

## Stage de M2 Recherche

### **Classification automatique des lésions post-reperfusion à la phase aiguë de l'infarctus du myocarde basée sur l'apprentissage (machine learning, deep learning)**

#### **Résumé de l'étude**

Il y a un intérêt accru pour la caractérisation tissulaire et la quantification de la lésion d'infarctus du myocarde, en particulier connaître avec précision la taille de l'infarctus du myocarde. La taille de l'infarctus est un critère particulièrement intéressant pour évaluer l'efficacité des traitements de l'infarctus du myocarde et pour prédire l'amélioration du patient, car il s'agit d'un déterminant crucial du pronostic et du suivi des patients. Un grand nombre d'essais cliniques sont actuellement déployés dans le but d'évaluer les solutions cardio-protectrices visant à réduire les dommages irréversibles du myocarde au moment de la reperfusion. Tous ces essais cliniques nécessitent des outils quantitatifs fiables, robustes, reproductibles et aussi automatiques que possible pour segmenter la lésion. Or la lésion de reperfusion est une lésion complexe, polymorphe qui fait qu'à ce jour il n'existe aucune méthode de segmentation qui atteigne ces objectifs et qui ne soit pas manuelle et/ou fortement supervisée.

Nous avons proposé au laboratoire une nouvelle méthode avancée pour la segmentation automatique de l'infarctus du myocarde et de l'obstruction microvasculaire (MVO) implémentée dans un nouveau module (plugin) nommé CMRSegTools disponible dans Osirix (HMRF-EM), et dont la performance a été évaluée contre les méthodes de références du domaine [1-5]. Nous avons pour sa validation réuni dans ce module l'ensemble des méthodes considérées comme l'état de l'art (développées en C++).

Dans ce contexte, le laboratoire a proposé plusieurs méthodes par apprentissage profond (deep learning) afin d'effectuer une segmentation automatique, rapide, robuste et multi-structures (ventricule gauche, myocarde, oreillette gauche) en imagerie échocardiographique [8]. Ce type de méthodes nécessite la mise en place de grandes bases données afin d'apprendre la variabilité des phénomènes à reconnaître. Grâce au Labex PRIMES (<http://primes.universite-lyon.fr/accueil/>), nous mettons en place un dépôt de données centralisé (The Human Heart Project [9]) permettant d'organiser le stockage des données cardiaques issues de différents projets régionaux et nationaux. Dans ce cadre, CREATIS dispose de plusieurs bases de données étiquetées pour développer des méthodes dédiées en apprentissage afin de segmenter automatiquement les lésions d'infarctus avec précision.

Le but du stage proposé est de développer une méthodologie de classification de la lésion d'infarctus basée sur de l'apprentissage. La faisabilité de ce projet est assurée par la disponibilité des bases de données MIMI (140 patients) et HIBISCUS (80 patients) récemment acquises et étiquetées, ainsi que par les expertises complémentaires des membres du laboratoire.

#### **Etapes du stage (par ordre de priorité)**

- Compréhension de la physiopathologie et de la sémiologie de l'infarctus du myocarde à différents stades de son imagerie (précoce, tardive..)
- Mise en place, test et validation d'une approche d'apprentissage capable de tirer profit de l'information étiquetée (les contours délimités par des experts) des bases de données MIMI (et/ou HIBISCUS) pour déterminer automatiquement la lésion d'infarctus.

#### **Compétences et qualités requises :**

Connaissances sérieuses et expérience en analyse de données et apprentissage machine. Langages Matlab, Python, et/ou C++ si possible.

