

Partenariat canadien pour la qualité en radiothérapie
Code de pratique du contrôle de la qualité technique
de la radiochirurgie au Gamma Knife

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

30 juin 2016

GKR.2016.06.01

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 physiciens 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.

Experts examinateurs

Anita Berndt
Cancer Care Manitoba, Winnipeg, Manitoba

Mathieu Guillot
Centre hospitalier universitaire de Sherbrooke, Sherbrooke, Québec

Monique van Prooijen
Princess Margaret Cancer Centre, Toronto, Ontario

Centre de validation externe

Cancer Care Manitoba, Winnipeg, Manitoba

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 de la *radiochirurgie au Gamma Knife*. Le lecteur trouvera dans le document cadre *Codes de pratique du contrôle de la qualité technique pour les centres canadiens de radiothérapie*⁽¹⁾ 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

Le Gamma Knife (GK) Perfexion™ (Elekta AB, Stockholm, Suède) est utilisé pour traiter des lésions intracrâniennes par radiochirurgie stéréotaxique (SRS). Le rayonnement est délivré au moyen de 192 sources de ^{60}Co disposées en anneaux concentriques^(2,3). En répartissant le rayonnement incident sur presque tout le cerveau, on peut administrer une très forte dose à une cible bien repérée tout en minimisant les dommages aux tissus cérébraux sains. Ces traitements en une seule fraction sont moins effractifs que la chirurgie crânienne.

Les sources de ^{60}Co de 1 mm × 20 mm sont encapsulées dans des manchons et sont réparties sur huit secteurs. Ces secteurs se déplacent de manière indépendante et placent chacun un ensemble de 24 sources vis-à-vis d'ouvertures d'un des trois diamètres possibles dans un collimateur de tungstène, ou bien dans une position bloquée, entre ces ouvertures. On peut alors administrer des « billes » de rayonnement (de 4 mm, 8 mm ou 16 mm de diamètre), que l'on peut superposer pour se conformer à la forme de la tumeur. Puisque les différentes tailles de champs sont obtenues à l'aide d'ouvertures usinées très précisément dans le collimateur et que le rayonnement provient de sources de ^{60}Co , la majeure partie de la variabilité de la dose administrée associée aux autres appareils de téléthérapie est éliminée ici.

Les débits de dose au centre d'une sphère de polystyrène de 8 cm de diamètre sont de l'ordre de 3,5 Gy/min sur un appareil avec de nouvelles sources. Celles-ci sont confinées dans une « boule » de fonte et des volets coulissants apportent un blindage supplémentaire contre le rayonnement diffusé. Aucun rayonnement primaire ne s'échappe de l'appareil.

Avant de prendre des images, on fixe un cadre stéréotaxique à la tête du patient. Ce cadre a deux rôles : définir un système de coordonnées commun aux systèmes d'imagerie, de planification et de traitement, et empêcher le patient de bouger lors du traitement. Le système de positionnement du patient (PPS ; la table de traitement) est solidement attaché à l'appareil de traitement et le cadre stéréotaxique est lui-même fixé au PPS. Pendant le traitement, des moteurs d'entraînement dans la table placent automatiquement le patient aux isocentres prescrits. L'immobilisation grâce au cadre stéréotaxique et la grande reproductibilité mécanique garantissent l'exactitude nécessaire à l'administration de fortes doses aux cibles proches de structures sensibles dans le cerveau.

Codes de pratique connexes

Dans le but d'évaluer complètement la performance d'un Gamma Knife, 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

Tableaux de tests

Tableau 1 : Tests de contrôle de la qualité quotidiens et hebdomadaires

Article	Test	Performance	
		Tolérance	Intervention
Quotidien			
D1	Verrouillages de l'appareil (adaptateur de cadre, panneaux latéraux)	fonctionnel	
D2	Exactitude et linéarité du minuteur	1 %, 0,5 %	2 %, 1 %
D3	Alarme de la console de traitement	fonctionnel	
D4	Affiches de procédure d'urgence	présent	
Hebdomadaire			
W1	Précision du foyer	fonctionnel	

Notes sur les tests quotidiens

- D1 L'appareil doit empêcher l'irradiation si le patient n'est pas fixé à la table, si l'angle γ n'est pas correct, ou si les panneaux de protection latéraux ne sont pas en place.
- D2 Le minuteur du Gamma Knife doit être en accord avec un appareil de mesure indépendant (p. ex., un chronomètre). La linéarité peut être testée en vérifiant des irradiations de longueurs différentes sur plusieurs jours.
- D3 Le test d'alarme intégré à l'appareil doit faire sonner l'alarme de la console.
- D4 Les procédures d'urgence doivent être affichées.
- W1 Le test de précision du foyer intégré à l'appareil doit afficher "PASS".

