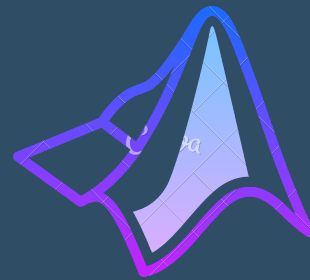


# Compte rendu

# Traitement de signal

## TP 4



Préparé par:  
Ilias Manadir

Encadré par :  
Mr Alaa

# Introduction

Les filtres analogiques sont des circuits électroniques utilisés pour traiter des signaux analogiques en accentuant ou réduisant certaines fréquences spécifiques dans le signal d'entrée. Ils peuvent être utilisés pour séparer les différentes composantes d'un signal ou pour supprimer les bruits indésirables. Il existe différents types de filtres analogiques, tels que passe-bas, passe-haut, passe-bande et coupure.

Dans ce TP, nous allons utiliser un script Matlab pour enlever les composantes indésirables d'un signal en utilisant un filtre réel. L'objectif est d'améliorer la qualité de filtrage en augmentant l'ordre du filtre. Le script devra inclure des commentaires sur les étapes de travail réalisées, les observations et les compétences acquises. Les figures obtenues devront être tracées avec les axes et les légendes appropriées. Le TP comporte deux sections : la première sur le filtrage et le diagramme de Bode, où nous devons tracer le module de la fonction de transmittance complexe  $H(f)$  d'un filtre passe-haut de premier ordre pour différentes pulsations de coupure, et choisir la pulsation de coupure optimale. La seconde section concerne le débruitage d'un signal sonore en enlevant le bruit strident ajouté à une musique enregistrée avec un vieux microphone.

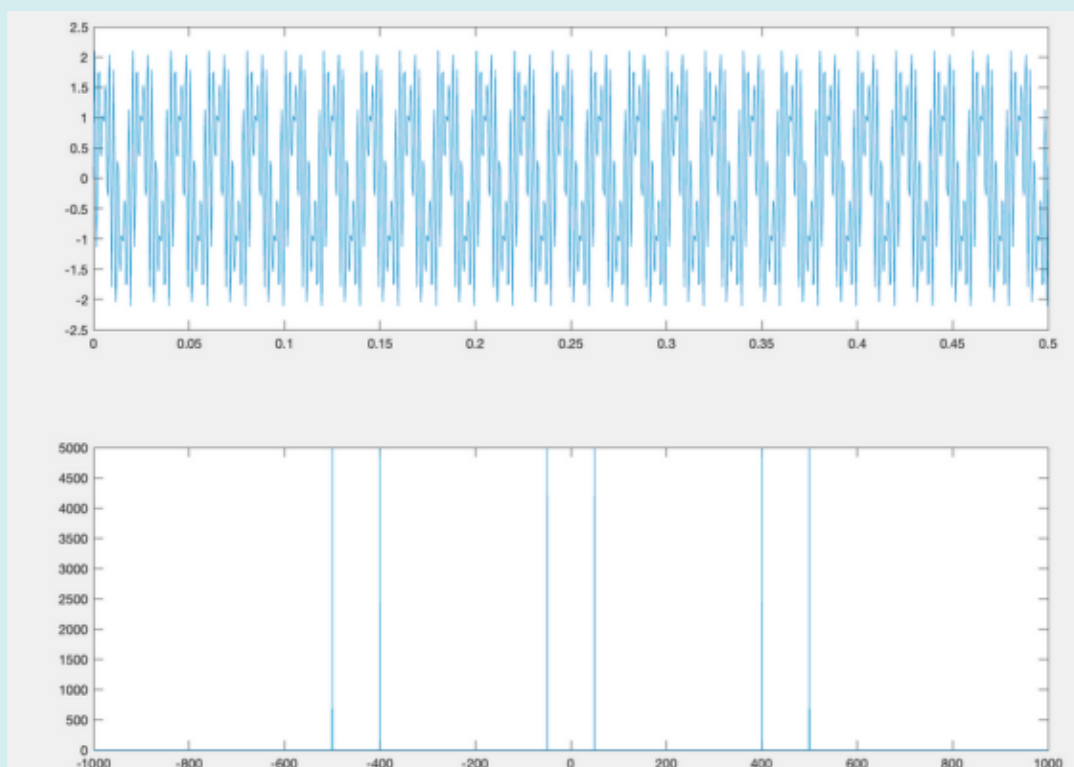
# Filtrage et diagramme de Bod

```
clc
Te = 5*1e-4;
f1 = 500;
f2 = 400;
f3 = 50;
t = 0:Te:5-Te;
fe = 1/Te;
N = length(t);

fshift = (-N/2:N/2-1)*(fe/N);
f = (0:N-1)*(fe/N);
%notre signal
x = sin(2*pi*f1*t)+sin(2*f2*pi*t)+sin(2*pi*f3*t);
%on applique la transforme de fourrier
y = fft(x);

subplot(2,1,1)
plot(t,x)
xlim([0,0.5])

subplot(2,1,2)
plot(fshift, fftshift(abs(y)));
```

