

Leçon n°1 : Production de l'énergie électrique

Objectifs :

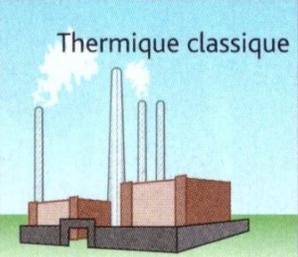
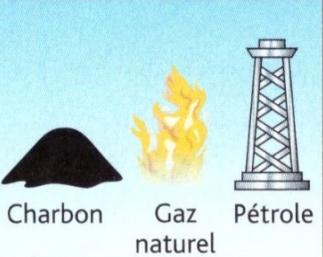
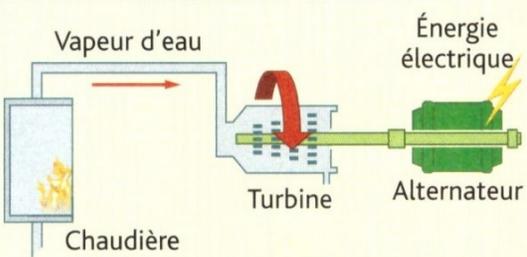
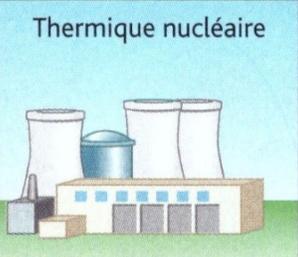
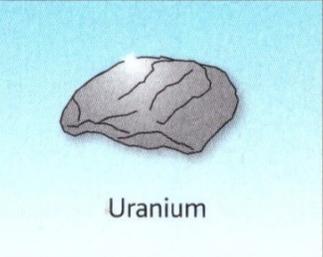
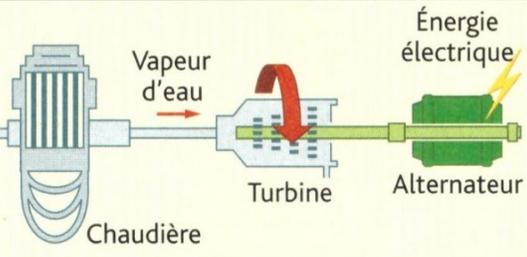
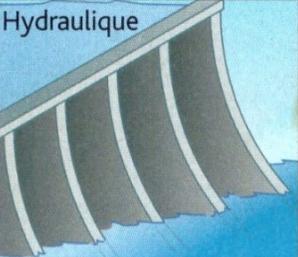
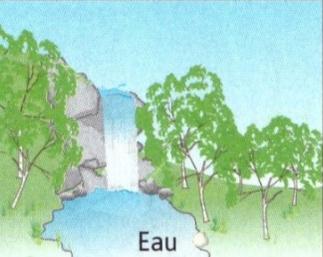
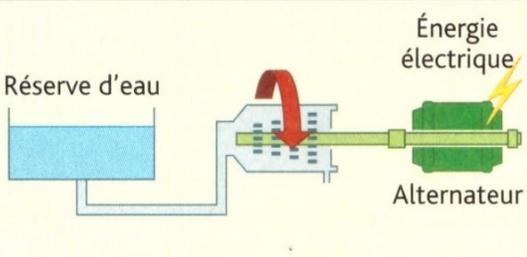
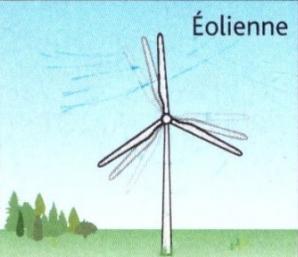
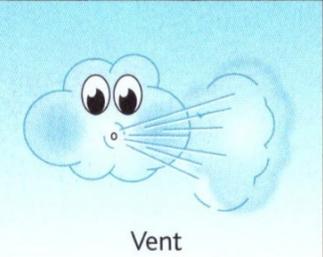
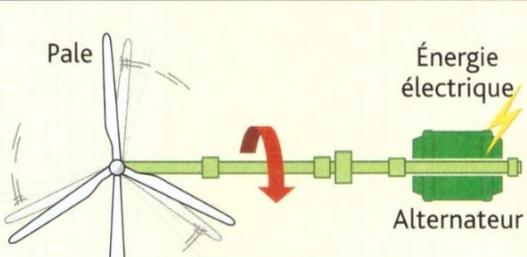
- Connaître le fonctionnement des différents types de centrales électriques, le rôle de l'alternateur ;
- Savoir quelles sont les ressources renouvelables et les ressources non renouvelables et connaître les définitions de ces deux types de ressources ;
- Savoir faire le diagramme énergétique d'un dispositif simple de conversion d'énergie ;
- Savoir que l'énergie totale se conserve et savoir ce qu'est un bilan énergétique.

Mode d'emploi : Vous devez copier dans votre cahier tout ce qui est écrit en rouge, vert et noir dans ce diaporama. Ce qui est écrit en violet doit être lu très attentivement mais n'est pas à écrire.

I) Les différents types de centrales, leur point commun :

Activité
documentaire :
lire
attentivement
ce document

Document extrait du manuel
Physique-chimie 3^{ème} – Bordas-
Sous la direction de René
Vento, p 116

Type de centrale	Source primaire d'énergie	Schéma de la centrale	Principe
 <p>Thermique classique</p>	 <p>Charbon Gaz naturel Pétrole</p>	 <p>Vapeur d'eau Chaudière Turbine Énergie électrique Alternateur</p>	<p>Dans la chaudière, l'eau chauffée par la combustion du charbon, du gaz ou du pétrole se transforme en vapeur d'eau sous pression.</p>
 <p>Thermique nucléaire</p>	 <p>Uranium</p>	 <p>Vapeur d'eau Chaudière Turbine Énergie électrique Alternateur</p>	<p>L'énergie libérée par des atomes d'uranium permet le chauffage de l'eau et sa transformation en vapeur dans la chaudière.</p>
 <p>Hydraulique</p>	 <p>Eau</p>	 <p>Réserve d'eau Turbine Énergie électrique Alternateur</p>	<p>L'eau accumulée derrière un barrage est dirigée vers les turbines par des tuyaux appelés conduites forcées.</p>
 <p>Éolienne</p>	 <p>Vent</p>	 <p>Pale Turbine Énergie électrique Alternateur</p>	<p>Le vent fait tourner les pales, correctement orientées, de l'éolienne.</p>

Le coin Ressources

- Une turbine est une roue munie de palettes ou aubes, qui tourne sous l'action du vent, de l'eau, ou de la vapeur d'eau sous pression.
- Une source d'énergie est dite primaire si on la trouve telle quelle dans la nature.

