

L'Énergie

I- Le concept d'énergie

Énergie : aptitude d'un objet matériel, ou de plusieurs objets pris dans leur globalité, à effectuer un travail ou à fournir de la chaleur.

- ⇒ Utilisation courante de l'« énergie » : capital énergétique ; proche du concept scientifique de l'énergie.
- ⇒ Concept scientifique de l'**énergie** :
 - Objet(s) matériel(s) possèdent de l'énergie (non observable directement, mais associée aux effets engendrés).
 - Effets engendrés : modification de la position, du mouvement, de la température, de la forme, du volume, de l'état ou de la nature de l'objet matériel.
 - Unité de l'énergie : le **joule (J)**.

Exemples :

- Bille lancée passe de l'état de repos à l'état de mouvement : bille effectue un travail, elle possède de l'énergie.
- Combustion avec augmentation de la température : réactifs mis en présence ont fourni de la chaleur et possèdent de l'énergie.

II- Les formes d'énergie

A) L'énergie externe : l'énergie mécanique

Énergie mécanique d'un objet = $E_c + E_p$

1) Énergie mécanique cinétique

Notée E_c , **énergie de mouvement**, liée à la vitesse de l'objet étudié.

Tout objet en mouvement possède de l' E_c .

$$E_c = \frac{1}{2} \times m \times v^2 \quad E_c \text{ en J } _ m \text{ en kg } _ v \text{ en m/s}$$

2) Énergie mécanique potentielle

Notée E_p , liée aux interactions mécaniques entre les objets étudiés et entre les objets et l'extérieur.

⇒ **Énergie de gravitation ou énergie potentielle de pesanteur**

Liée au poids.

$$E_p = m \times g \times h \quad E_p \text{ en J } _ m \text{ en kg } _ h \text{ en m } _ g = 9,81 \text{ N/kg}$$

⇒ **Énergie élastique**

Liée à la position et à la forme.

B) L'énergie interne : des énergies du point de vue microscopique

1) Énergie chimique

Associée aux **liaisons entre les atomes.**

Tous les combustibles possèdent de l'énergie chimique.

2) Energie nucléaire

Due aux liaisons entre les protons et les neutrons de l'atome.

3) Energie thermique

Notée Q, liée à **l'agitation des molécules.**

$Q = m \times c \times \Delta t$ Q en J _ m en kg _ Δt en °C _ c = chaleur massique.

4) Energie rayonnante

Liée à la production de la lumière visible et invisible, dépend de la longueur d'onde et de la fréquence de la radiation émise.

III- Les sources d'énergie

ÉNERGIE, TRANSPORT, DÉVELOPPEMENT

Sources d'énergie utilisées dans les transports

Sources d'énergie		Transport routier	Transport ferroviaire	Transport maritime et fluvial	Transport aérien
Non renouvelables	Combustible fossile	Voiture, camion, autobus (essence, gazole, GPL)	Train à motrice diesel	Pétrolier, porte containers	Avion de ligne
	Combustible nucléaire*	Voiture électrique	Train à motrice électrique	Sous-marin nucléaire	
Renouvelables	Rayonnement solaire				
	Vent			Voiliers	
	Combustible type biocarburant	Voiture, camion, autobus	Train à motrice diesel		

* En France, l'énergie électrique est essentiellement d'origine nucléaire.

Les sources d'énergie sont classées en **2 familles** :

- ↳ Les **sources renouvelables** (se renouvelant assez rapidement pour être considérées comme inépuisables à échelle humaine de temps) :
 - le rayonnement solaire
 - le vent
 - la biomasse (matières organiques d'origine végétale ou animale capable de fournir de l'énergie (bois, canne à sucre, biogaz))
 - l'eau
 - la terre
- ↳ Les **sources non renouvelables**
 - combustibles **fossiles** (pétrole, charbon, gaz naturel)
 - combustibles **nucléaires** (uranium, plutonium)

