

RAPPORT TP4 : FILTRAGE ANALOGIQUE

Préparé par : Oumayma Bennouna

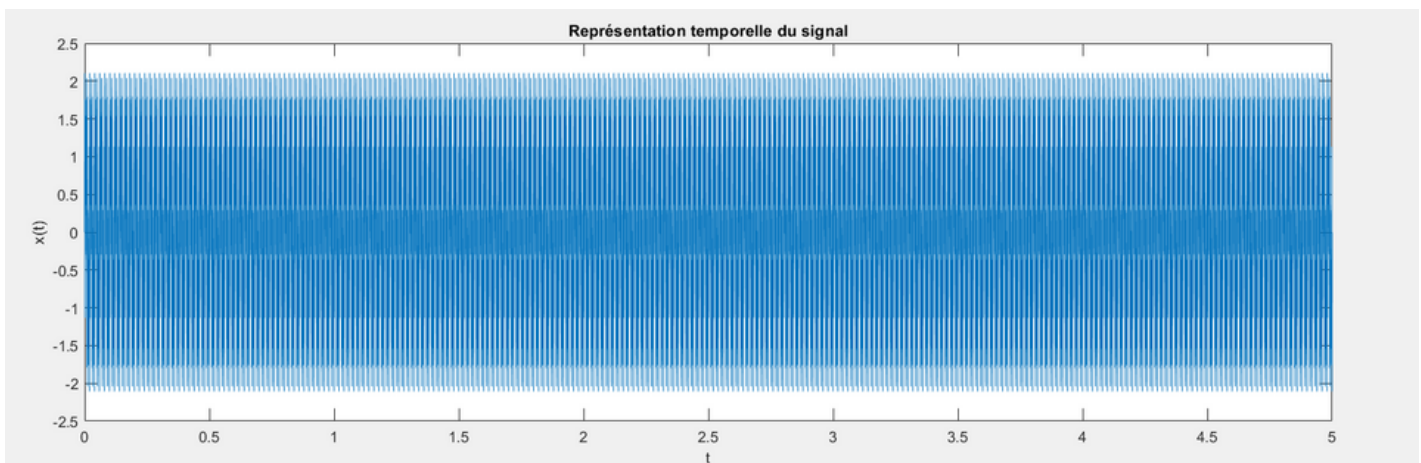
Introduction

Ce TP porte sur le filtrage analogique, qui consiste à supprimer les composantes indésirables d'un signal pour améliorer sa qualité. Il utilise Matlab pour mettre en oeuvre des filtres réels et tracer des diagrammes de Bode. Le TP est divisé en deux parties : la première partie concerne l'application d'un filtre passe-haut pour supprimer la composante à 50 Hz d'un signal d'entrée simulé, la deuxième partie concerne le dé-bruitage d'un signal sonore enregistré avec un micro de mauvaise qualité.

FILTRAGE ET DIAGRAMME DE BODE

1- Représentation du signal

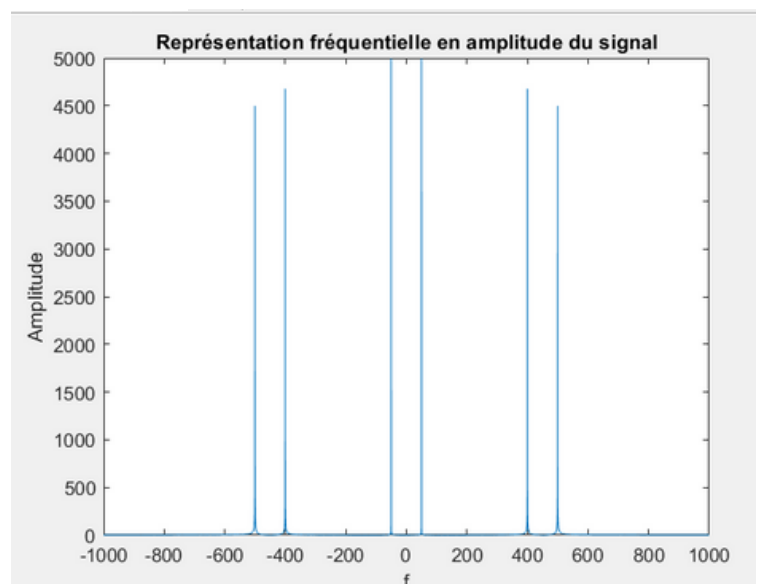
```
%Représentation temporelle du signal
N=length(t); %Nombre d'échantillon
x=sin(2*pi*f1*t)+sin(2*pi*f2*t)+sin(2*pi*f3*t);
plot(t,x);
xlabel('t');
ylabel('x(t)');
title('Représentation temporelle du signal');
```



