

IRSN

INSTITUT
DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Faire avancer la sûreté nucléaire

DOSIMETRIE DU CRISTALLIN - EXPOSITION DES TRAVAILLEURS ET BONNES PRATIQUES EN MATIERE DE RADIOPROTECTION

Isabelle CLAIRAND, Alain RANNOU, Bernard AUBERT,
Jean-Luc REHEL, Marie-Pierre VERAN-VIGUIE,
Charlotte CAZALA, Johnny DUMEAU, François QUEINNEC,
Jean-François BOTTOLLIER-DEPOIS, Yann BILLARAND.

Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire
Pôle Radioprotection
Direction de la protection de l'Homme

« Recommandations sur les bonnes pratiques en matière de radioprotection des travailleurs dans la perspective de l'abaissement de la limite réglementaire de dose équivalente pour le cristallin ».

Rapport IRSN PRP-HOM/2013-00010, 2013.



Prochainement
disponible sur le site
internet de l'IRSN
www.irsn.fr

IRSN
INSTITUT
DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Faire avancer la sûreté nucléaire

Recommandations sur les bonnes pratiques en matière de radioprotection des travailleurs dans la perspective de l'abaissement de la limite réglementaire de dose équivalente pour le cristallin

Rapport PRP-HOM/2013-00010

Pôle radioprotection, environnement, déchets et crise

Introduction

- Nouvelles données scientifiques sur les risques radio-induits dus à l'exposition du cristallin de l'œil
- Recommandation de la CIPR du 21 avril 2011 : **limite de dose de 20 mSv par an**, en moyenne sur des périodes définies de 5 ans, sans dépasser 50 mSv au cours d'une même année
- Révision des BSS internationales et européennes
- Transposition des nouvelles limites de dose en droit national



- identifier les **activités « à risque »** du point de vue de l'exposition du cristallin
- identifier des **moyens de protection individuelle et collective (bonnes pratiques)**
- définir le type de **surveillance dosimétrique** associé

Activités professionnelles « à risque »

Document TECDOC de l'AIEA (en cours de finalisation) : *Implications for occupational protection of the new dose limit for the lens of the eye.*

Situations pouvant conduire à une exposition significative du cristallin comparativement au reste de l'organisme :

- le travailleur porte un **EPI** au niveau du corps,
- la **géométrie** du poste de travail conduit à ce que la **tête se trouve davantage exposée que le reste du corps**,
- le travailleur est exposé directement à des **rayonnements peu pénétrants** (émission β d'énergie max > 700 keV ou photons de basse énergie).