NE PAS CONFONDRE : SOURCES D'ÉNERGIE ET ÉNERGIE

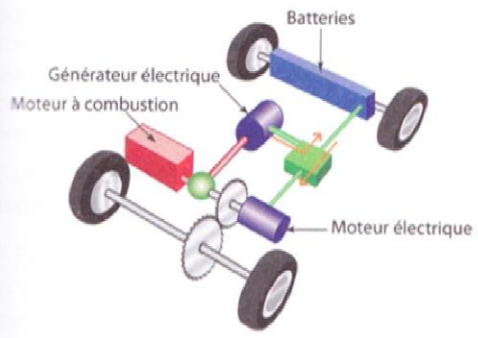
A chaque source d'énergie est associée une énergie :

- Eau : Energie **hydraulique**
- Vent : Energie **éolienne**
- Terre : Energie **géothermique**
- Soleil : Energie **rayonnante**
- ...

D'un point de vue scientifique, ces énergies ne sont pas des formes d'énergie.

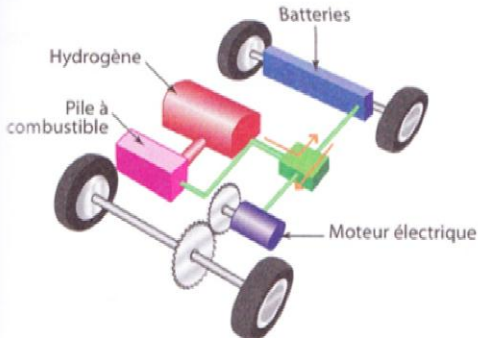
Solutions techniques

Les moteurs des voitures, des camions, des autobus... fonctionnent pour la plupart grâce à un combustible fossile, ou grâce aux biocarburants. Un biocarburant est un carburant liquide issu de la transformation de matières végétales (betterave, blé, maïs, colza...). Il se substitue pour partie ou intégralement aux carburants classiques (essence et gazole). Quelques véhicules exploitent aussi des solutions hybrides ou des piles à combustible.



Propulsion d'un véhicule à pile à combustible.

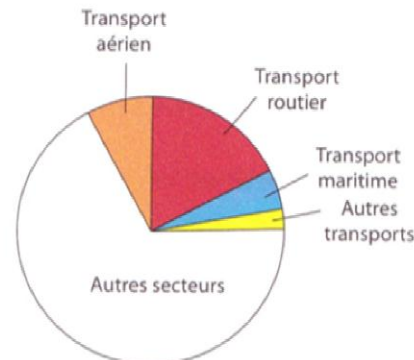
Les véhicules hybrides associent un moteur à combustion (essence ou gazole) et un moteur électrique. Tant que le véhicule roule en agglomération et que la batterie est chargée, le moteur électrique entraîne le véhicule. Lorsque davantage de puissance est nécessaire, ou si les batteries sont déchargées, le moteur à combustion se met en route. Lors des phases de freinage, l'énergie est récupérée pour partie, car les roues entraînent alors le générateur électrique. Les véhicules fonctionnant avec une pile à combustible n'ont besoin que d'hydrogène et d'oxygène, et leur seul rejet est de la vapeur d'eau. La pile à combustible produit de l'électricité alimentant un moteur électrique qui entraîne le véhicule.



Propulsion d'un véhicule hybride.

Les déchets produits

L'utilisation de combustibles fossiles engendre l'émission de gaz à effet de serre (dioxyde de carbone...) et de polluants toxiques (oxyde d'azote et de soufre, particules...). C'est la raison pour laquelle il convient de promouvoir l'utilisation des transports collectifs, ainsi que les mesures visant à réduire consommation et pollution (covoiturage et limitation de la vitesse des véhicules).



Part, en pourcentages, des émissions de CO₂ produites par la combustion imputable aux transports dans le monde (2003).
Source : conférence européenne des ministres des transports.

