

# Table des matières

<b>Préface</b> . . . . .	1
Driss NEHARI	
<b>Avant-propos</b> . . . . .	3
<b>Introduction</b> . . . . .	5
<b>Chapitre 1. Homogénéité des relations et conversion des unités</b> .	7
1.1. Introduction. . . . .	7
1.2. Définitions des unités fondamentales du SI . . . . .	8
1.2.1. Définition du mètre adoptée en 1983 . . . . .	8
1.2.2. Définition du kilogramme . . . . .	8
1.2.3. Définition de la seconde adoptée en 1967. . . . .	9
1.2.4. Définition de l'ampère adoptée en 1948. . . . .	9
1.2.5. Définition du kelvin adoptée en 1967 . . . . .	10
1.2.6. Définition de la mole . . . . .	10
1.2.7. Définition de la candela adoptée en 1979 . . . . .	11
1.3. Grandeurs supplémentaires et grandeurs dérivées du SI . . . . .	11
1.4. Règles d'emploi des unités. . . . .	12
1.4.1. Nom d'unité . . . . .	12
1.4.2. Symboles des unités . . . . .	13
1.4.3. Symboles composés . . . . .	13
1.5. Exercices . . . . .	14
1.5.1. Exercice 1 : calcul des dimensions . . . . .	14
1.5.2. Exercice 2 : homogénéité des relations . . . . .	21

1.5.3. Exercice 3 : dimension des constantes d'une équation . . . . .	28
1.5.4. Exercice 4 : équation des gaz parfaits . . . . .	29
1.5.5. Exercice 5 : conversion des unités . . . . .	30

## **Chapitre 2. Analyse dimensionnelle : méthode de Rayleigh et méthode de Vaschy-Buckingham . . . . . 35**

2.1. Introduction . . . . .	35
2.2. Définition de l'analyse dimensionnelle . . . . .	36
2.3. Méthode de Rayleigh . . . . .	37
2.3.1. Exemple d'application : période d'oscillation d'un pendule . . . . .	37
2.4. Méthode de Vaschy-Buckingham ou méthode des $\pi$ . . . . .	40
2.4.1. Théorème de Vaschy-Buckingham . . . . .	40
2.4.2. Formations des termes en $\pi$ . . . . .	42
2.4.3. Exemple d'application : calcul de la perte de charge linéaire . . . . .	42
2.5. Exercices : méthode d'homogénéité ou méthode de Rayleigh . . . . .	46
2.5.1. Exercice 1 : nombre de Reynolds . . . . .	46
2.5.2. Exercice 2 : nombre de Weber . . . . .	49
2.5.3. Exercice 3 : nombre capillaire . . . . .	51
2.5.4. Exercice 4 : puissance d'une hélice . . . . .	52
2.5.5. Exercice 5 : débit à travers un orifice à mince paroi . . . . .	55
2.5.6. Exercice 6 : perte de charge linéaire dans une conduite horizontale . . . . .	57
2.5.7. Exercice 7 : force exercée par un fluide sur un corps . . . . .	62
2.5.8. Exercice 8 : oscillation d'un liquide dans un tube en U . . . . .	65
2.5.9. Exercice 9 : chute de bille . . . . .	66
2.5.10. Exercice 10 : temps d'implosion d'une bulle d'air . . . . .	71
2.5.11. Exercice 11 : vibration d'une goutte d'eau . . . . .	73
2.5.12. Exercice 12 : force de traînée de l'eau sur un navire . . . . .	75
2.6. Exercices : méthode de Vaschy-Buckingham ou méthode des $\pi$ . . . . .	77
2.6.1. Exercice 13 : perte de charge dans une conduite à section droite circulaire . . . . .	77
2.6.2. Exercice 14 : force de frottement sur une plaque plane . . . . .	80
2.6.3. Exercice 15 : force de traînée exercée sur une sphère . . . . .	84
2.6.4. Exercice 16 : ressaut hydraulique . . . . .	88
2.6.5. Exercice 17 : débit sur un déversoir en mince paroi à seuil horizontal . . . . .	91
2.6.6. Exercice 18 : débit sur un déversoir triangulaire . . . . .	94
2.6.7. Exercice 19 : volume d'une bulle . . . . .	97
2.6.8. Exercice 20 : débit à travers un orifice . . . . .	99

