

TABLE DES MATIÈRES

AVANT-PROPOS	1
1. INTRODUCTION : ÉNERGIE ET DÉVELOPPEMENT HUMAIN	5
2. ÉNERGIE PRIMAIRE, ÉNERGIE FINALE, ÉNERGIE UTILE...	15
2.1. La transformation de l'énergie.....	15
2.2. Les bilans énergétiques.....	17
2.3. Equivalences entre sources d'énergie	19
2.3.1. Combustibles fossiles et biomasse	19
2.3.2. Electricité.....	20
2.4. De l'énergie primaire à l'énergie finale.....	21
2.5. Utilisation de l'énergie finale	24
3. LES SOURCES D'ÉNERGIES NON RENOUVELABLES	29
3.1. Les combustibles fossiles	30
3.1.1. Le charbon	31
3.1.2. Le pétrole et ses variétés	35
3.1.3. Le gaz naturel	41
3.1.4. Les schistes bitumineux.....	45
3.2. Les combustibles nucléaires de fission :	
l'uranium 235 et le plutonium 239.....	46
3.2.1. L'uranium	47
3.2.2. La fission.....	48
3.2.3. La réaction en chaîne.....	51
3.3. Les réacteurs de fission.....	53
3.3.1. Les réacteurs à neutrons thermiques (RNT)	53
3.3.2. Les réacteurs à neutrons rapides (RNR)	57
3.3.3. Les réacteurs surgénérateurs.....	58
3.3.4. Le forum génération IV	59
3.4. Les combustibles de fusion : le deutérium et le tritium.....	60
3.4.1. Les réacteurs	61
3.4.2. Les déchets.....	63

4. LES RÉSERVES D'ÉNERGIES NON RENOUVELABLES	67
4.1. Qu'est-ce qu'une réserve ?	67
4.2. Estimation d'une réserve	67
4.2.1. Aspect géologique	67
4.2.2. Aspect économique	69
4.2.3. Aspect énergétique	69
4.2.4. Qualité des réserves	70
4.2.5. Probabilité d'existence des réserves	70
4.2.6. Incertitudes sur les estimations	71
4.3. Evolution d'une réserve en fonction du temps	73
4.4. Les estimations des réserves aujourd'hui	74
4.4.1. Réserves prouvées	75
4.4.2. Réserves à découvrir	76
5. SOURCES ET RESSOURCES D'ÉNERGIES RENOUVELABLES	79
5.1. Les énergies mécaniques	79
5.1.1. L'énergie hydraulique	80
5.1.2. L'énergie éolienne	81
5.1.3. L'énergie marémotrice	82
5.2. L'énergie du rayonnement solaire	82
5.2.1. Les techniques d'utilisation de l'énergie solaire	83
5.2.2. Les limitations du solaire	88
5.2.3. La place du solaire aujourd'hui	90
5.3. La géothermie	91
5.3.1. Qu'est-ce que la géothermie ?	91
5.3.2. Les installations géothermiques	92
5.3.3. Le potentiel de l'énergie géothermique	96
5.3.4. L'énergie géothermique aujourd'hui	97
5.4. Les combustibles renouvelables	98
5.4.1. Le bois-énergie et les déchets végétaux et animaux	98
5.4.2. Les déchets ménagers et les déchets banals industriels	100
5.4.3. Le biogaz	100
5.4.4. Les biocarburants	101
6. LE POTENTIEL ÉNERGÉTIQUE ULTIME DES ÉNERGIES RENOUVELABLES	113
6.1. L'intermittence, le stockage de l'électricité et le potentiel énergétique réel de l'éolien et du solaire	113
6.1.1. L'intermittence	113
6.1.2. Connexion au réseau	116

6.1.3. La directive européenne sur la production d'électricité renouvelable.....	120
6.1.4. Le stockage de l'électricité.....	121
6.1.5. Chaleur solaire.....	123
6.2. Le potentiel ultime de la biomasse.....	124
6.3. Une évaluation du potentiel ultime des énergies renouvelables.....	126
7. LES RISQUES POUR LA SANTÉ ET L'ENVIRONNEMENT	131
7.1. Combustibles fossiles	131
7.1.1. Production et transports	132
7.1.2. Pollutions atmosphériques locales.....	134
7.1.3. La pollution atmosphérique globale : l'effet de serre anthropique	138
7.2. Combustibles nucléaires	159
7.2.1. Les dangers de la radioactivité	159
7.2.2. Accidents dans les centrales.....	167
7.2.3. Déchets nucléaires.....	180
7.2.4. Les rejets des centrales.....	187
7.2.5. Prolifération, terrorisme et malveillance	188
7.3. Energies renouvelables	191
7.3.1. Les problèmes causés par les barrages	191
7.3.2. Les autres énergies renouvelables.....	192
7.4. Combustibles fossiles ou énergie nucléaire ?.....	193
8. LES CONTRAINTES	201
8.1. Les contraintes démographiques.....	201
8.2. Les contraintes géopolitiques.....	203
8.3. Les contraintes technologiques et financières.....	205
8.4. Les contraintes environnementales.....	207
9. LES PERSPECTIVES POUR LE 21^E SIÈCLE	209
9.1. Vers le troisième choc pétrolier ?.....	209
9.1.1. Les éléments annonciateurs d'une crise.....	209
9.1.2. Les secteurs les plus menacés.....	217
9.1.3. La nécessité d'une modération immédiate	219
9.2. Vers une dégradation irréversible de l'environnement ?.....	221
9.3. Quelles stratégies adopter face aux risques et aux contraintes ?.....	222
9.3.1. Les transports	222
9.3.2. Le résidentiel-tertiaire	234
9.3.3. Le problème de l'effet de serre	235

9.3.4. Autres problèmes environnementaux	242
9.3.5. L'illusion de l'hydrogène	245
9.3.6. Mobiliser en informant et changer le mode de comptabilité des entreprises	250
9.3.7. Et pour la France ?	254
10. CONCLUSION	259
ANNEXES	271
1 - 30 pays témoins.....	271
2 - Les 10 pays... ..	275
3 - Tableau de Mendeleïev.....	293
BIBLIOGRAPHIE	297
INDEX	307