



NEPTUNIUM 237

 $^{237}_{93}\text{Np}$ **- 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 neptunium est un métal gris argenté, bon conducteur de la chaleur et de l'électricité. Son point de fusion est de 637°C et celui d'ébullition de 4175°C.

Il fait partie de la famille des actinides et peut exister sous 5 états d'oxydation, de III à VII. La forme V semble être la plus stable en milieu biologique, ce qui diffère cet élément du plutonium et des transplutoniens qui présentent préférentiellement des états d'oxydation III ou IV.

I.2 Nucléaires

Le neptunium est le premier des éléments transuraniens. Ses isotopes s'étendent de ^{225}Np à ^{242}Np . Tous sont radioactifs et la plupart présentent des périodes radioactives très courtes. Le ^{237}Np a la période radioactive la plus longue.

Le ^{237}Np conduit par désintégration α au protactinium 233, lui-même émetteur β de période radioactive de 27 jours.

		^{237}Np
Période radioactive		2,14.10⁶ ans
Activité massique		2,6.10⁷ Bq.g⁻¹
Emission(s) principale(s) par désintégration	Emission α	E = 4788 keV (47%) E = 4772 keV (25%) E = 4766 keV (8%) E = 4640 keV (6%)
(rendement d'émission pour 100 désintégrations)	Emission γ	E = 87 keV (13%) E = 29 keV (13%)
	Emission X	Couche L : E = 16 keV (52%) Couche K : E = 98 keV (5%)

[ICRP, 1983 - Browne et Firestone, 1986]



II. Origines

II.1 Naturelle

Le ^{237}Np peut être produit dans un réacteur nucléaire naturel par la capture de neutrons par l'uranium.

II.2 Artificielle

- Explosions nucléaires atmosphériques

L'activité du ^{237}Np déposée par suite des retombées des essais militaires atmosphériques est évaluée à 4.10^{13} Bq sur l'hémisphère nord. Le dépôt de ^{237}Np entre 1954 et 1983 est estimé pour l'Europe à $0,2 \text{ Bq.m}^{-2}$.

- Emissions par les installations nucléaires

Le ^{237}Np est produit dans les réacteurs nucléaires à la suite de captures de neutrons par les isotopes de l'uranium.

Les principaux rejets de ^{237}Np dans l'environnement apparaissent lors du retraitement de combustibles irradiés. En 1999, les rejets de ^{237}Np dans les effluents liquides se sont élevés à 2.10^8 Bq pour l'usine de La Hague. Ceux de l'usine de Sellafield étaient 3.10^{10} Bq en 1997 [BNFL, 1997].

III. Utilisations industrielles et médicales

Le ^{237}Np est utilisé comme source d'énergie pour un certain nombre d'applications industrielles et spatiales.

IV. Atteinte de l'homme

IV.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	$1,03.10^{-15} \text{ (Sv /s) / (Bq/m}^3\text{)}$
Dépôt	$2,87.10^{-17} \text{ (Sv /s) / (Bq/m}^2\text{)}$
Immersion dans l'eau	$2,32.10^{-18} \text{ (Sv /s) / (Bq/m}^3\text{)}$

IV.2 Contamination externe de la peau *-renseigné ultérieurement-*

IV.3 Exposition interne

- Biocinétique

Des diverses voies possibles d'incorporation du neptunium, **l'inhalation** correspond au mode de contamination le plus courant chez les travailleurs du nucléaire. La quantité de matière absorbée après inhalation est fonction de différents facteurs (taille des particules,

surface spécifique, forme physico-chimique...). Selon la publication 71 de la CIPR (1996), le neptunium est classé en catégorie M ou S selon sa forme physico-chimique.

L'ingestion est la voie la plus rencontrée pour les membres du public. L'absorption gastro-intestinale du neptunium est comprise entre 0,1 et 1 % de la masse ingérée. Un coefficient de transfert f_i de 5.10^{-4} pour l'homme est proposé dans la publication 56 de la CIPR (1990). L'absorption dépend toutefois de nombreux paramètres physiologiques (espèce, âge de l'animal, état trophique) et physiques (forme physico-chimique du composé ingéré, masse et nature de l'alimentation...). En particulier, l'absorption est maximale chez les nouveau-nés [Paquet et al., 1994].

