



Etude dosimétrique des différents postes de travail en curiethérapie de prostate

Dr G. GAGNA¹ - Dr C. GAURON² - Dr J.-C. AMABILE¹ – Pr P. LAROCHE¹

1 : Service de protection radiologique des armées (SPRA)

2 : Institut national de recherche et sécurité (INRS)



Congrès National de Radioprotection
SFRP 2011, Tours le 22 juin





Plan de l'étude

- ▶ Introduction
- ▶ Description de la technique
- ▶ Matériels et méthode
- ▶ Résultats
- ▶ Discussion
- ▶ Conclusion





INTRODUCTION

Généralités

- ▶ Curiethérapie de prostate par implants d'iode -125
 - Traitement in situ du cancer de la prostate
 - Option thérapeutique validée, importance croissante
 - Proposée à l'HIA du Val-de-Grâce depuis décembre 2009

Motivations

- ▶ Obligation réglementaire pour l'employeur
- ▶ Demande de l'ASN (autorisation pour une activité de curiethérapie)
- ▶ Partenariat SPRA / INRS

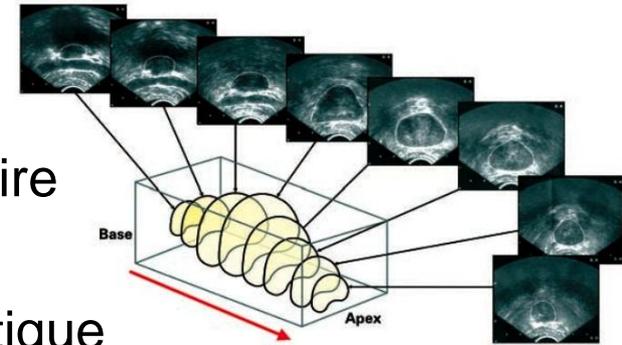
Objectifs

- ▶ Evaluation de l'exposition radiologique d'une équipe peu expérimentée au cours de 6 curiethérapies
 - Doses efficaces pour l'équipe opératoire
 - Doses équivalentes aux extrémités et au cristallin pour les opérateurs
 - Zonage radiologique



Description de la technique de curiethérapie de prostate (1/2)

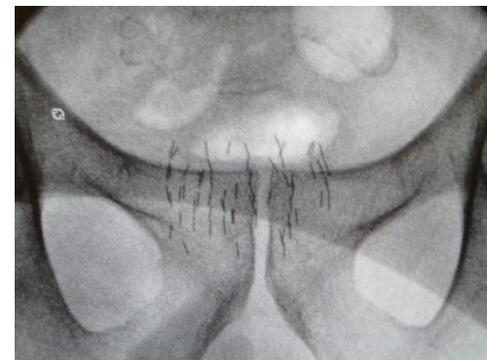
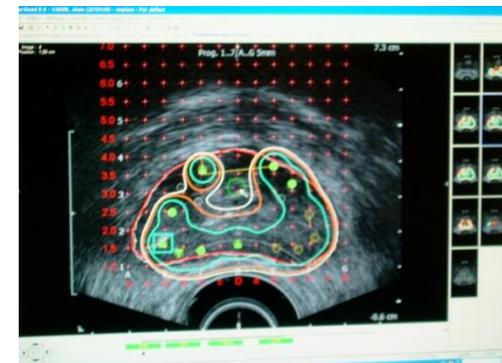
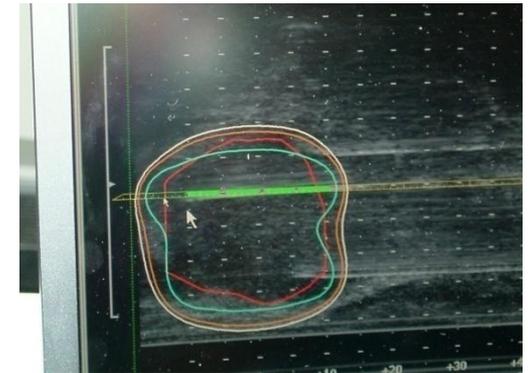
- ▶ Bloc opératoire, sous AG, équipe pluridisciplinaire
- ▶ Repérage échographique 3D du volume prostatique
- ▶ Dosimétrie prévisionnelle (nbr grains d'iode à implanter)
- ▶ Implantation des aiguilles périphériques par l'urologue
- ▶ Implantation des grains d'iode en périphérie par le radiothérapeute (75%)