#### **Environnement technique et encadrement**

Le projet proposé est multidisciplinaire et transversal. Il concerne plusieurs équipes de CREATIS, bénéficie de la plateforme de partage de données Human Heart Project financée par le Labex PRIMES, et s'inscrit naturellement dans le cadre du projet transversal IDM4. Ce travail bénéficiera des expertises en traitement d'image, optimisation, imagerie et médecine de plusieurs collègues du laboratoire CREATIS :

Magalie Viallon (HDR, Physicienne médicale en IRM) <a href="mailto:magalie.viallon@creatis.univ-lyon1.fr">magalie.viallon@creatis.univ-lyon1.fr</a> Tél : 06 47 93 67 24	Nicolas Duchateau (MCF)
Olivier Bernard (MCF)	Thomas Grenie (MCF)
Patrick Clarysse (DR DNRS)	Olivier Beuf (DR CNRS)

**Lieu de stage:**

Le stage sera effectué au laboratoire CREATIS sur le site de Lyon avec des déplacements possibles au CHU de Saint-Étienne.

**Bibliographie :**

1. A. Arai, "The cardiac magnetic resonance approach to assessing myocardial viability," *Journal of Nuclear Cardiology*, vol. 18, no. 6, pp. 1095–1102, 2011.
2. K. C. Wu, "CMR of microvascular obstruction and hemorrhage in myocardial infarction," *J Cardiovasc Magn Reson*, vol. 14, p. 68, 2012.
3. V. Positano, A. Pingitore, A. Giorgetti, B. Favilli, M. F. Santarelli, L. Landini, P. Marzullo, and M. Lombardi, "A fast and effective method to assess myocardial necrosis by means of contrast magnetic resonance imaging," *Journal of Cardiovascular Magnetic Resonance*, vol. 7, no. 2, pp. 487–494, 2005.
4. L.-Y. Hsu, A. Natanzon, P. Kellman, G. A. Hirsch, A. H. Aletras, and A. E. Arai, "Quantitative myocardial infarction on delayed enhancement MRI. part I: Animal validation of an automated feature analysis and combined thresholding infarct sizing algorithm," *Journal of Magnetic Resonance Imaging*, vol. 23, no. 3, pp. 298–308, 2006.
5. L.-Y. Hsu, W. P. Ingkanisorn, P. Kellman, A. H. Aletras, and A. E. Arai, "Quantitative myocardial infarction on delayed enhancement MRI. part II: Clinical application of an automated feature analysis and combined thresholding infarct sizing algorithm," *Journal of Magnetic Resonance Imaging*, vol. 23, no. 3, pp. 309–314, 2006.
6. V. V. Valindria, M. Angue, N. Vignon, P. M. Walker, A. Cochet, and A. Lalande, "Automatic quantification of myocardial infarction from delayed enhancement MRI," *2012 Eighth International Conference on Signal Image Technology and Internet Based Systems*, pp. 277–283, 2011.
7. N. Kachenoura, A. Redheuil, A. Herment, E. Mousseaux, and F. Frouin, "Robust assessment of the transmural extent of myocardial infarction in late gadolinium-enhanced MRI studies using appropriate angular and circumferential subdivision of the myocardium," *European Radiology*, vol. 18, no. 10, pp. 2140–2147, 2008.
8. S. Leclerc, T. Grenier, F. Espinoza, O. Bernard. "A fully automatic and multi-structural segmentation of the left ventricle and the myocardium on highly heterogeneous 2D echocardiographic data ", in *IEEE International Ultrasonics Symposium*, Washington, USA, 2017
9. The Human Heart Project: <http://humanheart-project.creatis.insa-lyon.fr>
10. E. Ilg, N. Mayer, T. Saikia, M. Keuper, A. Dosovitskiy, T. Brox, *FlowNet 2.0: Evolution of Optical Flow Estimation with Deep Networks*, arXiv, Déc. 2016
11. Y. Zhou, S. Giffard-Roisin, M. De Craene, S. Camarasu-Pop, J. D'hooge, D. Friboulet, M. Sermesant, and O. Bernard, "A Framework for the Generation of Realistic Synthetic Cardiac Ultrasound and Magnetic Resonance Imaging Sequences from the same Virtual Patients", *IEEE Transactions on Medical Imaging*, 2017.