

RETOUR SUR LA FICHE «CRISTALLIN» REDIGEE PAR LA SFRP

Denis-Jean GAMBINI⁽¹⁾, Jean-Marc BORDY⁽²⁾

⁽¹⁾ Université Paris V. denis.gambini@parisdescartes.fr

⁽²⁾ CEA, LIST, Laboratoire National Henri Becquerel (LNE-LNHB),
91191 Gif sur Yvette, France
Jean-marc.bordy@cea.fr

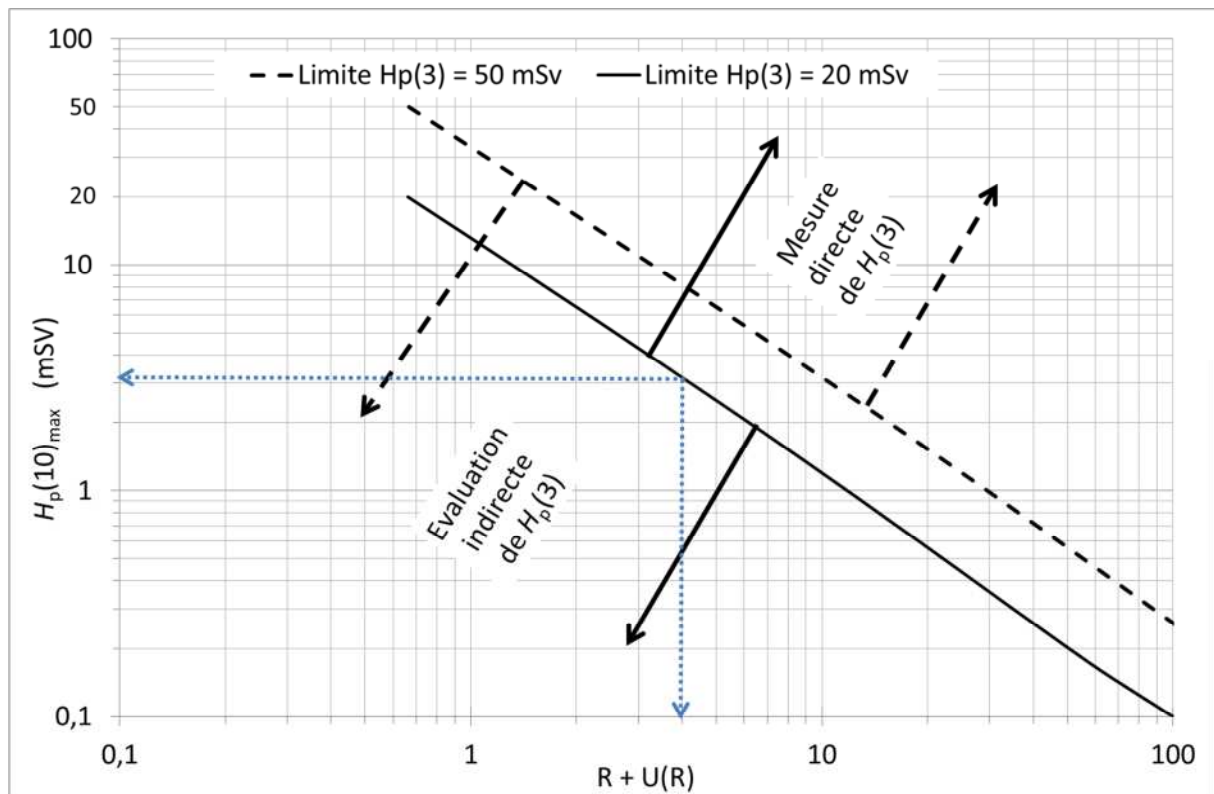
De nombreux travaux ont été publiés ces dernières années suite à la publication de la recommandation de l'AIEA sur la dosimétrie du cristallin conduisant à la réduction des limites d'exposition pour les travailleurs. Une fiche technique sur la dosimétrie du cristallin a été publiée par le SFRP au même titre que d'autres documents de synthèse comme celui de l'IRSN, la norme ISO 15382, la future fiche de l'IRPA en préparation ou encore certains passages du livre blanc pour la dosimétrie. Les solutions prônées par les comités de rédaction de ces documents vont toutes globalement dans le même sens. Cependant, l'accent y est mis, selon le cas, sur tel ou tel aspect (médical, industriel, métrologique, ...) qui y est plus ou moins détaillé. L'objectif de cette courte présentation est de revenir sur trois points :

