

La dosimétrie du cristallin

Patrick Devin Responsable Radioprotection Areva / D3SDD

Michel Espagnan Responsable du Laboratoire de Dosimétrie De Marcoule

Antoine De vita Responsable radioprotection Melox

Raymond Kramar Responsable Radioprotection LH

Benoit Quesne Médecin du travail de Melox

Hubert Truffert Responsable du Laboratoire de Dosimétrie de la Hague



Objet de cette rencontre

Présenter l'étude réalisée sur les installations de La Hague et Melox

- 
- ▶ Présentation des postes de travail
 - ▶ Les difficultés de la dosimétrie du cristallin
 - ▶ Mesures effectuées
 - ▶ Résultats des mesures
 - ▶ Conclusion

Postes de travail





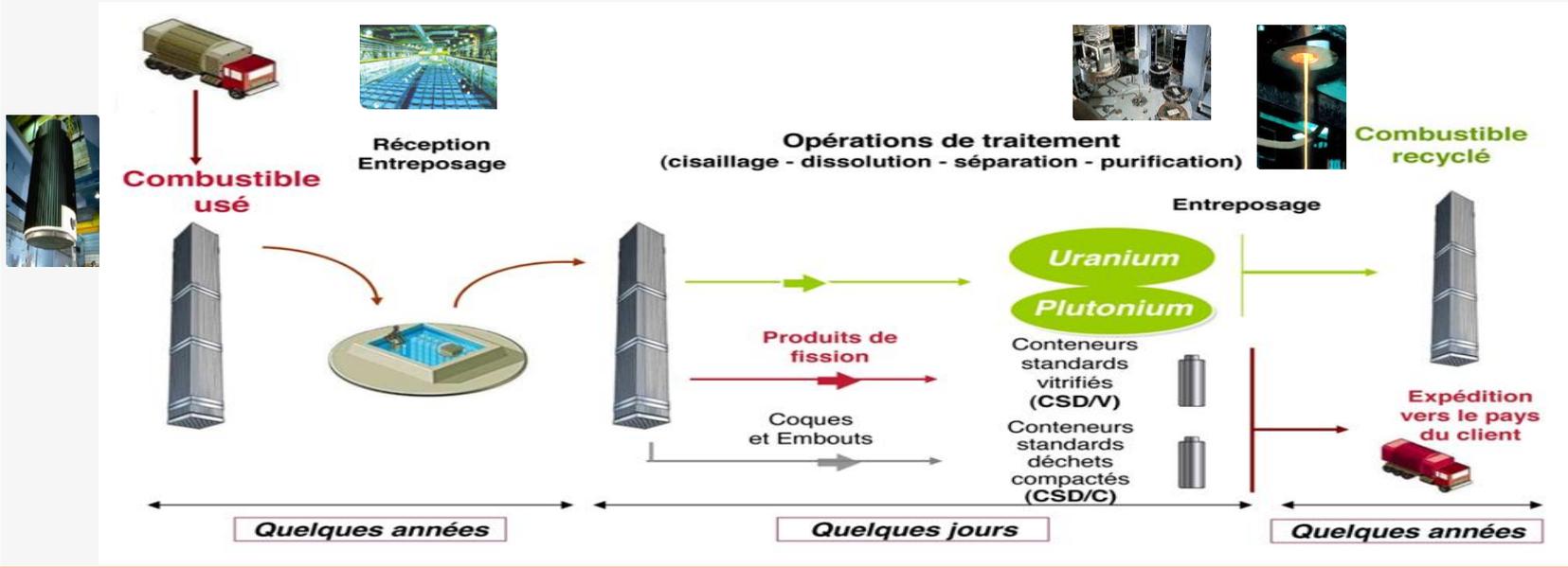
Présentation de l'établissement de la Hague



Usine de la Hague :

- Entrée en service en 1966, située à 25 kilomètres à l'ouest de Cherbourg,
- Compte 3200 salariés et 2000 sous-traitants.

