

Stage M2 ou dernière année école d'ingénieurs : **Débruitage et super-résolution de l'imagerie de flux 4D**

Encadrants : Aurélien DE TURENNE, Jean PROST, Denis KOUAME

Mots clés : Traitement d'image, débruitage, super-résolution, apprentissage automatique.

Contexte : La dissection aortique est une pathologie grave caractérisée par la formation d'un faux chenal dans l'aorte à la suite d'une déchirure de sa paroi. Les dissections de type B, localisées dans l'aorte descendante, peuvent nécessiter une intervention chirurgicale afin de prévenir une rupture, mais les critères actuels d'indication, principalement basés sur le diamètre aortique, restent insuffisants [1].

L'IRM de flux 4D permet d'analyser des biomarqueurs hémodynamiques susceptibles d'améliorer la prédiction du risque de rupture [2]. Cependant, sa résolution spatiale limitée et son faible rapport signal/bruit limite son intérêt pour l'aide à la décision clinique.

Dans ce contexte, l'objectif principal de ce stage est de développer des méthodes hybrides de débruitage et de super-résolution, combinant approches modèle et apprentissage profond, en s'appuyant notamment sur des modèles de diffusion [3], afin d'améliorer la qualité de l'IRM de flux 4D et de faciliter l'extraction de biomarqueurs pertinents.

Objectifs : Plus concrètement, la personne recrutée sera amenée à :

- Réaliser un état de l'art sur les méthodes de débruitage et de super-résolution, avec un accent particulier sur les méthodes hybrides basées sur des modèles de diffusion, telles que DDRM [4] et DiffPIR [5].
- Mettre en œuvre et évaluer des méthodes hybrides (modèle et deep learning) pour le débruitage et la super-résolution, en s'appuyant sur des modèles de diffusion pré-entraînés, dans un premier temps avec des approches 2D afin de valider les concepts et de maîtriser les aspects méthodologiques, puis éventuellement avec des approches 3D.
- Évaluer les performances des méthodes proposées.

Compétences requises : Programmation en python, Traitement des images et/ou du signal, machine learning et/ou deep learning (Pytorch), intérêt en imagerie médicale et applications médicales, maîtrise de l'anglais écrit.

Localisation et date : Stage de 5 mois localisé dans les locaux de l'IRIT à l'adresse Cr Rose Dieng-Kuntz, 31400 Toulouse. Le stage peut commencer dès mars 2026.

Gratification : conventionnelle (autour de 600€ mensuelle).

Contacts : Les candidats intéressés doivent envoyer les documents suivants **en un seul fichier pdf** :

- 1) les relevés de notes M1/M2 (ou avant-dernière et dernière années d'école d'ingénieurs),
- 2) une lettre de motivation d'une page maximum,
- 3) un CV incluant des noms de références à contacter.

A envoyer par email à A. de Turenne aurelien.de-turenne@irit.fr, J. PROST jean.prost@irit.fr, D. Kouamé kouame@irit.fr

Références :

- [1] B. P. Adriaans, J. E. Wildberger, J. J. M. Westenberg, H. J. Lamb, et S. Schalla, « Predictive imaging for thoracic aortic dissection and rupture: moving beyond diameters », *Eur Radiol*, vol. 29, n° 12, p. 6396-6404, déc. 2019, doi: 10.1007/s00330-019-06320-7.
- [2] K. Takahashi, T. Sekine, T. Ando, Y. Ishii, et S. Kumita, « Utility of 4D Flow MRI in Thoracic Aortic Diseases: A Literature Review of Clinical Applications and Current Evidence », *MRMS*, vol. 21, n° 2, p. 327-339, 2022, doi: 10.2463/mrms.rev.2021-0046.
- [3] J. Ho, A. Jain, et P. Abbeel, « Denoising Diffusion Probabilistic Models », 16 décembre 2020, *arXiv*: arXiv:2006.11239. Consulté le: 4 octobre 2024. [En ligne]. Disponible sur: <http://arxiv.org/abs/2006.11239>
- [4] B. Kwar, M. Elad, S. Ermon, et J. Song, « Denoising Diffusion Restoration Models », 12 octobre 2022, *arXiv*: arXiv:2201.11793. Consulté le: 4 octobre 2024. [En ligne]. Disponible sur: <http://arxiv.org/abs/2201.11793>
- [5] Y. Zhu et al., « Denoising Diffusion Models for Plug-and-Play Image Restoration », 15 mai 2023, *arXiv*: arXiv:2305.08995. doi: 10.48550/arXiv.2305.08995.