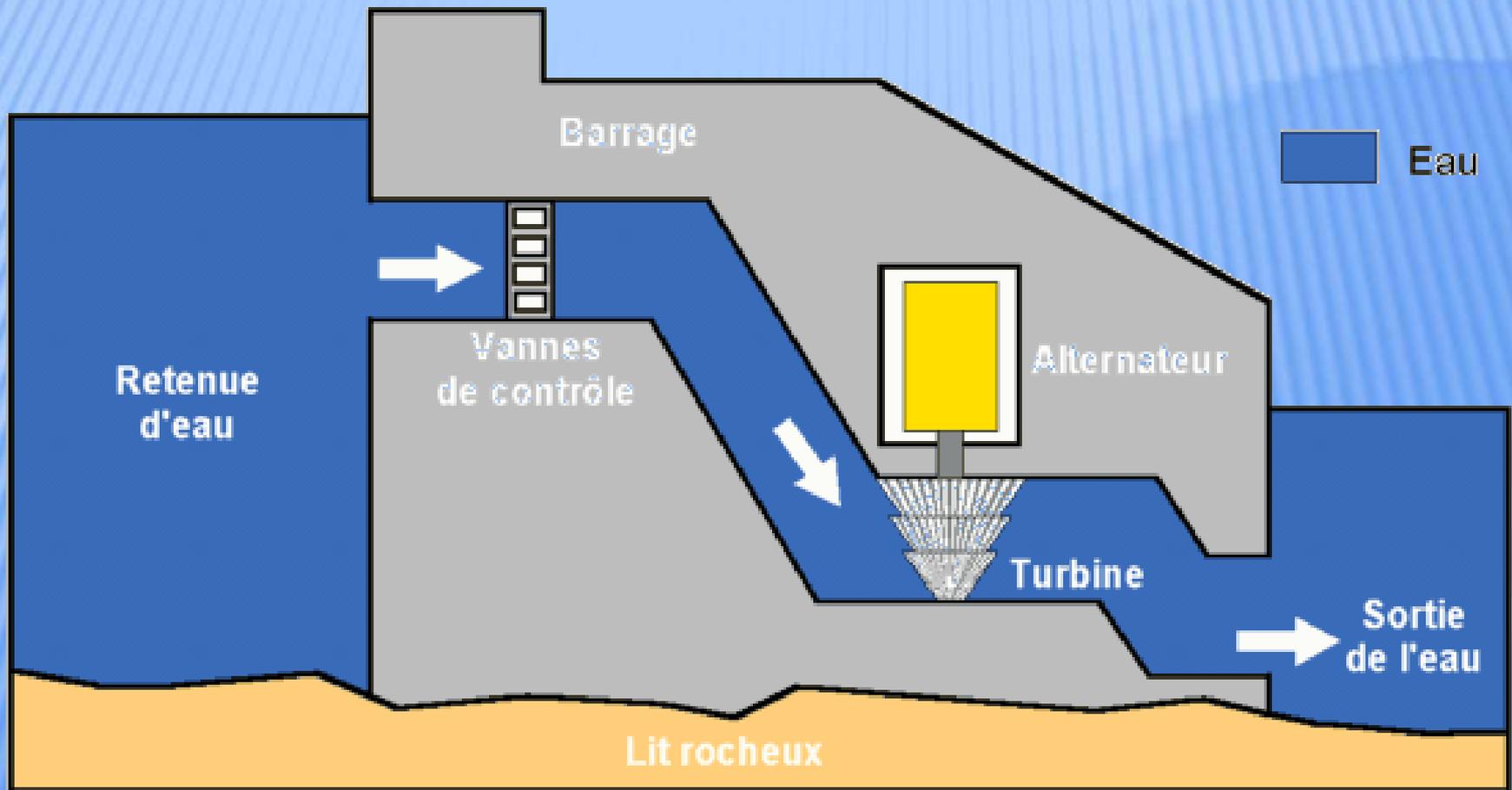
Exemple d'équation :



La centrale nucléaire



La centrale hydraulique



Optimiser gestion et utilisation de l'énergie

Pollution et centrale nucléaire

Les rayonnements émis par des matières radioactives sont **nocifs pour la santé**. Il est donc **indispensable de stocker les déchets radioactifs** de façon à empêcher la propagation de ces rayonnements. Les critères pris en compte pour stocker ces déchets radioactifs sont la **durée de la demi-vie** et le niveau d'**activité**.

