

SYLLABUS

LE. ES. MATHS

I-OBJECTIFS DU COURS :

Module : **Analyse numérique**

Coordonnateur du Module : **Mohamed AIT ICHOU**

Semestre : 4

Objectif général :

D'étudier et de développer des méthodes numériques efficaces pour résoudre des problèmes mathématiques et scientifiques qui ne peuvent pas être résolus analytiquement ou qui sont difficiles à résoudre de manière exacte.

Objectifs spécifiques :

- Familiariser l'étudiant aux méthodes de calcul numérique.

II-METHODES PEDAGOGIQUES :

1) Cours magistraux

Présentations théoriques des concepts clés et des théorèmes, accompagnées d'exemples illustratifs.

2) Travaux dirigés (TD)

- Exercices pratiques en groupe pour renforcer la compréhension des concepts appris en cours.
- Étude de cas pratiques et exemples concrets pour appliquer les théories à des situations réelles.

3) Discussions en classe

Questions-réponses pour clarifier les points difficiles.

III- SUPPORTS DU COURS :

Supports numériques : Présentations Beamer.

III-CONTENU :

Séance 1 : Ch. I. Introduction (Cours)

Contenu :

- Introduction.
- Erreurs.
- Arithmétique des Ordinateurs.

Compétences visées :

- Principes du calcul numérique.
- Représentation approchée des nombres, incertitudes, calcul sur ordinateur.

Séance 2 : Ch. I. Introduction (TD)

A faire avant la Séance 2

Contenu :

- Correction de la série de TD.

Compétences visées :

- Renforcer la compréhension des concepts appris en cours.

Séance 3 : Ch. II. Résolution numériques d'un système linéaire (Cours)

A faire avant la Séance 3

Contenu :

- Méthodes de Gauss.
- Décomposition LU.
- Méthode de Cholesky.

Compétences visées :

- Capacité à appliquer avec précision les méthodes de Gauss, la décomposition LU et la méthode de Cholesky pour résoudre efficacement des systèmes linéaires variés.
- Capacité à analyser la complexité et l'efficacité des différentes méthodes pour résoudre des systèmes linéaires en fonction de la taille et de la structure de la matrice.
- Compétence pour implémenter ces algorithmes de manière efficace dans un langage de programmation comme MATLAB, Python et pour évaluer leur performance pratique.

Séance 4 : Ch. II. Résolution numériques d'un système linéaire (TD)

A faire avant la Séance 4

Contenu :

- Correction de la série de TD (Partie I).

Compétences visées :

- La résolution d'exercices pour renforcer la compréhension des concepts appris en cours.

Séance 5 : Ch. II. Résolution numériques d'un système linéaire (Cours)

A faire avant la Séance 5

Contenu :

- Méthodes de Gauss-Seidel.
- Méthodes de Jacobi.
- Méthodes de Relaxation.

Compétences visées :

- Capacité à sélectionner et appliquer efficacement les méthodes itératives telles que Gauss-Seidel, Jacobi et les méthodes de relaxation pour résoudre des systèmes linéaires complexes.
- Compréhension approfondie des concepts mathématiques sous-jacents, y compris la convergence des méthodes itératives, les critères de stabilité et les stratégies pour améliorer la convergence.
- Utilisation des compétences acquises pour résoudre des problèmes concrets dans divers domaines tels que l'ingénierie, la physique, les sciences appliquées, où la résolution numérique des systèmes linéaires est cruciale.

Séance 6 : Ch. II. Résolution numériques d'un système linéaire (TD)

A faire avant la Séance 6

Contenu :

- Correction de la série de TD (Partie II).

Compétences visées :

- La résolution d'exercices pour renforcer la compréhension des concepts appris en cours.

Séance 7 : Ch. III. : Résolution numérique des équations non linéaires (Cours)

A faire avant la Séance 7

Contenu :

- Méthode de dichotomie.
- Méthode de la sécante.
- Méthode de Newton.

Compétences visées :

- **Compréhension des méthodes** : Être capable d'expliquer les principes de chaque méthode et les situations où elles sont applicables.
- **Mise en œuvre des algorithmes** : Savoir coder et appliquer chaque méthode pour résoudre des équations non linéaires.
- **Analyse de convergence** : Comprendre les critères de convergence et les comparer entre les différentes méthodes.

Séance 8 Ch. III. : Résolution numérique des équations non linéaires (TD)

A faire avant la Séance 8

Contenu :

- Correction de la série de TD (Partie I).

Compétences visées :

- Renforcer la compréhension des concepts appris en cours.

Séance 9 : Ch. III. : Résolution numérique des équations non linéaires (Cours +TD)

A faire avant la Séance 9

Contenu :

- Méthode de point fixe.
- Convergence et ordre de convergence.
- Correction de la série de TD (Partie II).

