

L'ENERGIE

Définitions

Sources d'énergie
primaire

Energie
secondaire

Energie
finale

Conversion

Notion de
rendement

L'ENERGIE

Définitions

Sources d'énergie
primaire

Energie
secondaire

Energie
finale

Conversion

Notion de
rendement

Définition générale :

L'énergie est la capacité d'un système à modifier un état, à produire un travail entraînant un mouvement, de la lumière ou de la chaleur.

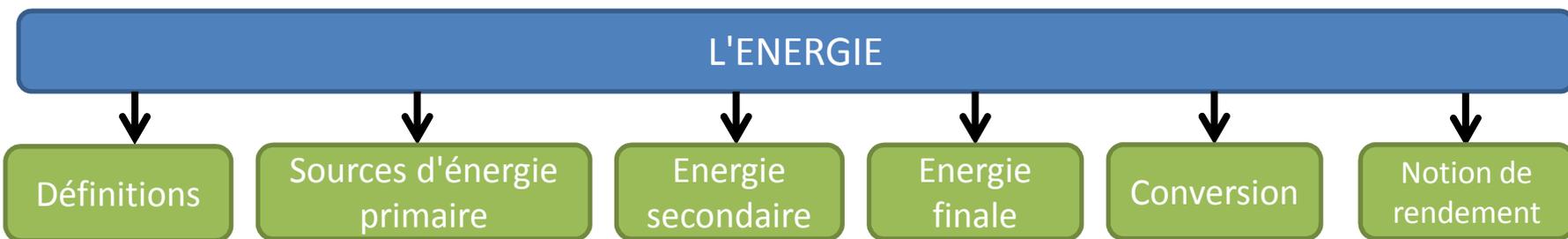
C'est une grandeur physique qui caractérise l'état d'un système et qui est d'une manière globale conservée au cours des diverses conversions mises en œuvre dans le système.

Dans le système international d'unités, l'énergie s'exprime en joules (J) ou en utilisant ses multiples.

Un des principaux vecteurs de transport de l'énergie utilisé est l'électricité, l'unité énergétique utilisée dans ce cas est le Watt Heure (Wh) ou ses multiples. (1Wh = 3600J)

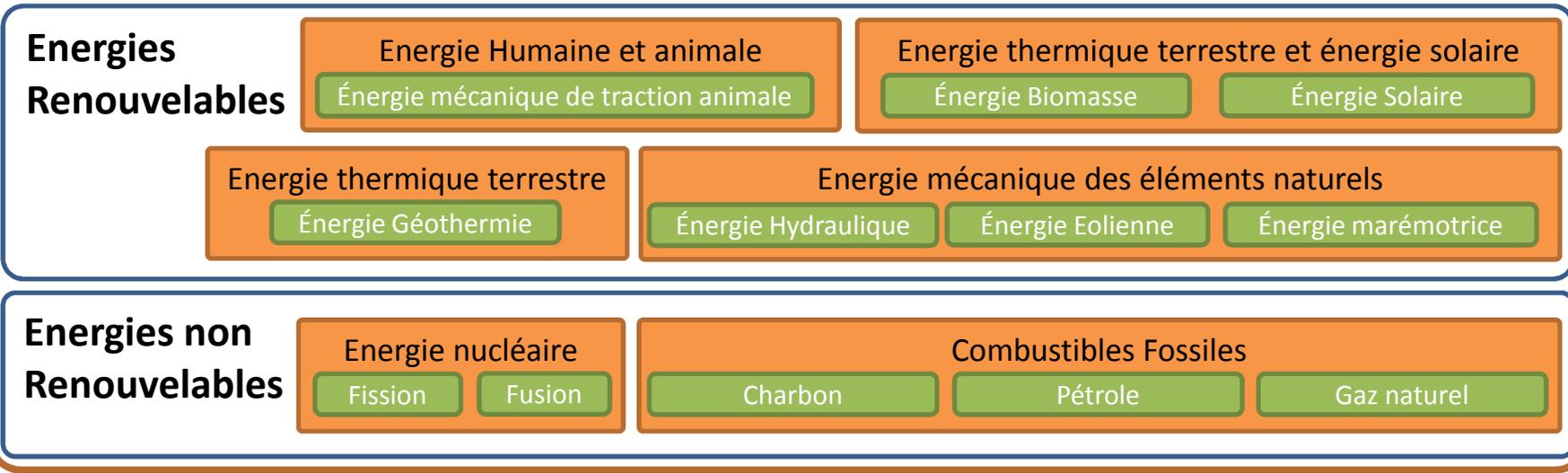
Il existe aussi d'autres unités non conventionnelles héritées du passé

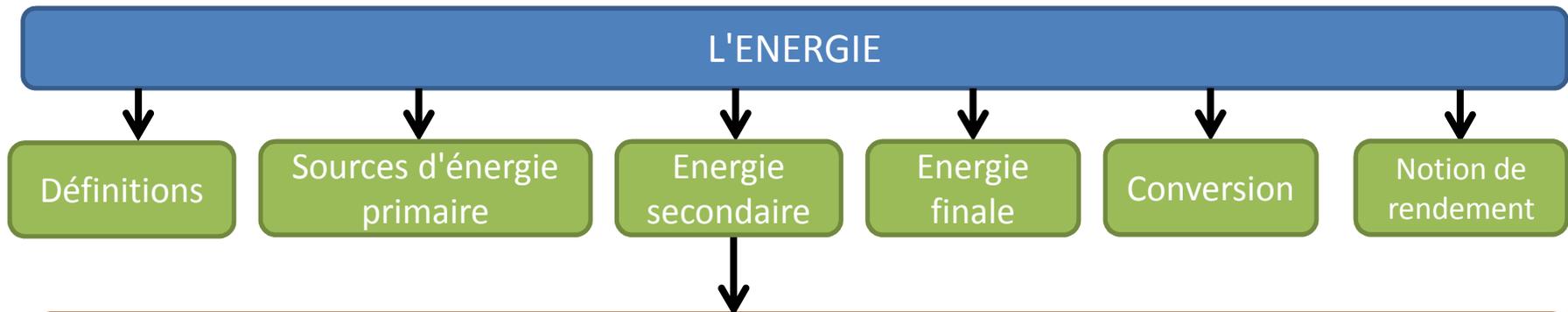
[Voir ces unités ...](#)



Une source d'énergie primaire est une forme d'énergie disponible dans la nature avant toute transformation. Si elle n'est pas utilisable directement, elle doit être transformée en une source d'énergie secondaire pour être mise en œuvre.

Les différentes sources d'énergie primaire sont :





Définition : L'énergie secondaire est toute l'énergie obtenue par transformation, contrairement à l'énergie primaire qui désigne une énergie disponible dans l'environnement et sans transformation.

Cette énergie est souvent plus facile à stocker, transporter et utiliser que les sources d'énergie primaire.

C'est pour cette raison que les formes de cette énergie secondaire **sont appelés vecteurs énergétiques**. C'est le cas notamment de l'électricité, des carburants pétroliers raffinés (essence, gasoil) ou encore, à l'avenir, de l'hydrogène.



Les aérogénérateurs convertissent l'énergie éolienne mécanique en une énergie secondaire : l'électricité.

Source d'énergie primaire

RENOUVELABLE

Solaire
Hydraulique
Biomasse
Eolienne
Géothermie

FOSSILE

Charbon
Pétrole
Gaz naturel

FISSILE

Uranium
Plutonium

PRODUCTION

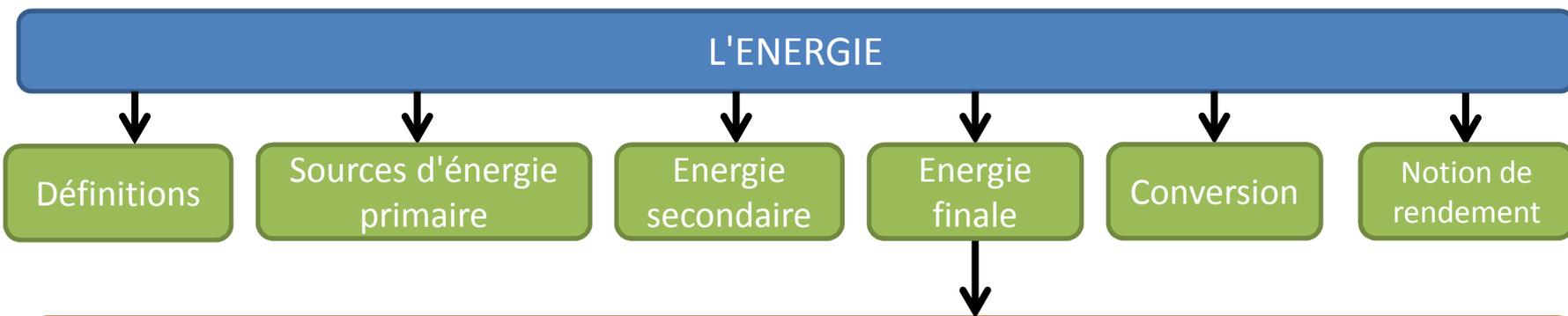
Énergie secondaire

Électricité

Chaleur (en cogénération)

Produit raffiné (pétrole, essence, gaz...)

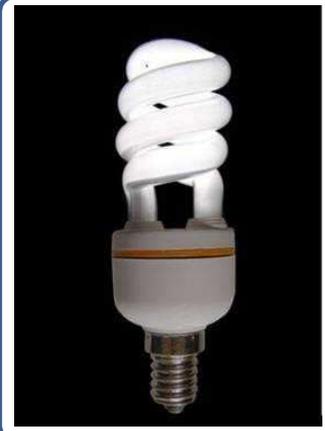
Dihydrogène



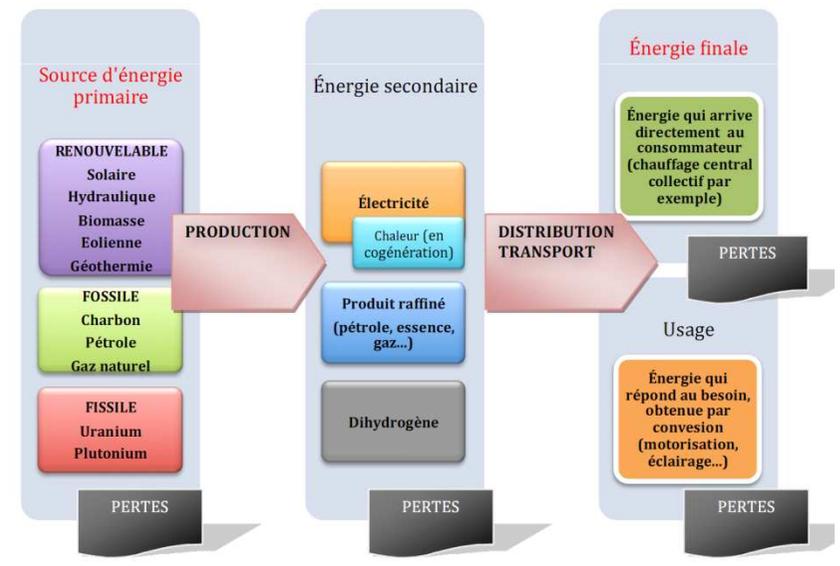
Définition : L'énergie finale est l'ensemble des énergies délivrées prêtes à l'emploi à l'utilisateur final : le mouvement provoqué de sa voiture provoqué par le moteur, l'électricité disponible à sa prise, etc.

