

# Étude de Poste et Evaluation dosimétrique au bloc opératoire CTCV



Hôpital Arnaud de Villeneuve  
CHRU Montpellier

Julien Mackowiak\*, Franck Routelous\*\*, Joël Greffier\*\*, Paul Lamarque \*\*,  
Bertille Seguin\*\*, Marjolaine Fourcade \*\*, Carine Le Floc'h\*\*

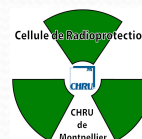
\*Stagiaire en master 1 ISM à l'université Joseph Fourier

\*\*Unité de Radiophysique et de Radioprotection du CHRU de Montpellier

Journée sur la Radiologie Interventionnelle

17 juin 2011

ASN - Marseille



# Étude de poste bloc CTCV

avril – juin 2011

- Présentation du site d'étude
- Objectifs de l'étude
- Méthodologie Étude de Poste
  - ✓ Méthodes et Matériels
  - ✓ Résultats :
    - Par calcul : approche théorique
    - Par mesures in-vivo
- Discussion
- Conclusion

# Le CHRU de Montpellier en quelques chiffres...

- 7 établissements de santé
- 5<sup>ème</sup> rang des centres Hospitaliers Universitaires
- Capacité de 3000 lits
- 8 Blocs opératoires
- 9 écoles spécialisées

## Hôpital Arnaud de Villeneuve:

4 pôles activités : Cœur poumon, Enfant, Naissance et Pathologie de la femme, Biologie Pathologie

- 475 Places d'hospitalisation
- 2 Blocs opératoires :
  - Bloc Gynécologique
  - Bloc CTCV « Chirurgie Thoracique, Cardiaque et Vasculaire »



# Objectifs de l'étude de poste

- Évaluer les doses susceptibles d'être délivrées au personnel sur 12 mois
- Catégoriser les travailleurs et délimiter les zones de travail
- Optimiser les bonnes pratiques de radioprotection

# Méthodologie étude de poste

1. Personnel concerné
2. Matériel
3. Identification activité
  - Examens les plus fréquents et les plus irradiants
4. Évaluation des doses
  - Approche théorique par calcul
  - Mesures in-vivo
5. Validation de la méthode théorique
6. Évaluation des doses annuelles

# Personnel concerné

## Bloc opératoire Chirurgie Cardiaque Thoracique et Vasculaire

- 5 salles opératoires + 1 salle petits examens
  - 7 Chirurgiens et 4 Chefs de cliniques
  - 24 Infirmières et IBODE
  - 17 Infirmières anesthésistes
- Personnel concerné par un acte chirurgical utilisant un amplificateur de brillance
  - Médecin praticien expert
  - Médecin assistant
  - IBODE (stérile)
  - Infirmière ou IBODE (non stérile)
  - Manipulateur Radio / IADE
  - Cas particulier: le médecin anesthésiste



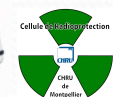
# Matériels

## ➤ 2 amplificateurs de brillance:

- Siemens Arcadis Advantic :
  - Grille anti-diffusante
  - Pas de filtration additionnelle
  - Scopie pulsée : 8 p/s , 4 p/s, 2 p/s
  - Scopie continue
  - Graphie, Road Map

## ➤ Appareils de mesure

- Dosimètres Opérationnels DMC 2000X Hp10
- Pastilles FLi (TLD700H) et Lecteur Harshaw TLD 3500
- Bagues dosimétriques TLD (Dosilab)
- Radiamètre AT1123 : dose ambient  $H^*(10)$   
débit de dose ambient  $dH^*(10)/dt$



# Identification activité

- Comment ?
  - Relevé administratif des examens => via logiciel Qbloc
    - Nom de examen, Nom du praticien
  - Compte rendu résumé exposition des amplificateurs (janvier à avril 2011)
    - kV
    - mA
    - PDS
    - Temps de scopie
    - Nombre de Road Map

## SIEMENS Arcadis Compte rendu résumé exposition

### Hospital

ZIP City, Street Street No, Country

Tél. : Phone No

### Données patient

ID patient	11.05.20-11:13:01-DST-1.3.12.2.1107.5.12.9.11005	
Date naiss.	19/09/1956	
Sexe	Femme	
Poids	n.d.	kg
Taille	n.d.	cm

