

Table des matières

Avant-propos	1
Introduction. La méthodologie dans l'évaluation du risque radioactif	11
Chapitre 1. Le danger radioactif.	19
1.1. Introduction.	19
1.2. Les radionucléides et les radioéléments	22
1.3. Les dangers liés aux radionucléides	23
1.4. Les éléments de physique nucléaire	24
1.4.1. La structure nucléaire.	25
1.4.2. Les électrons.	27
1.4.3. La stabilité du noyau atomique et les réactions nucléaires	28
1.4.4. Les divers rayonnements ionisants	30
1.4.5. Les propriétés des radiations	39
1.5. Bibliographie.	40
Chapitre 2. La contamination radioactive de l'anthroposphère.	43
2.1. Introduction.	43
2.2. Les sources de la contamination radioactive de l'anthroposphère.	43
2.3. La contamination radioactive naturelle de l'anthroposphère	46
2.3.1. La contamination naturelle des milieux physiques	48
2.3.2. La contamination naturelle des aliments	49
2.3.3. La contamination naturelle des produits de la mer	49
2.3.4. La contamination naturelle des bâtiments.	51

2.4. Les contaminations radioactives anthropiques	52
2.4.1. La contamination radioactive anthropique des milieux physiques	52
2.4.2. La contamination radioactive anthropique des produits de la mer	54
2.4.3. La contamination radioactive anthropique des autres aliments	55
2.4.4. La contamination radioactive de sites pollués	56
2.5. Conclusion	59
2.6. Bibliographie	59

Chapitre 3. Les voies d'exposition de l'homme aux radionucléides 63

3.1. Introduction.	63
3.2. Les modes d'exposition aux rayonnements ionisants	63
3.2.1. La distinction entre irradiation et contamination.	63
3.2.2. Les multiples voies d'exposition	65
3.3. Les voies de l'exposition externe	66
3.3.1. Les expositions externes d'origines naturelles	66
3.3.2. Les expositions externes d'origines artificielles	68
3.4. Les voies d'expositions internes	69
3.4.1. Les voies de pénétration des radionucléides (contamination)	70
3.4.2. Les expositions internes d'origines naturelles	70
3.4.3. Les expositions internes d'origines artificielles	71
3.5. Conclusion	71
3.6. Bibliographie	72

Chapitre 4. La contamination radioactive des aliments et les transferts par voie trophique 73

4.1. Introduction.	73
4.2. Les transferts des radionucléides de l'aliment à l'homme	73
4.2.1. La digestion humaine.	73
4.2.2. La répartition des radionucléides dans les aliments	74
4.2.3. La bioaccessibilité	76
4.2.4. La biodisponibilité	76
4.2.5. Les facteurs d'absorption lors de l'ingestion	77
4.3. Les transferts de l'environnement aux produits animaux consommés par l'homme	77
4.3.1. Les coefficients de transfert alimentaire.	78
4.3.2. L'influence de la transformation des produits	80
4.4. Les transferts de l'environnement aux produits végétaux consommés par l'homme	82
4.5. Les transferts de l'eau de boisson à l'homme.	84

4.6. La surveillance environnementale des produits consommés par l'homme	85
4.7. Bibliographie.	87

Chapitre 5. L'imprégnation de l'homme par les radionucléides 93

5.1. L'imprégnation de l'homme par les radionucléides	93
5.1.1. Les passages transmembranaires	93
5.1.2. Les barrières épithéliales et cérébrales	96
5.1.3. La distribution corporelle	97
5.1.4. Les mécanismes moléculaires.	98
5.1.5. L'imprégnation par les radionucléides naturels	99
5.1.6. L'imprégnation par les radionucléides artificiels	101
5.2. La protection de l'homme à l'égard des radionucléides.	108
5.2.1. La recherche de « radioprotecteurs » chimiques	108
5.2.2. L'utilisation des pastilles d'iodure de potassium en cas d'accident nucléaire	109
5.2.3. Les confinements courts et prolongés	110
5.2.4. La seule radioprotection : la prévention	110
5.3. La décontamination des radionucléides chez l'homme	110
5.4. Conclusion	112
5.5. Bibliographie.	113

