



Optimisation des doses en scanner Interventionnel

Optimisation des pratiques, des procédures et des paramètres

Service d'imagerie médicale
CHU Carémeau Nîmes

J. Greffier , J. Frandon, J. Goupil, F. Snene, P. Viala, A. Larbi, J.-P. Beregi

1. Contexte

- La Radiologie Interventionnelle comprend l'ensemble des actes médicaux invasifs ayant pour but le diagnostic et/ou le traitement d'une pathologie qui est réalisée sous guidage et sous contrôle d'un moyen d'imagerie
 - Echographie, IRM, Radiologie ou Scanner
- Choix de la modalité dépend :
 - Expertise locale
 - Préférence des radiologues
 - Disponibilité des équipements
 - Organe concerné
 - Muscle / organe superficiel : Echographie
 - Organe en profondeur : Scanner vs Salle dédiée

1. Contexte

- Radiologie interventionnelle sous scanner :
 - Plusieurs indications :
 - Ostéo-articulaire :
 - Infiltration, Biopsie, Cimentoplastie...
 - Abdominale et thoracique :
 - Biopsie, Drainage, Embolisation, Destruction de tumeur par radiofréquence...
 - Avantages :
 - Résolution spatiale élevée
 - Résolution en contraste excellente
 - Large champ de vue
 - Identifie précisément les structures situées sur le trajet de l'aiguille



1. Contexte

- Radiologie interventionnelle sous scanner
 - Inconvénients :
 - Doses délivrées non négligeables

	Cryoblation	Aspiration	Biopsie	Drainage	Injection
CTDIvol (mGy)	728 ± 382	130 ± 104	128 ± 81	152 ± 105	195 ± 147
PDL (mGy.cm)	7946 ± 3351	1318 ± 724	902 ± 606	1662 ± 1019	565 ± 348
E (mSv)	119,7 ± 50,3	20,1 ± 11,0	13,8 ± 9,2	25,3 ± 15,4	9,1 ± 5,5

- Optimisation des doses est indispensable

Leng S *et al.* Radiation dose levels for interventional CT procedures. *AJR Am J Roentgenol.* 2011 Jul;197(1):W97-103

Lamba R. Radiation dose optimization for CT-guided interventional procedures in the abdomen and pelvis.

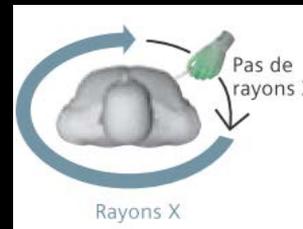
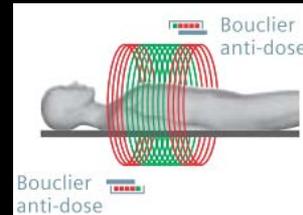
J Am Coll Radiol. 2014 Mar;11(3):279-84

1. Contexte

- Optimisation en scanner interventionnel est basée sur plusieurs axes :
 - Optimisation des paramètres
 - kV, mA(s), collimation, filtres...
 - Optimisation des procédures
 - Choix du mode d'acquisition le plus approprié
 - Scopie, hélice, séquentiel
 - Optimisation des pratiques
 - Sensibilisation des médecins
 - Nombre de séquences et d'hélices
 - Temps de fluoroscopie
- Collaboration entre médecins, manip et physicien

2. CHU de Nîmes

- Matériel utilisé :
 - Scanner Siemens-Somatom Definition AS+
 - Module interventionnel **i-Fluoro**
 - **i-spiral**
 - Repérage ou contrôle
 - **CareDose 4D, pas de Care kV, pas de ADMIRE**
 - **i-sequence**
 - Suivi
 - 2 ou 3 ou 6 images/tir => fonction collimation
 - **i-fluoro**
 - Temps réel
 - 10 i/s, cycle de 3 images, avec pédale
 - Bouclier adaptatif : **Adaptative Dose Shield**
 - Limite la zone d'acquisition à la couverture définie
 - Protection Horaire : **Hand Care**
 - Protection horaire (100°) 10h-12h-14h



2. CHU de Nîmes

- Activité 2017 :
 - 850 actes interventionnels sur 31380 actes (3 scanners) => 2.7%
 - Ostéo-articulaire : 73% des actes
 - Ponction ou biopsie Thorax/Abdomen : 20% des actes
 - Destruction de tumeur : 6% des actes

	Nb d'examen	% activité
Infiltration épidurale	197	24%
Infiltration articulaire postérieure	176	21%
Infiltration foraminale	17	2%
Infiltration pudindal ou alcock	50	6%
Cimento une vertèbre	51	6%
Cimento deux vertèbres	16	2%
Ponction ou biopsie rachidienne	25	3%
Ponction ou Biopsie Thoracique	112	13%
Ponction ou Biopsie Abdomen	62	7%
Destruction de tumeur par radiofrequence ou chimique	50	6%
Autres	82	10%

