

① PRÉSENTATION DU COURS

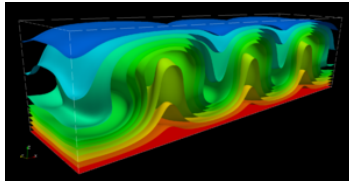
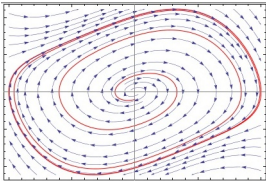
Instabilités hydrodynamiques

Olivier THUAL et Olivier LIOT

Année 2022-2023, 15 novembre 2022

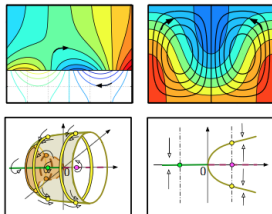
OBJECTIFS DU COURS

- Explorer les outils mathématiques simples pour déterminer si un équilibre est stable ou instable.



- Appréhender la compréhension physique d'écoulements fluides à travers l'étude de leurs instabilités.

Instabilités hydrodynamiques



- 1 Instabilité de Kelvin-Helmoltz
- 2 Instabilité de Rayleigh-Bénard
- 3 Linéarisation autour de l'équilibre
- 4 Exercices complémentaires

INP Toulouse - ENSEEIHT

Département "Hydraulique - Mécanique des Fluides"

Année 2018-2019, version du 6 mars 2018

CM 1	① Instabilité de Kelvin-Helmoltz	
	1.1 Instabilité de Saffmann-Taylor	TD 1
CM 2	② Instabilité de Rayleigh-Bénard	
CM 3	③ Linéarisation autour de l'équilibre (1/2)	
	2.1 Convection en milieu poreux	TD 2
	4.9 Bifurcations avec hysteresis	TD 3
	3.1 Bifurcations sous-critiques	
CM 4	③ Linéarisation autour de l'équilibre (2/2)	
	3.2 Équation aux dérivées partielles	TD 4
	4.11 Équations de Saint-Venant	
Examen (21/01/2022) : Chapitres 1 à 3		

MODALITÉS DE L'EXAMEN

- Devoir écrit en temps limité de 1h45
- Au programme : tous les chapitres
- Seul document autorisé : le formulaire
- Poids dans la note finale : 100 %

SUJET DE L'EXAMEN

Le sujet de l'examen sera constitué d'exercices choisis parmi :

- les exercices complémentaires (chapitre 4)
- les exercices des Travaux Dirigés

ainsi que de nouveaux exercices en rapport avec le cours.

Moodle ENSEEIHT ou <https://www.olivier-thual.fr>

- Polycopié en couleur sous format papier et en ligne (avec corrigés)
- Vidéos en ligne de type cours au tableau noir

Livres complémentaires

- Introduction à la Mécanique des milieux continus déformables,
O. THUAL, Cépaduès-Éditions 1997
- Des ondes et des fluides,
O. THUAL, Cépaduès-Éditions 2005
- Hydrodynamique de l'environnement,
O. THUAL, Éditions de l'Ecole Polytechnique 2010



Introduction

1- Instabilité de Kelvin-Helmholtz

2- Instabilité de Rayleigh-Bénard

3- Linéarisation autour de l'équilibre

4- Exercices complémentaires

Vidéos de classe virtuelle

Les vidéos ci-dessous, d'une durée d'environ 2 mn, peuvent être visionnées avant ou après le cours magistral ou s'y substituer. Les images des tableaux sans les vidéos sont disponibles en bas de cette page.

Chapitre 1: Instabilité de Kelvin-Helmholtz
1. Écoulement cisailé biconvexe 1.1 Équations d'Euler

$$\underline{x} = x \underline{e}_x + y \underline{e}_y + z \underline{e}_z = \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix}$$

$$\underline{u}_1 = \begin{pmatrix} u_1 \\ v_1 \\ w_1 \end{pmatrix}, \quad \underline{u}_2 = \begin{pmatrix} u_2 \\ v_2 \\ w_2 \end{pmatrix}$$

Équations d'Euler :

$$\text{div } \underline{u}_2 = 0 ; \quad \frac{\partial u_2}{\partial t} + \underline{u}_2 \cdot \text{grad } \underline{u}_2 = -\frac{1}{\rho_2} \text{grad } p - g \underline{e}_z$$

$$\text{div } \underline{u}_1 = 0 ; \quad \frac{\partial u_1}{\partial t} + \underline{u}_1 \cdot \text{grad } \underline{u}_1 = -\frac{1}{\rho_1} \text{grad } p - g \underline{e}_z$$

Cliquer ici pour une fenêtre plus grande

Chapitre 1: Instabilité de Kelvin-Helmholtz
1. Relation de dispersion généralisée 1.2 Conditions aux limites

Surface libre : $F(z, t) = z - \eta(x, y, t) = 0$

Conditions aux limites cinématiques :

$$\lim_{z \rightarrow \infty} \underline{u}_2 = u_2 \underline{e}_x$$