

Intérêt des études de postes pour informer sur les risques

8èmes Rencontres des Personnes Compétentes en Radioprotection – SFRP – Paris 11/2012

G. MECHIN (1), J. GUERSEN (1), M. ALCOCER (2), C. MILLARDET (2), L. BOYER (1)

(1) CHU Clermont Ferrand - France – Pôle Imagerie Médicale (2) CRLCC Jean Perrin Clermont Ferrand- France – Service de Physique Médicale



Introduction et contexte (1) :

- Réglementation /Radioprotection des travailleurs :
 - ◆ Evaluation des risques et analyse des postes de travail :
 - ★ Classification des travailleurs : Cat. A, Cat. B
 - ★ Définir des mesures de protection nécessaires à déployer
 - ◆ Missions confiées aux PCR, sous la responsabilité des employeurs.

- Constat : connaissances PCR \neq connaissances travailleurs :
 - ◆ Soit **risque surestimé** par les utilisateurs
 - ◆ Soit **risque sous estimé** ou inconnu par les utilisateurs

- Etudes – Analyses postes de travail :
 - ◆ Opportunité pour communiquer sur le niveau de risque réel.
 - ◆ Intérêt des études = Données chiffrées :
 - ★ **Réalité du risque** \neq perception du risque

Introduction et contexte (2) :

1

- Exérèse chirurgicale de ganglions sentinelles préalablement injectés au Technétium 99m

2

- Cas de manipulateurs en salle de radiologie interventionnelle positionnés contre un paravent plombé, côté source

3

- Cas d'une manipulatrice enceinte prenant en charge un patient ayant bénéficié d'une injection de ^{18}F FDG pour un examen TEP/TDM

Problématique 1:

Définition

Premier ganglion recevant le drainage lymphatique d'une tumeur

■ En médecine nucléaire:

- ◆ Injection d'un radiopharmaceutique (**NANOCIS-^{99m}Tc**)
- ◆ Activité de **74 MBq**
- ◆ **Passage à J+1 (24h) au bloc opératoire** pour réaliser une biopsie

■ Au bloc opératoire:

- ◆ Cas le plus pénalisant pour l'opérateur
- ◆ Activité résiduelle dans l'organisme basée sur le principe de la décroissance radioactive

$$\star A(t) = 1/16^{\text{ème}} A_0 = \mathbf{4,625 MBq}$$



Manipulation de ganglions sentinelles émetteurs de RI

$$A = A_0 e^{-\lambda t}$$

Problématique 1:

■ Constat /observation du PCR au bloc opératoire :

- ◆ **Analyse de l'activité opératoire annuelle**
- ◆ **Analyse de la position des différents agents / source d'émission**
 - ★ Temps au contact de la source d'émission
- ◆ **Analyse du bruit de fond ambiant sans source de RI**
- ◆ **Evaluer la nature du radioélément** (Technétium 99m)
 - ★ Radionucléide émetteur γ ($E_{\gamma}=140$ keV et $T_{\text{phy}}=6,02$ heures)
 - ★ Préparation sous forme de radiopharmaceutique
 - ★ Activité injectée du radionucléide
 - ★ Intervalle de temps entre injection et exérèse au bloc op
 - ★ Activité résiduelle au point d'exérèse (T_{bio})

➔ Evaluer le degré de négligence d'une éventuelle exposition aux rayonnements ionisants

Matériel et méthode (1) :

■ 2 Dosimètres volumiques TLD GR207P (7Lif : Mg, Cu, P) :

- ◆ Réponse en Hp (0,07)
- ◆ Incertitude de mesure estimée à 4%
- ◆ Bonne réponse angulaire sur ($4\pi/\text{str}$)



■ 1 Dosimètre opérationnel : Modèle APVL EPD Mk2

- ◆ Réponse en dose efficace E
- ◆ Porté sous la casaque stérile au niveau de la poitrine

