

Diffusion moléculaire et microstructure cérébrale : nouvelles approches d'acquisition et de modélisation de données d'IRM et de spectroscopie de diffusion

L'imagerie et la spectroscopie par résonance magnétique pondérées en diffusion permettent de caractériser les propriétés de diffusion de l'eau et des métabolites cérébraux, qui dépendent de la microstructure des tissus environnant. Ces méthodes offrent ainsi des perspectives uniques pour déterminer la microstructure cérébrale. Cependant, ni l'IRM de diffusion ni la spectroscopie de diffusion ne permettent d'offrir une vision complète, spécifique et robuste de la microstructure cérébrale. En effet, la modélisation de la diffusion de l'eau mesurée en IRM repose sur de fortes hypothèses concernant les propriétés de diffusion dans les différents types cellulaires et dans le milieu extracellulaire, ainsi que la perméabilité des membranes. La diffusion des métabolites mesurés en spectroscopie est quant à elle plus spécifique des compartiments cellulaires, nécessitant moins d'hypothèses que pour l'eau, mais elle est « aveugle » au milieu extracellulaire.

Cette thèse méthodologique, à l'interface entre physique, sciences informatiques et neurosciences, vise à développer de nouvelles approches pour caractériser la microstructure de la substance grise, en exploitant de manière simultanée IRM et spectroscopie de diffusion. Les outils d'acquisition et de modélisation développés durant la thèse auront potentiellement des retombées importantes pour la compréhension et le diagnostic des pathologies cérébrales.

Molecular diffusion and brain microstructure: new approaches to acquire and model diffusion MRI and spectroscopy data

Diffusion-weighted magnetic resonance imaging and spectroscopy allow characterizing brain water and metabolite diffusion properties, which depend on surrounding tissue microstructure. Hence, these methods offer unique perspectives to determine brain microstructure. However, neither diffusion MRI nor diffusion spectroscopy yield an exhaustive, specific and robust view of brain microstructure. Indeed, modeling water diffusion as measured with MRI relies on strong hypotheses about diffusion properties in the different cell types and in the extracellular space, as well as about membrane permeability. Metabolite diffusion as measured with spectroscopy is more specific of cell compartments, thus requiring fewer assumptions than for water, but is "blind" to the extracellular space.

This methodological thesis, at the interface of physics, computer sciences and neurosciences, aims at developing new approaches to characterize grey matter microstructure, by simultaneously exploiting diffusion MRI and spectroscopy. Acquisition and modeling tools developed during the thesis will potentially have important implications for the understanding and diagnosis of brain diseases.

Contact : julien.valette@cea.fr

<https://jacob.cea.fr/drf/ifrancoisjacob/Pages/Departements/MIRcen/themes/ResonanceMagnetiqueInVivo.aspx>

