

# Étude d'un prototype de cabine de radioprotection: Utilisation en routine en neuroradiologie vasculaire?

## Dosimétrie et Ergonomie de travail

**Kaouthar KARMOUCHE**, Jean-Baptiste MOYON, Jean GABRILLARGUES, Emmanuel CHABERT, Betty JEAN, Joël GUERSEN, Lucie CASSAGNES, Louis BOYER.

*Pôle d'imagerie et de radiologie interventionnelle – CHU Clermont Ferrand – France.*

**9<sup>ème</sup> Rencontres des Personnes Compétentes en Radioprotection,  
14 novembre 2014.**



# Contexte et Objectifs

## Équipements de protection individuels

Protection des organes radiosensibles mais **INCOMPLÈTE**  
Contraintes physiques liées au poids des EPI 7-8 kg!!



## Pourquoi?

Spécialité de la radiologie interventionnelle  
=> **Activité à risque: temps de radioscopie+++**

## Objectifs?

- Dosimétrie:** Étude comparative des équivalents de doses reçus => cabine versus équipements de protection individuels
- Ergonomie:** Évaluation de la faisabilité d'une utilisation en routine => grille qualité + montre cardiofréquence-mètre

# Matériel (1)

## 1. La cabine de radioprotection

Verre transparent avec 2 mm  
en équivalent plomb

Ouvertures médianes: passage  
des bras des utilisateurs

Structure avec 2 mm en  
équivalent plomb



Largeur: 840 mm  
Hauteur: 1960 mm  
Profondeur: 910 mm

Tolérance de taille des  
utilisateurs: 1,55 m à 1,90 m  
Poids: 210 kg

### Prototype de cabine

Dérivé du modèle déposé CATHPAX AF®  
commercialisé par la société LEMERPAX (Carquefou, France (44))

# Matériel (2)

## 2. Les équipements de protection individuels (EPI)



Lunettes plombées  
(L = 0,75 / A = 0,5 mm Eq Pb)

Protège-thyroïde  
(0,5 mm Eq Pb)

Veste plombée  
(A = 0,5 / P = 0,35 mm Eq Pb)

Jupe plombée  
(A = 0,5 / P = 0,35 mm Eq Pb)

# Matériel (3)

## 3. L'installation BIPLAN



- ✓ Installation General Electric (1999) avec amplificateurs de brillance
- ✓ Intérêt en neuroradiologie vasculaire++: arborisation vasculaire cérébrale particulièrement complexe.

## 4. Les dosimètres thermoluminescents (TLD)

Type de TLD	Pastilles	Cristallins
Images		
Dimensions	3 mm Ø	4,5 mm Ø
Seuil d'enregistrement	50 µSv	
Grandeur mesurée (en µSv)	$H_p(0,07)$	$H_p(3)$
Nombre utilisé	26	6

# Méthode (1)

## 1. L'évaluation de la cabine a porté sur:

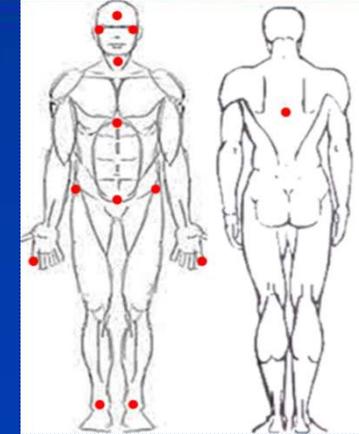
- 37 examens de neuroradiologie vasculaire
  - ✓ Artériographies cérébrales.
  - ✓ Embolisations d'anévrismes intracrâniens.

2. Durée de l'étude: du 1<sup>er</sup> avril 2014 au 5 juin 2014.

3. Neuroradiologues participants: x3

# Méthode (2)

## 5. Positionnement des TLD sur les opérateurs



## 6. Utilisation alternative du prototype de cabine et des EPI.

Prototype de cabine



Lot de  
TLD n°1

OU

Équipements de protection  
individuels (EPI)



Lot de  
TLD n°2

# Méthode (3)

## 7. Positionnement des opérateurs pendant un examen

**Avec EPI  
Sans Cabine**



**CONDITIONS DE TRAVAIL STANDARDS**

**VS**

**Sans EPI  
Avec Cabine**



***Ajout d'un paravent additionnel:  
Protection contre l'absence  
d'effet « bouclier »!!***

# Méthode (4)

## 8. Recueil de données

### Dosimétriques

✓ Équivalents de dose cumulés:  $H_p(0,07)$  et  $H_p(3)$

✓ Pour chaque examen:

