

# Méthodologie d'évaluation des risques en salles dédiées et au bloc opératoire : application pratique

**Florence BOURY**

PCR Cellule de Radioprotection CHU Nîmes

**Cyril DUVERGER**

PCR Cellule de Radioprotection CHU Nîmes

**Joël GREFFIER**

Physicien Médical/PCR Imagerie médicale/Cellule de Radioprotection CHU Nîmes

**Jean-Paul BEREGI**

Président de la Commission Radioprotection

**Cécile AUBERT**

Directrice de la Qualité et Gestion des Risques CHU Nîmes

## **PLAN DE LA PRESENTATION**

**1 - PRESENTATION DES SECTEURS**

**2 - METHODOLOGIE D'EVALUATION DES RISQUES**

**3 - CONCLUSIONS**

## Deux secteurs distincts . . .

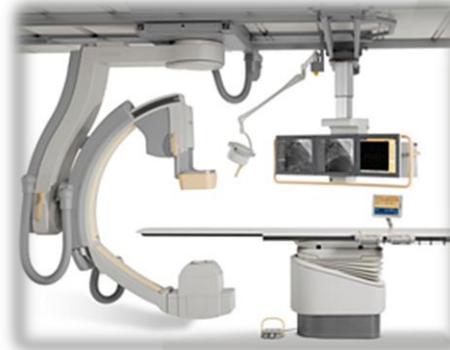
- **Les blocs opératoires**

- 8 arceaux mobiles
- 19 sur 20 salles opératoires utilisant les RX
- 4 500 sur 20 000 actes utilisant les RX
- 7 sur 15 spécialités chirurgicales utilisant les RX
- 250 sur 400 travailleurs exposés



- **Le secteur interventionnel**

- 4 salles dédiées munies d'un arceau fixe
- 8 000 actes par an
- 5 spécialités médicales
- 100 sur 120 travailleurs exposés

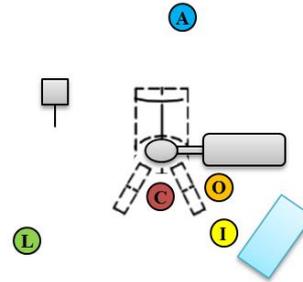


### ... une méthodologie commune d'évaluation des risques en 6 étapes

1) Observations



2) Préparation



3) Simulation



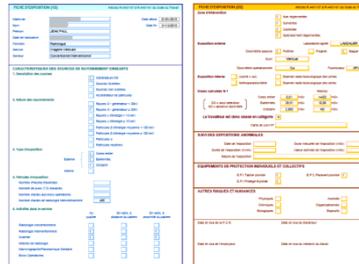
4) Extrapolation



5) Réalisation



6) Suivi dans le temps



*C. Duverger, G. Moliner, F. Boury, P. Costa, P. Branchereau, J.P. Beregi, J. Greffier.*

*Étude de poste et zonage aux blocs opératoires : méthodologie pratique en six étapes. Radioprotection 50(4), 287-293 (2015).*

*C. Duverger, G. Moliner, F. Boury, P. Costa, P. Branchereau, J.P. Beregi, J. Greffier.*

*Étude de poste et zonage aux blocs opératoires : application pratique d'une méthodologie en 6 étapes. Radioprotection, 51 1 (2016) 65-73*

## 2.1 – OBSERVATION DES PRATIQUES

- **S'approprier l'activité**

- S'intégrer aux équipes et assister à des actes (temps +++)
- S'imprégner des pratiques et des contraintes
- +/- Identifier les actes utilisant les RX (bloc)

