

# FORMES DE L'ÉNERGIE

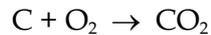
## Table des matières

1. Énergie chimique.....	2
2. Énergie de rayonnement.....	2
3. Énergie nucléaire.....	2
4. Énergie électrique :.....	2
5. Énergie mécanique.....	3
Travail en translation.....	3
Travail en rotation.....	3
Sous forme d'énergie cinétique :.....	4
Sous forme d'énergie potentielle:.....	5
6. Énergie thermique - chaleur.....	6
Nature de l'énergie thermique.....	6
Variations de l'énergie interne d'un système.....	6

## 1. ÉNERGIE CHIMIQUE

Elle est due aux forces de liaisons moléculaires du corps considéré. Elle peut être acquise ou libérée lors de réactions chimiques.

L'exemple type de réaction chimique permettant de libérer l'énergie chimique stockée est la combustion. Par exemple, celle du carbone dans le dioxygène :



(on peut noter aussi la combustion des gaz, butane, propane du Gasoil, essence)

L'autre exemple classique utilisant l'énergie chimique est la réaction d'oxydo réduction intervenant dans toutes les piles.

## 2. ÉNERGIE DE RAYONNEMENT

C'est l'énergie transportée par une onde électromagnétique comme la lumière ou les ondes radios.

L'essentiel de l'énergie que reçoit la Terre et qui permet le développement et le maintien de la vie a pour source le rayonnement solaire (environ 340 W/m<sup>2</sup>).

L'énergie de rayonnement ne peut être stockée, elle n'existe que si l'onde existe, c'est elle qui la transporte. Il s'agit d'une source d'énergie secondaire.

**Le soleil** est la principale source d'énergie de rayonnement sur la Terre .

Cette énergie peut être transformée :

- en énergie thermique dans des centrales solaires thermiques (le rayonnement est concentré par un ensemble de miroirs sur une chaudière) ou les capteurs solaires (absorption du rayonnement et conversion en énergie thermique transférée au fluide caloporteur).
- en énergie électrique dans des panneaux solaires (cellules photovoltaïques).

## 3. ÉNERGIE NUCLÉAIRE

Elle est due aux forces de liaisons entre les éléments du noyau de l'atome. La découverte de l'énergie nucléaire est une conséquence de la théorie de la relativité restreinte d'Einstein (1905). Einstein réalise une unification entre deux concepts auparavant considérés comme fortement éloignés l'un de l'autre : la masse et l'énergie. Il établit la formule de l'énergie au repos d'un corps de masse  $m$  :  $E_0 = m.c^2$  où  $c$  est la célérité de la lumière dans le vide ( $c = 3,00.10^8$  m/s).

## 4. ÉNERGIE ÉLECTRIQUE :

Elle est due aux déplacements ordonnés de porteurs de charges (généralement des électrons).

L'énergie électrique ne peut être stockée que dans les condensateurs ou les inductances, cependant, dans l'état actuel des connaissances, on ne peut la stocker en grande quantité.

Comme il est compliqué de stocker de l'énergie électrique, celle-ci est produite « en temps réel » en fonction de la demande. L'énergie électrique est donc une énergie secondaire : elle est créée par transformation d'une source d'énergie primaire.

L'avantage de l'énergie électrique est double. Elle est simple à transporter par l'intermédiaire de fils conducteurs (c'est le réseau électrique). Il existe une quantité d'appareils permettant de convertir l'énergie électrique sous une autre forme :

- Convertisseur d'énergie électrique en énergie mécanique : les moteurs électriques.

- Convertisseur d'énergie électrique en énergie thermique : radiateur électrique, fer à repasser, grille pain, four ...
- Convertisseur d'énergie électrique en énergie chimique : électrolyseur, accumulateur ...
- Convertisseur d'énergie électrique en rayonnement : lampes électriques, laser ...

## 5. ÉNERGIE MÉCANIQUE

### TRAVAIL EN TRANSLATION

	<p><b>Le travail</b> <math>W</math> est la variation de l'énergie d'un système, due à l'application d'une force <math>F</math>, agissant sur une distance <math>d</math> : <math>W = \vec{F} \cdot \vec{d}</math>          rq : <math>\vec{F}</math> et déplacement ont un angle <math>\theta</math> : <math>W = F \cdot d \cdot \cos \theta</math></p>
--	---

**Remarques :** toutes les forces ne travaillent pas. Si la force est orthogonale au déplacement, son travail est nul.

### TRAVAIL EN ROTATION

Dans le cas d'un couple s'exerçant sur une pièce en rotation.

