

Moyens de mesure de la contamination interne; exemples de cas concrets en radiotoxicologie

IRSN

INSTITUT
DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Faire avancer la sûreté nucléaire

Dr Christine BARTIZEL

Biologiste médical

Responsable du LAMR de l'IRSN

SFRP

19 juin 2019

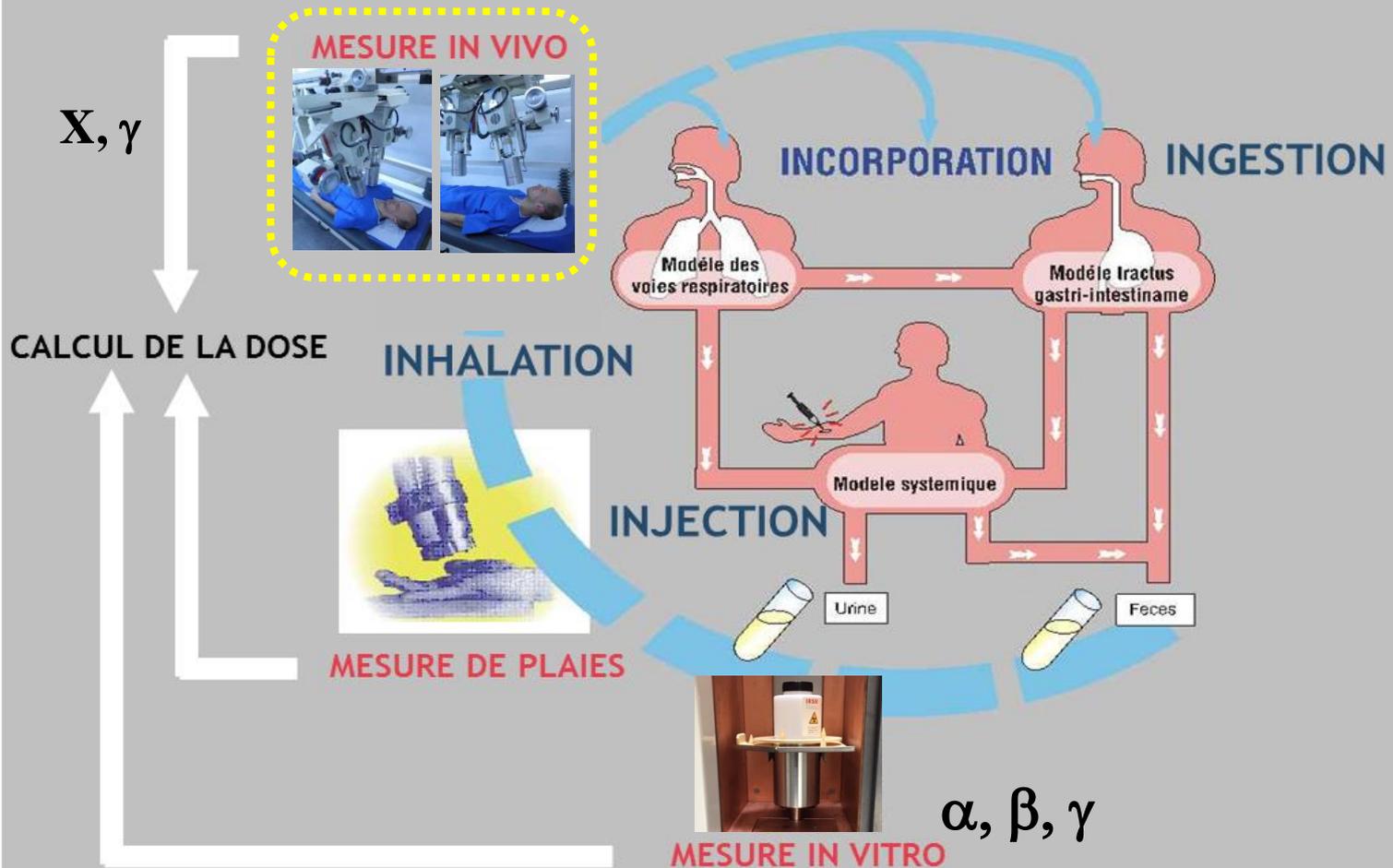
MEMBRE DE

ETSON

EUROPEAN
TECHNICAL SAFETY
ORGANISATIONS
NETWORK



LES DIFFERENTS MODES D'INCORPORATION



LES DIFFERENTS MODES D'EVALUATION DE L'INCORPORATION

Personnels concernés par le risque de contamination interne

Secteurs d'activité:

- Laboratoire de recherche pour marquage de molécules
- Service de médecine nucléaire
- INB
- Entreprises intervenant dans la dépollution de sites contaminés
- ...

