

Développement de méthodes statistiques pour l'imagerie IRM fingerprinting – application à l'épilepsie

Contexte

L'imagerie par résonance magnétique (IRM) permet d'obtenir de nombreuses informations quantitative sur les caractéristiques du réseau microvasculaire comme le débit sanguin, le volume sanguin, le diamètre microvasculaire, ou la saturation tissulaire en oxygène^{1,2}.

Actuellement, ces mesures sont réalisées en enchainant différentes séquences d'acquisition puis en utilisant une procédure de traitement par acquisition, procédure issue d'équations analytiques du modèle de comportement de l'aimantation. Cette approche pose deux problèmes : la durée d'acquisition (trop longue) et l'emploi de modèles d'analyse des signaux contraints par des hypothèses fortes.

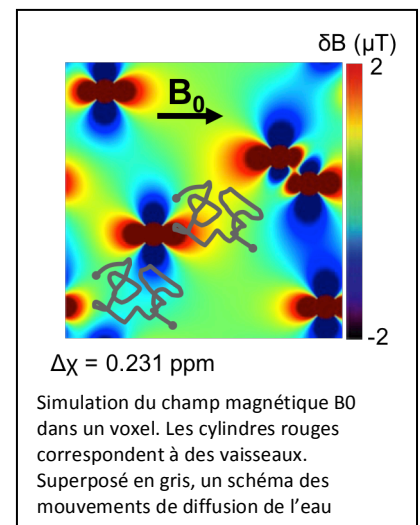
Nous avons récemment développé une approche qui permet de gagner sur les deux aspects : en simulant le signal IRM à partir de voxels modèles aux propriétés microvasculaires et magnétiques connues, il est possible de créer un dictionnaire de signaux IRM. Ces dictionnaires peuvent être utilisés pour analyser des acquisitions IRM réalisées avec des séquences IRM dédiées ou optimisées pour ce type d'analyse. Cette approche permet de s'affranchir des hypothèses utilisées pour obtenir des modèles analytiques et permet également d'exploiter de façon plus efficace les informations mesurées, et donc de réduire les durées d'acquisition. Cette approche requiert le développement de méthodes statistiques adaptées à la quantité et à la grande dimension des données.

Ce projet méthodologique s'inscrit dans le cadre d'un projet financé (ANR) de caractérisation de la microvascularisation à un modèle d'épilepsie chez la souris.

Sujet de thèse

Les objectifs du projet de thèse, à l'interface entre mathématiques appliquées et physique, sont de développer les approches de type dictionnaire pour obtenir une caractérisation beaucoup plus robuste et donc beaucoup plus utile de la microvascularisation cérébrale. Plus spécifiquement, le doctorant° :

- (i) Participera aux acquisitions de données sur des modèles d'épilepsie focale (souris).
- (ii) Prendra en main un outil existant de simulation du signal IRM obtenu à partir d'un voxel contenant différentes distributions de vaisseaux³ ;. Cet outil de simulation prend en compte différents phénomènes physique et biophysique.
- (iii) Considérera le développement de méthodes de régression en grande dimension pour la résolution de problèmes inverses comme alternative à la recherche directe dans le dictionnaire⁴ ;



Le travail de simulation et d'analyse sera réalisé sous Matlab puis sur une grille de calcul, en collaborant avec des ingénieurs de la grille de calcul de l'université Grenoble Alpes (GRICAD). Les développements mathématiques seront réalisés en collaboration avec l'Inria (F. Forbes). Les acquisitions seront réalisées avec l'aide des ingénieurs de la plateforme IRMaGe, et en collaboration avec une équipe de biologistes de Montpellier (N. Marci).

Niveau/Formation : Master 2 ou équivalent en mathématiques appliquées ou physique.

Mots clefs : IRM, imagerie, inversion bayésienne, problème inverse, régression en grande dimension, modèle de mélange.

Encadrement / contact : Emmanuel Barbier (emmanuel.barbier@univ-grenoble-alpes.fr) et Florence Forbes (Florence.Forbes@inria.fr).

Lieu : Institut des Neurosciences (neurosciences.univ-grenoble-alpes.fr), Equipe Barbier

Période approximative : Automne 2017 – Automne 2020.

Références

1. I. Troprès, N. Pannetier, S. Grand, B. Lemasson, A. Moisan, M. Péc'h, C. Rémy, E. L. Barbier. Imaging the microvessel caliber and density: principles and applications of microvascular MRI. *Magnetic Resonance in Medicine*, 73:325-341, 2015.
2. T. Christen, P. Bouzat, N. Pannetier, N. Coquery, A. Moisan, B. Lemasson, S. Thomas, E. Grillon, O. Detante, C. Rémy, J.-F. Payen, E.L. Barbier. Tissue oxygen saturation mapping with magnetic resonance imaging. *Journal of Cerebral Blood Flow and Metabolism*. 34(9):1550-1557, 2014.
3. N. Pannetier, C.S Debacker, F. Mauconduit, T. Christen, E. L. Barbier. A Simulation Tool for Dynamic Contrast Enhanced MRI. *Plos One*. 8(3): e57636, 2013.
4. A. Deleforge, F. Forbes and R. Horaud, High-Dimensional Regression with Gaussian Mixtures and Partially-Latent Response Variables. *Statistics and Computing*, 25(5):893--911, 2015.