



# Quid de la contribution de l'exposition interne à la dose efficace en Médecine nucléaire?

---

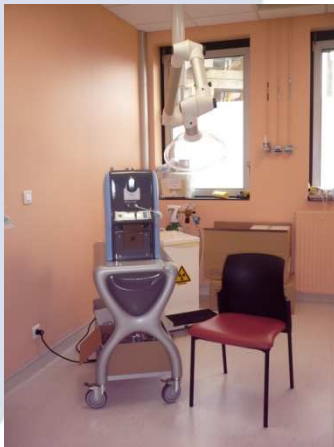
Sylviane Prévot, PCR  
Jean-Marc Vrigneaud, PSRPM  
CRLCC G.F. Leclerc - Dijon

# Introduction

- ❑ Prévention de l'exposition interne (EI) en Médecine nucléaire :
  - Mesures de protection collective communes à toutes installations:
    - Arrêté du 31/10/81 bientôt remplacé par une Décision ASN *en attente de parution*
  - Programme de contrôles des systèmes d'assainissement de l'air des locaux
    - Arrêté du 21/05/2010 précisant modalités techniques et périodicité des contrôles
- ❑ Objectifs de cette étude :
  - Suivre les niveaux de contamination atmosphérique et faire une évaluation préalable du risque d'EI dans les conditions de travail jugées les plus pénalisantes (durée plausible d'exposition)
  - Analyser les résultats et proposer d'éventuelles actions correctives
  - Apporter des données permettant d'alimenter la réflexion de l'atelier 3 du GT «Surveillance radiologique des travailleurs », sur les modalités de surveillance de l'EI en Médecine nucléaire

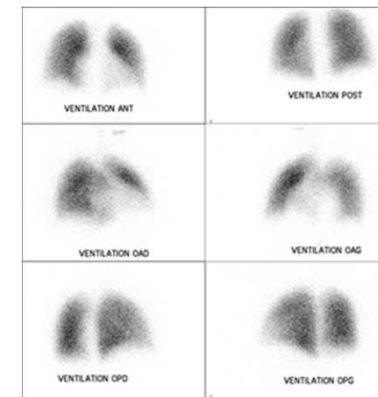
# Principales sources d'EI (1)

- ❑ Le Technégas : aérosol solide
  - Nanoparticules de carbone technétiées produites par chauffage à 2550°C d'une goutte de  $TcO_4^-$  (444-555 MBq) déposée dans un creuset de graphite
  - Indication : Scintigraphie de ventilation pulmonaire
  - Générateur mobile utilisé dans une salle dédiée, ventilée :
    - Un bras d'aspiration fixé au plafond piège les aérosols sur un filtre à charbon actif grâce à une cloche d'aspiration (débit max 585 m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup>)



# Mode opératoire

- ❑ Ventilation pulmonaire (10 MERM tournent sur ce poste)
  - Patient relié au générateur par la tubulure d'amené du gaz terminée par un masque dans lequel il inspire et expire
  - Libération du gaz commandée par l'opérateur f(rythme respiratoire)
    - 5 cycles respiratoires (~ 60 s / patient) pour un bon dépôt pulmonaire



- ❑ Prévention du risque de contamination :
  - EPI : port de gants et d'un masque de type PFR P2
- ❑ Vérification de non-contamination externe par mesure

# Principales sources d'EI (2)

- L'iodure de sodium [ $^{131}\text{I}$ ] :
  - Emetteur  $\beta^-$  (602 keV, 87 %) et  $\gamma$  (364 keV, 80 %)
  - Très radiotoxique et volatile
  - Indication : traitement de certains cancers thyroïdiens après chirurgie
  - Gélules d'activité 1110 ou 3700 MBq :
    - Dégazées et mesurées en BAG ventilée, équipée filtre charbon
    - Administrées dans le secteur d'irathérapie où le patient traité reste hospitalisé pendant 3 jours
  - Pas de système de ventilation spécifique des chambres ni des sas
  - Conditions normales d'intervention : rotation des personnels
    - Accès limité à petit nombre de personnes
    - Personnel médical et soignant : < 5 min / personne / jour
    - Service des repas et ménage : < 20 min / personne / jour



# Programme des contrôles internes

---

## □ Modifié en Mars 2014 :

- Prélèvements d'air réalisés « le plus souvent possible » pendant au moins 3 heures (1/2 journée de travail)
  1. Dans la salle de ventilation pulmonaire : f(organisation des RV)
  2. Dans les chambres d'irathérapie : f(compliance patient)
    - J0 : à partir de l'administration du traitement
    - J1 : de 17 à 22 H après la prise de traitement  
(Référence : *Etude Johnny Dumeau et al. IRSN 2008*)
    - J2 : contamination résiduelle avant la sortie du patient
- Filtres comptés sans délai, le jour du prélèvement