2. CHU de Nîmes

- Déroulement d'un examen :
 - Consultation du patient
 - Examen clinique + contrôle imagerie préalable
 - Evaluer la lésion
 - Justifier l'acte
 - « Déminer le terrain »
 - Acte interventionnel sous scan
 - Topogramme
 - Repérage + positionnement boîtes d'acquisition
 - i-spiral
 - Spiral de repérage
 - Permet de choisir la coupe de référence et la trajectoire
 - i-séquence ou i-fluoro
 - Orientation/suivi/placement
 - i-fluoro si cible en mouvement ou de petite taille
 - +/- i-spiral => contrôle pendant ou à la fin de l'acte
 - Contrôle clinique/radiologique dans le temps



3. Méthodologie d'optimisation

- Optimisation des paramètres :
 - Adapter les kV et les mA(s) en fonction :
 - De la région anatomique
 - De la procédure
 - De la qualité image nécessaire/suffisante pour visualiser la cible et l'instrument d'intervention
 - Pour compenser l'augmentation du bruit il faut adapter :
 - Les filtres de reconstruction
 - Les épaisseurs de reconstruction
 - Le fenêtrage +++

3. Méthodologie d'optimisation

- Optimisation des paramètres :

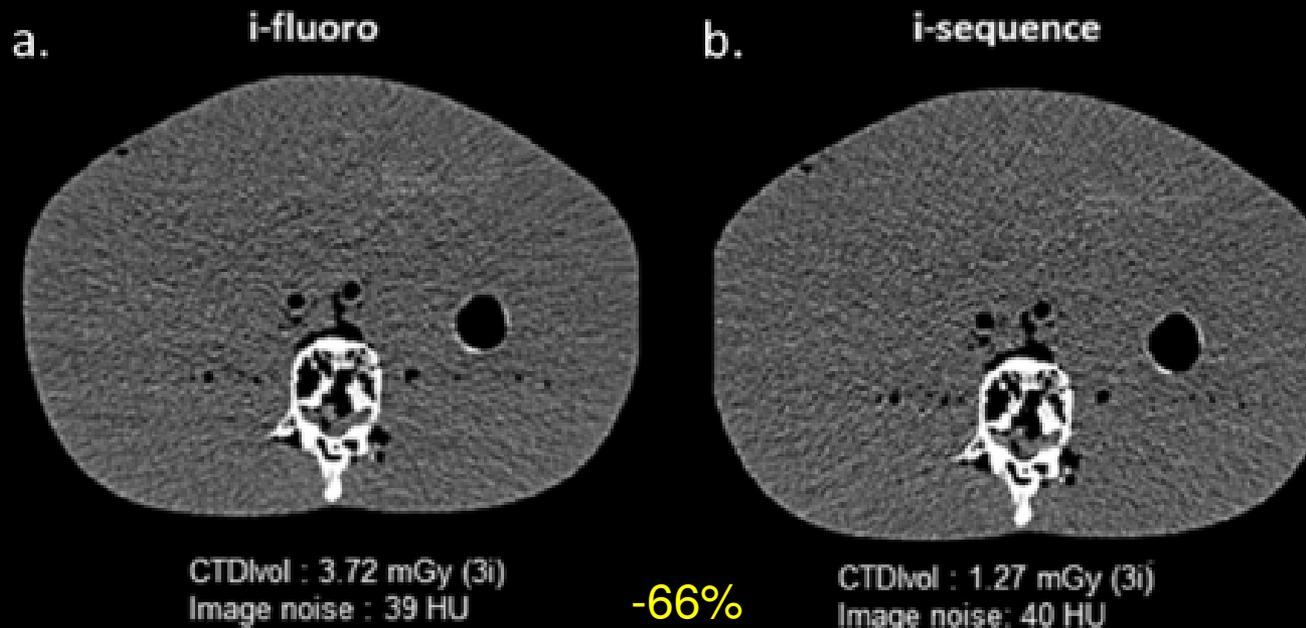
The screenshot displays a medical imaging software interface with various control panels and a central table. The interface includes parameters for mAs (50), CARE Dose, HandCARE (None), and i-PrecisionView (Off 200%). A second panel shows Eff. mAs, CARE Dose4D (checked), and i-PrecisionView (Off 100%). The main panel displays CTDIvol (32cm): 10.58 mGy/s, DLP: 15.2 mGy*cm/s, and Collimation: 14.4 mm. A table titled "Nombre d'images dépend de la collimation" shows the relationship between collimation and the number of images. The table is as follows:

Coupe		2.4 mm	Acq. 12 x 12 mm
1.2	2.4		Acq. 6 x 12 mm
2.4	4.8	7.2	Acq. 12 x 12 mm
	4.8	6.0	Acq. 32 x 12 mm
	5.0		Acq. 1 x 5.0 mm
		10.0	Acq. 1 x 10.0 mm

Additional parameters shown include Scan start (Foot switch), Range (Begin: -1717.7, End: -1727.3), Position (-1466.5), Height (125.0), and Movement (2.5 mm). The interface also features a "Routine" bar at the bottom with options: Routine, Scan, Recon, Auto Tasking, and Intervention.

