

# Thèse en IA et imagerie médicale (Bordeaux : 2024-2027)

## Une Assemblée d'IA pour la prédiction des maladies neurologiques

<b>Direction :</b>	Dr. Pierrick Coupé / LaBRI UMR 5800 ( <a href="mailto:pierrick.coupe@labri.fr">pierrick.coupe@labri.fr</a> ) Dr. Rémi Giraud / IMS UMR 5218 ( <a href="mailto:remi.giraud@u-bordeaux.fr">remi.giraud@u-bordeaux.fr</a> )
<b>Financement :</b>	Budget ANR (2300€ bruts / mois) - Projet ANR HoliBrain
<b>Laboratoire :</b>	Laboratoire Bordelais de Recherche en Informatique (LaBRI) Université de Bordeaux, campus de Talence
<b>Équipe :</b>	Image et Son (25 permanents, 25 doctorants)
<b>Enseignements :</b>	Possibilité d'enseigner durant la thèse
<b>Collaborateurs :</b>	Institut des maladies neurodégénératives (IMN) : Dr. Vincent Planche Université polytechnique de Valence (Espagne) : Pr. José Manjon

### Contexte

L'imagerie par résonance magnétique (IRM) joue un rôle crucial dans la détection de pathologies, l'étude de l'organisation cérébrale et la recherche clinique. Chaque jour, une grande quantité de données est produite et ce nombre ne cesse d'augmenter, empêchant l'utilisation d'approches manuelles afin de les analyser. Ainsi, le développement de techniques fiables, robustes et rapides pour la détection de pathologies neurologiques devient un domaine important en imagerie médicale. Dans ce projet, l'objectif est de développer une nouvelle génération de méthodes en Intelligence Artificielle (IA) pouvant détecter automatiquement des maladies neurologiques afin d'aider le clinicien dans son diagnostic différentiel (cf. Figure 1).

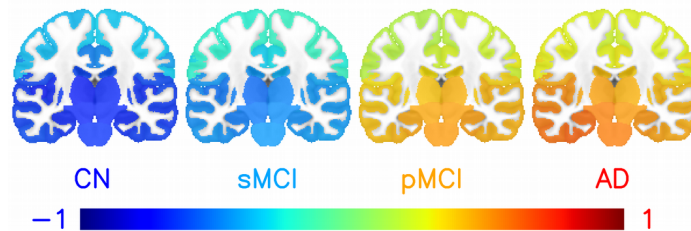


Figure 1 : Cartes de *grading* sur différents groupes de population [3].  
(CN=Cognitive Normal, s/pMCI= Stable/Progressive Mild Cognitive Impairment, AD =Alzheimer's Disease).

### Objectifs

L'objectif principal de cette thèse est de réussir à lever des verrous méthodologiques en IA qui empêchent la prédiction efficace de pathologies sur des images IRM du cerveau par des méthodes basées sur l'apprentissage profond. Cette thèse pourra se dérouler suivant plusieurs étapes et objectifs intermédiaires :

1) Le premier objectif sera de développer de nouvelles méthodes de détection de pathologies en s'attaquant aux limites actuelles de l'apprentissage profond (AP) en imagerie médicale. L'AP est un domaine en plein essor en vision par ordinateur grâce à ses nombreux succès. Cependant, les résultats obtenus par l'AP pour l'aide au diagnostic précoce de maladies neurologiques sont encore assez limités [1]. Dans le cadre de ce projet, le ou la candidat.e proposera donc une nouvelle génération de méthodes capable de lever ces limites pour l'aide au pronostic. En effet, la complexité du problème et le peu de données d'entraînement disponibles mettent en défaut les méthodes d'AP [2].

Afin de résoudre ce problème, nous avons récemment développé des méthodes reposant sur une assemblée d'intelligences artificielles [3], et sur des *transformers* [4], appliquées à des images IRM sous la forme de volumes 3D. Les premiers résultats obtenus montrent une amélioration de la qualité de classification comparée aux méthodes de l'état de l'art. De nombreuses questions restent ouvertes dans cette nouvelle voie de recherche très prometteuse. Quelle est l'organisation optimale de ce grand nombre d'IA ? Comment les faire communiquer efficacement ? Comment améliorer leur apprentissage en utilisant des données non labellisées par apprentissage semi-supervisé ? Le ou la candidat.e étudiera ces différentes questions et proposera des solutions adaptées au problème traité.

