



IODE 129

129
53 I**- ASPECTS SANITAIRES -****I. Caractéristiques****I.1 Chimiques**

L'iode fait partie de la famille chimique des halogènes. Il se vaporise à une température légèrement supérieure à 100°C. Très mobile dans l'environnement, il est présent à peu près partout mais de façon hétérogène.

Les principales formes d'iode radioactif présentes dans un rejet d'effluents radioactifs provenant d'un réacteur nucléaire sont :

- l'*iode moléculaire* (I₂) présent sous forme gazeuse ;
- l'*iode organique*, dont une forme courante est l'iodure de méthyle (ICH₃), présent sous forme gazeuse ;
- l'*iode particulaire* (aérosols) dont le diamètre des particules est variable (avec possibilité d'agrégation).

I.2 Nucléaires

L'¹²⁹I est un isotope radioactif créé lors des réactions de fission (cassure des noyaux d'uranium ou de plutonium) dans un réacteur nucléaire ou lors de l'explosion d'une arme nucléaire.

129I	
Période radioactive	15,7 millions d'années
Activité massique	6,53.10⁶ Bq.g⁻¹
Emission(s) principale(s) (rendement d'émission pour 100 désintégrations)	Désintégration β⁻ E_{max} = 154 keV (100 %) Emission γ E = 40 keV (7 %) Emission X Couche K : E_{moy} = 30 keV (71 %) Couche L : E_{moy} = 4 keV (7 %)

[ICRP, 1983 - Browne et Firestone, 1986]

II. Origines**II.1 Naturelle**

Comme tout radionucléide issu de la fission nucléaire, l'¹²⁹I est créé naturellement lors des quelques fissions spontanées qui se produisent dans l'uranium naturel. Il s'accumule notamment dans les océans où le stock global est évalué à environ 7.10⁹ Bq.



II.2 Artificielle

- Explosions nucléaires atmosphériques

Pendant la période 1945-1962, les essais nucléaires atmosphériques ont libéré dans l'environnement une quantité d' ^{129}I estimée à 4.10^{11} Bq. La quasi totalité de ^{129}I s'est déposée au sol sur l'ensemble de la planète où elle est encore présente pour des millions d'années.

- Production au sein des réacteurs nucléaires

Le cœur d'un réacteur en fonctionnement renferme une très grande quantité d' ^{131}I et sensiblement moins d' ^{129}I . Pour un réacteur à eau sous pression (REP) de 1 300 MWe, l'activité présente dans le combustible en fin de cycle (environ 40 mois) est de l'ordre de 4.10^{18} Bq pour ^{131}I et de $7,5.10^{10}$ Bq pour ^{129}I . Compte tenu du temps passé entre le déchargement du combustible et son retraitement (plusieurs années), ^{131}I est totalement éliminé par décroissance radioactive, alors que ^{129}I est toujours présent.

- Rejets des installations nucléaires

Au cours du fonctionnement normal d'un réacteur et au cours des opérations de retraitement du combustible, une très faible fraction des éléments radioactifs présents se retrouve dans les effluents rejetés de façon contrôlée dans l'environnement. Pour un REP de 1 300 MWe, le rejet annuel de ^{131}I est de l'ordre de 1.10^8 Bq dans les effluents gazeux ; l'activité rejetée dans les effluents liquides est légèrement inférieure. L'activité d' ^{129}I dans le cœur du réacteur étant considérablement plus faible que celle de ^{131}I , l'activité rejetée est négligeable.

Pour l'usine de retraitement de La Hague, l'activité d' ^{129}I rejetée annuellement dans les effluents est égale à $1,84.10^{12}$ Bq en 1999 dont 99% dans les effluents liquides.

Pour l'usine de Sellafield (Royaume-Uni) en 1997, les rejets gazeux d' ^{129}I se sont élevés à $2,5.10^{10}$ Bq et les rejets liquides à $5,2.10^{11}$ Bq [BNFL, 1997].

