



Révision et analyse de conformité des centres québécois aux "Codes de pratique du contrôle de la qualité technique de l'équipement principal de dosimétrie (MDE.2015.02.02FR)" du partenariat canadien pour la qualité en radiothérapie

1er Octobre 2023

Association Québécoise des Physiciens Médicaux Cliniques

Sous-comité assurance qualité

Contenu

Contenu	1
Membres du sous-comité	2
Introduction	3
Conformité des centres québécois	4
Analyse et Discussions	4
Conclusion	8

Membres du sous-comité

- **Magali Besnier**, CHU de Québec-Université Laval (analyse et rédaction)
- Daniel Ahumada, CISSS de la Montérégie-Centre, Hôpital Charles-Le Moyne
- Georges Al Makdessi, CISSS de l'Abitibi-Témiscamingue
- Krum Asiev, CIUSSS du Centre-Ouest-de-l'Île-de-Montréal, Hôpital général Juif
- Marie-Joëlle Bertrand, CIUSSS Saguenay-Lac-Saint-Jean
- Nicolas Charest, CIUSSS de la Mauricie-et-du-Centre-du-Québec
- Nasser Djennaoui, Centre Hospitalier Universitaire de Montréal
- Normand Frenière, CIUSSS de la Mauricie-et-du-Centre-du-Québec
- Mathieu Guillot, CIUSSS de l'Estrie-CHUS, Hôpital Fleurimont
- Geneviève Jarry, CIUSSS de l'Est-de-l'Île-de-Montréal, Hôpital Maisonneuve-Rosemont
- Angelika Kroshko, CISSS du Bas-St-Laurent
- Vincent Leduc, CIUSSS de l'Est-de-l'Île-de-Montréal, Hôpital Maisonneuve-Rosemont
- Julie Métivier, CISSS du Bas-St-Laurent
- Jean-François Montégiani, CISSS de l'Outaouais, Hôpital de Gatineau
- Piotr Pater, Centre Universitaire de Santé McGill
- Dany Simard, CISSS de Chaudière-Appalaches
- Pier-Yves Trépanier, CISSS de Laval, Hôpital de la Cité-de-la-Santé

- Janelle Morrier, conseillère assurance qualité et radioprotection de l'AQPMC, CHU de Québec-Université Laval
- Christophe Furstoss, président de l'AQPMC, CIUSSS de l'Est-de-l'Île-de-Montréal, Hôpital Maisonneuve-Rosemont

Introduction

Le sous-comité assurance qualité de l'Association Québécoise des Physiciens Médicaux Cliniques (AQPMC) compte un représentant dans chacun des quatorze centres de radiothérapie de la province. Son principal mandat consiste à soutenir le conseil d'administration dans les dossiers concernant l'assurance de la qualité, notamment en facilitant le développement d'outils d'assurance qualité pour la communauté de l'AQPMC et en favorisant les échanges entre les membres de l'AQPMC sur les sujets touchant l'assurance qualité.

Depuis 2021, le sous-comité s'est donné comme objectif la révision des documents techniques sur le contrôle de la qualité du Partenariat Canadien pour la Qualité en Radiothérapie (PCQR) ainsi que l'analyse de la conformité des centres québécois aux recommandations qu'il contient. Le document ciblé pour cette analyse est celui portant sur l'équipement principal de dosimétrie : « Codes de pratique du contrôle de la qualité technique du principal équipement de dosimétrie (MDE.2015.02.02FR) ». Le document s'intéresse à plusieurs équipements pouvant avoir un lien avec la mesure de la dose dans un milieu, cependant l'analyse présentée ici s'intéresse essentiellement aux chambres d'ionisation, c'est-à-dire au tableau 1 (Dosimètres de référence) ainsi qu'un sous-ensemble du tableau 2 (Détecteurs pour la dosimétrie courante).

Pour l'étude de la conformité, les représentants de chaque centre ont été invités à remplir un gabarit leur permettant d'évaluer le niveau de conformité de leur programme d'assurance qualité local par rapport aux recommandations du document du PCQR. La période de consultation s'est échelonnée de septembre 2022 à janvier 2023. L'analyse présentée dans ce rapport est donc un portrait de l'état de la conformité des centres québécois lors de cette période.

