NOISE FILTERING

# Aim

Choix d’un filtrage plutôt que …

But : ne garder que les fréquence entre 100 et 1200 Hz (article pour battement cœur + …)

# Butterworth Filter

## Généralités

Butterworth filter permet d’avoir un gain de 1 sur la bande passante voulue. Pouruqoi c’est bien si on suit ma logique que tout bouge en meme temps ?

Pourquoi avoir choisi ce filtre comme filtre passe bas ?

Expliquer l’ordre du filtre

Est-ce qu’il est RIF ou RII ? (RIF toujours stable)

Donner formule H fonction de trasfert

## Analyse du filtre obtenu

Pour designer le filtre, les paramètres suivants été utilisés: the sampling frequency is $fs=4000$Hz, et les cutoffs frequencies are $f\_c^1=100$ et $f\_c^2=1200$Hz. The magnitude response of the filter se trouve en figure …. Le filtre possède un gain de 1 ( à –3dB prés) entre $0.05pi$ et $0.6pi$ rad/sample, ce qui correspond bien aux cutoffs frequencies de 100Hz et 1200Hz une fois la conversion suivante effectuée :

$f\_c^{Hz}=\frac{f\_c^{rad/samp}}{2pi}\*f\_s$

La figure 2 représente la réponse en phase du filtre. Celle-ci n’est pas linéaire, ce qui implique que les composantes fréquentielles de l’entrée ne seront pas toutes retardées de la même manière. Dans notre cas, cela n’a pas d’importance car tous les signaux subiront le même delay, ce qui n’influencera pas les résultats lors de leur comparaison.

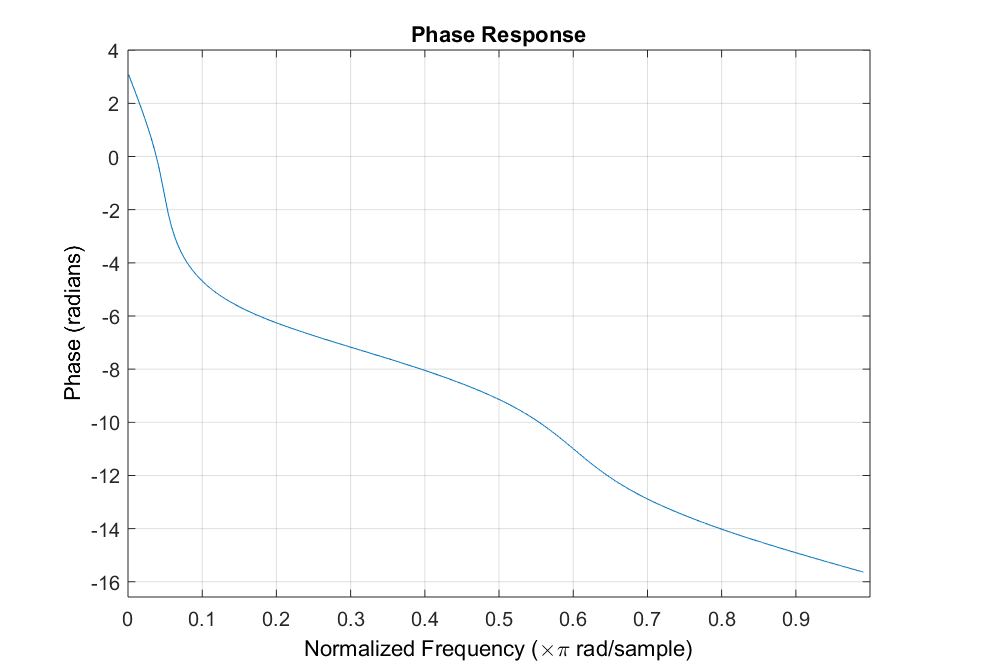
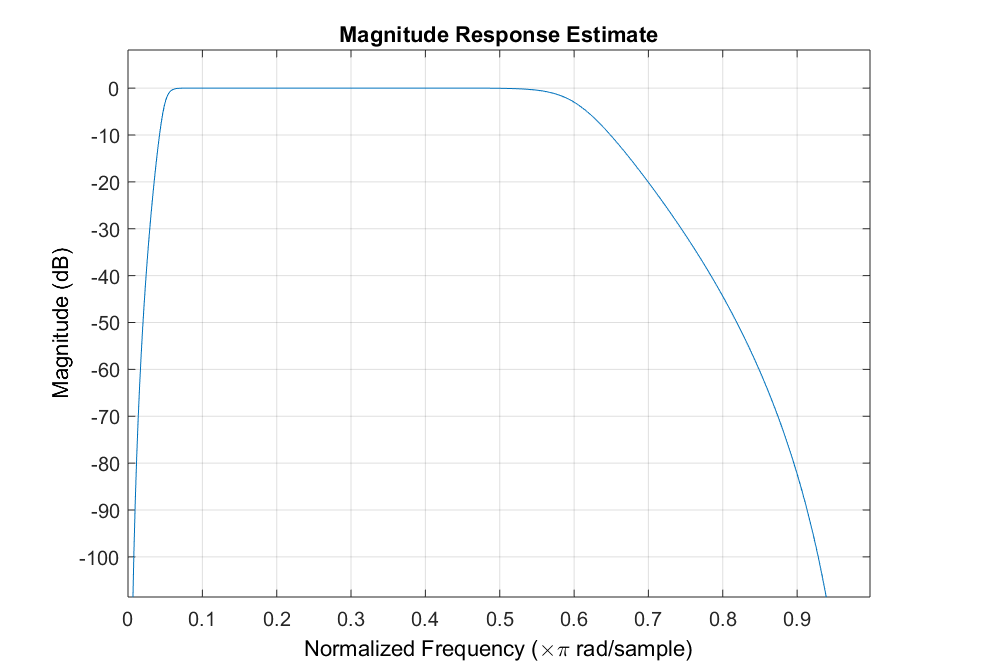
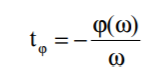
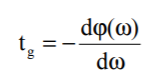