2- Transformée de Fourier

```
%Représentation fréquentielle du signal
fshift=(-N/2:N/2-1)*fe/N;
y=fft(x); % Transformée de Fourier
plot(fshift,fftshift(abs(y)));
xlabel('f');
ylabel('Amplitude');
title('Représentation fréquentielle en amplitude du signal');
```

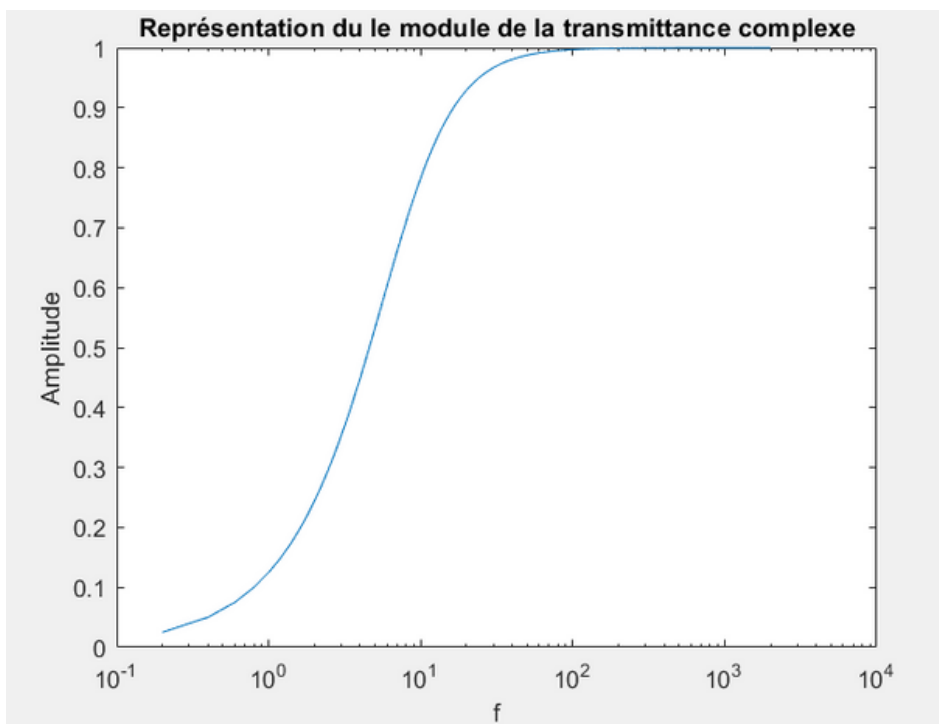
On remarque que les basses fréquences ont une très grande amplitude.