Manipulation de sources non scellées

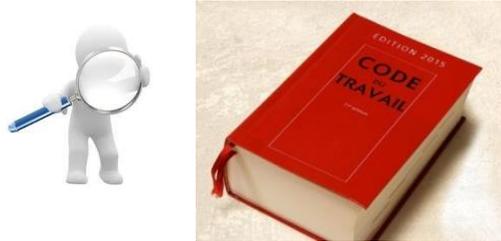
- Manipulation des déchets
- Injection à un patient
- Source scellées cassées / écrasée
- ...

Personnels :

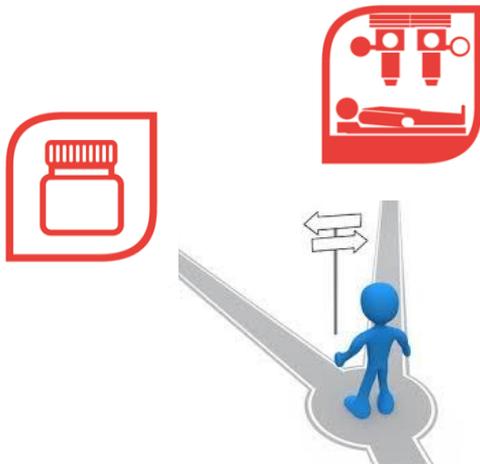
- Prestataires, CDD, CDI, contrats précaires.
- IDE, manip, ASH , médecins, ingénieurs, techniciens, chercheurs : niveaux de connaissances et de formations hétérogènes.

Règlementation et outils

Décret n° 2018-437 du 4 juin
2018 relatif à la protection des
travailleurs contre les risques
dus aux rayonnements ionisants



R4451-65: La surveillance dosimétrique individuelle liée à l'exposition interne est réalisée au moyen de mesures d'anthroporadiométrie ou d'analyses de radiotoxicologie prescrites par le médecin du travail et confiées à un service de santé au travail ou à un laboratoire de biologie médicale accrédités.....



4 modes de surveillance selon NF EN ISO 20 553

1) Surveillance de routine (systématique)

- **Abonnement semestriel ou fréquence définie** par le médecin du travail
- **Personnel manipulant régulièrement** des sources non scellées
- Il est mis en place pour détecter :
 - des incorporations accidentelles non détectées,
 - des incorporations chroniques.
- Ce mode de surveillance permet une **évaluation dosimétrique sur toute l'année si les fréquences sont respectées**
 - Mieux adaptée pour les RN à période longue.

Exemples d'intervalles de surveillance sur un programme de surveillance de routine

Radionucléide	Type d'absorption	Analyse urinaire Intervalle en jours	Mesures in vivo en jours
^3H	HTO	30	/
^{32}P	F	30	/
^{35}S	F	7	/
^{58}Co	S	90	180 Corps entier
^{60}Co	S	180	180 Corps entier
^{89}Sr	F, S	30	/
^{125}I	F	90	90 Thyroïde
^{131}I	F	15	15 Thyroïde
^{137}Cs	F	180	180 Corps entier
^{226}Ra	M	180	/

4 modes de surveillance selon NF EN ISO 20 553

2) Surveillance de contrôle

- Programme mis en place pour **vérifier les conditions de travail.**
- Ce mode de surveillance n'a pas pour objectif l'évaluation dosimétrique.
- Programme de surveillance mis en place pour confirmer par exemple que des incorporations significatives ne se sont pas produites.

