

Stage ingénieur M2 : machine learning - traitement d'images - mathématiques

- Durée : 4 à 6 mois
- Gratification du stagiaire : Selon barème réglementaire en vigueur
- Contact : Matthieu Doyen (matthieu.doyen@univ-lorraine.fr)

Contexte du stage :

La tomographie par émission de positons (TEP) est une méthode d'imagerie médicale qui permet de mesurer en trois dimensions l'activité métabolique d'un organe grâce aux émissions produites par les positons issus de la désintégration d'un produit radioactif injecté au préalable. La TEP cérébrale utilisant le 18F-fluorodesoxyglucose (FDG) comme traceur permet entre autres d'étudier le métabolisme glucidique du cerveau, et donc son altération pour les patients atteints de démences (ex : Alzheimer) ou affections chroniques (ex : épilepsie temporale résistante aux médicaments). Pour ces pathologies, le diagnostic repose principalement sur l'observation des zones du cerveau qui sont hypométaboliques, c'est-à-dire dont la consommation glucidique est moins importante que pour les patients sains, traduisant donc un dysfonctionnement. Les résultats de ces analyses sont facilement interprétables et possèdent des cadres inférentiels simples, ce qui explique leur popularité notamment en neuro-imagerie clinique, mais présentent l'inconvénient de ne pas prendre en compte les relations/interactions entre les différentes zones du cerveau. Afin de prendre en compte cette information, des méthodes estimant la connectivité métabolique du cerveau, c'est-à-dire une mesure de la covariance/corrélation de l'activité entre les différentes zones du cerveau, ont été développées et appliquées dans diverses études [1] [2]. Elles permettent d'estimer les connexions de façon binaire ou pondérée (voir figure 1) entre les différentes zones du cerveau. La très grande majorité des études de connectivité métabolique ont été réalisées à l'échelle de groupe et seules peu d'études [3] ont été effectuées à l'échelle individuelle (patient par patient), celle-ci étant pourtant primordiale pour le diagnostic clinique des patients. De plus, que ce soit à l'échelle de groupe ou individuelle, actuellement peu d'études se sont intéressées aux conditions minimales à respecter pour que ces métriques soient reproductibles (nombre d'échantillons, variabilité inter individus, etc.) et à l'impact des méthodes de prétraitement et régularisation sur les résultats obtenus.

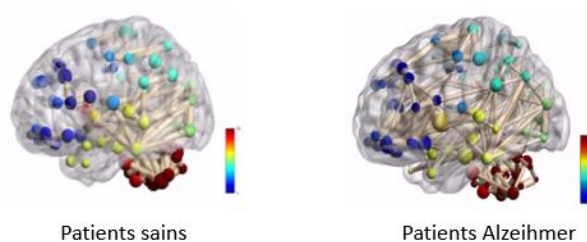


Figure 1 : Connectivité métabolique au TEP-FDG estimée pour un groupe de patients sains (à gauche) et pour un groupe de patients Alzheimer (à droite).

Objectifs du stage :

Ce stage vise à étudier et optimiser l'ensemble des paramètres impactant le calcul des matrices/informations de connectivité métabolique, que ce soit à l'échelle de groupe ou individuelle pour la classification. L'objectif étant de définir des recommandations qui pourront ensuite être utilisées par l'ensemble de la communauté scientifique. Le stagiaire sera responsable d'analyser l'état de l'art et proposera ensuite différentes solutions. Il sera ensuite chargé d'implémenter ses solutions en Python ou Matlab. La validation expérimentale se fera à partir d'images TEP de patients Alzheimer extraits de la base ADNI (<https://adni.loni.usc.edu/>) couplées à l'utilisation de méthodes de *machine learning*.

Profil recherché :

Le (ou la) candidat(e) possède des connaissances avancées en *machine learning* et/ou mathématiques, et maîtrise le langage Python ou Matlab. Une expérience en traitement d'images serait également un plus pour ce stage.

Descriptif du laboratoire :

Le laboratoire de recherche IADI (Imagerie Adaptative Diagnostique et Interventionnelle) de l'Université de Lorraine est une unité INSERM (U1254) basée au sein du CHRU de Nancy-Brabois.

Références :

- [1] Yakushev I, Drzezga A, Habeck C. Metabolic connectivity: methods and applications. *Curr Opin Neurol*. 2017 Dec;30(6):677-685.
- [2] Sala A, Caminiti SP, Presotto L, Premi E, Pilotto A, Turrone R, Cosseddu M, Alberici A, Paghera B, Borroni B, Padovani A, Perani D. Altered brain metabolic connectivity at multiscale level in early Parkinson's disease. *Sci Rep*. 2017 Jun 26;7(1):4256.
- [3] Huang S, Li J, Sun L, Ye J, Fleisher A, Wu T, Chen K, Reiman E; Alzheimer's Disease Neuroimaging Initiative. Learning brain connectivity of Alzheimer's disease by sparse inverse covariance estimation. *Neuroimage*. 2010 Apr 15;50(3):935-49.