Compétences visées :

- **Compréhension des méthodes :** Être capable d'expliquer les principes de chaque méthode et les situations où elles sont applicables.
- **Choix de la méthode appropriée :** Savoir choisir la méthode la plus adaptée en fonction des caractéristiques spécifiques du problème à résoudre (par exemple, si la dérivée est facile à calculer ou non).

Séance 10 : Ch. IV. Interpolation polynomiale (Cours)

A faire avant la Séance 10

Contenu :

- Rappels sur les polynômes.
- Introduction.
- Polynôme d'interpolation de Lagrange.
- Interpolation par les différences divisées de Newton

Compétences visées :

- Compréhension des concepts de base.
- Être capable de dériver et de comprendre les formules d'interpolation de Lagrange et de Newton.
- Savoir appliquer les méthodes d'interpolation de Lagrange et de Newton à des jeux de données spécifiques.
- Comparer et analyser les résultats obtenus par différentes méthodes d'interpolation.
- Développer des algorithmes pour implémenter l'interpolation de Lagrange et de Newton en utilisant des langages de programmation appropriés.

Séance 11 : Ch. IV. Interpolation polynomiale (Cours) (TD)

A faire avant la Séance 11

Contenu :

- Correction de la série de TD.

Compétences visées :

- La résolution d'exercices pour renforcer la compréhension des concepts appris en cours.
- Résolution de problèmes.

Séance 12 : Contrôle

A faire avant la Séance 12

Contenu :

- ✓ Chapitre I
- ✓ Chapitre II
- ✓ Chapitre III
- ✓ Chapitre IV

Compétences visées :

- Maîtriser les concepts fondamentaux de l'analyse numérique, y compris les erreurs numériques et leur gestion.
- Comprendre les différentes méthodes de résolution des systèmes linéaires et non linéaires.
- Acquérir une compréhension solide des polynômes et des méthodes d'interpolation.
- Être capable d'interpréter et d'analyser les résultats obtenus à partir des méthodes numériques.

Séance 13 : Ch. V. Dérivation et Intégration numérique (Cours +TD)

A faire avant la Séance 13

Contenu :

- Introduction.
- Dérivation numérique :
 - ✓ Méthode différences finies.
 - ✓ Extrapolation de Richardson.
- Intégration numérique :
 - ✓ Méthode de Rectangle.
 - ✓ Méthode des trapèzes.
 - ✓ Méthode de Simpson.
- Correction de la série de TD.

Compétences visées :

- Comprendre l'importance de la dérivation et de l'intégration numériques dans l'analyse de données et la résolution de problèmes scientifiques.
- Comprendre les différences entre les différentes méthodes et leurs applications appropriées.
- Application pratique des méthodes.
- Analyse de la précision et des erreurs.
- Développement de compétences en programmation.

Séance 14 : Chapitre 6 : Résolution numérique d'équations différentielles (Cours + TD)

A faire avant la Séance 14

- ✚ Réviser les notions sur les équations différentielles ordinaires.
- ✚ Revoir les développements limités et les méthodes de discrétisation.

Contenu :

- Introduction aux équations différentielles ordinaires (EDO).
- Formulation du problème de Cauchy.
- Principe de discrétisation temporelle.
- Méthodes numériques de base :
 - ✓ Méthode d'Euler explicite.
 - ✓ Méthode d'Euler implicite.
 - ✓ Méthode d'Euler améliorée (Heun).
- Analyse des erreurs locales et globales.
- Applications numériques simples.
- Correction de la série de TD.

Compétences visées :

- Comprendre les principes fondamentaux de la résolution numérique des EDO.
- Savoir appliquer les méthodes d'Euler à des problèmes simples.
- Étudier la précision et la stabilité des schémas numériques.
- Développer des compétences en programmation scientifique.

Séance 15 : Chapitre 6 : Résolution numérique d'équations différentielles (Cours + TD)

A faire avant la Séance 15

- ✚ Revoir les méthodes d'Euler étudiées en Séance 14.
- ✚ Préparer les exercices de la série de TD.

Contenu :

- Méthodes de Runge-Kutta : Méthode de Runge-Kutta d'ordre 2, Méthode de Runge-Kutta d'ordre 4 (RK4).
- Comparaison entre les différentes méthodes numériques.
- Étude de la stabilité et de la convergence.
- Comparaison entre solutions exactes et solutions approchées.
- Applications numériques avancées et implémentation informatique.
- Correction de la série de TD.

Compétences visées :

- Maîtriser les méthodes de Runge-Kutta pour la résolution des EDO.
- Comparer la précision et le coût des différentes méthodes numériques.
- Analyser les erreurs numériques et la convergence des schémas.
- Renforcer les compétences en simulation et en programmation scientifique.

Examen final : Examen final + Contrôle continu, 1h30

Supports

- Documents fournis

EVALUATION

Examen final 80%

Contrôle continu 20%