



Éco-conception des bâtiments

BÂTIR EN PRÉSERVANT L'ENVIRONNEMENT

Bruno Peuportier

Préface de Françoise-Hélène Jourda



ÉCOLE DES MINES
DE PARIS

Les Presses

sciences de la
terre et de l'environnement

© École des Mines de Paris
60, boulevard Saint-Michel, 75272 Paris CEDEX 06 FRANCE
e-mail : delamare@dg.ensmp.fr
<http://www.ensmp.fr/Presses>

ISBN : 2-911762-43-6

Dépôt légal : mars 2003

Achevé d'imprimer en mars 2003 (A Cort Europe, Seven, Courtabœuf)

Tous droits de reproduction, de traduction, d'adaptation et d'exécution réservés pour tous les pays

Couverture : Groupe scolaire de Baigneux les Juifs

Vignettes du dos de couverture : maison de l'architecte Rolf Disch et vues du quartier Vauban à Freiburg (RFA)

TABLE DES MATIÈRES

PRÉFACE

REMERCIEMENTS

INTRODUCTION :

LA QUALITÉ ENVIRONNEMENTALE DES BÂTIMENTS

1

CHAPITRE I : LES IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX

3

1.1 L'échelle planétaire

3

1.1.1 L'effet de serre

4

1.1.2 La destruction de la couche d'ozone

11

1.1.3 L'épuisement des ressources

12

1.1.4 Les atteintes à la biodiversité

15

1.1.5 La prolifération nucléaire

17

1.2 L'échelle régionale

18

1.2.1 Les effets liés à la pollution de l'air

18

1.2.2 Le prélèvement et la pollution de l'eau

22

1.2.3 Les déchets et la pollution des sols

28

1.2.4 La radioactivité

36

1.2.5 Les risques

38

1.3 L'échelle locale

40

1.3.1 Le bruit

40

1.3.2 La dégradation des écosystèmes et des paysages

43

1.3.3 L'occupation des sols

44

1.3.4 Les perturbations du micro-climat

44

1.3.5 Les odeurs

44

1.4 Dans le bâtiment lui-même

45

1.4.1 La qualité de l'air et la santé

46

1.4.2 La qualité de l'eau et la santé

51

1.4.3 Les champs électromagnétiques

54

1.4.4 Les sources d'inconfort

55

1.4.5 Les risques

55

1.5 Synthèse sur les impacts

56

CHAPITRE II : LES INDICATEURS ENVIRONNEMENTAUX

59

2.1 Les indicateurs de potentiel

59

2.1.1 Effet de serre

61

2.1.2 Destruction de la couche d'ozone

62

2.1.3 Acidification

63

2.1.4 Eutrophisation

63

2.1.5 Smog d'hiver

64

2.1.6 Smog d'été (formation d'ozone photochimique)	64
2.2 Les indicateurs de volume critique	65
2.2.1 Écotoxicité	66
2.2.2 Odeurs	67
2.2.3 Toxicité humaine	68
2.2.4 Indicateurs de la norme AFNOR XP P01-010	70
2.3 Autres indicateurs	71
2.3.1 Ressources abiotiques connues	71
2.3.2 Énergie primaire	73
2.3.3 Consommation d'eau	75
2.3.4 Déchets ultimes	75
2.3.5 Métaux lourds	75
2.3.6 Substances cancérigènes	76
2.3.7 Déchets radioactifs	76
2.3.8 Indicateurs orientés dommages	77
2.4 Les indicateurs environnementaux urbains	77
2.4.1 Indicateurs sur les sources d'émissions (pressions)	78
2.4.2 Indicateurs d'état	80
2.5 Les indicateurs environnementaux et le développement durable	85
2.6 Conclusions du chapitre 2	87

CHAPITRE III :

