

# ENERGIE

## I- Généralité :

Elle est généralement définie comme une **grandeur** capable de fournir un certain **travail**.

Souvent, lorsque l'on parle d'énergie (**thermique, nucléaire, etc.**) ou de sources d'énergie (**gaz, pétrole, etc.**), on se réfère aux substances capables de libérer une certaine quantité d'énergie permettant d'effectuer un certain travail.

Du point de vue strictement **mécanique**, l'énergie se présente sous deux formes diverses. Chaque corps en mouvement est caractérisé par une quantité d'**énergie cinétique**, égale à la moitié du produit de sa **masse** par le carré de sa **vitesse**.

Par ailleurs, un corps plongé dans un champ de **forces**, comme un corps situé à une certaine hauteur par rapport au sol, possède une **énergie potentielle**, proportionnelle au produit de sa masse par sa hauteur. En tombant vers le bas, le corps acquiert de la vitesse, et donc de l'énergie cinétique, à mesure que son énergie potentielle diminue. Voilà le premier aspect du principe de **conservation de l'énergie** affirmant qu'il n'est pas possible de créer (ou de faire disparaître) de l'énergie, mais seulement de la transformer. Plus généralement, l'énergie se présente sous d'innombrables aspects pouvant passer d'une forme à une autre. On parle ainsi d'énergie **mécanique, thermique, électrique, nucléaire, etc.**, en privilégiant l'aspect extérieur du phénomène.

## II- Les sources d'énergie :

Les sources d'énergie dans l'univers sont potentiellement contenues aussi bien dans la matière, qui peut se transformer en énergie selon la **relation  $E = mc^2$** , que dans le rayonnement.

Du point de vue pratique, on donne le nom de sources d'énergie à celles qui permettent d'utiliser l'énergie de façon directe (mais il faut savoir qu'elles ne sont en réalité que des réserves d'énergie), soit par **combustion (charbon, gaz, etc.)**, soit par **réaction nucléaire (uranium, etc.)**.

Un cas intéressant est celui de l'énergie électrique, pratiquement inutilisable dans ses manifestations naturelles, mais qui peut être produite en grande quantité à partir d'autres sources. De nos jours, la technologie a fait de l'électricité la forme d'énergie la plus facilement distribuée.

### III- Energie mécanique :

Le concept d'énergie peut être introduit de façon purement formelle ; on peut, par exemple, mettre en évidence, dans un système mécanique, une quantité qui reste constante au cours du temps et qui est entièrement reliée à la capacité qu'a le système de fournir du travail.

On considère un point matériel dont la position est décrite par une unique coordonnée :

$\mathbf{x} = \mathbf{x}(\mathbf{t})$ , plongé dans un champ de force  $\mathbf{F}$ , également dépendant de la position  $\mathbf{x}$ , et doté d'un potentiel  $\mathbf{U}(\mathbf{x})$  par la relation  $\mathbf{F} = -d\mathbf{U}/d\mathbf{x}$ . En écrivant la relation fondamentale de la dynamique ( $\mathbf{F} = m\mathbf{a}$ ) on a :

$$m \frac{d^2x}{dt^2} = - \frac{dU(x)}{dx}$$

De là, en multipliant les deux membres par la vitesse ( $\mathbf{v} = d\mathbf{x}/d\mathbf{t}$ ), on obtient une relation pouvant se mettre sous la forme :

$$\frac{d}{dt} \left[ \frac{m}{2} \left( \frac{dx}{dt} \right)^2 + U(x) \right] = 0$$

Qui met en évidence l'existence d'un **invariant** que l'on identifie avec l'énergie mécanique du système. Le premier terme ( $m^2/2$ ) dépend uniquement de la vitesse du point : c'est l'énergie cinétique ; le second ne dépend que de la position : c'est l'énergie potentielle.

La constance de leur somme constitue le principe de conservation de l'énergie, un des principes fondamentaux de la physique classique. Ce principe n'est valable que si les forces agissant sur le système sont conservatives, c'est-à-dire dérivent d'un potentiel.

