

Radyadour Kh. Zeytounian

Modélisation asymptotique en mécanique des fluides newtoniens



Springer-Verlag

Paris Berlin Heidelberg New York

Londres Tokyo Hong Kong

Barcelone Budapest

TABLE DES MATIÈRES

Avant-Propos	3
Chapitre I. Le modèle exact de Navier-Stokes	9
1.1. Les trois lois de conservation de la mécanique du milieu continu	9
1.2. Les lois de comportement des fluides newtoniens	13
1.3. Les équations de Navier-Stokes pour les gaz parfaits à chaleurs spécifiques constantes	14
1.4. Les équations de Navier-Fourier pour les liquides (non dilatables)	16
1.5. Les équations de la mécanique des fluides pour les écoulements géophysiques (atmosphère et océan)	17
1.6. Les conditions initiales et aux frontières	19
1.7. Sur l'unicité, l'existence et la régularité des solutions	22
Chapitre II. Forme adimensionnelle et paramètres réduits	25
2.1. Adimensionnalisation	25
2.2. Équations de N-S adimensionnelles proprement dites	27
2.3. Formes adimensionnelles des équations de Navier-Stokes pour les mouvements atmosphérique et océanique	27
Chapitre III. Le concept de modélisation asymptotique	31
3.1. Critère de rationalité et auto-consistance	31

3.2. Le statut mathématique	33
3.3. Les grands modèles de la mécanique des fluides	34
3.4. Modèles locaux et spécifiques	36
3.5. Modélisation asymptotique et simulations numériques	37
Chapitre IV. Quelques formes simplifiées des équations de Navier-Stokes (Euler, Navier, Prandtl, Stokes et Oseen)	41
4.1. Les équations d'Euler pour les fluides parfaits	41
4.2. Les équations de Navier pour un fluide visqueux incompressible	45
4.3. L'équation de Prandtl de la couche limite (cas incompressible plan)	49
4.4. L'équation de Stokes pour les écoulements lents ou fortement visqueux	51
4.5. L'équation d'Oseen	52
Chapitre V. Les outils de la modélisation asymptotique	55
5.1. Le concept de linéarisation et la modélisation	55
5.2. La MDAR et le concept de raccord	56
5.3. La M.E.M. et l'élimination des termes séculaires	59
5.4. M.E.M. et technique d'homogénéisation	61
5.5. Obtention d'équations d'amplitudes par la MEM	66
5.6. MEM et alternative de Fredholm	69
Chapitre VI. Formes limites, approximations et modèles	75
6.1. Formes limites principales et locales	75
6.2. Approximations et dégénérescences significatives	77

6.3. Modèles asymptotiques : le cas de l'écoulement autour d'une plaque plane finie à $Re \gg 1$	79
Chapitre VII. Les modèles liés au nombre de Reynolds	85
7.1. Interaction fluide parfait — couche limite ($Re \gg 1$)	85
7.2. Le modèle en triple couche	93
7.3. Le modèle de Rayleigh pour l'initialisation de la couche limite instationnaire	103
7.4. Écoulement de Stokes-Oseen. Cas stationnaire et instationnaire ($Re \ll 1$)	107
Chapitre VIII. Les modèles liés au nombre de Mach	121
8.1. Le passage au modèle de Navier	121
8.2. Le modèle acoustique	123
8.3. Les cas subsonique et supersonique	125
8.4. Le cas transsonique	130
8.5. Le cas hypersonique	132
8.6. Le cas hypersonique peu visqueux	136
Chapitre IX. Les modèles pour les écoulements atmosphérique et océanique	143
9.1. Les équations modèles de Boussinesq	143
9.2. Les équations dites "primatives"	146
9.3. L'équation modèle dite "quasi-géostrophique"	148
9.4. Analyse asymptotique et numérique du modèle isochore pour l'océan	151

Chapitre X. Quelques modèles locaux pour l'aérodynamique	159
10.1. Écoulement dans une roue de turbomachine axiale avec un grand nombre d'aubes	159
10.2. Modélisation asymptotique de l'écoulement dans le cœur d'une nappe tourbillonnaire fortement enroulée	167
10.3. Évolution d'ondes acoustiques dans une enceinte : le concept d'écoulement incompressible	171
10.4. Modélisation de la turbulence par homogénéisation de la microstructure	183
Chapitre XI. Equations modèles pour les ondes irrotationnelles à la surface de l'eau	189
11.1. Formulation mathématique du problème	189
11.2. Forme réduite du problème	191
11.3. Les équations de Boussinesq	192
11.4. L'onde solitaire de Boussinesq et les ondes cœudales	196
11.5. L'équation modèle KdV	198
11.6. L'équation non linéaire de Schrödinger pour les ondes longues en eau peu profonde	203
En guise de conclusion	207
Références pour les chapitres I à XI	209
Bibliographie	217
Index alphabétique	221