

# L'énergie



L'énergie est au cœur des problématiques de notre civilisation. On en parle tous les jours aux informations sous différents aspects :

- \* Actuellement, il y a débat sur la construction de nouvelles centrales nucléaires... cette forme d'énergie est aussi dangereuse entre de mauvaises mains.
- \* Dès que le baril de pétrole augmente à la bourse, c'est l'angoisse de la pénurie dans le monde...
- \* On parle de plus en plus des fameuses éoliennes...
- \* On cherche à remplacer l'essence (en voie de disparition) par des carburants d'origine agricole...
- \* Parfois, le pétrole génère des problèmes écologiques (marée noire...)

C'est donc un thème majeur que nous étudions ici.

## I Introduction

Depuis l'antiquité, l'homme cherche à exploiter toutes les sources possibles d'énergie. En effet, il lui faut de l'énergie pour cultiver ses champs, pour puiser l'eau des puits, pour construire des monuments, pour se déplacer de plus en plus vite sur la terre, sur les mers, dans les airs...

C'est à partir de 1807, avec Thomas Young, que l'on commence à parler d'énergie pour l'énergie du mouvement. En revanche, ce type d'énergie est utilisé depuis bien longtemps ! Par exemple, les Perses utilisaient des éoliennes pour pomper l'eau...

L'homme consomme donc une grande quantité d'énergie pour ces différents travaux... Et justement, il existe plusieurs sources d'énergie !

On peut distinguer plusieurs formes : énergie solaire, énergie éolienne, énergie nucléaire, énergie électrique...

L'énergie peut se présenter sous différentes formes « classiques » :

- **Energie mécanique**

On peut en distinguer deux sortes :

l'énergie *cinétique* : elle est liée à la vitesse d'un objet en mouvement. Plus une voiture roule vite, plus elle a d'énergie cinétique.

l'énergie *potentielle* : elle est liée à l'énergie potentiellement contenue dans un système (ressort comprimé ; poids mis en hauteur au-dessus d'une armoire ; eau contenue dans un barrage hydroélectrique)

- **Energie thermique**

Les atomes et molécules constituant la matière qui nous entoure sont en agitation perpétuelle... Plus ces mouvements microscopiques sont importants, plus l'énergie du système (solide, liquide, ou gaz) est grande. On dit que la température devient plus grande.

- **Energie électrique**

Energie mise à notre disposition par EDF...

- **Energie chimique**

Une pile peut fournir l'énergie nécessaire au bon fonctionnement d'un jouet, d'un lecteur MP3... Cette énergie provient des constituants de la pile. Certaines réactions chimiques d'oxydoréduction donnent les électrons nécessaires à la création du courant électrique.

Une voiture à essence ne roule plus sans essence...

- **Energie** .....

Le Soleil émet un rayonnement très intense : l'énergie solaire. Cette énergie est utilisée par les plantes (photosynthèse), elle est à l'origine des nappes de pétrole.

De même, une lampe émet du rayonnement sous forme de lumière visible.



- **Energie nucléaire**

Son origine se trouve au cœur des atomes. Une modification de la structure du noyau d'uranium (par exemple) permet le dégagement de cette énergie. Les réactions nucléaires entre les atomes d'hydrogène sont la source de l'énergie dégagée par le Soleil et les étoiles...

Notons ici que certaines sources d'énergie sont .....

Ceci signifie qu'une telle énergie sera toujours disponible au cours des prochains siècles...

Par exemple, nous avons encore pour au moins pour 5 milliards d'années de réserve d'énergie solaire (avant que le Soleil ne s'éteigne...). Sur la Terre, le vent génère une énergie éolienne (liée à l'énergie cinétique de l'air) inépuisable. De même, la géothermie permet d'être tranquille pour un bon moment (énergie liée aux sources d'eau chaude souterraines).

En revanche, il est certain qu'un jour le pétrole sera épuisé... De même, les mines d'uranium ne sont pas inépuisables...

*Q.C.M.*

Selon vous, les énergies ou sources d'énergies suivantes sont-elles renouvelables (R) ou bien non renouvelables (non R) ?

	R	non R
Gaz naturel		
Hydroélectricité		
Energie des marées		
Energie verte (biomasse)		
Energie chimique		



Au fait, de quoi parle-t-on dans ce cours ? ? Qu'est-ce que l'énergie ???

