



ATSR Saint-Paul-Trois-Châteaux– 18.09.2024

# RADIOPROTECTION DU PERSONNEL MEDICAL ET DES PATIENTS AU BLOC OPERATOIRE

Nicolas Cherbuin

# LES ENJEUX RP DE L'HOPITAL

**Extension et complexité des applications d'imagerie hors radiologie**

**Approvisionnement et gestions des «nouveaux» isotopes médicaux**

**Développement de l'IA**



**Développement des nouvelles techniques de radiothérapie interne et externe**

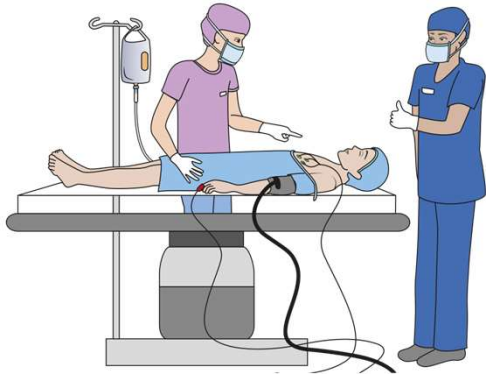
**Sécurité des sources de haute activité**

**Formation des professionnels et culture de RP**

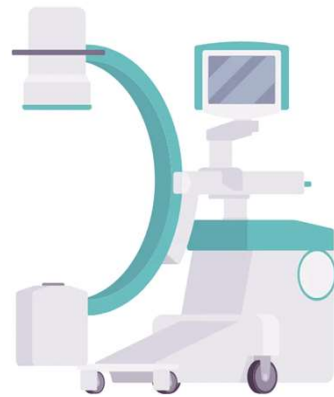
# CONTEXTE

## BO central

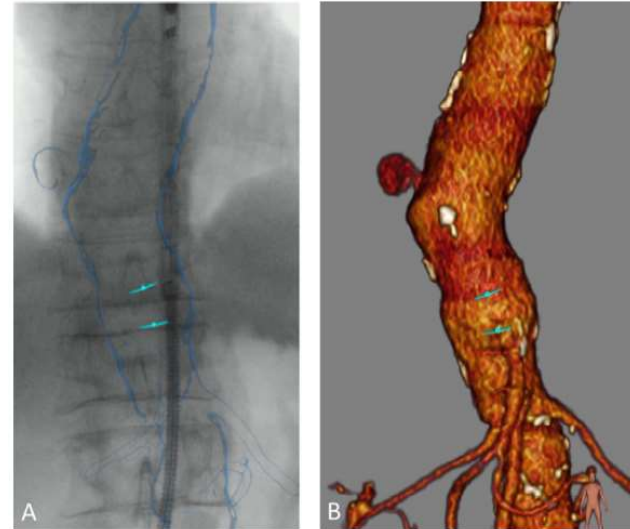
Gouvernance du plateau technique par le département des centres interdisciplinaires



3300  
interventions  
sous scolie / an



10  
installations de  
radioscopie



Une complexité croissante  
(navigation, vasculaire, 3D,  
fusions, IA etc)



# DOSIMETRIE INDIVIDUELLE



400+  
collaborateurs  
professionnellement  
exposés aux  
radiations Cat. A



Double dosimétrie  
passive OSL



# RISQUES PATIENT Effets tissulaires

## Fluoroscopically Guided Interventional Procedures: A Review of Radiation Effects on Patients' Skin and Hair<sup>1</sup>

Radiology

| Band | Single-Site Acute Skin-Dose Range (Gy)* | NCI Skin Reaction Grade <sup>†</sup> | Approximate Time of Onset of Effects   |   |   |  |
|------|---|--------------------------------------|--|---|---|--|
|      |   |                                      | Prompt   | Early   | Midterm   | Long Term  |
| A1   | 0–2                                     | NA                                   | No observable effects expected   | No observable effects expected  | No observable effects expected  | No observable effects expected   |
| A2   | 2–5                                     | 1                                    | Transient erythema   | Epilation   | Recovery from hair loss   | No observable results expected   |
| B    | 5–10                                    | 1–2                                  | Transient erythema   | Erythema, epilation   | Recovery; at higher doses, prolonged erythema, permanent partial epilation  | Recovery; at higher doses, dermal atrophy or induration  |
| C    | 10–15                                   | 2–3                                  | Transient erythema   | Erythema, epilation; possible dry or moist desquamation; recovery from desquamation | Prolonged erythema; permanent epilation   | Telangiectasia <sup>‡</sup> ; dermal atrophy or induration; skin likely to be weak   |
| D    | >15                                     | 3–4                                  | Transient erythema; after very high doses, edema and acute ulceration; long-term surgical intervention likely to be required | Erythema, epilation; moist desquamation   | Dermal atrophy; secondary ulceration due to failure of moist desquamation to heal; surgical intervention likely to be required; at higher doses, dermal necrosis, surgical intervention likely to be required | Telangiectasia <sup>‡</sup> ; dermal atrophy or induration; possible late skin breakdown; wound might be persistent and progress into a deeper lesion; surgical intervention likely to be required |



Image 4a. Radionécrose chronique à 3 ans d'évolution après radiologie interventionnelle cardiaque.

Stephen Balter ✉ John W. Hopewell, Donald L. Miller, Louis K. Wagner, Michael J. Zelefsky

▼ Author Affiliations

Published Online: Jan 7 2010 | <https://doi.org/10.1148/radiol.2542082312>

# INDICATEURS DE DOSE PATIENT

## Kerma ou Dose cumulée au point de référence

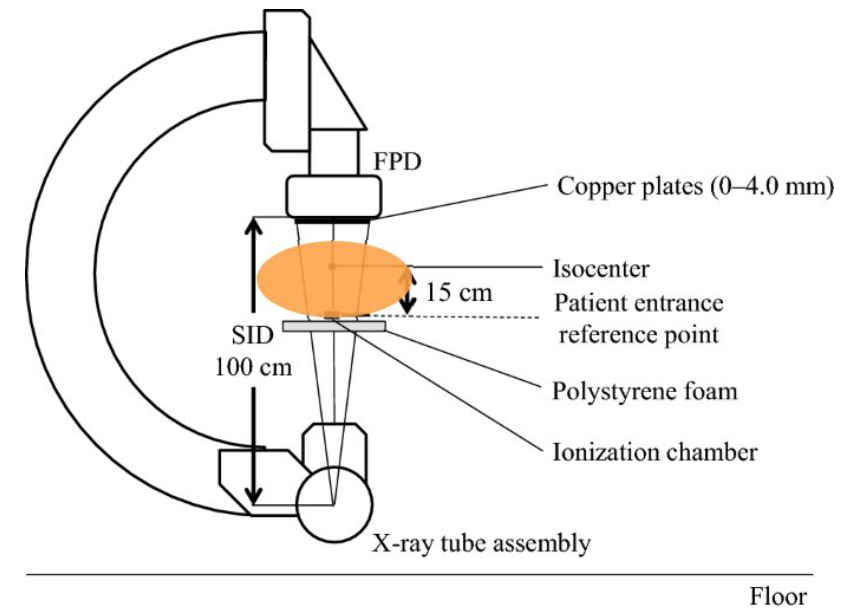


Représente la dose à la peau du patient ...



... si la peau est au niveau du point de référence

Le point de référence est fixé 15 cm sous l'isocentre



# RISQUES PATIENT Effets stochastiques

European Journal of Radiology 172 (2024) 111340



Contents lists available at ScienceDirect  
 European Journal of Radiology  
 journal homepage: [www.elsevier.com/locate/ejrad](http://www.elsevier.com/locate/ejrad)



Is a one percent occurrence of high-dose patients significant?

