

## Proposition de stage – Année 2019-2020

**Niveau du stage** : M2

**Durée du stage** : 6 mois

**Ouverture éventuelle vers un sujet de thèse** : Non

**Type de financement envisagé** : Labex PRIMES

**Responsable du stage** : Étienne Testa

**Téléphone** : +33 4.72.44.81.47

**Email** : e.testa@ipnl.in2p3

**Adresse** : IP2I Lyon – Bureau 14

Domaine Scientifique de la Doua – Bât. Van de Graaff

4 rue Enrico Fermi – 69622 Villeurbanne Cedex - France

**Equipe d'encadrement** : IP2I : Etienne Testa, Oreste Allegrini. CREATIS : Jean Michel Létang, David Sarrut

**Thématique** : Physique nucléaire appliquée à l'imagerie médicale

**Intitulé du stage** : Développements instrumentaux et simulations Monte Carlo pour la détection des rayons gamma prompts pour le contrôle de l'hadronthérapie

**Contexte** : Les thématiques de recherche du groupe PRISME portent sur des applications médicales de la physique des rayonnements ionisants, notamment l'hadronthérapie qui est une technique émergente de traitement des tumeurs cancéreuses par faisceaux d'ions.

Les principales indications thérapeutiques de cette technique sont les traitements des tumeurs radio-résistantes et/ou situées près d'organes à risque et les traitements de tumeurs chez les enfants. L'hadronthérapie permet en effet de traiter les tumeurs tout en épargnant mieux les tissus sains que la radiothérapie conventionnelle utilisant des rayons gamma.

Pour mieux exploiter les avantages de cette technique, de nombreuses recherches sont actuellement menées un peu partout dans le monde pour développer des systèmes de contrôle du parcours des ions et s'assurer que les traitements sont délivrés comme prévu par les systèmes de planification de traitement. La détection des rayons gamma prompts émis lors des réactions nucléaires subies par une fraction des ions incidents est l'une des principales techniques étudiées. La distribution des points d'émission de ces rayons gamma prompts est en effet étroitement corrélée au parcours des ions.

Pour détecter ces rayons gamma, deux caméras gamma sont en cours de développement au sein d'une collaboration de 4 laboratoires français (IP2I Lyon, LPSC Grenoble, CPP Marseille et CREATIS Lyon) : une caméra collimatée et une caméra Compton. Le stage portera sur la caméra collimatée qui est constituée d'un absorbeur composé de blocs BGO issus d'un système de TEP commercial Siemens (3,5x3,8 cm<sup>2</sup> et de 3 cm d'épaisseur) et d'un collimateur à fentes parallèle en alliage de tungstène.

En parallèle de la construction de ces prototypes de caméras gamma, des outils de simulations Monte Carlo sont développés pour comparer les données expérimentales aux prédictions théoriques ainsi que pour concevoir de nouveaux systèmes de contrôle. Ces simulations sont principalement effectuées avec la plateforme de simulation GATE dédiées aux applications médicales et qui est basée sur Geant4. En ce qui concerne la détection des rayons gamma prompts pour le contrôle de l'hadronthérapie, un outil de simulation rapide de l'émission des rayons gamma dans une géométrie voxellisée a récemment été développé par la collaboration CREATIS-IP2I : le module vpgTLE (Voxelized Prompt Gamma Track Length Estimator).

**Description du travail demandé :**

Quatre blocs BGO ont été testés et caractérisés en laboratoire et lors d'expériences sur faisceau au centre de protonthérapie de Nice. La première tâche du stage consistera à étendre ce travail de caractérisation à l'ensemble des 30 blocs BGO qui composeront l'absorbeur de la caméra gamma. Ces blocs seront testés sur faisceau au centre de protonthérapie de Nice au cours du stage.

En parallèle, l'étudiant travaillera sur une évolution du module vpgTLE de GATE. Ce module permet actuellement de générer la distribution 3D des points d'émission des rayons gamma prompts en incluant l'information sur l'énergie des rayons gamma. En revanche l'instant d'émission des rayons gamma n'est pas disponible pour le moment dans ce module alors que cette information est importante pour la majorité des modalités de détection des rayons gamma prompts développées dans le monde. La deuxième tâche du stage consistera donc à implémenter cette information dans le module vpgTLE.