- Est-il possible de mesurer la « dose » reçue par le cristallin par une méthode indirecte tant pour évaluer les risques (délimiter les zones) que pour surveiller les expositions individuelles ?
- Dans quels cas d'exposition du cristallin une surveillance dosimétrique individuelle doit-elle être réalisée ?
- Comment enregistrer la dose effectivement reçue par le cristallin après mise en œuvre des protections ?

1 – Mesure indirecte de la « dose » reçue au cristallin

Du fait de la gêne que peut occasionner le port d'un dosimètre dédié à proximité de l'œil, une mesure dosimétrique déportée associée à un coefficient de conversion ($R = H_p(3)/H$, où H est un équivalent dose de référence) peut être envisagée sous conditions, en fonction des caractéristiques du champ de rayonnement au poste de travail. La méthode indirecte ne doit pas introduire d'erreur systématique sur l'évaluation de la « dose » au cristallin. L'un des éléments permettant d'éviter l'introduction d'erreurs systématiques est d'assurer la traçabilité des mesures aux références nationales. Celle-ci est obtenue au travers, de l'étalonnage des dosimètres qui doit être réalisé dans les conditions métrologiques, et du respect des conditions d'utilisation des dosimètres spécifiquement conçus en fonction de ces dernières. Chaque fois que l'on s'éloigne de l'une ou l'autre de ces conditions, il faudra appliquer un facteur de correction, K , qui induira une augmentation de l'incertitude sur le résultat final.

La fiche technique SFRP propose de s'appuyer plutôt sur la dosimétrie corps entier ($H_p(10)$ est alors porté au dénominateur de R) évaluée lors de l'étude de poste. Lors de cette dernière, le ratio, R , entre le résultat de la dosimétrie corps entier et de la dosimétrie du cristallin est établi avec son incertitude associée $U(R)$. Une relation entre les limites d'exposition et ce ratio avec son incertitude permet de définir un domaine de « dose » (voir figure ci-après) au sein duquel, avec un intervalle de confiance qui dépend du facteur d'élargissement choisi pour l'expression des incertitudes, on peut utiliser une évaluation indirecte de la « dose » au cristallin à partir de la dosimétrie corps entier. Ainsi, pour une valeur $R+U(R)=4$ (flèches pointillées bleues), on peut envisager un suivi de la « dose » au cristallin à partir de la « dose » corps entier avec un coefficient de conversion uniquement si la mesure de $H_p(10)$ est inférieure à 3,1 mSv, dans le cas où l'on considère une limite annuelle d'exposition pour $H_p(3)$ de 20 mSv par an.



