



PROPOSITION DE STAGE MASTER/INGÉNIEUR

**Traitement des discontinuités des structures linéaires 3D
dans des images biomédicales**

Encadrant :
Hugo Rositi
hugo.rositi@loria.fr

Lieu du stage :
Laboratoire Loria
Équipe ADAGIO
Campus scientifique
54506 Vandœuvre-lès-Nancy

Mots-clés : Analyse d'image, traitements d'images, Analyse et
traitements d'objets discrets, application biomédicale.

Éléments de candidature :

- CV
- Lettre de motivation
- Derniers relevés de notes

Ces éléments seront à envoyer à l'adresse mail suivante :
hugo.rositi@loria.fr

1 Motivations

De nombreuses pathologies peuvent affecter directement le réseau vasculaire dans sa globalité ou à des niveaux plus locaux. La densité des vaisseaux ou encore leur morphologie peuvent ainsi être modifiées par des dégâts structurels [1] ou par de l'angiogénèse dégénérative dans le cas des cancers [2]. L'étude de ces modifications à des échelles macro et microscopiques est donc primordiale pour parfaire les connaissances de ces mécanismes.

Les observations qualitatives et quantitatives peuvent être réalisées par des techniques histologiques mais elles peuvent elles-mêmes induire des dégâts incontrôlés sur les structures observées. Les techniques d'imagerie qui préservent l'intégrité des tissus biologiques observés sont donc à privilégier, nous utilisons pour cela *l'imagerie par contraste de phase par rayonnement synchrotron* [3] qui permet de conserver intact le réseau vasculaire de l'échantillon biologique et d'observer ses structures vasculaires en 3D à l'échelle microscopique (cf. Figure 1).

Nous avons montré lors de précédents travaux [4] qu'il était possible de segmenter ces structures vasculaires 3D (cf. Figure 2) en s'appuyant sur des filtres de réhaussement vasculaire bien connus tels que Sato [5] ou encore Frangi [6]. Nous pouvons également nous intéresser à d'autres structures linéaires en 3D dans des contextes biologiques différents telles que des fibres neuronales [7].

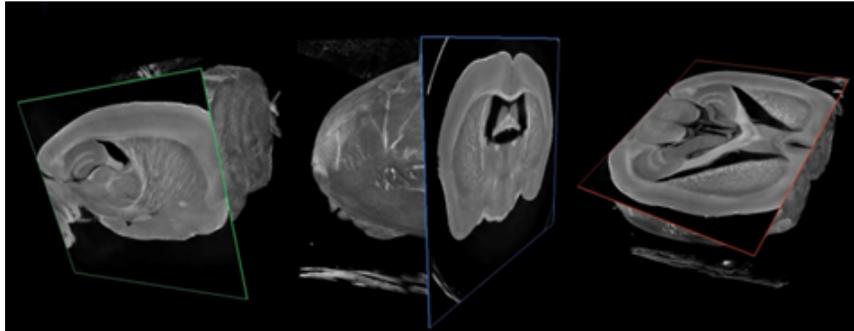


FIGURE 1 – Visualisation dans les 3 axes d'un cerveau de souris en SR-PCT.

