



Congrès ATSR 2022

# Comment optimiser la qualité d'image & la dose des arceaux utilisés au bloc opératoire ?

Brice Royer, physicien médical





# Introduction - contexte



### Contexte au bloc opératoire (rapport GT ASN 2019)

- « La culture de sécurité (hygiène, anesthésie, identitovigilance, matériovigilance [...]) existe au bloc opératoire mais les professionnels reconnaissent tous un manque de culture de la radioprotection »
- Croissance importante du nombre d'actes réalisés utilisant les RX
- Des techniques d'imagerie de plus en plus sophistiquées

**Recommandation 10** : Le GT recommande qu'un physicien médical [...] participe aux étapes de projet d'acquisition de dispositif médical émetteur de RX, de recette et d'**optimisation**.

Optimisation : de  
quoi on parle ?

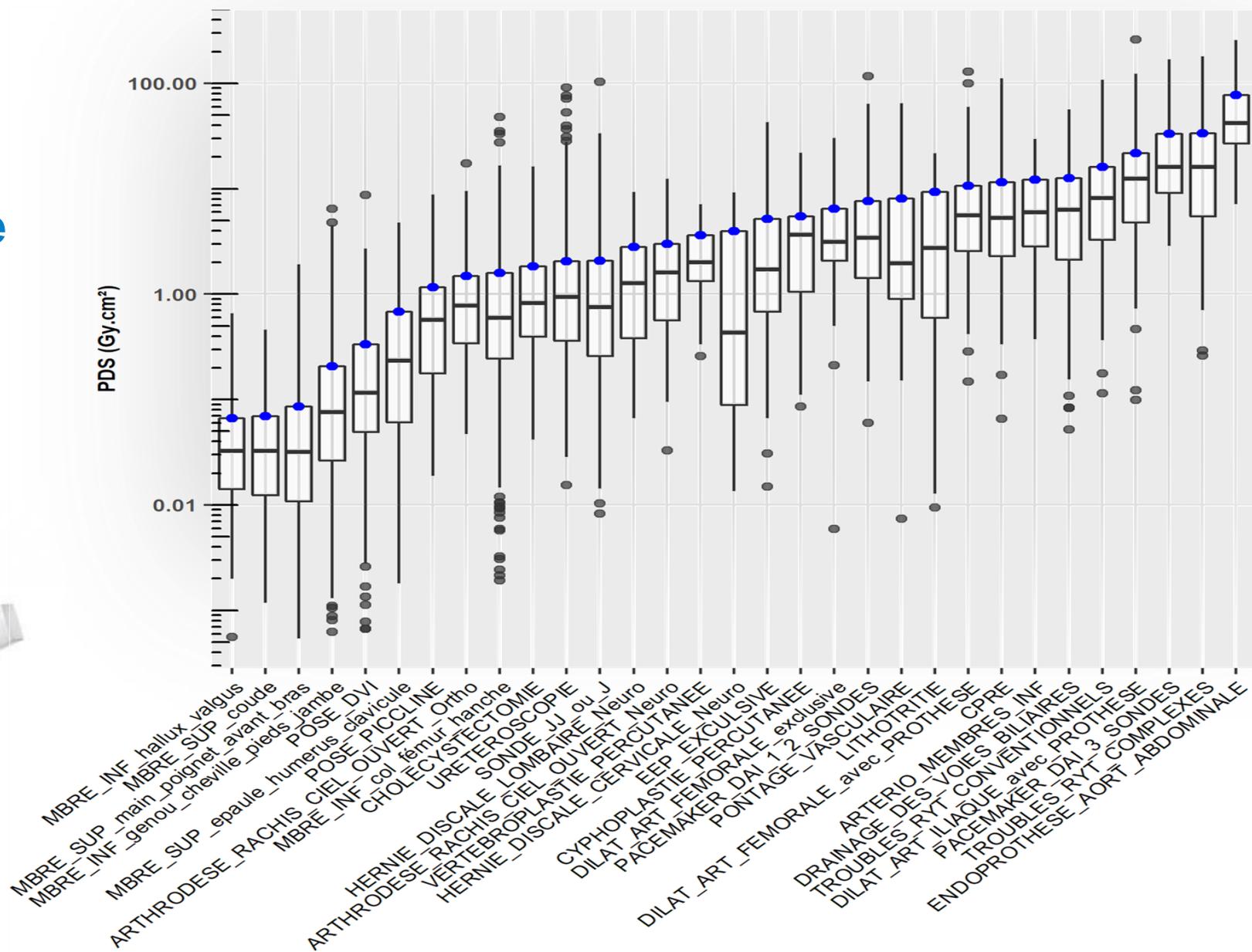
→ Délivrer la dose la plus faible possible compatible avec l'obtention d'une image apportant l'information diagnostique ou thérapeutique recherchée



