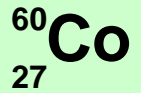




COBALT 60

**- ASPECTS SANITAIRES -**

Cette fiche est complémentaire de celle rédigée par le DPRE/SERLAB relative aux aspects environnementaux, les paragraphes généraux I et II étant communs avec ceux de la fiche « aspects environnementaux ».

La fiche « aspects sanitaires » fournit à la date de mise à jour, des informations volontairement simplifiées sur les conséquences pour l'homme d'une exposition au radionucléide.

I. Caractéristiques

I.1 Chimiques

Le cobalt est un métal gris, brillant et ferromagnétique. Il ne réagit ni avec l'eau, ni avec l'air à température ambiante. Les sels de cobalt forment des complexes et sont des oxydants.

I.2 Nucléaires

Les principaux isotopes radioactifs du cobalt sont le ^{57}Co , le ^{58}Co et le ^{60}Co . Le ^{60}Co présente la période radioactive la plus longue.

^{60}Co	
Période radioactive	5,27 ans
Activité massique	$4,2 \cdot 10^{13} \text{ Bq}\cdot\text{g}^{-1}$
Emission(s) principale(s) (rendement d'émissions pour 100 désintégrations)	Désintégration β^- $E_{\text{max}} = 318 \text{ keV (100\%)}$ Emission γ $E = 1332 \text{ keV (100\%)}$ $E = 1173 \text{ keV (99,9\%)}$

[ICRP, 1983 - Browne et Firestone, 1986]

II. Origines

Le cobalt stable (^{59}Co) est présent dans l'environnement, à une concentration moyenne de 23 ppm dans l'écorce terrestre. Sa concentration moyenne dans les eaux douces est de 1 ppb. C'est un élément essentiel à la vie, notamment en tant que noyau de la vitamine B12 (Cyanocobalamine).

Les principaux minerais du cobalt sont la linnéite (sulfures de cobalt) et la cobaltine (arséniosulfure de cobalt).

II.1 Naturelle

Le cobalt 60 n'existe pas naturellement.



II.2 Artificielle

Le ^{60}Co est produit industriellement à partir de l'activation neutronique du cobalt stable. En milieu terrestre, le bruit de fond est négligeable (absence de rejets atmosphériques) et les données radio-écologiques sont expérimentales.

- Emissions par les installations nucléaires

Par ailleurs, on trouve les radiocobalts dans les réacteurs nucléaires : des phénomènes de corrosion-érosion entraînent des particules métalliques, qui se trouvent activées lors de leur passage dans le flux neutronique du réacteur. Actuellement, les radiocobalts représentent 47% de l'activité gamma totale, rejetés sous forme liquide dans les effluents, répartis entre $26,4 \cdot 10^9$ Bq de ^{58}Co et $15,1 \cdot 10^9$ Bq de ^{60}Co en 1996, pour l'ensemble des centrales nucléaires EDF.

Dans le cas des usines de retraitement, le cobalt provient des assemblages combustibles sur lesquels se sont fixés des produits d'activation, sous forme d'oxydes. Lors de l'opération de dissolution du combustible, le cobalt se retrouve dans la solution de dissolution. L'activité rejetée due au ^{60}Co se trouve essentiellement sous forme liquide dans les effluents : elle s'est élevée en 1999 à $3,21 \cdot 10^{11}$ Bq pour l'usine de La Hague et à $1,5 \cdot 10^{12}$ Bq en 1997 pour l'usine de Sellafield [BNFL, 1997].

III. Utilisations industrielles et médicales

Compte tenu de leur activité spécifique élevée, les sources de ^{60}Co sont utilisées dans les domaines médical (radiothérapie) et industriel (gammagraphie, jauges de niveau, stérilisation de matériel, ionisation d'aliments) et en recherche (métrologie et irradiation).

Les sources scellées de ^{60}Co se présentent généralement sous la forme de capsules métalliques cylindriques à simple ou double enveloppe contenant la matière radioactive. Dans le cas d'un irradiateur industriel, il s'agit d'un empilement de sources élémentaires. Les activités de ces sources s'échelonnent entre 10^9 Bq et 10^{15} Bq.

IV. Atteinte de l'homme

IV.1 Exposition externe

Les coefficients de dose efficace 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	$1,26 \cdot 10^{-13}$ (Sv /s) / (Bq/m ³)
Dépôt	$2,35 \cdot 10^{-15}$ (Sv /s) / (Bq/m ²)
Immersion dans l'eau	$2,74 \cdot 10^{-16}$ (Sv /s) / (Bq/m ³)

Dans le cas d'une source ponctuelle de ^{60}Co , le débit de dose pour 1 Bq est $9,76 \cdot 10^{-17}$ Sv/s à 1 mètre [Delacroix et al., 1998].

IV.2 Contamination externe de la peau

Une contamination homogène superficielle de $1000 \text{ Bq} \cdot \text{cm}^{-2}$ de peau délivre un débit de dose équivalente à l'épiderme (couche superficielle de la peau) de $7,8 \cdot 10^{-4} \text{ Sv} \cdot \text{h}^{-1}$ [OPRI/INRS, fiche ^{60}Co].

IV.3 Exposition interne

- Biocinétique

L'absorption du cobalt par le tube digestif varie entre 20 et 95% de la quantité ingérée selon l'âge de l'individu. Le site de rétention préférentiel du cobalt assimilé est le foie bien qu'une rétention osseuse significative puisse exister. Sur l'ensemble du cobalt assimilé, 50% sont directement éliminés avec une période de 0,5 jour, 5 % gagnent le foie, 45 % sont distribués de manière homogène dans les tissus. Pour le cobalt transféré dans les tissus, 60 % sont éliminés avec une période de 6 jours, 20 % sont éliminés avec une période de 60 jours, et les 20 % restants sont éliminés avec une période de 800 jours. L'élimination du cobalt se fait principalement dans les urines.

