

SOMMAIRE

CHAPITRE I. LES EQUATIONS DE NAVIER-STOKES.....	1
1. <i>L'EQUATION DE BOLTZMANN ET LES EQUATIONS DE NAVIER-STOKES.....</i>	3
1,1. La description statistique (ou microscopique).....	3
1,2. L'équation de Boltzmann.....	6
1,3. Les équations de Navier-Stokes pour un gaz parfait à C_p et C_v constants avec un coefficient de viscosité volumique nul.....	8
1,4. Domaine de validité de la description macroscopique de Navier-Stokes.....	11
2. <i>FLUIDE NEWTONIEN ET EQUATIONS DE NAVIER-STOKES....</i>	14
2,1. Les trois lois de conservation de la mécanique du milieu continu.....	14
2,2. Les lois de comportement des fluides newtoniens.....	17
2,3. Les équations de Navier-Stokes (cas de l'aéro-thermodynamique).....	22
2,4. Les équations de Navier-Stokes pour les écoulements atmosphériques.....	23
3. <i>FORME ADIMENSIONNELLE DES EQUATIONS DE NAVIER-STOKES.....</i>	29
3,1. Forme adimensionnelle des équations de Navier-Stokes pour un gaz parfait à C_p et C_v constants.....	29
3,2. Equations de Navier-Stokes adimensionnelles proprement dites.....	31
3,3. Les équations de Navier-Stokes adimensionnelles pour les écoulements atmosphériques.....	32
3,4. Nouvelle forme adimensionnelle des équations de Navier-Stokes proprement dites.....	35
3,5. Nouvelle forme adimensionnelle des équations de Navier-Stokes pour les écoulements adiabatiques de l'atmosphère.....	36

CHAPITRE II. QUELQUES FORMES SIMPLIFIEES DES EQUATIONS DE NAVIER-STOKES. LES EQUATIONS D'EULER ET DE NAVIER.....	39
4. LES EQUATIONS D'EULER POUR LE FLUIDE PARFAIT EN EVOLUTION ADIABATIQUE.....	40
4,1. Le fluide d'Euler barocline.....	40
4,2. Le fluide d'Euler barotrope.....	42
4,3. L'équation de Steichen.....	44
4,4. Le cas du fluide d'Euler incompressible.....	47
4,5. Les écoulements stationnaires rotationnels baroclines.....	52
5. LES EQUATIONS DE NAVIER POUR LE FLUIDE VISQUEUX INCOMPRESSIBLE.....	56
5,1. Le fluide de Navier.....	56
5,2. L'équation régissant l'écoulement plan de Navier.....	57
5,3. L'équation d'énergie associée.....	58
5,4. Le cas de $M=0$ et l'écoulement de Navier.....	59
5,5. Le cas de $Re=0$; l'équation de Stokes.....	59
5,6. Le cas de $Re=\infty$; l'équation d'Euler.....	60
5,7. Le cas de $Re \gg 1$; l'équation de Prandtl pour la couche limite.....	61
5,8. Le cas de $Re \ll 1$; L'équation d'Oseen.....	63
CHAPITRE III. FORMULATION DES PROBLEMES MATHEMATIQUES CORRESPONDANTS AUX EQUATIONS DE NAVIER-STOKES, DE NAVIER ET D'EULER.....	66
6. FORMULATION DES DONNEES INITIALES, AUX FRONTIERES ET A L'INFINI.....	72
6,1. Le problème des données initiales.....	72
6,2. Le problème des données aux frontières.....	74
6,3. Le problème des conditions à l'infini.....	78
7. EXISTENCE ET UNICITE DES SOLUTIONS DES EQUATIONS DE NAVIER-STOKES.....	80
7,1. Cas de l'écoulement dans une enceinte bornée.....	80
7,2. Cas de l'écoulement monodimensionnel.....	82

8. EXISTENCE, UNICITE ET REGULARITE DES SOLUTIONS DES EQUATIONS DE NAVIER.....	85
8,1. Le cadre fonctionnel.....	85
8,2. La méthode de Galerkin.....	87
8,3. Solutions faibles du problème de Navier.....	90
8,4. Solutions fortes du problème de Navier.....	95
8,5. Le cas des équations de Stokes.....	96
8,6. Compléments.....	101
 9. ELEMENTS D'UNE THEORIE MATHEMATIQUE DES EQUATIONS D'EULER.....	 104
9,1. Surfaces caractéristiques et hyperbolicité...	104
9,2. Surfaces de discontinuités fortes et faibles.....	111
9,3. Bicaractéristiques et conoïde caractéristique.....	116
9,4. Le théorème de Cauchy-Kowalewski.....	119
9,5. Quelques réflexions concernant l'unicité de la solution des équations d'Euler.....	126
9,6. La condition de Joukowski.....	134
9,7. Les nappes tourbillonnaires.....	140
9,8. Les ondes de choc.....	145
9,9. Quelques résultats d'existence et de régularité de la solution des équations d'Euler.....	154
9.10. Le problème avec frontière libre.....	165
 CHAPITRE IV. LE CONCEPT DE MODELES EN MECANIQUE DES FLUIDES THEORIQUE	 171
10. LES GRANDS MODELES DE LA MECANIQUE DES FLUIDES...	174
10,1. Les modèles liés au nombre de Reynolds.....	174
10,2. Les modèles liés au nombre de Mach.....	179
10,3. Les modèles liés aux nombres de Strouhal et de Prandtl.....	187
10,4. Les modèles pour les écoulements atmosphériques.....	188
 11. LES MODELES LOCAUX ET LES MODELES SPECIFIQUES PROPREMENT DITS	 190
11,1. Les modèles locaux.....	190
11,2. Les modèles spécifiques (globaux).....	193