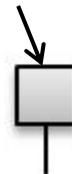
- **Se projeter et débriefer**

- Réaliser des schémas
- Faire valider ces schémas

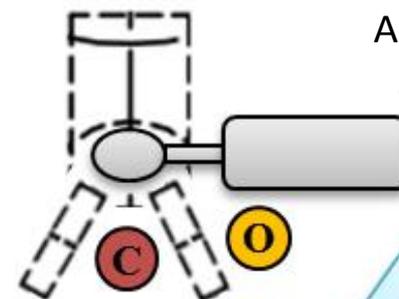


Ecran de visualisation de l'arceau mobile

A



L



Arceau mobile

O

I

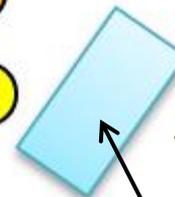


Table de matériel chirurgical

## 2.1 – OBSERVATION DES PRATIQUES

- **Construire une base de données dosimétriques**
  - Récupérer l'activité
    - Interventionnel : système de remontée des doses informatisé
    - Bloc : logiciel de suivi de l'activité opératoire
  - Mettre en place un recueil des indicateurs dosimétriques
    - Recueil à mettre en place le plus tôt possible
    - Correspondance des doses avec l'activité

### Base de données de l'activité

**Date**  
**Nom du patient**  
 Intitulé de l'acte  
 Spécialité  
 Participants



### Recueil des indicateurs dosimétriques

**Date**  
**Nom du patient**  
 Arceau utilisé  
 Temps de scopie (émission de RX)  
 Nombre de graphie (image)



**Base de données dosimétriques (BDD)**

## 2.2 – PREPARATION

- Relever les paramètres pour chaque acte

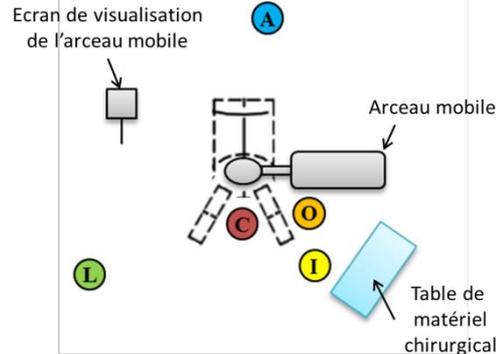
### Arceau

Région anatomique explorée  
Hauteur de table  
Distance tube-détecteur  
Distance tube-patient

### Paramètres d'exposition

Mode ou application  
Tension (kV)  
Courant (mA)  
Cadence de scopie et de graphie

### Schéma de l'acte



### Intervenants

Poste de travail (fonction) et distance  
Utilisation des EPI/EPC

### Indicateurs dosimétriques

Temps de scopie (émission de RX)  
Nombre d'images de graphie

## 2.2 – PREPARATION

- **Regrouper l'activité**
  - Identifier les **actes les + réalisés et les + irradiants** par spécialité
    - Fréquence et indicateurs dosimétriques
  - **Aléas importants** pour un même acte (patient, opérateur, ...)
    - **Surestimer** les pratiques moyennes
  - **Regrouper** les actes ayant des paramètres similaires
    - Définir **1 à 5 regroupements** d'actes représentatifs de l'activité (>85%) pour chaque spécialité

Libellé d'acte d'urologie	Regroupement
Changement JJ	JJ
Montée sonde JJ droite	
Montée sonde JJ gauche	
Montée sonde urétérale	
Urétéroscopie extraction Dormia	Urétéroscopie
Urétéroscopie- laser pour lithiase	
Urétéroscopie souple pour lithiase	
Urétéroscopie rigide	
PAC	PAC

## 2.2 – PREPARATION

- Choisir le matériel pour l'évaluation



Arceau



Modélisation du patient  
(diffusant en PMMA  
ou fantôme anthropomorphe)



Détecteur  
(dosimètre actif)

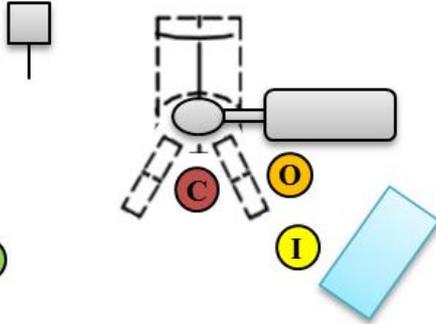
## 2.2 – PREPARATION

- Exemple au bloc : Cholécystectomie

A

Cholécystectomie	Distance (cm)
Chirurgien	60
Aide Opérateur	75
Instrumentiste	120
Circulante	180
Anesthésie	160