4 modes de surveillance selon NF EN ISO 20 553

3) Surveillance spéciale

- Manipulations **inhabituelles** ou **irrégulières** de sources non scellées,
- Séjours accidentels dans une atmosphère dont la radioactivité dépasse les limites réglementaires.
- Programme de surveillance mis en place pour quantifier des expositions significatives suite à des **évènements anormaux** réels ou suspectés. La date de l'incorporation est généralement connue.
- **Evaluation dosimétrique possible pour l'incident en cause, sous réserve d'avoir toutes les informations utiles.**

4 modes de surveillance selon NF EN ISO 20 553

4) Surveillance de chantier

- Personnel dont les conditions de travail varient
- Personnel soumis à des **campagnes programmées** de travail pendant une durée limitée.
- Programme de surveillance s'appliquant à une opération spécifique.
- Un examen est réalisé avant le début de la campagne, puis à la fin de celle-ci.
- **Evaluation dosimétrique possible.**

5 modes de surveillance selon NF ISO 16 637

5) Surveillance de triage

- Personnel exposé aux RI pour des **utilisations médicales**.
- Programme de surveillance s'appuyant sur des **mesures de dépistage** individuel réalisées **fréquemment** au poste de travail.
- **Evaluation dosimétrique non réalisable**.
- Nécessité de réaliser un examen radiotoxicologique *in vivo* ou *in vitro* si le seuil de dépistage est dépassé.

Radiotoxicologie pratique *in vitro*

- Quantification de l'activité excrétée par les voies naturelles
- Tout type d'émetteurs : α , β , γ
- LBM des exploitants, du SSA et LAMR de l'IRSN.
- LAMR : le travailleur remplit le formulaire pour adapter les examens si besoin

IRSN
INSTITUT
DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Fiche d'accompagnement des urines
Remplir lisiblement ce formulaire et le joindre impérativement au prélèvement

NOM d'usage : _____
 NOM de naissance : _____
 PRÉNOM : _____
 Date de naissance : _____
 Sexe : F M
 Employeur : _____
 Code identification : _____

Début du prélèvement (1^{er} jour)
 DATE : _____ HEURE : ____ h ____ mn
 Fin du prélèvement (2^{ème} jour, même heure que l'heure de début du recueil le premier jour)
 DATE : _____ HEURE : ____ h ____ mn

LES DATES ET HEURES DE PRÉLÈVEMENT SONT DES INFORMATIONS NÉCESSAIRES POUR LE CALCUL DES RÉSULTATS.
 Le non-respect des conditions de recueil des urines peut entraîner l'absence de résultat (Volume insuffisant, délai acheminement, non-respect d'un recueil de 24H)

Radionucléides manipulés : cocher la case correspondante :
 (Information contribuant à une bonne interprétation des résultats)

Amercium-241	Iode-123	Soufre-35	
Calcium-45	Iode-125	Strontium-89	Tritium
Carbone-14	Iode-131	Technétium-99m	Uranium-234
Chrome-51	Phosphore-32	Thallium-201	Uranium-238
Cobalt-57	Plutonium-238	Thallium-201	Uranium-238
Fer-55	Radium-223	Thorium-228	Yttrium-90
Gallium-67	Radium-226	Thorium-230	
Indium-111	Samarium-153	Thorium-232	