### Données d'exposition

Début de l'examen	20/05/2011	11:13:02	
Fin de l'examen	20/05/2011	14:07:28	
Nombre total d'expositions	0		
Temps radioscopie cumulé	00:02:08	hh:mm:ss	
Prod. dose x surf. cumulé	1265.85		cGycm <sup>2</sup>





# Partie administrative: données

- Bilan activité :
  - 3065 examens réalisés en 2010 au Bloc CTCV
  - Environ 380 examens (utilisant amplificateur de brillance) réalisés par an
  - 142 examens étudiés (janvier à avril 2011)
- Les 3 examens les plus réalisés et les plus irradiants :

	Nombre examens/an	Temps de scopie (min)		PDS (Gy.cm <sup>2</sup> )		Clichés Roadmap	
		Moy	Max	Moy	Max	Moy	Max
Dilatation Intraluminale (59/142)	152	7,97	23	1,4	10,8	220	628
Pose endoprothèse (18/42)	52	10,87	20	4,2	6,4	175	332
Valve aortique (8/142)	32	8,6	10,2	3,4	3,9	0	0

# Approche théorique: estimation des doses reçues

## ➤ Méthode:

### 1. **Réalisation de mesures**

- Utilisation fantôme en plaques PMMA
  - 3 plaques de 25x25x5cm (15cm d'épaisseur)
- Utilisation des constantes les plus proches des conditions d'examen
- Mesure à différentes distances: 50 cm, 100 cm, 150 cm
  - Débit de dose : scopie
  - Dose intégrée : Road Map

### 2. **Estimation de la position des opérateurs**

### 3. **Utilisation d'un fichier Excel**

- Estimation doses par calcul :
  - Corps entier
  - Cristallins
  - Extrémités

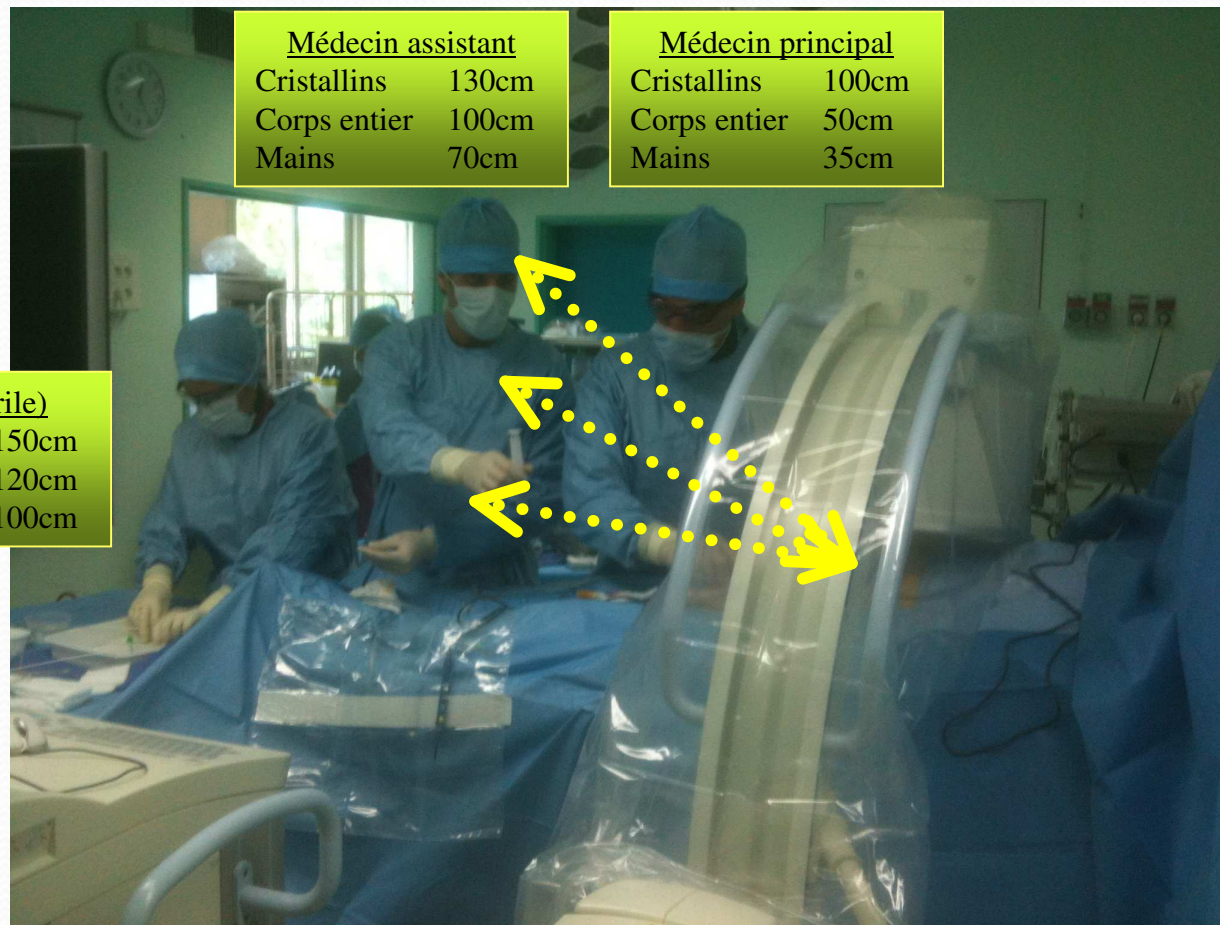
# Approche théorique: estimation des doses reçues

