

2018

Dosimétrie individuelle

Avis de radioprotection



Ordre des technologues
en **imagerie médicale**,
en **radio-oncologie** et en
électrophysiologie médicale
du Québec

Dans ce document, les termes « doit » ou « doivent » sont utilisés pour indiquer aux technologues qu'il s'agit d'une exigence essentielle qui doit être appliquée ou maîtrisée afin de satisfaire aux normes de pratique et de radioprotection reconnues.

Les détenteurs de permis de radiologie relevant des autorités provinciales et les titulaires de permis relevant de la Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN) sont tenus d'établir des programmes visant à déterminer ou à estimer les doses de rayonnements ou d'expositions des travailleurs qui sont en contact avec des rayonnements ionisants dans le cadre de leurs activités professionnelles.

Tel que prévu dans le *Règlement sur la radioprotection (DORS/2000-203)*, les titulaires de permis de la CCSN doivent mettre en œuvre un programme de radioprotection¹. De plus, le titulaire de permis doit aviser par écrit le technologue et tout autre employé susceptible de recevoir plus de 1 mSv/an dans le cadre de son emploi, du fait qu'il est un travailleur du secteur nucléaire².

En vertu du Code de sécurité 35³, le médecin ou le responsable de la radioprotection doit :

- Organiser la participation à un service de surveillance de l'exposition aux rayonnements du personnel;
- S'assurer que toutes les personnes exposées professionnellement portent des dosimètres personnels.

Les individus sont classés selon trois catégories :

- Travailleurs sous irradiation (travailleurs exposés aux rayonnements X dans le cadre de leur emploi);
- Travailleurs du secteur nucléaire (travailleurs exposés aux rayonnements X et gamma dans le cadre de leur emploi);
- Public en général.

En ce qui concerne la dose limite, elle a été établie à 20 mSv/année pour les travailleurs sous irradiation. En ce qui concerne les travailleurs du secteur nucléaire, la dose limite est de 50 mSv/année⁴ et de 100 mSv pour une période de dosimétrie de 5 ans. La dose limite s'applique uniquement à l'irradiation résultant de leurs activités professionnelles⁵. Il est à noter que tous les opérateurs d'appareils radiologiques (ex. : technologue, médecin) ainsi que le personnel (ex. : infirmière, assistant technique, technologue en électrophysiologie médicale) qui sont susceptibles de recevoir une dose de rayonnements supérieure à un vingtième de la dose limite recommandée pour un travailleur sous irradiation doivent être surveillés à l'aide d'un dosimètre personnel⁶. La dose limite pour le grand public a été établie à 1 mSv/année.

¹ *Règlement sur la radioprotection (DORS/2000-203)*, art. 4

² *Règlement sur la radioprotection (DORS/2000-203)*, art. 7(1)a

³ SANTÉ CANADA. *Radioprotection en radiologie - grands établissements : procédures de sécurité pour l'installation, l'utilisation et le contrôle des appareils à rayons X dans les grands établissements radiologiques médicaux - Code de sécurité 35*, p. 9, art. 1.4(12-13)

⁴ *Règlement sur la radioprotection (DORS/2000-203)*, art. 13.1

⁵ SANTÉ CANADA. *Radioprotection en radiologie - grands établissements : procédures de sécurité pour l'installation, l'utilisation et le contrôle des appareils à rayons X dans les grands établissements radiologiques médicaux - Code de sécurité 35*, annexe 1

⁶ SANTÉ CANADA. *Radioprotection en radiologie - grands établissements : procédures de sécurité pour l'installation, l'utilisation et le contrôle des appareils à rayons X dans les grands établissements radiologiques médicaux - Code de sécurité 35*, p. 11, art. 2.1(6)

Au Québec, le port du dosimètre individuel externe passif est obligatoire pour les travailleurs du secteur nucléaire ainsi que pour les travailleurs sous irradiation. Ainsi, la dose de rayonnements est établie en deux étapes. En premier lieu, on effectue une mesure à l'aide d'un dosimètre pendant une période déterminée (ex. : trimestre) puis en second lieu, on intègre cette mesure dans un « modèle dosimétrique » pour effectuer le calcul ou l'estimation de dose⁷. Des dosimètres dits « actifs » permettant une lecture immédiate des doses reçues peuvent aussi être utilisés dans les zones contrôlées.

Actuellement, trois fournisseurs de services de dosimétrie commerciaux (dosimétrie externe) répondent aux exigences de la CCSN :

- Services nationaux de dosimétrie (SND), Ontario, Canada;
- Landauer Inc., Glenwood, IL, USA;
- Global Dosimetry Solutions Inc. (Mirion Technologies), Irvine, CA, USA.