Chapitre 6. Les différentes méthodes d'évaluation des doses d'expositions de l'homme 119

6.1. Introduction : de l'exposition à la dose.	119
6.2. L'expression de l'exposition.	119
6.2.1. La dose absorbée	119
6.2.2. La dose équivalente.	120
6.2.3. La dose efficace	122
6.2.4. La dose engagée due à une contamination interne.	124
6.3. Les limites de l'estimation des doses efficaces	127
6.3.1. La modélisation	128
6.3.2. La microdistribution	128
6.3.3. La transmutation	129
6.3.4. Les interactions de la radiotoxicité et de la toxicité chimique	129
6.3.5. Les variabilités individuelles	130
6.4. Les débits de doses	130
6.5. Les doses professionnelles	130
6.6. Les doses collectives	131
6.7. Bibliographie.	132

Chapitre 7. Estimation des doses d'expositions reçues par l'homme	135
7.1. Les doses d'irradiations externes naturelles	135
7.1.1. L'exposition tellurique	135
7.1.2. L'exposition cosmique	137
7.2. Les doses d'irradiations internes naturelles	138
7.2.1. L'exposition au radon des populations	138
7.2.2. L'exposition interne de l'organisme aux radionucléides naturels	144
7.2.3. L'exposition au radon des travailleurs	146
7.3. Les estimations des doses d'irradiations artificielles reçues par l'homme	146
7.3.1. Les expositions médicales externe et interne	147
7.3.2. Les expositions dues aux tirs nucléaires aériens	148
7.3.3. Les expositions artificielles dues aux aliments terrestres et à la boisson	149
7.3.4. Les expositions dues aux produits de la mer	149
7.3.5. Les expositions professionnelles	150
7.4. Quelques cas d'expositions humaines	151
7.4.1. Les cobayes	152
7.4.2. Les estimations des expositions autour des installations nucléaires	154
7.4.3. Les estimations des expositions dues aux retombées de Tchernobyl et de Fukushima	154
7.5. Bibliographie	155
Chapitre 8. Les effets biologiques des rayonnements ionisants au niveau moléculaire et cellulaire	159
8.1. Les processus physico-chimiques à l'origine des effets biologiques	160
8.1.1. Les interactions physiques des rayonnements ionisants avec la matière vivante	160
8.1.2. Les réactions physico-chimiques	160
8.2. Les effets des rayonnements ionisants au niveau moléculaire	161
8.2.1. Les effets des rayonnements ionisants sur l'ADN	161
8.2.2. L'épigénétique	167
8.3. Les effets des rayonnements ionisants au niveau subcellulaire	170
8.3.1. Les principaux organites cellulaires	170
8.3.2. L'organisation de l'ADN en nucléotides ou chromosomes	170
8.3.3. Les effets des rayonnements ionisants sur l'instabilité génomique et les mutations	170
8.3.4. L'apparition des mutations	171

8.4. Les conséquences de l'irradiation au niveau cellulaire	174
8.4.1. La structure de la cellule	174
8.4.2. Le cycle cellulaire	174
8.4.3. La division cellulaire	175
8.4.4. Les effets ciblés des rayonnements ionisants	176
8.4.5. Les effets non ciblés des rayonnements ionisants	177
8.5. La quantification des effets des rayonnements ionisants à l'aide des biomarqueurs	181
8.5.1. Des biomarqueurs spécifiques aux effets des rayonnements ionisants	181
8.5.2. Des biomarqueurs spécifiques aux cancers thyroïdiens	184
8.6. Conclusion	186
8.7. Bibliographie	188

Chapitre 9. Les effets sanitaires des rayonnements ionisants au niveau de l'individu 195