Autres radionucléides manipulés : _____

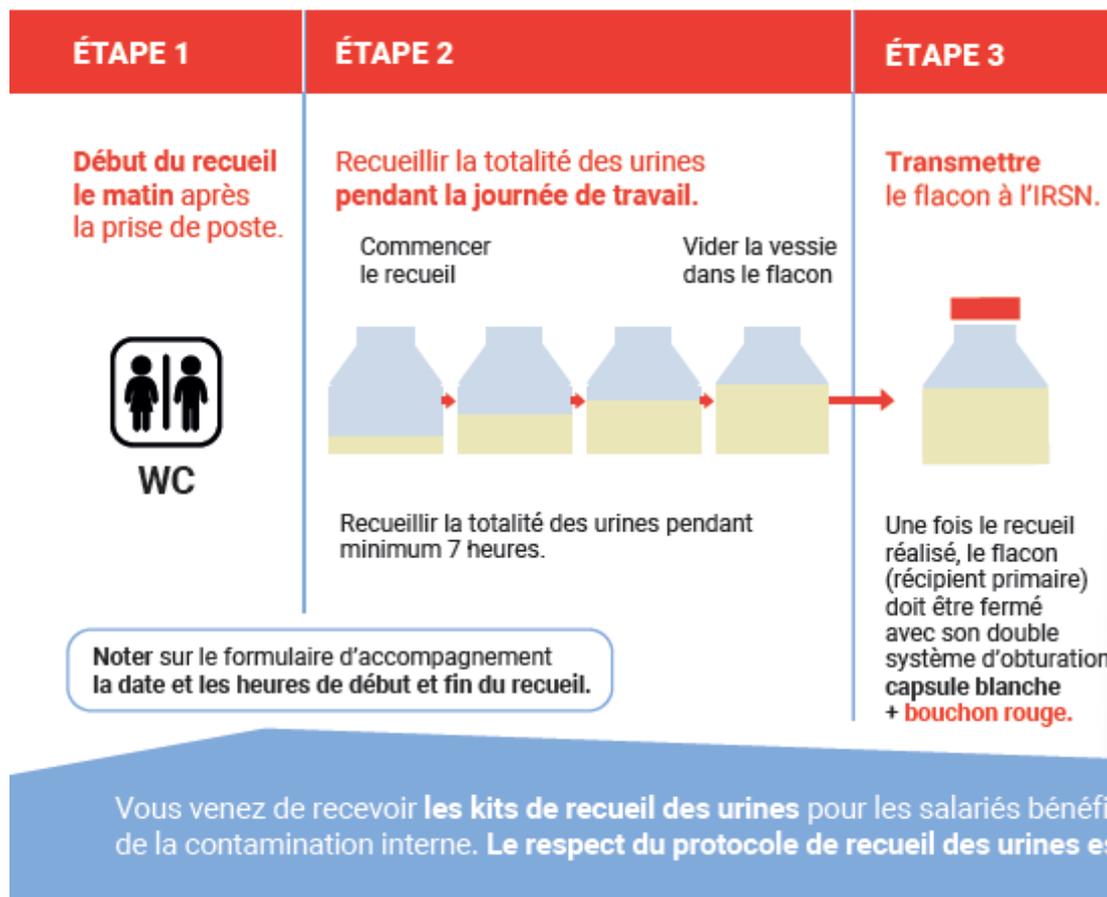
Fréquence de manipulation de ces radionucléides (Cocher la case correspondante) :
 Dans les 7 dernières semaines
 De façon ponctuelle, Date : _____
 Dans les trois mois
 Dans les six mois

Renseignements cliniques pertinents (Incidents d'exposition, imagerie médicale récente...) : _____

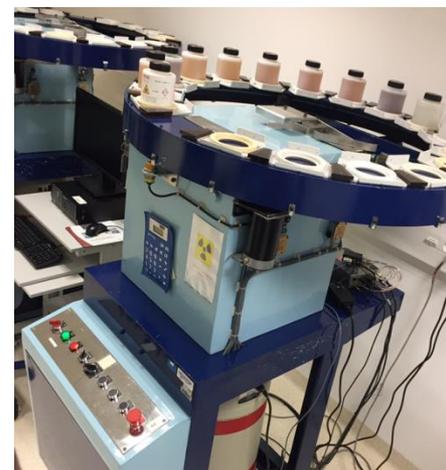


Cas particulier: médecine nucléaire et périodes courtes

SURVEILLANCE DE CONTRÔLE



- Recueil sur une journée de travail de 7 heures
- 500 ml minimum
- 700 ml si Yttrium



Compte-rendu des résultats ATP/RTX

■ Seul le médecin est destinataire du compte-rendu (secret médical)

- Résultat de biologie médicale pour la radiotoxicologie *in vitro*
- Nouvelle réglementation : Art. R. 4451-70.-I. du Décret n° 2018-437 du 4 juin 2018

« Le médecin du travail, sous sa responsabilité, peut communiquer au conseiller en radioprotection des informations couvertes par le secret médical relatives à la dose interne, lorsque celle-ci est liée à l'exposition professionnelle et strictement utile à la prévention. »



