

## Résumé :

L'imagerie par résonance magnétique de diffusion offre de grandes perspectives en tant que technique non invasive pour l'étude des tissus biologiques en analysant la diffusion des molécules d'eau. Cependant, évaluer précisément les propriétés de diffusion des microstructures complexes des tissus biologiques à partir des acquisitions d'IRM pratiques reste un défi. La simulation de Monte Carlo offre une solution en fournissant une référence précise et en ne considérant que la diffusion des molécules d'eau au sein des tissus. Néanmoins, la simulation de la diffusion présente trois défis majeurs : 1) générer un modèle de tissu réaliste en entrée, 2) paramétrer le simulateur de Monte Carlo avec des paramètres optimaux, et 3) prendre en compte l'impact des paramètres de séquence d'imagerie par résonance magnétique sur la diffusion observée. Dans cette thèse, nous avons développé différents modèles de tissu cardiaque avec différents degrés de réalisme en termes de paramètres géométriques et physiques, et nous avons proposé des vérités de diffusion dispersées à des échelles optimales en utilisant la simulation de Monte Carlo. Ensuite, nous avons observé cette diffusion à l'aide d'une séquence de diffusion par IRM avec différents jeux de paramètres et quantifié la distorsion de diffusion observée par rapport aux vérités fondamentales. Cette étude vise à fournir des orientations pour optimiser les paramètres d'observation en IRM afin d'observer avec précision la diffusion dans les tissus biologiques cardiaques.

Title: Monte Carlo simulation of water diffusion through cardiac tissue and observation by virtual MRI

## Abstract:

Diffusion magnetic resonance imaging shows great promise as a non-invasive technique for investigating biological tissues by analyzing the diffusion of water molecules. However, accurately assessing the diffusion properties of complex biological tissue micro-structures using practical MRI acquisitions remains a challenge. Monte Carlo simulation offers a solution by providing a ground truth and considering only the diffusion of water molecules within the tissues. Nonetheless, simulating diffusion presents three critical challenges: 1) generating a realistic tissue model as input, 2) setting the Monte Carlo simulator with optimal parameters, and 3) accounting for the impact of MR imaging sequence parameters on the observed diffusion. In this thesis, we developed various models of cardiac tissue with different degrees of realism in geometric and physical parameters and proposed scattering ground truths at optimal scales using Monte Carlo simulation. We then observed this diffusion using an MRI diffusion sequence with different parameter sets and quantified the observed diffusion distortion compared to the ground truths. This study aims to provide guidance for optimizing the observation parameters in MRI to accurately observe diffusion in cardiac biological tissues.