

URL source du document
[Physique et chimie au lycée](#)

Document

TRANSFERTS THERMIQUES : QUANTITES DE CHALEUR

Cette leçon comporte quatre paragraphes.

1- RETOUR SUR LA NOTION DE TEMPERATURE

Le sens du toucher permet de classer les corps suivant leur température. Mais ce simple repérage est imprécis et ne permet pas de classer les corps très chauds ou très froids. Les physiciens ont d'abord simplement appris à **repérer** la température avec des thermomètres faisant intervenir la variation d'une grandeur avec la température (par exemple la dilatation d'un liquide) puis grâce aux progrès de la thermodynamique ils ont réussi à faire de la température une **grandeur mesurable**.

En France, on repère la température t en degré Celsius et on la mesure (T) avec l'unité internationale : le Kelvin.

En classe de seconde, on a écrit :

$$T = t + 273,15$$

unités : T en K (Kelvin), t en °C (degré Celsius)

2- TRANSFERT THERMIQUE PAR CONDUCTION OU CONVECTION

On a vu que l'on pouvait élever la température d'un corps ou le faire changer d'état en lui apportant de l'énergie par travail mécanique.

On peut aussi élever la température d'un corps ou le faire changer d'état par d'autre moyen, par exemple en le mettant en contact ou au voisinage d'un corps de température plus élevée. On définit ainsi un deuxième mode de transfert d'énergie : le transfert thermique, déjà abordé dans la leçon précédente.

A l'échelle macroscopique, un transfert thermique s'effectue toujours du corps chaud vers le corps froid.

On distingue deux modes de transfert thermique : par conduction et par convection.

2.1 Transfert thermique par conduction, sans transfert de matière

Plaçons la pointe d'un long clou sur la flamme d'un bec Bunsen. Très rapidement, l'autre extrémité, la tête du clou devient très chaude. Le transfert d'énergie calorifique se fait par **conduction**, sans transfert de matière.

La flamme a augmenté l'énergie cinétique de vibration des ions fer et l'énergie cinétique désordonnée des électrons libres. Cette agitation s'est propagée, par chocs successifs, depuis la pointe du clou, jusqu'à la tête.

2.2 Transfert thermique par convection, avec transfert de matière

Les molécules d'air (dioxygène, diazote, etc.) présentes au dessus d'une plaque chauffante ou d'un radiateur s'échauffent et montent vers le plafond de la salle. Il y a une circulation d'air qui s'établit des parties chaudes de l'air vers les parties froides (la masse volumique de l'air diminue avec la température).

Cette circulation peut être rendue visible avec un peu de fumée (particules solides mais légères) placée sur le radiateur.

Le transfert d'énergie thermique se fait par **convection**, avec transfert de matière.

2- TRANSFERT D'ENERGIE PAR RAYONNEMENT

Le Soleil transmet à la Terre une grande quantité d'énergie. Ce transfert d'énergie, qui se fait même dans le vide, est appelé rayonnement. Il est constitué d'ondes électromagnétique s'étendant des rayons gamma (très dangereux) aux ondes Hertziennes, en passant par toutes les radiations visibles (du rouge au violet). Ce rayonnement solaire atteint le sol après avoir été en partie arrêté par l'atmosphère. Le sol en renvoie une partie sous forme de radiations infrarouges plus ou moins piégées par l'atmosphère contenant du gaz carbonique et de la vapeur d'eau (effet de serre). Ce sont ces radiations infrarouges qui réchauffent les corps qui les captent.

3- MESURE D'UN TRANSFERT THERMIQUE ENTRE DEUX SYSTEMES

L'expérience montre que lorsqu'on met en présence deux corps pris à des températures différentes, au bout d'un certain temps, leur température finit par devenir la même. Le corps chaud a donné de l'énergie thermique (calorifique) au corps froid.

L'apport d'énergie calorifique à un corps peut en fait, avoir deux principaux effets :

- accroissement de la température de ce corps, sans changement d'état physique.
- changement de l'état physique du corps sans variation de sa température.

Nous allons détailler ces deux effets.

Remarque : A coté de ces deux principaux effets on peut en ajouter d'autres moins fréquents. Par exemple, l'apport d'énergie thermique à un gaz dont la température est maintenue constante, a pour effet de modifier sa pression et (ou) son volume.