3. Méthodologie d'optimisation

- Optimisation des procédures :
 - Choisir le mode d'acquisition le plus adapté à l'examen et le moins exposant aux RI
 - Privilégier les i-séquences moins exposantes aux RI que la fluoroscopie



3. Méthodologie d'optimisation

- Optimisation des pratiques :
 - Limiter le nombre de séquences
 - Limiter l'utilisation et la durée de la fluoroscopie
 - Utiliser la fluoroscopie seulement pour les cibles en mouvement ou de petites tailles
 - Diminuer le nombre de i-spiral et réduire la longueur explorée
 - Consultation préalable indispensable
 - Connaitre préalablement la pathologie et l'anatomie du patient
 - Facilite la réalisation de l'acte
 - Utiliser le topogramme pour se repérer
 - Utiliser les repères osseux

4. Exemple d'optimisation : Rachis

- Optimisation des paramètres :
 - Ex : Protocole Rachis Intervention
 - Infiltrations, biopsies, cimentoplasties...

Table 1
Acquisition and reconstruction parameters before and after optimization.

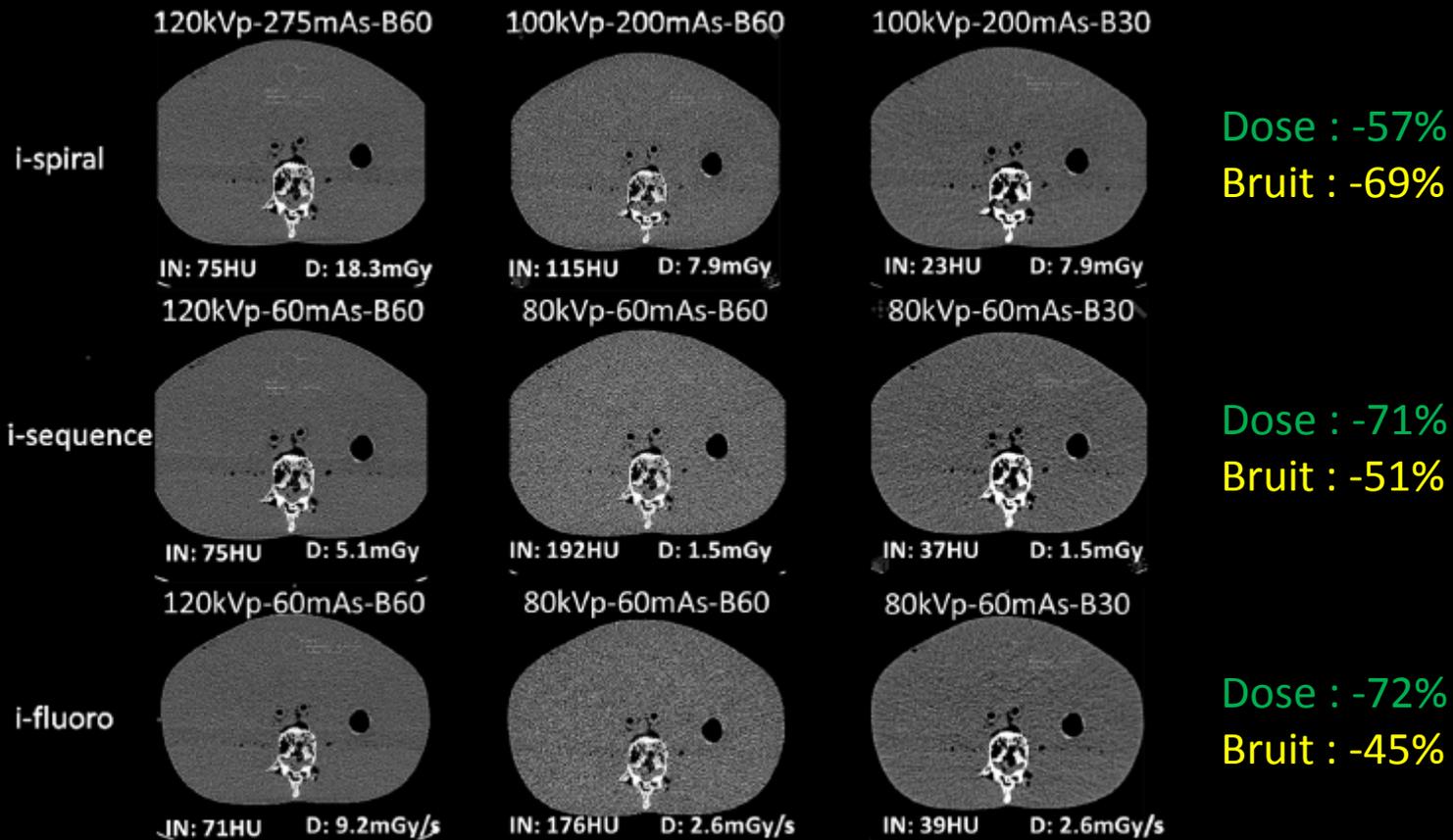
	Before optimization				After optimization			
	kVp	mAs _{ref}	Kernel	Windowing	kVp	mAs _{ref}	Kernel	Windowing
i-fluoro	120	60	B60s	Osteo	80	60	B30s	Spine
i-sequence	120	60	B60s	Osteo	80	60	B30s	Spine
i-spiral	120	275	B60f	Osteo	100	200	B30f	Spine