	<p><b>Le travail</b> <math>W</math> de la force le long de la corde de longueur <math>l = d \cdot \theta</math> est : <math>W = F \cdot l</math>          Le couple exercé par la force est <math>T = F \cdot d</math> donc  <math>W = T \cdot l = T \cdot d \cdot \theta = T \cdot \theta</math></p>
--	---

Le travail permet de créer de l'énergie mécanique.

Cette énergie est liée au déplacement ou à la déformation d'un corps.

Les cours d'eau, le vent, les marées sont des sources d'énergie mécanique.

Une fois l'énergie mécanique acquise, elle peut être stockée de diverses manières :

**énergie cinétique ou énergie potentielle**

**SOUS FORME D'ÉNERGIE CINÉTIQUE :**

On sait que freiner un véhicule (c'est-à-dire diminuer sa vitesse) implique une dépense d'énergie : les freins s'échauffent lors du freinage. Si le freinage est trop brutal, la dépense d'énergie qui en résulte peut même occasionner des déformations irréversibles de la carrosserie.

Cette exemple montre que, lorsqu'un objet de masse  $m$  se déplace à une vitesse  $v$ , celui-ci à stocké de l'énergie mécanique. Cette énergie mécanique est restituée lors du freinage sous forme de chaleur et éventuellement de déformation du corps.

L'énergie stockée dépend de la masse (il est plus facile de freiner un papillon qu'un véhicule automobile !) et de la vitesse du corps.

Cette énergie se nomme « énergie cinétique », car elle est due au déplacement.

**Énergie cinétique de translation :**

Un corps de masse  $m$ , se déplaçant à la vitesse  $v$  stocke de l'énergie mécanique dites « cinétique ». Au maximum s'il perd totalement sa vitesse il transmettra cette énergie cinétique  $E_c$  qui s'exprime par la relation :

$$E_c = \frac{1}{2} m v^2 \quad \left\{ \begin{array}{l} E_c : \text{énergie cinétique en Joules} \\ m : \text{masse en kg} \\ v : \text{vitesse (en m} \cdot \text{s}^{-1}) \end{array} \right.$$

**Énergie cinétique de rotation ou angulaire :**

Un solide en rotation possède aussi une énergie cinétique. L'énergie cinétique dépend des répartitions des masses par rapport à l'axe de rotation (caractérisé par le moment d'inertie  $J$  en  $\text{kg} \cdot \text{m}^2$ ) et la vitesse de rotation angulaire ( $\Omega$  en  $\text{rad/s}$ )

$$E_c = \frac{1}{2} J \cdot \Omega^2 \quad \left\{ \begin{array}{l} E_c : \text{énergie cinétique en Joules} \\ J : \text{moment d'inertie en kg} \cdot \text{m}^2 \\ \Omega : \text{vitesse angulaire (en rad} \cdot \text{s}^{-1}) \end{array} \right.$$

Cette énergie cinétique peut-être stockée pour être réutilisée.

Par exemple : volant moteur des voitures, voitures à friction, volant inertiel de stockage de l'énergie

Solide	Figure	Moment d'inertie
Disque ou cylindre plein de rayon $R$		$J = \frac{1}{2} MR^2$
Boule pleine de rayon $R$		$J = \frac{2}{5} MR^2$

**SOUS FORME D'ÉNERGIE POTENTIELLE:**

**Energie potentielle de pesanteur :**

Lorsqu'un cycliste se trouve en haut d'une pente, il sait qu'il pourra descendre sans fournir d'effort. C'est parce qu'il a stocké de l'énergie mécanique. Cette énergie mécanique stockée a été préalablement acquise par travail lors de l'ascension de la pente. Cette énergie est d'autant plus importante que la masse est importante (il vaut mieux recevoir sur la tête une boule de papier qui tombe du premier étage qu'une boule de pétanque !) et que l'altitude est importante.

Un corps de masse  $m$ , située à une hauteur  $h$  stocke une énergie mécanique dite « potentielle de pesanteur ». Cette énergie potentielle de pesanteur  $E_p$  s'exprime par la relation :

$$E_p = m \cdot g \cdot h \begin{cases} E_p : \text{énergie potentielle en Joules} \\ m : \text{masse en kg} \\ h : \text{altitude perdue en m} \end{cases}$$

$E_p$  s'exprime en Joule (J) si  $m$  est exprimée en kilogramme (kg),  $g=9,81$  l'accélération de pesanteur terrestre en mètre par seconde carrée ( $m/s^2$ ) et  $h$  en mètre (m).

Comme il est possible de stocker de l'énergie mécanique, l'énergie mécanique est une énergie dite « primaire ».