Distance Détecteur-Patient	25 cm
Incidence	0°
Mode et cadence scopie	Normale Continue
Diffusant	4 plaques PMMA
kV	95
mA	3
Temps de scopie	35 secondes

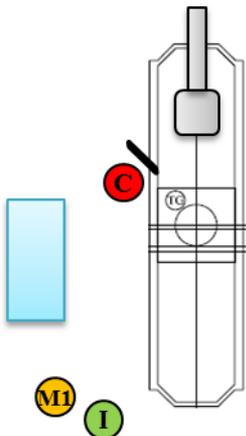


L

- Exemple en salle dédiée : Coronarographie

Coronarographie	Distance (cm)
Cardiologue	55
MERM* 1 (salle)	200
Infirmier	200
MERM 2 (pupitre)	450

Distance Détecteur-Patient	20 cm
Incidence	OAG 45°
Cadence	Scopie 7,5 / Graphie 15
Diffusant	3 plaques PMMA
kV scopie / kV graphie	92 / 73
mA scopie / mAs par image	5,7 mA / 4,54 mAs
Temps de scopie	4,7 minutes
Nombre d'images	520 images



\*Manipulateur en Électroradiologie Médicale

## 2.3 – SIMULATION

- **Reproduire les conditions d'exposition à chaque poste de travail**
  - Rappel de la réglementation : quantités à évaluer
    - Dose équivalente au cristallin ( $H_{\text{cristallin}}$ )
    - Dose équivalente aux extrémités ( $H_{\text{extrémités}}$ )
    - Dose efficace au corps entier (E)
  - Modélisation du travailleur par un  **pied à perfusion**
    - Un dosimètre actif par quantité à évaluer

### Modélisation du travailleur



Quantité évaluée	Hauteur
Cristallin	1,6 m
Corps entier <sup>(*)</sup>	1,3 m
Extrémités (main)	1 m

(\*) dosimètre placé sous la protection plombée

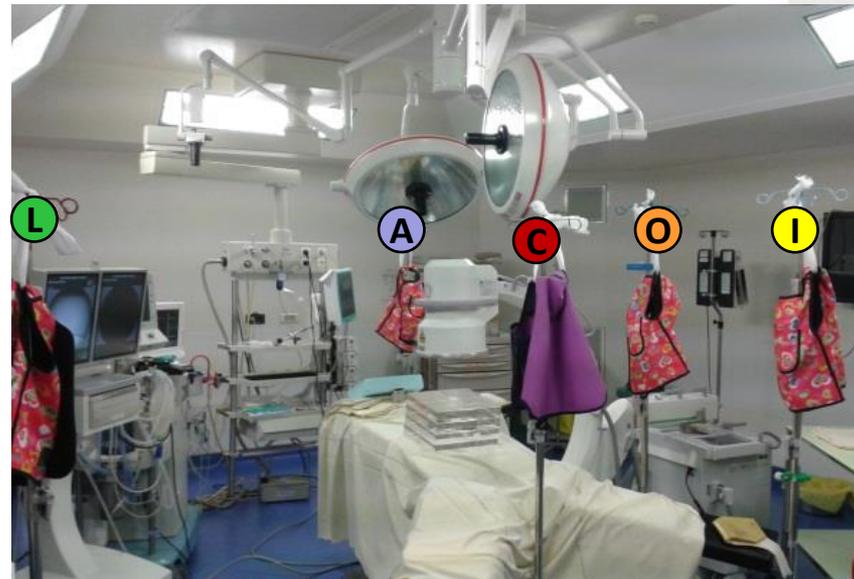
## 2.3 – SIMULATION

- **Reproduire les conditions d'exposition à chaque poste de travail**
  - Rappel de la réglementation : quantités à évaluer
    - Dose équivalente au cristallin ( $H_{\text{cristallin}}$ )
    - Dose équivalente aux extrémités ( $H_{\text{extrémités}}$ )
    - Dose efficace au corps entier (E)
  - Modélisation du travailleur par un  **pied à perfusion**
    - Un dosimètre actif par quantité à évaluer

