

Validation des films EBT3 pour les contrôles en RCMI

MBOUP Abdou Karim¹, DE CONTO Céline^{1,2}, GSCHWIND Régine¹

¹ IRMA/LCPR-AC/Chrono-Environnement UMR CNRS 6249, Université de Franche-Comté,
4 place Tharradin 25211 Montbéliard

² Centre hospitalier Belfort-Montbéliard, Service d'Oncologie et de Radiothérapie, site du
Mittan, 56 boulevard du Maréchal Juin, 25209 Montbéliard

Introduction

La radiothérapie conformationnelle par modulation d'intensité (RCMI) représente 10% des traitements en radiothérapie. En constante progression, elle nécessite de nombreux contrôles de qualité réalisés en partie avec des films. Pour des raisons pratiques, les films radiologiques tendent à être remplacés par les films radiochromiques. L'objectif de cette étude est d'évaluer la chaîne de mesure (scanner, films) pour établir un protocole précis de lecture des films Gafchromics EBT3 de la société ISP® par comparaison avec l'ancienne génération de films (EBT2).

I. Les films Gafchromic EBT en radiothérapie

Les films Gafchromic de la gamme EBT (*External Beams Therapy*) sont des produits du Groupe ISP (*International Speciality Products Group*) [1]. Ils sont utilisés pour le contrôle qualité de la dose en radiothérapie [2, 4] du fait de leur numéro atomiques quasi équivalent à celle de l'eau ($Z_{\text{effH}_2\text{O}} = 7,3$, $Z_{\text{effEBT2}} = 6,84$, $Z_{\text{effEBT3}} = 6,73$ et $Z_{\text{effTLD(Li)}} = 8,2$) [3, 5, 7, 8]. La composition des films Gafchromics repose essentiellement sur la superposition de plusieurs couches : une couche de support, une ou deux couches actives radiosensibles et deux couches transparentes externes de polyester pour la protection des dommages mécaniques et des substances liquidiennes.

- Les EBT2 deuxième génération présentent une coloration jaune qui leur permet d'avoir une tolérance à la lumière dix fois supérieure à celle des films EBT. Les couches de protection sont asymétriques c'est-à-dire d'épaisseurs différentes. L'aspect lisse de ces films peut entraîner la formation d'anneaux de Newton au contact avec le verre du scanner [4]. Ce problème peut être résolu par l'utilisation d'un cadre de 1 ou 2 mm d'épaisseur pour éviter le contact du film avec la vitre du scanner. Ils offrent une résolution spatiale élevée allant jusqu'à 100 μm .

- Les films EBT3, dernière évolution des films, tendent à remplacer les films EBT2. La surface des films EBT3 est rugueuse permettant ainsi de supprimer les artefacts d'anneaux de Newton et d'obtenir une meilleure homogénéité de réponse. Les films EBT3 présentent deux couches de polyester de 100 μm d'épaisseur symétriques par rapport à la couche active de 28 μm d'épaisseur [1].

II. Matériels et Méthodes

Avant d'utiliser les films EBT2 ou EBT3 pour des applications cliniques, il est nécessaire de contrôler l'ensemble des paramètres de la chaîne de lecture c'est-à-dire évaluer les performances du scanner Epson Expression 10000XL et évaluer la réponse des films Gafchromic. Pour cette étude les paramètres du scanner pour l'acquisition des images seront ceux recommandés par ISP.

II.1. Evaluation des performances du scanner

Il s'agit de déterminer la zone homogène et le nombre de numérisations optimales pour stabiliser le signal du scanner Epson Expression 10000XL.

Avant toute utilisation, le fabricant recommande d'allumer le scanner 30 minutes avant. La détermination de la zone homogène du scanner repose sur l'analyse de 10 numérisations à vide. Pour chaque image des régions d'intérêt (ROI) de 10 cm x 10 cm ont été définies dans un premier temps. Dans un second temps, le choix est fait de prendre des ROI de 5 cm x 5 cm pour affiner les résultats sur une zone particulière. L'image optimale fournira une homogénéité de 100%. L'homogénéité est évaluée par l'équation suivante :

$$\text{Homogénéité (\%)} = \frac{\text{Valeur moyenne des pixels (Niveau de gris) du ROI}}{\text{Valeur maximale (niveau de gris)}} \times 100$$

Les ROI dont la variation sera inférieure à 1 % seront considérées comme homogènes. Avec les mêmes images numérisées successivement la stabilité du signal est déterminée c'est-à-dire le nombre de numérisation nécessaire pour que le signal de densité optique soit stable. Cette valeur sera ensuite vérifiée avec trois films irradiés à trois niveaux de dose (25 cGy, 225 cGy et 375 cGy).