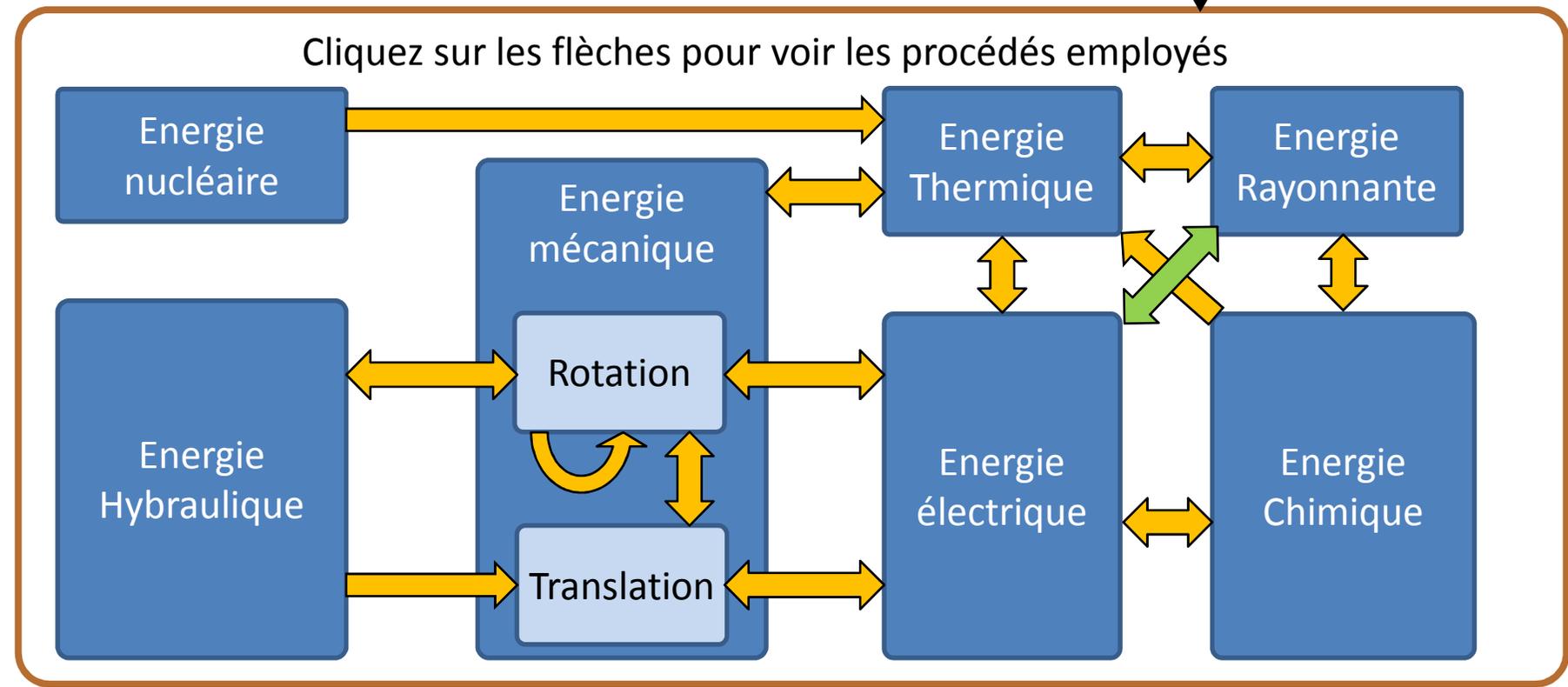
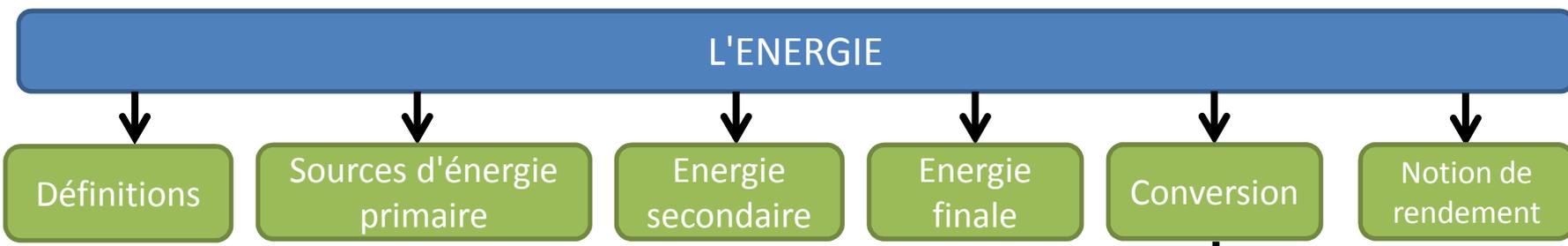
De par la diversité de ses usages, l'énergie finale adopte de multiples formes : énergie thermique, énergie lumineuse, énergie mécanique, ...

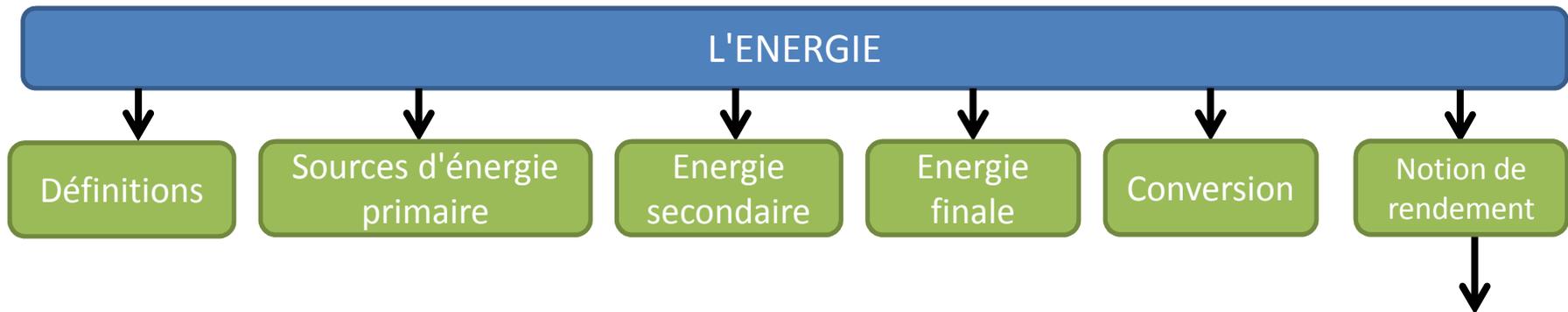
Cette énergie finale n'est qu'une fraction de l'énergie primaire initiale, une fois que celle-ci a été transformée en énergie secondaire, stockée, transportée et enfin distribuée au consommateur final.



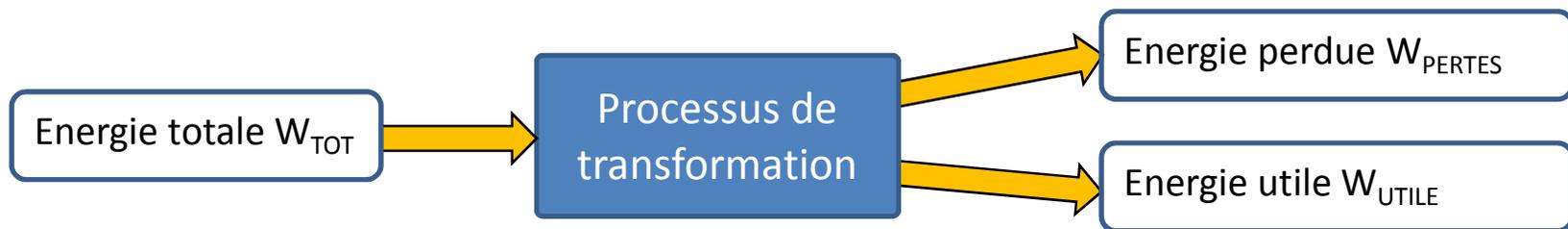
L'énergie lumineuse produite par cette ampoule est la fraction d'énergie primaire réellement utilisée : l'énergie finale.







Lors de chaque transformation de l'énergie, des pertes apparaissent. Cela signifie que l'énergie utile disponible après le processus de transformation est inférieure à l'énergie utilisée avant le processus.



Le rendement η est le rapport entre l'énergie utile et l'énergie totale : $\eta = \frac{W_{UTILE}}{W_{TOT}}$

On peut aussi calculer le rendement en utilisant les puissances : $\eta = \frac{P_{UTILE}}{P_{TOT}}$

Énergie mécanique de traction animale :



Historiquement ce fut la 1^{ère} à être utilisée.

Elle ne permet pas de fournir un travail (ou une puissance) très élevée ce qui explique sa part peut élevée dans l'ensemble des sources d'énergie utilisée dans les pays industrialisés.

Elle est encore prépondérante dans les pays peu développés.

Face à la menace de l'épuisement des énergies fossiles (gaz, charbon, pétrole) et à la pollution engendrée par ces sources d'énergie elle apparaît comme une des solutions à mettre en œuvre pour les déplacements de courte distance (Pistes cyclables, vélib, ...)

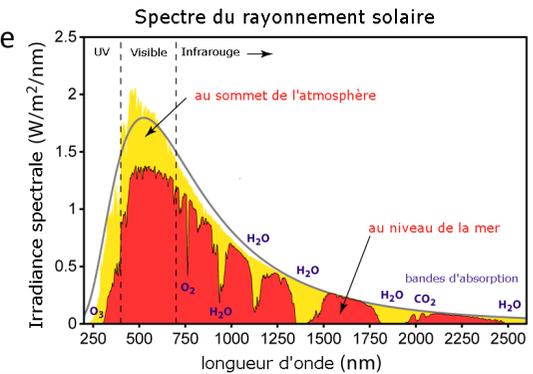
Retour...

L'ENERGIE

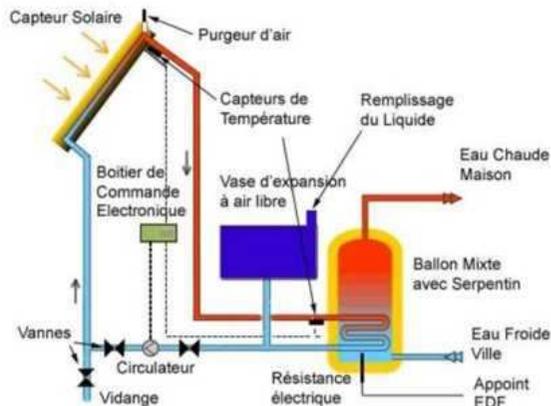
Energie solaire : Il s'agit bien sûr du rayonnement solaire frappant la terre. Il est composé d'une part "d'énergie rayonnante" et d'une part "d'énergie thermique"

Arrivé au niveau de la mer, c'est-à-dire ayant traversé toute l'atmosphère terrestre, le rayonnement solaire a subi plusieurs "filtrations". On peut repérer notamment sur le spectre ci-contre les bandes d'absorption de l'ozone (connu pour stopper une bonne partie des ultraviolets), du dioxygène, du dioxyde de carbone et de l'eau.

Il existe globalement 2 méthodes permettant de "capter" l'énergie solaire.



