

Le suivi de l'exposition du cristallin des travailleurs dans le domaine médical sur la période 2015-2020

Contexte

Dans le cadre de la transposition de la directive européenne 2013/59/EURATOM, la valeur limite d'exposition professionnelle (VLEP) du cristallin aux rayonnements ionisants pour les travailleurs a été abaissée de 150 mSv/an à 20 mSv/an. Pendant une période transitoire, de 2018 à 2023, la VLEP est fixée à 100 mSv sur 5 ans avec un maximum de 50 mSv en une année (article 7 du décret n° 2018-437 du 4 juin 2018).

Du fait de cette diminution de la VLEP, il apparaît comme une nécessité pour les employeurs d'identifier plus précisément les activités nécessitant une surveillance dosimétrique du cristallin. C'est dans le domaine médical que se trouve la majorité des travailleurs pouvant être concernés par un risque d'exposition du cristallin, notamment en radiologie interventionnelle.

Afin d'étudier les effectifs concernés et les doses reçues par les travailleurs du domaine médical, une extraction ciblée des données du Système d'Information pour la Surveillance des Expositions professionnelles aux Rayonnements Ionisants (SISERI) a été réalisée sur la période 2015-2020. Le suivi rétrospectif des travailleurs présentant les plus fortes doses en 2020 a également été effectué. Par ailleurs, une étude de la corrélation entre les doses au cristallin et celles reçues aux extrémités a également été réalisée.

Une exposition du cristallin en évolution au cours de ces 6 dernières années

Le tableau ci-dessous présente, pour la période de 2015 à 2020, l'évolution des effectifs suivis pour le domaine médical, de la dose totale, de la dose moyenne et de la répartition des effectifs entre les différentes classes de dose.

Il convient de noter que, sur la période 2015-2020 :

- le nombre total de travailleurs suivis par dosimétrie du cristallin dans le domaine médical est en progression entre 2015 et 2019 (4 041 travailleurs en 2019 *versus* 186 travailleurs en 2015), puis marque une diminution 5 % en 2020 par rapport à 2019. Cette croissance de l'effectif suivi sur la période 2016-2019 témoigne d'une anticipation de l'évolution réglementaire ;
- la dose collective totale est en constante augmentation depuis 2015, elle est passée de 77 H.mSv en 2015 à 1 588 H.mSv en 2019, reflétant une augmentation des effectifs et du port de ce type de dosimètre. En 2020, la dose collective diminue par rapport à 2019, pour retrouver une valeur assez proche de celle de 2017 ou 2018. Cette baisse est peut-être à mettre en lien avec une diminution du nombre d'actes médicaux utilisant des rayonnements ionisants due au confinement (COVID-19) et à la réaffectation de personnel médical dans des unités « COVID » ne nécessitant pas un suivi dosimétrique du cristallin ;
- la dose moyenne, aux alentours de 1,85 mSv/an/travailleur, est stable depuis 2017 ;
- 69 % des effectifs suivis pour la dosimétrie du cristallin dans le domaine médical appartiennent au secteur de la radiologie interventionnelle (2 640 travailleurs en 2020), secteur qui contribue à 69 % de la dose collective totale correspondante ;