II.2. Evaluation des films Gafchromic

Les deux générations, EBT2 et EBT3, sont évaluées en parallèle. Les films sont numérisés après irradiation avec le scanner Epson Expression 10000XL et analysés grâce au logiciel FilmQA Pro 3.0 [6]. L'association de ce scanner et de ce logiciel permet l'utilisation indépendante des trois canaux de couleurs : la réponse est optimisée avec le canal rouge, la sensibilité est meilleure du fait de la composition du film [1].

Cinq tests seront réalisés pour chacun des deux types de films EBT, l'irradiation se déroulera dans les mêmes conditions : champ de 8 cm x 8 cm à une distance source-film 100 cm à 5 cm de profondeur dans un fantôme de plaques de RW3 et avec un faisceau de photons de 6 MV.

a) influence du débit : quatre films sont irradiés avec la même dose à quatre débits différents (100, 200, 300 et 400 UM/min).

b) répétabilité : 10 films sont irradiés par la même dose au même débit.

c) reproductibilité : quatre films irradiés dans les mêmes conditions par quatre opérateurs différents.

d) influence de la face irradiée et de la face numérisée : un film est irradié sur la face recommandée, il est ensuite numérisé dans le sens non recommandé.

e) évolution de la densité optique après irradiation : un film est irradié puis numérisé et analysé à intervalle de temps régulier.

III. Résultats

III.1. Scanner

La zone homogène a été définie de façon à obtenir une variation inférieure à 1 %, la zone est représentée sur la Figure 1. On peut remarquer ici que la zone homogène est tronquée par une zone de 1,5 cm sur le début de la course de la lampe du scanner dans laquelle il effectue une auto-calibration.

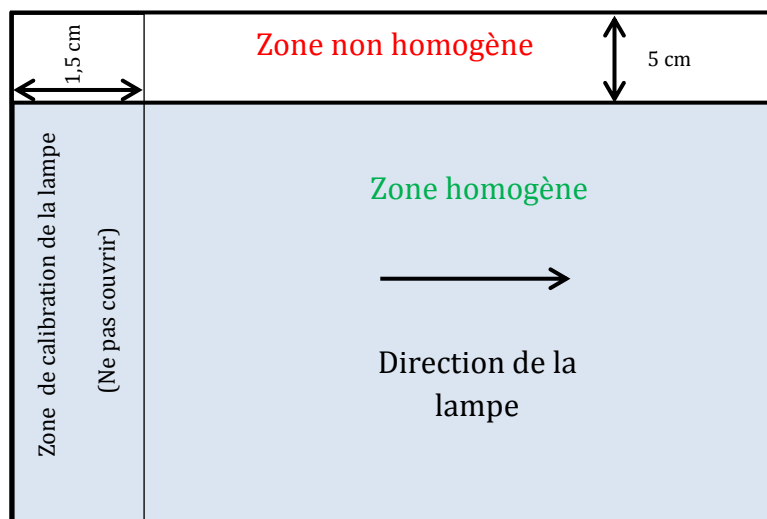


Figure 1: définition de la zone homogène du scanner

La Figure 2 présente les résultats des 10 numérisations successives de trois films de doses variables, le signal est considéré comme stable lorsque la valeur atteint $\pm 1\%$ de la valeur attendue.