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

- Effets biologiques

A très forte concentration, le cobalt stable et ses composés provoquent des intoxications graves (reins, systèmes nerveux, cardio-vasculaire et gastro-intestinal).

Dans l'atmosphère, la présence de fines particules de cobalt peut entraîner par inhalation des risques de fibrose pulmonaire.

- Mesure

⁶⁰ Co	Méthode de mesure		Limite de détection
	Spectrométrie γ <i>in vivo</i>	Corps entier Poumons	50 Bq 100 Bq
	Spectrométrie γ d'échantillons biologiques	Urine Fèces	1 Bq l ⁻¹ 1 Bq

[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 M) $AMAD = 1\mu m$	1.10^{-8}	$3,4.10^{-8}$
Ingestion		$3,4.10^{-9}$	$2,7.10^{-8}$

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** et un débit respiratoire moyen égal à $1,2 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$.

		Dose efficace (Sv /Bq)
		Travailleur
Inhalation	Aérosol (type M) $AMAD = 5\mu\text{m}$	$7,1 \cdot 10^{-9}$
Ingestion		$3,4 \cdot 10^{-9}$

IV.4 Dangersité

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

2 (forte)

-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.

10^5 Bq

V. Protection des travailleurs

Il existe pour l'élément cobalt une valeur limite d'exposition (VLE) aux poussières de cobalt dans les locaux de travail (8 h d'exposition par jour et 40 h par semaine) est fixée à $5 \cdot 10^{-2} \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ [ACGIH, 1992] [fiche SFRP].

Pour une utilisation de ^{60}Co en source non scellée, la pose d'écrans de plomb de 45 mm d'épaisseur entre la source et la personne exposée permet d'atténuer l'irradiation externe γ d'un facteur de 10 [OPRI/INRS, fiche ^{60}Co].

VI. Accidents

VI.1 Historique

Les accidents radiologiques impliquant des sources de ^{60}Co sont nombreux [Oliveira, 1987]. Ils sont tous dus à des sources égarées ou à une mauvaise utilisation des appareils de radiothérapie.

Exemples d'accidents de source de cobalt égarée :

Ciudad-Juarez, au Mexique, en 1983 : une source de radiothérapie de 16 TBq, mise à la ferraille par négligence, est démantelée provoquant une dispersion des pastilles de cobalt parmi les débris de fer. La réutilisation du métal contaminé après passage en fonderie a conduit à l'exposition de 4000 personnes. Compte tenu de l'étalement de l'exposition dans le temps, aucun décès n'a été directement imputable à l'accident.

Istanbul, en Turquie fin 1998 : une source provenant d'un appareil de radiothérapie (environ 15 TBq) a été trouvée dans une décharge industrielle par cinq ferrailleurs qui ont tenté de l'ouvrir. Les cinq ferrailleurs ont reçu une dose évaluée entre 3 et 6 grays au corps entier. La source a été identifiée (et confinée) plus de trois semaines plus tard, ce qui a entraîné l'irradiation de dix autres personnes.

Exemple d'accident dans un service de radiothérapie :

San José, au Costa-Rica, en 1996 : une erreur de calibration lors du remplacement de la source a causé l'allongement du temps d'exposition des malades. Au moins, treize personnes seraient mortes de leur surexposition.

VI.2 Réponse médicale

Le traitement préconisé en cas de contamination par du cobalt est l'administration de 0,5 g de DTPA (acide diéthylène triamine pentaacétique) qui complexe le cobalt et provoque son élimination urinaire. Le traitement est poursuivi les jours suivants en cas de nécessité.

On peut éventuellement associer l'administration de gluconate de cobalt (Cobalt oligosol) par voie sublinguale [OPRI, 1997].

En cas de surexposition externe, les brûlures cutanées doivent être traitées comme des brûlures classiques.

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 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

-American Conference of Governmental Industrial Hygienists, *Indoor air quality*, San Francisco, 1992.

-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.

-DELACROIX D., GUERRE J.P., LEBLANC P., HICKMAN C., *Radionuclides and radiation protection data handbook 1998*, Rad. Prot. Dos., **76** (1-2), 1998.

-Federal Guidance Report n°12, *External exposure to radionuclides in air, water and soil*. Oak Ridge National Laboratory, 1993.

-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 78, *Individual monitoring for internal exposure of workers*, Oxford Pergamon Press, 1998.

-GALLE P., *Toxiques nucléaires*, Paris, Masson (2^e édition), 1997.

- OLIVEIRA A.R., Un répertoire des accidents radiologiques : 1945-1985, Radioprotection (22), 89-135, 1987.
- OPRI/INRS, *Cobalt-60 : Fiche technique de radioprotection pour l'utilisation de radionucléides en sources non scellées*, 1996.
- OPRI, *Intervention médicale en cas d'accident radiologique*, Rapport du Conseil Scientifique OPRI, 1997.
- SFRP, Les isotopes radioactifs du cobalt dans l'environnement, Société Française de Radioprotection, 1996.
- UNSCEAR (United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation), *Sources and effects of ionizing radiation*, New York, United Nations, 1993.

**Rédacteurs de la Fiche : P. Béard, M.L. Perrin, A. Desprès, E. Gaillard-Lecanu
V. Chambrette, J. Brenot (DPHD).**

Vérificateur : P. Charbonneau (DPRE)