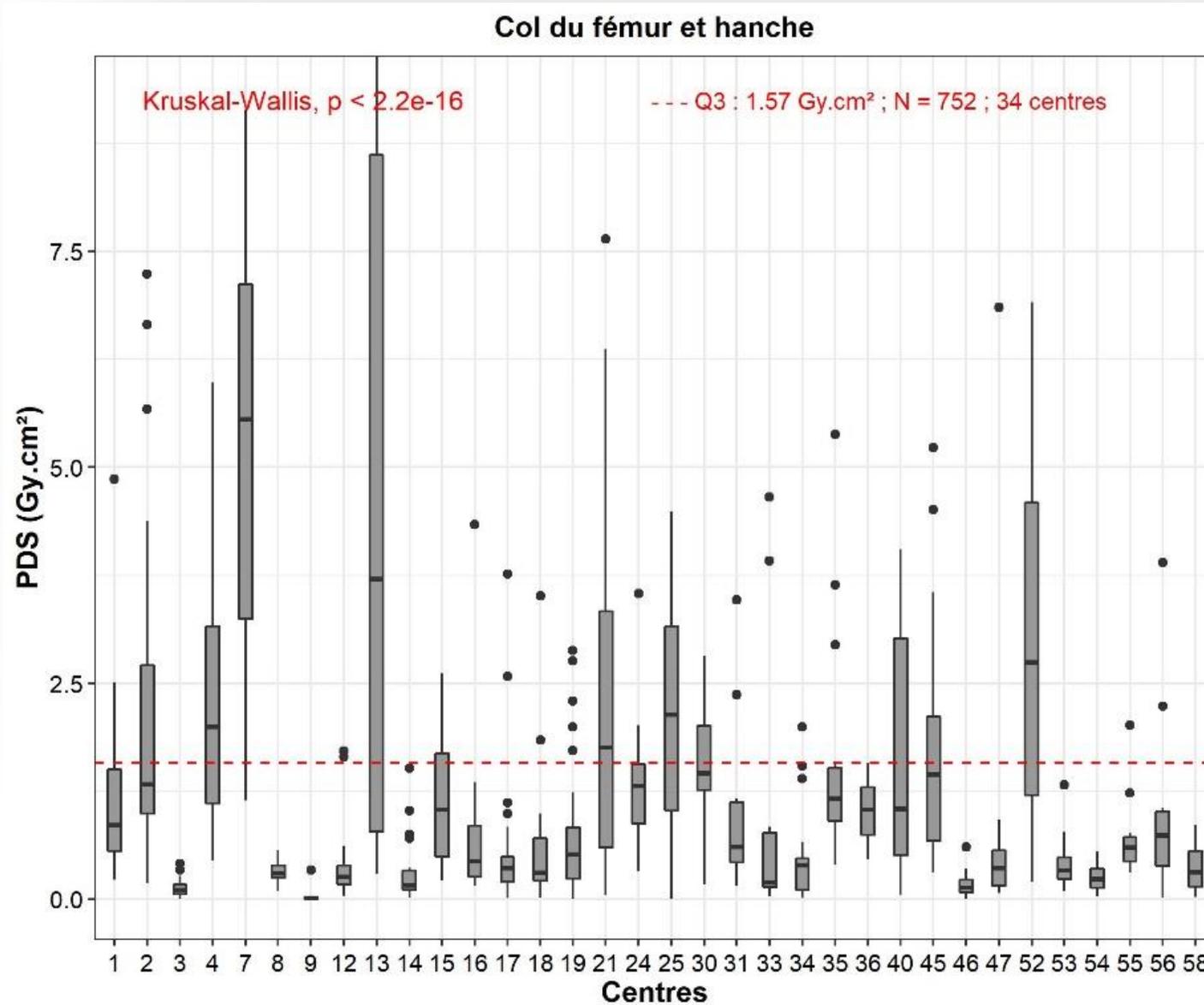
# Introduction - contexte

Rapport SFPM n°40  
Niveaux de références pour les  
pratiques interventionnelles  
radioguidées à l'aide d'arceaux  
mobiles de bloc opératoire

## Dosimétrie du patient au bloc opératoire



### Dosimétrie du patient au bloc opératoire





### Difficultés au bloc opératoire :

- Pas de références concernant le paramétrage
- Fortes disparités dans le paramétrage
- Paramétrage disponible souvent **incomplet**

### Informations souvent *accessibles*

- Cadence d'image
- Niveau de dose  
(ex : faible, moyen, fort, 1/2 dose...)

### Informations souvent *cachées* :

- Courbe de régulation des kV / mA
- Niveau de dose par image

## L'optimisation en pratique :

Démarche de réduction de dose dépendant de l'avis subjectif des chirurgiens parfois divergent...