- Rapports dosimétriques des patients: **Durée de radioscopie - PDS.**
- Paramètres techniques: **kV - mAs, durée et nombre de graphies.**
- Autres données: **type d'examen, temps passé en dehors de la cabine en cours d'irradiation.**

# Méthode (5)

## □ Ergonomiques

Grille avec indicateurs permettant d'apprécier la cabine de radioprotection selon plusieurs critères:

ÉVALUATION de l'ergonomie de la cabine

Nom de l'opérateur

Dr E. CHABERT  
 Dr B. JEAN  
 Dr J. GABRILLARGUES

Examen

Embolisation d'anévrisme intracrânien  
 Embolisation de malformation artério-veineuse  
 Artériographie cérébrale

Temps

TOTAL de l'examen : .....  
 Passé en dehors de la cabine pendant la scopie : .....

Urgence

Oui  
 Non

Ergonomie générale de la cabine

Remarques : .....

Questions				Observations			
DEROULEMENT DE L'EXAMEN							
Pose voie d'abord	T R È S  S A T I S F A I S A N T	M O Y E N N E M E N T S A T I S F A I S A N T	I N S A T I S F A I S A N T	Modalités techniques			
Pose du guide et de la sonde							
Pose de stents ou coils							
MOUVEMENT							
Mobilisation de la cabine				Qualité des mouvements			
Mobilité des mains							
POSITÉ & REFLETS							
Reflet dans la vitre plombée				Visibilité			
Qualité de la vision latérale							
Luminosité							
ACCESSIBILITÉ							
Accès au matériel pendant l'intervention	Encombrement						
Accès à la pédale de scopie et de graphie							

# Résultats & Discussion (1)

## □ Répartition des examens

Examens	Avec cabine	Sans cabine
Artériographies cérébrales	19	15
Embolisation(s) d'anévrisme(s)	2	1

## □ Récapitulatif des paramètres relevés

Paramètres (valeurs moyennes)		Avec cabine	Sans cabine
Artériographies	PDS moyen ( <i>en cGy.cm<sup>2</sup></i> )	12 975,83	11 980,81
	temps de scopie (min)	123	70
Embolisations	PDS moyen ( <i>en cGy.cm<sup>2</sup></i> )	39 138,50	45 162,30
	temps de scopie (min)	92	117
temps de scopie cumulé (min)		215	187

# Résultats & Discussion (2)

## 1. DOSIMÉTRIE

Malgré un temps d'irradiation supérieur de 13% pour le lot TLD cabine

Localisation des TLD	Dose équivalente $H_p(0,07)$ en mSv	
	Sans cabine avec EPI	Avec cabine sans EPI
Tête	0,14	<SE
Thyroïde	0,09	0,02
Majeur droit	0,06	0,07
Majeur gauche	0,22	0,16
Thorax	0,10	<SE
Abdomen	0,04	0,03
Flanc droit	0,09	0,02
Flanc gauche	0,45	0,05
Cheville droite	0,19	0,01
Cheville gauche	0,04	0,02
Dos	0,16	<SE
<b>TOTAL</b>	<b>1,58</b>	<b>0,41</b>



Soit une diminution de **74%** sur l'ensemble de l'organisme avec la cabine!

