



Les pompes à chaleur

Jean Lemale

Lemale, Jean (1942-....)

Dunod, Paris

Moniteur, Paris

Technique et ingénierie. Energies

ISBN: 978-2-10-056550-4

Table des Matières

Les pompes à chaleur

Jean Lemale

Dunod

Chapitre1: Historique - contexte	1
Chapitre2: Généralités sur les pompes à chaleur	5
2.1Principes thermodynamiques	5
2.2Applications à la production de chaud et de froid	8
2.3Cycle de Carnot inversé	9
Chapitre3: Pompe à chaleur à compression	13
3.1Principe de fonctionnement	13
3.2Diagramme de Mollier	14
3.3Coefficients de performance	17
3.4Éléments constitutifs d'une PAC à compression	20
3.5Les fluides frigorigènes	30
3.6Pompe à chaleur réversible	34
3.7Thermofrigopompe	35
3.8Pompes à chaleur haute température	39
Chapitre4: Pompes à chaleur à absorption	43
4.1Principe de fonctionnement	43
4.2Exemples de réalisation	45
4.3Comparaison: pompe à chaleur à compression et pompe à chaleur à absorption	47
4.4Performances de l'absorption pour différentes utilisations	48
Chapitre5: Détermination des besoins énergétiques	49
5.1Évolution des consommations énergétiques	49
5.2Détermination des besoins de chauffage	50
5.3Consommation eau chaude sanitaire	57
5.4Détermination des besoins pour climatisation (besoins de froid)	60
Chapitre6: Systèmes d'émission de chauffage et/ou de rafraîchissement	61
6.1Émission en mode hydraulique	61
6.2Émission en mode aéraulique	68
Chapitre7: Présentation des sources	77
7.1Air	77

7.2Eau	78
7.3Échange avec le sol	83
7.4Les fondations géothermiques	88
7.5Capteurs solaires	88
Chapitre8: Pompe à chaleur air extérieur	91
8.1Présentation	91
8.2Phénomènes de givrage	95
8.3Tube aérotherme	95
8.4Systèmes de distribution	96
Chapitre9: Pompe à chaleur sur aquifère	99
9.1Contexte	99
9.2Caractéristiques des aquifères	100
Chapitre10: Capteurs horizontaux	117
10.1Les PAC à détente directe	117
10.2Les PAC à fluides intermédiaires	118
10.3Les PAC mixtes	119
Chapitre11: Capteurs verticaux ou sondes géothermiques	127
11.1Maisons individuelles	128
11.2Test de réponse thermique	133
11.3Bilan des consommations d'électricité d'un pavillon équipé de sondes	136
11.4Champs de sondes géothermiques	140
Chapitre12: Autres systèmes de captage par échange avec le sol	145
12.1Corbeilles géothermiques	145
12.2Échangeurs de type Slinky	148
Chapitre13: Fondations géothermiques ou thermoactives	149
13.1Principe de fonctionnement	149
13.2Recommandations simplifiées (pour avant-projet)	151
Chapitre14: Applications spécifiques	153
14.1Maisons individuelles	153
14.2Chauffe-eau thermodynamique	155
14.3Systèmes combinés	156
14.4Lotissement de pavillons individuels	162
14.5Immeubles collectifs (chauffage)	162
14.6Aménagement de ZAC - éco-quartiers	164
14.7Immeubles tertiaires	169
14.8Cultures sous serres	169
Chapitre15: Pompes à chaleur associées à un réseau de chaleur géothermique	171
15.1Système avec PAC assistée par échangeur et évaporateur indirect	172
15.2Système indirect avec possibilité de by-pass de la PAC et de l'échangeur géothermique	173
15.3Système avec montage parallèle entre le condenseur de la PAC et la branche contenant l'évaporateur et l'échangeur géothermique	173

15.4Comparaison des différents systèmes	174
Chapitre16: Exemples de réalisation	177
16.1Aéroport de Zürich (Dock Midfield)	177
16.2Champ de sondes à l'ENSTA Paris Tech (91Palaiseau)	178
16.3Opération de géothermie à Blagnac	180
16.4Chauffage climatisation maison de la radio (PAC sur aquifère)	181
16.5Centre de maintenance des tramways de Tours (fondations géothermiques)	183
16.6Résidence Saint-Georges 78Limay (fondations géothermiques)	185
16.7La Seyne-sur-Mer (PAC sur eau de mer)	186
16.8Système de récupération de chaleur sur les eaux grises d'un restaurant d'entreprise (Cergy Pontoise)	187
16.9Récupération de la chaleur des eaux grises d'un immeuble collectif à Ermont (95)	188
Chapitre17: Bilans énergie primaire et environnemental	191
17.1Bilan énergie primaire pour une maison individuelle	191
17.2Bilan environnemental	192
Chapitre18: Montage d'un projet de pompe à chaleur	195
18.1Différentes phases du montage d'un projet PAC	195
18.2Cahier des charges étude de faisabilité (exemple PAC sur aquifère)	196
Bibliographie	201
Glossaire	203
Annexes	
1.Réglementation	213
Réglementation thermique 2012 (éléments principaux)	213
Exigences de résultats en termes de performance énergétique globale	214
2.La garantie AQUAPAC	221
3.Certifications	225
Marque NF PAC	225
Appellation Qualité «QUALIPAC»	226
QUALIFORAGE	226
4.Principes légaux	229
Textes et documents de référence	229
Normes	229
Index	231