

SIG - TP2

Extraction des dynamiques du système nerveux autonome

Lucien Sevault Wolber et Marc Prince

03/12/2024

Introduction

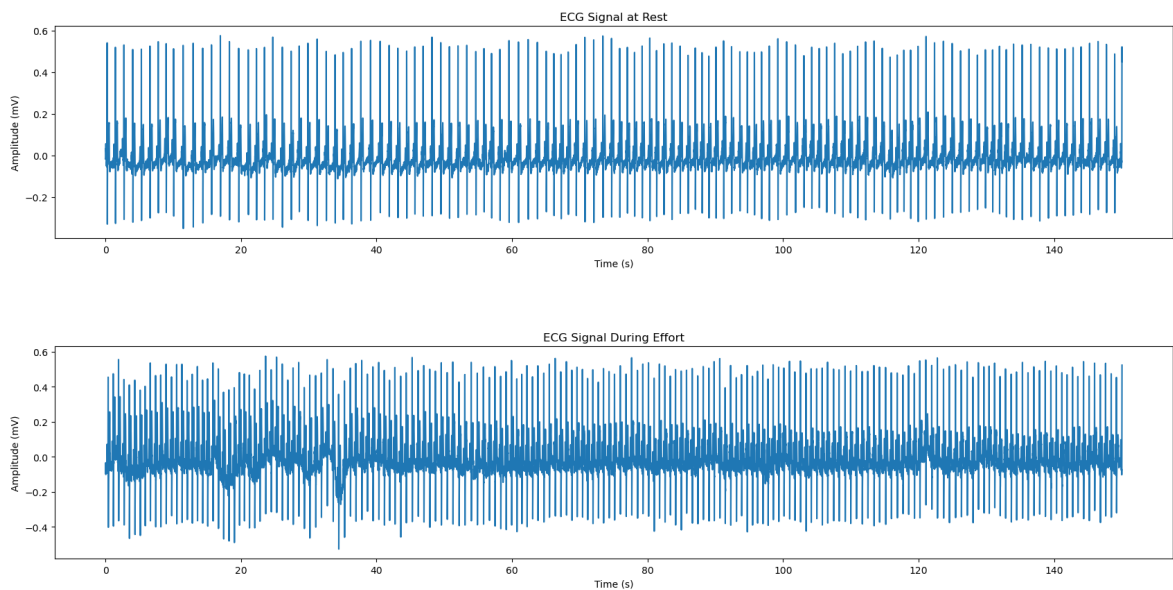
Dans ce TP, nous allons traiter des ECG d'un être humain à l'effort et au repos pour extraire les dynamiques du système nerveux autonome. Cela peut être utile pour étudier certaines maladies liées au Système Nerveux Autonome.

1.

On charge les données ECG, “ECG_TP_repos.mat” et “ECG_TP_effort.mat” avec `scipy.io.loadmat`.

2.

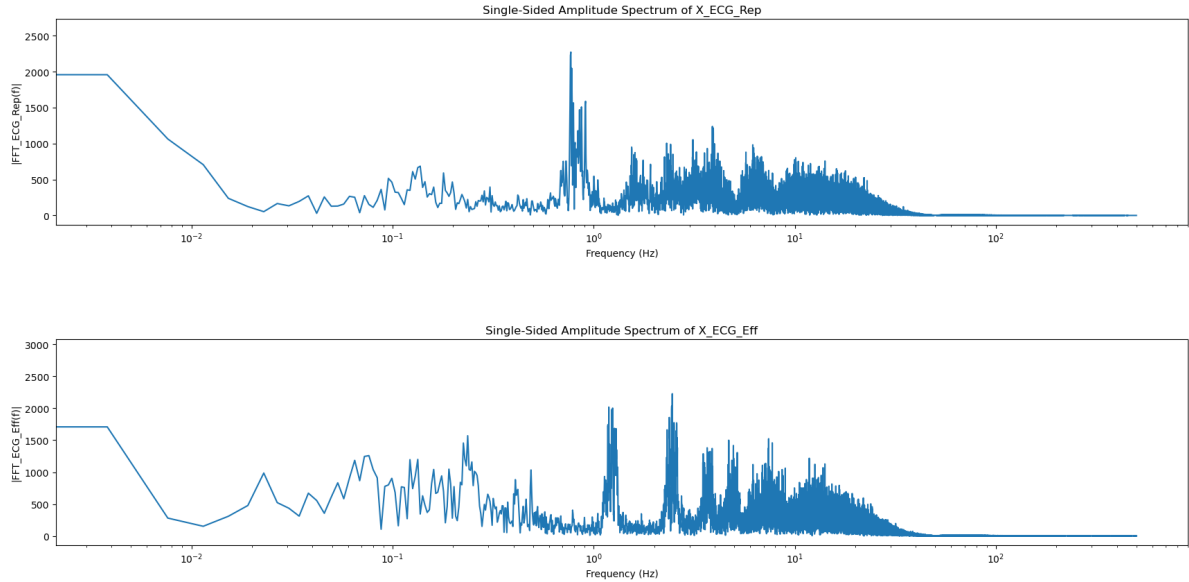
On affiche les deux signaux cardiaques sur une même figure :



