



# LE CÉSIUM

de l'environnement à l'Homme

---

COORDINATEURS

DANIEL ROBEAU, FRANÇOIS DABURON ET HENRI MÉTIVIER





# LE CÉSIUM

## de l'environnement à l'Homme

---

COORDINATEURS

DANIEL ROBEAU, FRANÇOIS DABURON ET HENRI MÉTIVIER



7, avenue du Hoggar  
Parc d'Activités de Courtabœuf  
91944 Les Ulis cedex A, France

## Collection IPSN coordonnée par Henri Métivier

### Derniers ouvrages parus

*Le tritium – de l'environnement à l'Homme*

Yves Belot, Monique Roy, Henri Métivier, Coordinateurs.

*Radionuclides in the oceans – Inputs and inventories*

Pierre Guéguéniat, Pierre Germain, Henri Métivier, Coordinators.

*Le Radon – de l'environnement à l'Homme*

Henri Métivier, Marie-Christine Robé, Coordinateurs.

*Les installations nucléaires et l'environnement – Méthode d'évaluation de l'impact radioécologique et dosimétrique*

Luc Foulquier, Françoise Bretheau, Coordinateurs.

*Les retombées en France de l'accident de Tchernobyl – Conséquences radioécologiques et dosimétriques*

Auteurs : Philippe Renaud, Karine Beaugelin, Henri Maubert, Philippe Ledenic

*Calliope – Un outil pédagogique en dosimétrie interne (cédérom)*

Auteurs : B. Le Guen, Ph. Bérard, P.N. Lirsac, M.L. Perrin, M.-M. Bé, J.L. Malarbet, B. Gibert, M. Roy, H. Métivier

*ICRP – Historique, politiques, méthodes de la CIPR*

J.-C. Nénot, H. Métivier, Coordinateurs.

---

### Ouvrage à paraître

*Catastrophes et accidents nucléaires dans l'ex-Union soviétique*

D. Robeau, Coordinateur.

*Liste complète en fin d'ouvrage.*

ISBN : 2-86883-471-X

Tous droits de traduction, d'adaptation et de reproduction par tous procédés, réservés pour tous pays. La loi du 11 mars 1957 n'autorisant, aux termes des alinéas 2 et 3 de l'article 41, d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective », et d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation intégrale, ou partielle, faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite » (alinéa 1er de l'article 40). Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles 425 et suivants du code pénal.

© EDP Sciences 2000

# Préface

---

Le césium attire l'attention de tous par un de ses isotopes :  $^{137}\text{C}$  (de période courte : 30 ans) très toxique qui intervient dans les rejets et accidents nucléaires et par un autre,  $^{135}\text{C}$  (de très longue période : 2,9 milliards d'années) qui justifie les soins méticuleux portés aux stockages de déchets.

Si le césium est présent dans les roches au sein des micas lépidolithes et utilisé par l'industrie des images (photographie, télévision), il est essentiellement produit lors de réactions à usage militaire, énergétique et accessoirement médical.

Les auteurs de ce travail répertorient les quantités de césium dans des sites industriels aménagés, dans les tissus animaux et végétaux, et dans les différentes enveloppes terrestres (sol, eaux, atmosphère). Pour ce faire, les résultats des essais militaires atmosphériques et les accidents de centrales civiles, en particuliers celui de Tchernobyl, sont présentés avec un luxe de détails rarement atteint dans des exposés concis.

Le passage d'un milieu à un autre, toujours crucial et délicat à établir est particulièrement soigné, il aboutit dans la chaîne alimentaire ; l'influence des contaminations des animaux de rente est mise en évidence. Bien évidemment toute l'analyse devait converger vers la description des effets physiologiques rendue possible grâce à une dosimétrie aujourd'hui bien établie.

La répartition du césium sur la planète résultant essentiellement d'activités anthropiques contrôlées et d'accidents liés aux engins, les causes d'accidents, les moyens de les éviter et les actions à entreprendre lorsqu'ils ont lieu sont décrits ; les législations mises en place sont explicitées.

Le césium est toujours évoqué dès que l'on aborde le nucléaire, cet ouvrage est très attendu. Sachons gré aux auteurs tous spécialistes reconnus d'avoir réussi à réunir une telle information d'une telle qualité et d'avoir su l'organiser avec talent et efficacité. Les données exposées s'élargissent beaucoup hors du cadre français et montrent, pour qui sait, où trouver les sources. Le monde du nucléaire n'est pas aussi secret qu'il y paraît : les auteurs nous guident pour y accéder à travers de multiples exemples de données.