III. Transfert à l'environnement et métrologie

III.1 Données environnementales

Dans l'environnement, les isotopes de l'iode suivent les processus de transfert habituels : dispersion au sein du milieu récepteur, dépôt, captation par les organes aériens des végétaux, absorption racinaire, ingestion par l'animal.

Le comportement de l'iode dans l'environnement varie selon la forme physico-chimique sous laquelle il a été émis : les formes organiques se déposent plus lentement et sont moins bien retenues par la végétation que les formes moléculaires ; les formes particulières ont un comportement intermédiaire.

Il faut noter que :

- du fait de sa période longue, toutes les voies de transfert de ^{129}I sont à considérer lors de l'évaluation des impacts sur l'homme et l'environnement ;
- ingéré par les animaux en période de lactation, l'iode se retrouve rapidement dans le lait (quelques heures après l'ingestion, le maximum apparaissant au bout de trois jours).

III.2 Métrologie environnementales

Le rapport n°75 du NCRP (1983) décrit différentes techniques qui peuvent être utilisées pour la mesure de ^{129}I , notamment des méthodes de comptage par scintillation liquide et de spectrométrie gamma.

IV. Utilisations industrielles et médicales

L'¹²⁹I n'est pas utilisé dans ces contextes.

V. Atteinte de l'homme

V.1 Exposition externe

Les coefficients de dose efficace ci-après sont issus du rapport n°12 du Federal Guidance (1993) et sont valables quel que soit l'âge de l'individu exposé.

	Dose efficace
Panache	$3,80.10^{-16}$ (Sv /s) / (Bq/m ³)
Dépôt	$2,58.10^{-17}$ (Sv /s) / (Bq/m ²)
Immersion dans l'eau	$8,91.10^{-19}$ (Sv /s) / (Bq/m ³)

V.2 Contamination externe de la peau

Une contamination homogène superficielle de 1000 Bq.cm⁻² de peau délivre un débit de dose équivalente à l'épiderme (couche superficielle de la peau) de $3,4.10^{-4}$ Sv.h⁻¹ [Chaptinel et al., 1988].

V.3 Exposition interne

- Biocinétique

L'iode apporté par l'alimentation est rapidement absorbé (90 % en 1 heure) au niveau de l'estomac et de l'intestin grêle et se retrouve dans le plasma sanguin. De même, l'iode inhalé est transféré rapidement en totalité au sang.

Le modèle biocinétique pour l'iode, décrit dans la Publication 67 de la CIPR (1993), suppose que 30 % de la fraction d'iode présent dans le sang s'accumule dans la thyroïde et que les 70 % restants sont éliminés directement dans l'urine. La période biologique dans le sang est de 0,25 jour. Les iodures incorporés dans les hormones thyroïdiennes quittent la thyroïde avec une période d'environ 80 jours et pénètrent dans d'autres tissus où ils sont retenus avec une période de 12 jours. 80 % des iodures sont alors relargués dans la circulation sanguine et ils peuvent être alors, soit recaptés par la thyroïde, soit excrétés dans les urines ; 20 % est excrété dans les fèces sous forme organique.

Pour un européen adulte euthyroïdien, la fraction captée par la thyroïde est comprise entre 20% et 25 %. Les dysfonctionnements thyroïdiens peuvent modifier cette valeur (jusqu'à 25 %). Les adultes hypothyroïdiens ont une incorporation thyroïdienne faible. Les adultes hyperthyroïdiens ont par contre une période biologique de l'iode dans la thyroïde réduite. La dose engagée à la thyroïde varie en conséquence. Lorsque de tels dysfonctionnements sont soupçonnés, des valeurs individuelles doivent être introduites dans les calculs de dose, surtout en cas d'exposition accidentelle pour laquelle une évaluation précise est nécessaire.

La période effective de l'¹²⁹I est de 120 jours.