FILTRAGE AVEC UN FILTRE PASSE HAUT DE PREMIER ORDRE

1- Représentation du module de $H(f)$ la transmittance complexe

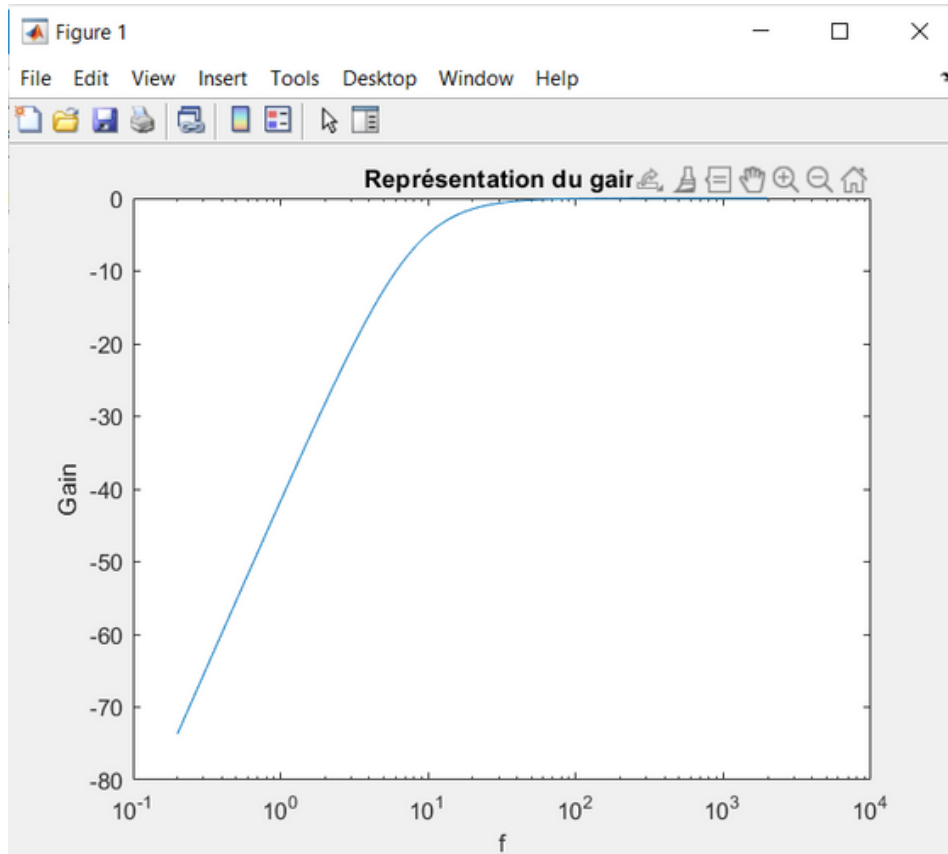
```
f = (0:N-1)*(fe/N);  
K=1;  
w=2*pi*f;  
wc=50;  
  
H=(K*j*w/wc) ./ (1+j*w/wc);  
  
semilogx(f,abs(H));  
xlabel('f');  
ylabel('Amplitude');  
title('Représentation du le module de la transmittance complexe');
```



La fonction `semilogx` en Matlab est utilisée pour tracer des graphiques en coordonnées logarithmiques sur l'axe des abscisses (x) et linéaires sur l'axe des ordonnées (y).

2- Représentation du Gain

$$G=20*\log(\text{abs}(H)) ;$$



2- Représentation du Gain

```
wc=50;
```

```
wc1=500;
```

```
wc2=1000;
```

```
H=(K*j*w/wc) ./ (1+j*w/wc) ;
```

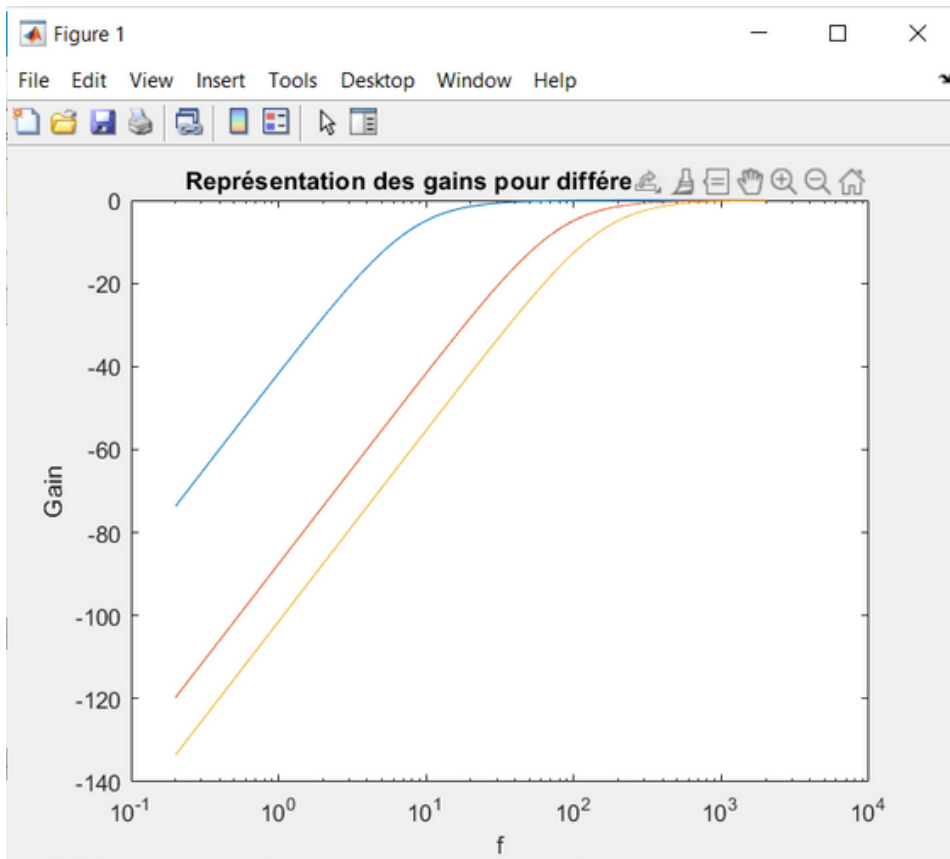
```
H1=(K*j*w/wc1) ./ (1+j*w/wc1) ;
```

```
H2=(K*j*w/wc2) ./ (1+j*w/wc2) ;
```

```
G=20*log(abs(H)) ;
```

```
G1=20*log(abs(H1)) ;
```

```
G2=20*log(abs(H2)) ;
```



