



[30h+30h exercices] 5 crédits

Ce cours n'est pas dispensé en 2004-2005

Cette activité se déroule pendant le 1er semestre

**Enseignant(s):** Vincent Legat (coord.), Grégoire Winckelmans

Langue d'enseignement : français

Niveau : cours de 1er cycle

**Objectifs (en terme de compétences)**

L'objectif général du cours est l'acquisition de compétences de base en simulation numérique. Cela comporte trois aspects : (1) la maîtrise de méthodes numériques de base, accompagnée d'une compréhension des principes sous-jacents, (2) l'aptitude à l'esprit de rigueur afin de pouvoir valider et estimer la fiabilité d'un résultat numérique, (3) l'implémentation d'une méthode numérique.

A l'issue de cet enseignement, les étudiants seront capables de:

- distinguer entre réalité physique, modèle mathématique et solution numérique;
- comprendre les méthodes numériques et leurs propriétés: précision, convergence, stabilité;
- choisir une méthode en tenant compte d'exigences de précision et de complexité ;
- mettre en œuvre une méthode numérique ;
- interpréter de manière critique des résultats obtenus sur un ordinateur;

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

L'objet du cours est d'introduire le concept de solution numérique approchée de problèmes en physique et mathématique dont la solution analytique n'est pas disponible ou difficile à obtenir. Il s'agit de présenter rigoureusement les fondements des méthodes numériques et de développer une méthodologie scientifique, y compris pour la partie portant sur l'utilisation et mise en œuvre d'outils. On insiste aussi sur la complémentarité entre l'approche numérique et analytique.

A l'issue de cet enseignement, les étudiants pourront répondre aux questions suivantes:

- Comment approximer ou interpoler une fonction ?
- Comment trouver un minimum (ou un maximum) numériquement ?
- Comment trouver la solution d'un problème linéaire ou non-linéaire ?
- Comment intégrer ou dériver numériquement une fonction ?
- Comment résoudre numériquement une équation différentielle ordinaire ?
- Comment résoudre numériquement une équation aux dérivées partielles ?
- Comment calculer les valeurs propres d'une matrice ?
- Comment estimer et mesurer la qualité d'une solution numérique ?

## Résumé : Contenu et Méthodes

Le cheminement proposé insiste sur le caractère fortement multidisciplinaire des méthodes numériques: analyse, algèbre, algorithmique et implémentation informatique. Face à un problème concret, l'étudiant doit être à même de déterminer s'il convient d'utiliser une méthode numérique. Il doit aussi pouvoir choisir celle qui convient le mieux : conditions de convergence, caractéristiques de coût, de complexité et de stabilité. Il doit être capable d'utiliser ou de programmer des méthodes simples avec des logiciels numériques tels que MATLAB.

Le contenu du cours est:

Analyse d'erreur : erreurs de modélisation, de troncature, convergence et ordre d'approximation, arithmétique en virgule flottante, norme IEEE754 ;

Approximation et interpolation : polynômes de Lagrange, splines cubiques, NURBS, polynômes orthogonaux, bornes d'erreur et convergence ;

Intégration et différentiation numériques : méthodes à pas égaux et inégaux, différences centrés et décentrés, techniques récursives et adaptatives ;

Résolution d'équations différentielles ordinaires (EDO) : méthodes de Taylor et de Runge-Kutta, méthodes à pas multiples, conditions de stabilité ;

Résolution d'équations linéaires : méthodes directes et itératives, notions de complexité, calcul de valeurs propres ;

Résolution d'équations non-linéaires : méthodes d'encadrement et de Newton-Raphson, application à des problèmes d'optimisation ;

Résolution d'équations aux dérivées partielles (EDP) : équation de la diffusion, équation de Laplace et équation des ondes, différences finies et schémas explicites.

Les méthodes utilisées privilégieront l'apprentissage actif des étudiants. Les modalités précises de mise en oeuvre d'une participation active de l'étudiant dans son apprentissage sont laissées aux titulaires, dans le respect des orientations pédagogiques de la Faculté.

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

Les cours FSAB1101 et FSAB1102