

## Compression des signaux ECG à base des polynômes orthogonaux

J'étais toujours passionnée par les nouvelles technologies, ce TIPE représente un pas pour comprendre leur usage en faveur de la santé. Alors que la télémédecine est basée sur ces technologies, j'ai jugé intéressant d'étudier la compression des signaux ECG par les polynômes orthogonaux.

Ce sujet s'inscrit parfaitement dans le thème de l'année puisque l'ECG est l'un des outils ayant la plus grande importance quant à la détection des problèmes cardiaques, encore plus, la compression des signaux ECG est employée dans la télémédecine contribuant à la prévention médicale.

### Positionnement thématique (ETAPE 1)

*MATHEMATIQUES (Analyse), INFORMATIQUE (Informatique Théorique).*

### Mots-clés (ETAPE 1)

Mots-Clés (en français)	Mots-Clés (en anglais)
<i>signaux ECG</i>	<i>ECG signals</i>
<i>polynômes orthogonaux</i>	<i>orthogonal polynomials</i>
<i>télémédecine</i>	<i>telemedicine</i>
<i>compression</i>	<i>compression</i>

### Bibliographie commentée

Inventé en 1887 et introduit depuis à la pratique clinique, l'électrocardiogramme (ECG) constitue un enregistrement graphique de l'activité électrique du cœur qui se produit successivement au fil du temps et permet généralement au médecin de déterminer les différents problèmes cardiaques.[5]

Ainsi, l'ECG est l'un des premiers piliers de la télémédecine exercée depuis plus que 100 ans [6], cette dernière considérée comme un procédé médical à distance et ayant recours aux nouvelles technologies de l'information et de la communication.

Mieux encore, avec l'évolution continue des technologies et l'accès élevé à la télémédecine plus particulièrement en 2020 durant la pandémie de Covid-19, la compression des signaux ECG reçoit un intérêt croissant et demeure une urgence scientifique aussi bien pour la réduction des coûts et durées de télécommunication que pour le stockage des données.

Quant à la compression, elle consiste à utiliser un petit nombre de coefficients de telle sorte qu'un segment du signal constitué d'un grand nombre d'échantillons soit représenté, plusieurs méthodes ont été jugées utiles, on en cite les principales :

- Les méthodes directes intervenant sur le signal dans le domaine temporel et qui consistent à représenter des portions du signal ECG par des segments de droites dont les paramètres servent ensuite à reconstituer le signal original.[1]

- Les méthodes transformationnelles ramenant les signaux dans un domaine transformé après

décomposition dans une base de fonctions orthogonale, après transformation, les coefficients générés sont codés afin de compresser les données.[3]

Vue la nature non stationnaire des polynômes orthogonaux, ils constituent des bases de fonctions orthogonales.

Toutefois, les algorithmes développés ont été testés grâce à la base des signaux du Massachusetts Institute of Technology, les résultats donnés par la méthode de compression transformationnelle à base des polynômes orthogonaux ont été comparés à ceux donnés par les autres méthodes et se sont révélés meilleurs dans certains cas et assimilable dans la plupart des cas. [4]

Un algorithme de compression est évalué par trois critères [2]:

- Taux de compression : c'est une comparaison du volume de données compressées et celui des données initiales, il est donné par le rapport du nombre de bits du signal original et le nombre de bits de l'autre compressé. Plus ce taux est élevé plus la méthode est bonne.
- Fidélité de la reconstruction : on parle aussi de la distorsion,c'est l'erreur introduite par l'opération de compression, cette mesure est cruciale puisque le signal reconstruit n'est pas exactement identique à l'original tandis que l'inspection visuelle est le seul moyen de l'utilisateur pour réaliser le diagnostic.
- Complexité de l'algorithme : elle se mesure par le temps nécessaire pour son exécution sans tenir compte des détails de mise en œuvre.

## **Problématique retenue**

Les méthodes de compression des signaux ECG sont de plus en plus nombreuses. Ainsi, je me demande comment se fait la compression de ces signaux en utilisant les polynômes orthogonaux, puis en quoi cette méthode est-elle plus favorable.

## **Objectifs du TIPE**

L'objectif de ce travail est d'élaborer le principe de compression des signaux ECG à l'aide des polynômes orthogonaux, ceci suscite donc une étude mathématique. Pendant cette étude, je ferai une simulation de l'algorithme de cette compression puis une comparaison avec ceux des autres méthodes.

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

- [1] DANIEL TCHIOTSOP : Modélisations polynomiales des signaux ECG : applications à la compression : <https://hal.univ-lorraine.fr/tel-01752958>
- [2] BENDIFALLAH AHMED : CONTRIBUTION A L'ELABORATION ET LA MISE EN ŒUVRE D'ALGORITHMES POUR LA COMPRESSION DES SIGNAUX UNIDIMENSIONNELS : <http://eprints.univ-batna2.dz/320/1/BENDIF%20ALLAH%20Ahmed>.
- [3] BENALI MEDJAHED OUSSAMA : Modélisation et compression des signaux biomédicaux en vue d'une classification : <http://dSPACE.univ-tlemcen.dz/bitstream/112/11480/1/Doct.EBM.Benali%20Medjahed.pdf>
- [4] Approches de compression du signal ECG avec les polynômes orthogonaux : <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1959031809001031>
- [5] GREGOIRE POMEY : 1887:invention de l'électrocardiogramme :

<https://www.histoiredesinventions.com/invention-electrocardiogramme/>

**[6]** LOUIS MALACHANE : L'histoire de la télé médecine : [https://www.leah.care/blog/histoire-de-la-telemedecine/#:~:text=L 'histoire%20de%20la%20t%C3%A9l%C3%A9medecine&text=La%20t%C3%A9l%C3%A9assistance%20m%C3%A9dicale%20par%20t%C3%A9l%C3%A9phone,du%20radiologue%20Jacob%20Gershon%2DCohen.](https://www.leah.care/blog/histoire-de-la-telemedecine/#:~:text=L%20histoire%20de%20la%20t%C3%A9l%C3%A9medecine&text=La%20t%C3%A9l%C3%A9assistance%20m%C3%A9dicale%20par%20t%C3%A9l%C3%A9phone,du%20radiologue%20Jacob%20Gershon%2DCohen.)