

**Sujet :** Microfaisceau d'ions pour la radiobiologie : simulations d'irradiations et développement pour les ions plus lourds que l'hélium sur l'installation MIRCOM

**Thématiques :** physique ; biologie

**Mots clés :** microfaisceau d'ions, modélisation, radiobiologie

**Laboratoire IRSN :** Laboratoire de micro-irradiation, de métrologie et de dosimétrie des neutrons (LMDN) - Cadarache (13)

**Description :** Dans le cadre de ses missions, l'IRSN mène des recherches visant à mieux identifier et prévenir les effets secondaires résultant de l'utilisation des rayonnements ionisants, notamment à des fins thérapeutiques. L'un des principaux challenges dans ce domaine est de faire le lien entre des grandeurs physiques, souvent macroscopiques, à des phénomènes biologiques observés à l'échelle tissulaire, cellulaire, voire même subcellulaire. À cause de cette différence d'échelles et de la variabilité inhérente à tout modèle biologique, il est difficile de construire une relation simple entre la dose de rayonnements ionisants absorbée et les effets biologiques observés, d'autant plus à faible dose. Comment et quels outils utiliser pour établir cette relation dose-effet ? Comment lier des grandeurs physiques macroscopiques à des effets biologiques microscopiques, *in vitro* et *in vivo*, aux échelles cellulaire et multicellulaire ? En complément des outils à sa disposition, l'IRSN a identifié le besoin de s'équiper d'un outil pour étudier les dommages ADN radio-induits à l'échelle cellulaire et les mécanismes de communication intra- et intercellulaires associés. Il s'est ainsi doté de l'installation MIRCOM permettant de produire et d'exploiter un microfaisceau d'ions. Située sur le site de Cadarache (Bouches-du-Rhône), elle est exploitée par le Laboratoire de micro-irradiation, de métrologie et de dosimétrie des neutrons (LMDN). Le LMDN est ainsi en interaction forte avec les équipes de radiobiologistes de l'IRSN.

Cette thèse s'articulera suivant deux axes principaux. Le premier axe est du domaine de la modélisation. L'objectif sera de modéliser l'ensemble du microfaisceau d'ions, afin de pouvoir simuler l'intégralité d'une irradiation d'échantillons biologiques vivants sur MIRCOM. Le modèle développé deviendra un outil de référence, au service des radiobiologistes, permettant de définir au mieux les mécanismes physiques à l'origine des événements biologiques observés. Ce travail sera mené en utilisant le code Monte-Carlo Geant4. Le ou la doctorant(e) participera à différentes campagnes expérimentales menées sur MIRCOM, pour comparer les données obtenues par la simulation aux résultats obtenus par l'irradiation de détecteurs de traces et d'échantillons biologiques. Le deuxième axe de cette thèse relève du domaine instrumental. Si le microfaisceau d'ions de MIRCOM est d'ores et déjà opérationnel avec des faisceaux de protons jusqu'à 4 MeV ou de particules alpha jusqu'à 6 MeV, il est également possible d'utiliser des ions plus lourds que l'hélium. Le travail consistera dans un premier temps à étudier les caractéristiques et les performances de microfaisceaux d'ions B, C, O, puis le ou la doctorant(e) étudiera les possibilités d'étendre la palette d'ions disponibles, en fonction des capacités de l'instrumentation et de l'intérêt

scientifique de nouveaux ions pour les expériences de radiobiologie. A minima, deux publications dans des revues scientifiques à comité de lecture sont envisagées au cours de cette thèse. D'autres communications seront proposées lors de congrès.

**Compétences et diplôme demandés** : Master 2 recherche en physique nucléaire, avec des compétences en instrumentation, en modélisation, et un intérêt dans la recherche interdisciplinaire (physique/biologie). Il ou elle devra faire preuve d'autonomie, d'une bonne organisation du travail, de capacités rédactionnelles et d'un bon niveau en anglais. Âge limite : 26 ans sauf dérogation.

**Tuteur** : François VIANNA-LEGROS

**Contact** : Transmettre CV + lettre de motivation à François VIANNA-LEGROS, tel : 04 42 19 96 54, mobile : 06 15 46 08 97, [francois.vianna-legros@irsn.fr](mailto:francois.vianna-legros@irsn.fr)

IRSN

PSE-SANTE/SDOS/LMDN

Bât. 159

BP 3

13115 Saint-Paul-Lez-Durance

France