

MÉCANIQUE EXPÉRIMENTALE DES FLUIDES

TOME I
STATIQUE
ET DYNAMIQUE
DES FLUIDES
NON VISQUEUX

5^e édition

R. COMOLET

MASSON

TABLE DES MATIÈRES

	PAGES
AVANT-PROPOS	1
CHAPITRE PREMIER. — <i>Généralités. Statique des fluides.</i>	3
<i>Généralités</i>	3
Définition du fluide	3
Liquides et gaz	3
Force de volume. Forces de surface	4
Contrainte en un point	5
<i>Statique des fluides (équilibre des fluides au repos)</i>	7
Pression en un point d'un fluide	7
Équations fondamentales de la statique des fluides	9
Statique d'un fluide incompressible dans le champ de pesanteur ...	12
Équation fondamentale de l'hydrostatique	12
Interprétation énergétique de la loi fondamentale de l'hydro- statique	14
Mesure d'une pression par une colonne de liquide	15
Unités de pression	17
Pression absolue. Pression effective ou relative	17
Applications	17
Calcul des forces de pression	19
Statique des fluides dans d'autres champs de force	27
Équilibre d'un liquide soumis à une accélération constante ...	29
Équilibre d'un liquide dans un vase en rotation uniforme	29
Statique d'un fluide compressible dans le champ de pesanteur	31
Module de compressibilité	31
Équation fondamentale	32
Cas des liquides	32
Cas des gaz	34
Corps flottants	40
Définitions	40
Théorème d'Euler	41
Théorème de Dupin. Métacentres	42
Équilibre des flotteurs	43
Exercices d'application	47
Poussée et centre de poussée dans le cas d'un rectangle incliné sur l'horizontale. Calcul direct	47
Structure verticale d'une atmosphère adiabatique	48
Hauteur métacentrique	49
Corps flottant sur un liquide tournant autour d'un axe vertical. ...	49
Corps homogène immergé dans un liquide tournant	50
Force ascensionnelle d'un ballon	50

CHAPITRE II. — <i>Cinématique des fluides.</i>	52
<i>Définitions</i>	52
Variables de Lagrange. Variables d'Euler	52
Lignes de courant. Tubes de courant	53
Écoulements permanents	53
Écoulements permanents en moyenne	54
<i>Continuité</i>	54
Équation de continuité	56
Débit en masse et débit en volume	57
Cas d'un tube de courant	58
<i>Analyse du mouvement d'un élément de volume.</i>	60
<i>Etude de quelques types d'écoulements</i>	61
Notion de circulation	62
Écoulements irrotationnels ou à potentiels de vitesse	63
Écoulements rotationnels. Théorie tourbillonnaire	64
Écoulement potentiel avec circulation	64
Écoulement à potentiel des accélérations	65
<i>Etude particulière des écoulements plans</i>	66
Fonction de courant	67
Propriétés de la fonction de courant	67
Fonction de courant et potentiel des vitesses	67
Méthode graphique de résolution de l'équation de Laplace : construc- tion de Prasil	69
Étude mathématique des solutions de l'équation de Laplace	70
Fonctions analytiques	70
Superposition de plusieurs écoulements	74
Écoulement à potentiel avec circulation	76
Représentation conforme	79
Transformation de Joukowski	80
Autres transformations conformes	81
Résolution de l'équation de Laplace au moyen de la cuve électrique .	82
<i>Etude des écoulements de révolution</i>	83
CHAPITRE III. — <i>Dynamique des fluides parfaits.</i>	85
<i>Equations générales de la dynamique des fluides parfaits</i>	85
Équations d'Euler	86
Autre forme des équations d'Euler	88
Autres équations de la dynamique des fluides parfaits	89
Conditions aux limites	91
Équations intrinsèques	93
Cas particuliers	94
<i>Relation de Bernoulli</i>	94
Établissement de l'équation de Bernoulli	95
Interprétation énergétique de l'équation de Bernoulli	98
Formules d'application pratique	99
Écoulement à énergie constante	102
Généralisation de la formule de Bernoulli	106
<i>Théorème des quantités de mouvement</i>	107
Théorème d'Euler	109
Remarques	109
CHAPITRE IV. — <i>Applications du théorème de Bernoulli.</i>	110
Formule de Torricelli	110