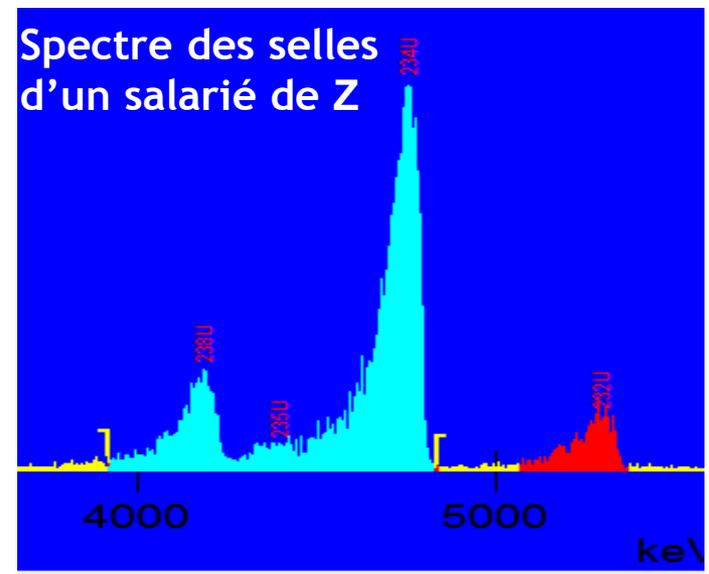
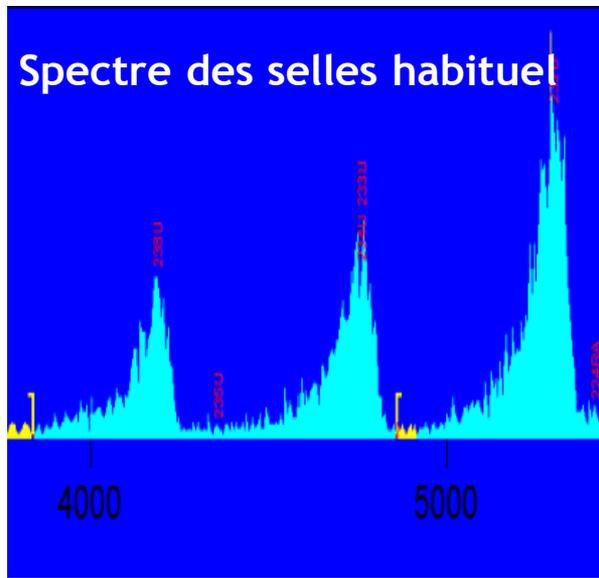
Compte-rendu des résultats ATP/RTX

- Résultat < LD : tout va bien ...mais regarder la LD
- LD (en Becquerel) signifie : seuil à partir duquel une activité du radionucléide est quantifiable.
- Les résultats d'activité sont exprimés à la date et heure de fin du prélèvement (RTX) , à la date de la mesure (ATP)
- Résultat > LD :
 - Enquête pour trouver l'origine
 - Mesures complémentaires
 - Evaluation dosimétrique par le **médecin du travail, appui de du conseiller en radioprotection et de l'IRSN si besoin**

Société Z



- Contexte : salariés sous traitants sur un site avec présence de poudre d' UO_2 .
- Plusieurs salariés concernés, inquiets.
- Recueils d'urines envoyés au LAMR, puis de selles à notre demande: pics en uranium 234 et 235 (traceur U232).



Société Z

- Conclusion/Conséquences:
- Certains salariés ont reçu plusieurs milliSievert, proche de la limite réglementaire annuelle
- Le port du masque a été imposé, les résultats se sont normalisés

Hopital H



Contamination Iode 125

Contexte : thèse , des manip sous une boîte à gants avec le l'I 125 pour du marquage, une HPLC est dans la boîte à gants: la **surveillance de contrôle** permet de découvrir une contamination, les surveillances suivantes spéciales mettent en évidence une contamination récurrente à l'I125.