## ➤ Estimation distance des opérateurs

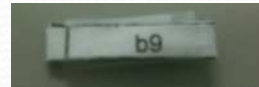
	Corps entier	Cristallins	Extrémités
Médecin	50 cm	100 cm	35 cm
Médecin assistant	100 cm	130 cm	70 cm
IBODE Stérile	120 cm	150 cm	100 cm
IBODE, IADE, MANIP	150 cm	180 cm	150 cm



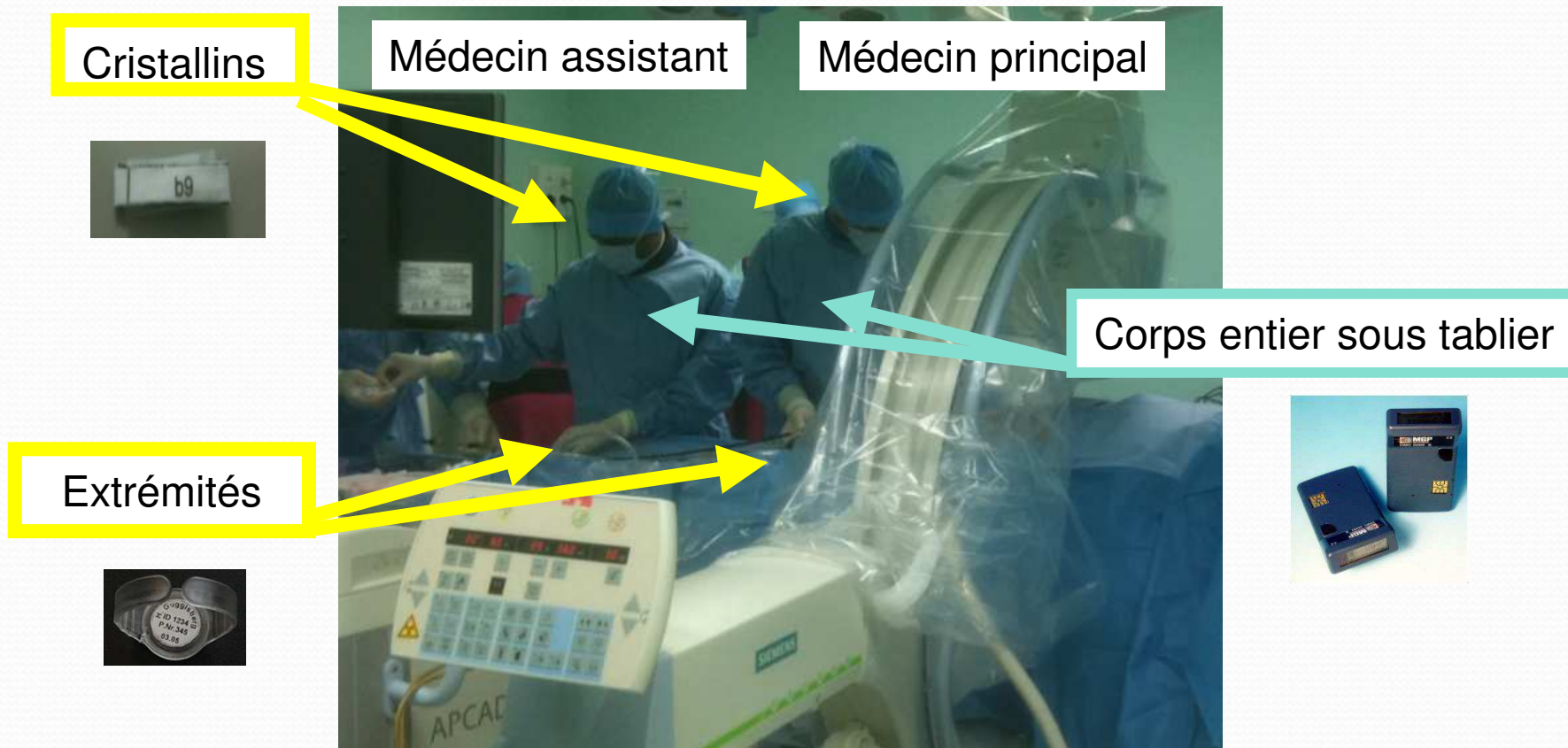
# Estimation des distances



# Méthode: mesures in vivo



# Méthode: réalisation des mesures in vivo



# Résultats

- Mesures amplificateur de Brilliance
  - Mesures en scopie
  - Mesures en road map
- Approche théorique par calcul
- Mesures in-vivo



# Résultats des mesures sur fantôme

Fantôme utilisé: 3 plaques de PMMA de 25x25x5 cm

Appareil de mesure: AT1123



Mesure en scopie pulsée: 8 pulses/s

Distance de mesure	kV	mA	Mesure de débit de dose	
			Sans tablier	Avec tablier 0.35mm de plomb
50cm	62	2,3	540 $\mu\text{Gy/h}$	7,8 $\mu\text{Gy/h}$
100cm	62	2,3	124 $\mu\text{Gy/h}$	3,2 $\mu\text{Gy/h}$
150cm	62	2,3	53 $\mu\text{Gy/h}$	1,23 $\mu\text{Gy/h}$

Mesure en graphie: road map

Distance de mesure	kV	mA	Mesure en dose intégrée par image	
			Sans tablier	Avec tablier 0.35mm de plomb
50 cm	66	3	0,081 $\mu\text{Gy}$	0,00134 $\mu\text{Gy}$
100 cm	66	3	0,016 $\mu\text{Gy}$	0,00044 $\mu\text{Gy}$
150 cm	66	3	0,006 $\mu\text{Gy}$	0,00019 $\mu\text{Gy}$



