

UM5MEF06 – Dynamique des vortex (Vortex dynamics)

Ivan Delbende

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

Informations générales

Title (EN)	Vortex dynamics
Titre (FR)	Dynamique des vortex
Nom du ou de la responsable de l'UE	Ivan Delbende
Nombre d'heures de cours / Amount of class hours	20
Volume h TD / Amount of exercise hours	10
ECTS	3
Semestre	Automne (S3)
Semester	Sept-Jan (S3)
Periode (pour les cours M2)	Dec-Feb
Quarter (for M2 classes)	P2
Langue	Anglais
Language	Anglais
Localisation	Campus PMC
Lien vers l'emploi du temps / trad en	Campus PMC
Code de l'UE	UM5MEF06

Informations pédagogiques

Contenu (FR)

Objectifs Le but de l'UE est de familiariser les étudiants avec un des concepts centraux de la mécanique des fluides : la vorticité et les vortex. On montrera par de nombreux exemples la présence de structures cohérentes de type tourbillons dans des écoulements très divers de nature fondamentale (turbulence), géophysique et environnementale, ou appliquée (aéronautique en particulier). Ce cours introduit les outils physiques et analytiques nécessaires à la compréhension de la notion de vortex, de leur dynamique et de leur caractérisation. Ce cours s'adresse également aux doctorants. L'évaluation teste d'une part les connaissances acquises lors des cours

et des travaux dirigés consolidées par les séances pratiques sur machine, et d'autre part la capacité de l'étudiant à comprendre une publication scientifique sur la dynamique des vortex et d'en relier les éléments au cours suivi.

Contenu

- Vorticité : définitions, exemples, modèles de vortex, loi de Biot-Savart, théorème de Kelvin, lois de conservation de Helmholtz.
- Approche bidimensionnelle : circulation, centroïde, rayon de dispersion, vortex ponctuels, vortex étendus, interaction vortex/vortex, fusion, dynamique proche paroi, dipôle.
- Tourbillons tri-dimensionnels : tourbillon de Burgers, anneau tourbillonnaire, filament de vorticité, instabilité, reconnexion.
- Applications en aérodynamique, aspects aéroacoustiques.

Content (EN)

Objectives The aim of the course is to get students familiar with one of the central concepts of fluid mechanics: vorticity and vortices. The presence of coherent vortex-like structures in a wide variety of flows of fundamental (turbulence), geophysical and environmental, or applied (aeronautics in particular) nature will be demonstrated through numerous examples. This course provides the students with physical and analytical tools necessary to understand the notion of vortices, their dynamics and their characterisation. This course is also intended for PhD students. The exams test both the knowledge acquired in lectures and tutorials, consolidated by computer lab sessions, and the student's ability to understand a scientific publication on vortex dynamics and relate its elements to the course.

Content

- Vorticity: definitions, examples, vortex models, Biot-Savart law, Kelvin's theorem, Helmholtz conservation laws.
- Two-dimensional approach: circulation, centroid, dispersion radius, point vortices, extended vortices, vortex/vortex interaction, merging, near-wall dynamics, dipoles.
- Three-dimensional vortices: Burgers vortex, vortex rings, vorticity filaments, instabilities, reconnection.
- Applications to aerodynamics, vortex aeroacoustics.

Modalité d'évaluation

note 1ere session = 40% examen écrit 1 + 40% examen écrit 2 + 20% compte-rendu de TP numérique
note 2nde session = max(note 1ere session, 80% examen de rattrapage écrit ou oral + 20% compte-rendu de TP numérique)

Assessment

1st session mark = 40% written exam1 + 40% written exam2+ 20% computer lab report
2nd session mark = max(1st session mark, 80% oral or written retake exam + 20% computer lab report)

Acquis d'Apprentissage Visés

A l'issue de l'enseignement, l'étudiant est capable de caractériser, d'analyser ou de prévoir la dynamique de systèmes tourbillonnaires, tant du point de vue de la trajectoire et de l'interaction des vortex, que de leur structure interne et de leur déformation.

Learning outcomes

At the end of the course, the student will be able to characterise, analyse or predict the dynamics of vortex systems, from the point of view of their trajectory and interactions, but also of their internal structure and deformation.

Bibliographie

1. Hydrodynamique Physique, Guyon, Hulin et Petit, Editions du CNRS (2012).
2. Elementary fluid dynamics, Acheson, Clarendon Press, Oxford (1990).
3. Saffman : vortex dynamics, Cambridge (1995).

Version PDF



Figure 1: Figure