



INSTITUT
DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Faire avancer la sûreté nucléaire

Retour d'Expérience sur l'optimisation des doses en radiologie interventionnelle

ASN Division de Paris, 7 février 2012

Cécile ETARD et Jean-Luc REHEL
IRSN/PRP-HOM

Objectif de l'optimisation

Délivrer la dose nécessaire pour des images de qualité suffisante pour réaliser l'intervention.

- Comment réduire les doses en radiologie interventionnelle ?
 - Paramètres directement accessibles à l'opérateur
 - Paramètres modifiables au travers des protocoles
- Exemples concrets d'optimisation de protocoles



En pratique

- | Selon l'installation et la procédure, il existe plusieurs « outils » pour optimiser la dose délivrée :

Pratique de l'opérateur	Modification des protocoles
Distance Tube-Patient	Scopie « basse dose »
Distance Patient-Détecteur	Dose par image en graphie
Collimation	Fréquence d'images en scopie
Limitation du zoom	Cadence d'images en graphie
Orientation du faisceau	
Enregistrement des images de scopie	
Limitation du nombre d'images graphie	
Limitation les images soustraites	

- | Attention à la qualité des image
- | Nécessite un consensus des opérateurs

Exemples concrets d'optimisation

Ex 1 : Embolisation d'artère utérine

Etude menée en collaboration avec l'IRSN en 2007

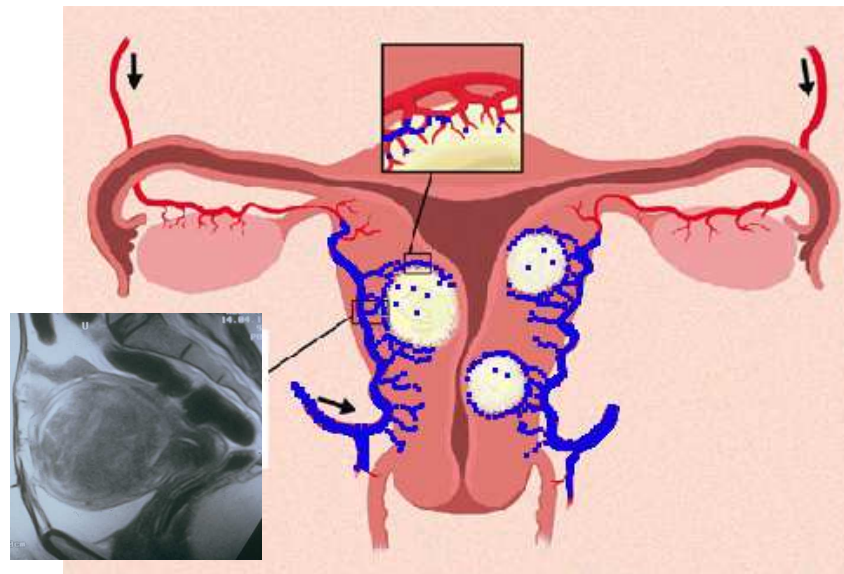
M. Sapoval et al.

Uterine Artery Embolization for Leiomyomata: Optimization of the radiation dose to the patient using a flat panel detector angiographic suite.

Cardiovasc Intervent Radiol, 2010.

Buts et principes de l'embolisation des fibromes

- Occlusion ciblée des artères périphériques des fibromes avec des particules : 500-700 μm (Embosphere®)
- Dévascularisation complète



Fibromes utérins

Objectifs de l'étude

- Analyse des paramètres techniques de la procédure radiologique en vigueur dans le service :
 - Relevé des Produits dose x surface (PDS, affichés par l'appareil) délivrés pour un échantillon de patientes
 - Calcul de la dose à la peau pour ces patientes à partir du PDS,
 - Détermination de la qualité image avec un objet test.

- Elaboration d'une procédure radiologique optimisée :
 - Evaluation de la qualité image,
 - Relevé des PDS pour un échantillon de patientes,
 - Détermination de la dose à la peau pour ces patientes.