# Résultats méthode théorique mesures in vivo

# Dilatation intraluminaire

- Nombre examens étudiés
- Types d'acquisitions
- Temps de scopie moyen sur 15 examens
- Moyenne des constantes utilisées
- Nombre images road map
- Moyenne constante road map

13  
scopie pulsée (8ps/s)  
6,96 minutes  
70,19 kV, 10,42 mA  
154  
70.83 kV, 4 mA

	Calcul			Mesure			Ecart calcul/in vivo		
	Corps entier sous tablier plombé	Cristallins	Extrémités	Corps entier sous tablier plombé	Cristallins	Extrémités		Cristallins	Extrémités
						Droite	Gauche		
Médecin principal	1,11 µSv	16,73 µSv	153,29 µSv	< 1 µSv	14,9 µSv	en attente de résultats		10.94%	en attente
Médecin assistant	0,43 µSv	9,41 µSv	34,14 µSv	< 1 µSv	10,63 µSv	en attente de résultats		-12.96%	en attente
IBODE (stérile)	0,3 µSv	7,07 µSv	16,73 µSv	< 1 µSv	6,61 µSv	en attente de résultats		9.54%	en attente
IBODE	0,21 µSv	4,91 µSv	7,07 µSv	< 1 µSv	2,89 µSv	non mesurés		41.14%	en attente
IADÉ	0,21 µSv	4,91 µSv	7,07 µSv	< 1 µSv	2,71 µSv	non mesurés		44.81%	en attente
MANIP	0,21 µSv	4,91 µSv	7,07 µSv	< 1 µSv	3,23 µSv	non mesurés		34.22%	en attente

# Pose endoprothèse

- Nombre examens étudiés
- Types d'acquisitions
- Temps de scopie moyen sur 3 examens
- Moyenne des constantes utilisées
- Nombre images road map
- Moyenne constante road map

