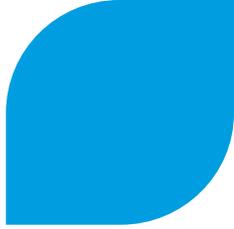


Etude de la dosimétrie du cristallin sur AREVA NC

R. KRAMAR - LA HAGUE
A. DE VITA - MELOX

Congrès SFRP
Lille, juin 2017



Rappel de l'évolution de la réglementation

Analyse de postes de travail

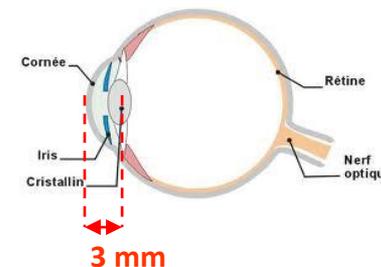
Méthodologie de travail

Exploitation des données

Conclusions

Rappel de l'évolution de la réglementation

- ▶ **16 études épidémiologiques réalisées de 1993 à 2008**
 - ◆ Un seuil d'apparition et des limites d'exposition qui évoluent
 - ◆ Effet radio induit du cristallin, risque déterministe de développer une cataracte
- ▶ **Réunion de la CIPR du 21 avril 2011: Définition des limites de protection**
 - ◆ 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
- ▶ **Recommandation de l'ICRU :**
 - ◆ Mesuré à 3 mm de profondeur
 - ◆ Estimé par la grandeur : $Hp(3)_{total} \rightarrow Hp(3)_n + Hp(3)_\gamma + Hp(3)_\beta$
- ▶ **Directive européenne en janvier 2014 : reprend les mêmes valeurs**
- ▶ **Evolution attendue de la réglementation française (janvier 2018) :**
 - ◆ 100 mSv / 5 ans et 50 mSv max / an jusqu'en 2022, puis 20 mSv / an
 - ◆ Avoir une approche ALARA, mise en place de protection, si dose > 15 mSv/an



