

UM4MEE22 – Turbulence et transfert : Applications Energétique et Environnementales (Turbulence and transferts: energy and environmental applications)

Georges Gerolymos

2025-06-20 10:30:35 +0200

Informations générales

Title (EN)	Turbulence and transferts: energy and environmental applications
Titre (FR)	Turbulence et transfert : Applications Energétique et Environnementales
Nom du ou de la responsable de l'UE	Georges Gerolymos
Nombre d'heures de cours / Amount of class hours	28
Volume h TD / Amount of exercise hours	28
Volume h TP / Amount of practical work hours	0
Volume h Projet / Amount of project hours	0
ECTS	6
Semestre	Printemps (S2)
Semester	Jan-May (S2)
Langue	Français
Language	Français
Localisation	campus PMC
Lien vers l'emploi du temps / trad en	Campus PMC
Code de l'UE	UM4MEE22

Informations pédagogiques

Contenu (FR)

Le cours est divisé en deux parties. La première partie est une introduction à l'analyse des écoulements turbulents incompressibles. Le développement théorique des équations de Navier-Stokes

moyennées et des équations de transport de quantités turbulentes exactes avant fermeture permettront d'acquérir des bases pour effectuer une analyse physique des écoulements turbulents du point de vue numérique et expérimental. Quelques exemples de fermetures statistiques de la turbulence en insistant sur leurs bases théoriques et une critique systématique des fermetures de la turbulence existante sur plusieurs configurations (du canal 1-D aux cas tests industriels) donneront les outils pour pouvoir appréhender l'utilisation de codes de simulation numérique d'écoulements turbulents.

La deuxième partie a pour vocation d'apporter les bases nécessaires à la compréhension des mécanismes fondamentaux mis en jeu dans les trois modes de transferts de chaleur classiques (conduction, convection et rayonnement) qui interviennent généralement de manière couplée dans les milieux naturels et dans les applications industrielles. Cette partie se propose de faire acquérir les outils nécessaires à la résolution de problèmes simples faisant intervenir des couplages conduction-convection-rayonnement.

Content (EN)

The course is divided in two parts : The first part introduces the students to the analysis of incompressible turbulent flows. The theoretical development of the averaged Navier-Stokes equations and of the exact transport equations for the turbulent quantities constitute the necessary background for the physical analysis of turbulent flows. Selected examples of statistical turbulence closures widely used in R&D are presented with particular focus on the underlying assumptions. The limitations and pathologies of turbulence closures are discussed with respect to comparisons with measurements for a wide range of flows (from simple channel flow to complex 3-D industrial applications). This background is necessary for the critical analysis of CFD results of turbulent flows.

The second part aims to provide the necessary bases for understanding the fundamental mechanisms involved in the three classic modes of heat transfer (conduction, convection and radiation) which generally occur in a coupled manner in natural environments and in industrial applications. This part gives the necessary tools for the resolution of simple problems involving couplings conduction-convection-radiation.

Mots clés (FR)

Description des écoulements turbulents; Tensions de Reynolds; Couche limite turbulente; (DNS, LES, RANS); Couche limite thermique; Convection; Rayonnement

Keywords (EN)

Turbulent flows description; Reynolds-stress tensor; Turbulent boundary-layer; Thermal boundary layer; Convection ; Radiation.

Préréquis (FR)

Equations de Navier-Stokes incompressibles. Notations indicielles et calculs tensoriels. Equation de l'énergie. Transferts de chaleur par conduction.

Pre-requisites (EN)

Navier-Stokes equations for incompressible flows. Indicial notation and tensor calculus. Dynamic boundary layer. Energy equation. Conduction heat transfer.

Modalité d'évaluation

note session1=1 écrit partie turbulence (2h: 50 %)+ 1 écrit partie thermique (2h: 50 %) note session2=sup(session 1, 0.5xDS3(2h: turbulence)+0.5xDS4(2h: thermique))

Assessment

note session1=1 écrit partie turbulence (2h: 50 %)+ 1 écrit partie thermique (2h: 50 %) note session2=sup(session 1, 0.5xDS3(2h: turbulence)+0.5xDS4(2h: thermique))

Acquis d'Apprentissage Visés

- Notations indicielles et calculs tensoriels
- Equation de conservation de l'énergie, transferts de chaleur
- Compréhension des mécanismes fondamentaux mis en jeux dans les transferts convectifs et ra
- Analyse et description d'un écoulement turbulent.
- Détermination des équations de transport de la turbulence exactes.
- Analyse et modélisation des équations de la turbulence.
- Compréhension et critique des modèles de turbulence.
- Analyse phénoménologique des écoulements de convection forcée.
- Compréhension des mécanismes fondamentaux mis en jeux dans les transferts convectifs et ra

Learning outcomes

- Indicial notation and tensor calculus.
- Energy equation and heat transfer.
- Fundamental mechanisms in convective and radiative heat transfer.
- Analysis and description of turbulent flows.
- Exact transport equations of turbulent quantities (moments).
- Analysis and modeling (closure) of turbulence transport equations.
- Critical analysis of turbulence models.
- Phenomenological analysis of forced convection flows.
- Analytical determination of a convective heat transfer coefficient in academic configurati

- Use of heat transfer correlations for turbulent flows.
- Establishment of a complete energy balance with convection/radiation coupling.
- Analysis of radiative transfers between non-black bodies through a transparent medium.

Bibliographie

A first course in Turbulence Tennekes H Lumley JL, The MIT Press 1972

Methodes de Modélisation et de Simulation des Ecoulements Turbulent Roland Schiestel, Hermes, 2006

Turbulent flow, Stephen Pope, Cambridge University Press 2012

Transferts thermiques : initiation et approfondissement/coordonateur J.F. SACCADURA /Tech. & Doc., Lavoisier, 2015

Convection Heat Transfer, A. Bejan, Ed. Wiley, 2004.

Fundamentals of Heat and Mass Transfer, P. Incropera et al., Ed. Wiley, 2006.

Version PDF