LES TRANSFERTS THERMIQUES

Prérequis cours sur l'énergie thermique et la température

1. Les transferts thermiques

Décrire qualitativement les trois modes de transferts thermiques en citant des exemples.

a. Les modes

Il existe 3 modes de transfert thermique

- La convection thermique : C'est le mode de transfert par déplacement de matière fluide (eau, air). Exemple l'air qui vient se chauffer au contact du convecteur.

- Le rayonnement thermique : Tout corps ayant une température émet des ondes électromagnétiques appelé rayonnement. Exemple le soleil nous envoie son rayonnement.
  Le rayonnement produit a des longueurs d'onde dans :
  - L'infra-rouge pour une température faible
  - le visible pour une température grande (θ ~ 6000°C)
  - l'ultra-violet pour une température très grande

- La conduction thermique : La chaleur se déplace par la vibration des atomes de proche en proche et en plus le déplacement important des électrons libres pour les métaux. Exemple, le manche d'un poêle qui chauffe par conduction.

b. Sens de transfert

Prévoir le sens d'un transfert thermique entre deux systèmes dans des cas concrets ainsi que leur état final.

Tout transfert thermique se fait du corps le plus chaud vers le corps le plus froid.

2. Flux thermique

a. Définition :

Le flux thermique Φ échangé avec le milieu extérieur est la quantité de chaleur échangée par unité de temps. Si le système échange une quantité de chaleur Q (en joule J) pendant la variation de temps (ou durée) Δt (en seconde s) alors : $\Phi = Q / \Delta t$. Φ en W, Q en J et Δt en s.

b. Bilan thermique

Réaliser expérimentalement le bilan thermique d'une enceinte en régime stationnaire.

Mesurer l'énergie échangée par transfert thermique.

- **Coefficient de transmission thermique**

Le flux thermique échangé entre corps chaud recouvert sur toute sa surface extérieur (S) par un même revêtement et un milieu extérieur froid est proportionnel à la surface d'échange et la différence de température entre le corps et le milieu extérieur.

$$\Phi = K_G \times S \times (\theta_{chaud} - \theta_{froid}) = \frac{S \times (\theta_c - \theta_f)}{R_G} \quad \text{donc } R_G = 1/K_G$$

- Φ : le flux thermique est une puissance et s'exprime en Watt
- K_G : coefficient de transmission thermique global en $W.m^{-2}.°C^{-1}$, il s'appelle encore coefficient global d'échange.
- S en m²
- $(\theta_{chaud} - \theta_{froid})$ en °C
- R_G : résistance thermique globale en $m^2.°C.W^{-1}$.

- **Bilan**

Pour réaliser le bilan thermique d'une enceinte il faut déterminer le flux thermique à travers chaque paroi et les additionner. Il faut donc mesurer les températures de chaque côté de la paroi, sa surface. Pour obtenir l'échange global d'énergie il suffit de multiplier par le temps.

Cas particulier : Conduction thermique d'une paroi

a) Paroi d'un seul matériau

Expression du flux thermique : $\Phi = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{S \times (\theta_c - \theta_f)}{R}$

La résistance thermique R (en $m^2.K.W^{-1}$) de la paroi est proportionnelle à son épaisseur (e) et inversement proportionnelle à la conductivité thermique du matériau (λ) d'unité $W.m^{-1}.K^{-1}$.

$$R = e / \lambda$$

Remarque : Un matériau est d'autant plus isolant que sa conductivité thermique est faible

b) Paroi de plusieurs matériaux

Lorsque la paroi est une succession de matériaux l'un contre l'autre alors $R_{total} = R_1 + R_2 + R_3 + ...$

3. Rayonnement et température

a. Puissance

Expliciter la dépendance entre la puissance rayonnée par un corps et sa température.

Un corps possédant une certaine température T ≠ 0 K émet des rayonnements électromagnétiques. La puissance par unité de surface de ces rayonnements a pour expression :

$$M = 5{,}67 \cdot \varepsilon \cdot T^4$$

M émittance en W/m² , ε émissivité, *T* en K

b. La longueur d'onde du rayonnement

Citer le lien entre la température d'un corps et la longueur d'onde pour laquelle l'émission de lumière est maximale.

Lorsqu'un corps émet un rayonnement électromagnétique il est constitué d'un ensemble de longueur d'onde. La longueur d'onde pour laquelle l'émission est maximale est inversement proportionnelle à la température du corps en Kelvin.