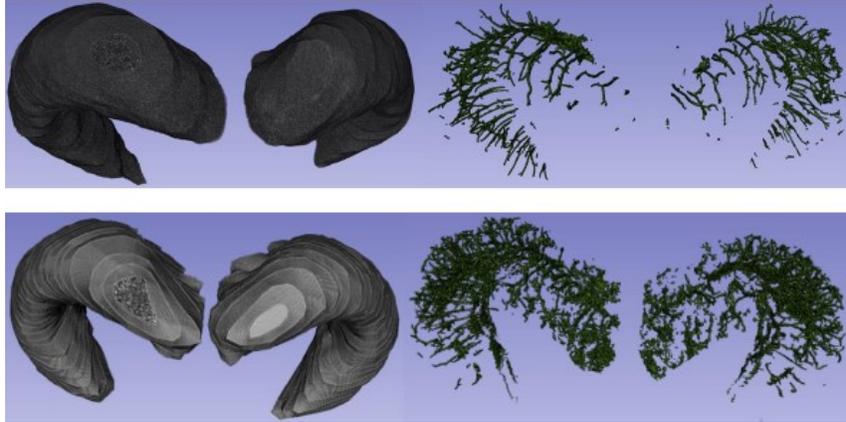


FIGURE 2 – Segmentation du réseau vasculaire dans la région de l’hippocampe. *Stage Lucca Merola, Institut Pascal 2020.*

2 Sujet du stage

Dans le cadre des travaux précédemment mentionnés, la détection et la segmentation des structures linéaires 3D (vaisseaux sanguins ou fibres neuronales) dans les échantillons biologiques donnent des résultats de l’ordre des standards actuels en utilisant les méthodologies précédemment citées qui reposent principalement sur le calcul de la matrice Hessienne (*i.e.* calcul des dérivées partielles dans l’image) pour détecter des structures tubulaires au sein des images 3D.

Ce sujet de stage propose de traiter une problématique commune à ces tâches de détection qui est de réduire voire de combler les discontinuités qui apparaissent dans les structures détectées. Nous proposons d’explorer cette problématique à travers deux missions principales :

1. **Redéfinir la notion de voisinage discret** autour d’un point pour avoir une meilleure approximation des dérivées partielles en ce point.
2. Proposer une **méthodologie d’extension** des branches à partir d’un squelette calculé en 3D.

3 Cadre du travail

La chaîne de traitement actuellement en place utilise le langage *Python*. Cependant à travers les deux missions proposées, un autre environnement

informatique pourra être envisagé suivant les contraintes soulevées et les compétences du/de la candidat.e.

La personne recrutée devra faire preuve d'intérêts pour les thématiques autour de l'image et des méthodologies de traitements liées à des structures discrètes.

Références

- [1] Z. Amtul, J. Yang, T.-Y. Lee and D. F. Cechetto, Pathological Changes in Microvascular Morphology, Density, Size and Responses Following Comorbid Cerebral Injury, *Frontiers in Aging Neuroscience*, vol. 11, 2019.
- [2] N. Nishida, H. Yano, T. Nishida, T. Kamura and M. Kojiro, Angiogenesis in cancer. *Vascular Health and Risk Management* vol. 2(3), pp. 213–9, 2006.
- [3] J. Albers, S. Pacilé, M.A. Markus, M. Wiart, G. Vande Velde, G. Tromba and C. Dullin, X-ray-Based 3D Virtual Histology-Adding the Next Dimension to Histological Analysis, *Molecular Imaging and Biology*, vol. 20(5), pp. 732–741, 2018.
- [4] H. Rositi, A. Leborgne, M.-A. Lebre, M. Grand-Brochier, F. Chauveau, M. Wiart, C. Olivier, F. Peyrin and A. Vacavant, Computational 2D and 3D extraction of liver mouse vasculature within synchrotron radiation X-ray phase tomography, In 2nd Neubias Symposium, Szeged, Hungary, January 2018.
- [5] Y. Sato, S. Nakajima, N. Shiraga, H. Atsumi, S. Yoshida, T. Koller, G. Gerig and R. Kikinis, Three-dimensional multi-scale line filter for segmentation and visualization of curvilinear structures in medical images, *Medical Image Analysis*, vol. 2(2), pp. 143–168, 1998.
- [6] R.F. Frangi, W.J. Niessen, K. Vincken and M.A. Viergever, Multiscale vessel enhancement filtering, *International Conference on Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention – MICCAI*, pp. 130–137, 1998.
- [7] J. Gobé, M. Chourrout, A. Vacavant, H. Rositi and F. Chauveau, A new open-source tool for 3-dimensional analysis of white matter from XPCT images. In *International Symposium on Biomedical Imaging*, Cartagena de Indias, Colombia, April 2023.