



Détermination de la dose absorbée secondaire neutron en protonthérapie par simulation Monte-Carlo

H. Cherid^{1,2}, P-E. Leni¹, R. Gschwind¹

¹ Laboratoire Chrono-Environnement UMR CNRS 6249, Université Bourgogne Franche-Comté/4 place Tharradin BP 71427 25211 Montbéliard cedex

² Université Toulouse 3 Paul Sabatier/118 Route de Narbonne 31062 Toulouse cedex 9

Résumé

Introduction : La balistique des protons font de la protonthérapie une technique privilégiée pour les traitements pédiatriques afin d'éviter l'exposition d'organes en développement au rayonnement primaire. Cependant, leur utilisation crée des particules non-chargées pénétrantes comme des neutrons qui déposent de la dose sur de plus longues distances avec une efficacité biologique plus importante que les protons. La quantification de la dose absorbée de contamination neutron semble donc utile pour évaluer leur influence sur l'apparition de cancer secondaire radio-induit, car les techniques de modulation du faisceau évoluent (passive vers active). L'objectif est de prédire une dose absorbée neutron secondaire pour un traitement de référence avec différents codes Monte-Carlo (MC) et de comparer les résultats obtenus avec des mesures expérimentales.

Méthodes : Plusieurs codes MC ont été utilisés (Fluka, TOPAS, MCNP6) pour simuler dans un premier temps les dose protons. Le code TOPAS (basé sur GEANT4) a été retenu pour poursuivre les simulations en ajoutant la physique des neutrons. Dans TOPAS, les interactions des hadrons sont traitées avec les bibliothèques physiques «g4h-phy_QGSP_BIC_HP», «g4ion-binarycascade» et «g4h-elastic_HP» pour les interactions des hadrons en plus de la bibliothèque «g4em-standard_opt4» pour les interactions électro-magnétiques et des bibliothèques «g4decay» et «g4stopping» pour la décroissance radioactive des particules.

Les simulations seront menées en milieu homogène sur un cube d'eau de 30x30x60 cm³ puis sur un fantôme anthropomorphique d'Alderson. La modélisation de la tête de l'accélérateur et de la salle sera basée sur le Proteus One du Centre Antoine Lacassagne de Nice (modulation active)¹.

Résultats : La dose secondaire neutron est en majorité créée par interaction avec les accessoires de la tête de l'accélérateur comme le dégradeur et le collimateur patient faits de métal lourd. La création de neutron dans le patient est la principale cause d'irradiation des organes non ciblés. Au maximum, la dose secondaire neutron devrait représenter 1% de la dose proton prescrite, cette dernière est plus faible pour la modulation active du faisceau de proton².

Conclusion : Considérer la dose secondaire neutron permettrait d'éviter une irradiation superflue des organes à risques en développement chez les jeunes patients ou fœtus.

Références

- [1] A. CARNICER et al. , Med Phys 39.12, "Study of the secondary neutral radiation in proton therapy : Toward an indirect in vivo dosimetry", p. 7303-7316, **2012**.
- [2] Uwe S CHNEIDER et al. , IJROBP 53.1, "Secondary neutron dose during proton therapy using spot scanning", p. 244-251, **2002**.