# Résultats & Discussion (3)

## 1. DOSIMÉTRIE

Malgré un temps d'irradiation supérieur de 13% pour le lot TLD cabine

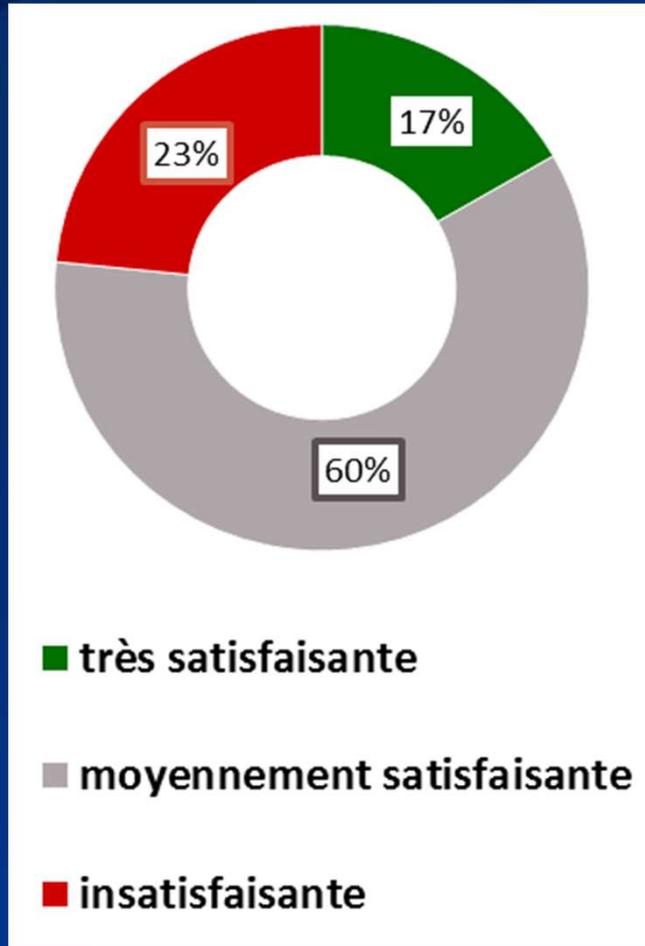
Localisation des TLD	Dose équivalente $H_p(3)$ en mSv	
	Sans cabine avec lunettes plombées	Avec cabine sans lunettes plombées
Œil Gauche	0,02	0,01
Œil Droit	NL	0,01



Soit une diminution de **50%** pour l'œil gauche avec la cabine!

# Résultats & Discussion (4)

## 2. ERGONOMIE



### Réponses à la grille qualité

Remarques récurrentes	Solutions
Sensation de « légèreté »	/
Difficultés à croiser les mains	Ouverture médiane unique
Reflets sur la vitre plombée antérieure	Traitement antireflet
Accès difficile aux pédales de scopie	Pédales Wi-Fi
Difficultés d'accès aux commandes de la table	Commandes amovibles

# Complément sur l'ergonomie

## ❑ Évaluation objective avec indicateurs physiologiques

- ✓ Fréquence cardiaque
- ✓ Coût cardiaque relatif physiologique

## ❑ Montre cardiofréquencemètre: POLAR RS 800®



## ❑ Du **08/07/2014** au **18/07/2014** avec 1 neuroradiologue.

Paramètres	Avec cabine	Sans cabine
Nombre d'artériographies cérébrales	3	3
Fréquence cardiaque moyenne	77 bpm	86 bpm
Coût cardiaque relatif physiologique	17,7%	26 %
Conditions de travail	Légères	Plutôt lourdes

# Limites de l'étude

❑ Pas d'équivalent de dose pour le cristallin droit

❑ Inconvénients de l'obtention de doses cumulées:

- ✓ Évolution dans l'utilisation de la cabine impossible à évaluer
- ✓ Impossible d'évaluer l'apport de la cabine pour chaque type d'examens.

# Conclusion

## ❑ Efficacité dosimétrique par rapport aux EPI? OUI!!

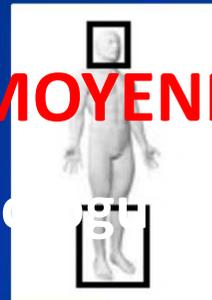
- ✓ Diminution de la dose de 74% sur l'ensemble du corps et 50% pour le cristallin gauche avec la cabine!!

## ❑ Efficacité ergonomique? MOYENNE !!

- ✓ Efficacité des neuroradiologues  
aux contraintes ...



Distribution de la dose plus homogène sur l'ensemble de l'organisme avec la cabine.



Zones non protégées par les EPI

au départ. Adaptation  
Diminution presque complète de la dose de l'ordre de **97%**