Dépassement de  
référence  
dosimétrique

Travail sur le  
paramétrage du  
protocole pour réduire  
la dose

Validation de la  
qualité d'image par les  
chirurgiens

Besoin de disposer d'éléments d'évaluation  
objectifs de la qualité d'image



Mettre en place un  
**protocole de mesure standardisé**  
pour évaluer la qualité d'image et la dose

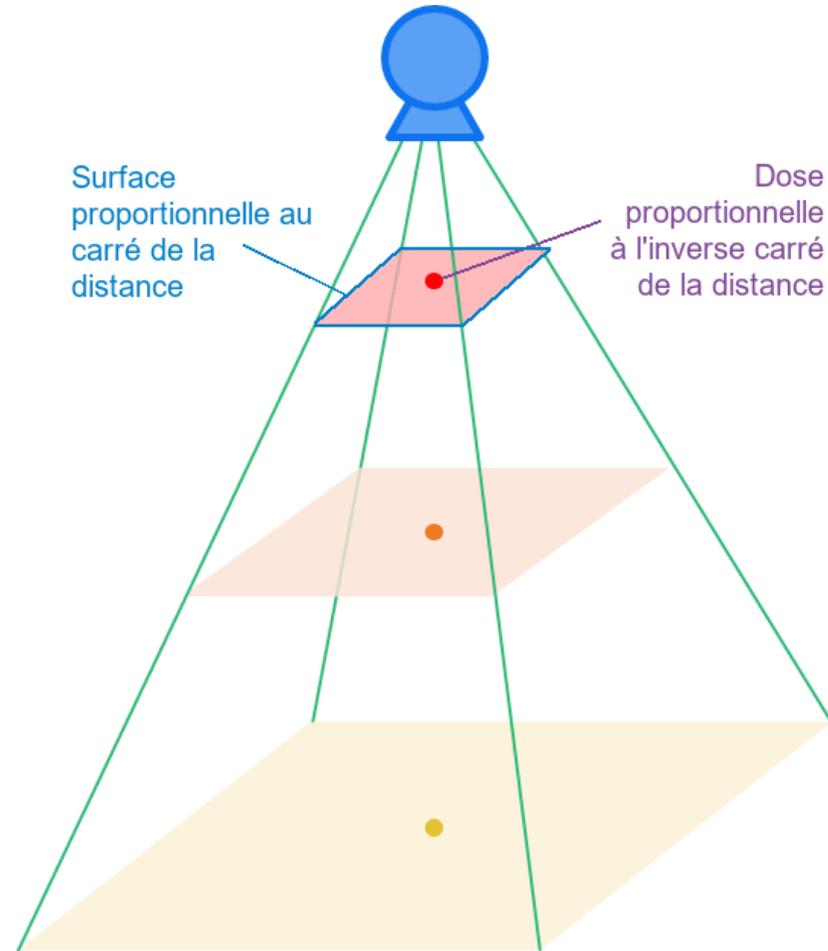
## Introduction - contexte

### Comment évaluer la dose ?

→ relever le Produit Dose-Surface (PDS)  
affiché sur l'arceau

**Produit Dose-Surface =  
dose x surface d'irradiation**

exprimé en **Gy.cm<sup>2</sup>**



Produit Dose.Surface  
indépendant de la distance

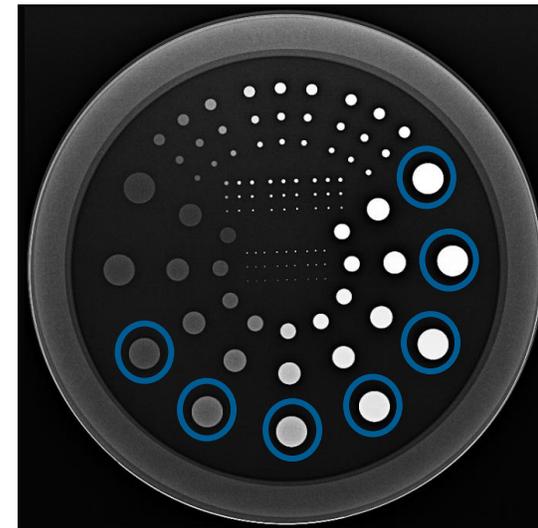
## Comment évaluer la qualité d'image ?

