



COLLECTION
DIRIGÉE PAR JEAN BORNAREL

GRENOBLE

SCIENCES

ÉNERGIE ET ENVIRONNEMENT

LES RISQUES ET LES ENJEUX
D'UNE CRISE ANNONCÉE

■ Bernard DURAND



35441



ECL 86

35441
②



ÉNERGIE ET ENVIRONNEMENT

LES RISQUES ET LES ENJEUX D'UNE CRISE ANNONCÉE

Bernard DURAND



35441



17, avenue du Hoggar
Parc d'Activité de Courtabœuf - BP 112
91944 Les Ulis Cedex A - France

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



Achevé d'imprimer sur les presses de l'Imprimerie BARNÉOUD

B.P. 44 - 53960 BONCHAMP-LÈS-LAVAL

Dépôt légal : avril 2007 - N° d'imprimeur : 703103

Imprimé en France

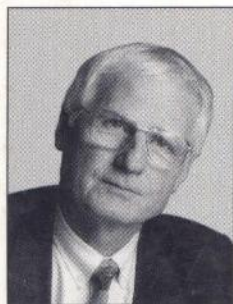
■ ÉNERGIE ET ENVIRONNEMENT

Le développement humain est étroitement corrélé à l'utilisation d'énergies. Mais chacun commence à réaliser aujourd'hui que la croissance de la consommation d'énergie et celle de la pollution qui l'accompagne ne peuvent se poursuivre indéfiniment à leur rythme actuel. **Energie et Environnement. Les risques et les enjeux d'une crise annoncée** permet de comprendre la nature des difficultés qui nous attendent à brève échéance, d'en prévoir l'importance et d'identifier les actions à mener pour y remédier.

Nos sources naturelles d'énergie, renouvelables et non renouvelables, sont chacune présentées. Mais posséder des sources d'énergie ne suffit pas : leur potentiel énergétique réel, leur intermittence, leurs possibilités de stockage sont des facteurs majeurs qu'il faut connaître avec précision pour définir la politique énergétique d'un pays. On ne peut non plus ignorer les risques pour la santé et l'environnement qu'entraîne leur utilisation dans un monde sous contrainte.

L'ouvrage explicite tout cela et le lecteur, ainsi conscient de la gravité de la situation mais aussi des perspectives existantes, pourra s'inscrire dans une démarche d'action appropriée. Il apporte aussi de nombreuses informations chiffrées. Sa lecture est facilitée par une présentation didactique mettant en valeur des connaissances indispensables et des thèmes d'approfondissement.

L'ouvrage est destiné à tous ceux qu'inquiètent les évolutions de nos sociétés et qui cherchent des éléments solides pour leur faciliter des analyses étayées. Il intéressera à ce titre élus, décideurs, enseignants et responsables d'associations.



■ Bernard DURAND

Bernard Durand est spécialiste de géologie et de géochimie pétrolières. Il fut successivement Directeur de la Division Géologie-Géochimie de l'Institut Français du Pétrole (IFP), Directeur de l'Ecole Nationale Supérieure de Géologie, puis Directeur du Centre Exploration de l'Ecole Nationale Supérieure du Pétrole et des Moteurs et membre du Conseil Scientifique de l'IFP. Il a également présidé de nombreux congrès internationaux et le comité scientifique de l'European Association of Petroleum Geosciences.



ISBN 978 2 7598 0001 8