9.1. Introduction	195
9.1.1. L'étude historique des survivants d'Hiroshima et Nagasaki	195
9.1.2. L'évaluation des doses reçues par les survivants des bombes lancées sur le Japon	196
9.2. Les effets néfastes des rayonnements ionisants en fonction de l'âge à l'exposition	198
9.2.1. Les effets néfastes des rayonnements ionisants chez l'embryon et le fœtus	198
9.2.2. Les effets néfastes de rayonnements ionisants chez l'enfant	204
9.3. Les cancers radio-induits chez l'adulte	213
9.3.1. Les effets des fortes doses, le syndrome d'irradiation aigu	214
9.3.2. Les survivants d'Hiroshima et de Nagasaki	215
9.3.3. Les cancers radio-induits en fonction du sexe	219
9.3.4. Les effets sur la moelle rouge osseuse	222
9.4. Les effets néfastes des rayonnements ionisants en fonction des tissus et des organes	223
9.4.1. Les effets sur le système circulatoire	225
9.4.2. Les effets sur le système digestif	226
9.4.3. Les effets sur le système reproducteur	227
9.4.4. Les effets sur le cristallin	229
9.4.5. Les effets sur le système tégumentaire	233
9.4.6. Les effets sur le système nerveux central	234
9.4.7. Les effets sur le système respiratoire	235
9.5. Les effets transgénérationnels des rayonnements ionisants	235

9.5.1. La transmission héréditaire de l'information génétique.	236
9.5.2. Les constats sur les effets héréditaires.	236
9.6. Les variabilités individuelles des effets néfastes des rayonnements ionisants	238
9.7. Conclusion	238
9.7.1. Les effets de l'irradiation <i>in utero</i> et dans la petite enfance	239
9.7.2. Les effets de l'irradiation des enfants	240
9.7.3. Les effets de l'irradiation à la puberté	241
9.7.4. Les effets de l'irradiation à l'âge adulte.	241
9.7.5. Les effets transgénérationnels.	243
9.8. Bibliographie.	243

**Chapitre 10. Les maladies professionnelles dues
aux rayonnements ionisants 253**

10.1. L'historique des premières atteintes dues aux rayonnements X et au radium	253
10.1.1. Les premiers cancers radio-induits par les rayons X.	254
10.1.2. Un bilan important des cancers radio-induits effectué en 1914 . .	254
10.1.3. Les premiers cancers radio-induits par le radium 226.	255
10.2. La création et les évolutions difficiles du système de reconnaissance des maladies professionnelles.	256
10.2.1. Les longues prémices de la loi de reconnaissance des maladies professionnelles en France	257
10.2.2. Les savoirs de l'époque sur les toxiques et leurs effets délétères.	258
10.2.3. La mise en œuvre de la loi de reconnaissance des maladies professionnelles en France	259
10.2.4. La prise en charge des maladies radio-induites.	260
10.3. Les maladies professionnelles radio-induites reconnues en France depuis 1948	260
10.3.1. Les premières données statistiques sur les maladies professionnelles radio-induites reconnues	261
10.3.2. Les données détaillées sur les maladies professionnelles radio-induites reconnues.	262
10.3.3. Une comparaison des risques de cancers radio-induits avec celui de l'ensemble des cancers professionnels en France.	264
10.4. Les maladies professionnelles reconnues en Europe	265
10.5. Conclusion	266
10.6. Bibliographie	267

Chapitre 11. La relation dose-réponse aux effets des rayonnements ionisants	271
11.1. Introduction	271
11.2. Les relations dose-réponse pour les fortes doses	271
11.2.1. Les études des survivants	272
11.2.2. Les autres études.	273
11.3. Les relations dose-réponse pour les faibles doses.	274
11.3.1. Les études épidémiologiques	274
11.3.2. Les controverses sur les réponses aux faibles doses	289
11.4. Conclusion	299
11.5. Bibliographie	300
Chapitre 12. Les valeurs réglementaires internationales et françaises	311
12.1. Introduction	311
12.2. L'expertise et l'organisation internationales.	311
12.3. Les recommandations internationales et européennes et leur évolution	314
12.4. Les normes de radioprotection et limites réglementaires	315
12.4.1. Quelques exemples de normes de radioprotection au niveau international.	316
12.4.2. Les directives européennes et la transposition en droit français	316
12.4.3. Les évolutions temporelles des normes de radioprotection	317
12.5. La toxicité et la radiotoxicité des radionucléides	317
12.6. Les normes concernant les denrées alimentaires	318
12.7. Bibliographie	320
Conclusion	323
Glossaire	351
Liste des sigles et abréviations	353
Index	359