

Sommaire

Préface	7
Avant-propos	9
Partie 1 Synthèse des travaux de l'atelier Énergie 2100	13
Chapitre 1 • Introduction	15
Chapitre 2 • Problématique d'une future transition énergétique	19
2.1 Projections de la demande	19
2.2 Projections de l'offre	21
2.3 Enjeux industriels, états et marchés.....	22
Chapitre 3 • Facteurs d'évolution	25
3.1 Impacts environnementaux et contrainte climatique.....	25
3.2 Maîtrise des stocks et des flux d'approvisionnement.....	26
3.3 Les réponses technologiques	27
3.4 Acceptabilité sociétale	27

3.5	Économie et coûts de l'énergie.....	29
3.6	Vulnérabilités.....	29
Chapitre 4	• Horizon 2050	31
4.1	Contexte.....	31
4.2	Projections.....	32
Chapitre 5	• Pistes pour les choix structurants à long terme.....	37
5.1	Problématique de la demande énergétique	37
5.2	Technologies : vers un menu à la carte	38
5.3	Perturbations	39
Chapitre 6	• Conclusion.....	41
Partie 2	Données, contraintes, scénarios	43
Chapitre 7	• Introduction	45
7.1	Énergie, développement, ruptures.....	45
7.2	Les grandes transitions.....	47
7.3	Ordres de grandeur	48
7.4	Les grands défis	48
7.5	Un peu de rétrospective.....	50
Chapitre 8	• L'énergie et ses sources.....	55
8.1	Énergie et puissance.....	55
8.2	Flux et stocks.....	58
8.3	Contenu énergétique des combustibles	61
8.4	Ressources et réserves des énergies de stock : charbon, pétrole, gaz naturel, uranium et thorium	63
8.5	Systèmes énergétiques.....	67
8.6	Les couloirs de l'énergie.....	69
Chapitre 9	• Population et demande d'énergie.....	73
9.1	Démographie.....	73
9.2	Niveau de vie et demande d'énergie	77
9.3	Les grandes peurs.....	83
Chapitre 10	• La contrainte climatique.....	87
10.1	Flux, effet de serre et climat	87
10.2	Les gaz à effet de serre.....	91
10.3	Impacts environnementaux : des gaz à effet de serre aux températures ...	96

Chapitre 11 • Tendances, évolutions et crises.....	105
11.1 Substitution énergétique.....	105
11.2 Épuisement des ressources et piquisme.....	109
11.3 L'activité économique et ses cycles.....	113
11.4 Décarbonisation : vers des ruptures inévitables.....	117
11.5 Évolution du prix des hydrocarbures et crises.....	123
11.6 Les ingrédients d'une crise majeure en 2025-2030.....	125
Chapitre 12 • Le contexte technologique d'ici 2050, première partie : les flux.....	127
12.1 Potentialités des énergies de flux : généralités.....	127
12.2 Potentialités et limites de la biomasse.....	129
12.3 Potentialité et limites des énergies solaires.....	134
12.4 Les potentialités du vent.....	139
12.5 Autres renouvelables.....	141
12.6 Stockages.....	147
12.7 Gestion des énergies intermittentes.....	153
Chapitre 13 • Le contexte technologique d'ici 2050, deuxième partie : stocks, risques, vecteurs.....	159
13.1 Retour sur les potentialités des énergies chimiques fossiles.....	159
13.2 Les énergies nucléaires.....	165
13.3 Analyse des risques relatifs aux différentes sources d'énergie.....	171
13.4 Le vecteur hydrogène.....	174
13.5 La mise en réseau.....	175
Chapitre 14 • Vers l'étape 2050 : lignes d'action et scénarios.....	179
14.1 Une prospective dominée par les contraintes environnementales.....	179
14.2 Offre et demande à l'horizon 2050.....	182
14.3 Les acteurs.....	184
14.4 De modestes tentatives pour répondre à la contrainte climatique.....	185
14.5 Une stratégie générale : les biseaux à la Pacala-Sokolow.....	189
14.6 Scénarios.....	193
14.7 Problèmes d'équité.....	205
Chapitre 15 • Politiques de l'énergie : contraintes et options.....	209
15.1 Maîtrise de l'énergie et des émissions à la production.....	210
15.2 Maîtrise de l'énergie à la consommation.....	214
15.3 Signaux prix.....	217
15.4 Robustesse et vulnérabilité des systèmes énergétiques.....	222
15.5 Politiques européennes.....	224

15.6	Politiques de l'énergie en France	229
15.7	Programmes d'urgence (« crash programs ») ?	231
Chapitre 16	• La seconde moitié du siècle	233
16.1	Quelle transition énergétique ?	233
16.2	Les trajectoires de l'IIASA	235
16.3	Le XXI ^e siècle, version écologiste	241
16.4	Nouvelles technologies nucléaires pour la fin du siècle	242
16.5	Nouvelles technologies renouvelables pour la fin du siècle	247
16.6	État de technologies pendant la seconde moitié du siècle	252
16.7	D'autres programmes d'urgence ?	257
16.8	Ingénierie climatique (« geoengineering ») : un ultime recours ?	259
Chapitre 17	• Pour conclure : Réflexions sur les réponses technologiques aux problèmes énergétiques du XXI ^e siècle	263
Bibliographie	267
Annexes	269
Index	273