Jean Dercourt  
Secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences

*Cette page est laissée intentionnellement en blanc.*

# Sommaire

---

## Partie 1 Caractéristiques du césium

---

<b>1. Propriétés physiques et chimiques du césium</b> .....	3
1. État naturel .....	4
2. Propriétés physiques .....	5
3. Propriétés nucléaires et radioactives .....	6
4. Propriétés chimiques .....	8
5. Données analytiques .....	10
6. Utilisations .....	10
<b>2. Inventaire des sources de césium</b> .....	13
1. Césium produit dans les réacteurs nucléaires .....	13
2. Le césium dans l'étape du retraitement du combustible .....	16
3. Le césium dans les centres de stockage de la Manche et de l'Aube .....	21
4. Césium produit pour la fabrication de sources scellées .....	23
5. Inventaire du césium produit par les essais atmosphériques et souterrains d'armes nucléaires .....	25
<b>3. Mesure du césium chez l'homme et chez les grands animaux domestiques</b> .....	27
1. L'homme .....	28
2. Les grands animaux domestiques .....	38

---

## Partie 2 Le césium dans l'environnement

---

<b>4. Atmosphère</b> .....	49
1. Matériels et méthodes .....	50
2. Résultats .....	52
3. Discussion .....	59

---

<b>5. Sols et végétaux</b> .....	63
1. Le césium dans l'environnement terrestre .....	63
2. Le césium dans les sols .....	64
3. Le césium dans les végétaux terrestres .....	74
<hr/>	
<b>6. Milieu forestier</b> .....	93
1. Interception du dépôt .....	94
2. Translocation et transfert au sol .....	95
3. Présence du césium dans le sol .....	96
4. Champignons .....	97
5. Baies .....	100
6. Gibier .....	100
7. Homme .....	103
<hr/>	
<b>7. Milieux aquatiques</b> .....	111
1. Spéciation du césium dans l'environnement aquatique .....	112
2. Incorporation dans les composantes biologiques des écosystèmes aquatiques .....	113
3. Modélisation de la contamination des chaînes trophiques aquatiques ..	122
<hr/>	
<b>8. Milieux marins</b> .....	127
1. Comportement du césium dans le milieu marin .....	127
2. La Manche .....	130
3. La mer d'Irlande .....	133
4. La mer du Nord .....	136
5. L'entrée du chenal de Norvège .....	136
6. La mer Baltique .....	138
7. L'océan Arctique .....	140
8. La Méditerranée .....	144
9. La mer Noire .....	146
10. L'océan Atlantique .....	147
11. L'océan Pacifique .....	148
<hr/>	
<b>9. Chaîne alimentaire</b> .....	151
1. Moyens d'étude du transit métabolique du césium .....	151
2. Transit métabolique du césium chez les ruminants .....	154
3. Modification de l'absorption et de l'excrétion .....	162
4. Transfert aux produits animaux .....	171
<hr/>	



### Partie 3

#### Dosimétrie et effets biologiques

<b>10. Dosimétrie des expositions aux isotopes radioactifs du césium</b>	189
1. Rappel de quelques définitions	189
2. Exposition externe	194
3. Exposition interne	205
<b>11. Effets biologiques du césium</b>	215
1. Aspect expérimental	216
2. Contamination humaine	225

### Partie 4

#### Gestion de la contamination par le césium

<b>12. Gestion des situations accidentelles</b>	235
1. Phases de contamination	235
2. Actions palliatives pour les productions agricoles	237
3. Actions palliatives pour les animaux de rente	241
4. Exemples d'actions palliatives	242
5. Coûts des actions palliatives et modélisation	243
<b>13. Niveaux d'intervention et d'action relatifs au césium</b>	247
1. Réglementation internationale	247
2. Réglementation de l'Union européenne	248
3. Réglementation dans l'ex-URSS et dans les trois républiques	249
<b>14. Impact du césium après l'accident de Tchernobyl</b>	251
1. Dépôts de $^{137}\text{Cs}$ dans l'ex-URSS	251
2. Dépôts de césium dans les pays de l'Europe de l'Est	254
3. Dépôts de césium dans les pays de l'Europe de l'Ouest	255
4. Dépôts de césium en France	256
5. Marquage des produits	258
6. Impact sanitaire dû au césium en Union soviétique	261
7. Impact sanitaire dû au césium en France	262
<b>15. Séparation du césium avant entreposage ou stockage des déchets nucléaires</b>	263
1. Les dicarbollides	264
2. Éthers couronne	267
3. Calix[4]arènes	272