

ETUDE ET RÉSULTATS D'EXAMENS EFFECTUÉS A LA SUITE D'UNE INHALATION DE COMPOSÉS DITS SOLUBLES D'URANIUM NATUREL

2^e PARTIE

J. CHALABREYSSE *

(Manuscrit reçu le 17 juin 1970)

Dans un exposé précédent [2], nous avons présenté l'interprétation des examens effectués à la suite d'une inhalation de composés dits solubles d'uranium naturel telle qu'elle avait été faite en 1965. Cette interprétation se basait sur les données métaboliques connues à cette date et qui avaient fait l'objet d'une étude théorique de synthèse publiée en 1968 [1].

Dans le présent exposé, en 1970, les calculs et les bilans individuels sont repris en tenant compte des recommandations de la Commission Internationale de Protection Radiologique de 1968 [6].

I - RECOMMANDATIONS DE LA C.I.P.R. CONCERNANT L'URANIUM NATUREL

I.1. - MÉTABOLISME

La C.I.P.R. a retenu, parmi toutes les données publiées, un certain nombre de valeurs pouvant être utilisées pour l'interprétation d'une contamination interne. Dans le tableau I sont rassemblées les données numériques concernant le métabolisme de l'uranium utilisées pour les calculs en 1965 et celles indiquées par la C.I.P.R. en 1968 et devant servir dans cet exposé.

Comme en 1965, il est possible de déterminer la charge corporelle à l'origine à partir de l'équation d'excrétion urinaire :

$$Y = 0,1 j^{-1,50} \quad (2)$$

$$Y_u(j) = \frac{0,1}{1 - 1,50} j_2^{(1-1,50)} - \frac{0,1}{1 - 1,50} j_1^{(1-1,50)}$$
$$Y_u(j) = 0,2 (j_1^{-0,50} - j_2^{-0,50}) \quad (3)$$

* Section Médicale et Sociale, Centre de Pierrelatte, B.P. n° 16, 26-Pierrelatte.

Où :

- i_1 = temps exprimé en jours comptés depuis l'absorption correspondant au début de la période d'échantillonnage urinaire,
 j_2 = temps exprimé en jours comptés depuis l'absorption correspondant à la fin de la période d'échantillonnage urinaire.

TABLEAU I

DONNÉES NUMÉRIQUES CONCERNANT LE MÉTABOLISME UTILISÉES POUR LES CALCULS

	Calculs en 1965, d'après [1]	Calculs en 1970, d'après [6]
Excrétion dans les urines des premières 24 h suivant l'inhalation (en % par rapport à la quantité retenue initialement)	70	80
Equation d'excrétion urinaire au cours des jours suivant les premières 24 h	$Y = 0,343 b^{-0,50} (1)$	$Y = 0,1 j^{-1,50} (2)$

Y = taux d'excrétion,

b = temps exprimé en heures comptées depuis l'absorption,

j = temps exprimé en jours comptés depuis l'absorption.

La charge corporelle à l'origine peut alors être déduite de l'équation générale suivante :

$$U = Y_u \times D$$

Où :

U = Quantité excrétée pendant la période de temps considérée,

Y_u = Taux moyen d'excrétion durant la même période,

D = Quantité incorporée à l'origine,

D et U étant exprimés dans les mêmes unités (microgrammes par exemple).

Si on remplace D par sa valeur fournie par l'équation (3) obtenue d'après [6] on obtient :

$$D = \frac{U}{0,2 (j_1^{-0,50} - j_2^{-0,50})} \quad (4)$$

La quantité restant dans l'organisme au jour j de l'examen avait été appréciée en 1965 d'après l'équation de FISCH [4] :

$$Q_r = U \times 3 j^{1,3}$$

Où :

U = Excrétion urinaire de la journée du jour de l'examen,

j = Temps de l'examen exprimé en jours comptés depuis l'absorption,

Q_r = Quantité restant dans l'organisme au jour « j » de l'examen.

