

Nom du candidat : Benjamin DEMOL

JURY

Président de Jury

Directeur de Thèse

F. CLERI Professeur à l'Université de Lille1, IEMN

Co-Directeur de Thèse

N. REYNAERT Physicien Médical au COL à Lille

Rapporteurs

J.-P. THIRAN Professeur à EPFL à Lausanne, Suisse

H. SAINT-JALMES Professeur au LTSI à Rennes

Membres

D. SARRUT Directeur de Recherche au CNRS à Lyon

G. DELPON Physicien Médical au ICO à Nantes

D. PASQUIER Radiothérapeute au COL à Lille

T. LASRI Professeur à l'Université de Lille1, IEMN

Invité

D. GIBON Président-Directeur Général à Aquilab à Loos

TITRE DE LA THESE

**Méthodes d'intégration des images à résonance magnétique
dans les calculs de dose Monte Carlo appliqués
à la stéréotaxie intracrânienne**



**Magnetic resonance images integration methods in Monte Carlo
dose calculations applied to stereotactic radiosurgery**

RESUME

Dans le contexte de l'amélioration des traitements de radiothérapie, la planification de traitement sur image par résonance magnétique (IRM) présente l'avantage de supprimer les incertitudes des contours liées au recalage avec l'image de scanographie (CT). L'objectif principal de la thèse est de contribuer au développement de méthodes de génération de CT synthétique (pCT) à partir de l'IRM et d'évaluer leurs incertitudes sur la dose planifiée par calcul Monte Carlo dans le cadre de la stéréotaxie intracrânienne.

Dans la première partie, une calibration stœchiométrique du CT a été réalisée. Celle-ci a été intégrée à un système de contrôle qualité des plans de traitement par simulation Monte Carlo. Nous avons ensuite démontré la précision des calculs Monte Carlo sur la base de la seule connaissance de la quantité d'hydrogène présente dans les tissus en utilisant cette calibration. La quantification de l'hydrogène des tissus à partir de séquences IRM a ensuite été étudiée théoriquement et expérimentalement.

La seconde partie concerne la génération d'un pCT par méthode atlas avec prise en compte de l'intensité des voxels IRM (séquence 3D T1). Une étude dosimétrique sur une cohorte de patients a été menée afin d'évaluer la qualité de la méthode. Des solutions ont été proposées afin d'améliorer le résultat de la méthode dans les cas anatomiques particuliers. La génération de pCT à partir d'une IRM permettra de supprimer l'examen CT de la pratique routinière, menant à une simplification du flux de travail, une diminution des coûts, et à une intégration cohérente avec les machines de traitement couplées à un scanner IRM.

In the context of radiotherapy treatment quality, magnetic resonance imaging (MRI) treatment planning removes contour uncertainties from computed tomography (CT) image registration. The main aim of the thesis is to develop synthetic CT (pCT) generation methods from MRI and to evaluate uncertainties on Monte Carlo planned dose within the framework of stereotactic radiosurgery.

In the first chapter, stoichiometric calibration of the CT was realized. This was integrated into our Monte Carlo-based treatment plan quality control system. Using this calibration, we demonstrated that only the hydrogen content of tissues is required to perform accurate Monte Carlo dose calculations. Tissue hydrogen quantification from MRI sequences was then theoretically and experimentally studied.

The second part concerns pCT generation from a conventional 3D T1-weighted sequence using an in-house atlas-based deformation method, where MRI intensity is taken into account while generating the pCT. A dosimetric study on a patient cohort was performed to evaluate the performance of the method. Several solutions were proposed in order to improve the results in the case of a particular patient anatomy. pCT generation from MRI will allow to remove the CT exam from routine practice, which will lead to a workflow simplification, a cost diminution, and a consistent integration of clinical practice when using treatment machines with an integrated MRI scanner.

Soutenance prévue le 04 novembre 2016 à 14h00
Amphi du LCI