

Pôle des Etudes Doctorales
Centre des Etudes Doctorales
Sciences et Techniques et Sciences Médicales

AVIS DE SOUTENANCE DE THESE DE DOCTORAT

Madame YERROU Randa

Présentera ses travaux de recherche en vue de l'obtention du **Doctorat**



Formation Doctorale : Sciences Mathématiques, Physiques et Nouvelles Technologies

Discipline : Physique

Spécialité : Physique Nucléaire

Le 25/10/2025 à 10H00 à la Salle des Soutenances, Faculté des Sciences de Tétouan, UAE

Sous le thème

Développement, adaptation et validation de modèles numériques réalistes de petits animaux pour l'évaluation de la dosimétrie interne des rayonnements ionisants par simulation Monte Carlo : applications aux contextes préclinique et environnemental

Devant le jury composé de :

Nom et Prénom	Etablissement	Qualité
Pr. EL HAJJAJI Otman	FS de Tétouan, UAE	Président
Pr. ACHKAR Yamina	FS de Tétouan, UAE	Rapporteur
Pr. AZAHRA Mustapha	FS de Tétouan, UAE	Rapporteur
Pr. AZOUGAGH Mohamed	ENSAM de Rabat, UM5	Rapporteur
Pr. CHAKIR El Mahjoub	FS de Kénitra, UIT	Examineur
Pr. EL HADRI Mustapha	FS de Tétouan, UAE	Examineur
Pr. EL BAKKALI Jaafar	ERSSM de Rabat	Co-Directeur
Pr. EL BARDOUNI Tarek	FS de Tétouan, UAE	Directeur

Structure de recherche : Laboratoire d'intelligence artificielle et de physique computationnelle, Équipe Radiations et Systèmes Nucléaires, FS, Université Abdelmalek Essaadi, Tétouan, Maroc

Résumé



Le développement des radiopharmaceutiques en médecine nucléaire, en particulier pour la radiothérapie interne vectorisée, repose sur des études précliniques nécessitant des modèles numériques adaptés pour estimer la distribution des activités et les doses absorbées dans les tissus. La souris constitue l'espèce de référence, mais d'autres petits animaux peuvent être mobilisés afin d'élargir la représentativité biologique et de mieux répondre aux besoins spécifiques des études dosimétriques.

Au-delà du contexte médical, les rejets de radionucléides issus de déchets radiopharmaceutiques soulèvent des enjeux de radioprotection environnementale. Les amphibiens, sensibles aux perturbations et fortement dépendants des milieux aquatiques, représentent des organismes sentinelles pertinents. Or, les modèles numériques existants ne reflètent pas fidèlement l'anatomie interne de ces espèces. Dans ce cadre, cette thèse a consisté à exploiter, adapter et développer plusieurs modèles voxelisés de petits animaux, afin de calculer, par simulation Monte Carlo avec le code InterDosi (basé sur Geant4), les grandeurs dosimétriques fondamentales que sont la fraction absorbée (AF), la fraction absorbée spécifique (SAF) et la valeur S (dose absorbée par unité d'activité émise). Le travail a débuté avec le modèle DigiMouse, utilisé en association avec les radionucléides ^{90}Y et ^{131}I pour valider le code InterDosi.

Une version modifiée de ce modèle, intégrant une tumeur hépatique segmentée, a ensuite permis de simuler différents scénarios d'atteinte tumorale du foie, allant d'une lésion focale à un foie entièrement tumoral. L'analyse des S-values pour six radionucléides d'intérêt thérapeutique (^{131}I , ^{90}Y , ^{188}Re , ^{166}Ho , ^{125}I et ^{67}Cu) a révélé des différences notables de distribution de dose, illustrant l'impact du choix du radionucléide. Parmi eux, le ^{67}Cu s'est distingué comme le candidat le plus prometteur, grâce à sa capacité à maintenir une efficacité thérapeutique tout en réduisant l'irradiation des organes voisins. Enfin, un modèle original de grenouille de l'espèce *Limnonectes Macrocephalus*, reconstruit à partir d'images microCT et segmenté en trente structures anatomiques, a été développé, validé par comparaison de ses fractions absorbées avec celles d'autres modèles, puis utilisé pour simuler des scénarios de contamination environnementale.

Les simulations ont porté sur des électrons et des photons (0,01–4 MeV), ainsi que sur les spectres d'émission des six radionucléides selon la CIPR 107. Dans le cas de la grenouille, les S-values ont été estimées pour le ^{67}Cu , le ^{90}Y et l' ^{131}I , dans le contexte d'un rejet de déchets radiopharmaceutiques. Les résultats mettent en évidence l'influence de la géométrie anatomique, de la taille des structures et du type de rayonnement sur les distributions de dose. Ce travail fournit ainsi des outils numériques adaptés à la dosimétrie interne des petits animaux, comblant un manque dans la littérature et offrant des perspectives tant pour les études précliniques que pour l'évaluation des expositions radiologiques dans des écosystèmes aquatiques sensibles.

Mots clés : *Dosimétrie interne, Simulation Monte Carlo, Petits animaux, Modèles voxelisés, Radiopharmaceutiques, InterDosi, Limnonectes macrocephalus, S-values, SAF, AF.*