3  
 Scopie pulsée (8ps/s)  
 14,30 minutes  
 77,7 kV, 25,35 mA  
 200,6  
 86.43 kV, 10,42 mA

	Calcul			Mesure				ecart calcul/in vivo	
	Corps entier sous tablier plombé	Cristallins	Extrémités	Corps entier sous tablier plombé	Cristallins	Extrémités		Cristallins	Extrémités
						Droite	Gauche		
Médecin principal	2.12 $\mu$ Sv	32,52 $\mu$ Sv	295,81 $\mu$ Sv	< 1 $\mu$ Sv	19,21 $\mu$ Sv	en attente de résultats		41.45%	en attente
Médecin assistant	0,85 $\mu$ Sv	18,41 $\mu$ Sv	66,37 $\mu$ Sv	< 1 $\mu$ Sv	15,04 $\mu$ Sv	en attente de résultats		18.31%	en attente
IBODE (stérile)	0,59 $\mu$ Sv	13,38 $\mu$ Sv	32,52 $\mu$ Sv	< 1 $\mu$ Sv	4,75 $\mu$ Sv	en attente de résultats		64.50%	en attente
IBODE	0,33 $\mu$ Sv	9,60 $\mu$ Sv	13,83 $\mu$ Sv	< 1 $\mu$ Sv	2,46 $\mu$ Sv	non mesurés		74.38%	en attente
MANIP	0,33 $\mu$ Sv	9,60 $\mu$ Sv	13,83 $\mu$ Sv	< 1 $\mu$ Sv	8,87 $\mu$ Sv	non mesurés		7.60%	en attente
IADE	0,33 $\mu$ Sv	9,60 $\mu$ Sv	13,83 $\mu$ Sv	< 1 $\mu$ Sv	3,23 $\mu$ Sv	non mesurés		66.35%	en att

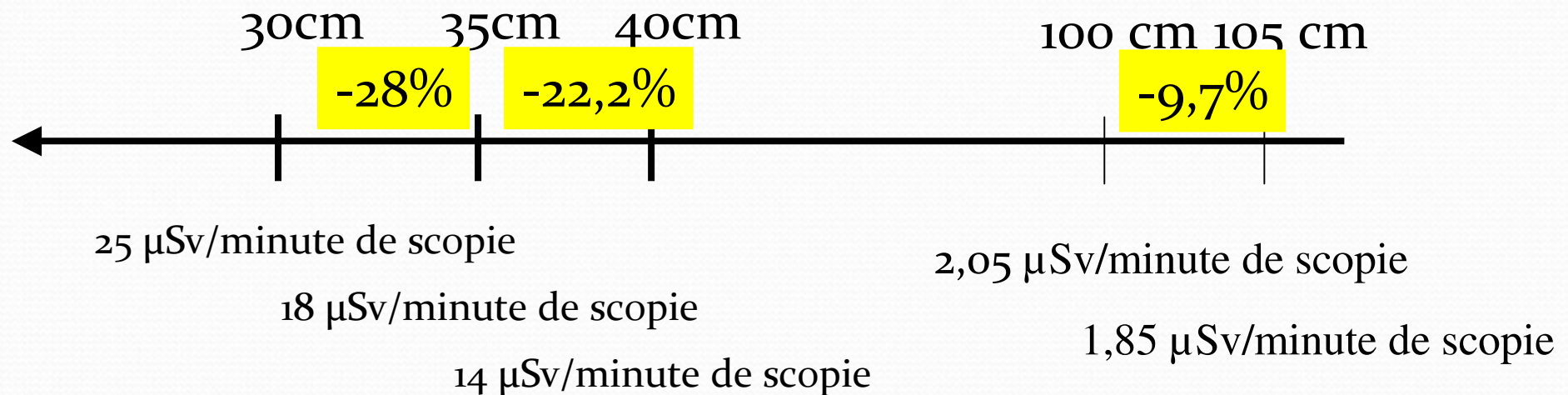
# Pose valve aortique

- Nombre examens étudiés 2
- Types d'acquisitions scopie pulsée (8ps/s)
- Temps de scopie moyen sur 15 examens 8,6 minutes
- Moyenne des constantes utilisées 72 kV, 6,9mA
- Nombre images road map 0