2) Le second objectif portera sur le développement d'outils spécifiques pour l'étude des démences: la démence fronto-temporale (FTD), la démence à corps de Lewy (DCL) et la maladie d'Alzheimer (MA). Ces deux maladies représentent plus de 50 millions de personnes atteintes dans le monde. Juste pour la MA, le coût mondial associé est estimé à 605 milliards de dollars. Le ou la candidat.e travaillera étroitement avec nos collaborateurs du CHU de Bordeaux et de l'institut des maladies neurodégénératives. Il aura donc accès à des experts dans ces pathologies. En développant des méthodes pour un diagnostic plus précoces et plus précis, ce projet permettra une meilleure prise en charge du patient, un meilleur traitement et donc une réduction des coûts associés. Ainsi, notre projet pourrait jouer un rôle majeur dans la transition vers la médecine P4 (prédictive, personnalisée, préventive et participative) : la médecine proactive de la prochaine décennie.

## Environnement / Collaborations

Cette thèse s'inscrit dans le projet ANR HoliBrain (2024-2029), financement déjà obtenu) dont l'objectif est de proposer des méthodes d'analyse holistique (multi-échelles) du cerveau. Le salaire et les missions du doctorant (séjour de recherche, participation à des conférences, école d'été, publication scientifique, etc.) seront prises en charge par l'ANR.

Le ou la candidat.e évoluera au sein d'un consortium regroupant des experts internationaux en IA, imagerie médicale, maladies neurologiques ou encore neuroscience. Le ou la candidat.e bénéficiera de l'environnement matériel du Laboratoire Bordelais de Recherche en Informatique (serveurs GPU, plate-forme de calcul, etc...). Il ou elle sera également en collaboration permanente avec les cliniciens et les neuroscientifiques impliqués dans le projet. De plus, ce projet s'intègre dans une collaboration de longue date avec l'Université Polytechnique de Valence (Espagne) où un séjour durant la thèse sera possible.

Enfin, le ou la candidat.e pourra voir ses outils développés, intégrés au sein de notre plateforme volBrain (<http://volbrain.net>) [5]. Cette plate-forme propose un service gratuit et en accès libre à l'ensemble de la communauté scientifique. Elle compte plus de 10.000 utilisateurs à travers le monde et a déjà traité plus de 500 000 IRMs, soit l'une des plus grosses bases de données au monde. Aujourd'hui, elle est devenue l'une des plateformes internationales les plus reconnues dans le domaine. Cet environnement unique donnera une visibilité internationale à ce travail de thèse.

## Profil attendu

Le ou la candidat.e (diplôme d'ingénieur grande école ou Master 2) doit avoir de solides bases en apprentissage profond/machine. Il doit également avoir des compétences en traitement d'image et en programmation. Une bonne maîtrise de Python, Keras, Pytorch et tensorflow est fortement recommandée. Un bon niveau d'anglais en lecture/écriture est également un élément clé. Un intérêt pour l'imagerie médicale est un plus.



Pour postuler, envoyez un dossier contenant un CV, une lettre de motivation, vos relevés de notes (M1+M2 ou École d'Ingénieur), la liste de vos publications (si disponible), le contact de 2 référents pouvant attester de vos compétences ainsi que tout document susceptible de renforcer votre candidature.

## Références

- [1] Wen, Junhao, et al. "Convolutional Neural Networks for Classification of Alzheimer's Disease: Overview and Reproducible Evaluation." arXiv preprint arXiv:1904.07773 (2019).
- [2] Huo, Yuankai, et al. "3D whole brain segmentation using spatially localized atlas network tiles." *NeuroImage* 194 (2019): 105-119.
- [3] Nguyen, Huy-Dung, Michaël Clément, Boris Mansencal, and Pierrick Coupé. "Towards better interpretable and generalizable AD detection using collective artificial intelligence." *Computerized Medical Imaging and Graphics* 104 (2023): 102171.
- [4] Nguyen, Huy-Dung, Michaël Clément, Boris Mansencal, and Pierrick Coupé. "3D Transformer based on deformable patch location for differential diagnosis between Alzheimer's disease and Frontotemporal dementia." In *International Workshop on Machine Learning in Medical Imaging*, pp. 53-63. Cham: Springer Nature Switzerland, 2023.
- [5] J. V. Manjon and P. Coupé. volBrain: an online MRI brain volumetry system. *Frontiers in Neuroinformatics*, 30:10, 2016