Dans le cas de forces non conservatives (**forces dissipatives**), le principe peut être étendu en tenant compte de la chaleur libérée par les phénomènes de frottement.

Le principe de conservation s'étend alors en considérant que : **énergie mécanique + énergie thermique = constante (premier principe de la thermodynamique)**.

La plupart des manifestations communes de l'énergie peuvent être ramenées à de l'énergie cinétique ou de l'énergie potentielle. Ainsi, la **chaleur** s'interprète comme l'énergie cinétique des **molécules**, communément appelée énergie d'agitation thermique.

L'énergie libérée lors des réactions chimiques, ainsi que l'énergie de liaison des atomes au sein des molécules sont des manifestations de l'énergie potentielle. L'**énergie électrostatique** emmagasinée dans les **condensateurs** est également une forme d'énergie potentielle.

#### IV- Energie et fonction d'état :

Une définition plus précise de l'énergie peut être formulée à partir de considérations à caractère mathématique : l'énergie apparaît alors comme une grandeur caractéristique de chaque **système**. Un système physique peut être décrit à l'aide de certaines quantités appelées **observables**, qui établissent une correspondance **biunivoque** entre les **états** du système et ses **variables** caractéristiques.

Quand le système évolue au cours du **temps t**, les **observables xi** varient en conséquence, de sorte que  $\mathbf{x}_i = \mathbf{x}_i(\mathbf{t})$ .

Ces fonctions sont les fonctions d'état du système ; si le système est isolé, on démontre qu'il existe une fonction des observables constante dans le temps :

$\mathbf{E} = \mathbf{f}(\mathbf{x}_i(\mathbf{t})) = \text{constante}$ . Ce type d'égalité est appelé **équation d'état**. La grandeur **E** est définie comme étant l'énergie du système.

#### V- Energie et économie :

Dans l'histoire de l'humanité, les premières sources d'énergie furent d'**origine végétale (le bois)** et d'**origine animale (cheval, bœuf)** ; puis vinrent les énergies **hydraulique** et **éolienne**. Ces sources ont été supplantées par d'autres **sources primaires** et, aujourd'hui, plus de **95%** de l'énergie mondiale sont fournis par des **combustibles fossiles (charbon, pétrole, gaz naturel)**, les **hydrocarbures (pétrole, gaz naturel)** couvrant plus des **2/3** du total.

Mais cette situation est relativement récente, puis qu'**en 1950** le charbon représentait **59,6%** de la consommation d'énergie, le pétrole **27,9%** et le gaz naturel **8,4%**.

**En 1979**, l'augmentation brutale du prix du pétrole brut a bloqué la croissance de la consommation d'énergie tout en favorisant l'intérêt pour les sources dites **alternatives**.

Cependant, cette crise n'a pas annoncé la fin de l'ère du pétrole, les énergies alternatives n'ayant pu atteindre un développement technologique suffisant. La crise a essentiellement provoqué une diminution drastique de la consommation et une certaine revalorisation du charbon.

**Combustibles fossiles.** Il existe deux moyens d'obtenir du carbone combustible pratiquement exempt d'impuretés (en particulier du soufre) et facilement transportable : la **gazéification** du carbone, qui permet d'obtenir du gaz naturel, et la **liquéfaction**, grâce laquelle on obtient des **hydrocarbures** liquides semblables à certains dérivés du pétrole.

Il existe déjà de multiples solutions pour la réalisation de ces deux procédés, le problème demeurant celui d'une industrialisation à des coûts acceptables.

**Energie nucléaire.** Cette forme d'énergie est obtenue aujourd'hui uniquement par **fission nucléaire** dans des réacteurs spécialement prévus à cet effet.

**Energies mineures.** Le terme regroupe l'énergie **solaire**, l'énergie **géothermique**, l'énergie obtenue par **traitement des déchets**.

De moindre importance, mais néanmoins non négligeable, sont les énergies obtenues par utilisation du **vent (énergie éolienne)**, des **marées (énergie marémotrice)** et du **gradient thermique** des océans (**énergie géothermique**).