

Table des matières

1	Les bases de la mécanique des fluides	1
1.1	Un bref historique	1
1.2	Le concept de fluide	2
1.3	La cinématique des fluides	3
1.4	Les lois du mouvement	9
1.5	Les lois de comportement	15
1.6	Les relations thermodynamiques	28
1.7	Les conditions aux limites	30
1.8	Introduction au formalisme lagrangien	35
1.9	Exercices	37
2	La statique des fluides	39
2.1	Les équations de la statique	39
2.2	Équilibre dans un champ de gravitation	40
2.3	Propriétés de la résultante des forces de pression	44
2.4	Les équilibres régis par la tension superficielle	46
2.5	Exercices	48
3	Écoulement des fluides parfaits	53
3.1	Équations du mouvement	53
3.2	Quelques propriétés du mouvement des fluides parfaits	54
3.3	Les écoulements irrotationnels	60
3.4	Les écoulements tourbillonnaires	72
3.5	Exercices	80
3.6	Appendice : écoulement autour d'un plan en incidence	83
4	Écoulement des fluides visqueux incompressibles	85
4.1	Quelques propriétés générales	85
4.2	Les écoulements rampants	87
4.3	La théorie de la couche limite	95
4.4	Quelques exemples classiques	102
4.5	Forces exercées sur un solide	108
4.6	Exercices	111

5	Les ondes dans les fluides	113
5.1	Notions sur les perturbations	113
5.2	Le son	116
5.3	Les ondes de surface	120
5.4	Les ondes internes de gravité	123
5.5	Les ondes de discontinuité	125
5.6	Les ondes solitaires	137
5.7	Exercices	144
5.8	Appendice : conditions de passage	145
6	La stabilité des écoulements	147
6.1	Instabilité locale	147
6.2	Analyse linéaire d'instabilités globales	149
6.3	Quelques exemples d'instabilités célèbres	155
6.4	L'interaction d'ondes	161
6.5	Le développement non-linéaire d'une instabilité	163
6.6	Exercices	168
7	La convection thermique	171
7.1	Introduction	171
7.2	L'équilibre conductif	172
7.3	Deux approximations	174
7.4	L'absence d'équilibre : la baroclinicité	181
7.5	L'instabilité de Rayleigh-Bénard	183
7.6	Les figures de convection	191
7.7	Le domaine faiblement non-linéaire	194
7.8	La route vers la convection turbulente	201
7.9	Exercices	204
8	Les fluides en rotation	207
8.1	Introduction	207
8.2	L'écoulement géostrophique	209
8.3	Les ondes dans les fluides en rotation	212
8.4	Les effets de la viscosité	218
8.5	Les ouragans	224
8.6	Exercices	227
9	La turbulence	229
9.1	Présentation du problème de base	229
9.2	Les outils	231
9.3	Les corrélations en deux points	233
9.4	Les échelles de longueur de la turbulence	242
9.5	La dynamique de la turbulence universelle	244
9.6	L'intermittence	252
9.7	Théories pour la fermeture des équations spectrales	257
9.8	La turbulence inhomogène	259

9.9	La turbulence bidimensionnelle	266
9.10	Conclusions sur la turbulence	268
9.11	Exercices	269
9.12	Appendice : compléments pour le modèle $K-\varepsilon$	271
10	La magnétohydrodynamique	273
10.1	Les approximations de la magnétohydrodynamique	273
10.2	Les équations du mouvement	274
10.3	Quelques propriétés des écoulements MHD	278
10.4	Les ondes	281
10.5	Le problème de la dynamo	284
10.6	Exercices	290
10.7	Appendice : équations du champ axisymétrique	290
A	Compléments de mathématiques	293
A.1	Notions sur les tenseurs	293
A.2	Le théorème de la divergence	295
A.3	Rayons de courbure	297
A.4	La théorie de la couche limite en mathématiques	298
A.5	Le problème de Sturm-Liouville	301
A.6	Les équations aux dérivées partielles du deuxième ordre	302
A.7	Exercices	309
A.8	Appendice : formulaire	309
B	Solutions des exercices	313
	Chapitre 1	313
	Chapitre 2	315
	Chapitre 3	318
	Chapitre 4	321
	Chapitre 5	323
	Chapitre 6	324
	Chapitre 7	326
	Chapitre 8	327
	Chapitre 9	329
	Chapitre 10	331
	Compléments de Mathématiques	332
	Bibliographie	333
	Index	335