
DÉVELOPPEMENT D'UN PROTOTYPE DE SCANNER POUR LA TOMOGRAPHIE PROTON

DIRECTEURS DE THÈSE : CHRISTIAN FINCK, MARIE VANSTALLE
INSTITUT PLURIDISCIPLINAIRE HUBERT CURIEN (IPHC)
23, RUE DU LOESS, BP 28 - 67037 STRASBOURG CEDEX 2
TEL : 03 88 10 65 89/64 86
E-MAIL : christian.finck@iphc.cnrs.fr, marie.vanstalle@iphc.cnrs.fr

La protonthérapie connaît aujourd'hui un certain essor, avec une augmentation du nombre de centres de traitement dans le monde. Cette modalité thérapeutique contre le cancer présente en effet l'intérêt de la balistique favorable offerte par les protons. Cependant, elle demande également une meilleure précision sur la caractérisation des tissus afin de limiter les erreurs induites lors du plan de traitement.

Aujourd'hui, les caractéristiques tissulaires en terme de pouvoir d'arrêt relatif, de pouvoir de diffusion et de sections efficaces d'interaction sont estimées à partir d'une tomographie X (xCT). Une conversion de cette image X via une courbe d'étalonnage est nécessaire pour remonter aux valeurs des paramètres d'intérêt en protonthérapie, et peut engendrer des erreurs d'environ 3% sur la valeur de la dose déposée et de 2% sur le parcours du proton, et donc une indétermination sur le lieu du dépôt de dose durant le traitement. La tomographie par protons (pCT) permettrait de cartographier directement le pouvoir d'arrêt des protons dans les tissus traversés, conduisant à une meilleure précision dans la caractérisation des tissus. L'image tomomodensitométrique utilisée pour la phase de diagnostique est ainsi obtenue avec le même type de particule que pour la phase thérapeutique.

Cependant, à l'heure actuelle il n'existe aucun prototype clinique d'imageur proton. Ceci provient de la problématique de reconstruction classique qui impose de suivre chaque proton un par un afin de récupérer sa trajectoire et son énergie résiduelle. Ceci impose des contraintes fortes sur les détecteurs et le système d'acquisition utilisé, le système développé devant être capable de soutenir un flux de particules de l'ordre du GHz.

Dans ce contexte, le groupe ImaBio a proposé une nouvelle approche de reconstruction pour la pCT, appelée "faisceau à faisceau". Cette approche permet de relâcher les contraintes sur le taux d'acquisition, permettant ainsi d'envisager une potentielle exploitation clinique de la tomographie protons.

Ce travail de thèse s'inscrit dans la continuité d'une thèse précédente, qui a permis de définir la géométrie optimale du système de détection qui sera utilisé dans notre approche faisceau à faisceau. Le doctorant devra s'investir dans la caractérisation du dispositif complet, comprenant le trajectographe avant et le calorimètre. Ce travail permettra d'une part de valider les prédictions des simulations Monte Carlo, et d'autre part de donner une preuve de concept de la méthode de reconstruction choisie. Le groupe est déjà engagé dans le projet ProtoBeamLine, prévoyant la mise à disposition aux chercheurs d'une salle d'expérimentation adossée au cyclotron S2C2 du Centre Antoine Lacassagne (CAL) de Nice. Ceci permettra au doctorant de tester le dispositif de détection en conditions cliniques, dans un centre de protonthérapie.

[1] R. Schulte et al., IEEE Transactions on Nuclear Science **51**, 866 (2004).

[2] R. Rescigno et al., Pencil Beam approach to proton computed tomography, accepted in Medical Physics (2015).