La plus ancienne consiste à exploiter la partie "Infrarouge" du rayonnement afin de la convertir en chaleur.

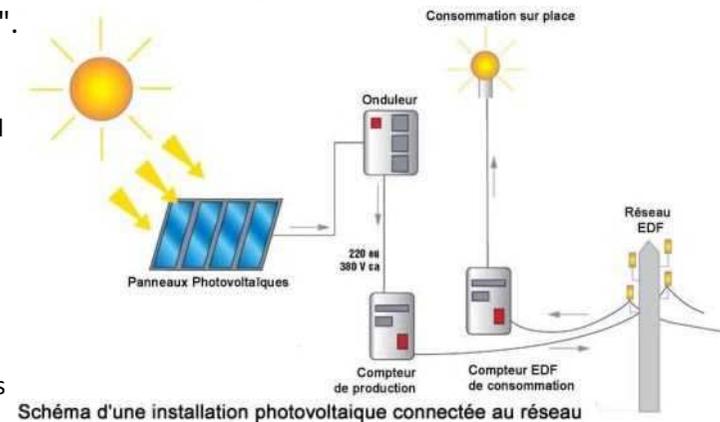


Il existe aussi quelques centrales électriques fonctionnant sur ce principe. (Dans ce cas il faut concentrer le rayonnement solaire pour obtenir des températures plus élevées -> Vapeur)

La plus récente consiste à utiliser la partie UV afin de la convertir directement en électricité. On utilise pour cela des panneaux "Photovoltaïques".

Un panneau produit une tension continue dont la valeur dépend fortement de l'éclairement.

Il faudra prévoir un dispositif de conversion CC -> CC ou CC-> CA afin de pouvoir alimenter nos appareils domestiques.



Energie Biomasse : Bois, produits et déchets végétaux, formés de matière organique (essentiellement carbone, hydrogène et oxygène), transformés en combustibles divers : bois et dérivés, diester, méthane (biogaz), méthanol, éthanol...

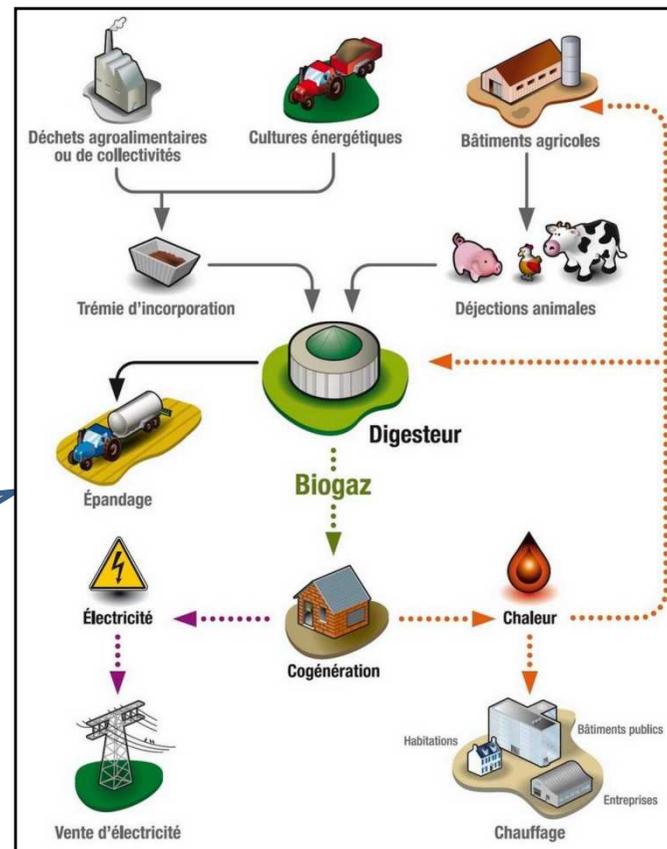
Historiquement l'utilisation de la biomasse était basée sur la combustion du bois. Depuis une vingtaine d'années sont apparues aussi des chaudières permettant l'utilisation des déchets de bois (Sciure, copeaux, ...)



Actuellement les procédés actuels s'orientent vers l'utilisation de diverses réactions chimiques (fermentation, décomposition) afin de produire à partir de la biomasse du gaz ou des substituts aux produits pétroliers courants (Essence, Gazole, ...)

L'intérêt de ces méthodes est de permettre l'utilisation de matières non combustibles.

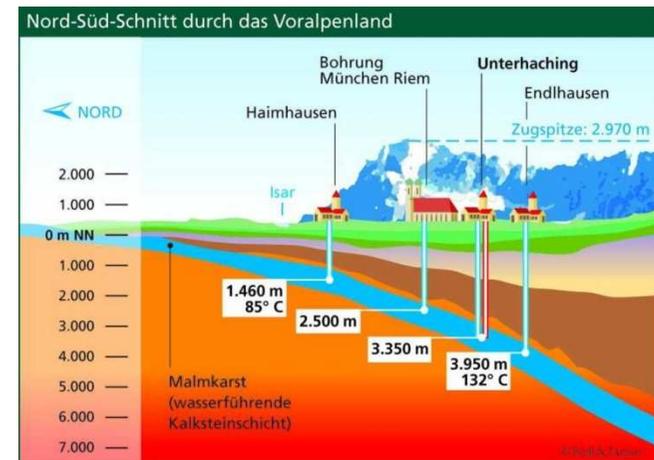
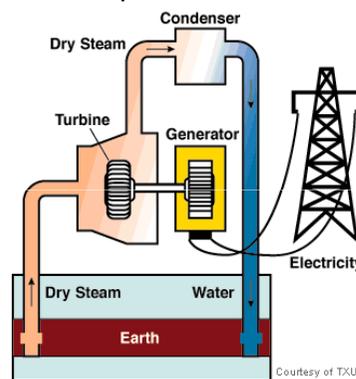
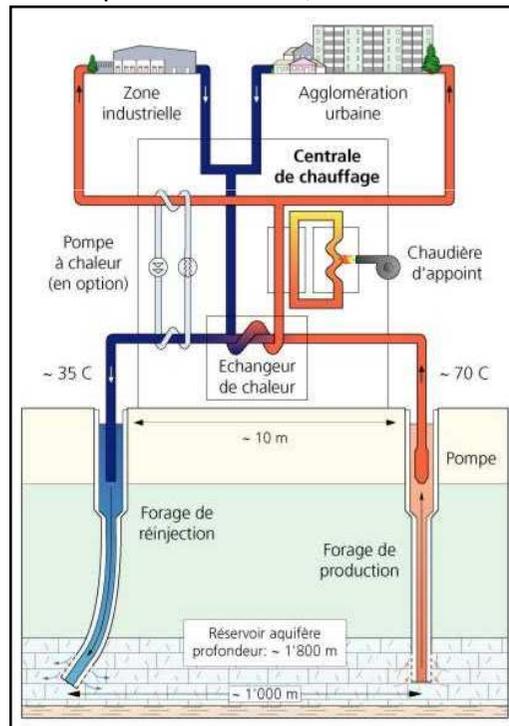
Ces réactions dégagent de la chaleur il est souvent possible de récupérer celle-ci afin d'optimiser le rendement énergétique global.



Géothermie : Il s'agit de l'exploitation de la chaleur naturelle des couches profondes de l'écorce terrestre.

Le principe est d'utiliser cette chaleur afin de produire de la vapeur et d'entraîner des turbines couplées à des alternateurs afin de produire de l'électricité.

On utilise souvent cette énergie dans des systèmes de co-génération : En effet après le passage dans les turbines la vapeur est encore à température élevée, elle est donc souvent utilisée pour chauffer le circuit d'eau d'un chauffage urbain...



Un forage de production amène de l'eau thermique chaude à la surface au moyen d'une pompe immergée; un échangeur de chaleur ainsi qu'une pompe à chaleur disposée en aval permettent d'obtenir la température de chauffage désirée.

Le circuit de chauffage alimente le consommateur par une conduite de chauffage à distance. L'eau refroidie est restituée à l'aquifère par un forage d'injection.

Energie hydraulique : L'énergie cinétique de l'eau (cours d'eau et chutes d'eau) transformée en énergie mécanique (moulins à eau) ou électrique (centrale hydroélectrique).

La force motrice de l'eau est utilisée depuis des siècles : les moulins à eau moulaient le grain, actionnaient les soufflets de forge...

Quant aux grands barrages hydrauliques, réalisés dans les années 50, ils sont venus contribuer à l'effort d'autonomie énergétique de la France, lui permettant d'afficher aujourd'hui 15 % de production d'électricité à partir des énergies renouvelables.

Cette énergie est également utilisée pour alimenter des sites isolés (une ou deux habitations, un atelier d'artisan, une grange...) ou produire de l'électricité, vendue à plus petite échelle.

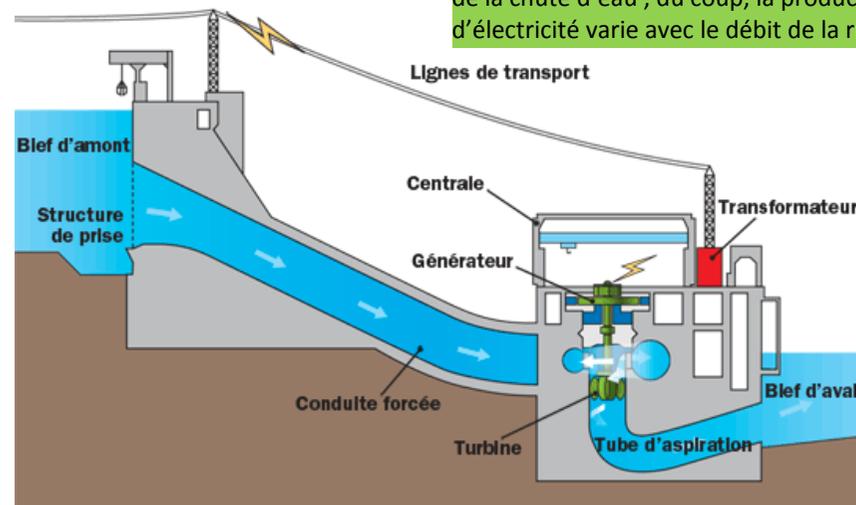
On parle alors de petite centrale hydraulique (puissance allant de 5 MW à 10 MW), de micro-centrale (de 100 kW à 5 MW), voire de pico-centrale (moins de 100 kW).

Ces petites centrales participent :

- à la production électrique nationale à hauteur de 1,5 %
- à la production d'origine hydraulique à hauteur de 10 %

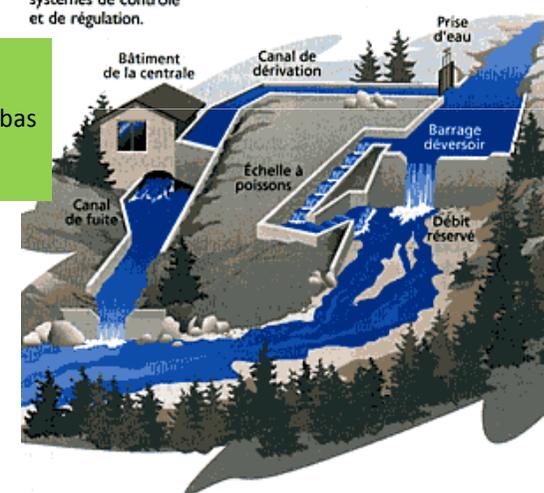
Les petites centrales ne stockent pas l'eau. Elles fonctionnent « au fil de l'eau », la turbine étant positionnée dans le lit de la rivière ou en bas de la chute d'eau ; du coup, la production d'électricité varie avec le débit de la rivière.