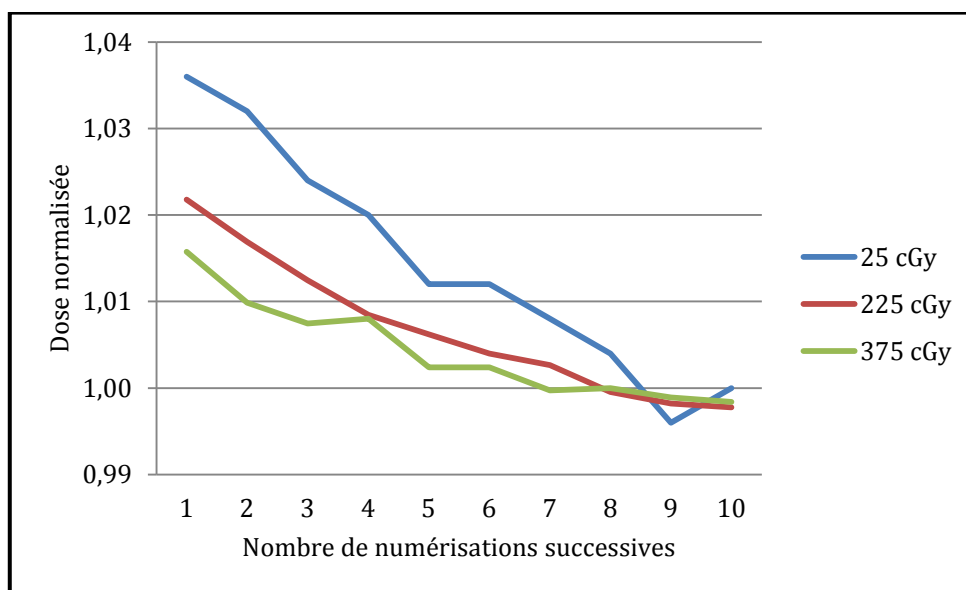


Figure 2 : évolution de la dose en fonction du nombre de numérisations.

III.2. Les films EBT2 et EBT3

Les résultats des différents tests présentés précédemment sont regroupés dans la Figure 3. Le graphique a) indique que la variation de la réponse en fonction du débit est inférieure à 1 % pour les films EBT2 et inférieure à 0,7 % pour les films EBT3.

Le graphique b) montre que la répétabilité de lecture des films EBT2 est supérieure à celle des films EBT3, les variations maximales sont respectivement de 0,4 % et 1,2 %.

Concernant la reproductibilité, seuls les films EBT2 ont été testés ici, les résultats sont présentés sur le graphique c) et montre que les variations inter-opérateurs sont inférieures à 0,8 %.

Le fabricant recommande d'irradier et de numériser toujours la même face, les graphiques d.1) et d.2) illustrent parfaitement l'importance de cette recommandation. Si le sens de la numérisation n'est pas respecté, cela peut entraîner des écarts sur la dose jusqu'à 16,5 % et 7,2 % respectivement pour les films EBT2 et les films EBT3.

Enfin, le graphique e) permet de suivre l'évolution de la DO des films EBT2 et EBT3 dans le temps après l'irradiation. Il permet de montrer que le signal se stabilise après 10 heures pour les EBT2. La réponse des EBT3 doit être établie dans l'intervalle entre l'irradiation et 16h pour affiner le délai exact de la stabilisation.