Maria Mataac, Madan M. Rehani\*

Massachusetts General Hospital, Boston, MA, USA



Amygdalectomie  
Césarienne

Hystérectomie  
Laparoscopique  
Hystérectomie  
Laparoscopique

Hystérectomie  
Abdominale  
Hystérectomie  
Abdominale

Hystérectomie  
Laparoscopique  
Appendicectomie  
Hystérectomie  
Abdominale

Cataracte  
Endartériectomie  
Carotide

**Table 1**

Risks of serious complications or death from common surgeries and their comparison to cancer risk from 100 mSv of radiation dose, arranged in decreasing order of times less likely as in last column.

| Surgery                        | Complication      | Incidence (%) | Times less likely than cancer risk at 100 mSv (0.55%) |
|--------------------------------|-------------------|---------------|---|
| Tonsillectomy [15]             | Death             | 0.001         | 550   |
| Cesarean section [17]          | Death             | 0.002         | 250   |
| Laparoscopic Hysterectomy [18] | Death             | 0.01          | 55  |
| Laparoscopic Hysterectomy [18] | Acute MI          | 0.02          | 27.5  |
| Abdominal Hysterectomy [18]    | Death             | 0.03          | 18.3  |
| Abdominal Hysterectomy [18]    | Acute MI          | 0.03          | 18.3  |
| Laparoscopic Hysterectomy [18] | Bowel perforation | 0.07          | 7.9   |
| Appendectomy [19]              | Death             | 0.09          | 6.1   |
| Abdominal Hysterectomy [18]    | Bowel perforation | 0.13          | 4.2   |
| Cataract [20]                  | Vision Loss       | 0.14          | 3.9   |
| Carotid endarterectomy [21]    | Death             | 0.40          | 1.4   |

En moyenne 1.33 % des patients reçoivent une **dose cumulée > 100 mSv** seulement avec les examens CT

*Comment suivre les doses cumulées ?*

# INDICATEURS DE DOSE PATIENT

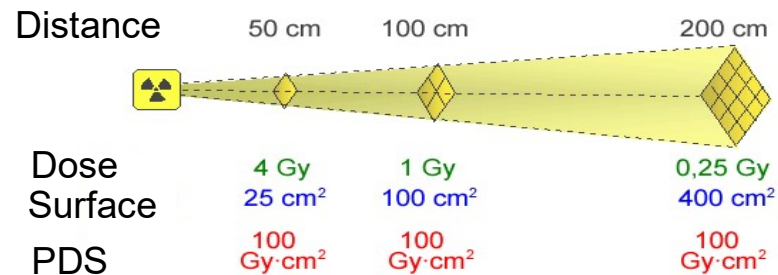
## Produit dose surface



Indication sur la dose et la surface exposée  
Indicatif du risque d'effets stochastiques



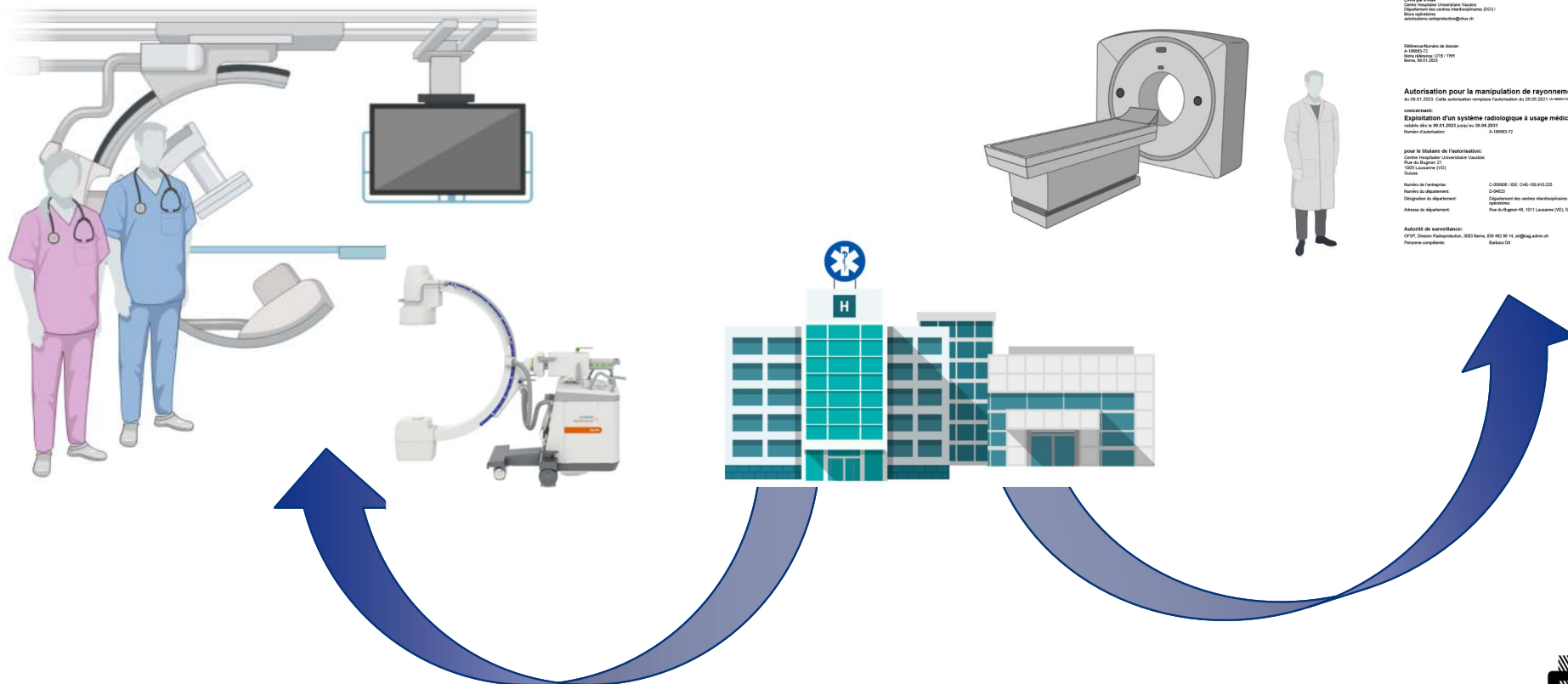
Indépendant de la distance à la source





# ENJEUX DE GOUVERNANCE ET FORMATION

## Titulaire de l'autorisation d'exploiter et expertise RP hors du bloc (en radiologie)



# ENJEUX DE GOUVERNANCE ET FORMATION

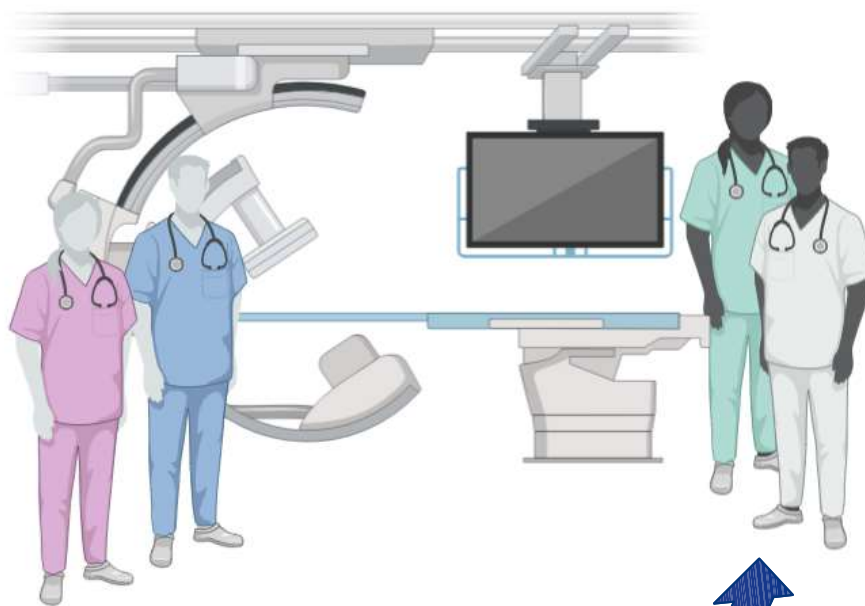
- «Abandon» de la maîtrise des arcs en C par les corps de métiers autorisés à les utiliser (chirurgiens)
- Récupération par les employés «les moins qualifiés» (aides de salles)

