

Etude des neutrons secondaires en Radiothérapie RX de Haute Energie

H. Elazhar¹, N. Arbor¹, T. Deschler¹, J.M. Létang², P. Meyer³, A. Nourredine¹

¹*Institut Pluridisciplinaire Hubert Curien (IPHC), Université de Strasbourg
23 rue du Loess, 67037 Strasbourg Cedex, France*

²*Univ Lyon, INSA-Lyon, Université Claude Bernard Lyon 1, UJM-Saint Etienne, CNRS, Inserm,
Centre Léon Bérard, CREATIS UMR 5220,
U1206, F-69373, Lyon, France*

³*Département de radiothérapie, Centre Paul Strauss, Strasbourg, France*

Email: halima.elazhar@iphc.cnrs.com

La dose hors-champ est une problématique de plus en plus soulevée dans les nouvelles modalités de traitement de radiothérapie (VMAT, tomothérapie). Une des composantes de la dose hors-champs est due aux neutrons secondaires issus des réactions photonucléaires avec les éléments de la tête de l'accélérateur pour des RX d'énergie > 10 MV. Cette composante de dose devient dominante pour des distances supérieures à 30 cm du volume cible. Actuellement, aucun système de planification de traitement (TPS) ne prend cette dose en considération. La méthode Monte Carlo est l'une des solutions les plus optimales pour inclure la dose neutron dans les planifications de traitement en radiothérapie.

Les nouvelles modalités de traitement impliquant plusieurs changements des tailles de champs pendant le traitement (IMRT), le premier objectif de notre travail a été d'évaluer l'impact de l'ouverture du collimateur multi-lames (MLC) et des mâchoires sur la production des neutrons. Le logiciel GATE 7.2 (basé sur Geant4) [1] a été utilisé pour simuler un accélérateur linéaire Varian NovalisTx (15 MV). La production des neutrons rapides et thermiques a été comparée aux mesures expérimentales par CR-39 et capteurs CMOS (développés au sein du groupe) au centre Paul Strauss (Strasbourg).

Au vu des long temps de calcul requis par la méthode Monte Carlo, une seconde partie du travail a été consacrée au développement d'une technique de réduction de variance dans Gate 7.2 pour accélérer le calcul de la dose neutron. Cette méthode de réduction de variance est basée sur la méthode du TLE (Track Length Estimator) qui permet d'estimer la fluence des particules. Cet algorithme appelé neutronTLE (nTLE) pourrait être inclus à un futur TPS MC qui engloberait le calcul de dose photons et neutrons pour un traitement donné.

Pour l'étude de la production des neutrons, les résultats des simulations MC et du travail expérimental montrent des variations similaires : une diminution du signal des neutrons rapides d'environ 30% ($\pm 10\%$) pour des ouvertures de MLC et mâchoires de 2 cm² à 40 cm², et un signal constant de neutrons thermiques. Ces résultats montrent l'importance de prendre en compte la taille de champ pour le calcul de dose neutron pour les techniques de VMAT et IMRT. Pour l'algorithme de calcul de dose, le nTLE permet d'avoir une accélération du temps de calcul d'un facteur 40 à 115 (en fonction de l'énergie du neutron et de la taille de voxel) avec une différence moyenne en calcul de dose inférieure à 5% par rapport à la simulation MC analogue.

La prochaine étape serait de valider ce code de calcul de dose neutron au travers de mesures en fantôme.

Références

[1] Sarrut D. et al, An analysis of the potential of GATE for radiation therapy and dosimetry applications. *Med. Phys.*, **2014**

