

# Sommaire

1. **Chapitre 1 : Introduction aux équations différentielles ordinaires (EDO)**
2. **Définition d'une équation différentielle**
  - a. Introduction aux équations différentielles
  - b. Notion de solution d'une EDO
  - c. Exemples classiques d'EDO
  - d. Problème initial et conditions aux limites
3. **Ordre et degré d'une EDO**
  - a. Classification des EDO par ordre
  - b. Exemples d'EDO d'ordre 1, 2, et supérieur
  - c. Définition du degré d'une EDO
4. **Méthodes de base de résolution**
  - a. Résolution par inspection : solutions simples
  - b. Techniques de séparation des variables
5. **Chapitre 2 : Équations du premier ordre**
6. **Équations différentielles linéaires du premier ordre**
  - a. Forme générale :  $y' + P(x)y = Q(x)$
  - b. Méthode de variation des constantes
  - c. Résolution des équations linéaires homogènes et non homogènes
7. **Équations séparables**
  - a. Forme  $f(y)dy = g(x)dx$
  - b. Méthode de séparation des variables
  - c. Résolution d'exemples d'EDO séparables
8. **Équations exactes**
  - a. Définition et critères d'exactitude
  - b. Méthode de résolution des équations exactes
  - c. Intégration des formes différentielles exactes
9. **Équations différentielles linéaires avec coefficients variables**
  - a. Résolution avec le facteur intégrant
  - b. Méthode de variation des constantes appliquée
10. **Chapitre 3 : Systèmes d'équations différentielles linéaires**
11. **Systèmes linéaires d'EDO**
  - a. Introduction aux systèmes d'EDO
  - b. Représentation matricielle des systèmes
  - c. Solution générale d'un système linéaire homogène
12. **Systèmes d'EDO du premier ordre**
  - a. Résolution de systèmes linéaires à coefficients constants
  - b. Matrices exponentielles et techniques de diagonalisation
  - c. Cas des systèmes non homogènes
13. **Méthode des valeurs propres et vecteurs propres**
  - a. Diagonalisation des matrices
  - b. Résolution de systèmes par les valeurs propres
  - c. Applications à la dynamique des systèmes
14. **Chapitre 4 : Équations différentielles du second ordre**
15. **Introduction aux équations différentielles du second ordre**
  - a. Forme canonique :  $y'' + P(x)y' + Q(x)y = R(x)$
  - b. Conditions initiales et solutions particulières
16. **Méthodes de résolution des équations du second ordre homogènes**
  - a. Résolution des équations à coefficients constants
  - b. Solutions générales : fonctions exponentielles, trigonométriques, et polynomiales
  - c. Cas particulier de l'oscillateur harmonique
17. **Méthodes de résolution des équations non homogènes**
  - a. Méthode de variation des paramètres
  - b. Méthode de l'ansatz (solution particulière)
18. **Applications physiques et mécaniques**
  - a. Modélisation de phénomènes oscillants (mécanique, circuits électriques)
  - b. Applications aux équations de la chaleur et des ondes
19. **Chapitre 5 : Méthodes de résolution avancées**
20. **Transformée de Laplace**
  - a. Définition et propriétés de la transformée de Laplace
  - b. Résolution d'EDO avec la transformée de Laplace
  - c. Applications aux problèmes de conditions initiales
21. **Transformée de Fourier**
  - a. Introduction et applications de la transformée de Fourier

- b. Résolution d'équations différentielles avec la transformée de Fourier
- c. Applications aux équations aux dérivées partielles et problèmes physiques
- 22. **Méthode des séries**
  - a. Développement en série de puissances
  - b. Résolution des EDO par séries de Frobenius
  - c. Applications aux équations différentielles autour des points singuliers
- 23. **Chapitre 6 : Équations différentielles non linéaires**
- 24. **Introduction aux équations non linéaires**
  - a. Propriétés des équations différentielles non linéaires
  - b. Méthodes générales de résolution
- 25. **Méthode de l'approximation perturbative**
  - a. Approximations pour des solutions non linéaires
  - b. Méthode de perturbation de Liapunov
  - c. Applications en mécanique et en physique
- 26. **Méthode des solutions qualitatives**
  - a. Théorie de la stabilité des solutions
  - b. Méthode de phase et diagrammes de phase
  - c. Application aux systèmes dynamiques
- 27. **Systèmes dynamiques non linéaires**
  - a. Modélisation de la dynamique de populations, modèles épidémiologiques
  - b. Modèles de systèmes physiques non linéaires
- 28. **Chapitre 7 : Applications des équations différentielles**
- 29. **Modélisation des phénomènes physiques**
  - a. Mécanique classique et équations du mouvement
  - b. Circuits électriques et résonance
  - c. Modèles thermiques et diffusion de chaleur
- 30. **Applications biologiques et écologiques**
  - a. Croissance des populations et équations de Lotka-Volterra
  - b. Modélisation des épidémies (modèles SIR)
  - c. Modélisation des ressources naturelles et des équilibres écologiques
- 31. **Applications en économie et finance**
  - a. Modèles de croissance économique
  - b. Modélisation des systèmes de régulation économique
- 32. **Chapitre 8 : Problèmes et exercices corrigés**
- 33. **Exercices de base**
  - a. Résolution d'EDO du premier et second ordre
  - b. Application des méthodes de séparation des variables et des transformées
- 34. **Exercices sur les systèmes d'EDO**
  - a. Systèmes d'EDO linéaires et non linéaires
- 35. **Exercices avancés**
  - a. Applications aux phénomènes réels : oscillations, circuits électriques, modèles biologiques
- 36. **Solutions détaillées**
  - a. Résolution détaillée des exercices avec explications méthodologiques
- 37. **Chapitre 9 : Conclusion et perspectives**
- 38. **Résumé des méthodes étudiées**
  - a. Récapitulation des principales méthodes de résolution d'EDO
- 39. **Perspectives de recherche**
  - a. Équations aux dérivées partielles et extensions des méthodes
  - b. Problèmes ouverts dans la théorie des EDO