Tableau 2 : Tests de contrôle de la qualité mensuels et trimestriels

Article	Test	Performance	
		Tolérance	Intervention
Mensuel			
M1	Outil de dégagement	fonctionnel	
M2	Batterie de l'alimentation sans coupure (UPS)	fonctionnel	
M3	Rétraction du système de positionnement du patient	fonctionnel	
M4	Exactitude du système de positionnement du patient	s. o.	0,5 mm

Trimestriel			
Q1	Alignement des secteurs	s. o.	0,5 mm/1,0 mm [†]

[†] 0,5 mm pour les collimateurs de 4 mm et 8 mm ; 1,0 mm pour les collimateurs de 16 mm.

Notes sur les tests mensuels et trimestriels

- M1 Le test de dégagement de l'appareil effectué avec l'outil dédié doit passer. Vérifier aussi si l'on pense que l'outil a pu être endommagé. À la discrétion du physicien médical, ce test peut devenir semestriel.
- M2 Le test d'Elekta de l'alimentation sans coupure (UPS) doit passer.
- M3 Le déblocage du frein de table en x ou en z doit permettre de la déplacer dans la même direction.
- M4 La position du PPS doit être comparée à des positions physiques de référence sur une plage cliniquement pertinente dans les trois directions x, y et z.
- Q1 Les secteurs doivent venir s'aligner correctement en face des collimateurs de 4 mm, 8 mm et 16 mm.

Tableau 3 : Tests de contrôle de la qualité annuels

Article	Test	Performance	
		Tolérance	Intervention
Annuel			
A1	Coïncidence des isocentres mécanique et radiatif	0,1 mm de la valeur de référence	0,5 mm en absolu
A2	Linéarité du minuteur	0,5 %	1 %
A3	Erreur de transit du minuteur	valeur de référence	
A4	Exactitude du profil	s. o.	1 mm
A5	Minuteur de secours sur l'ordinateur des secteurs de l'appareil	fonctionnel	
A6	Étalonnage absolu	1 %	2 %
A7	Service externe de vérification dosimétrique	s. o.	5 % [†]
A8	Test de bout en bout	1-5 %/0,5 mm	1-5 %/1,0 mm
A9	Test de rayonnement de fuite	valeur de référence	
A10	Contrôle radiologique	Bruit de fond	

A11	Vérification indépendante du contrôle de la qualité	complet
-----	---	---------

[†] Après chaque entretien majeur et tous les deux ans ; le seuil d'intervention dépend de l'institution qui fait la vérification (p. ex., l'Imaging and Radiation Oncology Core [IROC] de Houston au Texas).

Notes sur les tests annuels

- A1 L'isocentre radiatif et l'isocentre mécanique doivent avoir la même position.
- A2 Le minuteur de l'appareil doit être linéaire. Effectuer le test sur une plage de durées plus grande qu'au contrôle de qualité quotidien.
- A3 L'erreur de transit doit être cohérente avec celle mesurée à la mise en service de l'appareil.
- A4 Les profils mesurés doivent être en accord avec ceux du système de planification de traitement. Le seuil d'intervention spécifié s'applique à l'isodose 50 % pour chaque taille de collimateur.
- A5 Le minuteur de secours sur l'ordinateur des secteurs de l'appareil doit être en accord avec celui de la console.
- A6 Le débit de dose du système de planification de traitement doit être en accord avec celui mesuré. Les mesures doivent être effectuées selon un protocole accepté (p. ex., celui du TG-21⁽⁴⁾) avec une chambre étalonnée.
- A7 La dose absolue est vérifiée de manière indépendante par un service externe (p. ex. le programme de suivi par dosimètres à luminescence stimulée optiquement [OSLD] ou à thermoluminescence [TLD] de l'IROC Houston).
- A8 Un test de bout en bout avec effectué avec un fantôme dédié, en incluant le placement du cadre stéréotaxique, l'imagerie, la planification de traitement et le traitement, et on vérifie que le traitement planifié a été administré de manière exacte en termes de dose et de positionnement. Les seuils de tolérance et d'intervention dépendent du dosimètre utilisé. Par exemple, une erreur d'exactitude inférieure à 1 % est attendue avec une chambre d'ionisation, alors qu'une limite de 5 % serait appropriée avec un film.
- A9–10 La mise en place de ces tests dépendra de la conception de l'installation et de l'équipement. Il faut au minimum se conformer aux règlements pertinents de la Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN) et aux conditions du permis délivré par celle-ci.
- A11 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 : Kyle Malkoske et Laurent Tantôt (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. Elekta AB. Leksell Gamma Knife® Perfexion™ [En ligne]. 2015 [Modifié en 2017 ; cité le 19 juil 2016]. Disponible : <http://www.elekta.com/healthcare-professionals/products/elekta-neuroscience/gamma-knife-surgery/gamma-knife-perfexion.html>
3. Elekta AB. Leksell Gamma Knife® Perfexion™ instructions for use. Stockholm (SE): Elekta AB; 2007.
4. Task Group 21, Radiation Therapy Committee, American Association of Physicists in Medicine. A protocol for the determination of absorbed dose from high-energy photon and electron beams. Med. Phys. 1983;10(6):741-71.