

Bilan de la démarche d'optimisation de la dosimétrie des patients en radiologie interventionnelle au CHU de Clermont Ferrand

Joël GUERSEN 1, Pascal CHABROT 1, Lucie CASSAGNES 1, Jean GABRILLARGUES 1, Louis BOYER 1

1 Pôle de radiologie - CHU Clermont Ferrand



1 - Le contexte de la démarche :

1-1 Le contexte général

1-2 Le contexte local



2 - La démarche d'optimisation dosimétrique :

2-1 Etapes et bilan du volet technique de la démarche

2-2 Anticipation du risque et prise en charge des patients

3 – Discussion - conclusion

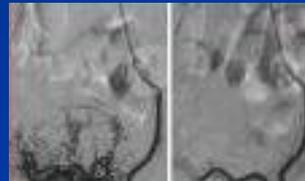


Le contexte de la démarche (1) :



■ Le contexte général :

- **Constante progression depuis 20 ans (en France et dans notre CHU) du nombre d'examens radiologiques interventionnels.**
- **Intérêt thérapeutique indiscutable de ces procédures, pas ou peu invasives, programmées ou en urgence (pathologies vasculaires, neuro-vasculaires, cardio-vasculaires, traumatiques, tumorales...).**



- **Radiologie interventionnelle : > 50 % de l'activité des installations de radiologie vasculaire, de neuroradiologie et de cathétérisme cardiaque.**



Le contexte de la démarche (2) :

→ Apparition de nouvelles indications : procédures plus longues, car plus complexes, itératives, ou précédant d'autres actes radioguidés, avec résultats probants tels que survies longues :

- Embolisations artères hypogastriques avant pose d'endoprothèse aortique,
- Embolisations artères pelviennes pour hémorragies récidivantes,
- Embolisations MAV intracérébrale.



Mais susceptibles de délivrer des doses de rayons X significatives, associées au risque d'apparition d'effets cutanés.

Risque cutané majoré pour les procédures vasculaires abdominales chez les patients obèses, lors d'incidences obliques ou en profil stricte, et pour les procédures vasculaires cérébrales longues.

Le contexte de la démarche (3) :

→ Risque de réactions aux tissus (*effets déterministes*) :

- Dose seuil /érythème transitoire = 2 à 3 Gy.

→ Risque d'effets stochastiques :

- Pas de dose seuil.

- Problème des examens répétés.

- Problème des patients jeunes :

Embolisations post partum,

Embolisations post traumatiques,

Vertébro cimentoplasties,

Embolisations anévrysmes IC,

Embolisations MAV intracérébrales.

TABLE I: Threshold Skin Entrance Doses for Various Skin Injuries

Effect	Dose (Gy)	Onset
Early transient erythema	2	A few hours
Chronic erythema	6	~ 10 d
Temporary epilation	3	~ 3 wk
Permanent epilation	7	~ 3 wk
Dry desquamation	13–14	~ 4 wk
Moist desquamation	18	~ 4 wk
Secondary ulceration	24	> 6 wk
Late erythema	15	~ 8–10 wk
Ischemic dermal necrosis	18	> 10 wk
Dermal atrophy (1st phase)	10	> 12 wk
Dermal atrophy (1st phase)	10	> 1 y
Induration (invasive fibrosis)	10	
Telangiectasia	10	> 1 y
Late dermal necrosis	127	> 1 y
Skin cancer	Not known	> 5 y

Note—Adapted from text and tables in Koenig et al. [5].

Ryutarou U et al. AJR 2009; 193: S63

→ Pour les opérateurs : réactions aux tissus (*crystallins*) et risque stochastique.

Le contexte de la démarche (4) :

Reference levels for Patient Radiation Doses

Proposed Patient Reference Levels, Not Corrected for Body Habitus, for Certain Interventional Radiologic Procedures

Procedure	Reference Dose (Gy)	KAP (Gy · cm ²)	Fluoroscopy Time (min)	No. of Images
Transjugular intrahepatic portosystemic shunt creation	3.00	525	60	300
Biliary drainage	1.40	100	30	20
Nephrostomy				
For obstruction	0.40	40	15	12
For stone access	0.70	60	25	14
Pulmonary angiography	0.50	110	10	215
Inferior vena cava filter placement	0.25	60	4	40
Renal or visceral angioplasty				
Without stent	2.00	200	20	210
With stent	2.30	250	30	200
Iliac angioplasty				
Without stent	1.25	250	20	300
With stent	1.90	300	25	350
Bronchial artery embolization	2.00	240	50	450
Hepatic chemoembolization	1.00	400	25	300
Uterine fibroid embolization	3.60	450	36	450
Other tumor embolization	2.60	390	35	325
Gastrointestinal hemorrhage localization and treatment	3.80	520	35	425
Embolization in the head				
For AVM	6.00	550	135	1500
For aneurysm	4.75	360	90	1350
For tumor	6.20	550	200	1700
Vertebroplasty	2.00	120	21	120
Pelvic artery embolization for trauma or tumor	2.50	550	35	550
Embolization in the spine for AVM or tumor	8.00	950	130	1500



