

**MECANIQUE
EXPERIMENTALE
DES FLUIDES** TOME III
RECUEIL
D'EXERCICES

5e édition

MASSON

TABLE DES MATIÈRES

AVANT-PROPOS (4 ^e édition)	1
AVANT-PROPOS à l'édition de 1992 du tome III	3
CHAPITRE PREMIER. — <i>Hydrostatique</i>	5
Équations générales (5); Fluide incompressible et isotherme (5); Fluide compressible dans le champ de pesanteur (7); Corps flottants (7).	
EXERCICES n° 1 Manomètre incliné	7
n° 2 Pression dans une conduite	9
n° 3 Vérin hydraulique	10
n° 4 Manomètre à cloche	11
n° 5 Équilibre d'un aréomètre	12
n° 6 Barrage en équerre	14
n° 7 Barrage poids	15
n° 8 Répartition des forces de pression sur une porte	19
n° 9 Couple hydrostatique sur une vanne immergée	20
n° 10 Forces de pression sur une surface cylindrique	22
n° 11 Clapet sphérique	23
n° 12 Stabilité métacentrique d'un cylindre	25
n° 13 Accéléromètre hydrostatique	26
n° 14 Tachymètre hydrostatique	27
n° 15 Loi de Jurin	29
n° 16 Loi de Laplace	30
n° 17 Liquide légèrement compressible	31
CHAPITRE II. — <i>Cinématique des fluides</i>	33
Équation de continuité (33); Analyse du mouvement d'un élément de volume (33); Étude de quelques types d'écoulements (34); Écoulements plans irrotationnels (34); Méthodes de résolution de l'équation $\Delta\varphi = 0$ dans le plan (35); Écoulements tridimensionnels (35); Exemples d'écoulements plans (36).	
EXERCICES n° 18 Écoulement au voisinage d'un point d'arrêt	36
n° 19 Vortex libre	37
n° 20 Source dans un écoulement uniforme	39
n° 21 Écoulement autour d'une cheminée cylindrique	41
CHAPITRE III. — <i>Équations du mouvement des fluides parfaits. Théorème de Bernoulli et applications</i>	43
Équations du mouvement des fluides parfaits (43); Fluide parfait incompressible en mouvement permanent (43); Fluide parfait incompressible en mouvement permanent dans le champ de pesanteur (43); Fluide parfait	

incompressible en mouvement non permanent dans le champ de pesanteur. (44); Applications de la formule de Bernoulli (44).

EXERCICES n° 22 Alimentation d'une tuyère	45
n° 23 Venturi plan	47
n° 24 Alimentation d'une locomotive en marche	48
n° 25 Étude d'un jet d'eau	49
n° 26 Étude d'une famille de jets	51
n° 27 Vidange d'un réservoir prismatique	52
n° 28 Vidange d'un réservoir à section variable	53
n° 29 Vase à Mariotte	55
n° 30 Écoulement de liquide sous pression	56
n° 31 Étude d'un siphon	58
n° 32 Puissance d'une pompe	59
n° 33 Rendement d'un ventilateur	61
n° 34 Gradient de pression dans un divergent	62
n° 35 Déversoir à large seuil	63
n° 36 Utilisation d'un coude comme débitmètre	64

CHAPITRE IV. — *Théorème des quantités de mouvement et applications* 67

Applications du théorème des quantités de mouvement (67); Théorème de Kutta-Joukowski (68).

EXERCICES n° 37 Ajustage de Poleni	69
n° 38 Équilibre d'une plaque soumise à un jet	72
n° 39 Réaction d'une lance d'incendie	73
n° 40 Réaction d'un ventilateur	74
n° 41 Équilibre d'un récipient en vidange	75
n° 42 Transfert d'énergie à un auget mobile	77
n° 43 Effort sur un auget Pelton	79
n° 44 Effort sur un coude	80
n° 45 Effort sur un radier d'évacuateur de crue	82
n° 46 Tourniquet hydraulique	84
n° 47 Étude d'un hélicoptère léger	87
n° 48 Ajustage rentrant (Borda)	89

CHAPITRE V. — *Analyse dimensionnelle et similitude* 93

Principe d'homogénéité (93); Théorème de Vaschy-Buckingham (93); Choix des termes π (93); Similitude des écoulements (93); Conséquences (94); Similitude restreinte (94); Interprétation physique de quelques produits sans dimensions (94); Application - Similitude des turbomachines à fluide incompressible (95).

EXERCICES n° 49 (95); n° 50 (96); n° 51 (97); n° 52 (98); n° 53 (99); n° 54 (100); n° 55 (101); n° 56 (102); n° 57 (103); n° 58 (104); n° 59 (105); n° 60 (106); n° 61 (107); n° 62 (108).

CHAPITRE VI. — *Écoulements visqueux* 110

Force de frottement visqueux et coefficients de viscosité (110); Équations de Navier-Stokes (110); Écoulements laminaires (110); Écoulement de Poiseuille (111); Cylindre tournant autour de son axe (112); Écoulements rampants (112); Écoulement dans un coin d'huile (112).