Les membres du sous-comité ont également été invités à relire et à commenter la publication du PCQR afin de cibler les lacunes potentielles de leur programme, mais également les améliorations possibles du document tant au niveau des formulations, ou des traductions, que des éléments techniques de réalisation des différents tests. Les commentaires ont été mis en commun, puis rediscutés en comité. La section révision du présent rapport détaille les commentaires qui ont fait l'objet d'un consensus au sein du comité. Ils seront acheminés au PCQR à titre de suggestions.

Les travaux contenus dans ce rapport seront présentés à l'ensemble des membres de l'AQPMC dans le cadre du congrès annuel 2023 de l'association.

Conformité des centres québécois

13 centres (sur 14 centres au Québec) ont rempli la grille de conformité fournie par le sous-comité par rapport aux contrôles qualité des chambres à ionisation incluses dans le document du PCQR sur le contrôle de la qualité technique du principal équipement de dosimétrie. Afin d'avoir une mesure du niveau d'application des recommandations du PCQR dans les centres de radiothérapie de la province, les résultats des évaluations locales de chacun des centres ont été mis en commun et moyennés.

Les résultats sont présentés ci-dessous sous forme de tableaux équivalents à ceux du document de référence, notamment le tableau 1 à propos des dosimètres de référence et le tableau 2 sur les détecteurs pour la dosimétrie courante. Les tableaux présentent la moyenne de la conformité des centres pour un test donné, par rapport à la fréquence du test ainsi que par rapport au seuil d'intervention indiqué dans le document de référence, le cas échéant.

Plus précisément, une conformité à un test en fréquence nécessite de réaliser ce test dans une fréquence supérieure ou égale à celle indiquée dans le document, et une conformité au niveau d'intervention nécessite d'appliquer une valeur inférieure ou égale à celle indiquée dans le document. Il est à noter que la conformité par rapport au seuil de tolérance n'a pas été investiguée, notamment car plusieurs centres appliquent seulement un seuil d'intervention.

Une exception a été faite pour les tests annuels des chambres à ionisation, pour lesquels une fréquence biannuelle a été comptabilisée comme une conformité adéquate.

Les résultats des tableaux 1 et 2 montrent une moyenne totale de conformité inférieure à 80% : elle est de 78% pour la fréquence des tests du tableau 1 et de 62% pour celle des tests du tableau 2. Les conformités moyennes sur les seuils d'intervention sont de 58% et 55% respectivement.

Les tests où la conformité est la plus basse concernent la mesure de la perturbation de la tige, du courant de fuite de l'équipement, et la reproductibilité du potentiel.

Seuls trois tests sont réalisés par tous les centres conformément aux recommandations du document du PCQR :

- L'étalonnage biennal de l'étalon secondaire en laboratoire et le contre-étalonnage annuel (ou parfois biennal) des étalons cliniques.
- La reproductibilité du signal vérifiée à l'utilisation.
- L'intégrité des équipements de mesure

Analyse et discussions

Les résultats de conformité des centres québécois au document de référence du PCQR par rapport aux contrôles de qualité des chambres à ionisation mettent en évidence deux problématiques majeures, que ce soit par rapport à la fréquence des tests ou des seuils d'intervention :

- Une faible conformité moyenne pour plusieurs tests, inférieure à 50% pour certains.
- Un manque d'uniformité des pratiques entre les centres.