Document extrait du manuel
Physique-chimie 3^{ème} – Bordas-
Sous la direction de René
Vento

Extrayez des informations

1. Quels sont les types de centrales présentés sur ce document ?
2. Quelles sont les sources primaires d'énergie correspondantes ?
3. Quel est l'élément que toutes les centrales possèdent, sauf la centrale éolienne ?
4. Quelle ressemblance et quelle différence y a-t-il entre une centrale thermique classique et une centrale nucléaire ?

Exploitez les informations

5. Quelle est la condition pour que l'alternateur fournisse de l'énergie électrique ?
6. Par quoi est remplacée la turbine dans les centrales éoliennes ?

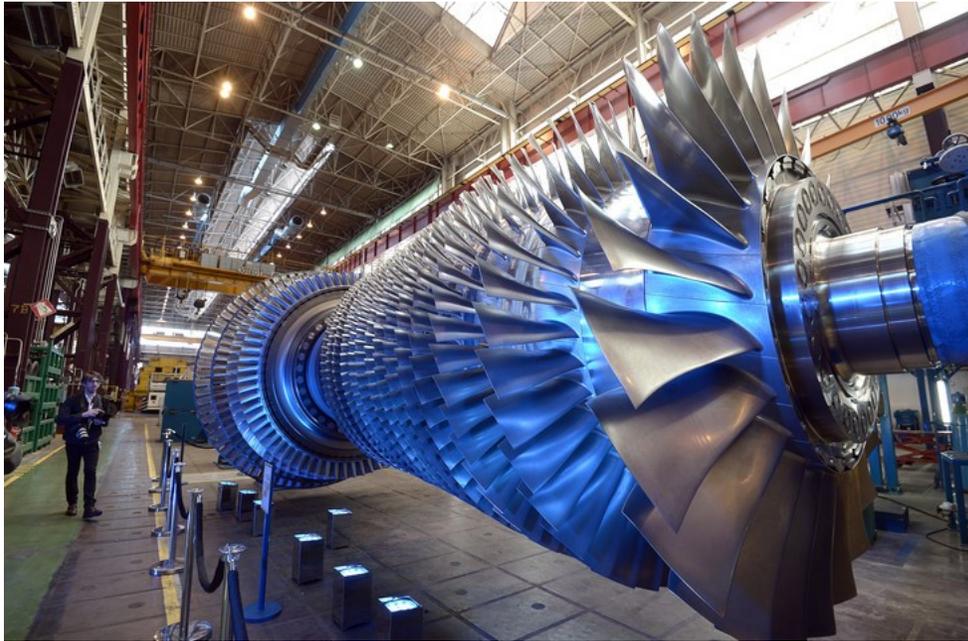
Concluez

7. Rédigez votre conclusion en répondant à la question :
« Quel est l'élément commun aux différents types de centrales ? »

Photographies d'une turbine et d'un alternateur

turbine

alternateur



Répondons aux questions de l'activité sur les centrales électriques :

1) Quels sont les différents types de centrales présentés sur ce document ?

Quatre types de centrales sont présentés : la centrale thermique classique, la centrale thermique nucléaire, la centrale hydroélectrique et l'éolienne.

2) Quelles sont les ressources primaires d'énergie correspondantes ?

La centrale thermique classique fonctionne grâce à du charbon, du pétrole ou du gaz naturel. La centrale nucléaire utilise de l'uranium comme source primaire d'énergie. La centrale hydraulique (le barrage hydraulique) fonctionne grâce à de l'eau qui tombe et l'éolienne fonctionne grâce au vent.

3) Quel est l'élément que toutes les centrales possèdent, sauf la centrale éolienne ?

A part la centrale éolienne, toutes les centrales possèdent une turbine (c'est-à-dire une roue à eau, un peu comme une roue de moulin, mais en plus perfectionnée puisqu'elle doit tourner quand on lui envoie dessus de la vapeur d'eau sous pression).

4) Quelle ressemblance et quelle différence y a-t il entre une centrale thermique classique et une centrale nucléaire ?

La chaudière et le réacteur nucléaire n'ont qu'un but : produire de la chaleur. Cette chaleur produite transforme de l'eau en vapeur d'eau sous pression. L'eau (que l'on fait chauffer) est puisée dans la rivière qui passe à proximité. Quand elle a fait tourner la turbine, la vapeur est liquéfiée (condensée), refroidie, et rejetée à la rivière.

La vapeur d'eau sous pression que l'on fabrique a pour seul but de faire tourner la turbine, ce qui entraîne la rotation de l'alternateur.

L'électricité est produite quand l'alternateur tourne. Un alternateur (ou dynamo) est constitué d'un gros aimant qui tourne devant une bobine de fil électrique. Quand on fait tourner l'aimant, cela produit en sortie de la bobine un courant alternatif.

- Les différences :

- Une centrale thermique classique fonctionne grâce à la combustion d'énergies fossiles et possède donc une chaudière. La combustion des combustibles (*gaz naturel, charbon, pétrole*) rejette du dioxyde de carbone, gaz à effet de serre.

- Une centrale nucléaire fonctionne grâce à *une autre énergie fossile*, l'uranium, et possède un réacteur nucléaire qui permet de faire la réaction de fission *nucléaire*. L'utilisation de l'uranium entraîne la production de déchets radioactifs dangereux mais il n'y a aucun rejet de dioxyde de carbone.

- Les ressemblances :

La suite de la chaîne de production de l'électricité est semblable pour les deux types de centrales : il y a production de vapeur d'eau sous pression qui met en mouvement la turbine. La rotation de la turbine entraîne alors celle de l'alternateur qui produit l'électricité.

5) *Quelle est la condition pour que l'alternateur fournisse de l'énergie électrique ?*

Pour que l'alternateur puisse « fabriquer de l'électricité », il faut que son axe tourne à vitesse régulière ; il faut donc que la turbine soit mise en mouvement.

6) *Par quoi est remplacée la turbine dans les centrales éoliennes ?*

Dans une éolienne, ce sont les pales qui jouent le rôle de la turbine. C'est le vent qui fait tourner l'alternateur.

7) *Rédigez votre conclusion en répondant à la question : « Quel est l'élément commun aux différents types de centrales ? »*

Pour mettre la turbine en rotation, on utilise de l'énergie mécanique.

Toutes les centrales possèdent un alternateur qui transforme une partie de l'énergie mécanique reçue en énergie électrique. **Il y a toujours des pertes d'énergie.**

Petit rappel :

Il y a les **ressources** (*ou sources*) d'énergie (*ce qu'on peut toucher*) et il y a les **formes** d'énergie.

