EGEM

Génie électrique

Les nouvelles régulations électriques 2

productions, réseaux et demande

sous la direction de

Michel Lapeyre

537.72.1

Hermes Lavoisier

Table des matières

Avant-propos 17
Michel LAPEYRE

Chapitre 1. Emissions de gaz à effet de serre 19
Jean-Pierre HAUET

1.1. Changement climatique et production d'électricité 19
1.1.1. Données générales 19
1.1.2. Le rôle du CO_2 dans le réchauffement climatique 22
1.1.3. Production d'électricité et émissions de CO_2 25
1.2. La nécessité d'une régulation globale du système électrique 29
1.2.1. Les interdépendances du système électrique 29
1.2.2. Les principes d'une régulation rationnelle 31
1.3. Aperçu sur les moyens de réduire les émissions de GES 33
1.4. Les différentes formes de régulation 33
1.4.1. Sensibilisation, information, communication, labels et étiquetages 35
1.4.2. Accords volontaires 36
1.4.3. Grands projets publics 37
1.4.4. Réglementations et normes 38
1.4.5. Incitations financières 39
1.4.6. Développement de la R&D 42
1.4.7. Taxes 43
1.4.8. Mécanismes de marché 44
1.5. Quelques régulations-types 49
1.5.1. L'approche réglementaire aux Etats-Unis 49
1.5.2. Les taxes carbone dans le monde 51
1.5.3. Les principaux mécanismes de marché 54

1.5.3.1. Généralités 54
1.5.3.2. Protocole de Kyoto 56
1.5.3.3. Système de quotas européens (EU-ETS) 59
1.6. Conclusion 69
1.7. Bibliographie 71

Chapitre 2. La sûreté du nucléaire civil après Fukushima 73
Pierre AUDIGIER

2.1. La sûreté nucléaire, un bien public mondial 73
2.2. Le cycle nucléaire en France 75
2.2.1. Les centrales nucléaires 75
2.2.2. Les usines du cycle du combustible 76
2.2.3. Les centres de stockage de déchets et le démantèlement 76
2.3. Principaux textes régissant le contrôle de la sûreté 77
2.3.1. La loi « TSN » du 13 juin 2006 sur la transparence et la sécurité nucléaire 77
2.3.2. Le principe de précaution 78
2.4. Les acteurs du système 78
2.4.1. Les exploitants, premiers responsables de la sûreté 78
2.4.2. L'ASN 79
2.4.3. L'IRSN 81
2.4.4. Information du – et concertation avec le – public 82
2.4.4.1. Le HCTSIN 82
2.4.4.2. Les CLI 83
2.4.5. Le Parlement 83
2.5. Les régulations européennes 84
2.5.1. WENRA 84
2.5.2. Euratom et le long cheminement vers la directive sûreté 84
2.6. Post Fukushima 85
2.6.1. En France : les ECS (évaluations complémentaires de sûreté) . . 85
2.6.2. En Europe : les *stress tests* 86
2.7. Les acteurs de la scène internationale 88
2.7.1. L'AIEA 88
2.7.1.1. Les deux principaux domaines de compétence de l'AIEA 88
2.7.1.2. Les principales activités de l'AIEA dans le domaine de la sûreté 88
2.7.2. La Convention de Vienne de 1994 89
2.7.3. L'AEN 90
2.7.4. Autres acteurs de la scène internationale 90

2.8. Conclusion : les trois conditions à réunir pour un développement sûr de l'énergie nucléaire 91
2.8.1. Des exploitants pleinement conscients de leur responsabilité première en matière de sûreté et imprégnés, à tous les niveaux, de « culture de sûreté » 91
2.8.2. Des autorités de sûreté réellement indépendantes des exploitants et dont l'autorité est aussi fondée sur la compétence . . 91
2.8.3. Un équilibre à trouver entre exigences de sûreté, attentes du public et contraintes d'exploitation 92
2.8.4. Remarque finale 92
2.9. Annexes 93
2.9.1. Annexe 1 : la radioactivité et la controverse sur l'effet des faibles doses – La RLSS (relation linéaire sans seuil) 93
2.9.1.1. La *CIPR* (Commission internationale de protection radiologique) 94
2.9.1.2. La RLSS (relation linéaire sans seuil). 94
2.9.1.3. Les conséquences de Tchernobyl 95
2.9.2. Annexe 2 : la gestion des déchets de haute activité et le démantèlement 96
2.9.2.1. Les déchets de haute activité 96
2.9.2.2. Démantèlement/déconstruction 100
2.10. Bibliographie 101

Chapitre 3. Mise en concurrence des concessions hydroélectriques 105
Mounir MEDDEB

