

Méthodes numériques pour l'aérodynamique
Numerical methods for aerodynamics

Code cours <i>Course code: MNA</i>	Crédits ECTS <i>ECTS Credits: 2</i>
Département <i>Department</i> : MFA	Cours <i>Lectures</i> : 12h30
Coordonnateurs <i>Lecturers</i> : G. Lehnasch	T.D. <i>Tutorials</i> : 12h30
Période <i>Year of study</i> : 3 ^e année <i>3rd year</i>	T.P. <i>Laboratory sessions</i> :
Semestre <i>Semester</i> : 5 ^e semestre <i>5th semester</i>	Projet <i>Project</i> :
Evaluation <i>Assessment method(s)</i> : 1 examen <i>1 written exam</i>	Non encadré <i>Homework</i> :
Langue d'instruction <i>Language of instruction</i> : Français <i>French</i>	Horaire global <i>Total hours</i> : 25h00
Type de cours <i>Type of course</i> : Obligatoire <i>Compulsory</i>	
Niveau <i>Level of course</i> : Graduate	

Compétences attendues : Connaître les schémas numériques utilisés dans les codes de calcul industriels d'aérodynamique et de leur comportement en termes de précision et dissipation artificielle, ainsi que des perspectives de développement.

Pré-requis : Cours de base d'analyse numérique. Cours de base d'aérodynamique compressible

Contenu :

Classification des approches

- Des équations potentielles/couche limites à la Simulation Numérique Directe

Equation d'Euler monodimensionnelle

- Hyperbolicité,
- Résolution exacte du problème de Riemann.

Intégration des équations d'Euler

- Schémas conservatifs,
- Schémas basés sur les développements de Taylor,
- Schémas à décomposition de flux,
- Schémas basés sur les solveurs de Riemann,
- Correction d'entropie,
- Extensions d'ordre plus élevé (TVD, MUSCLet limiteurs).

Intégration des équations de Navier-Stokes compressibles

- Maillages curvilignes,
- Discrétisation des termes dissipatifs,
- Discrétisation temporelle,
- Implicitation,
- Conditions aux limites non réfléchissantes.

Bibliographie : C. Hirsch, *Numerical computation of internal and external flows. Vol. 2: computational methods for inviscid and viscous flows*, 1999, Wiley.



Expected competencies: Knowledge of the numerical schemes in use in industrial CFD codes, and of their behaviour in terms of accuracy and artificial dissipation. Development prospects.

Prerequisites: Basic numerical analysis course. Basic compressible fluid dynamics course

Content:

Classification of the different CFD approaches

- From coupled potential/boundary -layer equations to Direct Numerical Simulation

One-dimensional Euler equations

- Hyperbolicity,
- Exact solution of the Riemann problem.

Integration of the Euler equations

- Conservative schemes - schemes based upon Taylor expansions,
- Flux splitting,
- Difference Splitting,
- Entropy correction,
- Higher order extensions (TVD, MUSCL, limiters).

Intégration of the full compressible Navier-Stokes equations

- Curvilinear meshes,
- Discretization of the dissipative terms,
- Time discretization,
- Implication,
- Non-reflecting boundary conditions.

Recommended reading: C. Hirsch, *Numerical computation of internal and external flows. Vol. 2, computational methods for inviscid and viscous flows*, 1999, Wiley