Pour les formes de l'énergie, il n'y en a que six :

- *énergie* lumineuse,
- *énergie* thermique (*chaleur*),
- *énergie* mécanique (*liée au mouvement ou à l'altitude*),
- *énergie* électrique,
- *énergie* chimique (*contenue dans ce qui peut faire des réactions chimiques*),
- *énergie* nucléaire (*contenue dans ce qui peut faire des réactions nucléaires*).

II) Les ressources d'énergie :

Document extrait du manuel
Physique-chimie 3^{ème} – Bordas-
Sous la direction de René
Vento, p 118

1. Le pétrole

Le pétrole a mis des millions d'années pour se former à partir de matières organiques en décomposition. Depuis les années 1900, nous en consommons des quantités de plus en plus grandes.

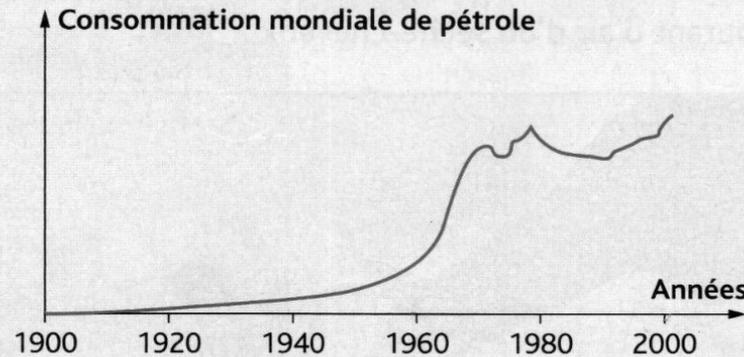


Fig. 1 Évolution de la consommation mondiale de pétrole.

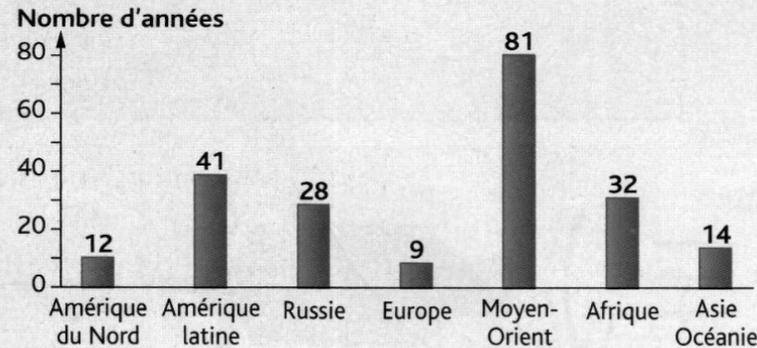
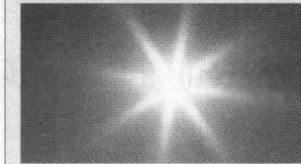


Fig. 2 Réserves de pétrole (exprimées en années) des différentes parties du monde.

2. Le Soleil



Masse : 2×10^{30} kg.

Température : 15 millions de degrés au centre, 6 000 degrés en surface.

Composition : hydrogène et hélium.

C'est l'énergie solaire qui rend possible la vie sur Terre. L'apport de chaleur et de lumière permet la présence d'eau liquide et la photosynthèse des plantes, génératrice de dioxygène.

Dans le Soleil, des atomes d'hydrogène fusionnent pour donner naissance à des atomes d'hélium, avec un énorme dégagement d'énergie. La masse de notre étoile diminue ainsi de plusieurs millions de tonnes par seconde.

L'évolution du Soleil est celle de toutes les étoiles de masse faible à moyenne : en fin de cycle, il se transformera en géante rouge, puis en naine blanche, ne fournissant alors plus la chaleur et la lumière dont nous avons besoin.

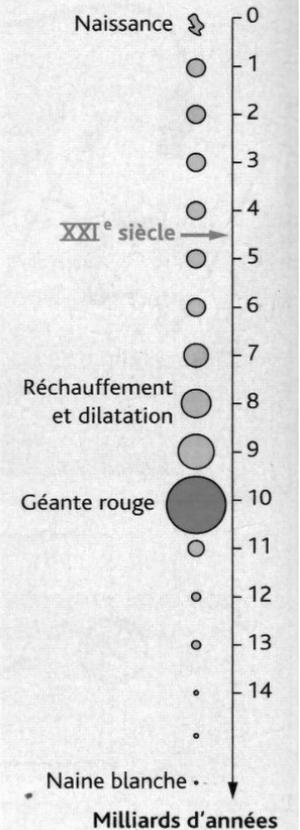


Fig. 3 Cycle de vie du Soleil.

Le coin Ressources

- Le pétrole est une source d'énergie non renouvelable.
- Le Soleil est une source d'énergie renouvelable.

Extrayez des informations

1. Le pétrole se forme-t-il rapidement ?
2. Par quel facteur la consommation de pétrole a-t-elle été multipliée entre 1960 et 2000 ?
3. Depuis combien de temps le Soleil existe-t-il ? Combien de temps lui reste-t-il approximativement à vivre ?

Exploitez les informations

4. En 40 ans, la quantité de pétrole formée est-elle égale à la quantité de pétrole consommée ? En conséquence, disposera-t-on de pétrole indéfiniment ?
5. L'énergie solaire est-elle épuisable à notre échelle ?

Concluez

6. Rédigez votre conclusion en répondant à la question :
« Qu'est-ce qu'une source d'énergie renouvelable ? »

Répondons aux questions de l'activité sur le pétrole et le Soleil :

1) *Le pétrole se forme-t-il rapidement ?*

Non, le pétrole met **des millions d'années** à se former à partir de matières organiques en décomposition. *Ce sont d'anciennes mers, ensevelies par des bouleversements géologiques, dont les êtres vivants se sont lentement décomposés sous l'effet de la chaleur et de la pression, qui ont progressivement formé le pétrole et le gaz naturel.*

2) *Par quel facteur la consommation de pétrole a-t-elle été multipliée entre 1960 et 2000 ?*

La consommation de pétrole a été multipliée par 4 ou 5.

3) *Depuis combien de temps le Soleil existe-t-il ? Combien de temps lui reste-t-il à vivre ?*

Le Soleil est né il y a environ 4,7 d'années et devrait terminer sa vie dans environ 5 milliards d'années.

4) *En 40 ans, la quantité de pétrole formée est-elle égale à la quantité de pétrole consommée ? En conséquence, disposera-t-on de pétrole indéfiniment ?*

En 40 ans, une quantité considérable de pétrole a été consommée mais il ne s'en est pas formé. Par conséquent, nous ne disposerons pas de pétrole pendant encore longtemps (81 ans de réserve pour les pays les plus riches en pétrole).

5) *L'énergie solaire est-elle épuisable à notre échelle ?*

A l'échelle de la vie humaine, quelques centaines ou quelques milliers d'années, l'énergie solaire est inépuisable.