3.1. Introduction. 105
3.2. Brefs rappels historiques du cadre politique et juridique des concessions hydroélectriques. 106
3.2.1. La politique française en matière d'hydroélectricité 106
3.2.2. La mise en place des concessions hydroélectriques 107
3.2.3. La procédure antérieure d'attribution des concessions hydroélectriques 108
3.3. Les concessions hydroélectriques : quels enjeux économiques ? 110
3.3.1. Le potentiel hydroélectrique. 110
3.3.2. Quelques aspects financiers des concessions 112
3.4. La nouvelle procédure de mise en concurrence. 115
3.4.1. Contexte juridique de l'obligation de mise en concurrence 115
3.4.2. La nouvelle procédure de mise en concurrence : procédure transparente mais non dénuée de critiques. 117
3.4.2.1. Coexistence d'une procédure de principe et d'une procédure dérogatoire. 118

3.4.2.2. Une procédure particulière pour les exploitations jugées complexes 122
3.4.3. La mise en œuvre des procédures de mise en concurrence 136
3.5. La sécurité des ouvrages : un véritable enjeu pour les candidats 138
3.6. Conclusion 140
3.7. Bibliographie 140

Chapitre 4. Les énergies renouvelables 143
Julien JANES

4.1. Introduction 143
4.2. Le développement des énergies renouvelables traduit une politique énergétique aux objectifs multiples et aux résultats difficiles à appréhender 144
4.2.1. Le développement des énergies renouvelables répond à de multiples objectifs 144
4.2.1.1. Les énergies renouvelables contribuent à la lutte contre l'effet de serre et à la prévention des pollutions et des risques environnementaux 144
4.2.1.2. Le concept de développement durable porte en germe l'idée d'une croissance fondée sur le développement des technologies nécessaires à la transition énergétique 145
4.2.1.3. Les énergies renouvelables portent également l'espoir d'une réappropriation par les individus et les collectivités des choix de politique énergétique 146
4.2.2. Le niveau de compétitivité actuel des énergies renouvelables ne permet généralement pas d'atteindre les objectifs de politique énergétique sans subvention 146
4.2.2.1. Le gisement hydraulique français présentant de bonnes conditions de compétitivité est déjà largement exploité 146
4.2.2.2. La filière éolienne à terre est proche de l'équilibre économique seulement pour les sites les plus favorables 147
4.2.2.3. La filière éolienne en mer se caractérise par une évolution de ses coûts très défavorable 147
4.2.2.4. La technologie solaire photovoltaïque peut prétendre à une pertinence économique à la faveur de plusieurs ruptures technologiques 148

4.2.2.5. Le développement de la filière biomasse est limité par le coût d'accès au gisement et les risques de conflits d'usage . . 149
4.2.2.6. La compétitivité des énergies renouvelables pourrait également être obérée par d'importants besoins de développement des réseaux 149
4.2.3. La contribution des énergies renouvelables à l'atteinte des objectifs de politique énergétique est à nuancer 150
4.2.3.1. La croissance verte se traduit par une baisse de la productivité du secteur énergétique, dont les effets sur l'activité et l'emploi demeurent incertains. 150
4.2.3.2. Le bénéfice environnemental est moindre qu'escompté s'il est évalué globalement sur le cycle de vie. 152
4.2.3.3. Le développement de la production d'énergies renouvelables n'influence que marginalement le comportement du consommateur 154
4.3. La régulation du soutien aux énergies renouvelables vise à définir une trajectoire raisonnée, entre prise en compte des risques environnementaux et compétition économique 155
4.3.1. La nécessité d'une régulation est née d'une prise de conscience internationale 155
4.3.1.1. Les conférences intergouvernementales ont permis une meilleure prise en compte des enjeux environnementaux dans les relations internationales. 155
4.3.1.2. Face aux hésitations de la communauté internationale, l'Union européenne fait preuve de volontarisme 156
4.3.1.3. La stratégie européenne s'accommode mal des différences très marquées dans les stratégies nationales 157
4.3.2. La démarche européenne place les états membres en situation de conflit entre le respect de leurs engagements et la préservation de la compétitivité 158
4.3.2.1. La France a graduellement renforcé son arsenal législatif et réglementaire. 158
4.3.2.2. Le fonctionnement du dispositif a mis en évidence des coûts difficilement soutenables à moyen terme. 161
4.3.2.3. Ce constat doit interroger sur les priorités à donner aux actions et sur le choix des modes de régulation 163
4.4. Conclusion 164
4.5. Bibliographie 166

Chapitre 5. Réseaux intelligents : aspects scientifiques et technologiques 167
Nourredine HADJSAÏD et Jean-Claude SABONNADIÈRE

