

# Sommaire

Remerciements .....	III
Abréviations et sigles .....	V
Introduction .....	1

## Partie 1

### Dosimétrie fondamentale

#### Chapitre 1

##### Grandeurs et unités fondamentales

1. Grandeurs et unités radiométriques .....	7
1.1. Champ de rayonnement .....	7
1.2. Grandeurs radiométriques relatives au comptage des particules .....	9
1.2.1. Nombre de particules .....	9
1.2.2. Flux de particules .....	9
1.2.3. Fluence et débit de fluence de particules .....	9
1.3. Grandeurs radiométriques relatives à l'énergie .....	10
1.3.1. Énergie radiante (ou rayonnante) .....	10
1.3.2. Flux d'énergie radiante (ou rayonnante) .....	10
1.3.3. Fluence et débit de fluence énergétique .....	11
1.4. Distribution en énergie .....	11
1.4.1. Fluence différentielle en énergie .....	11
1.4.2. Distribution spectrale .....	12
1.4.3. Expression de la fluence énergétique en fonction de la fluence différentielle .....	12
1.4.4. Applications à la distribution en énergie .....	13
1.5. Rappels sur l'angle solide .....	15
1.6. Calcul de la fluence d'une source ponctuelle isotrope .....	16
2. Grandeurs et unités dosimétriques .....	17
2.1. Énergie communiquée .....	17
2.2. Énergie spécifique communiquée .....	18

2.3. Dose et débit de dose absorbée .....	18
2.4. KERMA et débit de KERMA .....	19
2.5. Exposition et débit d'exposition .....	19

### Chapitre 2

#### Les rayonnements électroniques

1. Interactions avec la matière .....	21
1.1. Généralités .....	21
1.2. Pouvoir d'arrêt .....	23
1.3. Parcours des électrons monoénergétiques .....	25
1.4. Cas des spectres $\beta$ .....	29
1.5. Énergie moyenne absorbée par paires d'ions formés .....	30
2. Détermination de la dose absorbée .....	31
2.1. Relation fluence-dose absorbée .....	31
2.2. Changement de milieu .....	34

### Chapitre 3

#### Les rayonnements électromagnétiques

1. Interactions avec la matière .....	41
1.1. Introduction .....	41
1.2. Lois générales concernant le faisceau de photons .....	41
1.2.1. Section efficace d'interaction .....	41
1.2.2. Coefficient d'interaction .....	43
1.2.3. Loi d'atténuation .....	43
1.3. Effet Compton .....	44
1.3.1. Étude du diagramme de Compton .....	46
1.3.2. Énergie moyenne des électrons compton et des photons diffusés .....	47
1.3.3. Détermination des coefficients Compton .....	49
1.4. Effet photoélectrique .....	51
1.5. Effet de création de paires ou matérialisation .....	53
2. Coefficients de transfert massique en énergie .....	54
3. Définitions des coefficients d'interaction .....	54
3.1. Coefficient linéique d'interaction .....	54
3.2. Coefficient d'atténuation massique .....	55
3.3. Coefficient de transfert massique en énergie .....	56
3.4. Coefficient d'absorption massique en énergie .....	57
4. Relation fluence-KERMA .....	61
5. Équilibre électronique ; énergie transférée et énergie absorbée localement .....	64
5.1. La trajectoire des électrons secondaires est négligeable .....	64
5.2. La trajectoire des électrons secondaires n'est pas négligeable .....	64
6. Relation fluence - dose absorbée .....	67
7. Énergie moyenne des particules secondaires chargées .....	68
8. Évolution du KERMA et de la dose absorbée en profondeur .....	74

8.1. Changement de milieu . . . . .	74
8.2. Étude de la variation de la fluence d'électrons secondaires et de la dose absorbée dans l'intervalle $x_0 \rightarrow R_{M2}$ . . . . .	75
8.3. Étude des variations des grandeurs dosimétriques dose absorbée et KERMA ainsi que des fluences de photons et d'électrons secondaires dans le milieu M2 à partir de la profondeur $x = R_{M2}$ . . . . .	76

### Chapitre 4

#### Les neutrons

1. Interactions avec la matière. . . . .	83
1.1. La collision élastique . . . . .	84
1.2. La collision ou diffusion inélastique. . . . .	85
1.3. Les captures . . . . .	85
2. Transferts d'énergie au milieu. . . . .	86
3. KERMA de première collision . . . . .	86
3.1. Préambule. . . . .	86
3.2. Calcul du KERMA de première collision . . . . .	87
3.3. Application à l'interaction des neutrons avec les tissus . . . . .	89
4. KERMA de multicollision . . . . .	90