Assure les grandes étapes du procédé de traitement recyclage :



Postes de travail

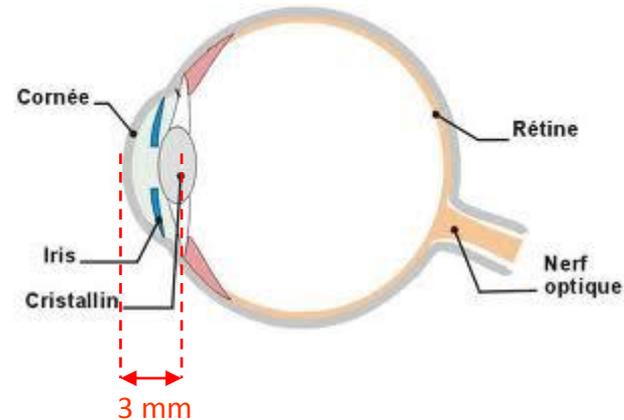


- ▶ **effet radio induit et cristallin : cataracte**
- ▶ **Un seuil d'apparition et des limites d'exposition qui évolue :**
 - ◆ 15 Gy (CIPR 26 de 1977) et 300 mSv/an
 - ◆ 8 Gy (CIPR 41 de 1984)
 - ◆ 5 Gy (CIPR 103 de 2007)
- ▶ **16 études épidémiologiques réalisées de 1993 à 2008.**
- ▶ **Réunion de la CIPR du 21 avril 2011**
 - ◆ Seuil d'apparition de la cataracte fixé à 0,5 Gy
 - ◆ Nouvelle limite de 100 mSv sur 5 ans avec un maximum de 50 mSv/an

Rappel recommandations internationales

Recommandation de l'ICRU² :

- Mesuré à 3 mm de profondeur
- Estimé par la grandeur $Hp(3)$



$$Hp(3)_{total} \rightarrow Hp(3)_n + Hp(3)_\gamma + Hp(3)_\beta$$

En pratique :

- Pas de dosimètres étalonnés dans la grandeur $Hp(3)$
- Coefficients de conversion $Hp(3)/K_a$ issus des publications
- ➔ par ex : Possibilité d'utilisation de $Hp(0,07)$ (ICRU, 1998) pour les photons

