

Table des matières

Préface de Thierry Magnin. Les technosciences à l'heure de l'urgence écologique	1
Préface d'Audrey Linkenheld. Des <i>smart grids</i> et <i>smart buildings</i> expérimentés par une métropole	7
Introduction	15
Chapitre 1. Des enjeux de la transition aux <i>smart grids</i> et <i>smart buildings</i>	27
1.1. Introduction	27
1.2. Enjeux climatiques	29
1.3. Quatre scénarios sociétaux et climatiques inspirants.	31
1.4. Sobriété ou prospérité.	39
1.4.1. Sobriétés personnelles, partagées et des organisations	39
1.4.2. Du <i>smart sharing</i> au <i>wise sharing</i>	40
1.4.3. De la sobriété à la prospérité	43
1.4.4. Spiritualité et transition écologique	45
1.5. Questions éthiques et enjeux politiques	49
1.5.1. Questions éthiques de la transition écologique.	49
1.5.2. Questions de gouvernance ou nécessaire réinvention des démocraties	50
1.5.3. L'éco-anxiété	55
1.6. Une recherche en bifurcation	57
1.7. Des réseaux d'énergie plus intelligents	60

1.7.1. Du 100 % énergies renouvelables à un mixte de solutions	60
1.7.2. Vers la décentralisation des réseaux électriques	63
1.7.3. Réseaux électriques intelligents, autoproduction et autoconsommation.	65
1.7.4. Une fée électricité toujours plus miraculeuse, oui mais ?	67
1.8. Des bâtiments plus intelligents dans un habitat désirable	73
1.8.1. Bâtiments, lieux de vie.	73
1.8.2. Évolution des bâtiments en 2050	73
1.8.3. <i>Smart buildings</i>	74
1.9. <i>Smart Buildings as nodes of Smart Grids</i>	77
1.10. Apports méthodologiques de l'ouvrage	79
1.11. L'intelligence artificielle en question	81
1.12. Bibliographie	82

Chapitre 2. *Smart city, smart building, smart user* : l'imaginaire du *smart* et ses impasses 87

2.1. Introduction.	87
2.2. Diminuer les consommations d'énergie : changer les techniques ou changer les usages ?	88
2.2.1. Les limites de l'efficacité énergétique	88
2.2.2. Les limites d'une approche centrée (uniquement) sur les usages.	89
2.2.3. La dépendance des usages aux techniques utilisées	92
2.3. L'imaginaire du <i>smart</i> et ses impasses	95
2.3.1. La distanciation technique comme point commun.	96
2.3.2. La <i>smart city</i> , ou l'imaginaire d'une ville sans habitant	96
2.3.3. Le <i>smart building</i> , ou l'imaginaire d'un bâtiment parasité par ses usagers	98
2.4. Conclusion : à la recherche du <i>smart user</i> ?	99
2.5. Bibliographie.	101

Chapitre 3. Prévisions de la production et de la consommation de l'énergie électrique 105

3.1. Introduction.	105
3.2. Variabilité de la production et de la consommation	106
3.3. Prévision de la production photovoltaïque	108
3.3.1. Prévision par images satellites	110
3.3.2. Prévision à court terme par caméra	111
3.3.3. Prévision par réseaux de neurones	113
3.3.4. Cas d'étude : prévision 24 heures en avance de la production de la centrale photovoltaïque de l'Université catholique de Lille.	118

3.4. Prédiction de la consommation électrique	125
3.4.1. Facteurs importants pour les prévisions de la consommation électrique	125
3.4.2. Méthodes de prédiction de la consommation électrique	126
3.4.3. Cas d'étude : prédiction 24 heures à l'avance de la consommation électrique d'un îlot de bâtiments à l'Université catholique de Lille	128
3.5. Valorisation des prévisions et retour d'expérience	133
3.5.1. Utilisation des prévisions dans la gestion énergétique du démonstrateur <i>smart grid</i> de l'Université catholique de Lille	133
3.5.2. Prédiction de la charge dans un réseau de distribution au niveau d'un poste source haute tension/moyenne tension (HT/MT)	137
3.5.3. Importance de la prédiction météorologique	140
3.5.4. Importance de l'analyse d'incertitude	141
3.5.5. Importance de la taille et de la qualité de la base de données	142
3.6. Conclusion	142
3.7. Remerciements	143
3.8. Bibliographie	143

Chapitre 4. Prise en compte des acteurs dans les stratégies de gestion énergétiques

	147
4.1. Introduction	147
4.2. Système d'acteurs dans un réseau électrique	150
4.2.1. Rôle des acteurs	150
4.2.2. Gestionnaire de réseau	151
4.2.3. Agrégateur	152
4.2.4. Producteur	152
4.2.5. Consommateur	153
4.2.6. Consommateur-producteur	154
4.3. Méthodologie de gestion de la flexibilité énergétique impliquant les acteurs	154
4.3.1. Définition des concepts principaux	154
4.3.2. Méthodologie globale de supervision énergétique	156
4.4. Modélisation des profils d'acteurs	158
4.4.1. Approche interdisciplinaire	158
4.4.2. Profils d'acteurs existants	159
4.4.3. Profils observables	162
4.4.4. Profils intégrables	163
4.5. Profils de l'acteur résidentiel	164
4.5.1. Retour de démonstrateurs	164
4.5.2. Recherche des profils de consommateurs	165
4.5.3. Approches sociologiques de l'acceptation à participer à la gestion du réseau	167

