



Exposition radiologique des professionnels de santé dans le cadre d'un traitement au Xofigo®

Julien Mackowiak, Pierre Le Fur, Laurence Calas, Lore Santoro



Julien Mackowiak
Institut régional du Cancer de Montpellier | Val d'Aurelle
SFRP Reims – 18 juin 2015



Institut régional du Cancer
Montpellier | Val d'Aurelle

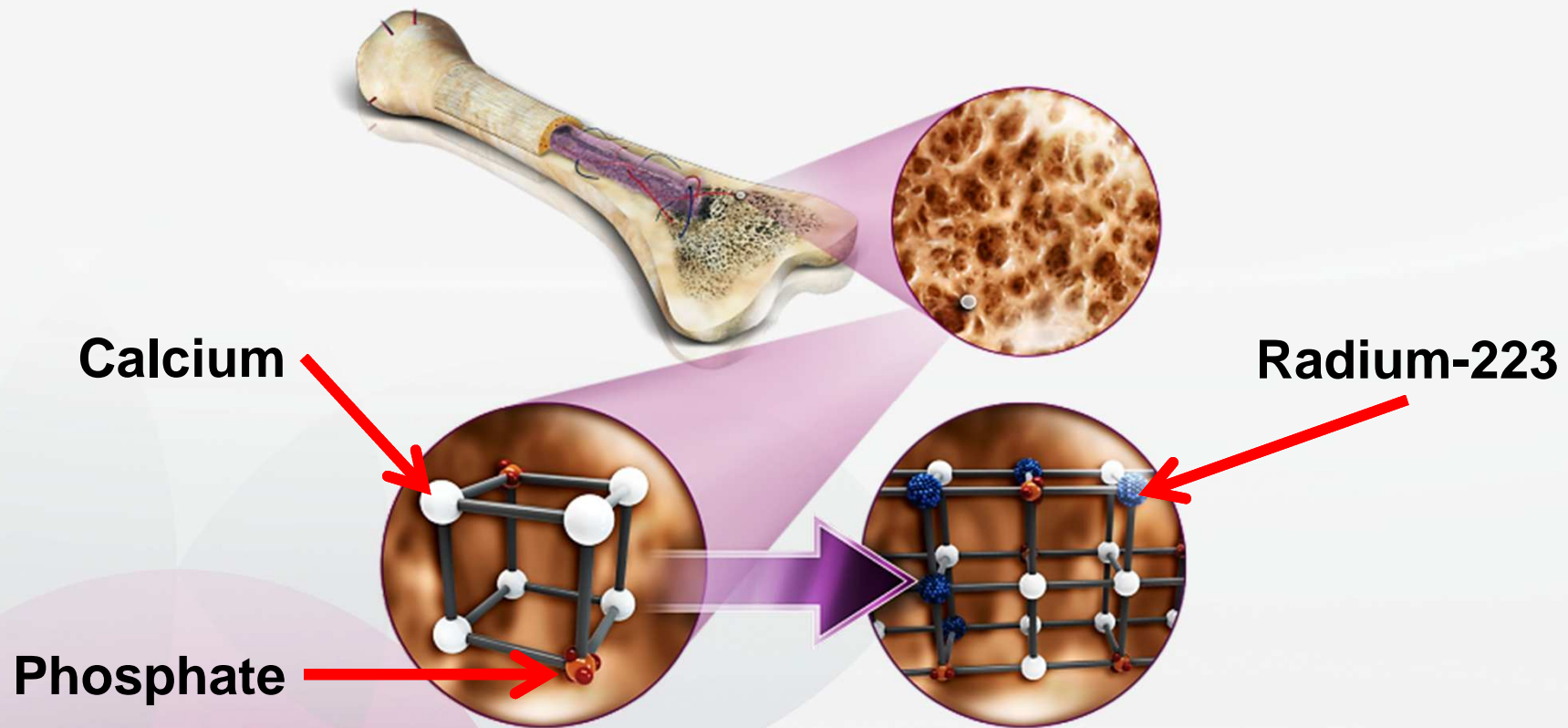
- **Indication:**
 - Traitement des métastases osseuses du cancer de la prostate résistant à la castration chimique (CPRC)
- **Avantages de ce médicament radiopharmaceutique:**
 - Administré en ambulatoire
 - Prolonge la survie globale du patient
 - Présente un profil de tolérance très satisfaisant
 - Retarde la survenue du premier évènement osseux

