



Université Claude Bernard



Lyon 1

# DIPLÔME NATIONAL DE DOCTORAT

(Arrêté du 25 mai 2016)

Date de la soutenance : **15 décembre 2021**

Nom de famille et prénom de l'auteur : **Madame ALI Yasmine**

Titre de la thèse : « *Estimation de la dose biologique en hadronthérapie avec la plateforme de simulation Monte Carlo GATE* »

## Résumé



Un des challenges en hadronthérapie est l'estimation de la dose biologique. Les systèmes de planification de traitement (TPS) doivent optimiser les faisceaux de traitement en prenant en compte la prédiction de la dose biologique en plus de la prédiction de la dose physique. Pour estimer la dose biologique, des modèles biophysiques ont été développés tels que les modèles mMKM et NanOx. Les paramètres d'entrée de ces modèles peuvent être estimés grâce à des codes de calculs Monte Carlo en structure de trace. Nous utilisons les codes Geant4-DNA et LPCHEM et les comparons pour évaluer leurs différences. Les deux codes peuvent simuler les radiations ionisantes jusqu'à l'eV ainsi que la production d'espèces radiolytiques suite à la radiolyse de l'eau entre la picoseconde et la microseconde. Les modèles biophysiques permettent des calculs de dose complexes à l'échelle du voxel en les couplant à des codes de calcul Monte Carlo. Nous avons développé un outil pour la plateforme de calcul Monte Carlo GATE, le "Biodose Actor", dans le but d'estimer la dose biologique pour des pics de Bragg étalés issus de lignes cliniques et précliniques, irradiant avec les faisceaux de protons, d'ions hélium et d'ions carbone. Nous avons comparé les codes Geant4-DNA et LPCHEM pour la simulation de spectres nanodosimétriques dans le cœur de trace d'ion et la production d'espèce radiolytiques dans l'eau par des particules chargées (10 MeV protons). Les spectres totaux d'énergie spécifique dans des cibles nanométriques ainsi que les rendements d'espèces radiolytiques pour les deux codes sont en bon accord. En plus de l'implémentation du Biodose actor dans GATE, l'outil a été testé et validé avec des données expérimentales de survie cellulaire obtenues grâce à différents pics de Bragg étalés. Cet outil facilitera les comparaisons et évaluation des différents modèles biophysiques.