5.1. Introduction 167
5.1.1. Le nouveau paradigme énergétique 167
5.2. Les technologies de l'information et de la communication au service du réseau 172
5.3. Intégration des nouvelles technologies 174
5.4. Le contexte français dans la perspective européenne 177
5.5. Report sur le vecteur électrique 183
5.6. Les principaux déclencheurs du développement du réseau intelligent . 183
5.7. Définitions de « réseau intelligent » ou *smart grid* 184
5.8. Quels objectifs un réseau de transport intelligent permet-il d'atteindre ? 186
5.9. Quels objectifs un réseau de distribution intelligent permet-il d'atteindre ? 187
5.9.1. L'évolution souhaitée des réseaux de distribution : vers des réseaux de distribution intelligents 187
5.9.2. Objectifs techniques 188
5.9.3. Objectifs socio-économiques et environnementaux 189
5.10. Les acteurs concernés par la mise en œuvre du réseau intelligent . . . 190
5.11. Recherche et aspects scientifiques des réseaux intelligents 191
5.11.1. Exemples de concepts innovants en développement 192
5.11.2. Les verrous scientifiques, technologiques, commerciaux et sociologiques 197
5.11.2.1. Verrous scientifiques et technologiques 198
5.11.2.2. Verrous commerciaux et sociologiques 198
5.12. Coopération, normalisation et régulation pour les réseaux intelligents 199
5.13. Préparer les compétences nécessaires au développement des réseaux intelligents 200
5.14. Conclusion 201
5.15. Bibliographie 202

Chapitre 6. Réseaux intelligents et vie privée 205
Christophe-Alexandre PAILLARD

6.1. La crise électrique guette l'Union européenne ! 205
6.2. Le développement croissant des réseaux intelligents induit de nouveaux risques en matière de protection des données et de la vie personnelle 207

6.2.1. Un contexte marqué par une refonte des valeurs liées à la vie privée et à la protection des données personnelles en Europe et dans le monde 207
6.2.2. Les atteintes potentielles à la vie privée sont inséparables des enjeux de cybersécurité, y compris pour le secteur de l'énergie et les réseaux électriques 209
6.2.3. Les règles législatives et réglementaires en vigueur en France présidant à la mise en place des « réseaux intelligents » . . . 213
6.3. La nécessité économique de créer des réseaux intelligents doit rester compatible avec la protection des données personnelles 214
6.3.1. Les projets de compteurs intelligents en France et en Europe : une généralisation attendue dans l'Union européenne pour 2020. 214
6.3.2. Les exemples italiens et néerlandais de déploiement de compteurs intelligents. 216
6.3.3. En France, le déploiement du projet « Linky » et les enjeux du système proposé par ERDF 217
6.4. Trouver un équilibre entre les intérêts des producteurs et ceux des consommateurs : l'éternel débat 218
6.4.1. Bien connaître sa consommation suppose de maîtriser la compréhension d'un processus technique et commercial complexe 218
6.4.2. Les alternatives à Linky sur le marché français : la concurrence attendue d'opérateurs industriels comme Siemens 219
6.4.3. Quelle adéquation entre maîtrise des équilibres énergétiques sur les marchés européens et préservation des droits et usages des consommateurs/citoyens ? 220
6.5. Que doit-on encourager pour créer des réseaux électriques intelligents ? 222
6.6. Bibliographie 222

Chapitre 7. Régulation et maîtrise de la demande d'électricité 225
Benjamin DESSUS et Bernard LAPONCHE

7.1. Introduction : quel rapport entre la maîtrise de la demande électrique et les objectifs de la régulation ? 225
7.2. Les usages de l'électricité 226
7.3. Courbes de charge et monotone de puissance. 229
7.4. Les consommations finales d'électricité 233
7.4.1. La place de l'électricité dans la consommation d'énergie finale 234

7.4.2. La consommation finale d'électricité par secteur 235
7.5. Le résidentiel et le tertiaire : usages et potentiels d'économie 236
7.5.1. La consommation d'électricité par usage dans le résidentiel. . . . 236
7.5.2. La consommation d'électricité dans le tertiaire 238
7.5.3. Les potentiels d'économie d'électricité dans le résidentiel tertiaire 239
7.5.3.1. Les potentiels d'économie et de substitution d'électricité pour des applications thermiques 240
7.5.3.2. Les potentiels d'économie et de substitution d'électricité pour ses usages spécifiques 243
7.6. Instruments et mesures pour économiser l'électricité dans les bâtiments. 245
7.6.1. Les mesures réglementaires 245
7.6.1.1. Seuils minimum de performance énergétique 245
7.6.1.2. Etiquette énergie 245
7.6.1.3. Modulation des tarifs de l'électricité 246
7.6.1.4. Obligation d'économie d'énergie ou de CO_2 pour les fournisseurs d'énergie. 246
7.6.2. Les incitations et mécanismes financiers 246
7.6.2.1. Incitations financières directes : subventions ou mesures fiscales. 246
7.6.2.2. Recours au tiers-financement *via* une ESCO 247
7.6.3. Les programmes volontaires 247
7.6.3.1. Labels 247
7.6.3.2. Campagnes d'information. 248
7.6.3.3. Identification des produits les plus performants. 248
7.6.4. Politiques d'achat des équipements performants. 248
7.7. Les aspects économiques. 249
7.8. Bibliographie. 253

Auteurs des deux volumes 255

Index 261

Sommaire du volume 1 263