Description de la technique de curiethérapie de prostate (2/2)

- ▶ Suivi échographique (positionnement des grains)
- ▶ Dosimétrie en temps réel (courbes dose-volume)
- ▶ Implantation des aiguilles centrales par l'urologue
- ▶ Implantation des grains d'iode centraux par le radiothérapeute
- ▶ Contrôle Rx pelvis de face





Description des sources radioactives

- ▶ Radionucléide : iode -125
 - Période radioactive ≈ 60 jours
 - Photons gamma et X de basse énergie ≈ 30 keV
- ▶ Grains d'iode (4 mm x 1 mm)
 - Capsule de titane
 - Activité $\approx 18,5$ MBq (0,5 mCi)
 - Irradiation à bas débit de dose
- ▶ Cartouches pré-chargées
- ▶ Projecteur de source « Mick applicator »





Evaluation de la dose efficace E corps entier

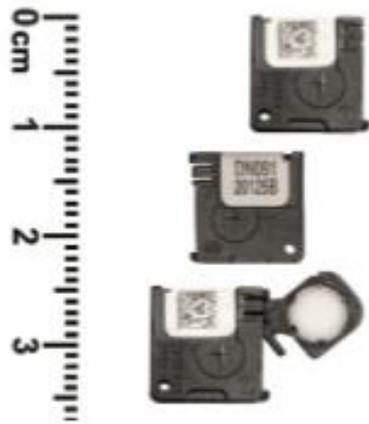
- ▶ Evaluation pour tous les personnels de l'équipe opératoire :
 - Urologue, radiothérapeute, radiophysicien, IBODE, IADE
- ▶ Dosimètre OSL InLight[®] passif corps entier
 - Sensibilité photons de 5 keV à 40 MeV
 - Seuil de détection théorique de 0,05 mSv (0,10 en pratique)
- ▶ Dosimètre électronique opérationnel DMC 2000X
 - Sensibilité photons de 20 keV à 6 MeV
 - Seuil de détection théorique de 1 μ Sv
- ▶ Grandeur mesurée : équivalent de dose individuel en profondeur Hp(10), bon estimateur E
- ▶ Lecture après chaque séance, dose non effacée, réattribution à la même personne pour cumul





Evaluation de la dose équivalente aux extrémités

- ▶ Evaluation pour les opérateurs : urologue + radiothérapeute
- ▶ Dosimètre OSL passif type nanoDot[®]



→ Réponse en fonction de l'énergie

	Energies détectées	Domaine de mesure*	
		Valeur mini	Valeur maxi
Rayons X	de 5 keV à 40 MeV	0,05 mGy	10 Gy
Gamma	de 5 keV à 40 MeV	0,05 mGy	10 Gy
Bêta	de 150 keV à 10 MeV	0,05 mGy	10 Gy

