

Transferts thermiques

Définition.

Un transfert thermique consiste en un transfert d'énergie sous forme thermique.

Ce mode de transfert est appelé chaleur, noté Q , et mesurée en joules. Il se fait naturellement d'une source chaude (corps à une température « élevée ») vers une source froide (corps à une température « basse »).

Modes de transfert thermique.

1. Convection.

Le transfert thermique par convection se fait par un mouvement circulaire de matière, en raison de la présence d'une source chaude et d'une source froide.

Rq : La convection est le principal mode de transfert thermique dans les fluides (gaz et liquides).

2. Conduction.

Le transfert thermique par conduction se fait de proche en proche, par la vibration d'un support matériel autour d'une position d'équilibre, d'une source chaude vers une source froide.

Rq : La conduction est le principal mode de transfert thermique dans les solides.

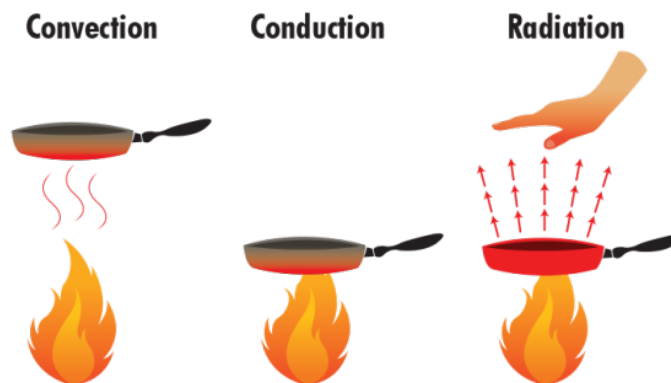
Le phénomène de conduction peut être modélisé par une onde mécanique.

3. Rayonnement.

Le transfert thermique par rayonnement se fait sous la forme d'une onde électromagnétique.

Rq : Le rayonnement est l'unique mode de transfert thermique possible dans le vide.

Tout corps dont la température est différente du milieu environnant rayonne, même si les phénomènes de convection et/ou de conduction sont présents.



Flux thermique.

On appelle flux thermique la chaleur échangée par le système avec le milieu extérieur par unité de temps. Noté Φ , il se mesure en watts (W).

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

Rq : Le flux thermique est également appelé puissance thermique.

Flux thermique et variation de température.

1. Capacité thermique d'un matériau.

Un matériau peut être utilisé pour sa capacité à emmagasiner de l'énergie par un transfert thermique. Ce stockage d'énergie se traduit par une élévation de température du matériau.

La quantité d'énergie mise en jeu pour élever la température d'un matériau de 1 K est appelée capacité thermique massique du matériau. Notée c_m , elle se mesure en $J.K^{-1}.kg^{-1}$. On a alors, pour une masse m de matériau et une variation de température souhaitée ΔT , une variation énergie interne :

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

Rq : En thermodynamique, la température se mesure en K. On a $T(K) = \theta(^{\circ}C) + 273,15$.

Toutefois, lorsqu'on étudie une variation de température, celle-ci peut rester exprimée en $^{\circ}C$, et ne doit pas être convertie en K.

Ex : Pour une élévation de température de $\theta_1 = 20^{\circ}C$ à $\theta_2 = 30^{\circ}C$, on a $T_1 = 293 K$ et $T_2 = 303 K$.

$$\Delta\theta = 30 - 20 = 10^{\circ}C ; \Delta T = 303 - 293 = 10 K \neq 283 K (10 + 273).$$

Il existe également une capacité thermique molaire c_n d'un corps. Elle se mesure en $J.K^{-1}.mol^{-1}$.

$$\Delta U = nc_n \Delta T$$

Dans le cas d'un corps dont la constitution est complexe, ou inconnue, on définit souvent sa capacité thermique C , mesurée en $J.K^{-1}$.

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

2. Conductivité thermique d'un matériau.

Tous les matériaux n'ont pas la même capacité à transférer de l'énergie thermique par conduction. On peut les distinguer par leur conductivité thermique, λ , mesurée en $W.m^{-1}.K^{-1}$.

3. Résistance thermique d'un objet.

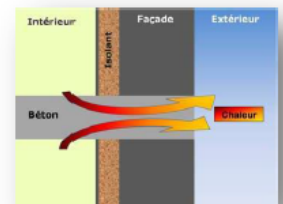
Dans le cadre des nouvelles lois d'urbanisme, les normes d'isolation thermique deviennent de plus en plus draconiennes. Pour cela, le choix d'un matériau adapté est primordial.

Pour pouvoir s'y retrouver, on peut définir la résistance thermique d'un objet, R_{th} , c'est-à-dire sa capacité à s'opposer à un flux thermique.

Mesurée en $K.W^{-1}$, la résistance thermique d'un objet dépend de ses dimensions (surface S et épaisseur e) et de la nature des matériaux le constituant :

- Pour un matériau unique, on a $R_{th} = \frac{e}{\lambda S}$.
- Lorsqu'un objet est constitué d'une superposition de matériaux différents, on a :

$$R_{th_{objet}} = \sum R_{th_{matériaux}} = \sum_{mat} \frac{e}{\lambda_{mat} S}$$



Soumis à un écart de température, un objet séparant deux milieux va être le siège d'un transfert thermique du milieu à la température la plus élevée vers le milieu à la température la plus basse jusqu'à atteindre un état d'équilibre (lorsque les deux températures sont égales).

Le flux thermique à travers l'objet va dépendre de sa résistance thermique.

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

Rq : Lorsque plusieurs parois séparent deux milieux (comme une pièce d'une maison, par exemple), le flux thermique total est égal à la somme des flux à travers chacune des parois :

$$\Phi = \sum \Phi_{parois}$$