La région Midi-Pyrénées possède le plus grand nombre de centrales hydrauliques de petites puissances (près de 400 - 500 MW de puissance installée), grâce aux réservoirs d'eau que constituent la chaîne des Pyrénées et le Massif Central.



La microcentrale : c'est le bâtiment qui abrite les équipements de production du courant : turbine, générateur, systèmes de contrôle et de régulation.

Le barrage : il sert à dériver une partie du débit de la rivière vers la microcentrale (centrale dite « au fil de l'eau »), et/ou à constituer une réserve d'eau en cas de débit faible ou irrégulier.



Les ouvrages de dérivation permettent la circulation de l'eau :

- la prise d'eau prélève le débit nécessaire au fonctionnement de l'installation. Elle est en général équipée d'une grille qui retient les débris et matériaux charriés par le cours d'eau ;
- le canal de dérivation (bief) amène l'eau à la conduite forcée (haute chute) ou à la centrale (basse chute) ;
- la conduite forcée relie la prise d'eau ou le bief à la turbine ;
- le canal de fuite (ou de restitution) ramène l'eau à la rivière.

Energie éolienne : (vent) transformée en énergie mécanique (moulins à vent, voiliers, char à voile) ou électrique (génératrice éolienne).

L'utilisation du vent, à des fins multiples, est très ancienne : qu'il ait permis aux voiliers de découvrir de nouveaux mondes ou qu'il ait fait tourner tout simplement les ailes des moulins, le vent a permis de bâtir des empires et modeler le monde économique.

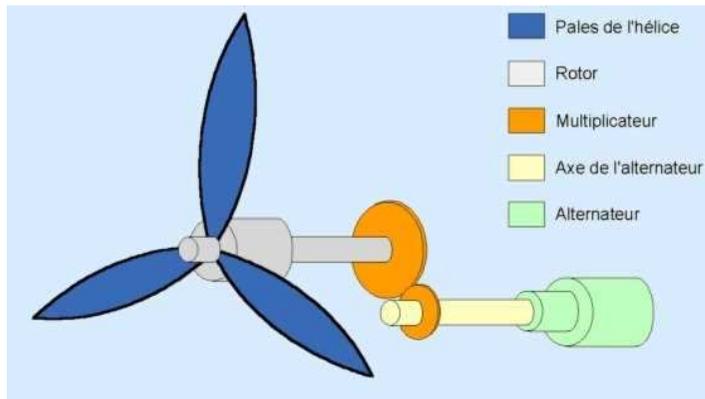
Il y a 2 siècles en France, les ailes de 20 000 moulins tournaient sur nos collines.

Aujourd'hui, des milliers d'éoliennes à travers le monde assurent le pompage de l'eau.

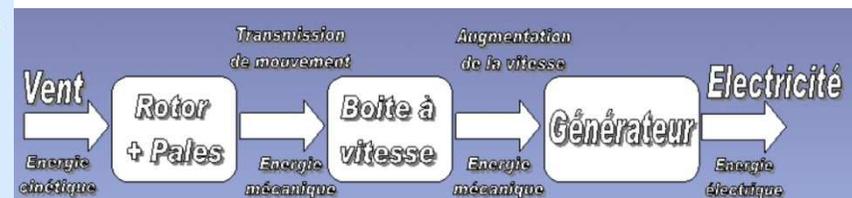
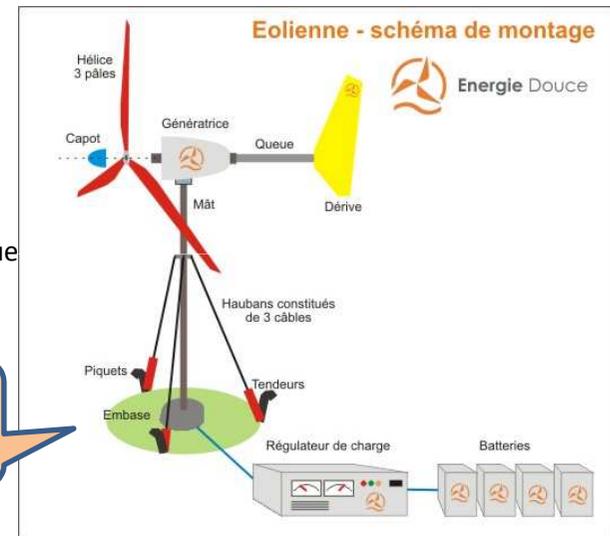
Classification des installations :

- Selon le besoin attendu
 - Site isolé : Le système retenu doit permettre un approvisionnement constant, il faut donc prévoir un moyen de stockage (batteries).
 - Site non isolé : L'éolienne produit de l'électricité qui est envoyée sur le réseau électrique (EDF). Il n'est pas nécessaire de prévoir un moyen local de stockage.
- Selon la puissance :
 - Les aérogénérateurs domestiques (jusqu'à 25 kW)
 - Les grandes éoliennes généralement raccordées au réseau EDF.

Bien sûr, les petites éoliennes sont toujours d'actualité pour les usages en sites isolés !!!



Exemple en site isolé.



Energie marémotrice : (marées) transformée en énergie électrique dans des centrales marémotrices.

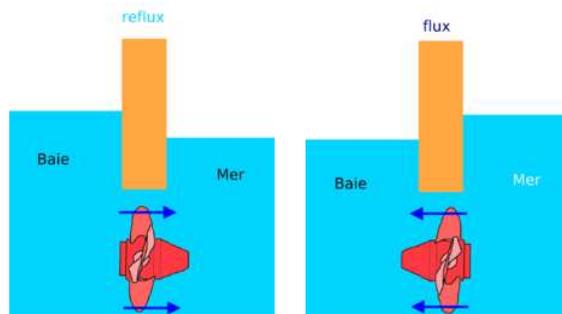
Pour construire une centrale marémotrice il faut tout d'abord trouver un site naturel favorable :

- Un site où "l'amplitude" des marées est importante
- Un site situé à l'embouchure d'un grand fleuve et dans lequel le sens de circulation de l'eau s'inverse déjà naturellement lors du changement de marée (montante / descendante)

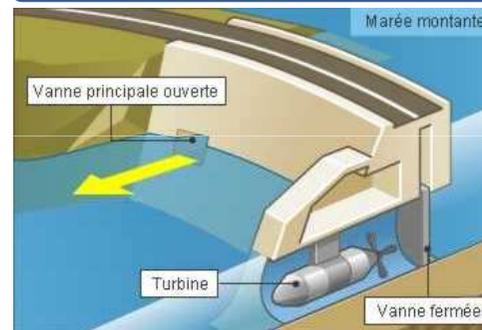
A cette condition on peut utiliser la structure ci-contre :

Avec ce système la production n'a lieu uniquement lors de la marée descendante.

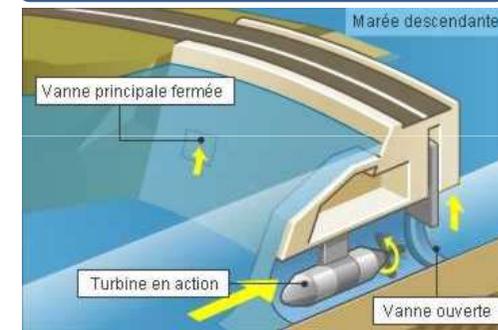
Pour pallier à cet inconvénient il faut utiliser des turbines réversibles, permettant la production d'électricité quel que soit le sens de déplacement de l'eau. Ce genre de turbine est notamment utilisé dans l'usine marémotrice de la Rance (France)



Stockage de l'eau



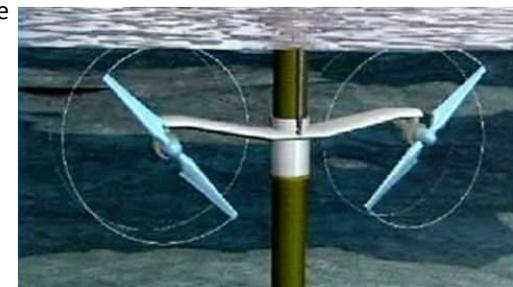
Production d'électricité



Cette méthode a été historiquement la 1^{ère} à être utilisée MAIS elle implique la construction d'un barrage.

Ce barrage perturbe fortement l'environnement (Migration des poissons, création de bancs de sables, ...)

Pour éviter cela d'autres techniques, comme par exemple "l'hydrolienne" on vu le jour...

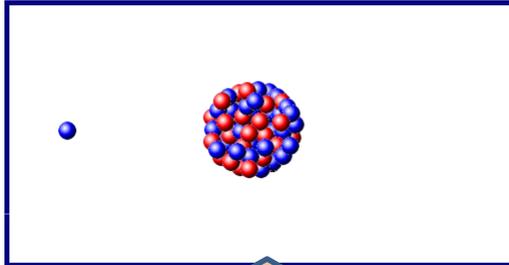


L'énergie nucléaire : Deux grand principes existent, la fission et la fusion.

La fission : la radioactivité de l'uranium et du plutonium transformée en chaleur, puis en électricité ; une partie de la chaleur est perdue et rejetée dans l'air et dans l'eau. C'est la chaleur directement générée par la fission des atomes qui est considérée comme énergie primaire, ce qui explique que l'énergie électrique issue du nucléaire montre généralement un rendement de 33% dès la production.

La fission nucléaire utilise de l'URANIUM dont la quantité est "finie" (76 ans de réserves selon le CEA).

Ce n'est donc pas une énergie inépuisable !!!



Cette réaction est basée sur le fait que les atomes de certains matériaux radioactifs peuvent se casser en 2 parties quand ils sont heurtés par un neutron.

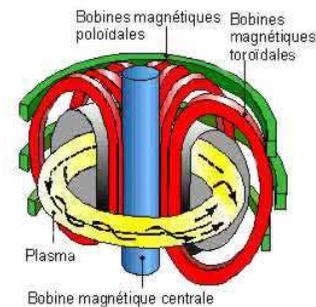
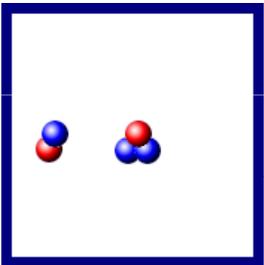
Quand l'atome se casse, il y a dégagement d'énergie et de neutrons qui vont à leur tour heurter d'autres atomes et donc entretenir la réaction.

Cette réaction ne produit pas de CO² contrairement à la combustion des produits pétrolier MAIS elle génère des déchets hautement radioactifs !!!



L'énergie nucléaire : Deux grand principes existent, la fission et la fusion.

La fusion :



La fusion nucléaire, dite parfois fusion thermonucléaire, est un processus où deux noyaux atomiques s'assemblent pour former un noyau plus lourd. Cette réaction est à l'œuvre de manière naturelle dans le Soleil et la plupart des étoiles de l'univers.

Dans la production d'électricité on envisage d'utiliser des noyaux de deutérium (^2H) et de tritium (^3H).

