

ME-473

Dynamique numérique des solides et des structures

Gmür Thomas

| Cursus | Sem. | Type |
|-----------------|----------|------|
| Génie mécanique | MA2, MA4 | Opt. |

| | |
|-------------------------|----------------|
| Langue d'enseignement | français |
| Crédits | 5 |
| Session | Eté |
| Semestre | Printemps |
| Examen | Oral |
| Charge | 150h |
| Semaines | 14 |
| Heures | 3 hebdo |
| Cours | 3 hebdo |
| Nombre de places | |

Résumé

L'étudiant acquiert une initiation aux méthodes numériques les plus couramment utilisées en dynamique des structures (méthode des éléments finis, méthodes d'extraction modale, méthode des différences finies). Il apprend à exploiter ces techniques pour résoudre les problèmes rencontrés en pratique.

Contenu

A partir de la forme forte du problème de l'élastodynamique tridimensionnelle linéaire, une formulation intégrale, puis faible semi-discrète, du problème est développée dans un premier temps. Basée sur la méthode des éléments finis, l'approche s'attarde sur la construction des matrices élémentaires de rigidité, de masse, des pertes, de Coriolis et d'accélération angulaire et centrifuge de systèmes tournants ou non tournants, conservatifs ou dissipatifs. Des éléments finis tridimensionnels solides et de coque mince à modérément épaisse sont ensuite développés. Les problèmes numériques possibles (blocage en cisaillement, modes cinématiques, ...) sont discutés et des solutions pour contourner ces difficultés sont présentées. Le cours s'intéresse dans un second temps à la résolution par la méthode des sous-espaces du régime libre (analyse modale) des structures conservatives à grand nombre de degrés de liberté. Enfin, la résolution par les méthodes de Newmark du régime forcé (analyse temporelle) des structures dissipatives discrétisées en un grand nombre de degrés de liberté est abordée.

Mots-clés

Elément fini, Forme faible, Dynamique des structures, Méthodes des sous-espaces, Méthodes de Newmark

Compétences requises**Cours prérequis obligatoires**

- Introduction à la mécanique des structures
- Mécanique des structures (pour GM)
- Solid Mechanics
- Mécanique vibratoire
- Méthode des éléments finis
- Modélisation et simulation par éléments finis

Concepts importants à maîtriser

- Appliquer les concepts de la dynamique des structures pour prédire et optimiser le comportement vibratoire, libre ou forcé, conservatif ou amorti de systèmes continus ou à plusieurs degrés de liberté, S3
- Dériver une formulation par éléments finis d'un problème physique quelconque à partir de ses équations différentielles en forme forte (méthode des travaux virtuels ou approche variationnelle), S9

- Mettre en œuvre les concepts théoriques de la méthode des éléments finis pour la réalisation d'une étude complète d'un problème réel à partir d'un cahier des charges d'étude, fournir une analyse critique des résultats obtenus, S10

Acquis de formation

A la fin de ce cours l'étudiant doit être capable de:

- Formuler mathématiquement un problème de dynamique numérique des structures répondant à une problématique réelle ; choisir et mettre en œuvre une méthode de modélisation et un algorithme de résolution adéquats que ce soit en dynamique transitoire, harmonique ou modale, en base physique ou modale, S15
- Expliquer scientifiquement et mettre en œuvre une méthode numérique de modélisation et simulation multiphysique appropriée à un problème physique complexe. Abstraire et dériver un modèle des comportements physiques dominants ainsi que des conditions initiales et aux limites, S16

Compétences transversales

- Auto-évaluer son niveau de compétence acquise et planifier ses prochains objectifs d'apprentissage.
- Utiliser les outils informatiques courants ainsi que ceux spécifiques à leur discipline.
- Ecrire un rapport scientifique ou technique.
- Faire une présentation orale.
- Planifier des actions et les mener à bien de façon à faire un usage optimal du temps et des ressources à disposition.

Méthode d'enseignement

Ex cathedra et mini-projets. Des simulations numériques sur un code interne d'éléments finis seront régulièrement présentées et une démonstration de l'analyse numérique modale et temporelle d'une structure réelle est prévue.

Travail attendu

- Participation au cours
- Résolution des exercices et problèmes
- Réalisation de plusieurs mini-projets
- Rédaction de rapports scientifiques
- Présentation orale des résultats d'un des mini-projets

Méthode d'évaluation

Examen oral (60%) et mini-projets répartis sur le semestre (40%)

Encadrement

| | |
|--------------------|-----|
| Office hours | Non |
| Assistants | Non |
| Forum électronique | Non |

Ressources

Bibliographie

Gmür Th., Dynamique des structures - Analyse modale numérique, PPUR, Lausanne, 2014, ISBN 978-2-88074-813-5.

Ressources en bibliothèque

- [Dynamique des structures / Gmür](#)

Liens Moodle

- <http://moodle.epfl.ch/course/view.php?id=14468>

Préparation pour

Projets de génie mécanique I et II (dynamique des structures)