En tracant $20 \cdot \log(|H(f)|)$ pour différentes pulsations de coupure ω_c 50 Hz, 500 Hz, 1000 Hz, on peut observer que la pente de la courbe est de -20 dB/decade pour les fréquences supérieures à la fréquence de coupure. La fréquence de coupure (ω_c) détermine l'endroit où la pente de la courbe de -20 dB/decade commence.

```
filtre1 = H.*y;
```

```
filtre2 = H1.*y; ← Filtrage du signal fréquentiel
```

```
filtre3 = H2.*y;
```

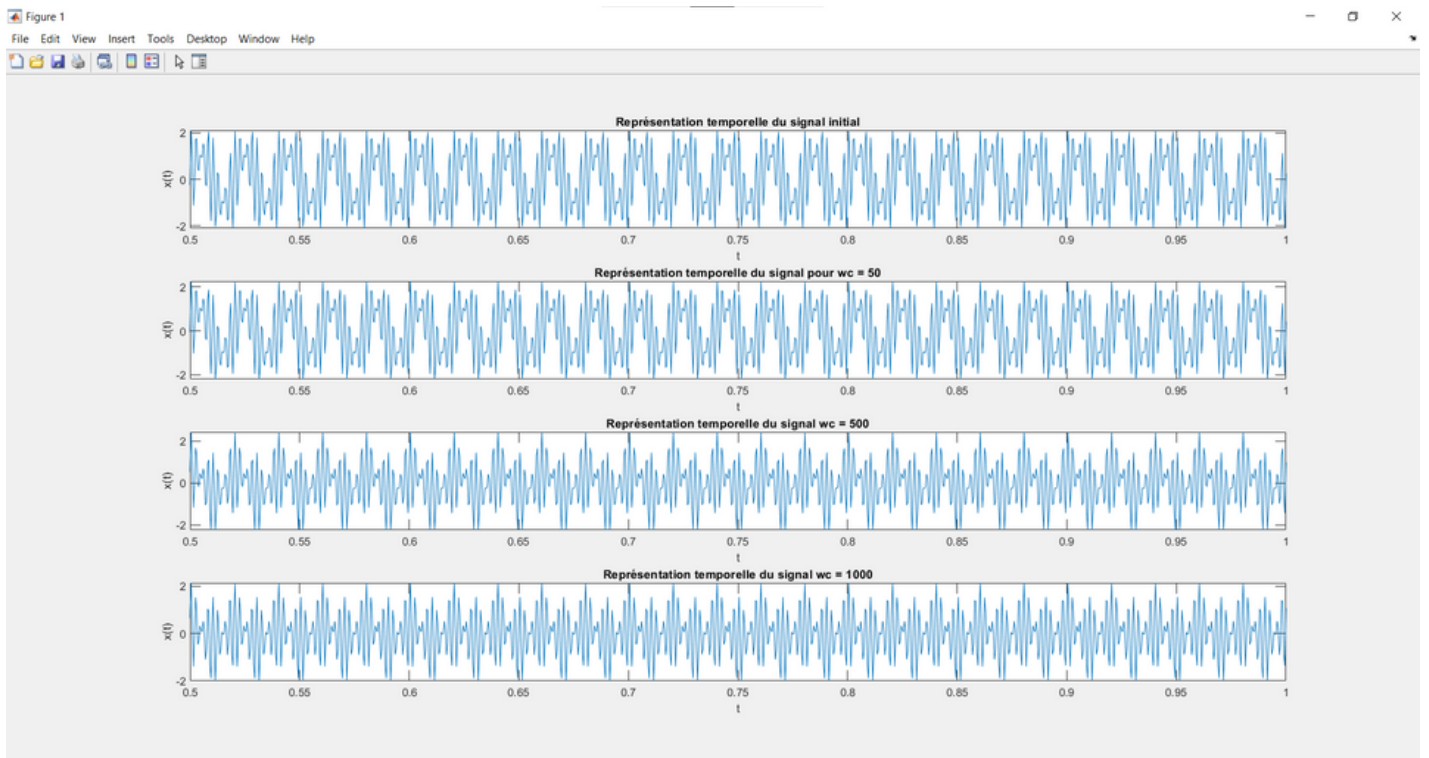
```
x1=ifft(filtre1,"symmetric");
```

```
x2=ifft(filtre2,"symmetric"); ← Restitution du
```

```
x3=ifft(filtre3,"symmetric");
```