4.5.4. Approches économiques de l'implication des consommateurs . . .	168
4.5.5. Nécessaire interdisciplinarité	170
4.5.6. Caractérisation de la flexibilité	171
4.5.7. Paramètres influençant la flexibilité	175
4.6. Identification de profils d'acteurs résidentiels	178
4.6.1. Introduction	178
4.6.2. Approche micro-économique de la sensibilité au prix	179
4.6.3. Approche sociologique de la sensibilité à l'environnement	189
4.7. Profils d'acteurs résidentiels retenus	190
4.7.1. Économes	190
4.7.2. Écosensibles	190
4.7.3. Technophiles.	191
4.7.4. Indifférents – Opportunistes modérés	191
4.7.5. Désengagés.	191
4.7.6. Discussions.	191
4.8. Conclusion	193
4.9. Remerciements.	194
4.10. Bibliographie	194

Chapitre 5. Supervision énergétique d'un réseau résidentiel local intégrant l'implication des acteurs 201

5.1. Introduction.	201
5.2. Méthodologie de supervision énergétique	202
5.3. Modélisation d'un cas d'étude résidentiel	203
5.3.1. Réseau électrique considéré.	203
5.3.2. Modélisation de la consommation	204
5.3.3. Discussion sur les limites du modèle	206
5.4. Supervision la veille pour le lendemain (à J-1)	206
5.4.1. Discussion sur la supervision prévisionnelle	206
5.4.2. Mise en œuvre du superviseur J-1	212
5.4.3. Cahier des charges	213
5.4.4. Modélisation des profils d'acteurs	217
5.4.5. Structure du superviseur	222
5.4.6. Optimisation globale et théorie des jeux	225
5.4.7. Optimisation locale par programmation dynamique	228
5.5. Supervision temps réel	231
5.5.1. Discussion sur la supervision temps réel	231
5.5.2. Mise en œuvre de la supervision temps réel	235
5.5.3. Continuité avec le superviseur J-1	235
5.5.4. Superviseur à logique floue	236
5.5.5. Indicateurs	246

5.6. Simulations prospectives du superviseur global sur deux semaines. . .	246
5.6.1. Scénarios	246
5.6.2. Résultats et discussion	248
5.7. Conclusion	253
5.8. Remerciements.	256
5.9. Bibliographie.	256

Chapitre 6. Autoconsommation au sein d'une communauté énergétique renouvelable locale 261

6.1. Introduction.	261
6.2. Communauté énergétique renouvelable locale	264
6.3. Modélisation d'un cas d'étude tertiaire	265
6.3.1. Îlot historique de l'Université catholique de Lille	265
6.3.2. Modélisation du réseau électrique	267
6.4. Optimisation distribuée de l'énergie	268
6.4.1. Introduction	268
6.4.2. Échanges d'énergie au sein des communautés	269
6.4.3. Optimisation distribuée des échanges d'énergie avec la théorie des jeux.	273
6.4.4. Résultats de simulation.	286
6.5. Gestion d'échanges énergétiques <i>via</i> la technologie blockchain.	293
6.5.1. Introduction	293
6.5.2. Principe d'une blockchain	293
6.5.3. Développement d'une blockchain locale pour la gestion des échanges énergétiques dans la communauté énergétique renouvelable	296
6.5.4. Simulations et résultats.	304
6.6. Interprétations et retours d'expérience	310
6.7. Conclusion	311
6.8. Remerciements.	312
6.9. Bibliographie.	312

Chapitre 7. Un habitat durable et désirable grâce aux *smart buildings* 319

7.1. Introduction.	319
7.2. <i>Smart building</i>	322
7.2.1. Définition du <i>smart building</i>	322
7.2.2. Services offerts par un <i>smart building</i>	323
7.3. Traitement des données et gestion du bâtiment.	333
7.3.1. Introduction	333

7.3.2. Optimisation énergétique dynamique d'un bâtiment	335
7.3.3. Qualité de l'air extérieur et intérieur d'un bâtiment	345
7.3.4. Blockchain et bâtiment.	348
7.4. Impact environnemental et climatique du bâtiment	349
7.4.1. Introduction	349
7.4.2. Rénover plutôt que construire du neuf.	350
7.4.3. Gestion sociotechnique d'un bâtiment.	352
7.4.4. Sobriété dans le bâtiment résidentiel.	354
7.5. Remerciements.	357
7.6. Bibliographie.	357
Chapitre 8. Démonstrateurs	359
8.1. Introduction : la mise en œuvre à échelle réelle	359
8.2. <i>Technology Readiness Level</i>	360
8.3. Développement d'un démonstrateur <i>smart grid</i>	361
8.3.1. Des projets démonstrateurs	364
8.4. Un démonstrateur intégrateur	365
8.4.1. Introduction	365
8.4.2. Pilotage de la production photovoltaïque	366
8.4.3. Intégration et pilotage de la charge des véhicules électriques	369
8.4.4. Pilotage de charges électriques au sein de bâtiments	373
8.4.5. Pilotage du stockage de l'énergie électrique	381
8.4.6. Réseaux de communication	384
8.4.7. Développements informatiques.	386
8.4.8. Perspectives	386
8.5. La contribution à l'effacement électrique des occupants d'un site tertiaire	387
8.5.1. L'évolution des sources de réduction des consommations énergétiques.	388
8.5.2. Les potentiels d'effacement dans les sites tertiaires	391
8.5.3. Cas d'exploration des potentiels d'effacement en site tertiaire	396
8.5.4. Conclusion des deux cas	404
8.6. Conclusion	405
8.7. Remerciements.	405
8.8. Bibliographie.	406
Postface. Éloge d'une prosp'active citoyenne	409
Pierre GIORGINI	
Index	415