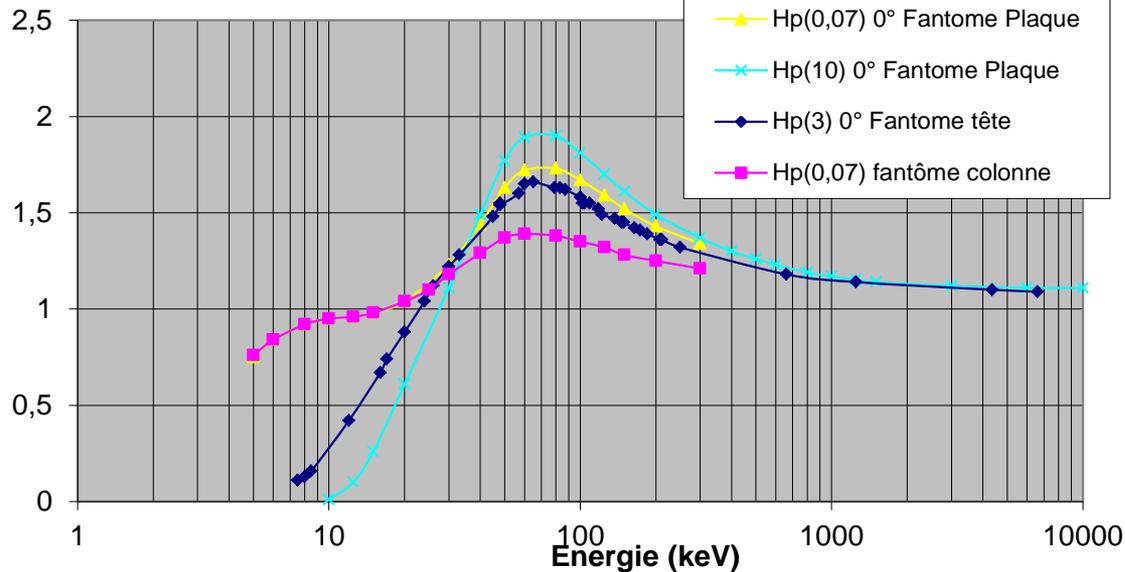
Analyse de postes de travail

- ▶ **Depuis 2011, travail sur les établissements de La Hague (LH) et Melox**
 - ◆ Méthodologie de mesures
 - ◆ Prise en compte des rayonnements gamma, neutrons et bêta
 - ◆ R&D des éventuelles protections à mettre en place (visière, lunette, écran d'APVR)
- ▶ **Ateliers les plus sensibles pour la dose cristallin**
 - ◆ Sur LH, ateliers avec des spectres : Pu/Am (MAPU, UCD, LCC), $\beta\gamma$ (T1)
 - ◆ Sur Melox : installations poudres et pastilles en exploitation et maintenance
- ▶ **Définition des grandeurs de référence aux postes de travail**
 - ◆ KERMA dans l'air, mesuré avec une chambre d'ionisation étalonnée
 - ◆ Détermination de l'énergie apparente aux postes de travail (COGEBADGE)
 - ➔ Nombreux échanges avec les médecins et les laboratoires de dosimétrie de LH et Melox ainsi que l'entité de R&D AREVA
- ▶ **Stratégie Areva groupe (méthodologie, analyse des postes de travail)**

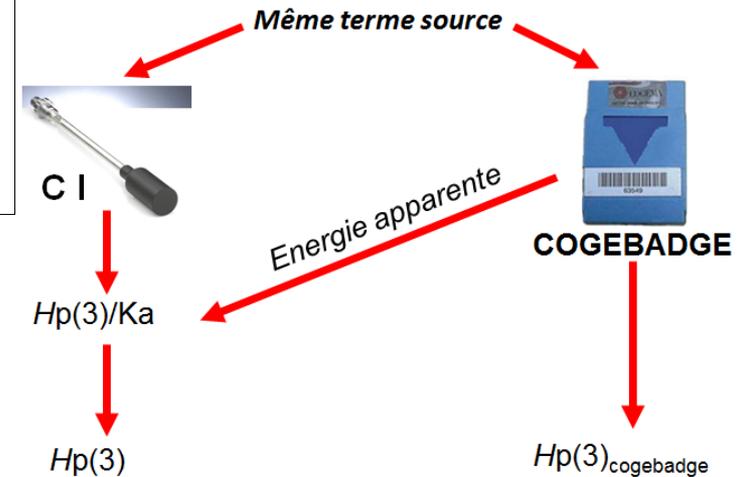
AREVA NC

L'estimation de Hp (3)

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



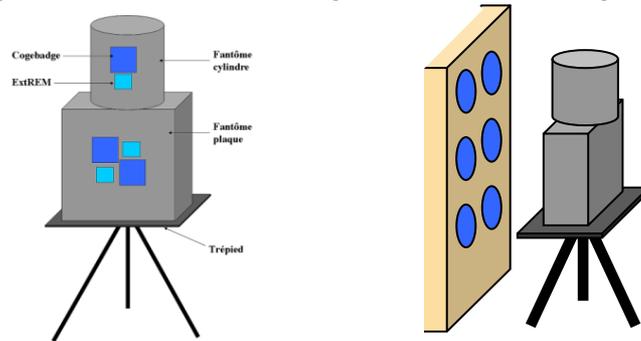
- Vérifier la cohérence entre la mesure direct avec les dosimètres par rapport à une chambre d'ionisation (CI)



2013 : les 1^{ers} résultats (1/2)

► Déterminer les grandeurs pertinentes

- ◆ Etude conduite avec les laboratoires de dosimétrie **sur fantômes en PMMA** représentant une partie du corps humain :



10 à 15 cm devant les boîtes à gants

► Evaluer les protections possibles pour le cristallin

- **Choix orienté vers des lunettes de protection** après étude des visières radioprotégées et des écrans de masque

► Caractériser les niveaux d'exposition actuels

- ◆ Observation des ratios entre le cristallin et l'organise entier

- **Etude à poursuivre pour déterminer une évaluation indirecte de la dose au cristallin**

AREVA NC

2013 : les 1^{ers} résultats (2/2)