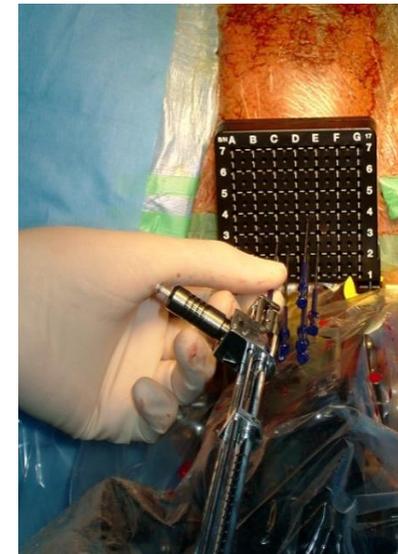
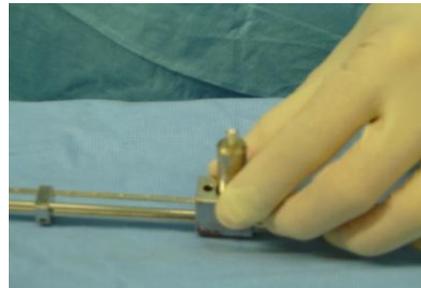
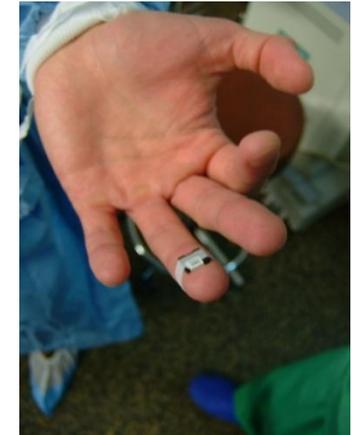
* Résultats exprimés dans la grandeur dose absorbée

- ▶ Grandeur mesurée : équivalent de dose aux extrémités $H_p(0,07)$
- ▶ Lecture après chaque séance sur lecteur portable microstar[®], dose non effacée, réattribution à la même personne pour cumul
- ▶ Choix du dosimètre / bague TLD



Evaluation de la dose équivalente aux extrémités

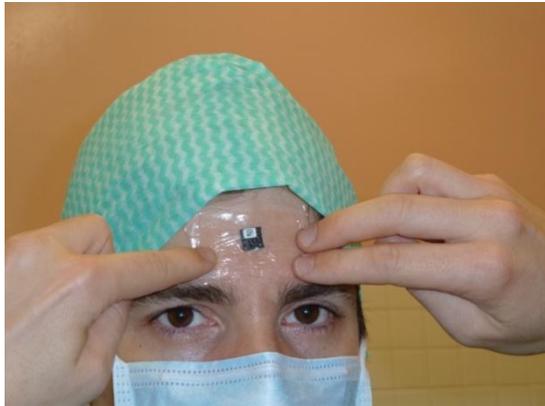
- ▶ Emplacement du dosimètre
 - Membre non dominant : le + exposé
 - Choix des praticiens
- ▶ Urologue : annulaire gauche
- ▶ Radiothérapeute : index gauche





Evaluation de la dose équivalente au cristallin

- ▶ Evaluation pour les opérateurs : urologue + radiothérapeute
 - Proximité des yeux de la grille de repérage
 - Abaissement de la limite réglementaire (CIPR)
- ▶ Dosimètre OSL passif type nanoDot[®] sur le front



- ▶ Grandeur mesurée : équivalent de dose à la peau Hp(0,07)
- ▶ Estimation de l'équivalent de dose au cristallin Hp(3)
 - Positionnement du dosimètre
 - Nature photonique du rayonnement



Réalisation du zonage radiologique

► Radiamètre AT1123[®]

- Mesure des photons de 15 keV à 10 MeV
- Meilleure sensibilité : capot écran enlevé
- Mesure de l'équivalent de dose ambiant $H^*(10)$
- Bon estimateur de la dose efficace
- Valeur directement lue (coefficient d'étalonnage ≈ 1)