Osteo: Width: 350 HU; Center: 40 HU and Spine: Width: 1500 HU; Center: 450 HU.

- Kernel/filtre de reconstruction
 - B60 => « Modérément dur » => RS et bruit élevés
 - B30 => « Modérément lisse » => RS et bruit faibles
- Fenêtrage :
 - Ostéo => centre : 40 UH et largeur : 350 UH => Tissus mous
 - Spine => centre : 450 UH et largeur : 1500 UH => Os

4. Exemple d'optimisation : Rachis

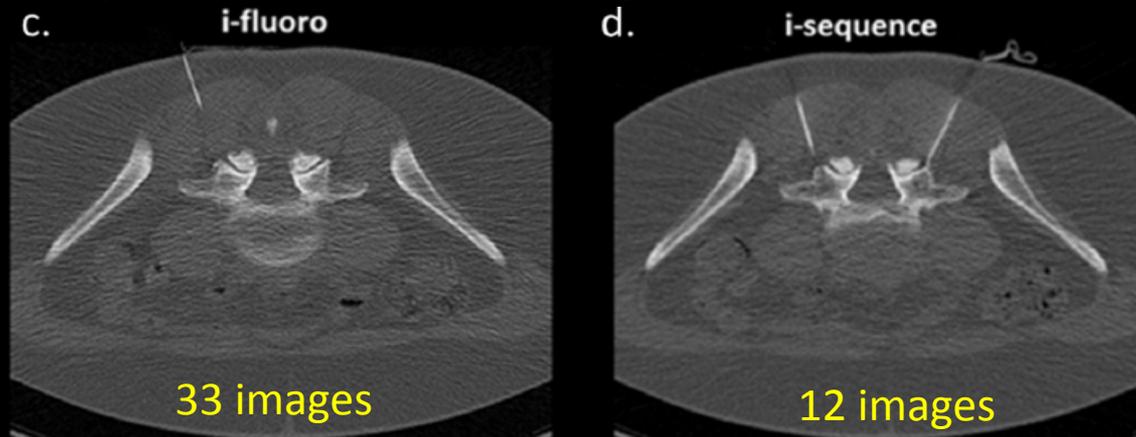
- Optimisation des paramètres :
 - Ex : Protocole Rachis Intervention



4. Exemple d'optimisation : Rachis

- Optimisation des pratiques et des procédures
 - Sensibilisation des praticiens
 - Réduction des longueurs d'exploration pour les spirales
 - Suppression des spirales de contrôle
 - Limiter l'utilisation et le temps de fluoroscopie
 - Privilégier le séquentiel plutôt que la fluoroscopie

➤ Exemple : infiltration articulaire postérieure bilatérale



		KV	mAs / réf.	CTDIvol* mGy	DLP mGycm
Position du patient H-PR					
i-Fluoro	3	80	60	18.58 L	27
i-Sequence	4	80	60	5.71 L	4

Greffier J *et al.* Interventional spine procedures under CT guidance: How to reduce patient radiation dose without compromising the successful outcome of the procedure?. *Phys Med.* 2017 Mar;35:88-96

