

Structures élastiques

Niveau L3 - Semestre S6 - Crédits 6 ECTS - Code LU3ME006 – Mention : Licence Mécanique

Présentation pédagogique.

Cette unité d'enseignement a pour objectif de compléter, approfondir et mettre en application les concepts de la Mécanique des Milieux Continus (dans la continuité de l'unité de bases des milieux continus du semestre S5) pour des milieux solides. Les méthodes de résolutions de problèmes d'élasticité tridimensionnelle seront en particulier détaillées (approche déplacement, approche contrainte, déformations planes, contraintes planes) et leurs solutions analysées (traction, torsion, flexion). L'accent sera mis sur la formulation des équations et conditions aux limites (solutions exactes, approchées, principe de Saint-Venant, unicité, en lien avec le cours d'équations aux dérivées partielles). La seconde partie du cours sera consacrée à une introduction à la théorie des poutres. Les équations statiques et cinématiques qui régissent les structures poutres droites élastiques linéaires seront établies et illustrées par différentes applications. Les méthodes énergétiques (théorèmes de Castigliano, Ménabréa) seront présentées et appliquées à la résolution de structures hyperélastiques.

Contenu de l'Unité d'Enseignement

- Élasticité tridimensionnelle : Formulation et méthodes de résolution de problèmes d'élasticité linéarisée tridimensionnels. Contrainte et déformation planes. Problèmes classiques traction, flexion, torsion.
- Statique des Poutres : Modèle géométrique, modélisation des efforts extérieurs et intérieurs, équations locales d'équilibre
- Cinématique des poutres et Lois de comportement : Cinématique, déformation, Théorie naturelle (Timoshenko) - Hypothèse de Bernoulli, Relations de comportement, contraintes.
- Méthodes d'énergie - Structures hyperstatiques : Energie de déformation élastique, théorème de Castigliano et application au calcul de déplacements, Théorème de Ménabréa et applications aux structures hyperstatiques.
- Travaux pratiques expérimentaux : Étude d'un tube cylindrique sous pression, Essais de flexion trois points, Mesure de photoélasticité, Analyse des résultats et confrontation aux solutions théoriques tridimensionnelles et poutres.

Pré-requis minimum. Les connaissances et compétences développées dans l'unité de bases de mécanique des milieux continus, niveau L3, semestre S5, ainsi que des connaissances mathématiques en analyse vectorielle et équations aux dérivées partielles (unités de mathématiques des semestres S5 et S6, niveau L3).

Références bibliographiques.

- G. Duvaut, Mécanique des Milieux Continus, Dunod 1990.
- H. Dumontet, et al., Exercices corrigés de mécanique des milieux continus, Dunod 1998.
- S. Forest et al., Cours de Mécanique des Milieux Continus, École des Mines de Paris, (polycopié en ligne sur le net).
- S.P. Timoshenko, Résistance des matériaux, Tomes 1 et 2. Dunod, Paris, 1990.
- J. Salençon, Mécanique des Milieux Continus, Tomes 1 et 2, Collection Ellipse, 2005, (polycopié de cours en ligne).

Ressources mises à disposition des étudiants.

Polycopié et supports de cours, sujets de travaux dirigés et annales corrigées. Supports matériels des travaux pratiques.

Connaissances scientifiques développées dans l'unité

- Connaissances avancées dans la formulation et la résolution de problèmes d'élasticité linéaire tridimensionnelle.
- Connaissances de base en théorie des poutres.

Compétences développées dans l'unité (parfois dénommées compétences techniques ou savoir faire)

- Savoir formuler les équations et conditions aux limites de problèmes classiques de structures élastiques linéaires tridimensionnelles et élancées (poutres droites, portiques).
- Savoir mettre en place une méthode de résolution de ces problèmes.
- Capacité à analyser les solutions de ces problèmes.
- Connaître les limites des modélisations proposées et la qualité des solutions construites.
- Savoir effectuer des mesures avec différents capteurs lors des Travaux Pratiques expérimentaux, analyser des images.
- Savoir analyser les sources d'incertitudes et interpréter les résultats de façon critique au regard de la théorie.
- Savoir rédiger un rapport d'essai.
- Respecter une procédure expérimentale.

Volumes horaires présentiel et hors présentiel.

Heures présentielles totales : 56 heures réparties en 24 h de cours, 30 h de travaux dirigés et 6 h de travaux pratiques expérimentaux. Travail personnel attendu : 60 h – 80 h.

Évaluation. L'évaluation se fait sur la base de deux épreuves écrites de deux heures (écrit1 / 20, écrit 2 /60) et un rapport de TP (/20).

Responsables. A. Fernandes et D. Kondo