

Stéphane Gin

Les déchets nucléaires

Quel avenir ?

Préface de Robert Guillaumont



34214

UniverSciences

DUNOD

ECL 74/2



34214
②

Les déchets nucléaires Quel avenir ?

Stéphane Gin

Directeur du laboratoire
d'étude du comportement à long terme
des matériaux de conditionnement au CEA

Préface de Robert Guillaumont



34214

DUNOD

Table des matières

PRÉFACE	VII
TABLE DES MATIÈRES	IX
AVANT-PROPOS	XIII
LISTE DES ABRÉVIATIONS	XVII
CHAPITRE 1 • LA MATIÈRE, L'HOMME ET LA RADIOACTIVITÉ	1
1.1 L'atome, une pierre de l'édifice	1
1.1.1 Atome, qui es-tu ?	2
1.1.2 Structure atomique	3
1.1.3 Diversité atomique	7
1.1.4 Atome : d'où viens-tu ?	8
1.1.5 Retour sur terre	9
1.1.6 Atomes radioactifs	9
1.2 La radioactivité dans tous ses états	11
1.2.1 Lien entre radioactivité et chimie	12
1.2.2 Périodes radioactives	14
1.2.3 Fission nucléaire	14

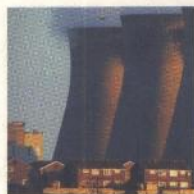
1.2.4	Interaction avec la matière	15
1.2.5	Les utilisations de la radioactivité	17
1.3	Effets de la radioactivité sur la santé	19
1.3.1	Effet des rayonnements ionisants sur les cellules	19
1.3.2	Effet sur les organismes : quelques unités pour s'y retrouver	23
1.3.3	Entre déterminisme et probabilisme	24
1.3.4	Genèse d'un cancer radio-induit	28
1.3.5	Nous sommes naturellement radioactifs et irradiés	29
1.3.6	La réglementation	30
CHAPITRE 2 • ÉLÉMENTS DE CONTEXTE SUR LA GESTION DES DÉCHETS NUCLÉAIRES EN FRANCE		35
2.1	Le cycle du combustible en bref	35
2.1.1	Les grandes étapes du cycle	36
2.1.2	Le choix du recyclage	39
2.2	Vous avez dit « déchet » ?	42
2.3	Les déchets nucléaires en France : quelques chiffres pour situer le problème	44
2.4	Un peu d'histoire : la France et les déchets nucléaires	48
2.4.1	La période 1940-1970	49
2.4.2	La période 1970-1990	49
2.5	Et maintenant	50
CHAPITRE 3 • UNE PANOPLIE DE TRAITEMENTS POUR LES DÉCHETS À VIE LONGUE		57
3.1	La vitrification	58
3.2	Regards sur le verre	60
3.2.1	Aperçu historique	60
3.2.2	État, structure, nature	61
3.2.3	Formulation du verre nucléaire	65
3.3	D'autres méthodes pour d'autres déchets	66
3.3.1	Le bitumage	67
3.3.2	La cimentation	68
3.3.3	Le compactage	69
3.4	Et pour le futur ?	69

CHAPITRE 4 • L'ENTREPOSAGE ET LE STOCKAGE GÉOLOGIQUE DES DÉCHETS DE HAUTE ACTIVITÉ		75
4.1	L'entreposage de longue durée	75
4.2	Le stockage géologique	79
CHAPITRE 5 • LE COMPORTEMENT À LONG TERME DES VERRES NUCLÉAIRES		87
5.1	Principes de la méthode	88
5.2	Carte d'identité du verre R7T7	92
5.3	Évolution du verre pendant la phase d'entreposage	98
5.3.1	Effet de l'auto-irradiation	98
5.4	Quelle évolution du verre en conditions de stockage géologique ?	105
5.4.1	Les grandes étapes d'un stockage géologique	105
5.4.2	Facteurs influents	107
5.4.3	Mécanismes d'altération du verre par l'eau	109
5.4.4	Vitesse initiale d'altération	113
5.4.5	La chute de vitesse	116
5.4.6	La vitesse résiduelle	118
5.4.7	Reprises d'altération	119
5.4.8	Le gel gardien des radioéléments	122
5.4.9	Effets de l'environnement sur le verre	124
5.5	Quelle surface de verre réagit avec l'eau ?	129
5.6	Prédiction du comportement à long terme	133
5.6.1	Modèle prédictif d'altération du verre	133
5.6.2	Évaluation de la performance du verre	138
5.6.3	Migration des éléments radioactifs	144
5.6.4	Impact sur l'homme et l'environnement	145
5.7	Que nous apprend la nature ?	148
5.7.1	Les analogues des verres nucléaires	150
5.7.2	Le comportement des verres naturels et archéologiques	152
CHAPITRE 6 • RÉFLEXIONS FINALES		161
6.1	La difficile question du legs aux générations futures	161
6.2	Choisir en acceptant les risques	171
GLOSSAIRE		177

ANNEXE 1 • LES PUISSANCES DE DIX	181
ANNEXE 2 • LES UNITÉS	187
ANNEXE 3 • REPÈRES CHIFFRÉS SUR LE NUCLÉAIRE	189
ANNEXE 4 • LES DÉCHETS DE HAUTE ACTIVITÉ	191
BIBLIOGRAPHIE	193
REMERCIEMENTS	197
INDEX	199

Stéphane Gin

Préface de Robert Guillaumont



LES DÉCHETS NUCLÉAIRES Quel avenir ?

La production d'électricité par les centrales nucléaires génère de grandes quantités de déchets radioactifs dont certains resteront menaçants pendant des milliers d'années. D'où vient précisément cette radioactivité ? Est-elle différente de celle, naturelle, qui irradie les êtres vivants depuis leurs origines ? Combien produisons-nous de ces fameux déchets ? Qu'en fait-on actuellement ? Qu'envisage-t-on pour leur gestion à long terme ? À quel prix ?

L'auteur tente de répondre à ces questions. Il explique notamment pourquoi le stockage en couches géologiques stables semble aujourd'hui la solution la plus sûre.

Il invite le public à une plus forte implication sur le sujet.

STÉPHANE GIN

est Docteur en science des matériaux. Il dirige le Laboratoire d'étude du comportement à long terme des matériaux de conditionnement au Commissariat à l'Energie Atomique.

MATHÉMATIQUES

PHYSIQUE

CHIMIE

SCIENCES DE L'INGÉNIEUR

INFORMATIQUE

SCIENCES DE LA VIE

SCIENCES DE LA TERRE



ISBN 2 10 050363 4

www.dunod.com