Pollution et centrale nucléaire

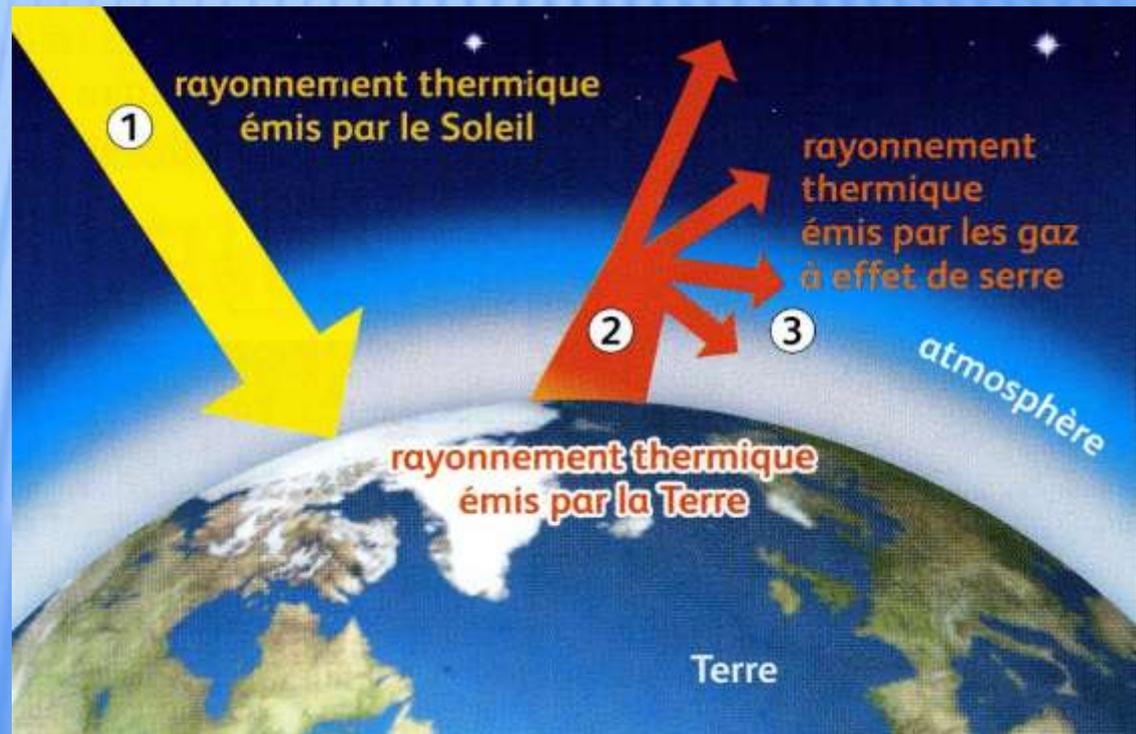
La **période de demi-vie** T est la durée au bout de laquelle la moitié des noyaux radioactifs N_0 ont été désintégrés. À chaque demi-vie supplémentaire, la quantité de noyaux est divisée par deux :

$$T \rightarrow N_0 / 2, \quad 2T \rightarrow N_0 / 4, \quad 3T \rightarrow N_0 / 8, \quad 4T \rightarrow N_0 / 16, \\ nT \rightarrow N_0 / 2^n$$

Le niveau de radioactivité, appelé **activité**, se mesure en Becquerel (Bq). Il correspond au nombre d'atomes qui se désintègrent par unité de temps (seconde).

Pollution et centrale thermique

La lumière du Soleil est partiellement absorbée par le sol, ce qui le réchauffe. Le sol réémet à son tour un rayonnement thermique, ce qui le refroidit.



Pollution et centrale thermique

Dans l'atmosphère, certains gaz comme la vapeur d'eau, le dioxyde de carbone ou le méthane absorbent le rayonnement thermique, puis le réémettent dans toutes les directions, en particulier vers la Terre. Ce phénomène naturel, appelé **effet de serre**, maintient sur Terre une température propice à la vie. Les rejets de gaz à effet de serre dus aux activités humaines, et à l'utilisation des ressources énergétiques fossiles intensifient le phénomène et contribuent à une augmentation de la température de la surface terrestre.

Transporter l'énergie

Le transport de l'énergie est indispensable pour déplacer l'énergie de l'endroit où est la ressource vers l'endroit où elle est consommée.

Le moyen le plus facile de transporter de l'énergie est sous forme électrique. Cependant, ce transport se fait dans des fils conducteurs qui, traversés par un courant électrique, s'échauffent : c'est l'**effet Joule**. Cette énergie thermique se dissipe dans l'environnement et est donc une énergie perdue.

D'autres moyens permettent de transporter des énergies stockables : gazoducs, oléoducs, méthaniers, pétroliers, etc...

Pourquoi stocker l'énergie

Une ressource énergétique doit être **disponible** au moment où elle doit être utilisée car les besoins varient dans la journée (nuit/jour) mais aussi au cours de l'année (hiver/été) : elle doit donc pouvoir être stockée pour mettre en réserve dans les périodes de production et pour compléter cette production quand la demande est supérieure à la normale.

Important

Les sources d'énergie renouvelables comme les énergie solaire ou éolienne ne répondent pas toujours à cette nécessité et, pourtant, cela serait utile car elles sont intermittentes.

Pour stocker l'énergie, on peut utiliser différents moyens :

- les **barrages**, qui stockent l'énergie sous forme d'énergie potentielle de pesanteur ;
- les **pires**, qui stockent de l'énergie chimique, qui, une fois consommée, ne peut être reconstituée, ou les piles à combustibles, alimentées en continu par les réactifs ;
- les **accumulateurs**, dispositifs permettant de convertir l'énergie chimique en énergie électrique, et vice versa.



Fin