► Estimer l'exposition du cristallin et les ratios entre cristallin et OE

◆ Sur LH

- Sans protection : le rapport est égal à 1

$$Hp (3) \text{ cristallin} = Hp (10))\gamma OE + Hp (10) n OE$$

- Avec tablier de plomb : le rapport est ~ 15

$$Hp (3) \text{ cristallin} = Hp (10))\gamma OE *15 + Hp (10) n OE$$

Nota: Pas d'impact $Hp (3)\beta$ du fait de l'EPI ou de la visière du masque

◆ Sur Melox

- Sans protection : le rapport est égal à 1

$$Hp (3) \text{ cristallin} = Hp (10))\gamma OE + Hp (10) n OE$$

- Avec tablier de plomb : le rapport est ~ 3

$$Hp (3) \text{ cristallin} = Hp (10))\gamma OE *3 + Hp (10) n OE$$

► Connaitre les conditions d'exposition du personnel aux différents postes de travail

→ Le ratio $Hp (3) / Hp (10)$ varie en fonctions de nombreux paramètres (configuration atelier, ...)

→ Besoin d'approfondir nos travaux

2015 -2016 : la 2^{ème} phase d'analyse

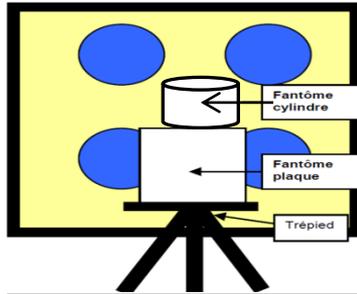
► Objectifs

- ◆ Apprécier le niveau actuel de l'exposition du cristallin,
- ◆ Connaitre les conditions d'exposition du personnel aux différents postes de travail (essais statiques et dynamiques),
- ◆ Définir l'évaluation de la mesure de l'équivalent de dose au niveau de cristallin,
- ◆ Qualifier des lunettes de protections.

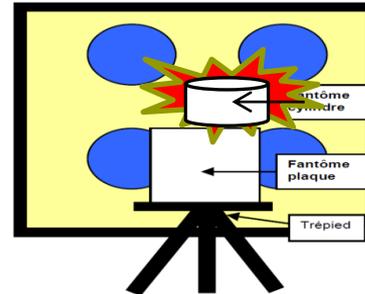


Etudes statique et dynamique approfondies

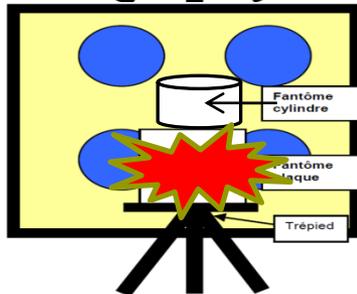
► Configurations des postes de travail variées



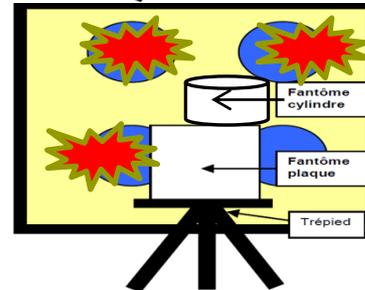
Exposition homogène



Exposition plus importante au niveau du fantôme tête



Exposition plus importante au niveau du buste



Exposition hétérogène

► Etude dynamique avec la participation de différents intervenants

- ◆ Différents secteurs
- ◆ Différentes configurations
 - Champs de rayonnements non homogènes
 - Posture des intervenants
 - Port des EPI

AREVA NC

PORT D'UN BANDEAU

Verre de lunettes SF6
équivalent 0,5 mm de plomb

Sous le verre un
dosimètre extREM



dosimètre extREM à nu

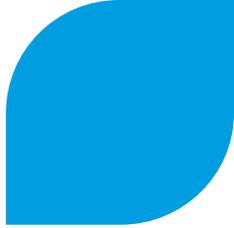
Analyse sur divers postes et interventions

► **Données traitées selon les différentes évaluations réalisées** afin d'apprécier le niveau de l'exposition du cristallin