- Si l'utilisation d'un autre référentiel que la dosimétrie corps entier, $H_p(10)$, est envisagée, par exemple en utilisant la mesure de $H_p(0,07)$ au niveau des extrémités au lieu de $H_p(10)$ au niveau du tronc, la proximité du dosimètre avec les sources de rayonnement implique que de petites variations des conditions de travail se traduisent par de plus grandes variations de $H_p(0,07)$ par rapport à celle que subirait $H_p(10)$. On aurait ainsi une augmentation de l'incertitude $U(R)$, donc de $R+U(R)$, donc une réduction du domaine de « dose » ou la méthode indirecte pourrait être appliquée (voir flèche bleu sur le graphe ci-dessus).
- Si l'on envisage d'utiliser des points de référence ailleurs sur le corps par exemple au niveau de l'épaule sur le tablier de plomb, il convient alors d'évaluer le facteur de correction, K , et son incertitude associée, $U(K)$, qui prendra en compte que le dosimètre n'est étalonné ni sur une face latérale du fantôme, ni avec un tablier de plomb entre lui et le fantôme. Comme précédemment, on aurait une augmentation de l'incertitude globale $U(R)$, donc de $R+U(R)$, donc une réduction du domaine de « dose » ou la méthode indirecte pourrait être appliquée (voir flèche bleu sur le graphe ci-dessus).
- Si l'on envisage d'utiliser les informations de la dosimétrie d'ambiance pour établir le ratio R , une variation inopinée des conditions de travail de la personne dans une ambiance radiologique inchangée pourra entraîner une variation du ratio plus grande que celle d'un ratio fondé sur une dosimétrie individuelle ; les numérateur et dénominateur varieraient dans ce dernier cas dans une moindre mesure car les deux grandeurs sont mesurées sur la personne et donc prennent en compte au moins partiellement de la même manière la variation des conditions de travail.

Une dernière remarque sur l'homogénéité du champ de rayonnement qui est parfois perçue comme une condition sine qua non à l'utilisation d'un ratio R pour remonter à la « dose » au cristallin. Certes, cette homogénéité facilite l'établissement de R mais une exposition inhomogène stable dans le temps c'est-à-dire avec un poste de travail qui n'implique pas de variation de R au-delà de l'incertitude $U(R)$ n'est pas rédhibitoire.

2 – Surveillance dosimétrique du cristallin

Aujourd'hui si l'on considère uniquement le risque d'exposition au niveau du cristallin :

- un travailleur est classé en catégorie B, dès lors qu'il est soumis dans le cadre de son activité professionnelle à une exposition à des rayonnements ionisants susceptible d'entraîner, des doses au niveau du cristallin supérieures à 15 mSv/an et inférieures à 45 mSv/an.
- un travailleur est classé en catégorie A dès lors qu'il est soumis dans le cadre de son activité professionnelle à une exposition à des rayonnements ionisants susceptible d'entraîner, des doses au niveau du cristallin supérieures 45 mSv/an.

Lorsque la directive 2013/59/Euratom sera transposée en droit français, le travailleur sera classé en catégorie A dès lors qu'il est soumis dans le cadre de son activité professionnelle à une exposition à des rayonnements ionisants susceptible d'entraîner, des doses au niveau du cristallin supérieures à 15 mSv/an. Une présentation récente de l'IRSN indique de plus qu'il faudra 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 6 mSv/an sur plusieurs années consécutives (voir dernière référence bibliographique).

3 – Suivi de la dose reçue par le cristallin

Techniquement, le classement du travailleur conditionne la périodicité de la surveillance dosimétrique (méthode de mesure directe ou indirecte). Notamment, depuis 2010, le système SISERI est en capacité de recevoir un résultat de dosimétrie du cristallin. A la date de publication de fiche technique SFRP, dans la pratique, les dispositifs de mesure n'étant pas parfaitement adapté, la mesure et l'enregistrement de la dose au cristallin n'était pas mise en œuvre et le dernier bilan des expositions professionnelles aux rayonnements ionisants de l'IRSN ne présentait pas de résultats concernant l'exposition du cristallin.