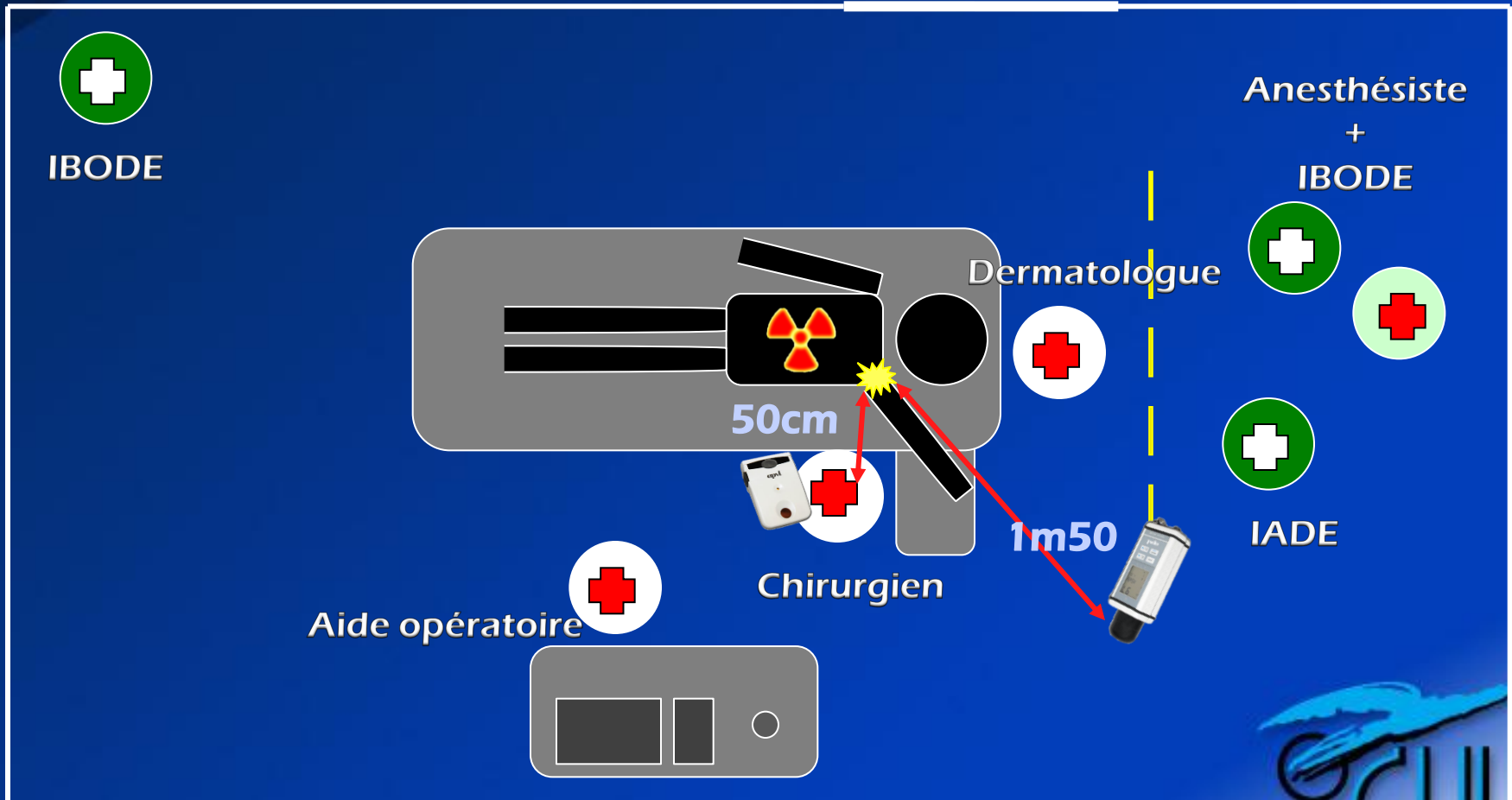
■ 1 Radiamètre: Modèle APVL AT1123

- ◆ Réponse en $H^*(10)$ en tant qu'estimateur de dose efficace E

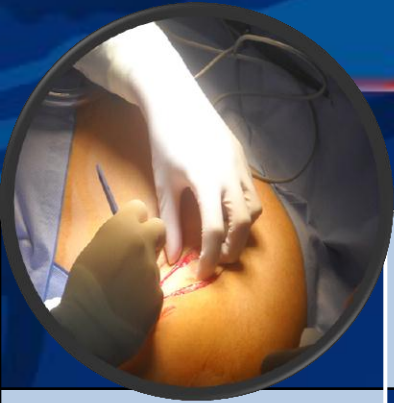


Matériel et méthode (2) :