Justification  
Expertise RP  
Formation RP  
obligatoire

## Chirurgiens

ID spécialisées BO  
Instrumentistes

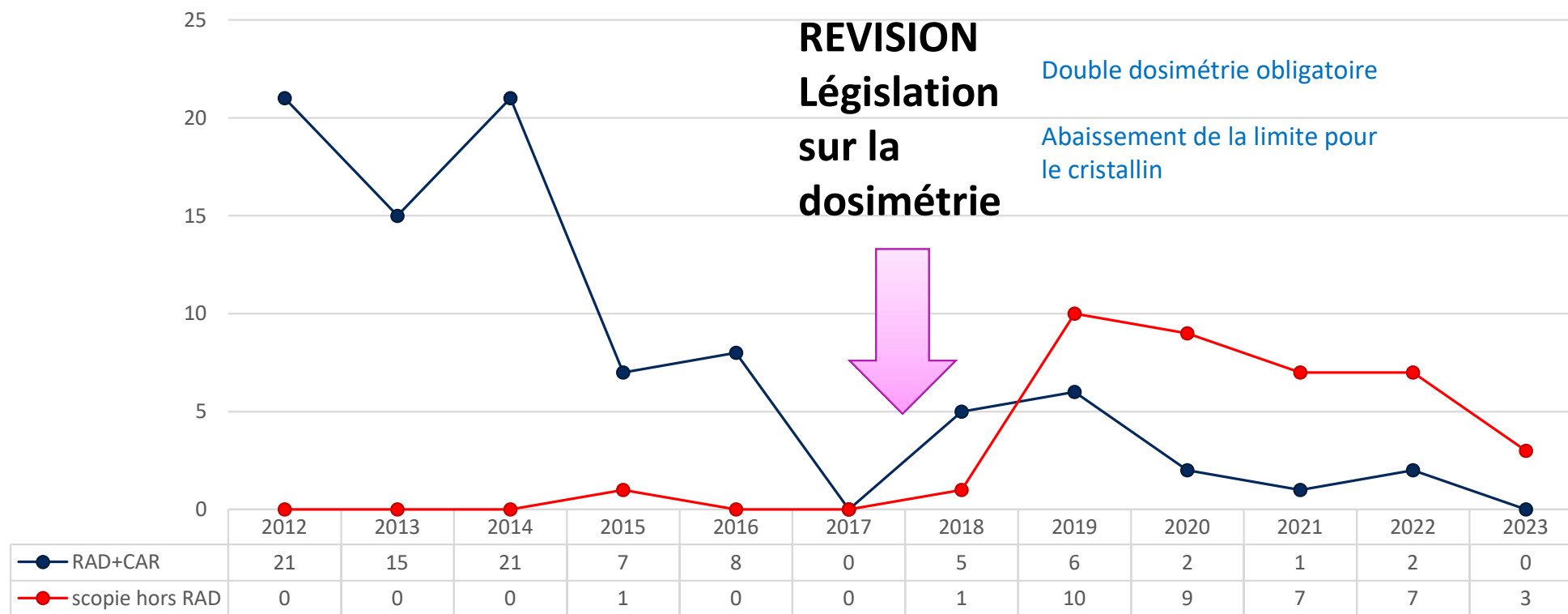
Rôle RP possible  
depuis révision  
législation



Assistants techniques  
secteur opératoire  
(ATSSO)

Pas de  
formation RP

# ENJEUX DE GOUVERNANCE ET FORMATION



Nombre de notifications de dose élevée, par domaine, depuis 2012  
(Hp ou Hs > 2 mSv/mois)

# POINTS FAIBLES – RP au BO

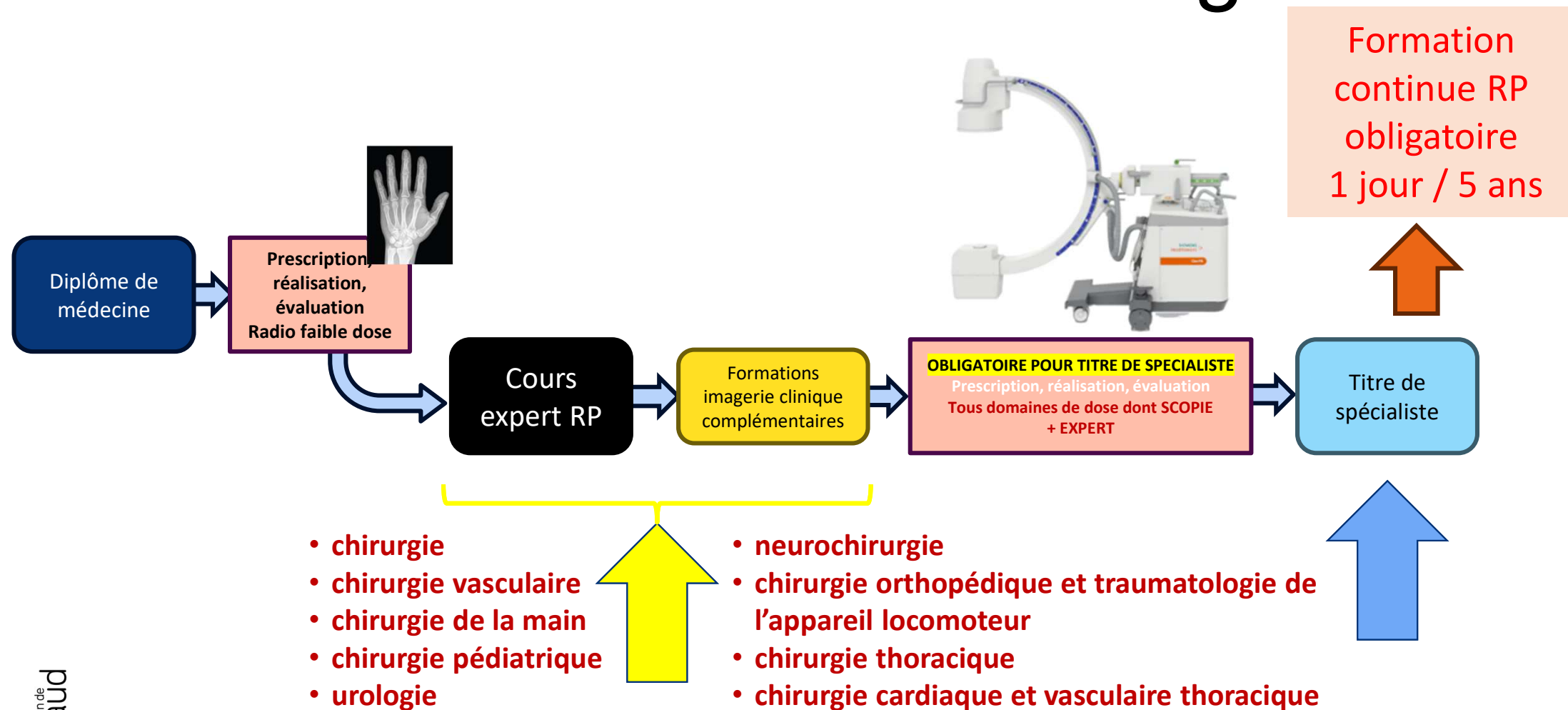
- Manque d'harmonisation sur :
  - L'organisation de la dosimétrie individuelle
  - Les protocoles d'imagerie et les métriques de dose au patient en scopie
  - La formation



