

## Méthodes mathématiques et numériques pour la mécanique 2

Niveau L3 - Semestre S5 - Crédits 6 ECTS - Code LU3ME008 – Mention Licence mécanique

### Présentation pédagogique.

Cette unité d'enseignement vise à introduire quelques notions fondamentales de résolution numérique et analytique des problèmes de la mécanique modélisés par des équations aux dérivées partielles. L'unité d'enseignement est divisée en Cours, Travaux Dirigés, Travaux Pratiques (utilisant les langages de programmation C et Fortran) et un projet numérique à réaliser en autonomie.

### Contenu de l'Unité d'Enseignement.

- Chapitre 1: Différences finies 1D stationnaire et instationnaire
- Chapitre 2: Résolution des systèmes linéaires par des méthodes directes
- Chapitre 3: Résolution des systèmes linéaires par des méthodes itératives
- Chapitre 4: Résolution des EDP d'ordre 1 (caractéristiques, équation de transport)
- Chapitre 5: Forme canonique pour EDP d'ordre 2 hyperbolique, elliptique, parabolique
- Chapitre 6: Equation des ondes (solution d'Alembert homogène et non-homogène)
- Chapitre 7: Equation de la chaleur ou diffusion (solution fondamentale, fonction de Green, homogène et non-homogène)

**Pré-requis.** Les concepts de base enseignés dans les unités de mathématiques et de méthodes numériques de niveau L1 et L2: dérivation numérique, fonctions de plusieurs variables, calcul différentiel et intégral, équations différentielles.

### Références bibliographiques.

- G. H. Golub, G.A. Meurant : "Résolution numérique des grands systèmes linéaires", Edition Eyrolles, 1983.
- P. Lascaux, R. Théodor : "Analyse numérique matricielle appliquée à l'art de l'ingénieur", tom.1- 2, Edition Masson, 1986.
- R. Théodor : "Initiation à l'analyse numérique", Edition Masson, 1989.
- J. P. Nougier : "Méthodes de calcul numérique", Edition Masson, 1989.
- M. Crouzeix, A.L. Mignot : "Analyse numérique des équations différentielles", Edition Masson, 1989.
- P. G. Ciarlet : "Introduction à l'analyse numérique matricielle et à l'optimisation", Edition Masson, 1990.
- J. P. Demailly : "Analyse numérique et équations différentielles", Edition Presses Universitaires de Grenoble, 1991.
- GH Golub, CF Van Loan, "Matrix Computation", 3rd Edition, books.google.com, 1996
- F. Jędrzejewski : "Introduction aux méthodes numériques", Edition Springer, 2001.
- Y. Saad, "Iterative Methods for Sparse Linear Systems", 2nd edition, SIAM, 2003
- Y. Pinchover, J. Rubinstein : "An introduction to partial differential equations", Cambridge, 2005
- W. Strauss : "Partial Differential Equations : An Introduction", Wiley Global Education, 2007
- H. Reinhard : "Equations aux dérivées partielles : fondements et applications", Dunod, 1991

**Ressources mises à disposition des étudiants.** Polycopié de cours et supports de présentation, sujets et corrigés des Travaux Dirigés et annales corrigées, quizz / QCM pour auto-évaluation (ou évaluation), sujets et corrigés Travaux Pratiques.

### Connaissances scientifiques développées dans l'unité.

Concepts de base dans la résolution numérique d'un problème de mécanique stationnaire ou instationnaire 1D par la méthode de différences finies, allant de la discrétisation jusqu'à la résolution du système matriciel associé.

Concepts de base de l'analyse mathématique des équations aux dérivées partielles : classification, méthodes de résolutions classiques, propriétés des solutions, comparaison avec le résultat numérique.

### Compétences développées dans l'unité.

- Savoir analyser une équation aux dérivées partielles : type d'équation, méthode de résolution, propriétés des solutions, problème bien posé, unicité, stabilité.
- Comprendre le développement analytique des solutions de problèmes fondamentaux de la mécanique : diffusion (ou chaleur) et ondes. Faire le lien avec le comportement physique attendu via les connaissances acquises et la simulation numérique.
- Savoir écrire un programme de résolution par différences finies d'un problème aux limites instationnaire/stationnaire 1D.
- Savoir implémenter la résolution d'un système linéaire par des méthodes directes et itératives.

### Volumes horaires présentiel et hors présentiel.

Heures totales présentiels : 53h réparties en 12 séances de cours de 1h 45, 11 séances de TD de 2h, 2 séances de TP de 3h, un projet en autonomie avec présentation de 4h - Travail personnel attendu : 60 h – 80 h.

**Évaluation.** Évaluation sur la base de contrôles continus écrits, TP et projet

**Responsables.** Anca Belme, Diana Baltean-Carlès, Catherine Weisman, Maîtres de Conférences, Institut Jean Le Rond d'Alembert, Sorbonne Université. Han Zhao, Professeur, Sorbonne Université, LMT ENS Paris Saclay