

Cours de Méthodes Numériques pour l'ingénieur (MNI, CM3)
Département de Mécanique, Polytech'Lille
Année 2016-2017
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)