

## Table des matières

<b>Avant-propos</b> . . . . .	13
<b>PREMIÈRE PARTIE. GESTION DE L'ÉNERGIE</b> . . . . .	21
<b>Chapitre 1. La production décentralisée : impact et solutions</b> . . . . .	23
Raphaël CAIRE et Bertrand RAISON	
1.1. Introduction : une menace ou une opportunité ? . . . . .	23
1.2. La dérégulation . . . . .	24
1.3. Les moyens de production émergents . . . . .	25
1.3.1. Introduction aux moyens de production émergents . . . . .	25
1.3.2. La petite hydraulique . . . . .	27
1.3.3. Les générateurs éoliens . . . . .	29
1.3.4. Les panneaux photovoltaïques . . . . .	31
1.3.5. Les turbines à gaz . . . . .	33
1.3.6. Les moteurs à combustion . . . . .	34
1.3.7. Les moteurs Stirling . . . . .	35
1.3.8. Les piles à combustible . . . . .	37
1.4. Impact de la production décentralisée sur les réseaux électriques . . . . .	39
1.4.1. Les réseaux de distribution . . . . .	39
1.4.1.1. Structure générale . . . . .	39
1.4.1.2. Charges et production d'énergie au niveau du réseau de distribution . . . . .	40
1.4.2. Impact de la production décentralisée sur les grandeurs électriques . . . . .	41
1.4.2.1. Plan de tension . . . . .	42
1.4.2.2. Qualité de la tension . . . . .	42
1.4.2.3. Stabilités transitoire et dynamique . . . . .	43
1.4.2.4. Puissance et courants de court-circuit . . . . .	43
1.4.2.5. Signaux tarifaires . . . . .	44
1.4.2.6. Sur courants dus à l'enclenchement des transformateurs de couplage . . . . .	44
1.5. Eléments de solution . . . . .	44
1.5.1. Coordination de producteurs décentralisée : la centrale virtuelle . . . . .	44
1.5.1.1. Rappel des fonctionnalités envisageables . . . . .	46

1.5.2. La gestion active des réseaux de distribution . . . . .	47
1.5.2.1. Quelles attentes pour le réseau du futur ? . . . . .	47
1.5.2.2. Vers un réseau de distribution maillé et flexible . . . . .	48
1.6. Conclusion : un défi et une opportunité de développement pour le secteur électrique . . . . .	48
1.7. Bibliographie . . . . .	49

**Chapitre 2. Maîtrise de la demande d'énergie :**

<b>pilotage des charges par le réseau . . . . .</b>	<b>53</b>
---	-----------

Guillaume VERNEAU

2.1. Nomenclature . . . . .	53
2.2. Introduction . . . . .	54
2.3. Enjeux du pilotage de charges . . . . .	55
2.3.1. Aspect système . . . . .	55
2.3.2. Aspect marché de l'énergie, programmes <i>Demand Side Bidding</i> et <i>Demand Side Management</i> . . . . .	58
2.3.3. Implication du client en tant qu'acteur du système et du marché . . . . .	59
2.4. Choix des charges à piloter . . . . .	60
2.4.1. Classification des charges par pilotabilité . . . . .	61
2.4.2. Classification par secteur . . . . .	62
2.4.3. Mise en avant des charges les plus prometteuses . . . . .	66
2.5. Besoins en communications, mesures et contrôles pour piloter les charges . . . . .	66
2.5.1. Introduction . . . . .	66
2.5.2. Différents besoins en mesures . . . . .	67
2.5.3. Conditions requises pour la mesure et la communication des données . . . . .	69
2.5.4. Choix entre système de mesure commun ou séparé . . . . .	70
2.5.5. Besoins en contrôle . . . . .	73
2.5.5.1. Les appareils de contrôle classiques . . . . .	73
2.5.5.2. Les systèmes de gestion de l'énergie (EMS) . . . . .	74
2.5.6. Bilan . . . . .	74
2.6. Besoins en modèles et algorithmes pour piloter les charges . . . . .	75
2.6.1. Modèles de charges . . . . .	75
2.6.1.1. Modèles physique et empirique . . . . .	76
2.6.1.2. Données pour modéliser les charges . . . . .	76
2.6.1.3. Les mesures . . . . .	77
2.6.1.4. Caractérisation des charges . . . . .	77
2.6.1.5. Modèles standard de charges . . . . .	81
2.6.1.6. Modèles dynamiques . . . . .	83
2.6.2. Aspect algorithmique et pilotage de charges . . . . .	85
2.7. Conclusion . . . . .	86
2.8. Bibliographie . . . . .	87