à l'aide d'objets-tests permettant de simuler des détails anatomiques

→ déterminer un score qualité image en fonction du nombre d'éléments détectés



Leeds TOR CDR



Leeds TO 10



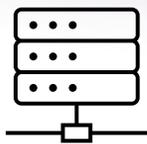


# Périmètre de l'étude

# Périmètre de l'étude

## Spécialités médicales / actes

- urologie
- viscéral-digestif
- vasculaire
- orthopédie
- rythmologie



### BDD C2i études dosimétriques au bloc



330  
établissements



20 000  
patients

Acte médical	%
Angioplastie Minf (iliaque / fémorale)	17,1
Pose de sonde J ou JJ	14,3
Pose de pacemaker ou DAI	14,3
M. inf / fracture col du fémur et hanche	9,4
Urétéroscopie diagnostique et/ou thérapeutique	8,8
CPRE	5,0
M. sup / main, poignet, avant-bras	4,4
Cholécystectomie	4,2
Ablation (flutter / FA)	3,5
Lithotritie extracorporelle (LEC)	2,6
Endoprothèse aorte abdominale	2,4
Total	82%

*Exclue* : la procédure M. sup / main, poignet, avant-bras  
(PDS < 1 Gy.cm<sup>2</sup>)



# Périmètre de l'étude

## Arceaux mobiles de bloc ciblés

**167 arceaux**

Etablissements C2i santé  
Secteurs Est et Nord-Ouest

**≥ 2013**

Année de construction  
(âge médian d'un arceau = 8 ans)

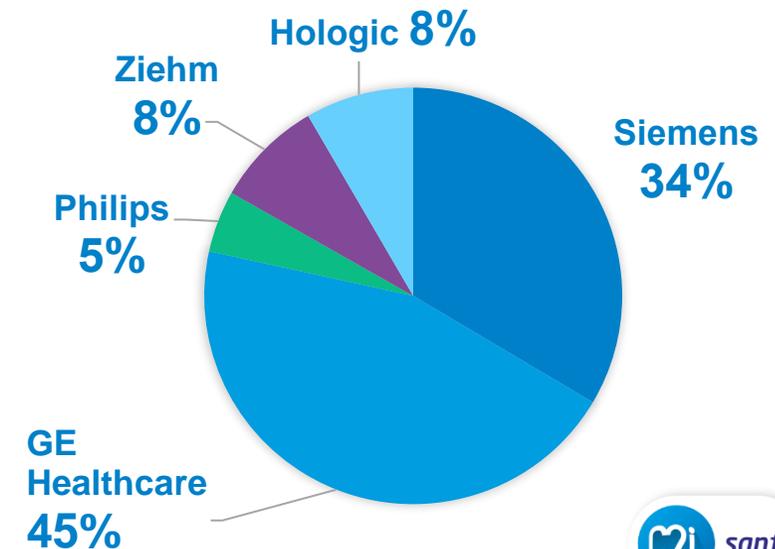
**5**

principaux  
constructeurs

**10**

arceaux  
les plus courants

Arceau	%
GE OEC Fluorostar	27
Siemens Cios alpha	9
Hologic Fluoroscanner insight	8
GE OEC Miniview	8
Ziehm Solo	7
Siemens Arcadis varic	7
Siemens Siremobil compact L	7
Siemens Cios fusion	5
GE OEC 9900	4
Philips BV Pulsera	4



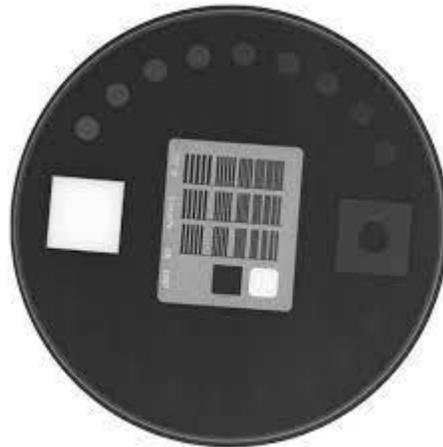


Optimisation qualité / dose

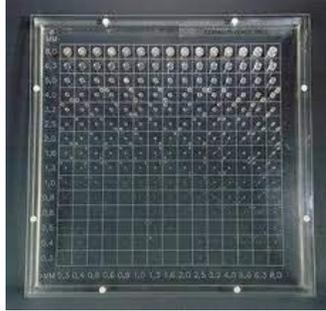


## Bibliographie

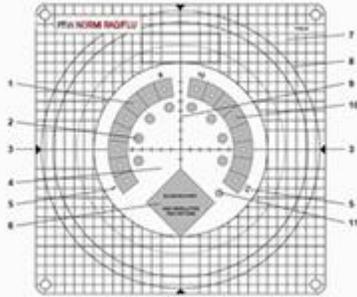
- Peu de travaux sur le sujet
- Equipe suédoise *Elgström et al.* : exploitation d'objet-test contraste-détail, détermination de SNR | modèle observateur
- En France : objet-test Leeds Test Objects TOR 18FG dédié au Contrôle de Qualité (CQ - décision ANSM 2016)



