

# Caractérisation d'un nouveau système de détection sur l'installation MIRCOM

*K.Lalanne<sup>1</sup>, C.Adam-guillermin<sup>1</sup>, V.Gressier<sup>1</sup>, K.O.Voss<sup>2</sup>, F.Vianna<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>IRSN, LMDN, Cadarache, France,

<sup>2</sup>GSI, MRD, Darmstadt, Germany.

E-mail: [kevin.lalanne@irsn.fr](mailto:kevin.lalanne@irsn.fr)

Les microfaisceaux d'ions sont importants dans différents domaines, en particulier dans l'amélioration, l'identification et la prévention des effets secondaires résultant de l'utilisation des rayonnements ionisants, notamment à des fins thérapeutiques en radiothérapie et plus spécifiquement en hadronthérapie. Pour étudier ce domaine, l'Institut de Radioprotection et de Sécurité Nucléaire (IRSN) a construit, développé et exploite l'installation MIRCOM, qui a été mise en service depuis fin 2018 [1]. Cette installation est basée sur un accélérateur de type TANDETRON™ de 2 MV manufacturé par HVEE [2]. Avant d'atteindre l'échantillon biologique, le microfaisceau d'ions est focalisé afin d'obtenir un diamètre inférieur à 1 µm sous vide et est extrait à l'air par une fenêtre en nitrure de silicium (Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>). Grâce à un microscope à épifluorescence placé devant le faisceau, les premiers effets sont visualisables en temps réel. Ce microfaisceau peut délivrer quatre types d'ions : proton (H<sup>+</sup>), hélium (He<sup>2+</sup>), carbone (C<sup>3+</sup>) et oxygène (O<sup>3+</sup>). Un des objectifs de l'installation est d'irradier une cellule dans un échantillon biologique avec un seul ion. Pour atteindre cet objectif, il est nécessaire d'avoir un système de détection permettant de compter les particules une par une.

Actuellement sur MIRCOM, la détection est assurée par la diode PIPS (Passivated Implanted Planar Silicon) qui est montée sur la roue des objectifs du microscope pour pouvoir être placée en face du microfaisceau. L'énergie déposée par les ions dans la surface active du détecteur est suffisante pour que celui-ci ait une efficacité de 100% et d'être le système de détection de référence. Cependant, le TEL (Transfert d'Énergie Linéique) de ces ions à ces énergies ne leur permet pas de traverser l'échantillon biologique et d'atteindre la diode PIPS. Dans cette configuration, il est impossible d'effectuer un comptage en temps réel et donc de s'assurer qu'un seul ion a été envoyé. Il est donc nécessaire de trouver un système de détection qui se situerait avant l'échantillon biologique.

Quand les ions traversent la fenêtre d'extraction, des électrons secondaires sont émis. Il a été décidé de combiner cette caractéristique avec un système de détection avec une grande efficacité de détection qui comptera ces électrons pour déterminer le nombre d'ions qui auront traversé la fenêtre [3]. Pour augmenter la production d'électron secondaire, la fenêtre d'extraction est recouverte, du côté vide, d'une épaisseur d'iodure de césium (CsI) et d'or (Au).

Des mesures simultanées avec le Channeltron et la diode PIPS ont été réalisées, avec différentes épaisseurs de CsI disponibles (25, 50, 100 et 200 µg/cm<sup>2</sup>) et avec tous les ions disponibles sur MIRCOM. Les résultats avec les ions H<sup>+</sup> n'ont pas été concluants, 20,5% avec la fenêtre 200 µg/cm<sup>2</sup>. Contrairement aux ions C<sup>3+</sup> et O<sup>3+</sup>, respectivement 98,6% et 99,9% d'efficacité sans dépôt de CsI. Pour les He<sup>2+</sup>, une efficacité de 96,5% avec 100 µg/cm<sup>2</sup> et 100,5% avec 200 µg/cm<sup>2</sup>, des mesures complémentaires avec des fenêtres intermédiaires seront réalisées pour affiner ces résultats.

**Références:** Microfaisceaux d'ions, Détection, Rayonnements ionisants.

- [1] F. Vianna et al. Characterization of MIRCOM, IRSN's new ion microbeam dedicated to targeted irradiation of living biological samples, *NIM B*, 515: (2022)
- [2] V. Gressier et al., New IRSN facilities for neutron production, *NIM A*, 505: 370-373 (2003).
- [3] M. Cholewa et al. Preparatory experiments for a single ion hit facility at GSI. *NIM B*. 210: 296-301 (2003)