

PROPOSITION DE STAGE

Niveau envisagé : Master 2^{ème} année ou Ingénieur Grande-Ecole (stage de fin d'études)

Domaine de recherche : Ingénierie Biomédicale / Imagerie Médicale

Compétences requises : Formation généraliste en physique-chimie
Formation de base en informatique (Matlab, C++)
Connaissances de base en biochimie, en électronique et en RMN

Dates du stage : début du stage entre Janvier et Avril 2019, pour une durée de 4 à 6 mois

Laboratoire : NeuroSpin/UNIRS

Adresse : CEA-Saclay Bât. 145, 91191 Gif-sur-Yvette Cedex

Responsable de stage : Cécile Lerman

Email : cecile.lerman@cea.fr

Intitulé du stage :

Imagerie par Résonance Magnétique (IRM) du sodium à très hauts champs magnétiques : Quantification et modélisation compartimentale.

Contexte :

Les examens d'Imagerie par Résonance Magnétique réalisés en routine clinique sont basés sur l'imagerie des protons (^1H) de l'eau. En effet, ce noyau est présent en très grande quantité dans le corps humain (composé d'environ 80% d'eau) et est le plus facilement détectable en raison de son signal important en IRM. Ce type d'imagerie permet une très bonne visualisation des différents tissus et organes et donc le diagnostic des nombreuses pathologies qui affectent le signal de ces protons. Néanmoins, d'autres noyaux fournissent également un signal IRM détectable et permettent d'obtenir des informations complémentaires, en particulier au niveau des processus métaboliques et cellulaires. Le sodium (^{23}Na) présent sous forme ionique (Na^+) à l'intérieur des cellules (milieu intracellulaire) et dans le milieu extracellulaire, joue en particulier un rôle très important dans la préservation de l'équilibre osmotique cellulaire. Par conséquent, l'imagerie du sodium et la mesure de sa concentration *in vivo* peuvent nous renseigner sur l'altération des cellules et donc la viabilité des tissus dans certaines pathologies telles que la Maladie d'Alzheimer et la Sclérose en plaques. Le signal IRM fourni par le sodium aux champs magnétiques utilisés en routine clinique étant plus faible que celui du proton, il est intéressant de développer l'imagerie du sodium à très hauts champs magnétiques afin d'augmenter la sensibilité de détection de ce noyau. Le centre de recherche NeuroSpin est très bien équipé pour mener des recherches en IRM du Sodium, car il dispose d'une plateforme unique d'imageurs par résonance magnétique à très hauts champs magnétiques, il possède en particulier un IRM 7T clinique (il n'y en a que deux en France actuellement) et disposera dans quelques années d'un IRM clinique à 11.7T unique au monde.

Sujet du stage :

Les objectifs de ce stage sont les suivants:

- développement et/ou amélioration de séquences d'acquisition dédiées à l'imagerie du sodium et optimisation de leurs paramètres à 7T;
- mise au point, optimisation et validation d'un protocole de quantification de la concentration totale, mais également des concentrations intra- et extracellulaires de sodium dans le cerveau humain,
- (éventuellement) application de ce protocole à la quantification dynamique de la concentration intracellulaire de sodium dans le cerveau humain pendant la réalisation d'une tâche cognitive.

Conditions du stage :

Le stage s'effectuera à NeuroSpin, laboratoire faisant partie du CEA (Centre de Saclay), pour une durée de 4 à 6 mois. Le stagiaire travaillera au sein de l'équipe pluridisciplinaire de l'UNIRS, qui regroupe des spécialistes en électronique, méthodologies de l'IRM, etc... En fonction des opportunités de financement, le stage devrait idéalement mener à une thèse, dont l'un des objectifs serait d'adapter les méthodes développées et validées pendant le stage au futur IRM clinique à 11.7T de NeuroSpin.

INTERNSHIP PROPOSAL

Academic level: Master 2nd year or Engineering school (final year)

Research Area: Biomedical Engineering / Imaging

Required skills: General training in physics and chemistry
Basic computer science training (Matlab, C ++)
Basic knowledge in biochemistry, electronics and NMR

Internship dates: the internship should start between January and April 2019, for a duration of 4 to 6 months

Research Centre: NeuroSpin / UNIRS Laboratory
Address: CEA-Saclay Bât. 145, 91191 Gif-sur-Yvette Cedex
Internship Supervisor: Cécile Lerman
Email: cecile.lerman@cea.fr

Internship Title:

Magnetic Resonance Imaging (MRI) of Sodium at very high magnetic fields: quantification and compartmental modeling.

Context:

Magnetic Resonance Imaging studies performed in clinical routine are based on proton imaging (^1H) of water. Indeed, this nucleus is present in very large quantities in the human body (composed of about 80% of water) and is the most easily detectable because of its important signal in MRI. This type of imaging allows a very good visualization of different tissues and organs and therefore the diagnosis of many pathologies, which affect the signal of these protons. Nevertheless, other nuclei also provide a detectable MRI signal and provide additional information, particularly at the level of metabolic and cellular processes. Sodium (^{23}Na) present in ionic form (Na^+) inside the cells (intracellular medium) and in the extracellular medium, plays, in particular, a very important role in the preservation of the cellular osmotic balance. Therefore, sodium imaging and measurement of its concentration *in vivo* reflect the level of cell damage and therefore can inform us about the viability of tissues in certain pathologies such as Alzheimer's Disease and Multiple Sclerosis. Since the MRI signal provided by sodium in magnetic fields used in clinical routine is lower than the proton's signal, it is interesting to develop sodium imaging at very high magnetic fields in order to increase the detection sensitivity of this nucleus. NeuroSpin research center is very well equipped to carry out Sodium MRI research because of its unique magnetic resonance imaging platform at very high magnetic fields. In particular, NeuroSpin hosts a clinical 7T MRI scanner (there are only two in France currently) and will possess in few years a 11.7T clinical MRI scanner, unique in the world.

Subject of the internship:

The objectives of this internship are:

- development and / or improvement of MRI acquisition sequences dedicated to sodium imaging and optimization of their parameters at 7T;
- development, optimization and validation of a quantification protocol for total concentration, but also intra- and extracellular sodium concentrations in the human brain,
- (if possible), application of this protocol to the dynamic quantification of intracellular sodium concentration in the human brain during the performance of a cognitive task.

Internship environment:

This internship will take place at NeuroSpin, a laboratory belonging to CEA (Saclay Centre), for a period of 4 to 6 months. The intern will work within the multidisciplinary team of UNIRS, which brings together specialists in electronics, MRI methodologies... Depending on funding opportunities, this internship should ideally lead to a PhD thesis. One of the objectives of this PhD thesis would be to adapt the tools developed and validated during this internship to the future 11.7T clinical MRI scanner.