

Partenariat canadien pour la qualité en radiothérapie  
Codes de pratique du contrôle de la qualité technique  
des systèmes de planification de traitement

---

Document d'orientation présenté au nom de  
l'Association canadienne de radio-oncologie,  
l'Organisation canadienne des médecins médicaux,  
l'Association canadienne des technologues en radiation médicale et  
du Partenariat canadien contre le cancer

29 juin 2015

TPS.2015.06.02

[www.pcqr.ca](http://www.pcqr.ca)



**CPQR**

Canadian Partnership for  
Quality Radiotherapy

**PCQR**

Partenariat canadien pour  
la qualité en radiothérapie

## **Avertissement**

Les informations contenues dans le présent document sont destinées à être utilisées à la discrétion de chaque centre dans le but de le guider dans l'amélioration de programme de radioprotection et de contrôle de la qualité. Le présent document ne repose sur aucune norme juridique ; les règlements fédéraux ou provinciaux spécifiques et les conditions de permis prévalent sur son contenu. C'est un document évolutif et l'information qu'il contient est sujette à modification à tout moment et sans préavis. Le Partenariat canadien pour la qualité en radiothérapie (PCQR) ou ses associations partenaires, l'Association canadienne de radio-oncologie (ACRO), l'Organisation canadienne des médecins médicaux (OCPM) et l'Association canadienne des technologues en radiation médicale (ACTRM), ne sauraient en aucun cas être tenus responsables des dommages ou pertes de toute nature, directs ou indirects, qui résulteraient en tout ou en partie de l'utilisation de ce document.

## Expert examinateur

Jose Eduardo Villarreal-Barajas  
Tom Baker Cancer Centre, Calgary, Alberta

## Centres de validation externe

CISSS de la Montérégie-Centre – Hôpital Charles-Le Moyne, Longueuil, Québec  
BC Cancer Agency – Fraser Valley Centre, Surrey, Colombie-Britannique

## Traducteur

Laurent Tantôt  
CIUSSS de l'Est-de-l'Île-de-Montréal – Hôpital Maisonneuve-Rosemont, Montréal, Québec

## Introduction

Le Partenariat canadien pour la qualité en radiothérapie (PCQR) est une alliance formée des trois principales organisations professionnelles nationales œuvrant dans le domaine de la radiothérapie au Canada : l'Association canadienne de radio-oncologie (ACRO), l'Organisation canadienne des physiciens médicaux (OCPM) et l'Association canadienne des technologues en radiation médicale (ACTRM). Le soutien stratégique et financier est apporté par le Partenariat canadien contre le cancer (PCCC), une ressource nationale pour la promotion de la prévention et du traitement du cancer. Le PCQR a pour mandat de soutenir l'accès universel à des traitements de radiothérapie sûrs et de grande qualité pour tous les Canadiens, grâce à l'amélioration du rendement du système et l'établissement de codes de pratique et d'indicateurs consensuels visant à faciliter la mise sur pied et l'évaluation de programmes de radiothérapie.

Le présent document présente en détail les objectifs de performance et les critères de sécurité des *tomodensitomètres de simulation*. Le lecteur trouvera dans le document cadre *Codes de pratique du contrôle de la qualité technique pour les centres canadiens de radiothérapie*<sup>(1)</sup> une description générale d'un programme de contrôle de la qualité technique et la façon d'interpréter les objectifs et critères de performance détaillés dans le présent document.

## Description du système

Un système de planification de traitement (TPS) se compose en général d'un moyen d'entrer les données d'un patient, tel qu'un numériseur ou une interface avec un tomodensitomètre, d'un ordinateur qui effectue les calculs de dose et d'un moyen d'extraire à la fois les résultats de ces calculs et les images et données géométriques qui ont servi aux calculs. La qualité du traitement d'un patient dépend de façon cruciale de l'exactitude intrinsèque du TPS, de l'usage adéquat du système et de l'interprétation correcte

des résultats. Un contrôle suffisant de la qualité d'un TPS doit inévitablement inclure le contrôle de la qualité du système aussi bien que des processus liés à son utilisation.

