

ONDES DE SURFACE ET RESSAUTS

Articles Pédagogiques Multimedia



Photo : <http://www.swastycreation.com/photos>

Olivier THUAL, thual@imft.fr

INP/ENSEEIH

Juin 2005

Table des matières

1	Dérivation des équations de Saint-Venant	9
1	Modèle 2D turbulent	14
2	Approximations de milieu peu profond	18
3	Modèles 1D intégrés sur la verticale	22
2	Advection d'un scalaire et caractéristiques	43
1	Dérivée le long de courbes	46
2	Résolution générale de l'équation d'advection	49
3	Résolution de cas particuliers	53
3	Ondes de surface linéaires 1D, hyperboliques ou dispersives	69
1	Classifications des systèmes linéaires 1D	75
2	Ondes de surface linéaires et hyperboliques	85
3	Ondes de surface linéaires et dispersives	92
4	Caractéristiques et chocs	111
1	Modèle simple du trafic routier	116
2	Équations aux dérivées partielles hyperboliques	120
3	Détentes, ressauts et relations de sauts	127

Avant-Propos

Le cours intitulé “ONDES DE SURFACE ET RESSAULTS” a été conçu dans le cadre de la seconde année de formation du cycle d’ingénieur du Département “Hydraulique et Mécanique des Fluides” de l’ENSEEIH. Il fait l’objet de 10h de cours et 8h de Travaux Dirigés et 2h de contrôle écrit. Il répond à un double objectif :

- Manipuler les modèles de base de la mécanique des fluides à surface libre à travers l’étude des ondes de surface linéaires et non linéaires.
- Assimiler plusieurs concepts de base souvent utilisés en mécanique des fluides : linéarisation autour d’état stationnaire, relation de dispersion des ondes, méthode des caractéristiques, relation de saut pour le traitement des chocs ou ressauts.

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 démonstrations 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 photocopié. Les parties complémentaires de ces APM (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 indiqué 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
- Corrigés des QCM
- Bibliographie
- *Transparents**
- *Animations**
- *Demos Matlab**

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

Introduction du cours

Les pré-requis nécessaires pour la compréhension de ce cours 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, j’en cite un qui présente l’avantage de partager la plupart des notations utilisées dans ce polycopié : “Introduction à la Mécanique des Milieux Continus Déformables”, O. Thual, Cépaduès-Éditions 1997.

Ce cours, intitulé “ONDES DE SURFACE ET RESSAULTS” est constitué des quatre “Articles Pédagogiques Multimedia” (APM) suivants :

- **derisv** : Dérivation des équations de Saint Venant
- **advzca** : Advection d’un scalaire et caractéristiques
- **surfli** : Ondes de surface linéaires 1D, hyperbolique ou dispersives
- **carcho** : Caractéristiques, chocs et équations de Saint Venant

Ces articles peuvent être lus et travaillés indépendamment les uns des autres.

Ce cours est inspiré du document suivant : J. FABRE, “Ondes”, polycopié ENSEEIHT (2001). Un prolongement de ce cours peut être trouvé dans l’ouvrage “Des ondes et des fluides”, O. Thual, Cépaduès-Éditions 2005. Deux ouvrages en anglais peuvent être consultés en approfondissement de ce cours : “Waves In Fluids” de James Lighthill (Cambridge University Press 1978 et 1980) et “Linear and Nonlinear Waves” de G. B. Whitham (Wiley 1974).