**Energie potentielle élastique :**

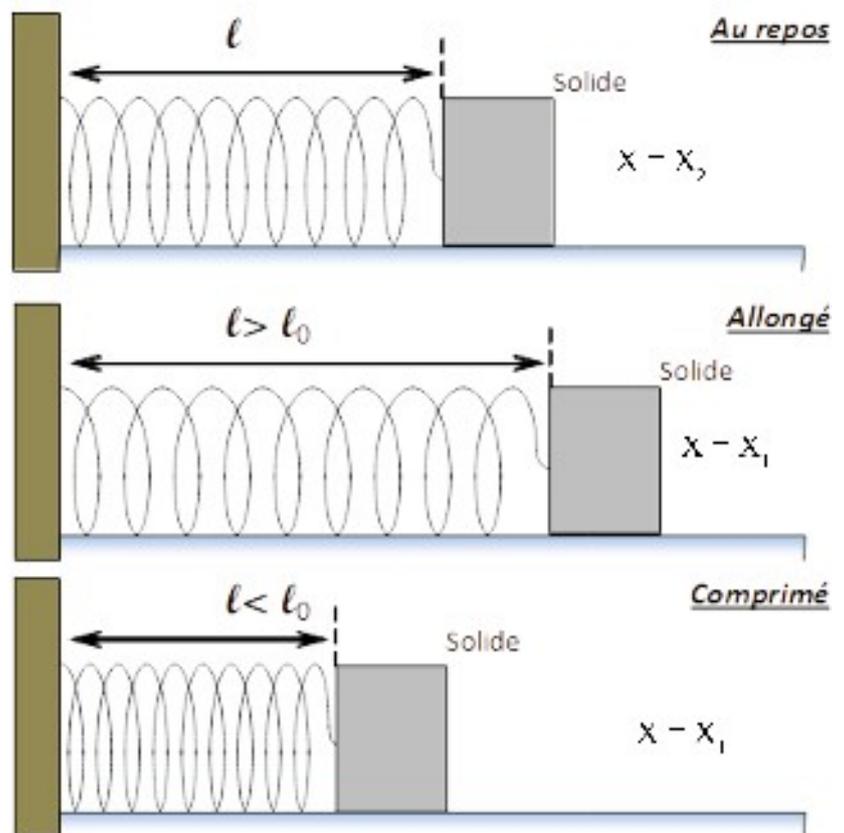
La contraction d'un ressort permet de stocker de l'énergie qui sera réutilisée.

Ex : jouets mécaniques, montres mécaniques, sectionneur

énergie d'un ressort :

$$W = \frac{1}{2} \cdot k \cdot (x_2^2 - x_1^2)$$

$k$  est la raideur,  
 $x_1$  et  $x_2$  sont les positions extrêmes et de repos du ressort



## 6. ÉNERGIE THERMIQUE – CHALEUR

### NATURE DE L'ÉNERGIE THERMIQUE

L'énergie thermique, appelée aussi chaleur est une conséquence macroscopique de l'agitation microscopique des molécules et atomes du corps considéré, appelée « agitation thermique » .

L'énergie interne est la somme des énergies cinétique et potentielle microscopiques, c'est l'énergie liée à sa structure interne microscopique, notée U.

L'agitation thermique augmente avec la température.

Tout corps stocke de l'énergie thermique : c'est l'énergie interne du corps. Il est impossible d'arrêter totalement cette agitation thermique pour une température du corps de  $0\text{ K} = -273,15\text{ °C}$ .

L'énergie thermique est une énergie dites « dégradée » car, s'il est possible de transformer entièrement le travail en chaleur, la thermodynamique montre qu'il est impossible de transformer la totalité de la chaleur en travail.

### VARIATIONS DE L'ÉNERGIE INTERNE D'UN SYSTÈME.

#### **1) Variation d'énergie produisant une élévation de température.**

Si la température d'un corps varie, on peut dire qu'il a échangé de l'énergie. Son énergie interne a varié.

La variation d'énergie interne d'une masse m dont la température varie d'une valeur initiale  $\theta_i$  à une valeur finale  $\theta_f$  est donnée par la relation suivante :

$$Q = \Delta U = m \cdot c \cdot (\theta_f - \theta_i)$$

$\Delta U$  en joule J

m en kilogramme kg

c capacité thermique massique  $\text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

$\theta_f$  et  $\theta_i$  températures en K ou °C

Remarque :

- La capacité thermique massique c d'une substance correspond au transfert thermique nécessaire pour faire varier de  $1\text{ °C}$  une masse de 1 kg de substance.

#### **2) Transfert d'énergie produisant un changement d'état :**

Un corps qui change d'état échange de l'énergie thermique ou chaleur avec le milieu extérieur.

La variation d'énergie par changement d'état d'une masse m de corps pur sous une pression P et à la température T (température de changement d'état) est donnée par la relation suivante :

$$Q = \Delta U = m \cdot L$$