En 1968, la C.I.P.R. [6] a recommandé l'équation de rétention suivante :

$$R_t = 0,2 j^{-0,5}$$

Soit donc :

$$Q_r = D \times 0,2 j^{-0,5}$$

Ce qui conduit à :

$$Q_r = \frac{U \times 0,2 j^{-0,5}}{0,1 \times j^{-1,5}}$$

Soit :

$$Q_r = U \times 2 j \quad (5)$$

I.2. - LIMITES A L'EXCRÉTION URINAIRE

En 1965, avant donc la publication du décret de juin 1966 [3], la C.I.P.R. [5] recommandait de limiter l'inhalation unique d'uranium sous forme de composés dits solubles à 2,5 mg. Le décret français de 1966 a retenu cette valeur.

De ces 2,5 mg, il n'en reste que 25 % au niveau du poumon, selon le schéma d'épuration pulmonaire adopté en première approximation par la C.I.P.R., soit 625 microgrammes. On peut donc en déduire les *limites maximales admissibles à l'excrétion urinaire* (tableau II).

TABLEAU II

VALEURS LIMITES A L'EXCRÉTION DANS LES URINES DES PREMIÈRES 24 h SUIVANT L'INHALATION DE COMPOSÉS DITS SOLUBLES D'URANIUM NATUREL (exprimées en microgrammes)

	D'après les données métaboliques de	
	[1] en 1965	[6] en 1970
Limite maximale admissible		
— pour la totalité des urines des 24 h,	438	500
— soit pour un litre d'urine.	310	350
Niveau d'investigation dérivé		
— pour la totalité des urines des 24 h	/	48
— soit pour un litre d'urine	/	34

Depuis 1965, la C.I.P.R. a introduit en 1968 [6] une nouvelle notion : le niveau d'investigation, qui est le seuil à partir duquel des examens doivent être entrepris pour déterminer le niveau de contamination individuelle. Pour l'uranium naturel sous forme de composés dits solubles, il correspond à 0,06 mg (soit le 1/10 de la quantité retenue au niveau du poumon après inhalation de 2,5 mg). A partir de cette valeur, on peut en déduire le *niveau d'investigation dérivé* en considérant que 80 % des 0,06 mg seront éliminés dans les premières 24 h (tableau II).

II - INTERPRÉTATION DES EXAMENS RADIOTOXICOLOGIQUES EFFECTUÉS EN 1965

Les résultats trouvés en 1965, et présentés dans le tableau IV du précédent exposé [2], peuvent être repris et interprétés en tenant compte des recommandations de la C.I.P.R. [6].

On considère alors que, dans les urines des premières 24 h suivant l'inhalation, il s'élimine 80 % de la quantité retenue au niveau des poumons après les processus initiaux d'épuration.

La charge corporelle à l'origine est déterminée par l'équation (4) :

$$D = \frac{U}{0,2 (j_1^{-0,50} - j_2^{-0,50})}$$

et la quantité restant dans l'organisme au jour j de l'examen par l'équation (5) :

$$Q_r = U \times 2^j;$$

on peut alors établir le tableau III.

On peut constater que les valeurs calculées d'après les équations recommandées par la C.I.P.R. en 1968 [6] sont toutes inférieures à celles estimées en 1965 d'après [1].

Les quantités inhalées le sont de 10 % environ, les charges corporelles à l'origine de 13 % (D_2) à 30 % (D_5), les quantités restant dans l'organisme les jours d'examens de 40 % à 60 %.

L'interprétation faite en 1965 allait donc dans un sens pessimiste par rapport à celle que l'on peut faire à présent à l'aide des équations recommandées par la C.I.P.R.

Le sujet n° 1 a dû retenir initialement environ 1 500 microgrammes d'uranium, soit environ 2,5 fois la quantité tolérée en une seule fois.

