



SIMULATION NUMÉRIQUE DES ÉCOULEMENTS

NUMERICAL FLOW SIMULATION

Responsable(s): **Christophe CORRE, Fabien GODEFERD, Marc JACOB**

| Cours : 16.0 | TD : 0.0 | TP : 0.0 | Autonomie : 0.0 | BE : 12.0 | Projet : 0.0 | Langue du cours : FR

Objectifs de la formation

L'objectif du cours est de donner aux étudiants qui le suivent un niveau "utilisateur avancé / développeur novice" de méthodes numériques pour les écoulements, avec un accent mis plus particulièrement sur les écoulements compressibles rencontrés dans les applications aéronautiques et spatiales ainsi que dans des dispositifs de conversion d'énergie. A l'issue du cours, l'étudiant.e doit être en mesure de sélectionner une méthode de résolution adaptée au problème visé et de comprendre son comportement (précision, robustesse). Il/Elle saura également réaliser certains développements simples dans des codes de simulation existants : modification de conditions aux limites ou implémentation d'un nouveau flux numérique.

Mots-clés : Classification des EDP. Méthode des caractéristiques. Différences finies. Volumes finis. Schémas centrés et décentrés. Solveurs de Riemann. Schémas TVD. Maillages structurés et non-structurés. Méthodes spectrales.

Programme

CM1 : Introduction à la CFD. Des travaux pionniers aux enjeux du 21ème siècle.

CM2 et CM3 : Etude de problèmes scalaires : classification des équations, méthode des caractéristiques et méthode des différences finies.

CM4 et CM5 : Extension de schémas aux différences finies pour des problèmes modèles d'advection ou d'advection-diffusion au cas de systèmes non-linéaires : du schéma décentré d'ordre 1 aux schémas de haute résolution

CM6 et CM7 : Schémas volumes finis en maillages structurés et non-structurés. Des équations d'Euler en maillage cartésien aux équations de Navier-Stokes en maillage triangulaire.

Compétences

- Compréhension des enjeux actuels de la simulation numérique des écoulements (Computational Fluid Dynamics / CFD). Mise en œuvre de la méthode des caractéristiques pour l'analyse de solution exactes de lois de conservation scalaires. Etude de l'erreur de troncature et du facteur d'amplification d'un schéma aux différences finies pour des problèmes modèles d'advection, de diffusion et d'advection-diffusion en une et plusieurs dimensions d'espace. Implémentation d'un flux numérique dans un code de résolution de l'équation du trafic routier.

- Analyse des propriétés de schémas centrés et décentrés pour la résolution des

Travail en autonomie

Objectifs : Travail en autonomie sur exercices à la suite des séances de cours : vérification de la bonne assimilation des concepts et outils.

Travail en autonomie à la suite des séances de BE : capacité à réaliser les tâches de développement, capacité à réaliser, interpréter et restituer des expériences numériques.

Méthodes : Les 3 séances de 4h de BE permettent la mise en place du travail en autonomie attendu sur les 3 niveaux de difficulté successivement abordés : loi de conservation scalaire 1D, système de lois de conservation 1D, système de lois de conservation multi-D. Les codes utilisés sont présentés et mis en oeuvre

Bibliographie

Thomas H. Pulliam, David W. Zingg, *FUNDAMENTAL ALGORITHMS IN COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS*, Springer, 2014

Eleuterio F. Toro *RIEMANN SOLVERS AND NUMERICAL METHODS FOR FLUID DYNAMIC - A PRACTICAL INTRODUCTION*, Springer-Verlag, 2009

Charles Hirsch *NUMERICAL COMPUTATION OF INTERNAL AND EXTERNAL FLOWS - THE FUNDAMENTALS OF CFD*, Butterworth-Heinemann, 2007

Contrôle des connaissances

Note = 40% savoir (examen final) + 60% savoir-faire (rapports de BE)

Note de savoir = 100% note examen final

Note de savoir-faire = 100% moyenne des 3 notes de rapports de BE