# PLAN D'ACTION CHUV

1. Recentrer les responsabilités sur les chirurgiens
2. Fournir un soutien direct à la clinique et la formation
3. Etablir des indicateurs, guider les choix et harmoniser les pratiques

# FORMATION RP - Chirurgiens



# RESPONSABILITES

- Un médecin cadre référent RP médical pour chacune des 12 disciplines concernées
- Nommé sur les autorisations concernées

|     |
|-----|
| CHV |
| OTR |
| CVA |
| CCV |
| ORL |
| CPR |
| NCH |
| CHP |
| CHT |
| SPI |
| URO |
| MAX |

- Il s'assure, par sa fonction de médecin, que la **justification** est avérée au niveau procédural et individuel. [...].
- Il participe au principe d'optimisation [...]. Il se réfère notamment pour cela aux **niveaux de références**.
- Il participe aux audits cliniques et contribue à **l'élaboration préalable du manuel qualité**
- Il doit participer, en collaboration avec le physicien médical :
  - A **l'évaluation et au choix des systèmes d'imagerie** et de traitement,
  - À la **détermination et au respect de l'utilisation des paramètres d'imagerie appropriés** [...]
  - A **l'information des patients**, avec un égard particulier pour les cas pédiatriques et les patientes enceintes.
- Il s'assure que l'**enregistrement des doses** délivrées aux patients est organisé.
- Il participe à la déclaration et **l'analyse des événements radiologiques** médicaux [...].

# SOUTIEN TRM (manip RX) – 1 EPT

## TRM référent Bloc opératoire

| 2. Identification du poste   |   |
|--|---|
| Unité de gestion / Département : 211 Département de radiologie médicale (DRM)                      |   |
| Unité de base / Service  | Radiodiagnostic et radiologie interventionnelle |
| Unité fonctionnelle : RAD4   |   |
| Intitulé du poste dans l'entité : Technicien en radiologie médicale (TRM) référent Bloc opératoire |   |
| N° emploi-type :   | Libellé : Spécialiste clinique                  |

Lien  
infrastructure IT

Démonstration d'une  
complexité croissante;  
«Cadre informel»

| 3. Mission générale <u>du poste</u> (description succincte) |   |
|---|---|
| 1.  | Encadrer les activités d'imagerie et de radiologie interventionnelle accompagnant les interventions chirurgicales |
| 2.  | Guider le développement et l'optimisation des techniques radiologiques dans le domaine chirurgicale               |
| 3.  | Assurer la sécurité radiologique des patients et du personnel   |
| 4.  | Assurer la formation en radioprotection des équipes médico-soignantes   |
| 5.  | Promouvoir la recherche clinique et des pratiques basées sur des données probantes                                |

Pas là pour  
«appuyer sur la  
pédale», ni  
uniquement RP



# SOUTIEN PM – 0.5 EPT

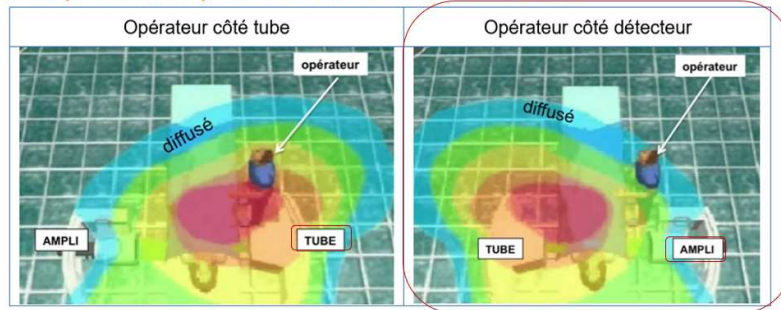
Création d'un poste de physique médicale dédié imagerie/interventionnel BO

- travaille en binôme avec TRM référent BO
- optimise les protocoles d'imagerie
- exploite le DACS et surveille les alertes de dose
- mène des projets de R&D

# FORMATION

## Effet de l'incidence

Où se positionner pendant une irradiation latérale?

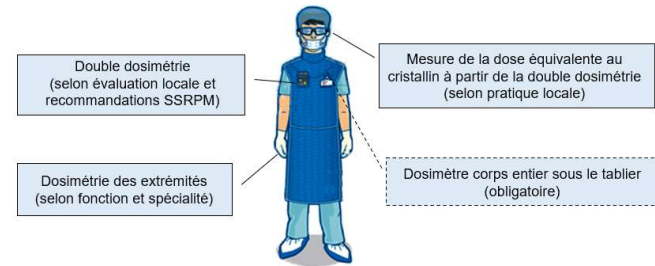


RP Personnel



Idealement, il faudrait se positionner du côté du détecteur.

## Moyen de protection



37

RP Pe

## Moyen de protection

### Opérateur 1



Jupe plombée



Jupe plombée + écran mobile 1



Ecran mobile 2

|            |      |           |           |
|------------|------|-----------|-----------|
| Cristallin | /    | 98 %      | 98 %      |
| Thorax     | /    | 15 à 30 % | 15 à 30 % |
| Cuisses    | 99 % | 99 %      | 31 %      |

