

COLLECTION GENIE ELECTRIQUE

Série Smart Grids de nouvelle génération



Volume 1

**Les distributeurs
d'énergie électrique
au cœur des Smart Grids**

Marc Boillot

ISTE
editions

Table des matières

Préface	11
Miroslav BEGOVIC	
Introduction. Bienvenue dans le domaine des Smart Grids	13
Chapitre 1. Les DSO dans un environnement en pleine mutation	17
1.1. Des politiques énergétiques qui favorisent la transition énergétique	17
1.2. Une nouvelle ère de révolution technologique	23
Chapitre 2. Conception et exploitation des réseaux de distribution actuels	27
2.1. Les Smart Grids sont des <i>grids</i> avant tout !	27
2.2. Le DSO, un acteur au cœur du système électrique	28
2.3. Une nécessaire maîtrise des contraintes techniques et réglementaires	31
2.4. Généralités sur la conception des réseaux	34
2.4.1. Les postes de transformation	35
2.4.2. Le câblage et les structures	37
2.4.3. Les dispositifs de gestion de défaut	39
2.4.4. Les capteurs, équipements numériques et logiciels	40
2.4.5. L'importance des télécommunications dans l'exploitation des réseaux de distribution	41
2.5. Les facteurs différenciant de la structuration des réseaux	43

2.5.1. Les niveaux de tension	44
2.5.2. Le régime de neutre HTA	46
2.5.3. L'équilibre fiabilité/redondance/automatisation	47
2.5.4. La densité et la structure de l'habitat	48
2.5.5. Les écarts en matière de construction	49
2.6. Sûreté et planification des réseaux	49
2.6.1. Développement des réseaux de distribution	50
2.6.2. Exploitation des réseaux de distribution	51
2.6.3. Les études de sûreté de fonctionnement	51
2.6.4. Méthode de Monte Carlo	51
2.6.5. Quelques résultats d'application de la méthode de Monte Carlo	52
2.7. Modernisation progressive d'un réseau de distribution : l'exemple français	53
2.7.1. Standardisation (1950-1965) et expansion du réseau (1965-1985)	53
2.7.2. Atteinte d'un niveau minimal de qualité pour tous les clients	54
2.7.3. Amélioration ciblée de la qualité selon les besoins	56
2.7.4. Désensibilisation progressive des réseaux aux aléas climatiques	56

Chapitre 3. Enjeux et fonctions principales des Smart Grids 59

3.1. Enjeux de l'évolution des réseaux de distribution	59
3.1.1. Intégration massive des sources d'énergie renouvelable	59
3.1.2. Contribution au développement des véhicules électriques et des infrastructures de chargement	60
3.1.3. Etablissement de nouveaux mécanismes de marché (écrêtement de pointe, marché de capacité)	62
3.1.4. Participation au développement de nouveaux usages contribuant aux infrastructures énergétiques	64
3.1.5. Le renouvellement urbain et la montée en puissance de la ville intelligente	65
3.1.6. Intégration des solutions de stockage d'énergie	66
3.2. Fonctions principales des Smart Grids	71
3.2.1. Vers une gestion dynamique des réseaux par les DSO	71
3.2.2. La structuration du modèle ciblé basé sur les fonctions clés	72
3.2.3. Améliorer l'efficacité de l'exploitation du réseau au quotidien	74

3.2.4. Assurer la sûreté du réseau, le contrôle du système et la qualité de la fourniture	76
3.2.5. Améliorer la fonction du marché et le service client	78
3.2.6. Codes de réseaux européens	79

Chapitre 4. Le comptage, une activité cœur des DSO 81

4.1. Les compteurs intelligents sont des outils clés pour le déploiement des Smart Grids	81
4.2. Une approche continue d'amélioration et d'innovation	82
4.2.1. De la relève à pied au télé-report pour les clients du marché de masse	82
4.2.2. Le comptage intelligent et le télé-relève depuis 20 ans pour les clients industriels	82
4.3. Les systèmes de comptage AML	84
4.4. Focus sur le système de comptage intelligent Linky	89
4.4.1. Le périmètre du projet	89
4.4.2. Architecture et choix techniques	89
4.4.3. Point sur le fonctionnement du système	92
4.4.4. La scalabilité et la sécurité du système Linky	96
4.4.5. Analyse technico-économique	97
4.5. Focus sur la technologie CPL G3	97
4.5.1. Principes de communication par courant porteur en ligne (CPL)	97
4.5.2. Différents types de techniques de modulation CPL au niveau physique	98
4.5.3. Les caractéristiques de la technologie CPL G3	101
4.5.4. CPL G3 est un standard mature	105
4.6. La contribution des compteurs intelligents au développement des Smart Grids avancés	107
4.6.1. France : Linky au service du réseau de distribution	107

Chapitre 5. Focus sur les options de flexibilité 113

5.1. La flexibilité, un outil complémentaire pour les DSO	113
5.1.1. Introduction	113
5.1.2. Besoins des DSO en termes de flexibilité	114
5.1.3. La valeur de la flexibilité	116
5.1.4. Deux grandes catégories de leviers	118
5.1.5. Analyse du Merit Order	119
5.1.6. Mécanisme d'échanges entre DSO et TSO	120

