

UM5MEE06 – Plasmas pour l'énergie et l'aéronautique (Plasmas for Energy and Aeronautics)

Jean-Maxime Orlac'h

2025-06-16 14:01:57 +0200

Informations générales

Title (EN)	Plasmas for Energy and Aeronautics
Titre (FR)	Plasmas pour l'énergie et l'aéronautique
Nom du ou de la responsable de l'UE	Jean-Maxime Orlac'h
Nombre d'heures de cours / Amount of class hours	20
Volume h TD / Amount of exercise hours	8
Volume h TP / Amount of practical work hours	4
Volume h Projet / Amount of project hours	0
ECTS	3
Semestre	Automne (S3)
Semester	Sept-Jan (S3)
Periode (pour les cours M2)	Sept-Nov
Quarter (for M2 classes)	P1
Langue	Français
Language	Français
Localisation	campus PMC, St Cyr
Code de l'UE	UM5MEE06

Informations pédagogiques

Contenu (FR)

L'objectif de ce cours est de donner aux étudiants un aperçu des recherches en cours sur l'application des décharges plasmas [1-4] à l'aéronautique et à l'énergétique. Les plasmas sont en effet actuellement très étudiés de par le monde, aussi bien à travers la magnétohydrodynamique – avec des applications en hypersonique et dans la fusion nucléaire, qu'à travers la combustion assistée par plasma [5], ou les actionneurs plasmas [6] pour l'aéronautique civile. Ces travaux s'inscrivent tous dans la perspective de la décarbonation et d'électrification du secteur aérien et de l'industrie énergétique. Quelques éléments de théorie seront abordés en

cours magistral afin de doter les étudiants de bases scientifiques en physique des plasmas. La suite du cours se focalisera sur le vent ionique, et l'étude du contrôle aérodynamique autour d'un profil d'aile.

Content (EN)

The aim of this course is to provide students with a basic knowledge of plasma physics [1-4] and illustrate it with potential applications to aeronautics and energetics. Indeed, plasmas are currently intensively studied worldwide as a potential solution to a greener energy and carbon-free aviation. This includes magneto-hydrodynamics with applications to hypersonics and controlled nuclear fusion, but also plasma-assisted combustion [5] or plasma flow control for aeronautics [6]. The course will introduce key theoretical concepts, in order to provide students with a basic knowledge of gas discharge and plasma physics. The course will then focus on ionic wind generation and aerodynamic flow control around a wing profile.

Mots clés (FR)

décharges électriques dans les gaz, écoulements ionisés, plasmas, aéro-énergétique

Keywords (EN)

Electric discharges in gases, ionized gas flows, plasmas, aero-energetics

Prérequis (FR)

Équations de Navier-Stokes. Thermodynamique Générale. Chimie Générale. Electromagnétisme. Calcul différentiel et intégral.

Pre-requisites (EN)

Navier-Stokes equations. Thermodynamics. Chemistry. Electromagnetism. Differential and Integral Calculus.

Modalité d'évaluation

70 % examen écrit + 30 % TD/TP

Assessment

70 % written exam + 30 % TD/TP

Acquis d'Apprentissage Visés

- reconnaître différents types de plasmas / décharges dans les gaz, et les caractériser
- comprendre la modélisation des écoulements ionisés basse température
- mettre en équations l'effet d'un actionneur plasma sur un écoulement
- écrire/utiliser un code pour la résolution de ces équations, appréhender la résolution numérique de ces équations pour répondre aux besoins applicatifs
- comparer les résultats des simulations aux expériences
- analyser, critiquer ses résultats et rédiger un rapport scientifique

Learning outcomes

- distinguish different kinds of gas discharges
- understand the modelling of low-temperature ionised gas flows
- derive the equations for plasma flow actuation
- write and/or use a software to solve these equations
- compare results of the simulations with experimental ones
- analyse critically their results and write down a scientific report

Bibliographie

[1] M. A. Lieberman, A. J. Lichtenberg, Principles of Plasma Discharges and Materials Processing, Wiley, 2005

[2] J.-M. Rax, Physique des Plasmas, Dunod, 2005

[3] A. Piel, Plasma Physics, An Introduction to Laboratory, Space and Fusion Plasmas, Springer, 2010

[4] Y. P. Raizer, Gas Discharge Physics, Springer, 1991

[5] J.-B. Perrin-Terrin, Plasma-assisted combustion of hydrogen swirling flames: Extension of lean blowout limit and NO_x emissions, Proceedings of the Combustion Institute 40, 105546, 2024

[6] T. C. Corke et al., Dielectric Barrier Discharge Plasma Actuators for Flow Control, Ann. Rev. Fluid Mech., 24:205—29, 2010

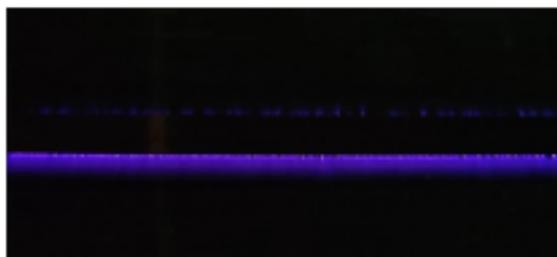


Figure 1: Figure