Installation radiologique



Dispositif Siemens Axiom Artis



Chambre d'ionisation à transmission (mesure PDS)

Chambre d'ionisation à transmission de l'installation

- mesure le PDS en Gy.cm^2
 - permet le calcul de D_{air} à 60 cm (en mGy) puis la dose peau (mGy)
- ➔ Pour chaque patiente, le récapitulatif dosimétrique donne PDS total et $D_{\text{air,calculé}}^{\text{total}}$

Protocole initial

■ Paramètres techniques

- Radioscopie « débit standard » à 15 pulses/s.
- Radiographie : 3 images/s.
- Champs d'acquisition au détecteur : diag. 22 cm.
- Incidence PA pendant toute l'intervention ??
- Pas de collimation supplémentaire de la zone explorée.
- Distance foyer peau variable en fonction de l'épaisseur de la patiente.
- Angiographie globale en fin de procédure en champ de 48 cm.

■ Etude réalisée sur 10 patientes

- Calcul de la dose à la peau à partir de la $D_{\text{air},60\text{cm}}$ affichée et de l'épaisseur de la patiente
- Calcul dose ovaires et utérus (logiciel PCXMC V1.5)

Proposition d'un protocole optimisé (1)

■ Paramètres techniques

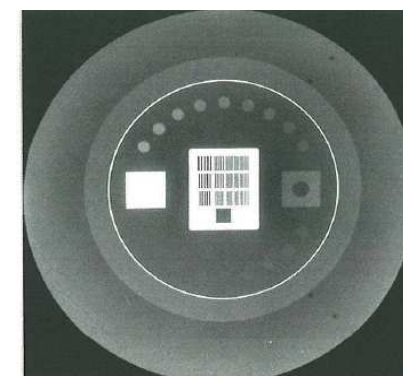
- Radioscopie « bas débit de dose » à 7,5 pulses/s pendant la montée de sonde,
- Radioscopie « bas débit de dose » à 3 pulses/s privilégiée pendant l'embolisation,
- Si un reflux est visualisé : utilisation de la scopie «bas débit de dose» à 7,5 pulses/s,
- Radiographie : 1 image/s,
- Champs d'acquisition au détecteur : diag. 22 cm.
- Angiographie globale en fin de procédure en champ de 48 cm.

Proposition d'un protocole optimisé (2)

Contrôle de la Qualité Image

- Distance Tube-détecteur : 1 m, FOV = 22 cm,
- Mire à 60 cm , devant fantôme diffusant

CHAMP DE VISUALISATION (cm)	RÉSOLUTION SPATIALE (pl/mm)		RÉSOLUTION À BAS CONTRASTE (Nbre d'inserts visibles)	
	SCOPIE DÉBIT STANDARD	SCOPIE BAS DÉBIT	SCOPIE DÉBIT STANDARD	SCOPIE BAS DÉBIT
22	2,8	2,2	11	9



Mire de résolution spatiale et de bas contraste
(Université technologique de Leeds)

- PERTE DE RÉSOLUTION SPATIALE : 0,6 paire de lignes par mm
- PERTE DE RÉSOLUTION A BAS CONTRASTE : Insert 11 (indice de contraste de l'ordre de 3,2%) en radioscopie débit standard et insert 9 (indice de contraste de l'ordre de 2,2%) en radioscopie à bas débit de dose

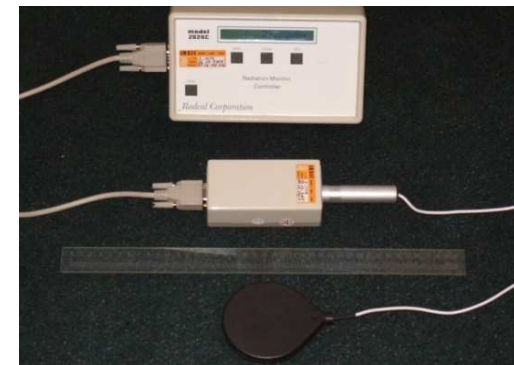
⇒ Perte de qualité d'image très acceptable pour ce type d'acte radiologique, et validée par les opérateurs.