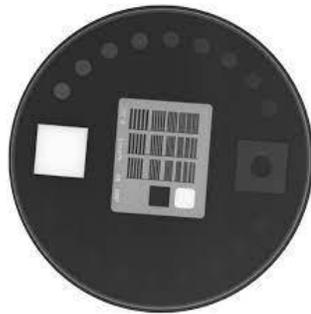
# Choix de l'objet-test



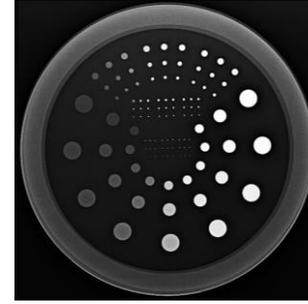
Artinis CD RAD



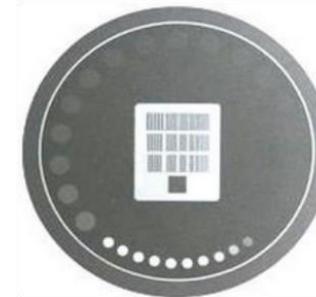
PTW Normi RAD/FLU



Leeds TOR 18FG



Leeds TO 10 / 20



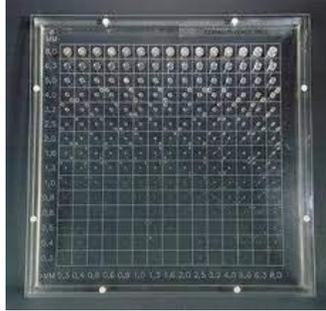
Leeds TOR CDR

## Critères de sélection :

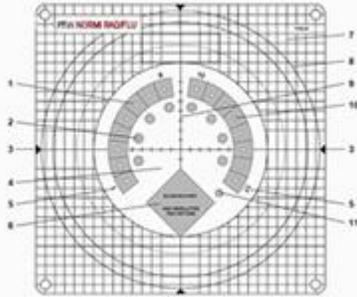
- *Dimensions*
- *Gamme de contraste et diamètre d'élément de contraste*
- *Résolution spatiale [limite : taille pixel  $\geq 0,15$  mm]*



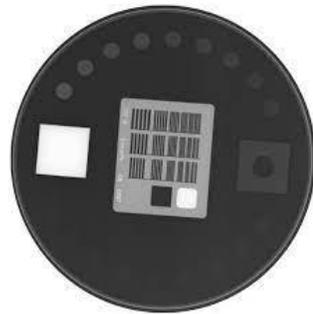
# Choix de l'objet-test



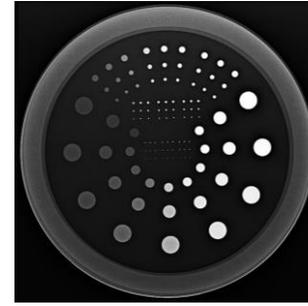
Artinis CD RAD



PTW Normi RAD/FLU



Leeds TOR 18FG



Leeds TO 10 / 20



Leeds TOR CDR

## Critères de sélection :

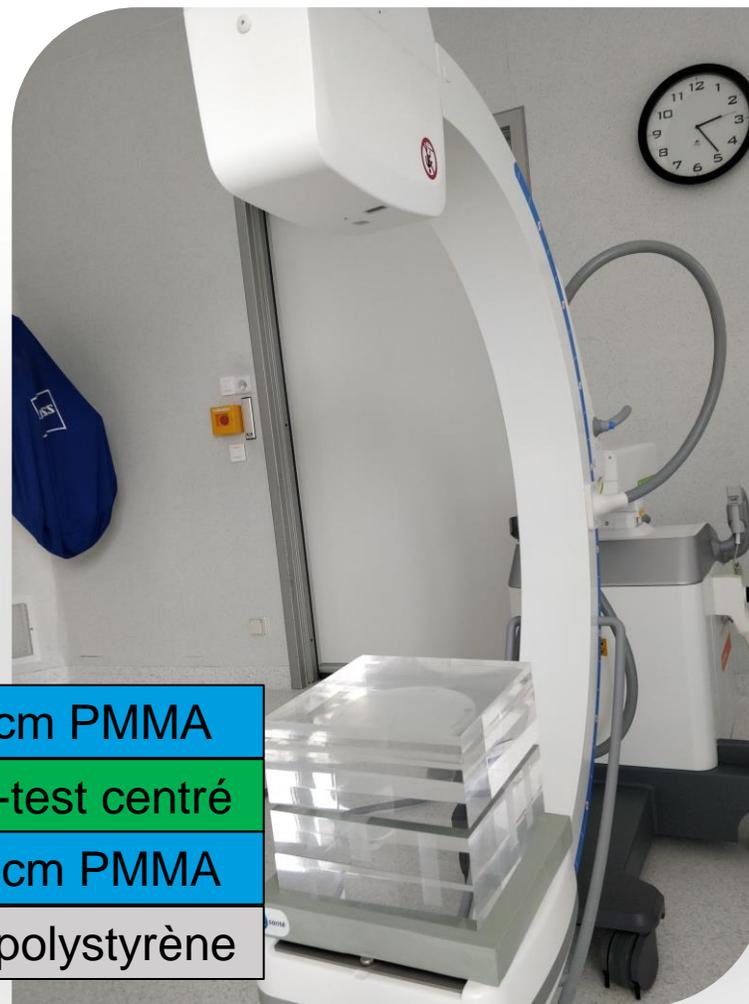
- *Dimensions*
- *Gamme de contraste et diamètre d'élément de contraste*
- *Résolution spatiale [limite : taille pixel  $\geq 0,15$  mm]*