# Matériel utilisé

- Préleveur d'aérosols MPE type PA2000:
  - Équipé porte cartouche à charbon actif
  - Débit d'aspiration  $2 \text{ m}^3.\text{h}^{-1}$
  - Filtre positionné en hauteur, à la place de l'opérateur pendant toute la durée du prélèvement
- Sonde de comptage externe Canberra :
  - Spectromètre NaI(Tl), analyseur multicanaux
  - Interface de comptage Médecine nucléaire
  - Source de constance : Cs-137 (9,86 MBq à calib.)
    - Géométrie de mesure fixe: source posée verticalement sur le lit dans l'axe de la sonde, collimateur au contact du lit (H=25 cm)
  - Filtres dans le champ de vue :

Valeurs de calibrage	$^{99\text{m}}\text{Tc}$	$^{131}\text{I}$
Sensibilité (cpm/kBq)	297	395

# Méthode

---

- ❑ Vérification constance avant chaque mesure de filtre
- ❑ Durée des comptages : 300 s (BF et filtre)



# Feuille de calculs

---

# Niveaux de contamination atmosphérique

## Salle de ventilation pulmonaire

---

- ❑ Etude CGFL (filtre à charbon installé en 2013):

2014	Avec filtre (n= 4)	Sans filtre (n=9)
Av (Bq.m <sup>-3</sup> )	21986 ± 11232	2041 ± 1320

- Augmentation du débit d'aspiration impossible
  - Action corrective : retrait du filtre installé sur le système d'aspiration

- ❑ Comparaison avec données d'autres services :

- LPCA (<sup>99m</sup>Tc) = 290000 Bq.m<sup>-3</sup>

	Service A (n=3)	Service B (n=5)	CGFL (n=9)
Av (Bq.m <sup>-3</sup> )	3613 ± 1853	6225 ± 3200	2041 ± 1320
Av / LPCA	1,25 %	2,15 %	0,7 %

# Niveaux de contamination atmosphérique

## Secteur de traitement à l'iode-131

---

### ❑ Prélèvements effectués dans les chambres à J0 :

- Min = 6 Bq.m<sup>-3</sup> (3700 MBq)
- Max = 765 Bq.m<sup>-3</sup> (1110 MBq, patient dialysé)

### ❑ Prélèvements à J1 (pics de contamination) :

- LPCA (<sup>131</sup>I) = 420 Bq.m<sup>-3</sup>

Activité administrée	1110 MBq (n=6)	3700 MBq (n= 8)
Av (Bq.m <sup>-3</sup> )	99 ± 68	135 ± 67
Av / LPCA	0, 24	0,32

- Pour une même activité administrée : grande variabilité
  - Poursuite des investigations pour confirmation des résultats

# Discussion

- ❑ Dose efficace E par inhalation est calculée à partir de la formule:

$$E = 1,2 * N * C * DPUI \text{ (Sv)}$$

- ❑ Hypothèses péjoratives retenues pour le calcul :

- Toute l'activité présente dans l'air est considérée incorporée
- Durée maximale d'exposition :

- Technégas : 5 min/patient, 4 patients/jour, 235 jours/an (N = 80H/an)
  - $DPUI = 1,2 \cdot 10^{-11} \text{ Sv} \cdot \text{Bq}^{-1}$  (composé type F, particules 1  $\mu\text{m}$ ) (\*)

(\*) (Calculation of airborne radioactivity in a Technegas lung ventilation unit , A. Lopez Medina NM communications, 1999, 20, 1141-1145)

- Iodure de sodium [ $^{131}\text{I}$ ] : 20 min/personne/jour, 235 jours/an (N=80 H/an)
  - $DPUI = 1,1 \cdot 10^{-8} \text{ Sv} \cdot \text{Bq}^{-1}$

- ❑ Estimation de la dose efficace engagée :

	Technégas	Iode-131
E par inhalation	< 10 $\mu\text{Sv}/\text{an}$	< 1 $\text{mSv}/\text{an}$

12

- Aucune action d'amélioration des locaux ne paraît justifiée

---

Remerciements à :

Pascal MALFAIT, CHU Amiens, Réseau AIRCAP

Christine LEGUEVELLOU, Fondation Hôtel Dieu - Nucléaris,  
Le Creusot, Réseau EST-RAD

Pour leur collaboration.