

---

# Conception d'un dosimètre diamant pour la mesure des distributions de dose des petits faisceaux utilisés en protonthérapie.

Cyril Moignier<sup>\*1</sup>, Dominique Tromson<sup>1</sup>, Fanny Marsolat<sup>2</sup>, Ludovic De Marzi<sup>2</sup>, Michal Pomorski<sup>1</sup>, Mathieu Agelou<sup>1</sup>, Juan Carlos Garcia Hernandez<sup>1</sup>, Delphine Lazaro<sup>1</sup>, and Alejandro Mazal<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Commissariat à l'Energie Atomique (CEA-LIST) – Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique – 91191 Gif-sur-Yvette, France

<sup>2</sup>Centre de Protonthérapie d'Orsay – Institut Curie – 91400 Orsay, France

## Résumé

### Introduction :

En protonthérapie, la technique de pencil beam scanning (PBS) est caractérisée par l'emploi de faisceaux de petite dimension (FWHM d'environ 3 à 8 mm), un haut débit pulsé (jusqu'à 100 Gy/s) et une variation importante de l'énergie des protons (environ 30 à 250 MeV). Pour ce type de faisceau il n'existe pas encore de dosimètre parfaitement adaptés. L'un des objectifs du projet DEDIPRO financé par l'INSERM est de développer un dosimètre en diamant synthétique monocristallin (SCDDo) optimisé pour la mesure des distributions de dose des faisceaux de protons de petites dimensions tels que les pencil beams.

### Matériel et méthodes :

Des simulations Monte Carlo ont été réalisées avec le code MCNPX. Différents faisceaux de protons ont été modélisés, dont un petit faisceau de 5 mm de FWHM pour se rapprocher de la taille de champ des PBS. La géométrie du dosimètre diamant a également été modélisée pour différentes tailles de diamant et de composition d'encapsulation. La dose déposée dans le diamant a été comparée à la dose dans l'eau afin de réduire la perturbation induite par le SCDDo.

Des dosimètres ont été conçus selon la géométrie optimisée obtenue par simulation. Tout d'abord, les performances électriques du SCDDo ont été testées avec un générateur X. La caractérisation du SCDDo a ensuite été réalisée en faisceau de protons sur la ligne passive du Centre de Protonthérapie d'Orsay (CPO) de l'institut Curie afin de s'assurer que les paramètres dosimétriques soient respectés. Enfin, des mesures de distributions de dose en profondeur (DDD) ont été réalisées dans une cuve à eau pour des faisceaux larges de protons, avec et sans modulation du pic de Bragg. Ces DDD ont été comparées à celles obtenues avec un détecteur de référence pour ce type de mesure, la chambre d'ionisation plate IBA PPC05. Des distributions de dose latérales (LDD) ont également été mesurées avec un faisceau de protons de petite dimension (5 mm de diamètre) et comparées à une diode IBA SFD.

### Résultats :

Les résultats montrent que le dosimètre SCDDo développé dans le projet DEDIPRO respecte les paramètres dosimétriques avec une répétabilité, un SBR, une dépendance au débit et une linéarité avec la dose respectivement meilleure que : 0.2%, 1000, 0.4% (débit max étudié à

---

\*Intervenant

5 Gy/min) et 0.4% (pour les doses étudiées supérieures à 0.05 Gy). Les résultats montrent également que le SCDDo perturbe faiblement la mesure des distributions de dose dans l'eau.

**Conclusion :**

Un nouveau dosimètre diamant a été développé dans cette étude, avec une géométrie optimisée numériquement pour les faisceaux de protons. Les mesures de DDD et LDD sur la ligne passive du CPO sont en très bon accord avec les détecteurs commerciaux IBA PPC05 et SFD. Aucune dépendance en énergie n'a été observée.

**Mots-Clés:** dosimètre diamant, protonthérapie, distributions de dose, simulation Monte Carlo, petits faisceaux