# Protocole de mesure

## Matériel

- Plaques de PMMA décision CQ ANSM (accessible dans les blocs)
- Objet-test centré
- Fantôme au plus proche du détecteur
- Support en polystyrène



10 cm PMMA  
Objet-test centré  
10 cm PMMA  
4 cm polystyrène



**Configuration dédiée :**  
urologie, digestif, vasculaire



# Protocole de mesure



5 cm PMMA

Objet-test centré

5 cm PMMA

4 cm polystyrène

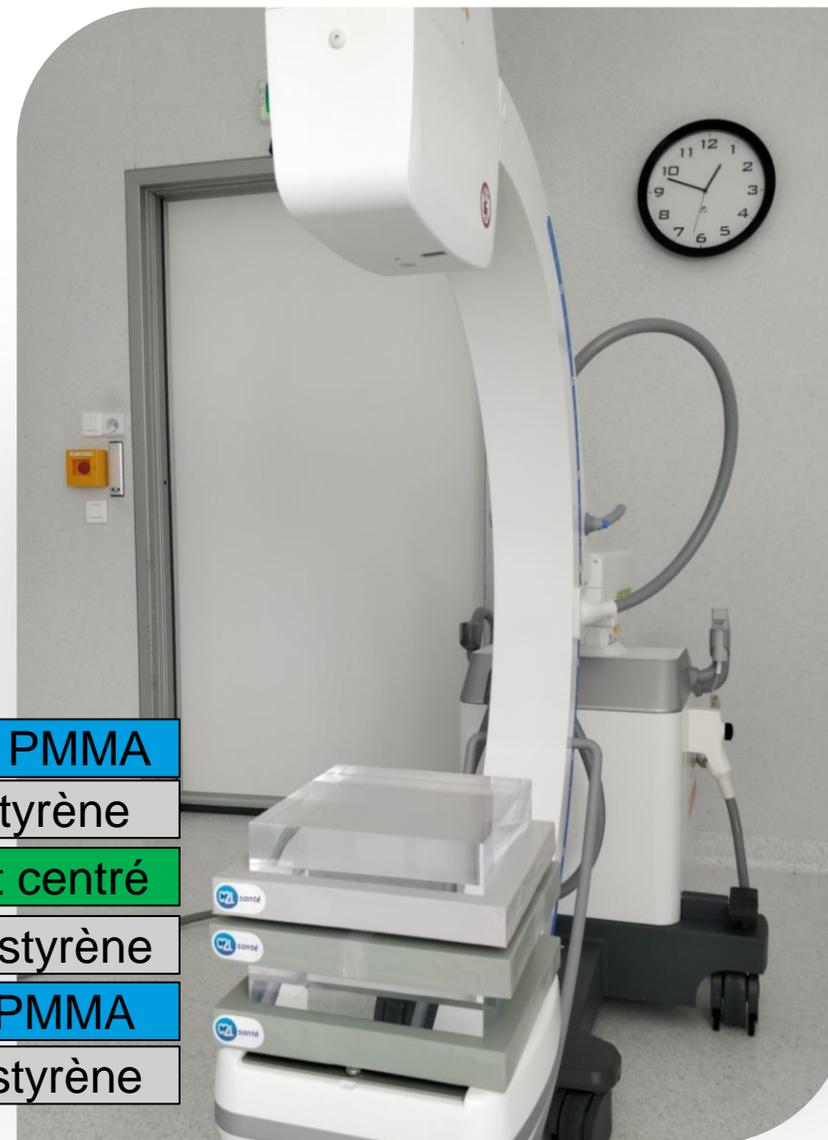
Configuration dédiée :  
orthopédie (hors col du fémur)



# Protocole de mesure

- 5 cm PMMA
- 4 cm polystyrène
- Objet-test centré
- 4 cm polystyrène
- 5 cm PMMA
- 4 cm polystyrène