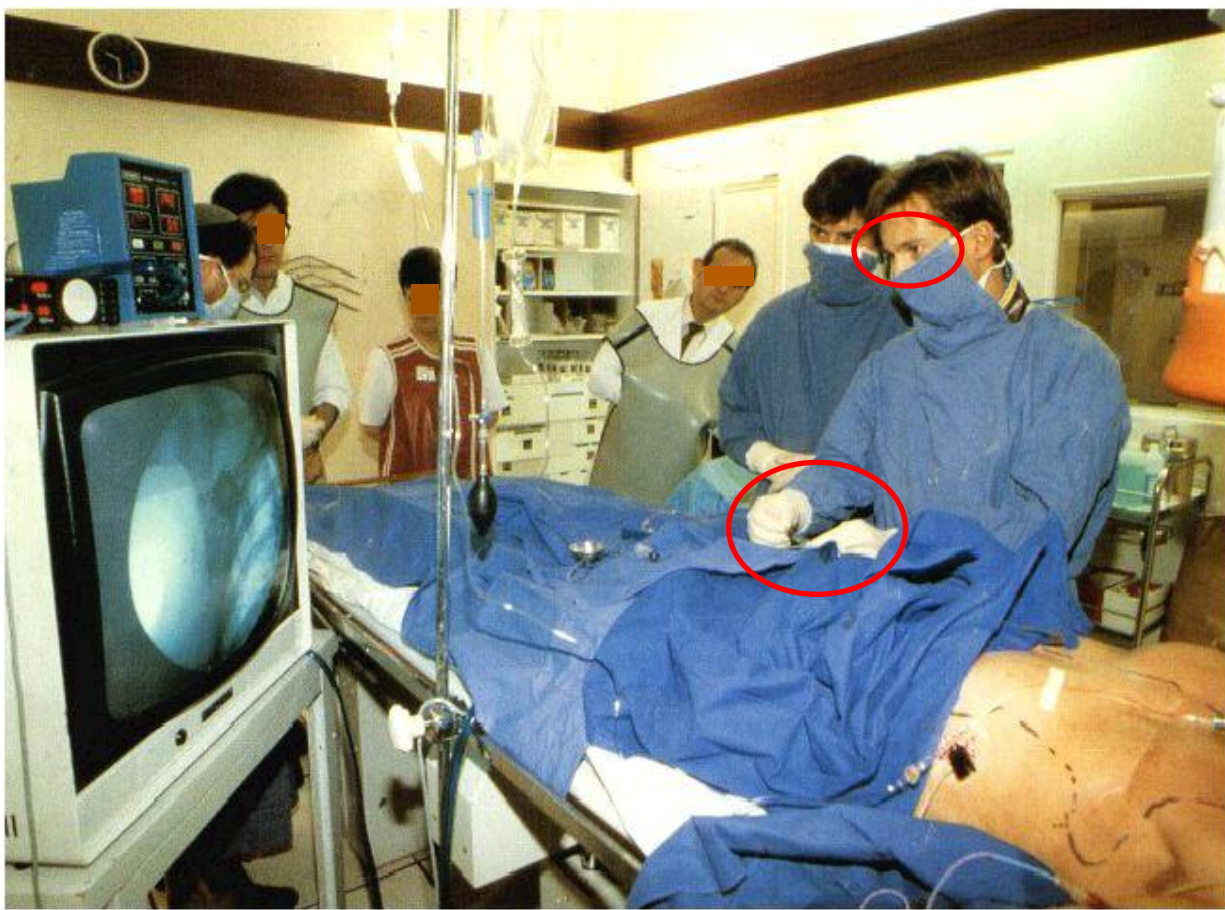
Secteur **MEDICAL**

- Radiologie interventionnelle
- Curiethérapie, médecine nucléaire, recherche

Secteur **INDUSTRIEL**

- Opérations en boîte à gants, de démantèlement, de contrôle, de maintenance d'équipements contaminés, etc.

Radiologie interventionnelle



crédit photo <http://www.utc.fr>

Radiologie interventionnelle

- **NCRP Report No. 168 (2010)** . Radiation Dose Management for Fluoroscopically Guided Interventional Medical Procedures., Bethesda, MD., NCRP (2010).
- **ICRP Publication 85 (2000)**. Avoidance of Radiation Injuries from Medical Interventional Procedures. Ann. ICRP 30 (2).
- VANHAVERE F. *et al.* Measurements of eyes lens doses in interventional and cardiology : final results of ORAMED project. Radiation Measurements 46, 1243-1247 (2011).
- VAÑO E. *et al.* Eye Lens Exposure to Radiation in Interventional Suites: Caution Is Warranted. Radiology 248, 945-953 (2008).
- ANTIC V. *et al.* Eye lens dosimetry in interventional cardiology: results of staff dose measurements and link to patient dose levels Radiation Protection Dosimetry 154, 276-284 (2013).

Dose au cristallin en radiologie interventionnelle :

- entre quelques μSv et quelques centaines de μSv par procédure (sans lunettes plombées)
- par extrapolation : > **20 mSv/an possible** dans de nombreux cas

Curiethérapie, médecine nucléaire, recherche

CURIETHERAPIE

- abandon des fils d'Iridium 92
- implants permanents d'Iode 125 : **dose cristallin 10-20 μSv /implantation**