► Modalités pratiques

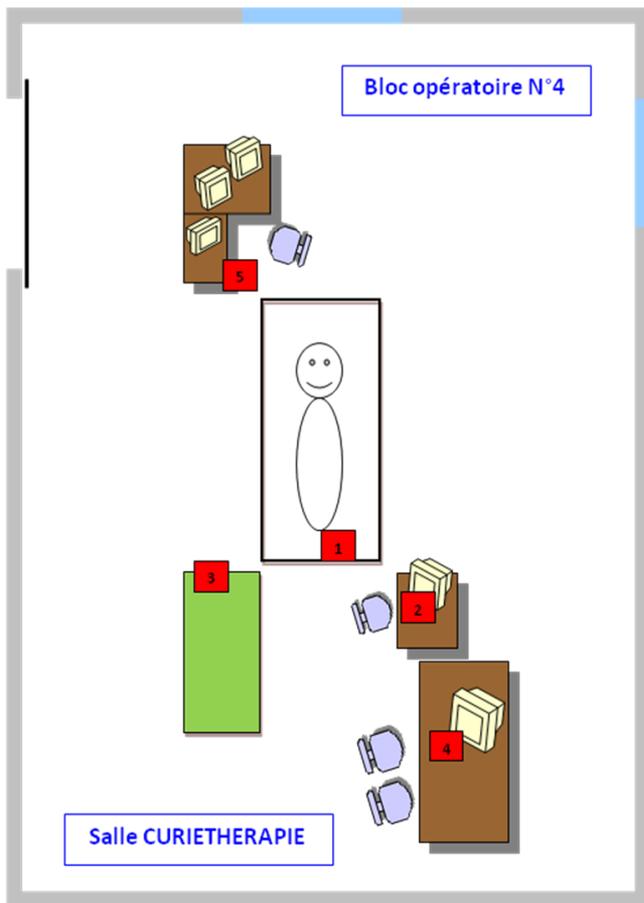
- Intégration de la dose sur l'heure la + pénalisante (dernière heure)
- Au niveau des différents postes de travail
- Lors de chaque séance de curiethérapie
- Limite de la ZC : calculée à partir de la dose la + élevée selon la loi inverse du carré de la distance





Réalisation du zonage radiologique

SAS
TECHNIQUE





Zonage radiologique

► Poste de travail n° 1 : OPERATEUR

- Radiamètre fixé sur la branche reliant le dispositif d'implantation à la table d'opération
- Déclenchement à distance par télécommande
- Distance \approx 30 cm du périnée du patient





Zonage radiologique

► Poste de travail n° 2 : UROLOGUE

- Radiamètre placé au niveau du pupitre de commande de l'échographe
- Distance \approx 80 cm du périnée du patient

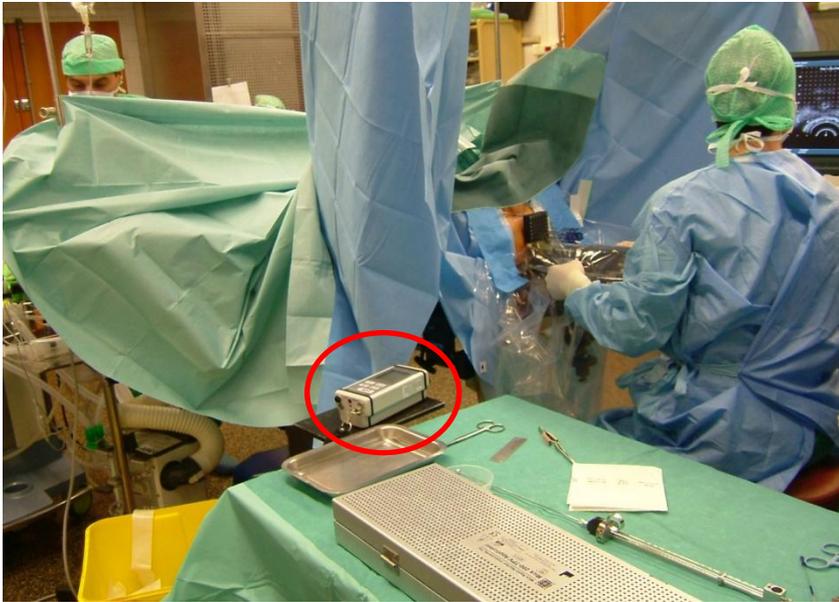




Zonage radiologique

► Poste de travail n° 3 : IBODE

- Radiamètre placé sur trépied à côté de la table d'instrumentation
- Distance \approx 50 cm du périnée du patient





Zonage radiologique

► Poste de travail n° 4 : RADIOPHYSICIEN

- Radiamètre placé au niveau du pupitre de contrôle du radiophysicien
- Distance \approx 150 cm du périnée du patient