Si le deutérium est disponible naturellement en grandes quantités dans les océans, il nécessite la mise en place de méthodes très complexes pour en être extrait, le tritium doit être préparé artificiellement car il ne se trouve qu'en très petite quantité dans le milieu naturel de par sa nature d'isotope radioactif à courte durée de demi-vie (la moitié disparaît en 12,3 ans).

L'énergie nécessaire pour amorcer la fusion est très élevée (températures de plusieurs dizaines ou même centaines de millions de degrés selon la nature des noyaux), en raison de la force de répulsion des noyaux.

Au sein du Soleil par exemple, la fusion de l'hydrogène, qui aboutit, par étapes, à produire de l'hélium s'effectue à des températures de l'ordre de 15 millions de degré kelvin.

Dans les réacteurs à fusion, il faut ainsi éviter tout contact entre le milieu de réaction et les matériaux de l'environnement, ce que l'on réalise par un confinement immatériel.

Cette réaction est donc très difficile à réaliser. Cela explique que, malgré une recherche importante au niveau mondial de puis 1950, on en soit encore au stade expérimental.

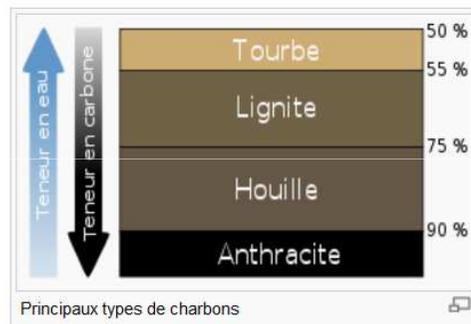
Le dernier projet est le réacteur de recherche ITER qui doit être construit en France à Cadarache.

Contrairement à la fission nucléaire, les produits de la fusion eux-mêmes (principalement de l'hélium 4) ne sont pas radioactifs, mais les neutrons émis rendent progressivement radioactives les parois d'un éventuel réacteur.

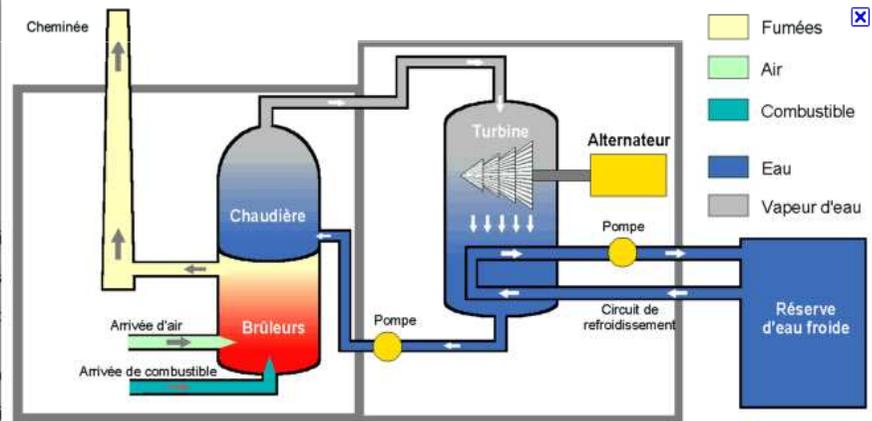
Retour...

L'ENERGIE

Le charbon : Le charbon est une roche sédimentaire combustible composée essentiellement de carbone, d'hydrogène et d'oxygène¹. Il se forme sur plusieurs millions d'années à partir de l'accumulation de débris végétaux qui vont sédimenter et carboniser progressivement suite à une modification graduelle des conditions de température et de pression. **Il s'agit donc d'une énergie fossile qui sera épuisée un jour !!!** Plus le charbon a un rang élevé, plus sa teneur en eau est faible et sa teneur en carbone est forte et donc plus son pouvoir calorifique est important. Les charbons de rang supérieur sont donc des combustibles de meilleure qualité.



Au niveau de la production d'énergie à partir du charbon, la principale méthode consiste à le brûler dans des centrales thermiques afin de produire de l'électricité.



D'importants efforts de recherche sont effectués pour tenter de réduire la pollution générée lors de la production d'électricité à base de charbon car certaines nations (Chine, USA, Inde, Russie, Australie) en possèdent d'importantes réserves (150 ans environ).

Ces nations comptent donc sur le charbon pour pallier au manque progressif de pétrole (Déclin prévu à partir de 2020) et "adoucir" au maximum la transition inévitable vers le "tout renouvelable".

Malheureusement ce procédé simple est très polluant. Même si les centrales actuelles rejettent moins de CO² du fait d'un meilleur rendement que par le passé, les autres polluants générés par la combustion sont eux toujours bien présents !!!!

Retour...

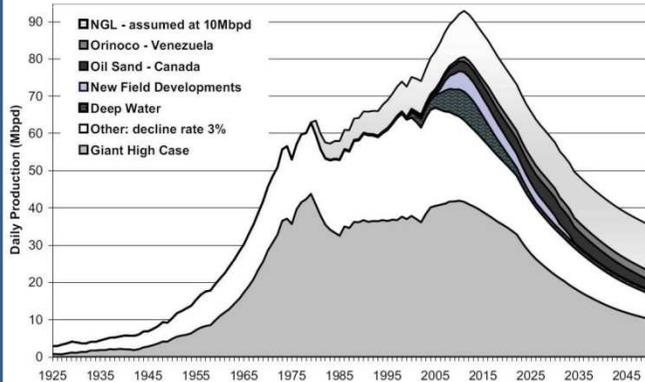
L'ENERGIE



Le pétrole : c'est une roche liquide carbonée, une huile minérale composée d'hydrocarbures plus ou moins légers et de divers composés organiques piégés dans des formations géologiques particulières. L'exploitation de cette énergie fossile est l'un des piliers de l'économie industrielle contemporaine, car le pétrole fournit la quasi totalité des carburants liquides

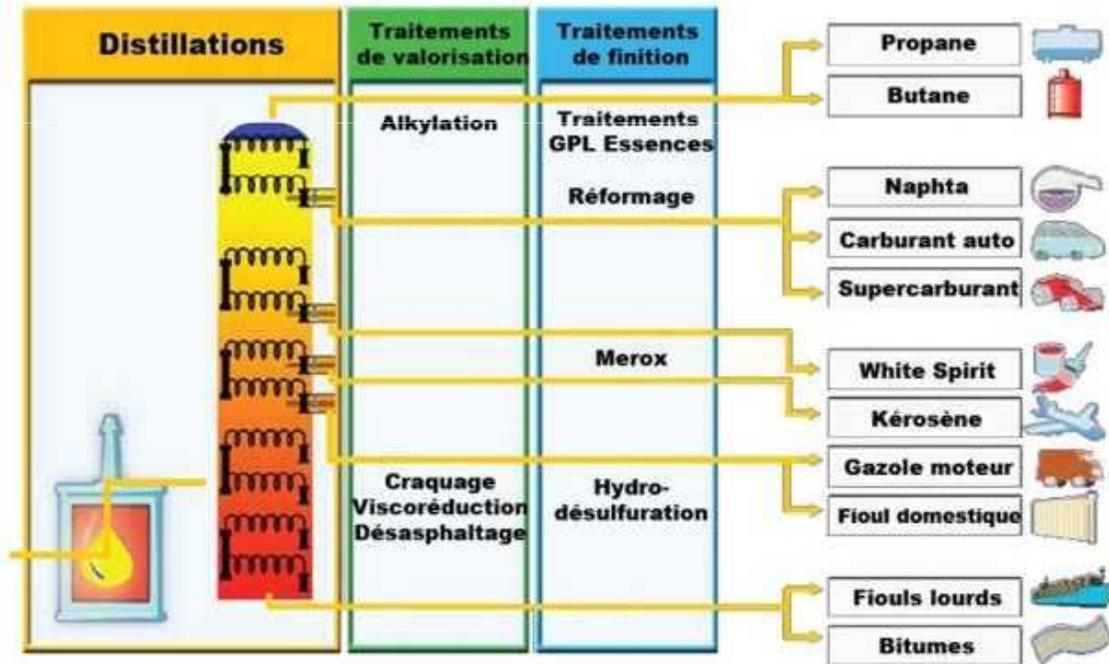
- fioul, gazole, kérosène, essence, GPL
- tandis que le naphta produit par le raffinage est à la base de la pétrochimie, dont sont issus un très grand nombre de matériaux usuels
 - plastiques, textiles synthétiques, caoutchoucs synthétiques (élastomères), détergents, adhésifs, engrais, cosmétiques, etc.
 - et que les fractions les plus lourdes conduisent aux bitumes, paraffines et lubrifiants.

On estime les réserves de pétroles à environ 40 ans
Toutefois la production diminuera bien avant ...
(A cause de la difficulté croissante de l'extraction)



Toutefois ces réserves ne tiennent pas compte d'éventuelles nouvelles techniques d'extraction.

En effet des gisements non rentables actuellement le seront progressivement suite à l'augmentation inévitable du coût du pétrole.



Le gaz naturel : Il existe plusieurs formes de gaz naturel, se distinguant par leur origine, leur composition et le type de réservoirs dans lesquels ils se trouvent. Néanmoins, le gaz est toujours composé principalement de méthane et issu de la désagrégation d'anciens organismes vivants. Il s'agit donc d'une énergie fossile dont les réserves étaient estimées à 63 ans en 2006.

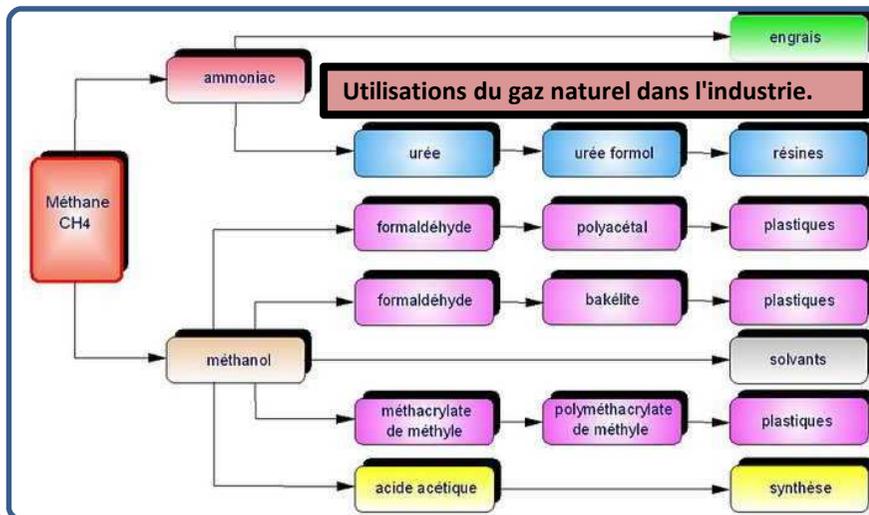
Les différents types :

- **Gaz conventionnel non associé** : C'est la forme la plus exploitée de gaz naturel. Son processus de formation est similaire à celui du pétrole.
- **Gaz associé** : Il s'agit de gaz présent en solution dans le pétrole. Autrefois considéré comme un déchet, il est à présent séparé lors de l'extraction du pétrole.
- **Gaz de charbon** : Le charbon contient naturellement du méthane dans ses pores. Son exploitation permet de valoriser des gisements de charbon trop profonds pour permettre une extraction directe du charbon.
- **Gaz de schiste** : Certains schistes contiennent aussi du méthane piégé dans leurs fissurations. le gaz est présent en faible concentration dans un énorme volume de roche, ce qui exige une **technique spécifique**
- **Hydrates** : Les hydrates de méthane sont des structures de glace contenant du méthane prisonnier. Ils sont issus de l'accumulation relativement récente de glace contenant des déchets organiques. On trouve ces hydrates sur le plancher océanique. Aucune technologie rentable ne permet actuellement d'exploiter ces ressources.