Vers des transports propres

Les innovations technologiques tendent désormais à limiter les pollutions dues aux transports :

- moteurs à meilleur rendement ;
- véhicules plus légers ;
- utilisation de pots catalytiques et de filtres à particules ;
- revêtement des routes avec des produits qui retiennent les particules, ou utilisation de nouveaux liants dérivés des plantes agricoles qui se substituent au bitume ;
- collecte et traitement des consommables des véhicules : récupération et valorisation du plomb des batteries et des métaux rares et précieux que renferment les pots catalytiques ;
- anticipation, dès la conception des véhicules, de la récupération de leurs constituants et de leur valorisation.

IV- Transferts et conversions d'énergie

Transfert d'énergie : passage de l'énergie d'un objet matériel à un autre.

Conversion d'énergie : changement de forme d'énergie.

A) La puissance d'un transfert d'énergie

Puissance (P) d'un transfert d'énergie en **watt (W)** = **quantité d'énergie transférée / unité de temps**

1) Les transferts d'énergie

Le transfert d'énergie s'effectue selon 3 modes :

⇒ Transfert d'énergie par travail (mécanique ou électrique)

✓ Mécanique : mise en œuvre de forces d'origine mécanique

Ex : lancée d'une balle :

- la force appliquée va modifier son mouvement.

- transfert d'énergie du bras vers la balle sous forme de travail mécanique.

✓ Electrique : mise en œuvre de forces d'origine électrique.

Passage d'un courant électrique → Déplacement d'électrons → Travail électrique

(Ce qui est appelé « électricité » ou « énergie électrique » correspond à un transfert électrique par travail électrique : il ne s'agit pas une forme d'énergie primaire mais d'une forme d'énergie secondaire).

⇒ Transfert d'énergie par rayonnement

Objet reçoit un rayonnement → Objet absorbe une partie du rayonnement et renvoie une autre partie qui peut être transférée à un autre objet.

Chauffage d'un objet s'accompagne de l'émission d'un rayonnement donc il peut y avoir transfert d'énergie par rayonnement à un autre objet.

⇒ Transfert d'énergie par chaleur (propagation : par conduction, par convection ou par rayonnement)

Température : grandeur caractéristique de l'énergie d'un système. Elle correspond à l'agitation des molécules qui composent le système. Elle décrit l'état d'un système.

Chaleur : mode de transfert de l'énergie entre deux systèmes. Un système peut donner ou recevoir de la chaleur. Mode de transfert de l'énergie thermique s'effectuant d'un corps à un autre

⇒ Transfert perçu par les effets qu'il produit : **variation de température, dilatation, changement d'état.**

Ex : Lorsque 2 corps de température différente sont mis en présence il y a transfert d'énergie sous forme de chaleur du corps de température la plus élevée vers le corps de température la plus basse.

Le corps de température la plus basse va recevoir de la chaleur alors que l'autre va en perdre.

Ce transfert d'énergie thermique sous forme de chaleur prend fin lorsque les 2 corps sont à la même température : ils sont **en équilibre thermique**.

La chaleur se propage par conduction, par convection ou par rayonnement.

⇒ Propagation par conduction

✓ S'effectue de proche en proche sans transport de matière.

- ✓ Due à l'agitation moléculaire.
- ✓ C'est la seule qui existe dans les solides.
- ✓ Les métaux (Cuivre, aluminium, fer, acier, zinc...) sont de bons conducteurs de la chaleur, ils sont qualifiés de **conducteurs thermiques**. A l'inverse, le verre, le bois, l'air et le polystyrène expansé sont de mauvais conducteurs de la chaleur : ce sont des **isolants thermiques**.
- ✓ L'activité d'un matériau à transmettre la chaleur par conduction est mesurée par sa **conductivité thermique**.

⇒ **Propagation par convection**

- ✓ Transmission de la chaleur dans les fluides (liquides ou gaz).
- ✓ La dilatation des fluides, lorsqu'ils sont chauffés, entraîne une diminution de leur masse volumique provoquant des mouvements de matière (mouvements ou courants de convection).
- ✓ Cette propagation de la chaleur par convection s'accompagne d'un **déplacement de matière**.