- les travailleurs du secteur du radiodiagnostic représentent 23 % de l'effectif ayant un suivi cristallin, pour une contribution à la dose totale de 28 % ; sur les 49 140 travailleurs de ce secteur ayant un suivi dosimétrique corps entier en 2020, 882 d'entre eux sont concernés par une surveillance de l'exposition du cristallin avec une dose individuelle moyenne de 1,94 mSv en 2020 ;
- le reste des effectifs suivis pour la dosimétrie du cristallin (8 %) appartient principalement au secteur de la médecine nucléaire (162 travailleurs avec une dose individuelle moyenne de 0,96 mSv en 2020) et, dans une moindre mesure, aux secteurs de la médecine vétérinaire (50 travailleurs avec dose individuelle moyenne de 0,61 mSv en 2020) et de la radiothérapie (45 travailleurs pour dose individuelle moyenne de 0,56 mSv en 2020) ;
- l'analyse de la répartition des effectifs en fonction de leur niveau d'exposition montre que la proportion de travailleurs du domaine médical ayant une dose inférieure au seuil d'enregistrement augmente chaque année (82 % en 2020, 75 % en 2018, contre seulement 35 % en 2015). Entre 2015 et 2020, 21 travailleurs, dont 14 provenant du secteur de la radiologie interventionnelle (+ quatre travailleurs provenant du secteur du radiodiagnostic et trois du secteur « Autres soins ») ont reçu une dose au cristallin comprise entre 20 et 50 mSv.
- depuis 2015, un travailleur a reçu une dose au cristallin supérieure à 50 mSv ; la dose individuelle maximale enregistrée a été de 53,4 mSv dans le secteur de la radiologie interventionnelle en 2018.

Evolution de l'effectif suivi et de la dose totale pour la dosimétrie du cristallin dans le domaine médical sur la période 2015-2020

Année	Effectif suivi	Dose totale (homme.mSv)	Dose moyenne sur l'effectif exposé (mSv)	Répartition des effectifs par classes de dose					Valeur Max (mSv)
				< seuil	du seuil à 5 mSv	de 5 à 20 mSv	de 20 à 50 mSv	≥ 50 mSv	
2015	186	76,67	0,63	65	120	1	0	0	5,05
2016	1 642	655,83	1,51	1 208	406	26	2	0	27,33
2017	2 020	1 057,38	1,89	1 461	506	49	4	0	44,10
2018	2 914	1 377,38	1,91	2 192	649	69	3	1	53,43
2019	4 041	1 587,66	1,79	3 156	812	65	8	0	34,74
2020	3 840	1 247,69	1,80	3 145	631	60	4	0	37,74

Il est à noter que les porteurs d'un dosimètre cristallin appartenant au secteur du radiodiagnostic sont des travailleurs qui peuvent également faire de la radiologie interventionnelle. Afin de s'affranchir de ce « biais », la suite de ce focus est centrée sur les travailleurs identifiés dans SISERI comme appartenant au secteur de la radiologie interventionnelle.

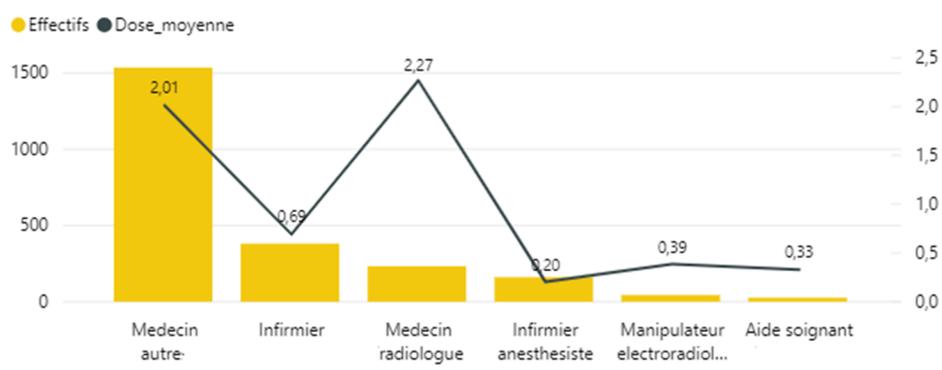
Des spécificités par métier pour le secteur de la radiologie interventionnelle

En radiologie interventionnelle, les yeux ont tendance à être plus exposés que le tronc, protégé par un tablier plombé qui atténue le rayonnement X. Lors de certaines interventions, comme la coronarographie ou l'angioplastie, le cristallin, s'il n'est pas protégé, risque d'être soumis à des niveaux proches voire supérieurs à la nouvelle limite de 20 mSv/an. Des disparités de niveaux d'exposition du cristallin sont observées en fonction du métier exercé.