[Pour plus de renseignements : voir logiciel « Calliope », 1999]

- Mesure

L'iode 129 ne présente pas de problème de détection. Après l'incorporation, le taux d'excrétion urinaire décroît rapidement avec le temps ; la surveillance de la thyroïde est donc préférable, à moins de connaître le moment exact de l'incorporation. La surveillance urinaire est indispensable si le fonctionnement de la thyroïde a été bloqué.

¹²⁹ I	Méthode de mesure		Limite de détection
	Spectrométrie photon <i>in vivo</i>	Thyroïde	100 Bq
	Séparation radiochimique et comptage β ⁻	Urine	1 Bq.l ⁻¹

[ICRP, 1998]

- Coefficients de dose

Pour le public, les données ci-après sont issues de la Directive Européenne 96/29/EURATOM.

Elles considèrent un temps d'intégration de **50 ans** pour l'adulte et jusqu'à l'âge de **70 ans** pour l'enfant et des débits respiratoires moyens respectifs de **0,9 m³.h⁻¹** et de **0,2 m³.h⁻¹**.

		Dose efficace (Sv /Bq)	
		Adulte	Enfant (1-2 ans)
Inhalation	-Aérosol (type F) <i>AMAD = 1μm</i>	3,6.10 ⁻⁸	8,6.10 ⁻⁸
	-Vapeur d'iode I ₂	9,6.10 ⁻⁸	2,0.10 ⁻⁷
	-Iodure de méthyle ICH ₃	7,4.10 ⁻⁸	1,5.10 ⁻⁷
Ingestion		1,1.10 ⁻⁷	2,2.10 ⁻⁷

Pour les travailleurs, les données ci-après sont issues de la Directive Européenne 96/29/EURATOM.

Elles considèrent un temps d'intégration de **50 ans** pour l'adulte et un débit respiratoire moyen égal à **1,2 m³.h⁻¹**.

		Dose efficace (Sv /Bq)	
		Travailleur	
Inhalation	-Aérosol (type F) <i>AMAD = 5μm</i>	5,1.10 ⁻⁸	
	-Vapeur d'iode I ₂	9,6.10 ⁻⁸	
	-Iodure de méthyle ICH ₃	7,4.10 ⁻⁸	
Ingestion		1,1.10 ⁻⁷	

V.4 Dangerosité

Comme l'¹³¹I, l'¹²⁹I est un isotope important du point de vue radiotoxicologique en raison de sa grande mobilité dans l'environnement, de sa bonne assimilation dans l'organisme et de son accumulation dans la thyroïde.

-Groupe de radiotoxicité : indicateur de radiotoxicité au sens du décret 88-521 du 18/04/88.

4 (faible)

-Valeur d'exemption : activité au-dessous de laquelle une pratique est exemptée de déclaration d'après la Directive Européenne n°96/29/EURATOM du 13 mai 1996.

10⁵ Bq

VI. Accidents

IX.1 Historique

Lors des accidents survenus à Windscale (Royaume-Uni) en 1957, à Three Mile Island (USA) en 1979 et à Tchernobyl en 1986, des quantités importantes d'¹³¹I ont été relâchées ; pour tous ces accidents, les émissions d'¹²⁹I ont été très secondaires.

IX.2 Réponse sanitaire

Une mesure de protection particulière à l'iode radioactif consiste à administrer de l'iode stable par voie orale (tablettes de comprimés d'iodure de potassium de 130 mg soit 100 mg d'iode stable) afin d'empêcher la fixation de l'iode radioactif par blocage du fonctionnement thyroïdien. Cette administration doit être effectuée dans les meilleurs délais sans dépasser quelques heures après la contamination. Elle est préconisée pour une dose prévisionnelle calculée à la thyroïde supérieure ou égale à 100 mSv (*Circulaire interministérielle du 10 mars 2000 portant révision des plans particuliers d'intervention relatifs aux installations nucléaires de base*).