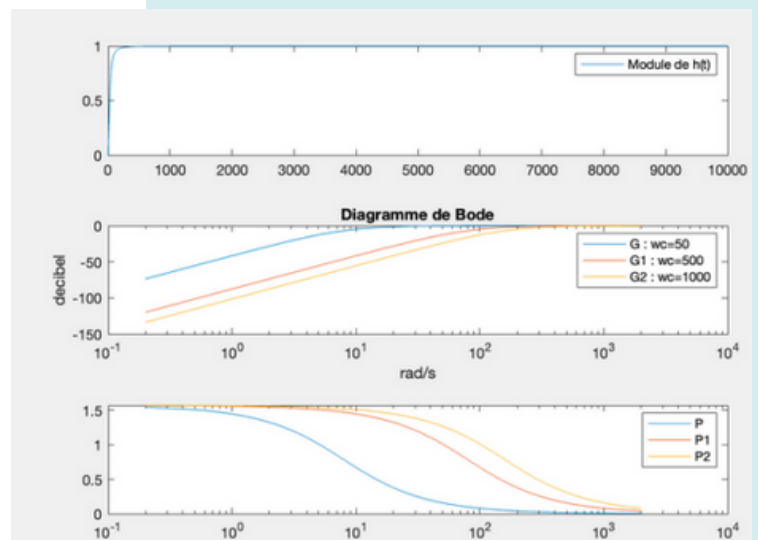


En observant le graphe du signal  $x(t)$ , on peut voir qu'il contient trois fréquences différentes (500 Hz, 400 Hz et 50 Hz) qui se superposent. En utilisant la transformée de Fourier (FFT) du signal, on peut également voir que ces trois fréquences sont présentes dans la FFT, chacune avec une amplitude spécifique. Cependant, la composante à 50 Hz est clairement visible avec une amplitude importante, ce qui la considère comme un bruit pour notre application. Il est donc important de la supprimer pour améliorer la qualité du signal. Pour cela, nous allons utiliser un filtre passe-haut de premier ordre qui ne supprimera pas complètement cette composante à 50 Hz, mais qui réduira son amplitude pour améliorer la qualité du signal. On va utiliser la transmittance complexe comme filtre pour atteindre cet objectif.