### Peut-on donner une définition de l'énergie ?

On peut dire : l'énergie est « quelque chose » qui permet d'effectuer un .....  
comme tirer une charrette, soulever une plaque de béton, presser une pièce  
métallique, réchauffer l'eau d'une piscine, insoler un écran...

Particularité : l'énergie est « quelque chose » qui peut être mesurée en .....  
avec précision et qui se conserve globalement !

Exemple : l'énergie chimique contenue dans une pile va se transformer en énergie  
électrique ; l'énergie électrique ainsi produite peut être transformée en énergie  
cinétique pour faire rouler une voiture...

Cette définition est plutôt vague... mais c'est la seule qui puisse être donnée !

Elle permet tout de même de préciser de quoi on parle. Par exemple, nous ne  
parlerons pas d'autres formes d'énergies plus ou moins exotiques : l'énergie  
cosmique personnelle ; l'énergie spirituelle interne... Les amateurs de sectes ou  
autres films à grand spectacle peuvent y trouver plus de renseignements...

Nous ne parlerons pas non plus de la fameuse énergie noire qui constituerait la  
majeure partie de l'univers d'après le modèle standard de l'univers...

## II Energie mécanique

### 1) Energie cinétique

Il existe une formule qui permet de calculer l'énergie cinétique d'un mobile en  
mouvement rectiligne. Il suffit de connaître sa masse **M** (en **kg**) ainsi que sa vitesse  
de déplacement **V** en (**m/s**).

$$E_c = \underline{\hspace{10em}}$$

Une voiture de 1,3 tonnes se déplace à 30 m/s.

Son énergie cinétique :  $E_c = \frac{1}{2} \times 1\,300 \times 30^2 = \dots\dots\dots$  Joules =  $\dots\dots\dots$  kJ  
avec 1 kJ = 1000 J

### 2) Energie potentielle

Il existe plusieurs cas... Regardons simplement un exemple.

L'énergie potentielle de pesanteur d'une masse **M** (en **kg**) située à une  
hauteur **h** (en **m**) du sol est donnée par :

$$E_p = \underline{M g h} \quad \text{où } g = 10 \text{ N/m}$$



### 3) Energie mécanique totale

L'énergie mécanique totale d'un système est *la somme* de son **énergie cinétique** et de son **énergie potentielle**.

$$\text{Energie totale : } \underline{\underline{E_T = E_c + E_p}}$$

### *Exercices*

1) Calculez l'énergie cinétique  $E_c$  d'un coureur cycliste de 75 kg allant à une vitesse de 14 m/s.

$$E_c =$$

2) Calculez l'énergie mécanique totale  $E_T$  d'une masse de 5 kg, située à 50 cm au-dessus du sol, dont la vitesse  $V$  est de 2 m/s.

$$E_c =$$

$$E_p =$$

$$\text{Et enfin : } E_T =$$

3) Quelle doit être la hauteur  $h$  à laquelle on doit soulever une voiture de 800 kg pour que son énergie potentielle soit la même que son énergie cinétique si elle roulait à une vitesse de 50 km/h ? ( Conseil : Calculez d'abord  $E_c$  et attention à l'unité de  $V$  )

## III Transferts d'énergie

L'exemple de la pile utilisée pour alimenter une voiture électrique montre :

l'énergie ..... peut être transformée en énergie .....

Ce cas n'est pas particulier... heureusement sinon nous ne pourrions pas profiter de toutes ces formes d'énergie !