Le sujet n° 2 :

— Si l'on considère son résultat à partir des urines du 1^{er} au 4^e jour, aurait retenu 700 microgrammes, soit 1 fois la quantité tolérée.

— Si l'on considère les résultats correspondant aux urines du 5^e au 6^e jour, la quantité retenue à l'origine aurait été d'environ 1 300 microgrammes, soit environ 2 fois la quantité tolérée.

Le sujet n° 3 (à partir des résultats des urines des premières 24 h : 745 microgrammes et des urines du 6^e jour : 660 microgrammes, soit en moyenne 700 microgrammes) a dû absorber environ 1 fois la quantité tolérée.

On peut ajouter en 1970, que 19 individus présentaient une excrétion dans les urines des premières 24 h supérieure aux Niveaux d'Investigation Dérivés de la C.I.P.R. [6] et qui nécessitaient donc de prolonger la surveillance et d'évaluer le niveau de contamination individuelle. C'est ce qui fut fait comme on l'a présenté au cours de ces deux exposés.

TABEAU III
COMPARAISON DES VALEURS CALCULÉES A PARTIR DES DIFFÉRENTS PRÉLÈVEMENTS (selles, urines des premières 24 h, urines des jours suivants)

N° du sujet	Quantité inhalée		Charge corporelle à l'origine						Quantité restant dans l'organisme		
	A partir des selles	A partir des urines des 24 h	D ₁ à partir des selles	D ₂ à partir des urines des 24 h	D ₃ à partir des urines du 1 ^{er} au 4 ^e j	D ₄ à partir des urines du 5 ^e jour	D ₅ à partir des urines du 6 ^e jour	2 ^e j 16 h à partir des urines du 1 ^{er} au 4 ^e j	5 ^e j. à partir des urines du 5 ^e jour	6 ^e j à partir des urines du 6 ^e jour	
1					(2 180) 1 530	(1 785) 1 250	(1 830) 1 282	(1 058) 576			
2	750	(740) 645	187	(185) 161	(1 000) 701			(485) 264		(300) 120	
3	250	(3 400) 2 980	63	(850) 745	(606) 425			(294) 160	(316) 130	(144) 60	
6		(704) 615		(176) 153							
21		(536) 470		(134) 118	(197) 138						
30	26	(884) 775	7	(221) 194				(96) 52			
72	184	(596) 520	46	(149) 130	(303) 212			(147) 80			
74		(108) 95		(27) 24							
80	1 000	(1 800) 1 575	250	(450) 394							
104	124	(92) 80	31	(23) 20	(287) 202			(140) 76			
111		(532) 465		(135) 116							
115	232	(664) 580	83	(166) 145							

Les valeurs entre parenthèses ont été établies en 1965 d'après [1].

BIBLIOGRAPHIE

- [1] CHALABREYSSE J. Toxicologie de l'uranium naturel; essais d'évaluation de la contamination interne chez l'homme. Rapport C.E.A., 1968, n° 3361.
- [2] CHALABREYSSE J. Etude et résultats d'examen effectués à la suite d'une inhalation de composés dits solubles d'uranium naturel - 1^{re} partie, *Radioprotection*, 1970, Vol. 5, n° 1, 1-17.
- [3] Décret n° 66 450 du 20 Juin 1966 relatif aux principes généraux de protection contre les rayonnements ionisants. *Journal Officiel de la République Française*, 30 Juin 1966.
- [4] FISH B.R. Estimation of body burden and internal dose based upon urinary Uranium. HASL 58.
- [5] Recommendations of the International Commission on Radiological Protection (as amended 1959 and revised 1962), I.C.R.P. Publication, Pergamon Press, 1964.
- [6] Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, I.C.R.P. Publication 10 - Report of Committee IV on Evaluation of Radiation Doses to Body Tissues from Internal Contamination due to occupation Exposure, Pergamon Press, 1968.
- [7] RONTEIX C., HUGOT G. Dosage fluorimétrique de l'uranium urinaire, Rapport C.E.A., R 1706-1960.