

Étude de la cinétique anthropogammamétrique dans l'évaluation de la dose efficace engagée après contamination interne par radionucléides émetteurs Gamma en installation nucléaire de base.

Bernard Landry¹, Mathieu Sailly² et Isabelle Le-Couteulx².

¹ EDF CNPE du Blayais, BP 27, 33820 Saint Ciers sur Gironde, France

² EDF CNPE de Paluel, BP 48, 76450 Cany Barville, France

Introduction

Chez EDF, l'évaluation des doses pour les salariés contaminés internes était jusqu'ici réalisée par les biologistes grâce à l'analyse des mesures in vitro. Plusieurs facteurs nous ont conduits à revoir cette pratique : la réglementation française qui attribue cette évaluation au médecin du travail [1], l'accréditation des mesures anthropogammamétriques (ATP) validant l'utilisation de ce type d'analyse et le développement de CADOR [2], un outil de calcul Excel[®] qui facilite cette évaluation.

L'objectif de ce travail était de proposer une méthode d'évaluation de la dose efficace engagée (DEE) après exposition interne dès lors qu'elle est estimée a minima à 0,1 mSv, et ce, en utilisant uniquement les résultats des examens anthropogammamétriques successifs réalisés après l'évènement contaminant.

Matériel et méthode

Une analyse de 149 cas de contaminations internes survenus sur les sites nucléaires Français entre 2008 et 2015 a été réalisée. Plus de 1000 spectres corps entiers ont été analysés avec un double contrôle. Cette analyse a été réalisé avec la dernière version de l'outils CADOR basé sur les recommandations de la HAS [3] et du guide IDEAS[4].

La plupart des contaminations étaient situées entre 0,1 et 1 mSv. Ce niveau correspond au niveau intermédiaire des Recommandations de Bonne Pratique (RBP) et au niveau 1 des recommandations IDEAS. Pour ce niveau une estimation basée sur un seul type d'analyse est jugée suffisante. Par conséquent l'évaluation de la dose peut être réalisée sur les seules mesures anthropogammamétriques.

Pour les RBP la cohérence avec le modèle est considérée comme acceptable s'il n'y a pas plus d'un facteur 3 entre les différentes estimations de l'activité incorporée obtenues à partir des différents résultats de mesures. Les incertitudes ne sont pas prises en compte. Pour les recommandations IDEAS, la cohérence entre les mesures et le modèle est testée par le test du khi². Cette méthode nécessite de connaître les incertitudes de mesures. Les recommandations IDEAS propose des valeurs de l'écart type géométrique, appelé Facteur de Dispersion, pour les différents types d'analyse. Pour les mesures corps entier de radiation de haute énergie le facteur de dispersion est 1,2.

Avec l'outil cador, la première étape consiste à calculer l'écart entre les différentes estimations de l'activité incorporée. La deuxième étape consiste à regarder l'aspect visuel du graphique. La troisième étape consiste à interpréter le résultat au test du khi². Un rectangle coloré résume les résultats des étapes un et trois. Le rectangle est vert, orange ou rouge selon que la cohérence est satisfaisante avec les deux méthodes, une seule méthode ou aucune des deux.

Résultats

30 cas n'ont pu être analysés en raison d'un nombre insuffisant de mesure. Parmi les 119 cas restants, 21 cas correspondaient à un modèle par inhalation de particule chaude où l'évaluation de l'activité nécessite une autre méthode [5]. Pour 32 cas, l'activité était trop faible ou le nombre de mesures était insuffisant.

Pour les 66 cas restants, un modèle d'incorporation décrit par la CIPR et cohérent avec les recommandations a pu être déterminé.

Le test RBP et le test du khi-deux étaient valide dans 79% des cas et le test RBP seul pour les 21% restant. Les modèles d'incorporations observés et la granulométrie associée sont représentés dans le tableau 1.

De manière isolée ou non, nous avons trouvé du Cobalt 58 dans 55% des cas, du Cobalt 60 dans 48% et de l'Argent 110m dans 26%. Nous avons également observé du Césium 137, de l'Antimoine 124, du Zirconium-Niobium 95, du Chrome 51 et du Manganèse 54

| Inhalation : 60 cas (91%) | | | Ingestion : 6 cas (9%) |
|---------------------------|--------------|-------------------------------------|------------------------|
| DAMA 5 µm | DAMA 1 µm | DAMA 1 ou 5 µm + particules chaudes | |
| 30 cas (46%) | 22 cas (33%) | 8 cas (12%) | |

Tableau 1 : Modèle d'incorporation identifié par le test RBP et le test du Khi-deux

En dehors des cas d'inhalation de particule chaude, l'évaluation de l'activité incorporée issue des mesures ATP était comparable à celle issue des analyses de selles dans la moitié des cas. Dans l'autre moitié, l'activité estimée à partir des examens de selles était très inférieure à celle évaluée par l'ATP.

Conclusion

Finalement, 34 cas donnent une dose efficace engagée supérieure à 0,1mSv mais inférieure à 0,5mSv. La cinétique des examens ATP permet de valider un modèle d'incorporation et ainsi d'évaluer une dose interne, sous réserve d'un temps de comptage et d'un nombre de mesures suffisant.

L'outil Excel dénommé maintenant CADORmed, évolue. Il utilise les coefficients de dose et les fractions de rétention/excrétion des dernières publications de la CIPR [7,8]. L'objectif est de proposer à terme un outil de calcul satisfaisant aux critères indiqués dans les recommandations techniques EURADOS [9].

Mots-Clés : Médecine du travail, radioprotection, centrale nucléaire, contamination interne, anthropogammamétrie, dose efficace engagée.

- JORF n°0181 du 6 août 2013 page 13401 texte n° 34. Arrêté du 17 juillet 2013 relatif à la carte de suivi médical et au suivi dosimétrique des travailleurs exposés aux rayonnements ionisants, https://www.legifrance.gouv.fr/jo_pdf.do?id=JORFTEXT000027806111
- Landry B, Un outil de calcul de la dose efficace engagée, 2018 Radioprotection 53(1) : 33-44
- Recommandations de Bonne Pratique. Surveillance médico-professionnelle de l'exposition interne aux radionucléides en Installations Nucléaires de Base, juillet 2011, www.chu-rouen.fr/sfmt/pages/Recommandations.php
- Castellani CM, Marsh JW, Hurtgen C, Blanchardon E, Berard P, Giussani A, Lopez MA. IDEAS Guidelines (Version 2) for the Estimation of Comitted Doses from Incorporation Monitoring Data. EURADOS, 2013. Braunschweig, March 2013, http://www.eurados.org/~media/Files/Eurados/documents/EURADOS_Report_2013-01_online_version.pdf
- Sailly M, Lecouteux I, Rollin L. Evaluation de l'activité d'une particule chaude radioactive incorporée chez un travailleur du nucléaire. 2018
- Sailly M, Etude de la cinétique anthropogammamétrique après contamination interne par radionucléides émetteurs gamma en installation nucléaire de base, thèse de doctorat en médecine, 01 octobre 2018.
- ICRP, Occupational Intake of radionuclides, part 2
- ICRP, Occupational Intake of radionuclides, part 3
- Radiation protection n° 188. Technical Recommendations for Monitoring Individuals for Occupational Intakes of Radionuclides, 2018