

## Faculté de sciences appliquées



### MECA2620 Simulation des phénomènes de transfert dans les procédés industriels

[30h+10h exercices] 4 crédits

Cette activité se déroule pendant le 1er semestre

**Enseignant(s):** François Dupret  
**Langue d'enseignement :** français  
**Niveau :** Deuxième cycle

#### Objectifs (en termes de compétences)

Modélisation et simulation numérique des phénomènes de transfert (de chaleur, de masse...) rencontrés dans certains procédés industriels, tels que l'extrusion des polymères, le moulage par injection des plastiques, le procédé de dépôt de films en couches, le tirage des cristaux, etc.

Il s'agit d'introduire l'étudiant à une méthodologie qui se développe de plus en plus dans le monde industriel, à savoir l'utilisation de grands logiciels de simulation, pour accompagner ou en partie remplacer des expériences qui sont généralement longues et très coûteuses. De tels logiciels deviennent aujourd'hui des outils communs et il s'agit donc de fournir à l'étudiant le moyen de comprendre sur quels principes ceux-ci sont construits et comment les utiliser de façon critique.

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

a. Modélisation :

Méthodologie de mise en équation des transferts dans les procédés industriels. Etablissement d'équations aux dérivées partielles ou intégrales détaillées représentant les phénomènes en jeu. Simplification des équations pour faciliter la résolution du problème, par le biais de méthodes asymptotiques (analyse dimensionnelle). Problèmes de couches limites et de perturbations singulières. Sélection de conditions initiales et aux frontières.

b. Simulation numérique :

Rappel de la méthode des éléments finis. Etude détaillée de la simulation de problèmes d'évolution (hyperboliques ou paraboliques). Problèmes de précision et stabilité numérique des méthodes. Problèmes géométriques. Génération de réseaux ou de maillages.

c. Application :

Etude complète d'un procédé. Analyse de résultats de simulation. Comparaison avec l'expérience.

#### Résumé : Contenu et Méthodes

On commence par étudier en détail l'équation de la chaleur avec transport, du point de vue numérique, sur base des connaissances préalablement acquises par les étudiants relativement à la méthode des éléments finis. L'accent est mis sur la stabilité du schéma temporel, ainsi que sur les difficultés associées à la résolution de problèmes hyperboliques.

La modélisation d'un procédé particulier est abordée. Le choix peut changer d'année en année, mais le moulage par injection des thermoplastiques est fréquemment sélectionné. On voit comment des équations simplifiées peuvent être établies par analyse dimensionnelle. En particulier, la théorie de la lubrification hydrodynamique est élaborée dans le cas du moulage (modèle Hele Shaw). Tous les problèmes liés à ces simplifications sont étudiés (couches limites, écoulement fontaine,...). Des résultats particuliers de simulation sont analysés.

Le cours vise à préparer l'étudiant ingénieur à l'usage de logiciels intégrés, dédiés à un procédé déterminé où les seules données sont la géométrie de l'appareillage, les propriétés des matériaux employés et les conditions opératoires. Le but est de faire ressortir la méthodologie et les difficultés rencontrées dans une telle démarche. Le projet a pour objectif de mettre les étudiants en contact direct et concret avec cette problématique.

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

Pré-requis :

MECA 2120 Introduction aux méthodes d'éléments finis.

Mode d'évaluation :

Examen normal (en partie écrit, en partie oral), avec discussion du rapport de projet.

Support :

Photocopies de documents.

Encadrement :

Exercices : réalisation d'un projet, consistant à introduire une potentialité nouvelle (modèle, condition frontière...) dans un logiciel existant, avec rédaction d'un rapport à remettre et sur lequel les étudiants sont interrogés.

Matière associée :

Méthodes de calcul en mécanique appliquée (50.12).

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

<b>ELME23/E</b>	Troisième année du programme conduisant au grade d'ingénieur civil électro-mécanicien (énergie)	(4 crédits)
<b>MAP22</b>	Deuxième année du programme conduisant au grade d'ingénieur civil en mathématiques appliquées	(4 crédits)
<b>MECA23</b>	Troisième année du programme conduisant au grade d'ingénieur civil mécanicien	(4 crédits)