
MT180 : Dosimétrie de faisceaux de protons en présence de champs magnétiques

Mathieu Marot^{*1,2,3}, Sonja Surla^{1,3,4}, Elisa Burke^{3,5}, Stephan Brons^{3,6}, Armin Runz¹, Steffen Greulich⁷, Christian Karger^{1,6}, Oliver Jäkel^{1,3,6}, and Lucas Burigo^{1,3}

¹German Cancer Research Center - Deutsches Krebsforschungszentrum [Heidelberg] – Allemagne

²University of Heidelberg, Medical Faculty – Allemagne

³National Center for Radiation Research in Oncology – Allemagne

⁴University of Heidelberg, Faculty of Physics and Astronomy – Allemagne

⁵UniversitätsKlinikum Heidelberg – Allemagne

⁶Heidelberg Ion-Beam Therapy Center (HIT), University Hospital Heidelberg, – Allemagne

⁷Business Units Radiation Protection/Bioanalytics, Berthold Technologies GmbH Co. KG, Bad Wildbad – Allemagne

Résumé

Introduction : La dosimétrie des faisceaux de proton dans un champ magnétique à l'aide d'une chambre d'ionisation est un véritable défi, car la dose absorbée et la réponse du détecteur sont perturbées. La détermination des facteurs de correction corrigeant les effets du champ magnétique est un point essentiel pour la dosimétrie de référence. L'objectif est de caractériser l'impact du champ magnétique sur la dosimétrie des faisceaux de protons par la détermination du facteur de correction $k_{B,M,Q}$, corrigeant les effets du champ magnétique sur la réponse du détecteur.

Matériels et méthodes : La dosimétrie des faisceaux de protons dans un champ magnétique est étudiée en utilisant un ensemble de détecteurs, une chambre d'ionisation cylindrique de type Farmer, PTW 30013 avec un rayon interne de 3mm, ainsi que deux autres chambres d'ionisation similaire, construites sur mesure avec des rayons internes de 1 et 6mm (R1 et R6). Le champ magnétique est généré par un électro-aimant. Les chambres d'ionisation sont placées à 2 cm de profondeur dans un fantôme d'eau imprimé en 3D, à partir d'un matériau équivalent à l'eau (dimension 3.5x12x15cm³). La réponse du détecteur est mesurée avec des faisceaux de protons mono-énergétiques de 3x10cm² d'énergies 157,43 et 221,05 MeV, pour chaque intensité de champ magnétique allant de 0.1 à 1.0 T (pas de 0.1 T). Les chambres d'ionisations sont placées de telle sorte que la mesure est effectuée dans la région du plateau du pic de Bragg. L'effet du champ magnétique sur la réponse de la chambre d'ionisation ($k_{B,M,Q}$) est calculé par le ratio des valeurs brut lues sur l'électromètre avec et sans champ magnétique.

Résultats : Pour chaque énergie, la chambre 30013 montre une réponse non-linéaire en fonction de la densité du flux magnétique, avec d'abord une augmentation du $k_{B,M,Q}$ jusqu'à un maximum de $0,27 \pm 0,06\%$ (1 SD) à 0,2 T, suivie d'une diminution et d'une stabilisation autour de l'unité à une densité de flux magnétique plus élevée. Pour la chambre R1, la réponse diminue légèrement avec la densité du flux magnétique jusqu'à $0,45\% \pm 0,12\%$ à 1

*Intervenant

T, et pour la chambre R6, la réponse diminue jusqu'à $0,54 \% \pm 0,13 \%$ à 0,1 T, suivie d'un plateau jusqu'à 0,3 T, et d'un effet plus faible à une intensité de champ magnétique plus élevée.

Conclusion: Ce travail confirme que l'effet du champ magnétique sur la réponse du détecteur est faible mais significatif. La détermination des facteurs de correction est donc nécessaire pour les différents volumes de chambre d'ionisation et densité de flux magnétique.

(1): Fuchs, H., Padilla-Cabal, F., Zimmermann, L., Palmans, H. & Georg, D. MR-guided proton therapy: Impact of magnetic fields on the detector response. *Medical Physics* 48, 2572–2579 (2021).

Mots-Clés: Dosimétrie, protonthérapie, champ magnétique