Schéma thérapeutique du $^{223}\text{RaCl}_2$ Xofigo[®]

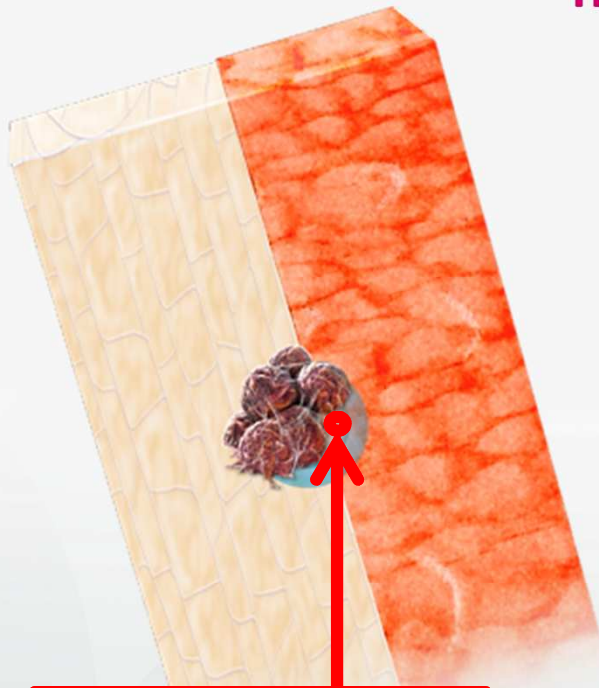


Institut régional du Cancer
Montpellier | Val d'Aurelle

Le di-chlorure de Radium 223 s'incorpore dans les cristaux d'Hydroxyapatite, composant de l'os

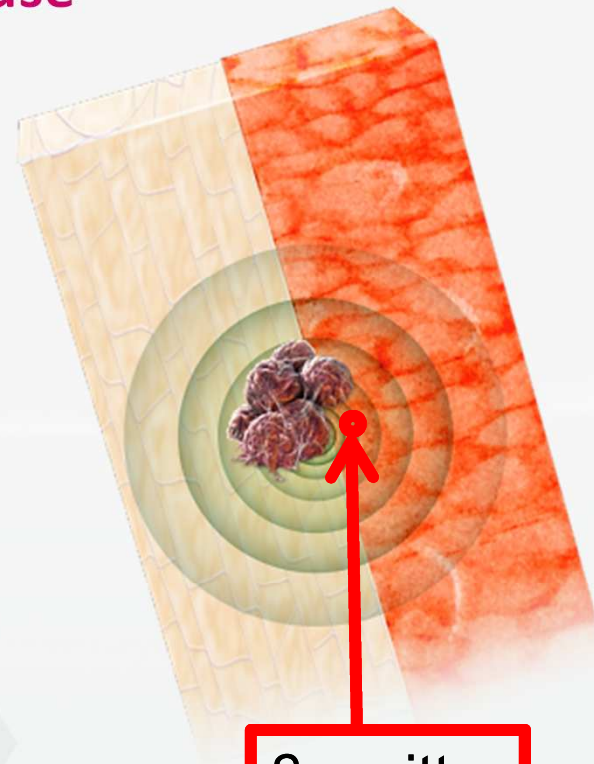


Emetteur α de faible parcours limitant exposition de la moelle osseuse



Radium Ra 223

Parcours des alpha α : 2 à 10 cellules
Soit 0,08 mm



β -emitter

Parcours des β : 10 à 1000 cellules

Propriétés physiques du ^{223}Ra et de ses descendants

- Principales émissions du ^{223}Ra :

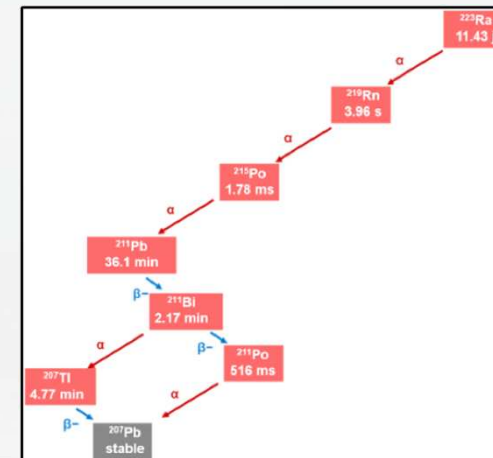
	Gamma / x		Beta (E _{max})		Electrons		Alpha	
	E (keV)	%	E (keV)	%	E (keV)	%	E (keV)	%
E1	269	14	541	5	130	6	6623	84
E2	351	13	1373	93	200	12	6819	80
E3	832	3	1422	100	266	3	7386	100
% omis		135		< 3		155		235

