TH01 Systèmes ouverts en régime stationnaire

Premier et deuxième principes de la thermodynamique pour un système ouvert en régime stationnaire, dans le seul cas d'un écoulement unidimensionnel au niveau de la section d'entrée et de la section de sortie	Établir les relations $\Delta h + \Delta e = w_u + q$ et $\Delta s = s_e + s_c$ et les utiliser pour étudier des machines thermiques réelles à l'aide de diagrammes thermodynamiques (T, s) et (P, h)

- Premier principe sous forme infinitésimale,

$$\mathrm{d}U + \mathrm{d}E_c = \delta Q + \delta W$$

- Second principe sous forme infinitésimale,

$$\mathrm{d}S = \delta S_{\text{ech}} + \delta S_{\text{creee}}$$

avec $\delta S_{ech} = \dfrac{\delta Q}{T_{\text{therm}}}$ et $\delta S_{\text{creee}} \geq 0$

- Débit massique, définition
- Passage d'un système ouvert à un système fermé, bilan sur une grandeur extensive

$$\mathrm{d}G = D_m \mathrm{d}t(g_s - g_e)$$

- Premier principe pour un système ouvert,

$$[h + e_c + e_p]_e^s = q + w_u$$

- Diagramme entropique (T, s),
- Diagramme du frigoriste (p, h).

Outils mathématiques

Fonctions de plusieurs variables à valeurs réelles. Dérivées partielles. Différentielle. Théorème de Schwarz.	Relier la différentielle et les dérivées partielles premières. Utiliser le théorème de Schwarz (admis).
Divergence	Citer et utiliser le théorème d'Ostrogradski. Exprimer la divergence en coordonnées cartésiennes.

TH02 Diffusion de particules

Vecteur densité de flux de particules $\overrightarrow{j_N}$	Exprimer le flux de particules traversant une surface orientée en utilisant le vecteur $\overrightarrow{j_N}$
Bilan de particules	Utiliser la notion de flux pour traduire un bilan global de particules. Établir l'équation locale traduisant un bilan de particules 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 de particules dans le cas d'une géométrie quelconque.

- Flux de particules à travers une surface fermée orientée :

$$\Phi_{\mathcal{S}} = \frac{\delta N}{\mathrm{d}t}$$

- Vecteur densité de flux de particules $\vec{j}_N$:

$$\Phi_{\mathcal{S}}(t) = \iint_{M\in\mathcal{S}} \overrightarrow{j_N}(M,t) \cdot \overrightarrow{\mathrm{d}S_M}$$

- Bilans de particules : établir un bilan global de particules dans le cas d'un problème ne dépendant que d'une seule variable spatiale en géométrie cartésienne, cylindriqque et sphérique, éventuellement en présence de sources internes.

  En repère cartésien :

$$\frac{\partial\, n(x,t)}{\partial\, t} + \frac{\partial\, j_N(x,t)}{\partial\, x} = \begin{cases} 0 \\ p(x,t) \end{cases}$$

  En repère cylindrique :

$$\frac{\partial\, n(r,t)}{\partial\, t} + \frac{1}{r}\frac{\partial\, (r j_N(r,t))}{\partial\, r} = \begin{cases} 0 \\ p(r,t) \end{cases}$$

  En repère sphérique :

$$\frac{\partial\, n(r,t)}{\partial\, t} + \frac{1}{r^2}\frac{\partial\, r^2 j_N(r,t)}{\partial\, r} = \begin{cases} 0 \\ p(r,t) \end{cases}$$