

# TECHNOSUP

Les FILIÈRES TECHNOLOGIQUES des ENSEIGNEMENTS SUPÉRIEURS

## RADIOACTIVITÉ

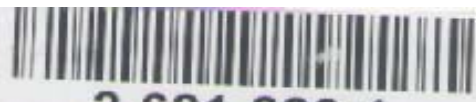
# Radioprotection

Rayonnements, dosimétrie, protection

Gérard MAREY

ellipses

21 - 826 - 1



2-621-826-1

# TECHNUSUP

Les FILIÈRES TECHNOLOGIQUES des ENSEIGNEMENTS SUPÉRIEURS

## RADIOACTIVITÉ



# Radioprotection

## Rayonnements, dosimétrie, protection

Gérard MAREY

Professeur en STS  
Lycée du Creusot



# TABLE DES MATIERES

## PARTIE A

### MATIERE, STRUCTURE et TRANSFORMATIONS NUCLEAIRES

<b>I. ATOMES ET NOYAUX</b>	<b>11</b>
1 L'atome	12
2 Les isotopes	16
3 La masse atomique	18
4 Exercices A	21
<b>II. LA RADIOACTIVITE</b>	<b>25</b>
1 Un processus au cœur du noyau	25
<b>III. STABILITE NUCLEAIRE</b>	<b>28</b>
1 Pourquoi certains noyaux sont stables et d'autres instables?	28
2 Exercices B	34
<b>IV. MODES DE TRANSFORMATION</b>	<b>36</b>
1 Objectif: la stabilité	36
2 Désintégration $\beta^-$	36
3 Désintégration $\beta^+$ ou Capture Electronique	38
4 Désintégration $\alpha$	40
5 Les ondes électromagnétiques	41
6 Les schémas de désintégrations	43
7 Points communs aux différents modes de désintégration	46
8 Exercices C	48
<b>V. DECROISSANCE EXPONENTIELLE</b>	<b>51</b>
1 Le rythme de désintégration	51
2 La période radioactive	52
3 La constante radioactive	53

4 Evolution de l'activité	55
5 Exercices D	55

## **VI. DEFAUT DE MASSE ET ENERGIE DE LIAISON** 58

1 Le défaut de masse des noyaux	58
2 L'énergie de liaison des noyaux	59
3 Autres caractéristiques des nucléides	62
4 Equivalence entre masse et énergie	64
5 Exercices E	66

## **VII. ENERGIE DES DESINTEGRATIONS** 68

1 Principes généraux	68
2 Energie des désintégrations $\alpha$	69
3 Energie des désintégrations $\beta^- \beta^+$	71
4 Autres modes de désintégrations	75
5 Exercices F	76

## **VIII. LA RADIOACTIVITE DANS LES CENTRALES NUCLEAIRES** 78

1 Cycle amont et cycle aval	78
2 Les réactions nucléaires	79
3 Les produits de fission	81
4 Les transuraniens ou actinides	86
5 Les produits d'activation	89
6 Synthèse	91
7 Exercices G	95

<b>ENTRAINEMENTS SERIE N°1</b>	<b>104 - 11</b>
--------------------------------	-----------------

**PARTIE B****DOSES ET PROTECTIONS RADIOLOGIQUES**

<b>IX. INTERACTIONS DES RAYONNEMENTS DANS LA MATIERE</b>	<b>118</b>
1 Introduction	118
2 Classification des rayonnements	118
3 Interaction de particules chargées avec la matière	120
4 Interaction des rayonnements électromagnétiques avec la matière	125
5 Interaction des neutrons avec la matière	132
6 Exercices H	135
<b>X. NOTION DE DOSE</b>	<b>137</b>
1 Introduction	137
2 Les doses absorbées et débits de dose absorbée	138
3 Les effets moléculaires de l'interaction des rayonnements	138
4 Les doses biologiques	139
5 Les effets sur le corps humain	144
6 La réglementation	148
<b>XI. PROTECTION CONTRE L'EXPOSITION EXTERNE</b>	<b>149</b>
1 Principe de protection contre l'exposition externe	149
2 Réduction de l'activité	149
3 Réduction par la distance	151
4 Réduction par les écrans	158
5 Exercices I	164
<b>XII. DETECTION DES RAYONNEMENTS</b>	<b>166</b>
1 Détection des rayonnements	166
2 Les différents types de détecteur	167
3 Mesure de contamination surfacique	173
4 Caractéristiques principales des détecteurs	177
5 Moyen de mesure en centrale et sur les chantiers	181
<b>XIII. PROTECTION CONTRE L'EXPOSITION INTERNE</b>	<b>186</b>
1 Présentation des termes	186
2 Les différents types de contamination	187
3 Périodes effectives, périodes biologiques	191
4 Réflexion sur les valeurs repères associées au risque d'incorporation	194

5 Repère en activité incorporée et repère en concentration atmosphérique	196
6 Exercices J	198
7 Mesures de contamination et calculs	200
8 Limites dérivées de concentration atmosphérique LDCA	202

<b>XIV. ELEMENTS DE VENTILATION</b>	<b>206</b>
1 Encinte de confinement	206
2 La filtration	208
3 Propagation de la contamination atmosphérique	209
4 Exercices K	211

