



## QUID DE LA CONTRIBUTION DE L'EXPOSITION INTERNE À LA DOSE EFFICACE EN MÉDECINE NUCLÉAIRE ?

Sylviane PREVOT, Jean-Marc VRIGNEAUD

CRLCC G.F. LECLERC, Dijon

En Médecine nucléaire in vivo, le technégas - aérosol de nanoparticules de carbone technétiées [ $^{99m}\text{Tc}$ ] utilisé pour les examens de ventilation pulmonaire - et l'iodure de sodium [ $^{131}\text{I}$ ] - administré dans le cadre du traitement de certains carcinomes thyroïdiens après chirurgie - sont les deux principales sources d'exposition du personnel au risque de contamination interne par inhalation. Dans notre établissement, un programme de suivi de la contamination atmosphérique par prélèvement d'air sur filtre rapidement analysé, permet d'évaluer la dose engagée du fait de cette incorporation. Une vérification quotidienne de non contamination des surfaces de travail et des personnes y est associée. Tous les résultats de mesures sont consignés sur registres. Une surveillance de contrôle par examens de radiotoxicologie semestriels est prescrite par le médecin du travail pour un échantillonnage considéré représentatif des personnels exposés. Au cours des dix dernières années, aucune contamination interne n'a été identifiée. L'instauration d'un protocole utilisant les moyens mobiles de mesures anthroporadiométriques de l'IRSN, plus adaptés à l'évaluation de la contamination aux radionucléides de demi-vie très courte ( $^{99m}\text{Tc}$ ,  $^{18}\text{F}$ ) est prévue à partir de la rentrée 2014.

### Aménagement et pratiques du service de Médecine nucléaire du CGFL

La démarche de prévention de l'exposition interne repose avant tout sur des mesures de protection collective visant à assurer le confinement dynamique des sources de contamination par une cascade de dépressions. L'installation répond aux règles de conception et d'aménagement d'une unité de Médecine nucléaire fixées par l'arrêté du 30 Octobre 1981 (1). Tous les locaux sont notamment pourvus d'une ventilation en dépression, indépendante du système général de ventilation du bâtiment, qui assure l'assainissement de la zone réglementée par renouvellement d'air - cinq volumes.h<sup>-1</sup>, dix à la radiopharmacie - et son épuration par concentration des poussières, aérosols ou gaz radioactifs sur des filtres adaptés.

Une salle équipée d'un bras d'aspiration fixé au plafond est dédiée à la ventilation des patients adressés pour une scintigraphie pulmonaire au technégas. Ce dispositif est équipé d'un moteur d'extraction avec cartouche à charbon actif. Il est conçu pour piéger les aérosols radioactifs grâce à une cloche d'aspiration placée au-dessus et au plus près de la tête du patient pendant toute la durée de l'examen. Les manipulatrices portent un masque de protection respiratoire à haute filtration afin de minimiser le risque d'inhalation des particules ultrafines exhalées par le patient ou émises en sortie de bouche d'amené du gaz.

Les radiopharmaceutiques sont manipulés en boîtes à gants blindées disposant d'une ventilation séparée en dépression sous filtre à charbon actif. Les doses thérapeutiques d'iode 131 d'activité supérieure à 740 MBq sont administrées uniquement sous forme de gélules, dans la chambre d'irathérapie où le patient traité est hospitalisé pendant 3 jours. L'activité prescrite dépend des caractéristiques tumorales : 1110 ou 3700 MBq. Ces chambres ne sont pas ventilées.

Le programme de surveillance des systèmes d'assainissement de l'air comprend (2):

- Un contrôle annuel des taux de renouvellement horaire et des dépressions mesurés dans l'ensemble des locaux (services techniques) ;
- Une maintenance annuelle des enceintes blindées et du bras d'aspiration du technégas avec changement de tous les filtres (prestataire de service) ;
- Une surveillance mensuelle par mesure de la dépression des locaux et vérification du bon fonctionnement de la ventilation des boîtes à gants (PCR) ;
- Un contrôle annuel de la contamination atmosphérique dans l'ensemble des locaux du service par prélèvements sur filtres rapidement analysés en laboratoire (organisme agréé) ;
- Une surveillance bi-mensuelle de la contamination atmosphérique dans la salle de ventilation pulmonaire et les chambres d'irathérapie, par prélèvements d'air sur filtre analysé par la PCR.

### **Surveillance de la contamination atmosphérique par la PCR**

Les prélèvements sont réalisés à l'aide d'un préleveur d'aérosol MPE équipé d'un porte cartouche charbon actif, qui aspire l'air de la pièce avec un débit de  $2 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$  pendant environ 3 heures. La mesure du filtre est effectuée le jour même avec une sonde de détection Canberra calibrée en énergie pour 3 radionucléides :  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ,  $^{123}\text{I}$  et  $^{131}\text{I}$ . La calibration est vérifiée avant chaque comptage, par mesure d'une source de  $^{137}\text{Cs}$  d'activité 9,8 KBq. La mesure du bruit de fond (BDF) puis celle du filtre sont faites sur 300 secondes. L'activité volumique à l'heure de fin du prélèvement ( $\text{Bq} \cdot \text{m}^{-3}$ ) est calculée automatiquement à partir d'une fiche de résultats dans laquelle les données relatives au prélèvement et au comptage du filtre doivent être renseignées : date et heure de début et fin de prélèvement, volume d'air prélevé ( $\text{m}^3$ ), date et heure du comptage, nombre de coups corrigés du BDF dans la fenêtre en énergie correspondant au radionucléide mesuré (cps) et durée de comptage (s). Un facteur de correction tient compte de la décroissance pendant le prélèvement et/ou entre l'heure de prélèvement et celle du comptage.

