

Semestre : 2

Unité d'enseignement : UEM 1.2

Matière : Modélisation et simulation en hydraulique

VHS: 37h30 (TP: 2h30)

Crédits : 3

Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement:

Permettre à l'étudiant la résolution numérique des équations mathématiques régissant les problèmes hydrauliques et des problèmes fondamentaux d'ordre pratique par la réalisation de programmes simplifiés sur Matlab (ou autres environnements) et de simuler des cas réels (complexes) sur des logiciels appropriés.

Connaissances préalables recommandées

Bonne connaissance des bases de la mécanique des fluides, des écoulements sous pression, des écoulements à surface libre et des méthodes numériques et langages de programmation informatique.

Contenu de la matière :

Chapitre 1 Rappel (Méthodes de résolution des équations non-linéaires et du système d'équations) (1 Semaine)

- Méthode de Dichotomie (Bisection), Méthode de la sécante, Méthode de Regula Falsi (Fausse Position), Méthode de Newton Raphson, Méthode du point fixe
- Méthodes utilisées pour résoudre les systèmes d'équations (Méthodes directes et indirectes)

Chapitre 2 Modélisation par la méthode des différences finies (M.D.F.) des écoulements (2Semaines)

- Discrétisation des opérateurs différentiels
- Introduction des conditions aux limites et initiales
- Différences finies du premier ordre
- Différences finies de second ordre
- Schémas de discrétisations temporelles (explicites, implicites et mixte)
- Convergence, stabilité et précision des schémas numériques.
- **Exemple d'application** de modélisation d'un écoulement permanent uniforme par M.D.F.

Chapitre 3 Modélisation par la méthode des éléments finis des écoulements (M.E.F) (2 Semaines)

- Maillage et éléments
- Méthodes de minimisation de l'erreur (résidus pondérés, Galerkin...)
- Approximations nodales
- Éléments de référence
- Méthodes intégrales faibles
- Calcul sur les éléments
- Intégration numérique
- **Exemple d'application** de modélisation d'un écoulement permanent uniforme par la M.E.F

Chapitre 4 : Initiation à la méthode des volumes finis(1 semaine)

(Introduction, Méthodes de discrétisation, Equation de la chaleur conduction, convection, diffusion, **Exemple d'application**)

Chapitre 5 Modélisation et Simulation des écoulements (9 Semaines)

- Modélisation d'un écoulement à surface libre non permanent dans un canal prismatique 1D
- Modélisation d'un écoulement en charge transitoire dans une conduite 1D
- Calcul des courbes de remous (utilisation de logiciels)
- Vidange d'un réservoir (barrage) vers l'atmosphère
- Ecoulement entre deux réservoirs (barrages)
- Simulation des écoulements dans les réseaux d'AEP, d'assainissement, irrigation et drainage
- Autres simulations...etc.

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 100%.

Références bibliographiques :

1. HERVOUET Jean-Michel (2003), Hydrodynamique des écoulements a surface libre, Edition Presses de l'école nationale des Ponts et Chaussées (ENPC)
2. GRAF W.H. - hydraulique fluviale Traité de Génie Civil de l'Ecole Polytechnique de Lausanne : Vol.16
3. CARLIER. M (1972),Hydraulique générale et appliquée, Edition EYROLLES
4. COMOLET. R(2002), Mécanique expérimentale des fluide, Edition DUNOD.
5. VIOLLET. P.L, CHABARD. J.P, ESPOSITO. P et LAURENCE. D (2002), mécanique des fluide appliquee, Edition Presse de l'école nationale des ponts et chaussées.
6. LENCASTRE. A, manuel d'hydraulique générale, Eyrolles (EDF).
7. Massey B.S (1975) Fluid mechanics, 3rd Edition, Edition VNRC, London.
8. CURTIS F.Gerald Patrick O.Wheatley (1997). Applied Numerical Analysis 4e éd.
9. NOUGIER J.P (1991) Méthodes de calcul numérique Masson, 3e éd. Paris.
10. EUVRARD (1994). Résolution numérique des équations aux dérivées partielles. Masson, 3e éd. Paris.
11. SIBONY .M et MARDON J.CL Approximation et équations Différentielles. Edition Hermann (1982)
12. BATHE K.-J. (1996). Finite element procedures . Prentice-Hall.
13. DHATT G., TOUZOT G. (1984). Une présentation de la méthode des éléments finis. Maloine SA Paris.
14. PRAT M. (1995). La modélisation des ouvrages, Hermès, Paris.
15. ZIENKIEWICZ O. C. (1979). La méthode des éléments finis. 3e éd., McGraw Hill.
16. ZIENKIEWICZ O. C. (1977). The Finite Element Method. 3rd ed., McGraw Hill.
17. GRAF W.H. - Hydraulique Fluviale Traité de Génie Civil de l'Ecole Polytechnique de Lausanne : Vol.16
18. M. BOUMAH RAT et A. Gourdin Méthodes numériques appliqués, Edition OPU , 440p
19. Patankar, S.V., Méthode des volumes finis appliquée aux problèmes de conduction ... Numerical Heat Transfer and Fluid Flow, Ed. McGraw- Hill, 1980. [2].
20. HERVOUET Jean-Michel (2003), HYDRODYNAMIQUE DES ECOULEMENTS A SURFACE LIBRE, Edition Presses de l'école nationale des Ponts et Chaussées (ENPC)