

# Sujet de Stage M2

## Stratification du pronostic d'embolie pulmonaire par apprentissage profond sur graphes

### Contexte

L'embolie pulmonaire (PE) consiste en l'obstruction d'une artère pulmonaire par un caillot sanguin, appelé thrombus, et représente la troisième cause de mortalité cardiovasculaire en Europe [1]. Une fois le diagnostic confirmé, les cliniciens déterminent le pronostic du patient, d'un risque faible à un risque élevé de décès, un processus connu sous le nom de stratification du risque, pour guider la prise en charge du patient [2]. Actuellement, cette stratification implique l'évaluation de biomarqueurs fonctionnels, tels que la troponine plasmatique et le peptide natriurétique de type-B (BNP), et d'un seul biomarqueur morphologique: le rapport entre la taille du ventricule droit et celle du ventricule gauche (RV/LV) (voir fig. 1). Bien que l'échocardiographie transthoracique (TTE) soit la méthode de référence pour mesurer le rapport RV/LV, l'angiographie pulmonaire par tomographie assistée par ordinateur (CTPA) est l'imagerie la plus couramment utilisée en clinique. Cependant, des études récentes ont montré que l'estimation basée sur la CTPA est moins corrélée au pronostic du patient que celle basée sur la TTE [3]. Sachant que plus de 90% des EP sont diagnostiquées par CTPA, il est crucial d'améliorer la capacité du CTPA à stratifier le pronostic des patients atteints d'EP afin d'améliorer leur prise en charge et, par conséquent, leur chance de guérison.

Dans ce contexte, l'ANR PERSEVERE (voir fig. 1) a pour objectif de prédire le risque lié à l'embolie pulmonaire à partir de données multimodales sur le patient, incluant notamment la modélisation du réseau vasculaire. L'extraction automatique du réseau vasculaire depuis les images CTPA (voir fig. 2) est déjà réalisée dans le cadre d'une autre phase de l'ANR. Le prochain problème visé concerne la prédiction du risque associé à la PE à partir des représentations extraites des images.

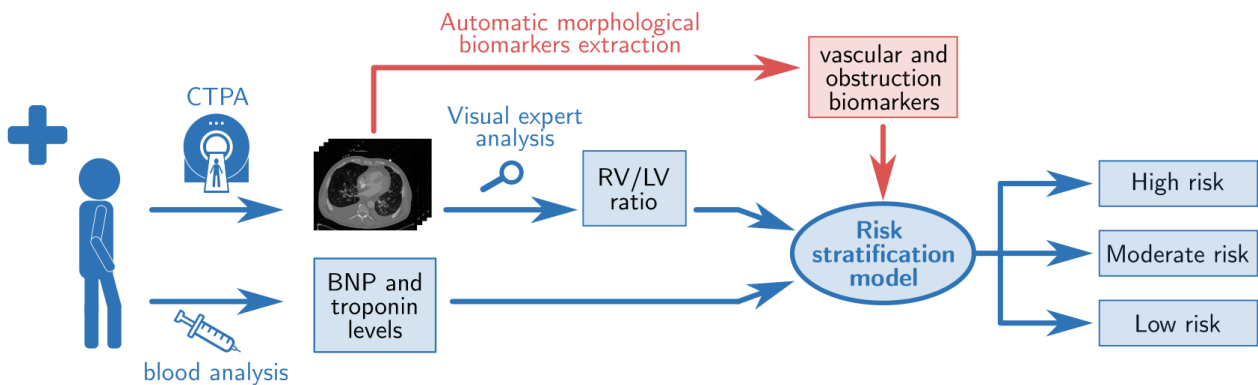


Figure 1: Protocole actuel pour l'évaluation du pronostic de PE [bleu], et les ajouts suggérés [rouge]. Une évaluation du risque plus précise est proposée en incluant des nouveaux biomarqueurs de PE, sans nécessiter d'examen clinique supplémentaire.

