

Table des matières

Préface	1
Jean-Luc ACHARD	
Avant-propos	5
Remerciements	7
Introduction	9
Chapitre 1. Rappels de mécanique des fluides.	15
1.1. Les équations d'Euler	15
1.2. La charge et le théorème de Bernoulli	18
1.3. Hydrostatique et variation de la pression dans une direction perpendiculaire à une ligne de courant	22
1.4. Pertes de charge linéaires.	23
1.5. Pertes de charge singulières	26
1.6. Variation de la charge le long d'une ligne de courant	27
1.7. Bilan d'énergie cinétique sur un volume fluide.	29
1.8. Théorème des quantités de mouvement	33
1.9. Théorème du moment angulaire.	35
1.10. Écoulements irrotationnels, écoulements potentiels	37

Chapitre 2. Turbomachines hydrauliques	39
2.1. Généralités sur les turbomachines	39
2.1.1. Turbopompes et turbines.	39
2.1.2. Notions d'aérodynamique	41
2.1.3. Principe de la conversion mécanique : force et puissance, triangle des vitesses, repère fixe et repère mobile	43
2.1.3.1. Force et puissance	43
2.1.3.2. Triangle des vitesses	44
2.1.3.3. Charge cédée ou récupérée par le fluide	44
2.1.3.4. Repère fixe et repère mobile	45
2.1.3.5. Couple et puissance	45
2.1.4. Rotor et stator	47
2.1.5. Machine à nombre infini de pales	48
2.1.6. Similitude de Combe-Rateau	49
2.1.7. Vitesse spécifique et classification des machines roto-dynamiques	51
2.2. Dimensionnement des pompes	52
2.2.1. Classification des pompes roto-dynamiques	52
2.2.2. Pompes centrifuges	54
2.3. Dimensionnement des turbines	56
2.3.1. Classification des turbines roto-dynamiques	56
2.3.2. Dimensionnement des turbines Pelton.	59
2.4. Exercice : modèle de pompe centrifuge	65
2.4.1. Solution.	69
2.5. Exercice : modèle de turbine à flux radial	81
2.5.1. Solution.	84
 Chapitre 3. Énergie éolienne	 95
3.1. Généralités	95
3.1.1. La ressource éolienne	95
3.1.2. La conversion d'énergie par une éolienne	96
3.1.2.1. Exercice	96
3.1.2.2. Solution	97
3.1.3. Le développement de la filière éolienne en France et en Europe	99
3.2. Exercice : écoulement à travers une éolienne – formule de Betz	102
3.2.1. Solution.	105
3.3. Exercice : modèle de rotor d'éolienne	111
3.3.1. Solution.	114

Chapitre 4. Énergie marémotrice	123
4.1. Généralités et état des lieux de la filière	123
4.2. Exercice : modèle énergétique de l'usine de La Rance	130
4.2.1. Solution.	132
4.3. Exercice : dimensionnement d'une turbine Kaplan	138
4.3.1. Solution.	141
4.4. Exercice : ferme d'hydroliennes et modification des courants	149
4.4.1. Solution.	153
Chapitre 5. Énergie hydroélectrique	163
5.1. Historique et données sur l'énergie hydroélectrique.	163
5.2. Exercice : puissance maximale fournie par une centrale hydroélectrique	167
5.2.1. Solution.	168
5.3. Exercice : dimensionnement d'une centrale hydroélectrique de type STEP	172
5.3.1. Partie I – étude du turbinage	174
5.3.2. Partie II – étude du pompage	175
5.3.3. Partie III – les usines de production et le fonctionnement de la centrale hydroélectrique.	176
5.3.4. Solution.	178
Chapitre 6. Énergie osmotique	187
6.1. Le phénomène d'osmose	187
6.2. Exercice : dimensionnement d'un système de production d'électricité à partir de l'énergie osmotique	189
6.2.1. Solution.	194
6.3. État des lieux de la technologie	201
Chapitre 7. Énergie thermique de la mer	205
7.1. Le procédé ETM.	205
7.2. Exercice : dimensionnement d'une installation ETM utilisant un cycle de Rankine fermé	209
7.2.1. Dimensionnement du cycle de Rankine fermé	209
7.2.1.1. Solution	211

7.2.2. Dimensionnement des échangeurs de chaleur	214
7.2.2.1. Dimensionnement de l'évaporateur	215
7.2.2.2. Dimensionnement du condenseur	218
7.2.2.3. Solution	220
7.2.3. Dimensionnement du pompage de l'eau profonde en mer et conclusions	225
7.2.3.1. Solution	225
7.3. État des lieux de la filière ETM	228
7.4. Mémento sur le dimensionnement d'un échangeur de chaleur	230
Chapitre 8. Énergie des vagues	235
8.1. Théorie des ondes de gravité de surface	235
8.1.1. Généralités	235
8.1.2. Cinématique des ondes de surface linéaires	238
8.1.3. Énergie et flux d'énergie des vagues.	242
8.1.4. Réflexion d'une onde par un mur vertical.	245
8.1.5. Une expérience en laboratoire de récupération totale du flux d'énergie des vagues	246
8.1.6. Récupération de l'énergie des vagues par un volet oscillant ou par une bouée pilonnante	247
8.2. Exercice : dimensionnement d'un volet oscillant pour récupérer l'énergie des vagues	249
8.2.1. Solution.	252
8.3. État des lieux sur la récupération de l'énergie des vagues	264
Bibliographie	271
Index	273