### Modélisation du travailleur



### Reproduction des conditions d'exposition

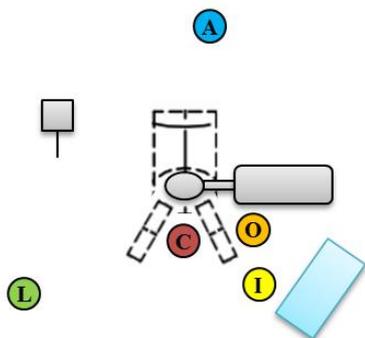


## 2.3 – SIMULATION

- **Obtention des doses par acte**

- Pour chaque regroupement d'actes
- À chaque poste de travail

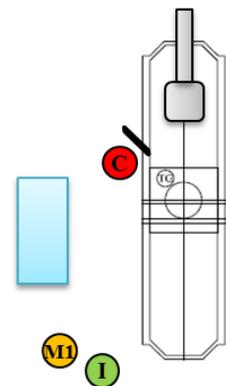
### Exemple : Cholécystectomie



Poste de travail	Dose par acte (μSv)		
	Cristallin	Corps entier	Extrémités
Chirurgien	17	0,3	47
Aide Opérateur	9	0,1	18
Instrumentiste	4	0,1	6
Circulante	3	0,1	3
Anesthésie	3	0,1	2

### Exemple : Coronarographie

Poste de travail	Dose par acte (μSv)		
	Cristallin	Corps entier	Extrémités
Cardiologue	3	1,7	250
MERM 1 (salle)	5	0,1	17
Infirmier	5	0,1	17
MERM 2 (pupitre)	0,04	0,04	0,04