Son extraction s'effectue par hydrofracturation des roches.

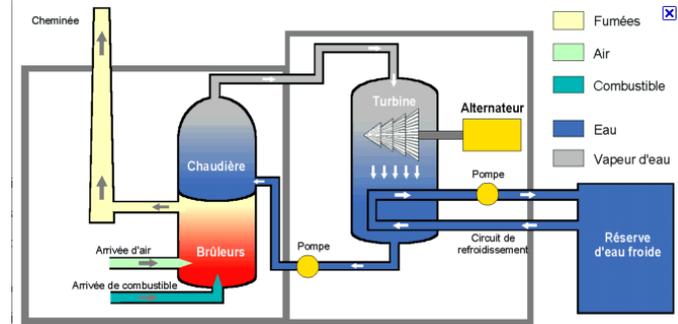


On a constaté, notamment aux États-Unis la dangerosité de cette méthode pour l'écosystème !!!



Production d'énergie :

La combustion du gaz ne produit jamais de suies, elle produit (comme tous les combustibles fossiles), du CO². Mais seulement 55 kg par gigajoule de chaleur produite (contre 75 pour le pétrole brut, et 100 environ pour le charbon).



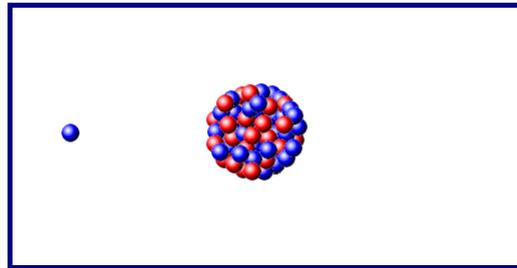
Retour...

L'ENERGIE

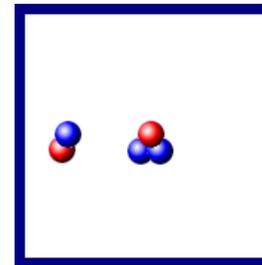
Energie
nucléaire

Energie
Thermique

Les réactions de fission et de fusion atomiques dégagent de l'énergie calorifique.



Fission

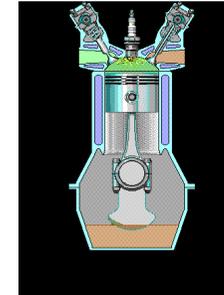


Fusion

Retour...

L'ENERGIE

Dilatation et contraction : Quand de la matière est chauffée son volume augmente (Dilatation).
A l'inverse quand elle se refroidie son volume diminue (Contraction).
Ces variations de volume peuvent produire de l'énergie mécanique
(Pousser un piston)



Energie
mécanique

Energie
Thermique

Frottement : Quand 2 pièces mécaniques se déplacent
l'une par rapport à l'autre en "Frottant",
un dégagement de chaleur se produit
(Energie calorifique)



Effet thermo-électrique

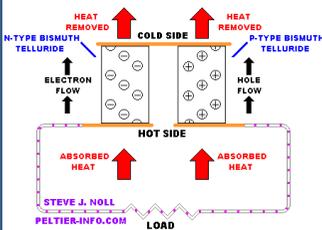
L'effet thermoélectrique est un phénomène physique présent dans certains matériaux : il y lie le flux de chaleur qui les traverse au courant électrique qui les parcourt.

Cet effet est à la base d'applications de réfrigération (ex. module Peltier) et de génération d'électricité : un matériau thermoélectrique va permettre de transformer directement de la chaleur en électricité, ou de déplacer des calories par l'application d'un courant électrique.

Toutefois le rendement est très faible (<10%) cela limite l'application des modules Peltier aux domaines où les parties mécaniques (Compresseur pour une réfrigération) sont à proscrire. (Ex satellites, fusées, sondes spatiales,...)

Génération électricité

ONE SEEBECK DEVICE "COUPLE" CONSISTS OF ONE N-TYPE AND ONE P-TYPE SEMICONDUCTOR PELLET

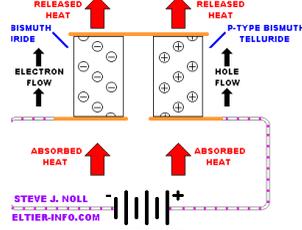


STEVE J. NOLL
Peltier-Info.com

THERE MUST BE A TEMPERATURE DIFFERENCE BETWEEN THE HOT AND COLD SIDES FOR POWER TO BE GENERATED

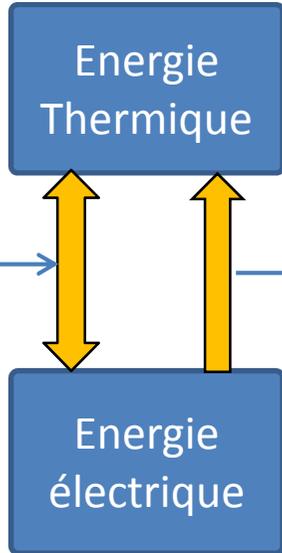
Génération de flux thermique

THE PELTIER DEVICE "COUPLE" CONSISTS OF ONE N-TYPE AND ONE P-TYPE SEMICONDUCTOR PELLET



STEVE J. NOLL
Peltier-Info.com

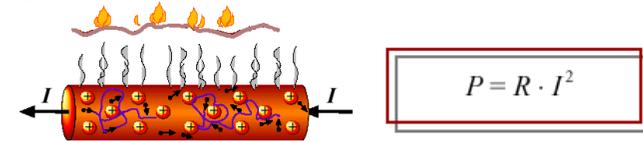
THE CHARGE CARRIERS, NEGATIVE ELECTRONS AND POSITIVE HOLES, TRANSPORT THE HEAT.



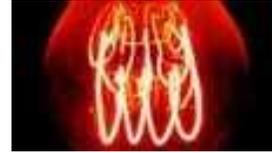
Effet joule

L'effet Joule est la manifestation thermique de la résistance électrique. Il se produit lors du passage d'un courant électrique dans tout matériau conducteur de résistance non nulle.

L'effet porte le nom du physicien anglais James Prescott Joule qui l'a étudié vers 1860.

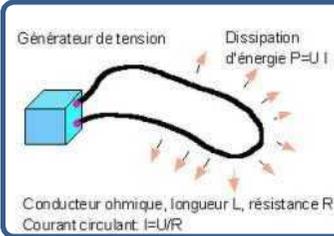


$$P = R \cdot I^2$$



R: résistance [R]: Ohm=Ω

- P = Puissance calorifique produite (W)
- I = Intensité traversant l'élément résistif (A)
- R = Résistance en Ohm de l'élément résistif



Dans ce schéma, la totalité de l'énergie électrique fournie par le générateur est convertie en énergie calorifique.

Retour...

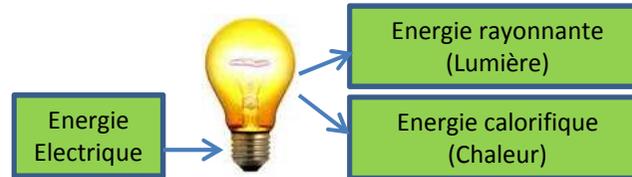
L'ENERGIE

La 1^{ère} solution utilisée historiquement pour produire de l'énergie rayonnante sous forme de lumière fut l'incandescence. (Lampe à incandescence)

Elle consiste à chauffer à haute température (> 800°C) un filament métallique en utilisant l'effet joule.

Effet joule

A cette température le filament émet 2 types d'énergie. Il y a donc beaucoup de pertes car dans ce cas seule la lumière nous est utile !!!



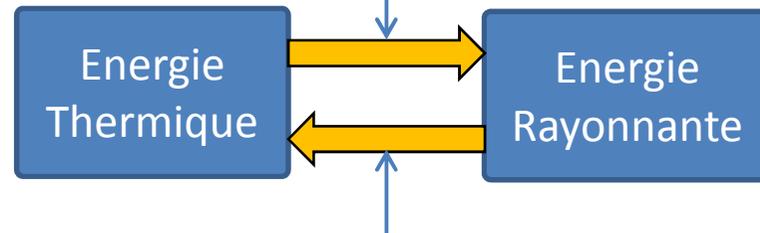
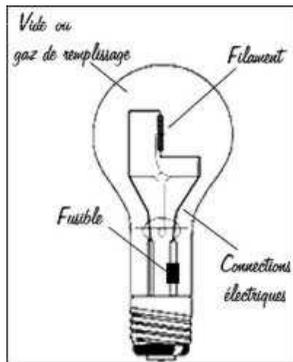
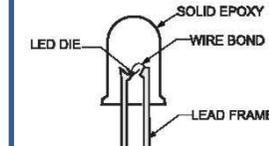
D'autres solutions ont donc été mises au point afin de générer de la lumière sans utiliser l'effet joule :

- Tubes fluorescents (et aussi lampes fluocompactes)

Fonctionnement



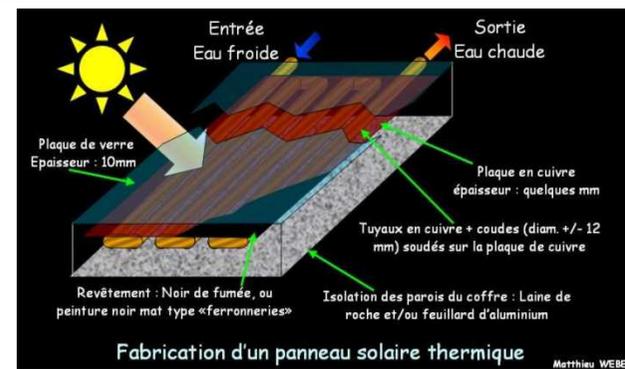
- DEL (Diodes électroluminescentes)



L'énergie rayonnante, comporte souvent une part "Infrarouge" cette partie chauffe naturellement la matière qui est soumise au rayonnement.

L'exemple le plus courant est la production de "chaleur" à l'aide de panneaux solaires :

Énergie Solaire



Retour...

L'ENERGIE

Photosynthèse

La photosynthèse est le processus bioénergétique qui permet aux plantes et à certaines bactéries de synthétiser de la matière organique en exploitant la lumière du soleil. Les besoins nutritifs de ces organismes sont du dioxyde de carbone, de l'eau et des sels minéraux.