RP Personnel

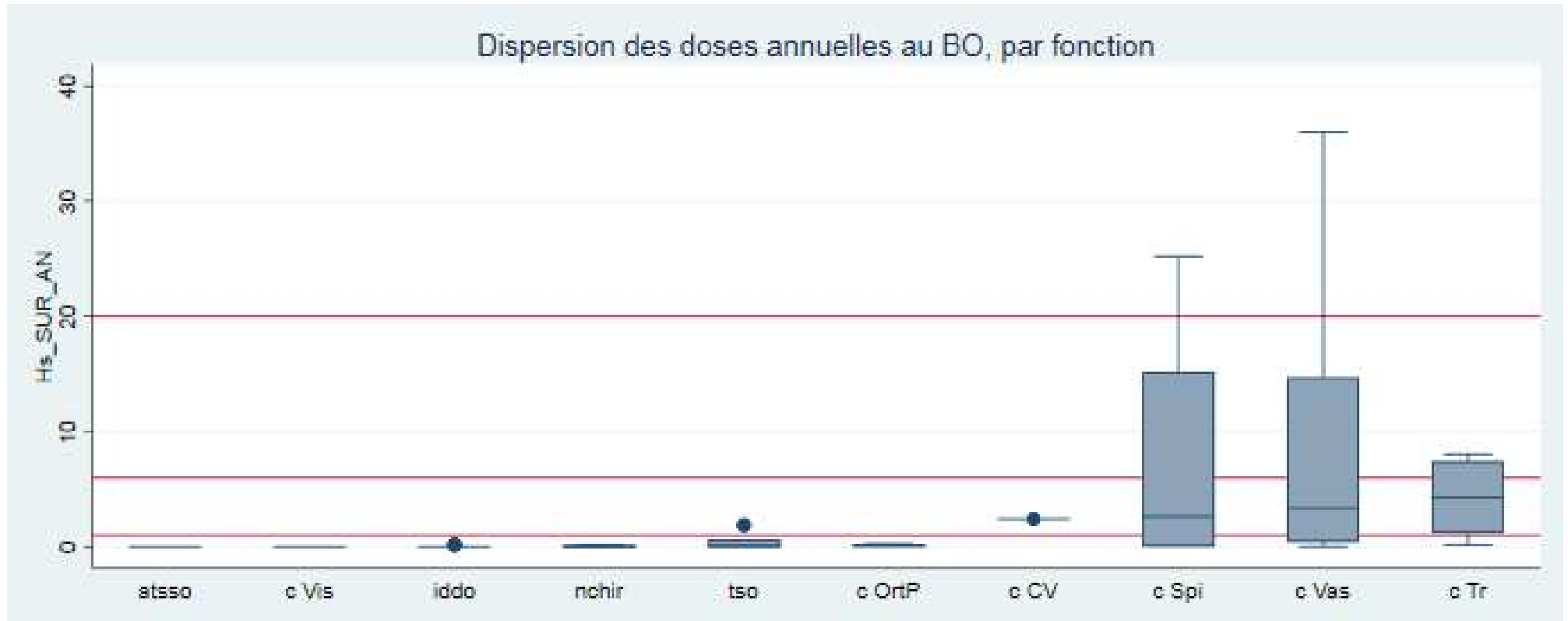


+ Choix et Formation sur les nouvelles installations

49

42

# APPROCHE GRADUEE



# CONSEILS ET RECOMMANDATIONS

Dispersion des doses annuelles au BO, par fonction





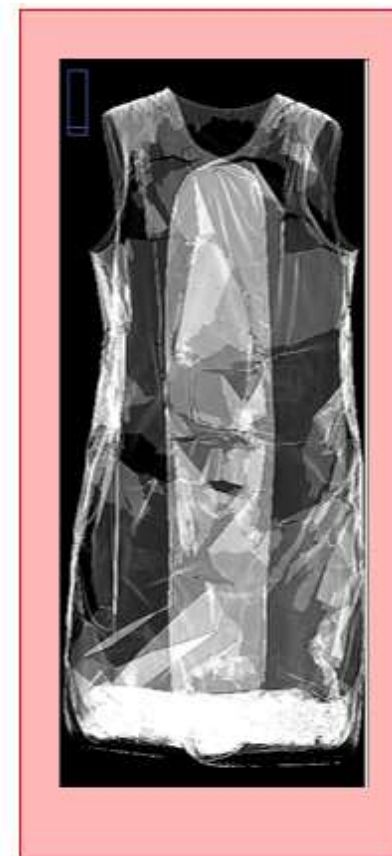
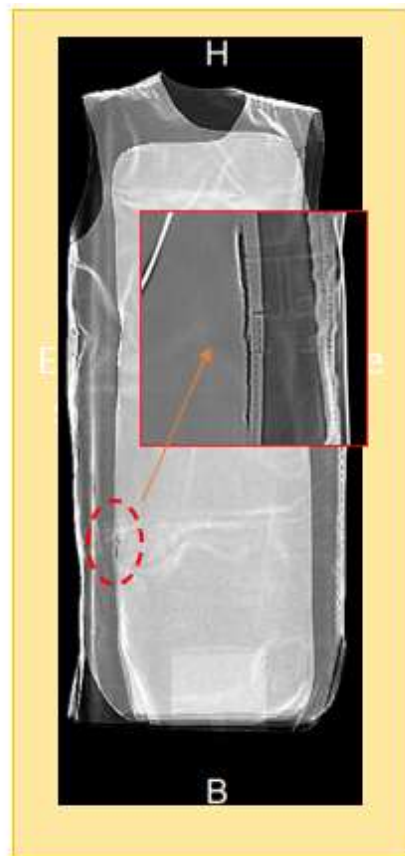
# CONSEIL ET RECOMMANDATIONS

## Bloc opératoire central (BH)



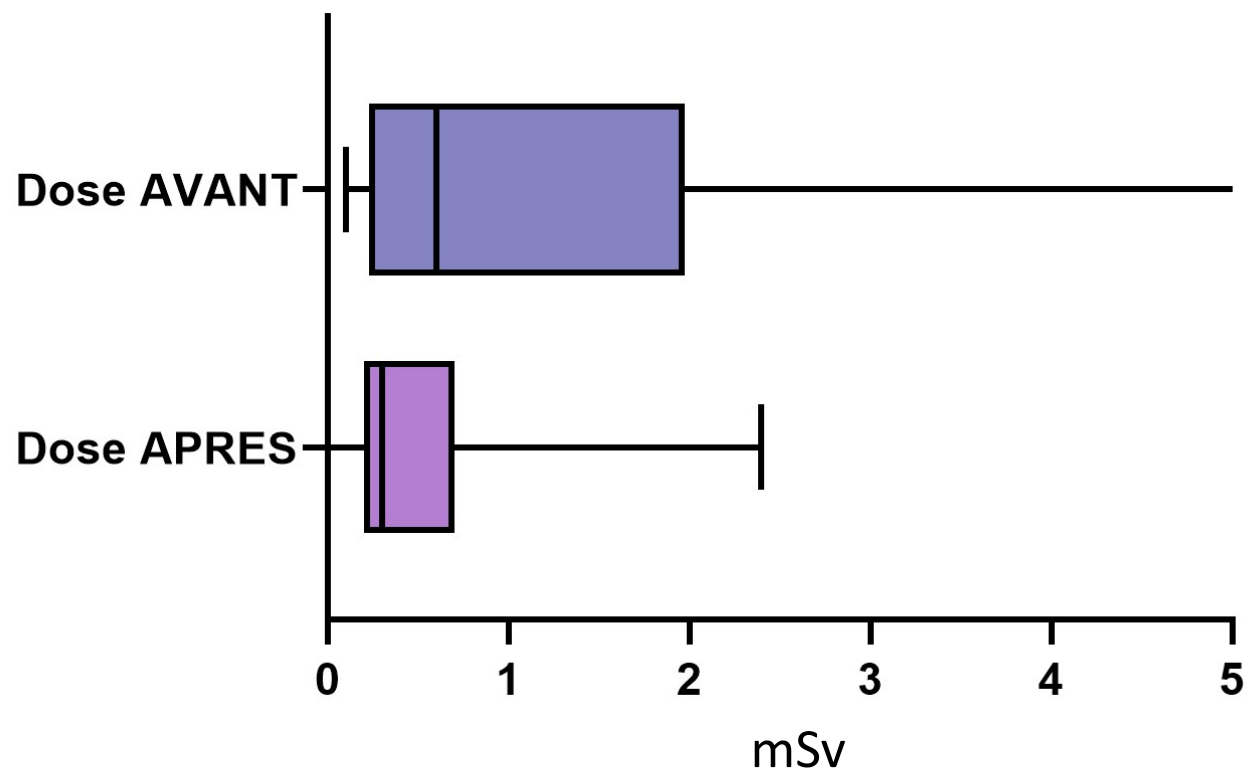
| FONCTION  | Gamme BR 0.25mmPb | Gamme BR 0.35 mmPb | Gamme MA 0.5 mmPb (recouvrement total) |
|---|-------------------|--------------------|--|
| Chirurgien<br>(chirurgie vasculaire,<br>spinale,<br>traumatologie)                                      | ✓                 | ✓✓                 | ✓                                      |
| Infirmière / IDDO<br>TSO<br>(instrumentation<br>proche du médecin en<br>chir vasc, spinal,<br>traumat.) | ✓                 | ✓✓                 | ✓                                      |
| Chirurgien<br>(autres spécialités)  | ✓✓                | ✓                  | -                                      |
| Infirmière / IDDO<br>TSO<br>(autres spécialités)  | ✓✓                | -                  | -                                      |
| Autres soignants,<br>aides  | ✓✓                | ✓ (Chir. Vasc.)    | -                                      |
| Personnel anesthésie  | ✓✓                | -                  | -                                      |

