



Nouvelles méthodes d'imagerie en ligne pour le contrôle de l'irradiation en hadronthérapie

M. Chevallier², D. Dauvergne², N. Freud¹, P. Henriquet², F. Le Foulher², J.M. Létang¹, G. Montarou³, C. Ray², M.-H. Richard¹, E. Testa², M. Testa²

¹ INSA-Lyon, CNDRI, F-69621 Villeurbanne Cedex, France

² Université de Lyon, F-69622 Lyon, France; Université Lyon 1, CNRS/IN2P3, UMR 5822, IPNL, F-69622 Villeurbanne, France

³ Université Blaise Pascal, CNRS/IN2P3, UMR 6533, LPC, F-63177 Aubière Cedex, France

Introduction.

En hadronthérapie, la grande précision balistique des ions combinée au traitement en mode actif (pencil beam scanning) ouvre la voie à des traitements extrêmement conformationnels. Cependant, toute erreur de positionnement du pic de Bragg peut conduire à un sous-dosage dans la zone tumorale et à un surdosage dans les tissus sains voisins. Il est donc essentiel de pouvoir contrôler à l'aide d'un système d'imagerie en ligne, si possible en temps réel, que le traitement est réalisé conformément à la prescription. Le rayonnement primaire étant absorbé dans le patient, il est nécessaire d'exploiter le rayonnement secondaire, dont la distribution spatiale à l'émission est étroitement corrélée à la distribution de dose.

Matériel et Méthodes.

La seule modalité de contrôle actuellement disponible est la tomographie par émission de positrons (TEP), qui utilise l'émission des radio-isotopes produits dans le patient lors des processus de fragmentation nucléaire (sous l'impact des ions incidents). Cependant, l'image n'est obtenue qu'après la fin de la séance de traitement, et elle est dégradée par le *washout* dû aux processus métaboliques. Deux voies sont explorées pour pouvoir effectuer un contrôle pendant le traitement :

- la prise en compte du temps de vol dans l'imagerie TEP, typiquement avec une résolution temporelle inférieure à 200 ps ;
- l'utilisation du rayonnement gamma prompt produit lors des processus de fragmentation nucléaire.

Résultats.

En imagerie TEP, des simulations montrent que la prise en compte du temps de vol permettra (i) de réduire considérablement les artefacts liés à l'angle de vue limité du tomographe et (ii) de reconstruire les événements en temps réel.

En ce qui concerne l'imagerie des gammas prompts, des mesures effectuées récemment ont montré qu'un détecteur scintillateur collimaté permettait de localiser le pic de Bragg lors d'une irradiation par des protons ou des ions carbone. La technique du temps de vol permet de séparer efficacement les signaux issus des gammas prompts du bruit provenant principalement des neutrons. Les taux de comptage mesurés sont compatibles avec une utilisation de cette technique pour contrôler le traitement en temps réel.

Mots-clés : hadronthérapie, TEP en ligne, gammas prompts