

Laboratoire d'Informatique et Systèmes  
LIS – UMR CNRS 7020  
Campus universitaire de St Jérôme 13013 Marseille

## Proposition de stage de Master2 – PFE Ingénieur

Encadrants : Marc-Emmanuel Bellemare & Jorge Ramos Rodriguez  
Contact : [marc-emmanuel.bellemare@lis-lab.fr](mailto:marc-emmanuel.bellemare@lis-lab.fr)

### **Le ConText-GAN pour la génération d'images de microscopie électronique : Augmentation de données par approche générative.**

Mots-clés : IA ; Réseaux profonds ; microscopie électronique ; endocardite infectieuse.

Domaines de Recherche : Deep Learning ; GAN, Sciences biomédicales ; Maladies infectieuses ; traitement d'images.

Sujet:

*Dans le cadre d'un projet collaboratif de recherche biomédicale sur l'**endocardite infectieuse** (EI) nous souhaitons développer une approche par réseaux profonds (deep-learning) pour la segmentation d'images de microscopie électronique à balayage dans le but d'analyser l'ultrastructure de valves cardiaques.*

Ce projet s'appuie sur une collaboration entre le laboratoire Informatique et Systèmes (LIS), expert dans l'analyse d'image, et le laboratoire Mephi (IHU Méditerranée Infection), expert en microbiologie et en microscopie électronique. L'EI est une pathologie grave, associée à un diagnostic difficile et une grande mortalité (Habib 2019). L'EI est caractérisée par une infection bactérienne ou fongique de l'endocarde avec une destruction des valves cardiaques et la formation d'un dépôt fibrino-plaquettaire inflammatoire et infecté, ou végétation. La microscopie électronique à balayage (MEB) est une technique de microscopie électronique capable de produire des images en haute résolution de la surface d'un échantillon (lien). Par une approche innovante par MEB, on a démontré une hétérogénéité de l'ultrastructure des végétations d'EI qui dépend du microorganisme infectieux (Hannachi 2020 ; vidéo). Cette approche innovante a ainsi montré sa force mais elle s'appuie sur une analyse experte des images qui reste manuelle et fastidieuse.

L'objectif du stage est de développer une méthode à base de réseaux profonds pour accélérer l'analyse des images des végétations, c'est-à-dire pour identifier et quantifier automatiquement les éléments biologiques présents (plaquettes, fibrine, globules, bactéries). Nous nous proposons d'utiliser une architecture qui permettra à la fois la détection et la segmentation des objets d'intérêt dans l'image. Cependant, l'entraînement de réseaux profonds demande une quantité importante d'images annotées. Le nombre des images disponibles étant actuellement limité, il s'agit alors de mettre en œuvre une stratégie d'augmentation de données qui pourrait profiter d'une architecture générative d'images. Le ConTextGAN (Hostin 2023) que nous avons développé au LIS permet de produire des images dont le contenu est finement contrôlé. Il a montré ses performances dans le cadre de l'IRM. Aussi, dans le cadre de ce stage le ConTextGAN sera entraîné pour la génération de différents types d'images MEB et les performances seront évaluées par l'apport de ces images sur les performances de segmentation d'un réseau du type YOLO ou nnUnet. Une comparaison des performances du ConTextGAN avec celles des méthodes de diffusion sera (e.g. ControlNet) envisagée.

<https://huggingface.co/docs/diffusers/using-diffusers/controlnet#guess-mode>

Lieu:

Le stage se déroulera à Marseille dans les locaux de l'équipe Image & Modèles du LIS à St Jérôme (site de Polytech) ou dans ceux de l'équipe MEPHI de l'IHU Méditerranée Infection, selon les besoins.

Qualifications:

Le candidat ou la candidate de niveau Bac+5, formé(e) au traitement des images, sera intéressé(e) par un projet pluridisciplinaire et l'imagerie médicale. La programmation des algorithmes se fera avec le langage python et

les réseaux profonds seront développés avec l'API PyTorch. Des compétences en classification ou en mathématiques appliquées seront particulièrement appréciées.

Période:

Le stage aura une durée de 4 à 6 mois entre février 2025 et juillet 2025.