3.1 Transfert thermique sans changement d'état physique de la substance

L'expérience montre que l'énergie thermique (ou quantité de chaleur) Q échangée avec l'environnement par une masse m de substance dont la température varie de θ_{initial} à θ_{final} peut s'écrire :

$$Q = m \times c \times (\theta_{\text{final}} - \theta_{\text{initial}}) = \Delta U$$

Q est positif si la masse m s'échauffe (l'énergie interne augmente). Q est négatif si la masse m se refroidit.

Unités : Q est en joule (J), m est en kilogramme (kg), θ est en kelvin (K), c est la **capacité thermique massique** (ou chaleur massique) de la substance et s'exprime en $\text{J} \times \text{kg}^{-1} \times \text{K}^{-1}$.

Remarque : Le produit mc s'exprime en $\text{J} \times \text{K}^{-1}$. On l'appelle capacité thermique de la totalité du corps étudié.

Quelques valeurs de la capacité thermique massique :

La capacité thermique massique de l'eau dépend un peu de la température. Entre 0°C et 100°C on prend comme valeur moyenne $c_{\text{eau}} = 4180 \text{ J} \times \text{kg}^{-1} \times \text{K}^{-1}$.

La capacité thermique massique moyenne de l'éthanol vaut $c_{\text{éthanol}} = 2420 \text{ J} \times \text{kg}^{-1} \times \text{K}^{-1}$.

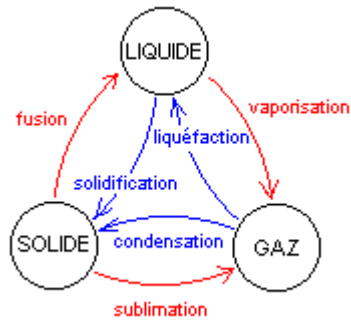
La capacité thermique massique moyenne de la glace vaut $c_{\text{glace}} = 2200 \text{ J} \times \text{kg}^{-1} \times \text{K}^{-1}$.

La capacité thermique massique moyenne de l'aluminium vaut $c_{\text{aluminium}} = 904 \text{ J} \times \text{kg}^{-1} \times \text{K}^{-1}$.

Pour les gaz on définit généralement deux chaleurs massiques : une chaleur massique à pression constante si la variation de température est réalisée à pression constante et une chaleur massique à volume constant si la variation de température est réalisée à volume constant.

3.2 Transfert thermique accompagnant le changement d'état physique d'un corps pur

Les changements d'états portent des noms :



Un changement de l'état physique d'un corps pur est réalisé sous pression constante et à une température constante.

L'expérience montre que l'énergie thermique (ou quantité de chaleur) Q échangée avec l'environnement par un corps pur de masse m qui subit un changement d'état est :

$$Q = m \times L = \Delta U$$

Unités : Q est en joule (J), m est en kilogramme (kg), L est la chaleur latente massique de changement d'état et s'exprime en $J \times kg^{-1}$.

Q et L sont **positifs** pour une **fusion**, une **vaporisation**, une **sublimation** et **négatifs** pour une **solidification**, une **liquéfaction**, une **condensation**. De plus :

$$L_{\text{fusion}} = - L_{\text{solidification}}$$

$$L_{\text{vaporisation}} = - L_{\text{liquéfaction}}$$

$$L_{\text{sublimation}} = - L_{\text{condensation}}$$

Quelques valeurs de la chaleur latente massique de changement d'état :

La chaleur latente massique de fusion de la glace est :

$$L_{\text{fusion}} = 335000 \text{ J} \times \text{kg}^{-1} \text{ à } \theta = 0 \text{ °C et sous } p = 1,013 \times 10^5 \text{ Pa.}$$

La chaleur latente massique de solidification de l'eau :

$$L_{\text{solidification}} = - 335000 \text{ J} \times \text{kg}^{-1} \text{ à } \theta = 0 \text{ °C et sous } p = 1,013 \times 10^5 \text{ Pa.}$$

4- CONCLUSION

A tout système dans un état donné, on peut associer une grandeur appelée énergie du système. Si l'énergie du système augmente ou diminue, c'est qu'il a reçu ou cédé de l'énergie, que ce soit par travail, par transfert thermique ou par rayonnement.