

## Proposition de sujet de stage 2020

**Encadrants** : Hugo Gangloff (Geprovass-ICube), Guillaume Joerger (Geprovass), Emmanuel Monfrini (SAMOVAR, Télécom SudParis), Christophe Collet (ICube, Télécom Physique Strasbourg), Salomé Kuntz (Geprovass-CHRU Strasbourg), Nabil Chakfé (Geprovass-CHRU Strasbourg)

**Lieu du stage** : GEPROVAS, Département d'anesthésiologie, 4 rue Kirschleger, 67000 Strasbourg, France

**Gratification** : montant légal pour stage >2 mois + ticket restaurant + prise en charge partielle des frais de transports collectifs

# Segmentation des composants histologiques d'explants de chirurgie vasculaire par apprentissage profond

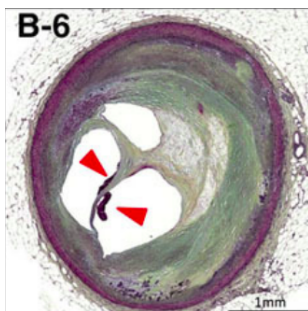
Les maladies cardiovasculaires sont une cause majeure de décès prématurés dans le monde. La détérioration du système artériel est un processus encore mal compris. L'histologie, qui désigne l'étude des tissus biologiques, est l'approche classique dans l'étude de cette maladie, mais elle est chronophage et coûteuse. L'intérêt de l'analyse d'images de type *micro-computed tomography* (microCT) corrélée à celle des images histologiques a été récemment démontré [1]. Une base de données inédite regroupant ces images annotées de leurs corrélations a vu le jour au cours de l'année 2019.

Nous proposons un travail sur l'apprentissage automatique via apprentissage profond, exploitant la base de données précédemment citée, afin de créer un algorithme de segmentation automatique des différents composants histologiques présents sur une image microCT. En effet, ces dernières années, l'apprentissage profond a révolutionné beaucoup de domaines dont le traitement d'images (bio-)médicales [2] et l'histologie [3]. Les réseaux de neurones convolutionnels ont, en particulier, permis d'atteindre des segmentations de haute précision [4].

Le problème auquel nous souhaitons répondre correspond à un réel besoin identifié par les pathologistes. Les difficultés telles que la taille restreinte de la base de données et l'apparence similaire des composants à classer plongera le candidat dans l'expérimentation avec des approches plus fines, telles que, par exemple, l'approche par ensemble de réseaux neuronaux [5], la construction de fonctions de coûts plus élaborées [6], l'ajout de connaissances *a priori* [7].

Au cours de ce stage, le candidat acquerra des connaissances pratiques et théoriques sur les approches modernes de type apprentissage profond tout en répondant à une vraie problématique de recherche translationnelle. De plus, ce travail de stage se déroulera dans un environnement stimulant et international, en lien étroit avec le service de chirurgie vasculaire de l'hôpital civil de Strasbourg dirigé par le Professeur Nabil Chakfé et le laboratoire CVPath de

Gaithersburg (Maryland, États-Unis) du Dr Renu Virmani. La poursuite de ce travail sous forme de contrat de thèse de doctorat est envisageable.



Coupe histologique  
d'artère [1]

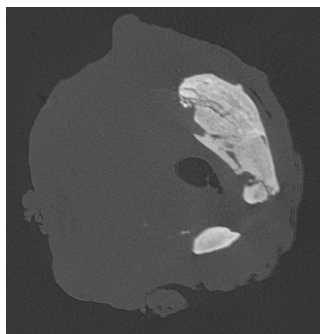


Image microCT brute  
(issue de la base de  
données)

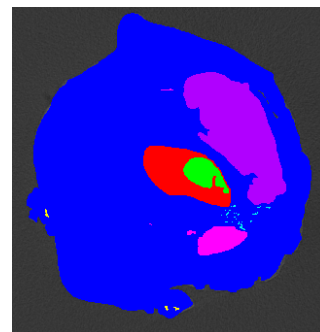


Image microCT annotée  
(issue de la base de  
données)

**Profils recherchés** : Des candidats ayant de solides compétences en analyse de données, traitement du signal et des images et en mathématiques appliquées sont attendus. Une motivation et un intérêt pour les applications biomédicales sont recommandés. Des compétences en programmation scientifique sous Python sont indispensables. Une familiarité avec les approches de type apprentissage profond et les bibliothèques Python associées (Tensorflow, Pytorch...) est un plus.

**Pour candidater** : Envoyer CV, lettre de motivation et éventuellement lettre de recommandation à [hugo.gangloff@unistra.fr](mailto:hugo.gangloff@unistra.fr) et [guillaume.joerger@geprovas.org](mailto:guillaume.joerger@geprovas.org)

#### Références :

- [1] Hiroyuki Jinnouchi, Sho Torii, Matthew Kutyna, Atsushi Sakamoto, Frank D. Kolodgie, Alope V. Finn, and Renu Virmani, "Micro-computed tomography demonstration of multiple plaque ruptures in a single individual presenting with sudden cardiac death," *Circulation: Cardiovascular Imaging*, vol. 11, no. 10, pp. E008331, 2018.
- [2] Andreas Maier, Christopher Syben, Tobias Lasser, Christian Riess, A gentle introduction to deep learning in medical image processing, *Zeitschrift für Medizinische Physik*, vol. 29, no. 2, pp 86-101, 2019.
- [3] Daisuke Komura and Shumpei Ishikawa, "Machine learning methods for histopathological image analysis," *Computational and structural biotechnology journal*, vol. 16, pp. 34–42, 2018.
- [4] Olaf Ronneberger, Philipp Fischer, and Thomas Brox, "U-net: Convolutional networks for biomedical image segmentation," in *International Conference on Medical image computing and computer-assisted intervention*. Springer, pp. 234–241, 2015.
- [5] Cheng Ju, Aurélien Bibaut, and Mark van der Laan, "The relative performance of ensemble methods with deep convolutional neural networks for image classification," *Journal of Applied Statistics*, vol. 45, no. 15, pp. 2800–2818, 2018.
- [6] Lucas Fidon, Wenqi Li, Luis C Garcia-Peraza-Herrera, Jinendra Ekanayake, Neil Kitchen, Sébastien Ourselin, and Tom Vercauteren, "Generalised wasserstein dice score for imbalanced multi-class segmentation using holistic convolutional networks," in *International MICCAI Brainlesion Workshop*. Springer, pp. 64–76, 2017.
- [7] Oktay, O., Ferrante, E., Kamnitsas, K., Heinrich, M., Bai, W., Caballero, J., ... & Kainz, B. Anatomically constrained neural networks (ACNNs): application to cardiac image enhancement and segmentation. *IEEE transactions on medical imaging*, 37(2), 384-395, 2017.