signal temporel

filtré



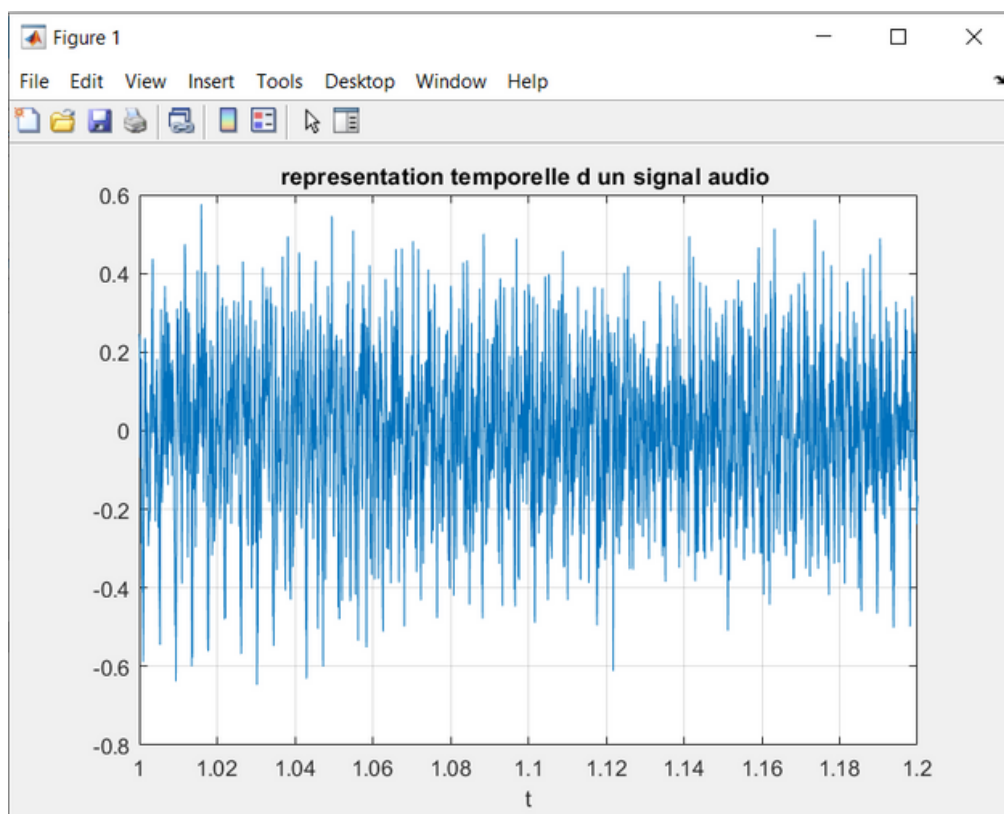
En choisissant différentes fréquences de coupure et en appliquant ce filtrage dans l'espace des fréquences, on peut observer que des fréquences de coupure plus élevées vont atténuer davantage les signaux de fréquence élevée, tandis que des fréquences de coupure plus basses vont laisser passer plus de signaux de fréquence élevée.

