



classes préparatoires scientifiques

Fiches et méthodes

Mécanique des fluides

Fiches, méthodes
et problèmes corrigés

2^e année

PC - PSI

Patrick Charmont



taupe-niveau

532-03.1

Tables des matières

Introduction	3
1. Statique des fluides	5
Quelle est la définition d'un fluide ?	5
Comment définir la pression ?	6
Qu'est-ce qu'un fluide incompressible ?	8
Comment traduire l'équilibre mécanique d'un fluide ?	8
Qu'est-ce que la poussée d'Archimède ?	9
2. Exemples d'applications de la statique des fluides	10
Cas d'un fluide incompressible	10
Cas d'un fluide compressible	12
Cas d'un référentiel non galiléen	14
Cas d'une autre force que le poids	17
3. Cinématique des fluides	19
Comment décrire le mouvement d'un fluide ?	19
Comment étudier expérimentalement le mouvement d'un fluide ?	20
Quels sont les différents types de mouvement d'un fluide ?	21
Quelle est l'accélération d'un point du fluide ?	23
Comment se traduit la conservation de la masse ?	24
4. Exemples d'études d'écoulements : étude cinématique	27
Qu'est-ce que le potentiel des vitesses ?	27
Qu'est-ce que la fonction de courant ?	28
Comment calculer les trajectoires ?	29
⊙ Ecoulement autour d'un cylindre	31
⊙ Ecoulement dans un dièdre	34
⊙ Ecoulement autour d'une sphère	37
5. Principe fondamental pour les systèmes ouverts : bilans	39
Qu'est-ce que le principe fondamental local ?	39
Comment obtenir une équation « globale » ?	40
Comment faire un bilan de quantité de mouvement ?	41
Comment faire un bilan de moment cinétique ?	43
6. Écoulements incompressibles d'un fluide parfait	46
Comment étudier un écoulement ?	46
Comment établir le théorème de Bernoulli ?	46
Quelle est l'interprétation physique du théorème de Bernoulli ?	48

7. Exemples d'écoulements en régime permanent	51
Quelles sont les conséquences du théorème de Bernoulli ?	51
⊗ Etude d'un jet sur une plaque	55
⊗ Etude de l'écoulement autour d'un demi cylindre	57
⊗ Etude de l'écoulement isentropique d'un gaz parfait	59
8. Exemples d'écoulements en régime non permanent	61
⊗ Etude de la vidange d'un réservoir	61
⊗ Etude des oscillations dans un tube en U	65
⊗ Etude de l'implosion d'une bulle	67
⊗ Etude du vent autour de la terre (référentiel non galiléen)	71
9. Ecoulements tourbillonnaires	75
Qu'est-ce qu'un vortex ?	75
Comment est modifié le théorème de Bernoulli ?	76
⊗ Etude d'un cyclone	77
10. Ecoulement guidé : étude d'une tuyère	81
11. Ondes de choc	86
⊗ Cas d'un fluide compressible	86
⊗ Cas d'un fluide incompressible	91
12. Fluides visqueux	95
Qu'est-ce que la viscosité ?	95
Qu'est-ce que l'équation de Navier-Stokes ?	96
Comment utiliser le nombre de Reynolds ?	97
Comment interpréter la viscosité à l'échelle microscopique ?	98
Comment est modifié l'écoulement autour d'un obstacle ?	100
Comment distinguer les écoulements laminaires et turbulents ?	101
Qu'est-ce que la « couche limite » ?	101
13. Exemples d'écoulements de fluides visqueux	103
⊗ Vidange d'un réservoir	103
⊗ Oscillations d'un fluide visqueux	106
14. Généralités sur la propagation des ondes	109
Qu'est-ce qu'une onde stationnaire ?	109
Comment connaître la solution exacte en ondes stationnaires ?	110
Qu'est-ce qu'une onde progressive ?	111
Comment choisir entre les ondes stationnaires et progressives ?	112
Quand utiliser la série ou la transformée de Fourier ?	112
Qu'est-ce qu'un paquet d'ondes ?	114

15. Ondes de pression dans un fluide compressible : ondes sonores	116
Comment la pression fait-elle bouger les molécules ?	116
Comment utiliser le principe fondamental de la dynamique ?	117
Comment établir l'équation de propagation ?	119
Quelles sont les caractéristiques d'une onde sonore ?	120
16. Aspect énergétique d'une onde sonore	122
Quel est le vecteur densité de flux de puissance sonore ?	122
Comment se traduit la conservation de l'énergie ?	122
Comment s'exprime l'énergie ?	123
Comment mesurer une intensité sonore ?	125
17. Réflexion/transmission d'ondes sonores : impédance acoustique	126
Pourquoi y a-t-il des ondes réfléchies et transmises ?	126
Qu'est-ce que l'impédance acoustique ?	128
Comment utiliser l'impédance acoustique pour calculer les coefficients de réflexion/transmission ?	130
Comment définir des coefficients de réflexion et transmission en énergie ?	131
⊗ Application à l'étude de la réflexion sur une membrane	132
⊗ Etude d'un cas où l'onde subit plus d'une réflexion	138
18. Tuyaux sonores	141
⊗ Cas d'une section constante	141
⊗ Cas d'une section non constante	144
19. Ondes sonores dans les fluides visqueux	151
20. Effet thermo-acoustique	154
21. Ondes de gravitation dans un fluide incompressible	162
⊗ Ondes en volume : la houle	162
⊗ Ondes en surface : la marée	171