



# Optimisation des doses en scanner Interventionnel

## Optimisation des pratiques, des procédures et des paramètres

Service d'imagerie médicale  
CHU Carémeau Nîmes

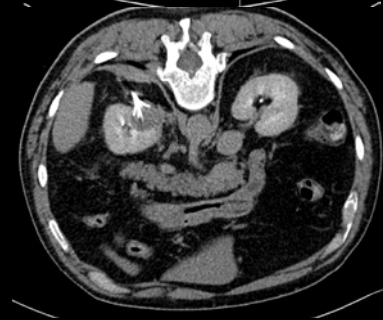
J. Greffier , J. Frandon, J. Goupil, F. Snene, P. Viala, A. Larbi, J.-P. Beregi

# 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.

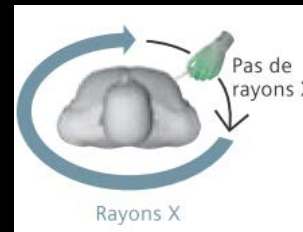
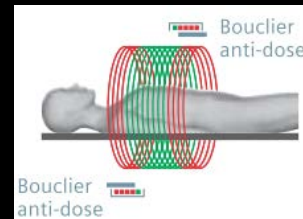
*J Am Coll Radiol.* 2014 Mar;11(3):279-84

# 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



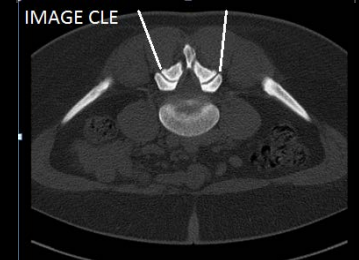
## 2. CHU de Nîmes

- 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), CTDIvol (32cm): 3.80 mGy, DLP: 5.5 mGy\*cm, CARE Dose, and HandCARE (None). A central table titled "Nombre d'images dépend de la collimation" shows the relationship between slice thickness (Coupe) and acquisition size (Acq.). The table is as follows:

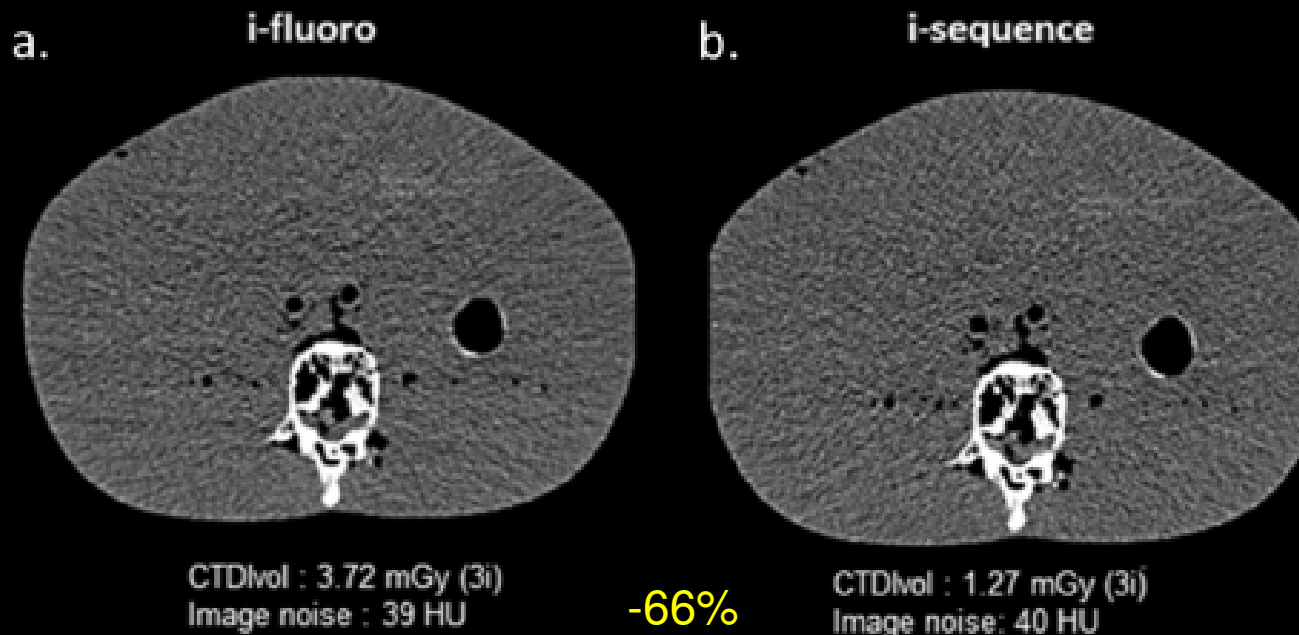
Coupe	Acq.	mm	
1.2	24	Acq. 6 x 12	
2.4	4.8	7.2	Acq. 12 x 12
4.8	6.0	Acq. 32 x 12	
5.0	Acq. 1 x 5.0		
10.0	Acq. 1 x 10.0		

