

UM4MES25 – Méthodes numériques en mécanique des solides (Numerical methods for solid mechanics)

Rémi CORNAGGIA

2025-07-04 15:29:55 +0200

Informations générales

Title (EN)	Numerical methods for solid mechanics
Titre (FR)	Méthodes numériques en mécanique des solides
Nom du ou de la responsable de l'UE	Rémi CORNAGGIA
Nombre d'heures de cours / Amount of class hours	8
Volume h TP / Amount of practical work hours	20
ECTS	3
Semestre	Printemps (S2)
Semester	Jan-May (S2)
Langue	Français
Language	Français
Localisation	campus PMC
Code de l'UE	UM4MES25

Informations pédagogiques

Contenu (FR)

Le but de cette UE est de savoir traiter numériquement des problèmes de dynamique des solides et structures.

1. Introduction : problèmes de dynamique des structures semi-discrétisés en espace par la méthode des éléments finis.
2. Méthodes modales : décomposition modale, résolution du problème découplé, rôle de l'amortissement.
3. Schémas d'intégration en temps :
 - Schémas aux différences finies explicites. Exemple à 1 ddl, Euler explicite.

- Stabilité, cohérence et convergence d'un schéma: définitions et exemple d'Euler explicite scalaire.
 - Application aux systèmes d'ordre 2 : analyse par réduction à un système d'ordre 1
 - Extension aux schémas implicites et à d'autres familles.
4. Application à la dynamique des structures (système d'ordres 2 possiblement amortis)
- Méthodes de la famille de Newmark. Présentation et implémentation.
 - Conditions de stabilité et ordre des schémas.
 - Cas particuliers : Méthode de l'accélération moyenne, accélération linéaire et différence finies centrée.
 - Extensions possibles et lien avec l'existant dans des logiciels industriels.

Content (EN)

The goal of this class is to be able to numerically solve problems involving dynamics of solids and structures.

1. Introduction: structural dynamics problems, already semi-discretized in space using the finite element method.
2. Modal Methods: Modal decomposition, solving the decoupled problem, the role of damping.
3. Time Integration Schemes:
 - Explicit finite difference schemes. Example with 1 degree of freedom, explicit Euler.
 - Stability, consistency, and convergence of a scheme: definitions and example of scalar explicit Euler.
 - Application to second-order systems: analysis by reduction to a first-order system.
 - Extension to implicit schemes and other families.
4. Application to structural dynamics (second-order systems possibly with damping): - Methods in the Newmark family. Presentation and implementation. - Stability conditions and order of the schemes. - Special cases: Average acceleration method, linear acceleration, and centered finite differences. - Possible extensions and links with existing industrial software.

Mots clés (FR)

Dynamique des structures, méthodes modales, méthodes incrémentales, famille de Newmark

Keywords (EN)

Structural dynamics, modal methods, incremental methods, Newmark family

Préréquis (FR)

Cours d'éléments finis, Ondes et vibrations, Calcul scientifique et méthodes numériques de licence et du premier semestre.

Pre-requisites (EN)

Finite element method, Waves and vibrations, Scientific computing and Numerical methods classes from bachelor and 1st semester.

Modalité d'évaluation

60 % examen écrit final, 40 % travaux pratiques

Assessment

60 % final written exam, 40 % practical work

Acquis d'Apprentissage Visés

- Choisir une méthode de simulation numérique pour aborder un problème dynamique.
- Évaluer un schéma numérique en termes de stabilité et précision.
- Implémenter ces méthodes numériques.
- Utiliser la documentation d'un module ou logiciel existant.
- Présenter des méthodes et résultats numériques.

Learning outcomes

- Select a numerical method to address a structural dynamics problem.
- Evaluate a numerical scheme in terms of stability and accuracy.
- Implement these schemes.
- Use the documentation of an existing module or software.
- Present numerical methods and results.

Bibliographie

1. M. Bonnet et A. Frangi, Analyse des solides déformables par la méthode des éléments finis, Ellipses, 2007.
2. M. Géradin, D. J. Rixen, Théorie des vibrations: application à la dynamique des structures, Masson, 1996.
3. C. Besse, Résolution numérique des Équations Différentielles Ordinaires, Cours de L3, 2016.

4. Documentations des logiciels Abaqus et LS-DYNA (module de Ansys).

Version PDF