

## Faculté de sciences appliquées



### MECA2120 Introduction aux méthodes d'éléments finis

[30h+30h exercices] 5 crédits

Cette activité se déroule pendant le 1er semestre

**Enseignant(s):** Vincent Legat  
**Langue d'enseignement :** français  
**Niveau :** Second cycle

#### Objectifs (en termes de compétences)

Amener les étudiants à être aptes à devenir ultérieurement des utilisateurs avertis des outils informatiques de simulation numérique en mécanique des milieux continus.

Faire prendre conscience des problèmes numériques qui peuvent se poser lors de cette utilisation. En particulier, l'accent est mis sur l'analyse des critères qui permettent de choisir la méthode la plus adaptée et d'estimer la validité des résultats produits par l'ordinateur.

#### Objet de l'activité (principaux thèmes à aborder)

- Concepts de base de la résolution numérique d'équations différentielles aux dérivées partielles.
- Concepts de base de la méthode d'éléments finis.
- Techniques et algorithmes utilisés dans la mise en oeuvre.
- Etude détaillée de la résolution numérique des problèmes de mécanique des milieux continus.

#### Résumé : Contenu et Méthodes

Comment résoudre numériquement les équations aux dérivées partielles obtenues par la mécanique des milieux continus? Les méthodes numériques sont une démarche qui permet d'obtenir une solution approchée pour ces problèmes. Ce cours a pour objet d'introduire le principe et la mise en oeuvre d'une des méthodes les plus populaires en mécanique : les éléments finis. Le cours présente une méthodologie générale et une approche unifiée qui conduit progressivement d'exemples élémentaires jusqu'aux applications majeures de la méthode. La démarche met l'accent sur l'aspect multidisciplinaire entre le calcul algébrique, l'analyse mathématique et la mise en oeuvre informatique.

- Eléments finis unidimensionnels : concepts de base, interpolation, principes variationnels, estimations d'erreurs à priori et à posteriori, adaptivité.
- Eléments finis bidimensionnels : structures de données fondamentales, techniques de résolution des grands - systèmes linéaires générés par la méthode.
- Résolution numérique de l'équation de Poisson,
- Résolution numérique des équations de l'élasticité linéaire,
- Résolution numérique des équations de l'élasticité incompressible et du problème de Stokes. Méthodes mixtes.

**Autres informations (Pré-requis, Evaluation, Support, ...)**

## Prérequis :

- Connaissance et pratique de la programmation dans un langage de type Matlab ou C/C++. (FSA1381 et FSA1382, ou équivalents) Pour la version MECA2120A du cours, les exercices ne font appel qu'à une connaissance élémentaire de Matlab et des méthodes numériques (FSAC1340 ou équivalent)
- Connaissance de la mécanique de milieux continus (MECA2901 ou équivalent).

## Livres et références :

- C. Johnson, Numerical Solution of Partial Differential Equations by the Finite Element Method, Cambridge University Press, (1987)
- T. J. R. Hughes, The Finite Element Method, Prentice Hall, (1987).
- O. C. Zienkiewicz, R. L. Taylor, The Finite Element Method (volumes 1 & 2), Prentice Hall, (1989).
- G. Strang, G. j. Fix, An Analysis of the Finite Element Method, Prentice Hall, (1977).
- P. G. Ciarlet, The Finite Element Method for Elliptic Problems, North Holland / American, (1978).
- J. T. Oden, J. N. Reddy, An Introduction to the Mathematical Theory of Finite Elements, John Wiley, (1977).
- E. B. Becker, G. F. Carey, J. T. Oden, Finite Elements : an Introduction, Prentice Hall, (1981).
- A. George, J. W. Liu, Computer Solution of Large Sparse Positive Definite Systems, Prentice Hall, (1981).
- C.A.J Fletcher, Computational Techniques for Fluid Dynamics, Springer Verlag, (1991).

## Divers :

Pages Web : <http://labo.icampus.ucl.ac.be/MECA2120/>

Travaux pratiques, à réaliser par groupes de trois étudiants. Conception d'un petit programme d'éléments finis en Matlab, Java, ou C/C++. La version MECA2120A du cours ne comprend pas la réalisation du projet en C/C++.

Examen : écrit avec un formulaire. Les travaux pratiques sont cotés et cela intervient largement dans l'évaluation finale. Il est toutefois requis de réussir l'examen et les travaux pour obtenir une cote finale de réussite.

**Autres crédits de l'activité dans les programmes**

<b>ELEC23</b>	Troisième année du programme conduisant au grade d'ingénieur civil électricien	(5 crédits)	
<b>ELME23/M</b>	Troisième année du programme conduisant au grade d'ingénieur civil électro-mécanicien (mécatronique)	(5 crédits)	
<b>FSA3DA</b>	Diplôme d'études approfondies en sciences appliquées	(5 crédits)	
<b>GC21</b>	Première année du programme conduisant au grade d'ingénieur civil des constructions	(5 crédits)	Obligatoire
<b>GC22</b>	Deuxième année du programme conduisant au grade d'ingénieur civil des constructions	(5 crédits)	Obligatoire
<b>GC23</b>	Troisième année du programme conduisant au grade d'ingénieur civil des constructions	(5 crédits)	
<b>INCH23</b>	Troisième année du programme conduisant au grade d'ingénieur civil chimiste	(5 crédits)	
<b>MAP22</b>	Deuxième année du programme conduisant au grade d'ingénieur civil en mathématiques appliquées	(5 crédits)	
<b>MAP23</b>	Troisième année du programme conduisant au grade d'ingénieur civil en mathématiques appliquées	(5 crédits)	
<b>MATR22</b>	Deuxième année du programme conduisant au grade d'ingénieur civil en science des matériaux	(5 crédits)	
<b>MECA21</b>	Première année du programme conduisant au grade d'ingénieur civil mécanicien	(5 crédits)	
<b>MECA22</b>	Deuxième année du programme conduisant au grade d'ingénieur civil mécanicien	(5 crédits)	Obligatoire
<b>MECA23</b>	Troisième année du programme conduisant au grade d'ingénieur civil mécanicien	(5 crédits)	