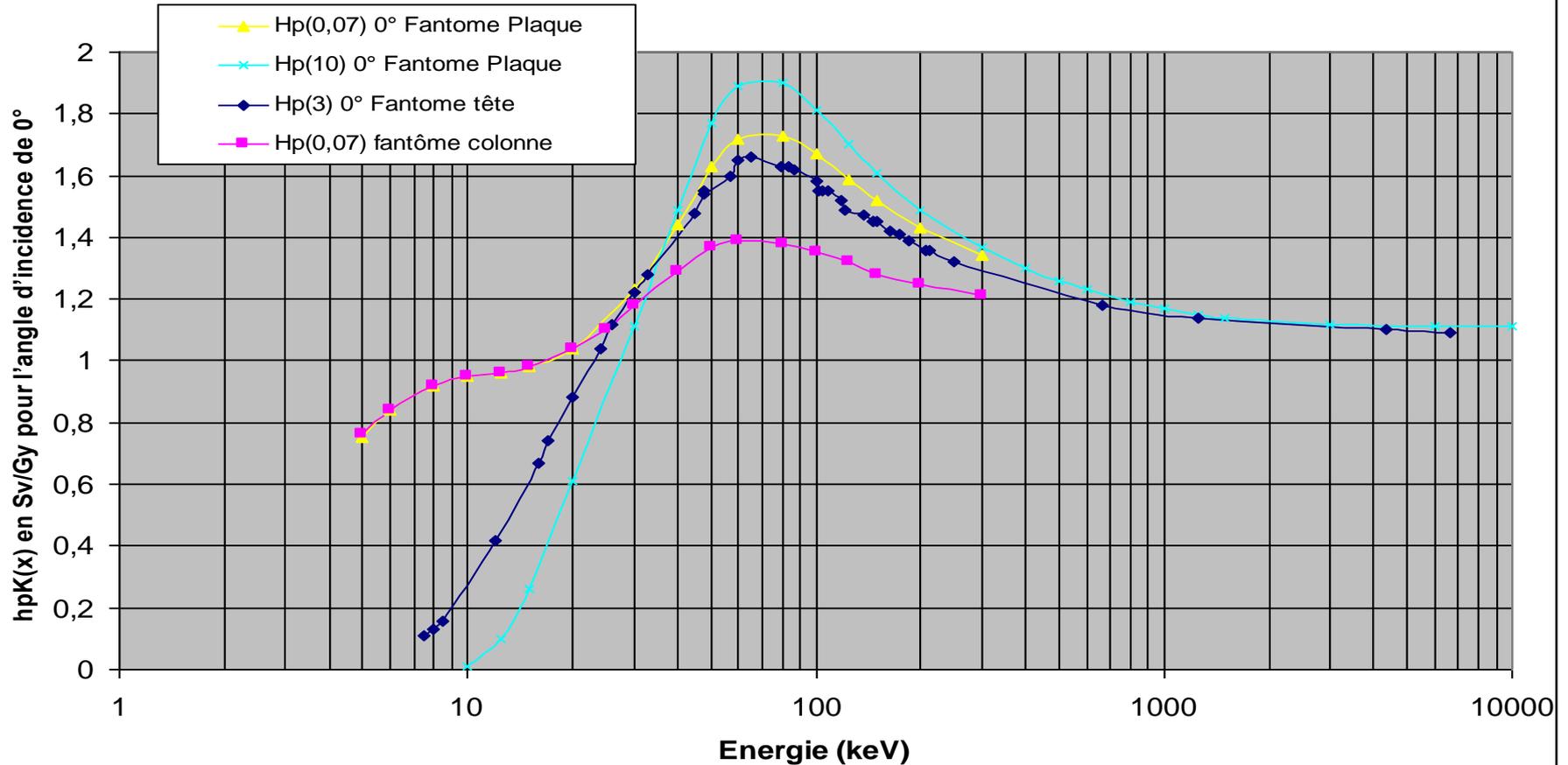
Analyse de postes de travail

- ▶ **Analyse de postes de travail sur les installations de La Hague et Melox**
 - ◆ **Prise en compte de rayonnements gammas, neutrons et bêta**
 - ◆ **Analyse d'une quinzaine de postes**

- ▶ **Estimer la dose au cristallin : participation des labo de dosimétrie de AREVA NC Marcoule et La Hague**
 - ◆ **Définition des grandeurs de référence aux postes de travail**
 - **KERMA dans l'air**
 - **Mesure à l'aide chambre d'ionisation PTW 23361: étalon du laboratoire COFRAC de métrologie**
 - ◆ **Détermination de l'énergie apparente aux postes de travail**
 - **Exposition des AREVABADGES en statiques et analyse de la réponse des différents dosimètres**

