

# Innovations technologiques en imagerie médicale

Défis pour la radioprotection des travailleurs et des patients  
au GH universitaire Paris Sud

Karim EN NOURHI, PCR  
Aurélie FORBES, physicienne médicale

1<sup>ère</sup> journée scientifique du club des jeunes sociétaires de la SFRP – 16 avril 2018

# Imagerie Médicale au GH Paris Sud

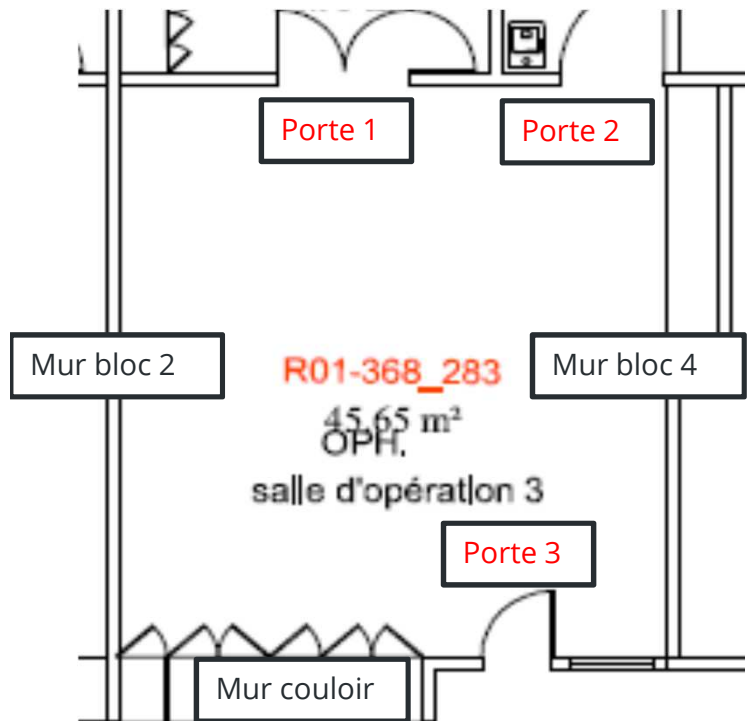
- 5 services de radiologie
- 2 services de médecine nucléaire
- imagerie médicale au bloc opératoire, en cardiologie, pneumologie, endoscopie, etc.
- + de 80 équipements d'imagerie
  - ▶ dont 6 scanners
  - ▶ 5 salles de vasculaire
  - ▶ 12 arceaux utilisés dans 40 salles de blocs opératoires
- 2,5 PCR et 2 Physiciens Médicaux



# Imagerie 3D au bloc opératoire : l'O-arm

- Un scanner mobile au bloc opératoire
- Problématiques en radioprotection des travailleurs
  - ▶ plombage des salles
  - ▶ EPI/EPC
- Problématiques en radioprotection des patients
  - ▶ Impact de l'imagerie 3D vs conventionnelle
  - ▶ cumul des doses
  - ▶ utilisation excessive, bonnes pratiques, justification des actes





Transfert  
A 2890  
1.40m2

ZONAGE établi sur la base d'une séquence 3D par heure  
 Zone Surveillée: Dose Efficace reçue en une heure < 7,5 microSv (au-delà de 4m ou limite de la salle si mur béton)  
 Zone Contrôlée : 7,5 microSv < Dose Efficace reçue en une heure < 25 microSv (entre 4m et 2,50m)  
 Zone Contrôlée Jaune : Dose Efficace reçue en une heure > 25 microSv (moins de 2,50m)

Parois	Dose derrière la paroi (µSv en 13s)	Dose derrière la paroi par mois
porte 1	3,5	420
porte 1 oculus	2,08	249,6
porte 2	3,3	396
porte 2 oculus	2,08	249,6
mur bloc 4	0,02	2,4
porte 3	3,1	372
porte 3 oculus	1,58	189,6
mur couloir	0,54	64,8
mur bloc 2	0,05	6

**=> plomber les portes (2 mm Pb)**

Hypothèses :  
 3 séquences par patient  
 40 patients par mois



## Radioprotection pour le personnel:

- En 2D, se mettre derrière la console ou le paravent Pb
- En 3D, sortir de la salle



