

Sommaire

Introduction	9
Petite histoire du chauffage et du rafraîchissement	9
Une approche écologique de l'habitat	23
Chapitre 1	
Qu'est-ce que le bien-être thermique ?	27
1.1 L'équilibre thermique du corps humain	27
1.2 Les paramètres mesurables du confort thermique	28
La température de l'air ambiant	28
La température des parois	29
La température résultante air/parois	29
L'humidité relative de l'air	30
Les mouvements de l'air	31
Les facteurs psychologiques et culturels	31
Chapitre 2	
Les bases de l'architecture bioclimatique	33
2.1 Le mode de vie bioclimatique	33
Construire et vivre avec le climat et non contre lui	33
Vivre avec les rythmes naturels	34
Maison solaire passive, habitants actifs	35
Énergie solaire fossile, active ou passive ?	35
2.2 Principes de conception des espaces et des enveloppes	36
2.2.1 Les différentes fonctions de l'enveloppe	36
Profiter des éléments favorables du climat,	
écarter ceux qui sont défavorables	36
2.2.2 Composer avec le site	39
Trouver les profils de moindre résistance pour minimiser	
les déperditions et optimiser les gains solaires	39
2.2.3 Optimiser la forme et l'orientation	44
L'ensoleillement	44
La compacité	44
2.2.4 Organiser les zones d'habitat selon l'ambiance thermique des espaces	47
La double enveloppe	47
Vivre au quotidien avec le soleil et la lumière	47
2.3 Les ressources (lieux et climats)	51
2.3.1 Le macroclimat	51
La position du soleil	52
Le rayonnement solaire	53
La température	55
Le vent	55
L'humidité	56



2.3.2 Le mezzoclimat et le microclimat	57
Influence des sols et de la végétation	57
Influence de l'altitude et du relief	57
Influence des masques solaires	59
Le microclimat urbain	61
2.4 Les outils (notions de base)	63
2.4.1 Intensité du rayonnement solaire	63
Intensité du rayonnement solaire et nébulosité	63
Angle entre le rayonnement solaire direct et la surface de la paroi réceptrice	63
Rayonnement diffus	65
Nature des surfaces avoisinantes : la réflexion	66
2.4.2 Comportements des surfaces réceptrices	67
2.4.3 Propriétés et performances thermiques des matériaux	68
La conductivité thermique	69
La capacité thermique	70
La diffusivité thermique	70
L'effusivité thermique	71
2.4.4 Particularités thermiques des matériaux transparents	72
Rappel du principe de l'effet de serre	72
Propriétés thermiques des vitrages	72

Chapitre 3

Des parois performantes

3.1 Les parois opaques	75
3.1.1 Propriétés et performances thermiques des parois opaques	75
Performances isolantes d'une paroi	76
Inertie thermique	80
Isoler pour l'hiver ou pour l'été ?	86
Durabilité des performances des parois	88
Isolation et hygrothermique des parois	89
3.1.2 Les différents types de parois pour l'enveloppe	92
Les murs	93
Les toitures	102
Principe de conception des sols	106
3.1.3 Les parois et parements intérieurs	110
L'inertie dans les parois intérieures	110
L'effusivité thermique des parements	112
3.2 Les parois vitrées (fenêtres et autres baies)	113
3.2.1 Choix de l'orientation des baies vitrées	113
3.2.2 Dimensionnement des baies vitrées	115
3.2.3 Optimisation des baies pour la thermique d'hiver	116
Huisseries	116
Types de baies	117
3.2.4 Optimisation des baies pour le confort d'été	121
Éviter les surchauffes	121
Le facteur solaire	121
Les pare-soleil extérieurs fixes	122
Les protections solaires mobiles	125
Les protections et masques végétaux	126
Le traitement des sols environnants	128