EXERCICES n° 63 Viscosimètre de Couette	113
n° 64 Frottement d'un palier lisse	115
n° 65 Écoulement par ruissellement laminaire	116
n° 66 Écoulement dans un tube capillaire	118

<i>n° 67</i> Amortisseur hydraulique	120
<i>n° 68</i> Puissance dissipée dans un oléoduc	122
<i>n° 69</i> Analyse d'un frottement visqueux	123
<i>n° 70</i> Étude d'un réfrigérant d'huile	124
<i>n° 71</i> Viscosimètre à écoulement	126
<i>n° 72</i> Venturi en régime laminaire	127
<i>n° 73</i> Amortisseur à air de Curie	129
<i>n° 74</i> Patin de butée Michell	130
<i>n° 75</i> Écrasement d'un film d'huile	136
<i>n° 76</i> Tour de filtration	140
<i>n° 77</i> Écoulement d'un fluide non newtonien	143
CHAPITRE VII. — <i>Pertes de charges</i>	148
Charge totale moyenne dans une section (148) ; Perte de charge d'une conduite cylindrique longue de section circulaire (fluide incompressible) (148) ; Répartition des vitesses dans une conduite de section circulaire (149) ; Pertes de charge d'une conduite de section non circulaire (150) ; Écoulement d'un fluide compressible (151) ; Pertes de charge singulières (151).	
EXERCICES <i>n° 78</i> Recherche d'un régime d'écoulement	152
<i>n° 79</i> Étude économique du revêtement d'une galerie	154
<i>n° 80</i> Renforceur de débit	155
<i>n° 81</i> Alimentation d'une tuyère	156
<i>n° 82</i> Écoulement dans des conduites coaxiales	158
<i>n° 83</i> Dimension économique d'une conduite	161
CHAPITRE VIII. — <i>Efforts sur les obstacles</i>	163
Définitions (163) ; Obstacles à point de décollement non fixé (type sphère ou cylindre) (164) ; Résistance d'une plaque non parallèle à V_∞ (164) ; Obstacles profilés (165) ; Aérodynamique de l'aile d'avion (165) ; Influence de la compressibilité (166).	
EXERCICES <i>n° 84</i> Viscosimètre à chute de bille	166
<i>n° 85</i> Vitesse de descente d'un parachute	167
<i>n° 86</i> Baisse de niveau en aval des piles d'un pont	168
<i>n° 87</i> Chute d'une goutte d'eau dans l'atmosphère	169
<i>n° 88</i> Traînée d'une tuyauterie	171
<i>n° 89</i> Vedette hydroptère	172
<i>n° 90</i> Équilibre d'un avion en vol	173
<i>n° 91</i> Évolutions d'un planeur	174
<i>n° 92</i> Navire à rotors (Flettner)	177
CHAPITRE IX. — <i>Couche limite</i>	180
Définitions (180) ; Couche limite d'une plaque plane lisse (180) ; Transition (181) ; Couche limite d'un obstacle de forme quelconque (181) ; Coefficient moyen de frottement C_f (182).	
EXERCICES <i>n° 93</i> Grille en nid d'abeilles	182
<i>n° 94</i> Traînée d'une plaque plane	183
<i>n° 95</i> Traînée d'un sous-marin	184
<i>n° 96</i> Remorquage d'une conduite immergée	185
<i>n° 97</i> Détermination de la puissance d'un navire	186
<i>n° 98</i> Couche laminaire d'une paroi quelconque	188
CHAPITRE X. — <i>Coups de bélier et oscillations en masse</i>	195
Généralités (195) ; Formules d'Allievi (195) ; Coups de bélier (196) ; Phénomènes liés à l'inertie (196) ; Ondes de choc (196).	
EXERCICES <i>n° 99</i> Variation linéaire d'un débit	197
<i>n° 100</i> Amortissement critique d'un manomètre	200
<i>n° 101</i> Oscillations d'une cheminée d'équilibre	201
<i>n° 102</i> Déversement d'une cheminée d'équilibre	202

CHAPITRE XI. — <i>Turbomachines à fluide incompressible</i>	206
Turbines hydrauliques (206) ; Pompes et ventilateurs (208) ; Compléments (209).	
EXERCICES n° 103 Étude d'une turbomachine radiale en axes mobiles	210
n° 104 Étude d'une pompe centrifuge	212
n° 105 Étude d'une pompe multicellulaire	214
n° 106 Ventilation d'une automobile	218
n° 107 Étude d'une turbine Francis	223
n° 108 Étude d'une turbine Pelton	224
n° 109 Régimes transitoires d'une turbine Pelton	230
n° 110 Étude d'une offre de turbine	234
n° 111 Échauffement dans une pompe	238
n° 112 Cavitation d'une pompe multicellulaire	240
n° 113 Cavitation d'une pompe à hydrocarbure	241
CHAPITRE XII. — <i>Écoulements dans les canaux découverts</i>	244
Écoulements permanents (244) ; Écoulements graduellement variés (245) ; Écoulements non permanents (246).	
n° 114 Écoulement dans un canal usinier	247
n° 115 Débit d'une série de canaux d'irrigation	249
n° 116 Canaux d'irrigation à différentes pentes	251
n° 117 Pente critique d'un tuyau	253
n° 118 Écoulement globalement critique	254
n° 119 Convergent à surface libre	255
n° 120 Calcul d'un ressaut	259
n° 121 Évaluation du débit d'un ressaut	260
Bibliographie	263