

# Phénomènes de Transfert II



Composante  
École Nationale  
Supérieure des  
Ingénieurs en  
Arts Chimiques



Volume horaire  
18,66h

## En bref

> **Code:** LP19AGB7

> **Ouvert aux étudiants en échange:** Oui

## Présentation

### Objectifs

Comprendre les phénomènes de transfert diffusifs et convectifs de quantité de mouvement, de chaleur et de matière à l'échelle locale et savoir les mettre en équation, dans des configurations en lien avec l'élaboration ou le traitement de matériaux.

Savoir calculer analytiquement les profils locaux de vitesse d'écoulement, de contrainte de cisaillement et de pression, ainsi que ceux de température et de concentration avec réactions chimiques homogènes et hétérogènes dans le cas de problèmes simples.

Développer son sens physique, maîtriser les ordres de grandeur et les unités des principaux paramètres d'intérêt.

### Description

**Cet enseignement présente les concepts et les équations permettant de décrire les phénomènes de transfert de quantité de mouvement (mécanique des fluides), de chaleur et de matière à l'échelle locale.**

**Il permet d'établir les profils locaux de vitesse d'écoulement et de pression de fluides, de température et de concentration au sein de milieux fluides et solides, en présence éventuellement de réactions chimiques homogènes et hétérogènes.**

**Les cas d'étude en cours et en TD concernent l'élaboration et le traitement de matériaux.**

### Pré-requis obligatoires

---

## Contrôle des connaissances

Evaluation écrite.

---

## Syllabus

### **Chapitre 1 : Concepts fondamentaux en transferts**

Introduction – Approches globale et locale- Rappel des bilans globaux - Milieux continus et discontinus - Les états de la matière- Compressibilité et dilatabilité des fluides - Forces susceptibles de provoquer un écoulement - Conduction ou diffusion et convection – Rayonnement thermique - Régimes d'écoulement – Régime diffusionnel et régime chimique

### **MECANIQUE DES FLUIDES**

#### **Chapitre 2 : Transferts diffusifs de quantité de mouvement – Initiation à la rhéologie des fluides newtoniens et non newtoniens**

Concepts fondamentaux - Présentation de la loi de Newton et du tenseur des contraintes – Unités et ordres de grandeur de la viscosité dynamique - Comportement rhéologique des fluides non newtoniens et principaux modèles rhéologiques

#### **Chapitre 3 : Les équations de conservation locales en mécanique des fluides**

Equation de continuité - Equation du mouvement

#### **Chapitre 4 : Les principales conditions aux limites utilisées en mécanique des fluides**

Interface fluide/fluide - Interface fluide/solide

*Exercices d'application* : 1) écoulement laminaire d'un fluide newtonien dans un tube et 2) écoulement dans un viscosimètre de Couette

### **TRANSFERT DE CHALEUR**

#### **Chapitre 5 : La conduction de la chaleur et la loi de Fourier**

Etablissement de la loi de Fourier - Unités et ordres de grandeur de la conductivité thermique

#### **Chapitre 6 : Les équations de conservation pour des systèmes à température variable – Equation de conservation de l'énergie totale – Bilan local sur l'énergie mécanique - Equation de la chaleur –**

*Exercices d'application* : 1) dissipation de chaleur dans un matériau conducteur et 2) conductivité thermique d'un matériau composite

### **TRANSFERT DE MATIERE**

**Chapitre 7 : Diffusion de la matière-Loi de Fick - Définition des concentrations, vitesses et flux – Loi de Fick – Unité et ordres de grandeur du coefficient de diffusion – Analogies inter-lois de diffusion**

**Chapitre 8 : Les équations de conservation pour des systèmes multi-constituants - Equations pour mélanges binaires et systèmes multi-constituants**

*Exercice d'application : le tube de Stefan*

---

## Informations complémentaires

7 cours avec résolution d'exercices - 7 TD

---

## Bibliographie

- Transport Phenomena, R.B. Bird, W.E. Stewart, E.N. Lightfoot, Wiley (1960).
- Transferts thermiques dans les procédés de mise en forme des matériaux, J.L. Battaglia, Lavoisier (2007).
- Processus de transfert : transferts massiques, dynamiques et énergétiques : cours et exercices corrigés, niveau C, D. Morvan, F. Rousseau, Ellipse (2015).
- Mécanique des fluides, S. Amiroudine et J.L. Battaglia, 3ème édition, Sciences Sup, Dunod (2017).
- La mesure en rhéologie, des avancées récentes aux perspectives, J.L. Grossiord et A. Ponton coordonnateurs, Groupe Français de Rhéologie éditeurs, EDP Sciences (2013).
- Phénomènes de transfert en génie des procédés, J.P. Couderc, C. Gourdon, A. Liné, Lavoisier (2008).
- Analysis of Transport Phenomena, W.M. Deen, Int. 2nd ed., Oxford university press (2013).
- Viscosité, C. Wolff et D. Dupuis, Techniques de l'Ingénieur, R2 350.