Exérèse chirurgicale au bloc opératoire de ganglion sentinelle injecté au ^{99m}Tc



Résultats :



Catégorie	Dose efficace (mSv/an) Pour 60 procédures réalisées		Dose équivalente (mSv/an) Pour 60 procédures réalisées	
	à 1m50 de la source de rayonnements	à 50 cm de la source de rayonnements	aux extrémités (doigts)	aux cristallins
Chirurgien + Dermatologue	X	0,021	< LD* (50 µSv)	< LD (50 µSv)
Anesthésiste + IBODES	0,009	X	X	X

* Limite de détection du dosimètre volumique

→ Réalisation des 60 interventions par le même opérateur
 → 0,021 mSv/an < 1mSv (Cat. non exposés)

Discussion – conclusion :

Les données extrapolées sur une année ont montré

- ◆ Risque d'exposition **faible** dans les conditions habituelles de travail
- ◆ Proposition de classement des agents en **catégorie de travailleurs non exposés**
- ◆ Port de protection plombée (veste/jupe) **injustifié**
- ◆ Gant radio atténuateurs plombés (**0,01 – 0,04 mm Pb**) **inadapté**
- ◆ Port des lunettes au verre plombé **non nécessaire pour l'opérateur**

Le périmètre du risque **non connu initialement** a été quantifié, précisé et présenté aux intervenants du bloc opératoire

Problématique 2:

■ Constat /observation du PCR en salle interventionnelle:

- ◆ **Suspicion d'un défaut de prise en charge de la radioprotection**
 - ★ Au niveau de l'angle du paravent plombé
 - ★ Contre la cloison de la salle
- ◆ **Remise en cause de l'étude de poste de travail et du zonage réalisés l'année n-1**
 - ★ Inquiétudes concernant le classement de leur « zone » de travail principale
 - Derrière le paravent plombé
 - Autour du paravent plombé
 - ★ Niveau d'exposition aux rayons X **biaisé** par rapport à la réalité

➔ **Evaluer le niveau de risque réel**

➔ **Répondre à l'inquiétude des 10 manipulateurs en poste dans leur « zone » de travail quotidienne**



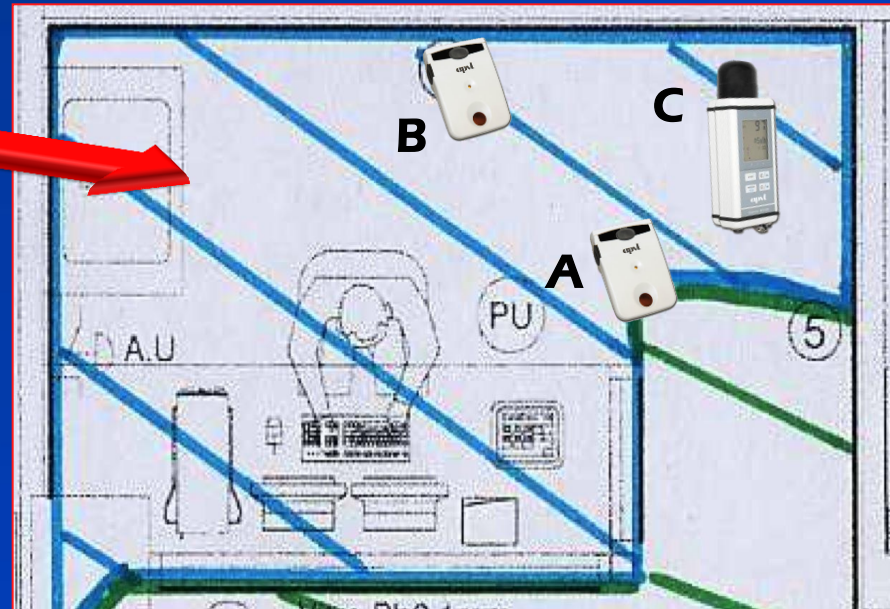
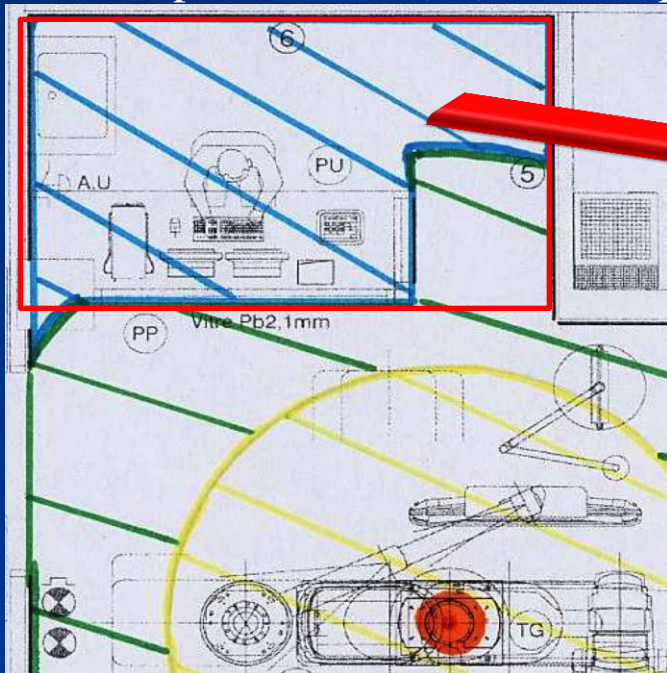
Matériel et méthode :