α : 95,3%

β^- : 3,6%

γ / X: 1,1%

- Période: $T_{1/2} = 11,43$ jours
- DPUI ingestion: $e(g) = 1.10^{-7}$ Sv/Bq
- Facteur d'absorption intestinale: $f1 = 0,2$
- DPUI inhalation: $h(g) = 5,7.10^{-6}$ Sv/Bq
- Coefficient de volatilité: $k = 0,01$



- Répondre à la réglementation issue du code du travail et aux recommandations ASN dédiées au ^{223}Ra ...

Mais aussi en interne

- Appréhender le risque lié au rayonnement alpha:
 - Produit « exotique », jamais utilisé en service
 - Répondre aux interrogations des différents acteurs
 - Se détacher de l'habitude de travail des RN conventionnels
 - Mettre l'accent sur la méticulosité pour éviter les contaminations
 - Quantifier les expositions beta et photonique
 - Optimiser l'utilisation des EPI et les méthodes de travail

- **Manipulations à blanc:**
 - Optimisation de la gestuelle
 - Choix des EPI
 - Coordinations des différents professionnels
- **Identification des méthodes à toutes les étapes:**
 - Check-lists
- **Formation du personnel:**
 - Etalonnage activimètre
 - Utilisation détecteur et sonde alpha
 - Procédures de décontamination

Bases de notre première approche du Ra223 « surprotectrice »
Exposition externe: +++ et contamination +++

1. Contrôles radiologiques



2. Contrôle activimètre / mesure flacon



3. Tirage seringue ^{223}Ra



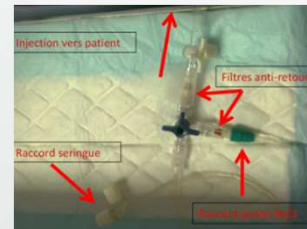
4. Transfert seringue et valise plombée



5. Injection patient

et

6. Surveillance patient



7. Contrôles d'ambiance et de surface








- **Matériel:**

- Boîte à gants plombée, flacon + protection plombée
- Seringue 10 mL de 3,6 MBq (50 kBq/kg) + filtre de prélèvement
- Protège seringue tungstène
- Valise de transport (10 mm Pb), chariot de transport
- Paravent plombé (10 mm Pb)
- Radiamètre FH40G-L 10 + sonde alpha (FHZ 732GM)