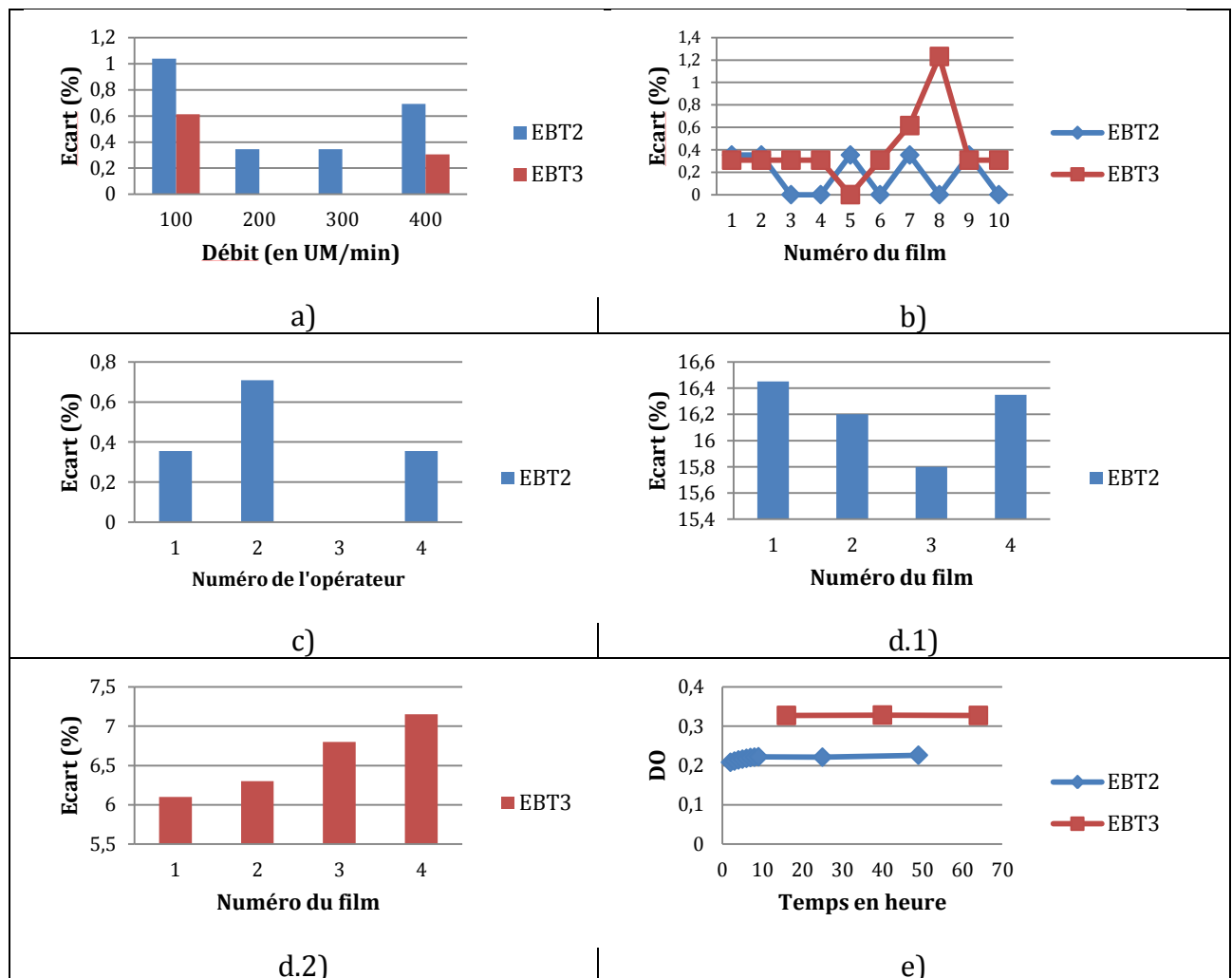


Figure 3 : Résultats des différents tests d'évaluation des films Gafchromic EBT2 et EBT3.

IV. Conclusion

Cette étude de tests a permis de mettre en place un protocole de contrôle de la zone homogène du scanner (Epson Expression 10000XL) ainsi que la lecture des films Gafchromics pour une application en RCMI. La périodicité pour le contrôle de la zone homogène du scanner doit encore être évaluée. Le protocole recommande d'allumer le scanner 30 minutes à l'avance, suivi de 10 numérisations à vide puis de définir les ROI pour le calcul de l'homogénéité. L'utilisation des films doit respecter les conditions définies (coupure, position des films dans le fantôme RW3, 7 numérisations à vide du scanner avant la numérisation des films...). Ce protocole fournit une variation de la dose à 1%. Il reste à évaluer le comportement des films EBT3 en milieu hétérogène.

Bibliographie

- [1]. **ISP** (International Speciality Products) Group Corp, Wayne New Jersey, USA.
- [2]. Butson M. J., Yu P. K. N., Cheung T et al. **Energy response of the new EBT2 radiochromic film to x-ray radiation**. Radiation Measurements, Vol. 45, pp. 836-839, 2010.
- [3]. Bouchard H., Lacroix F., B. Gilles et al. **On the characterization and uncertainty analysis of radiochromic film dosimetry**. Medical Physics, Vol. 36, N° 6, June 2009.
- [4]. Lewis D. F., Presentation: **“Practical Guide to Radiochromic Film EBT2/EBT3”** (Ashland, Advanced Materials Group), 2012.
- [5]. Crijns W., Maes F., van der Heide U. A. **Calibrating page sized Gafchromic EBT3 films**. Medical Physics, Vol. 40, N° 1, January 2013.
- [6]. **FilmQAPro**, web site: <http://www.filmqapro.com> (Documents- Presentation N°6)
- [7]. **IRSN** : Mesure de la dose absorbée dans les faisceaux de photons de très petites dimensions utilisés en radiothérapie stéréotaxique (Rapport DRPH/SER n°2008-18).
- [8]. **Ispra Courses** : Applied Thermoluminescence Dosimetry. Novembre 1979.