

# 3CV1030 - Mécanique des Fluides Appliquée

Responsables : **Franck RICHECOEUR , Morgan CHABANON**

Langues d'enseignement : **FRANCAIS**

Campus où le cours est proposé : **CAMPUS DE PARIS - SACLAY**

Nombre d'heures d'études élèves (HEE) : **40**

Nombre d'heures présentielles d'enseignement (HPE) : **23**

Année académique : **2024-2025**

Niveau avancé : **non**

---

## Présentation, objectifs généraux du cours :

Le cours possède deux objectifs pouvant être formulés en termes de compétences générales :

- Savoir modéliser un problème général de mécanique des fluides dans le but d'évaluer la performance d'un système
- Savoir interpréter, analyser et synthétiser un document scientifique relatif à la mécanique des fluides.

À partir des équations fondamentales de la mécanique des fluides, des lois et principes de la thermodynamique, et des théorèmes de bilans, le cours vise à rendre les étudiants autonomes dans la modélisation et le calcul des ordres de grandeurs associés à des problèmes de mécanique des fluides incompressibles. Le cours et les exercices pratiques abordés visent à acquérir une méthodologie pour mettre en équations un système fluide puis à formuler les bonnes hypothèses pour simplifier et calculer les grandeurs associées au système comme les forces, les puissances, les vitesses, les pressions mises en jeu. Avec un peu de pratique, les étudiants seront en mesure de comprendre les problématiques traitées et les méthodes utilisées dans des articles de recherche simples.

## Période(s) du cours (n° de séquence ou hors séquence) :

SD9

## Prérequis :

Contenu à connaître et savoir utiliser (un ensemble de supports vidéos et écrits associés à un recueil d'exercices est disponible pour se mettre à niveau en amont du cours) :

Définitions :

- Loi des gaz parfaits
- Nombre de Reynolds
- Fluide incompressible
- Écoulement stationnaire
- Fractions de mélange
- Contraintes dans un fluide et contrainte pariétale
- Volume matériel, volume arbitraire
- Dérivée matérielle
- Approximation unidimensionnelle
- Théorème Pi (ou Vashy-Buckingham)
- Pertes de charges singulières et régulières

Équations locales :

- Théorème de transport en une dimension
- Équation de continuité : bilan de masse
- Équations de Navier-Stokes : bilan de quantité de mouvement
- Équation de conservation de l'énergie

Équations intégrales et théorèmes :

- Théorème de Bernoulli
- Théorème de l'énergie mécanique
- Théorème des quantités de mouvement

## Plan détaillé du cours (contenu) :

Le cours n'apporte et ne démontre aucune équation nouvelle, il a pour objectif de confronter les étudiants à plusieurs situations caractéristiques des problèmes fluides rencontrés dans les secteurs des transports, de l'énergie et de la construction. Chaque séance consiste en une intervention magistrale de 1h30 où un problème nouveau sera abordé, c'est-à-dire une situation où la même méthodologie de mise en équation s'applique mais où les hypothèses nécessaires pour la résolution varient. On sera confronté entre autres à des écoulements laminaires bi-dimensionnels, des écoulements en conduite, des souffleries pour maquettes, des flammes laminaires prémélangées, des écoulements hydrauliques à surface libre, des systèmes de sécurité pour l'évacuation de fumées, des écoulements multi-espèces.

En deuxième partie, et entre chaque séance, les étudiants doivent finir les problèmes et exercices entamés en cours, puis travailler en groupes de 3 à la construction de 2 livrables à rendre au moment de l'examen final. Au moins 30 minutes d'échanges en petit groupe avec l'enseignant sont proposées chaque semaine pour accompagner l'avancement du travail et répondre aux questions. Le cours s'appuie sur un ensemble de connaissances qu'il faudra rafraîchir, consolider ou s'approprier en autonomie avant et pendant le cours.

## Déroulement, organisation du cours :

La méthode proposée est globalement inductive : les compétences se construisent à partir d'une série d'exemples concrets. Ceci permet à la fois d'acquérir des méthodes pratiques de modélisation, d'analyse et de résolution de problèmes de mécanique des fluides, et de questionner puis renforcer la maîtrise des équations fondamentales de la mécanique des fluides. Chaque séance est construite en deux temps : un premier dit démonstratif où l'enseignant expose une méthode et résout des problèmes, un second dit actif où les étudiants doivent produire des contenus pour s'approprier la méthodologie.

## Organisation de l'évaluation :

L'évaluation s'appuie sur deux travaux à rendre le même jour :

- un devoir sur table d'une durée de deux heures présentant un système fluide dont il faut calculer les propriétés sans l'aide de questions intermédiaires
- un document rédigé présentant le contenu d'un article scientifique ou technique choisi en séance

## Moyens :

- fiches-mémoire regroupant toutes les équations nécessaires à la modélisation et la résolution d'un problème de mécanique des fluides,
- des vidéos courtes illustrant des propriétés ou des phénomènes liés aux écoulements incompressibles,
- des QCM d'auto-évaluation
- un polycopié de cours détaillant toutes les équations fondamentales

## Acquis d'apprentissage visés dans le cours :

À la fin de cet enseignement, l'élève aura acquis plusieurs niveaux de compétences et sera capable de :

Niveau 1 (pré-requis) : Connaissances

- Donner des définitions
- Calculer l'énergie et l'entropie d'un écoulement simple
- Appliquer le théorème de Bernoulli à des situations simples

Niveau 2 (pré-requis) : Compréhension

- Reformuler les hypothèses d'un énoncé en termes physique et mathématique (laminarité, stationnaire, incompressible, isobare...)
- Donner des explications phénoménologiques de certains écoulements à partir d'observations
- Expliquer l'origine des équations fondamentales
- Donner la signification des termes dans les équations
- Réaliser des calculs à partir de bilans dans des configurations simples

Niveau 3 : Application / Méthodologie

- Mettre en équations un système fluide macroscopique
- Expliciter les propriétés physiques des écoulements rencontrés dans les transports et la construction
- Calculer les grandeurs caractéristiques de plusieurs familles d'écoulements ...

Niveau 4 : Analyse et évaluation critique

- Reformuler le contenu d'un document technique ou scientifique s'appuyant sur les équations de la mécanique des fluides

## Description des compétences acquises à l'issue du cours :

- Formalize and solve a fluid mechanics problem arising from industrial applications
- Analyse and reformulate scientific and technical documents related to flows

## Bibliographie :

Polycopié "Mécanique des Fluides", Sébastien Candel, CentraleSupélec