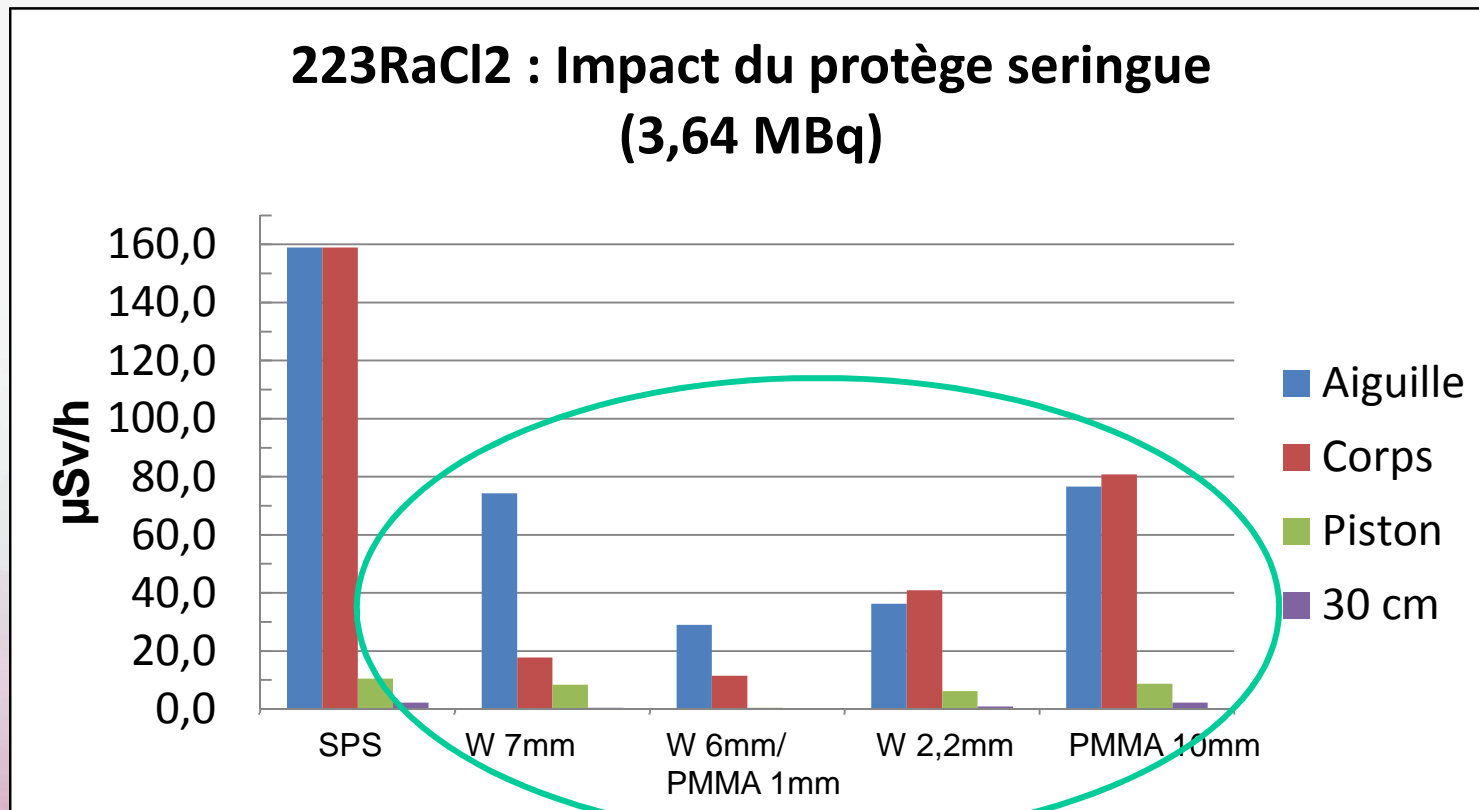
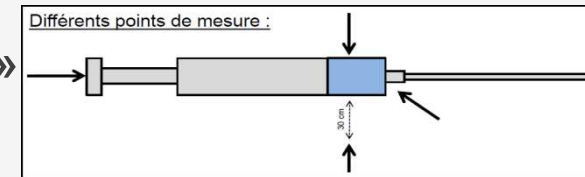
- **Méthodes:**

- Manipulations à blanc, identification des étapes exposantes
- Mesures intégrées flacon, seringue, BAG, patient
- Relevé des distances et temps d'exposition à chaque étape
- Extrapolation des doses efficaces et équivalentes pour 12 mois

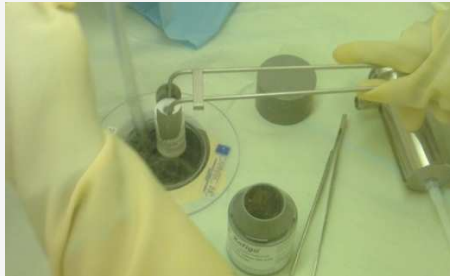
- **Choix du protège seringue pour l'exposition extrémités:**

Protège-seringues comparés/utilisés	
Sans protège-seringue	
Protège-seringue N°1 W : 7 mm	
Protège-seringue N°2 Corps -> Plexiglas/W : 1/6 mm Piston -> W : 9 mm	
Protège-seringue N°3 W : 2,2 mm	
Protège-seringue N°4 Plexiglas : 10 mm	

- 30 mesures de débit de dose: radiamètre FH40G-L10
 - En 3 points: « aiguille-corps-piston »
 - Au pseudo-contact et à 30 cm



- Débits de dose liés à l'exposition:



**Débits de dose PS N°1 = 7mm
W (3,6 MBq)**

	[$\mu\text{Sv/h}$]	[$\mu\text{Sv/h/MBq}$]
<i>Aiguille</i>	74,47	20,46
<i>Corps</i>	17,80	4,89
<i>Piston</i>	8,37	2,30
<i>30 cm</i>	0,44	0,12