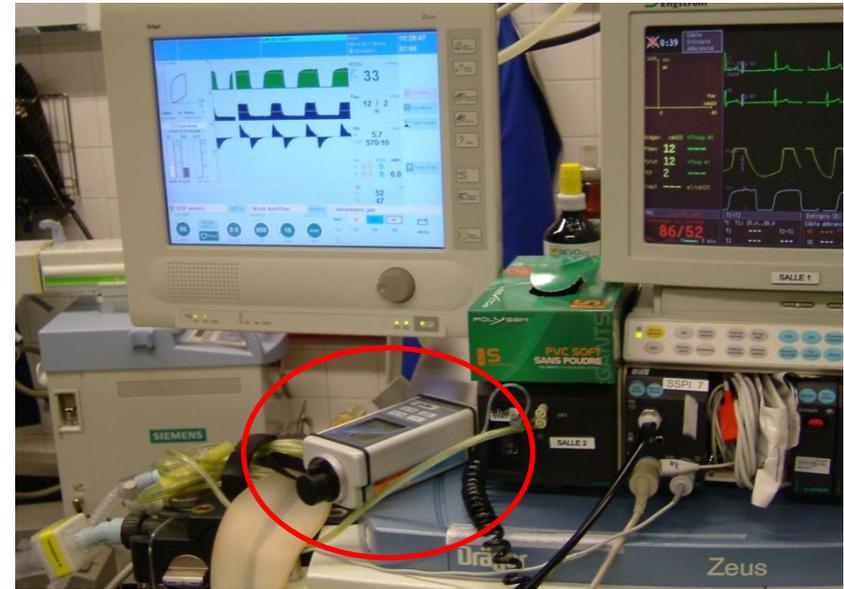
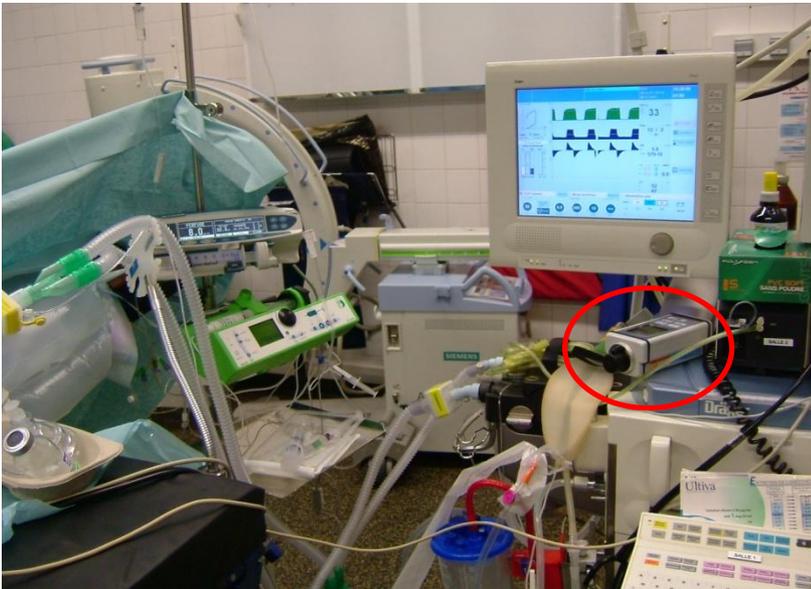




Zonage radiologique

► Poste de travail n° 5 : IADE

- Radiamètre placé au niveau des écrans de monitoring de l'IADE
- Distance \approx 160 cm du périnée du patient





Données générales de l'intervention

Séance curiethérapie		1	2	3	4	5	6
Nombre de grains d'iode implanté		76	72	62	67	61	74
Activité totale administrée (MBq)		1221	1118	962	1040	946	1149
Temps d'intervention	Total	2 h 50	2 h 05	1 h 45	1 h 30	1 h 15	1 h 35
	Radiologique	1 h 40	1 h 15	1 h 05	55 min	45 min	1h
Temps d'exposition	Radiothérapeute	1 h 10	1 h	50 min	40 min	30 min	40 min
	Urologue	30 min	15 min	15 min	15 min	15 min	20 min



