

CONTROLE QUALITE EN RADIOTHERAPIE

Alain BATALLA

Service de Radiophysique, Centre François Baclesse - CAEN

La réglementation concernant le contrôle qualité (CQ) des installations de radiothérapie a évolué ces dernières années. La progression des techniques de traitement par radiothérapie, la complexité croissante des matériels et des logiciels mais aussi les incidents et accidents radiologiques survenus dans plusieurs services de radiothérapie français, ont poussé les professionnels et les autorités à modifier la nature et la fréquence des contrôles préexistants. Les textes qui aujourd'hui régissent le contrôle qualité en radiothérapie sont les décisions de l'AFSSAPS du 2 mars 2004 pour le contrôle qualité externe et interne modifiée par une nouvelle décision du 27 juillet 2007 pour le contrôle qualité interne.

Le CQ externe fait l'objet de la communication de Equal-Estro et ne sera pas évoqué ici.

Le texte sur le CQ interne décrit les modalités et les périodicités des contrôles pour tous les systèmes impliqués dans la préparation et la réalisation des traitements de radiothérapie :

- accélérateurs linéaires médicaux,
- systèmes d'imagerie portale (permettant la vérification du positionnement du patient sur l'appareil de traitement),
- systèmes de planification des traitements (calcul de la répartition des doses et de la durée d'irradiation)
- systèmes de vérification et d'enregistrement des données (réseau informatique de radiothérapie)
- systèmes de simulation conventionnelle ou virtuelle (simulateurs, scanners)

Les contrôles portent sur :

- la sécurité des patients et du personnel (voyants lumineux, systèmes anticollision, arrêts d'urgence, caméras vidéo, interphone etc. ...)
- les aspects mécaniques des appareils : centrage des collimateurs, correspondance entre les affichages mécaniques et numériques, orthogonalité et symétrie des collimateurs conventionnels et multi lames etc. ...)
- la qualité des faisceaux : énergie, débit, homogénéité et symétrie des champs d'irradiation, pénombres etc. ...
- la qualité des images des systèmes de repérage et d'imagerie embarquée
- le calcul des isodoses et de la durée d'irradiation
- le transfert des données via le réseau de radiothérapie : coordonnées des champs de traitement, nombre d'unités moniteur, codage des accessoires, etc. ...

Les outils de mesure :

Contrôles mécaniques :

- Niveau à bulle, et régleur restent encore les outils de base pour les contrôles mécaniques des appareils de radiothérapie. Malgré tout, les systèmes d'imagerie numériques associés à des objets-tests et à des logiciels d'analyse permettent de contrôler, de manière plus fine et plus automatisée certains éléments mécaniques complexes des accélérateurs linéaires comme le collimateur multi lames (MLC).

Mesure de la dose :

- L'outil de base pour le contrôle des faisceaux des accélérateurs linéaires médicaux est la chambre d'ionisation couplée à un électromètre. Il en existe de différentes technologies et de différents volumes. La charge collectée est reliée à la grandeur physique par l'intermédiaire d'un coefficient d'étalonnage (cf. la

communication du LNHB). Pour les faisceaux de très petites dimensions, utilisés pour les irradiations en conditions stéréotaxiques, des recommandations spécifiques pour la mesure de la dose et le choix des détecteurs les plus appropriés ont été publiées sous l'égide de l'IRSN et de la SFPM en juillet 2009.

- D'autres détecteurs peuvent être utilisés pour leurs caractéristiques particulières : semi-conducteurs, Mosfets, thermoluminescents, émulsions photos, scintillateurs plastiques ...

Contrôle de l'homogénéité et de la symétrie des faisceaux :

- L'outil de référence est l'explorateur de fantôme d'eau. Son utilisation est indispensable pour l'acquisition des données de référence permettant la modélisation des faisceaux dans le système de planimétrie mais sa manipulation est assez fastidieuse et les multi détecteurs de type barrette 1D, matrice 2D, numérisation de films radiosensibles, scintillateurs plastiques etc. ... peuvent remplacer avantageusement dans certains cas l'explorateur de fantôme d'eau. C'est notamment le cas dans les procédures périodiques de contrôle qualité. Ces détecteurs sont couplés à un système informatique d'acquisition et d'analyse de données.

Contrôle des systèmes d'acquisition des données anatomiques, de calcul de la distribution de dose et d'imagerie de contrôle :

- En amont des séances de traitement, le système de planimétrie (ou TPS) est un système informatique alimenté en données de base acquises lors de la mise en route de l'appareil. L'acquisition des données anatomiques est aujourd'hui majoritairement réalisée grâce à un scanner X. Le système d'imagerie de contrôle est quant à lui, utilisé pour vérifier et valider le positionnement du patient sur l'appareil de traitement. Les contrôles de ces dispositifs nécessitent des objets tests (fantômes) de géométrie bien définie et comportant des inclusions simulant des hétérogénéités aériques, pulmonaires, osseuses etc. ... Un traitement fictif est calculé sur ces fantômes comme si c'était un cas clinique réel, dans des conditions identiques permettant d'apprécier la constance des performances lors de l'acquisition des données anatomiques (nombre Hounsfield) et lors du calcul de dose (algorithmes de calcul).
- De même le contrôle des systèmes d'imagerie (imageur portal, imagerie embarquée) nécessite des objets-tests comportant des mires de résolution et de contraste en mode planaire ou en mode tomographique. L'analyse des images-tests réalisées sur ces fantômes peuvent être avantageusement exploitées par des logiciels spécialisés, développés sur site ou disponibles dans le commerce. Ces logiciels permettent de gagner un temps important dans l'analyse des images et la rédaction de rapports de synthèse.

Pour certaines techniques particulières de traitement comme la radiothérapie conformationnelle par modulation d'intensité (RCMI ou IMRT), des procédures spécifiques de CQ sont mises en place permettant de vérifier la cohérence entre les calculs dosimétriques issus du TPS et la délivrance effective de la dose par l'accélérateur linéaire. Les outils les plus utilisés dans ces cas-là sont le film dosimétrique numérisé, les matrices 2D de détecteurs et les imageurs portals pour le contrôle des distributions de dose. La dose absolue est vérifiée par chambre d'ionisation, parfois par TLD, dans des fantômes anthropomorphiques contenant des inclusions dont les caractéristiques sont proches des hétérogénéités tissulaires.

La périodicité des contrôles réglementaires va du quotidien à l'annuel mais la majeure partie de ces contrôles doit être réalisée mensuellement, ce qui représente un important volume de travail.

Les principaux acteurs de ces contrôles sont les manipulateurs de radiothérapie pour une part des contrôles quotidiens et surtout l'équipe de radiophysique (physiciens médicaux, techniciens de radiophysique) qui en réalise la très grande majorité.
La principale difficulté dans leur mise en œuvre et leur suivi est la disponibilité des machines très occupées par les traitements quotidiens des patients et pour lesquelles les rares créneaux de libres doivent permettre la réalisation des contrôles qualité et les actions de maintenance préventive et corrective.