Figure 1: Magnitude and phase response of the Butterworth Filter

L’expression du retard de phase se trouve en équation 1, et celle du retard de groupe en équation 2. La phase étant non-linéaire, le retard de groupe n’est pas constant. Ce retard correspond au temps mis par l’énergie du signal pour traverser le filtre. Pour la même raison que précedemment, ce retard n’a pas d’importance dans ce projet.

equation 1

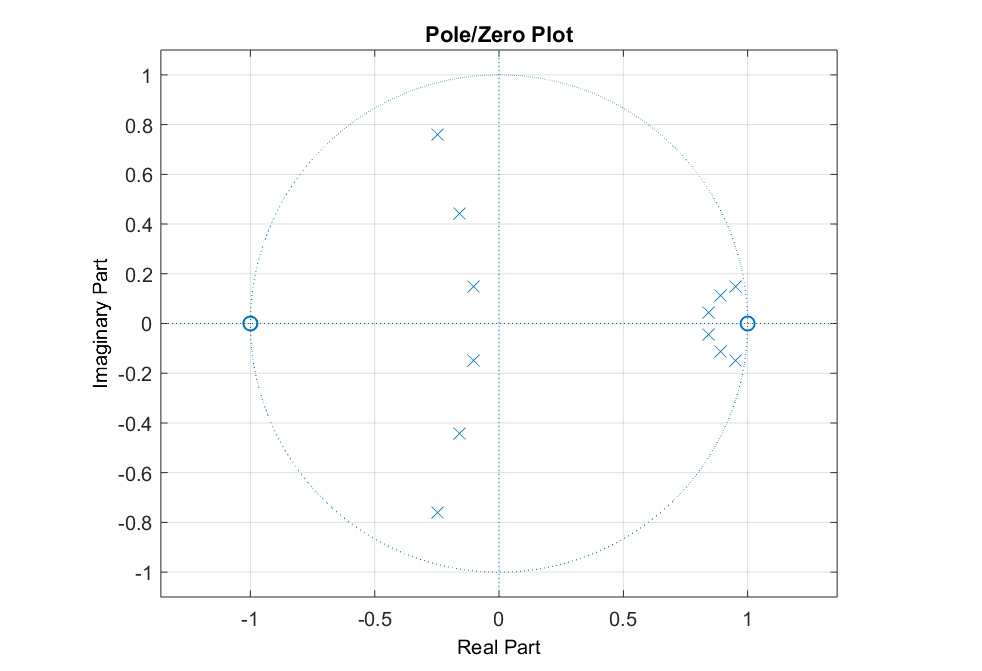
equation 2

Les poles et les zéros du filtre se trouvent en figure … . Le filtre est stable car tous ces pôles sont à l’intérieur du cercle unité.

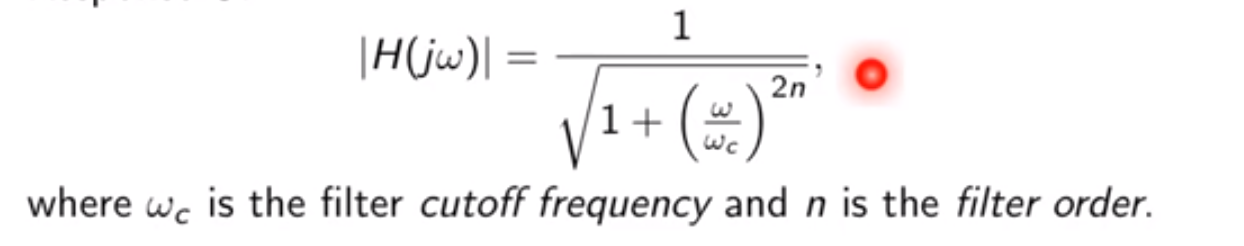
Zéros : 2 rejections totales en fs et fs/2

Poles : QUOI DIRE DE PLUS ??

