

# Activité L'énergie interne

## Une énergie au cœur de la matière

### Étude de document

#### Comprendre l'énergie interne

Pour étudier les transferts d'énergie dans la matière, il convient de définir précisément le système étudié. Il contient un très grand nombre d'entités microscopiques ou particules et est séparé du milieu extérieur par une frontière (Fig. 1).

En plus des énergies macroscopiques cinétique  $E_{c,macro}$  et potentielle de pesanteur  $E_{pp,macro}$ , un système possède une énergie interne  $U$ . L'énergie interne  $U$  acquise à l'intérieur d'un système, stockée par ses entités microscopiques, est la somme de deux termes :

$$U = \Sigma E_{c,micro} + \Sigma U_p$$

Le premier terme  $\Sigma E_{c,micro}$  est appelée énergie d'agitation microscopique ou énergie cinétique microscopique ; elle dépend de la vitesse des entités. Elle est liée à la température du système. Contrairement à l'énergie cinétique macroscopique, cette énergie résulte d'un mouvement désordonné des entités qui constituent le système (Fig. 2).

Le second terme  $\Sigma U_p$  est l'énergie potentielle d'interaction du système, qui lie entre elles les différentes entités. Chaque contribution  $U_p$  prend une forme différente selon la nature des interactions entre les entités, mais ne dépend que de la distance  $d$  entre ces entités (Fig. 3 et 4).

L'énergie interne  $U$  d'un système résulte donc de contributions microscopiques variées et difficiles à dénombrer. Pour étudier un système constitué d'un nombre important de particules, les physiciens ont recours à une approche statistique et raisonnent en valeurs moyennes.

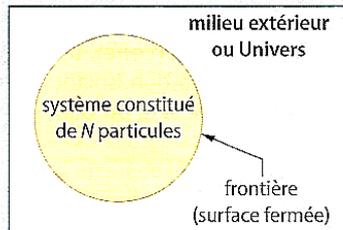


Fig. 1 Description d'un système.

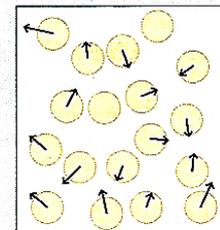


Fig. 2 Mouvement désordonné des particules d'un système.

État du système	Énergie cinétique microscopique $\Sigma E_{c,micro}$	Énergie potentielle interne $\Sigma U_p$
Solide	négligeable	importante
Liquide	assez importante	importante
Gaz	importante	négligeable

Fig. 3 Contributions de  $\Sigma E_{c,micro}$  et  $\Sigma U_p$  à l'énergie interne  $U$  selon l'état physique du corps.

Particules	Type d'interaction	Expression de l'intensité de $U_p$
Deux atomes	Van der Waals	$A/d^6 + C/d^{12}$ (A et C constantes)
Charges $q_1$ et $q_2$	électrostatique	$k \cdot q_1 \cdot q_2 / d$
Masses $m_1$ et $m_2$	gravitationnelle	$G \cdot m_1 \cdot m_2 / d$

Fig. 4 Exemples d'énergies potentielles d'interaction  $U_p$  entre deux particules séparées d'une distance  $d$ .

### Pistes de réflexion

#### Énergie cinétique microscopique

- À quelle grandeur macroscopique est liée l'énergie cinétique microscopique ?
- Comment expliquer l'existence de cette énergie cinétique microscopique ?
- a. Comment évolue l'énergie cinétique microscopique avec l'état physique d'un système ?  
b. Comment peut s'expliquer cette évolution ?

#### Énergie potentielle d'interaction

- a. Comment évolue l'intensité de l'énergie potentielle d'interaction avec l'éloignement des particules dans un système ?  
b. Comment expliquer la faible contribution de l'énergie potentielle d'interaction à l'état gazeux ?

- a. Déterminer l'ordre de grandeur des différents types d'interactions possibles de la figure 4 pour deux protons  $H^+$  éloignés de 1,0 nm.

Données. Charge d'un ion  $H^+$  :  $q(H^+) = 1,6 \times 10^{-19} C$  ; masse d'un ion  $H^+$  :  $m(H^+) = 1,67 \times 10^{-27} kg$  ; constante de Coulomb :  $k = 9 \times 10^9 USI$  ; constante de gravitation universelle :  $G = 6,67 \times 10^{-11} USI$ .

- b. Quelle interaction est négligeable à l'échelle microscopique ?

#### Approche statistique

- Justifier l'approche statistique pour l'étude de l'énergie interne.

#### Pour conclure

- Par une description microscopique, indiquer comment un système peut stocker de l'énergie macroscopique sans changer de position ni mouvement.