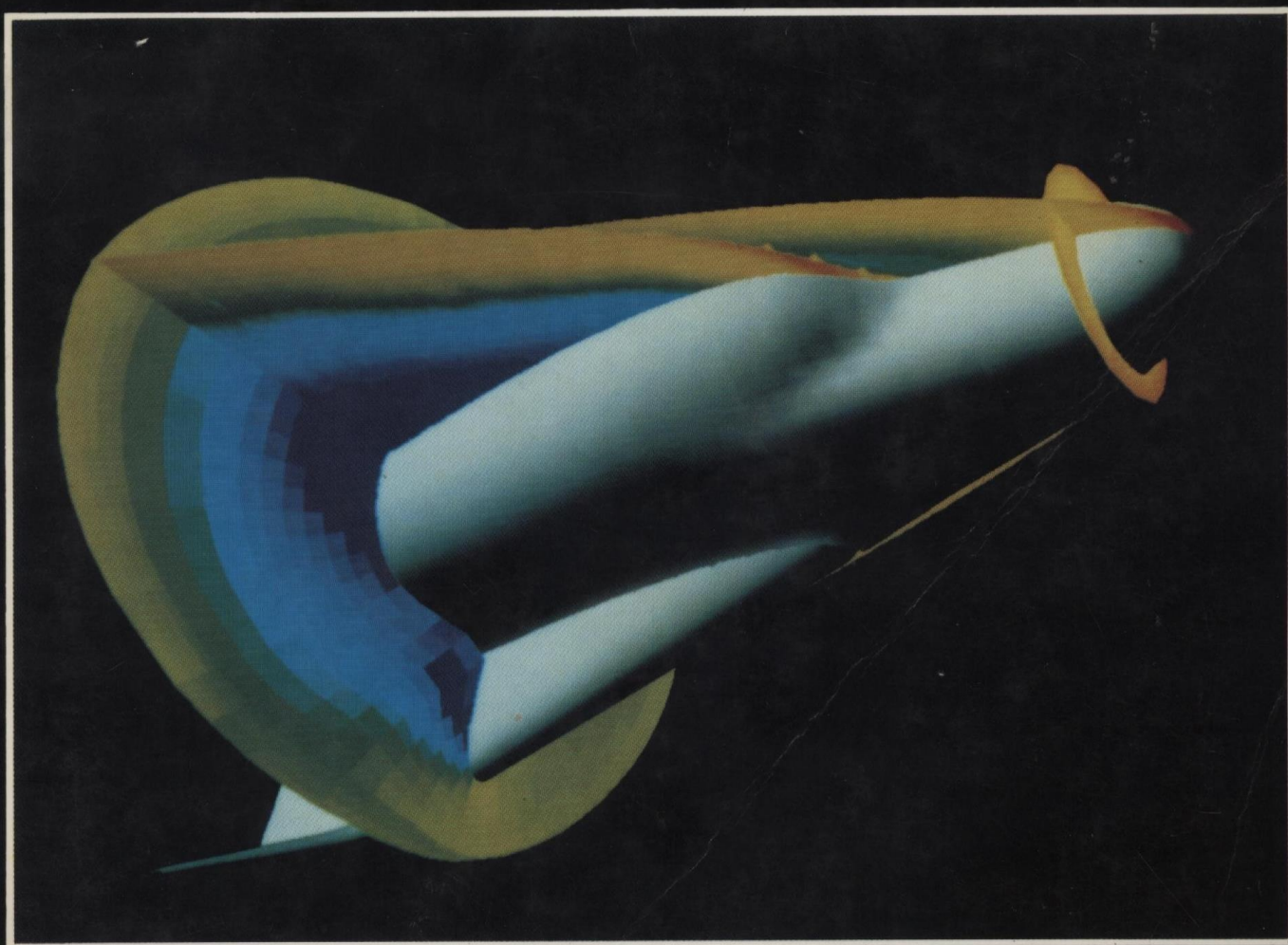


MÉCANIQUE DES FLUIDES

Jacques Bouttes



ÉCOLE POLYTECHNIQUE



TABLE DES MATIERES

CHAPITRE I

DEFINITION DES VARIABLES - EXPOSE DES PRINCIPES

8

1- Exposé sur les problèmes de Mécanique des fluides

8

2- Définition d'un fluide

11

2.1- Variables statiques ou d'état

11

2.2- Variables cinématiques et cinétiques

19

3- Description du champ

19

3.1- Description «Lagrangienne»

20

3.2- Description «Eulérienne»

20

3.3- Variations en fonction du temps des variables

21

3.4- Trajectoires. Lignes de courant, lignes d'émission

22

4- Vitesse de déformation d'un fluide. Tourbillon

25

4.1- Définition

25

4.2- Lignes tourbillon - Tube tourbillon

27

4.3- Mesure expérimentale du tourbillon

27

5- Énoncé des principes

27

5.1- Conservation de la masse

27

5.2- Principe des puissances virtuelles

29

5.3- Premier Principe de la Thermodynamique

29

5.4- Deuxième Principe de la Thermodynamique

30

CHAPITRE II

EQUATIONS REGISSANT LE COMPORTEMENT D'UN FLUIDE HOMOGENE

33

1- Bilan d'une grandeur extensive caractérisant l'état d'un fluide

34

1.1- Grandeurs ou variables extensives ou additives et grandeurs ou variables intensives