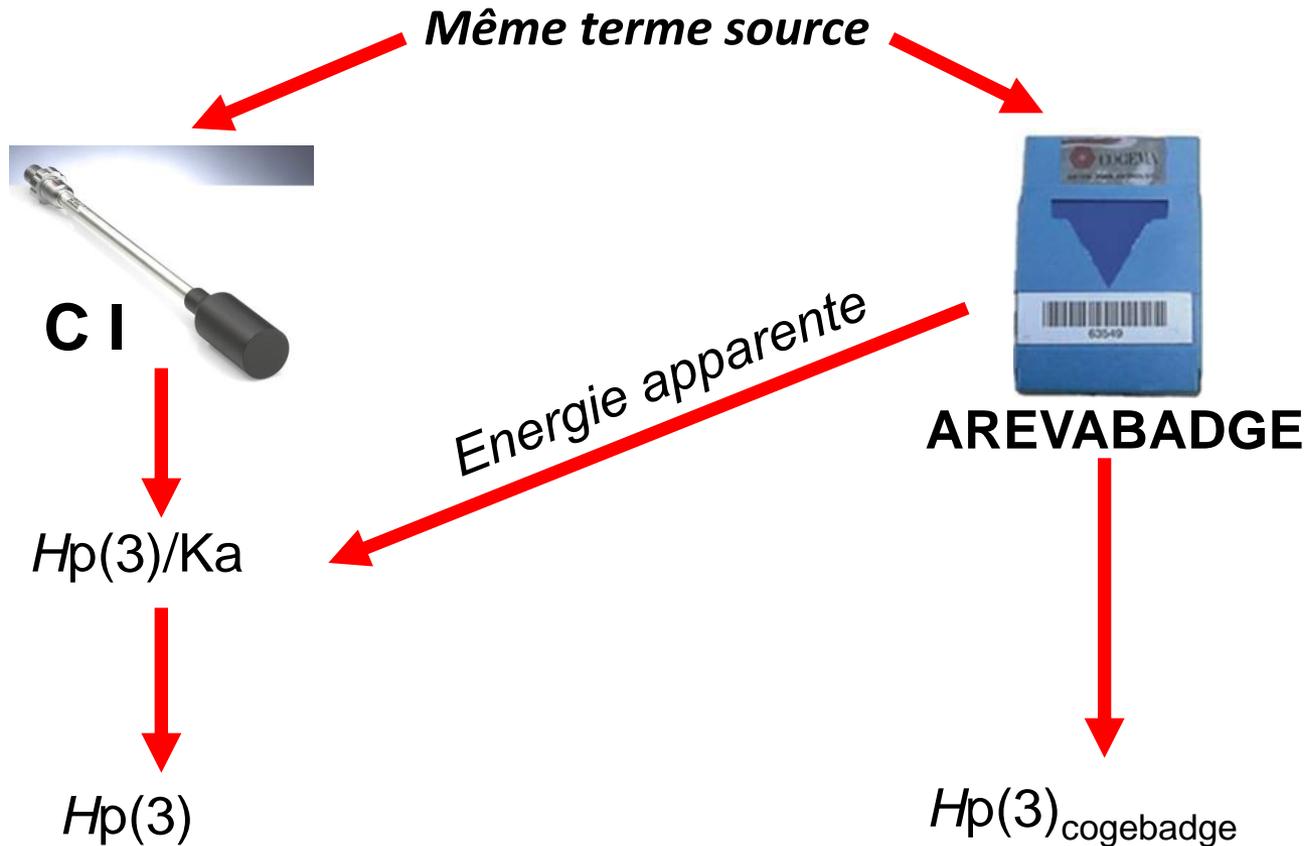
Estimation Hp(3)

Evolution du coefficient de passage du kerma dans l'air aux équivalents de dose individuels en fonction de l'énergie des photons



Estimation $H_p(3)$

Vérifier la cohérence entre la mesure direct avec les dosimètres par rapport à une chambre d'ionisation (CI) de référence PTW 23361