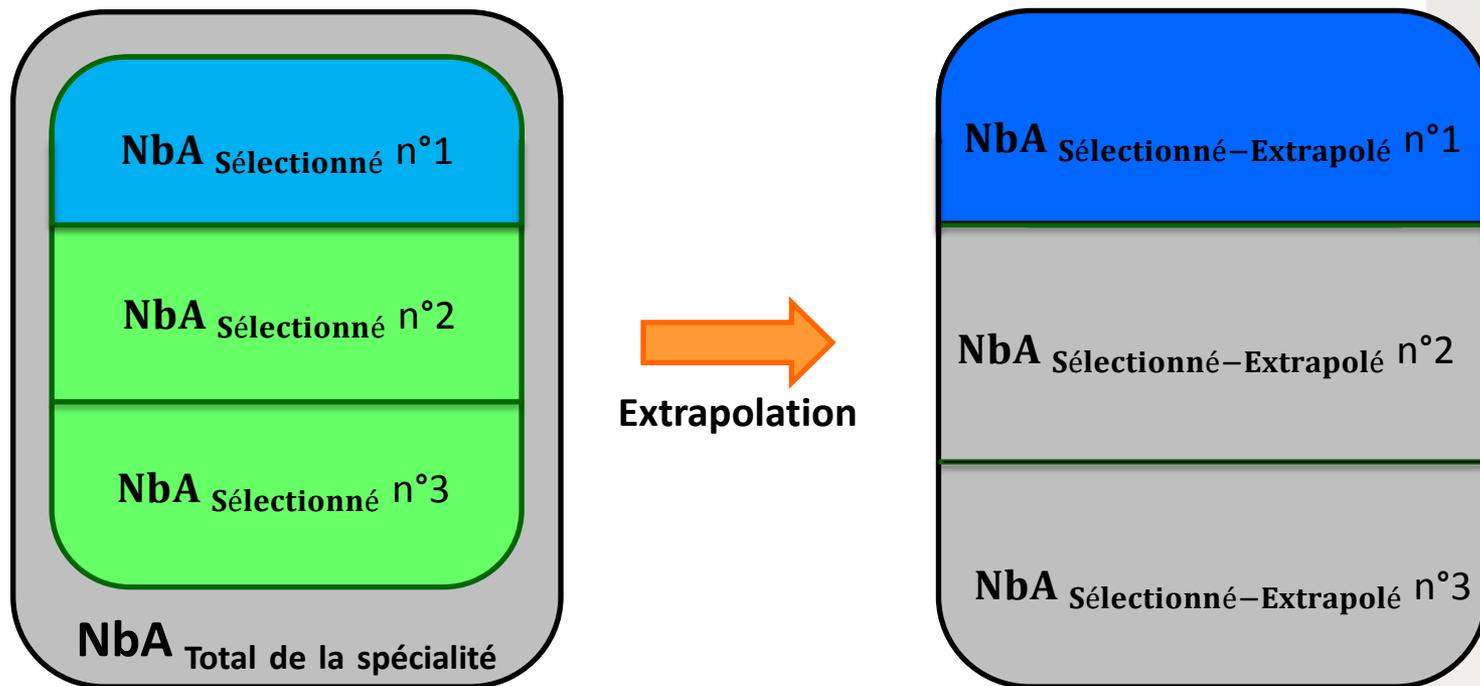


## 2.4 – EXTRAPOLATION

- **Extrapolation de l'activité**

- Proportion sélectionnée > 85% mais < 100%
- Nécessité de considérer 100 % => extrapolation

$$\text{NbA Sélectionné-Extrapolé} = \text{NbA Sélectionné} \times \frac{\text{NbA Total de la spécialité}}{\text{NbA Total sélectionné}}$$



- **Travailleurs exposés**

- Blocs opératoires : 250 travailleurs exposés sur 400
  - 50 chirurgiens
  - 90 IBODE (Infirmiers de Bloc Opératoire Diplômé d'État)
  - 70 IADE (Infirmiers Anesthésiste Diplômé d'État)
  - 40 médecins anesthésistes
- Interventionnel : 100 travailleurs exposés sur 120
  - 35 médecins spécialisés (cardio., rythmo., vascu., ostéo., gastro.)
  - 20 MERM (Manipulateur en Électroradiologie Médicale)
  - 30 IDE (Infirmier Diplômé d'Etat)
  - +/- 15 IADE et médecins anesthésistes en fonction des actes

## 2.5 – REALISATION

- **Obtention des doses annuelles : somme des doses reçues par acte**

Exemple : Dr Dupont - Chirurgien vasculaire - 300 actes sur l'année

Type d'intervention	Nombre d'actes extrapolé	Dose sur 12 mois (mSv)		
		Corps	Extrémités	Cristallin
Angio. aorte/iliaque	44	0,04	50,6	10,2
Angio FAV	65	0,01	4,2	0,7
Angio MI	68	0,01	11	1,8
Carotide	54	0,01	0,9	0,3
Pose de PAC	69	0,01	3,7	0,9
<b>Total</b>	<b>300</b>	<b>0,08</b>	<b>70,4</b>	<b>13,9</b>

	Travailleur catégorie A	Travailleur catégorie B + Etudiant et apprentis de 16-18 ans	Public + travailleur non exposé
Dose efficace sur 1 an	20 mSv	6 mSv	1 mSv
Dose équivalente extrémités* sur 1 an	500 mSv	150 mSv	-
Dose équivalente cristallin sur 1 an	150 mSv	45 mSv	15 mSv

→ 20 mSv

→ ?