Hopital H

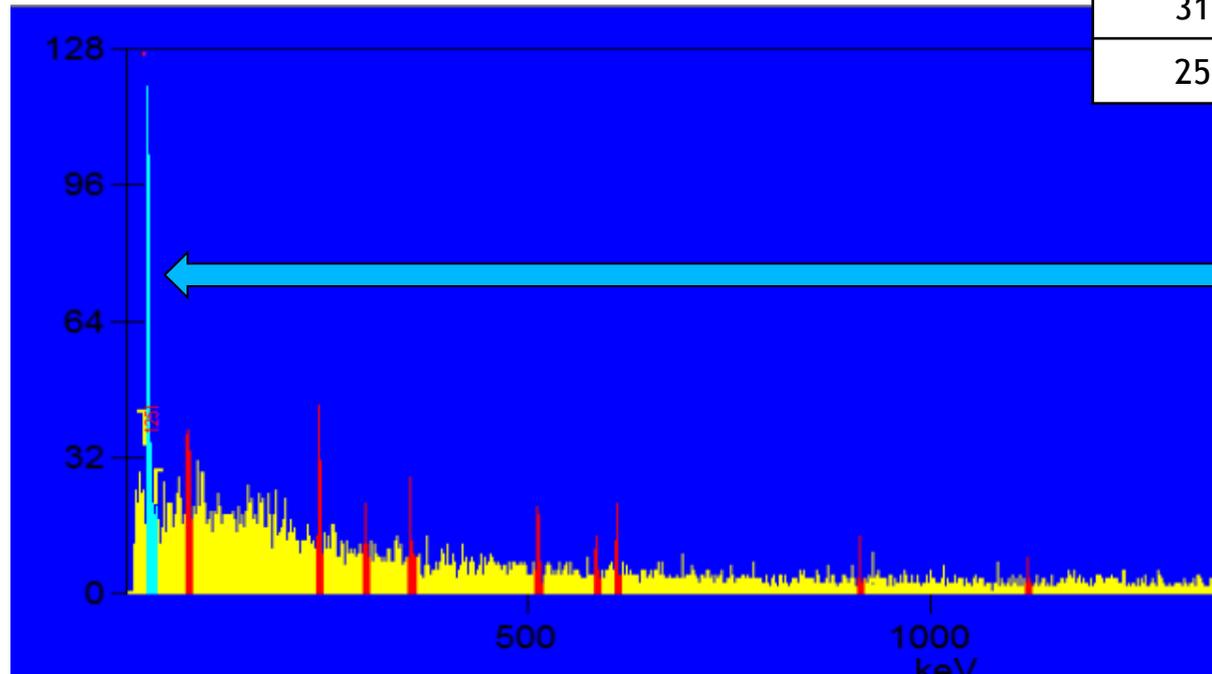
Contamination Iode 125

Certaines valeurs sont des reliquats de la contamination précédente, calendrier avec les dates des manip établi car pas de manip entre 2 recueils+

Calcul de dose: 0,2mSv



Date de prélèvement	Activité mesurée ¹²⁵ I (Bq/l)
15/09/2013	NR
23/03/2014	11
09/04/2014	19
30/04/2014	2,9
11/07/2014	5,8
25/08/2014	NR
31/08/2014	67
25/09/2015	NR

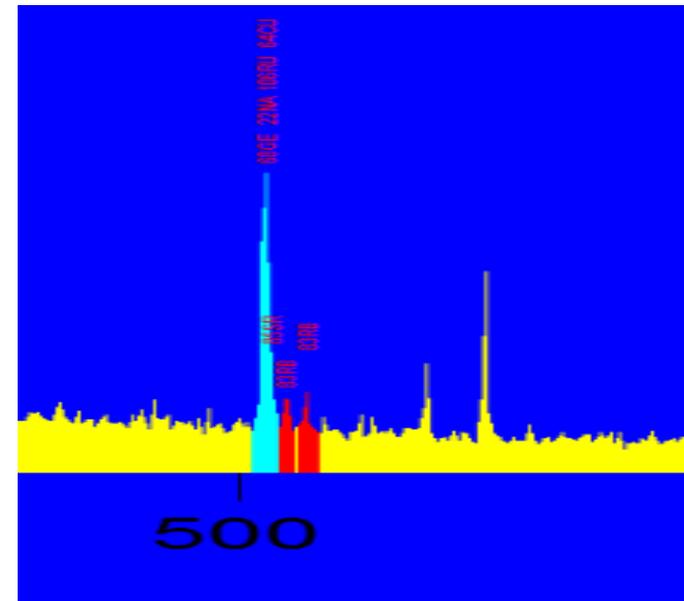


125I
3 raies X : 27.02 keV;
27.47keV et 31.06 keV

Centre de recherche R



- Contamination lors de manipulation de gestion des déchets.
- Chercheur a évacué une poche d'air d'un sac de déchets et il a respiré ce dégagement:contamination
- Prescription initiale: Rb 83 et Sr 85, retrouvés mais ...pic inconnu à 776 keV
- Contamination à plusieurs radionucléides: Sr82,Rb83,Sr85, liées au procédé de fabrication et aux impuretés



Centre de recherche R

Date de prélèvement	Radionucléides	Activité Bq/l
29/10/2015	Sr82	1007
	Rb83	13
	Sr85	440
16/12/2015	Sr82	NR
	Rb83	NR
	Sr85	1,4