⇒ **Propagation par rayonnement**

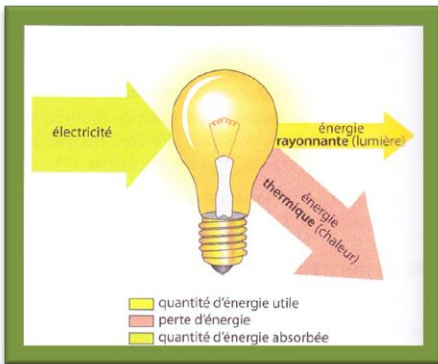
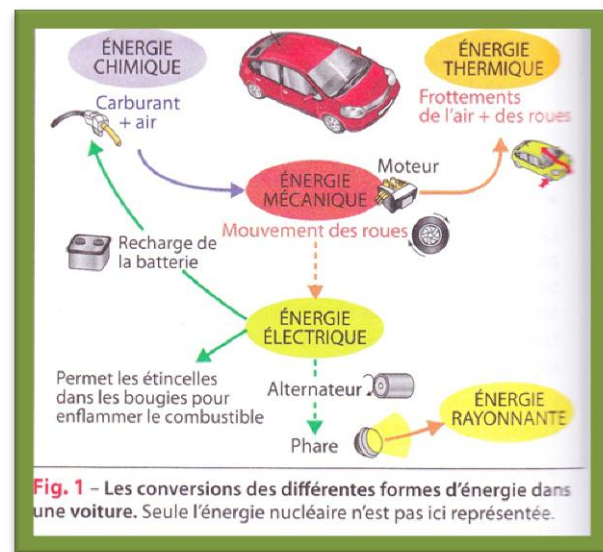
- ↳ Tous corps chauffés émettent de l'énergie par leur surface, sous forme de rayonnement thermique, non visible à l'œil nu (radiations électromagnétiques de longueur d'onde > 780 nm).
- ↳ Ce mode de propagation n'a **pas besoin de support matériel**, on peut donc le rencontrer dans le vide.

2) Les conversions d'énergie

⇒ **Convertisseurs** : moteur, batterie, phare

Ex : - un alternateur transforme l'énergie mécanique en énergie électrique

- ↳ une réaction de combustion convertit l'énergie chimique en énergie thermique



⇒ Tout appareillage ou système de conversion de l'énergie absorbe une certaine quantité d'énergie. Il en restitue une partie sous une autre forme qu'on appelle : **énergie utile** et une partie est transformée en énergie thermique sous forme de chaleur.

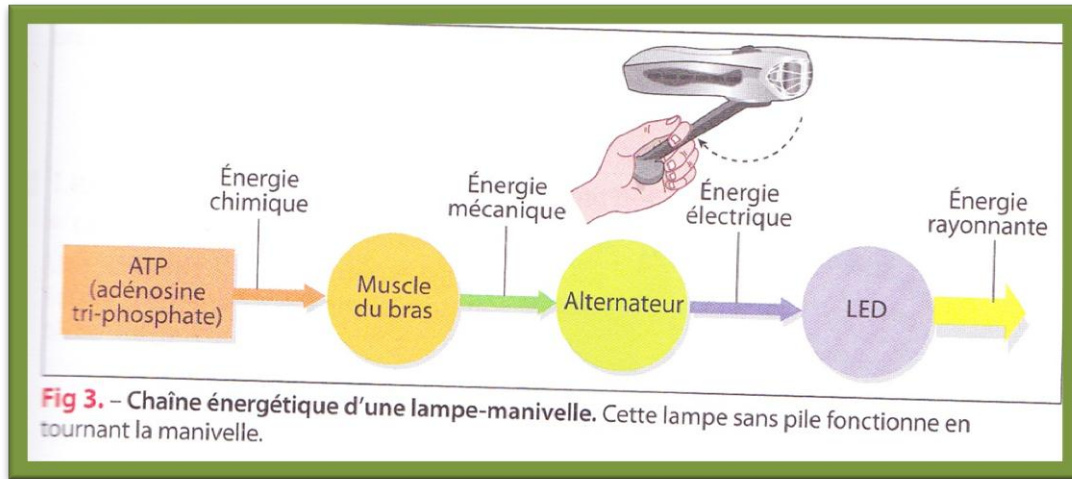
⇒ **Rendement du convertisseur** = quantité d'énergie utile / quantité d'énergie absorbée
 Ex : lampe à incandescence

