

DES INSTABILITÉS ET DES FLUIDES

Articles Pédagogiques Multimedia



Olivier THUAL, thual@imft.fr

INP/ENSEEIH et IMFT

3 novembre 2004

Table des matières

1	Instabilités de cisaillement	9
1	Modèles prototype 1D	16
2	L'instabilité "roll waves" d'un écoulement incliné	19
3	Instabilité de Kelvin Helmholtz	24
4	Stabilité des écoulements parallèles	28
2	Convection de Rayleigh-Bénard	41
1	Approximation de Boussinesq	47
2	Problème de Rayleigh-Bénard	49
3	Équations sous formes adimensionnées	51
4	Problème de Rayleigh-Bénard bidimensionnel	53
5	Conditions aux limites périodiques	54
6	Conditions aux limites réalistes	58
7	Conditions aux limites en températures fixées	60
3	Bifurcations génériques de l'équilibre	71
1	Bifurcation noeud-col	75
2	Bifurcation fourche	78
3	Bifurcation de Hopf	80
4	Formes normales et catastrophes	82
4	Systèmes dynamiques simples	97

1	Le modèle de Lorenz et les systèmes dissipatifs	102
2	Le pendule simple et les systèmes conservatifs	110
3	Autres oscillateurs et phénomènes non linéaires	114
4	Exploration numérique de système dynamiques	120

Avant-Propos

Ce cours intitulé “DES INSTABILITÉS ET DES FLUIDES”, a été conçu dans le cadre de l’Option “Mécanique des Fluides Numérique” du Département “Hydraulique - Mécanique des Fluides” de l’ENSEEIH, et complété dans le cadre du tronc commun de la filière “Dynamique des Fluides” du Master Recherche “Dynamique des Fluides, Énergétique et Transferts”. Il répond à un double objectif :

- Manipuler des modèles de base de la mécanique des fluides à travers l’étude des instabilités de cisaillement ou de convection thermique.
- Assimiler les concepts de base de la dynamique instabilités temporelles : relations de dispersions généralisées, bifurcations de l’équilibre, comportement générique des systèmes dynamiques.

Le support écrit de ce cours est structuré sous la forme de quatre “Articles Pédagogiques Multimedia” indépendants.

Un “Article Pédagogique Multimedia” (APM) est un document électronique qui regroupe des textes de type photocopié mais aussi des animations, des programmes de démonstration ou des illustrations difficiles à transcrire sous forme papier.

Seules les parties classiques de type “livre papier” (texte, exercices corrigés, glossaires, ...) sont réunies dans le présent ouvrage. Les parties complémentaires (animations et programmes Matlab) ainsi que d’éventuelles mises à jour (voir la date de chaque document) sont accessibles à l’adresse suivante :

<http://www.enseeiht.fr/hmf/enseignants/thual>

La liste des rubriques constituant un “Article Pédagogique Multimedia” (APM) est indiquée ci-dessous. Par rapport à la version papier, la version électronique comprend la copie des transparents, des animations ainsi que des programmes “Matlab” à télécharger (trois derniers éléments de la liste).

- Fiche signalétique
- Objectifs pédagogiques
- Pré-requis
- Notations
- Cours écrit
- Exercices et problèmes
- Corrigés des exercices et problèmes
- Questionnaires à Choix Multiples (QCM)
- Corrigés des QCM
- Bibliographie
- *Transparents**
- *Animations**
- *Demos Matlab**

* : à consulter sur INTERNET (<http://www.enseeiht.fr/hmf/enseignants/thual>)

Introduction du cours

Cet ouvrage, intitulé “DES INSTABILITÉS ET DES FLUIDES” s’appuie sur les quatre “Articles Pédagogiques Multimedia” (APM) suivants :

- **cisail** : Instabilités de cisaillement
- **rayben** : Instabilité de Rayleigh-Bénard
- **bifgen** : Bifurcations génériques de l’équilibre
- **sysdyn** : Systèmes dynamiques simples

Ces articles peuvent être lus et travaillés indépendamment les uns des autres. Les deux premiers articles ainsi que les deux derniers constituent néanmoins une progression par paires. La première paire se limite au traitement linéaire des instabilités en mettant l’accent sur la mécanique des fluides. La seconde paire se limite aux systèmes dynamiques simples en mettant l’accent sur les non linéarités.

Les pré-requis nécessaires pour la lecture de cet ouvrage peuvent être limités à une connaissance de base des équations de la mécanique des fluides. Parmi les très nombreux livres permettant d’acquérir cette connaissance, il en est un qui présente l’avantage de partager la plupart des notations utilisées dans cet ouvrage : “Introduction à la Mécanique des Milieux Continus Déformables”, O. Thual, Cépaduès-Éditions 1997.