

**Ch.14. Résumé.****TRANSFERTS MACROSCOPIQUES D'ENERGIE****I. L'ENERGIE INTERNE :****1. DU MICROSCOPIQUE AU MACROSCOPIQUE**

Le nombre d'Avogadro est le nombre d'entité que contient une mole, et représente donc le lien entre l'échelle microscopique et l'échelle macroscopique. Sa valeur est fixée à  $N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ .  
Exemple : 18 g (1 mol d'eau) d'eau contient  $N_A = 6,02 \times 10^{23}$  molécules d'eau donc 1 g d'eau contient  $N = 3,34 \times 10^{22}$  molécules !!

**2. L'ENERGIE INTERNE D'UN SYSTEME :**

- Un système est un ensemble macroscopique d'entités microscopiques. Il peut y avoir des échanges d'énergie avec le milieu extérieur.
- On définit l'énergie interne U du système comme la somme de toutes les énergies cinétiques  $E_c$  (microscopique) et potentielles  $E_p$  (microscopique) (principalement d'origine électrique) de tous les atomes le composant :  **$U = E_c$  (microscopique) +  $E_p$  (microscopique)** Unité : Joule (J)

**3. L'ENERGIE TOTALE D'UN SYSTEME :**

- Si le système est macroscopiquement en mouvement et possède une énergie cinétique macroscopique  $E_c$  et/ou des énergies potentielles  $E_p$ , alors l'énergie totale du système s'écrit :  **$E_{\text{totale}} = E_c$  (macroscopique) +  $E_p$  (macroscopique) + U (microscopique)** =  $E_m$  (mécanique macroscopique) + U (microscopique).

**4. BILAN D'ENERGIE :**

- Au cours d'une transformation susceptible de faire varier l'énergie du système étudié, on effectue un **bilan d'énergie** qui indique l'énergie gagnée et l'énergie perdue par le système.

- La modification de l'énergie totale d'un système peut se faire soit sous forme de travail d'une force extérieure W, soit sous forme de transfert thermique Q avec l'extérieur :

$$\Delta E_{\text{totale}} = W + Q$$

- $W$  et  $Q > 0$  J si l'énergie est reçue par le système ( $E_{\text{totale}}$  augmente)
- $W$  et  $Q < 0$  J si l'énergie est perdue par le système ( $E_{\text{totale}}$  diminue).
- $W = 0$  J si le système ne change pas de volume (solide ou liquide)

- Si l'énergie macroscopique du système est constante ( $\Delta E_c = 0$  J et  $\Delta E_p = 0$  J), alors cette expression devient :  **$\Delta U = W + Q$ .**

**5. CAPACITE THERMIQUE C et CAPACITE THERMIQUE MASSIQUE c :**

Si le système ne change pas de volume (phases condensées, principalement liquides ou solide), alors :

$$\Delta U = m \cdot c \cdot \Delta T = m \cdot c \cdot (T_f - T_i)$$

$$\Delta U = C \cdot \Delta T$$

$\Delta U$  la variation de l'énergie interne en J  
 $\Delta T$  la variation de température en K ou en °C

c : la capacité thermique massique c qui dépend du corps considéré avec  $c = C / m$  en  $\text{J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$  ou en  $\text{J} \cdot \text{°C}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$   
C : la capacité thermique du système en  $\text{J} \cdot \text{K}^{-1}$ .

**II. TRANSFERTS THERMIQUES****1. LA TEMPERATURE AU NIVEAU MICROSCOPIQUE :**

Les atomes et molécules de la matière sont en perpétuel mouvement : plus l'agitation est grande et plus la température est élevée, on parle d'agitation thermique.

**2. LES TROIS MODES DE TRANSFERT THERMIQUE :**

Le transfert thermique Q entre le système et l'extérieur peut avoir lieu de trois manières différentes :

- **Par conduction** : propagation de l'agitation des molécules (énergie cinétique) de proche en proche, de la zone chaude vers la zone froide, sans déplacement macroscopique de matière (surtout dans les solides) .

- **Par convection** : l'énergie est transportée par des mouvements de matière au sein d'un fluide : déplacement macroscopique de matière.

- **Par rayonnement** : l'énergie est transportée par les ondes électromagnétiques.

- Les transferts thermiques sont par nature **irréversibles** : ils se font dans un sens privilégié, du **corps chaud vers le corps froid**.

**III. LA CONDUCTION THERMIQUE AU NIVEAU MACROSCOPIQUE :**

- Le flux thermique traduit la vitesse du transfert thermique :

$$\varphi = \frac{Q}{\Delta t}$$

$\varphi$  : flux thermique en Watts (W) ou puissance thermique.  
Q : transfert thermique en Joule (J)  
 $\Delta t$  : durée du transfert en secondes (s).

- Dans le cas d'un objet à faces parallèles, le flux thermique est donné par la relation :

$$\varphi = \frac{\Delta T}{R_{th}}$$

$\varphi$  : flux thermique en Watts (W) ou puissance thermique.  
 $\Delta T$  : différence de température entre les deux faces en Kelvin (K) ou en °C  
 $R_{th}$  : résistance thermique de la paroi en  $\text{K} \cdot \text{W}^{-1}$  ou  $\text{°C} \cdot \text{W}^{-1}$ .

- La résistance thermique est la grandeur qui caractérise la résistance de la paroi au passage du flux thermique lorsqu'on lui applique une différence de température.
- Elle dépend de la nature du matériau et de la géométrie (en particulier l'épaisseur) de la paroi.  
Lorsque plusieurs parois sont accolées, la résistance thermique totale est égale à la somme des résistances thermiques de chaque paroi. On peut écrire • Un bon isolant présente une résistance thermique importante.