4. Exemple d'optimisation : Rachis

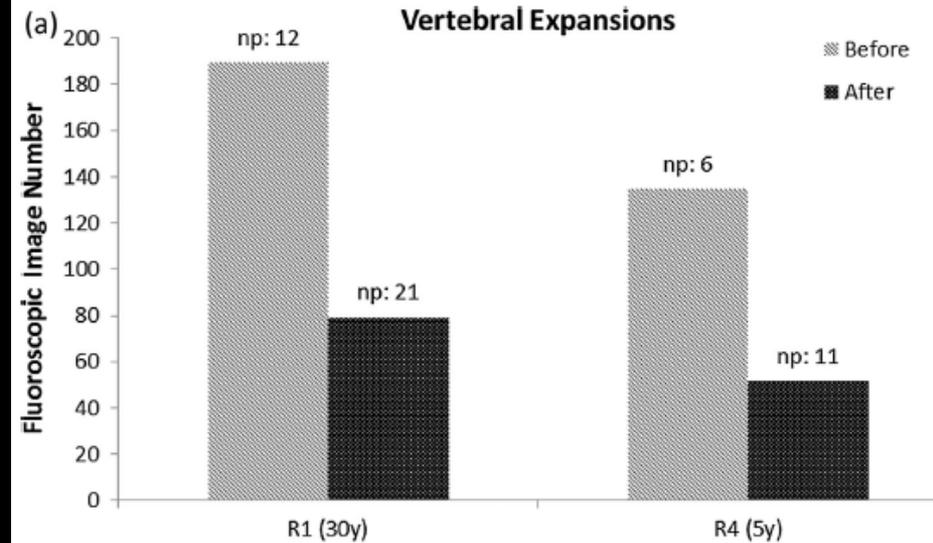
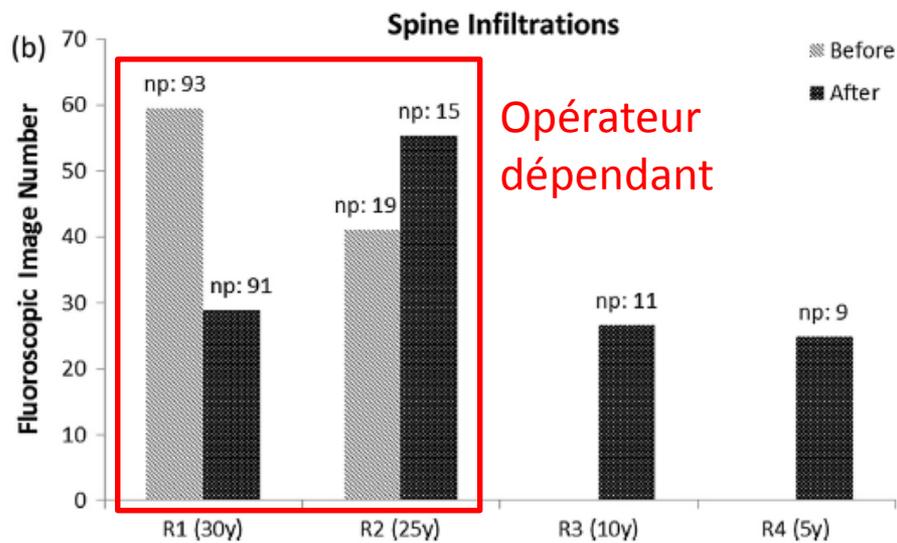
- Résultats :
 - Optimisation des paramètres

Examination	Mode	Before optimization						After optimization					
		kVp			mAs _{ref}			kVp			mAs _{ref}		
Expansion	i-fluoro	116.0	±	10.6	59.9	±	0.8	92.7	±	14.6	64.1	±	10.7
	i-spiral	118.0	±	6.1	275.0	±		101.7	±	7.1	200.0	±	
Infiltration	i-fluoro	115.0	±	11.1	58.9	±	4.0	92.3	±	15.3	62.2	±	8.5
	i-spiral	118.7	±	5.0	270.6	±	21.7	101.9	±	7.0	200.2	±	2.0
Biopsy	i-fluoro	112.0	±	17.9	57.0	±	6.7	94.3	±	15.1	60.0	±	
	i-spiral	116.7	±	8.2	275.0	±		100.0	±		200.0	±	

- i-spiral : 120kV/275mAs => 100kV/200mAs
 - Très peu de modifications des paramètres optimisés
 - En moyenne : 118kV/273mAs vs 101 kV/200mAs
- i-fluoro : 120kV/60mAs => 80kV/60mAs
 - Augmentation des kV en fonction du patient
 - 80 à 100 kV
 - En moyenne : 114kV/59mAs vs 93kV/62mAs

4. Exemple d'optimisation : Rachis

- Résultats :
 - Optimisation des pratiques
 - Limiter l'utilisation et le temps de fluoroscopie