Collimation : 14.4 mm  
2.4 => 6 images  
4.8 => 3 images  
7.2 => 2 images

Other interface elements include "Eff. mAs", "i-PrecisionView", "Scan start", "Range: Begin -1717.7, End -1727.3, Position -1466.5, Height 125.0, Movement 2.5 mm", and a bottom navigation bar with "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.

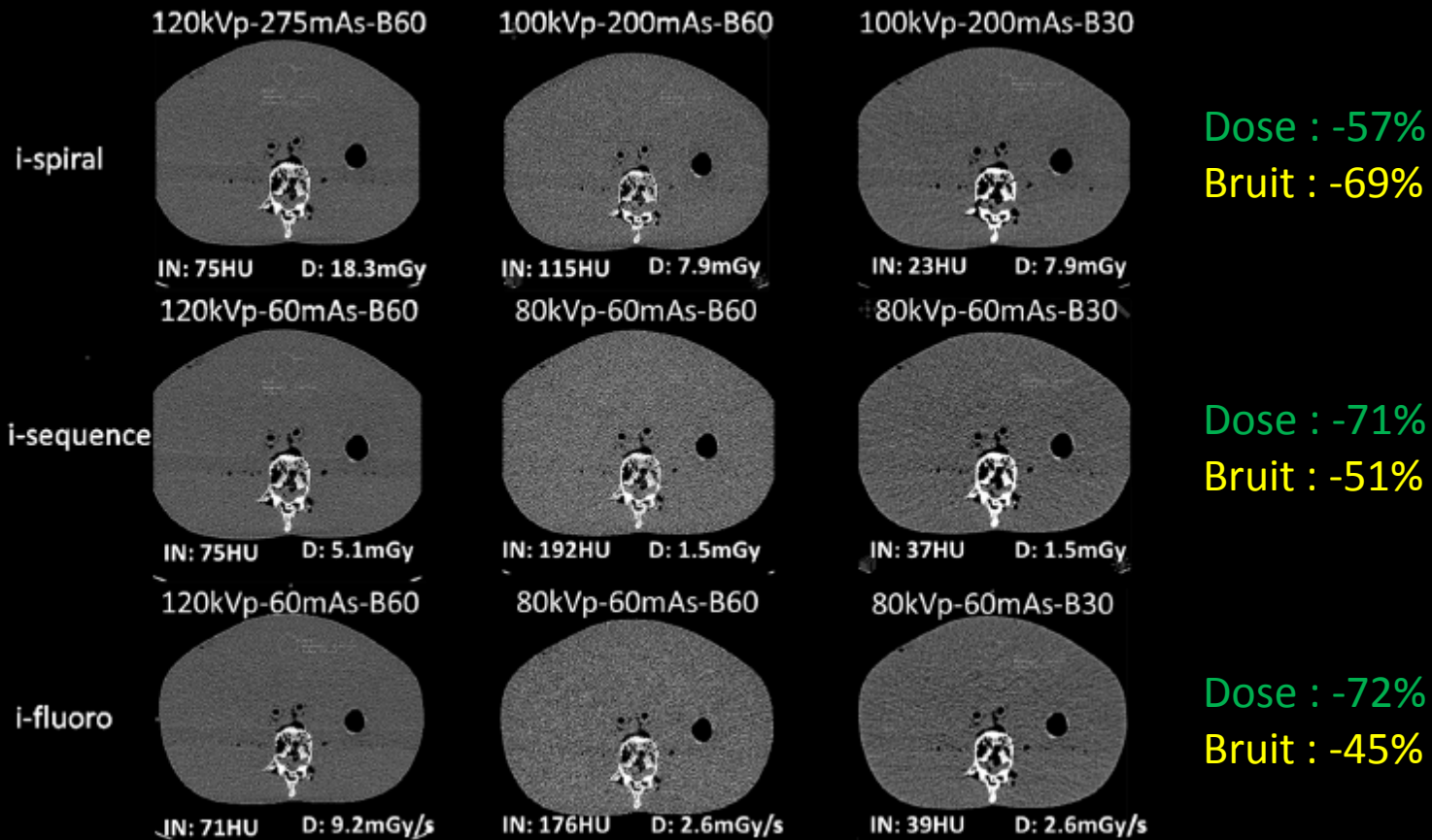
	Before optimization				After optimization			
	kVp	mAs <sub>ref</sub>	Kernel	Windowing	kVp	mAs <sub>ref</sub>	Kernel	Windowing
i-fluoro	120	60	B60s	Osteo	80	60	B30s	Spine
i-sequence	120	60	B60s	Osteo	80	60	B30s	Spine
i-spiral	120	275	B60f	Osteo	100	200	B30f	Spine