Tableau 1 : Dosimètres de référence

	fréquence : Conformité moyenne	Seuil Intervention TQC %	Seuil : Conformité moyenne
Étalon secondaire (couple chambre-électromètre)			
1ere utilisation / Après étalonnage	-	-	-
ISS1 Perturbation de la tige	46%	1.0%	46%
ISS2 Efficacité collecte (Pion)	85%	N/A	-
ISS3 Correction Polarité (Ppol)	85%	N/A	-
ISS4 Linéarité en dose	69%	1.0%	69%
ISS5 Courant de fuite	77%	0.2%	54%
ISS6 Reproductibilité potentiel	46%	2.0%	46%
Chaque utilisation	-	-	-
ESS1 Reproductibilité signal	100%	0.5%	85%
Biennal	-	-	-
BSSS1 Étalonnage en laboratoire	100%	N/A	-
Étalon clinique contre-étalonné (couple chambre-électromètre)			
1ere utilisation / Après réparation	-	-	-
IFS1 Perturbation de la tige	38%	1.0%	38%
IFS2 Efficacité collecte (Pion)	100%	N/A	-
IFS3 Linéarité en dose	77%	1.0%	77%
IFS4 Courant de fuite	77%	0.2%	54%
IFS5 Reproductibilité potentiel	62%	2.0%	46%
IFS6 Contre-étalonnage	100%	N/A	-
Annuel	-	-	-
AFS1 Reproductibilité du signal	100%	0.5%	83%
AFS2 Reproductibilité potentiel	42%	2.0%	36%
AFS3 Contre-étalonnage	100%	N/A	-
Câbles, connecteurs et adaptateurs			
Chaque utilisation	-	-	-
ECC1 Intégrité	100%	N/A	
Moyenne totale de conformité	78%		58%

Tableau 2 : Détecteurs pour la dosimétrie courante

	fréquence : Conformité moyenne	Seuil Intervention TQC %	Seuil : Conformité moyenne
Chambres d'ionisation pour dosimétrie relative			
1ere utilisation / Après réparation	-	-	-
IRD3 Linéarité (dose et débit)	85%	1.0%	67%
IRD4 Perturbation de la tige	38%	1.0%	33%
Annuel	-	-	-
ARD2 Reproductibilité du signal	100%	1.0%	33%
Moyenne totale de conformité	62%		55%

Par ailleurs, il apparaît que pour un test donné, la conformité moyenne varie dépendamment du type d'utilisation de la chambre (chambre étalonnée en laboratoire, chambre clinique contre-étalonnée, dosimétrie « courante » ou relative). Par exemple, deux centres ont indiqué réaliser la majorité des tests de « 1ere utilisation » pour l'étalon secondaire, mais pas pour les étalons cliniques. Également, deux autres centres ont indiqué réaliser les tests de « 1ere utilisation » pour la chambre étalon seulement lors de la mise en service de l'équipement, mais pas après les envois pour calibration en laboratoire.

La conformité moyenne par rapport aux seuils d'intervention est inférieure à la conformité de réalisation pour certains tests, notamment pour le courant de fuite. En effet, ce test est souvent réalisé de manière qualitative et informelle, ce qui entraîne une non-conformité pour l'application du seuil. Le même phénomène est aussi observé pour la reproductibilité du signal en particulier pour les chambres utilisées en dosimétrie relative.

Après ces différents constats, les discussions au sein du comité ont permis de dégager des axes de réflexion et d'amélioration des processus pour tenter de réduire les non-conformités et les disparités observées.

Cependant, des enjeux ont été identifiés concernant la structure et le contenu du document du PCQR lui-même. En particulier, différents points spécifiques ont été ciblés et sont détaillés ci-dessous.

A- Enjeux identifiés dans le document de référence du PCQR par rapport à l'assignation des tests et à leur fréquence :

- 1) L'absence de détails sur la méthode à employer pour réaliser certains tests ainsi que sur la manière de caractériser le résultat, notamment pour ces tests:
 - La perturbation de la tige (test avec la plus basse conformité)
 - La mesure du courant de fuite (qui est souvent réalisée de manière informelle et qualitative)
 - La reproductibilité du potentiel de l'électromètre (qui n'est pas mesurable dans l'absolu sans nuire à l'intégrité de l'électromètre).

