

UM5MEF10 – Calcul haute fidélité pour les écoulements turbulents (High-fidelity computation for turbulent flows)

Luca SCIACOVELLI

2025-07-04 15:29:55 +0200

Informations générales

Title (EN)	High-fidelity computation for turbulent flows
Titre (FR)	Calcul haute fidélité pour les écoulements turbulents
Nom du ou de la responsable de l'UE	Luca SCIACOVELLI
Nombre d'heures de cours / Amount of class hours	20
Volume h TD / Amount of exercise hours	6
Volume h TP / Amount of practical work hours	4
ECTS	3
Semestre	Automne (S3)
Semester	Sept-Jan (S3)
Periode (pour les cours M2)	Dec-Feb
Quarter (for M2 classes)	P2
Langue	Français
Language	Français
Localisation	ENSAM
Lien vers l'emploi du temps / trad en	Autre (préciser)
Code de l'UE	UM5MEF10

Informations pédagogiques

Contenu (FR)

Ce module vise à fournir une introduction à la simulation numérique haute-fidélité des écoulements turbulents, avec un accent sur les équations de Navier-Stokes compressibles. La large gamme d'échelles spatiales et temporelles actives dans de tels écoulements implique de fortes

contraintes en termes de modélisation physique et de résolution numérique, entraînant des coûts de calcul importants. Dans une première partie, nous nous concentrerons sur la modélisation physique par Simulation Numérique Directe (DNS), méthode de Boltzmann sur réseau (LBM) et Simulation des Grandes Structures (LES), avec des notions de calcul haute performance (HPC). Le cours donnera également un aperçu des méthodes d'ordre élevé pour la discrétisation spatiale et l'intégration temporelle nécessaires à la réalisation de ces calculs, en soulignant les effets de l'interaction entre le modèle physique et la méthode numérique. Les concepts seront illustrés par des applications numériques utilisant des logiciels de calcul parallèle pour l'étude de configurations turbulentes à hauts nombres de Reynolds et de Mach.

Content (EN)

This module aims to provide an introduction to high-fidelity numerical simulation of turbulent flows, with a focus on the compressible Navier-Stokes equations. The wide range of active spatial and temporal scales in such flows implies strong constraints in terms of physical modeling and numerical resolution, entailing significant computational costs. In the first part, we will focus on physical modeling by Direct Numerical Simulation (DNS), Lattice Boltzmann Method (LBM) and Large-Eddy simulation (LES), with notions of high performance computing (HPC). The course will also provide an overview of high-order methods for spatial discretization and time integration needed to carry out these calculations, highlighting the effects of the interaction between the physical model and the numerical method. The concepts will be illustrated by numerical applications using parallel computing software for the study of turbulent configurations at high Reynolds and Mach numbers.

Mots clés (FR)

Modélisation de la turbulence, schémas d'ordre élevé, simulations à résolution d'échelle

Keywords (EN)

Turbulence modeling, high-order schemes, scale-resolving simulations

Prérequis (FR)

Mécanique des fluides, Fondements de simulation numérique, Dynamique de la turbulence

Pre-requisites (EN)

Fluid Mechanics, Fundamentals of numerical simulation for fluid flows, Turbulence dynamics

Modalité d'évaluation

note 1ère session = 50% examen écrit + 50% TP
note 2nde session = max(note 1ère session, 50% examen oral de rattrapage + 50% TP)

Assessment

1st session mark = 50% written exam + 50% TP
2nd session mark = max(1st session mark, 50% oral exam + 50% TP)

Acquis d'Apprentissage Visés

- Évaluer les avantages et les limitations des techniques LES, RANS/LES et LBM pour la modélisation des écoulements turbulents
- Mettre en œuvre des méthodes d'ordre élevé en temps et en espace pour la simulation d'écoulements multi-échelles dans le cadre de projets industriels et/ou de recherche
- Estimer l'interaction entre les modèles de turbulence et les schémas de discrétisation

Learning outcomes

- Evaluate advantages and limitations of LES, RANS/LES and LBM techniques for turbulent flow modeling
- Implement high-order methods in time and space for the simulation of multiscale flows within industrial and/or research projects
- Estimate the interaction between turbulence models and discretization schemes