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

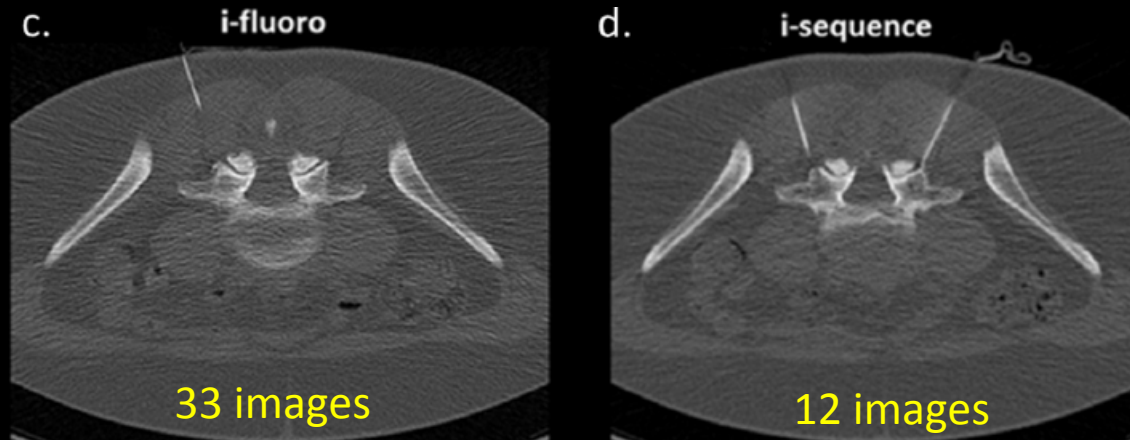
- Optimisation des paramètres :
  - Ex : Protocole Rachis Intervention



# 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
    - **Limitier 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

