

## Machine learning : Algorithme de comparaison et de diagnostic d'ECG

J'ai d'abord été intéressé par l'observation et la prévention des signaux musculaires via des algorithmes. En découvrant de nombreuses recherches sur les électrocardiogrammes, je me suis alors orienté vers une manière d'associer ces derniers aux algorithmes.

Le nombre de pathologies cardiaques augmentant d'années en années, trouver un moyen d'aider un médecin dans son diagnostic via des algorithmes lui permettrait de gagner énormément de temps et potentiellement de la précision dans ce dernier.

### Positionnement thématique (ETAPE 1)

*INFORMATIQUE (Informatique pratique), PHYSIQUE (Physique Ondulatoire).*

### Mots-clés (ETAPE 1)

Mots-Clés (en français)	Mots-Clés (en anglais)
<i>Machine learning</i>	<i>Machine learning</i>
<i>Électrocardiographie</i>	<i>Electrocardiography</i>
<i>Signaux</i>	<i>Signals</i>
<i>Coeur</i>	<i>Heart</i>
<i>Diagnostic</i>	<i>Diagnostic</i>

### Bibliographie commentée

Le cœur est un organe vital pour l'homme : il s'occupe de la circulation du sang dans le reste du corps et donc sans son bon fonctionnement, il ne peut assurer l'approvisionnement en oxygène et en sang aux autres organes. Le cœur agit comme une pompe avec le sang en se contractant de manière périodique. Ainsi le cœur est un muscle et ses contractions correspondent à ce qu'on appelle les battements du cœur. Ce sont eux qui assurent que le sang circule correctement.[1]

Il se compose de quatre parties : les ventricules gauche et droite se situant dans la partie basse de l'organe et les oreillettes gauche et droite se situant dans la partie haute. Le cœur possède une activité électrique interne qui donne la spontanéité et la périodicité de ses contractions. Elle consiste en la présence de signaux électriques qui le parcourt, le faisant battre à une fréquence normale. Le nœud sinusal est un amas de cellules, un tissu se situant dans l'oreillette droite et c'est à partir de ce dernier qu'est émise l'impulsion électrique, ensuite elle parcourt l'organe de haut en bas pour donner comme résultat final l'expulsion du sang dans le reste du corps. [2]

L'analyse de ces signaux permet d'établir un diagnostic sur le bon fonctionnement du cœur. Par exemple, une irrégularité des cycles cardiaques peut être signe d'arythmie cardiaque tandis qu'une fluctuation du rythme cardiaque est un signe d'hypertension ou d'hypotension. [3]

L'examen de l'activité électrique du cœur est appelé électrocardiogramme ou ECG. Lors de ce

dernier, la présence d'un docteur est obligatoire pour qu'il puisse analyser les résultats recueillis par enregistrement sur papier millimétré et tirer une conclusion sur la présence ou non d'anomalies cardiaques. Des électrodes et un amplificateur sont nécessaires pour recueillir les signaux car leur intensité est très faible. [4] Le signal ECG est représenté par la tension électrique en fonction du temps et la tension (chez un patient sain) est périodique. [3]

Le placement des électrodes est très important et doit être fait soigneusement selon les positions « standards ». Des erreurs de quelques centimètres peuvent avoir de grandes conséquences sur les ECG enregistrés et donc sur le diagnostic donné [5]. Afin d'acquérir les signaux proprement, il est nécessaire d'éliminer les potentielles anomalies recueillies lors de l'enregistrement par les électrodes. Pour cela, les signaux ECG seront filtrés en établissant une fréquence d'échantillonnage qui doit respecter le critère de Shannon [6]. Cependant il est toujours possible que des anomalies soient présentes malgré un échantillonnage correctement effectué, dû à des interférences enregistrées par les électrodes. Ces interférences peuvent provenir d'appareils électriques à proximité car l'ECG peut capter l'activité électrique de ces derniers. Donc une méthode qui assure une marge d'erreur nulle n'a pas encore été trouvée.

L'ECG peut être faillible en lui-même et les médecins peuvent être sujets à erreur à cause de diagnostic erroné. Pour preuve, lors d'une étude sur des patients ayant été atteints d'une crise cardiaque, plus d'un tiers d'entre eux ont reçu un diagnostic erroné au départ. Pour palier à cela, le développement des algorithmes de ces dernières années a permis de confronter des milliers de cas entre eux pour finalement établir un diagnostic à la place d'un médecin. Le deep learning ou machine learning appliqué à l'ECG consiste à établir des critères sur une base de données préétablie de résultats d'ECG pour les trier selon les maladies diagnostiquées et ensuite y comparer un cas unique étudié et établir en sortie une interprétation de ce dernier qui sera équivalent à un diagnostic [7]. Plusieurs logiciels permettent cela mais à ce jour aucun d'entre eux ne garantit de résultats parfaits.

## **Problématique retenue**

Comparer les différentes méthodes et résultats d'ECG par algorithmes pour en développer un sous python permettant de diagnostiquer avec précision des maladies sans problèmes d'interférences.

## **Objectifs du TIPE**

- Établir une base de données d'ECG et leurs caractéristiques
- Comparer les différentes méthodes de placements d'électrodes
- Développer un algorithme de machine learning utilisant la base de données et les résultats comparatoires de méthodes

## **Références bibliographiques (ETAPE 1)**

[1] E. MAGNIN : Coeur : *juillet 2017*, <https://www.passeportsante.net/fr/parties-corps/Fiche.aspx?doc=coeur>

[2] Comment fonctionne le coeur : <https://www.coeuretavc.ca/maladies-du-coeur/qu-est-ce-que->

- [3] O. BEYA : Analyse et reconnaissance de signaux vibratoires :contribution au traitement et à l'analyse de signauxcardiaques pour la télémédecine : 2014, <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01316123v1>
- [4] L'activité électrique du cœur : août 2016, <https://www.fedecardio.org/je-m-informe/l-activite-electrique-du-coeur/>
- [5] K. McCANN, A. HOLDGATE, R. MAHAMMAD, A. WADDINGTON : Accuracy of ECG electrode placement byemergency department clinicians : 2007, *Emergency Medicine Australasia* 19, p.442–448
- [6] J. ZHANG, L. ZOU, B. LI, K. XIANG, X. SHI, C. FAN, Y. LIU : Method of diagnosing heart disease based on deep learning ECG sign : 2019
- [7] Y. LIANG, S. YIN, Q. TANG, Z. ZHENG, M. ELGENDI, Z. CHEN : Deep Learning Algorithm Classifies Heartbeat Events Based on Electrocardiogram Signals : 2020