Embol. /tumeur rénale : AK > 9 Gy - 2011



Procédure /Tronc cœliaque + mésent. sup : AK >10 Gy - 2010



Angioplastie tronc coeliaque + embol. arcade duodénale à J7 :
Dose peau estimée à 20 Gy - 2011

Le contexte de la démarche (5) :

■ Le contexte local :

- ◆ Fin octobre 2009 : EI : 2 embolisations utérines à 24 h /patiente de 30 ans /hémorragies récidivantes du post partum, engageant le pronostic vital.
→ lésion cutanée de la région lombaire (*origine radique ?*).



- ◆ Déclaration de l'EI à l'ASN – division de Lyon →
 - ★ Enquête interne et inspection ASN.
 - ★ Expertise dosimétrique par l'IRSN – DRPH :

12 < Dose peau < 16 Gy ; 1 < Dose ovaires < 1,5 Gy

- ★ Déclaration EI à l'Afssaps.
- ★ → **Démarche d'optimisation dosimétrique, appuyée et soutenue par l'ASN et l'IRSN.**

La démarche d'optimisation (1) :

Etapes et bilan du volet technique de la démarche :

- ◆ Volet technique en 3 phases : synergie et volonté commune d'aboutir de tous les acteurs de la RP (*radiologues, MER, PCR, équipe biomédicale, PSRPM, épaulés par l'IRSN et l'ASN*) :

- ★ 1- Cadence d'acquisition des images – janvier 2010.
- ★ 2- Intervention technique du constructeur – mai 2010.
- ★ 3- Intervention des experts de la DRPH IRSN – octobre 2010.



- ◆ Anticipation du risque et prise en charge des patients susceptibles de présenter un effet cutané non évitable (collaboration multi disciplinaire avec cliniciens – gynéco, dermato...).



La démarche d'optimisation (2) :

- ◆ **Volet technique en 3 phases** : synergie et volonté commune d'aboutir des acteurs de la RP (*radiologues, MER, PCR, équipe biomédicale, PSRPM, épaulés par l'IRSN et l'ASN*) :
 - ★ **1- Cadence d'acquisition des images – janvier 2010.**
 - ★ Intervention technique du constructeur – mai 2010.
 - ★ Intervention des experts de la DRPH – IRSN – octobre 2010.
 - Réflexion collective sur le choix des cadences images en graphie.
 - Approche conseillée par l'IRSN – DRPH.
 - La cadence habituelle de 6 i/s était-elle justifiée ? Toujours ?
 - Essais concluants pendant 4 semaines avec une cadence à **3 i/s** (couvrant la gamme la plus large possible des procédures veineuses et artérielles).
 - → **Réglage par défaut de tous les protocoles à 3 images /s.**
 - → **Possibilité à tout moment d'augmenter la cadence (fréquence cardiaque élevée, patients choqués, urgence...).**

Bilan de cette 1ère action : ↓ 30 % de la Dose totale

La démarche d'optimisation (3) :

- ◆ Volet technique en 3 phases : synergie et volonté commune d'aboutir des acteurs de la RP (*radiologues, MER, PCR, équipe biomédicale, PSRPM, épaulés par l'IRSN et l'ASN*) :
 - ★ Cadence d'acquisition des images – janvier 2010.
 - ★ 2- Intervention technique du constructeur – mai 2010.
 - ★ Intervention des experts de la DRPH – IRSN – octobre 2010.
 - Déclaration de l'EIG /ASN + expertise /IRSN → déclaration Afssaps.
 - → Intervention technique du constructeur :
 - * Augmentation des kV (+ 5 kV) : ↓ rayons « mous » et diminution des mA.
 - * Ajout de filtrations spectrales (Cu et Al) : faisceau plus homogène et ↓ rayons « mous ».
 - * Mise en place d'un mode scopie basse dose « - 25 % de dose ».
 - Comparaison sur 55 procédures avant et après l'intervention technique :

↓ 44 % Dose – Graphie

↓ 13 % de la Dose – Scopie

La démarche d'optimisation (4) :

- ◆ Volet technique en 3 phases : synergie et volonté commune d'aboutir des acteurs de la RP (*radiologues, MER, PCR, équipe biomédicale, PSRPM, épaulés par l'IRSN et l'ASN*) :

- ★ Cadence d'acquisition des images – janvier 2010.
- ★ Intervention technique du constructeur – mai 2010.
- ★ 3- Intervention des experts de la DRPH – IRSN – octobre 2010.