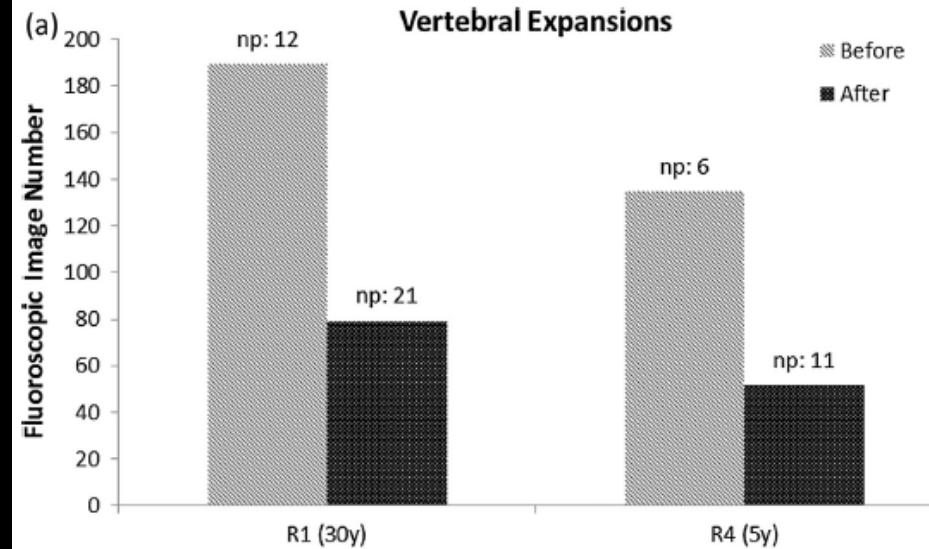
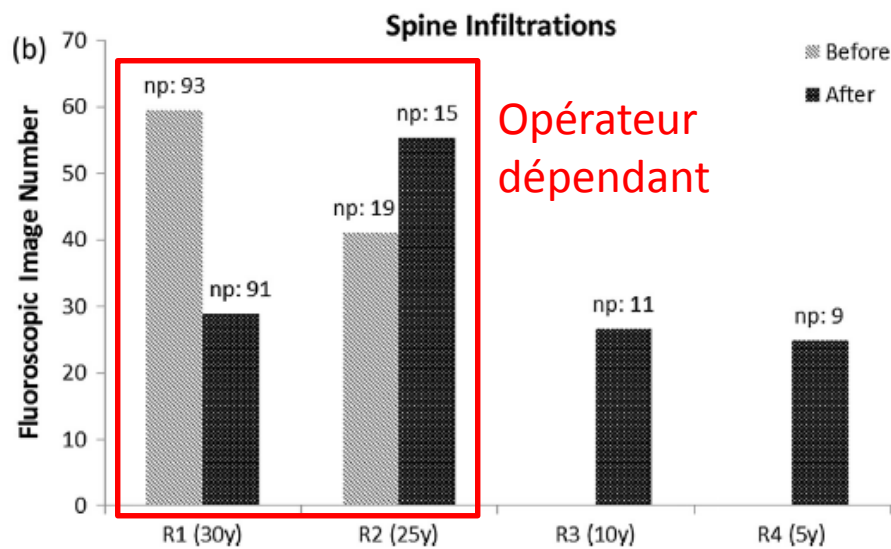
Examination	Mode	Before optimization						After optimization					
		kVp			mAs <sub>ref</sub>			kVp			mAs <sub>ref</sub>		
Expansion	i-fluoro	116.0	±	10.6	59.9	±	0.8	92.7	±	14.6	64.1	±	10.7
	i-spiral	118.0	±	6.1	275.0	±		101.7	±	7.1	200.0	±	
Infiltration	i-fluoro	115.0	±	11.1	58.9	±	4.0	92.3	±	15.3	62.2	±	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