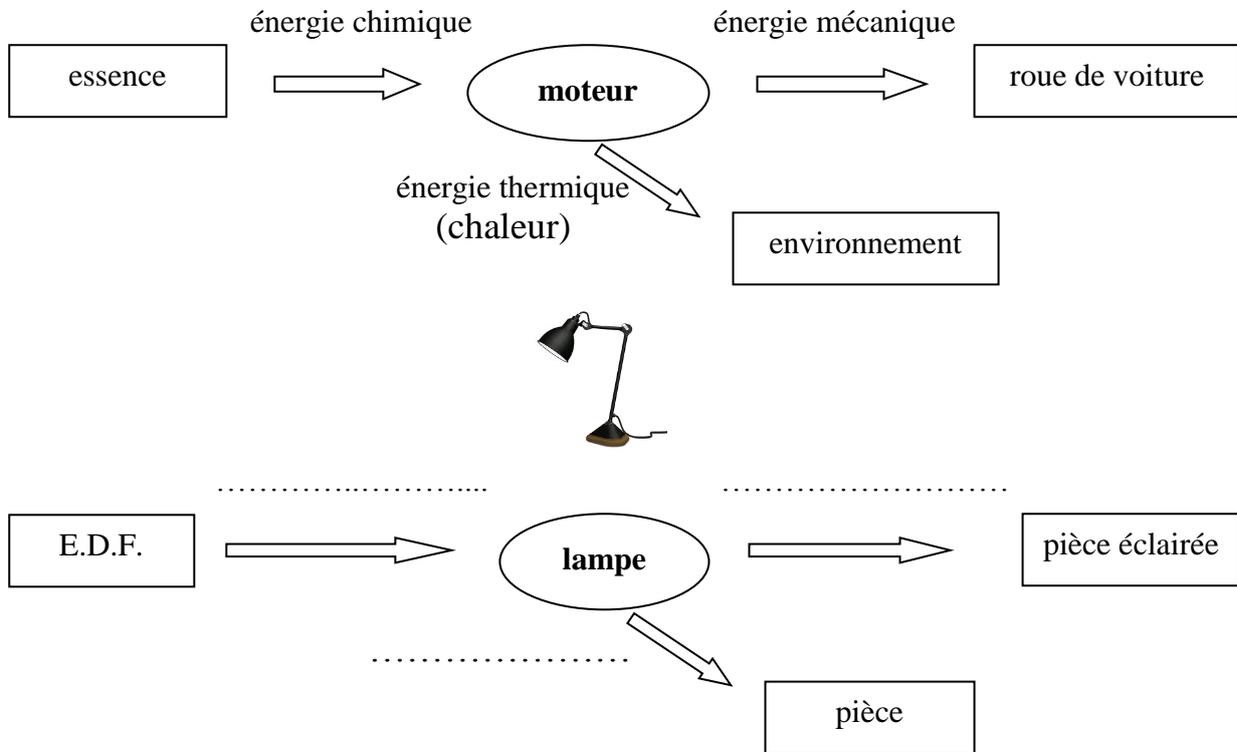


Voyons quelques exemples de transformation...

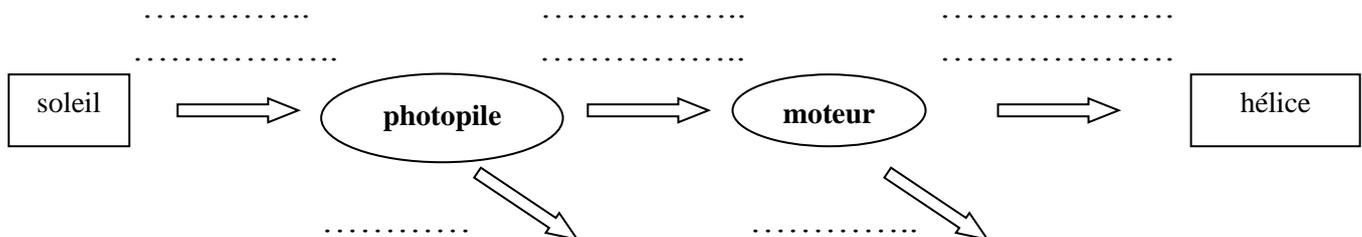
- énergie rayonnante  $\xrightarrow{\text{cellules photovoltaïques, panneaux solaires}}$  énergie électrique
- énergie électrique  $\xrightarrow{\text{moteur de robot}}$  énergie .....
- énergie nucléaire  $\xrightarrow{\text{centrale nucléaire}}$  énergie thermique



Pour représenter ces transformations d'énergie, on peut faire des schémas où les réservoirs d'énergie sont des rectangles et où les transferts sont assurés par des dispositifs dans des ovales :



**Exercice :** Complétez les textes manquants de la chaîne énergétique d'un ventilateur



## Efficacité du transfert d'énergie

Vous avez sans doute remarqué qu'il y a toujours une perte d'énergie pour chaque convertisseur... Par exemple, un moteur à essence perd une partie de l'énergie donnée par l'essence sous forme de chaleur (le moteur est brûlant !).

