



Contrôle qualité pré-traitement des arcs dynamiques en faisceau de photons sans cône égalisateur : comparaison de détecteurs

M. Goubert¹, F. Husson², L. Parent¹

¹ Département d'Ingénierie et de Physique Médicale, Institut Universitaire du Cancer de Toulouse - Oncopole, Toulouse, France
² Dosisoft S.A., Cachan, France

Contacts : goubert.maxime@iuct-oncopole.fr, husson@dosisoft.fr, parent.laure@iuct-oncopole.fr
56^{èmes} Journées Scientifiques de la SFPM, 14-16 Juin 2017, Lyon, France



Introduction

Le contrôle qualité pré-traitement des faisceaux sans cône égalisateur, couramment dénommé FFF (Flattening Filter Free), est rendu difficile par les hauts débits de dose des faisceaux (jusqu'à 2400 UM/min) et la nécessité d'une bonne résolution spatiale car les champs mesurés sont généralement petits. Notre pratique clinique actuelle pour le contrôle pré-traitement des arcs dynamiques repose sur l'utilisation d'un fantôme rotationnel dans lequel est inséré une matrice de chambres d'ionisation liquides. Cette étude investigate le remplacement de cette technique par une mesure au détecteur portal au silicium amorphe disponible sur la machine de traitement, sans utilisation de fantôme, afin de diminuer le temps machine dédié à ces contrôles.

Matériel et Méthodes

Matériel

- Faisceau de photons FFF de 10 MV délivré par un accélérateur linéaire Varian Truebeam (figure 1a).
- Détecteur portal Varian As1000 positionné à 150 cm de la source (figure 1a). Résolution 0,39x0,29mm².
=> Analyse avec le logiciel Epibeam 1.0.2.alpha Dosisoft (figure 1b)
- Fantôme rotationnel PTW Octavius 4D avec la matrice de chambres liquides PTW SRS1000 (figure 2a). Résolution 2,5 mm au centre.
=> Analyse avec le logiciel PTW Verisoft 7.0 (figure 2b)
- Logiciel Varian Eclipse 13.7 (grille de calcul de 0,125 cm).

Principe des mesures avec le détecteur portal

L'image portale est convertie en dose dans l'eau à l'isocentre à 5 cm de profondeur, puis comparée à la dose dans l'eau à 5 cm calculée par le logiciel EPIbeam à partir du RT plan du plan de traitement fourni par Eclipse.

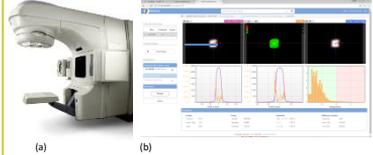


Figure 1: (a) Truebeam avec son détecteur As1000 déployé et (b) interface d'analyse dans Epibeam

Principe des mesures avec l'Octavius 4D

La dose mesurée par la matrice de détecteurs en rotation est convertie en dose tridimensionnelle dans le fantôme Octavius 4D, puis comparée à la dose calculée dans Eclipse à partir du plan de traitement du patient appliqué à l'Octavius 4D.

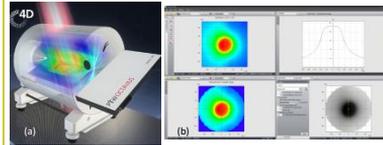


Figure 2: (a) Octavius 4D et (b) Interface d'analyse dans Verisoft

Tests sur plans cliniques

- Echantillon de 10 patients traités pour des lésions hépatiques par stéréotaxie extra-crânienne
- Représentatif de notre activité clinique en terme de dose et de dimensions de faisceaux
- Plan de traitement = un arc conformationnel de 180 à 200°.
- Dose prescrite sur l'isodose 80%.

Détection des erreurs

- Erreurs introduites : position des lames (ouverture du banc de lames, décalage et blocage de la lame centrale B30), rotation du collimateur et dose à l'isocentre
- Tests sur les plans des 2 patients présentant la plus petite et la plus grande lésion (patients 7 et 2).
- Dose à l'isocentre fixée à 11 Gy dans l'Octavius pour ne pas introduire de biais autre que la différence de taille de lésion dans la comparaison des résultats.
- Evaluation de l'effet des erreurs sur la distribution de dose calculée dans Eclipse à l'aide de Verisoft en plus des mesures avec les 2 détecteurs.

