Proposition et implémentation d’une approche Deep Learning GAN pour la génération de bio-signaux ECG de cas de Torsade de Pointes (TdP)

# Objectif du projet : Générer des données ECG de cas de TdP avec différents scénarios à l’aide de réseaux de neurones afin de mieux étudier cette arythmie cardiaque.

# Contexte

Au cours de ces dernières années nous assistons à une évolution des méthodes d’intelligence artificielle (IA) notamment dans le domaine du Deep Learning (DL). Ces avancées touchent tous les secteurs et particulièrement celui du médical. En effet, de nombreuses approches DL orientés biomédical ont vu le jour, c’est dans ce contexte que les chercheurs de l’UMMISCO/IRD ont développés des modèles DL dans le cadre de la détection de pathologies cardio-métaboliques dont la Torsade de Pointes (TdP). La TdP est un type d’arythmie cardiaque qui 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 conduit 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. 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 [3][4]. Ainsi, afin de pallier le manque de données ECG de cas avérés de TdP, nous proposons d’entrainer des réseaux de neurones génératifs qui sur la base de critères définis et d’exemples de TdP dont nous disposons déjà, générer des ECGs de cas réalistes.

# Travail demandé

Proposer et implémenter un réseau de neurones GAN pouvant générer des ECGs TdP avec différents scénarios *(fenêtre d’occurrence, patients décédés, patients en vie…).* L’implémentation se fera sur la plateforme Apache MXNET. Les langages d’implémentation retenus sont Python (>= 3.x.y), R et C++. Nous mettrons à disposition des programmes et librairies permettant de prendre rapidement en main le projet ainsi qu’une base d’ECG de TdP. Des objectifs détaillés pourront être fournis sous la forme d’un cahier de charges techniques.

# Compétences techniques recherchées

* Connaissances en mathématiques statistiques avérées
* Compétences en programmation en python, et R obligatoire
* Compétences en programmation C++ seraient un plus significatif
* Connaissances (théoriques et pratiques) en réseau de neurones et apprentissage profond
* Aptitudes à programmer avec la plateforme Tensorflow et/ou MXNet
* Connaissances des systèmes de gestion de versions de code Git
* Indépendance, rigueur, sérieux, curiosité scientifique
* Intérêt pour la recherche

# Informations administratives

* Responsable : Edi Prifti (PhD)
* Encadrement : Ahmad Fall /. Edi Prifti
* Lieux : distanciel et centre IRD Bondy
* Durée : 6 mois (2021)
* Possibilité de continuer en thèse
* Candidature : CV + LM + références souhaités
* Contact : [edi.prifti@ird.fr](mailto:edi.prifti@ird.fr)

**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:](http://paperpile.com/b/lckGFN/uurB) [10.2165/00003495-199447010-00004](http://dx.doi.org/10.2165/00003495-199447010-00004)[.](http://paperpile.com/b/lckGFN/uurB)

[2] [S. Viskin, “Long QT syndromes and torsade de pointes,” The Lancet, vol. 354, no. 9190. pp. 1625–1633, 1999, doi:](http://paperpile.com/b/lckGFN/nwWV) [10.1016/s0140-6736(99)02107-8](http://dx.doi.org/10.1016/s0140-6736(99)02107-8)[.](http://paperpile.com/b/lckGFN/nwWV)

[3] Zhu, Fei, Fei Ye, Yuchen Fu, Quan Liu, and Bairong Shen. "Electrocardiogram generation with a bidirectional LSTM-CNN generative adversarial network." Scientific reports 9, no. 1 (2019): 1-11.

[4] Golany, Tomer, 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.