



# SYSTÈME THERMODYNAMIQUE ET ÉNERGIE INTERNE

## Essentiel du Cours

### 1) Description d'un système thermodynamique

Un **gaz parfait** est un gaz dont les particules peuvent être traitées comme des points matériels sans interaction entre eux.

$$\rho = \frac{m}{V}$$

- ❖  $\rho$  la masse volumique en  $kg \cdot m^{-3}$ .
- ❖  $m$  la masse en  $kg$ .
- ❖  $V$  le volume en  $m^{-3}$ .

La **température thermodynamique T** est une grandeur macroscopique liée à l'état d'agitation des particules, et donc à leur vitesse moyenne, à l'échelle microscopique. Elle est liée à la vitesse des particules et donc à l'énergie cinétique microscopique.

En thermodynamique, on utilisera le kelvin comme unité de température.

Soit  $T$  la température en kelvin ( $K$ ) et  $\theta$  la température en degré Celsius ( $^{\circ}C$ ), on a alors :

$$T = \theta + 273,15$$

La **pression** est une grandeur (macroscopique) définie par une force qui agit sur une surface donnée. Ici, la pression est liée au nombre de chocs des particules sur la surface d'une paroi, à l'échelle microscopique.

$$P = \frac{F}{S}$$

- ❖  $P$  la pression en  $Pa$ .
- ❖  $F$  la force en  $N$ .
- ❖  $S$  la surface en  $m^2$ .





La loi de Boyle-Mariotte :

À température constante, le volume  $V$  occupé par un gaz parfait est inversement proportionnel à sa pression  $P$ .

On déduit qu'à température constante, le produit  $P \times V$  est constant.

$$P_A \times V_A = P_B \times V_B$$

Équation d'état du gaz parfait :

$$PV = nRT$$

- ❖  $P$  la pression en  $Pa$ .
- ❖  $V$  le volume en  $m^{-3}$ .
- ❖  $n$  la quantité de matière en  $mol$ .
- ❖  $T$  la température en  $K$ .
- ❖  $R$  la constante des gaz parfait,  $R = 8,314 J \cdot K^{-1} \cdot mol^{-1}$ .

2) Variation de l'énergie interne d'un système

ÉNERGIE MÉCANIQUE

$$E_m = E_{c,macro} + E_{p,macro}$$

$$E_{c,macro} = \frac{1}{2}mv^2$$

$$E_{p,macro} = mgz$$

- ❖  $E_m$  l'énergie mécanique en  $J$ .
- ❖  $E_{c,macro}$  l'énergie cinétique macroscopique en  $J$ .
- ❖  $E_{p,macro}$  l'énergie potentiel macroscopique en  $J$ .
- ❖  $m$  la masse en  $kg$ .
- ❖  $v$  la vitesse en  $m \cdot s^{-1}$ .
- ❖  $g$  l'intensité de pesanteur  $g = 9,81 N \cdot kg^{-1}$ .
- ❖  $z$  la hauteur en  $m$ .

Prenons un système au repos et dans un récipient fermé (sans interaction avec son environnement), sa vitesse est nulle, donc son énergie cinétique macroscopique est nulle. De plus, il ne subit aucune interaction avec son environnement, donc son énergie potentiel macroscopique est nulle. On conclut alors que son énergie mécanique est nulle.

$$E_m = E_{c,macro} + E_{p,macro} = 0$$





### ÉNERGIE INTERNE

D'un point de vue microscopique, nous pouvons interpréter la température comme une mesure de l'énergie cinétique d'une particule  $i$ .

$$E_c = \frac{1}{2} m_i v_i^2$$

- ❖  $E_c$  l'énergie cinétique en  $J$ .
- ❖  $m_i$  la masse en  $kg$ .
- ❖  $v_i$  la vitesse en  $m \cdot s^{-1}$ .

L'énergie cinétique de nature microscopique est la somme des énergies cinétique de chaque particule du système.

$$E_{c,micro} = \sum_i \frac{1}{2} m_i v_i^2 = \sum_i E_c$$

L'énergie potentielle d'interaction est l'énergie liée à l'interaction des particules du système entre-elles. Elle est importante dans les systèmes dits incompressibles (liquides et solides), due à la proximité des particules entre elles, et relativement faible dans les gaz.

L'énergie interne d'un système est la somme de l'énergie cinétique microscopique et de l'énergie potentielle d'interaction de ce système. L'unité est toujours le joule.

$$U = E_{c,micro} + E_{p,micro}$$

### ÉNERGIE TOTALE

L'énergie totale d'un système est la somme de l'énergie mécanique et de l'énergie interne.

$$E = U + E_m$$

### VARIATION D'ÉNERGIE

$$\Delta E = E_{final} - E_{initial}$$

$$\Delta E = \Delta U + \Delta E_m$$

En thermodynamique, on ne considère que des systèmes où l'énergie mécanique est nulle ou constante. Dans ce cas, on obtient alors :

$$\Delta E = \Delta U$$





La **compressibilité** quantifie l'aptitude d'un corps à se comprimer sous l'effet de la pression.

- ❖ En thermodynamique, les phases condensées (liquides et solides) sont considérées comme incompressibles et indilatables.
- ❖ Les fluides incompressibles ne peuvent pas diminuer de volume pour une même quantité de matière, leur masse volumique est constante.

#### Variation d'énergie interne $\Delta U$ d'un système incompressible

$$\Delta U = mc_m \Delta T$$

- ❖  $\Delta U$  la variation d'énergie interne du système en  $J$ .
- ❖  $m$  la masse en  $kg$ .
- ❖  $c_m$  la capacité thermique massique en  $J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$ .
- ❖  $\Delta T$  la variation de température en  $K$ .

Pour plus d'exercices, n'hésitez pas à visiter mon site.

[poppy-sciences.com](http://poppy-sciences.com)

“

Aucune reproduction, même partielle, autres que celles prévues à l'article L 122-5 du code de la propriété intellectuelle, ne peut être faite de ce support sans l'autorisation expresse de l'auteur.

© 2022 Poppy & Sciences : Mélanie Demars

”