Bibliographie

1. E. Garnier, N. Adams, P. Sagaut, « Large Eddy Simulation for Compressible Flows », Springer (2009)
2. C. Bailly, G. Comte-Bellot, « Turbulence », Springer (2015)
3. P. Sagaut, S. Deck, M. Terracol, « Multiscale and multiresolution approaches in turbulence », Imperial College Press, 2nd Edition (2013)

Version PDF

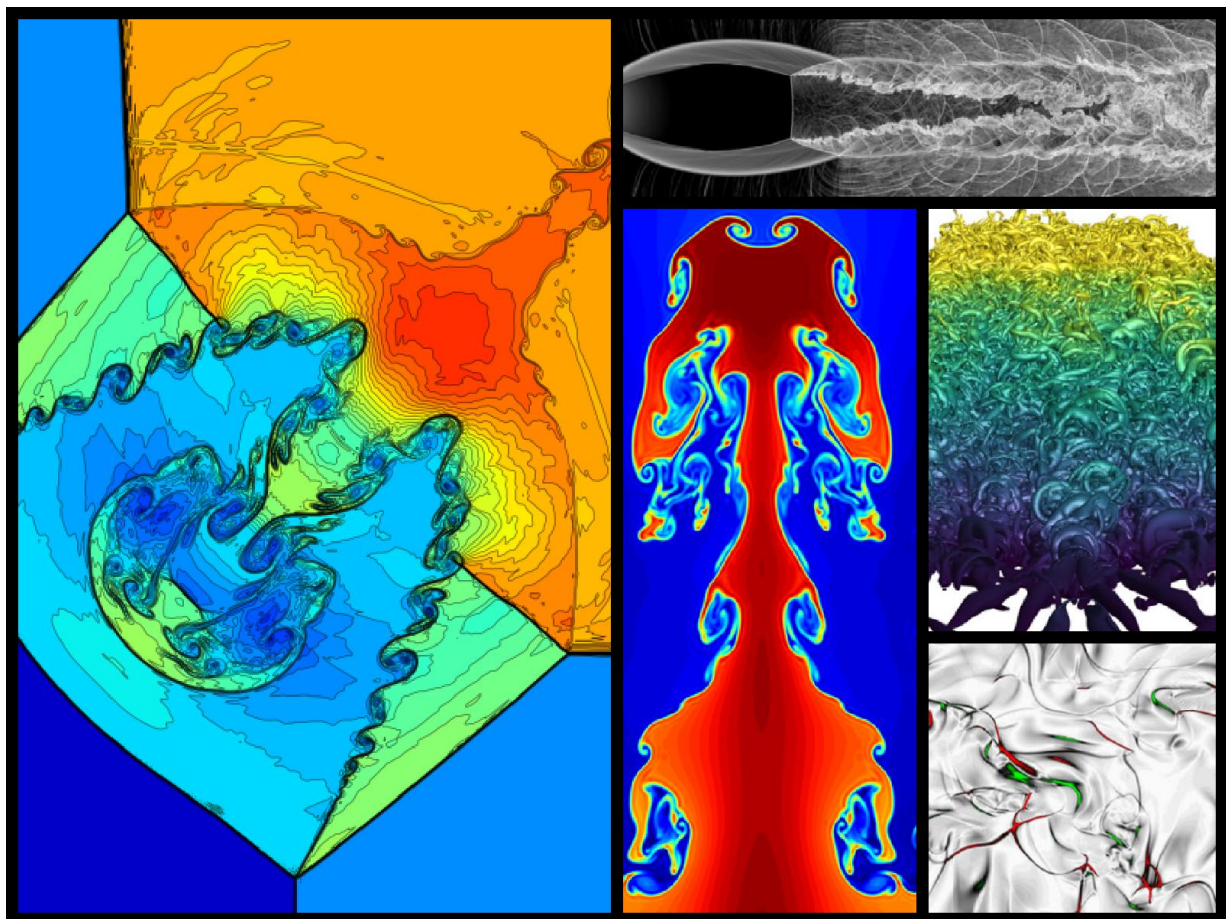


Figure 1: Figure