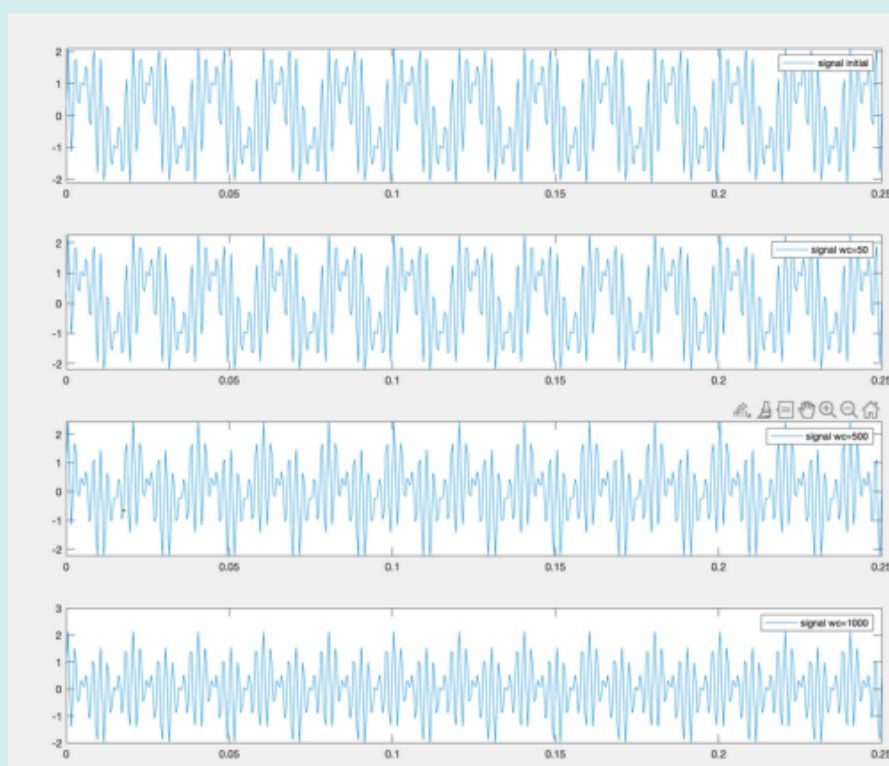
```
w=2*pi*f;
%on choisit 3 frequences de coupures
wc = 50;
wc1 = 500;
wc2 = 1000;
%la transmittance complexe
h = (k*1j*((w)/wc))./(1+1j*((w)/wc));
h1 = (k*1j*((w)/wc1))./(1+1j*((w)/wc1));
h2 = (k*1j*((w)/wc2))./(1+1j*((w)/wc2));
%diagramme de bode en fct du gain
G = 20*log(abs(h));
G1 = 20*log(abs(h1));
G2 = 20*log(abs(h2));
%diagramme de bode en fct de la phase
P = angle(h);
P1 = angle(h1);
P2 = angle(h2);

subplot(3,1,1)
semilogx(abs(h))
plot(abs(h))
legend("Module de h(t)")

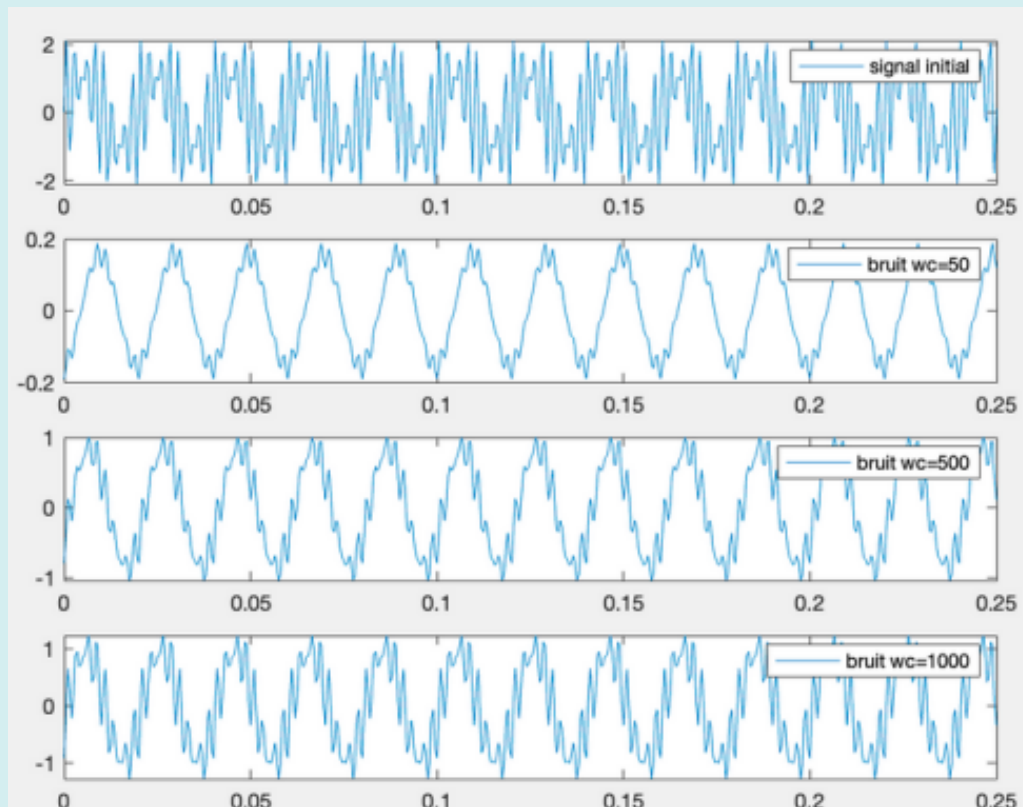
subplot(3,1,2)
semilogx(f,G,f,G1,f,G2);
title("Diagramme de Bode")
xlabel("rad/s")
ylabel("decibel")
legend("G : wc=50","G1 : wc=500","G2 : wc=1000")
```



