



**PHYSIQUE THEORIQUE**  
**MECANIQUE**  
**DES FLUIDES**

L. LANDAU / E. LIFCHITZ

TRADUIT  
DU RUSSE

ELLIPSES

## TABLE DES MATIÈRES

Préface à la deuxième édition . . . . .	5
Extraits de la préface à la deuxième édition de la « Mécanique des milieux continus » . . . . .	7
<b>CHAPITRE PREMIER. LE FLUIDE PARFAIT . . . . .</b>	<b>9</b>
§ 1. Equation de continuité . . . . .	9
§ 2. Equation d'Euler . . . . .	11
§ 3. Hydrostatique . . . . .	15
§ 4. Condition d'absence de convection . . . . .	17
§ 5. Equation de Bernoulli . . . . .	19
§ 6. Flux d'énergie . . . . .	21
§ 7. Flux d'impulsion . . . . .	22
§ 8. Conservation de la circulation de la vitesse . . . . .	24
§ 9. Mouvement potentiel . . . . .	27
§ 10. Fluide incompressible . . . . .	31
§ 11. Force de résistance à l'écoulement potentiel . . . . .	44
§ 12. Ondes gravitationnelles . . . . .	50
§ 13. Ondes internes dans les fluides incompressibles . . . . .	58
§ 14. Ondes dans les fluides animés d'un mouvement de rotation . . . . .	61
<b>CHAPITRE II. LES FLUIDES VISQUEUX . . . . .</b>	<b>67</b>
§ 15. Equations d'écoulement d'un fluide visqueux . . . . .	67
§ 16. Dissipation d'énergie dans les fluides incompressibles . . . . .	74
§ 17. Ecoulement dans une conduite . . . . .	76
§ 18. Ecoulement d'un fluide entre deux cylindres tournants . . . . .	81
§ 19. Loi de similitude . . . . .	83
§ 20. Ecoulements correspondant à de petits nombres de Reynolds . . . . .	85
§ 21. Sillage laminaire . . . . .	98
§ 22. Viscosité des suspensions . . . . .	105
§ 23. Solutions exactes des équations de mouvement d'un fluide visqueux . . . . .	108
§ 24. Mouvement oscillatoire dans un fluide visqueux . . . . .	119
§ 25. Amortissement des ondes gravitationnelles . . . . .	131
<b>CHAPITRE III. LA TURBULENCE . . . . .</b>	<b>136</b>
§ 26. Stabilité des écoulements permanents . . . . .	136
§ 27. Stabilité du mouvement rotatoire des fluides . . . . .	142
§ 28. Stabilité de l'écoulement dans une conduite . . . . .	146
§ 29. Instabilité des discontinuités tangentielles . . . . .	152
§ 30. Ecoulement quasi périodique et synchronisation des fréquences . . . . .	154
§ 31. L'attracteur étrange . . . . .	161
§ 32. Passage à la turbulence par doublement des périodes . . . . .	169
§ 33. Turbulence développée . . . . .	185
§ 34. Fonctions de corrélation des vitesses . . . . .	194
§ 35. Région de turbulence et phénomène de décollement . . . . .	208
§ 36. Jet turbulent . . . . .	210
§ 37. Sillage turbulent . . . . .	217
§ 38. Théorème de Joukowski . . . . .	219
<b>CHAPITRE IV. LA COUCHE LIMITE . . . . .</b>	<b>223</b>
§ 39. La couche limite laminaire . . . . .	223
§ 40. Mouvement au voisinage de la ligne de décollement . . . . .	232

