-3cm-3cm

Définition 15.1 - *densité de flux thermique*

On appelle *vecteur densité de flux thermique* $\overrightarrow{j_{\text{th}}}$ le vecteur dont le flux au travers d'une surface orientée S vaut la puissance thermique la traversant :

$$\Phi = \iint_S \overrightarrow{j_{\text{th}}} \cdot \mathrm{d}\overrightarrow{S}$$

avec $\overrightarrow{j_{\text{th}}} = \overrightarrow{j_{\text{conduction}}} + \overrightarrow{j_{\text{rayonnement}}} + \overrightarrow{j_{\text{convection}}}$

Théorème 15.2 - *loi de Fourier*

Le vecteur densité de flux thermique *par conduction* est opposé au gradient de température

$$\overrightarrow{j_{\text{cond}}} = -\lambda \overrightarrow{\text{grad}} T$$

où λ est la *conductivité thermique* du matériau. Elle s'exprime en $\mathrm{W} \cdot \mathrm{m}^{-1} \cdot \mathrm{K}^{-1}$

Théorème 15.3 - *loi de Newton*

Un solide à la température T_{solide} en contact avec un fluide à la température T_{fluide} reçoit algébriquement de la puissance thermique de la part du fluide, modélisée par la densité volumique de flux thermique :

$$\overrightarrow{j}_{\text{conduction+convection}} = h(T_{\text{fluide}} - T_{\text{solide}})\overrightarrow{n_{\text{fluide}\to\text{solide}}}$$

avec ici h le *coefficient conducto-convectif*, s'exprimant en $\mathrm{W} \cdot \mathrm{m}^{-2} \cdot \mathrm{K}^{-1}$.

Remarque 15.4 - *loi de Newton*

La loi de Newton joue un rôle clé dans la continuité du flux thermique à l'interface entre le fluide et le solide. Elle s'applique à l'interface entre ces deux milieux.

Proposition 15.5 - *résistance thermique*

En régime stationnaire (quand la température est indépendante du temps), le flux thermique au travers d'un système et l'écart de température à ses extrémités sont proportionnels :

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

Ceci est vrai si Φ et ΔT sont orientés dans la même convention.

Définition 15.6 - *résistances thermiques en série*

Deux résistances thermiques R_1 et R_2 sont dites *associées en série* lorsqu'elles sont traversées par le même flux thermique, mais soumises à des différences de température différentes. Les résistances s'associent virtuellement en une résistance thermique R associée à l'union des systèmes respectifs :

$$R = R_1 + R_2$$

Définition 15.7 - *résistances thermiques en parallèle*

Deux résistances thermiques R_1 et R_2 sont dites *associées en parallèle* lorsqu'elles sont soumises à une même différence de température mais sont traversées par des flux thermiques différents. Les résistances s'associent virtuellement en une résistance thermique R associée à l'union des systèmes respectifs :

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

Théorème 15.8 - *équation de diffusion unidimensionnelle cartésienne*

Pour un mur d'épaisseur quelconque, en supposant que le phénomène de conduction dépend du temps :

$$\frac{\partial T}{\partial t} = D\frac{\partial^2 T}{\partial x^2}$$

où $D = \dfrac{\lambda}{\rho c}$ est la *diffusivité thermique* du milieu, en $\mathrm{m}^2 \cdot \mathrm{s}^{-1}$.

Proposition 15.9 - *paramètre de diffusion thermique sur une distance*

En ordre de grandeur, la diffusion thermique pendant une durée Δt a un effet sur une distance :

$$\ell \sim \sqrt{D\Delta t}$$