# CONSEIL ET RECOMMANDATIONS

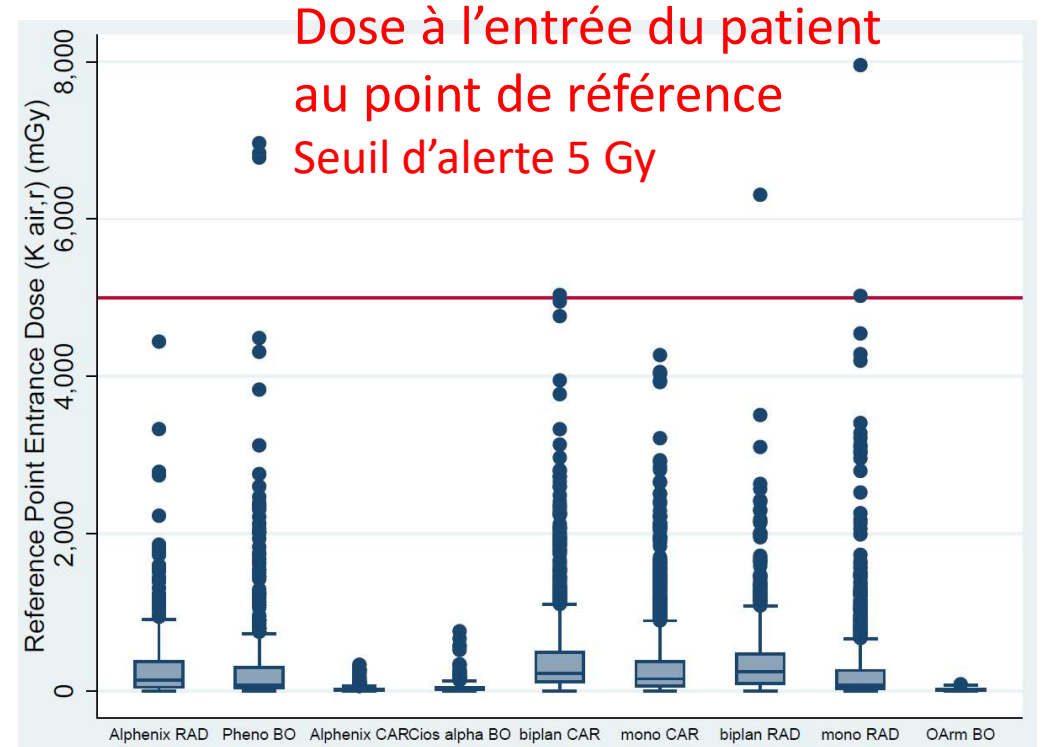
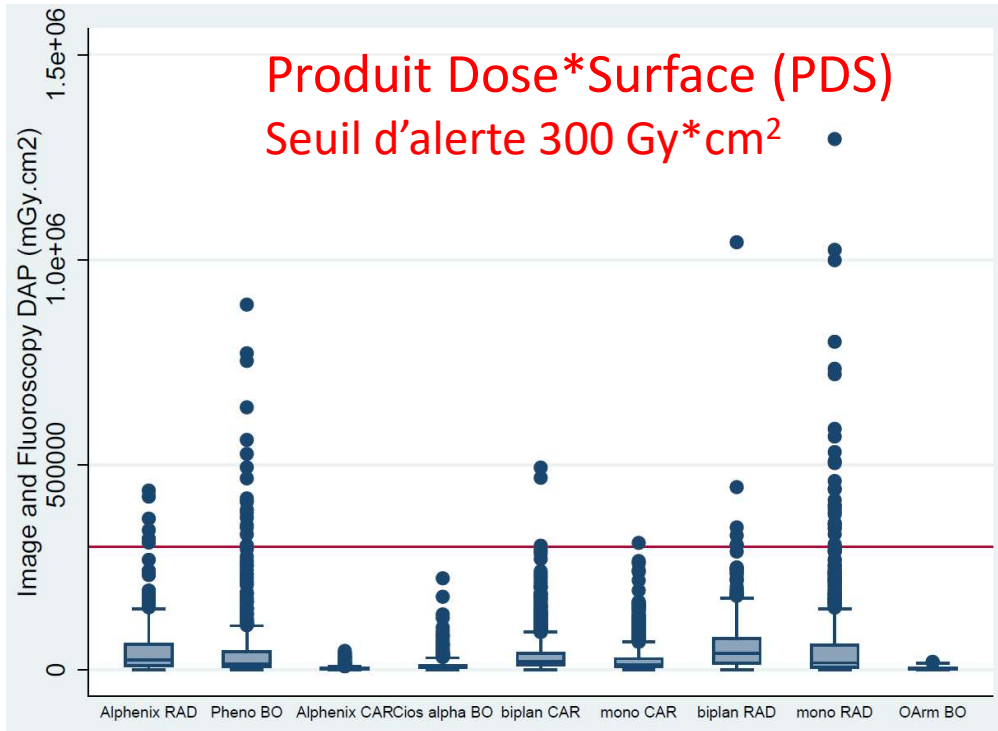


