



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



LA CONCEPTION BIOCLIMATIQUE

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

Les termes suivis d'un astérisque*
sont expliqués dans le glossaire
p. 238.