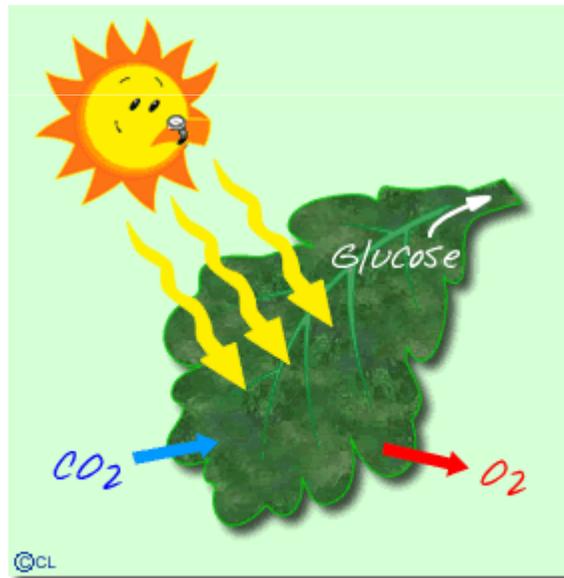


Schéma de la photosynthèse

Energie
Rayonnante

Energie
Chimique

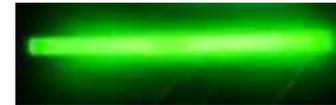
Chimiluminescence

La chimiluminescence est un phénomène de réaction chimique ayant pour conséquence la production de lumière. Une réaction de ce type est l'oxydo-réduction du luminol par l'eau oxygénée, par exemple, ou un quelconque hydroxyde.

Applications :

Utilisé dans un tube en plastique creux, ce phénomène permet d'obtenir une source de lumière de secours sans besoin d'électricité ou de carburant.

(Ce principe à longtemps été utilisé en plongée sous marine.)



En criminalistique, le phénomène permet de mettre en évidence des traces de sang peu ou pas visibles à l'œil nu. (Le luminol réagit avec les ions fer des globules rouges, en produisant de la lumière pendant un court instant).



En sciences judiciaires (Police scientifique), pour l'analyse d'explosifs ayant un ou plusieurs groupements NO₂ (ex: TNT, Nitroglycérine etc.)

Retour...

L'ENERGIE

Accumulateur électrique (Ou batterie électrique) :

Un accumulateur électrique est un dispositif destiné à **stocker** l'énergie électrique et à **la restituer** ultérieurement.

Il existe de nombreuses technologies permettant de réaliser un accumulateur électrique.

Une intense recherche est en cours afin d'améliorer la quantité d'énergie stockable pour un volume (ou une masse) donnée. **Ces améliorations sont la condition indispensable pour la réalisation de véhicules électriques grand public...**



Energie
électrique

Energie
Chimique

Les constructeurs expriment la capacité (C) des piles ou des accumulateurs en A.h (ampère.heure). Ils donnent aussi la tension (U) (continue bien sûr !!) délivrée par l'accumulateur.

On peut donc calculer la quantité d'énergie en Wh par la relation : $Q = C \times U$.

Ex : Un accu de capacité $C = 10 \text{ Ah}$ délivrant une tension $U = 12\text{V}$ contient quand il complètement chargé une quantité d'énergie $Q = 10 \times 12 = 120\text{Wh}$

Pile électrique :

Une pile électrique (ou plus simplement pile) est un dispositif électrochimique transformant l'énergie d'une réaction chimique en énergie électrique.

Dans une pile du commerce, les réactifs sont introduits à la fabrication. Quand ils sont épuisés, la tension s'effondre et on doit remplacer la pile usagée.

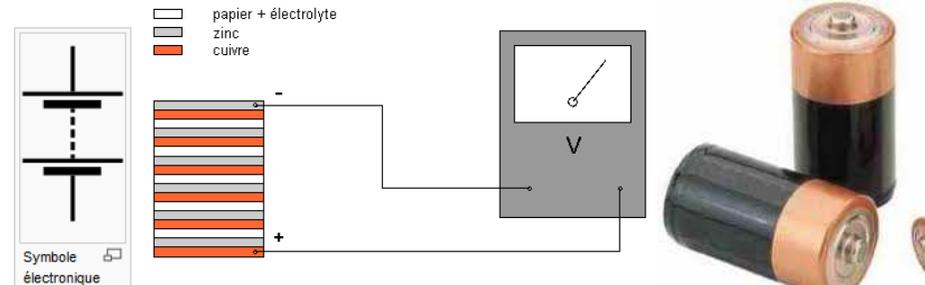


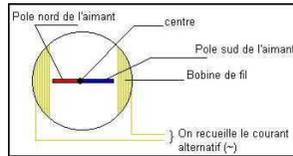
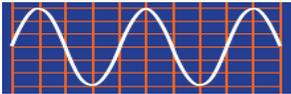
Figure 11 - La pile de Volta.

Retour...

L'ENERGIE

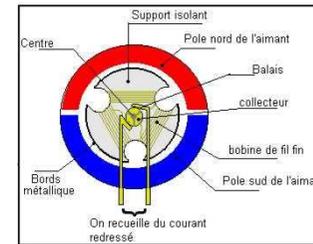
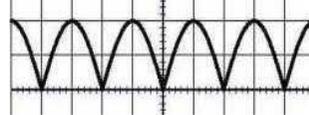
L'alternateur :

Il délivre une tension alternative, de forme sinusoïdale, dont la fréquence et l'amplitude sont proportionnelles à la vitesse de rotation du rotor.



La dynamo :

Elle délivre une tension quasi continue dont la valeur est proportionnelle à la vitesse de rotation du rotor



Energie mécanique

Rotation

Energie électrique

Parlons un peu de puissance (P) en Watt :

En continu : $P = U \cdot I$ (Avec U = tension en V et I = courant en A)

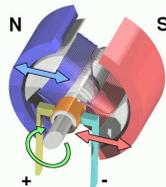
En alternatif : $P = U_{eff} \cdot I_{eff} \cdot \cos(\varphi)$ (Avec U_{eff} = tension efficace en V, I_{eff} = courant efficace en A et φ = déphasage entre le courant et la tension)

Mécanique mouvement de rotation : $P = \Omega \cdot C$ (Avec Ω = Vitesse de rotation en rad/s et C = couple en Nm)

Un moteur électrique permet de transformer de l'énergie électrique en énergie mécanique. Ils se distinguent principalement par leur alimentation (Continue ou alternative)

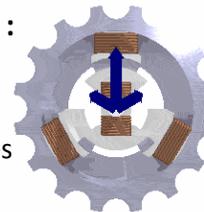
Moteur à courant continu :

Souvent de petite puissance, leur principal intérêt est de pouvoir fonctionner sur batterie (Appareils portables)



Moteur synchrone et asynchrone :

Fonctionnent EXCLUSIVEMENT avec une alimentation alternative. Rendement élevé et fortes puissances possible...



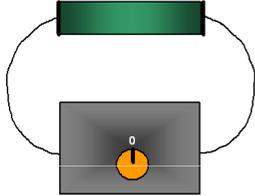
Moteur brushless :

Moteur synchrone associé à un convertisseur Continu → Alternatif
Forte puissances et bon rendement sous une alimentation continue
Mais cela reste encore très onéreux.

Effet piezo-électrique :

Un matériau piézo-électrique est un cristal qui se déforme quand il est soumis à une tension et qui réciproquement génère une tension quand il est soumis à une contrainte mécanique.

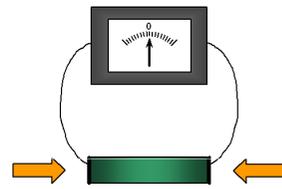
Electricité → Translation



Exemple d'applications :

- Buzzers
- Injecteurs moteurs diesel

Translation → Electricité



Exemple d'applications :

- Allume-gaz
- Détecteurs de vibrations

Energie mécanique

Translation

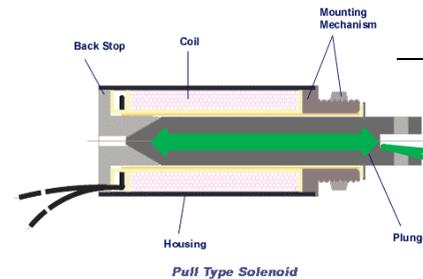
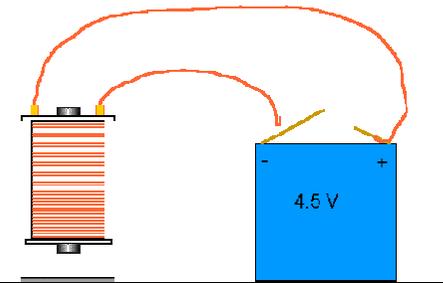
Energie électrique

Solénoïde :

Un solénoïde est un dispositif constitué d'un fil électrique enroulé régulièrement en hélice de façon à former une bobine longue.

Parcouru par un courant, il produit un champ magnétique dans son voisinage, et plus particulièrement à l'intérieur de l'hélice où ce champ est quasiment uniforme et permet d'attirer le noyau métallique inséré dans la bobine.

Animation: électro-aimant (Alessandro et Thibaut - 26 Jan Mar 2005)



Mouvement de translation du noyau

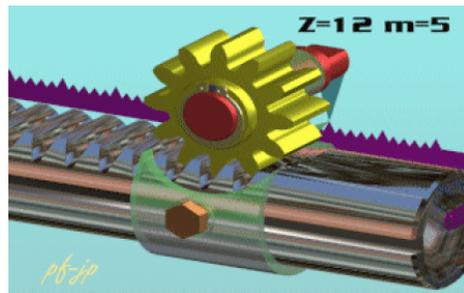
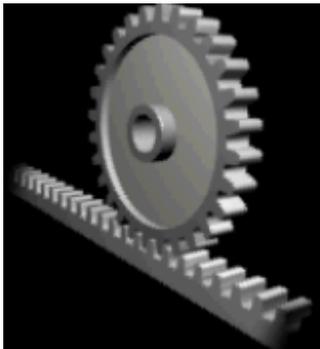
Retour...

L'ENERGIE

Système Bielle - manivelle :



Système Pignon - Crémaillère :

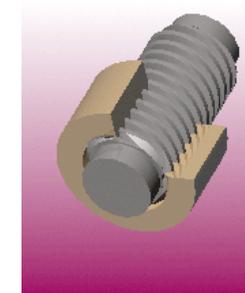
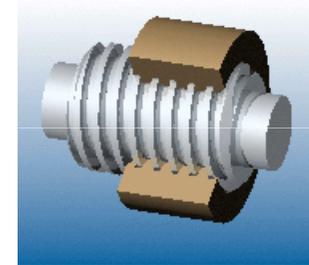
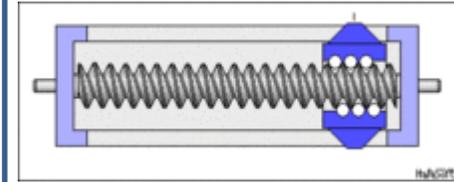


Energie
mécanique

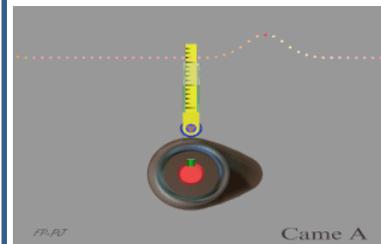
Rotation

Translation

Système Vis - écrou :



Came :



Retour...

L'ENERGIE

Ces dispositifs permettent d'adapter la vitesse de rotation pour obtenir la vitesse désirée.

Le paramètre le plus important de ces dispositifs est le **RAPPORT DE TRANSMISSION** noté R.

$R = \frac{\text{Vitesse de rotation de sortie}}{\text{Vitesse de rotation d'entrée}}$ on peut aussi dire $R = \frac{\Omega_s}{\Omega_e}$ ou $R = \frac{N_s}{N_e}$
avec Ω_{xx} en rad/s ou N_{xx} en tr/s.