Mesures sur les installations

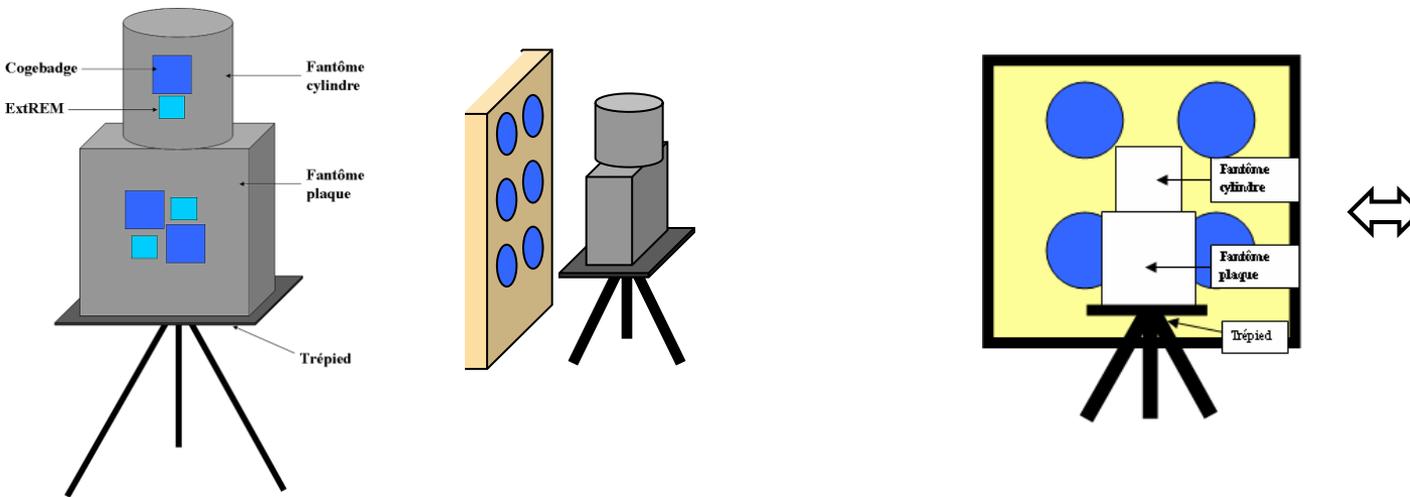
- ▶ **Mesures dans les ateliers**
 - ◆ Mesures en statique (sur des fantômes)
 - ◆ Participation d'intervenants à leurs postes de travail (boîte à gants.....)

- ▶ **Test d'atténuation photon pour la radioprotection du cristallin**

Mesures sur les installations



► Mesures statiques : fantômes en PMMA représentant une partie du corps humain



- 10 à 15 cm devant les BàG

Mesures sur les installations

- ▶ **Mesures dynamiques** avec des intervenants, dosimètres sur le front, le masque



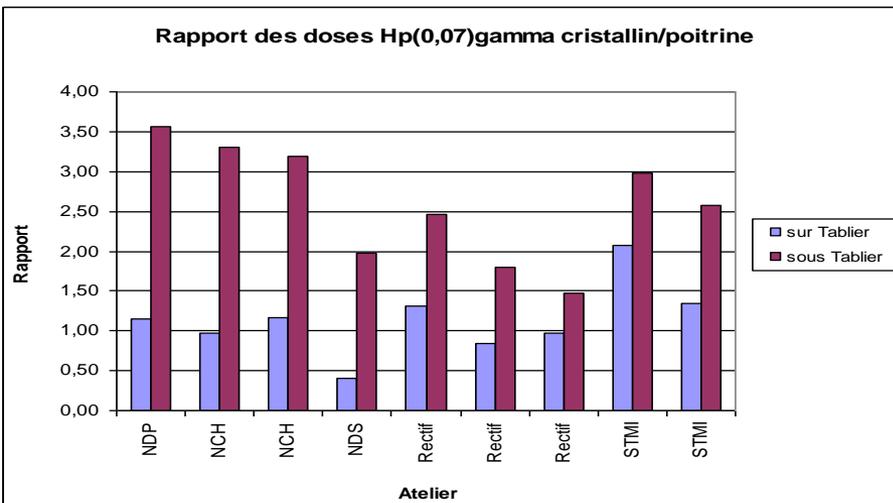
Rapport des doses au cristallin et à l'organisme entier (OE) Melox

