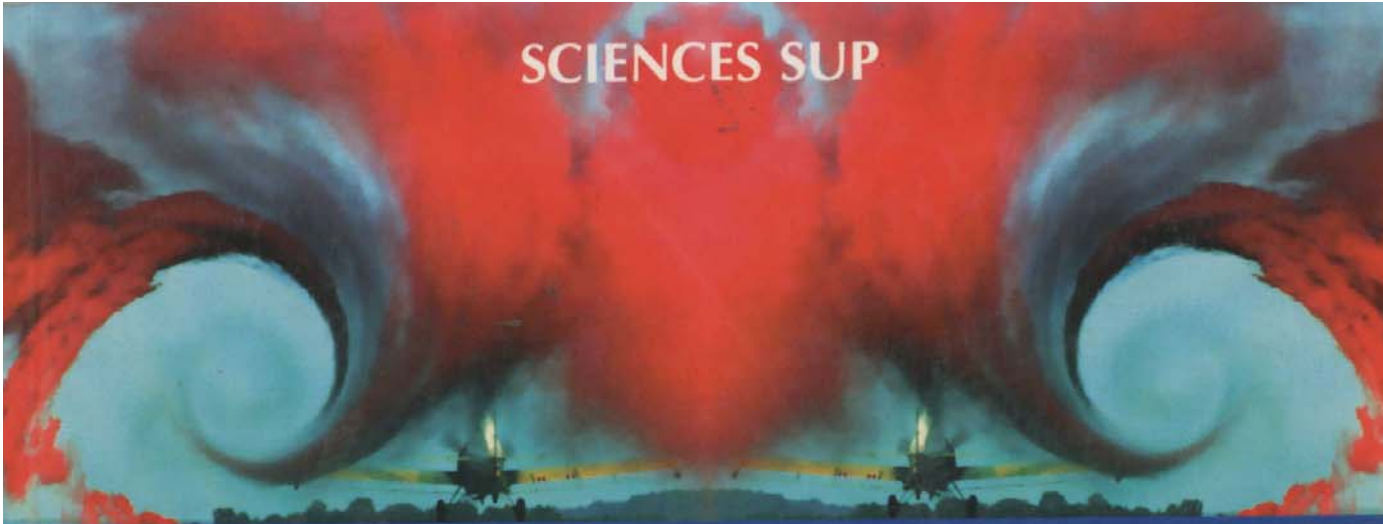




SCIENCES SUP

Cours et exercices corrigés

Écoles d'ingénieurs • Master

DYNAMIQUE DES FLUIDES APPLIQUÉE

Applications à l'aérodynamique

Thierry Faure

DUNOD

Table des matières

PRÉFACE	iii
AVANT-PROPOS	ix
CHAPITRE 1 • BASES DE DYNAMIQUE DES FLUIDES	1
1.1 Introduction	1
1.2 Systèmes de coordonnées	1
1.3 Opérateurs vectoriels	4
1.4 Principes de la mécanique des fluides	9
1.5 Trajectoire, ligne de courant, ligne d'émission	15
1.6 Analyse dimensionnelle	16
1.7 Couche limite	19
1.8 Régimes d'écoulement	19
CHAPITRE 2 • BASES DE THERMODYNAMIQUE	30
2.1 Introduction	30
2.2 Énergie interne	31
2.3 Enthalpie	31
2.4 Premier principe de thermodynamique	31
2.5 Entropie	32
2.6 Deuxième principe de thermodynamique	32
2.7 Gaz parfait	33
2.8 Écoulement isentropique	35

2.9	Variable statique	35
2.10	Variable totale	36
2.11	Variable critique	38
CHAPITRE 3 • EFFORTS AÉRODYNAMIQUES		41
3.1	Introduction	41
3.2	Création d'une force de portance	42
3.3	Définition d'une aile	43
3.4	Définition des forces et moments	46
3.5	Coefficients aérodynamiques	50
3.6	Points particuliers d'un profil ou d'une aile	54
CHAPITRE 4 • ÉCOULEMENT POTENTIEL		60
4.1	Introduction	60
4.2	Fonction potentielle et fonction de courant	61
4.3	Circulation et ligne tourbillonnaire	62
4.4	Écoulements élémentaires 2D	67
4.5	Loi de Biot et Savart	72
4.6	Théorème de Helmholtz	73
4.7	Écoulements élémentaires 3D	74
CHAPITRE 5 • THÉORIE DES PROFILS		87
5.1	Introduction	87
5.2	Modélisation d'un profil	87
5.3	Théorie des profils minces	91
5.4	Théorie des profils épais	100
CHAPITRE 6 • AILES D'ENVERGURE FINIE		116
6.1	Introduction	116
6.2	Tourbillons de bout d'aile	116
6.3	Théorie de la ligne portante	120

6.4 Répartition elliptique de portance	124
6.5 Répartition de portance quelconque	127
6.6 Effet de l'allongement	131
6.7 Décrochage d'une aile	132
6.8 Évolution de la portance avec l'incidence	133
6.9 Dispositifs hypersustentateurs	136
6.10 Caractéristiques des ailes 3D	139
6.11 Classification des profils	141
CHAPITRE 7 • AILES EN ÉCOULEMENT COMPRESSIBLE SUBSONIQUE	153
7.1 Introduction	153
7.2 Équation du potentiel de vitesse	153
7.3 Répartition de pression	156
7.4 Correction de la compressibilité de Prandtl-Glauert	157
7.5 Nombre de Mach critique	159
7.6 Nombre de Mach de divergence de traînée	162
7.7 Profil supercritique	163
7.8 Aile en flèche	164
7.9 Règle de l'aire	165
CHAPITRE 8 • ÉCOULEMENT SUPERSONIQUE	169
8.1 Introduction	169
8.2 Angle de Mach	169
8.3 Choc droit	170
8.4 Choc oblique	173
8.5 Onde de détente	179
8.6 Application de la théorie des chocs aux profils	181
8.7 Théorie linéarisée	183
8.8 Application de la théorie linéarisée aux profils	185
8.9 Application aux tuyères	186

CHAPITRE 9 • TURBOMACHINES	203
9.1 Introduction	203
9.2 Types de turbomachines	204
9.3 Analyse 1D	207
9.4 Analyse de l'écoulement par triangles de vitesse	216
CHAPITRE 10 • AÉRODYNAMIQUE DES HÉLICOPTÈRES	232
10.1 Introduction	232
10.2 Rotor en vol vertical	233
10.3 Rotor en vol horizontal	245
CHAPITRE 11 • AÉRODYNAMIQUE AUTOMOBILE	258
11.1 Introduction	258
11.2 Sources de traînée d'un véhicule	259
11.3 Réduction de la traînée d'un véhicule	260
11.4 Acoustique automobile	265
11.5 Véhicules automobiles de compétition	267
CHAPITRE 12 • AÉRODYNAMIQUE NAUTIQUE	273
12.1 Introduction	273
12.2 Allures d'un voilier	273
12.3 Définition d'une voile	275
12.4 Polaire de la voile	277
12.5 Effets 3D	279
12.6 Voiles multiples	279
12.7 Voiles rigides	282
RÉFÉRENCES	289
INDEX	291