

Les Réseaux Antagonistes Génératifs pour l'amélioration de la prédiction du risque de Torsade de Pointes à partir d'ECG

Objectif du projet : Améliorer la prédiction de risque de Torsade de Points par la génération de données ECG pré-TdP par des réseaux génératifs antagonistes.

Contexte : projet ANR ECG4U (2021-2025)

Au cours de ces dernières années nous assistons à une évolution des méthodes d'intelligence artificielle (IA) notamment dans le domaine du DeepLearning (DL). Ces avancées touchent tous les secteurs et particulièrement celui du médical. En effet, de nombreuses approches DL orientées biomédical ont vu le jour, c'est dans ce contexte que les chercheurs de l'UMMISCO/IRD ont développé des modèles DL dans le cadre de la détection de pathologies cardiométaboliques dont la Torsade de Pointes (TdP). La TdP se traduit par un rythme anormal des battements du cœur. Elle est caractérisée sur un électrocardiogramme par une torsion continue de l'axe QRS [1]. Elle survient généralement à la suite d'un dysfonctionnement des canaux ioniques qui altère la repolarisation ventriculaire dans les syndromes du QT long (LQTS) [2]. La TdP est en fait associée à un intervalle QT anormalement prolongé et elle est constamment observée dans les battements des sinus précédant l'événement d'arythmie. Bien que l'allongement de l'intervalle QT puisse être observé dans les syndromes QT longs [1], tous les LQTS ne déclenchent pas de TdP, il reste en effet un événement rare et peut conduire à une mort subite cardiaque. En raison de la rareté de cet événement et de sa gravité, il devient difficile d'étudier les premiers signes de cette arythmie et de prévoir le risque de survenue. Des modèles de prédiction de risque de survenue de torsade de pointes ont été développés en utilisant des approches DL [3]. D'autre part, avec l'avènement des réseaux de neurones antagonistes génératifs, il est possible de générer des données sur la base de critères ou d'exemples [4]. Si aujourd'hui les réseaux génératifs ont largement exploré la représentation spatiale des ECGs [5][6] il reste encore beaucoup d'amélioration quant à la génération de données temporelles [7][8]. En effet l'utilisation de réseau de neurones antagonistes génératif est largement utilisé dans le cadre de la génération de battements uniques en vue d'améliorer leur classification. Cependant la génération d'ECG, c'est-à-dire une génération spatiale et temporelle de battements cardiaques ne suscite pas le même intérêt. Ainsi afin de pallier au manque de données ECG de cas avérés de TdP, nous proposons d'entraîner des réseaux de neurones génératif, qui sur la base de critères définis et d'exemples de TdP, seront capables de générer des ECGs de cas réaliste.

Références bibliographiques (facultatif)

- [1] C. Napolitano, S. G. Priori, and P. J. Schwartz, "Torsade de Pointes," *Drugs*, vol. 47, no. 1. pp. 51–65, 1994, doi: 10.2165/00003495-199447010-00004.
- [2] S. Viskin, "Long QT syndromes and torsade de pointes," *The Lancet*, vol. 354, no. 9190. pp. 1625–1633, 1999, doi: 10.1016/s0140-6736(99)02107-8.

- [3] E.Prifti, A. Fall, G. Davogustto, A.Pulini, I.Denjoy, C. Funck-Brentano, Y. Khan, A. Durand-Salmon, F. Badilini and Q.S. Wells "Deep learning analysis of electrocardiogram for risk prediction of drug-induced arrhythmias and diagnosis of long QT syndrome." European Heart Journal. 2021.
- [4] I. Goodfellow "Generative adversarial net," arXiv:1406.2661. 2014 .
- [5] T. Golany, and Kira Radinsky. "PGANs: Personalized generative adversarial networks for ECG synthesis to improve patient-specific deep ECG classification." In Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence, vol. 33, pp. 557-564. 2019.
- [6] T. Golany, Daniel Freedman, and Kira Radinsky. "SimGANs: Simulator-Based Generative Adversarial Networks for ECG Synthesis to Improve Deep ECG Classification." ICML. 2020.
- [7] Zhu, Fei, Fei Ye, Yuchen Fu, Quan Liu, and BairongShen. "Electrocardiogram generation with a bidirectional LSTM-CNN generative adversarial network." Scientific reports 9, no. 1 (2019): 1-11.
- [8] A-M. Delaney, E. Brophy, and T. Ward. "Synthesis of Realistic ECG using Generative Adversarial Networks." arXiv:1909.09150. 2019.