► Mesures dynamiques

Rapport des doses photon

Hp(10) sans tablier => rapport ≈ 1

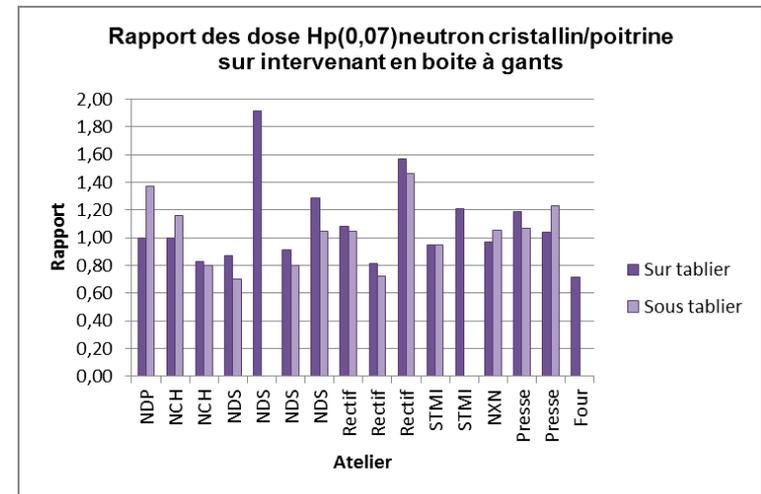
Hp(10) avec tablier => rapport proche de 3



Rapport des doses neutron

Rapport ≈ 1

Rapport plus stable que pour les photons



Estimation des doses annuelles maximum au cristallin Melox

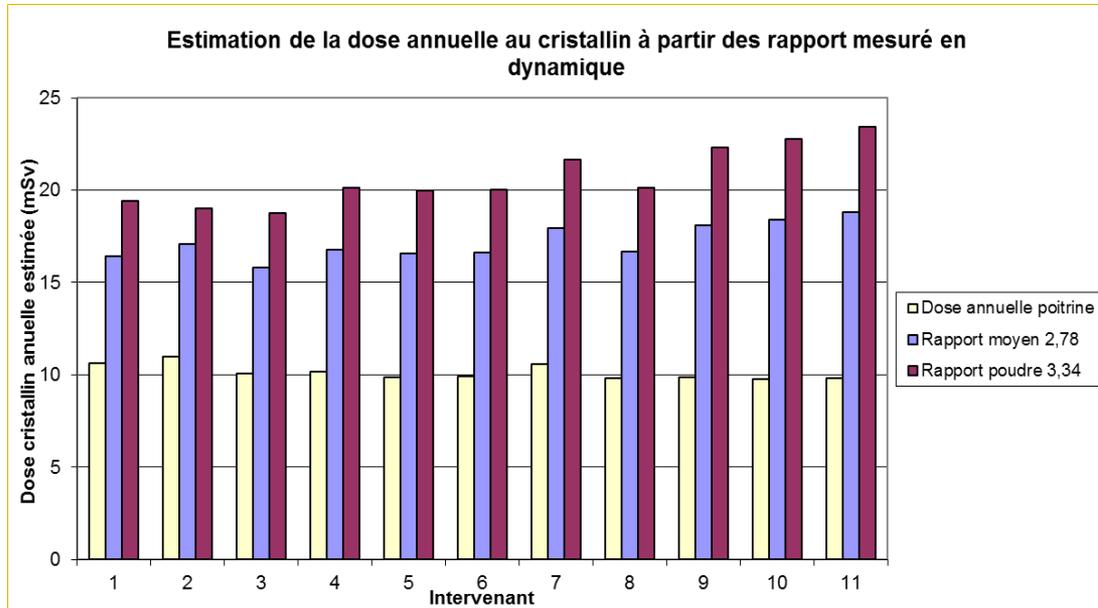
➤ Intervenants ayant la plus forte dosimétrie corps entier des 12 derniers mois

