



Table des matières

Avant-propos	11
Chapitre 1 • Notions générales de radiochimie	13
1.1 Structure atomique	13
1.2 Les désintégrations radioactives	16
1.3 Correspondance masse-activité	19
1.4 Les désexcitations atomiques	21
1.4.1 Les désexcitations du noyau	22
1.4.2 Les désexcitations atomiques	22
1.5 Les filiations radioactives	23
1.6 Équivalence masse-énergie	24
Exercices du chapitre 1	26
Chapitre 2 • Les détecteurs	29
2.1 Les rayonnements électromagnétiques	30
2.1.1 Effet photo électrique	30
2.1.2 Effet Compton	30
2.1.3 Création de paires électron-positon	31
2.2 Compteurs à gaz	32
2.3 Détecteurs à scintillation	37
2.3.1 Principe du phénomène de scintillation	37

2.3.2	Appareillage	39
2.3.3	Principaux types de scintillateur	41
2.4	Détecteurs à semi-conducteur	45
2.5	Détecteurs neutron	46
2.6	Détecteur alpha	47
2.7	Comparatif des techniques de mesures alpha et bêta	48
2.8	Spectrométrie gamma	48
2.8.1	Principe de la spectrométrie gamma	48
2.8.2	Notions importantes en spectrométrie gamma	50
2.8.3	Le spectre gamma	51
2.8.4	Étalonnage	53
2.8.5	Appareillage	54
	Exercices du chapitre 2	55

Chapitre 3 • Prélèvement et préparation des échantillons 59

3.1	Définitions et nécessités	59
3.2	Méthodes expérimentales d'évaluation des incertitudes en lien avec le prélèvement/échantillonnage	60
3.3	Prétraitement des échantillons	61
3.3.1	Échantillons liquides	61
3.3.2	Échantillons solides	62
3.3.3	Échantillons gazeux	63
3.4	Préparation des échantillons	64
3.4.1	Solubilisation/dissolution	64
3.4.2	Calcination	67
3.4.3	Séparation/concentration	67
3.5	Rendements spécifiques et rendement global	72
	Exercices du chapitre 3	74

Chapitre 4 • Séparation pré-analytique 77

4.1	Intérêt de la séparation	77
4.2	Techniques chromatographiques	77
4.3	Description générale de la chromatographie en phase liquide	78
4.4	Chromatographie ionique	79
4.4.1	Échange d'ions	79
4.4.2	Chromatographie par recul d'ionisation	80
4.4.3	Chromatographie d'exclusion ionique	80
4.4.4	Chromatographie par appariement d'ions	80
4.4.5	Exclusion stérique encore appelée GPC (<i>gel permeation chromatography</i>)	80

4.4.6 Échange de ligand	81
4.4.7 Échange sur résine imprégnée par solvant (RIS)	81
4.5 Grandeurs chromatographiques	81
4.5.1 Rétention	81
4.5.2 Sélectivité	82
4.5.3 Nombre de plateaux théoriques (efficacité séparative)	82
4.6 Support solide d'extraction	84
4.7 Exemples de protocoles	87
4.7.1 Phase de séparation	87
4.7.2 Les phases de désextractions	89
Exercices du chapitre 4	90
Chapitre 5 • Analyse par activation	93
5.1 Définitions et principes de base	93
5.2 Avantages et inconvénients	93
5.3 Représentation phénoménologique et modèle associé	94
5.4 Sources d'irradiation pour activation des échantillons	97
5.4.1 Activation neutronique	97
5.4.2 Activation photonique	97
5.5 Discussions méthodologiques et applications	98
5.6 Interférences et adaptation du protocole	99
5.7 Méthodologie et protocoles	100
5.8 Utilisation d'étalon dans l'analyse par activation	101
5.9 Illustration de dosage et discussion du protocole	102
Exercices du chapitre 5	104
Chapitre 6 • Analyse par méthode des traceurs	105
6.1 Les principales méthodes de marquage	105
6.2 Principe général	106
6.3 Sensibilité	107
6.4 Spécificité	107
6.5 Choix de l'indicateur	107
6.6 Dilution isotopique directe	108
6.7 Dilution isotopique double	110
6.8 Dilution dérivée	111
6.9 Substitution	111
6.10 Échange isotopique	112
6.11 Autres cas d'applications	112
Exercices du chapitre 6	113

Chapitre 7 • Bonnes pratiques de laboratoire de radiochimie	115
7.1 Introduction aux bonnes pratiques	115
7.2 Traçabilité des échantillons	116
7.3 Qualité des analyses	116
7.4 Les méthodes d'analyse	117
7.5 Étalonnage des appareils	117
7.6 Évaluation des méthodes d'analyse	123
7.7 Limite de détection	124
7.8 Maîtrise des risques radiochimiques	126
7.8.1 Particularités des échantillons radioactifs	126
7.8.2 Notions de radioprotection	129
7.8.3 Protection des opérateurs	130
7.8.4 Dosimétrie	132
7.9 Les déchets/effluents issus du processus d'analyse	133
7.9.1 Les effluents suspects	133
7.9.2 Les effluents actifs	134
7.9.3 Les déchets solides	134
Exercices du chapitre 7	135
Chapitre 8 • Calcul de l'incertitude associée au résultat d'analyse	139
8.1 Définitions	139
8.2 Les sources des incertitudes	139
8.3 Bases de métrologie	141
8.4 Méthodologie du calcul d'incertitude	143
8.4.1 Modélisation de la mesure	144
8.4.2 Détermination de <i>l'incertitude</i> associée à chaque grandeur	144
8.5 Application de la loi de propagation de l'incertitude	148
8.6 Application du coefficient d'élargissement	150
8.7 Exemples d'application	151
8.7.1 Exemple d'un dosage acido basique	151
8.7.2 Exemple d'un dosage chromatographique	153
8.7.3 Application à la détermination de l'incertitude sur l'activité mesurée par une méthode radiochimique	159
8.8 Discussion	163
Solutions des exercices	165

Annexes	179
Annexe 0 : Constantes physiques et facteurs de conversion	181
Annexe 1 : Illustrations des orbitales électroniques d	183
Annexe 2 : Principaux modèles d'évaluation des incertitudes	
Démonstration des formules données dans le tableau 8-3	185
Annexe 3 : Tables de Student	189
Annexe 4 : Hyperboles d'incertitude	191
Annexe 5 : Données radiochimiques de quelques radio-isotopes	193
Bibliographie	195
Index	199