

# Fluid mechanics and transfer processes

## Titulaires

Alessandro PARENTE (Coordonnateur) et Frédéric DEBASTE

## Mnémonique du cours

MECA-H3001

## Crédits ECTS

5 crédits

## Langue(s) d'enseignement

Anglais

## Période du cours

Premier quadrimestre

## Campus

Solbosch

## Contenu du cours

### Philosophie du cours

De nombreux processus physiques clés de la vie quotidienne sont régis par les phénomènes de transport. Pour les maîtriser, il est nécessaire de bien les décrire, d'un point de vue physique et mathématique.

L'objectif du cours est de déterminer comment certaines propriétés physiques de systèmes complexes, constitués d'un grand nombre de particules, peuvent être transférées d'un point à un autre. La caractéristique la plus importante de cette discipline est d'offrir une approche unifiée pour tous les différents processus de transport : quantité de mouvement, énergie et masse.

Tous les phénomènes de transport peuvent en effet être décrits de manière similaire, en termes d'une "cause", à savoir la force motrice, et d'une "conséquence", le flux de la quantité (impulsion, énergie et masse) étudiée. L'objectif de ce cours est de présenter les grands principes physiques ainsi que les approches de modélisation du transfert de trois des quatre grandeurs physiques dans la nature, pour lesquelles s'appliquent les lois de conservation : la quantité de mouvement, l'énergie et la masse. Le transport de la charge électrique n'est pas repris dans cette classe, bien qu'il soit assimilable au transfert de masse.

Plusieurs applications seront présentées avec un accent particulier sur le rôle des phénomènes de transport dans la transition énergétique, pour favoriser une production et une utilisation plus efficaces de l'énergie. En particulier, l'efficacité énergétique dans les bâtiments servira de fil conducteur tout au long du cours.

### Thermodynamique et évolution

### Statique des fluides

**Introduction à la mécanique des fluides:** Bilans macroscopiques, Equations fondamentales, Equation de Bernoulli. Pertes de charge. Couche limite

**Transport de la chaleur:** Transport de la chaleur par conduction, Conduction avec génération de chaleur, Bilan macroscopique de l'énergie, Conduction de chaleur non stationnaire, Convection thermique, Couche limite thermique

**Transport de matière:** Transport de matière stationnaire, Transport de matière non stationnaire, Transport de matière convectif

### Convection naturelle

**Rayonnement:** Définitions de base, Equations pour la transport radiatif, Rayonnement en présence de conduction et convection, Bilan de rayonnement de la terre (effet de serre, réchauffement global...).

### Introduction aux phénomènes de transport en régime turbulent

## Objectifs (et/ou acquis d'apprentissages spécifiques)

- Compréhension des concepts théoriques liés aux phénomènes de transport de quantité de mouvement, de matière et d'énergie
- Capacité à interpréter physiquement ces concepts théoriques
- Capacité à décrire et modéliser :
  - les écoulements potentiels et visqueux, permanents et transitoires
  - les échanges de chaleur par conduction, convection et rayonnement, en régime permanent ou transitoire, avec ou sans génération de chaleur
  - les échanges de matière par diffusion et convection, en régime permanent ou transitoire, avec ou sans génération de matière
- Capacité à estimer le flux de chaleur dans des systèmes simples
- Capacité à déterminer et utiliser les quantités sans dimensions pour la modélisation et l'analyse des systèmes qui échangent quantité de mouvement, chaleur et matière
- Capacité à appliquer une approche macroscopique (équations de bilan de type « entrée-sortie ») aux phénomènes de transport
- Connaissance de l'approche microscopique (équations de bilan sous forme d'équations aux dérivées partielles) des phénomènes de transport
- Connaissance des notions de turbulence, rayonnement et de leurs formulations de base

## Pré-requis et co-requis

### Cours pré-requis

CHIM-H1001 | Chimie générales et procédés durables | 10 crédits, MATH-H1002 | Analyse I | 5 crédits, MATH-H1003 | Algèbre linéaire et géométrie | 8 crédits, MECA-H100 | Mécanique

rationnelle | 5 crédits et PHYS-H101 | Connaissances fondamentales et éléments de physique | 10 crédits