■ 2 Dosimètres opérationnels : Modèle APVL EPD Mk2

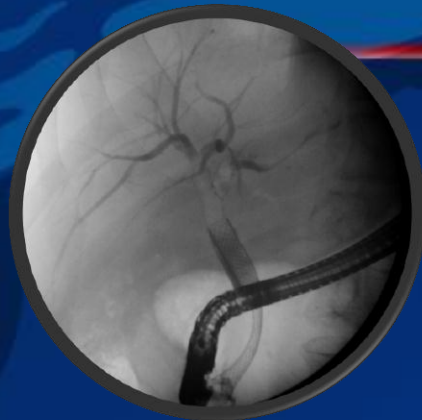
- ◆ Réponse en $H^*(10)$ en tant qu'estimateur de dose efficace E
- ◆ A fixé sur le rebord externe du paravent plombé (côté non protégé) B contre le mur (risque effet ciel)

■ 1 Radiamètre: Modèle APVL AT1123

- ◆ Réponse en $H^*(10)$ en tant qu'estimateur de dose efficace E



Résultats (1) :



Relevé des mesures en H*(10)

	Dosimètre Opérationnel A	Dosimètre Opérationnel B	Radiamètre C
H*(10)	1830 nSv/3h	940 nSv/3h	1290 nSv/3h
H*(10)-BDF	466 nSv/1h	169 nSv/1h	286 nSv/1h

→ 3 examens de cathétérisme biliaire représentatifs de l'activité
→ BDF mesuré sur 1h en l'absence de RX : 144 nSv/1h

Résultats (2) :

Dose efficace reçue par les travailleurs au point A,B et C

Dosimètre
Opérationnel A

Dosimètre
Opérationnel B

Radiamètre C

Dose efficace reçue
par 10 MERM sur 1
an

0,72 mSv/an

0,26 mSv/an

0,44 mSv/an

Dose efficace reçue
par 1 MERM sur 1 an

0,072 mSv/an

0,026 mSv/an

0,044 mSv/an

Par rapport à la limite annuelle de la catégorie « non exposée » (1mSv)

→ au point A: E_{MERM} est 14 fois inférieure

→ au point B: E_{MERM} est 38 fois inférieure

→ au point C: E_{MERM} est 22 fois inférieure



Discussion – conclusion :

- Les données extrapolées sur une année confrontées au temps de présence de chaque manipulateur ont permis **de rassurer les agents avec des données chiffrés non discutables**
- Le relevé annuel d'ambiance derrière le paravent à montré que la **dose annuelle était < 0,6 mSv**
- Zone de « travail » **non contrôlée** d'après le zonage
 - ◆ **dosimétrie opérationnelle inexistante** /dosimétrie passive
 - ◆ **Initiative quant à la vérification de l'exposition**

La zone de questionnement à été approfondie avec des **données chiffrées, précisées et présentés aux MERM**

Problématique 3:

■ Constat /observation du PCR en radiologie conventionnelle :

- ◆ Prise en charge d'un patient injecté au ^{18}F FDG ayant bénéficié d'un examen TEP/TDM quelques heures auparavant
 - ★ **Intervalle de temps** entre l'injection et la prise en charge en radiologie
 - ★ **Nature du rayonnement émis** (énergie, périodes, mode de désintégration)
 - ★ **Activité injectée** dans le service de médecine nucléaire