Comme on pouvait le deviner, le coeur bat plus vite durant l'effort qu'au repos.

3.

On calcule les spectres au repos et à l'effort. On affiche les deux spectres sur une demie-échelle fréquentielle :

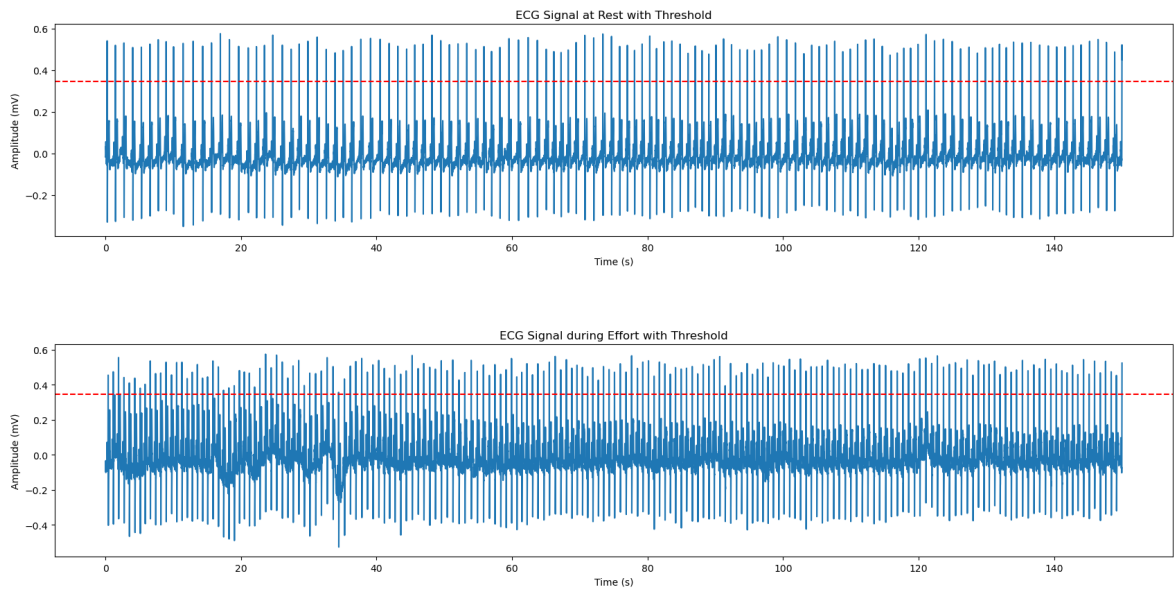


On voit que l'intensité est de manière générale plus élevée pour l'ECG à l'effort.

4.

