

Proposition de stage de M2

Segmentation automatique des anomalies diffuses de matière blanche à partir d'IRMs conventionnelles par apprentissage d'un réseau de neurones profond

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, apprentissage automatique, traitement d'images..

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 notamment 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. Cependant, ces lésions ne permettent pas, à elles seules, d'expliquer l'hétérogénéité des évolutions cliniques observées chez les patients. Afin de mieux comprendre les différences de trajectoires cliniques des patients, de nombreuses études récentes ont permis de mettre en lumière la présence et l'impact d'autres types d'anomalies dans le système nerveux des patients. En particulier, plusieurs études ont montré à partir d'acquisitions IRMs avancées que pour certains patients les tissus d'apparence normale (donc en dehors des lésions) présentaient des anomalies et que l'étendue et l'évolution de ces anomalies étaient reliées aux trajectoires cliniques des patients (exemple Figure 1, ci-dessous). Ces anomalies sont parfois dénommées DAWM pour « dirty appearing white matter » dans les études (e.g. [1,2]). Cependant, les acquisitions avancées utilisées pour quantifier l'étendue de cette DAWM ne sont pas effectuées lors des examens IRMs standards des patients et leur quantification dans un contexte clinique ou sur des bases de données cliniques est impossible.

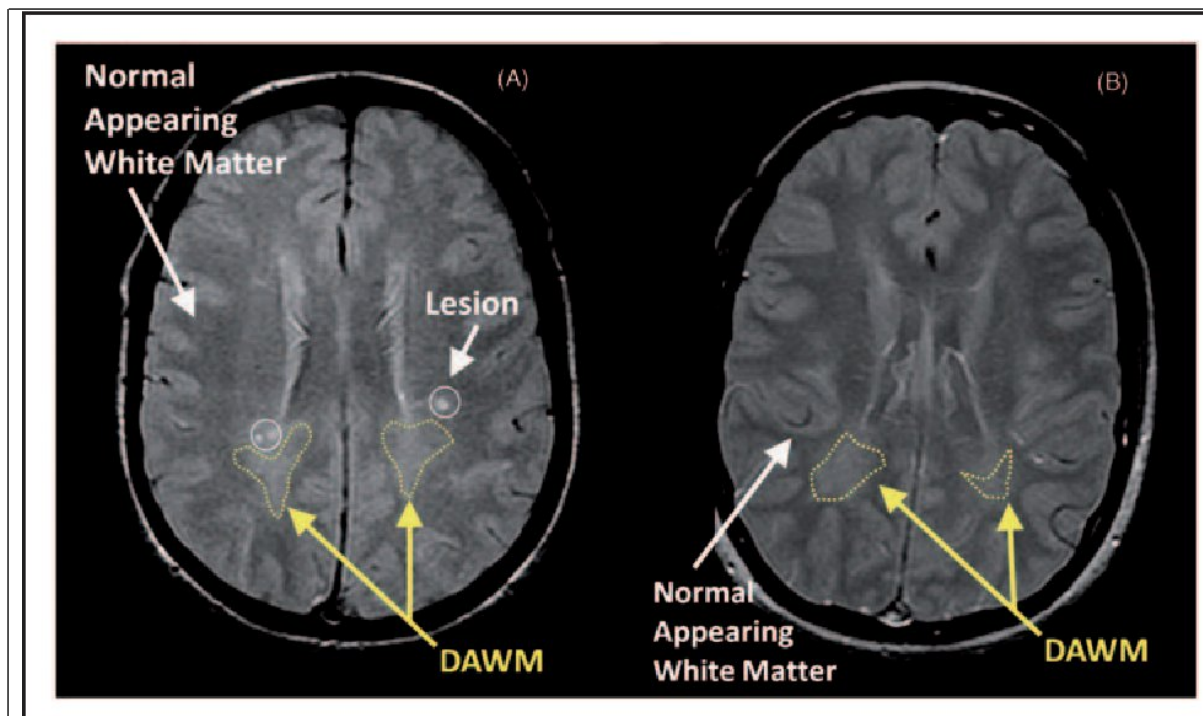


Figure 1 : Deux coupes axiales issues de séquences standards IRM d'un patient vivant avec une sclérose en plaques pour lesquels des zones de lésions (flèche blanche) et des zones de DAWM (flèches zones) sont mises en avant. Extraite de « Laule, C., Vavasour, I. M., Leung, E., Li, D. K., Kozlowski, P., Traboulsee, A. L., ... & Moore, G. W. (2011). Pathological basis of diffusely abnormal white matter: insights from magnetic resonance imaging and histology. *Multiple Sclerosis Journal*, 17(2), 144-150.»

Projet : L'objectif de ce stage est de développer et d'évaluer un modèle permettant de quantifier l'étendue et l'évolution des zones de DAWM à partir d'IRMs acquises dans le contexte clinique. Pour cela, nous utiliserons les données IRMs issus de protocoles de recherche pour lesquelles nous avons à la fois les images IRM avancées nécessaires au calcul des cartes de DAWM ainsi que les images IRM standard associées. Ces données permettront de construire un réseau de neurones profonds de type 3D UNet [3] permettant d'évaluer les zones de DAWM à partir d'IRMs issues de la pratique clinique. Le modèle sera ensuite évalué sur différents types de données.

Plusieurs étapes jalonnent ce stage :

1. Familiarisation avec les données et les outils de prétraitement. Revue de la littérature.
2. Génération des cartes (binaires) de DAWM à partir des données d'imageries quantitatives (MP2RAGE et MTR) et création des jeux de données d'entraînement, de validation et de test.
3. Développement et entraînement d'un réseau de neurones profond permettant d'estimer les cartes de DAWM à partir des séquences standards (T1w et/ou FLAIR). On pourra notamment s'intéresser à mettre en place un modèle permettant de segmenter simultanément les lésions et la DAWM.
4. Évaluation du modèle et en particulier analyse des éventuels biais (effet scanner, effet du type de séquences quantitatives et standards utilisées, effet de la qualité des acquisitions, effet lié à la localisation des zones de DAWM).

En fonction de l'avancement et des intérêts de l'étudiant.e, le travail pourra se poursuivre en transposant le travail à des images de moelle épinière, pour lequel nous avons également un ensemble de données approprié, ou encore en menant une étude explorant le lien entre la quantité de DAWM et les autres caractéristiques d'imagerie et clinique des patients.

Pré-requis :

- Programmation python, connaissance de git
- Apprentissage de réseaux de neurones profonds
- Méthodes de Traitements des images
- Curiosité scientifique, Rigueur, Capacité à travailler dans un environnement pluridisciplinaire.

Comment postuler ?

Envoyez CV et lettre de motivation au contact ci-dessus

Références :

[1] Filippi M, Rocca MA. Dirty-appearing white matter: a disregarded entity in multiple sclerosis. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2010 Mar;31(3):390-1. doi: 10.3174/ajnr.A1834. Epub 2009 Oct 15. PMID: 19833799; PMCID: PMC7963976.

[2] Ge, Y., Grossman, R. I., Babb, J. S., He, J., & Mannon, L. J. (2003). Dirty-appearing white matter in multiple sclerosis: volumetric MR imaging and magnetization transfer ratio histogram analysis. *American Journal of Neuroradiology*, 24(10), 1935-1940.

[3] Olaf Ronneberger, Philipp Fischer et Thomas Brox, « U-Net: Convolutional Networks for Biomedical Image Segmentation », *Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention – MICCAI 2015*, Springer International Publishing, 2015, p. 234–241