12. LE CONCEPT DE LINEARISATION.....	198
12,1. Le formalisme de la linéarisation.....	198
12,2. Le cas de l'écoulement eulérien stationnaire ($Re = \infty$ et $S = 0$) autour d'une aile de faible épaisseur.....	200
12,3. Linéarisation et modélisation asymptotique..	207
13. LA MDAR.....	211
13,1. Développements asymptotiques.....	211
13,2. Raccords. Quelques exemples.....	213
14. LA MEM.....	225
14,1. Les failles de la MDAR et la MEM.....	225
14,2. MEM et méthode des "moyennes".....	232
14,3. MEM et technique d'homogénéisation.....	234

CHAPITRE V. SUR LA STABILITE DES ECOULEMENTS

LAMINAIRES.....	238
15. LE CONCEPT DE STABILITE POUR L'ECOLEMENT DE NAVIER.....	241
15,1. Diverses définitions de la stabilité.....	241
15,2. L'équation de Landau et le problème de la stabilité non linéaire.....	241
15,3. L'équation d'énergie de Reynolds-Orr et les critères de stabilité de Serrin.....	253
15,4. Dérivation d'une équation d'évolution. Le critère de stabilité de Sattinger.....	259
15,5. La décomposition de Liapounov-Schmidt pour le cas des perturbations confinées.....	264
15,6. Dérivation de l'équation de Landau par la MEM.....	269
16. STABILITE DES ECOULEMENTS PRESQUE PARALLELES.....	273
16,1. Le problème de Poiseuille.....	273
16,2. Dérivation de l'équation de Orr-Sommerfeld par la technique de Bouthier.....	282
16,3. Solution asymptotique uniformément valable de l'équation de Orr-Sommerfeld.....	285
16,4. Sur la formation et l'évolution non linéaire d'un paquet d'ondes de Tollmien-Schlichting.	292

17. L'INSTABILITE CONVECTIVE DE RAYLEIGH-BENARD.....	307
17,1. Dérivation asymptotique des équations de Boussinesq.....	309
17,2. La théorie linéaire classique.....	319
17,3. La théorie linéaire de l'instabilité convective profonde.....	331
17,4. Interactions quadratiques des modes linéaires les plus rapidement amplifiés. L'équation de De Coninck, Guiraud et Zeytounian.....	356
17,5. Le modèle de Lorenz.....	363
17,6. Le modèle de Lorenz avec effet de profondeur ($\delta_0 \neq 0$)	373
17,7. Dérivation asymptotique de l'équation d'amplitude.....	378
18. PHENOMENES D'INSTABILITE DANS LES ECOULEMENTS DE FLUIDES PARFAITS.....	393
18,1. Un point de vue thermodynamique sur la stabilité.....	393
18,2. Les critères de stabilité de Arnold (1966) ..	397
18,3. Les théorèmes de Rayleigh et de Fjørtoft....	401
18,4. Le cas de l'écoulement isochorique pesant...	403
18,5. Le problème de Rayleigh-Taylor et l'instabilité de Taylor.....	409
18,6. L'instabilité de Helmholtz.....	412
18,7. L'instabilité de Kelvin-Helmholtz.....	416
18,8. Stabilité d'un écoulement de Couette (non-visqueux) en fluide non homogène.....	425
18,9. Les théorèmes de Miles-Howard et du demi-cercle de Howard.....	427
18,10. Quelques résultats de stabilité non linéaire.....	430
19. L'ECOLEMENT DE COUETTE-TAYLOR ENTRE CYLINDRES COAXIAUX.....	454
19,1. Formulation mathématique du problème.....	456
19,2. Etude de la stabilité linéaire de l'écoulement de Couette.....	458
19,3. Apparition et développement des cellules de Taylor.....	466

CHAPITRE VI. BIFURCATIONS ET COMPORTEMENTS CHAOTIQUES

DANS LES FLUIDES.....	470
20. BIFURCATIONS ET INSTABILITES.....	480
20,1. Les systèmes hydrodynamiques à petit nombre de modes.....	481
20,2. Les singularités topologiques.....	490
20,3. Monodromie et structure homocline.....	494
20,4. Le concept de cycle limite.....	498
20,5. Bifurcations et instabilités.....	504
21. STOCHASTICITE ET ATTRACTEURS ETRANGES.....	513
21,1. Le concept de stochasticté.....	514
21,2. Phénoménologie de l'attracteur étrange.....	522
21,3. La loi de Kolmogorov.....	531
22. LES SCENARIOS DE TRANSITION VERS LE CHAOS.....	534
22,1. La conjecture de Landau et Hopf.....	535
22,2. L'idée de Ruelle et Takens (vers le chaos via la quasi-périodicité).....	538
22,3. Le modèle de Feigenbaum de dédoublement des fréquences en cascade.....	543
22,4. Le scénario de Pomeau et Manneville de la transition via l'intermittence.....	550
23. LES ECOULEMENTS DE COUETTE-TAYLOR ET DE RAYLEIGH-BENARD.....	555
23,1. Transition vers le chaos en écoulement de Couette-Taylor.....	556
23,2. Etapes vers le chaos dans la convection de Bénard.....	568
INDEX ALPHABETIQUE DES MATIERES.....	612