L'exactitude des calculs de dose eux-mêmes dépend de deux sous-systèmes. Le premier est l'algorithme de calcul. Si le transport des photons et des électrons est traité correctement dans toutes les conditions cliniques rencontrées, la composante algorithmique peut être considérée comme satisfaisante. Toutefois, même l'algorithme le plus exact fera des prédictions dosimétriques inexactes si les faisceaux de radiation cliniques ne sont pas modélisés exactement. Il existe des recommandations sur les tolérances associées à la modélisation des faisceaux de photons<sup>(2,3)</sup>.

Même avec un algorithme et des modèles de faisceaux exacts, le système peut être utilisé à mauvais escient au grave détriment des patients<sup>(4)</sup>. Cet usage inadéquat provient souvent d'un manque de compréhension des bases du calcul, notamment des questions de normalisation de la dose. Il est important de reconnaître qu'une erreur quelconque de dosimétrie ou de transcription au stade de la planification va se propager sur l'ensemble des traitements d'un patient. Un problème systématique avec l'algorithme, le modèle de faisceaux ou avec la compréhension de l'utilisation du système risque d'affecter une cohorte de patients<sup>(5)</sup>. En raison de la nature cruciale et centrale du TPS dans le processus thérapeutique, il est essentiel que la mise en service et le contrôle de la qualité soient approfondis. De plus, à cause de l'interdépendance entre le système et les utilisateurs, le processus de contrôle de la qualité doit comprendre une revue détaillée pour chaque patient. La radiothérapie à modulation d'intensité (IMRT) et les techniques plus récentes comme l'arcthérapie à modulation d'intensité (VMAT) et la radiothérapie adaptative (RTA) sont des applications particulièrement spécialisées et exigeantes en ressources en ce qui concerne les systèmes de planification et d'administration des traitements. Le contrôle de qualité de ces techniques spécialisées fait l'objet d'autres codes de pratique du contrôle de la qualité technique (disponibles au [www.pcqr.ca](http://www.pcqr.ca)).

La complexité des TPS et les processus et interactions qui les entourent requièrent une discussion plus approfondie qu'il n'est possible de présenter ici. Le point central de ce document réside dans les tableaux 1 et 2 et les notes qui les accompagnent et qui spécifient les normes de contrôle de la qualité de routine à suivre. Des descriptions plus détaillées des TPS, et en particulier des activités de mise en service, sont disponibles dans la Réf. 6 et d'autres références connexes<sup>(7-11)</sup>.

Il faut noter que certains TPS spécialisés sont quelques fois utilisés pour des applications spécifiques. Parmi celles-ci, il y a la curiethérapie de haut débit de dose (HDD), la curiethérapie de bas débit de dose (BDD) avec implants de grains radioactifs, la radiochirurgie stéréotaxique, la tomothérapie hélicoïdale et le Gamma Knife. Même dans les cas où des TPS spécialisés sont utilisés, il faut appliquer les principes de l'assurance de la qualité et du contrôle de la qualité adoptés dans ce document, en les adaptant au besoin à la situation spécifique.

Il convient de signaler que l'évolution rapide des technologies de radiothérapie pose d'importants défis pour l'assurance et le contrôle de la qualité des TPS. Certains de ces défis sont liés aux processus

d'optimisation de la dose et leurs algorithmes correspondants (comme en IMRT), à la reconstruction de la dose, aux calculs et traitements quadridimensionnels et à tous les fantômes et outils d'assurance de la qualité associés<sup>(12,13)</sup>.

## Codes de pratique connexes

Dans le but d'évaluer complètement la performance d'un système de planification de traitement, des tests additionnels décrits dans des codes de pratique du contrôle de la qualité technique connexes doivent être effectués et documentés, le cas échéant. Disponibles sur pcqr.ca, les codes de pratique connexes au présent document sont :

- Systèmes de sûreté
- Principal équipement de dosimétrie
- Tomodensitomètres de simulation
- Accélérateurs linéaires médicaux et collimateurs multilames

## Tableaux de tests

**Tableau 1 : Tests de contrôle de la qualité trimestriels**

Article	Test	Performance	
		Tolérance	Intervention
<b>Trimestriel</b>			
QTPS1	Unité centrale et serveur	fonctionnel	
QTPS2	Numériseur (s'il est utilisé en clinique)	2 mm	3 mm
QTPS3	Transfert électronique du plan	intégrité des données	
QTPS4	Détails du plan	intégrité des données	
QTPS5	traceur et imprimante	2 mm	3 mm
QTPS6	Récupération de sauvegarde	fonctionnel	
QTPS7	Géométrie et densité des images CT	2 mm/0,02	3 mm/0,03

