

BRUNO PEUPORTIER



Éco-conception des bâtiments et des quartiers



COLLECTION SCIENCES DE LA TERRE
ET DE L'ENVIRONNEMENT

© École des mines de Paris, 2008

60, boulevard Saint-Michel - 75272 Paris Cedex 06 - France

email : presses@ensmp.fr

<http://www.ensmp.fr/Presses>

© **Photos de couverture** : Bruno Peuportier et Les Airelles Construction

ISBN : 978-2-35671-010-9

Dépôt légal : 2008

Achévé d'imprimer en 2008 (Paris)

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

TABLE DES MATIERES

PRÉFACE	5
REMERCIEMENTS.....	7
INTRODUCTION LA QUALITÉ ENVIRONNEMENTALE DES BÂTIMENTS ...	9
I LES IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX	11
1.1 L'ÉCHELLE PLANÉTAIRE	11
1.1.1 L'effet de serre.....	12
1.1.2 La destruction de la couche d'ozone.....	19
1.1.3 L'épuisement des ressources.....	20
1.1.4 Les atteintes à la biodiversité	25
1.1.5 La prolifération nucléaire	27
1.2 L'ÉCHELLE RÉGIONALE.....	28
1.2.1 Les effets liés à la pollution de l'air.....	28
1.2.2 Le prélèvement et la pollution de l'eau	35
1.2.3 Les déchets et la pollution des sols	43
1.2.4 La radioactivité.....	54
1.2.5 Les risques.....	57
1.3 L'ÉCHELLE LOCALE.....	59
1.3.1 Le bruit	59
1.3.2 La dégradation des écosystèmes et des paysages	62
1.3.3 L'occupation des sols	62
1.3.4 Les perturbations du micro-climat	63
1.3.5 Les odeurs	63
1.4 DANS LE BÂTIMENT LUI-MÊME	63
1.4.1 la qualité de l'air et la santé.....	64
1.4.2 la qualité de l'eau et la santé	72
1.4.3 les champs électromagnétiques	74
1.4.4 les sources d'inconfort.....	75
1.4.5 les risques	76
1.5 SYNTHÈSE SUR LES IMPACTS	77
II LES INDICATEURS ENVIRONNEMENTAUX.....	81
2.1 INDICATEURS DE POTENTIEL (ou « intermédiaires »).....	81
2.1.1 Effet de serre	82
2.1.2 Destruction de la couche d'ozone stratosphérique.....	85
2.1.3 Acidification.....	86
2.1.4 Eutrophisation	87
2.1.5 Smog d'hiver.....	88
2.1.6 Smog d'été (formation d'ozone photochimique).....	88

2.2 INDICATEURS DE VOLUME CRITIQUE.....	91
2.2.1 Ecotoxicité.....	91
2.2.2 Odeurs.....	92
2.2.3 Toxicité humaine.....	93
2.2.4 Indicateurs de la norme afnor nf p01-010.....	96
2.3 INDICATEURS ORIENTÉS DOMMAGES.....	97
2.3.1 Impacts sur la sante (annees de vie perdues).....	97
2.3.2 Impacts sur les écosystèmes.....	108
2.4 AUTRES INDICATEURS.....	110
2.4.1 Ressources abiotiques connues.....	110
2.4.2 Energie primaire.....	115
2.4.3 Consommation d'eau.....	117
2.4.4 Déchets ultimes.....	117
2.4.5 Métaux lourds.....	118
2.4.6 Substances cancérogènes.....	118
2.4.7 Déchets radioactifs.....	119
2.4.8 Autres indicateurs.....	119
2.5 INDICATEURS ENVIRONNEMENTAUX URBAINS.....	119
2.5.1 Indicateurs sur les sources d'émissions (pressions).....	120
2.5.2 Indicateurs d'état.....	122
2.6 LES INDICATEURS ENVIRONNEMENTAUX ET LE DÉVELOPPEMENT DURABLE.....	127
2.7 CONCLUSIONS DU CHAPITRE 2.....	129
— III LES MÉTHODOLOGIES ET LES OUTILS PROFESSIONNELS ..	131
3.1 L'ANALYSE DE CYCLE DE VIE.....	133
3.1.1 Méthodologie adoptée.....	135
3.1.2 Modélisation du bâtiment, une approche par objets.....	136
3.1.3 Recueil des données.....	138
3.1.4 Développement logiciel.....	140
3.1.5 Limites de la méthodologie.....	141
3.1.6 Exemple d'application expérimentale lors de l'exposition Ecologis.....	142
3.1.7 Premières études de sensibilité : contributions relatives des différentes sources d'impact.....	144
3.1.8 Normalisation d'un écoprofil.....	148
3.1.9 Autres outils d'analyse de cycle de vie des bâtiments.....	151
3.1.10 Conclusions.....	152
3.2 LA SIMULATION THERMIQUE.....	153
3.2.1 Principes de la modélisation.....	154
3.2.2 Principales hypothèses et limites du modèle.....	155
3.2.3 Algorithme de résolution.....	156
3.2.4 Développement informatique.....	158
3.2.5 Validation des calculs.....	160
3.2.6 Quelques applications du logiciel.....	163
3.2.7 L'interface utilisateurs.....	165