Financement:

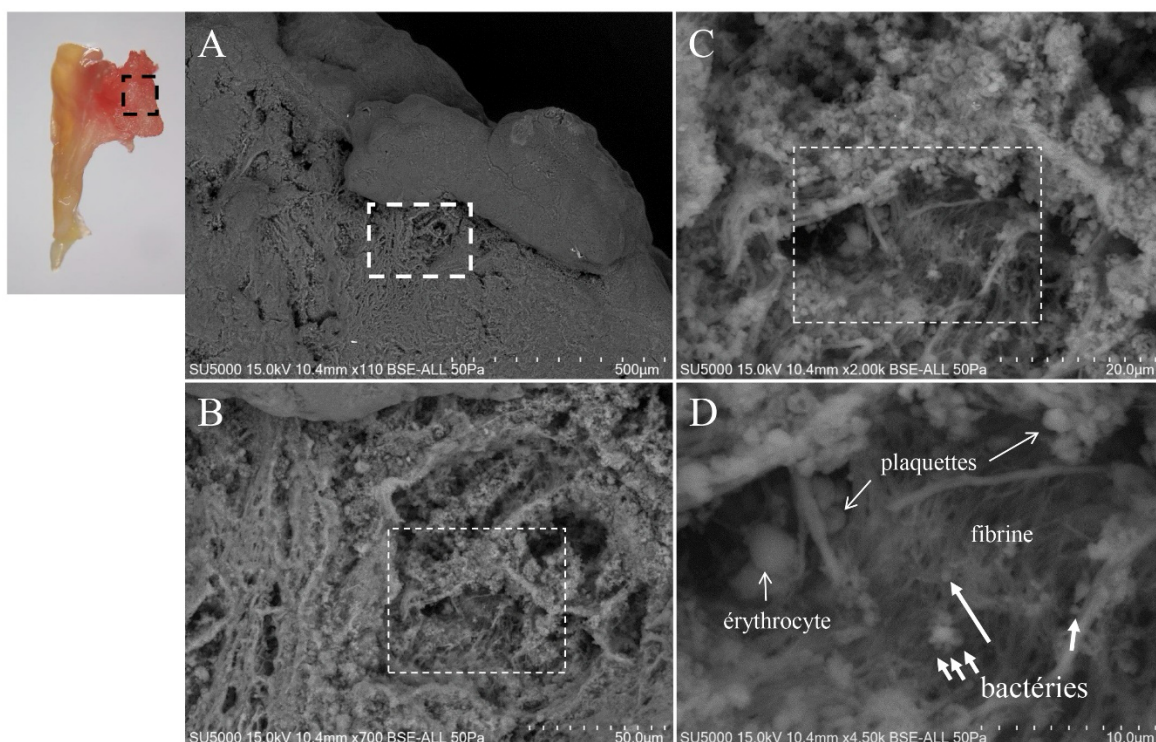
Le stagiaire recevra la gratification d'usage, de l'ordre de 600€ par mois, prise en charge par l'institut d'établissement Marseille Imaging.

Candidature :

Les candidats sont invités à transmettre leurs candidatures par mél. Le dossier de candidature comprendra un CV détaillé, une lettre de motivation pour le projet et les derniers relevés de notes.

Publications associées:

- Habib G, Erba PA, Iung B, Donal E, Cosyns B, Laroche C, Popescu BA, Prendergast B, Tornos P, Sadeghpour A, Oliver L, Vaskelyte JJ, Sow R, Axler O, Maggioni AP, Lancellotti P; EURO-ENDO Investigators. Clinical presentation, aetiology and outcome of infective endocarditis. Results of the ESC-EORP EURO-ENDO (European infective endocarditis) registry: a prospective cohort study. *Eur Heart J*. 2019 Oct 14;40(39):3222-3232. doi: 10.1093/eurheartj/ehz620.
- Hannachi N, Lepidi H, Fontanini A, Takakura T, Bou-Khalil J, Gouriet F, Habib G, Raoult D, Camoin-Jau L, Baudoin JP. A Novel Approach for Detecting Unique Variations among Infectious Bacterial Species in Endocarditic Cardiac Valve Vegetation. *Cells*. 2020 Aug 13;9(8):1899. doi: 10.3390/cells9081899.
- A. Khadangi, T. Boudier and V. Rajagopal, "EM-net: Deep learning for electron microscopy image segmentation," *2020 25th International Conference on Pattern Recognition (ICPR)*, 2021, pp. 31-38, doi: 10.1109/ICPR48806.2021.9413098.
- Hostin. M.-A, Ogier A. C, Pirró N, Bellemare M.-E, "Combining loss functions for deep learning bladder segmentation on dynamic MRI", *2021 IEEE EMBS International Conference on Biomedical and Health Informatics (BHI)*, 2021, pp. 1-4, doi: 10.1109/BHI50953.2021.9508559.
- Marc-Adrien Hostin, Shahram Attarian, David Bendahan, Marc-Emmanuel Bellemare, "ConText-GAN: using contextual texture information for realistic and controllable medical image synthesis", *2023 IEEE EMBS International Conference on Biomedical and Health Informatics (BHI) (IEEE BHI 2023)*, Oct. Pittsburgh, USA.



**Figure :** Images d'une végétation cardiaque (en haut à gauche) en microscopie électronique à balayage avec plusieurs niveaux de grossissement/résolution (A-D).