TH03 **Diffusion thermique**

Vecteur densité de flux thermique $\overrightarrow{j_Q}$	Exprimer le flux thermique à travers une surface orientée en utilisant le vecteur $\overrightarrow{j_Q}$.
Premier principe de la thermodynamique.	Établir, pour un milieu solide, l'équation locale traduisant le premier principe dans le cas d'un problème ne dépendant qu'une d'une seule coordonnée d'espace en coordonnées cartésiennes, cylindriques et sphériques, éventuellement en présence de sources internes. Utiliser l'opérateur divergence et son expression fournie pour exprimer le bilan local dans le cas d'une géométrie quelconque, éventuellement en présence de sources internes.
Loi de Fourier.	Utiliser la loi de Fourier. Citer quelques ordres de grandeur de conductivité thermique dans les conditions usuelles : air, eau, béton, métaux.
Régimes stationnaires. Résistance thermique.	Utiliser la conservation du flux thermique sous forme locale ou globale en l'absence de source interne. Définir la notion de résistance thermique par analogie avec l'électrocinétique. Établir l'expression d'une résistance thermique dans le cas d'un modèle unidimensionnel. Utiliser les lois d'associations de résistances thermiques.
Équation de la diffusion thermique.	Établir une équation de diffusion thermique. Utiliser l'opérateur laplacien et son expression fournie pour écrire l'équation de diffusion dans le cas d'une géométrie quelconque. Analyser une équation de diffusion en ordres de grandeur pour relier des échelles caractéristiques spatiale et temporelle. Utiliser la loi de Newton fournie comme condition aux limites à une interface solide- fluide.

- Vecteur densité de courant thermique $\overrightarrow{j_{\text{th}}}(M,t)$ est tel

$$\delta Q = \overrightarrow{j_{\text{th}}} \cdot \mathrm{d}\overrightarrow{S_M}\ \mathrm{d}t$$

- Le flux thermique noté Φ_{th} est la puissance du transfert thermique à travers une surface orientée $\mathscr{S}$

$$\Phi_{\text{th}}(t) = \iint_{M\in\mathscr{S}} \overrightarrow{j_{\text{th}}}(M,t) \cdot \mathrm{d}\overrightarrow{S_M}$$

- Loi de Fourier :

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

- Bilan thermique local (savoir l'établir) :

<u>En 1DD :</u>

$$\rho c \frac{\partial T(x,t)}{\partial t} + \frac{\partial j_{\text{th}}(x,t)}{\partial x} = \begin{cases} 0 & \text{en l'absence de sources} \\ p(x,t) & \text{avec un taux production interne } p \end{cases}$$

<u>En symétrie cylindrique :</u>

$$\rho c \frac{\partial T(r,t)}{\partial t} + \frac{1}{r}\frac{\partial r\, j_{\text{th}}(r,t)}{\partial r} = \begin{cases} 0 & \text{en l'absence de sources} \\ p(r,t) & \text{avec une source} \end{cases}$$

<u>En symétrie sphérique :</u>

$$\rho c \frac{\partial T(r,t)}{\partial t} + \frac{1}{r^2}\frac{\partial r^2\, j_{\text{th}}(r,t)}{\partial r} = \begin{cases} 0 & \text{en l'absence de sources} \\ p(r,t) & \text{avec une source} \end{cases}$$

- Équation de la chaleur, avec un terme de production local :

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\lambda}{\rho c}\Delta T + \frac{p}{\rho c}$$

- $L^2 \simeq D\tau$
- Régime stationnaire :
  Conservation du flux
  Résistance thermique :

$$R_{\text{th}} = \frac{T_1 - T_2}{\Phi_{\text{th},1\to 2}}$$

TH04 Rayonnement thermique

Approche descriptive du rayonnement du corps noir. Loi de Wien, loi de Stefan. Effet de serre. Albédo.	Exploiter les expressions fournies des lois de Wien et de Stefan. Analyser quantitativement l'effet de serre en s'appuyant sur un bilan énergétique dans le cadre d'un modèle à une couche.

M01 Changements de référentiels

Référentiel en translation rectiligne uniforme par rapport à un autre : transformation de Galilée, composition des vitesses.	Relier la transformation de Galilée et la formule de composition des vitesses à la relation de Chasles et au caractère supposé absolu du temps.
Composition des vitesses et des accélérations dans le cas d'un référentiel en translation par rapport à un autre : point coïncident, vitesse d'entraînement, accélération d'entraînement.	Exprimer la vitesse d'entraînement et l'accélération d'entraînement.
Composition des vitesses et des accélérations dans le cas d'un référentiel en rotation uniforme autour d'un axe fixe : point coïncident, vitesse d'entraînement, accélération d'entraînement, accélération de Coriolis.	Exprimer la vitesse d'entraînement et l'accélération d'entraînement. Citer et utiliser l'expression de l'accélération de Coriolis.

- Référentiel, solide indéformable, horloge, temps absolu ;
- $\mathcal{R}_a$ référentiel "absolu" muni du repère cartésien $(O, \overrightarrow{u_x}, \overrightarrow{u_y}, \overrightarrow{u_z})$ et $\mathcal{R}_r$ référentiel "relatif" muni du repère cartésien $(O', \overrightarrow{u_x}', \overrightarrow{u_y}', \overrightarrow{u_z}')$, relation de Chasles :

$$\overrightarrow{OM} = \overrightarrow{OO'} + \overrightarrow{O'M}$$

- Cas de la translation :

$$\overrightarrow{v}(M/\mathcal{R}_a) = \overrightarrow{v}(M/\mathcal{R}_r) + \overrightarrow{v}(O'/\mathcal{R}_a)$$

$$\overrightarrow{a}(M/\mathcal{R}_a) = \overrightarrow{a}(M/\mathcal{R}_r) + \overrightarrow{a}(O'/\mathcal{R}_a)$$

avec $\overrightarrow{v}(O'/\mathcal{R}_a) = \overrightarrow{v}(P/\mathcal{R}_a) = \overrightarrow{v}_{\text{ent}}$, $\overrightarrow{v}_{\text{ent}}$ est la vitesse d'entraînement et

P est le point coincident.

Et $\overrightarrow{a}(O'/\mathcal{R}_a) = \overrightarrow{a}(P/\mathcal{R}_a) = \overrightarrow{a}_{\text{ent}}$, $\overrightarrow{a}_{\text{ent}}$ est l'accélération d'entraînement.

- Cas de la rotation uniforme autour d'un axe fixe $\Delta = (O, \overrightarrow{u_z})$:

$$\overrightarrow{v}(M/\mathcal{R}_a) = \overrightarrow{v}(M/\mathcal{R}_r) + \overrightarrow{v}_{\text{ent}}$$

$$\overrightarrow{a}(M/\mathcal{R}_a) = \overrightarrow{a}(M/\mathcal{R}_r) + \overrightarrow{a}_{\text{ent}} + \overrightarrow{a}_{\text{Cor}}$$

avec $\overrightarrow{v}_{\text{ent}} = \overrightarrow{\Omega} \wedge \overrightarrow{OM} = \overrightarrow{v}(P/\mathcal{R}_a)$, vitesse d'entraînement ;

$\overrightarrow{a}_{\text{ent}} = \overrightarrow{a}(P/\mathcal{R}_a) = -\Omega^2\ \overrightarrow{HM}$ accélération d'entraînement ;

$\overrightarrow{a}_{\text{Cor}} = 2\overrightarrow{\Omega} \wedge \overrightarrow{v}(M/\mathcal{R}_r)$ accélération de Coriolis.