



Sujet de thèse de Doctorat

Analyse d'images haute performance pour les données biomédicales très haute résolution acquises en imagerie synchrotron

Encadrement doctoral / Contact

- Nicolas PASSAT, U. Reims Champagne-Ardenne, CReSTIC – nicolas.passat@univ-reims.fr
- Laurent DEBELLE, U. Reims Champagne-Ardenne, MEDyC – laurent.debelle@univ-reims.fr
- Sébastien ALMAGRO, U. Reims Champagne-Ardenne, MEDyC – sebastien.almagro@univ-reims.fr

Profil du/de la candidat(e)

- Master ou diplôme d'ingénieur en informatique, traitement / analyse d'images ou ingénierie biomédicale
- Expérience en calcul intensif / distribué et/ou intelligence artificielle
- Compétences en programmation (C++, Python...)
- Connaissances souhaitables en analyse d'image, imagerie biologique / médicale

Environnement de travail

Le/la candidat(e) recruté(e) mènera ses travaux au sein de deux unités de recherche (CReSTIC, EA 3804 et MEDyC, UMR CNRS 7369) situées à Reims, sur le campus Moulin de la Housse. Il/elle bénéficiera du soutien d'une équipe pluridisciplinaire au sein de ces deux unités de recherche, composée d'experts en IA, HPC, algorithmique parallèle, imagerie micro-CT et analyse d'images biologiques. En particulier, des chercheurs et ingénieurs experts en biologie seront en charge de l'acquisition des images.

Contrat

- Contrat doctoral de l'Université de Reims Champagne-Ardenne
- Début du contrat : octobre 2020
- Durée du contrat : 3 ans

Projet de recherche

Les maladies vasculaires liées au vieillissement se mettent en place progressivement et affectent notamment les grosses artères élastiques (athérosclérose, anévrisme) [1]. À ce jour, les processus discrets et asymptomatiques qui conduisent à leur mise en place ne sont pas connus. Les conséquences du vieillissement [2] se mêlant à celles des pathologies, ce projet permettra de déterminer quels sont les dommages vasculaires induits par des pathologies vasculaires. En effet, on ne connaît toujours pas de marqueurs précurseurs de la survenue de ces pathologies.

Nous disposons actuellement de séries d'images d'artères murines obtenues par tomographie à densité de phase très haute résolution (rayonnement synchrotron, cf. figure 1). Ces images de contraste de phase, obtenues sans aucun agent contrastant, permettent d'observer à très haute résolution les lames élastiques présentes dans la matrice extracellulaire de la paroi vasculaire. Ces structures sont altérées pendant le vieillissement

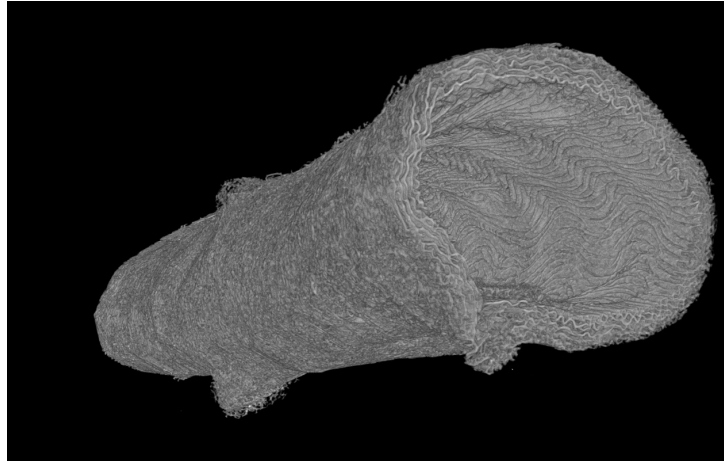


FIGURE 1 – Reconstruction d’une paroi artérielle depuis une image micro-CT acquise sur synchrotron. Taille de l’image initiale : $2500 \times 2500 \times 2500 \simeq 1,5$ Gigavoxels ; résolution des voxels : $0.825 \mu\text{m}$.

normal/pathologique, conduisant à une défaillance fonctionnelle de l’artère. Ces images, qui constituent la matière première de notre projet, nous amènent au cœur de la problématique de thèse. Acquises sur synchrotron, elles ont une très haute résolution spatiale. Elles sont, de ce fait, d’une très grande précision anatomique mais d’une très grande volumétrie. Les approches et outils existant actuellement en analyse d’images biologiques et médicales ne sont pas en mesure de traiter correctement de telles données, tant d’un point de vue méthodologique que matériel. Ce projet visera à lever ce verrou en développant de nouvelles approches d’analyse d’images susceptibles de passer à cette échelle.

Outre le développement de nouveaux paradigmes d’IA pour l’image (notamment la modélisation hiérarchique [3], multi-échelle [4] des images), le but sera de travailler également sur des algorithmiques non plus séquentielles (classiquement utilisées) mais distribuées, à même de tirer parti de matériels de calcul intensif tels que les supercalculateurs [5]. Le but sera d’abord d’extraire des primitives de bas niveau, i.e. de segmenter les macrostructures d’intérêt, au niveau de la paroi vasculaire, puis d’extraire des descripteurs de haut niveau (e.g. des descripteurs de texture) à même de caractériser l’architecture fine des structures vasculaires. Les informations quantitatives et qualitatives extraites des images alimenteront nos investigations biomédicales.

Ce projet repose sur la collaboration de deux laboratoires phares de l’Université de Reims Champagne-Ardenne : le [CReSTIC](#) (informatique) et le [MEDyC](#) (biomédical). Les compétences amenées par ces deux entités, les plateformes technologiques impliquées pour l’imagerie (synchrotron [SOLEIL](#)) et le calcul intensif ([ROMEIO](#)), de même qu’une culture de collaboration entre les deux unités constituent des vecteurs de réussite de ce projet. Notre relation avec la ligne [ANATOMIX](#) du synchrotron [SOLEIL](#) nous permettra d’accéder à du temps faisceau qui lui sera spécifiquement réservé et nous garantira l’obtention de nouvelles images au cours du travail de thèse.

Pièces et informations à fournir par le/la candidat(e)

- Curriculum vitæ
- Lettre de motivation
- Diplômes (résultats, classements, attestations de réussite)

Références

- [1] S. E. Greenwald, “Ageing of the conduit arteries,” *Journal of Pathology*, vol. 211, pp. 157–172, 2007.
- [2] L. Duca, S. Blaise, B. Romier, M. Laffargue, S. Gayral, H. E. Btaouri, C. Kawecki, A. Guillot, L. Martiny, L. Debelle, and P. Maurice, “Matrix ageing and vascular impacts: Focus on elastin fragmentation,” *Cardiovascular Research*, vol. 110, pp. 298–308, 2016.
- [3] J. F. Randrianasoa, C. Kurtz, E. Desjardin, and N. Passat, “Binary partition tree construction from multiple features for image segmentation,” *Pattern Recognition*, vol. 84, pp. 237–250, 2018.
- [4] M. Wilkinson, M. Pesaresi, and G. Ouzounis, “An efficient parallel algorithm for multi-scale analysis of connected components in gigapixel images,” *ISPRS International Journal of Geo-Information*, vol. 5, p. 22, 2016.
- [5] U. Moschini, A. Meijster, and M. H. F. Wilkinson, “A hybrid shared-memory parallel max-tree algorithm for extreme dynamic-range images,” *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. 40, pp. 513–526, 2018.