

Jean-François ROY

***Fluides
visqueux
incompressibles***

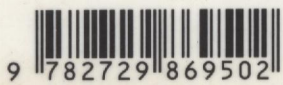
ellipses

TABLE DES MATIERES

Introduction	9
a L'inertie des fluides en mouvement	11
1 Dilatations et rotations	11
2 Tourbillon cylindrique et tourbillon torique	13
3 Inertie d'une particule et d'un domaine fini	14
4 L'inertie permanente en fluide incompressible	16
5 Influences sur les tourbillons	17
6 L'inertie du tourbillon plan figé, puis convecté	18
7 Cas du tourbillon torique dans l'espace	20
8 Recours au potentiel vecteur	21
9 Quantité de mouvement globale de tourbillons compensés	21
<i>Exercices</i>	25
b Inertie et forces en fluide parfait	35
1 Les singularités, auxiliaires des fluides parfaits	35
2 La source ponctuelle	37
3 Les tourbillons face à la loi de Bernoulli	38
4 Droite, cercle et lignes de tourbillons concentrés	39
5 Force sur un obstacle en présence de singularités figées	40
6 Force sur un obstacle en présence de tourbillons évolutifs	41
<i>Exercices et problème de révision sur les fluides parfaits</i>	45
c Comportement et équations des fluides visqueux usuels	57
1 Taux de cisaillement simple, expérience de Newton	57
2 Généralisation tensorielle de Poiseuille	58
3 Résultante des tensions sur une particule, force visqueuse locale	59
4 Il faut bien distinguer les tensions et les forces qui en résultent	60
5 Equations de Navier et Stokes en fluide incompressible	62
6 Adimensionnalisation des équations, nombre de Reynolds	64
7 Divers types d'écoulements, selon le nombre de Reynolds	65
8 Pertes de charge	67
<i>Exercices</i>	69
d Les tourbillons gérés par la viscosité	81
1 Condition de compatibilité sur la vitesse	81
2 L'équation du tourbillon	82
3 Fluides prétendus parfaits, ou se comportant comme tels	83
4 Hiérarchie des solutions d'après les rotationnels successifs	84
5 Tourbillon en mouvement externe plan permanent	85
6 Le tourbillon face aux forces visqueuses	88
<i>Exercices</i>	91
e Mouvements par droites parallèles	101
1 Propriétés générales	101
2 Diffusion d'une surface de discontinuité de vitesse	103
3 Mouvement permanent entre plaques avec gradient de pression	104
4 Mouvement de révolution permanent dans un tuyau	106
5 Autres mouvements connus, mouvements impossibles	108
6 Variante sur les mouvements par droites parallèles	109
<i>Exercices</i>	111

f Mouvements par cercles coaxiaux	127
1 Propriétés générales	127
2 Diffusion d'un tube de tourbillons concentré sur une droite	129
3 Mouvements permanents par cercles coaxiaux	132
4 Mouvements permanents en fluide au repos à l'infini	133
5 Fluide délimité extérieurement par un cylindre	134
6 Mesure du coefficient de viscosité	135
<i>Exercices</i>	137
g Autres mouvements connus	145
1 Mouvements plans à tourbillon uniforme	145
2 Mouvement plan non permanent de Taylor	146
3 Tourbillon de révolution permanent de Hill	146
4 Mouvements non permanents à tourbillon permanent	147
5 Mouvement permanent d'Eckman	148
6 Les hélices de Strakhovitch	149
7 Mouvement engendré par un disque tournant dans son plan	150
8 Mouvements pseudo-de révolution non permanents	151
<i>Exercices</i>	153
h Aspects intrinsèques des écoulements	171
1 Des coordonnées curvilignes, dont les lignes de courant s	171
2 Gradient de la vitesse en coordonnées orthogonales calquées sur s	172
3 Existence de surfaces orthogonales aux lignes s	173
4 Des lignes n raccordées aux normales aux parois	175
5 Les lignes b complétant le réseau orthogonal	176
6 Si on complète par les lignes de tourbillons	177
7 Les variations d'ordre supérieur	179
8 Aspects intrinsèques de l'équation de Navier	180
9 Aspects intrinsèques de la compatibilité	183
<i>Exercices</i>	187
i Couches limites en écoulements externes	199
1 Equations de Prandtl pour la couche laminaire	199
2 Couche limite laminaire sur une plaque plane	202
3 Equation de Reynolds pour la couche turbulente	203
4 Profils de la vitesse moyenne	205
5 Résistance de frottement globale d'après les vitesses	207
6 Frottement local	208
7 Frottement en mouvement plan	210
8 Méthodes intégrales de calcul de la couche turbulente	211
9 Frottement turbulent d'une planche et d'un obstacle	212
<i>Exercices</i>	217
ANNEXES	225
x Scalaires, vecteurs et tenseurs	227
1 Des variances complémentaires pour un produit intrinsèque	228
2 Les vecteurs de l'espace géométrique	229
3 Tenseurs du deuxième ordre	231
4 Produit tensoriel, tenseurs d'ordre supérieur	232
5 Contraction d'un tenseur, produit contracté	234
6 Cas de repères orthonormés	235
7 Le produit vectoriel dans le contexte tensoriel	237
8 Autres aspects des tenseurs du deuxième ordre	238
<i>Exercices</i>	241

y	Dérivations dans l'espace et bilans	251
1	L'opérateur de dérivation spatiale nabla	252
2	Gradient d'un champ scalaire, réplique surfacique	252
3	Gradient d'un champ vectoriel	254
4	Divergence d'un champ vectoriel, réplique surfacique	256
5	Rotationnel d'un champ vectoriel, réplique linéique	257
6	Gradient et divergence d'un tenseur du deuxième ordre	260
7	Réplique surfacique de la divergence d'un tenseur	261
8	Réplique surfacique du rotationnel	262
9	Dérivations spatiales du second ordre	262
10	Le Laplacien	264
11	Dérivations en coordonnées curvilignes orthogonales	266
12	Exemple des coordonnées cylindriques et sphériques	269
	<i>Exercices</i>	273
z	Distribution des tensions en un point d'un milieu continu	299
1	Le faisceau des tensions en un point est décrit par un tenseur	299
2	Pression, tension déviatrice, symétrie du tenseur	300
3	Directions propres du tenseur des tensions	301
4	Tension déviatrice à deux dimensions	303
5	Faisceau des tensions complet à deux dimensions	305
6	Tensions à trois dimensions	307
	<i>Exercices</i>	309



9

782729869502

ISBN 2-7298-6950-6