DEFINITIONS (à savoir par cœur) :

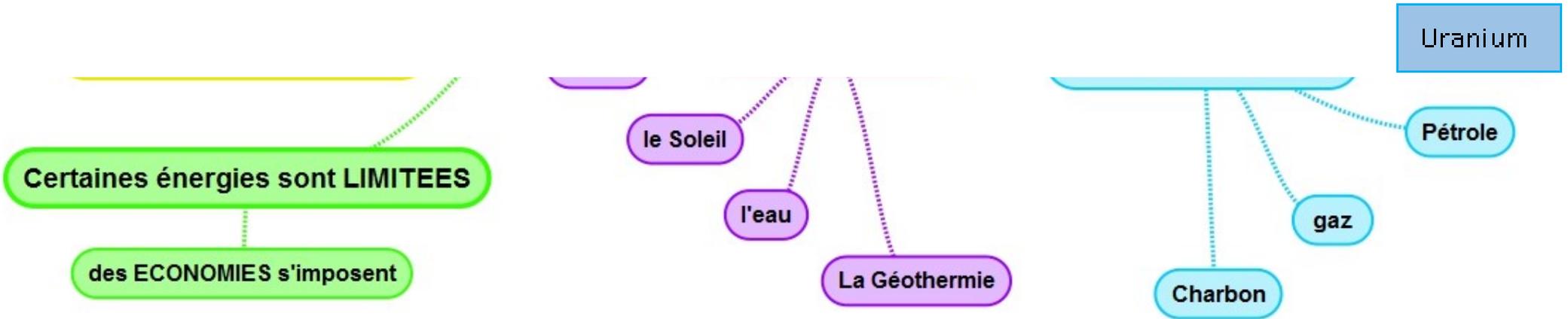
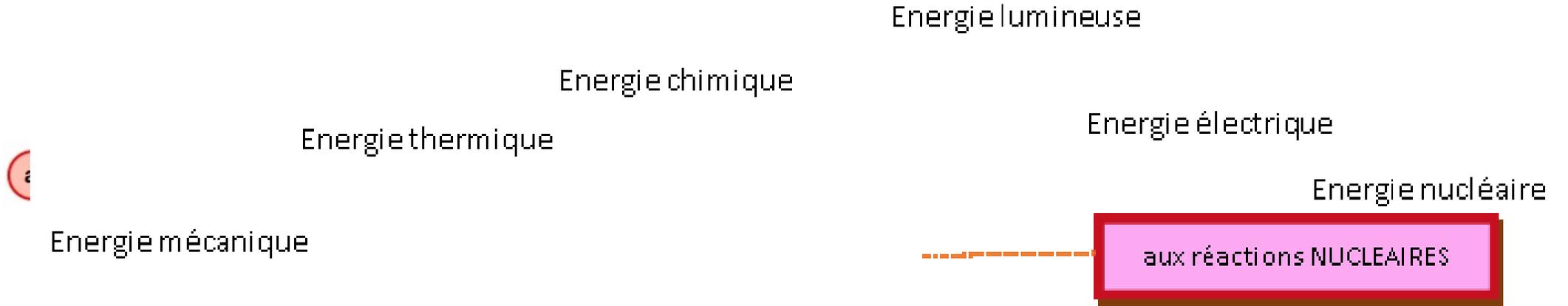
- On appelle **énergies fossiles** les énergies comme le **charbon, le pétrole et le gaz naturel**. *Elles sont « fossiles » car ces substances ont mis des millions d'années à se former et à s'accumuler sous terre. Ce sont des **ressources d'énergie non renouvelables** car leur vitesse de formation est infiniment plus lente que leur vitesse de consommation.*

Lorsqu'elles brûlent, leur combustion produit d'énormes quantités de dioxyde de carbone (gaz à effet de serre qui participe au réchauffement climatique).

L'uranium est aussi une ressource d'énergie non renouvelable. *Les réactions nucléaires qui ont lieu dans les centrales nucléaires produisent des déchets radioactifs (mais pas de dioxyde de carbone).*

- On appelle **énergies renouvelables** les énergies produites par le Soleil, le vent, l'eau, la Terre (*géothermie*), ou la biomasse (*ensemble des matières organiques pouvant devenir source d'énergie*).

Elles sont **inépuisables à l'échelle de la vie humaine** (pendant les 1000 ou 10 000 prochaines années) **et non polluantes**. *Elles se renouvellent assez rapidement pour être considérées comme étant inépuisables à l'échelle de la vie humaine.*



Commentaires sur la carte mentale de l'énergie :

Pour le stockage, il y a indiqué « eau, réaction chimique » :

- Pour l'eau, il s'agit du fait que si l'on place de l'eau en hauteur, comme dans un barrage hydraulique, cette eau pourra, en tombant sur les turbines des centrales situées sous le barrage, produire de l'électricité. Cette eau en hauteur est donc bien une réserve d'énergie, un stock d'énergie, un moyen de stockage de l'énergie.

- Pour la réaction chimique, il faut se souvenir qu'une pile électrochimique (une pile normale) contient de l'énergie sous forme d'énergie chimique. A l'intérieur de la pile, il se passe deux sortes de réactions chimiques :

* du côté du pôle « + » de la pile, une réaction chimique qui capture des électrons se produit dès qu'elle le peut. C'est une réaction qui transforme des ions métalliques positifs en atomes, en capturant des électrons (par exemple : ion Cu^{2+} + 2 électrons \longrightarrow $\text{Cu}_{(\text{atome})}$).

* du côté du pôle « - » de la pile, une réaction chimique qui libère des électrons a lieu dès que cela est possible. C'est une réaction qui transforme des atomes de métaux en ions métalliques, en libérant des électrons. (par exemple : $\text{Zn}_{(\text{atome})}$ \longrightarrow ion Zn^{2+} + 2 électrons)

Ces deux réactions se mettent à avoir lieu si l'on permet aux électrons fabriqués par la réaction chimique qui a lieu du côté du « - » de la pile d'être capturés par la réaction chimique qui se fait du côté du « + » de la pile.

Commentaires sur la carte mentale de l'énergie (suite) :

Pour cela, il suffit de relier les deux bornes de la pile par un circuit électrique. Quand les électrons circulent dans le fil, ils forment un courant électrique qui alimente le circuit et le fait fonctionner (rappel : le courant électrique, dans un métal, est une circulation d'électrons libres). La pile a fourni au circuit un courant électrique.

Une pile convertit donc bien de l'énergie chimique en énergie électrique en faisant des réactions chimiques. Une pile constitue donc bien un réservoir d'énergie chimique.