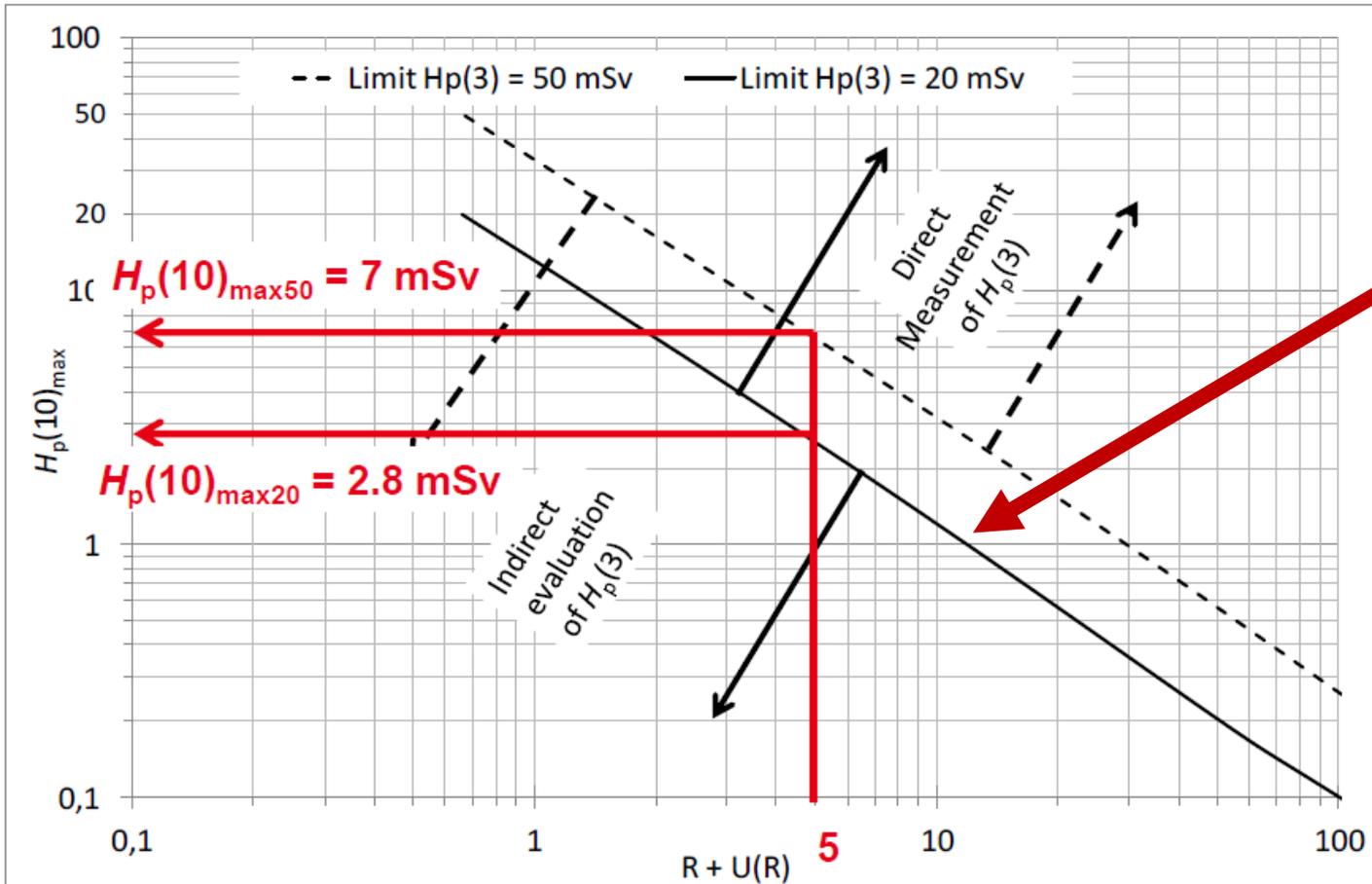
- ◆ Sur LH : 1600 données réparties au niveau de 166 agents
- ◆ Sur Melox : 250 données réparties au niveau de 40 agents.