Configuration dédiée :  
rythmologie



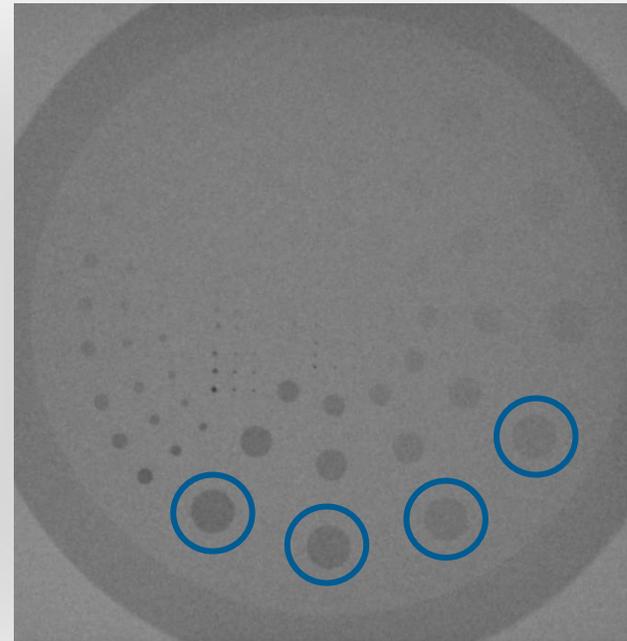
# Protocole de mesure

## Evaluation de la dose

→ Relevé du Produit Dose-Surface (PDS) sur 10s

## Evaluation de la qualité d'image

→ Relevé du nombre d'éléments de contraste visibles pour chaque diamètre d'élément concerné



# Choix de l'objet-test – comparatif sur fantôme

## Mesures comparatives avec les 3 objets-test Leeds TOR 18FG, TO 10 et TO20

- Protocoles cliniques : vasculaire et urologie
- Arceaux ciblés
- Variation du paramétrage : niveau de dose et cadence

Arceau	Protocole	TOR 18 FG (CQ)		TO 10	TO 20
		Nb de groupes cycliques visibles	Nb d'éléments visibles	Nb d'éléments visibles	Nb d'éléments visibles
Philips BV Pulsera	Scopie continue ½ dose	12	11	3-4 selon $\emptyset$	0-3 selon $\emptyset$
	Scopie continue haute définition	13	12	5-8 selon $\emptyset$	3-5 selon $\emptyset$

[ Incertitude de mesures inter-observateur : +/- 1 élément visible ]



## Choix de l'objet-test – comparatif sur fantôme

### Mesures comparatives avec les 3 objets-test Leeds TOR 18FG, TO 10 et TO20

- Protocoles cliniques : vasculaire et urologie
- Arceaux ciblés
- Variation du paramétrage : niveau de dose et cadence

Arceau	Protocole	TOR 18 FG (CQ)		TO 10	TO 20
		Nb de groupes cycliques visibles	Nb d'éléments visibles	Nb d'éléments visibles	Nb d'éléments visibles
GE Fluorostar	Scopie continue	12	8	10 ∅ visualisés	4 ∅ visualisés

## Choix de l'objet-test – comparatif sur fantôme

### Mesures comparatives avec les 3 objets-test Leeds TOR 18FG, TO 10 et TO20

- Protocoles cliniques : vasculaire et urologie
- Arceaux ciblés
- Variation du paramétrage : niveau de dose et cadence

TOR 18 FG

TO 10

TO 20

## Optimisation qualité dose : 1ers tests

### Amplificateur de brillance – GE Fluorostar

Protocole	Contraste	Dose
	Nb d'éléments visibles	PDS sur 10s (mGy.cm <sup>2</sup> )
Vasculaire - scopie dose réduite	1-4 selon $\emptyset$	230
Vasculaire - scopie pulsée 8 i/s	1-4 selon $\emptyset$	100

↪ ↓ facteur  
2,3

### Capteur plan – SIEMENS Cios Select FD

Protocole	Contraste	Dose
	Nb d'éléments visibles	PDS sur 10s (cGy.cm <sup>2</sup> )
Pacemaker – scopie 7,5 i/s niveau moyen	3-6 selon $\emptyset$	2,3
Pacemaker – scopie 7,5 i/s niveau faible	3-6 selon $\emptyset$	1,7

