

LP 30: Phénomènes de transport.

Niveau: Supérieur

- Prérequis:
- Définition d'un système, système ouvert et fermé (L2)
 - Premier principe (L1)
 - conduction électrique et thermique (L2)
 - Débit massique et volumique (L2)

Intro péda: → Grand thème phénomènes de transport en 2^e année de BCPST.

→ Choix: Etude des phénomènes de diffusion et convection déjà vu.

Leçon consacrée uniquement à l'étude de la convection en système ouvert.

→ Occasion de voir et apprendre à faire des bilans en système ouvert.

→ Difficulté: définition des systèmes => il sera refait sur chaque exemple.

→ Objectif: Mise en place de la démarche systématique pour l'établissement d'un bilan.

TD: étude théorique des composantes des machines thermiques.

TP: — pratique

Intro: → Transport de grandeur omniprésent

→ Déjà vu la conduction et la diffusion ⇒ transport sans déplacement, de matière macro.

→ Exemple du café : on remue pour mélanger ⇒ convection.

Def: mouvement du fluide ⇒ transport de grandeurs telles que masse et énergie

Objectif: - Réaliser des bilans sur un système ouvert
- Appliquer le 1^{er} principe industriel.

1. Transport de masse par un fluide en mouvement

A) Définition du système

→ Σ et V

↳ système ouvert ⇒ $S(t)$ et $S(t+dt)$ des systèmes fermés

→ conduction: $\Phi = \iint_S \vec{j}_{th} \cdot d\vec{S}$

convection: $D_m = \iint_S \rho \vec{v} \cdot d\vec{S}$ $\rho \vec{v}$ = densité de courant
 $D_v = \iint_S \vec{v} \cdot d\vec{S}$ massique.

GRECIAS
p. 211

Tr: D_m caractérise une masse qui traverse sa surface S pendant dt . On voit bien que l'écoulement ⇒ transport de masse.

B) Bilan de masse pour un système ouvert.

→ Bilan de masse GRECIAS p. 214

→ cas usuel : pas de création de masse et stationnaire

⇒ $D_m = \text{cte}$.

Le flux de masse est conservatif.

→ Application: Loi des nœuds : $D_{m1} = D_{m2} + D_{m3}$

Expérience: Loi des nœuds avec 1 entrée et 2 sorties

Faire avec aussi 2 entrées, 1 sortie (entrée = vase de Mariott pour contrôler le débit)

Tr: le fluide ne transporte pas seulement la masse, il est à l'origine d'un transport d'énergie

II - Transport d'énergie en système ouvert.

A) Traduction du 1^{er} principe de la thermo.

→ Rappel 1^{er} principe : $\Delta U + \Delta E_m = W + Q$ pour un système fermé

→ Système ouvert + bilan d'énergie **GRECIAS p. 217**

$$\delta W_p = P_e v_e \delta m - P_s v_s \delta m$$

↳ volume massique

+ J'INTEGRE PC/PC* p. 40

$$h = u + Pv \Rightarrow \Delta(h + e_c + e_{p,ext}) = w_u + q \quad \triangleq \text{grandeur massique.}$$

B) Etude d'un mélangeur de robinet.

→ On reprend le cas de la loi des nœuds :

- 1 entrée = eau froide

- 1 entrée = eau chaude

GRECIAS p. 221

→ Hypothèses : - permanent

- adiabatique

- $w_u = 0$

- variation d'énergie macro négligeable.

$$\Rightarrow T_s = \frac{D_{mf} T_f + D_{mc} T_c}{D_{mf} + D_{mc}}$$

⇒ on contrôle la température de sortie avec ses débits

Expérience : Faire l'expérience en gardant D_{mf} , D_{mc} et T_f constant et en faisant varier T_c .

Mesurer $T_s = f(T_c)$

Tr: le mélangeur permet de faire de l'eau tiède mais pour ça, il a fallu avoir une source d'eau chaude.

c) Echangeur thermique

→ Schéma de l'échangeur GRECIAS p. 220

→ Objectif : le gaz chaud cède de l'énergie pour réchauffer l'eau.

→ Hypothèses :
- permanent
- adiabotique
- $w_u = 0$

$$\Rightarrow \underbrace{Dm c_p^{\text{gaz}} (\theta_s - \theta_e)}_{P_{th} < 0} + Dm c_e (\theta_s' - \theta_e') = 0$$

↳ puissance fournie par le gaz.

Conclusion : → Diapo bilan méthode :

- 1) Def système ouvert
- 2) Def système fermé
- 3) Bilan de la grandeur d'intérêt
- 4) Cas particuliers si stationnaire

Ouverture : Etude de machines thermiques dans lesquelles le fluide s'écoule et transporte de l'énergie par convection.

Biblio : - GRECIAS BCPST 2
- SANZ PC/PC*