- ◆ Inquiétude quant à la dose reçue
 - ★ **Temps passé à proximité du patient** devenu « source d'émission »
 - ★ **Activité résiduelle** au moment de l'examen radiologique (T_{bio})

➔ **En lien avec les radiophysiciens, estimation dosimétrique visant à rassurer la manipulatrice enceinte**

Matériel et méthode :

■ En médecine nucléaire:

- ◆ **Activité injectée de 400 MBq de ^{18}F FDG** (Fluoro DesoxyGlucose)
- ◆ T physique = 109,77 min
- ◆ Rapport d'embranchement
 - ★ 97% sous forme β^+
 - ★ 3% sous forme de CE
- ◆ Particularité du β^+
 - ★ Annihilation avec un électron au repos => formation de 2 photons γ de 511 keV chacun

■ En radiologie conventionnelle:

- ◆ Arrivée **6h post injection** du patient pour son examen radiologique **A = 40 MBq**
- ◆ La manipulatrice se trouvant à **50 cm du patient injecté**
- ◆ Temps passé à proximité du patient **estimé à 10 minutes**

$$A = A_0 e^{-\lambda t}$$

- ➔ **Données INRS (mars 2012) sur le Fluor 18**
- ➔ **Loi en inverse carré de la distance**
- ➔ **Formule empirique approchée**

Résultats :

Formule Empirique approchée

$$\dot{D} \cong 1,46 \times 10^{-10} \times \frac{A.E.I}{d^2}$$

\dot{D} en mGy/h
A en becquerels
E en MeV
d en mètre
I en % décimal (100 % = 1) = rapport d'embranchement

0,022 mGy/h → **0,0036 mSv sur 10 min**

Données INRS (mars 2012) Fluor 18

Débits maximum ($\mu\text{Sv/h}$) observés pour une injection de 400 MBq de fluor 18 :

Tps après injection	Activité résiduelle	Débit à 1 m
2 h	160 MBq	20 $\mu\text{Sv/h}$
6 h	40 MBq	5 $\mu\text{Sv/h}$
12 h	5 MBq	0,6 $\mu\text{Sv/h}$

20 $\mu\text{Sv/h}$ → **0,0034 mSv sur 10 min**

Concordance des deux méthodes de calcul de dose

0,0034 < E < 0,0036 mSv sur 10 min

→ Faible exposition aux rayonnements ionisants sur 10 minutes

Discussion – conclusion :

- Manipulatrices exposées aux rayonnements ionisants lors de leur grossesse
 - ◆ Source d'inquiétudes, stress, anxiété ou de multiples interrogations
- L'exposition de l'enfant à naître doit pouvoir être évaluée de manière rigoureuse et ne doit pas excéder 1 mSv sur la totalité de la grossesse
 - ◆ Art. D4 152-5 code du travail
- Quantifier la nature du risque
 - ◆ Remonter **l'historique chronologique des évènements jusqu'aux conséquences**
 - ◆ **Déterminer la nature et les spécificités du radioélément** mis en jeu

L'inquiétude légitime de la manipulatrice quant à la dose supplémentaire reçue par l'enfant à naître a été levée avec des valeurs chiffrées, communiquées à l'intéressée et à la médecine du travail

Bilan:

- Les études et analyses de postes de travail permettent :
 - ◆ **De s'opposer** aux suppositions, craintes, méfiances, méconnaissances des travailleurs
 - ◆ **De rassurer** avec des données chiffrées non discutables obtenus dans le cadre d'une démarche scientifique rigoureuse
 - ◆ **De cadrer** le niveau de risque réel des situations d'exposition des professionnels aux RI
 - ◆ **D'adapter** au cas par cas les moyens de prendre en charge ce risque à sa juste mesure

**Etudes et Analyses de postes de travail positionnent les PCR
comme des personnes ressources pour communiquer sur ce
risque très particulier**

An aerial photograph of a volcanic crater. The crater is a dark, circular depression filled with a dark lake, surrounded by steep, green slopes. In the background, a valley with a town and a river is visible, surrounded by more green hills and mountains under a clear blue sky.

Merci pour votre attention