
Calcul de la dose pour les stéréotaxies pulmonaires en Inspiration Profonde : comparaison de AAA et Geant4

Sara Beilla*¹, Tony Youness¹, Laure Vieilleville^{1,2}, Manuel Bardies¹, Xavier Franceries¹,
and Luc Simon^{1,2}

¹Centre de recherche en cancérologie de Toulouse UMR1037 Inserm Université Toulouse III Paul Sabatier (CRCT) – a – 2 avenue Hubert Curien CS 53717 31037 Toulouse, France

²Institut universitaire du cancer de Toulouse, Département de Physique Médicale (IUCT) – a – Toulouse, France

Résumé

Introduction:

Les limites des systèmes de planification de traitement (TPS) pour le calcul de dose en radiothérapie dans des milieux de densités modérées sont connues. Elles ont été étudiées en utilisant les méthodes Monte Carlo (MC)[1]. Dans le cas des traitements du cancer du poumon réalisés en DIBH (inspiration profonde), la densité pulmonaire peut atteindre 0,12 g.cm⁻³. Le but de ce travail est d'évaluer les performances d'un TPS (Eclipse AAA) et d'une modélisation MC dans les conditions particulières de très faible densité et pour de petits faisceaux. Des mesures (films) sont réalisées pour des fantômes hétérogènes et sont comparées à ces deux calculs.

Matériels et méthodes:

Les simulations MC et la modélisation de la tête de l'accélérateur TrueBeam (Varian, Palo Alto, CA) sont réalisées avec GATE/Geant4. Les dimensions géométriques du TrueBeam ainsi que les fichiers d'espace des phases (phsp) sont fournies par Varian[2]. Les mâchoires, le mylar et le "baseplate" ont été modélisés et validés pour les énergies X6, X10, X6FFF et X10FFF : les calculs MC sont comparés avec des mesures réalisées avec une chambre d'ionisation Semiflex (PTW) dans une cuve d'eau, pour les tailles de champ de 3x3 à 20x20 cm². Les rendements en profondeurs (PDD) et les profils de dose, à différentes profondeurs, mesurés et calculés, sont comparés (méthode du Gamma Index).

Deux qualités de liège (densités 0,24 et 0,12 g.cm⁻³) sont utilisées pour réaliser deux fantômes hétérogènes eau/poumon correspondant à la densité pulmonaire en respiration libre et en DIBH respectivement. Ces fantômes de dimensions de 20x20x25 cm³ sont composées de 3 cm de PMMA, 7 cm de liège et 15 cm de PMMA (fig. 1). La dose est mesurée à différentes profondeurs du fantôme avec des films EBT3 Gafchromic (Ashland) pour des tailles de champ de 8x8 cm² et 3x3 cm² et pour deux énergies de photons (X6FFF et X10FFF). Ces deux fantômes ont été implémentés dans Eclipse et MC.

*Intervenant

Résultats:

La modélisation du TrueBeam montre une bonne correspondance avec les mesures dans l'eau pour toutes les tailles de champs et dans les fantômes hétérogènes. Plus de 99% des points passaient l'analyse gamma (2%-2mm) pour les profils et les PDD. Dans l'hétérogénéité poumon, des différences ont été observées entre AAA et la mesure qui sont majorées pour les petites tailles de champ et les très faibles densités. Par exemple, pour le champ 3x3, en densité de 0,12 g.cm-3 à une profondeur de 7 cm, la dose relative est de 56,61%, 56,25%, et 67,54% pour la mesure, MC et AAA respectivement.

Conclusions:

Pour les faibles densités, AAA montre rapidement ses limites alors que MC se conforme aux mesures. Ce modèle MC nous permettra d'évaluer les résultats du TPS dans des cas complexes non mesurables comme par exemple, pour le traitement de patients par stéréotaxie en DIBH.

Références:

C. D. Tony Teke, "Monte Carlo validation of the TrueBeam 10XFFF phase-space files for applications in lung SABR," *Med. Phys.*, vol. 42, no. 12, pp. 6863–6874, 2015.

M. Constantin, J. Perl, T. LoSasso, A. Salop, D. Whittum, A. Narula, M. Svatos, and P. J. Keall, "Modeling the truebeam linac using a CAD to Geant4 geometry implementation: dose and IAEA-compliant phase space calculations," *Med. Phys.*, vol. 38, no. 7, pp. 4018–4024, Jul. 2011.

Mots-Clés: Monte Carlo, Geant4, radiothérapie, AAA, stéréotaxie pulmonaire, dosimétrie