## 2.5 – REALISATION

- **Obtention des doses annuelles : réalisation des fiches d'exposition**

### Exposition externe

Laboratoire agréé

LANDAUER

Dosimétrie passive

Poitrine

Poignet

Bague FLi

Suivi

Trimestriel

### Doses cumulées N-1

Réelles

SD = seuil détection  
AD = absence dosimètre

Corps entier

0,08 mSv

<= SD mSv

Extrémités

74,4 mSv

20,41 mSv

Cristallin

13,9 mSv

AD mSv

- **Vérification systématique : doses estimées > doses réelles**
  - **Les écarts sont dus :**
    - ... à la mobilité pendant les actes
    - ... mais aussi de l'absence de port régulier de la dosimétrie
  - => **Discours commun**
- **Transmission au médecin du travail**

## 2.5 – REALISATION

- **Evaluer les doses directement sur agent**
  - Campagne de vérification des doses estimées par simulation (majorantes) par des mesures sur opérateur



**Cristallin**



**Extrémités**



- **Exemple de résultat**

- Mise en évidence de la mobilité des IDE de cardiologie

Dose réelle au cristallin  $\approx$  5% de dose estimée

## 2.5 – REALISATION

- **Obtention des doses annuelles : classification des travailleurs**

- **Aux blocs opératoires**

- **Aucun personnel des blocs en catégorie A**  
*(même après réduction de la limite réglementaire au cristallin)*
- Dose par acte souvent très faible
  - Temps de scopie faible (souvent < 1min)

- **En secteur interventionnel**

- **10 médecins en catégorie A (dose extrémités : cardiologues et radiologues vasculaires)**  
*(aucune modification après réduction de la limite réglementaire au cristallin)*
- Dose par acte souvent faible mais certains actes très dosant
  - Utilisation très fréquente de séquences de graphie
  - Temps de scopie plus important (parfois > 1 h !)

## 2.6 – SUIVI DANS LE TEMPS

- **Suivre l'évolution des pratiques**
  - Mettre à jour régulièrement la BDD
    - Lien avec la physique médicale pour le suivi des doses
    - Optimisation de la dose patient => réduction de la dose travailleur
  - Intervention régulière des PCR en réunion
    - Conseil de bloc
    - Staff d'imagerie
    - Commission de radioprotection (direction, médecine du travail, syndicats)
  - Etude spécifique
    - Participation active des personnels (port de dosimètre, traçabilité, ...)
    - Présentation des résultats aux équipes : définir des axes d'optimisation

## 2.7 – OPTIMISATION DES PRATIQUES

- **Optimiser les pratiques => formation, sensibilisation**

- Programme de formation adapté à chaque secteur
  - Aux blocs : culture de la radioprotection à mettre en place
    - Insister sur temps/distance
  - En interventionnel : bonnes bases de radioprotection
    - Optimiser les pratiques : utilisation des EPC (protection collective)
- Documents de soutien disponibles (rappel bonnes pratiques)
- **Présence physique régulière dans les secteurs**
  - Conserver le contact avec les équipes
  - Pérenniser les actions mises en place

- **Relation avec le MDT**

- Visite médicale => ressenti des agents
- Résultat de dosimétrie => alerte



## 3 – CONCLUSIONS

- **Méthodologie d'évaluation des risques en 6 étapes**
  - **Applicable dans chaque secteur sous RX**
  - Partir de la **connaissance de l'activité**
  - Est **représentative** de l'activité réelle
  - **Suivre l'évolution** des pratiques (BDD)
- **Exposition des agents globalement faible**
  - 10 personnels en catégorie A sur 350 (bloc+interventionnel)
  - Large majorité des personnels < limites réglementaires du public
- **Augmentation de l'utilisation des rayonnements ionisants**
  - ↑ nombre d'actes
  - ↑ durée d'émission
  - Complexité des procédures