Dose photon

- 1^{er} cas : rapport moyen de 2,78
- 2nd cas : rapport majorant de 3,34

Dose neutron

- rapport de 1



Dose totale équivalente au cristallin

1^{er} cas : 16 à 18 mSv/an

2nd cas : supérieur à 20 mSv/an

Rapport des doses au cristallin et à l'organisme entier (OE) LA HAGUE

► Mesures dynamiques

- Atelier MAPU, UCD, LCC spectre PU AM

Rapport des doses photon $H_p(3)/ H_p(10)$

$H_p(10)$ sans tablier => rapport ≈ 1

$H_p(10)$ avec tablier => rapport proche de 15

Rapport des doses neutron

Rapport ≈ 1

Rapport plus stable que pour les photons

- Atelier T1 spectre $\beta\gamma$

Rapport des doses photon $H_p(3)/ H_p(10)$

$H_p(10)$ sans tablier => rapport < 1

$H_p(10)$ avec tablier => rapport proche de 1

Radioprotection du cristallin



► Objectifs

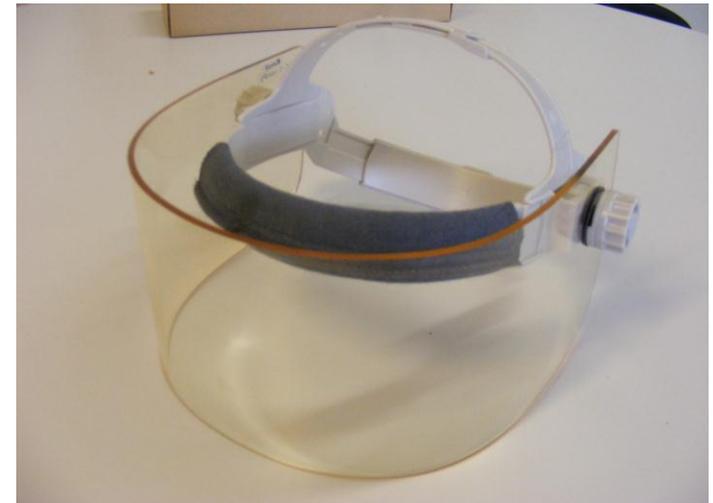
- ◆ Atténuer suffisamment la dose au cristallin
- ◆ Diminuer le rapport des doses gamma entre le cristallin et la dose OE
- ◆ Obtenir une configuration où la dose corps entier serait égale ou enveloppe de la dose au cristallin.

Radioprotection du cristallin

Test d'atténuation de visière

- 2 visières en plexiglas (3 mm et 8 mm d'épaisseur de la visière du masque)
- 1 visière en acrylique plombé équivalent 0,1 mm de plomb

Protection biologique (visières et tablier au Pb)	Atténuation photon
Plexiglas 3 mm	4 %
Plexiglas 8 mm	10 %
Acrylique plombé	65 %
Tablier au plomb	60 à 70 %



Conclusions

- ▶ **Risque de Dépassement des 20 mSv/an,**
 - ◆ **Proposition 1 : Déclinaison des recommandations de la CIPR : 100 mSv sur 5 ans et non 20 mSv par an : Plus de souplesse dans la gestion des doses**

- ▶ **Pour limiter les difficultés du port du dosimètre (sur le front, éventuellement derrière le masque,....)**
 - ◆ **Proposition 2 : Pouvoir utiliser le dosimètre OE avec une fonction de transfert pour déterminer la dosimétrie du Cristallin**
 - ◆ **Proposition 3 : Utilisation de moyens de radioprotection tels que les visières au verre plombé et optimiser la protection organisme entier**
 - Ergonomie de travail contraignante vis-à-vis du travail en BâG, sécurité
 - Avoir une équivalence entre le tablier radio protégé et la visière, pour réaliser une dosimétrie cristallin avec celle de L'OE.