Ces entreprises ont convenu de déposer les dossiers de doses et d'expositions des travailleurs surveillés par un dosimètre au moins une fois par année dans le Fichier dosimétrique national (FDN) de Santé Canada.

Il est à noter que les dosimètres à thermoluminescence (DTL) et les dosimètres à luminescence stimulée optiquement (DLSO) sont les seuls types de dosimètres passifs dont l'usage est autorisé au Canada.

DOSIMÈTRES À THERMOLUMINESCENCE (DTL)

De manière simplifiée, on peut dire que la thermoluminescence est la propriété que possèdent certains matériaux de libérer l'énergie emmagasinée sous forme de lumière lorsqu'ils sont chauffés. Cette énergie est proportionnelle à la dose de rayonnements ionisants à laquelle les matériaux ont été soumis. Parmi les produits possédant cette propriété, on utilise pour la dosimétrie du personnel, le fluorure de lithium (LiF). Le LiF est très apprécié pour les mesures dosimétriques, car il possède l'avantage de présenter une réponse équivalente à celle des tissus humains, pour des rayonnements X ou gamma d'énergies très diverses. Les deux cristaux thermoluminescents au fluorure de lithium (LiF) contenues dans la plaquette d'aluminium sont réutilisables un grand nombre de fois. Le cristal le plus épais sert à mesurer la dose en profondeur et permet l'estimation de la dose équivalente au corps entier (Hp10), le cristal le plus mince, mesure la dose en superficie et permet de faire l'estimation de la dose équivalente à la peau (Hp 0,07).

1. Fonctionnement

Le DTL enregistre en permanence la dose que le corps entier et la peau reçoivent durant le travail du technologue. Le DTL est un boîtier dans lequel est inséré un porte-plaque sur lequel repose une carte dosimétrique contenant les deux cristaux de LiF. Lorsque les rayonnements X ou gamma frappent les cristaux, ils déplacent des électrons. Ces électrons demeurent emprisonnés dans le cristal, lequel sera ensuite interprété par le lecteur de DTL après chauffage. Cette lecture indique la dose absorbée en mGy.

⁷ COMMISSION CANADIENNE DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE. *Exigences techniques et d'assurance de la qualité des services de dosimétries*

Ensuite, ces doses sont transformées en doses équivalentes individuelles (mSv) pour le corps entier et pour la peau. Ces doses sont enregistrées au fichier dosimétrique national (FDN) ainsi qu'au rapport d'expositions du groupe auquel fait partie le technologue.

DOSIMÈTRES À LUMINESCENCE STIMULÉE OPTIQUEMENT (DLSO)

Les DLSO⁸ font partie des techniques de dosimétrie passive reconnues. La technologie de luminescence stimulée optiquement (LSO) permet de mesurer avec précision l'exposition aux rayonnements X, gamma et bêta. L'apparition de cette technologie date des années 1990, elle est maintenant très répandue à travers le monde. Les DLSO présentent certains avantages :

- Lecture non destructive (dosimètre conservé pour analyses et recherches ultérieures);
- Large plage de mesure de 0,01 mSv à 10 Sv;
- Meilleure sensibilité à toutes les énergies;
- Résistant à la chaleur et aux produits chimiques.

Le DLSO⁹ contient des cristaux d'oxyde d'aluminium (Al_2O_3) qui absorbent les radiations et retiennent une partie de leur énergie sous la forme d'électrons excités. Tout comme la thermoluminescence, la luminescence stimulée optiquement repose sur le principe de lecture d'une émission de lumière. La principale différence étant liée au fait que la luminescence est produite par un faisceau lumineux (diode électroluminescente) d'une longueur d'onde de 532 nm plutôt que par la chaleur.

1. Fonctionnement³

L'élément actif d'un DLSO est une mince pastille découpée dans un ruban constitué d'une poudre d'oxyde d'aluminium dopé au carbone.

La lecture du dosimètre est réalisée en stimulant les éléments sensibles grâce à des diodes électroluminescentes (DEL). Ceux-ci libèrent les électrons piégés par les atomes de carbone et restituent l'énergie qu'ils emmagasinaient sous la forme d'une impulsion de lumière. On mesure alors la quantité de lumière émise, ceci permet de déterminer la quantité de rayonnement à laquelle a été exposé l'utilisateur du dosimètre. Contrairement au DTL, la stimulation optique autorise la relecture du dosimètre.

2. Précision

Pour le fluorure de lithium (LiF), la dose la plus faible que l'on puisse mesurer avec les lecteurs offerts sur le marché est d'environ 0,05 mSv de rayonnement X ou gamma, la dose la plus élevée, environ 10 Sv.