X6

Flacon de 6,89 MBq		
Protégé	Débits d'équivalent de dose ambient H*(10)	
	[$\mu\text{Sv/h}$]	[$\mu\text{Sv/h/MBq}$]
À 75 cm	0,31	4,5E-2
À 35cm	0,54	7,9E-2
<i>Au contact</i>	22,20	3,2
Non protégé		
Non protégé	Débits d'équivalent de dose ambient H*(10)	
	[$\mu\text{Sv/h}$]	[$\mu\text{Sv/h/MBq}$]
À 75 cm	0,85	1,2E-1
À 35cm	3,50	5,1E-1
<i>Au contact</i>	142,00	20,6

**Débits de dose moyens mesurés sur patient
(3,6 MBq)**

<i>1m en post-injection</i>	0,54 \pm 0,26 $\mu\text{Sv/h}$
<i>1m à J+2</i>	0,29 \pm 0,08 $\mu\text{Sv/h}$

- Résultats: Exposition externe faible

Étapes	Exposition	Temps exposition [s]	Dose intégrée [μSv]
1. Mesure flacon	Corps entier	60	$4,5 \cdot 10^{-3}$
	Extrémités	40	$5,8 \cdot 10^{-1}$
2. Préparation seringue	Corps entier	90	$8,0 \cdot 10^{-3}$
	Extrémités	90	3,5
3. Protège seringue + aiguille protection	Corps entier	105	$9,0 \cdot 10^{-3}$
	Extrémités	105	$9,3 \cdot 10^{-1}$
4. Transport seringue	Corps entier	135	$1,9 \cdot 10^{-5}$
	Extrémités	15	$4,7 \cdot 10^{-2}$
5. Administration du Xofigo®	Corps entier	90	$3,0 \cdot 10^{-3}$
	Extrémités	90	$2,8 \cdot 10^{-1}$
6. Dé-perfusion + surveillance patient	Corps entier	610	$1,5 \cdot 10^{-1}$
	Extrémités	10	$2,4 \cdot 10^{-2}$

Corps entier
=
 $5,3 \cdot 10^{-2} \mu\text{Sv}$

Extrémités
=
 $7,9 \mu\text{Sv}$

- **Prévisionnel dosimétrique annuel:**
 - Sur la base de 10 patients/an, soit 240 préparations et injections:

Prévisionnel de dose (12 mois)	Corps entier [μSv]	Extrémités [μSv]
Préparation seringue	5,16	1202,40
Injection	0,77	78,48
Dé perfusion - Surveillance patient	36,00	5,76
Total [μSv]		
Dose efficace	12,7	Catégorie B
Dose équivalente extrémités	1893,6	

- **Contamination:**
 - Moyens simples à mettre en place pour la prévenir
 - Mesures prises efficaces
 - Pas de contamination majeure
- **Points chauds identifiés:**
 - Filtre de prélèvement (10% de la dose injectée) +++
 - Aiguille « prise d'air du flacon » ++
 - Enceinte blindée: extrémités des doigts (gants)
 - Protège seringue (aiguille)
 - Pas de contamination > à 3cps (1 goutte = 0,05mL = 1440 cps)

- **Exposition du personnel:**

- Choix du protège seringue: « dextérité-méticulosité-protection »
Comparaison préparation seringue ^{99m}Tc (665MBq): 3 x plus irradiant (25,6 μSv vs 7,9 μSv)
- Mise en place d'un système d'injection anti-reflux



- **Utilisation de terrain chronophage:**

- Contrôles radiologiques à chaque étape
- Détection Alpha peu évidente: type de sonde, taille du détecteur, conditions de mesures (ambiance, hygiène)
- Mobilisation importante du personnel en temps et en nombre
- Réorganisation de l'activité du service

- **Bénéfice patient:**

- Pour patient CPRC
- Etude clinique pour cancer du sein

- Le risque d'expo externe faible => on se concentre sur la prévention du risque de contamination externe et interne
- Les utilisateurs, par les tests à blanc, l'EDP et leur convenance, déterminent le type d'EPI contre l'exposition externe
- REX issu du service: parti d'une base stricte, maintenant plus modéré sur le risque d'exposition externe, mais toujours vigilant sur la contamination
- Transfert de compétence professionnelle possible une fois les étapes maîtrisées

Merci de votre attention!