

### Présentation pédagogique.

L'objectif de ce cours est double avec d'une part une approche physique et mécanique des écoulements de fluides et d'autre part une introduction à la modélisation des ondes mécaniques.

### Contenu de l'Unité d'Enseignement.

#### Partie Écoulements de fluides

- **Introduction et rappels**
  - Le milieu continu – Description du mouvement- Visualisation d'écoulement -Approximation de fluide incompressible
  - Forces dans un écoulement
  - Le nombre de Reynolds
- **Écoulements dominés par l'inertie**
  - Négliger l'effet de la viscosité ?
  - Les écoulements irrotationnels
  - Les théorèmes de Bernoulli et leurs applications : L'effet Venturi, La cavitation, L'effet Magnus
  - Forces exercées par l'écoulement sur un obstacle : Force de traînée, Force de portance, Force de masse ajoutée
- **Écoulements dominés par la viscosité**
  - Forces et contraintes de viscosité
  - Écoulements visqueux unidirectionnels : Mise en mouvement d'un fluide visqueux, Forces de viscosité versus forces de pression
  - Les équations de Stokes stationnaires
  - Autres écoulements visqueux : Force de traînée de Stokes sur une sphère, Écoulement de Poiseuille cylindrique
- **Écoulements interfaciaux**
  - La tension interfaciale
  - Loi de Laplace
  - Écoulements dominés par la capillarité
- **Travaux Pratiques expérimentaux** : Ondes capillaires à la surface de l'eau – Cuve à ondes

#### Partie Ondes

- **Equation de d'Alembert, ondes progressive et rétrograde : l'exemple des ondes sur une corde vibrante**
  - Mise en équation
  - Solution générale de l'équation de d'Alembert
  - Influence des conditions initiales
- **L'onde progressive harmonique : l'exemple des ondes acoustiques 1D dans un fluide parfait**
  - Mise en équation
  - L'onde plane progressive harmonique
  - Impédance caractéristique et vitesse particulière d'une onde acoustique
- **Réflexion et transmission à une interface**
  - Réflexion sur une interface rigide en incidence normale
  - Réflexion et transmission entre deux milieux en incidence normale
- **Ondes stationnaires**
  - Observations expérimentales
  - Mise en équation dans le cas d'une corde tendue fixée à ses extrémités
- **Ondes dispersives : l'exemple des vagues**
  - Mise en équation

- **Ondes longitudinales et transverses : l'exemple des ondes élastiques dans les solides**
  - Mise en équation
  - Vitesses de phases et de groupe des ondes L et T
  - Réflexion et transmission des ondes L et T
- **De l'oscillateur harmonique à la propagation d'ondes**
  - Mise en équation
  - Vitesse de phase, Vitesse de groupe
  - L'approximation des milieux continus
- **Travaux Pratiques expérimentaux : Propagation d'ondes acoustiques dans un tube**

**Pré-requis.** Connaissances et compétences acquises dans l'unité de Mécanique des fluides L2 LU2ME004 , et celle de l'unité de mécanique des milieux continus LU3ME004

### Références bibliographiques.

#### Écoulements de fluides

- Arnault Monavon, Mécanique des fluides, Mini manuel de mécanique, Dunod, 2014.  
Jean-pierre Hulin, Luc Petit, Ce que disent les fluides, Belin, 2011.  
Étienne Guyon, Jean-Pierre Hulin et Luc Petit, Hydrodynamique physique, EDP Sciences 3e édition, 2012 .  
Pierre-Gilles de Gennes, Françoise Brochard-wyart, David Quéré, Gouttes, bulles, perles et ondes, Belin, 2005  
Grae Worster, Understanding Fluid Flow, AIMS Library of Mathematical Sciences, 2010  
Thomas Séon, La Physique du petit et du grand, Odile Jacob Editeur, 2018.

#### Ondes

- Acoustique des instruments de musique, A. Chaigne, J. Kergomard, Editeur Belin  
Linear and Nonlinear Waves, Whitham, Edition Wiley inter-science  
Ondes élastiques dans les solides, D. Royer, T. Valier-Brasier, ISTE editions  
Wave Motion, Billingham, King, Edition Cambridge Press  
Waves in Fluids, Lighthill, Edition Cambridge Press  
Fluid waves, Richard Manasseh, CRC press  
Notes de cours sur les ondes mécaniques, R. Marchiano, (disponible sur Moodle)

### Ressources mises à disposition des étudiants.

Notes de cours en ligne, sujets de TD et TP, annales corrigées.

### Connaissances scientifiques développées dans l'unité.

#### Écoulements de fluides

- Approche expérimentale** : observer et décrire des expériences simples. Se familiariser avec quelques techniques de visualisation d'écoulement.
- Approche théorique** : modéliser les phénomènes à l'aide de lois fondamentales et d'hypothèses simplificatrices. Comparer les résultats du modèle avec les expériences. Domaine de validité et précision d'un modèle.
- Connaître les ordres de grandeurs** : propriétés physiques des fluides, vitesse et taille d'écoulements usuels.
- Manipuler des nombres sans dimension** : savoir définir et construire un nombre sans dimension pour évaluer les termes dominants dans une équation.
- Acquérir une culture de base en hydrodynamique.**

#### Ondes

- Approche expérimentale** : observer et décrire la propagation d'ondes mécaniques.
- Approche théorique** : modéliser les principaux phénomènes relatifs aux ondes mécaniques : propagation, réflexion, transmission, dispersion, polarisation
- Connaître les ordres de grandeurs** : différents types d'ondes et différentes vitesses de propagation associées.
- Acquérir une culture de base dans les ondes mécaniques.**

### Volumes horaires présentiel et hors présentiel.

Heures présentielles totales : pour chacune des deux parties 25 h 30 réparties en 6 séances de CM de 1 h 45, 6 séances de TD de 2 h, 1 séance de TP (3 h), Travail personnel attendu : 60 h – 80 h.

**Évaluation.** Contrôle continu sous forme de plusieurs évaluations écrites, Evaluation de TP

**Responsables.** Mme Anne Mongruel (Partie Ecoulements de fluides) M. Régis Marchiano, (Partie Ondes)  
Enseignants-Chercheurs en Mécanique, Sorbonne Université