### Tests trimestriels

**QTPS1** Au redémarrage de chaque station de travail, il faut vérifier que les messages affichés par le système ne contiennent pas d'indications de mauvais fonctionnement (cf. section 10.2.1 de la Réf. 6). Il faut contrôler le système dans le cas où un message d'erreur s'affiche au démarrage. Consigner le message d'erreur et réparer. Si le TPS est installé sur un serveur, il n'est peut-être pas recommandé de le redémarrer. Cependant, les fichiers journaux sur le serveur doivent être revus et les messages d'erreurs examinés et résolus comme il se doit. À la suite d'une

mise à jour logicielle ou matérielle des stations de travail ou des serveurs associés au TPS, il faut effectuer le contrôle de la qualité trimestriel. Une nouvelle mise en clinique est nécessaire dans le cas d'une importante mise à jour (p. ex., un nouveau système d'exploitation ou une nouvelle plate-forme de communication client-serveur).

- QTPS2 À l'aide de l'outil de mesure à l'écran, vérifier qu'un contour de dimensions connues a été numérisé exactement (cf. section 10.2.2 de la Réf. 6).
- QTPS3 À l'aide d'un ensemble standard d'au moins trois plans cliniques couvrant une plage de configurations de traitement (photons et électrons), confirmer que les données sont correctement transférées du TPS à la machine de traitement (cf. section 10.2.11 de la Réf. 6).
- QTPS4 À l'aide d'un ensemble standard d'au moins trois plans cliniques couvrant une plage de configurations de traitement, confirmer que les données sur le TPS sont correctement imprimées, ou, dans les établissements sans papier, copiées numériquement (cf. section 10.2.10 de la Réf. 6).
- QTPS5 Comparer les dimensions sur l'impression avec celles du contour et des impressions précédentes. Le seuil de tolérance de 2 mm et le seuil d'intervention de 3 mm ne s'appliquent pas dans les cas où l'impression est utilisée pour vérifier la mise en place d'un patient ou d'un faisceau (c.-à-d., en radiochirurgie stéréotaxique où des critères bien plus contraignants sont requis) (cf. section 10.2.3 de la Réf. 6).
- QTPS6 Vérifier l'intégrité des données restaurées à partir de récents fichiers de sauvegarde (cf. section 10.2.4 de la Réf. 6). Si un TPS parallèle est nécessaire pour effectuer ce test de manière sûre mais n'est pas disponible, on comparera un ensemble de dossiers de patients aux dossiers sauvegardés correspondants.
- QTPS7 Vérifier que la géométrie du CT et la relation entre nombre CT et densité n'ont pas changé. Les seuils de tolérance et d'intervention sont donnés en millimètres et en densité électronique relative. Dans certaines circonstances, par exemple, pour des volumes au contact du nerf optique, des critères de performance plus serrés peuvent être nécessaires (cf. section 10.2.6 de la Réf. 6).

**Tableau 2 : Tests de contrôle de la qualité annuels**

Article	Test	Performance	
		Tolérance	Intervention
<b>Annuel</b>			
ATPS1	Revalidation	données	
ATPS2	Vérification indépendante du contrôle de la qualité	complet	

### Tests annuels

- ATPS1 Vérifier la constance des calculs de dose de téléthérapie à l'aide d'un ensemble standard d'au moins quatre plans cliniques couvrant une plage de géométries, d'énergies et de modalités (cf. section 10.2.8 de la Réf. 6). Pour chaque type de plan, les tests doivent être effectués sur les cas extrêmes qu'on peut rencontrer en clinique. La répétabilité des histogrammes dose-volume (HDV) calculés fait aussi partie des éléments dont la constance doit être vérifiée. Il faut comparer le calcul des rendements en profondeur (REP), rapports tissu-fantôme (RTF) et profils des champs ouverts, cachés et filtrés avec les données correspondantes utilisées pour la mise en service du TPS. Les calculs avec le TPS doivent être faits en mode clinique. Examiner le processus de planification de traitement du début à la fin dans les conditions les plus réalistes : scanner un fantôme anthropomorphique avec des accessoires d'immobilisation utilisés en clinique, et préparer un plan de traitement ; traiter le fantôme en mode clinique en prenant les images de vérification habituelles ; vérifier l'accord entre la dose mesurée et la dose planifiée en comparant celui-ci aux données de référence obtenues à la mise en service du TPS.
- ATPS2 Pour assurer la redondance et une surveillance appropriée, un deuxième physicien médical qualifié doit effectuer au moins une fois par année une vérification indépendante de la mise en œuvre des tests de contrôle de la qualité ainsi que de l'analyse et de l'interprétation des résultats.