# BILAN EXPOSITION TRAVAILLEURS

AVANT / APRES intégration du binôme TRM / MP



# DACS



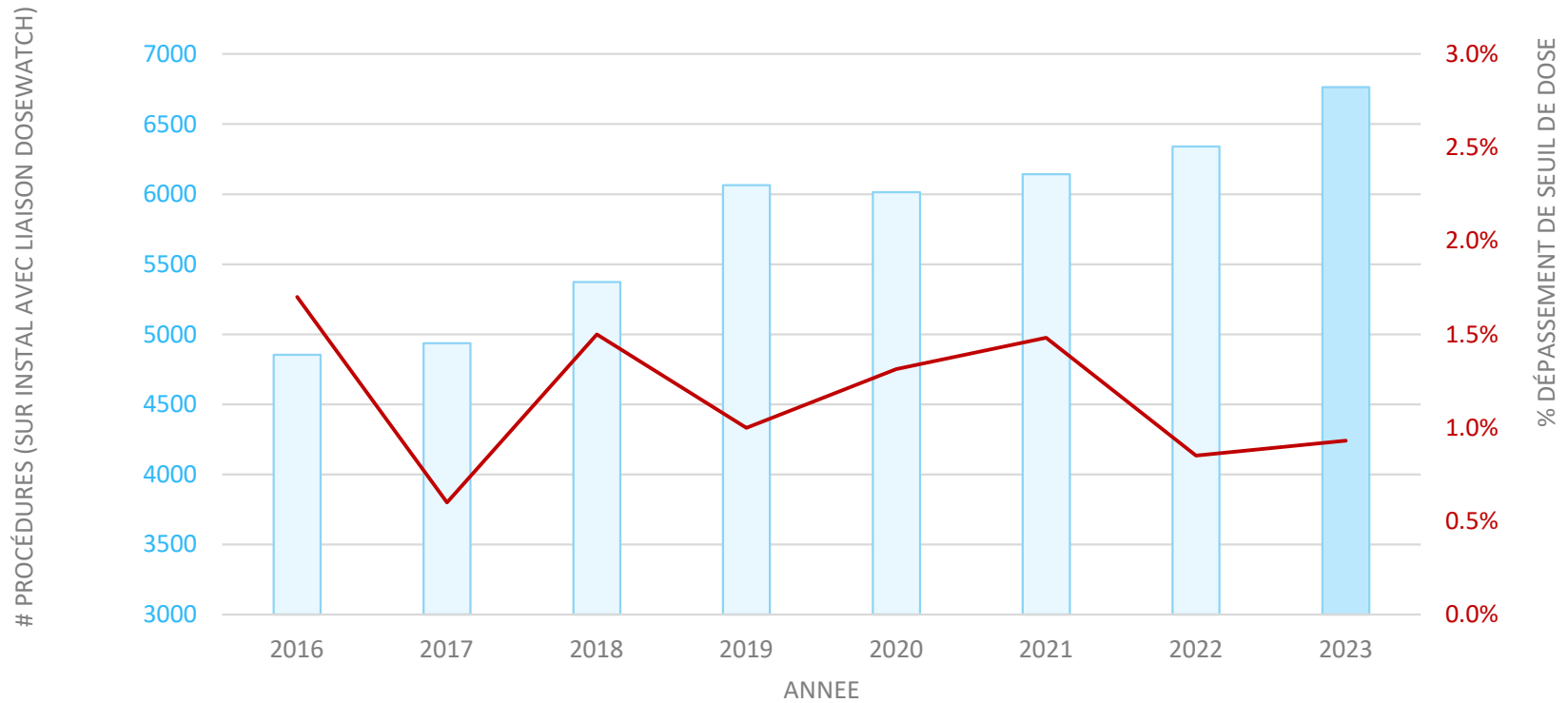


# BILAN

Procédures interventionnelles annuelles

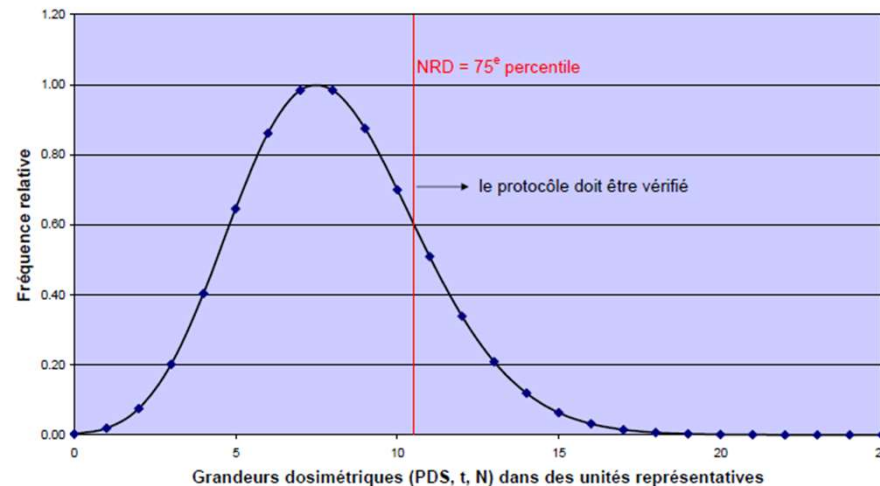
Vs

% de dépassement de seuil de dose



# Quantités fondamentales

## Niveaux de références (NR)



Pour un examen donné, correspond au 75e percentile de la distribution d'un indicateur dosimétrique (par exemple la dose).

Ce n'est pas une limite, mais si dans un centre tous les examens sont au-dessus de cette valeur, un contrôle de l'appareil sera nécessaire. À l'inverse, si la dose est très éloignée (en dessous) du NRD, le praticien peut manquer une information clinique. Il est important de vérifier l'appareil pour s'assurer que toutes les informations cliniques sont présentes sur les images avec une faible dose.

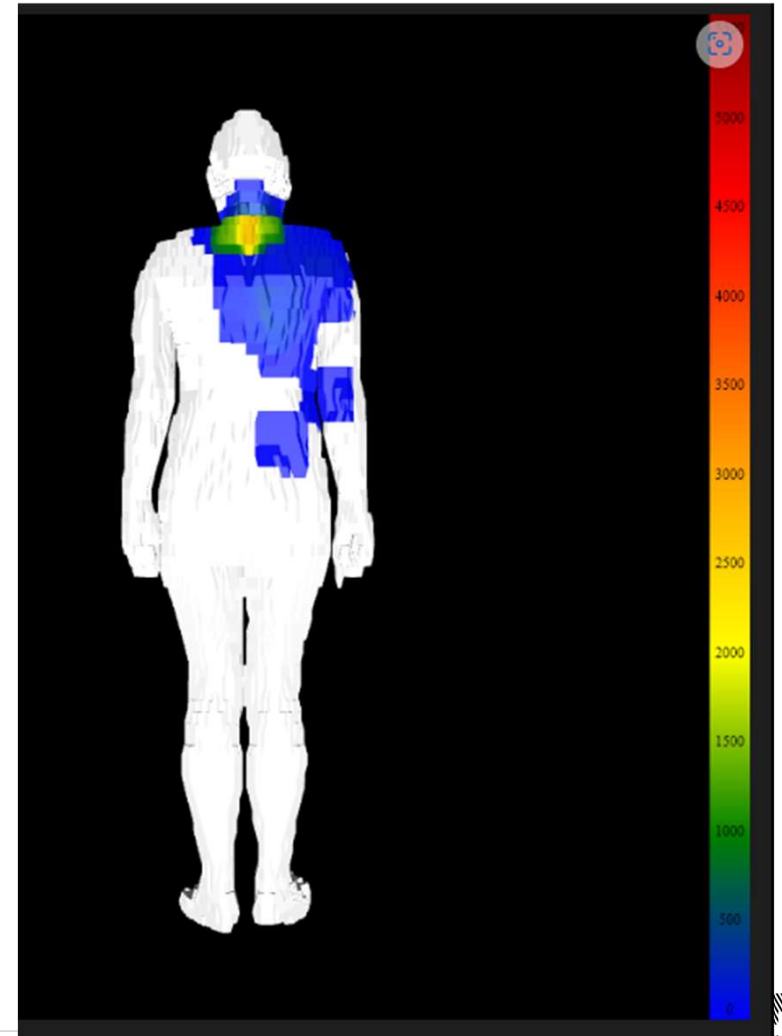
# DEVELOPPEMENT

## «Peak skin dose»

Indicateur plus précis que le Kerma au point de référence

Dépend aussi :