<b>ENTRAINEMENTS SERIE N°2</b>	<b>212-229</b>
--------------------------------	----------------

## PARTIE C

### LA RADIOPROTECTION EN CHANTIER

<b>XV. LA RADIOPROTECTION</b>	<b>232</b>
1 L'objet de la radioprotection	232
2 Les sources d'exposition	235
3 Les normes de sécurité	236
4 Le terme source	237

<b>XVI. PROTECTIONS BIOLOGIQUES</b>	<b>241</b>
1 L'utilisation d'écran	241
2 Protection contre l'exposition externe	242
3 Protection contre l'exposition interne	243
4 Exercices L	243
5 Le confinement des chantiers	244
6 Les protections individuelles	245

<b>XVII. MESURES DE PREVENTION</b>	<b>249</b>
1 Le risque d'exposition externe	249
2 Le risque de contamination	250
3 Le risque iode	250
4 Le risque alpha	251
<b>XVIII. APPLICATION DE LA RADIOPROTECTION EN CHANTIER</b>	<b>254</b>
1 Les responsabilités	254
2 Exigences vis-à-vis des travailleurs	256
3 Préparation des interventions en zone contrôlée	257
4 Réalisation des travaux en zone contrôlée	259
5 Le zonage de radioprotection	263
6 Le zonage propreté	267
7 Exercices M	268
<b>XIX. GESTION DES DECHETS DI 82 et DI 104</b>	<b>270</b>
1 Présentation générale	270
2 Le zonage propreté	270
3 Le zonage de référence opérationnel	271
4 Les appareils de radioprotection	272
5 Autres zones différentes des locaux	273
6 Typologie des locaux	273
7 Exigences spécifiques des locaux	275
8 Exercices N	278
9 Dépassement de CPO	280
<b>XX. PROPRETE RADIOLOGIQUE</b>	<b>281</b>
1 Objectif et rôle de la DI82	281
2 Définitions importantes	281
3 La limite de site	285
4 Recommandations, exemples, bonnes pratiques	286
5 Synthèse	288
6 Contrôle des personnes	289
7 Exercices O	290
<b>XXI. DECONSTRUCTION</b>	<b>292</b>
1 Les grandes phases techniques de la déconstruction	292
2 Pourquoi y-a-t-il toujours un risque radiologique?	293
3 Préparation des chantiers de démantèlement	294
4 Enseignements des premières opérations de démantèlement	295
5 Exercices P	296

<b>XXII RADIOPROTECTION ET TRANSPORT</b>	<b>297</b>
1 Présentation réglementaire	297
2 Exemple : mesures autour d'un colis	298
<b>ENTRAINEMENTS SERIE N°3</b>	<b>299- 313</b>
<b>CORRIGES DES EXERCICES</b>	<b>314- 330</b>
<b>CORRIGES DES ENTRAINEMENTS</b>	<b>331- 354</b>
<b>ANNEXES</b>	<b>355- 359</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE</b>	<b>360</b>



La collection TECHNOSUP dirigée par Claude Chêze est une sélection d'ouvrages dans toutes les disciplines, pour les filières technologiques des enseignements supérieurs.

Niveau A	Approche (éléments, résumés ou travaux dirigés)	IUT - BTS - 1 <sup>er</sup> cycle
Niveau B	Bases (cours avec exercices et problèmes résolus)	IUP - Licence
Niveau C	Compléments (approfondissement, spécialisation)	Écoles d'ingénieurs, Master

### *L'ouvrage : niveau B (IUP - Licence)*

Pour tous les travailleurs du nucléaire comme pour les étudiants des licences professionnelles et des BTS Environnement nucléaire et BTS radioprotection, l'ouvrage rassemble de façon progressive, claire et précise toutes les informations scientifiques et pratiques qui leur sont indispensables.

Une première partie résume les données de base relatives à la structure de la matière, la stabilité des noyaux, les différents rayonnements, leur énergie et la décroissance radioactive.

La deuxième partie constitue une approche progressive de la radioprotection s'appuyant sur l'influence des rayonnement sur la matière pour définir les notions de dose et aborder le dimensionnement des protections biologiques et des éléments de ventilation.

Enfin, la dernière partie traite de la mise en œuvre pratique de la radioprotection sur le terrain et de la gestion des déchets nucléaires en application de la technologie actuelle, de la réglementation et des directives imposées par l'exploitant qu'est EDF.

Des exercices corrigés sont systématiquement proposés pour faciliter et vérifier l'assimilation, et pour préparer les choix technologiques à faire sur les chantiers de nombreux entraînements contextualisés, comme des études de cas concrets sont également proposés avec des corrigés très explicatifs.

### *L'auteur :*

*Gérard MAREY enseigne en STS au Lycée du Creusot, après une longue expérience industrielle en distribution haute et en maîtrise des risques en milieu hostile. Il a participé à la mise en place des formations nucléaires pour les futurs chargés de travaux.*

Illustration de couverture : Dessin de Léonard de Vinci.



9 782340 001237



[www.editions-ellipses.fr](http://www.editions-ellipses.fr)