### Remerciements

Nous souhaitons remercier les nombreuses personnes qui ont participé à l'élaboration de ce code de pratique, notamment : David Sasaki, Marie-Joëlle Bertrand et Kyle Malkoske (rédacteurs adjoints) ; le comité consultatif sur l'assurance de la qualité et la radioprotection (QARSAC), le conseil d'administration de l'OCPM, Erika Brown et le comité directeur du PCQR, ainsi que toutes les personnes qui ont émis des commentaires lors de la phase de révision publique du présent code de pratique.

## Références

1. Partenariat canadien pour la qualité en radiothérapie. Codes de pratique du contrôle de la qualité technique pour les centres canadiens de radiothérapie [En ligne]. 31 déc 2015 [cité le 1er mai 2016]. Disponible : <http://www.pcqr.ca/programmes/controle-de-la-qualite-technique>
2. Venselaar J, Welleweerd H, Mijnheer B. Tolerances for the accuracy of photon beam dose calculations of treatment planning systems. *Radiother. Oncol.* 2001;60(2):191–201.
3. Fraass B, Doppke K, Hunt M, Kutcher G, Starkschall G, Stern R, Van Dyk J. American Association of Physicists in Medicine Radiation Therapy Committee Task Group 53: quality assurance for clinical radiotherapy treatment planning. *Med. Phys.* 1998;25(10):1773–829.
4. Agence internationale de l'énergie atomique. Safety reports series no. 17: lessons learned from accidental exposures to patients undergoing radiation therapy. Vienne (AT): L'Agence; 2000.
5. Ekaette E, Lee R, Cooke D, Kelly KL, Dunscombe P. Risk analysis in radiation treatment: application of a new taxonomic structure. *Radiother. Oncol.* 2006;80(3):282–87.
6. Agence internationale de l'énergie atomique. Technical reports series no. 430: commissioning and quality assurance of computerized planning systems for radiation treatment of cancer. Vienne (AT): L'Agence; 2004.
7. Agence internationale de l'énergie atomique. Technical document 1540: specification and acceptance testing of radiotherapy treatment planning systems. Vienne (AT): L'Agence; 2007.
8. Bruinvis I, Keus R, Lenglet W, Meijer G, Mijnheer B, van't Veld AA et al. Quality assurance of 3-D treatment planning systems for external photon and electron beams. Delft (NL): Netherlands Commission on Radiation Dosimetry; 2005.
9. Mijnheer B, Olszewska A, Fiorino C, Hartmann G, Knoos T, Rosenwald JC, Welleweerd H. Quality assurance of treatment planning systems: practical examples of non-IMRT photon beams. *European Society for Radiotherapy and Oncology booklet no. 7.* Bruxelles (BE): European Society for Radiotherapy and Oncology; 2004.
10. Thwaites DI, Mijnheer BJ, Mills JA. Quality assurance of external beam radiotherapy. Dans : *Radiation oncology physics: a handbook for teachers and students.* Podgorsak EB, rédacteur. Vienne (AT) : Agence internationale de l'énergie atomique, 2005 [cité le 28 mars 2016]. p. 407-49 Disponible : [http://www-pub.iaea.org/mtcd/publications/pdf/pub1196\\_web.pdf](http://www-pub.iaea.org/mtcd/publications/pdf/pub1196_web.pdf)
11. Van Dyk J, rédacteur. *The modern technology of radiation oncology: a compendium for medical physicists and radiation oncologists.* Madison (WI): Medical Physics Publishing; 1999.

12. Van Dyk J. Quality assurance of radiation therapy planning systems: current status and remaining challenges. *Int J Radiat Oncol Biol Phys.* 2008;71(1); S23–7.
13. Jamema SV. Treatment planning systems. Dans : *Quality and safety in radiotherapy.* Pawlicki T, Dunscombe P, Mundt A, Scalliet P, rédacteurs. New York (NY): CRC Press; 2010. p. 299–304.