



## Sujet de stage Master

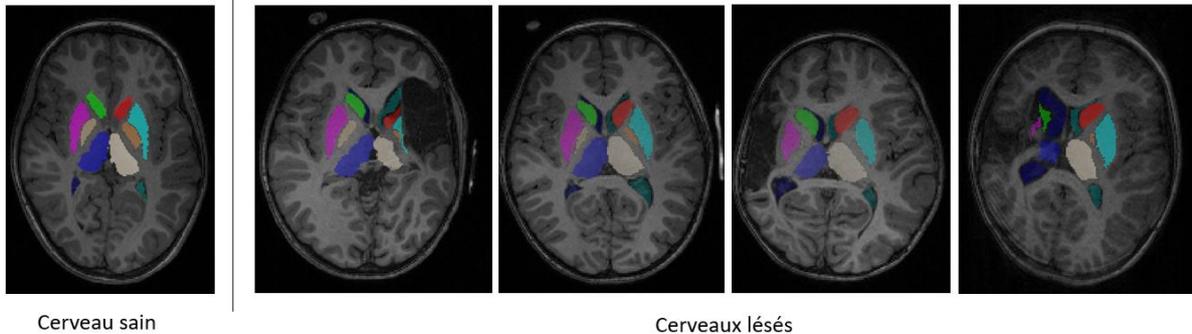


Figure 1 : Désordre structurel des noyaux centraux (en couleur - superposés à une image IRM) d'enfants lésés suite à un accident vasculaire cérébral (AVC), comparativement à la relative régularité et symétrie de ces structures chez un enfant sain (gauche).

Dans le contexte de l'imagerie médicale, la classification (sujets sains *versus* sujets pathologiques, par exemple) est très souvent nécessaire (voir figure 1). Ceci peut s'effectuer en utilisant des réseaux de neurones profonds ou «*deep learning*» (Litjens *et al.*, 2017). Cependant, cette approche a l'inconvénient de s'appuyer sur des informations au niveau du pixel et ne prend donc pas en compte l'information structurelle présente à un niveau plus élevé.

L'information structurelle peut être codée à partir de graphes, où les nœuds correspondent aux structures (régions) et les arêtes portent l'information structurelle (Coupeau *et al.*, 2022), comme illustré par la figure 2.

A partir du graphe, nous proposons d'ajouter des poids (ou attribut) sur les nœuds et les arêtes : le poids sur les nœuds peut correspondre au volume, longueur, etc. de la structure et le poids des arêtes peut correspondre à un angle entre structures, distance au barycentre, etc. Une mesure issue de ces graphes pourrait alors être proposée. Dans ce cas, une comparaison de mesures sur graphes permettrait de faire la classification.

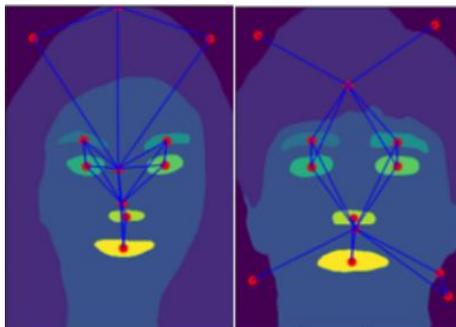


Figure 2 : Relations structurelles et graphes construits à partir des images de visages segmentés

L'objectif du stage sera de concevoir une mesure sur graphes pour une classification ultérieure. La mesure proposée utilisera la notion d'entropie comme proposé récemment (Fabila-Carrasco *et al.*, 2021). Une comparaison des classifications obtenues par mesure d'entropie sur graphe et par apprentissage profond sur graphes sera effectuée.

La première partie du stage consistera donc à étudier les travaux déjà réalisés au LARIS sur la thématique : classification d'images basée sur les graphes (Ma *et al.*, 2021) et mesures d'entropie (Borin *et al.*, 2021 ; Azami *et al.*, 2019 ; Humeau-Heurtier *et al.*, 2016).

Dans un second temps, le stagiaire devra développer une nouvelle métrique d'entropie associée aux graphes et la tester sur différents jeux de données.

Le stagiaire devra finalement établir une comparaison des résultats obtenus avec ceux issus d'autres méthodes comme l'apprentissage profond. Pour ce faire, des images IRM de cerveau sain et lésé d'enfants seront utilisées (voir figure 1).

Le stage se déroulera au laboratoire LARIS (Polytech Angers).

**Contact :**

Jean-Baptiste Fasquel ([jean-baptiste.fasquel@univ-angers.fr](mailto:jean-baptiste.fasquel@univ-angers.fr))

Anne Heurtier ([anne.heurtier@univ-angers.fr](mailto:anne.heurtier@univ-angers.fr))

**Références :**

Azami H., Li P., Arnold S.E., Escudero J., Humeau-Heurtier A., "Fuzzy entropy metrics for the analysis of biomedical signals: assessment and comparison", *IEEE Access*, vol. 7, pp. 104833-104847, 2019.

Borin A.M.S. Jr, Humeau-Heurtier A., Silva L.E.V., Murta L.O. Jr, "Multiscale entropy analysis of short signals: the robustness of fuzzy entropy-based variants compared to full-length long signals", *Entropy*, vol. 23, n°12, article 1620, 2021.

Coupeau P., Fasquel J.-B., Dinomais M., "On the relevance of edge-conditioned convolution for GNN-based semantic image segmentation using spatial relationships", *International Conference on Image Processing Theory, Tools and Applications*, 2022

Humeau-Heurtier A., Wu C.W., Wu S.D., Mahé G., Abraham P., "Refined multiscale Hilbert-Huang spectral entropy and its application to central and peripheral cardiovascular data", *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, vol. 63, pp. 2405-2415, 2016.

Jabila-Carrasco, J. S., Tan, C., Escudero, J. "Permutation Entropy for Graph Signals", *arXiv preprint arXiv:2110.00628*, 2021.

Litjens G., Kooi T., Bejnordi B. E., Setio A. A. A., Ciompi F., Ghahfoorian M., van der Laak J.A.W.M. , van Ginneken B., Sánchez C. I., "A survey on deep learning in medical image analysis", *Medical Image Analysis*, vol 42, pp. 60-88, 2017.

Ma G., Ahmed N. K., Willke T. L., Yu P.S., "Deep Graph Similarity Learning: A Survey", *Data Mining and Knowledge Discovery*, 2021