Proposition d'un protocole optimisé (2)

Réduction de dose associée

- Distance Tube-détecteur : 1 m, FOV = 22 cm,
- Chambre d'ionisation Radcal à 60 cm , devant fantôme diffusant

CHAMP DE VISUALISATION	DEBIT DE DOSE	
	SCOPIE DÉBIT STANDARD 15 p/s	SCOPIE BAS DÉBIT 7,5 p/s
22 cm	61,0 $\mu\text{Gy/s}$	23,3 $\mu\text{Gy/s}$



Dosimètre et chambre d'ionisation Radcal 2026

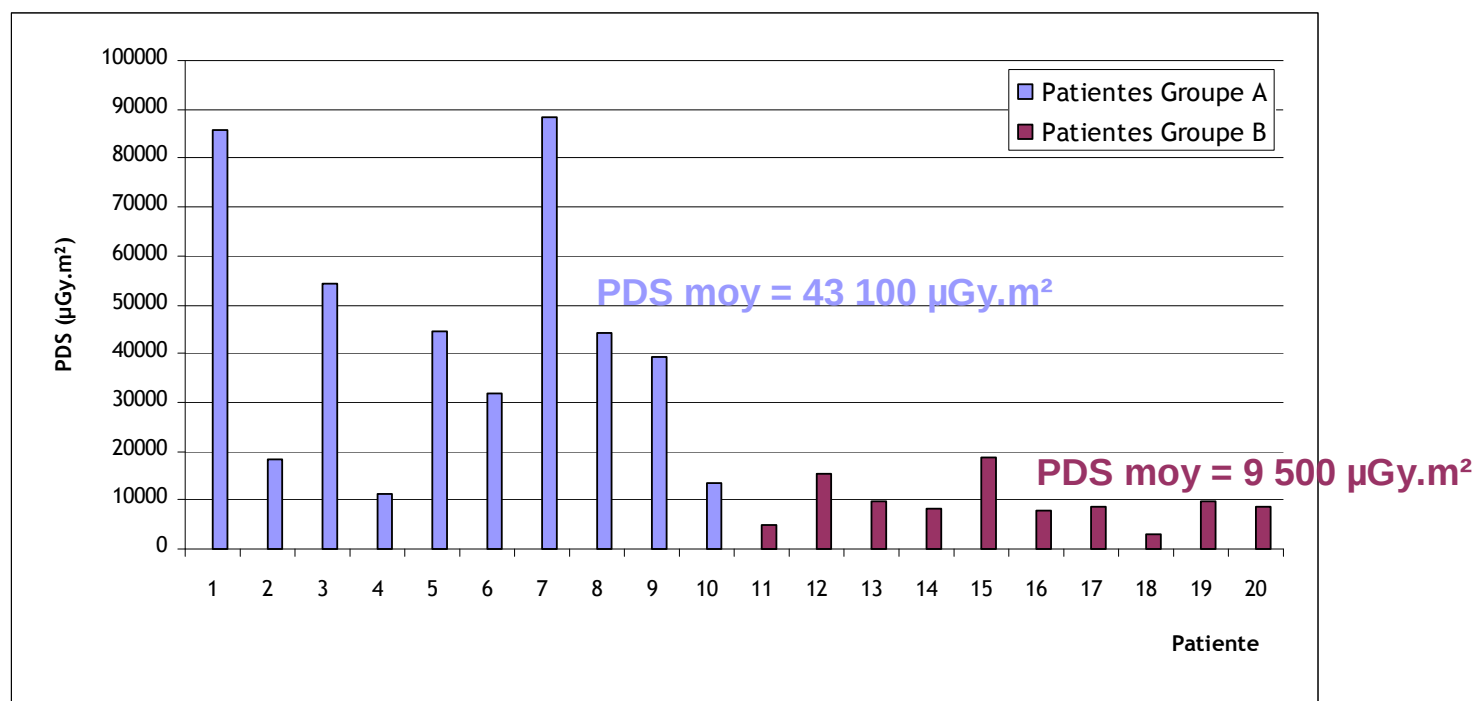
- Réduction de dose en scopie : facteur 2,6
- Réduction de dose en graphie : facteur 3