- Objectifs :
 - Analyser la faisabilité d'une nouvelle diminution des doses / 2 salles de rx vasculaire interv. et 1 salle de neuro rx interv.
 - Proposer des nouveaux paramètres avec conservation de la qualité image.
 - Rappeler les moyens usuels de réduction de doses + moyens spécifiques liés aux installations (marques et ancienneté).
- L'analyse des paramètres utilisés en routine a montré une marge de manœuvre possible, notamment en scopie.
- Mise en œuvre des modifications par l'équipe biomédicale : exemples :



La démarche d'optimisation (5) :

Salle rx vasculaire Philips – capteurs plans 2006

Situation antérieure	Nouveau mode de scopie basse dose	Scopie "faible dose" 27 cm Résol. Spatiale = 2,5 Résol. Bas contraste = 8 Débit dose /peau = 176 µGy/s	Scopie "normale" 27 cm Résol. Spatiale = 2,8 Résol. Bas contraste = 9 Débit dose /peau = 350 µGy/s	Scopie "forte" 27 cm Résol. Spatiale = 2,8 Résol. Bas contraste = 10 Débit dose /peau = 590 µGy/s
Proposition IRSN	Scopie "faible dose new" 27 cm Résol. Spatiale = 2,5 Résol. Bas contraste = 6 Débit dose /peau = 142 µGy/s	Scopie "normale new" 27 cm Résol. Spatiale = 2,5 Résol. Bas contraste = 8 Débit dose /peau = 176 µGy/s	Scopie "forte new" 27 cm Résol. Spatiale = 2,8 Résol. Bas contraste = 9 Débit dose /peau = 350 µGy/s	Bilan : ↓ 25 % Dose – Scopie

La démarche d'optimisation (6) :

Salle rx vasculaire Siemens – amplificateur brillance 1999

Création d'un mode « scopie » intermédiaire pour limiter l'utilisation du mode **Scopie "30"**

Situation antérieure		Scopie "15" 28 cm Résol. Spatiale = 1,6 Résol. Bas contraste = 7 Débit dose /peau = 103 $\mu\text{Gy/s}$	Scopie "30" 28 cm Résol. Spatiale = 1,8 Résol. Bas contraste = 8 Débit dose /peau = 220 $\mu\text{Gy/s}$
Proposition IRSN	<u>Scopie "15" 28 cm</u> Résol. Spatiale = 1,6 Résol. Bas contraste = 7 Débit dose /peau = 103 $\mu\text{Gy/s}$	<u>Scopie "15+" 28 cm</u> Résol. Spatiale = 1,8 Résol. Bas contraste = 8 Débit dose /peau = 158 $\mu\text{Gy/s}$ NOUVEAU	<u>Scopie "30" 28 cm</u> Résol. Spatiale = 1,8 Résol. Bas contraste = 8 Débit dose /peau = 220 $\mu\text{Gy/s}$

Bilan : ↓ 25 % PDS Scopie

La démarche d'optimisation (7) :

Salle neuro rx vasculaire biplan GE – amplificateur brillance 1999

■ Pour cette installation, aucune modification paramétrique.

■ Mais conseils de conduite des procédures :

- ◆ Utiliser en 1^{ère} intention le mode scopie « Low dose », pour lequel les mesures réalisées par l'IRSN ont montré que la qualité image est quasi équivalente au mode scopie « High dose », **mais avec un débit de dose 3 fois moindre...**

	Scopie « Low dose- standard »		Scopie « High dose - standard »	
	Champ 22 cm	Champ 16 cm	Champ 22 cm	Champ 16 cm
Résolution spatiale (lp/mm)	1.4	1.8	1.6	1.8
Résolution à bas contraste (nb d'inserts visibles)	10	12	12	12
Débit de dose entrée patient (μGy/s)	23	30 μGy/s	65	86 μGy/s

La démarche d'optimisation (8) :

- ◆ Adapter si possible la cadence d'acquisition des images de graphie au flux sanguin (3 à 2 images par seconde). Essayer une cadence plus faible.
- ◆ Eviter autant que faire se peut l'utilisation du mode scopie « High dose » pour les procédures « crâne ». Essayer le mode « Low dose ».
- ◆ Eviter, si possible, d'utiliser la grille anti diffusante pour les procédures « encéphale ». Essayer sans la grille.