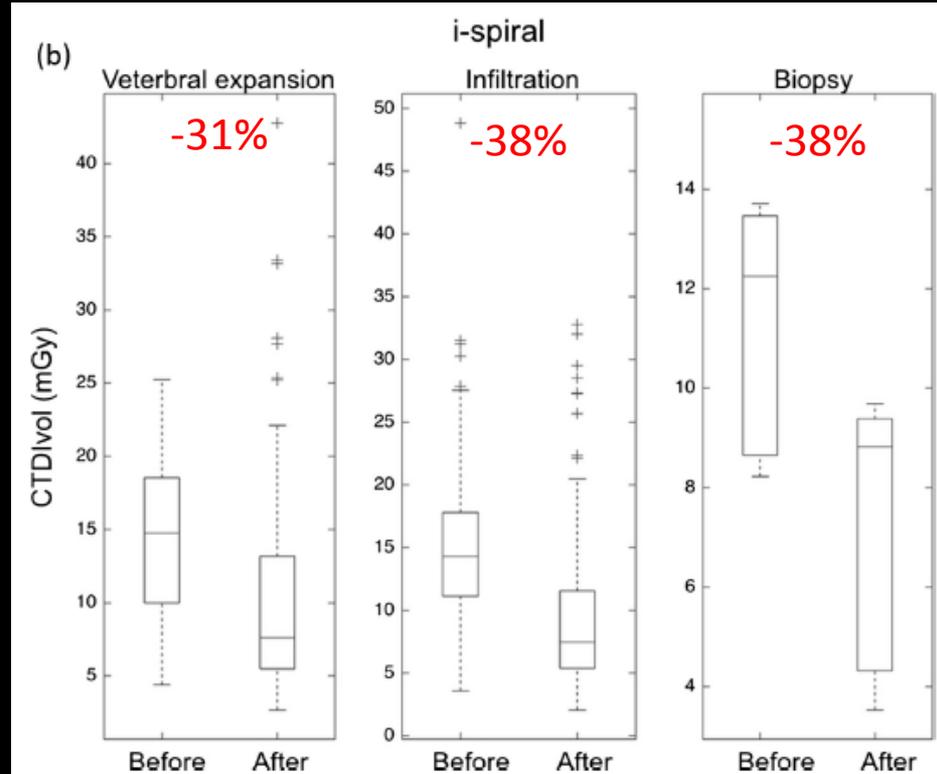
Fluoroscopic image number before and after optimization.

Examination	Before optimization				After optimization			
	Np	Image Number			Np	Image Number		
Vertebral expansion	18	180	±	127	32	79	±	68
Infiltration	125	48	±	42	126	30	±	37
Biopsy	32	69	±	29	41	43	±	39

-56%
-38%
-38%

4. Exemple d'optimisation : Rachis

- Résultats :
 - Optimisation des paramètres
 - i-spiral => CTDIvol
 - Paramètres d'acquisition sélectionnés



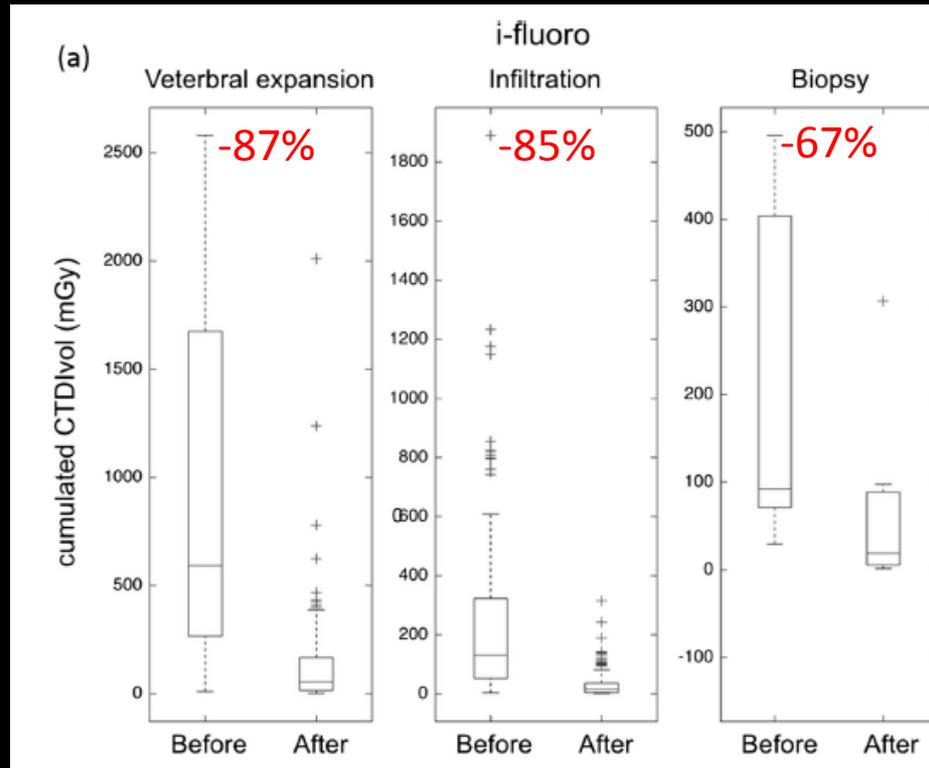
4. Exemple d'optimisation : Rachis

- Résultats :