En exécutant le script Matlab, plusieurs graphiques seront tracés pour différentes fréquences de coupure (50, 500, et 1000 rad/s). Le premier graphique montrera l'amplitude de la réponse en fréquence du filtre pour différentes fréquences d'entrée, en utilisant la fonction de transfert  $H(f)$  pour la fréquence de coupure 50 rad/s. Le deuxième graphique montrera le diagramme de Bode en fonction du gain ( $20\log(|H(f)|)$ ) pour différentes fréquences de coupure (50, 500, et 1000 rad/s). On peut observer que le gain est de 0 dB pour les fréquences d'entrée inférieures à la fréquence de coupure et diminue graduellement pour les fréquences d'entrée supérieures à la fréquence de coupure. Le troisième graphique montrera le diagramme de Bode en fonction de la phase pour les mêmes fréquences de coupure. En résumé, ces graphiques permettent de comprendre l'effet de la fréquence de coupure sur la réponse en fréquence du filtre, et on peut observer que plus la fréquence de coupure est élevée, plus la transition entre les bandes de fréquences est rapide.



Voici notre signal après l'avoir filtré à l'aide de la transmittance complexe avec 3 pulsations de coupures différentes



En observant les sous-figures, vous pouvez voir l'effet de l'application d'un filtre passe-haut de premier ordre sur le signal d'entrée  $x(t)$  en utilisant différentes fréquences de coupure (50, 500, et 1000). Il est clair que plus la fréquence de coupure est élevée, plus les composantes indésirables (comme le bruit à 50 Hz) sont réduites. Cependant, pour notre application spécifique, où les signaux utiles ont des fréquences élevées, il est important de choisir une fréquence de coupure optimale pour ne pas perdre d'informations importantes en augmentant la fréquence de coupure. Dans notre cas, la fréquence de coupure optimale serait de 50 Hz.



## Dé-bruitage d'un signal sonore

Le filtre passe-bas basé sur la transmittance complexe est utilisé pour enlever les composantes de fréquence élevée indésirables. La fonction de transfert de ce filtre montre que plus la fréquence d'entrée est éloignée de la fréquence de coupure, plus le gain est élevé. Il est important de choisir une fréquence de coupure qui minimise la réduction de gain dans la bande passante tout en maximisant la réjection des fréquences indésirables. Le paramètre  $K$  est le gain du filtre, il a une influence sur l'amplitude de la réponse en fréquence du filtre. Il peut être utilisé pour augmenter l'amplitude du signal filtré pour compenser une perte de gain dans la bande passante. Le choix de  $K$  dépendra des besoins spécifiques de l'application et de la tolérance au bruit pour l'application spécifique. Il est important de noter que si  $K > 1$ , le filtre est appelé "amplificateur" et si  $K < 1$ , le filtre est appelé "atténuateur".

