

3P044 : Hydrodynamique

Responsable de l'UE : Jean-Christophe Raut

LATMOS/IPSL,
UPMC, Tour 45/46, 3e étage
4, Place Jussieu, 75252 Paris Cedex 05
Tel : 01 44 27 84 45
jean-christophe.raut@latmos.ipsl.fr

1. Descriptif de l'UE

Volumes horaires globaux : **2 TP de 4h (UE spécifique pour le parcours à distance)**

Nombre de crédits de l'UE : **3 ECTS**

Mention : **Physique (parcours à distance)**

Période : **S6 (UE spécifique pour le parcours à distance : déroulement annuel)**

Objectifs :

Cette UE donne aux étudiants des éléments d'hydrodynamique. L'accent n'est pas mis sur les calculs d'écoulements mais sur les applications physiques.

Pré-requis :

Mécanique classique newtonienne, thermodynamique, algèbre et analyse vectorielle, utilisation du langage Python (en particulier Numpy et Matplotlib).

2. Présentation pédagogique de l'UE

a) Thèmes abordés

Description physique d'un fluide

1. milieux continus, séparation des grandeurs thermodynamiques et mécaniques
2. statique des fluides, forces de pression, théorème d'Archimède
3. cinématique des fluides, points de vue d'Euler et de Lagrange
4. dérivée particulaire, exemples d'écoulements

Équation de bilan (pour les fluides non visqueux)

1. bilan de masse, écoulement incompressible
2. bilan de quantité de mouvement, équation d'Euler, exemple à la propagation du son
3. bilan d'énergie, équation de Bernoulli, exemples divers (sonde de Pitot, tube de Venturi...)

Phénomènes de surface

4. tension superficielle, longueur capillaire et nombre de Bond
5. loi de Laplace, équilibre d'une bulle
6. mouillage, loi de Young-Dupré, forme d'un ménisque, loi de Jurin
7. ondes superficielles, relation de dispersion

Fluides visqueux (incompressibles)

8. la viscosité comme frottement interne,
9. équation de Navier-Stokes
10. écoulement de Couette et de Poiseuille
11. régimes d'écoulement et nombre de Reynolds
12. forces de traînée et de portance
13. couche limite et turbulence

Travaux pratiques

TP1 : Etude d'un courant de gravité

TP2 : Excitation d'ondes dans un canal à houle puis dans une cuve à ondes

b) Acquis attendus

1. Compréhension intuitive de la physique des milieux continus : identifier les grandeurs physiques pertinentes dans la description d'un phénomène macroscopique.
2. Décrire les propriétés physiques des fluides: les états de la matière, la tension superficielle et la notion de viscosité.
3. Savoir appliquer les notions de champs de vecteurs et de leurs dérivées locales (gradient, rotationnel, divergence, laplacien) aux fluides. Aborder la dynamique des fluides par la cinématique.
4. Appliquer les équations de conservation à un élément de volume et dresser le bilan dans des cas simples.
5. Expliquer et calculer des écoulements avec le théorème de Bernoulli.

c) Organisation pédagogique

L'assimilation du cours seront facilitées par une série d'exercices autocorrectifs, et validées par deux devoirs maison corrigés, dont un devoir numérique. Le cours théorique sera complété par la mise en application des notions acquises dans les 2 TP de 4 h. Une épreuve écrite finale sera organisée.

d) Modalités d'évaluation

Devoirs maison (note de CC)	20
TP	20
Examen écrit	60
Total	100

e) Ouvrages de référence

En français :

« *Mécanique des fluides* », S. Candel, Dunod.

« *Gouttes, bulles, perles et ondes* », P.-G. de Gennes, F. Brochard-Wyart, D. Quéré, Belin, 2006.

« *Mécanique des fluides* », L. Landau et E. Lifchitz, Editions de Moscou.

En anglais :

« *Physical fluid dynamics* », D.J. Tritton, Oxford Science Publication, 1988.

« *Fluid Mechanics* », P.K. Kundu, Academic Press, 1990.

« *An Album of Fluid Motion* », Van Dyke, Parabolic Press, 1982.

« *Elementary Fluid Dynamics* », D.J. Acheson, Oxford, 1990.

f) Enseignement à distance

L'UE est ouverte spécifiquement pour les étudiants du parcours à distance.