- Pour « elle peut être convertie » : On sait que nos appareils électro-ménagers convertissent l'énergie électrique en d'autres formes. La lampe transforme l'énergie électrique en énergie lumineuse. La machine à laver transforme l'énergie électrique en énergie mécanique (le tambour tourne) et en énergie thermique (pour chauffer l'eau). Le moteur transforme l'énergie électrique en énergie mécanique...*
- Pour « elle est limitée, il faut l'économiser » : Vous avez bien compris qu'on ne peut pas fabriquer de l'énergie à partir de rien, et que l'on ne peut que transformer une forme en une autre. La Terre ayant des dimensions « finies » (c'est-à-dire pas illimitées), les ressources en énergie sont limitées et doivent être économisées, puisqu'à chaque fois qu'on y touche, on crée des pertes et donc on « perd » une partie de cette énergie en la transformant.*

L'énergie que possède un objet est la capacité qu'a cet objet à produire des changements.

Exemple : un stylo lâché d'une hauteur h qui tombe sur un objet fragile peut casser cet objet, ou le mettre en mouvement, bref provoquer un changement. Il possédait donc de l'énergie juste parce qu'il était en hauteur.

*Le mot **énergie** vient du mot grec $\epsilon\nu\epsilon\rho\gamma\epsilon\iota\alpha$ (**énergeia**) qui signifie **force en action**. Il a été utilisé par Leibnitz (grand mathématicien et philosophe, contemporain de Newton) en 1678.*

III) Diagrammes énergétiques et bilans énergétiques

- Un diagramme énergétique représente la chaîne de conversions que subit l'énergie dans un dispositif donné. On représente donc toutes les formes que prend l'énergie lors du fonctionnement du dispositif, ainsi que les principaux « organes » *qui réalisent ces conversions dans le dispositif.*

Exemples de dispositifs : une centrale thermique, un barrage hydraulique, une machine à laver, une voiture, ...

Les organes du dispositif sont représentés dans des ellipses (forme ovale). Les différentes formes de l'énergie sont représentées dans des rectangles. On ne représente pas les sources d'énergie.

- Un bilan énergétique donne, en plus, des valeurs d'énergie (en Joules (J)) et indique les pertes énergétiques.

Le but de tels diagrammes est de faire comprendre à celui qui le lit comment fonctionne une chaîne de conversion d'énergie, c'est-à-dire, pour cette leçon, comment fonctionne une centrale électrique (qui a pour but de fabriquer de l'électricité, donc de l'énergie sous forme d'énergie électrique).

Il faut donc écrire toutes les formes que prend l'énergie au cours des diverses étapes de production de l'électricité, depuis les sources (les matières premières) jusqu'à leur transformation finale en électricité (énergie sous forme d'énergie électrique). On écrit aussi les principaux dispositifs mécaniques (les machines) qui permettent toutes ces transformations. Il y a un code bien précis : regardez le cours ! (p 20). Vous avez plusieurs exemples de diagrammes énergétiques dans les pages suivantes. Il faut les étudier.

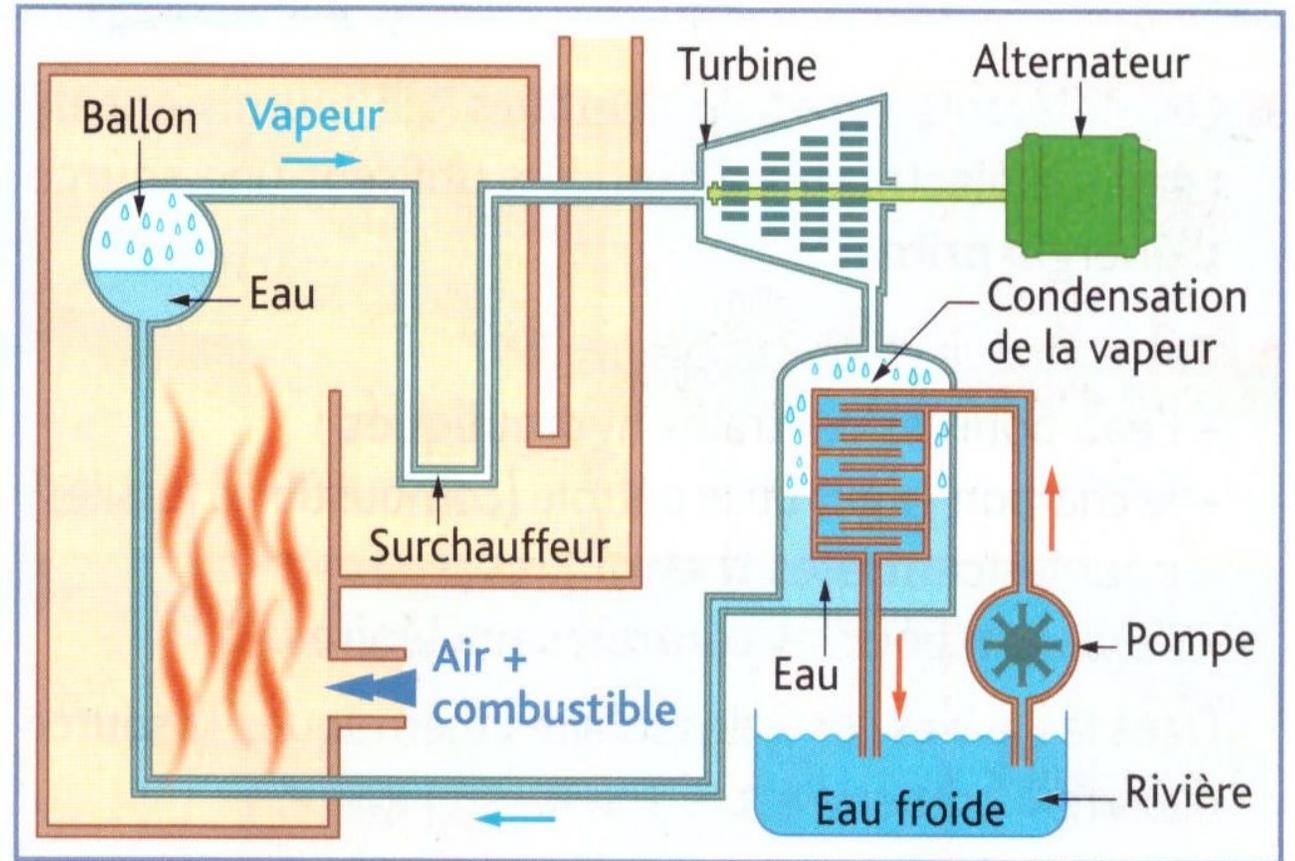
Pour les bilans énergétiques : C'est plus complet qu'un diagramme puisqu'on inscrit aussi les valeurs des énergies mises en jeu. L'énergie, quelle que soit sa forme, s'exprime en JOULES (J). On se rend compte, sur ces bilans, qu'à chaque étape de transformation de l'énergie d'une forme en une autre, une partie de l'énergie est perdue (par les frottements notamment). Donc, plus on a d'étapes de transformation, plus on perd de l'énergie.

