

Claude-Alain Roulet

# Santé et qualité de l'environnement intérieur dans les bâtiments

2<sup>e</sup> édition mise à jour et complétée



PRESSES POLYTECHNIQUES ET UNIVERSITAIRES ROMANDES

INGÉNIERIE DE  
L'ENVIRONNEMENT

*L'auteur et l'éditeur remercient l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL) qui a soutenu la publication de cet ouvrage.*

La collection « Science et ingénierie de l'environnement » est publiée sous la direction des professeurs Christof Holliger (EPFL) et Suren Erkman (UNIL).

Autres titres au catalogue :

### **Cartographie des sols**

Jean-Paul Legros

### **Le Sol vivant**

*Bases de pédologie, Biologie des sols*

Jean-Michel Gobat, Michel Aragno, Willy Matthey

### **Analysis and Modelling of Spatial Environmental Data**

Mikhail Kanevski & Michel Maignan

### **Hydrologie**

*Une science de la nature*

André Musy, Christophe Higy

### **Les grands sols du monde**

Jean-Paul Legros

### **Ingénierie des eaux et du sol**

*Processus et aménagements*

Marc Soutter, André Mermoud, André Musy

Les Presses polytechniques et universitaires romandes sont une fondation scientifique dont le but est principalement la diffusion des travaux de l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne ainsi que d'autres universités et écoles d'ingénieurs.

Le catalogue de leurs publications peut être obtenu par courrier aux Presses polytechniques et universitaires romandes, EPFL – Centre Midi, CH-1015 Lausanne, par E-Mail à [ppur@epfl.ch](mailto:ppur@epfl.ch), par téléphone au (0)21 693 41 40, ou par fax au (0)21 693 40 27.

**[www.ppur.org](http://www.ppur.org)**

Deuxième édition mise à jour et complétée

ISBN 978-2-88074-793-0

© Presses polytechniques et universitaires romandes, 2008

© Presses polytechniques et universitaires romandes, 2004 pour la première édition

Tous droits réservés.

Reproduction, même partielle, sous quelque forme ou sur quelque support que ce soit, interdite sans l'accord écrit de l'éditeur.

Imprimé en Espagne

---

# TABLE DES MATIÈRES

---

	INTRODUCTION.....	V
CHAPITRE 1	LE RÔLE DU BÂTIMENT HABITÉ.....	1
	1.1 Confort et architecture.....	1
	1.2 Confort et plaisir.....	1
	1.3 Critères de confort.....	2
	1.4 Autres aspects du confort.....	2
	1.5 Confort naturel.....	3
	1.6 Mesures passives et mesures actives.....	4
	1.7 Quelques exemples illustratifs.....	6
	1.8 Résumé.....	20
	1.9 Bibliographie.....	20
CHAPITRE 2	SITUATION ACTUELLE DANS LES BÂTIMENTS ADMINISTRATIFS.....	21
	2.1 Syndrome du bâtiment malsain (SBS) et son indice (BSI).....	21
	2.2 Santé et qualité de l'air dans les immeubles administratifs.....	22
	2.3 Santé et énergie dans les immeubles administratifs.....	29
	2.4 Résumé.....	36
	2.5 Bibliographie.....	37
CHAPITRE 3	EFFETS DE DIVERS POLLUANTS ET MICROORGANISMES.....	39
	3.1 Introduction.....	39
	3.2 Polluants chimiques.....	39
	3.3 Polluants physiques.....	59
	3.4 Biocontaminants.....	72
	3.5 Evaluation des risques.....	81
	3.6 Résumé.....	82
	3.7 Bibliographie.....	82

