

Karim Beddiar
Jean Lemale



BÂTIMENT INTELLIGENT ET EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE

Optimisation, nouvelles
technologies et BIM

DUNOD

Le pictogramme qui figure ci-contre mérite une explication. Son objet est d'alerter le lecteur sur la menace que représente pour l'avenir de l'écrit, particulièrement dans le domaine de l'édition technique et universitaire, le développement massif du photocopillage.

Le Code de la propriété intellectuelle du 1^{er} juillet 1992 interdit en effet expressément la photocopie à usage collectif sans autorisation des ayants droit. Or, cette pratique

d'enseignement supérieur, provoquant une baisse brutale des achats de livres et de revues, au point que la possibilité même pour

les auteurs de créer des œuvres nouvelles et de les faire éditer correctement est aujourd'hui menacée. Nous rappelons donc que toute reproduction, partielle ou totale, de la présente publication est interdite sans autorisation de l'auteur, de son éditeur ou du

Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC, 20, rue des Grands-Augustins, 75006 Paris).



© Dunod, Paris, 2016
11 rue Paul Bert, 92240 Malakoff
www.dunod.com
ISBN 978-2-10-074720-7

Le Code de la propriété intellectuelle n'autorisant, aux termes de l'article L. 122-5, 2^o et 3^o a), d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective » et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite » (art. L. 122-4).

Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles L. 335-2 et suivants du Code de la propriété intellectuelle.

Table des matières

Introduction	XIII
Chapitre 1 : Contexte énergétique et évolution technologique	1
1.1 Contexte énergétique	1
1.1.1 Contexte énergétique mondial	1
1.1.2 Réglementation énergétique en Europe	2
1.1.3 Contexte énergétique en France	4
1.2 Problématiques de gestion de la demande énergétique et du réseau électrique	7
1.3 La révolution numérique et l'énergie	11
1.4 Les réseaux électriques intelligents (smart grid)	14
1.4.1 Définition et caractéristiques	14
1.4.2 Enjeux liés à la mise en place des réseaux électriques intelligents	18
1.4.3 Bases du déploiement des réseaux électriques intelligents	19
1.4.4 Freins au déploiement des réseaux électriques intelligents	23
1.4.5 Illustration avec deux cas concrets	26
1.5 Les micro-réseaux intelligents (smart microgrid)	31
Chapitre 2 : Le bâtiment intelligent et la gestion de l'énergie	35
2.1 La domotique dans le bâtiment	35
2.1.1 La domotique et ses applications	35
2.1.2 Développement du marché de la domotique	38
2.1.3 Les systèmes domotiques	42
2.1.4 Les systèmes immotiques	46

2.2 De la domotique au bâtiment intelligent	46
2.2.1 L'ambiance intelligente	48
2.2.2 Le bâtiment intelligent	49
2.2.3 Bâtiment intelligent et qualité d'usage	57
2.2.4 Gestion d'un projet de bâtiment intelligent	59
2.3 L'habitat intelligent par les objets intelligents	66
2.3.1 Les objets de l'habitat	66
2.3.2 Internet des objets et objets connectés	66
2.4 Gestion intelligente du bâtiment et optimisation énergétique	73
2.5 L'énergie et son usage dans l'habitat	80
2.5.1 Problématiques du comportement énergétique	81
2.5.2 Importance du changement du comportement	82
2.5.3 Comment inviter à la diminution de la consommation d'énergie ?	82
2.6 Bâtiment intelligent et enjeux à venir	84
2.6.1 De l'Internet des objets à « l'Internet du Tout connecté » (<i>Internet of Everything, IoE</i>)	85
2.6.2 Management du <i>Big data</i> et du <i>cloud computing</i>	87

Chapitre 3 : Le BIM et la performance énergétique du bâtiment	91
3.1 Qu'est-ce que le BIM ?	91
3.2 BIM et performances énergétiques du bâtiment	94
3.2.1 En phase de conception	95
3.2.2 En phase d'exploitation	96
3.2.3 À l'échelle urbaine	97
3.3 BIM et enjeux à venir	98
3.3.1 BIM et cloud computing	98
3.3.2 BIM Ready2Services	99
3.3.3 Enjeux liés la formation aux métiers du BIM	101

Chapitre 4 : Les solutions appliquées au bâtiment	103
4.1 Le secteur du bâtiment et l'énergie	104
4.2 Les besoins énergétiques des bâtiments	106
4.2.1 Confort thermique – Notions de confort	106
4.2.2 Détermination des besoins de chauffage d'un bâtiment	109
4.2.3 Besoins d'eau chaude sanitaire	116
4.2.4 Ventilation	125
4.2.5 Éclairage	128
4.2.6 Régulation	131
4.2.7 Évaluation des performances énergétiques – Diagnostic de performance énergétique (DPE)	135
4.3 Mise en œuvre des solutions d'efficacité énergétique	138
4.3.1 Réglementation (normes et labels)	138
4.3.2 Conception et intégration du bâti	142
4.3.3 Matériaux de construction, isolants	147
4.3.4 Comportement	151
4.3.5 Exemple de projet de rénovation – Cas de l'OPH CDA à La Rochelle	152
4.4 Des solutions à partir des énergies disponibles localement (énergies renouvelables et de récupération)	155
4.4.1 L'énergie solaire : solution incontournable pour le bâtiment	156
4.4.2 Pompes à chaleur : une multitude de solutions	159
4.4.3 Bois énergie, un nouveau souffle	165
4.5 Les réseaux de chaleur	170
4.5.1 Les types de réseaux de chaleur	171
4.5.2 Énergies utilisées dans les réseaux de chaleur	174
4.5.3 Gestion technique d'un réseau de chaleur	180
Chapitre 5 : Exemples de réalisation	185
« Bâtiment du futur » du Cesi à Nanterre	186
Le HIVE (Hall de l'innovation et vitrine de l'énergie), siège social de Schneider Electric	192
Bâtiment Rupella Reha à la Rochelle (Bâtiment PN6)	200

Conclusion	205
Annexe : Principes de bases de la thermique du bâtiment	209
Unités relatives à l'énergie	211
Énergie utile, finale, primaire	212
Calcul des déperditions d'un bâtiment	214
Glossaire	221
Bibliographie – Webographie	231
Index	235