TABLE DES MATIÈRES

VII

Calcul du débit d'un orifice : coefficient de contraction	113
Orifice en mince paroi	113
Orifice quelconque	114
Orifice large rectangulaire	114
Étude générale des jets	115
Écoulement réel par un orifice	117
Pression dans une conduite. Tube piézométrique	118
Pression en un point d'arrêt	121
Tube de Pitot	122
Écoulement par-dessus un déversoir en mince paroi	123
Phénomène de Venturi	123
Tube de Venturi	124
Diffuseur de turbine	125
Applications du théorème de Bernoulli généralisé	126
Cas d'un convergent	128
Cas d'un divergent	128
Représentation géométrique des écoulements	129
<i>Écoulements non permanents</i>	130
Oscillations d'un liquide dans un tube en U	131
Établissement de l'écoulement dans un tube	132
<i>Écoulements courbes</i>	133
 CHAPITRE V. — <i>Applications du théorème des quantités de mouvement.</i>	135
Application à un filet de courant	136
Réaction d'un jet	137
Action d'un fluide sur un coude de conduite	139
Écoulement dans une conduite présentant un élargissement brusque	140
Cas d'un rétrécissement brusque	143
Poussée d'un réacteur ou d'une fusée	144
Action d'un jet sur un obstacle fixe	148
Écoulement autour d'un obstacle cylindrique	151
Théorie des hélices (Théorie unidimensionnelle)	156
 CHAPITRE VI. — <i>Équation de la dynamique des fluides compressibles.</i>	161
Influence de la compressibilité en mécanique des fluides	161
Équations générales	162
Principe de la conservation de la masse	162
Principe de conservation des quantités de mouvement	162
Principe de la conservation de l'énergie	163
Équation d'état du fluide	164
Rappels de thermodynamique	164
Travail de compression (transformation réversible)	164
Travail de transvasement (transformation réversible)	165
Autre expression du principe de la conservation de l'énergie	166
Propriétés de l'enthalpie	168
 CHAPITRE VII. — <i>Écoulement unidimensionnel d'un gaz parfait sans frottement.</i>	173
Hypothèses	173
Équations du mouvement	173

Théorème d'Hugoniot	174
Relation de Barré de Saint-Venant	176
Existence d'une limite supérieure pour la vitesse d'écoulement.....	178
Débit en masse de la canalisation	179
Caractéristiques de l'état critique	181
Courbes de Fanno	182
Application à l'étude des tuyères	183
CHAPITRE VIII. — Ondes de choc (Notions).	187
Généralités	187
Ondes de choc plane normale.....	187
Variations des propriétés du gaz de part et d'autre de l'onde de choc	189
Relation de Prandtl	192
Autres expressions des variations des caractéristiques du gaz ..	192
Irréversibilité de l'onde de choc	194
Exemples d'application.....	194
Conséquences importantes	195
Onde de choc plane oblique	197
Quelques compléments sur les ondes de choc	199
CHAPITRE IX. — Propagation des ondes élastiques. Coups de béliet.	202
Propagations des ondes élastiques (ondes planes longitudinales) ...	202
Généralités sur les ondes élastiques.....	204
Propagation d'une onde plane dans un milieu fluide indéfini ..	204
Propagation d'une onde plane dans une conduite cylindrique ..	206
Équations du mouvement des particules	208
Coup de béliet.....	213
Méthode graphique de Schnyder-Bergeron	222
Généralités sur les méthodes graphiques utilisées en hydraulique dans l'étude des conduites en charge	223
Principe de la méthode graphique de Schnyder-Bergeron	228
Exemple de construction graphique du coup de béliet	230
Entretien des oscillations de pression. Emploi des coups de béliet ..	232
Analogies électro-hydrauliques	233
Bibliographie sommaire.	237
Index alphabétique des matières.	239