La traçabilité des expositions comprend l'enregistrement du suivi dosimétrique, un suivi post exposition, une attestation d'exposition lorsque le travailleur quitte son employeur, et, éventuellement une surveillance post professionnelle. Le tableau n° 6 des Maladies professionnelles mentionnant la cataracte radio-induite est repris ci-dessous

Désignation des maladies (liste limitative)	Délai de prise en charge	Liste indicative des principaux travaux susceptibles de provoquer ces affections
Blépharite ou conjonctivite	7 jours	Radifères
Kératite Cataracte	1 an 10 ans	Recherches ou mesures sur les substances radioactives et les rayons X dans les laboratoires

Quelques indications bibliographiques (non exhaustives, le lecteur pourra trouver d'autres références dans la bibliographie proposée)

- ICRP (2011) International Commission on Radiological Protection Statement on tissue reactions, ICRP ref 4825-3093-1464.
- Directive européenne 2013/59/Euratom DU CONSEIL du 5 décembre 2013 fixant les normes de base relatives à la protection sanitaire contre les dangers résultant de l'exposition aux rayonnements ionisants.
- Daures J. et al. (2009) Conversion coefficients from air kerma to personal dose equivalent Hp(3) for eye-lens dosimetry, ISSN-0429-3460, CEA-R-6235 Saclay, France.
- Daures J. et al. (2011) Monte Carlo determination of the conversion coefficients Hp(3)/Ka in a right cylinder phantom with penelope code. Comparison with "mcnp" simulations", Radiation Protection Dosimetry 144 (1-4), 37-42.

- Gualdrini G. et al. (2011) A new cylindrical phantom for eye lens dosimetry development, Radiation Measurements 46, 1231-1234.
- Gualdrini G. et al. (2013) Air kerma to $H_p(3)$ conversion coefficients for photons from 10 keV to 10 MeV, calculated in a cylindrical phantom. Radiation Protection Dosimetry 154 (4), 517-521.
- P. Devin et al. (2013) 9^{ème} Congrès National de Radioprotection, Bordeaux, La dosimétrie du cristallin.
- Marcié S. et al. (2014) Exposition du cristallin du praticien lors des traitements avec des rayons X de basse énergie, Radioprotection 49(4), 289-292.
- Livre blanc sur la surveillance radiologique des travailleurs.
<http://www.asn.fr/Informer/Actualites/Livre-blanc-sur-la-surveillance-radiologique-des-travailleurs>
- Bordy J.M. et al. (2013) 9^{ème} Congrès National de Radioprotection, Bordeaux, la dosimétrie du cristallin : aspects théoriques, <http://www.sfrp.asso.fr/medias/sfrp/documents/Bordeaux-S7b.pdf>
- Rapport IRSN PRP-HOM/2013-00010 (2013) 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.
- Fiches Techniques de la SFRP Cristallin : LIMITES RÉGLEMENTAIRES, MESURE, DOSIMÉTRIE ET SUIVI MÉDICAL. Janvier 2016
- AIEA TECDOC 1731, (2013) Implications for Occupational Radiation Protection of the New Dose Limit for the Lens of the Eye.
- IEC 62387 Radiation protection instrumentation – Passive integrating dosimetry systems for environmental and personal monitoring.
- Bordy J.M. et al. (2013) 9^{ème} Congrès National de Radioprotection, Bordeaux, la dosimétrie du cristallin : aspects pratiques, <http://www.sfrp.asso.fr/medias/sfrp/documents/Bordeaux-S8a.pdf>
- Rannou A. et al. (2013) 9^{ème} Congrès National de Radioprotection, Bordeaux, Abaissement de la limite de dose au cristallin pour les travailleurs : implications pratiques, <http://www.sfrp.asso.fr/medias/sfrp/documents/Bordeaux-S7e.pdf>
- Bordy J.M. (2015), Monitoring of eye lens doses in radiation protection, Radioprotection 50(3), 177-185, <http://dx.doi.org/10.1051/radiopro/2015009>
- ISO 15382:2015 Radioprotection — Procédures pour la surveillance des doses au cristallin, à la peau et aux extrémités
- Code du travail 4^{ème} partie, livre IV, titre V, chapitre 1
- Clairand I., présentation IRSN lors de la Réunion du réseau des Personnes compétentes en radioprotection de l'AP-HP, La Pitié-Salpêtrière, 8 mars 2016