Périmètre	Spectre	Tablier	Visière 8mm	Dose OE	Dose cristallin
LH : Atelier MAPU	Pu / Am	Oui	Non	Hp(10) γ , Hp(10)n	Hp(3) γ , Hp(3)n
LH : Atelier HADE	Cs137	Non	Non	Hp(10) γ	Hp(3) γ , Hp(3) β
LH : Atelier HADE	Pu / Am	Non	Non	Hp(10) γ , Hp(10)n	Hp(3) γ , Hp(3)n
LH : Atelier T1	Cs / Sr-Y	Oui	Oui	Hp(10) γ	Hp(3) γ , Hp(3) β
Melox : Poudre en exploit	Pu / Am	Oui	Non	Hp(10) γ , Hp(10)n	Hp(3) γ , Hp(3)n
Melox : Pastille en exploit	Pu / Am	Oui	Non	Hp(10) γ , Hp(10)n	Hp(3) γ , Hp(3)n
Melox : Maintenance	Pu / Am	Oui	Non	Hp(10) γ , Hp(10)n	Hp(3) γ , Hp(3)n

Conditions d'évaluation



► Sur la base du graphe Jean Marc BORDY CEA SACLAY (Janvier 2016)



Courbes permettant de valider l'évaluation de $H_p(3)$ cristallin par méthode indirecte

Ces courbes prennent en compte l'incertitude sur la mesure de $H_p(10)$ photon du dosimètre corps entier

La Hague : Résultats

► Qualification des postes de travail, pour 2854 agents surveillés

Dose au cristallin	% effectif	Dose OE mSv	Service	Surveillance
< 6mSv	99,2%	1,14	Tous secteurs	Pas de surveillance
6 -15mSv	0,7%	1,14 - 2,9	Maint. et RP	Surveillance indirecte
15-20mSv	0,1%	2,9 - 3,9	Maint. et RP	Surveillance indirecte
>20mSv	0%	> 3,9	/	Sans objet

► Evaluation de l'équivalent de dose au cristallin par une mesure indirecte (au niveau de l'OE), avec

$$\rightarrow \text{Dose cristallin} = \text{Dose } (\gamma) \text{ OE} * 3,16 + \text{dose (n) OE}$$

Melox : Résultats

► Qualification des postes de travail (Melox et Entreprises Extérieures)

Dose au cristallin	% effectif	Dose OE mSv	Service	Surveillance
< 6mSv	69,3%	< 3	Tous secteurs	Pas de surveillance
6 -15mSv	25,6%	3 - 8	Tous secteurs	Surveillance indirecte
15-20mSv	4,6%	8 - 9,5	Exploit. et Maint.	Surveillance indirecte
>20mSv	0,5%	9,5 - 10	Exploit. et maint.	Surveillance indirecte

► Evaluation de l'équivalent de dose au cristallin par une mesure indirecte (au niveau de l'OE), avec

◆ Sans lunette : → **Dose cristallin = Dose (γ) OE * 2,75 + dose (n) OE**

◆ Avec lunette : → **Dose cristallin = Dose (γ) OE * 1,3 + dose (n) OE**

► Qualification des lunettes faites vis-à-vis de la veste radioprotégée

→ **Amélioration de l'ergonomie et de la correction visuelle**

Conclusions

▶ Sur La Hague

- ◆ Peu de personnes impactées
- ◆ S'adapter aux interventions spécifiques

▶ Sur Melox

- ◆ Les lunettes sont un moyen de protection adapté à la nuisance

▶ Sur les établissements La Hague et Melox, en cours :

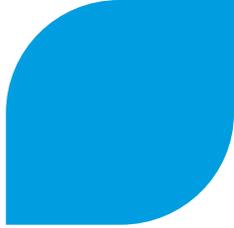
- ◆ Surveillance et calcul de la dose cristallin par mesure indirecte / OE
- ◆ Validation de la méthode par une surveillance cristallin grâce aux dosimètres passifs AREVA

Dosimétrie passive caractérisée en grandeur $H_p(3)$

Dosimétrie passive caractérisée en grandeur $H_p(10)$

- ◆ Rédaction des processus de mesures et surveillance
- ◆ Présentation des dispositions opérationnelles





MERCI DE VOTRE ATTENTION