⇒ Théoriquement : possibilité de gagner un facteur 3 sur la dose

Résultats (1)

Echantillon A : 10 patientes, traitées avec le protocole initial

Echantillon B : 10 patientes, traitées avec le protocole optimisé

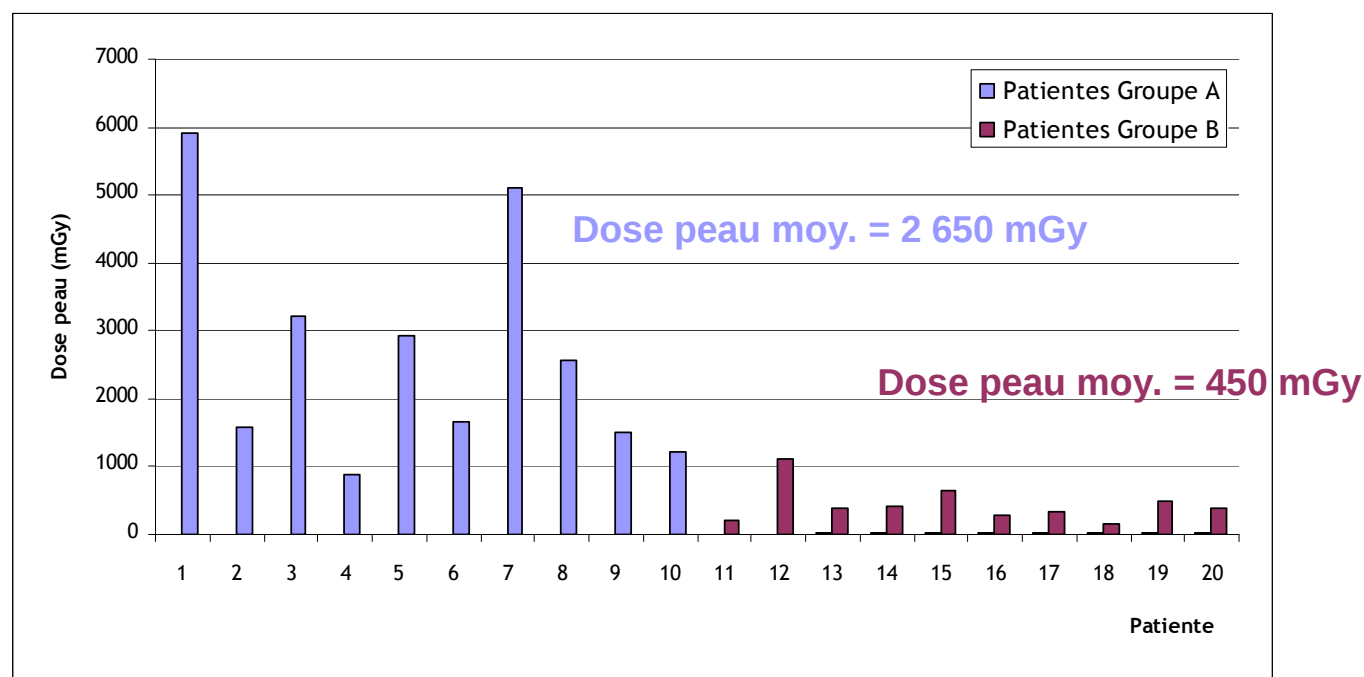


Réduction moyenne d'un facteur 4,5 sur le PDS.

Résultats (2)

Echantillon A : 10 patientes, traitées avec le protocole initial

Echantillon B : 10 patientes, traitées avec le protocole optimisé



Réduction moyenne d'un facteur ~6 sur la dose à la peau.

