

# Energie thermique – Transfert thermique

## II – Différents types de transferts thermiques

### 1-1- Définition

Lorsque deux corps à des températures différentes sont mis en contact, on constate que la température du corps chaud diminue, tandis que celle du corps froid augmente. L'énergie interne du corps chaud décroît, celle du corps froid croît. Il y a un transfert d'énergie entre les deux corps : c'est le transfert thermique noté  $Q$  en Joule (J).

### 1-2- sens du transfert thermique

Lorsque deux systèmes à des températures différentes sont directement en contact ou reliés par un conducteur thermique, le transfert thermique s'effectue spontanément du système dont la température est la plus élevée vers le système dont la température est la plus basse.

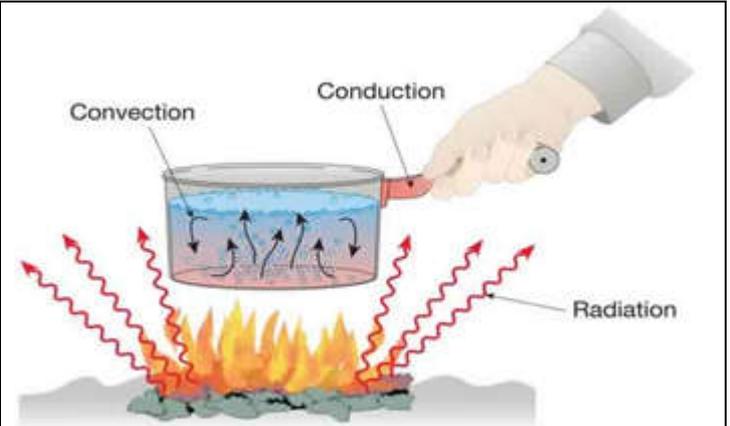
Un système peut échanger de l'énergie avec l'extérieur par transfert thermique. L'énergie transférée est la chaleur échangée par le système avec l'extérieur. C'est une grandeur algébrique. Elle est notée  $Q$  et est exprimée en joule.

- Si le transfert thermique s'effectue de l'extérieur vers le système, la température du système est inférieure à celle de l'extérieur alors le système reçoit de l'énergie par transfert thermique alors  $Q > 0$  et  $\Delta U > 0$ .
- Si le transfert thermique s'effectue du système vers l'extérieur, la température du système est supérieure à celle de l'extérieur alors le système cède de l'énergie par transfert thermique alors  $Q < 0$  et  $\Delta U < 0$ .
- Lorsque l'extérieur et le système sont à l'équilibre thermique, leurs températures sont égales :  $Q = 0$

### 1-3- Modes de transfert thermique

Il s'effectue toujours du corps le plus chaud vers le corps le plus froid, jusqu'à atteindre l'équilibre thermique.

Ce transfert peut se faire par :

<p>* <b>conduction</b> : la conduction est un mode de transfert thermique qui s'effectue sans transport de matière</p>	
<p>* <b>convection</b> : déplacement sous forme de courant (air chaud : il s'élève au-dessus de la source chaude). La convection est un mode de transfert qui s'effectue avec transport de matière.</p>	
<p>* <b>rayonnement</b> : ex : les ondes électromagnétiques émises par le soleil chauffent la Terre. Ce transfert d'énergie s'appelle rayonnement</p>	

### 1-4-effet de transfert thermique

Lorsque on chauffe une quantité de l'eau à température ambiante (état liquide), sa température augmente puis lorsqu'on atteint  $100^{\circ}\text{C}$ , il y a un changement d'état.

Alors le transfert thermique peut entraîner l'augmentation de la température de l'eau ou changer son état physique

## 2 -Transfert thermique et énergie thermique

### 2-1- Transfert par chaleur produisant une élévation de température.

#### 1-1-1-Energie thermique – quantité de chaleur

Au cours du transfert thermique l'expression de la variation de l'énergie interne d'un système sans changement d'état est donnée par la relation :  $\Delta U = Q = m \cdot C \cdot (\theta_f - \theta_i)$

avec  $Q$  en J (Joule) ;  $m$  : masse en kg ;  $C$  : capacité thermique massique en  $\text{J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot^{\circ}\text{C}^{-1}$  ;

$\theta_f$  et  $\theta_i$  : températures finale et initiale en degré Celsius ( $^{\circ}\text{C}$ )

#### 1-1-2-La capacité thermique massique

La capacité thermique massique (chaleur massique)  $C$  : c'est la quantité de chaleur nécessaire pour faire varier de  $1^{\circ}\text{C}$  ou  $1^{\circ}\text{K}$ , une unité de masse de 1 kg d'un liquide, d'un gaz ou d'un solide ; « Plus  $C$  est petit, plus il chauffera vite. »  $C$  s'exprime en  $\text{J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot^{\circ}\text{C}^{-1}$  (ou  $\text{J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ )

La capacité thermique  $\mu$  d'un corps de masse  $m$  est la quantité de chaleur (énergie thermique) qu'il faut lui fournir pour augmenter sa température de  $1^{\circ}\text{C}$  ou ( $1^{\circ}\text{K}$ ). avec  $\mu = m \cdot C$  s'exprime en  $\text{J}\cdot^{\circ}\text{C}^{-1}$  (ou  $\text{J}\cdot\text{K}^{-1}$ )

## Exemple

Corps état physique	Etat physique	C (J.kg <sup>-1</sup> .K <sup>-1</sup> )
diazote	gaz	1040
éthanol	liquide	2460
zinc	solide	417
eau	gaz	1850
eau	liquide	4186
eau	solide	2060

### 1-1-3-Equilibre thermique

Transfert thermique et température : de la chaleur sensible

Lorsque deux corps de températures différentes sont mis en contact, le corps le plus froid reçoit de l'énergie du corps le plus chaud par transfert thermique. Le transfert cesse lorsque les deux corps sont à la même température : on parle alors d'équilibre thermique.  $\Delta U=Q=0$

#### Exemple

Prenons deux objets A et B qui échangent de l'énergie sous forme de transfert thermique : ils sont en contact et ont des températures différentes.