- 2) Une pertinence discutable de certains tests comme la linéarité en débit (dans le tableau 2), associée au test de linéarité en dose. Ce test pourrait davantage s'exprimer comme un test de reproductibilité en fonction de la « dose par pulse » de l'accélérateur, qui peut en effet affecter les mesures de dosimétrie relative (lors de scans en cuve ou de mesure de plans cliniques).
- 3) La fréquence de certains tests qui n'est pas représentative des réalités cliniques, notamment :
 - La reproductibilité du signal ainsi que l'intégrité des équipements de mesure sont testées à l'utilisation, en tout temps, et peu importe l'utilisation de l'équipement.
 - Les tests récurrents (indiqués comme annuels dans le document de référence) des chambres à ionisation sont davantage réalisés aux 2 ans (biennaux) plutôt qu'annuellement. Également, les tests récurrents pourraient inclure plusieurs tests listés dans ceux à réaliser à l'acquisition ou après réparation (comme le courant de fuite et la perturbation de la tige).
- 4) L'absence de certains tests dans les tableaux qui sont néanmoins réalisés par la plupart des centres, notamment :
 - Le courant de fuite pour les chambres à ionisation en dosimétrie relative
 - La caractérisation des effets de polarisation pour les étalons cliniques
 - La variation des facteurs d'étalonnage pour les chambres étalonnées en laboratoire ou contre-étalonnées pour la clinique.
 - La vérification de la calibration de la chambre étalonnée en laboratoire avant versus après l'envoi, via une mesure de contre-calibration avec un étalon clinique.
- 5) Les contrôles qualité des électromètres cliniques, équipements pour la plupart découplés des chambres étalons, qui pourraient faire l'objet d'un tableau dédié, incluant des tests concernant :
 - Le courant de fuite intrinsèque
 - Un facteur de calibration (référé comme Pelec dans [1]).
 - Le cas échéant, la vérification de la lecture du mode d'acquisition en déclenchement automatique par rapport au mode d'acquisition en continu.
 - La reproductibilité du potentiel (qui ne peut être réalisée que par la lecture de la tension par l'électromètre lui-même).

B- Enjeux identifiés dans le document de référence du PCQR par rapport aux seuils d'intervention des tests :

Il a été mentionné plus haut que certains tests comme la mesure du courant de fuite sont réalisés de manière informelle et qualitative entraînant une non-conformité pour le seuil d'intervention.

Il a été discuté au sein du comité qu'explicitement une méthode ainsi qu'un paramètre spécifique à considérer pour l'application d'un seuil faciliterait la mise en place du test de manière conforme et permettrait en même temps une homogénéisation des procédures. Ce commentaire s'applique également à la linéarité en dose et la perturbation de la tige.

Par ailleurs, le document de référence du PCQR mentionne de caractériser les paramètres liés à l'efficacité de collection des ions et aux effets de polarité,

sans mentionner de seuil spécifique. Cependant, dans [1], il est fait mention de seuils pour ces paramètres, respectivement nommés P_{ion} et P_{pol} , notamment :

- Un $P_{ion} < 5 \%$ afin de pouvoir appliquer la méthode d'estimation à 2 tensions (Pour des valeurs de P_{ion} plus élevées il est conseillé d'utiliser un fit non-linéaire avec plusieurs tensions)
- Un $P_{pol} < 0.3 \%$ à basse énergie, pour permettre de négliger les effets de polarité lors de la calibration en laboratoire (qui devraient être pris en compte sinon).

Il pourrait donc être judicieux d'inclure ces informations accompagnées des valeurs de seuils dans le document de référence.

Conclusion

Le sous-comité Assurance Qualité de l'AQPMC a étudié la conformité des centres québécois par rapport au document de référence du PCQR sur les « Codes de pratique du contrôle de la qualité technique du principal équipement de dosimétrie (MDE.2015.02.02FR) ». Les résultats ont montré une conformité moyenne totale de la réalisation des tests inférieure à 80% et une conformité moyenne totale sur l'application des seuils inférieure à 60%. L'analyse de l'origine des non-conformités par les membres du sous-comité a permis de dégager des axes de réflexion afin d'améliorer à la fois les processus internes des centres, ainsi que le contenu du document de référence pour le rapprocher des réalités cliniques.

À partir des différentes observations et conclusions mentionnées dans l'analyse de ce document, le sous-comité Assurance-Qualité de l'AQPMC a débuté la rédaction d'un guide qui pourra servir de référence aux centres québécois pour l'élaboration ou la révision de leur programme d'assurance qualité des chambres à ionisation. Ce guide pan-québécois sera sous forme d'une version révisée des sections à propos des chambres à ionisation du document de référence du PCQR sur l'équipement principal de dosimétrie, et sera également transmis au PCQR.

Références

[1] Almond et al., AAPM's TG-51 protocol, Med. Phys. (1999), 26 (9)