Il convient de noter que 4,6 % des travailleurs du secteur de la radiologie interventionnelle sont concernés, en plus de leur suivi dosimétrique corps entier, par une surveillance de l'exposition du cristallin. Ce faible pourcentage peut s'expliquer par le fait qu'en radiologie interventionnelle, pour certaines interventions, le risque d'exposition du cristallin (et du corps entier) est très faible (Cf. Rapport PRP-HOM/2013-00010, Recommandations sur les bonnes pratiques en matière de radioprotection des travailleurs dans la perspectives de l'abaissement de la limite réglementaire de dose équivalente pour le cristallin).

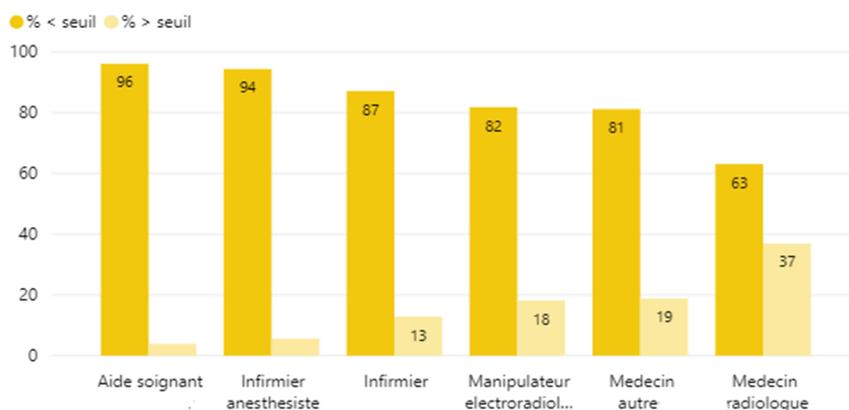
Ce sont chez les radiologues et les médecins que la dosimétrie du cristallin est la plus fréquente (respectivement 26,6 % et 13,3 % de l'effectif suivi pour la dosimétrie corps entier). Pour tous les autres métiers, la fréquence de mise en œuvre d'une dosimétrie du cristallin se situe entre 1 et 7 % (manipulateurs 6,6 % ; infirmiers 2,7 % ; infirmiers anesthésistes 1,1 % ; aides-soignants 1,3 %).

Dans ce secteur de la radiologie interventionnelle, les doses individuelles annuelles moyennes sur l'effectif exposé varient en fonction des métiers, allant de 0,20 mSv pour les infirmiers anesthésistes à 2,27 mSv pour les radiologues (Cf. Figure ci-dessous). Ces différences de doses individuelles moyennes montrent que les médecins (radiologues ou autres) sont les plus exposés : ce sont eux qui sont en première ligne auprès du patient, les autres catégories de métiers (infirmiers, anesthésistes, manipulateurs en électroradiologie médicale) sont plus éloignés.



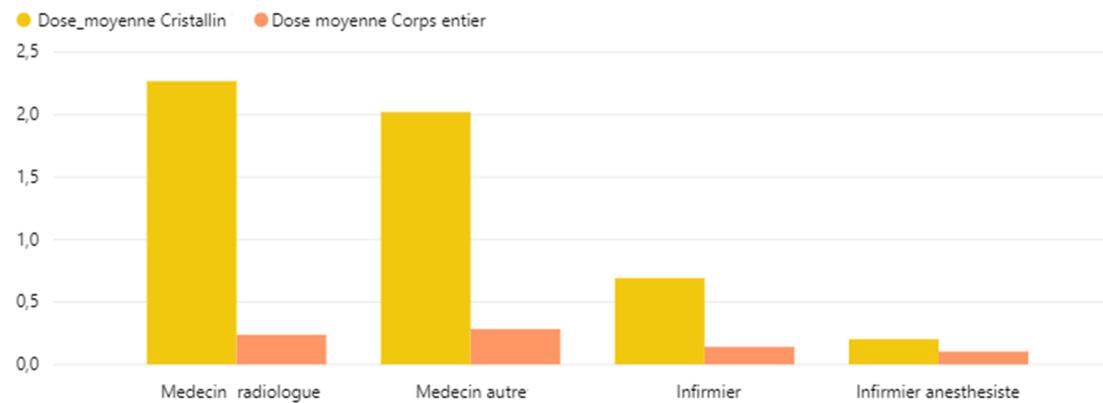
Répartition des effectifs et des doses individuelles annuelles moyennes pour la dosimétrie au cristallin (en mSv sur la courbe) par métier dans le secteur de la radiologie interventionnelle en 2020