Diagram: $\Omega_E \rightarrow$ Réducteur (Rapport de transmission R) $\rightarrow \Omega_S$

Energie mécanique

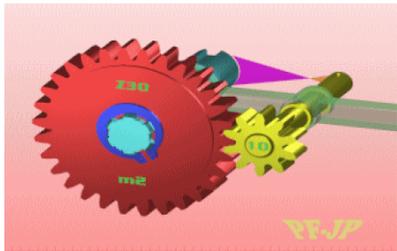
Rotation

Système poulie courroie :
(Courroie crantée ou non)

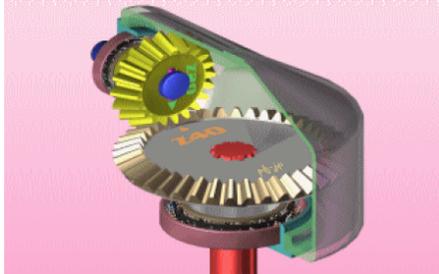
COURROIES

Transmission par chaîne :

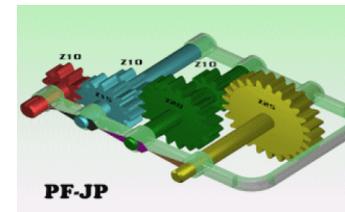
Réducteurs à roues dentées :
Le plus simple :
Utilisation de 2 roues dentées



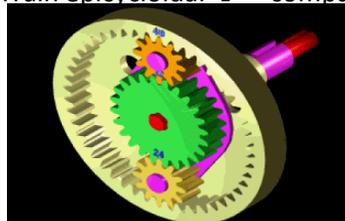
Roues coniques \rightarrow changement de direction du mouvement



Pour obtenir un rapport de transmission plus faible, on peut utiliser plus de 2 roues dentées ...



Train épicycloïdal \rightarrow + compact



Ou utiliser un système roue-vis sans fin.
Mais dans ce cas le rendement est faible à cause des frottements !!!

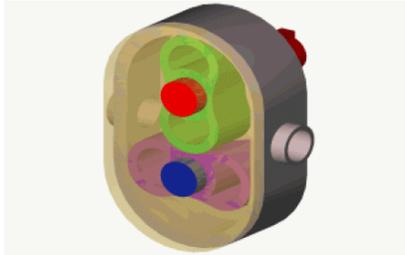


Retour...

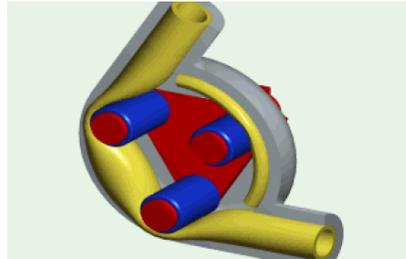
L'ENERGIE

Pompes :

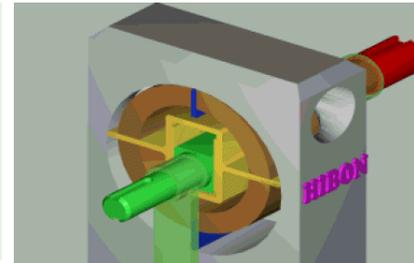
A lobes



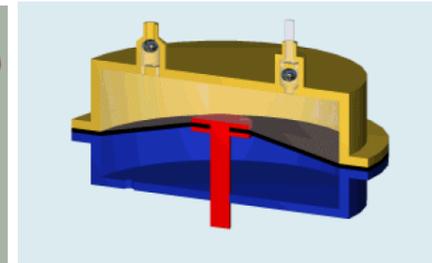
Péristaltique



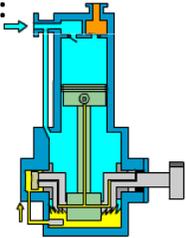
A palettes



A membrane



Compresseur :

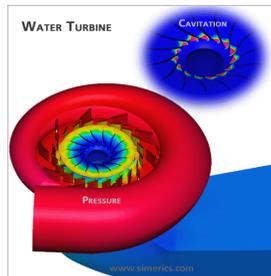
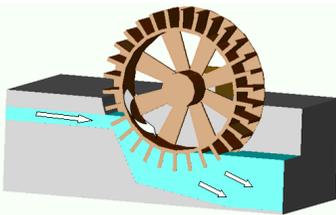


Energie Hydraulique

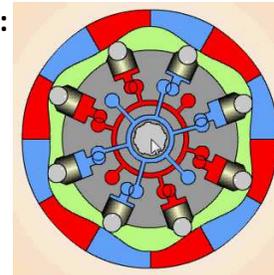
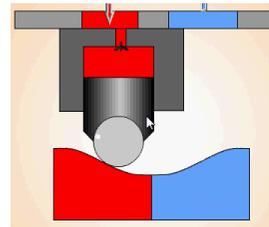
Energie mécanique

Rotation

Turbine :



Moteur hydraulique :



Retour...

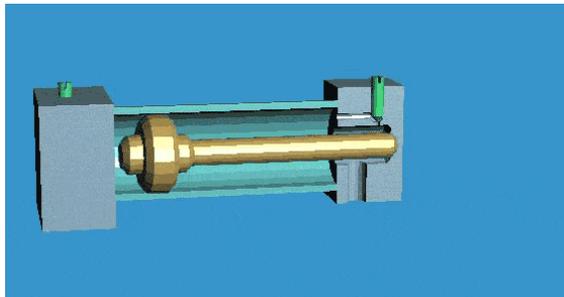
L'ENERGIE

Energie
Hydraulique

Energie
mécanique

Translation

Vérin :



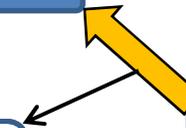
Retour...

L'ENERGIE

Energie
Thermique

Energie
Chimique

Combustion :

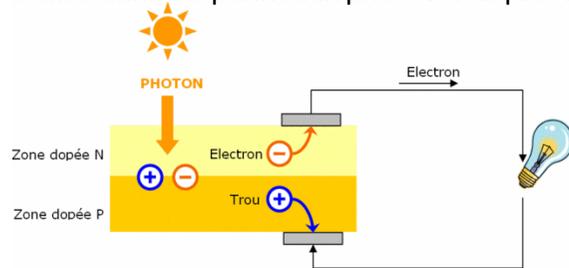


Retour...

L'ENERGIE

Effet photoélectrique :

Utilisé dans les panneaux photovoltaïques :



Énergie Solaire

Energie
Rayonnante

Energie
électrique

Conversion électricité -> lumière "directe" :

Tube fluorescent

DEL

....

Sources lumineuse

Le **Joule** (J) est équivalent au travail produit par une force de 1 **Newton** dont le point d'application se déplace de 1 m dans la direction de la force.

C'est l'unité ou ses dérivés attribués aux calculs de quantification d'énergie ou de chaleur.

La calorie qui est encore utilisée est quantifiée sous différentes valeurs.

La définition générale, c'est la quantité de chaleur nécessaire pour élever de 1°C la température de 1 gramme d'eau de 14,5 à 15,5°C sous la pression atmosphérique normale.

- 1 calorie = 4,186 J - 0,003968 Btu - 3,087 foot-pounds.
- 1 kg d'eau à 15°C sous 1 atm = 4,1855 kJ/kg °C ou 1 kcal/kg °C · 1 kcal = 1,163 w.
- La petite calorie ou therm, est mesurée de 3,5°C à 4,5°C (l'eau est la plus dense à 4°C)

La valeur intermédiaire de la calorie dans la plage de 0°C à 100°C est appelée la **moyenne calorie**; c'est à dire le 1/100 de l'énergie nécessaire pour réchauffer l'eau de 1 gramme d'eau du point de fusion à son point d'ébullition.

Deux autres calories sont quelquefois utilisées dans le "**International Steam Table calorie**" équivalent à 4,187 J (1,163 w) et le "**Thermochemical calorie**" équivalent à 4,184 J (1,1622 w)

Type of calorie	joule équivalent
Thermochemical	= 4,184
Table internationale	= 4,186.8
Eau à 15°C	= 4,1855
Moyenne de 0°C à 100°C	= 4,19012

Energie mesurée en unité de temps (unités non conventionnelles)

Le Joule étant une unité trop petite pour les besoins usuels, on utilise plutôt Watt-heure (Wh) ou son multiple le kilowatt-heure (kWh)

1 Mega-joule (MJ)	= 278 Wh ou 0,278 kWh
1 Watt-heure (Wh)	= 3600 Joules
1 calorie (cal) (unité non usitée)	= 0,0011639 Wh
1 British thermal unit (Btu)	= 0,293 071 Wh
1 kilocalorie (kcal) (unité non usitée)	= 1,163 Wh

Retour...

L'ENERGIE

Coloré et scintillant sur les enseignes commerciales, blafard dans la cuisine, le tube fluorescent, appelé à tort "néon", illumine nos nuits depuis 1937.

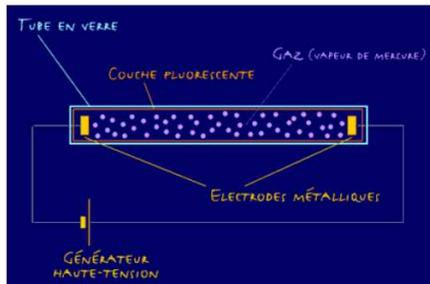
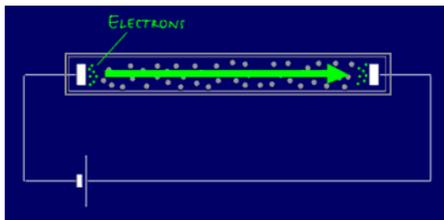


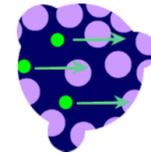
Schéma général d'un tube fluorescent



1) L'application d'une tension électrique aux bornes du tube provoque la circulation d'un flux d'électrons libres entre les deux électrodes métalliques.

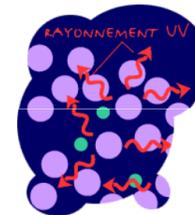


2) Entre les électrodes, les électrons subissent une accélération et acquièrent de l'énergie.



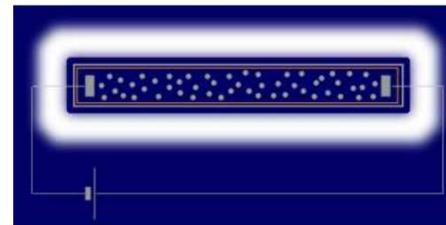
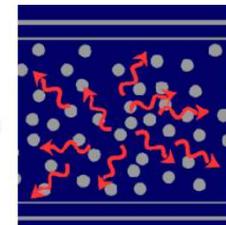
3) Au cours de leur déplacement, les électrons heurtent les atomes de gaz enfermés dans le tube.

4) Lors du choc, les électrons cèdent aux atomes de gaz l'énergie acquise pendant leur déplacement.



5) Les atomes de gaz ont alors un surplus d'énergie et deviennent instables. Ils ne peuvent garder cette énergie et la réémettent sous la forme de rayonnement ultra-violet, invisible à l'œil nu.

6) Les ultra-violets se propagent jusqu'aux parois du tube.



7) La surface interne du tube est enduite d'un revêtement fluorescent. Celui-ci absorbe les ultra-violets et réémet à la place de la lumière visible.