5.1.7. Retours d'expérience de plusieurs projets dans le monde	121
5.2. La participation des usagers finaux aux services de flexibilité	122
5.2.1. Introduction	122
5.2.2. Le point sur les différents outils et services en aval du compteur intelligent	123
5.2.3. L'engagement nécessaire des clients finaux	128
5.2.4. Comparaisons internationales et retours d'expérience	129
5.3. La gestion de données en tant que facteur clé de succès	131
5.3.1. Les DSO ont une longue expérience dans la gestion de données	131
5.3.2. DSO, le facilitateur de marché	132

Chapitre 6. Projets pilotes et cas d'usage

6.1. Une dynamique mondiale avec des spécificités régionales	135
6.2. L'Amérique du Nord	137
6.2.1. Enjeux/leviers de développement des Smart Grids	137
6.2.2. Les principales démarches expérimentales	137
6.3. L'Asie	138
6.3.1. Enjeux de développement des Smart Grids	138
6.3.2. L'approche engagée à partir d'expérimentations	139
6.4. L'Europe	142
6.4.1. Enjeux de développement des Smart Grids	142
6.4.2. Les principales démarches expérimentales	144
6.5. Le projet européen Grid4EU encourage et accélère le partage d'expérience	146
6.5.1. Un projet pilote qui s'appuie sur les démonstrateurs de six DSO	146
6.5.2. DEMO1 (Allemagne – RWE) : automates de conduite HTA et détermination du ratio entre intelligence décentralisée dans les postes HTA/BT	147
6.5.3. DEMO2 (Suède – Vattenfall) : outil d'exploitation BT et en particulier de détection de défaut BT	148
6.5.4. DEMO3 (Espagne – Iberdrola) : détection de défauts HTA et BT, reconfiguration du réseau HTA sur incident	149
6.5.5. DEMO4 (Italie – ENEL) : modèle économique et gestion technique du stockage, régulation de la tension HTA, anti-filottage des productions décentralisées	150
6.5.6. DEMO5 (République tchèque – CEZ) : opération d'ilottage avec cogénération, détection des défauts HTA et BT, reconfiguration du réseau HTA suite à incident	151

6.5.7. DEMO6 (France – ERDF) : projet Nice Grid	152
6.6. Une approche basée sur les cas d'usage	153
6.6.1. Définition	153
6.6.2. Avantages	154
6.6.3. Le développement des <i>use cases</i>	154
6.7. Focus sur quelques projets avancés du recueil ISGAN sur la gestion de la demande	155
6.7.1. Contexte du recueil de cas de référence	156
6.7.2. Danemark – EcoGrid EU	156
6.7.3. Japon – Kiakyushu Smart Community Creation Project	157
6.7.4. Pays-Bas – PowerMatchingCity	159
6.7.5. Canada – Une centrale électrique virtuelle pour équilibrer l'énergie éolienne	160

Chapitre 7. Les Smart Grids sont l'avenir du distributeur

7.1. Des Smart Grids avancés pour les DSO au niveau mondial	163
7.1.1. L'évolution vers les Smart Grids est inéluctable	163
7.1.2. Le développement des Smart Grids constitue une nécessité pour les DSO	164
7.1.3. ... mais aussi une opportunité	166
7.2. Une évolution nécessaire des attributs et des rôles des DSO	166
7.2.1. Des compétences sont nécessaires pour mener à bien les expérimentations et en tirer le maximum de retours d'expérience	166
7.2.2. Des ressources et des compétences à renforcer pour préparer l'industrialisation et le déploiement à grande échelle	167
7.2.3. De nouveaux métiers et compétences à pérenniser pour l'exploitation et la maintenance des réseaux électriques du futur	168
7.3. La filière électrique française se mobilise aux côtés des gestionnaires de réseau : le plan « réseau électrique intelligent »	169

Chapitre 8. Points clés à retenir

8.1. Les Smart Grids ou la véritable révolution des réseaux	171
8.1.1. Les Smart Grids	172
8.2. Plus d'ENR signifie plus de réseau	172
8.3. Le DSO est un facilitateur	173
8.4. Consommateur ou consomm'acteur ?	174
8.5. Le compteur communicant au service des Smart Grids	175

8.6. Une *smart bubble* ? 175
 8.7. Investir pour économiser ? 177
 8.8. Les Smart Grids : une véritable opportunité industrielle 177

Liste des acronymes 179

Bibliographie 183

Index 189

SMART GRIDS DE NOUVELLE GÉNÉRATION

Coordonnée par Nouredine Hadjsaïd et Jean-Claude Sabonnadière

Les *smart grids*, réseaux intelligents, sont constitués des réseaux électriques auxquels se superposent des réseaux informatiques et télécoms. Leur finalité est d'intégrer les énergies renouvelables intermittentes (éolien et photovoltaïque) et les nouveaux usages de l'électricité (véhicule électrique) dans les conditions de sécurité optimales tout en limitant les investissements de renforcement des réseaux.

Cet ouvrage détaille comment les distributeurs déploient des technologies tels que les capteurs et les compteurs intelligents, et mettent en place une chaîne renforcée de transmission et d'échange d'informations. Il développe les moyens permettant d'améliorer la qualité de service et de limiter le temps de coupure moyen des clients.

Les distributeurs d'énergie électrique au cœur des Smart Grids propose ainsi un modèle dont l'enjeu est d'automatiser et de moderniser le réseau électrique basse tension à l'instar de ce qui a été fait sur la moyenne tension.

L'auteur

Président de l'Alliance G3, Marc Boillot a réalisé l'essentiel de sa carrière dans le Groupe EDF (R&D, distribution, commerce). Il a été responsable au sein d'ERDF de la stratégie, des grands projets (Linky, *Smart Grids*) et du développement international.

ISTE
editions