3.3 LES CALCULS D'ÉCLAIRAGE	168
3.3.1 La lumière	169
3.3.2 L'éclairage extérieur	173
3.3.3 Modélisation de l'éclairage naturel par la méthode lumen	176
3.3.4 L'éclairage artificiel	180
3.4 LES CALCULS D'ACOUSTIQUE	192
3.4.1 Outils simplifiés	192
3.4.2 Outils détaillés	192
3.5 L'ÉVALUATION DES IMPACTS SANITAIRES	193
3.6 LA GESTION DES DÉCHETS DE CHANTIER	195
3.7 LES OUTILS GÉNÉRALISTES	195
3.8 L'UTILISATION DES OUTILS	197
3.8.1 La programmation	197
3.8.2 La maîtrise d'œuvre, conception architecturale et ingénierie	199
3.8.3 La gestion d'un chantier	202
3.8.4 La gestion d'un parc immobilier	204
3.9 CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES SUR LES OUTILS	208
3.9.1 Chaînage entre modèles	208
3.9.2 Adaptation des modèles à l'évolution d'un projet	208
3.9.3 De l'évaluation à la conception	209
3.9.4 Vers la conception des quartiers	210
IV LES "ÉCO-TECHNIQUES" DU BÂTIMENT	213
4.1 LA MAÎTRISE DE L'ÉNERGIE ET LES ÉNERGIES RENOUVELABLES	217
4.1.1 Chauffage	217
4.1.2 Climatisation	228
4.1.3 Renouvellement d'air	231
4.1.4 Éclairage des locaux et consommation d'électricité	233
4.1.5 Eau chaude sanitaire	240
4.2 LA GESTION ET LA QUALITÉ DE L'EAU	243
4.3 LE TRAITEMENT DES DÉCHETS	246
4.4 LES PRODUITS DE CONSTRUCTION	246
4.5 LE CONFORT ET LA SANTÉ	252
4.5.1 Confort acoustique	252
4.5.2 Confort visuel	253
4.5.3 Confort thermique	253
4.5.4 Qualité de l'air et confort olfactif	254
4.5.5 Autres aspects de santé	255
4.6 CONCLUSIONS	256

V APPLICATIONS ET REALISATIONS	261
5.1 MAISONS INDIVIDUELLES	261
5.1.1 Le lotissement aurore (Ardennes)	261
5.1.2 Réalisation expérimentale de Castanet Tolosan (Haute-Garonne)	274
5.1.3 Maison lauréate du concours habitat solaire, habitat d'aujourd'hui (Rhône).....	276
5.1.4 Maisons passives à Formerie (Oise).....	279
5.2 BÂTIMENTS COLLECTIFS ET REHABILITATION	286
5.2.1 Bâtiment tertiaire à Mèze (Hérault)	286
5.2.2 Réhabilitation d'un immeuble hlm à Montreuil (Seine Saint-Denis).....	288
5.3 ÉCO-QUARTIERS	294
5.3.1 Le projet Ecolonia (Pays-Bas).....	294
5.3.2 Le quartier Vauban à Freiburg (Allemagne).....	299
5.3.3 Le quartier Lyon confluence.....	301
5.4 ASPECTS DE MANAGEMENT.....	307
5.4.1 Le management des opérations de construction	307
5.4.2 L'approche du co-housing	313
5.5 PERSPECTIVES D'ÉVOLUTION DES PERFORMANCES	316
5.5.1 Le standard des "maisons passives"	316
5.5.2 Les bâtiments producteurs d'énergie	317
5.5.3 La réhabilitation passive.....	319
5.5.4 Vers une économie en cycle.....	320
5.6 CONCLUSIONS	321
CONCLUSIONS.....	323
BIBLIOGRAPHIE	325
Environnement.....	325
Thermique	328
Éclairage et électricité	330