	Calcul			Mesure			ecart calcul/in vivo		
	Corps entier sous tablier plombé	Cristallins	Extrémités	Corps entier sous tablier plombé	Cristallins	Extrémités		Cristallins	Extrémités
						Droite	Gauche		
Médecin principal	1,18 µSv	17,63 µSv	157 µSv	< 1 µSv	21,75 µSv	en attente de résultats		-23,37%	en attente
Médecin assistant	0,45 µSv	10,11 µSv	35,97 µSv	< 1 µSv	9,8 µSv	en attente de résultats		3,07%	en attente
IBODE (stérile)	0,31 µSv	7,59 µSv	17,63 µSv	< 1 µSv	8,44 µSv	en attente de résultats		-11,20%	en attente
IBODE	0,17 µSv	5,27 µSv	7,59 µSv	< 1 µSv	2,85 µSv	non mesurés		45,92%	en attente
IADE	0,17 µSv	5,27 µSv	7,59 µSv	< 1 µSv	5,82 µSv	non mesurés		-10,44%	en attente
MANIP	0,17 µSv	5,27 µSv	7,59 µSv	< 1 µSv	3,50 µSv	non mesurés		33,59%	en attente

# Limites méthode théorique

## Exemple: mains opérateur



# Difficultés

## ➤ **Partie administrative**

- *Recueil des informations*

## ➤ **Mesure**

- *Information pertinente en graphie des appareils de mesure*
- *Seuil de détection : dosimètres, appareils de mesure*

## ➤ **Modèle théorique**

- *Estimer la distance des opérateurs*
- *Extrémités pour le praticien*

## ➤ **Mesures in vivo**

- *Difficultés à s'imposer au sein du bloc*
- *Réticence du personnel à coopérer dans notre mission*
- *Contraintes de plannings et d'activités*
- *Préparation des instruments de mesures longue*

# Résultats: catégorisation des travailleurs

- Rappel: limites dosimétriques des travailleurs sur une période de 12 mois

		Catégorie A	Catégorie B	Femme Enceinte	Femme Allaitant
Dose Efficace	Corps Entier	20 mSv	6 mSv	< 1 mSv pour l'enfant	Pas d'exposition interne
Dose Équivalente	Extrémités	500 mSv	150 mSv		
	Cristallins	150 mSv	45 mSv		

# Résultats: in vivo

## extrapolation des doses annuelles

POSTES DE TRAVAIL		MEDECIN (4)	INTERNE (4)	IBODE STERILE (12)	IBODE (12)
<b>Dilatation</b>	Position/ Distance	0,5 m	1 m	1,20 m	1,50 m
	Fréquence de présence par acte	1	1	1	1
	Mesure corps entier	1	1	1	1
	Mesure extrémités	0	0	0	0
	Mesure cristallin	14,9	10,63	6,61	2,89
<b>Pose endoprothèse</b>	Position/ Distance	0,5 m	1 m	1,20 m	1,50 m
	Fréquence de présence par acte	1	1	1	1
	Mesure corps entier	1	1	1	1
	Mesure extrémités	0	0	0	0
	Mesure cristallin	19,21	15,04	4,75	2,46
<b>Valve cardiaque</b>	Position/ Distance	0,5 m	1 m	1,20 m	1,50 m
	Fréquence de présence par acte	1	1	1	1
	Mesure corps entier	1	1	1	1
	Mesure extrémités	0	0	0	0
	Mesure cristallin	21,75	9,8	8,44	2,85
<b>Exposition Prévisionnelle Annuelle Corps Entier</b>		<b>87,33 µSv</b>	<b>87,33 µSv</b>	<b>29,11 µSv</b>	<b>29,11 µSv</b>
<b>Exposition Prévisionnelle Annuelle Extrémités</b>		<b>En attente de résultats</b>	<b>En attente de résultats</b>	<b>En attente de résultats</b>	<b>En attente de résultats</b>
<b>Exposition Prévisionnelle Annuelle Cristallins</b>		<b>1431,14 µSv</b>	<b>990,70 µSv</b>	<b>188,09 µSv</b>	<b>81,74 µSv</b>