2.6.9. Exercice 21 : rétrécissement brusque d'une section . . . . .	103
2.6.10. Exercice 22 : tube capillaire . . . . .	107
2.6.11. Exercice 23 : déformation d'une bulle . . . . .	110
2.6.12. Exercice 24 : couche limite dynamique laminaire sur une plaque plane . . . . .	113
2.6.13. Exercice 25 : puissance d'un agitateur . . . . .	119
<b>Chapitre 3. Similitude des écoulements . . . . .</b>	<b>123</b>
3.1. Définition et principe de la similitude . . . . .	123
3.1.1. Similitude géométrique . . . . .	123
3.1.2. Similitude cinématique. . . . .	124
3.1.3. Similitude dynamique . . . . .	125
3.1.4. Conditions de similitude pour les fluides visqueux, incompressibles, non pesants (similitude de Reynolds) . . . . .	128
3.1.5. Conditions de similitude pour les fluides non visqueux, incompressibles, non pesants (similitude de Reech-Froude) . . . . .	128
3.1.6. Conditions de similitude pour les fluides non visqueux, incompressibles, pesants. . . . .	129
3.1.7. Conditions de similitude des écoulements turbulents . . . . .	130
3.1.8. Distorsion du modèle. . . . .	131
3.2. Exercices : similitude des écoulements . . . . .	131
3.2.1. Exercice 1 : similitude des navires . . . . .	131
3.2.2. Exercice 2 : similitude des pompes centrifuges . . . . .	134
3.2.3. Exercice 3 : pompes volumétriques de petites dimensions . . . . .	140
3.2.4. Exercice 4 : caractéristiques d'une pompe centrifuge . . . . .	142
3.2.5. Exercice 5 : essai d'automobile en soufflerie. . . . .	144
3.2.6. Exercice 6 : rapport de puissance ( $p_{\text{modèle}}/p_{\text{prototype}}$ ) d'une pompe . . . . .	146
3.2.7. Exercice 7 : écoulement en conduite. . . . .	148
3.2.8. Exercice 8 : effort visqueux sur un disque tournant . . . . .	150
3.2.9. Exercice 9 : étude d'aménagement d'une galerie hydroélectrique. . . . .	154
3.2.10. Exercice 10 : entraînement de matière solide par un courant d'eau . . . . .	158
3.2.11. Exercice 11 : corps fuselé . . . . .	163
3.2.12. Exercice 12 : maquette d'hydravion . . . . .	165
3.2.13. Exercice 13 : étude des marées . . . . .	167
3.2.14. Exercice 14 : écoulement transitoire de gaz. . . . .	170
3.2.15. Exercice 15 : modèle de torpille . . . . .	173

3.2.16. Exercice 16 : mouvement d'une bille dans un fluide . . . . .	176
3.2.17. Exercice 17 : similitude du mouvement d'un dirigeable . . . . .	179
3.2.18. Exercice 18 : résistance à l'avancement d'un navire. . . . .	182
3.2.19. Exercice 19 : cuve de mélangeur . . . . .	187
3.2.20. Exercice 20 : frottement sur un prototype sonde . . . . .	193

<b>Annexe 1. Quelques nombres adimensionnels utilisés en mécanique des fluides. . . . .</b>	<b>197</b>
---	------------

<b>Annexe 2. Coefficients de conversion vers le Système international ou vers le système anglais. . . . .</b>	<b>201</b>
---	------------

<b>Bibliographie . . . . .</b>	<b>205</b>
--------------------------------	------------

<b>Index . . . . .</b>	<b>207</b>
------------------------	------------