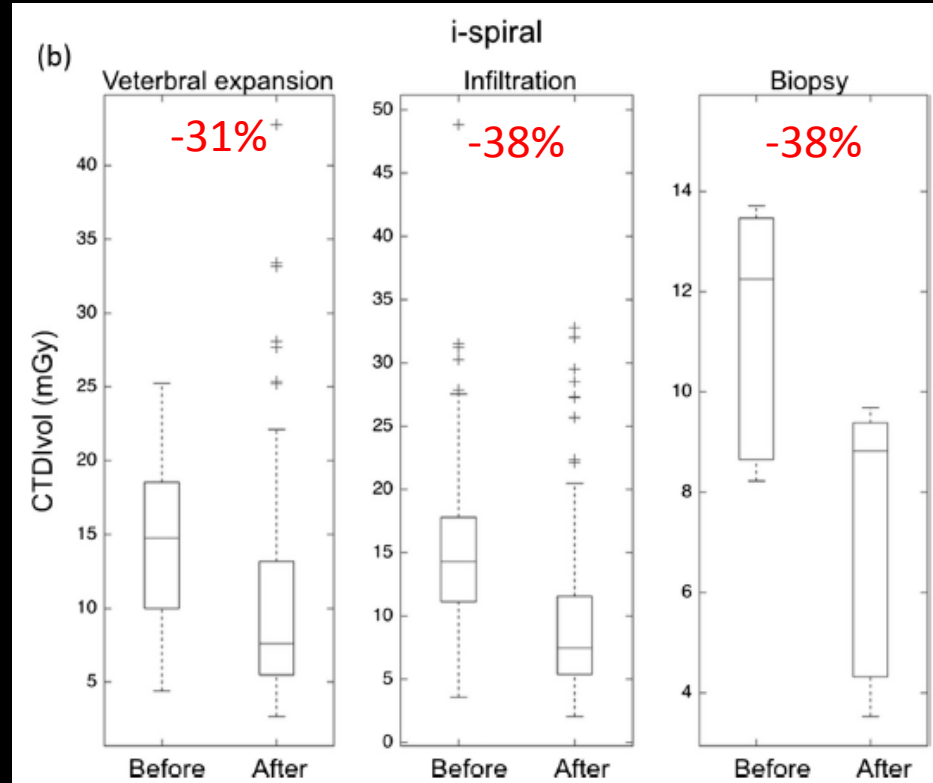
Fluoroscopic image number before and after optimization.

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



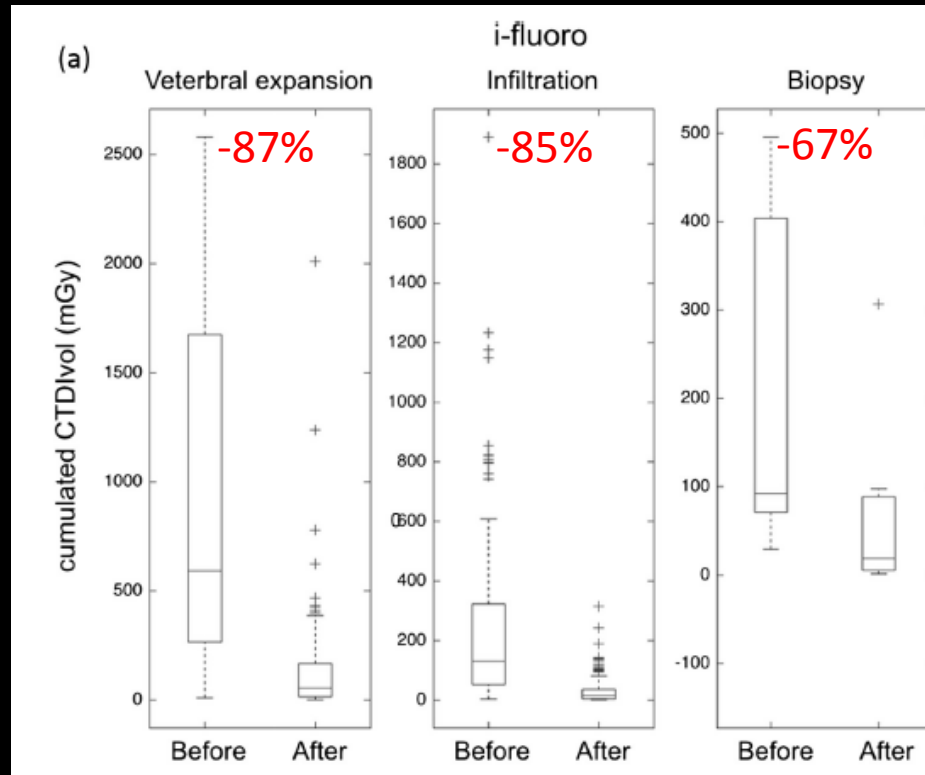
# 4. Exemple d'optimisation : Rachis

- Résultats :