# Connaître les possibilités de l'équipement et les exploiter au mieux

## ■ Impact de l'imagerie 3D versus imagerie conventionnelle (2D)

- ▶ Sur la prise en charge
- ▶ Sur la dose au patient (essais sur 12 patients)

- *En scopie (2D) : PDS moyen : 1600 mGy.cm<sup>2</sup>*

- *En 3D : PDL moyen : 814 mGy.cm*

**Quelle dose reçue par le patient ?**

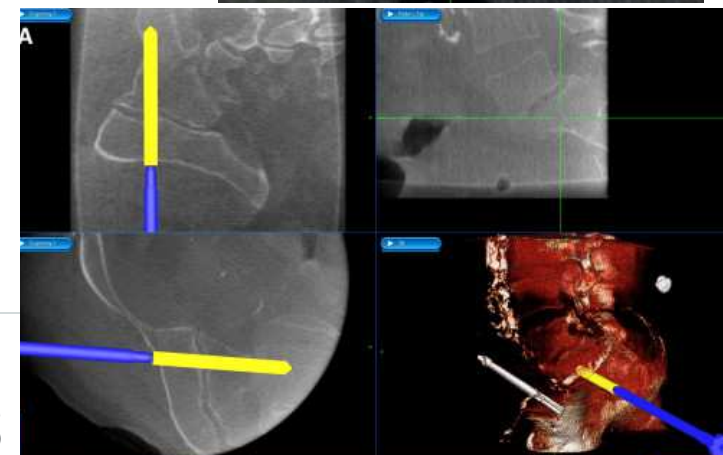
## ■ Utilisation de l'équipement :

- ▶ Suivi de l'équipement :
  - *Quels contrôles ? Quelle réglementation ?*
- ▶ Optimisation des constantes, niveaux de référence
- ▶ Répétition des acquisitions 3D : justification
  - *3 acquisitions 3D en moyenne, jusqu'à 4*

## Question posée : En quoi l'utilisation de l'OARM a été bénéfique pour la bonne prise en charge du patient (chirurgie du rachis cervical) ?

### ■ La vision du chirurgien :

- ▶ Il s'agissait d'un patient avec une fracture de l'odontoïde instable que nous avons fixée en C1/C2 avec des vis. C'est une **chirurgie difficile et dangereuse du fait de la proximité de la moelle et du peu d'espace pour placer les vis.**
- ▶ Le O'arm permet de **sécuriser le geste** grâce à la navigation couplée au scanner et une acquisition en fin d'intervention permet grâce au 3D de vérifier les implants.
- ▶ Le O'arm sécurise le geste, permet **d'opérer plus vite** et de contrôler les implants pendant l'intervention **sans attendre le scanner postopératoire** malade réveillé et si problème remettre le patient au bloc.





# Défis de l'imagerie 3D au bloc opératoire

- **Plombage des salles , signalisation lumineuse, EPI/EPC**
- **Formation à l'utilisation de l'OARM**
  - ▶ pour les physiciens, PCR et manipulateurs, les chirurgiens
- **Présence des MERM lors de l'utilisation de l'appareil**
- **Suivi de l'équipement**
  - ▶ Quels objets tests : UH, Catphan ou mire TOR
  - ▶ Quels critères de qualité image ?
- **Suivi dosimétrique des patients**
  - ▶ Connexion au SIH, PACS, DACS
  - ▶ Quels indicateurs dosimétriques ?



# Les défis en radiologie interventionnelle

## ■ En radioprotection des travailleurs :

- ▶ Niveaux d'exposition du radiologue interventionnel
- ▶ Dose au cristallin
- ▶ Utilisation des EPI/EPC

## ■ En radioprotection des patients :

- ▶ Connaître les modes de fonctionnement des équipements
- ▶ Cumul de dose
- ▶ Procédure de suivi et seuils d'alerte

# Exposition du cristallin en radiologie interventionnelle

■ **Durée de l'EDP : 1 semaine**

■ **Types et nombres d'examens :**

- ▶ 27 examens, piccline, KT canaux, fistulographie, embolisations, ponctions biopsies hépatique transjugulaire ou rénale, artériographies, angiographies pulmonaires



■ **Appareil de mesure: Dosimètre cristallin (type : IRSN DOSIRIS)**

■ **Résultats dosimètre :**

- ▶ équivalent de dose individuel :  $H_p(3) = 1.17 \text{ mSv}$ .