Pour le DLSO, l'oxyde d'aluminium peut mesurer des doses allant de 0,01 mSv à 10 Sv. L'oxyde d'aluminium possède une sensibilité 40 à 60 fois plus élevée que le LiF¹⁰.

⁸ LA RADIOACTIVITÉ.COM. *Dosimètres OSL*, [En ligne]

⁹ SANTÉ CANADA. *Le nouveau dosimètre LSO InLight®*, [En ligne]

¹⁰ ARCHAMBAULT, V., G. LE ROY et B. PRUGNAUD. « Dosimétrie passive : introduction d'un nouveau dosimètre basé sur la technologie OSL », *Radioprotection*, vol. 40, n° 4, p. 503-507

Toutefois, aux SND, le seuil de déclaration du DTL et du DLSO est de 0,10 mSv. Ce qui signifie que toutes les doses inférieures à 0,10 mSv seront affichées sur le rapport d'exposition par un tiret (-). Lorsqu'un tiret apparaît dans le rapport de dose, ceci ne signifie pas une valeur de dose à 0, mais plutôt, une valeur de dose < 0,10 mSv). Donc, chaque trimestre, si les valeurs de doses mesurées sont inférieures à 0,10 mSv, il apparaîtra (-) pour les technologues concernés. Si durant une année de contrôle (quatre trimestres), la somme des doses figurant avec un tiret (-) dépasse ou correspond à 0,10 mSv, la valeur de celle-ci apparaîtra sur le rapport d'exposition.

UTILISATION ET ENTREPOSAGE DES DOSIMÈTRES INDIVIDUELS

Certaines conditions peuvent changer la sensibilité et la précision du dosimètre et la reproductibilité des résultats des mesures effectuées. En effet, il faut éviter que les dosimètres personnels soient exposés directement à la lumière solaire, aux rayonnements ultraviolets, à un éclairage fluorescent ou à l'eau.

De plus, les technologues doivent porter leur dosimètre uniquement dans les lieux de travail et le laisser dans un endroit prévu à cet effet (placé à l'abri de toute source de rayonnements ionisants ou de chaleur) à la fin de leur quart de travail.

Le dosimètre personnel doit être porté au-dessus de la taille et au-dessous des épaules (sous le tablier protecteur, s'il y a lieu). Il s'attache aux vêtements, mais ne doit pas être placé dans une poche. Un second dosimètre peut être porté à l'extérieur du tablier protecteur ou au niveau des extrémités, dans la mesure du possible, à l'endroit où la dose la plus élevée est attendue. Ce dosimètre doit absolument être identifié à cet effet pour le service de dosimétrie[†].

Pour effectuer un test ou vérifier une irradiation potentielle d'une région ou d'un organe donné, il faut demander au Bureau de la radioprotection (BRP) un dosimètre qui souvent est de couleur différente de ceux portés habituellement par les technologues et qui peut être porté par-dessus le tablier protecteur pour mesurer par exemple des doses à la thyroïde ou aux cristallins.

Lorsqu'un technologue travaille dans plus d'un site, il doit porter un dosimètre différent pour chaque site¹¹. Au niveau du rapport d'expositions trimestriel, à la colonne « Multi » apparaîtra un « OUI », pour démontrer que ce technologue est porteur de plus d'un dosimètre.

¹¹ COMMISSION CANADIENNE DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE. *Bulletin d'information de la DRSN*, [En ligne]

* SANTÉ CANADA. *Services nationaux de dosimétrie - guide des services*, [En ligne]

† COMMISSION CANADIENNE DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE. *Utilisation et entretien des dosimètres individuels*, [En ligne]

Les valeurs de radio-expositions professionnelles tirées du FDN démontrent qu'au Canada, les doses annuelles reçues par les technologues sont faibles. Ces valeurs démontrent le souci des technologues de se protéger adéquatement du rayonnement ionisant puisqu'elles sont bien en deçà des limites de doses permises annuellement (20 mSv)¹² pour les travailleurs du secteur nucléaire ou les travailleurs sous irradiation.

CONCLUSION

Le port du dosimètre est très important pour les technologues. Le dosimètre personnel est un instrument de mesure qui permet aux technologues de connaître les doses qu'ils ont reçues au cours d'un trimestre. Ils peuvent ainsi mieux se protéger du rayonnement ionisant en adaptant une méthode de travail plus sécuritaire. En effet, suite à la consultation du rapport d'exposition du BRP transmis au responsable du service trimestriellement, il est possible, selon les doses à jour reçues, d'envisager de modifier certaines habitudes de travail afin de limiter les risques d'exposition au minimum.