Décrire une chaîne énergétique

Fiche méthode extraite du manuel
Physique-chimie 3^{ème} – Bordas- Sous la
direction de René Vento

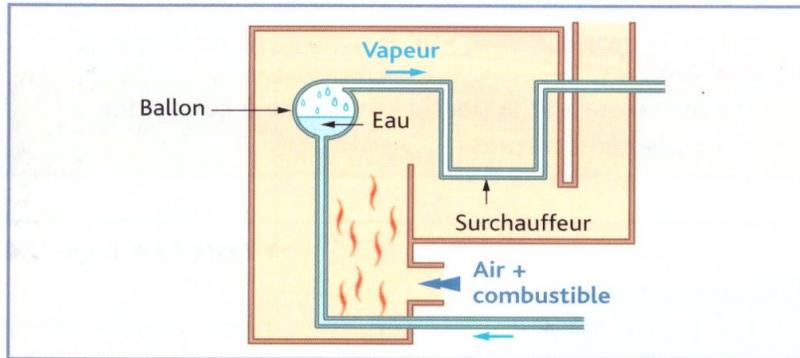
Une centrale thermique classique utilise comme combustible du charbon ou du fioul (un produit tiré du pétrole).

On veut trouver les différentes transformations subies par l'énergie dans ce type de centrale.



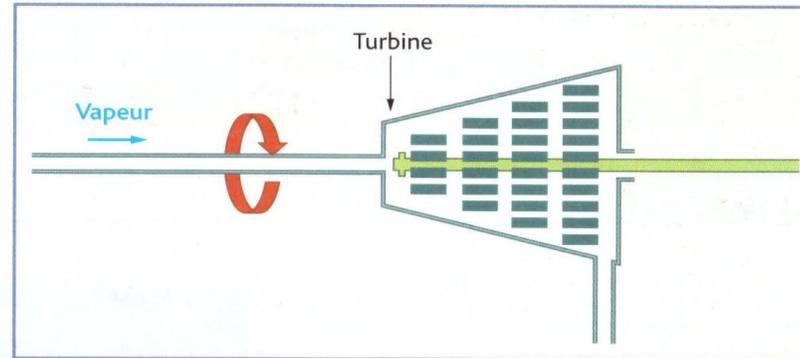
Comment faire ?

On décompose le fonctionnement de la centrale en étapes élémentaires correspondant à des transformations d'énergie.



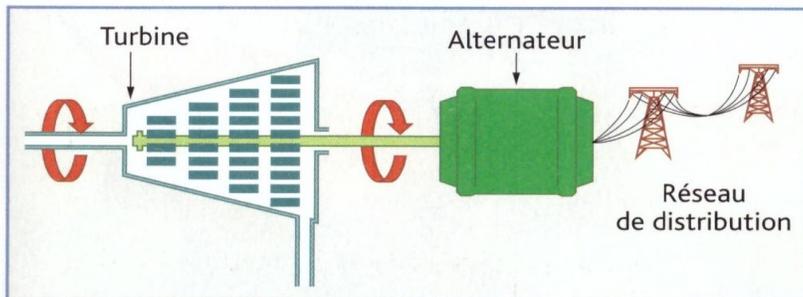
1. Première étape

On chauffe l'eau du ballon à l'aide de la chaleur dégagée par la combustion du charbon ou du fioul. L'eau se transforme en vapeur en mouvement : il y a **transformation d'énergie thermique** (chaleur) en **énergie mécanique** (mouvement de la vapeur d'eau).



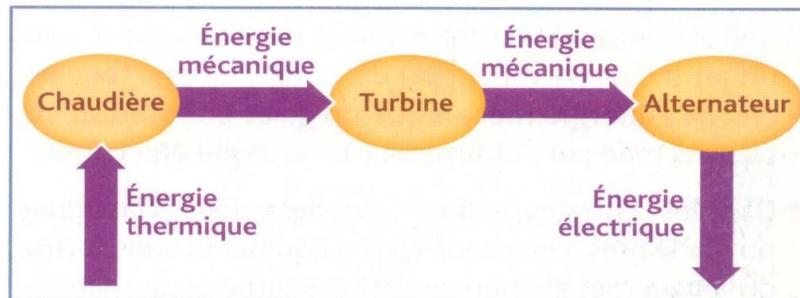
2. Deuxième étape

La vapeur d'eau sous pression et en mouvement pousse les pales de la turbine, qui se met à tourner. Il y a **transfert d'une partie de l'énergie mécanique de la vapeur d'eau à la turbine**.



3. Troisième étape

La turbine entraîne l'alternateur, qui produit de l'électricité. C'est la dernière phase des transformations de l'énergie : il y a **transformation d'énergie mécanique en énergie électrique**.



4. Schématisation

On peut schématiser toutes ces transformations à l'aide du diagramme ci-dessus.

NB. À chaque étape de transformation, il y a perte d'une partie de l'énergie.

Concernant le diagramme de la page suivante (p 25) : Ce diagramme **compare les chaînes de production de l'électricité** dans les centrales à énergies non renouvelables (nucléaire et thermique classique) et dans les centrales à énergies renouvelables (les éoliennes et les barrages hydrauliques).

Il permet de se rendre compte facilement des étapes qui sont polluantes dans le cas des énergies non renouvelables.

Pour la centrale thermique classique, l'étape polluante est celle où l'on fait brûler le gaz, le charbon ou le pétrole dans la chaudière. Cette combustion rejette du dioxyde de carbone, gaz à effet de serre dont le rejet dans l'atmosphère participe au réchauffement climatique.