# Résultats: in vivo

## extrapolation des doses annuelles

Postes de travail		IADE (17)	MANIP (4)
<b>Dilatation</b>	Position/ Distance	1,50 - 2 m	1,50 - 2 m
	Fréquence de présence par acte	1	1
	Mesure corps entier	1	1
	Mesure extrémités	0	0
	Mesure cristallin	2,71	3,23
<b>Pose endoprothèse</b>	Position/ Distance	1,50 - 2 m	1,50 - 2 m
	Fréquence de présence par acte	1	1
	Mesure corps entier	1	1
	Mesure extrémités	0	0
	Mesure cristallin	8,87	2,58
<b>Valve cardiaque</b>	Position/ Distance	1,50 - 2 m	1,50 - 2 m
	Fréquence de présence par acte	1	1
	Mesure corps entier	1	1
	Mesure extrémités	0	0
	Mesure cristallin	5,82	3,51
<b>Exposition Prévisionnelle Annuelle Corps Entier</b>		<b>20,55 <math>\mu</math>Sv</b>	<b>87,33 <math>\mu</math>Sv</b>
<b>Exposition Prévisionnelle Annuelle Extrémités</b>		<b>En attente de résultats</b>	<b>En attente de résultats</b>
<b>Exposition Prévisionnelle Annuelle Cristallins</b>		<b>85,23 <math>\mu</math>Sv</b>	<b>274,30 <math>\mu</math>Sv</b>

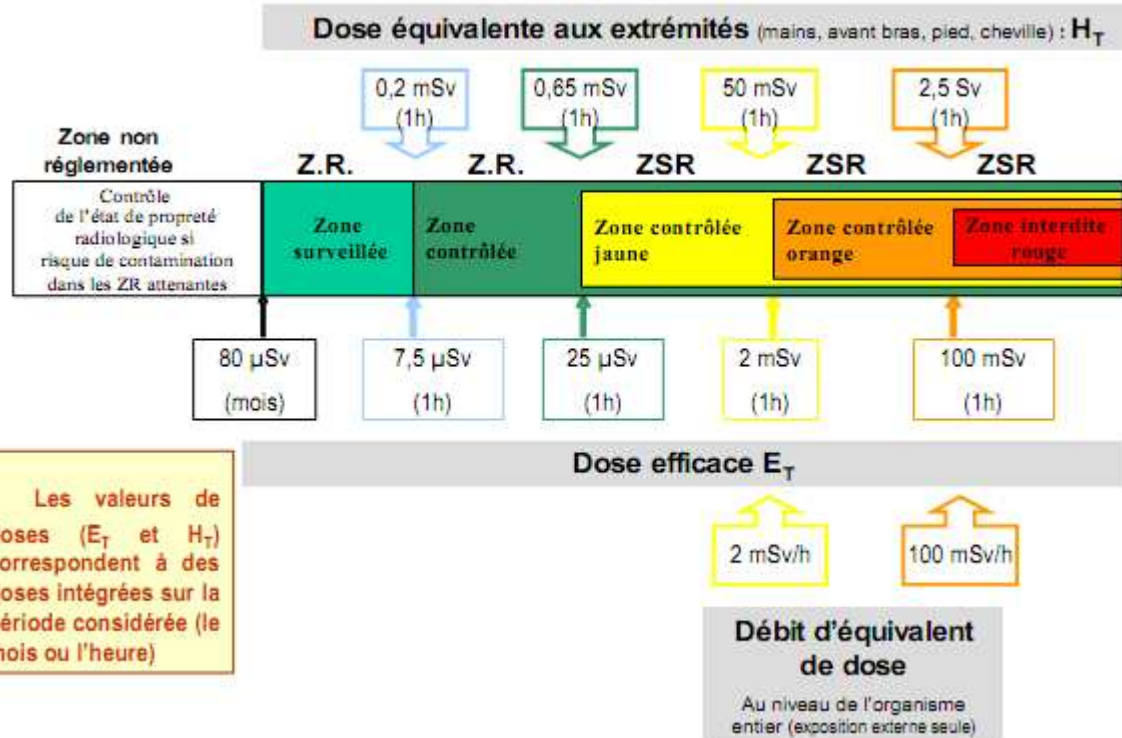
# Résultats:

## Catégorisation du personnel

Personnel	Dose annuelle			Proposition catégorisation
	Corps entier (mSv)	Cristallins (mSv)	Extrémités (mSv)	
Médecin	0,08733	1,43114	En attente	B
Interne	0,08733	0,9907	En attente	B
Ibode stérile	0,02911	0,18809	En attente	B
Ibode	0,02911	0,08174	En attente	B
Iade	0,02055	0,08523	En attente	B
Manipulateur radio	0,08733	0,2743	En attente	B

