

UE Mécanique des milieux continus



Niveau d'étude
Bac +3



ECTS
3 crédits



Composante
UFR Physique,
Ingénierie,
Terre,
Environnement,
Mécanique
(PhITEM)



Période de
l'année
Printemps (janv.
à avril/mai)

Diplômes intégrant cet élément

- Licence Physique

- › **Langue(s) d'enseignement:** Français
- › **Ouvert aux étudiants en échange:** Oui
- › **Code d'export Apogée:** PAX6PHAB

Présentation

Description

Cours Magistraux :

Partie I Elasticité – 4,5 h (3 séances cours) + 4.5 h (3 séances TD)

Notions de déplacement, déformations et contraintes. Comment traduire mathématiquement ces notions.

Solides Hookéens. Constantes élastiques d'un milieu isotrope. Signification physique du module d'Young et du coefficient de Poisson.

Équilibre mécanique. Équation de Lamé.

Contraintes et déformation dans une couche parallélépipédique, cylindrique ou sphérique. Applications aux plaques tectoniques, aux couches minces dans les nanostructures et dans les membranes des cellules.

Champ de déplacement créé par une force concentrée, fonction de Green. Interactions entre inclusions dans les solides en volume et en surface.

Équilibre mécanique d'une barre. Flexion et instabilité d'Euler. Applications aux structures verticales comme les immeubles mais aussi aux nanotubes de carbone.

Si le temps le permet : Conservation de la quantité de mouvement dans un milieu élastique et propagation du son dans un milieu élastique.

Partie II Hydrodynamique - 6 h (4 séances cours) + 6 h (4 séances TD)

Notions de vitesse, taux de déformations et contraintes dans un fluide Newtonien. Comment traduire mathématiquement ces notions. Exploitation des notions déjà vues en l'élasticité.

Les viscosités dynamiques.

Conservation de la matière et fluides incompressibles.

Conservation de la quantité de mouvement et équation de Navier Stokes. Le nombre de Reynolds.

Limite faible Reynolds. Équation de Stokes. La sédimentation. Écoulements de Couette et de Poiseuille. Écoulement d'une suspension, application au sang. Mouvement de cellules actives. Écoulement d'un glacier sous les forces de gravité.

Limite haut Reynolds. Équation d'Euler. Écoulement autour d'un obstacle. Théorème de Bernoulli et de Kelvin. Applications aux avions, insectes volants, grains de sable emportés par le vent.

Turbulence : quelques bases sur les lois d'échelles et corrélations de vitesse en turbulence

Quelques instabilités hydrodynamiques (en fonction du temps restant)

Instabilité de Saffman-Taylor entre deux fluides de viscosités différentes

Instabilité de Rayleigh Taylor entre deux fluides de densités différentes

Instabilité de Kelvin-Helmholz entre deux fluides de vitesses différentes

Instabilité de Rayleigh-Plateau ou instabilité des jets.

Travaux Dirigés :

Savoir résoudre un problème de mécanique des milieux continus : méthodologie. Utilisation des lois constitutives, de l'équilibre mécanique (cas de l'élasticité), de la dynamique (cas des fluides), des conditions aux limites. Les travaux dirigés consiste à donner des exercices d'application à l'avance aux étudiants et d'en discuter avec eux la séance suivante. Un corrigé écrit sera distribué aux étudiants.

Travaux Pratiques :

Les travaux pratiques consistent en deux séances de 4h, pendant lesquelles, les étudiants se succèdent par binômes sur plusieurs postes d'expérimentation. Un travail préparatoire est à faire en amont de ces séances. Il est nécessaire de maîtriser un logiciel de traitement de données permettant d'inclure des barres d'erreur expérimentales (type Kaleidagraph, Python, Gnuplot ...).

Cette activité en atelier permet d'étudier notamment :

- les propriétés physiques des fluides : viscosité, tension superficielle...
- des écoulements d'air : tube de Pitot, C_x de diverses formes, portance d'une aile ...
- des écoulements d'eau à surface libre : régimes d'écoulement dans un canal, mesures de débit, vitesse du fluide.

A l'issue de ces deux séances, un compte-rendu synthétique doit être produit par les étudiants.

Objectifs

- Connaître la signification des grandeurs de la mécanique des milieux continus : déplacements, déformations, contraintes, taux de déformation.
- Maîtriser les opérations mathématiques liées aux grandeurs : Opérateurs différentiels, algèbre, convention d'Einstein.
- Connaître et maîtriser les lois de la mécanique des milieux continus. Définition de Cauchy, Loi de Hooke, équation de Lamé, équation de Navier-Stokes, Stokes, Euler.
- Savoir utiliser dans des cas simples les équations de Lamé, de Stokes, Euler ou Navier-Stokes.

Heures d'enseignement

TD	TD	10,5h
CM	CM	10,5h
TP	TP	8h

Pré-requis recommandés

Maîtriser les opérations mathématiques suivantes: Opérateurs différentiels, algèbre linéaire.

Période : Semestre 6

Bibliographie

Livres:

Landau, Lifchitz: Théorie de l'élasticité

Guyon, Hulin : Hydrodynamique Physique

Site web:

Par exemple :

<https://cecas.clemson.edu/~nbkaye/nigel-berkeley-kaye/>

Infos pratiques

Lieu(x) ville

➤ Grenoble

Campus

➤ Grenoble - Domaine universitaire