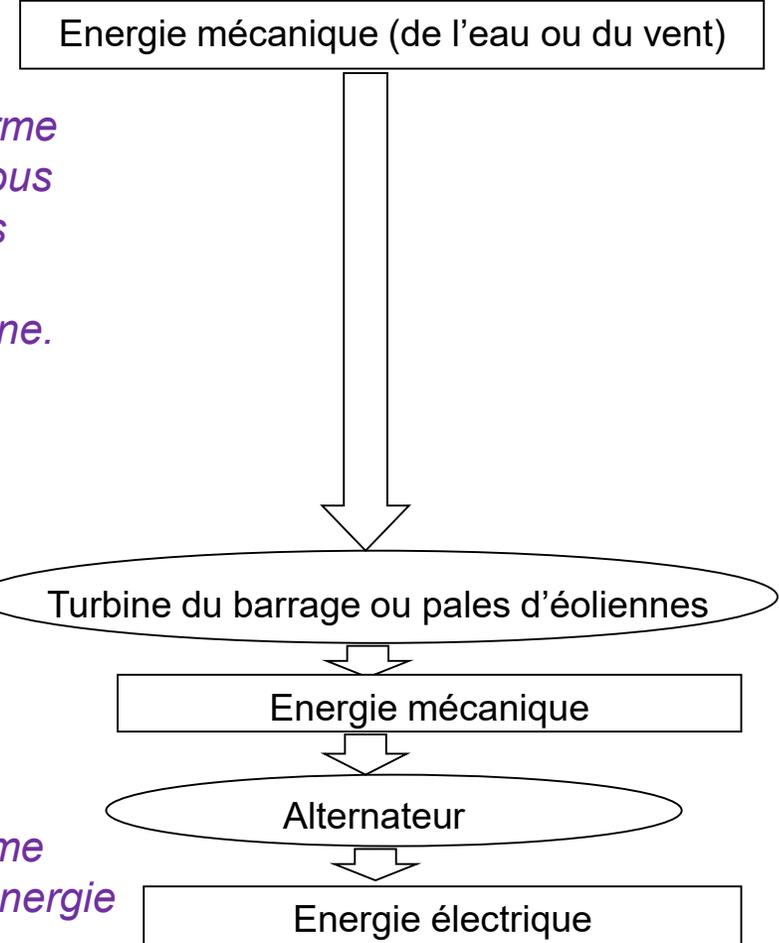
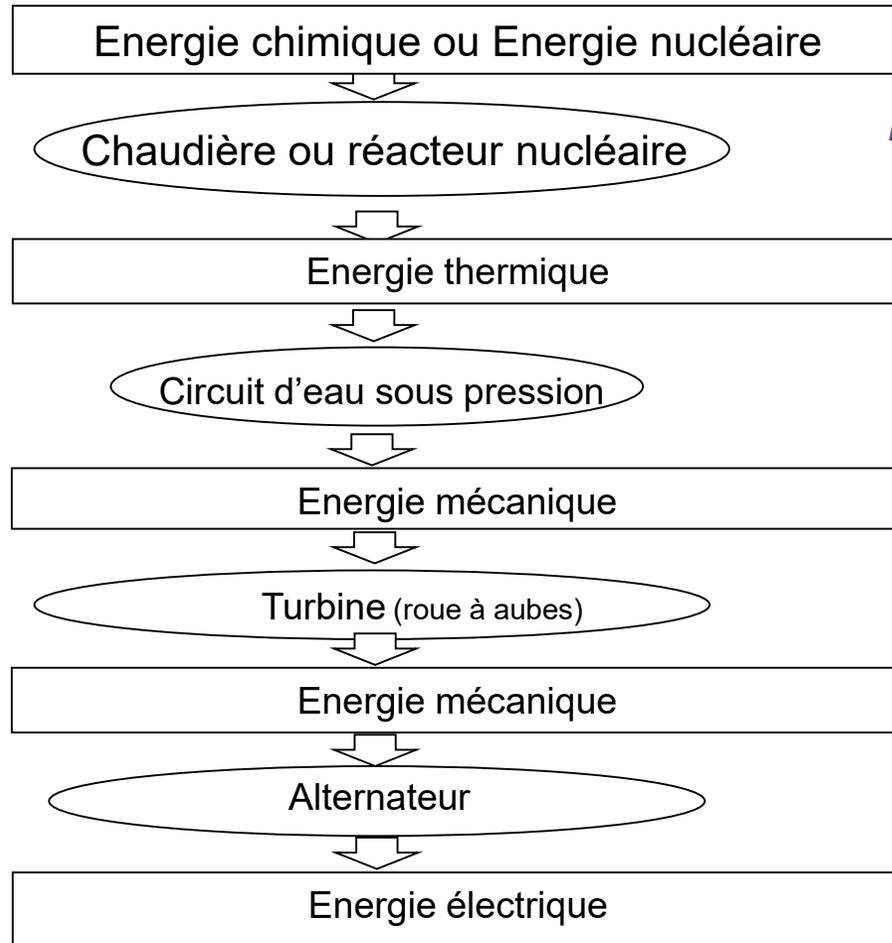
Pour la centrale nucléaire, l'étape polluante est celle où l'uranium subit la réaction de fission nucléaire dans le réacteur nucléaire. Cette réaction nucléaire ne rejette pas de dioxyde de carbone mais produit des déchets radioactifs, dangereux pour des milliers d'années, et qu'il faut stocker dans de grands hangars souterrains en faisant très attention à ce qu'il n'y ait pas de fuite de matières radioactives.

Pour ces deux centrales, l'étape polluante est donc celle où on transforme l'énergie chimique ou nucléaire en énergie thermique.

Ressources non renouvelables
(gaz, pétrole, charbon, uranium)

Ressources d'énergie

Ressources renouvelables
(vent, eau)



La chaleur produite transforme de l'eau en vapeur d'eau sous pression. La vapeur sous pression permet de faire tourner les pales de la turbine. L'énergie thermique est transformée en énergie mécanique.

Lorsque la turbine tourne, elle fait tourner le rotor de l'alternateur. L'énergie est encore mécanique.

L'alternateur transforme l'énergie mécanique en énergie électrique.

