

Proposition de stage de M2

Intérêt de la séquence IRM *MTSat* pour la caractérisation des lésions dans la sclérose en plaques

Durée : 5 à 6 mois, début entre janvier et mars 2025

Salaire : gratification + déjeuners subventionnés (repas complet à environ 2€50)

Localisation : Le stage se déroulera au sein de l'unité Empenn (Inria/IRISA, UMR CNRS 6074) situé à l'IRISA sur le campus de Beaulieu de Rennes.

Encadrement :

- Benoit Combès (benoit.combes@inria.fr)
- Malo Gaubert (malo.gaubert@irisa.fr)

Mots clés : Imagerie médicale, IRM, traitement d'images, analyse de données.

Contexte et motivation : L'imagerie par résonance magnétique (IRM) est aujourd'hui essentielle au diagnostic de différentes pathologies comme la sclérose en plaques (SEP). Cette maladie auto-immune se caractérise par l'apparition de lésions visibles en IRM dans le cerveau et dans la moelle épinière. Ces lésions correspondent notamment à une destruction localisée de la myéline, une gaine entourant les axones (connexions entre les neurones) et permettant la conduction plus ou moins rapide des messages électriques entre les neurones.

Dans ce contexte, l'équipe Empenn a mis en place différents protocoles de recherche afin de comprendre l'impact des lésions sur les fonctions motrices des patients. Ces protocoles contiennent notamment des acquisitions IRM du cerveau et de la moelle épinière. En particulier, des images dites de « transfert d'aimantation » sont acquises. Ce type d'image a pour objectif de quantifier le degré de démyélinisation (réduction de myéline) des lésions (Figure 1) dans le cerveau et la moelle épinière de patients atteints de SEP via le calcul d'un ratio de transfert d'aimantation, ou MTR (pour Magnetization Transfer Ratio). Notre groupe a ainsi déjà publié plusieurs articles [1,2 3] exploitant cette séquence MTR afin de mieux caractériser l'atteinte des tissus chez les personnes vivant avec une SEP.