Résultats

Tests sur plans cliniques

Les plans cliniques (tableau 1) couvraient une large variation de PTU (moyenne = 129,5 cm³, minimum = 9,8 cm³, maximum = 327,5 cm³) et de prescription de dose (moyenne = 11,8 Gy, minimum = 6 Gy, maximum = 18 Gy). Le nombre moyen d'unités moniteur était de 1866 UM (minimum = 806 MU, maximum = 3072).

Patient	Taille PTU (cm ³)	Dose (Gy)	Nombre de fractions	UM	OCTA_4D	EPIBEAM
1	29,6	18	3	3072	100	96,08
2	927,53	10	5	1616	97,6*	99,5
3	79,3	9	5	1197	98,3	96,52
4	89,76	11	5	1827	100	98,89
5	105,51	18	3	2818	100	99,61
6	27,29	6	5	948	99,9	96,37
7	9,76	11	5	1462	100	99,48
8	218,9	6	5	806	100	99,58
9	251,6	18	3	2697	99,7	99,09
10	159,14	11	5	1649	100	99,27

Tableau 1 : Résultats des comparaisons des plans cliniques (* la matrice ne couvrait pas entièrement le champ)

Les 2 processus de contrôle donnent pour tous les patients des valeurs de comparaison gamma-index supérieures à 97% avec des critères 2%-2 mm en local (seuil 10%).

Détection des erreurs

Les résultats des contrôles des plans de traitement avec les erreurs introduites sont présentés tableau 2 avec des critères gamma-index 2%-2 mm en local (seuil 10%).

Pour le gros volume cible (patient 2), l'Octavius est plus sensible que le portal à une erreur sur la dose. Cependant la comparaison des plans dans Eclipse montre que le portal est plus proche du résultat sur les distributions de dose.

Le petit volume cible (patient 7) est plus sensible aux variations sur les positions de lames et moins sur la rotation collimateur (lié à la forme de champ circulaire pour ce patient). Les 2 détecteurs donnent des résultats similaires au calcul Eclipse, à l'exception de l'ouverture de 1mm dans les 2 directions de l'axe X non détectée par EPIbeam (cohérent avec le gamma-index 2%-2mm).

Patient	Erreur introduite	Eclipse/Eclipse	Eclipse/Oct4D	Eclipse/Epibeam
7	Aucune	100	99,3	99,5
2		100	100*	99,5
7	+1mm X1	99,1	91,9	99
2		100	100*	99,5
7	+2mm X1	76,3	67,6	87,4
2		100	97,1*	99,5
7	+1mm X1X2	79,5	69,2	98,5
2		100	99,5*	99,5
7	Dose+2%	100	97	99,2
2		100	83,6*	99,6
7	Dose+3%	99	91,7	94,5
2		86,2	70,2*	81,4
7	-10mm B30	83,5	85,3	88,5
2		96,3	99*	97,9
7	Blocage B30	79,1	83,7	82,8
2		88,3	91,3*	92,3
7	Colli +5°	100	98,9	99,5
2		89,9	92,2*	89,9

Tableau 2 : Résultats des comparaisons des plans cliniques avec erreurs introduites par rapport aux plans calculés dans Eclipse sans erreurs.

(* la matrice ne couvrait pas entièrement le champ)

Les faibles pourcentages du gamma-index pour un écart de 1 mm sur l'ouverture de champ dans Eclipse et Verisoft sont liés au faible nombre de points testés.

Un critère d'acceptation à 97% peut être utilisé pour les 2 détecteurs.

Conclusion

Le contrôle qualité pré-traitement des faisceaux FFF est réalisable à l'aide du détecteur portal. Ce type de contrôle est beaucoup plus rapide qu'avec le fantôme rotationnel car il ne nécessite de mise en place spécifique et donne des résultats équivalents. Des contrôles réguliers de la machine de traitement sur la rotation bras et collimateur doivent cependant être réalisés car des erreurs sur ces paramètres ne sont pas ou peu détectables avec le détecteur portal. Une étude similaire devra être réalisée pour l'autre point d'énergie FFF de la machine (6 MV) avant d'utiliser le détecteur portal en routine clinique pour le contrôle pré-traitement des faisceaux FFF.