3) Le principe de conservation

⇒ **Principe de la conservation de l'énergie** : lorsqu'une énergie est transférée d'un système à un autre ou une énergie qui change de forme, il n'y a pas de création ou disparition d'énergie. Lorsqu'un système perd de l'énergie ou change de forme, la même quantité est gagnée par un autre système ou convertie en une autre forme d'énergie.

4) Les chaînes énergétiques

- ⇒ **Chaîne énergétique** : ensemble des conversions et des transferts d'énergie
- ⇒ Elle comprend des **réservoirs** qui contiennent l'énergie, des **convertisseurs** qui transforment une forme d'énergie en une autre forme et des flèches représentant les **transferts d'énergie** sous forme de travail ou de chaleur.



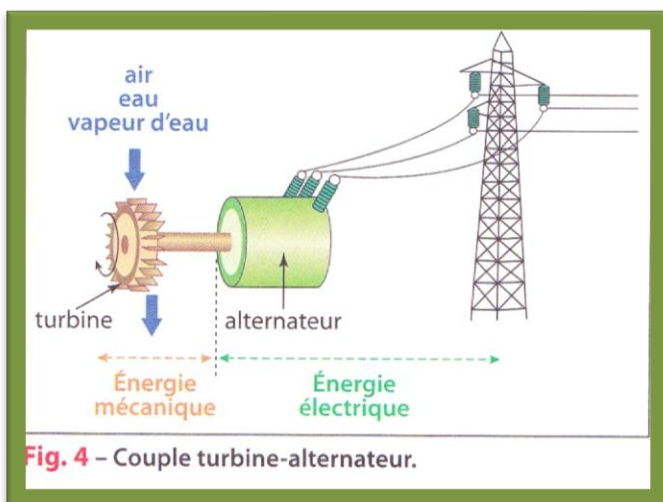
Symboles utilisés :

- rectangle : réservoirs d'énergie
- cercle : convertisseur d'énergie
- flèche : transfert

V- Réseau d'énergie électrique

A) Les différentes centrales industrielles de production

Centrale électrique : usine qui produit en grande quantité de l'énergie électrique à partir de l'eau, du vent ou de combustibles.



L'énergie électrique fournie aux consommateurs est produite dans des centrales thermiques, nucléaires, géothermiques, solaires, hydrauliques (ou hydroélectriques) ou éoliennes.

Toutes ces centrales sont équipées d'une turbine et d'un alternateur.

- ⇒ **Turbine** : animée par de l'air, de l'eau ou de la vapeur d'eau sous pression permettant la conversion en Energie mécanique.
- ⇒ **Alternateur** : convertit l'Energie mécanique fournie par la turbine en Energie électrique.

1) Les centrales fonctionnant avec de la vapeur d'eau

⇒ **Centrales thermiques** : électricité produite à partir de la combustion d'un combustible (charbon, fioul, gaz).

L'énergie thermique issue de la combustion permet de chauffer de l'eau et de la transformer en vapeur d'eau. La vapeur d'eau envoyée sous pression actionne alors une turbine qui est couplée à un alternateur qui produit l'électricité.