§ 41. Stabilité de l'écoulement dans la couche limite laminaire	239
§ 42. Profil logarithmique des vitesses	245
§ 43. Écoulement turbulent dans les conduites	251
§ 44. Couche limite turbulente	253
§ 45. Crise de résistance	256
§ 46. Corps aérodynamiques	260
§ 47. Trainée induite	263
§ 48. Portance de l'aile mince	268
<b>CHAPITRE V. CONDUCTION THERMIQUE DANS UN FLUIDE</b>	273
§ 49. Equation générale du transport de la chaleur	273
§ 50. Conduction thermique dans un fluide incompressible	279
§ 51. Conduction thermique dans un milieu illimité	284
§ 52. Conduction thermique dans un milieu limité	289
§ 53. Loi de similitude dans les phénomènes du transfert de chaleur	295
§ 54. Transfert de chaleur dans la couche limite	299
§ 55. Échauffement d'un corps par un fluide en mouvement	305
§ 56. Convection naturelle	309
§ 57. Instabilité d'un fluide immobile résultant de la convection	314
<b>CHAPITRE VI. DIFFUSION</b>	323
§ 58. Equations hydrodynamiques pour un mélange fluide	323
§ 59. Coefficients de diffusion et de thermodiffusion	327
§ 60. Diffusion des particules en suspension dans un fluide	334
<b>CHAPITRE VII. PHÉNOMÈNES SUPERFICIELS</b>	338
§ 61. Formule de Laplace	338
§ 62. Ondes capillaires	346
§ 63. Influence des pellicules adsorbées sur le mouvement d'un liquide	351
<b>CHAPITRE VIII. LE SON</b>	356
§ 64. Ondes sonores	356
§ 65. Énergie et impulsion des ondes sonores	363
§ 66. Réflexion et réfraction des ondes sonores	368
§ 67. Acoustique géométrique	371
§ 68. Propagation du son dans un milieu en mouvement	375
§ 69. Oscillations propres	381
§ 70. Ondes sphériques	384
§ 71. Ondes cylindriques	388
§ 72. Solution générale de l'équation d'ondes	390
§ 73. Onde latérale	394
§ 74. Émission du son	400
§ 75. Excitation des sons par la turbulence	412
§ 76. Principe de réciprocité	416
§ 77. Propagation du son dans un tuyau	420
§ 78. Diffusion du son	424
§ 79. Absorption du son	429
§ 80. Écoulement acoustique	437
§ 81. Deuxième viscosité	440
<b>CHAPITRE IX. ONDES DE CHOC</b>	448
§ 82. Propagation des perturbations dans un écoulement de gaz compressible	448
§ 83. Écoulement permanent d'un gaz compressible	452
§ 84. Surfaces de discontinuité	457
§ 85. Adiabatique dynamique	463
§ 86. Ondes de choc de faible intensité	467

§ 87.	Sens de variation des caractéristiques physiques dans les ondes de choc . . . . .	470
§ 88.	Evolution des ondes de choc . . . . .	473
§ 89.	Ondes de choc dans un gaz polytropique . . . . .	476
§ 90.	Instabilité d'ondulation des ondes de choc . . . . .	479
§ 91.	Propagation d'une onde de choc dans une conduite . . . . .	488
§ 92.	Onde de choc oblique . . . . .	491
§ 93.	Largeur des ondes de choc . . . . .	496
§ 94.	Ondes de choc dans un milieu susceptible de relaxation . . . . .	504
§ 95.	Saut isotherme . . . . .	505
§ 96.	Discontinuités faibles . . . . .	508
<b>CHAPITRE X. ÉCOULEMENT UNIDIMENSIONNEL D'UN GAZ COMPRESSIBLE</b>		<b>512</b>
§ 97.	Écoulement du gaz à travers une tuyère . . . . .	512
§ 98.	Écoulement visqueux d'un gaz compressible dans une conduite . . . . .	516
§ 99.	Écoulement unidimensionnel autosimilaire . . . . .	519
§ 100.	Discontinuités dans les conditions initiales . . . . .	529
§ 101.	Ondes progressives unidimensionnelles . . . . .	536
§ 102.	Formation des discontinuités dans une onde sonore . . . . .	545
§ 103.	Caractéristiques . . . . .	553
§ 104.	Invariants de Riemann . . . . .	557
§ 105.	Écoulement unidimensionnel arbitraire d'un gaz compressible . . . . .	562
§ 106.	Problème de l'explosion puissante . . . . .	569
§ 107.	Onde de choc sphérique convergente . . . . .	574
§ 108.	Théorie d'un écoulement en eau peu profonde . . . . .	580
<b>CHAPITRE XI. INTERSECTION DES SURFACES DE DISCONTINUITÉ</b>		<b>584</b>
§ 109.	Onde de dépression . . . . .	584
§ 110.	Types d'intersections des surfaces de discontinuité . . . . .	591
§ 111.	Intersection des ondes de choc avec une surface solide . . . . .	597
§ 112.	Écoulement supersonique autour d'un dièdre . . . . .	601
§ 113.	Écoulement autour d'une pointe conique . . . . .	607
<b>CHAPITRE XII. ÉCOULEMENT PLAN D'UN GAZ COMPRESSIBLE</b>		<b>611</b>
§ 114.	Mouvement à potentiel des vitesses d'un gaz compressible . . . . .	611
§ 115.	Ondes simples stationnaires . . . . .	615
§ 116.	Equation de Tchaplyguine (problème général concernant l'écoulement bidimensionnel stationnaire d'un gaz compressible) . . . . .	621
§ 117.	Caractéristiques d'un écoulement stationnaire plan . . . . .	625
§ 118.	Equation d'Euler-Tricomi. Dépassement de la vitesse du son . . . . .	628
§ 119.	Solutions de l'équation d'Euler-Tricomi au voisinage de points non singuliers de la surface transsonique . . . . .	634
§ 120.	Écoulement autour d'un corps avec la vitesse du son . . . . .	639
§ 121.	Réflexion d'une discontinuité faible par la ligne transsonique . . . . .	646
<b>CHAPITRE XIII. ÉCOULEMENT AUTOUR DE CORPS DE DIMENSIONS FINIES</b>		<b>653</b>
§ 122.	Formation des ondes de choc dans les écoulements supersoniques autour des corps solides . . . . .	653
§ 123.	Écoulement supersonique autour d'un corps effilé . . . . .	657
§ 124.	Écoulement subsonique autour d'une aile mince . . . . .	663
§ 125.	Écoulement supersonique autour de l'aile . . . . .	666
§ 126.	Loi de similitude pour les écoulements transsoniques . . . . .	670
§ 127.	Loi de similitude pour les écoulements hypersoniques . . . . .	672