■ **Estimation sur une année (45 semaines) :**

- ▶  $H_{\text{cristallins}} \approx H_p(3) \rightarrow 52 \text{ mSv /an} > 20 \text{ mSv}$

# Défis : Exposition du cristallin en radiologie interventionnelle

## ■ Etudes exposition des cristallins des radiologues interventionnelles

- ▶ Radiologues adultes et pédiatriques
- ▶ Charges de travail différentes
- ▶ Techniques de travail différentes
- ▶ Complexité dans le suivi : port irrégulier de la dosimétrie, turn-over

## ■ Utilisation de la suspension plafonnière

## ■ Port des lunettes plombées

- ▶ pour ceux dont l'exposition annuelle aux cristallins dépassent la LAE



# Optimisation des protocoles d'acquisition

## ■ Limitation :

- ▶ accès restreint aux modes de fonctionnement et données constructeurs (courbes de régulations doses).
- ▶ Pour le radiologue/le MER, pas d'accès aux paramètres d'acquisition (kV, mAs)

## ■ Diminution des objectifs de dose au détecteur :

- ▶ de 5,4 à 3,6  $\mu\text{Gy}/\text{f}$  en graphie (attendu :  $\searrow$  -30%)
- ▶ de 45 nGy/p à 35 nGy/p en scopie (attendu :  $\searrow$  -20%)

## ■ Impact sur la dose au patient :

- ▶ diminution de 40% en moyenne

Chimioembolisation hépatique, en moyenne :			
PDS ( $\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$ )	avant	après	
total	64535	37867	-41%
graphie	53909	32355	-40%
scopie	10626	5512	-48%
Nb d'images de graphie	273	251	
temps de scopie (min)	12,85	13,21	

## ■ Impact sur la radioprotection des travailleurs :

- ▶ diminution de 50% de dose pour les radiologues opérateurs

# Seuils d'alertes et procédures de suivi

## ■ Evaluer et suivre les niveaux de doses délivrés

- ▶ Avec le DACS
- ▶ Avec les personnels médicaux et paramédicaux via des seuils et procédures de suivi

### ① Niveaux de référence locaux

Objectifs : Optimiser les doses délivrées et harmoniser la pratique

<u>Adultes</u>	Niveaux de référence par procédure			
	PDS (cGy.cm <sup>2</sup> )	Kerma air (mGy)	Temps Scopie (min)	Nbr Images
Artériographies	5300	350	15	870
Embolisation	19100	2200	80	2500
Embolisation de MAV*	21000	1800	90	1700
Thrombectomie	19000	1000	45	1400

\* NRI à affiner - échantillon < 30 patients

#### Actions à mettre en œuvre en cas de dépassement du niveau de référence

- Le neuroradiologue est responsable de la **justification dans le DACS** du dépassement de dose (patient agité, procédure complexe, etc.) ;
- Le physicien devra regarder le rapport de dose de la machine (RDSR) et s'assurer qu'aucune dérive technique n'est enregistrée.

### ② Seuils d'alerte

Objectifs : Prévenir l'apparition d'effets déterministes et mettre en place un suivi adapté

PDS* (μGy.m <sup>2</sup> )	Kerma air* (mGy)	Temps de scopie* (min)
50 000	5 000	60

\*Valeurs de la Haute Autorité de Santé

#### Actions à mettre en œuvre en cas de dépassement du seuil d'alerte

- Le neuroradiologue est responsable de la **déclaration sur OSIRIS** du dépassement de dose dans la rubrique « Radioprotection du patient ».
- Le physicien médical calcule la dose cutanée, à partir des relevés dosimétriques, en repérant les champs d'exposition pour lesquels la dose dépasse 3 Gy ;
- Le neuroradiologue informe le patient exposé, lui remet la fiche d'information (réf. Blue Medi [JMA/RI/PR\\_SEUILS/A2](#)) et définit les modalités du suivi dès que la dose cutanée dépasse 3 Gy sur une ou plusieurs régions.

## **Défis pour la radioprotection des travailleurs et des patients**

- **Participer aux choix techniques des équipements**
- **Développer et maintenir ses compétences avec des équipements de plus en plus sophistiqués**
- **Interagir avec les constructeurs et les techniciens**
- **Informier et former les personnels exposés et utilisateurs**
- **Maîtriser les doses délivrées aux patients et aux travailleurs**