LES MÉTHODOLOGIES ET LES OUTILS PROFESSIONNELS	89
3.1 L'analyse de cycle de vie	91
3.1.1 Méthodologie adoptée	93
3.1.2 Modélisation du bâtiment, une approche objets	94
3.1.3 Recueil des données	96
3.1.4 Développement logiciel	97
3.1.5 Limites de la méthodologie	99
3.1.6 Exemple d'application expérimentale lors de l'exposition Ecologis	100
3.1.7 Premières études de sensibilité : contributions relatives des différentes sources d'impact	102
3.1.8 Normalisation d'un écoprofil	106
3.1.9 Autres outils d'analyse de cycle de vie des bâtiments	109
3.1.10 Conclusions	110
3.2 La simulation thermique	111
3.2.1 Principes de la modélisation	111
3.2.2 Principales hypothèses et limites du modèle	112
3.2.3 Algorithme de résolution	114
3.2.4 Développement informatique	116
3.2.5 Validation des calculs	119
3.2.6 Quelques applications du logiciel	122

3.2.7 L'interlace utilisateurs	124
3.3 Les calculs d'éclairage	127
3.3.1 La lumière	128
3.3.2 Éclairage naturel	134
3.3.3 Modélisation de l'éclairage naturel par la méthode lumen	137
3.3.4 L'éclairage artificiel	144
3.3.6 Pratiques usuelles d'éclairage par type de bâtiment	152
3.4 Les calculs d'acoustique	157
3.4.1 Outils simplifiés	157
3.4.2 Outils détaillés	158
3.5 L'évaluation des impacts sanitaires	158
3.6 La gestion des déchets de chantier	160
3.7 Les outils généralistes	161
3.8 L'utilisation des outils	162
3.8.1 La programmation	162
3.8.2 La conception architecturale	164
3.8.3 La gestion d'un chantier	168
3.8.4 La gestion d'un parc immobilier	171
3.9 Conclusions et perspectives sur les outils	175
3.9.1 Chaînage entre modèles	176
3.9.2 Adaptation des modèles à l'évolution d'un projet	176
3.9.3 De l'évaluation à la conception	177
CHAPITRE IV :	
LES "ÉCOTECHNIQUES" DU BÂTIMENT	179
4.1 L'efficacité énergétique et les énergies renouvelables	182
4.1.1 Chauffage	183
4.1.2 Climatisation	192
4.1.3 Renouvellement d'air	194
4.1.4 Éclairage des locaux et consommation d'électricité	195
4.1.5 Eau chaude sanitaire	202
4.2 La gestion et la qualité de l'eau	204
4.3 Le traitement des déchets	208
4.4 Les produits de construction	208
4.5 Le confort et la santé	214
4.5.1 Confort acoustique	214
4.5.2 Confort visuel	215
4.5.3 Confort thermique	215
4.5.4 Qualité de l'air et confort olfactif	216
4.5.5 Autres aspects de santé	217
4.6 Conclusions du chapitre 4	218

CHAPITRE V :	
QUELQUES RÉALISATIONS EXPÉRIMENTALES	223
5.1 Le projet Ecolonia (Pays Bas)	223
5.1.1 Description du programme	223
5.1.2 Conception économe en énergie	225
5.1.3 Gestion sur le cycle de vie	226
5.2 Le lotissement aurore (Ardennes)	228
5.2.1 Fonctionnement des systèmes	229
5.2.2 L'aide apportée durant la conception du projet	231
5.2.3 Description de l'installation expérimentale	233
5.2.4 Résultats du suivi	233
5.2.5 Conclusions du suivi expérimental	239
5.2.6 Analyse de cycle de vie	240
5.3 Maisons individuelles	241
5.3.1 Réalisation expérimentale de Castanet Tolosan	241
5.3.2 Maison lauréate du concours habitat solaire habitat d'aujourd'hui (1998)	242
5.4 Bâtiment tertiaire a Méze	246
5.5 Le projet "Soft energy community" (Fukuyama, Japon)	249
5.5.1 Le concept de village énergies douces	249
5.5.2 Évaluation des ressources	250
5.5.3 Optimisation énergétique et économique	251
5.5.4 Caractéristiques techniques	254
5.6 Perspectives d'évolution des performances	255
5.6.1 Le standard des "maisons passives"	255
5.6.2 Les bâtiments producteurs d'énergie	256
5.6.3 Le management des opérations de construction	257
5.6.4 L'approche du <i>co-housing</i>	263
5.7 Conclusions du chapitre 5	265
CONCLUSIONS	267
BIBLIOGRAPHIE	269
Environnement	269
Thermique	273
Éclairage	274