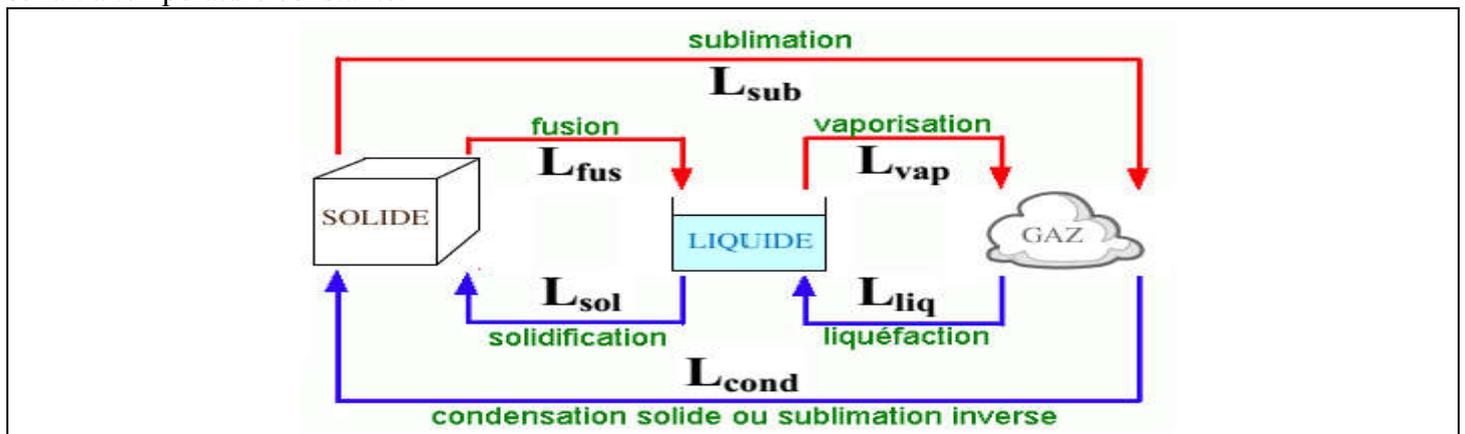
la température du corps le plus chaud A diminue de  $\theta_A$  à  $\theta_{\text{eq}}$  : le corps chaud cède l'énergie thermique  $Q_A < 0$   
la température du corps B le plus froid augmente de  $\theta_B$  à  $\theta_{\text{eq}}$  : le corps froid reçoit l'énergie thermique  $Q_B > 0$

$$Q_B + Q_A = 0$$
$$m_B \cdot C_B \cdot (\theta_{\text{eq}} - \theta_B) - m_A \cdot C_A \cdot (\theta_{\text{eq}} - \theta_A) = 0$$

### 2-2- Transfert d'énergie produisant un changement d'état.

#### 2-2-1- Les différents changements d'état

Définition : Un changement d'état physique correspond au passage d'un état physique à un autre état physique. Il se fait à température constante.



#### 2-2-2- L'énergie thermique de changement d'état : chaleur latente

- L'énergie thermique de changement d'état (ou chaleur latente), notée  $L$ , est l'énergie qu'il faut fournir à 1 kg d'un corps pur (liquide, solide ou gaz), à sa température de changement d'état, pour qu'il change d'état.

##### Exemple :

chaleur latente de fusion de l'eau glace :  $L_{\text{fus}} = 334 \cdot 10^3 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$

chaleur latente de vaporisation de l'eau liquide :  $L_{\text{vap}} = 2,26 \cdot 10^6 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$

Lors de son changement d'état, la masse  $m$  d'un corps pur échange avec l'extérieur l'énergie :  $Q = m \cdot L_{\text{chang}}$

$Q$  : énergie échangée en joule (J)

$m$  : masse du corps en kilogramme (kg)

$L$  : chaleur latente de changement d'état en joule par kilogramme ( $\text{J} \cdot \text{kg}^{-1}$ )

- Pour observer un changement d'état vers une phase moins ordonnée (fusion, vaporisation), le système doit gagner de l'énergie,  $Q$  est positive, donc  $L$  aussi. La transformation est dite **endothermique**.

Pour observer un changement d'état vers une phase plus ordonnée (solidification, condensation), le système doit perdre de l'énergie,  $Q$  est négative, donc  $L$  aussi. La transformation est dite **exothermique**.

**Remarque :**  $L_{\text{sol}} = -L_{\text{fus}}$  ;  $L_{\text{cond}} = -L_{\text{vap}}$  ;  $L_{\text{liq}} = -L_{\text{vap}}$