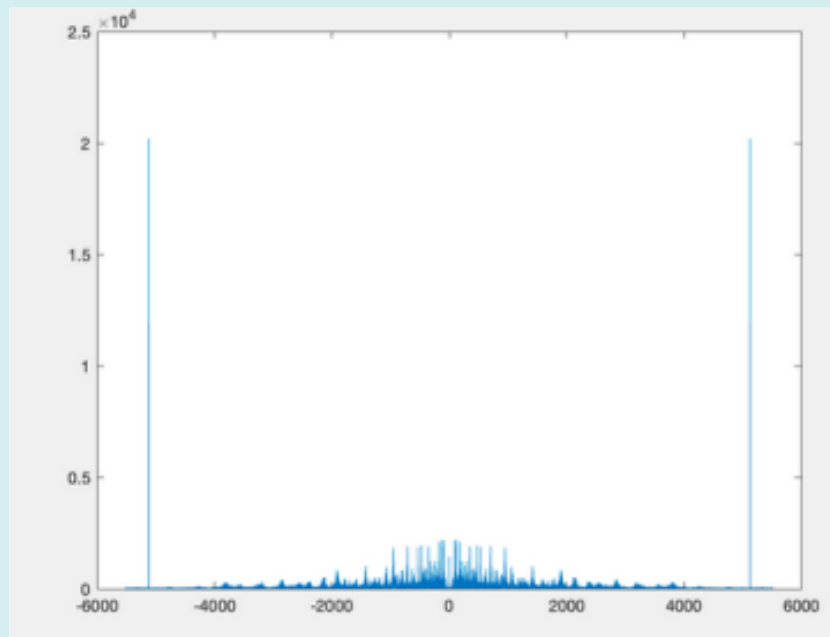
```
k = 1;
fc = 4700;%on a pas choisi 5000 parceque l'attenuation est de 0.7
%la transmittance complexe
h = k./(1+1j*(f/fc).^1000);
%créer un filtre symétrique qui est nécessaire pour filtrer le signal
%de manière symétrique et éviter des distorsions de phase dans le signal filtré.
h_filter = [h(1:floor(N/2)),flip(h(1:floor(N/2)))];

semilogx(f(1:floor(N/2)),abs( h(1:floor(N/2)))), 'linewidth',1.5)

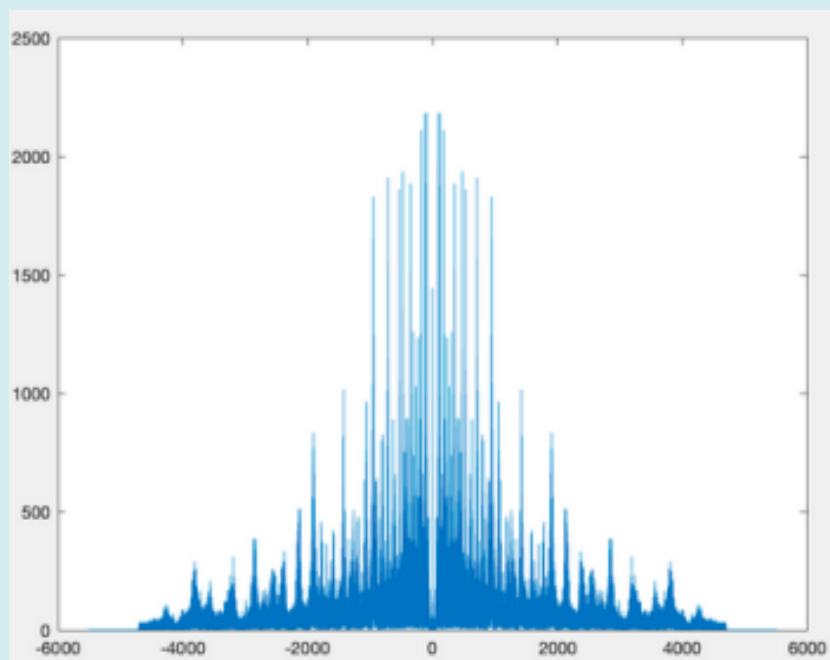
y_filtr = y_trans(1:end-1).*h_filter;
sig_filtred= ifft(y_filtr,"symmetric");

plot(fshift(1:end-1),fftshift(abs(fft(sig_filtred))))
```

## Avant



## Après



En utilisant un filtre passe-bas, on peut réduire les composantes de fréquences élevées indésirables dans un signal. Dans ce cas, la fréquence de coupure choisie est de 4700 Hz, ce qui signifie que les fréquences supérieures à 4700 Hz seront atténuées par le filtre. En écoutant le signal filtré, on peut remarquer une réduction des fréquences aiguës et criardes par rapport au signal d'entrée. Il est possible d'améliorer la qualité du filtre en augmentant son ordre



## **Conclusion:**

Dans ce TP, nous avons étudié l'utilisation de filtres pour enlever les composantes indésirables d'un signal. Nous avons examiné différentes méthodes de filtrage, y compris l'utilisation de la transformée de Fourier pour convertir les signaux entre l'espace temporel et l'espace fréquentiel. Nous avons également appris à utiliser des filtres passe-haut et à choisir les fréquences de coupure optimales en utilisant le diagramme de Bode. Nous avons finalement appliqué ces connaissances pour améliorer la qualité d'un signal sonore en utilisant un filtre passe-bas. En somme, ce TP nous a permis de comprendre les principes fondamentaux du filtrage et comment les utiliser pour améliorer la qualité des signaux.