Dose Sr 85= 0,0215 mSV

Dose Sr 82 =0,3 mSv

Dose Rb 83 = 3,76 μ Sv

Centre de recherche C:

Collaboration Dr Nathalie Dray et Dr Hélène Heinz Chartier

- Chercheuse, classée NE.
- Manipulation sous hotte avec gants mais avant-bras découverts , d'une solution acide nitrique+Neptunium 237
- Fin de manipulation: projection de liquide en gouttelettes au niveau des avants bras
 - ➔ ■ **URGENCE MEDICO-CHIRURGICALE PRIME SUR L'URGENCE RADIOLOGIQUE: soins locaux des brûlures**
 - Faces antérieures et internes des avant-bras : lésions érythémateuses de qq mm à cm, peu algiques
 - Comptage sur les avant-bras entre 10 et 20 coups/s α ; pas de contamination β
 - Pansements + DTPA

Centre de recherche C:

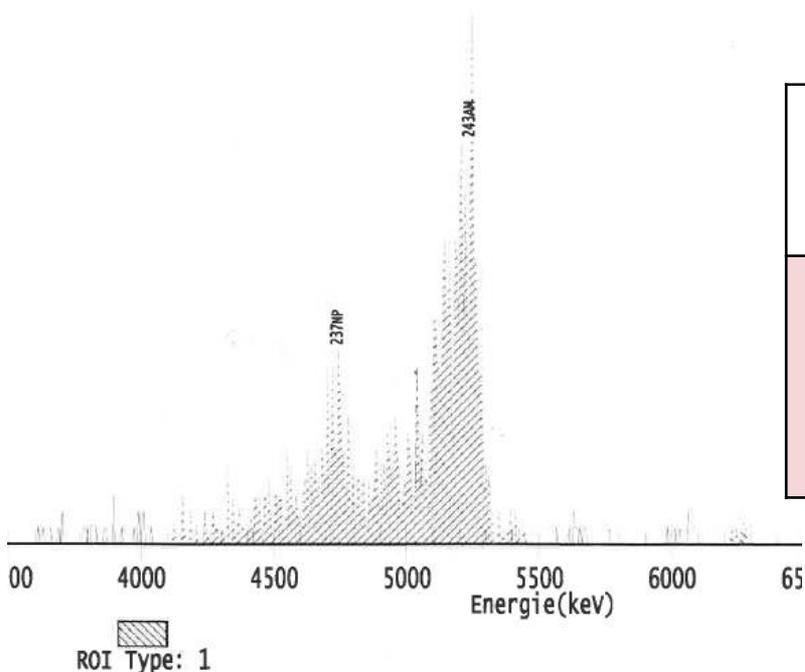
Collaboration Dr Nathalie Dray et Dr Hélène Heinz Chartier

Contamination Np 237

Les brulures acides ont favoris e la pénétration transcutan e

+inhalation du Np envisag e

Spectre dans les urines:



Date du recueil d'urines	29/09	03/10	04/10	05/10
Activité � Np 237 en mBq/24h	<1,1	18,66	5,15	5,13

Autres cas récents....

- Contamination interne au thallium 211 : projection sur mains gercées
- Contaminations en scinti pulmo avec du Tc99m dans un local avec une ventilation insuffisante.
- Essai clinique sur un MRP , pas de modification des mesures de RP habituellement efficaces: plusieurs contaminations internes d'infirmières.
- Patient faisant une demande de reconnaissance en maladie professionnelle d'un lymphome cutané 20 ans après une contamination interne:
 - ➡ *importance de conserver le suivi de l'exposition et le calcul de la dose efficace engagée lors des incidents dans le dossier médical*

Remerciements

- Céline BAILLON
- Cécile CHALLETON DE VATHAIRE
- Estelle DAVESNE
- Isabelle VU
- Natalie Dray



Le SMERI est à votre écoute:

http://:dosimetrie@irsn.fr

lamr@irsn.fr/lamiv@irsn.fr

christine.bartizel@irsn.fr

celine.baillon@irsn.fr

isabelle.vu@irsn.fr

Tel LAMR : 01-30-15-52-35

Tel LAMIV : 01-30-15-37-56

31 rue de l'écluse

BP 40035

78116 Le Vésinet