La publication 56 de la CIPR (1990) suppose que 50%-70% du neptunium absorbé par un adulte, est déposé sur le squelette, 5%-10% dans le foie, 1%-4% dans les reins et 3% dans les autres tissus mous. La principale voie d'élimination de ce radionucléide (en grande quantité sous forme libre dans le sang) est urinaire : un tiers de la concentration plasmatique du neptunium est éliminé en 24h [Thompson et al., 1982]. La décorporation naturelle du neptunium est faible et les cinétiques d'élimination dépendent de l'organe et du mode d'administration [Paquet et al., 1994] ; la publication 67 de la CIPR (1993) propose un comportement du neptunium similaire à celui du plutonium mais les résultats issus des expérimentations animales tendent à montrer des résultats différents.

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

- Effets biologiques

La toxicité du neptunium a deux origines : radiologique et chimique.

Les effets radiologiques du neptunium se manifestent principalement par des ostéosarcomes liés à son tropisme osseux et son émission α . D'autres types de tumeurs sont observées au niveau des tissus mous (foie, rein).

Les effets chimiques sont observés après administration d'une quantité importante de neptunium et se traduisent par des modifications cellulaires (à partir de 1 mg/kg) voire une intoxication létale (à partir de 6 mg/kg) [Paquet et al., 1994]. Cette toxicité chimique est peu probable en cas d'exposition accidentelle, compte tenu des masses importantes qui seraient nécessaires.

- Mesure

^{237}Np	Méthode de mesure		Limite de détection
	Spectrométrie X <i>in vivo</i> (par émissions du ^{233}Pa)		500 Bq
	Spectrométrie α d'échantillons biologiques	Urine Fèces	1.10^{-3} Bq l ⁻¹ 4.10^{-3} Bq

[ICRP, 1998]

La spectrométrie X *in vivo* n'a pas la sensibilité adéquate pour une surveillance en routine ou une surveillance spéciale (mise en place à la suite d'une exposition individuelle connue ou suspectée). Une sensibilité adéquate peut être obtenue par la surveillance des urines

- 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) $AMAD = 1\mu m$	$2,3 \cdot 10^{-5}$	$4,0 \cdot 10^{-5}$
Ingestion		$1,1 \cdot 10^{-7}$	$2,1 \cdot 10^{-7}$

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** 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) $AMAD = 5\mu m$	$1,5 \cdot 10^{-5}$
Ingestion		$1,1 \cdot 10^{-7}$

IV.4 Dangersité

La toxicité du neptunium peut être d'origine radiologique et chimique. Compte tenu de la faible activité spécifique du ^{237}Np , la masse qu'il faut incorporer pour obtenir un effet est telle qu'il s'agit à la fois d'une toxicité chimique et d'une toxicité radiologique.

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

1 (très 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.

10^3 Bq

V. Protection des travailleurs

Le ^{237}Np étant un émetteur α de faible activité massique, sa manipulation est peu contraignante. Cependant la formation de son descendant ^{233}Pa (émission γ de 310 keV) impose de travailler en boîtes à gants, à partir d'une certaine concentration.

VI. Accidents

VII.1 Historique

Aucun accident grave concernant le ^{237}Np n'est connu à ce jour.

VII.2 Réponse médicale

Le traitement consiste à minimiser autant que possible la diffusion corporelle du radionucléide depuis sa porte d'entrée, puis à favoriser son excrétion par les voies naturelles. L'administration de DTPA n'est pas recommandée dans la mesure où il favorise le dépôt dans le squelette. L'utilisation du 3,4,3 LIPOHO serait plus efficace mais n'a pas actuellement obtenu l'Autorisation de Mise sur le Marché [Paquet et al., 1994].

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.
- DARQUE A., GIRARD de VASSON O., BATALLER G., FOTTORINO R., *Revue des principales caractéristiques du ²³⁷Np*, Radioprotection, 32 (4), 451-465, 1997.
- 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.
- 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 56, *Age-dependent doses to members of the public from intake of radionuclides*, Oxford Pergamon Press, 1990.
- 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 71, *Age-dependent doses to members of the public from intake of radionuclides : part 4 inhalation dose coefficients*, Oxford Pergamon Press, 1996.

-ICRP (International Commission on Radiological Protection) Publication 78, *Individual monitoring for internal exposure of workers*, Oxford Pergamon Press, 1998.

-NCRP, *Neptunium : Radiation Protection Guidelines*, National Council on Radiation Protection and measurements, Report n° 90, Bethesda, 1988.

-PAQUET F., METIVIER H., MASSE R., *Le neptunium : pourquoi de nouvelles études ?*, Radioprotection, 29 (3), 387-396, 1994.

-THOMPSON R., Neptunium-The neglected actinide : a review of the biological and environmental literature, *Radiat. Res.*, 90 :1-32, 1982.

-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 : A. Thomassin, M.L. Perrin, E. Gaillard-Lecanu,
V. Chambrette, J. Brenot (DPHD).**

Vérificateur : F. Paquet (DPHD)