

## Modélisation et éléments finis

<b>Domaine</b>	Ingénierie et Architecture
<b>Filière</b>	Systèmes industriels
<b>Orientation</b>	Conception (SIC)
<b>Mode de formation</b>	Temps partiel/En emploi

### Informations générales

Nom:	:	Modélisation et éléments finis
Identifiant:	:	ModEIFini
Années académiques	:	2017-2018, 2018-2019, 2019-2020, 2020-2021
Responsable:	:	Philippe Bonhôte
Charge de travail:	:	120 heures d'études
Périodes encadrées:	:	64 (= 48 heures)

Semestre	E1	S1	S2	E2	S3	S4	E3	S5	S6	E4	S7	S8
Cours								64				

### Connaissances préalables recommandées

L'étudiant-e doit connaître et savoir utiliser les notions suivantes:

- une méthode d'interpolation;
- une méthode d'optimisation numérique ou au moins la méthode itérative de Newton;
- la méthode d'élimination de Gauss pour la résolution des systèmes d'équations algébriques.

Les unités d'enseignement MAE1-2-3 (mathématiques) et SNI (simulation numérique) permettent d'acquérir ces connaissances.

### Objectifs

A l'issue de cette unité d'enseignement, l'étudiant-e devrait être capable de :

- Poser correctement un problème discret en élasticité linéaire statique, décrire la stratégie de résolution.
- Réaliser l'opération d'assemblage d'une matrice globale à partir de la matrice de connectivité et des matrices élémentaires.
- Utiliser une méthode d'interpolation nodale pour passer d'une solution discrète à une solution continue pour différents types d'éléments.
- Exprimer les limites des méthodes d'interpolation.
- Calculer l'intégrale et la dérivée d'une grandeur sur un élément en utilisant la notion d'élément de référence.
- Utiliser la méthode d'intégration numérique de Gauss sur différents types d'éléments classiques.
- Calculer la matrice de raideur (ou de masse) élémentaire en utilisant la procédure utilisée par un code EF.
- Décrire les limites des solveurs utilisés pour résoudre numériquement un problème du type  $Kx=f$

## Modélisation et éléments finis

- Décrire la stratégie utilisée pour résoudre un problème non-linéaire statique.
- Décrire les stratégies utilisées pour résoudre un problème de dynamique (explicite ou implicite, modale ou directe...).
- Appliquer une démarche robuste pour effectuer un calcul classique d'analyse avec un code éléments finis.
- Citer les étapes d'une analyse statique linéaire par éléments finis.
- Utiliser l'interface logicielle Ansys pour effectuer une analyse statique linéaire, une analyse thermique stationnaire ou transitoire et une analyse statique non-linéaire simple.
- Préparer correctement un modèle géométrique utile à l'analyse par éléments finis.
- Utiliser les outils de maillage et de vérification de maillages.
- Expliquer les différentes manières de moyennner, lisser et représenter les contraintes ou déformations d'une analyse statique ou les flux d'une analyse thermique.
- Savoir lire la document du logiciel et exprimer les caractéristiques principales d'un type d'élément.
- Citer trois différentes stratégies de traitement des contacts.
- Utiliser l'outil de création des contacts d'Ansys pour un contact mécanique entre solides déformables.
- Distinguer le modèle géométrique du modèle éléments-finis.
- Utiliser les éléments de liaisons et créer des pilotes pour appliquer des chargements particuliers.
- Décrire la stratégie de modélisation par éléments axisymétriques.
- Construire un modèle éléments finis en éléments de poutres.
- Construire un modèle éléments finis en éléments coques.
- Exprimer les limitations d'une modélisation coques, poutres ou solides.
- Justifier le choix d'éléments poutres, coques ou solides pour une modélisation.
- Construire un modèle en vue d'un chargement par étapes.
- Choisir un type de solveur pour un problème de statique linéaire en fonction de la structure du modèle.
- Décrire la différence de comportement attendu entre un solveur direct et un solveur itératif.
- Décrire succinctement la stratégie de gestion de la mémoire d'un solveur direct et d'un solveur itératif.
- Expliquer la méthode de Newton-Raphson pour une équation algébrique à une variable.
- Expliquer la notion de pas de calcul et d'itérations.
- Citer les quatre sources de non-linéarités classiques rencontrées pour un problème de statique.
- Expliquer et illustrer la différence entre la convergence d'une discrétisation et la convergence d'un solveur.
- Expliquer la différence entre validation et vérification d'un modèle

### Contenu et formes d'enseignement

*Répartition des périodes indiquée à titre informatif.*

**Cours:** 64 périodes

- Introduction à la modélisation MEF	4
- Démarche générale de modélisation	4
- Choix d'un élément	4
- Post-processeur et analyse des résultats	4
- Modèle géométrique et maillage	4
- Outils de vérification du maillage et des résultats	4
- Eléments de couplage / liaisons	4

- Contacts	4
- Modèle axisymétrique	2
- Modélisation en poutres	4
- Modélisation en coques	4
- Chargement par étape	4
- Statique non-linéaire	4
- Solveurs	4
- Analyse thermique	4
- Analyse dynamique, concepts	2
- Contrôle continu	4

### Bibliographie

- Cuillère J.-Ch., Introduction à la méthode des éléments finis, cours et exercices, Dunod, 2011
- Gmür Th., Méthode des éléments finis en mécanique des structures, PPUR, 2000
- Cook R. D., Concept and applications of finite element analysis, John Wiley & Sons, 2002

### Contrôle de connaissances

#### Cours:

l'acquisition des matières de cet enseignement sera contrôlée au fur et à mesure par des tests et des travaux personnels tout au long de son déroulement. Il y aura au moins 2 tests d'une durée totale d'au moins 4 périodes.

#### Examen:

L'atteinte de l'ensemble des objectifs de formation sera vérifiée lors d'un contrôle final commun écrit d'une durée de 90 minutes.

#### Matériel autorisé:

- Information communiquée directement par l'enseignant.

### Calcul de la note finale

Note finale = moyenne cours x 0.5 + moyenne examen x 0.5

Fiche validée le 16.06.2017 par Müller Randoald