- Optimisation des paramètres et des pratiques

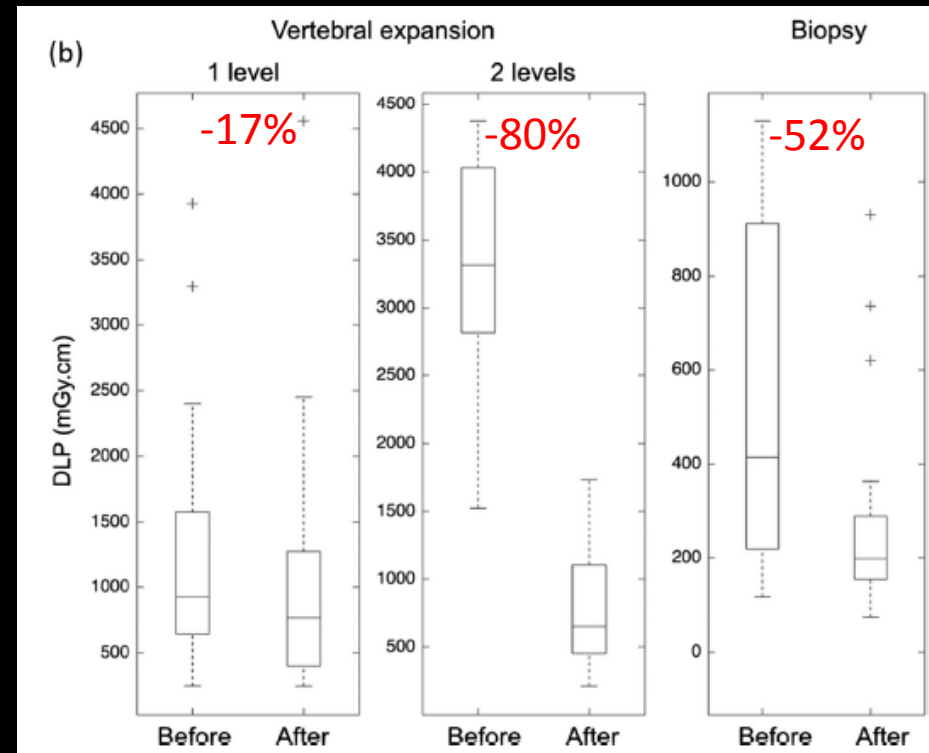
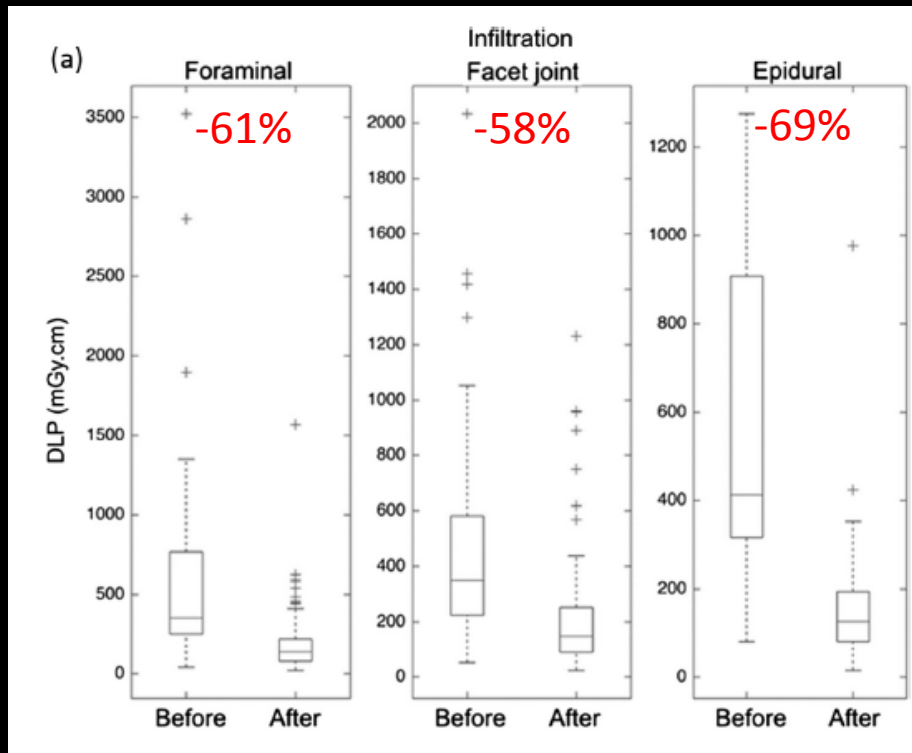
- i-fluoro => CTDIvol cumulé dépend :

