

---

## Sujet de thèse

Laboratoire: CINaM-UMR 7325

Directeur de thèse: Didier TONNEAU (didier.tonneau@univ-amu.fr) / Tel: 06 29 41 37 81

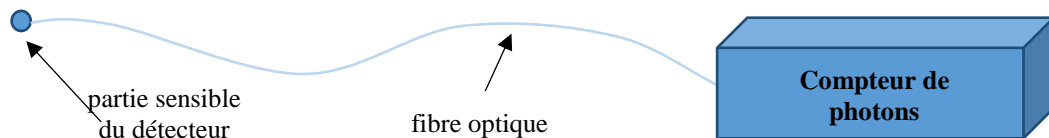
Co-directrice: Carole FAUQUET (carole.fauquet@univ-amu.fr) / Tel: 06 29 41 38 10

Bourse de l'ED352 ou Bourse Région Sud cofinancée entreprise

Sujet : Détecteurs ultra-compactes et ultra-sensibles de rayonnements ionisants

Description du sujet:

Le CINaM a développé ces dernières années un détecteur de de taille micrométrique pour caractériser avec grande précision les profils de champs d'irradiation utilisés en radiothérapie et Curiethérapie. L'idée repose sur la conversion des rayonnements ionisants en lumière visible dans une partie sensible passive de volume inférieur au  $\text{mm}^3$ , greffée à l'extrémité d'une fibre optique. Cette fibre guide la lumière visible jusqu'à un compteur de photons (voir figure), permettant de réaliser la mesure à grande distance sans perte de signal.



### Micro-détecteur développé au CINaM

Le nombre de photons visibles comptés par ce dispositif est proportionnel au flux incident de rayonnement ionisant. Le CINaM a réalisé plusieurs prototypes de détecteur et est allé jusqu'à la preuve de concept (linéarité du détecteur, répétabilité, reproductibilité) dans les conditions d'utilisation du client final, puisqu'ils ont été étudiés et caractérisés sur des machines de radiothérapie et de Curiethérapie. Ce détecteur a fait l'objet de deux brevets et de nombreuses publications.

Dans le but de réaliser de la micro-dosimétrie, l'équipe vise à diminuer la taille de la partie sensible pour obtenir une sphère de diamètre inférieur à  $40 \mu\text{m}$ , en gardant un bon rapport signal/bruit. Des simulations numériques seront réalisées en parallèle pour optimiser la géométrie du détecteur et pour quantifier le flux attendu. Ces détecteurs devront être compatibles avec l'endoscopie afin de réaliser de la micro-dosimétrie sur des Organ-on-Chip, puis sur des modèles animaux.

Ils seront également testés sur des équipements de radiothérapies émergentes comme la Flash-radiothérapie (faisceau X pulsé), la protonthérapie et la hadronthérapie, à travers les

collaborations que le CINaM a développées depuis plusieurs années (IPHC Strasbourg, IRSN Cadarache, Institut Paoli Calmettes Marseille, Paul Scherrer Institute, Zürich). D'autres applications de ce détecteur sont envisagées. Le travail de thèse inclura les preuves de concepts de ces applications.

Un dispositif linéaire multifibres sera également conçu pour mesurer rapidement et avec grande précision le profil de champs d'irradiation inférieurs à 5x5 mm<sup>2</sup>. Des mesures seront effectuées pour évaluer notamment le cross-talk entre les fibres.

#### Références bibliographiques de l'équipe:

1. 'Signal amplification of fiber integrated X-ray detector and energy independence', S.B.C. Debnath, J. Darreon, A. Tallet, A. Goncalves, D. Tonneau, C. Fauquet, IEEE Sensor J., 21(17), p.18793 (2021) <http://dx.doi.org/10.1109/JSEN.2021.3091660>.
2. 'Dosimetric characterization of a small-scale (Zn,Cd)S:Ag inorganic scintillating detector to be used in radiotherapy', S.B.C. Debnath, D. Tonneau, C. Fauquet, A. Tallet, A. Goncalves, J. Darreon, Physica Medica, Vol 84, 15-23 (2021). <https://doi.org/10.1016/j.ejmp.2021.03.022>
3. 'High resolution small-scale inorganic scintillator detector: HDR brachytherapy application S.B.C. Debnath, M. Ferre, D. Tonneau, C. Fauquet, A. Tallet, A. Goncalves, J. Darreon, Medical Physics (2020), <http://doi.org/10.1002/mp.14727>
4. 'High spatial resolution inorganic scintillator detector for high-energy X-ray beam at small field irradiation', Sree Bash Chandra Debnath, Carole Fauquet, Agnes Tallet, Anthony Goncalves, Sébastien Lavandier, Franck Jandard, Didier Tonneau, Julien Darreon, Medical Physics (2019). <https://doi.org/10.1002/mp.14002>
5. 'Ultracompact x-ray dosimeter based on scintillators coupled to a nano-optical antenna, Z. Xie, H. Maradj, M.A. Suarez, L. Viau, V. Moutarlier, C. Filatre, C. Fauquet, D. Tonneau, and T. Grosjean', Opt. Lett. 42(7), 1361-1364 (2017)