Étape 1

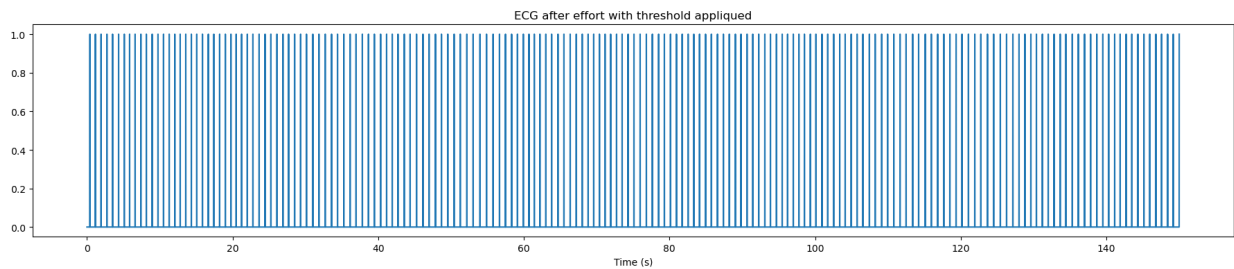
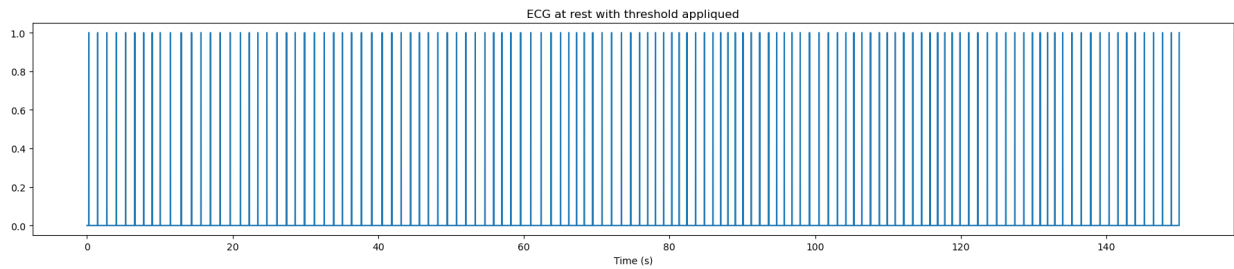
On détecte toutes les valeurs des signaux ECG qui sont supérieures à un seuil $= 0.6\max(\text{ECG})$ (pris arbitrairement) :



On remarque que les valeurs au dessus du seuil sont plus proches du seuil pour l'ECG à l'effort comparé à l'ECG au repos.

Étape 2

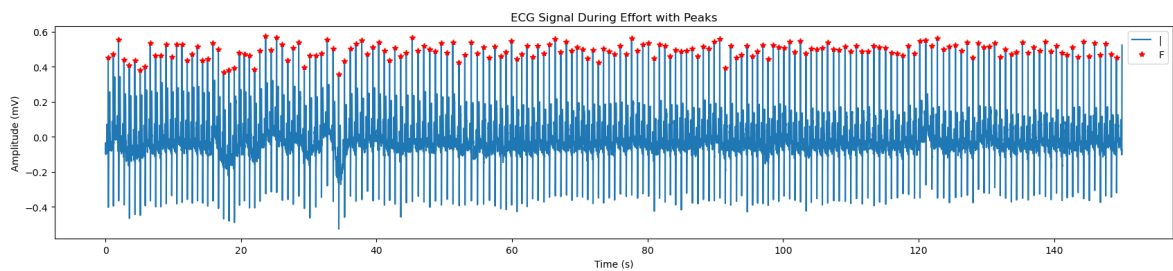
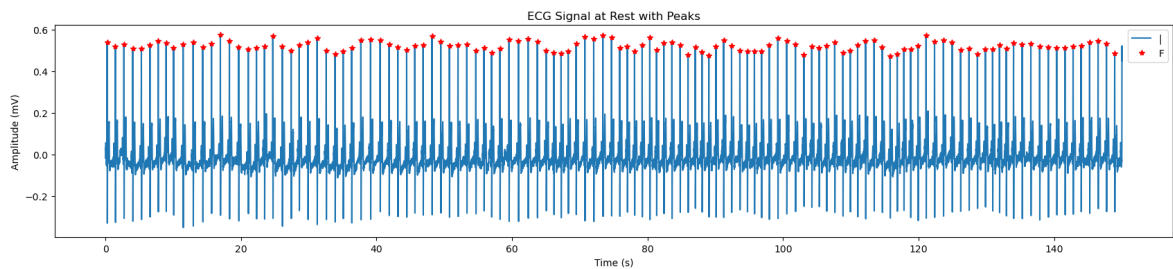
On met à 1 toutes les valeurs supérieures au seuil et à 0 toutes les valeurs inférieures au seuil :



On remarque immédiatement qu'il y a moins de bandes pour l'ECG au repos.