34

1.2- Forme générale de l'équation de bilan

35

1.3- Équation de bilan

37

2- Équations de bilan appliquées à un fluide homogène

39

2.1- Équations de bilan dans un domaine où les variables intensives sont continues et dérivables

40

2.2- Équations de bilan appliquées à un volume de fluide comprenant une surface de discontinuité

54

2.3- Conditions aux limites

58

2.4- Conclusion

63

PITRE III	
OREMES GENERAUX DE LA MECANIQUE DES FLUIDES	64
Théorème d'Euler	64
1.1- Exposé général	64
1.2- Cas particuliers (Théorème d'Archimède, écoulement monodimensionnel etc...)	66
Théorèmes généraux concernant les fluides parfaits, barotropes	73
2.1- Définitions (fluide parfait, barotrope)	73
2.2- Formule de Bernoulli	74
2.3- Théorème de Lord Kelvin	77
2.4- Théorème de Lagrange	79
Écoulement avec potentiel des vitesses	80
3.1- Existence d'un potentiel des accélérations	80
3.2- Écoulement irrotationnel homoénergétique	81
3.3- Écoulement irrotationnel d'un fluide non visqueux dans un champ de forces réparties de volume conservatif et homoénergétique	81
Fluide parfait non conducteur de la chaleur en mouvement permanent	82
4.1- Enthalpie totale	82
4.2- Entropie spécifique	83
4.3- Théorème de Crocco	83
PITRE IV	
DE INCOMPRESSIBLE PARFAIT	87
Équations décrivant l'écoulement d'un fluide parfait incompressible	87
1.1- Équations générales locales	87
1.2- Conditions aux limites	89
Hydrostatique des fluides incompressibles	90
Écoulements irrotationnels de fluide incompressible parfait	92
3.1- Équations générales	92
3.2- Exposé général de la méthode de résolution	93
3.3- Écoulements bidimensionnels	94
3.4- Écoulements tridimensionnels	108
3.5- Efforts s'exerçant sur un obstacle	111
Écoulements instationnaires de fluide incompressible	118
4.1- Introduction	118
4.2- Petits mouvements de fluide incompressible avec surface libre	118
4.3- Exemple d'application	123
4.4- Calcul des efforts sur les parois	126
4.5- Mouvement résultant de forces extérieures données, fonction du temps	126
Mouvements tourbillonnaires	128
5.1- Introduction	128
5.2- Présentation physique	128
5.3- Théorème d'Helmholtz	131
5.4- Mouvement des tourbillons ponctuels en écoulement plan	132
5.5- Vitesses induites par un champ de tourbillons	134
5.6- Modèle de Prandtl	139
PITRE V	
DE COMPRESSIBLE PARFAIT	141

1.2- Équations régissant l'écoulement dans une région où les variables sont continues	143
1.3- Cas des surfaces de discontinuité	144
2- Écoulements monodimensionnels	152
2.1- Définition	152
2.2- Équations régissant l'écoulement monodimensionnel permanent	152
2.3- Application : Tuyère de Laval	154
3- Écoulements irrotationnels stationnaires	161
3.1- Équations générales	161
3.2- Écoulement d'onde simple	164
3.3- Écoulement dans un dièdre d'angle inférieur à 180°	169
3.4- Écoulements linéarisés stationnaires	171
4- Écoulements non stationnaires de fluide parfait compressible	180
5- Introduction à l'acoustique	184
CHAPITRE VI	
FLUIDE VISQUEUX NEWTONIEN	193
1- Introduction	193
2- Équations générales	194
2.1- Caractéristiques du fluide newtonien	194
2.2- Équations régissant l'écoulement d'un fluide visqueux incompressible	196
2.3- Équations régissant l'écoulement d'un fluide visqueux compressible	200
3- Exemples d'écoulements laminaires de fluide visqueux incompressible	203
3.1- Écoulement permanent dans une conduite	203
3.2- Mouvement d'un fluide visqueux incompressible entre deux cylindres tournants	207
3.3- Couche limite en fluide incompressible visqueux	209
3.4- Écoulement laminaire instationnaire de fluide visqueux incompressible	216
4- Exemples d'écoulements de fluides visqueux newtoniens compressibles	218
4.1- Écoulement entre deux plans parallèles	218
4.2- Structure de l'onde de choc	223
5- Notions sur les écoulements turbulents	229
5.1- Description de l'écoulement dans une canalisation	229
5.2- Caractéristiques de l'écoulement turbulent	231
5.3- Instabilité des écoulements laminaires	234
5.4- Équations décrivant l'écoulement turbulent d'un fluide incompressible	237
BIBLIOGRAPHIE	240

ISBN 2-7298-8859-4