Semestre : 1
Unité d'enseignement : UEF 1.1.2
Matière : Méthodes numériques approfondies
VHS : 45h (cours : 01h30, TD : 01h30)
Crédits : 4
Semestre : 2

Objectifs de l'enseignement :

Apprendre des techniques numériques nouvelles permettant de résoudre les différentes équations apparaissant en énergétique (mécanique des fluides, thermique, …). L'accent sera mis sur la résolution des équations différentielles et aux dérivées partielles

Connaissances préalables recommandées :

Le cours de Mécanique des fluides MDF2 (L3)
Les mathématiques
Les méthodes numériques (licence)

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : **Equations du 1er ordre**, développement en série de Taylor, Méthode d'Euler et propagation de l'erreur, Méthodes de Runge-Kutta et appréciation des erreurs, systèmes d'EDO, méthodes à pas multiples, méthode de prédiction-correction. Application aux équations de couches limites écoulement et convection forcées et naturelle sur plaques planes **(3 semaines)**

Chapitre 2 : **Méthodes des différences finies** : Exposé de la méthode. Résolution d'un problème de conduction en 2D, stationnaire, représentant une équation elliptique. Solution directe et solution itérative du système obtenu. Méthodes à pas multiples et techniques de stationnarisation de Douglas-Rachford, optimisation de la convergence **(3 semaines)**

Chapitre 3 : **Equations paraboliques** : Cas de la conduction instationnaire (ou diffusion de masse) 1D : Schémas explicite purs, schémas implicites purs et schémas de Crank-Nicholson. Cas 2D : Méthodes à deux niveaux de temps, ADE, ADI de Peaceman-Racheford **(2 semaines)**

Chapitre 4 : **Equations hyperboliques** : Méthode des caractéristiques. Equation de Burger, ondes sonores dans un fluide **(2 semaines)**

Chapitre 5 : Etude des erreurs conséquentes à ces types de schémas : Consistance, stabilité, convergence, dissipation et dispersion **(2 semaines)**

Chapitre 6 : **Méthode des volumes finis** : Avantages et inconvénients vis-à-vis des différences finies. Application à la MDF (Algorithmes SIMPLE, SIMPLER, SIMPLEQ , QUICK, TEAMKE pour le turbulent). Comment choisir ? **(3 semaines)**

Mode d'évaluation :

Contrôle Continu : 40%, Examen : 60%.

Références bibliographiques :

1. *F. Jedrzejewski, Introduction aux méthodes numériques, Deuxième édition, Springer- Verlag, France, Paris 2005.*
2. *W. H. Press, S. Teukolsky, W. T. Vetterling, B. P. Flannery, Numerical recipes in Fortran, Cambridge University press, 1995.*
3. *B. Carnahan, H. A. Luther and J. O. Wilkes, Applied numerical methods, R. Krieger publisher, 1990.*
4. *F. S. Acton, Numerical methods that work, The mathematical association of America, 1990.*
5. *Joe D. Hoffman, Numerical Methods for Engineers and Scientists 2nd Edition, Marcel Dekker, editor, 2001.*

6. *N. Boumahrat et Gourdin, Méthodes numériques, OPU, 1980.*
7. *J. D. Faires and R. L. Burden, Numerical methods, Brooks Cole 3rd edition, 2002*
8. *Oliver Aberth, Introduction to Precise Numerical Methods, Elsevier editor, 2007.*
9. *Rao V. Dukkipati, Numerical methods, Publishing for one world, 2010*
10. *M. N. Ozisik, "Finite Difference Methods in Heat Transfer"; Mechanical and Aerospace Engineering Department North Carolina State University*
11. *H.K. Versteeg et W. Malalasekera, An introduction to computational fluid dynamics. The Finite volume method, Longman scientific & technical, London, 1995.*
12. *Zienkiewic, Numerical methods in heat transfer, Mc Graw Hill editor, 1988.*
13. *J. C. Tannehill, D. A. Anderson and R. H. Plercher, Computational Fluid Mechanics and Heat Transfert, second edition, Taylor and Francis editor, 1997.*
14. *H. Lomax,T. H. Pulliam and David W. Zingg, Fundamentals of Computational Fluid Dynamics, 1999*
15. *S.V. Patankar, Numerical heat transfer and fluid flow, McGrawHill, Hemisphere, Washington, D.C, 1980.*
16. *H.K. Versteeg et W. Malalasekera, An introduction to computational fluid dynamics. The Finite volume method, Longman scientific & technical, London, 1995.*