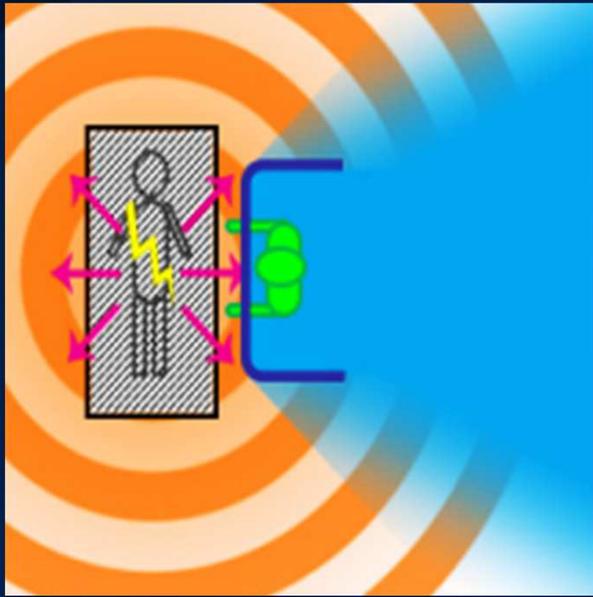
**Utilisation en routine ? OUI**

**à condition de faire des modifications sur le prototype et sur les conditions de travail.**



**Merci pour votre attention**

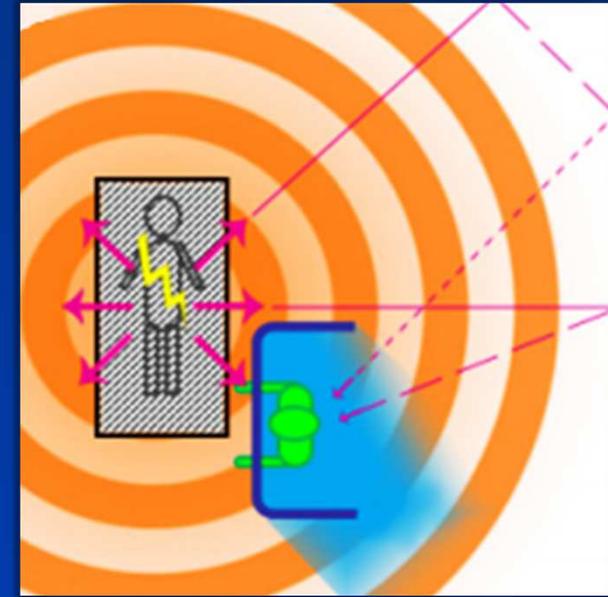
# Effet bouclier



Cabine conçue pour faire bénéficier les opérateurs de l'effet bouclier



Pas de besoin de protection postérieure



Cabine excentrée par rapport aux tubes



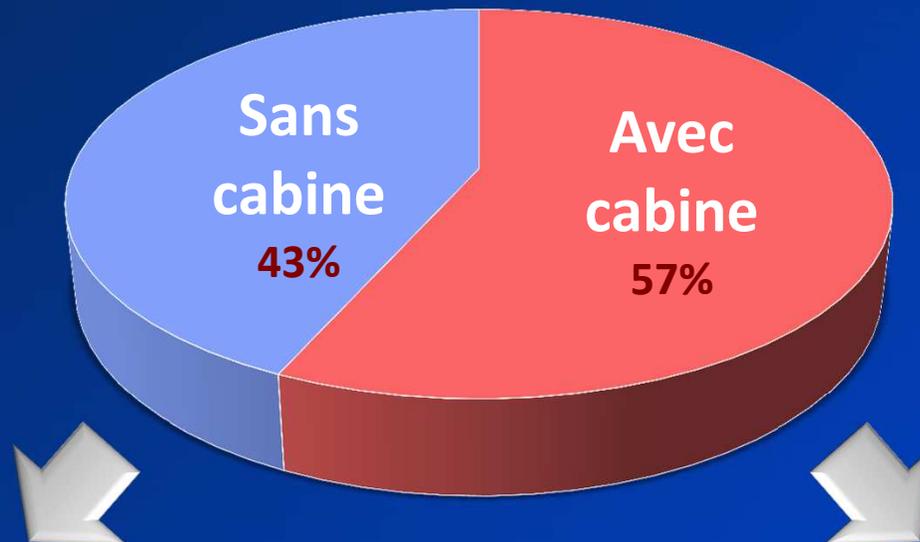
Perte de l'effet bouclier



Exposition du dos

# Résultats

## RÉPARTITION DES EXAMENS DE L'ÉTUDE



### 15 artériographies cérébrales

Cas particuliers:

2 enfants ⇔ ↓ paramètres techniques

### 19 artériographies cérébrales

Cas particuliers:

2 patients en surpoids } ↑ paramètres techniques  
1 Angiographie médullaire }

Patient agité → changement de voie d'abord  
x2 « examens » en 1