Chapitre 4

Techniques bioclimatiques spécifiques	129
4.1 Les murs capteurs accumulateurs	129
4.1.1 Conception et dimensionnement des murs capteurs	130
Orientation	130
Surface	130
Épaisseur et matériaux	131
Couleur et rugosité du mur	133
Nature et qualité du vitrage	134
Choix des menuiseries	134
Murs capteurs et confort d'été	134
4.1.2 Aperçu de murs capteurs spécifiques	136
Le mur Trombe	136
Le mur rayonnant mixte, ou mur « double peau »	138
Murs capteurs sur murs anciens traditionnels	140
Murs capteurs sur murs conventionnels	140
Vers des murs capteurs en bois ?	141
4.2 Les serres bioclimatiques	143
4.2.1 Principe de fonctionnement	143
4.2.2 Conception de la serre comme espace habitable	146
4.2.3 Typologie et dimensionnement des serres	148
L'orientation	148
L'inclinaison du vitrage et le profil de la serre	148
L'intégration de la serre à l'espace habité	149
Le dimensionnement des serres	150
4.2.4 Réalisation de serres performantes	151
Relation entre la serre et l'extérieur	151
Relation de la serre avec l'intérieur	154
Serre et ventilation	158
4.2.5 Les serres dans un bâtiment en réhabilitation	160
4.3 Les capteurs à air	163
4.3.1 Principes et dimensionnement des capteurs à air	163
Isolation et type de vitrage	164
Orientation	164
Pouvoir d'absorption de la surface réceptrice	164
Dimensionnement des surfaces de captage	164
4.3.2 Captage pour chauffage direct de l'espace habité	166
4.3.3 Captage pour chauffage de masses de matériaux	167
4.4 Les puits canadiens	171
4.4.1 Éléments pour la conception d'un puits canadien	173
Configuration du puits canadien	173
Nature du sous-sol	173
Profondeur des conduits	173
Longueur et diamètre des canalisations	174
Débit et vitesse de l'air	174
Type et matériau des conduits	175
4.4.2 Conception et dimensionnement d'un puits canadien	175
4.4.3 Bilan et performances d'un puits canadien	177
Approche environnementale	177
Approche économique	177

**Chapitre 5****La ventilation** 179**5.1 Principes de base de la ventilation** 179

5.1.1 Ventiler pour avoir un air intérieur sain 180

5.1.2 Principes des systèmes de ventilation 182

Ventilation par pièces séparées ou par balayage 182

Ventilation assujettie ou non aux besoins de renouvellement d'air 182

5.2 Principaux systèmes de ventilation 184

5.2.1 Ventilation naturelle « à l'ancienne » 184

Aération par les défauts d'étanchéité 184

Renouvellement d'air par ouverture des fenêtres 184

Ventilation par tirage thermique 185

5.2.2 VMC « de base » ou « simple flux autoréglable » 186

5.2.3 VMC simple flux hygroréglable de type B 187

5.2.4 VMC double flux avec récupérateur de chaleur 188

5.2.5 Ventilation mécanique répartie (VMR) 189

5.2.6 Ventilation mécanique par insufflation (VMI) 190

5.2.7 Récapitulatif 191

5.3 Éléments pour une ventilation écologique 192

5.3.1 Réduire les besoins de renouvellement d'air 192

Pour réduire les pollutions à la source 192

Pour des parois composant avec la présence d'eau 193

5.3.2 Tempérer l'air entrant 194

Récupération de chaleur sur l'air extrait 194

Récupération de la chaleur ou de la fraîcheur gratuite du sol 194

Récupération de l'énergie solaire arrivant sur le bâtiment 194

5.3.3 Adapter les débits de ventilation aux besoins 197

Systèmes mécanisés permettant une modulation forte des débits 197

Ventilation et ouverture des fenêtres 198

5.3.4 Rafraîchir par surventilation du bâtiment 198

5.3.5 Vers une ventilation naturelle écologique 201

Chapitre 6**Stratégies pour des bâtiments économes et confortables** 207**Comment agir ?** 209

Choix architecturaux et mesures concernant l'adaptation au lieu 210

Mesures concernant les techniques de construction et le choix des matériaux 215

Mesures concernant la qualité et le soin de la mise en œuvre 215

Mesures concernant les installations techniques 216

Le comportement et les choix des habitants 219

Annexes

Principales unités rencontrées dans le secteur du bâtiment 222

Caractéristiques thermiques des matériaux 224

Réglementations, normes, DTU, certifications, labels 226

Réglementations thermiques et certification « basse énergie » 227

Approche économique 229

Bibliographie et sites internet 232

Glossaire 238