

**Cours de Méthodes Numériques pour l'ingénieur (MNI, CM3)**  
**Département de Mécanique, Polytech'Lille**  
**Enseignants : Enrico Calzavarini et Stefano Berti**

**Sujets abordés :**

- Résolution d'équations algébriques non linéaires et transcendantes
- Intégration d'équations différentielles ordinaires
- Résolution de systèmes linéaires
- Calcul de valeurs et vecteurs propres

**Programme détaillé sur 8 séances de Cours-TD :**

**Séance 1 : Résolution d'équations algébriques non linéaires et transcendantes**

- Présentation du problème :
  - recherche des zéros d'une fonction ou recherche des points fixes
  - séparation préalable des racines
- La méthode des approximations successives (ou méthode du point-fixe)
- Erreur d'estimation, ordre de convergence d'une méthode itérative, critère de convergence (ou critère d'arrêt d'itération)
- La méthode de Wegstein (ou méthode des sur-relaxations successives)
- La méthode de Newton-Raphson (ou méthode de la tangente)

**Séance 2 :**

- Méthodes d'encadrement
- La méthode "regula falsi" (ou méthode de la corde)
- La méthode de dichotomie

**Séance 3 : Intégration d'équations différentielles ordinaires**

- Définition du problème de Cauchy et sa représentation graphique
- Notion de stabilité d'un problème de Cauchy (problèmes instables, stables et raides)
- La méthode d'Euler explicite
- Notions de stabilité et d'ordre de convergence
- La méthode d'Euler implicite

**Séance 4 :**

- La méthode de la tangente améliorée, ou du point au milieu
- Les méthodes de Runge-Kutta :
  - la méthode d'ordre 2
  - la méthode d'Heun, ou schéma prédicteur/correcteur
  - la méthode d'ordre 4
- Systèmes d'équations différentielles et équations différentielles d'ordre  $n > 1$

**Séance 5 : Résolution de systèmes linéaires**

- Introduction: méthodes directes et méthodes itératives
- Méthode pour une matrice triangulaire
- Méthodes générales directes :
  - la méthode de Gauss (ou méthode des pivots)

**Séance 6 :**

- Méthodes générales directes :
  - décomposition L – U
  - méthode de Choleski pour les matrices symétriques définies positives
  - méthode pour les matrices tri-diagonales
  - calcul de la matrice inverse et du déterminant

### Séance 7 :

- Méthodes itératives:
  - la méthode de Jacobi
  - convergence des méthodes itératives
- Comparaison entre méthodes directes et itératives

### Séance 8 : Calcul de valeurs et vecteurs propres

- Calcul direct des valeurs propres et coût de calcul
- La méthode de la puissance itérée pour le calcul de la valeur propre dominante
- Accélération de la méthode de la puissance itérée et quotient de Rayleigh
- Calcul d'autres valeurs propres:
  - la méthode de la déflation pour les matrices symétriques
  - la méthode de la puissance itérée appliquée à la matrice inverse

### Bibliographie

- U. M. Ascher, C. Greif, *A first course in numerical methods* (SIAM, 2011)
- K. Atkinson, *An introduction to numerical analysis* (Wiley, 1989)
- S. D. Conte, C. de Boor, *Elementary numerical analysis – An algorithmic approach* (McGraw-Hill, 1980)
- F. Jędrzejewski, *Introduction aux méthodes numériques* (Springer, 2005)
- V. Legat, *Mathématiques et méthodes numériques*, notes du cours FSAB1104, Louvain-la-Neuve (2016)
- J. P. Grivet, *Méthodes numériques appliquées pour le scientifique et l'ingénieur* (EDP Sciences, 2009)