### Chapitre 5

#### Théorie de la mesure de la dose absorbée

1. Relation exposition-dose absorbée : cas des photons dans l'air. . . . .	97
2. Relation exposition-dose absorbée dans un autre milieu. . . . .	99
3. Notion de paroi équivalente . . . . .	100
4. Théorie de la cavité – Relation de Bragg-Gray. . . . .	100
4.1. Problème fondamental . . . . .	100
4.2. Relation de Bragg-Gray. Cas de la cavité étroite. . . . .	101
4.3. Cas de la cavité large . . . . .	103
4.4. Cas de la cavité intermédiaire. . . . .	105
5. Mesures de l'exposition et de la dose absorbée . . . . .	106
5.1. Chambre à paroi d'air . . . . .	106
5.2. Chambre à paroi équivalente à l'air . . . . .	107
5.3. Chambre équivalent-tissus – Chambre à paroi équivalent-tissus . . . . .	107
6. Étude du type de cavité en fonction de l'énergie des photons . . . . .	111

## Partie 2

### Dosimétrie de radioprotection

#### Chapitre 6

##### Action biologique des rayonnements ionisants

1. Structure et fonction biologique de la cellule . . . . .	119
2. Dommages de l'ADN et réparations . . . . .	119

3. Effets déterministes. Mort cellulaire.....	120
4. Effets stochastiques .....	120

### Chapitre 7

#### Les grandeurs de protection

1. Publication n° 26 (1977) de l'ICRP .....	121
2. Publication n° 60 (1990) de l'ICRP .....	123
2.1. Dose équivalente dans un tissu ou un organe.....	124
2.2. Dose efficace relative à l'ensemble du corps.....	125

### Chapitre 8

#### Évaluation du risque dans le cas des effets stochastiques

1. Limites recommandées.....	127
1.1. Exposition professionnelle .....	127
1.2. Exposition du public.....	128
2. Tableau récapitulatif des limites d'exposition .....	128

### Chapitre 9

#### Détermination par le calcul des grandeurs de protection

1. Géométries d'irradiation .....	129
2. Coefficients de conversion.....	130
3. Détermination de la dose absorbée moyenne à l'organe ou au tissu .....	130
4. Détermination des grandeurs de protection : dose équivalente à l'organe $H_T$ et dose efficace $E$ .....	131
5. Étude de la valeur des coefficients de conversion en fonction des géométries d'irradiation .....	132

## Partie 3

### Métrologie des rayonnements ionisants

Préambule .....	136
-----------------	-----

### Chapitre 10

#### Les grandeurs opérationnelles

Introduction .....	137
1. Caractéristiques de ces grandeurs.....	137
2. La surveillance individuelle .....	138
3. La surveillance de zone ou d'ambiance .....	138
4. Conventions de simplification des champs de rayonnements.....	139
5. Comparaison entre les grandeurs opérationnelles et les grandeurs de protection .....	139

*Chapitre 11***Généralités sur les opérations d'étalonnage**

1. Obligations réglementaires .....	141
2. Contrôle du matériel de radioprotection .....	142
2.1. Contrôle de bon fonctionnement .....	142
2.2. Contrôle périodique avec une source radioactive .....	142
2.3. Contrôle périodique de l'étalonnage .....	142
2.4. Périodicité des contrôles .....	142
3. Organisation de la chaîne d'étalonnage .....	142
3.1. Définition de l'étalonnage .....	142
3.2. Grandeurs physiques générales .....	143
3.3. Rayonnements de référence .....	144
3.4. Opération de raccordement .....	145
3.5. Facteurs de conversion .....	146
3.6. La chaîne de métrologie .....	147

*Chapitre 12***Procédures d'étalonnage**

1. Positionnement du dosimètre .....	149
2. Réponse en énergie .....	150
3. Réponse angulaire .....	151
4. Réponse en débit .....	151
5. Expression des incertitudes .....	152

*Chapitre 13***Matériel utilisé en radioprotection**

1. Généralités sur les mesures dosimétriques .....	155
2. Détecteurs à ionisation .....	157
2.1. Ionisation des gaz .....	157
2.1.1. Influence du champ électrique .....	157
2.1.2. Recombinaisons .....	159
2.2. Les dosimètres basés sur l'ionisation des gaz .....	159
2.2.1. Les chambres d'ionisation .....	159
2.2.2. Les compteurs proportionnels .....	161
2.2.3. Les compteurs de Geiger-Müller .....	162
2.3. L'ionisation des solides : les détecteurs à semi-conducteur .....	162
3. Le phénomène d'excitation des atomes et des molécules .....	163
3.1. Principe .....	163
3.2. Les scintillateurs .....	165
4. Détecteurs basés sur la luminescence .....	166
4.1. Les détecteurs thermoluminescents (RTL) .....	166
4.2. Les détecteurs photoluminescents (RPL) .....	169
5. Détecteurs basés sur l'élévation de température .....	169
6. Détecteurs basés sur des réactions chimiques .....	170

7. Détecteurs basés sur les défauts dans les solides et détecteurs solides de traces .....	171
8. Détecteurs à activation .....	171
9. La spectrométrie des neutrons en dosimétrie de radioprotection.....	173
9.1. Par construction du dosimètre .....	174
9.2. Le système à modérateurs variables et les sphères de Bonner.....	176
<b>Conclusion</b> .....	<b>179</b>
<b>Bibliographie</b> .....	<b>181</b>
<b>Index</b> .....	<b>183</b>