

## Stage de Master

Stratégie de reconstruction d'images métaboliques pour l'acquisition rapide en imagerie spectroscopique par résonance magnétique

### 1 Contexte scientifique

L'imagerie spectroscopique de résonance magnétique permet de mesurer des spectres RMN spatialement distribués, chaque spectre étant composé des signatures spectrales de métabolites présents dans les tissus. Appliqué au noyau phosphore, c'est un moyen non invasif de suivre le métabolisme énergétique et les concentrations dynamiques de métabolites pendant ou après un exercice physique, et ainsi d'obtenir des informations différenciées pour chaque muscle individuellement.

Toutefois, le très grand temps d'acquisition requis pour obtenir ces données avec les techniques classiques limite sa résolution temporelle dynamique, et donc son intérêt dans le cadre d'un suivi le long d'un exercice physique.

Des travaux précédents [2, 3] ont permis de réduire le temps d'acquisition nécessaire, en s'appuyant sur des connaissances *a priori* du support spectral des métabolites.

### 2 Objectifs du stage

Le but de ce stage est de reprendre les travaux de thèse de Jabrane Karkouri [2], notamment sur la partie traitement du signal, qui avait été développée en Matlab.

Premièrement, une version en Python a été écrite, mais des différences sont visibles dans les reconstructions, liées à l'implémentation de la transformée de Fourier 2D non uniforme utilisée [1] ou [4].

Deuxièmement, la stratégie utilisée partitionne l'espace des  $k$  en spirales supposées instantanées. L'influence de cette hypothèse n'a pas été étudiée.

Enfin, ces travaux s'étaient arrêtés à la reconstruction spectrale des pixels, tandis que le but est de caractériser les différents métabolites, c'est-à-dire de déterminer les paramètres d'un modèle physique associé à ces spectres.

Le travail nécessitera plusieurs étapes :

- Prise en main de l'algorithme existant sur données simulées
- Comparaison des implémentations Matlab et Python
- Implémentation d'une acquisition par partition « ponctuelle » plutôt que par spirale
- Intégration du modèle physiologique dans la reconstruction

### 3 Compétences requises

- Bonnes capacités de programmation Python (NumPy, SciPy), Matlab serait un plus
- Bonnes connaissances en traitement du signal
- Intérêt pour l'imagerie biomédicale en générale, IRM en particulier

## 4 Informations

- Durée du stage : 5 à 6 mois
- Localisation : Laboratoire Creatis, 21 Avenue Jean Capelle, Villeurbanne
- Encadrants : Hélène Ratiney (helene.ratiney@creatis.insa-lyon.fr) et Fabien Millioz (fabien.millioz@creatis.insa-lyon.fr)
- Envoyer CV, lettre de motivation et dernier relev e de notes

## References

- [1] J. Fessler and B. Sutton. Nonuniform fast fourier transforms using min-max interpolation. *IEEE Transactions on Signal Processing*, 51(2):560–574, 2003.
- [2] J. Karkouri. *Exploiting sparse spectrum to accelerate spiral magnetic resonance spectroscopic imaging : method, simulation and applications to the functional exploration of skeletal muscle*. Theses, Université de Lyon, Dec. 2019.
- [3] J. Karkouri, H. Ratiney, M. Viallon, R. Prost, and F. Millioz. Time Undersampled Acquisition for Multidimensional Sparse Signals With Application to Magnetic Resonance Spectroscopic Imaging. *IEEE Transactions on Signal Processing*, 69:5289–5298, 2021.
- [4] Lin. Python non-uniform fast fourier transform (pynufft): An accelerated non-cartesian mri package on a heterogeneous platform (cpu/gpu). Mar 2018.