- de la morphologie du patient
- de la géométrie de l'exposition



### Informations dosimétriques

PDS TOTAL : 649500.89 mGy.cm<sup>2</sup>

PDS fluoro : 348828.51 mGy.cm<sup>2</sup>

PDS graphie : 300672.39 mGy.cm<sup>2</sup>

K<sub>air,r</sub> : 5172.34 mGy

Dose maximale à la peau : 3461.91 mGy

Durée totale de fluoroscopie : 2428 s

Nombre total d'expositions : 236

PDS révisé : 649500.90 mGy.cm<sup>2</sup>

PDS fluoro révisé : 348828.51 mGy.cm<sup>2</sup>

PDS graphie révisé : 300672.39 mGy.cm<sup>2</sup>

K<sub>air,r</sub> révisé : 5172.34 mGy

### Informations relatives à l'examen

Nombre total de runs RECORD :28

Nombre total d'expositions :236

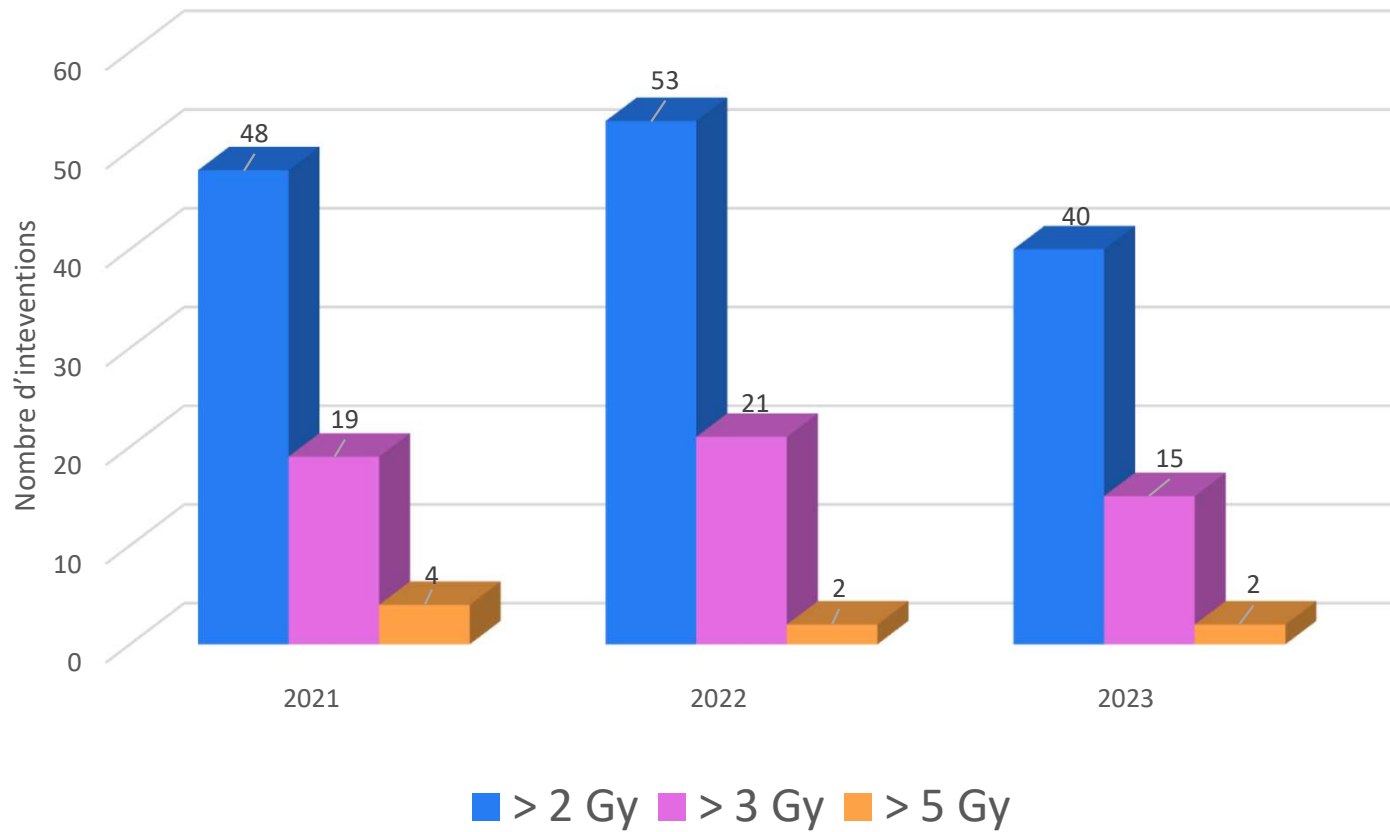
Durée totale de fluoroscopie :2428 s

PDS TOTAL :649500.89 mGy.cm<sup>2</sup>

K<sub>air,r</sub> :5172.34 mGy

Dose maximale à la peau :3461.91 mGy

# Peak Skin Dose



# CONCLUSION

## HUMAIN

Intégration du binôme TRM référent BO et PM dans le BO :

- Autonomisation des équipes
- Meilleure exploitation du potentiel des équipements
- Installation d'une culture RP

# CONCLUSION

## OUTILS TRAVAILLEURS

- Visibilité des résultats de la surveillance dosimétrique
- Approche graduée
- Protections adaptées

## OUTILS PATIENTS

- DACS
- NRD locaux
- Suivi des doses cumulées
- AQ des softwares de PSD
- Suivi clinique des doses élevées à la peau
- Outils de mesures adaptés aux champs pulsés



# Merci pour votre attention !



[nicolas.cherbuin@chuv.ch](mailto:nicolas.cherbuin@chuv.ch)

<https://arrad.ch/fr/>



# ARRAD

## Association romande de radioprotection

ACCUEIL  
PRÉSENTATION DE L'ARRAD  
COMMUNICATIONS  
GAZETTE DE L'ARRAD  
MANIFESTATIONS  
RECOMMANDATIONS  
GROUPE DE TRAVAIL  
ESPACE COMITÉ  
GALERIE PHOTOS  
DEVENIR MEMBRE  
OFFRES D'EMPLOI  
INFORMATIONS DE FOND  
LIENS INTERNET  
CONTACT



### CALENDRIER

JOURNÉE THÉMATIQUE  
2024

À lieu le 29.11.2024

[Plus de détails...](#)

[> INSCRIPTION >](#)

[> ARCHIVES >](#)

### LES ACTUALITÉS DE L'ARRAD

29  
NOV

JOURNÉE THÉMATIQUE 2024

Le 29.11.2024

JOURNÉE THÉMATIQUE 2024  
« SITUATIONS D'EXPOSITION EXISTANTE »

AGORA Cancer research center - Auditoire Paternot

Rue du Bugnon 25A  
1005 LAUSANNE

[Programme provisoire](#)

# Journée thématique de l'ARRAD



**CHUV, Centre de recherche sur le cancer AGORA**

*Lausanne, Suisse*

Vendredi 29.11.2024

**«SITUATIONS D'EXPOSITION EXISTANTE»**

**Situations d'exposition - Concept et évolution**

**Bilan du Plan d'action Radium 2015-2023**

**Assainissement d'un site industriel – usine de briquet & thorium**

**Héritages radiologiques et objets radioactifs : Expérience et réglementation**

**Patrimoine radioactif**

**Expérience d'un consultant Radon**

**NORM et exemption : situation internationale**

**Radionucléides naturels dans les eaux et les sols suisses**

**Retour des populations en territoire contaminé : produits non-alimentaires et déchets de décontamination**

**Héritage social, politique, scientifique de l'accident de Lucens**

## Bienvenue sur le site de gestion de l'ARRAD.

Choisissez une manifestation ou connectez-vous pour devenir membre et/ou gérer votre espace personnel.

Filtrer par année : 2022 - 2024 ▾

29.11.2024

**Journée thématique ARRAD -  
"Situations d'exposition existantes"**

[En savoir plus](#) [Se désinscrire](#)

31.10.2024

**Webinaire "Sujet à définir" 12h30-13h15**

[En savoir plus](#) [S'inscrire](#)

26.09.2024

**Webinaire "La spectrométrie gamma en  
pratique" 12h30-13h15**

[En savoir plus](#) [Se désinscrire](#)

25.06.2024

**Webinaire "Extravasation en médecine  
nucléaire" 12h30-13h15**

[En savoir plus](#) [Se désinscrire](#)

<https://moncompte.arrad.ch/>

# Merci pour votre attention !



[nicolas.cherbuin@chuv.ch](mailto:nicolas.cherbuin@chuv.ch)

# ANNEXES

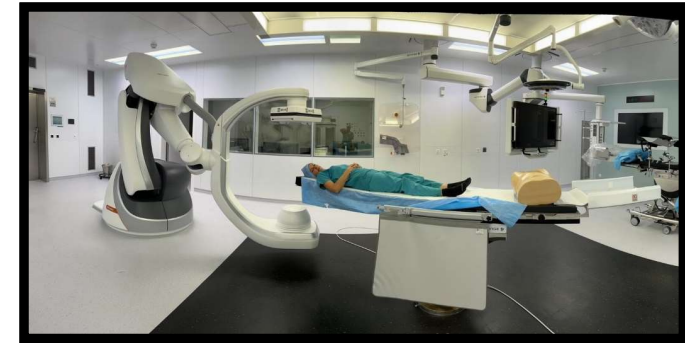


# HISTORIQUE

Audit OFSP de  
l'ensemble des BO



Révision totale de la  
législation suisse en RP



Mise en service BO  
rénové et **salle hybride**

CIPR 103



2007

2014

2018

2022

2020: Plan d'action RP BO

# IAEA

## GUIDELINES FOR FOLLOW-UP OF PATIENTS TO DETECT CLINICALLY RELEVANT TISSUE REACTIONS

All patients who exceeded one or more of the trigger levels from the Table 1 should be effectively followed-up by the relevant health staff and the details documented locally, including any clinically observed tissue effects.

Patients whose radiation dose exceeded one or more of the trigger values must be told that they are going to be followed up, and be made aware of the likelihood of tissue reaction. They must be provided with contact details of the person responsible for follow-up of patients.

### **Example of patient discharge instructions for a high dose procedure:**

*"Your procedure required the use of substantial amounts of X-rays. Radiation side-effects are unlikely but possible. Please have a family member examine your (back/neck/scalp/....) 30 days from today, for signs of skin redness or rash, any change in the appearance of the skin or any unusual itching.*

*Please call ##### and tell us whether or not anything is seen."*

# CONTEXTE CHUV



- 12'000 employés
- 5 blocs opératoires
  - Central – gouvernance
  - Pédiatrique
  - Orthopédique
  - Obstétrique
  - Ambulatoire
- Un institut de radiophysique
  - Groupe de physique de l'imagerie et radioprotection