

Intitulé de l'Unité d'Enseignement	Introduction to hydrodynamic instabilities (en anglais)		Code de l'UE	NS693
Rédacteurs (principaux, 3 maxi) de l'UE				
Nom, Prénom, qualité	COSSU	Carlo	CR	
Laboratoire ou équipe de recherche	Laboratoire d'hydrodynamique	(LadHyX)		
Adresse	LadHyX, École polytechnique, 91128 Palaiseau cedex			
Téléphone :	+33 1 6933 5266			
e-mail:				
Descriptif de l'UE				
Volumes horaires globaux (CM + TD + TP+ autre...)	28hCM+2hTD=30h			
Nombre de crédits de l'UE	3			
Spécialité où l'UE est proposée	Mécanique des fluides : fondements et applications			
Semestre où l'enseignement est proposé	S3			
Effectifs prévus (rentrée 2009)	20			

a) Objectifs de l'Unité d'Enseignement (6 lignes maximum)

L'objectif du cours est de présenter une introduction aux mécanismes physiques d'instabilité hydrodynamique et aux techniques les plus utilisées pour l'analyse de ces instabilités. Ces instabilités sont présentes dans la plupart des écoulements d'intérêt pour les scientifiques et dans les applications industrielles.

b) Contenu de l'Unité d'Enseignement (15 lignes)

Le cours est divisé en quatre parties. Dans la première partie trois exemples de mécanismes physiques d'instabilité et de scénarios de transition à la turbulence sont introduits: ceux observés en convection thermique (instabilité de Rayleigh-Bénard); les instabilités centrifuges (écoulement de Taylor-Couette); - les instabilités de cisaillement dans les couches de mélange (instabilité de Kelvin-Helmholtz). Les différentes définitions et types d'instabilité sont discutées (instabilités locales et globales, etc.). Dans la deuxième partie on développe les techniques d'analyse de stabilité linéaire (en modes normaux) sur deux des exemples physiques discutés dans la première partie, notamment l'instabilité de Rayleigh-Bénard et celle de Kelvin-Helmholtz. Les effets de confinement sont discutés sur des équations modèles. La troisième partie du cours porte sur les analyses faiblement non-linéaires et introduit les équations d'amplitude. On introduit la méthode des échelles multiples et on l'applique à la dérivation des équations d'amplitude pour des systèmes fortement confinés (équation de Landau) et faiblement confinés (équation de Ginzburg-Landau). On discute les bifurcations élémentaires pour les systèmes fortement confinés. La dernière partie du cours est dédiée aux instabilités secondaires. Les instabilités de compression/dilatation (Eckhaus) et zig-zag sont discutées dans le contexte de la convection thermique. La théorie de Floquet est introduite et les différents types de déstabilisation d'un cycle limite sont discutés.

c) Pré-requis (2 lignes)

Méthodes mathématiques élémentaires. Notion de base en mécanique des fluides

d) Modalités de contrôle des Connaissances

Formation classique (cours au tableau) + devoirs maison individuels (exercices) non notés + 2-3 projets numériques (en groupe, notés toutes les deux semaines) + examen écrit final. Examen de rattrapage: oral.

Le nombre d'heure présentielle ne devra pas dépasser 30

e) Examens (répartis), Oraux, TP, Projet

CC1, CC2, TP, Projet Oral (PO), Projet Ecrit (PE)

Il faut au moins 2 notes

Par exemple : $(CC1+CC2)/2$ ou bien $(2CC1 + PO + PE)/4$

f) Références bibliographiques

Notes de cours fournies par l'enseignant

Organisation pédagogique

Enseignements présentiels	Volume horaire total	Horaire hebdomadaire	Effectif par groupe
Cours	28h	3h45min	20
Enseignements dirigés	2h	1hx2semaines	20
Travaux pratiques Décrire le titre de chaque TP			
Projet Définir le type de projet	devoir maison	2 projets numériques de simulation/analyse d'instabilités	
Autre			

Course Title :

Introduction to hydrodynamic instabilities

Description of the course :**a) Objective**

The aim of this course is to give an introduction to physical mechanisms of instability in fluids and to the most widely used techniques for their analysis.

b) Content

The course is divided into four main parts. In the first part three examples of physical mechanisms leading to instability are presented: those observed in thermal convection (Rayleigh-Bénard instability); the centrifugal instabilities observed in Taylor-Couette flow and the Kelvin-Helmholtz instability due to the concentrated vorticity in a shear layer. The definitions of stability are then introduced and their different types discussed.

In the second part the method of normal modes for linear stability analysis is introduced and applied to the previous physical examples. The differences between weakly and strongly confined systems are pointed out.

The third part of the course is dedicated to weakly non-linear stability analysis and amplitude equations. A short recall of linear adjoint operators and the Fredholm theorems is given. A short introduction to the singular perturbations and to the multiple time scale (MTS) method is presented on a simple example. The MTS method is then applied to the derivation of the amplitude equations for strongly confined (Landau equation) and weakly confined (Ginzburg-Landau equation) Rayleigh-Bénard instabilities respectively. The derivation is extended to the multi-roll configurations. Elementary bifurcations are introduced and discussed.

The last part of the course deals with secondary instabilities. The compression/dilatation (Eckhaus) and zig-zag instabilities are discussed in the case of thermal convection. Floquet theory and the different types of limit cycle destabilisation are introduced.

The course also includes the assignment of exercises and group homework on short numerical projects.

c) Prerequisites

Elementary mathematical methods. Elementary fluid mechanics.