

COLLECTION
LE COURS
D'HYDRAULIQUE

ECOLE NATIONALE
POLYTECHNIQUE

DEPARTEMENT HYDRAULIQUE

VICTOR METREVELI

MECANIQUE DES FLUIDES



OFFICE DES PUBLICATIONS UNIVERSITAIRES
1, Place Centrale de Ben Aknoun (Alger)



ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE
DEPARTEMENT HYDRAULIQUE



2-532-90-1

VICTOR METREVELI

MECANIQUE DES FLUIDES



OFFICE DES PUBLICATIONS UNIVERSITAIRES

1, Place Centrale de Ben Aknoun (Alger)

TABLE DES MATIERES

CHAPITRE I. Les fluides et leurs propriétés	4
1.1 Notions d'un fluide, d'un liquide et d'un gaz	4
1.2 Propriétés physiques des liquides	8
CHAPITRE II. Hydrostatique	36
2.1 Propriétés de la pression hydrostatique	36
2.2 Les équations différentielles d'équilibre d'un liquide	41
2.3 L'équation fondamentale de l'hydrostatique	45
2.4 Hauteur représentative de la pression - Dépression Mesure des pressions	59
2.5 Pression d'un liquide sur une paroi plane	71
2.6 Paradoxe hydrostatique	79

2.7 Pression d'un liquide sur des parois curvilignes	79
--	----

2.8 Equilibre des corps dans un liquide au repos (le principe d'Archimède)	91
--	----

2.9 Equilibre relatif des liquides	98
------------------------------------	----

CHAPITRE III. Equations fondamentales de mécanique des fluides	105
--	-----

3.1 Rappel des lois de conservation de masse	105
--	-----

3.2 L'équation de continuité	105
------------------------------	-----

3.3 Formule de Newton généralisée	113
-----------------------------------	-----

3.4 Equation de dynamique du liquide réel en contraintes	115
--	-----

3.5 Equation fondamentale de mécanique des fluides - équation de Navier-Stokes	119
--	-----

CHAPITRE IV. Dynamique des fluides non visqueux	127
---	-----

4.1 Notions de base	127
---------------------	-----

4.2 Equations du mouvement d'un fluide parfait (les équations d'Euler)	135
4.3 Equation du mouvement d'un fluide parfait sous forme de Gromeca - Lamba	140
4.4 L'équation de Gromeca pendant l'action des forces de la masse, qui ont un potentiel	141
4.5 L'équation de Bernoulli pour un mouvement d'un fluide parfait sous l'action de forces de la masse, qui ont un potentiel	142
4.6 L'équation de Bernoulli dans les cas particuliers	147
4.7 La démonstration de l'équation de Bernoulli pour un filet liquide parfait à l'aide du théorème de la quantité du mouvement	152
4.8 L'interprétation énergétique de l'équation de Bernoulli pour l'écoulement stationnaire d'un liquide parfait	157

CHAPITRE V. Dynamique des fluides visqueux

5.1 Les contraintes dans un fluide réel en mouvement	161
5.2 Les équations différentielles du mouvement du fluide visqueux en contraintes	165
5.3 Relation entre contraintes et vitesse de déformations pendant le mouvement du fluide visqueux	167
5.4 Les équations du mouvement	172
5.5 L'équation de Bernoulli pour un filet des fluides visqueux pendant un mouvement stationnaire	175
5.6 L'équation de Bernoulli pour un courant réel, pendant un mouvement stationnaire	177
5.7 L'équation de Bernoulli pour un mouvement non stationnaire des fluides visqueux	186
5.8 Application de l'équation de Bernoulli	194

CHAPITRE VI. Ecoulement laminaires

6.1 Ecoulement permanent laminaire d'un fluide incompressible dans un tuyau	205
---	-----

6.2	Intégration de l'équation de Navier-Stokes dans le cas considéré	205
6.3	Loi de Poiseuille pour le calcul des conduites en écoulement laminaire	213
6.4	Écoulement permanent laminaire d'un fluide incompressible dans les fentes, formées par deux plans parallèles	219
CHAPITRE VII. Écoulement turbulents		240
7.1	La vitesse moyenne et vitesse de perturbation	240
7.2	L'équation de Reynolds	246
7.3	Théorie de la couche limite	256
7.4	Étude expérimentale du coefficient de Darcy. Courbe de I. Nikuradse	263
7.5	Pertes de charge (notions générales)	271

CHAPITRE VIII. Analyse dimensionnelle et similitude dynamique 275

8.1 Analyse dimensionnelle 275

8.2 La formule générale du coefficient de résistance 285

8.3 Similitude mécanique 287

CHAPITRE IX. Fluides compressibles 293

9.1 L'équilibre de fluide compressible 293

9.2 L'écoulement des fluides compressibles 296

9.3 Ecoulement des fluides compressibles avec un transport de chaleur 301

9.4 Coup de bélier comme le mouvement non stationnaire de liquide élastique 304

9.5 Coup de bélier pendant fermeture instantanée de la vanne 306

9.6 La vitesse de propagation de coup de bélier 327

9.7 Le coup de bélier pendant fermeture
progressive de la vanne

336

9.8 Les équations différentielles
du mouvement non stationnaire
de liquide visqueux et compres-
sible dans une conduite

345

9.9 Le coup de bélier pendant diminu-
tion brusque de la pression

355

9.10 Protection contre le coup de
bélier

359

CHAPITRE X. Ecoulement du liquide en charge
dans les tuyauteries

363

10.1 Formule de base

363

10.2 Calcul hydraulique des tuyaux
en acier et en fonte

368

10.3 Calcul hydraulique de la tuyau-
terie pour raccorder en série

377

10.4 Calcul hydraulique de la tuyau-
terie pour raccorder des tuyaux
en parallèle

380

10.5 Caractéristique d'une conduite

384

10.6 Calculs des conduites courtes. Syphon	386
10.7 Notions de calculs graphiques des conduites	391
10.8 Conduite complexe	395
10.9 Problèmes économiques relatifs aux conduites	399
CHAPITRE XI. Ecoulement uniforme de l'eau dans les lits ouverts	402
11.1 Notions générales - Formules de calcul principales	402
11.2 Formules pour déterminer le coefficient de Chezy - coefficient de rugosité	407
11.3 Eléments hydraulique de la section transversale des canaux	411
	415
Bibliographie	