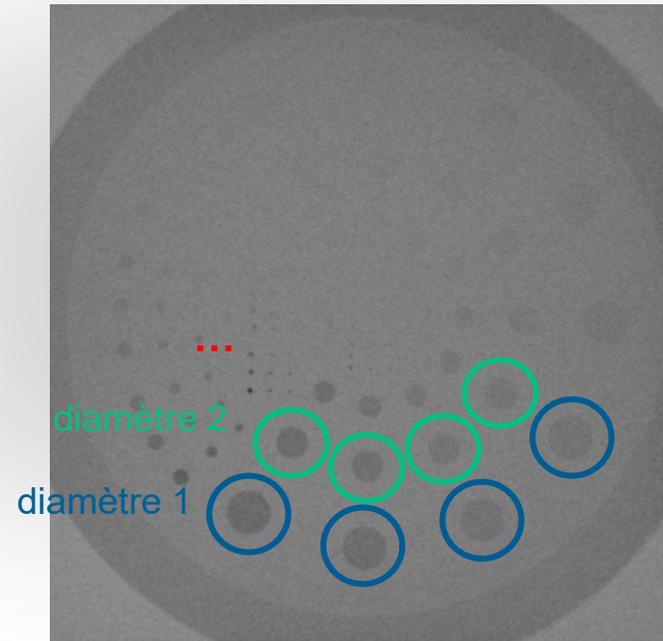
↪ - 35 %

## Limites de la démarche

- Lecture soumise à incertitude :  
(+/- 1 élt de contraste)
- Limite de l'analyse comparative :  
aucune référence : qualité d'image « minimale »

## Perspectives

- Evaluation quantitative
- Détermination d'une référence de qualité d'image par acte





## Quel indicateur de qualité d'image choisir ?

- Constat : différence de bruit dans certaines images sans différence de contraste
- Cliniquement : différence de signal entre 2 structures

→ différence de signal rapportée au bruit (SDNR)

$$SDNR = \frac{\text{Moy. du signal}_{\text{structure d'intérêt}} - \text{Moy. du signal}_{\text{background}}}{\text{Bruit}_{\text{background}}(SD)}$$



# Démarche visée

## PREALABLE

Création et alimentation d'une BDD

$SDNR_{TO10}$  des  
actes des blocs



$SDNR_{TO10} - REF$

pour chaque acte\*

\*acte  $\longleftrightarrow$  diamètre d'intérêt

## ROUTINE

Démarche d'évaluation de l'optimisation

### Comparaison

$SDNR_{TO10} - PROT$  vs  $SDNR_{TO10} - REF$



Avis chir. sur la qualité d'image



Evaluation dosimétrique



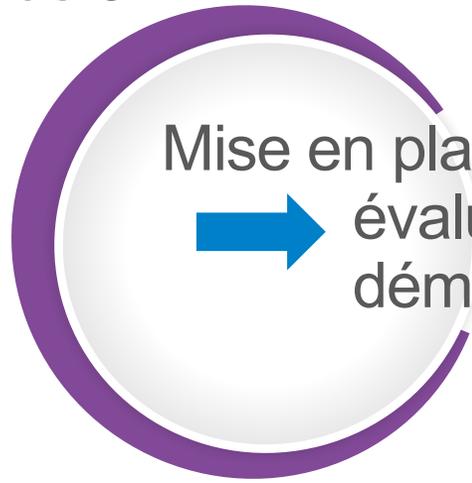
Optimisation : oui ou non



Conclusion



## Conclusion



Mise en place d'un protocole de mesure standardisé  
→ évaluer la dose et la qualité d'image au bloc |  
démarche d'optimisation

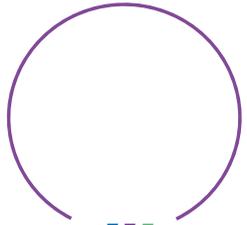


Définir des **références de qualité d'image objectives**  
(quantitatives)  
par acte | BDD alimentée continuellement

Après les arceaux mobiles → salles fixes

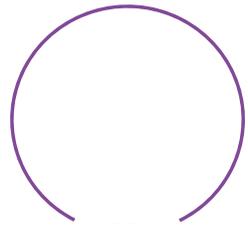


# Remerciements



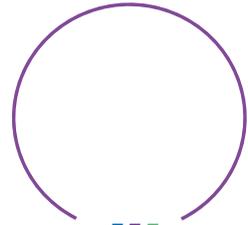
**Hiba SEBBATI**

*alternante en  
ingénierie biomédicale*



**Luis GONZALEZ  
MENDEZ**

*chargé d'étude  
en physique  
médicale*



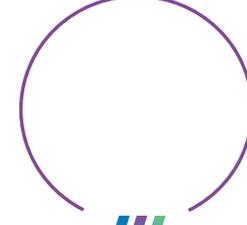
**Jad FARAH**

*physicien  
médical*



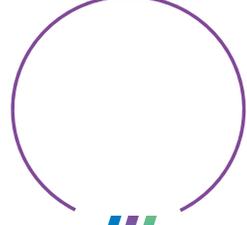
**Alain NOEL**

*physicien  
médical*



**Laurence SAGE**

*physicienne  
médicale*



**Céline MABIT**

*physicienne  
médicale*

