MEC126 - Calcul des structures par éléments finis

Mis à jour le 14-04-2020

Code : MEC126

Unité d'enseignement de type cours

6 crédits

Volume horaire de référence (+/- 10%) : **50 heures**

Responsabilité nationale :
EPN04 - Ingénierie mécanique et matériaux / Antoine LEGAY

Contact national :

Secrétariat EPN04

EPN4 2 rue Conté
75003 Paris
01 58 80 84 37
Habsatou DIA
secretariat.mecanique@cnam.fr

Présentation

Prérequis

Avoir suivi les UE:

- de Mécanique des milieux continus (MEC122)
- de Mécanique des solides (MEC121)
- d'Algèbre linéaire et géométrie (MVA107)

Objectifs pédagogiques

Permettre aux auditeurs d'acquérir des notions relatives :

- à la modélisation d'un problème mécanique pour effectuer un calcul par éléments finis
- à l'utilisation et compréhension d'un logiciel de calcul des structures
- à la programmation des éléments finis
- à la quantification de la qualité des résultats par indicateur d'erreur
- aux éléments finis de structure de type poutres, plaques et coques

Compétences

Mener un dimensionnement d'une pièce mécanique en statique par la méthode des éléments finis, depuis la modélisation jusqu'à l'analyse des résultats

Programme

Contenu

Éléments finis monodimensionnel :

- barre en traction
- dimensionnement de structures de type treillis

Approximation du déplacement :

- Approximation d'une fonction à une, deux ou trois variables
- Approximation du vecteur déplacement
- Espace vectoriel d'approximation du champ de déplacement de dimension finie
- Matrice des fonctions de forme

Écriture sous forme variationnelle du problème de statique

- Définition des espaces admissibles
- Formulation variationnelle

Construction d'un élément fini et résolution au niveau global

- Notations de Voigt
- Matrice de rigidité élémentaire
- Efforts extérieurs
- Matrice de localisation pour l'assemblage
- Matrice de rigidité de la structure
- Résolution du système au niveau global

Calcul au niveau élémentaire

- Élément de référence et isoparamétrique
- Intégration numérique par points d'intégration

Post-traitement des résultats

- Construction d'un champ de contrainte lissé
- Norme énergétique
- Erreur a priori - taux de convergence
- Estimateur d'erreur a posteriori

Cours d'ouverture possibles :

- Dynamique des structures par éléments finis (matrice de masse, analyse modale, résolution temporelle, réduction du problème par projection modale)
- Éléments finis de poutre, de plaque et de coque

Notions de programmation

- Initiation à l'algorithmique
- Présentation rapide des langages de programmation utilisés en TP
- Structure globale d'un code de calcul

Travaux Pratiques traitant des problèmes industriels (par exemple un code industriel)

1. Maillage à partir d'une CAO fournie
2. Préparation du calcul
3. Calcul
4. Post-traitement
5. Analyse statique des contraintes et déformations
6. Étude de convergence

Travaux Pratiques de programmation (par exemple en Python et/ou Fortran couplé à Gmsh pour le pré-post-traitement)

Exemples de TP possibles:

- Programmation puis résolution d'un treillis de barres dans le plan
- Programmation puis résolution d'un problème 2D à l'aide d'éléments triangles à 3 nœuds dans le plan

Modalités de validation

- Examen final

Bibliographie

Titre	Auteur(s)
"The Finite Element Method", Ed. Mc Graw Hill, 1991.	O.C. Zienkiewicz
"Analyse des structures par éléments finis", Cépaduès-éditions, 1991.	J.-F. Imbert
"Modélisation des structures par éléments finis", Ed. Hermès, 1995.	J.L. Batoz, G. Dhatt
"Aide-mémoire - Éléments finis", Ed. Dunod, 2005.	E. Alexandre
"Approche variationnelle pour la méthode des éléments finis", Techniques de l'ingénieur, 2002.	P. Spiteri
"Apports des éléments finis à la conception mécanique", Techniques de l'ingénieur, 2019.	F. Pourroy

"Introduction à la méthode des éléments finis", Techniques de l'ingénieur, P. Spiteri 2019.