La Figure ci-dessous présente, par métier, pour le secteur de la radiologie interventionnelle, la répartition des doses par rapport au seuil d'enregistrement (0,1 mSv) en 2020. Le nombre de travailleurs non exposés (dose inférieure au seuil d'enregistrement) est globalement majoritaire (82 % tous métiers confondus). Mais des disparités se retrouvent ici également. La proportion de médecins radiologues suivis et non exposés n'est que de 63 %, alors qu'elle est comprise entre 81 % et 96 % pour les autres métiers.



Répartition (%) des effectifs suivis par rapport au seuil d'enregistrement de la dose au cristallin par métier du secteur de la radiologie interventionnelle en 2020

La Figure ci-dessous présente, par métier, pour le secteur de la radiologie interventionnelle, la comparaison des doses individuelles moyennes au cristallin *versus* celles corps entier. Pour les radiologues, médecins et infirmiers, les doses au cristallin sont largement supérieures à celles du corps entier, démontrant l'intérêt de la dosimétrie cristallin pour ces métiers. Chez les infirmiers anesthésistes, les doses enregistrées pour la dosimétrie du cristallin et la dosimétrie corps entier sont plus faibles que pour les trois métiers cités précédemment, et la différence entre les doses individuelles moyennes au cristallin et au corps entier très peu marquée.

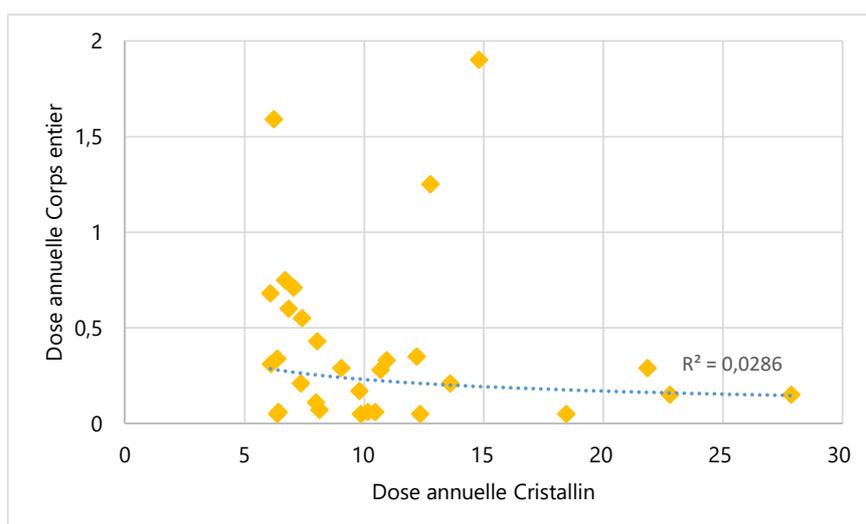


Répartition des doses individuelles moyennes pour la dosimétrie au cristallin et au corps entier (en mSv) en fonction des métiers dans le secteur de la radiologie interventionnelle en 2020

La suite de cette étude s'est focalisée sur les travailleurs du secteur de la radiologie interventionnelle ayant reçu les 30 plus fortes doses au cristallin en 2020.