- Optimisation des paramètres et des pratiques

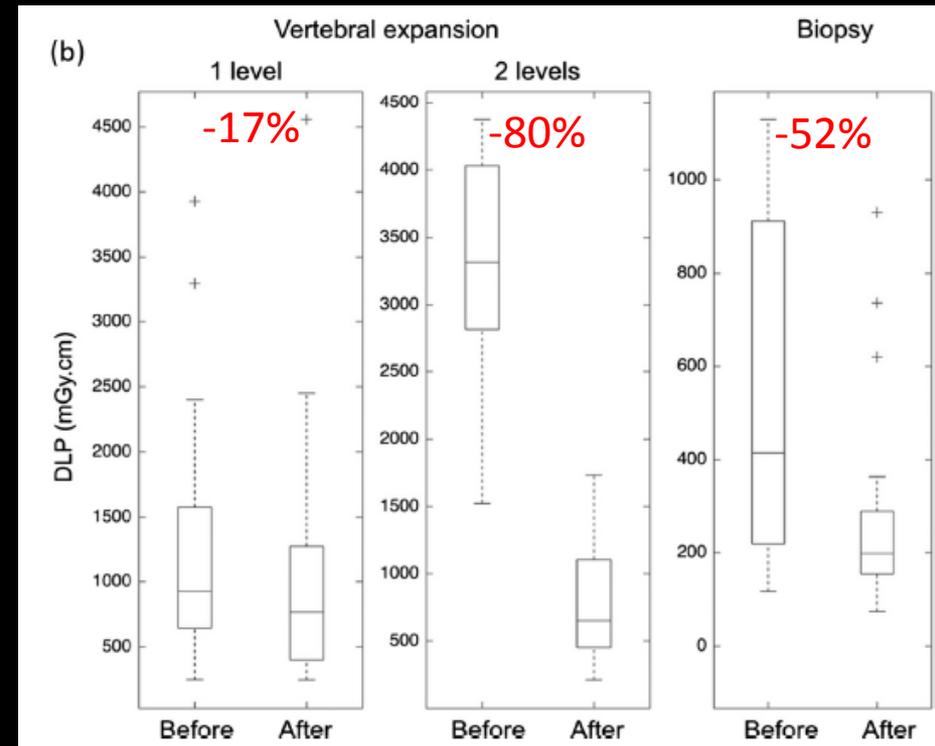
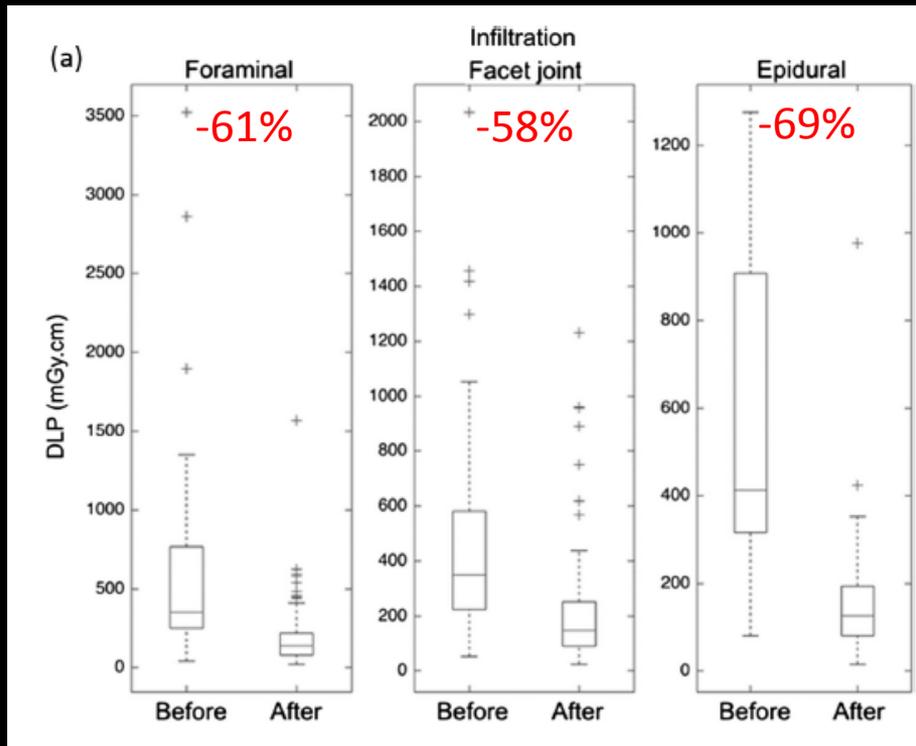
- i-fluoro => CTDIvol cumulé dépend :