Bilan : conseils IRSN + sensibilisation /acteurs ont permis d'impacter significativement la dose /Embolisations anévrismes IC :

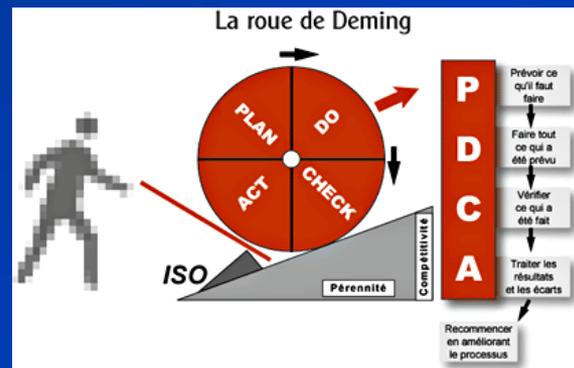
↓ 35 % PDS total

La démarche d'optimisation (9) :

- ◆ Anticipation du risque et prise en charge des patients susceptibles de présenter un effet cutané non évitable :
 - ★ La démarche d'optimisation a réduit le risque de survenue d'un effet radio-induit pour les patients.
 - ★ Mise en place d'un dispositif de prise en charge face à l'éventuelle survenue d'un effet à la peau non évitable (collaboration multi disciplinaire /cliniciens – gynéco, dermato...) :
 - **Surveillance et archivage systématique des rapports dosimétriques (radiologie interventionnelle vasculaire et digestive, cardiologie interventionnelle et neuroradiologie).**
 - * Salles les plus anciennes : conservation PDS et temps de scopie.
 - Les MER préviennent les opérateurs en salle dès que l'AK atteint 2 Gy.
 - Liste de patients les + exposés actualisée chaque jour : pour renseigner les praticiens sur l'historique dosimétrique radiologique des patients.

La démarche d'optimisation (10) :

- Suivi clinique dans les semaines qui suivent une procédure à risque (Dose peau > 3 Gy) :
 - RDV clinique spécifique,
 - Surveillance plans cutanés lors d'un exa. morphologique de contrôle (TDM IRM Echo).
- Information claire donnée aux patients si risque avéré : nécessité de se présenter au RDV donné.
- Si effet avéré constaté : le patient est orienté en consultation de dermatologie fléchée CHU (Pr. D'INCAN).
- Les EI constatés sont déclarés à la DQ GDR /CHU.
- Recherche d'amélioration des pratiques associée à chaque situation déclarée en vue de limiter son renouvellement.



Discussion - conclusion (1) :

La démarche d'optimisation dosimétrique =

- ▶ ▶ Réduction significative des doses – patients /3 salles
- ▶ ▶ Pour l'une des installation : **Dose divisée par 3** avec l'ensemble des actions combinées (mises en place en 1 an).
- ▶ ▶ Gain de dose = somme d'économies techniques élémentaires.
- ▶ ▶ Filière spécifique /prise en charge dermatologique si besoin.
- ▶ ▶ Diffusion de la démarche en cardiologie :

Bilan : ↓ 35 % AK total /coronarographies +/- dilat.

Discussion - conclusion (2) :

La démarche d'optimisation dosimétrique =

- ▶ ▶ **Les gestes interventionnels /préservation du pronostic vital ne doivent pas être remis en question.**

- ▶ ▶ Les interventions n'entraînant aucun effet déterministe restent très majoritaires.

- ▶ ▶ Aujourd'hui, nos efforts doivent cibler prioritairement les patients jeunes et les patients porteurs de risques (obésité, incidences obliques, procédures itératives).

- ▶ ▶ Indispensables dialogue et coopération entre ASN, IRSN, équipe hospitalière et constructeurs. A l'hôpital, collaboration étroite entre Radiologues, MER, Bioméd., PCR, PSRPM, Cliniciens prescripteurs et Dermato.

- ▶ ▶ Demain : + de précision concernant la dose à la peau et sa répartition (zones de convergence ou chevauchement

- des faisceaux /examens itératifs → cumul de doses > 3 Gy).



Film dosimétrique /peau patient

Merci pour votre attention