Pas de corrélation dose corps entier/dose au cristallin :

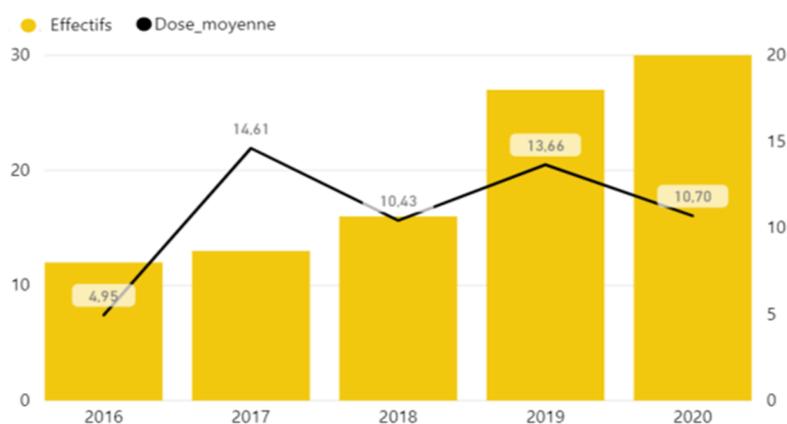
La dose individuelle annuelle au cristallin reçue en 2020 par ces travailleurs n'est pas corrélée avec la dose individuelle annuelle corps entier (Cf. Figure ci-dessous). Ce résultat montre qu'il n'est pas possible d'extrapoler la dose corps entier pour évaluer la dose au cristallin.



Répartition des doses individuelles annuelles au cristallin (en mSv) pour les 30 travailleurs du secteur de la radiologie interventionnelle les plus exposés en 2020 en fonction de leurs doses annuelles au corps entier

Des doses individuelles moyennes au cristallin déjà globalement « significatives » dans le passé

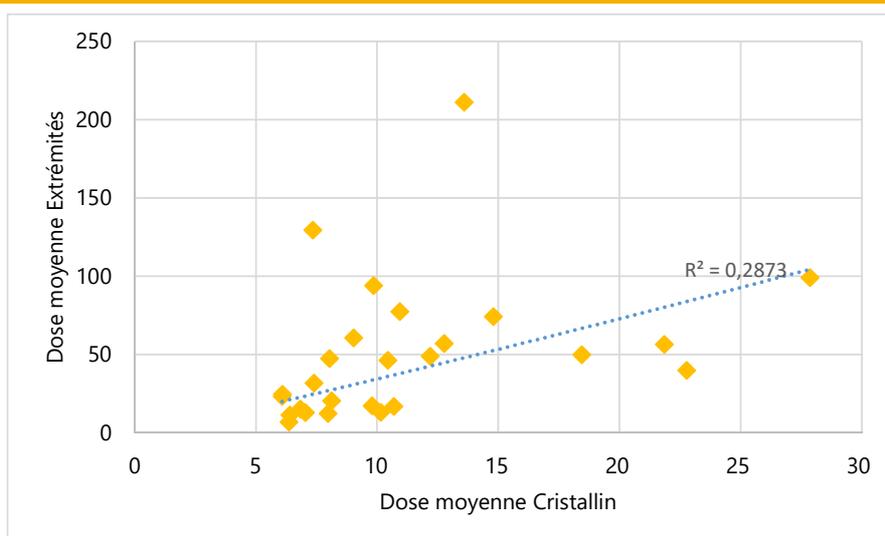
La figure ci-dessous présente les 30 travailleurs du secteur de la radiologie interventionnelle ayant les plus fortes doses au cristallin en 2020 et l'évolution de leur suivi dosimétrique au cristallin au cours des précédentes années. Parmi ces 30 travailleurs, 12 d'entre eux étaient déjà suivis pour une dosimétrie au cristallin en 2016 (Cf. Figure ci-dessous), ce qui tend à montrer que ce secteur était déjà relativement bien ciblé en 2016-2017. La dose individuelle moyenne au cristallin enregistrée dans SISERI pour ces 30 travailleurs est de 10,70 mSv en 2020. Sur la période 2016-2019, la dose individuelle moyenne de ces travailleurs pour lesquels un suivi dosimétrique au cristallin existait, était comprise entre 4,95 mSv et 14,66 mSv (11,6 mSv en moyenne), ce qui montre que les doses d'exposition sont assez variables au cours du temps, mais justifient ce suivi dosimétrique. Ces travailleurs sont quasi exclusivement des médecins. Parmi ces travailleurs, la dose individuelle annuelle maximale est aux alentours de 48 mSv, reçue en 2018.



