

## MASTER SYSTÈMES DYNAMIQUES ET SIGNAUX 2021-2022

### Modèle animal de la paralysie cérébrale de l'enfant : apprentissage profond, graphes et analyse d'images IRM cérébrales

**Encadrants:** P. Coupeau (doctorante, LARIS), Pr. J.-B. Fasquel (LARIS) et Pr. M. Dinomais (CHU d'Angers/LARIS)

**Laboratoire :** Equipe ISISV du Lab. Angevin de Recherche en Ingénierie des Systèmes (LARIS), Université d'Angers

**Partenaires :** Collaboration entre les équipes du LARIS, du CHU d'Angers et du CRCINA-INSERM UMR1232 d'Angers (Pr Philippe Menei et Claudia Monteiro-Menei), dans le cadre du projet : « Réparation de la substance blanche périventriculaire par cellules souches dans la paralysie cérébrale - Etude préclinique chez le porcelet mâle. »

**Mot-clés :** Apprentissage profond, Graphes, IRM, Cerveau, Python, PyTorch, PyTorch-Geometric

**Contact :** Jean-Baptiste.Fasquel@univ-angers.fr

**Sujet :** Ce sujet se situe dans le contexte de l'étude de la paralysie cérébrale de l'enfant, qui est la première cause de handicap moteur. Il s'agit d'un trouble moteur permanent lié à une lésion du cerveau. Pour « réparer » la lésion cérébrale, des essais précliniques à l'aide de cellules souches mésenchymateuses (CSM) sont en cours de réalisation, en s'appuyant sur un modèle de gros animal (porcin) reproduisant les lésions [1]. Ces travaux impliquent l'utilisation de l'imagerie médicale par résonance magnétique (IRM), permettant d'accéder à des informations volumiques structurales et fonctionnelles sur le cerveau, dont la matière blanche, la matière grise et les noyaux gris centraux. L'objectif du travail de recherche attendu sera d'automatiser la détection de ces structures et de quantifier l'effet des cellules souches sur celles-ci, par comparaison avec les cerveaux lésés non traités par ces cellules souches. On s'appuiera sur des méthodes à base d'apprentissage profond (« deep learning ») et sur des connaissances structurales (e.g. évolution de la position relative des noyaux gris en fonction du traitement), manipulées au moyen d'outils issus de la théorie des graphes et des hypergraphes [2][3][4][5]. Ces techniques à base de graphes constituent une classe de méthodes modernes utilisées dans de multiples domaines de l'intelligence artificielle (étude du trafic routier, gestion des réseaux électriques, réseaux sociaux...), incluant l'apprentissage profond sur graphes [4]. Ainsi, ce sujet de recherche se positionne à l'interface entre la santé et les STIC (sciences et technologies de l'information et de la communication), sur le thème de l'intelligence artificielle appliquée à l'imagerie cérébrale. Les développements seront réalisés principalement avec le langage Python, en s'appuyant notamment sur la librairie PyTorch.

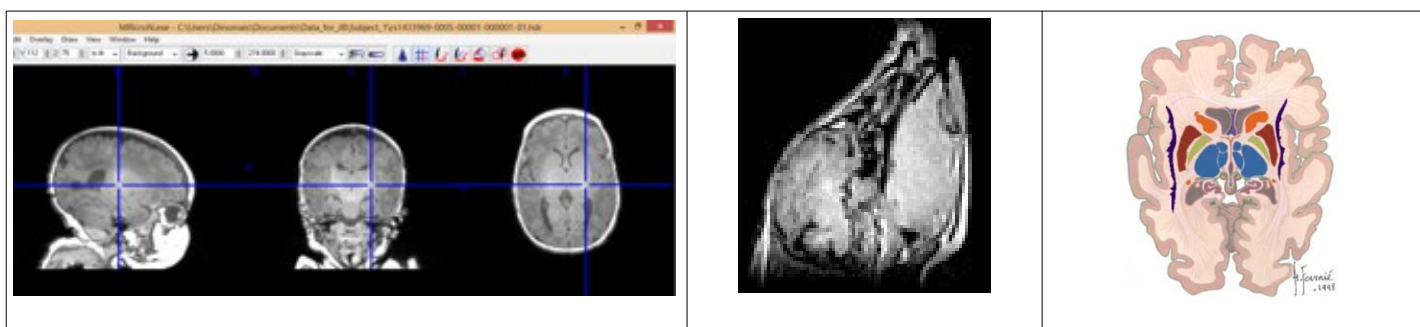


Image IRM cérébrale de l'enfant (gauche), du porcelet (centre) et des noyaux gris centraux (droite).

#### Quelques références bibliographiques relatives au projet

- [1] E. Mazerand et al. Development of a porcine model of cerebral palsy: first step before a study on the efficacy of a stereotactic stem cell therapy, European Academy of Childhood Disability, 2019
- [2] A. Durandeu et al., Structural information and (hyper) graph matching for MRI piglet brain extraction, ICPRS, 2019
- [3] J.-B. Fasquel et al., A graph based image interpretation method using a priori qualitative inclusion and photometric relationships, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2018
- [4] D. Bacciu et al., A gentle introduction to deep learning for graphs, Neural Networks, 2020
- [5] J. Chopin et al., Semantic image segmentation based on spatial relationships and inexact graph matching, IPTA, 2020