**DEUXIÈME PARTIE. UNE MEILLEURE PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE . . . . . 89**

<b>Chapitre 3. Vers des bâtiments à énergie positive . . . . .</b>	<b>91</b>
--	-----------

Daniel QUENARD

3.1. Introduction . . . . .	91
3.2. Energie et bâtiments : quelques chiffres clés en Europe . . . . .	92

3.2.1. Consommations d'énergie par type de bâtiment en France . . . . .	93
3.2.2. Consommations d'énergies par usage dans le secteur résidentiel. . . . .	95
3.2.3. Parcs et consommations du secteur tertiaire. . . . .	96
3.2.4. Consommations d'énergies par usage dans le secteur tertiaire. . . . .	97
3.3. Comment passer de bâtiments « accrocs aux énergies fossiles » à des bâtiments « sobres en énergie », voire « producteurs d'énergie » . . . . .	98
3.3.1. La démarche : de la réglementation à la labellisation . . . . .	101
3.3.2. Les actions possibles pour réduire les consommations . . . . .	104
3.3.2.1. Les actions sur l'enveloppe . . . . .	104
3.3.2.2. Le choix des matériaux et composants pour l'enveloppe . . . . .	109
3.3.2.3. Les actions sur les équipements . . . . .	115
3.3.2.4. Eclairage et autres équipements électriques spécifiques . . . . .	124
3.4. La marque Minergie . . . . .	127
3.4.1. Exemples de solutions pour une maison Minergie . . . . .	129
3.5. Le label « PassivHaus » ou « maison passive » . . . . .	133
3.6. Les maisons « énergie zéro » : <i>Zero Energy House</i> – <i>ZEH Zero Energy Home</i> – <i>Zero Energy Buildings</i> – ZEB . . . . .	140
3.7. La maison à énergie positive . . . . .	146
3.8. Comparaison des trois types de maisons Minergie-PassivHaus-ZEH . . . . .	147
3.9. Au-delà du bâtiment à énergie positive . . . . .	153
3.10. Bibliographie . . . . .	156
 <b>Chapitre 4. Sources de lumière et éclairage :</b> <b>de la technologie aux économies d'énergie . . . . .</b>	 159
Georges ZISSIS	
4.1. L'éclairage jadis et aujourd'hui . . . . .	159
4.1.1. Les familles des lampes contemporaines . . . . .	162
4.1.2. L'impact énergétique, environnemental et économique des lampes . . . . .	163
4.2. Sources de lumière et conversion de l'énergie . . . . .	166
4.2.1. La limite thermodynamique pour la production de la lumière blanche . . . . .	168
4.2.2. Technologie des lampes et défis associés . . . . .	172
4.2.2.1. Les lampes à incandescence . . . . .	173
4.2.2.2. Les lampes à décharge . . . . .	173
4.2.2.3. Les diodes électroluminescentes . . . . .	183
4.3. Economies d'énergie dans le domaine de l'éclairage : étude de quelques cas type . . . . .	193
4.3.1. Eclairage résidentiel . . . . .	193
4.3.2. Eclairage urbain . . . . .	196
4.4. Quel futur pour les sources de lumière ? . . . . .	199
4.5. Bibliographie . . . . .	200
 <b>Index . . . . .</b>	 203