<b>CHAPITRE XIV. HYDRODYNAMIQUE DE LA COMBUSTION</b> . . . . .	<b>677</b>
§ 128. Combustion lente . . . . .	677
§ 129. La détonation . . . . .	685
§ 130. Propagation de l'onde de détonation . . . . .	693
§ 131. Relation entre divers régimes de combustion . . . . .	701
§ 132. Sauts de condensation . . . . .	704
<b>CHAPITRE XV. HYDRODYNAMIQUE RELATIVISTE</b> . . . . .	<b>707</b>
§ 133. Tenseur d'énergie-impulsion d'un fluide . . . . .	707
§ 134. Equations relativistes de la mécanique des fluides . . . . .	709
§ 135. Ondes de choc en hydrodynamique relativiste . . . . .	715
§ 136. Equations relativistes du mouvement d'un milieu visqueux et conducteur de la chaleur . . . . .	718
<b>CHAPITRE XVI. HYDRODYNAMIQUE DU SUPERFLUIDE</b> . . . . .	<b>721</b>
§ 137. Propriétés fondamentales du superfluide . . . . .	721
§ 138. Effet thermomécanique . . . . .	725
§ 139. Equations de l'hydrodynamique du superfluide . . . . .	726
§ 140. Processus dissipatifs dans les superfluides . . . . .	734
§ 141. Propagation du son dans les superfluides . . . . .	738
Quelques notations . . . . .	746
Index . . . . .	747

12815/12816

رقم الجرد 12815/12816  
رقم الفانورة : 261847  
التاريخ : 05-03-95  
الأصل : Ellipses



**Aubin Imprimeur**  
LIGUGÉ, POITIERS

IMPRESSION - FINITION

Achévé d'imprimer en mars 1994  
N° d'impression L 44925  
Dépôt légal : mars 1994  
Imprimé en France

# Mécanique des fluides

Traduit du russe, cet ouvrage fait partie du cours de *Physique Théorique* universellement connu des grands physiciens Landau, Prix Lénine et Prix Nobel, et Lifchitz, Prix Lénine et Prix Lomonossov.

Ce volume traite de la mécanique des fluides, c'est-à-dire des liquides et des gaz. A la différence des autres ouvrages consacrés à ce sujet, la mécanique des fluides est ici exposée en tant que partie de la physique théorique. L'exposé est complet et très clair, traité de façon originale - chaque partie est illustrée par des exemples et des problèmes.

L'ouvrage est destiné aux physiciens et aux élèves des facultés de physique et de mathématiques.



9 782729 894238

ISBN 2-7298-9423-3