De plus, toutes les doses enregistrées par les dosimètres personnels sont transmises au FDN. Les informations recueillies permettent de constituer un « thermomètre » national très indicateur et très révélateur des doses reçues par les technologues et de proposer, le cas échéant, des mesures correctives aux titulaires de permis et aux travailleurs.

EN CONSÉQUENCE, LES TECHNOLOGUES DOIVENT :

- Détenir un dosimètre distinct pour chaque lieu de travail;
- Porter leur dosimètre personnel de façon appropriée dans l'exercice de leurs fonctions;
- Éviter de partager leur dosimètre personnel;
- Ranger leur dosimètre selon les recommandations du fabricant lorsqu'il n'est pas utilisé.

¹² SANTÉ CANADA. *Radioprotection en radiologie - grands établissements : procédures de sécurité pour l'installation, l'utilisation et le contrôle des appareils à rayons X dans les grands établissements radiologiques médicaux - Code de sécurité 35*, p. 63

Sources

- AGENCE INTERNATIONALE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE. *Évaluation de l'exposition professionnelle due aux sources externes de rayonnements*, N° RS-G-1.3, [En ligne], 2004. (Collection Normes de Sûreté de l'AIEA) [www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1076f_web.pdf] (Consulté le 13 octobre 2017).
- ARCHAMBAULT, V., G. LE ROY et B. PRUGNAUD. « Dosimétrie passive : introduction d'un nouveau dosimètre basé sur la technologie OSL », *Radioprotection*, vol. 40, n° 4, p. 503-507. Également disponible en ligne : www.radioprotection.org/articles/radiopro/pdf/2005/05/rad200516.pdf (Consulté le 10 août 2017).
- CANADA. *Règlement sur la radioprotection (DORS/2000-203)*, [En ligne]. [laws-lois.justice.gc.ca/PDF/SOR-2000-203.pdf] (Consulté le 9 mars 2018).
- COMMISSION CANADIENNE DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE. *Bulletin d'information de la DRSN*, [En ligne], automne 2010. [publications.gc.ca/pub?id=9.502234&sl=1]
- COMMISSION CANADIENNE DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE. *Introduction à la dosimétrie : INFO-0827*, [En ligne], février 2012. [publications.gc.ca/pub?id=9.639466&sl=1] (Consulté le 19 juin 2017).
- COMMISSION CANADIENNE DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE. *Exigences techniques et d'assurance de la qualité des services de dosimétrie*, S-106 Révision 1, [En ligne], mai 2006. (Norme d'application de la réglementation) [publications.gc.ca/pub?id=9.593322&sl=1] (Consulté le 13 octobre 2017).
- COMMISSION CANADIENNE DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE. *Utilisation et entretien des dosimètres individuels*, [En ligne], décembre 2016. [publications.gc.ca/pub?id=9.812649&sl=1] (Consulté le 19 juin 2017).
- DE BROUWER, T-B, et autres. *Dosimétrie et dose efficace en radioprotection*, [En ligne], septembre 2012. [adelf.educasante.org/files/oraux/203.pdf] (Consulté le 26 juillet 2017).
- LA RADIOACTIVITÉ.COM. *Dosimètres OSL*, [En ligne]. [www.laradioactivite.com/site/pages/DosimetresOSL.htm] (Consulté le 26 juillet 2017).
- QUÉBEC. *Règlement d'application de la Loi sur les laboratoires médicaux, la conservation des organes et des tissus et la disposition des cadavres (RLRQ, c. L-0.2, r. 1)*, [En ligne]. [legisquebec.gouv.qc.ca/fr/ShowDoc/cr/L-0.2,%20r.%201] (Consulté le 9 mars 2018).
- SANTÉ CANADA. *Le nouveau dosimètre LSO InLight*. [En ligne], 2011. [publications.gc.ca/pub?id=9.640827&sl=1] (Consulté le 26 juillet 2017).

- SANTÉ CANADA. *Radioprotection en radiologie - grands établissements : procédures de sécurité pour l'installation, l'utilisation et le contrôle des appareils à rayons X dans les grands établissements radiologiques médicaux - Code de sécurité 35*, [En ligne], 2008. [publications.gc.ca/pub?id=9.636843&sl=1] (Consulté le 26 juillet 2017).
- SANTÉ CANADA. *Services nationaux de dosimétrie - guide des services*, [En ligne], février 2014. [publications.gc.ca/pub?id=9.642834&sl=1] (Consulté le 13 octobre 2017).