Étape 3

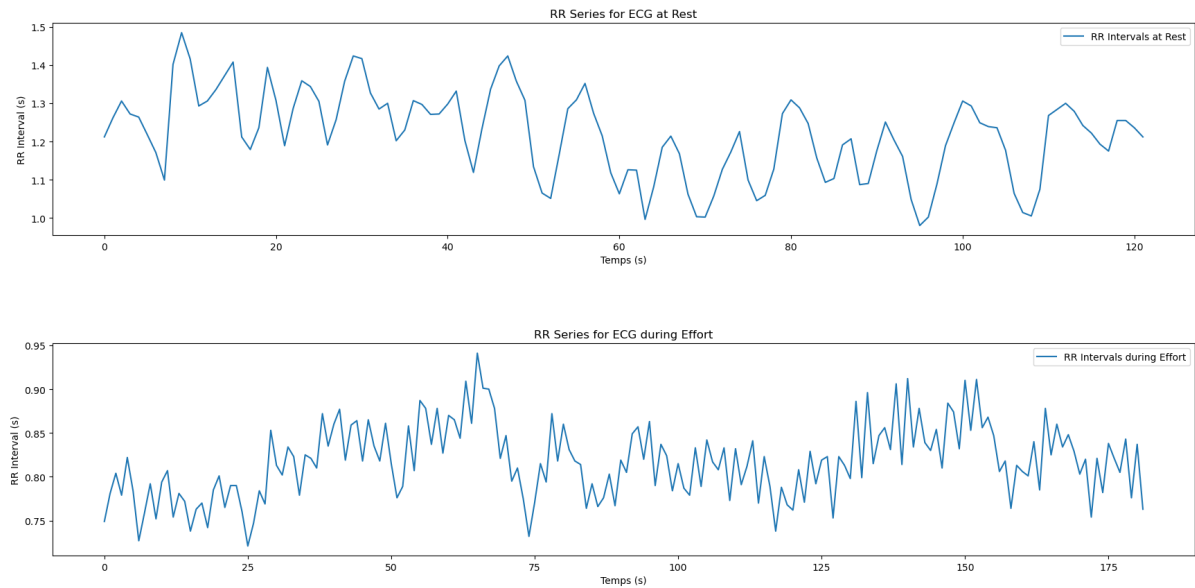
Sur chaque plateau de 1, on trouve l'indice temporel de la valeur max des ECG :



On voit encore qu'il y a plus de pics pour l'ECG à l'effort.

Étape 4

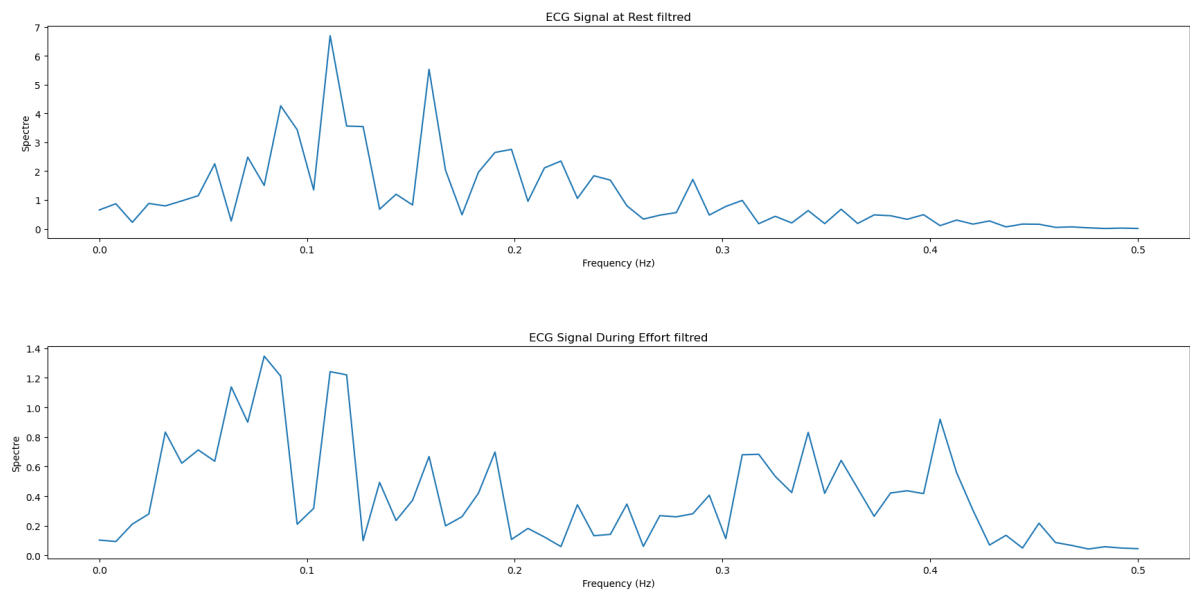
On calcule la série temporelle RR de la fréquence cardiaque en utilisant `numpy.diff` :