Evolution de 2016 à 2020 des effectifs (histogramme) et des doses individuelles moyennes (en mSv, courbe) pour la dosimétrie au cristallin pour les 30 travailleurs du secteur de la radiologie interventionnelle les plus exposés en 2020

Une exposition plus importante qui concerne aussi des extrémités

En radiologie interventionnelle, les yeux et les mains peuvent être particulièrement exposés. Parmi les 30 travailleurs du secteur de la radiologie interventionnelle ayant reçu les plus fortes doses au cristallin en 2020, 27 d'entre eux ont également un suivi de l'exposition aux extrémités. La dose individuelle moyenne aux extrémités pour ces travailleurs est de 49,91 mSv (*versus* 8,74 mSv pour l'ensemble du secteur de la radiologie interventionnelle), avec une dose individuelle annuelle maximale de 211 mSv. La dose individuelle annuelle 2020 au cristallin reçue par ces travailleurs est peu corrélée avec la dose individuelle annuelle 2020 aux extrémités (Cf. Figure ci-dessous). Plus les doses de rayons X utilisées sont élevées, plus l'exposition des yeux et des mains augmente, modulo les protections utilisées et les distances observées. La dose au cristallin dépend en effet des protections mises en œuvre. Celle des extrémités dépend plutôt de l'intervention réalisée et de la façon dont elle est réalisée (besoin d'avoir les mains proches du faisceau, voire dedans). Par ailleurs, il convient de rappeler que le port du dosimètre bague dans ce secteur n'est pas toujours systématique (Cf. Rapport « La radioprotection des travailleurs – Exposition professionnelle aux rayonnements ionisants en France : bilan 2018 » – IRSN – PSE-Santé/2019-00467, pages 47-50).



Répartition des doses individuelles moyennes au cristallin (en mSv) pour les 30 travailleurs du secteur de la radiologie interventionnelle les plus exposés en 2020 en fonction des doses moyennes aux extrémités

Enseignements

L'abaissement de la limite de dose au cristallin à 20 mSv/an oblige les employeurs à identifier les activités/métiers les plus à risque concernant l'exposition du cristallin. L'analyse des résultats de dosimétrie au cristallin pour les travailleurs du domaine médical concernés par ce suivi a montré que :

- en radiologie interventionnelle, les métiers de médecins et radiologues apparaissent comme les plus exposés ;
- les doses individuelles annuelles montrent que le cristallin est davantage exposé que le corps entier chez les travailleurs du secteur de la radiologie interventionnelle ;
- l'absence de corrélation avec la dose corps entier ne permet pas d'envisager une extrapolation pour apprécier l'exposition du cristallin ;
- les doses individuelles moyennes enregistrées au cours des années précédentes sont assez variables pour les travailleurs du secteur de la radiologie interventionnelle ayant reçu les plus fortes doses au cristallin en 2020 ;
- les doses individuelles annuelles aux extrémités reçues par ces travailleurs du secteur de la radiologie interventionnelle peuvent elles aussi être significatives.

En conclusion, si l'abaissement de la VLEP pour le cristallin conduit à considérer avec davantage d'attention la surveillance des travailleurs concernés, des disparités de niveaux d'exposition du cristallin existent en fonction des métiers exercés dans le secteur de la radiologie interventionnelle. Il convient par ailleurs de rappeler que toute démarche d'optimisation de la dose au patient aura également des conséquences bénéfiques sur l'exposition des travailleurs, et particulièrement dans le secteur de la radiologie interventionnelle.

