

# Table des matières

---

<b>Préfaces</b> .....	xi
-----------------------	----

## **Chapitre 1 : Introduction**

## **Chapitre 2 : Interactions des rayonnements avec la matière**

2.1.	Les différents types de rayonnements nucléaires .....	3
2.1.1.	Les particules chargées .....	4
2.1.2.	Les particules non chargées ou neutres .....	4
2.1.3.	Notions de probabilité d'interaction .....	6
2.1.4.	Conclusion .....	7
2.2.	Interaction des particules chargées avec la matière .....	7
2.2.1.	Interaction des particules chargées lourdes .....	11
2.2.2.	Interaction des particules chargées légères .....	19
2.3.	Interaction des particules non chargées avec la matière .....	26
2.3.1.	Interaction des rayonnements X et $\gamma$ .....	26
2.3.2.	Atténuation des photons X et $\gamma$ .....	35
2.4.	Interaction des neutrons avec la matière .....	39
2.4.1.	Diffusion élastique .....	40
2.4.2.	Diffusion inélastique ( $n, \gamma n'$ ) .....	41
2.4.3.	Capture radiative ( $n, \gamma$ ) .....	41
2.4.4.	Réactions nucléaires d'absorption .....	42
2.4.5.	Réaction de fission .....	43
2.5.	Exercices .....	46

## **Chapitre 3 : Détecteurs de rayonnements nucléaires**

3.1.	Caractéristiques principales des détecteurs .....	56
3.1.1.	Les paramètres propres aux dispositifs de détection et à leur mise en œuvre .....	56
3.2.	Détecteurs à remplissage gazeux .....	64
3.2.1.	Principe de fonctionnement .....	65
3.2.2.	La chambre d'ionisation .....	69
3.2.3.	Le compteur proportionnel .....	75
3.2.4.	Le compteur Geiger-Müller .....	78
3.2.5.	Conclusion .....	80

3.3.	Détecteurs à scintillation .....	80
3.3.1.	Principe de fonctionnement .....	80
3.3.2.	Les scintillateurs .....	82
3.3.3.	Propriétés des scintillateurs .....	85
3.3.4.	Le photomultiplicateur ou PM .....	86
3.3.5.	Applications des détecteurs à scintillation .....	88
3.3.6.	Exercices .....	89
3.4.	Détecteurs à semi-conducteurs .....	91
3.4.1.	Généralités .....	91
3.4.2.	Principe de fonctionnement .....	92
3.4.3.	Applications .....	96
3.5.	Détecteurs de neutrons .....	99
3.5.1.	Détecteurs à remplissage gazeux .....	99
3.5.2.	Scintillateurs .....	104
3.6.	Autres types de détecteurs .....	106
3.6.1.	Détecteurs Cerenkov .....	106
3.6.2.	Émulsions photographiques .....	106
3.6.3.	Détecteurs solides de traces .....	108
3.6.4.	Détecteurs à changement de phase .....	109
3.6.5.	Détecteurs chimiques .....	109
3.6.6.	Détecteurs thermoluminescents .....	110
3.6.7.	Détecteurs photoluminescents et détecteurs minéraux par coloration .....	111
3.6.8.	Détecteurs à activation .....	111
3.6.9.	Calorimètres, bolomètres .....	113
3.6.10.	Détecteurs à transfert de charges – Collectrons ou <i>Self Powerd</i> <i>Neutron Detectors</i> .....	114
3.7.	Exercices .....	118
3.7.1.	Chambre à fission .....	118
3.7.2.	Compteur proportionnel à trifluorure de bore ( $\text{BF}_3$ ) .....	119
3.7.3.	Scintillateur et production de photoélectrons dans le PM .....	120

#### **Chapitre 4 : Statistiques appliquées aux mesures de rayonnements**

4.1.	Généralités sur les incertitudes de mesure .....	123
4.2.	Statistiques et mesure de rayonnements .....	124
4.2.1.	Notions élémentaires de statistique .....	125
4.2.2.	Lois de distribution de probabilité dans les mesures de rayonnements .....	129

#### **Chapitre 5 : Instrumentation neutronique pour le contrôle commande des réacteurs nucléaires**

5.1.	Introduction .....	139
5.2.	Détecteurs de neutrons appliqués à l'exploitation des réacteurs .....	140
5.2.1.	Compteur proportionnel à dépôt de bore .....	141
5.2.2.	Chambre d'ionisation à dépôt de bore .....	141
5.2.3.	Chambre d'ionisation à dépôt de bore compensée gamma .....	142
5.2.4.	Chambre à fission .....	143

5.3.	Chaînes de mesure .....	145
5.3.1.	Mode impulsion .....	145
5.3.2.	Mode courant .....	147
5.3.3.	Mode fluctuation .....	148
5.3.4.	Modes et régime de fonctionnement des détecteurs .....	148
5.3.5.	Vérification périodique des chaînes de mesure .....	149
5.4.	Chaînes neutroniques utilisées sur les REP .....	149
5.4.1.	Chaîne niveau source .....	150
5.4.2.	Chaîne niveau intermédiaire .....	150
5.4.3.	Chaîne niveau puissance .....	151

### ***Chapitre 6 : Exemples de méthodes de mesures photoniques et neutroniques dans l'industrie nucléaire***

6.1.	Spectrométrie gamma et X .....	156
6.1.1.	Principe physique.....	156
6.1.2.	Les détecteurs .....	157
6.1.3.	Électronique associée .....	159
6.1.4.	Acquisition et traitement du signal .....	161
6.1.5.	Domaines d'application .....	163
6.1.6.	Principales limitations .....	164
6.2.	Mesure neutronique passive .....	165
6.2.1.	Comptage neutronique total.....	165
6.2.2.	Comptage des coïncidences neutroniques .....	170
6.2.3.	Comptage des multiplicités neutroniques .....	174
6.2.4.	Conclusion .....	175

---

### ***Annexe A : Électronique associée aux détecteurs de rayonnements***

### ***Annexe B : Annales des sujets d'examens de Génie Atomique De 2003-2004 à 2009-2010***

### ***Annexe C : Corrigé des sujets d'examens de Génie Atomique De 2003-2004 à 2009-2010***

### ***Annexe D : Unités, constantes et grandeurs fondamentales en physique***