- Paramètres d'acquisition sélectionnés et utilisation de la fluoroscopie



# 4. Exemple d'optimisation : Rachis

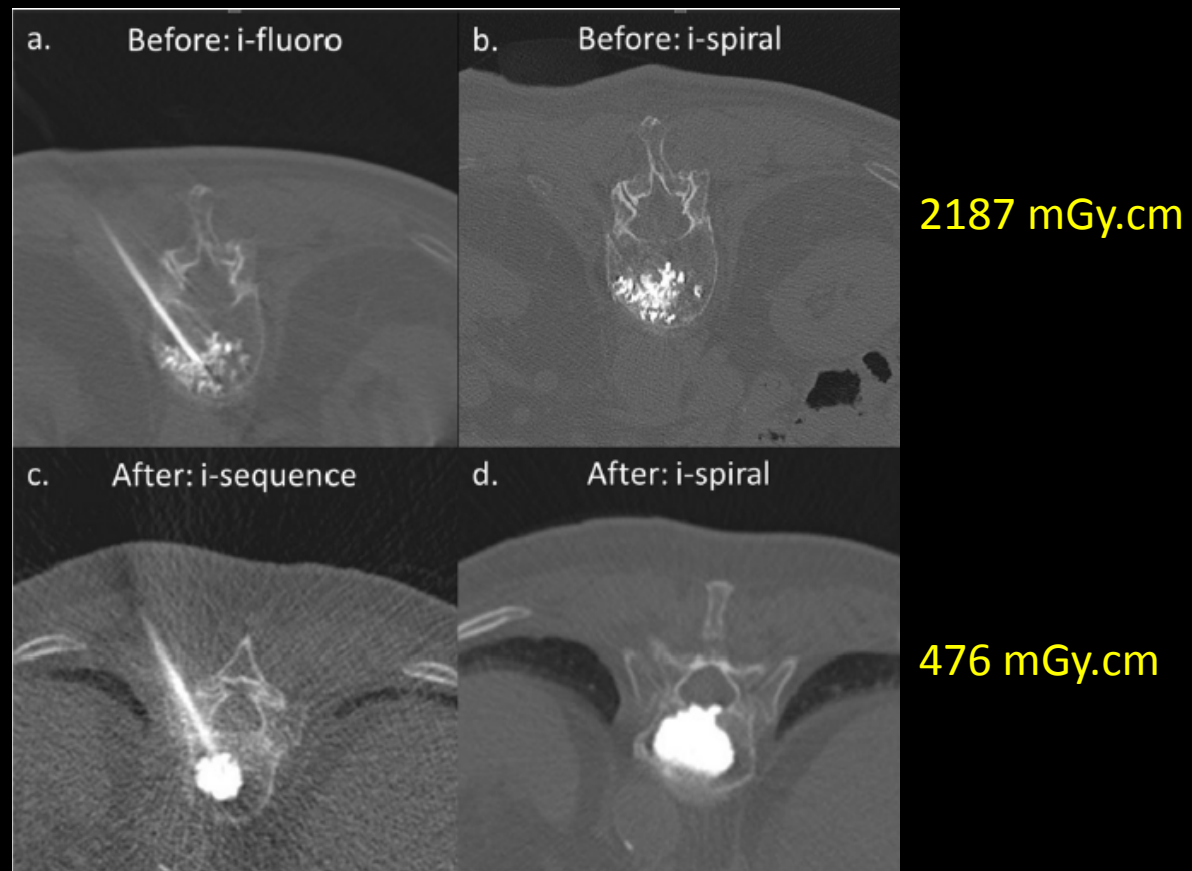
- Résultats :
  - Optimisation globale
    - Optimisation des paramètres
    - Optimisation des pratiques et des procédures



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

- 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