Résultats (3)

Echantillon A : 10 patientes, traitées avec le protocole initial

Echantillon B : 10 patientes, traitées avec le protocole optimisé

Patientes Groupe A	Patientes groupe B
Dose utérus moyenne = 388 mGy	Dose utérus moyenne = 85 mGy
Dose ovaires moyenne = 378 mGy	Dose ovaires moyenne = 83 mGy

Réduction moyenne d'un facteur ~4,5 sur la dose aux organes

⇒⇒ protocole repris par CHU Clermont-Ferrand

Bilan

■ Ce travail a permis une réduction significative (4,5) des doses délivrées (à la peau et en profondeur) lors d'embolisation de fibromes utérins.

- Prise en compte de paramètres techniques optimisés et acceptation d'une qualité image un peu dégradée.
- Amélioration de la pratique des opérateurs (collimation du champ, augmentation de la DSP, diminution du nombre de graphies réalisées.

■ Difficulté : maintien dans le temps de ces performances

- Turn-over des équipes

Exemples concrets d'optimisation

Ex 2 : Optimisation d'une salle de radiologie vasculaire

Etude menée en 2010

CHU de Clermont-Ferrand
Service du Professeur L. Boyer

Données : J. Guersen, L. Boyer

Contexte

- Déclaration d'un ESR fin 2009,
- Le service initie une démarche d'optimisation de la dosimétrie des patients pour les 3 installations de radiologie vasculaire de l'établissement (périphérique et neuro.), avec l'appui technique de l'IRSN,
- Résultats présentés pour l'installation Philips Allura FD munie d'un capteur plan numérique (2006).



Philips Allura FD®

Procédure abdominale

■ Protocole « initial »

- Scopie, fréquence 15 pulses/s
- Début de procédure : scopie « faible dose »
- En cours de procédure, si nécessaire : « scopie normale »

Ex : FOV = 27 cm

	Scopie "faible dose"	Scopie "normale"	Scopie "forte dose"
Résolution spatiale (pl/mm)	2.5	2.8	2.8
Résolution à bas contraste (nb d'inserts visibles)	8	9	10
Débit de dose peau patient de 20 cm (μGy/s)	176	350	590

➔ Qualité d'image quasi équivalente pour 2 fois plus de dose.

Procédure abdominale

■ Proposition pour un protocole « optimisé »

Ex : FOV = 27 cm, 15 pulses/s

Situation initiale		Scopie "faible dose" Résol. spat. : 2,5 pl/mm Résol. contrast : 8 DDpeau : 176 µGy/s	Scopie "normale" Résol. spat. : 2,8 pl/mm Résol. contrast : 9 DDpeau : 350 µGy/s	Scopie "forte dose" Résol. spat. : 2,8 pl/mm Résol. contrast : 10 DDpeau : 590 µGy/s
Proposition	Nouveau mode "faible dose" Résol. spat. : 2,5 pl/mm Résol. contrast : 6 DDpeau : 142 µGy/s	Nouveau mode "normale"	Nouveau mode "forte dose"	

Début de procédure : scopie « faible dose nouveau mode »

En cours de procédure, si nécessaire : « scopie normale nouveau » et, plus rarement « scopie forte nouveau »

■ Proposition de nouveaux paramètres pour le mode « graphie »

➔ Gain dosimétrique potentiel : entre 20% et 50 % selon le mode de scopie et environ 20% en graphie, pour une qualité d'image acceptable

Résultats (1)

- Proposition acceptée par l'équipe médicale et mise en place fin octobre 2010
- Evaluation du gain dosimétrique
 - 50 patients avant optimisation
 - 50 patients après optimisation
 - Toutes types d'intervention confondus

	PDS par seconde de scopie	PDS par image (graphie)
Situation initiale	95 mGy.cm ²	1073 mGy.cm ²
Nouveau protocole	70 mGy.cm ²	831 mGy.cm ²

- 26 %

- 23 %

Résultats (2)

■ Cette action d'optimisation vient après deux premières étapes :

- Réduction de la cadence d'images en graphie (janvier 2010) - 30 %
- Modification de la courbe de régulation du générateur ($\nearrow$ kV et $\searrow$ mA) et ajout d'un filtre additionnel (Cu et Al) (mai 2010) - 35 %

■ Gain dosimétrique total sur cette installation : **Facteur 2 à 3**