

collection mécanique des fluides dirigée par Jean-Luc Achard

Ondes en mécanique des fluides

modélisation et simulation numérique

Vincent Guinot

hermes

Lavoisier

Table des matières

Introduction	7
Qu'est-ce que la propagation d'onde ?	7
Quel public pour ce livre ?	9
Comment lire ce livre ?	9
Chapitre 1. Les lois de conservation hyperboliques scalaires en une dimension d'espace	11
1.1. Définitions	11
1.2. Détermination des solutions	19
1.3. Une loi linéaire : l'équation de convection	24
1.4. Une loi convexe : l'équation de Burgers non visqueuse	31
1.5. Une autre loi convexe : l'onde cinématique en hydraulique fluviale	39
1.6. Une loi de conservation non-convexe : l'équation de Buckley-Leverett	46
1.7. Transport par convection avec adsorption/désorption	53
1.8. Bilan du chapitre	58
Chapitre 2. Les systèmes hyperboliques de lois de conservation en une dimension d'espace	65
2.1. Définitions	65
2.2. Calcul des solutions	72
2.3. Cas particulier : les écoulements compressibles	76
2.4. Un système 2×2 linéaire : les équations du coup de bélier	81
2.5. Un système 2×2 non linéaire : les équations de Saint-Venant	98
2.6. Un système 3×3 non linéaire : les équations d'Euler	122
2.7. Bilan du chapitre	137
Chapitre 3. Les solutions faibles et leurs propriétés	145
3.1. Apparition des solutions discontinues	145
3.2. Les différents types d'onde	153
3.3. Les ondes simples	156
3.4. Propriétés des solutions faibles	159

6 Ondes en mécanique des fluides

3.5. Bilan du chapitre.....	171
Chapitre 4. Le problème de Riemann	177
4.1. Définitions et propriétés des solutions.....	177
4.2. Solution pour les lois de conservation scalaires.....	179
4.3. Solution pour des systèmes hyperboliques de lois de conservation.....	187
4.4. Bilan du chapitre.....	204
Chapitre 5. Les systèmes hyperboliques en plusieurs dimensions d'espace	207
5.1. Définitions.....	207
5.2. Écriture à partir des principes de conservation.....	212
5.3. Propriétés des solutions.....	214
5.4. Application : les équations des écoulements bidimensionnels à surface libre.....	222
5.5. Bilan du chapitre.....	236
Chapitre 6. Les méthodes aux différences finies pour les systèmes hyperboliques	239
6.1. Discrétisation de l'espace et du temps.....	239
6.2. Les méthodes aux caractéristiques.....	243
6.3. Les schémas décentrés amont pour les lois scalaires.....	261
6.4. Le schéma de Preissmann.....	268
6.5. Les schémas centrés.....	277
6.6. Les schémas TVD.....	281
6.7. La technique de « Flux splitting ».....	291
6.8. Discrétisations conservatives : la matrice de Roe.....	299
6.9. Traitement des problèmes multidimensionnels.....	304
6.10. Bilan du chapitre.....	310
Chapitre 7. Les méthodes aux volumes finis pour les systèmes hyperboliques	313
7.1. Principe.....	313
7.2. Le schéma de Godunov.....	320
7.3. Les schémas de Godunov d'ordre élevé.....	334
7.4. Bilan du chapitre.....	340
Annexe A. Rappels d'algèbre linéaire	343
A.1. Définitions.....	343
A.2. Opérations algébriques sur les matrices et les vecteurs.....	345
A.3. Opérations différentielles sur les matrices et les vecteurs.....	347
A.4. Valeurs propres, vecteurs propres.....	348
Annexe B. Analyse numérique	351
B.1. Consistance.....	351
B.2. Stabilité.....	355
B.3. Convergence.....	368
Annexe C. Solveurs de Riemann approchés	369
C.1. Les solveurs HLL et HLLC.....	369
C.2. Le solveur de Roe.....	374
Annexe D. Récapitulatif des formulations	377
Bibliographie	383
Index	387

Cet ouvrage présente les principes physiques de la propagation d'onde en mécanique des fluides et leur mise en équations. Il explique les techniques qui permettent d'analyser le comportement des ondes ainsi que les grandes familles de méthodes numériques utilisées pour simuler leur propagation.

Les écoulements discontinus (fronts raides, ondes de choc) et leurs traitements mathématiques sont étudiés et illustrés par des applications dans divers domaines de la mécanique des fluides (transport de contaminant, mouvements d'hydrocarbures en milieu souterrain, hydraulique fluviale et en conduite, dynamique des gaz).

Les méthodes numériques aux différences finies et aux volumes finis sont analysées et appliquées à des cas concrets, avec des exemples illustrant leurs points forts et leurs limitations. Des exercices d'application sont proposés à la fin des chapitres. Leurs corrigés sont disponibles en ligne, sous forme de textes explicatifs et de feuilles de calcul.

L'auteur

Vincent Guinot enseigne l'hydraulique, la modélisation et les méthodes numériques en école d'ingénieurs et en master professionnel. Il est maître de conférences à l'université Montpellier 2.

hermes
Science
— publications —

www.hermes-science.com

ISBN 2-7462-1393-1