MEDECINE NUCLEAIRE ET RECHERCHE MEDICALE

- radionucléides : émetteurs de photons de qq 10 keV (^{125}I) à qq 100 keV (^{11}C , ^{18}F , ^{131}I), émetteurs bêta (^{90}Y - E_{max} 2,28 MeV)
 - études dosimétriques : **dose cristallin peut être > 20 mSv/an**
 - accident de contamination (projection)
-
- GAGNA G et *al.* Exposition radiologique de l'équipe opératoire au cours de curiethérapies de prostate par implants permanents d'iode-125. Radioprotection 46 (2), 189-208 (2011).
 - SUMMERS E C et *al.* Eye doses to staff in a nuclear medicine department. Nucl Med Commun. 33(5):476-480 (2012).
 - LEIDE-SVEGBORN S. External radiation exposure of personnel in nuclear medicine from ^{18}F , $^{99\text{m}}\text{Tc}$ and ^{131}I with special reference to fingers, eyes and thyroid. Rad. Prot. Dosim. 149, 196-203 (2012).

Domaine industriel

Opérations :

- en **boîte à gants** (en particulier lorsque le visage se trouve face au rond de gant dépourvu de protection biologique),
- de **démantèlement** (activités d'inventaire, de reconditionnement, de tri et de découpe de déchets),
- de **contrôle** (contrôles qualité visuels des pastilles de combustible, des assemblages combustibles, etc.)
- de **maintenance d'équipements contaminés** en fonctionnement normal

+ situations accidentelles : projection de liquides ou aérosols

Plusieurs études (AREVA, EDF) mettent en évidence une exposition au cristallin pour certaines opérations.

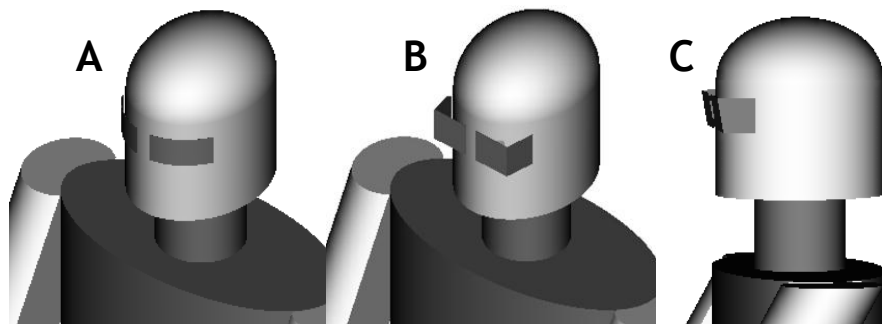
Nécessité de réaliser des études de poste

Bonnes pratiques de RP en rad. int.

- EPI : lunettes de protection plombées :
Epaisseurs équivalentes de Pb 0,5 - 0,75 mm :
atténuation de 90% + protections latérales



Paire de lunettes de protection avec déflecteur (Sté Amray Medical protection).



Projet européen ELDO (radiologie interventionnelle)

C Koukorava, J Farah, L Struelens, et al. *Efficiency of radiation protection equipment in interventional radiology: a systematic Monte Carlo study of eye lens and whole body doses.* Submitted to J. Rad. Prot.

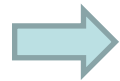
Bonnes pratiques de RP en rad. int.

- **Visières en acrylique plombé (0,1 mm équivalent) : protection de 99% (à 40 kV) à 77% (à 140 kV) selon fabricant**
- **Ecrans plombés suspendus : protection jusqu'à 97%**
(Projet européen ORAMED - Koukorava, 2011)
- **Cabines de protection, peu répandues**

A noter qu'il n'existe pas de normes pour ces équipements

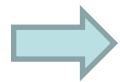
Bonnes pratiques de RP en curiethérapie, médecine nucléaire, recherche

CURIETHERAPIE



- **étude de poste**
- **EPI le cas échéant**
- **suivi dosimétrique adapté le cas échéant**

MEDECINE NUCLEAIRE ET RECHERCHE



- **étude de poste**
- **EPI le cas échéant**
- **suivi dosimétrique adapté le cas échéant**
- **port de lunettes pour éviter les projections**