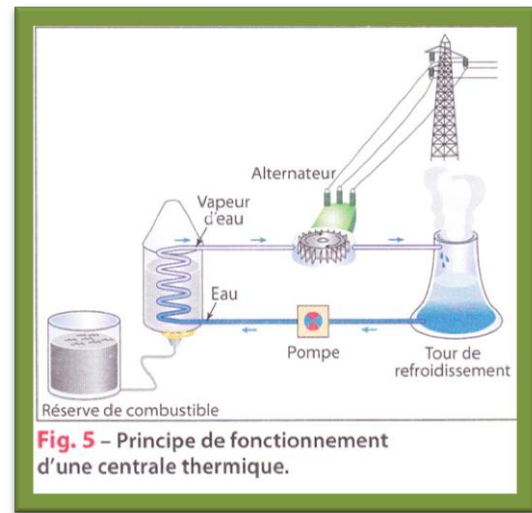


Fig. 5 – Principe de fonctionnement d'une centrale thermique.

⇒ **Centrales nucléaires** : électricité produite à partir de l'énergie thermique libérée lors de la fission d'atomes d'uranium dans le réacteur.

Energie thermique transférée sous forme de chaleur à de l'eau sous pression : circuit primaire.

Eau chaude du circuit primaire va chauffer l'eau du circuit secondaire par l'intermédiaire d'un générateur de vapeur.

Vapeur produite actionne la turbine, entraînant alors l'alternateur qui transforme l'énergie mécanique en énergie électrique.

⇒ **Centrales solaires thermiques** : électricité produite à partir de l'énergie rayonnante du Soleil

Energie rayonnante du Soleil fonctionne par focalisation grâce à des miroirs, elle permet le chauffage d'un fluide.

Fluide entraîne alors une turbine qui par la suite actionne un alternateur.

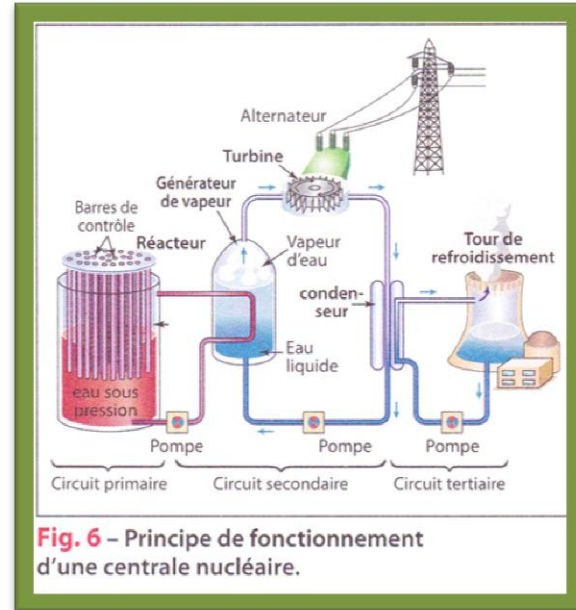


Fig. 6 – Principe de fonctionnement d'une centrale nucléaire.

⇒ **Centrales géothermiques** : électricité produite grâce à la chaleur de la Terre

Chaleur récupérée par le biais d'un fluide, à une température donnée (T_i) envoyé dans la croûte terrestre.

Fluide chauffée T_f , température $>$ à T_i , permet de faire tourner une turbine qui entraîne ensuite un alternateur.

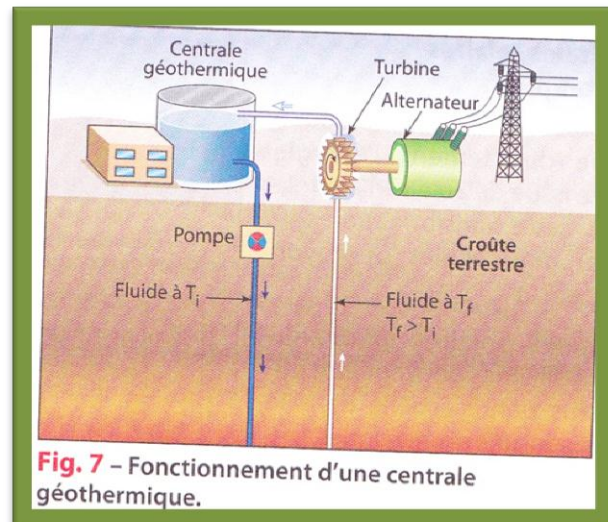


Fig. 7 – Fonctionnement d'une centrale géothermique.

