

2EL1450 - Cours d'analyse structurelle

Responsables : **Karim TARBALI**

Département de rattachement : **DÉPARTEMENT MÉCANIQUE ENERGÉTIQUE PROCÉDÉS**

Campus où le cours est proposé : **CAMPUS DE PARIS - SACLAY**

Nombre d'heures d'études élèves (HEE) : **60**

Nombre d'heures présentielles d'enseignement (HPE) : **30**

Année académique : **2024-2025**

Niveau avancé : **non**

Présentation, objectifs généraux du cours :

Comprendre comment les structures se comportent et si elles peuvent supporter leur propre poids et protéger les humains contre les facteurs environnementaux tels que les tremblements de terre, les tempêtes, les glissements de terrain, etc. est crucial pour concevoir des systèmes structurels sûrs et rentables.

Les méthodes permettant de déterminer les efforts internes et les réactions de support des systèmes structurels classiques et modernes seront au centre de ce cours. La connexion des concepts et méthodes fondamentaux avec les algorithmes utilisés dans les logiciels d'analyse structurelle (dans la pratique de l'ingénierie) sera abordée.

Les cours se concentreront sur le développement d'ensembles de compétences pour identifier les comportements du système et analyser les structures à l'aide de méthodes d'analyse appropriées. Des exemples de cas seront résolus dans le cadre du processus d'enseignement-apprentissage lors des cours magistraux et des séances de TD. Des projets pratiques et à emporter seront définis tout au long du cours et les étudiants sont encouragés à y travailler progressivement au cours du cours. Les projets impliquent des calculs manuels, une modélisation logicielle, des vérifications des résultats et des jugements techniques. Il y aura également des devoirs tout au long du cours pour renforcer les concepts abordés en classe.

Remarque 1 : toutes les activités du cours se dérouleront en anglais. Les étudiants doivent communiquer et remettre leurs devoirs, rapports de projet et examen final en anglais.

Remarque 2 : Les TD (c'est-à-dire les séances de laboratoire) seront menés dans la continuité des cours magistraux, axés sur la résolution pratique de problèmes. Les étudiants doivent participer à l'étape de développement de la solution via des discussions et en transmettant leurs idées au tableau (c'est-à-dire une séance de discussion interactive sur l'ingénierie parallèlement à un cadre de partage de connaissances et d'expériences).

Période(s) du cours (n° de séquence ou hors séquence) :

SG8

Prérequis :

Mécanique (pour les étudiants de CentraleSupélec)

Statique, résistance des matériaux (ou génie mécanique) pour les étudiants internationaux

Plan détaillé du cours (contenu) :

- Concepts généraux de réponse statique, comportement élastique, inélastique, linéaire, non linéaire
- Équations d'équilibre ; Supports, réactions et diagrammes de corps libre ; Stabilité et détermination des réactions ; Calcul des forces de réaction
- Force de cisaillement et moment de flexion ; Relations entre charge, effort tranchant et moment fléchissant ; Principe de superposition
- Indétermination et stabilité ; Résolution aux joints des fermes ; Méthode de coupe ; Structures spatiales statiquement déterminées ; Structures articulées rigides
- Déflexion par intégration directe ; Méthode du faisceau conjugué
- Tutoriel OpenSEES-py
- Méthode de travail virtuel sur fermes et charpentes
- Méthodes moment-aire ; le théorème réciproque de Maxwell ; Théorème de Castigliano
- Méthode de distribution des moments ; méthode de déviation de pente
- Méthode de flexibilité
- Méthode de rigidité
- Méthode matricielle d'analyse structurelle ; approches et hypothèses dans les analyses informatiques
- Flambage
- Méthodes d'analyse structurelle approximatives (jugements techniques)

Déroulement, organisation du cours :

Cours interactifs, apprentissage basé sur des projets et des devoirs

Organisation de l'évaluation :

La note finale sera déterminée à l'aide des notes de :

- Les devoirs (basés sur les concepts abordés lors des cours magistraux et des séances TD) doivent être soumis via Edunao à des dates limites spécifiques (30 % de la note finale).
- Les projets comprenant des calculs manuels, du codage, des simulations via OpenSEES, des tests de vérification et des commentaires basés sur des résultats numériques et des jugements d'ingénierie (35 % de la note finale).
- Examen final de 2 heures. Les étudiants sont autorisés à apporter une feuille A4 de notes d'appui à l'examen final (35 % de la note finale).

Remarque : ces trois éléments d'évaluation sont obligatoires pour satisfaire aux exigences du cours.

Moyens :

Manuels et matériel :

- Structural Analysis, Hibbeler
 - Structural Analysis: In Theory and Practice, Williams
 - Vector Mechanics for Engineers – Statics, Beer et. al.
 - Mechanics of Materials, Hibbeler
 - Matrix Methods of Structural Analysis, Nagarajan
- N'importe quelle édition de ces manuels fonctionnera.

Inutile d'acheter ces livres si vous ne les trouvez pas en bibliothèque. Du matériel supplémentaire et des notes de cours seront téléchargés sur Edunao pour vous aider avec les sujets du cours.

Acquis d'apprentissage visés dans le cours :

- Démontrer une compréhension des systèmes linéaires, non linéaires, déterminés et indéterminés

- Analyser les structures de fermes et de charpentes pour déterminer la réaction et les forces internes utilisées dans les processus de conception
- Utiliser des méthodes d'analyse classiques et des approches de rigidité et de flexibilité pour les analyses structurelles.
- Créer des liens conceptuels entre les calculs manuels et le flux de travail informatique du logiciel et effectuer des vérifications

Description des compétences acquises à l'issue du cours

:

- Identify determinate and indeterminate structural systems and their stability condition
- Explain material and geometric linear and nonlinear behaviours
- Calculate the reaction and internal forces of trusses and their element deformations
- Apply direct integration, moment distribution, and slope deflection methods to frame structures to determine their deformation
- Explain and apply the stiffness and flexibility methods and contrast them
- Simulate the response of structural systems via OpenSEES codebase
- Determine the buckling force for various boundary conditions
- Deliver structural analysis report including verification plots and comments on the system behaviours using numerical outputs and engineering judgments

Bibliographie :

Manuels et matériel :

- Structural Analysis, Hibbeler
- Structural Analysis: In Theory and Practice, Williams
- Vector Mechanics for Engineers – Statics, Beer et. al.
- Mechanics of Materials, Hibbeler
- Matrix Methods of Structural Analysis, Nagarajan

N'importe quelle édition de ces manuels fonctionnera.

Inutile d'acheter ces livres si vous ne les trouvez pas en bibliothèque. Du matériel supplémentaire et des notes de cours seront téléchargés sur Edunao pour vous aider avec les sujets du cours.