Bonnes pratiques de RP dans le domaine industriel

- la prise en compte du risque d'exposition du cristallin doit avant tout se faire à la **conception** des équipements ou de la mise en place des procédures
- **étude de poste**
- le cas échéant, **le port de lunettes plombées** ou autres type d'EPI viendra compléter les protections collectives mises en œuvre
- **suivi dosimétrique adapté** le cas échéant

La surveillance dosimétrique

- La grandeur dosimétrique de référence pour estimer la dose équivalente au cristallin est $H_p(3)$
- L'ICRU va publier prochainement des **coefficients de conversion** de référence pour l'étalonnage des dosimètres individuels en $H_p(3)$ pour les électrons, les photons et les neutrons
- La norme **ISO 15382:2002** est en cours de révision pour la mise en œuvre des dosimètres individuels (design des programmes de surveillance, choix du dosimètre, positionnement, étalonnage, etc.)

La surveillance dosimétrique

En pratique on peut retenir **deux situations d'exposition** du travailleur pour adapter la surveillance dosimétrique du cristallin :

1. L'exposition peut être considérée comme homogène.

➡ l'exposition du cristallin peut être assimilée à celle du corps entier, évaluée par le dosimètre porté à la poitrine, sous réserve de choisir la grandeur dosimétrique, $H_p(0,07)$ ou $H_p(10)$, adaptée au rayonnement à mesurer

2. L'exposition ne peut pas être considérée comme homogène.

➡ c'est le cas lorsque la poitrine est protégée par un EPI ou par un EPC ou lorsque la géométrie du poste de travail est telle que le visage est davantage exposé que le reste du corps ; alors un dosimètre placé au plus proche de l'œil, doit être privilégié.

La surveillance dosimétrique

- Le dosimètre doit être porté du côté le plus exposé du visage, sur la peau, au plus près de l'œil



Dosimètre EYE-D™
(Radcard)

Développé dans le cadre
du projet ORAMED



<http://www.lps-berlin.de/personendosismesse/teilkoeperdosimetrie/augendosimeter.html>

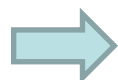


<http://www.hpa.org.uk>

La surveillance dosimétrique

■ Estimation de la dose au cristallin par une méthode indirecte

- Le port d'un dosimètre au plus près de l'œil peut poser des problèmes pratiques, par exemple en raison du port de masque ou de la gêne occasionnée.
- Il est possible d'envisager, à défaut, la possibilité d'estimer l'exposition du cristallin par une méthode indirecte basée sur la mesure d'un autre dosimètre à laquelle un facteur d'extrapolation, **dûment validé**, est appliqué (estimation de l'exposition du cristallin réalisée à partir du dosimètre « corps entier » ou au niveau du cou ou de l'épaule).



situations qui doivent être dûment justifiées

Recommandations générales IRSN

- **Former et sensibiliser les opérateurs et les acteurs de la radioprotection à tous les « outils » permettant de réduire la dose au travailleur (conception des équipements, déploiement des protections individuelles du cristallin).**
- **Pour toutes les situations où l'exposition du cristallin n'est pas ou est mal connue, intégrer systématiquement la dose au cristallin dans toute étude de poste.**
- **Mettre en œuvre une surveillance dosimétrique dans les cas où l'exposition du cristallin évaluée lors de l'étude de poste est susceptible de dépasser 15 mSv/an (limite public) :**
 - **utiliser un dosimètre individuel « cristallin » étalonné en $H_p(3)$,**
 - **si fortes contraintes particulières, situations qui doivent être dûment justifiées, utilisation d'une méthode indirecte (garantissant une estimation enveloppe)**

Recommandations de l'IRSN

- Même si la limite de dose au cristallin est déterminée pour prévenir l'apparition d'effets déterministes et que l'étude de poste montre que cette limite ne sera pas atteinte ou dépassée, évaluer les marges d'optimisation possibles.
- En ce qui concerne le milieu médical et plus particulièrement la radiologie interventionnelle, toute démarche d'optimisation de la dose au patient aura un impact bénéfique sur l'exposition du personnel.