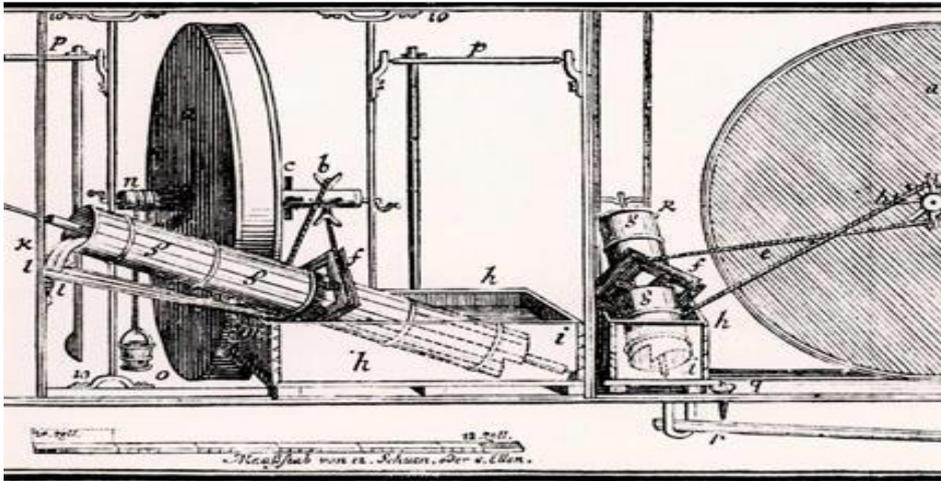
En fait, le moteur d'une voiture ne transforme au mieux que .....% de l'énergie chimique en énergie cinétique !

De même, la surface d'une ampoule à filament est brûlante...

Ce phénomène est général : toute transformation d'énergie se paye par une perte.

Ainsi, il est impossible de transformer 1000 Joules d'énergie électrique en 1000 J d'énergie mécanique. Si cela était possible, on pourrait fabriquer des appareils très bizarres qui permettraient d'observer un mouvement perpétuel...

De nombreux savants plus ou moins éclairés ont vainement tenté d'en fabriquer.



## IV Rendement

Nous venons de voir que la transformation d'énergie ne peut être parfaite.

Pour analyser l'efficacité d'une telle transformation, on calcule le rendement du convertisseur d'énergie.

Exemple : un moteur prend 1500 Joules à l'E.D.F., on dit que l'énergie consommée (ou fournie) est :  $E_c = 1500 \text{ J}$ .

On mesure ensuite l'énergie mécanique fournie pour soulever une poutre. On obtient alors l'énergie utile (celle que l'on voulait...). On note :  $E_u = 1200 \text{ J}$ .

Avec l'énergie consommée et l'énergie utile, on calcule le rendement du moteur :

le rendement est noté : 
$$\eta = \frac{E_{\text{utile}}}{E_{\text{fournie}}} \quad (\text{sans unité})$$

dans notre exemple : 
$$\eta = \frac{1200}{1500} = \dots\dots$$

Remarques :

(i) Si vous trouvez un rendement égal ou plus grand que 1, vérifiez votre résultat car vous venez de découvrir le mouvement perpétuel ou mieux !

Il est impossible d'obtenir un rendement égal à 1, il y a toujours de l'énergie perdue. D'ailleurs, on peut noter la relation entre les énergies fournies, utiles et perdues qui est :

$$E_{\text{fournie}} = E_{\text{utile}} + E_{\text{perdue}}$$

(ii) Pour calculer le rendement d'une chaîne énergétique, on divise l'énergie utile en fin de chaîne par l'énergie fournie en début de chaîne. On peut aussi multiplier les rendements de tous les convertisseurs présents dans la chaîne.

Complétons l'exercice du bas de la page 5 en calculant les rendements.

## V Puissance

Les échanges d'énergie et l'utilisation de l'énergie utile peut se faire rapidement (percer une plaque de métal avec un laser) ou bien très lentement (alimenter une montre à quartz).



Ainsi, on définit la notion de puissance en regardant : l'énergie utilisée et le temps de l'utilisation.

$$\text{Puissance} = \frac{\text{Energie}}{\text{Temps}}$$

L'unité est plus connue : le **Watt**

$$\text{La formule est : } P = \frac{E}{t}$$

E est en Joule t est en seconde

ex : on fournit 200 Joules en 50 secondes à un petit moteur.  $P = \frac{200}{50} = \dots\dots\dots \text{ W}$

Pour avoir quelques ordres de grandeurs, voici un petit tableau :



Appareils...	Puissance
Lampe	100 W
Aspirateur	1000 W = 1 kW
Voiture (Twingo)	44 kW
Grande éolienne	300 kW
Rame de métro	14 000 kW = 14 MW
Centrale nucléaire	900 MW