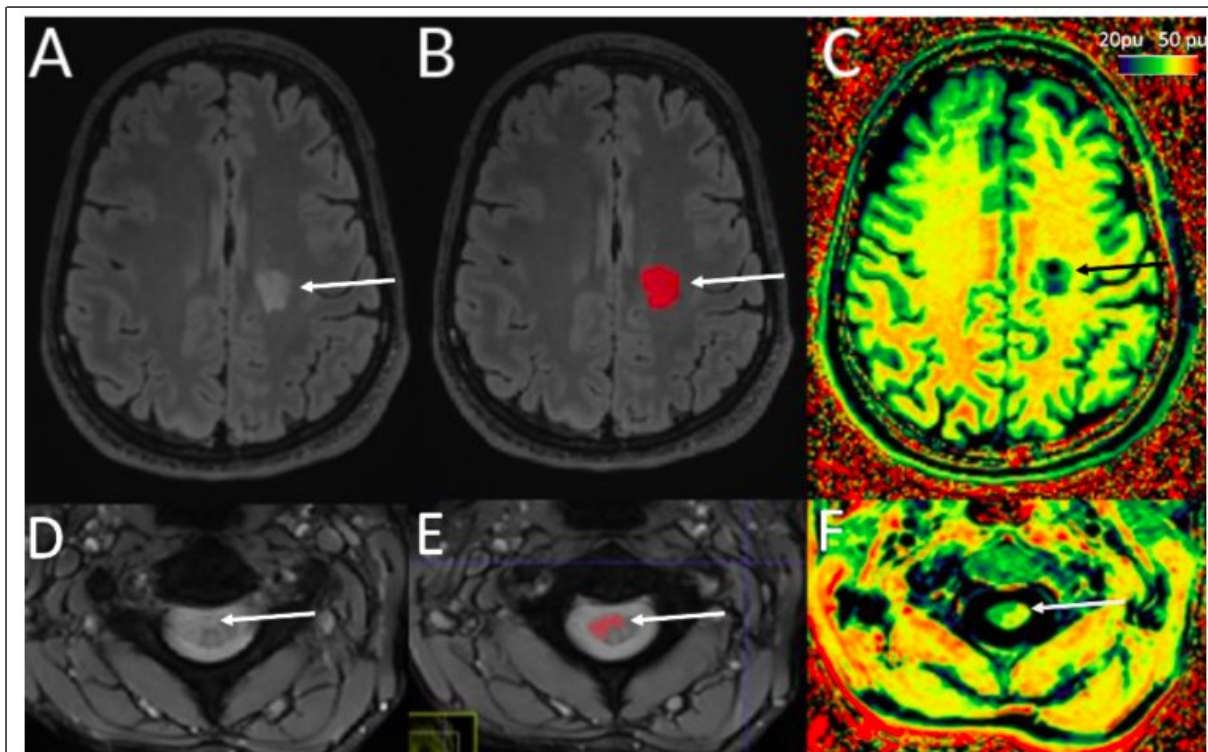


Figure 1 : Exemple d'une lésion SEP dans le cerveau (1ere ligne) et la moelle épiniere d'un patient. Colonne 1 : coupe axiale d'une séquence anatomique (FLAIR pour le cerveau, T2*w pour la moelle). Colonne 2 : idem que Colonne 1 avec la lésion délimité en rouge. Colonne 3 : cartographie de MTR associé. Plus les couleurs sont chaudes (resp. froides), plus la valeur de MTR est forte (resp. faible). Extrait de la thèse de médecine d'Alice Dufey lié à des travaux effectués au sein de l'équipe Empenn.

Néanmoins, cette imagerie de MTR comporte d'importantes limitations liées à une dépendance non désirée des signaux acquis au T1 des tissus imagés et à l'inhomogénéité des angles de bascule (Flip Angle) appliquées. Ces limitations ont ainsi un impact sur l'interprétabilité des valeurs extraites de ces imageries de transfert d'aimantation. De manière intéressante, un autre modèle permettant d'adjoindre aux acquisitions de MTR une acquisition pondérée T1 et une acquisition du champ B1 existe. Ce modèle permet le calcul de carte de saturation du transfert d'aimantation, appelées MTSat, potentiellement plus informatif que les cartes de MTR [4]. Lors de nos dernières études d'imagerie, des images pondérées en T1 et du champ B1 ont été acquises en plus des acquisitions standards utilisées pour la cartographie MTR. Cependant, l'intérêt de ces acquisitions supplémentaires dans le cadre de nos études d'imageries de la SEP n'a pas encore été étudié.

Projet : L'objectif de ce stage est de réaliser une évaluation des données de MTSat afin de quantifier les améliorations apportées par cette imagerie en regard du MTR.

Plusieurs étapes jalonnent ce stage :

1. Familiarisation avec les données et les outils de traitement. Revue de la littérature sur les modèles et études liant le MTR et le MTSat.
2. Prétraitements des images MTR et MTSat du cerveau et de la moelle épinière en lien avec les résultats de l'étape 1.

3. Analyses de la variabilité et de la reproductibilité du MTSat et comparaison des valeurs extraites à celles du MTR, notamment chez des personnes vivant avec une SEP.

L'étudiant.e sera amené.e à utiliser des outils de traitements d'images médicales et de statistiques développées au sein d'Empenn ([Anima](#), [MedInria](#)) ou par d'autres laboratoires ([FSL](#) ou [SCT](#) pour la moelle épinière). Suivant les connaissances et l'envie de l'étudiant.e, des outils complémentaires pourront être développés afin de faciliter le traitement (automatisation) et des analyses supplémentaires (comparaisons inter-machine) pourront être menées.

Pré-requis :

- Principes fondamentaux de l'IRM, Traitement des images médicales, Analyses de données.
- Curiosité scientifique, rigueur et organisation.
- Bien que non indispensables, des connaissances en programmation scientifique ainsi qu'en statistiques basiques seront un plus.

Comment postuler ?

Envoyez CV et lettre de motivation aux deux contacts ci-dessus

Références :

- [1] Combès B, Kerbrat A, Ferré JC, et al. Focal and diffuse cervical spinal cord damage in patients with early relapsing–remitting MS: a multicentre magnetisation transfer ratio study. *Mult Scler* 2018; 1352458518781999.
- [2] Combès B, Monteau L, Bannier E, et al. Measurement of magnetization transfer ratio (MTR) from cervical spinal cord: multi-center reproducibility and variability. *JMagn Reson Imaging*. 2019;49:1777-1785.
- [3] Gaubert M, Bannier E, Chouteau R, Callot C, Ferré J-C , Hamon G, Kerbrat A , Combès B. Magnetization transfer imaging of the whole spinal cord in multiple sclerosis patients. ECTRIMS 2022 - 38th Congress of the European Committee for Treatment and Research in Multiple Sclerosis, Oct 2022, Amsterdam, Netherlands. pp.1-1. [hal-03798043](#).
- [4] Helms G, Dathe H, Kallenberg K, Dechent P. High-resolution maps of magnetization transfer with inherent correction for RF inhomogeneity and T1 relaxation obtained from 3D FLASH MRI. *Magn Reson Med*. 2008 Dec;60(6):1396-407. doi: 10.1002/mrm.21732. Erratum in: *Magn Reson Med*. 2010 Dec;64(6):1856. PMID: 19025906.