- Paramètres d'acquisition sélectionnés et utilisation de la fluoroscopie



4. Exemple d'optimisation : Rachis

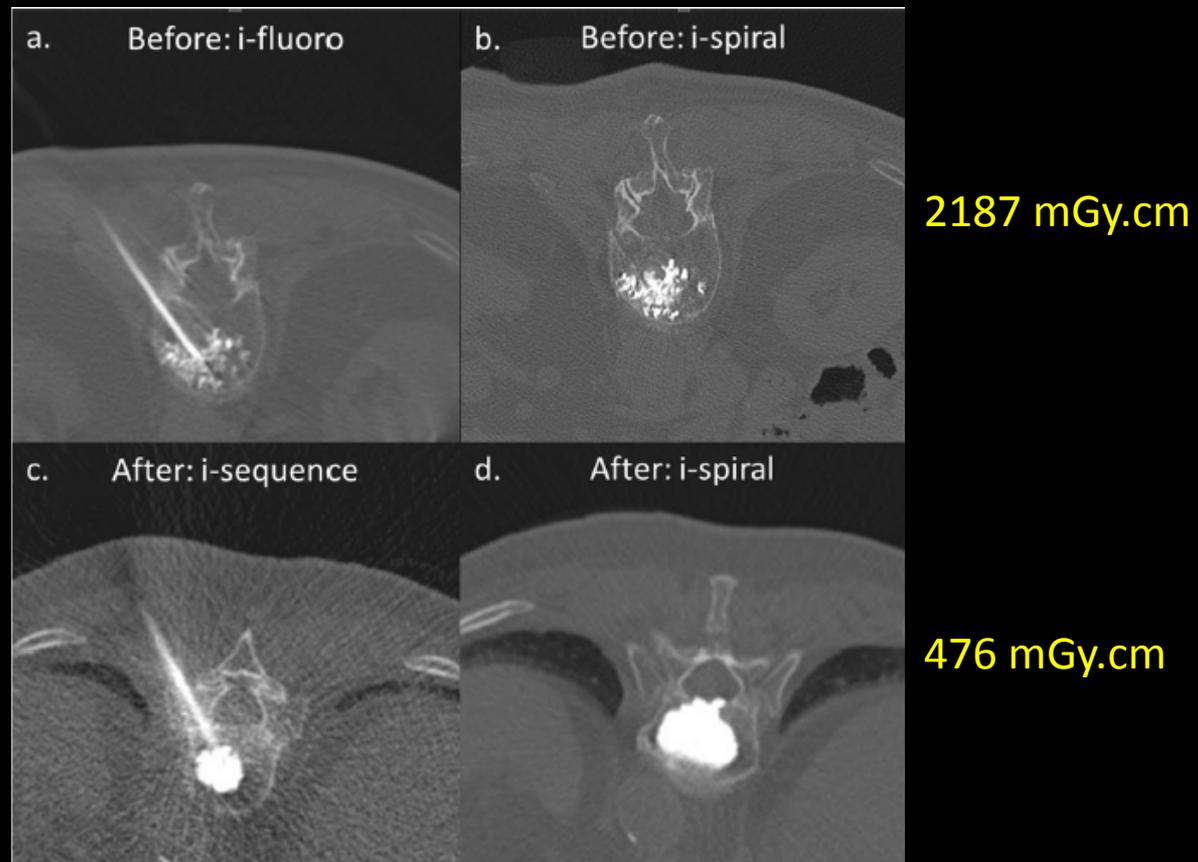
- Résultats :
 - Optimisation globale
 - Optimisation des paramètres
 - Optimisation des pratiques et des procédures



4. Exemple d'optimisation : Rachis

- Synthèse

- Optimisation globale : quelle image pour quel besoin !
 - Qualité d'image suffisante et adaptée pour atteindre l'objectif thérapeutique



4. Exemple d'optimisation : Rachis

- Synthèse
 - Niveaux de Référence Locaux

	Avant	Après	2018
Infiltration foraminale	353 (254; 765)	138 (78; 220)	76 (57; 96)
Infiltration articulaire postérieure	349 (225; 552)	147 (90; 251)	72 (49; 98)
Infiltration épidurale	412 (318; 841)	127 (83; 190)	70 (49; 99)
Cimento une vertèbre	926 (647; 1528)	767 (421; 1244)	505 (392; 717)
Cimento deux vertèbres	3314 (3220; 3926)	651 (463; 1038)	701 (360; 904)
Ponction ou biopsie rachidienne	414 (252; 839)	198 (157; 286)	123 (100; 187)
Ponction ou Biopsie Thoracique	-	-	97 (79; 136)
Ponction ou Biopsie Abdomen	-	-	410 (298; 728)
Destruction de tumeur par radiofrequence	-	-	475 (204; 979)

- Evolution à la baisse de NRL
 - i-fluoro très rarement utilisé
 - i-séquence => 80 kV et passage de 60 à 30 mAs pour Thorax et infiltration
 - i-spiral seulement à la fin de la procédure si nécessaire
- **Pas ou peu NR dans la littérature pour se comparer +++**
 - Etude multicentrique à venir

Conclusion

- Optimisation indispensable en scanner interventionnel
- Doses délivrées non négligeables
- Optimisation basée sur 3 axes
 - Paramètres, procédures (mode d'acquisition) et pratiques
- Travail long nécessitant une forte implication
- Etre attentif aux attentes des médecins sur la qualité des images utiles à l'examen
- Sensibilisation et présence régulière pendant l'acte
=> meilleurs outils d'optimisation
- Optimisation fortement dépendante de la complexité de l'acte interventionnel
- Nécessite une forte collaboration entre les médecins, les manips et le physicien



Merci pour votre attention

Service d'imagerie médicale
CHU Carémeau Nîmes

J. Greffier , J. Frandon, J. Goupil, F. Snene, P. Viala, A. Larbi, J.-P. Beregi