# Zonage

## Délimitation des zones réglementées (ZR) et spécialement réglementées (ZSR) - Installations fixes-



# Zonage

- Estimation de l'examen le plus pénalisant sur une période de 1h

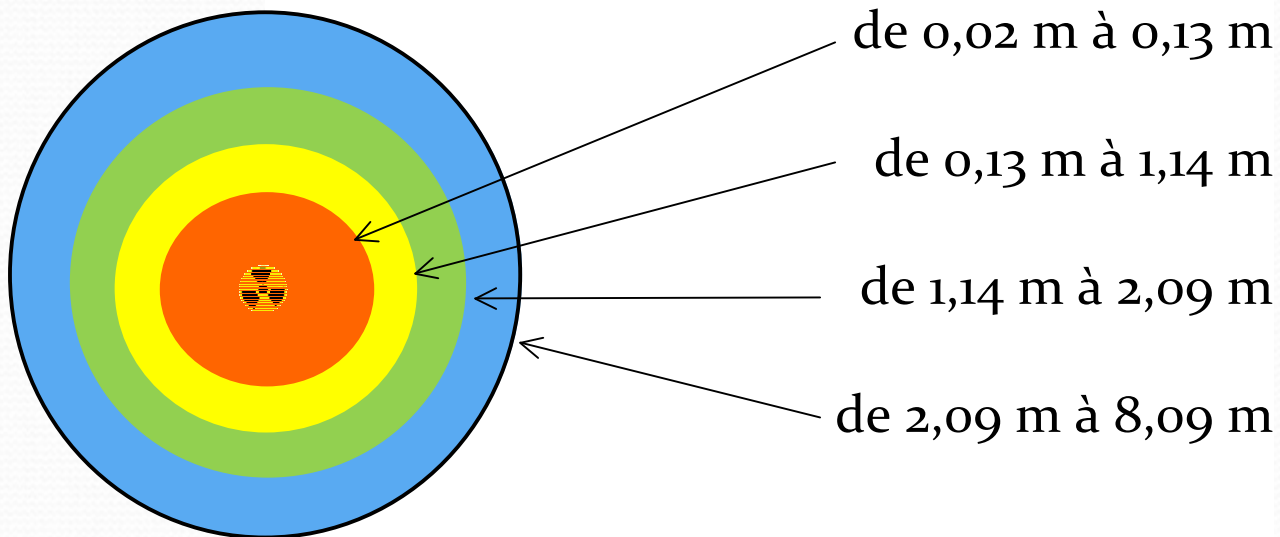
Examens	Mesure 1m Scopie + Graphie en $\mu\text{Sv}$	Nombre de Tâches en 1h	Exposition Maximale en 1h
Dilatation	16,848	1	16,848
Pose endoprothèse	32,75	1	32,75
Valve cardiaque	17,77	1	17,77

- La délimitation des zones réglementées se calculent grâce à la mesure à 1m

- On utilise la loi du carré de la distance selon la formule suivante :

$$\text{DoseA} \times (\text{DistA})^2 = \text{DoseB} \times (\text{DistB})^2$$

# Zonage



<b>Limite Zone contrôlée orange :</b>	de 0,02 m	à 0,13 m
<b>Limite Zone contrôlée jaune :</b>	de 0,13 m	à 1,14 m
<b>Limite Zone contrôlée verte :</b>	de 1,14 m	à 2,09 m
<b>Limite Zone surveillée bleu :</b>	de 2,09 m	à 8,09 m

Exemple de zonage pour l'examen de pose d'endoprothèse

# Optimisation

- Mise en place de protection individuelle
  - lunettes plombées
  
- Mise en place de protection collective
  - bas volets plombés sur table d'opération (si réalisable)
  
- Journée information auprès du personnel
  - rappels des bonnes pratiques de la radioprotection

# Conclusion

- Les doses annuelles reçues par le personnel du bloc CTCV ne dépassent pas les limites réglementaires.
- Proposition de catégorisation du personnel
  - Ensemble du personnel en catégorie B
- Zone contrôlée jaune inférieure à 1,14 m
- Attention doses extrémités si mains dans faisceau direct
- Prise de conscience du personnel à travers l'avancement de l'étude
- Reprise de la méthode pour les autres études de poste

**Merci pour votre attention !**

[julien.mackowiak@gmail.com](mailto:julien.mackowiak@gmail.com)  
[f-routelous@chu-montpellier.fr](mailto:f-routelous@chu-montpellier.fr)