## Cours co-requis

BIOL-F323 | Génétique: aspects fondamentaux et appliqués | 5 crédits, CHIM-H314 | Introduction au génie des procédés | 5 crédits et MECA-H301 | Systèmes énergétiques : principes de bases et technologies durables | 5 crédits

## Cours ayant celui-ci comme co-requis

CHIM-H302 | Pollution du milieu physique | 5 crédits, CHIM-H314 | Introduction au génie des procédés | 5 crédits, CHIM-H316 | Matériaux et chimie inorganique : mise en oeuvre et analyse | 10 crédits, MATH-H304 | Automatique | 5 crédits et MECA-H301 | Systèmes énergétiques : principes de bases et technologies durables | 5 crédits

## Méthodes d'enseignement et activités d'apprentissages

Cours: Leçons magistrales.

Travaux dirigés: Résolution de problèmes pratiques avec assistance.

Projet: Ateliers d'écriture d'articles scientifiques en anglais.

## Contribution au profil d'enseignement

Compétences acquises par rapport au référentiel des compétences:

- Apprendre à apprendre
- Collecter et organiser les connaissances.
- Analyser et synthétiser les connaissances.
- Formuler et analyser des problèmes complexes
- Penser le problème comme système globale.
- Mettre en oeuvre des ressources scientifiques et techniques.
- Modéliser le problème avec la finesse adéquate.
- Identifier les paramètres à prendre en compte.

## Références, bibliographie et lectures recommandées

Fluid Mechanics: Fundamentals and Applications, 3/e

Yunus A. Cengel, Univ. of Nevada-Reno

John M. Cimbala, The Pennsylvania State Univ.

ISBN: 0073380326, Copyright year: 2014

Heat and Mass Transfer: Fundamentals and Applications, 5/e

Yunus A. Cengel, Adnan Menderes University

Afshin J. Ghajar, Oklahoma State University

ISBN: 0073398187, Copyright year: 2015

## Support(s) de cours

Podcast, Université virtuelle et Syllabus

## Autres renseignements

### Lieu(x) d'enseignement

Solbosch

### Contact(s)

Alessandro Parente,

Université Libre de Bruxelles

Avenue F. D. Roosevelt 50

1050 Bruxelles, Belgique

Tel:+32 2 650 26 80

e-mail : Alessandro.Parente@ulb.ac.be

## Méthode(s) d'évaluation

Examen écrit et Rapport écrit

### Méthode(s) d'évaluation (complément)

L'examen se compose d'une épreuve écrite et d'un rapport de groupe écrit sur un projet d'équipe

Épreuve écrite:

- Questions de théorie (4 à 5) visant à évaluer la compréhension des phénomènes de transport (nombres sans dimension, analogie entre les phénomènes de transport, interprétation des équations de transport, détermination des étapes limitant un processus d'échange).
- Exercices (2 à 3) visant à évaluer la capacité des élèves à résoudre des problèmes pratiques impliquant le transport de la quantité de mouvement, de la chaleur et de la masse.

Rapport écrit de groupe visant à évaluer les compétences des élèves dans l'écriture d'articles scientifiques.

### Construction de la note (en ce compris, la pondération des notes partielles)

Pondération examen / projet : 80/20.

### Langue(s) d'évaluation principale(s)

Anglais

## Programmes

### Programmes proposant ce cours à l'école polytechnique de Bruxelles

BA-IRAR | Bachelier en sciences de l'ingénieur, orientation ingénieur civil architecte | bloc 3, BA-IRBI | Bachelier en sciences de l'ingénieur, orientation bioingénieur | bloc 3 et BA-IRCI | Bachelier en sciences de l'ingénieur, orientation ingénieur civil | option Bruxelles/bloc 3

### Programmes proposant ce cours à la faculté des Sciences

BA-IRBI | Bachelier en sciences de l'ingénieur, orientation bioingénieur | bloc 3