CHAPITRE 4	CONFORT ET BESOINS DES OCCUPANTS . . . . .	85
4.1	Introduction . . . . .	85
4.2	Confort thermique . . . . .	85
4.3	Confort aéraulique . . . . .	98
4.4	Confort visuel . . . . .	103
4.5	Confort acoustique . . . . .	112
4.6	Contrôle . . . . .	119
4.7	Résumé . . . . .	119
4.8	Bibliographie . . . . .	120
CHAPITRE 5	COMMENT ASSURER LE CONFORT THERMIQUE? . . . . .	123
5.1	Objectifs de la thermique du bâtiment . . . . .	123
5.2	Mesures passives et actives . . . . .	123
5.3	Protection thermique d'hiver: isolation thermique . . . . .	124
5.4	Matériaux d'isolation . . . . .	127
5.5	Ponts thermiques . . . . .	145
5.6	Isolation des fenêtres . . . . .	153
5.7	Optimisation de l'isolation thermique . . . . .	158
5.8	Inertie thermique . . . . .	162
5.9	Chauffage solaire passif . . . . .	167
5.10	Protection thermique d'été: refroidissement passif . . . . .	170
5.11	Contrôle du rayonnement solaire . . . . .	177
5.12	Installations de chauffage actives . . . . .	181
5.13	Installations de refroidissement actives . . . . .	203
5.14	Résumé . . . . .	216
5.15	Bibliographie . . . . .	218
CHAPITRE 6	COMMENT ASSURER LA QUALITÉ DE L'AIR? . . . . .	221
6.1	Effets de l'aération . . . . .	221
6.2	Conditions générales pour une bonne qualité d'air . . . . .	222
6.3	Ventilation naturelle . . . . .	226
6.4	Ventilation mécanique . . . . .	236
6.5	Résumé . . . . .	248
6.6	Bibliographie . . . . .	250
CHAPITRE 7	PROTECTION CONTRE L'HUMIDITÉ ET LES MOISSURES . . . . .	251
7.1	Objectifs de la protection contre l'humidité . . . . .	251
7.2	Protection contre la pluie . . . . .	252
7.3	Isolation de l'humidité du sol et de la nappe phréatique . . . . .	253
7.4	Transport convectif de vapeur d'eau . . . . .	253
7.5	Condensation et moisissures sur les surfaces . . . . .	254
7.6	Diffusion de vapeur d'eau dans les éléments de construction . . . . .	259
7.7	Résumé . . . . .	265
7.8	Bibliographie . . . . .	266

CHAPITRE 8	COMMENT ASSURER LA QUALITÉ DE L'ÉCLAIRAGE? . . . . .	267
8.1	Rappel des exigences . . . . .	267
8.2	Eclairage naturel. . . . .	267
8.3	Eclairage artificiel . . . . .	275
8.4	Bibliographie . . . . .	279
CHAPITRE 9	COMMENT RÉALISER UN BON ENVIRONNEMENT ACOUSTIQUE? . . . . .	281
9.1	Introduction . . . . .	281
9.2	Acoustique interne . . . . .	282
9.3	Isolation acoustique . . . . .	287
9.4	Interactions . . . . .	299
9.5	Résumé. . . . .	299
9.6	Bibliographie . . . . .	300
CHAPITRE 10	DIAGNOSTIC. . . . .	301
10.1	Objets et objectifs du diagnostic . . . . .	301
10.2	Bien-être des occupants . . . . .	302
10.3	Mesure du confort thermique . . . . .	303
10.4	Mesure de la perméabilité à l'air de l'enveloppe des bâtiments . . . . .	307
10.5	Mesure des débits d'air . . . . .	311
10.6	Qualité de l'air . . . . .	314
10.7	Mesures acoustiques. . . . .	317
10.8	Mesures d'éclairage . . . . .	323
10.9	Mesure de l'isolation thermique. . . . .	325
10.10	Thermographie . . . . .	330
10.11	Mesures concernant la consommation d'énergie . . . . .	332
10.12	Mise en service. . . . .	334
10.13	Résumé. . . . .	335
10.14	Bibliographie . . . . .	336
	ANNEXES . . . . .	337
A.1	Enquête sur la qualité de l'air dans les bâtiments de bureaux . . . . .	337
A.2	Equation de Fanger . . . . .	343
A.3	Pression de saturation de la vapeur d'eau en Pa. . . . .	344
A.4	Diagramme de Carrier . . . . .	346
A.5	Caractéristiques de quelques matériaux . . . . .	347
A.6	Caractéristiques de vitrages . . . . .	348
A.7	Rendement lumineux de diverses sources . . . . .	349
A.8	Indice d'efficacité pour l'isolation aux bruits de choc . . . . .	351
A.9	Indice d'affaiblissement acoustique de quelques portes . . . . .	351
A.10	Coefficients d'absorption acoustique . . . . .	352
A.11	Indice de dépense d'énergie . . . . .	354
	INDEX. . . . .	357