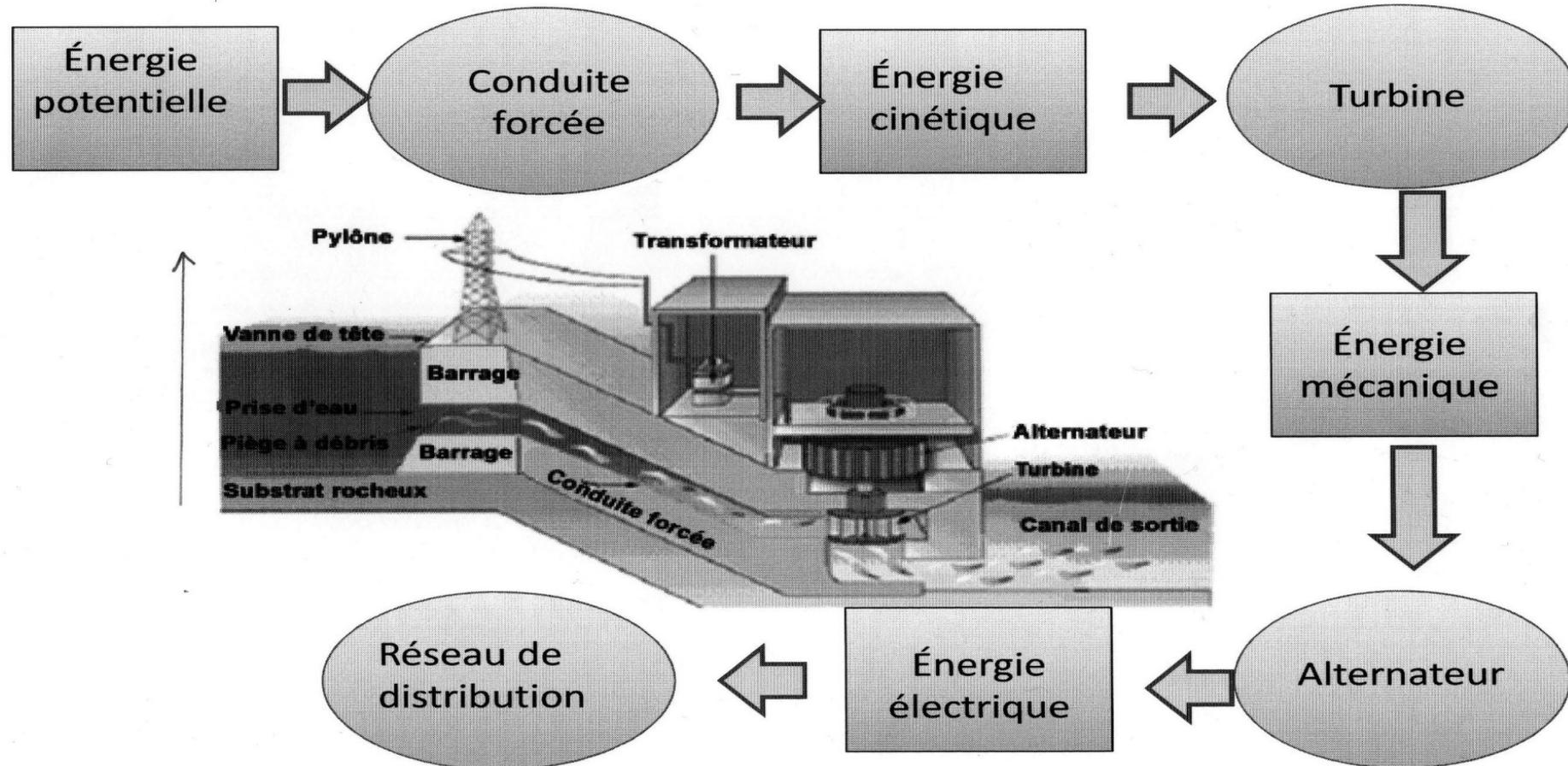
L'énergie électrique ainsi produite est utilisée par les hommes

Diagramme énergétique de la centrale hydroélectrique

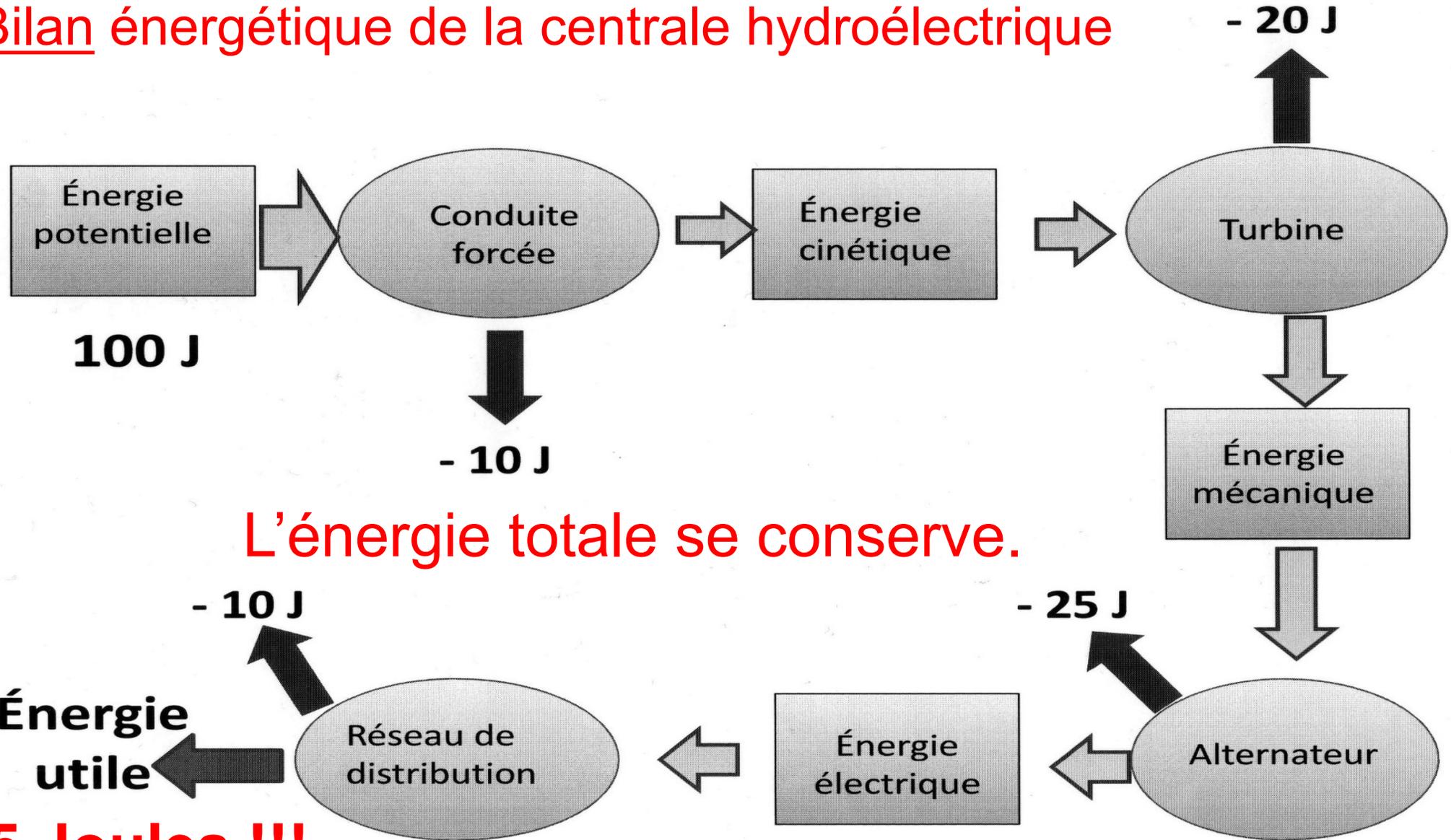
Codes
pour
dessiner

Le diagramme énergétique :

- Conversions et convertisseurs : **ellipses**
- Formes d'énergie et réservoirs : **rectangles**



Bilan énergétique de la centrale hydroélectrique



L'énergie totale se conserve.

35 Joules !!!