Courbe d'apprentissage



Dosimétrie des personnels

► Doses efficaces pour l'équipe opératoire

- Doses relevées par OSL InLight[®] CE < SD (100 μ Sv)
 - Soit pour 6 curiethérapies, Hp(10) < 17 μ Sv/ séance
- Doses relevées par DMC 2000X < SD (1 μ Sv)

► Doses équivalentes pour les opérateurs

- Doses relevées par OSL nanoDot[®] extrémités < SD (100 μ Sv)
- Doses relevées par OSL nanoDot[®] front < SD (100 μ Sv)
 - Soit pour 6 curiethérapies, Hp(0,07) et Hp(3) < 17 μ Sv/ séance



Zonage radiologique

Postes de travail (Distance / périnée)	Résultats	Classement de la zone
N°1 : mesure à 30 cm "Opérateur "	3,20 μ Sv (soit 128 μ Sv sur 1 mois)*	Zone surveillée
N°2 : mesure à 80 cm "Ecran de l'échographe"	0,60 μ Sv (soit 24 μ Sv sur 1 mois)*	Zone non réglementée
N°3 : mesure à 50 cm "Table d'instrumentation"	1,00 μ Sv (soit 40 μ Sv sur 1 mois)*	Zone non réglementée
N°4 : mesure à 150 cm "Pupitre radiophysicien"	0,19 μ Sv (soit 7,6 μ Sv sur 1 mois)*	Zone non réglementée
N°5 : mesure à 160 cm "Ecrans monitoring IADE"	0,10 μ Sv (soit 4 μ Sv sur 1 mois)*	Zone non réglementée

* Valeurs calculées sur la base de 40 heures de travail mensuel.

► Limite de la zone contrôlée : 20 cm du périnée



Recommandations (1/2)

► Zonage radiologique

- Limite de la ZC : sphère de 20 cm centrée sur la prostate, non matérialisable
- Zone surveillée : étendue aux parois de la salle opératoire (perte de grains)

► Catégorisation des personnels

- Opérateurs : urologue et radiothérapeute
 - $H_p(10) \approx 17 \mu\text{Sv/ séance}$
 - soit 60 curiethérapies > limite publique 1 mSv
 - Travailleurs exposés de catégorie B
- IBODE, IADE
 - Travailleurs non classés accédant occasionnellement à une zone réglementée : si respect de 3 conditions
 - doses susceptibles d'être reçues préalablement évaluées
 - cumul de doses avec d'autres activités < 1 mSv sur 12 mois
 - mesurer les doses reçues lorsque le travailleur intervient en ZC



Recommandations (2/2)

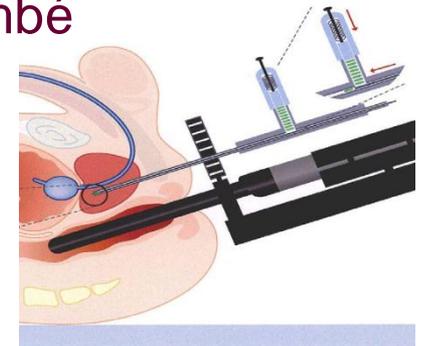
- ▶ **Catégorisation des personnels**
 - Radiophysicien : travailleur catégorie B, ne justifiant pas d'un classement supérieur
- ▶ **Surveillance dosimétrique de l'exposition externe**
 - Dosimétrie passive corps entier que pour les opérateurs
 - Pas de surveillance dosimétrique des extrémités après confirmation des résultats sur 2 à 4 périodes de trois mois
 - Pas de dosimétrie opérationnelle (mains des opérateurs en ZC)
- ▶ **EPI non obligatoire (sauf lors Rx contrôle)**



CONCLUSION

Technique peu irradiante

- ▶ Caractéristiques de la source radioactive d'iode-125
- ▶ Atténuation par les tissus péri-prostatiques
 - Couche de demi-atténuation (CDA) ≈ 3 cm
- ▶ Atténuation du faisceau résiduel
- ▶ Technique
 - Cartouche pré-chargée en acier / support plombé
 - Projecteur de source
 - Pas de fluoroscopie



Contraintes organisationnelles

Outil de communication