Mettre légende cross poles et rond zeros



It is a low pass filter. Dire si RIF ou RII Donner son expression avec signal d’entrée et de sortie.

Its amplitude response is 

The frequency response can be obtained for H(s), the transfer function.

Toujours 2n poles (Montrer le graphique avec les poles (un rond))

Min 9 : <https://www.youtube.com/watch?v=-EHRFrDujhc>

To design the filter :

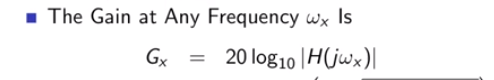
Le gain a deux fréquences particulieres :

Min 3 : <https://www.youtube.com/watch?v=hg3wMmTI_Oc>

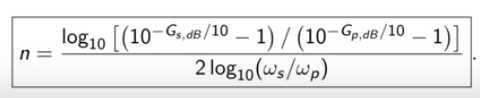
Attention quand on spécifie le gain c’est pas comme échelle sur le dessin, c’est en db

Lien entre gain et wp ws et l’ordre du filtre :

Etape 1



On obtient apres :



Min 7 :50 <https://www.youtube.com/watch?v=hg3wMmTI_Oc> (Expliquer avec des mots comment on y arrive) + pour pas normalisé : <https://www.youtube.com/watch?v=hg3wMmTI_Oc>

Mettre réponse en fréquence pour plusieurs ordre (figure).

Expliquer pourquoi avoir choisi cet ordre.

Afficher les poles et les zeros + commenter

At low frequency we have a gain close to one, and as the frequencies go up, the gain of the filter rolls off, rejecting higher frequencies components. The way that the curve … depending on the filter order. Low filter order 🡪 the corve rolls smoothly as frequency goes up. As the filter order increases 🡪 very flat, very short transition and

Choose the filter order => to have The frequencies roll off as you like

# Results

Signal avant et apres

Qu’est ce que ca a permis d’enlever

# Discussion

Bien de filtrer ? On aurait aussi pu séparer l’espace bruit et l’espace signal, notamment avec les wavelets ou avec d’autres features (mettre les 2 du papier peruviens)

Pour enlever les bruits avec artefact, qui sont indépendants mais si on les enleve peuvent affecter le breath sound 🡪 utiliser des techniques statistiques qui se basent sur des sources indépendantes comme SCBSS (single-channel blind signal separation ).

Certains bruits n’ont pas été pris en compte, comme le bruit fait par les aides respiratoires (qui peuvent pourtant différer selon les samples et apporter une grande déviance dans les bruits). C’est la prochaine étape.

Une fois le signal re échantillonné, the second task was to denoise the recordings.

The noise can be first due to doctors’ conversation, heartbeat or stethoscope imprecision. Le filtrage de ces bruits has been mainly developed by Fatema (an ancient PhD student of Monash University). According to the paper[[1]](#endnote-1) and to some listening tests and discussions in the team, a frequency band of interest between [100Hz, 1000Hz] was chosen. A Butterworth pass-band filter was then designed with the cut-off frequencies above. Ce filtre a la particularité d’avoir un gain proche de 1 in the passband, which means having a [frequency response](https://en.wikipedia.org/wiki/Frequency_response" \o "Frequency response) as flat as possible, ce qui est très intéressant quand on ne veut pas détériorée le signal. L’ordre du filtre a été choisi à 6 après quelques tests pour avoir une sélectivité suffisante. Concernant les fonctions Matlab, butter pour créer le filtre, puis filtfilt pour filtrer le signal ont été appliquées.

D’autres bruits dû aux différentes machines aidant les enfants prématurés à respirer altèrent les signaux. Ces bruits sont particuliers à mon signals bank, c’est donc moi qui ait implémenté ce qui suit. A FAIRE

Parler aussi des discussions des medecins

Comparison of the Lung Sound Frequency Spectra of Infants and Adults

Jamshed F., et. al.

1986 Pediatr Pulmonol 1986; 2:292-295

1. Laura E. Ellington, Dimitra Emmanouilidou, Mounya Elhilali, Robert H. Gilman, James M. Tielsch, Miguel A. Chavez, Julio Marin-Concha, Dante Figueroa, James West, William Checkley, "Developing a Reference of Normal Lung Sounds in Healthy Peruvian Children", Springer Science+Business Media New York 2014 [↑](#endnote-ref-1)