

Table des matières

Contenu de la clé USB	vii
Les auteurs	xi
Préambule. La logique de l'ouvrage	1
Chapitre 1 : Concept de dose absorbée et considérations physiques générales	
1.1. Approche dimensionnelle simplifiée de la dose absorbée	7
1.2. Grandeurs caractérisant le champ de rayonnement	10
1.2.1. Classifications des particules.....	10
1.2.2. Particules directement ionisantes	14
1.2.3. Les particules indirectement ionisantes	15
1.3. Définition rigoureuse de la fluence particulaire Φ . Conséquences et difficultés conceptuelles	16
1.3.1. Définition classique de la fluence ponctuelle : la sphère incrémentale	16
1.3.2. Hétérogénéité de la fluence et effets d'échelle	19
1.4. Grandeurs caractérisant le matériau cible.....	23
1.4.1. Caractéristiques chimiques	23
1.4.2. Caractéristiques dimensionnelles	23
1.5. Propriétés élémentaires de la dose absorbée	26
1.5.1. Bilan énergétique dans une cible et dose moyenne absorbée	26
1.5.2. Caractère intensif de la dose absorbée et conséquences.....	28
1.5.3. Calcul de la dose moyenne à partir d'une distribution de dose..	33
1.6. Synthèse : règles élémentaires de gestion des doses absorbées	36
1.6.1. Règle 1 : non-additivité des doses absorbées en des points différents	36
1.6.2. Règle 2 : effet de dilution dans une cible épaisse	37
1.6.3. Règle 3 : indicateurs possibles en cas de distribution de dose non uniforme.....	38

1.6.4.	Règle 4 : champs complexes et additivité de doses	39
1.6.5.	Dégradation et diffusion de l'énergie dans une cible épaisse.....	40
1.7.	Effets des doses. Notion de réponse à la dose absorbée	42

Chapitre 2 : Interaction particules chargées – Matière et dose associée

2.1.	Caractère obligatoire de l'interaction et conséquences.....	49
2.1.1.	Approche élémentaire	49
2.1.2.	Du pouvoir d'arrêt collisionnel au coefficient fluence-dose pour les particules chargées lourdes.....	53
2.2.	Particules chargées lourdes.....	58
2.2.1.	Expression opérationnelle de la formule de Bethe et paramètres influents	58
2.2.2.	Applications numériques, propriétés et ordres de grandeur	60
2.2.3.	Mise en œuvre de la formule de Bethe sur le parcours de la particule et profil de dose.....	67
2.2.4.	De l'intérêt majeur de la connaissance du parcours. Quelques applications variées	71
2.3.	Cas des particules chargées légères (électrons, positons).....	74
2.3.1.	Différences et analogies avec les particules chargées lourdes	74
2.3.2.	Rayonnement de freinage (Bremsstrahlung) et pouvoir d'arrêt radiatif	79
2.3.3.	Pouvoirs d'arrêt et coefficients fluence-dose pour les électrons..	82
2.4.	Présentation de l'outil « IRM et dose particules chargées.xls ».....	93
2.4.1.	Présentation générale	93
2.4.2.	Point particuliers, option du tableur	94
2.4.3.	Présentation des résultats	95

Chapitre 3 : Doses générées par les photons gamma

3.1.	Le caractère indirectement ionisant du photon. Approche simplifiée.....	99
3.1.1.	Caractères « aléatoire » et « indirectement ionisant » de l'interaction photon-matière	99
3.1.2.	Énergie transférée et concept de kerma.....	100
3.2.	Concept de coefficient d'atténuation en fluence	101
3.2.1.	Caractère probabiliste de l'interaction photon-matière et coefficient d'atténuation linéique	102
3.2.2.	Cas de la cible épaisse. Interprétations statistique et probabiliste	105
3.2.3.	Taux volumique d'interaction et émergence du coefficient fluence-kerma.....	117
3.2.4.	Approche dimensionnelle du coefficient de conversion fluence-kerma.....	119
3.2.5.	Coefficients d'atténuation massique et sections efficaces électroniques.....	119
3.3.	Aspects qualitatifs de l'interaction photon-matière	122
3.3.1.	Les trois effets d'interaction photons-matières.....	122
3.3.2.	Bilans énergétiques et coefficients de transfert en énergie.....	126

3.3.3.	Coefficient de conversion fluence photon-kerma	131
3.3.4.	Notion d'équilibre électronique.....	135
3.3.5.	Évolution de dose et de kerma à l'interface de 2 matériaux	140
3.3.6.	Rendement de Conversion fluence photon-fluence électron à l'équilibre électronique	143
3.3.7.	Composante diffusé et contribution à la dose.....	144
3.4.	Présentation tableur « IRM photon »	144