La posologie est de :

- 1 comprimé pour les adultes, enfants de plus de 12 ans et femmes enceintes ;
- 1/2 comprimé pour les enfants de 3 à 12 ans ;
- 1/4 comprimé pour les enfants de moins de 3 ans.

En cas de rejet important d'iode radioactif, l'autre mesure d'urgence consiste à évacuer la population hors de la zone de passage du nuage.

VII. Textes réglementaires généraux

-Directive Européenne n°96/29/EURATOM adoptée le 13 mai 1996, fixant les normes de base relatives à la protection sanitaire de la population et des travailleurs contre les dangers résultant des rayonnements ionisants (J.O.C.E. n°159 du 29 juin 1996).

Les limites annuelles de dose sont les suivantes :

	Public	Travailleur
Dose efficace	1 mSv	100 mSv/ 5 ans consécutifs et au plus 50 mSv/an
Dose équivalente à la peau	50 mSv	500 mSv

-Brochure du Journal Officiel (J.O.) n°1420 : protection contre les rayonnements ionisants. Ce document rassemble tous les textes législatifs et réglementaires de radioprotection et notamment :

- Le décret n° 88-521 du 18 avril 1988 modifiant le décret du 20 juin 1966 relatif aux principes généraux de radioprotection ;
- Le décret n° 86-1103 du 2 octobre 1986 modifié relatif à la protection des travailleurs contre les dangers des rayonnements ionisants et ses textes d'application.

VIII. Bibliographie

- BNFL, Annual Report on Radioactive discharges and monitoring of the environment, 1997.
- BROWNE E., FIRESTONE R., Table of radioactive isotopes, Shirley V Editor., Wiley-Interscience Publication, 1986.
- Calliope, CD-Rom, Collection IPSN, 1999.
- CHAPTINEL Y., DURAND F., PIECHOWSKI J., MENOUX B., *Dosimétrie et thérapeutique des contaminations cutanées*, Rapport CEA-R-5441, 1988.
- Federal Guidance Report n°12, *External exposure to radionuclides in air, water and soil*. Oak Ridge National Laboratory, 1993.
- GALLE P., *Toxiques nucléaires*, Paris, Masson (2^e édition), 1997.
- GEOFFROY B., VERGER P., LE GUEN B., *Pharmacocinétique de l'iode : revue des connaissances utiles en radioprotection accidentelle*, *Radioprotection*, Vol 35 (2), 151-174, 2000.
- ICRP (International Commission on Radiological Protection) Publication 38, *Radionuclide transformations, Energy and intensity of emissions*, Oxford Pergamon Press, 1983.
- ICRP (International Commission on Radiological Protection) Publication 67, *Age-dependent doses to members of the public from intake of radionuclides*, Oxford Pergamon Press, 1993.
- ICRP (International Commission on Radiological Protection) Publication 78, *Individual monitoring for internal exposure of workers*, Oxford Pergamon Press, 1998.
- MALARBET J.L., AURENGO A., ROY M., LE GUEN B., DEVILLERS C., METIVIER H., *Coefficients de dose après incorporation d'iode 129. Influence de l'apport alimentaire*, *Radioprotection*, Vol 33 (1), 1998.
- NCRP *iodine 129 : evaluation of releases from nuclear power generation*, National Council on Radiation Protection and measurements, NCRP Report n°75, Bethesda, 1983.
- OECD/NEA, *Radiological significance and management of TRITIUM, CARBON-14, KRYPTON-85, IODINE-129 arising from the nuclear fuel cycle*, Paris, 1980.

**Rédacteurs de la fiche : P. Bérard, B. Le Guen, M.L. Perrin, A. Desprès,
E. Gaillard-Lecanu, V. Chambrette, J. Brenot (DPHD), B. Crabol (DPRE).**

Vérificateur : P. Verger (DPHD)