## 3 – CONCLUSIONS

- **Collaboration entre médecine du travail et PCR au CHU**
  - Transmission des études de poste de travail avec explications
  - Transmission des fiches d'exposition
  - Implication dans le choix des moyens de protection
  - Gestion de la dosimétrie passive
    - Ouverture et fermeture (arrivée/départ/...)
    - Changement de catégorie
    - Distribution et récolte des dosimètres
  - Réunions régulières avec la direction et le CHSCT
    - Bilan des actions passées
    - Planification des actions à venir
- **Pour la réussite de cette méthodologie**
  - Soutient des différents acteurs (encadrement, MDT)
  - Message commun: radioprotection = protection de l'individu

**Merci pour votre  
attention !**

- **Extrapolation de l'activité**

- Proportion sélectionnée > 85% mais < 100%
- Nécessité de considérer 100 % => extrapolation

$$\text{NbA Sélectionné-Extrapolé} = \text{NbA Sélectionné} \times \frac{\text{NbA Total de la spécialité}}{\text{NbA Total sélectionné}}$$

## Exemple : Chirurgie digestive

**NbA Total de la spécialité = 270 actes** et **NbA Total sélectionné = 250 actes**

**3 actes sélectionnés** {

- NbA Cholécystectomie = 200 actes**
- NbA Pose de PAC = 30 actes
- NbA Cholédocotomie = 20 actes

$$\text{NbA Cholécystectomie-Extrapolé} = 200 \times \frac{270}{250} = 216 \text{ actes}$$

- **Obtention des doses annuelles : somme des doses reçues par acte**

Exemple 1 : Dr Dupont - Chirurgien digestif - 50 actes sur l'année - dose extrémités

Chirurgien digestif	NbASélectionné- Extrapolé	Dose par acte extrémités (μSv)	Dose annuelle au extrémités (μSv)
Cholécystectomie	35 ✕	47,41 =	1659,5
Cholédocotomie	5	175,87	879,4
Pose de PAC	10	34,29	342,9
		<b>Total</b>	<b>2881,8</b>

- **Obtention des doses annuelles : somme des doses reçues par acte**

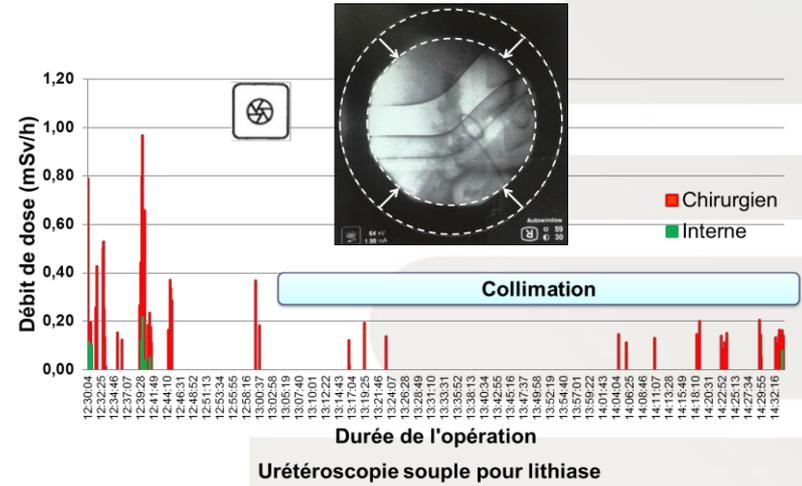
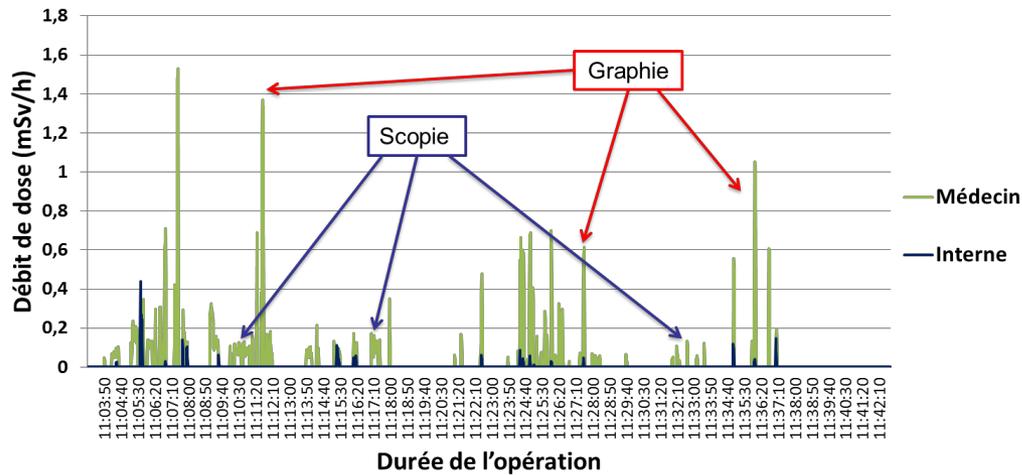
Exemple 1 : Dr Dupont - Chirurgien digestif - 50 actes sur l'année - dose extrémités

