

Dynamique des milieux continus



Période de
l'année
Automne

En bref

➤ **Langue de cours:** Français

Présentation

Prérequis

Les cours de mécanique/mécanique des milieux continus de 1^{ère} année sont suffisants.

Objectifs d'apprentissage

Poursuivre/approfondir la formation en mécanique des milieux continus en insistant sur les mouvements et les phénomènes dynamiques.

En particulier :

- Connaître les notions de base utilisées par les ingénieurs dans le domaine de la dynamique, des vibrations et de l'acoustique dans les fluides et les solides. On aborde dans un premier lieu la dynamique des systèmes discrets en introduisant les notions de modes et fréquences propres, d'analyse modale et de phénomènes de résonance. Ces notions sont ensuite étendues dans le cadre des milieux continus (solides déformables, structures à base de poutres, acoustique). Les techniques de discrétisation utilisées en simulation numérique sont aussi présentées. L'objectif est de savoir déterminer la réponse vibratoire d'une structure ou savoir caractériser les propriétés acoustiques d'un milieu fermé en s'appuyant sur les modèles classiques et la simulation numérique.
- Connaître les bases et les propriétés essentielles de la turbulence, afin de pouvoir traiter et modéliser les diverses situations pratiques qui apparaîtront en S9 ou lors de cursus en mobilité internationale. On posera les bases théoriques qui permettent d'analyser et de modéliser les phénomènes associés aux écoulements turbulents. Cela permet de faire prendre conscience aux élèves que, dans la nature et l'industrie, les écoulements sont essentiellement turbulents. Traiter ces écoulements requiert des compétences et des outils (à la fois analytiques et de modélisation) spécifiques qui sont très différents de ceux utilisés pour les écoulements laminaires (vus en 1^{re} année).

Description du programme

Pour la partie sur la dynamique, les vibrations et l'acoustique :

- 1) Dynamique des systèmes discrets :
 - principe fondamental de la dynamique
 - définition et propriétés des modes propres de vibrations libres
 - présentation de la technique d'analyse modale
 - application à l'essai de lâcher et la vibration forcée
- 2) Elastodynamique tridimensionnelle
 - équations locales et intégrales
 - notions de modes propres et technique d'analyse modale
 - méthodes de discrétisation (Ritz, Elements finis)
- 3) Cas des modèles de structures
 - poutre en tension
 - poutre en flexion
- 4) Acoustique
 - équations de l'acoustique
 - méthode modale pour l'équation de Helmholtz
 - méthode de discrétisation

Cette partie est illustrée par un TD et 3 TP permettant de mettre en pratique ces notions.

Pour la partie sur l'initiation à la turbulence en mécanique des fluides :

Quatre séances de cours sur :

- Apparition de la turbulence, transition laminaire/turbulente, nécessité d'un traitement statistique (décomposition de Reynolds)
- Équations de bilan pour les grandeurs moyennes, tensions de Reynolds, énergie cinétique de la turbulence
- Modélisations de base (longueur de mélange, viscosité turbulente), échelles caractéristiques, spectre de Kolmogorov
- Application au cas du mélange d'un scalaire, diffusivité turbulente, analogie avec la marche aléatoire (mais avec des échelles de longueur et de vitesse caractéristiques de l'écoulement et non pas du fluide comme en régime laminaire)

Ces quatre séances de cours sont complétées par des séances de TD (4 TD de 2 h), afin d'illustrer les notions présentées en cours par quelques exemples concrets.

Compétences et connaissances scientifiques et techniques visées dans la discipline

- C1 : Innovation scientifique et technique : par exemple, pour se préparer à un stage S8 en laboratoire dans l'un de ces domaines ou à un cursus académique à l'international dans une spécialité liée à la mécanique où ces notions seront reprises de façon beaucoup plus approfondie
- C2 : Maîtrise de la complexité et des systèmes :
 - > Apprendre à modéliser et analyser un problème, en choisissant la méthode et/ou le niveau de modélisation le plus pertinent (C2)

- Maîtriser les bases des méthodes de modélisation/simulation numérique associées à ces types de situations pour, par exemple, faire le stage 2A dans l'un des domaines concernés (C2)
- Savoir interpréter des résultats d'expérience (C2)

Modalité de contrôle des connaissances

- Trois TP notés (organisation en binômes ou en trinômes avec un compte rendu obligatoire) (30 %)
- Une épreuve écrite de 2 heures sur au moins deux des 3 parties : dynamique des structures, acoustique et turbulence (70 %)

Bibliographie

M. Abid, F. Anselmet et C. Kharif, "Instabilités hydrodynamiques et Turbulence", Cépaduès Éditions (2017)
M. Géradin, D. Rixen, "Théorie des Vibrations. Application à la dynamique des Structures", Masson (1998)

Equipe pédagogique

S. Bourgeois, M. Jaeger, C. Maury et D. Mazzoni

Objectif de Développement Durable



Accès à une éducation de qualité



Recours aux énergies renouvelables



Accès à des emplois décents



Consommation et
production responsables



Lutte contre le changement climatique

Total des heures

CM	Cours Magistral	30h
TD	Travaux Dirigés	14h
TP	Travaux Pratiques	10h
		6h

Infos pratiques

Nom responsable UE

Responsable pédagogique

Daniel Mazzoni

✉ daniel.mazzoni@centrale-med.fr