MESURE DE LA CONTAMINATION ATMOSPHERIQUE COMPTAGE FILTRES SUR SONDE DE DETECTION EXTERNE				
<i>Ne remplir que les cellules bleues</i>				
COMPTEUR GAMMA THYROIDIEN CANBERRA électronique		Spectromètre NaI(Tl) 2007B N° de série : 3300		
Isotope	99m-Tc			
$\lambda_{phys}$	0,116 /h			
T	6 h			
Relevé du volume prélevé				
Date et Heure début prélèvement	10/3/14 9:15			
Date et Heure fin prélèvement	10/3/14 12:00			
Volume prélevé	5,5	m <sup>3</sup>		
Facteur décroissance pdt prélèvement	0,86			
Facteur de calibration sonde (cpm/Bq)		$\Delta$ cpm/Bq	Réglage spectrométrique	
99m-Tc	0,395	0,029	75 - 99	
123-I			88 - 110	
131-I	0,297	0,025	216 - 267	
COMPTAGE SONDE	99m-Tc	0,395	cpm/Bq	
Date et Heure Comptage	10/3/14 12:03	Facteur décroissance	0,99	
Relevé Surface (coups)	153137	Relevé Surface BDF (coups)	175	
Temps comptage (s)	300	Temps comptage BDF (s)	300	
Taux de comptage net (cps)	509,9	Taux de comptage net (cpm)	30592,4	
Résultat en Bq (sans corr. dec. pendant prélèvement) @ heure du prélèvement	77897,8	±	5722,6	Hyp: pas de décroissance entre comptage filtre et comptage bdf
Résultat en Bq (corr. dec. durée prélèvement) @ heure du prélèvement	90925,6	±	6679,6	Hyp: pas de décroissance pendant le comptage
Résultat en Bq/m <sup>3</sup> @ heure du prélèvement	16531,9	±	1214,5	Hyp: pas d'incertitude sur le volume prélevé
Comptage Sonde Canberra		Filtre préleveur d'aérosols		

En salle de ventilation pulmonaire, chaque prélèvement d'air est associé à un contrôle de non contamination externe de l'opérateur par mesure avec un contaminamètre portable CoMo (Saphymo). La sonde de détection permet de vérifier l'efficacité de la protection respiratoire individuelle (PRI) en combinant le comptage du masque à une mesure de fixation pulmonaire d'éventuelles particules inhalées. Avec un masque de type PFR P2, la mesure de fixation pulmonaire reste inférieure à 2 BDF alors que les particules susceptibles d'être inhalées sont piégées par la PRI. Des activités allant jusqu'à 36,5 KBq.m<sup>-3</sup> ont été mesurées dans la pièce depuis l'installation d'une cartouche à charbon actif au niveau du bras d'extraction, alors que la valeur maximale pour 3 examens ne dépassait pas 3700 Bq.m<sup>-3</sup> précédemment. Les chiffres des contrôles surfaciques sont également plus élevés. Une action d'amélioration est à l'étude.

Dans le secteur d'irathérapie, les prélèvements sont effectués à J<sub>0</sub> et/ou J<sub>1</sub> en fonction de la compliance du patient. Deux points de mesure font l'objet d'un suivi régulier : la chambre et le cabinet de toilette. Le préleveur est toujours installé à la même place. Pour une même activité administrée (3700 MBq), le niveau de contamination varie énormément d'un patient à l'autre. Les valeurs relevées vont de 6 à 765 Bq.m<sup>-3</sup> (n=1). Un plus grand nombre de mesures est nécessaire pour déterminer le niveau moyen représentatif.

### Estimation de la dose efficace engagée du fait d'une contamination interne par inhalation

L'analyse des postes de travail montre que dans les deux cas considérés, le temps de présence d'un opérateur dans la pièce est largement inférieur à 20 minutes par jour, soit moins de 80 heures pour 47 semaines travaillées.

La dose efficace engagée E est calculée à partir de la formule :  $E = dr \times N \times C \times DPUI$  (Sv)  
avec : dr = débit respiratoire moyen d'un adulte = 1,2 m<sup>-3</sup>.h<sup>-1</sup>



N = nombre d'heures de présence dans le local

C = activité volumique mesurée ( $\text{Bq.m}^{-3}$ )

DPUI = Dose efficace par unité d'incorporation par inhalation ( $\text{Sv.Bq}^{-1}$ )

DPUI ( $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ) =  $2,0 \cdot 10^{-11} \text{ Sv.Bq}^{-1}$  et DPUI ( $^{131}\text{I}$ ) =  $1,1 \cdot 10^{-8} \text{ Sv.Bq}^{-1}$

Sans tenir compte de la ventilation du local ni de l'activité réellement incorporée qui varie avec le temps de manière exponentielle, la dose efficace engagée du fait d'une contamination interne au technégas est très faible : inférieure à  $70 \mu\text{Sv}$  par an.

Dans nos conditions de travail et pour un temps de présence dans la zone contaminante considéré très péjoratif, la probabilité que la dose engagée du fait d'une contamination interne à l'iode 131 soit inférieure à  $1 \text{ mSv}$  est élevée. La confirmation de cette hypothèse nécessite toutefois des mesures complémentaires.

#### Références :

1. Arrêté du 30 Octobre 1981 relatif aux conditions d'emploi des radioéléments artificiels en sources non scellées à des fins médicales – JORF du 29/11/1981
2. Arrêté du 21 Mai 2010 portant homologation de la décision n°2010-DC-0175 de l'Autorité de Sûreté Nucléaire du 4 février 2010, précisant les modalités techniques et les périodicités des contrôles prévus aux articles R.4452-12 et R.4452-13 du code du travail ainsi qu'aux articles R.1333-7 et R.1333-95 du Code de la santé publique