Chirurgien digestif	NbASélectionné- Extrapolé	Dose par acte extrémités (μSv)	Dose annuelle au extrémités (μSv)
Cholécystectomie	35	47,41	<b>1659,5</b>
Cholédocotomie	5	175,87	<b>+ 879,4</b>
Pose de PAC	10	34,29	<b>+ 342,9</b>
		<b>Total</b>	<b>= 2881,8</b>

- Optimisation des pratiques : mesures sur agents



Cardiologue et Interne



- Optimisation des pratiques : sensibilisation spécifique

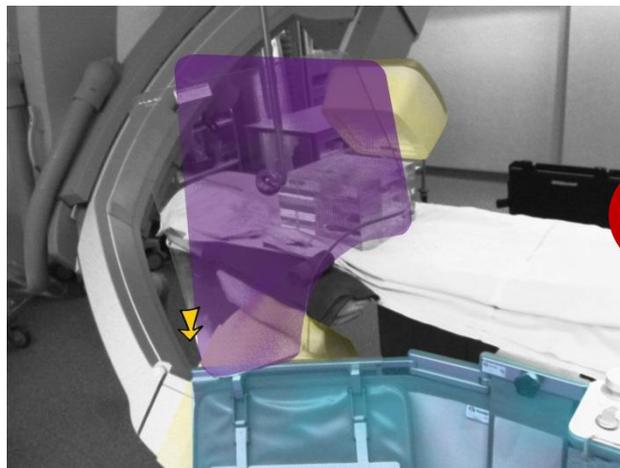
Protection par suspension plafonnière



Suspension plafonnière

**ABAISSEE ET RAPPROCHEE**

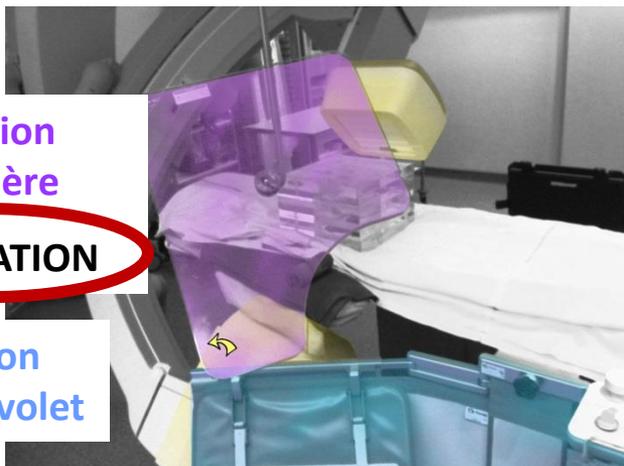
Protection par bas volet



Suspension plafonnière

**ORIENTATION**

Protection par bas volet



**REDUCTION DU DIFFUSE**