Chapitre 4 : Interaction neutron-matière et dose associée

4.1.	Généralités sur l'interaction neutron-matière.....	153
4.1.1.	Caractère probabiliste de l'interaction neutron-matière	153
4.1.2.	Caractère indirectement ionisant	155
4.1.3.	Formalisation du caractère probabiliste et concept de section efficace macroscopique	159
4.1.4.	Prise en compte de diverses réactions nucléaires dans un milieu composé.....	161
4.1.5.	Principe de Détermination des coefficients fluence-kerma pour les neutrons.....	166
4.2.	Réactions provoquées par les neutrons	167
4.2.1.	Réactions de diffusions et calcul du coefficient fluence-kerma ..	167
4.2.2.	Les réactions d'absorption	178
4.3.	Application : calcul de dose neutron dans un matériau équivalent tissus ..	190
4.3.1.	Réactions neutroniques prépondérantes	190

Chapitre 5 : Effets biologiques, grandeurs de protection et grandeurs opérationnelles

5.1.	Introduction générale. Effets biologiques des rayonnements ionisants.....	195
5.2.	Effets déterministes	198
5.2.1.	Mécanismes principaux	198
5.2.2.	Les irradiations globales, echelle des effets	199
5.2.3.	Les irradiations localisées.....	199
5.3.	Effets stochastiques et concept de détriment radiologique.....	200
5.3.1.	Effets biologiques à faibles doses	200
5.3.2.	Concept de détriment radiologique	202
5.4.	Grandeurs de protection	205
5.4.1.	Du détriment radiologique à la dose efficace.....	205
5.4.2.	Concept de dose équivalente par organe.....	205
5.4.3.	Champ d'application de la dose efficace (CIPR 103) et limitations	213
5.4.4.	Limites de dose efficace et de dose équivalente.....	214
5.5.	Grandeurs opérationnelles. Concept d'équivalent de dose	216
5.5.1.	Objectifs des grandeurs opérationnelles	216
5.5.2.	Détermination des coefficients de conversion fluence-équivalent de dose	219
5.5.3.	Facteur de qualité Q versus facteur de pondération des rayonnements w_R	226

5.6.	Coefficients fluence-équivalent de dose normalisés	227
5.6.1.	Électron.....	227
5.6.2.	Photons	230
5.6.3.	Neutrons	235

Chapitre 6 : Relations dose-activité

6.1.	Relation débit de dose gamma-activité	242
6.1.1.	De l'activité vers la dose. Principe.....	242
6.1.2.	Spectre d'émission gamma d'un radionucléide.....	243
6.1.3.	Calcul du débit de fluence à une distance donnée (hors atténuation).....	245
6.1.4.	Calcul de débit de dose par mise en œuvre des coefficients de conversion.....	246
6.1.5.	Lois en distance. Angle solide. Erreurs d'estimation.....	249
6.1.6.	Atténuation en ligne droite et diffusion (build-up) dans les écrans	256
6.1.7.	Présentation du tableur DOSIMEX-G.....	265
6.2.	Relation débit de dose bêta-activité	269
6.2.1.	Analogies et différences par rapport au calcul de la dose photon	269
6.2.2.	Caractéristiques essentielles des spectres bêta et électron de conversion.....	273
6.2.3.	Calcul de « coin de table » sur un spectre non atténué.....	274
6.2.4.	Profil de dose bêta.....	278
6.2.5.	Dose organe peau	280
6.2.6.	Présentation du tableur DOSIMEX-B	281
6.3.	Relation débit de dose neutron-activité	283
6.3.1.	Principe.....	283
6.3.2.	Le hasard à l'œuvre dans un code Monte-Carlo pour les neutrons	285
6.3.3.	Présentation du tableur DOSIMEX-N et résultats principaux.....	289
6.3.4.	Validation Code DOSIMEX-N	293
6.4.	Exposition interne.....	293
6.4.1.	Préambule	293
6.4.2.	L'établissement des facteurs de conversion	294
6.4.3.	Utilisation des DPUI et présentation du tableur DOSIMEX-I.....	304
6.4.4.	Exemples d'application et limites d'utilisation	315
6.4.5.	Introduction	325
6.4.6.	Dosimétrie physique	326
6.4.7.	Dosimétrie biologique.....	335
6.4.8.	Indicateurs biologiques des dommages radio-induits	336
6.4.9.	La dosimétrie clinique.....	338
	Bibliographie	343