Les intervalles RR sont plus important pour l'ECG au repos que pour l'ECG à l'effort.

5.

On affiche les demi-spectres des signaux filtrés sur 128 points :



On obtient un résultat cohérent, l'amplitude max de l'ECG à l'effort est plus importante que celle de l'ECG au repos.

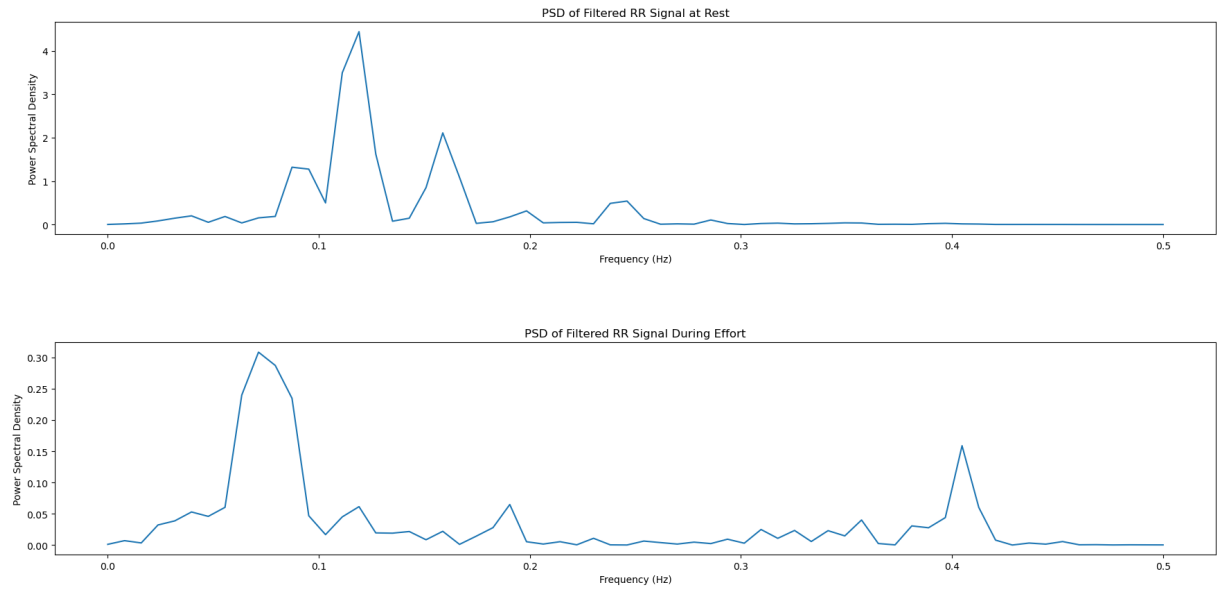
6.

On calcule la densité spectrale de puissance en prenant un nombre de bins fréquentiels égal à 128. On utilise la formule suivante :

$$\text{PSD}(x) = |\text{FFT}[x.\text{hann}]|^2$$

Avec x un signal et hann une fenêtre de Hanning de la longueur de x . On réutilise le même vecteur fréquence que précédemment.

On obtient la courbe suivante :



On voit clairement que la densité spectrale est plus importante pour l'ECG à l'effort.

Conclusion

Pour conclure, on obtient au final un résultat satisfaisant. Nous obtenons une densité spectrale de puissance totalement différente entre l'ECG à l'effort et au repos qui doivent correspondre aux dynamiques du SNAS et du SNAP.