1) Les centrales fonctionnant sans vapeur d'eau

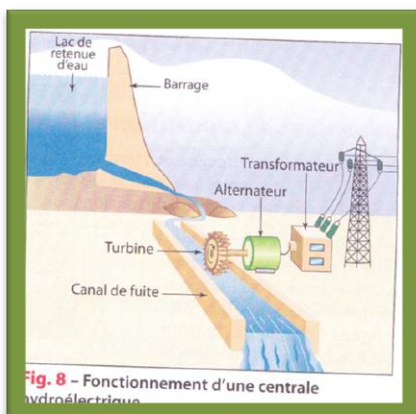
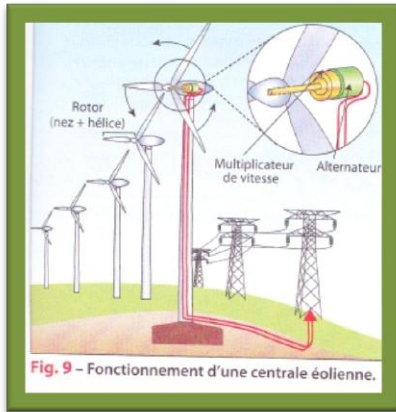


Fig. 8 – Fonctionnement d'une centrale hydroélectrique.

⇒ **Centrales hydroélectriques** : transforme l'énergie mécanique potentielle de la chute d'eau en énergie mécanique cinétique par le biais d'une turbine qui couplée à un alternateur, produit l'électricité.

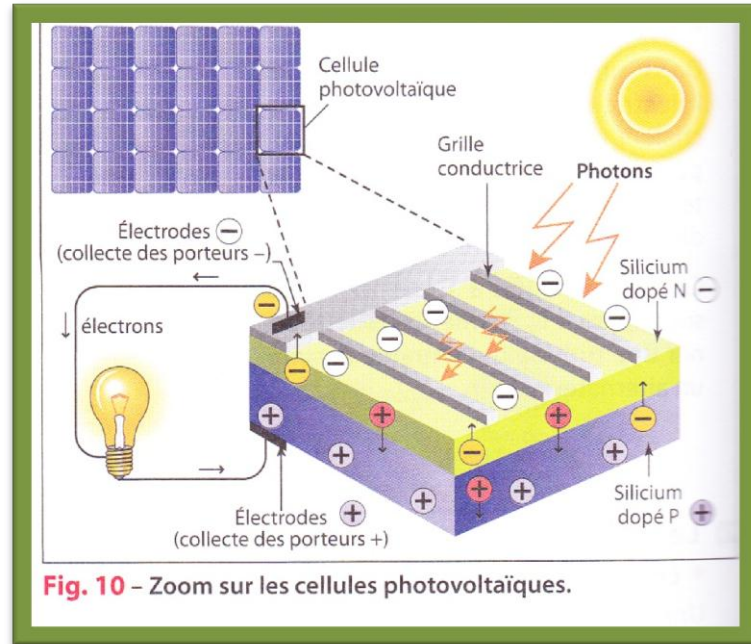


⇒ **Centrales éoliennes** : transforme directement l'énergie mécanique en énergie électrique

Vent actionne une hélice qui joue le rôle de turbine et entraîne alors un axe relié à un alternateur qui produit l'électricité.

⇒ **Centrales solaires photovoltaïques** : transforme directement l'énergie rayonnante issue du Soleil en énergie électrique.

Transformation effectuée par des cellules photovoltaïques.



B) L'ACHEMINEMENT, LA REPARTITION, LA DISTRIBUTION

