

Éco-conception des bâtiments

BÂTIR EN PRÉSERVANT L'ENVIRONNEMENT

Bruno Peuportier

Préface de Françoise-Hélène Jourda



34952

ÉCOLE DES MINES
DE PARIS

Les Presses

sciences de la
terre et de l'environnement

ECL 49

34952
②

ECO-CONCEPTION DES BÂTIMENTS



Bruno Peuportier



34952

Les Presses de l'École des Mines

2003

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'interface 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 Chainage 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 Mèze	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

Un
nombre
croissant de
citoyens et en
particulier d'acteurs

du bâtiment est sensible à la préservation de l'environnement. Ce livre a pour but d'informer sur les méthodes et les techniques permettant de faire évoluer les bonnes intentions, relayées par exemple par la démarche «HQE-haute qualité environnementale», vers une réelle performance environnementale.

Le premier chapitre précise les problèmes environnementaux auxquels nous sommes confrontés de manière à définir ensuite des critères de qualité environnementale pertinents.

Les méthodes proposées pour évaluer ces critères permettent d'établir un lien entre les décisions et les impacts environnementaux. Elles constituent ainsi une aide à la conception environnementale des bâtiments, depuis les premiers stades d'un projet (choix d'un site, programme, esquisse architecturale) jusqu'à la conception détaillée, la réalisation et la gestion des bâtiments.

Un chapitre est consacré aux éco-techniques dans le domaine des économies d'énergie et d'eau, des énergies renouvelables, de la gestion des déchets, des matériaux à moindre impact, en incluant des aspects de confort et de santé.

L'ouvrage se termine par la présentation d'exemples concrets et de réalisations.

Il s'adresse aux maîtres d'ouvrages, architectes, bureaux d'études thermiques, entreprises, gestionnaires de bâtiments et à toute personne intéressée par la qualité environnementale de nos lieux de vie.

L'auteur

Bruno Peuportier est ingénieur de l'École Centrale de Paris, titulaire d'un doctorat de l'Université Paris VI et d'une habilitation à diriger les recherches (Université de Cergy-Pontoise). Il est actuellement chargé de recherche au Centre d'Énergétique de l'École des Mines de Paris. Il a développé les logiciels COMFIE (simulation thermique des bâtiments) et EQUER (analyse de cycle de vie), mené différents projets de démonstration concernant la construction ou la rénovation de logements sociaux, de bâtiments tertiaires ou scolaires, et coordonné plusieurs projets européens sur ces thématiques.



ISBN : 978-2-91-176243-7



9 782911 762437

50 Euros