### Sujet

Ce stage vise à évaluer le potentiel des réseaux de neurones sur graphes (GNN) pour prédire le risque lié à l'embolie pulmonaire basé sur l'arbre vasculaire pulmonaire (voir fig. 2). Pour cela, la ou le candidat mènera une étude comparative de modèles de GNN classiques (p.ex. GCN [4]) ainsi que de modèles de GNN plus récents (p.ex. GAT [5], GIN [6]). Il ou elle aura aussi accès à une base de données unique de plus de 400

patients avec leur graphe vasculaire correspondant, enrichi de caractéristiques extraites de l'image ainsi que leurs données cliniques. Des échanges réguliers avec les médecins du projets seront prévus afin d'interpréter les résultats obtenus.

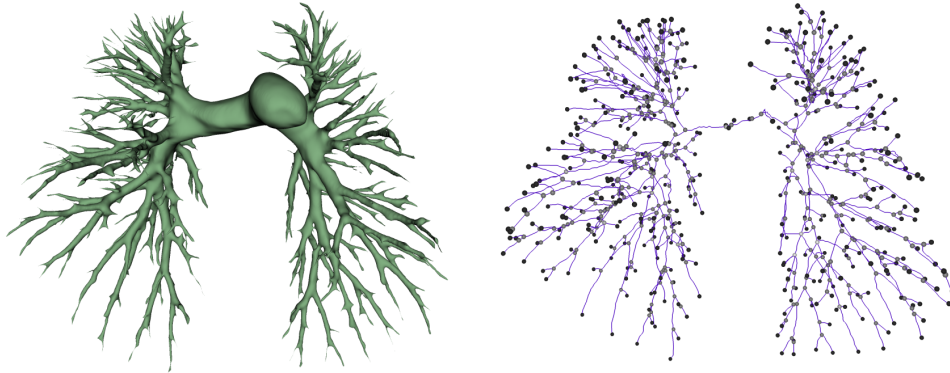


Figure 2: Segmentation de l'arbre pulmonaire (gauche) et sa représentation par graphe (droite).

## Profil recherché

Le ou la stagiaire devra avoir une bonne connaissance du langage Python et des bibliothèques d'apprentissage profond (PyTorch, PyTorch Lightning). Il ou elle devra avoir une formation et/ou une expérience en *deep learning*. Le ou la stagiaire devra avoir un goût prononcé pour les questions cliniques et être motivé par le travail en collaboration avec des médecins.

## Informations sur le stage

- Stage de 6 mois avec date de début entre janvier et avril 2025
- Localisation: Laboratoire CREATIS à l'INSA Lyon
- Superviseurs: Odyssee Merveille, Nathan Painchaud (Creatis), et Allan Serva (CHU Saint Etienne)
- Les candidatures doivent être envoyées à [odyssee.merveille@creatis.insa-lyon.fr](mailto:odyssee.merveille@creatis.insa-lyon.fr) et [nathan.painchaud@insa-lyon.fr](mailto:nathan.painchaud@insa-lyon.fr). Elles comprendront un CV détaillé, les notes de la dernière formation académique, une lettre de motivation et éventuellement des lettres de recommandations.

## References

- [1] S. V. Konstantinides *et al.*, “2019 ESC Guidelines for the diagnosis and management of acute pulmonary embolism developed in collaboration with the European Respiratory Society (ERS): The Task Force for the diagnosis and management of acute pulmonary embolism of the European Society of Cardiology (ESC),” *European Heart Journal*, vol. 41, pp. 543–603, Jan. 2020.
- [2] C. Tice *et al.*, “Management of Acute Pulmonary Embolism,” *Curr Cardiovasc Risk Rep*, vol. 14, p. 24, Oct. 2020.
- [3] C. Becattini *et al.*, “Right ventricle assessment in patients with pulmonary embolism at low risk for death based on clinical models: an individual patient data meta-analysis,” *European Heart Journal*, vol. 42, Sept. 2021.
- [4] T. N. Kipf and M. Welling, “Semi-Supervised Classification with Graph Convolutional Networks,” in *Proc. ICLR*, 2017.
- [5] P. Veličković, G. Cucurull, A. Casanova, A. Romero, P. Liò, and Y. Bengio, “Graph Attention Networks,” in *Proc. ICLR*, 2018.
- [6] K. Xu, W. Hu, J. Leskovec, and S. Jegelka, “How Powerful are Graph Neural Networks?,” in *Proc. ICLR*, 2018.