Dé-bruitage d'un signal sonore

Lecture du signal et représentation graphique

```
[music,fs]=audioread("test.wav"); %lecture de l'audio

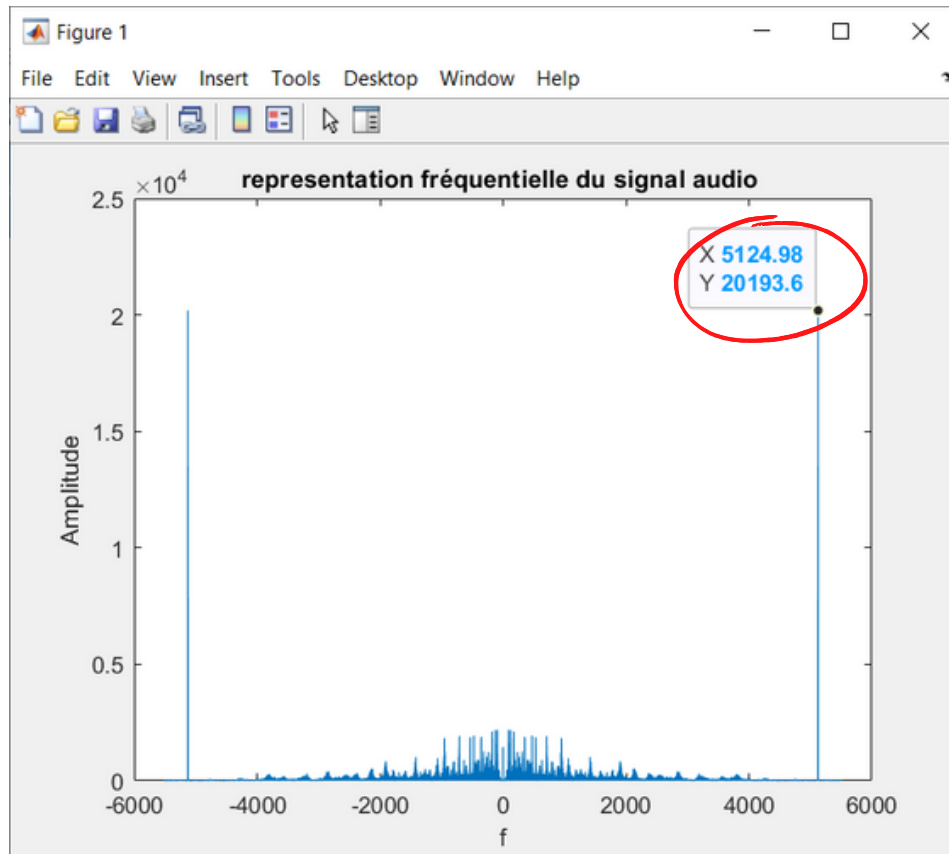
Ts= 1/fs; % Période d'échantillonnage
N=length(music); % le nbr d'echantillons égal à la taille du vecteur music
t=0:Ts:(N-1)*Ts;
plot(t,music)
title('representation temporelle d un signal audio ')
xlabel('t')
xlim([1 1.2]);
grid on
```



Lors de la lecture du signal, on remarque que la musique contient un bruit qu'on va devoir filtrer.

Détection de la fréquence du bruit par la transformée de fourier

```
fshift = (-N/2:N/2-1)*(fs/N); % le pas de discrétisation : fe/N
transfF=fft(music); % transformée de fourier
plot(fshift,fftshift(abs(transfF)));
title('representation fréquentielle du signal audio ')
xlabel('f')
ylabel('Amplitude')
```



D'après le spectre de fréquence, on remarque que la fréquence à éliminer est 5124 Hz.

Conception du filtre $H(t)$

```
fc=4700; %fréquence de coupure, 4700 car l'atténuation est de 0.7
f=(0:N-1)*(fs/N);
k=1;

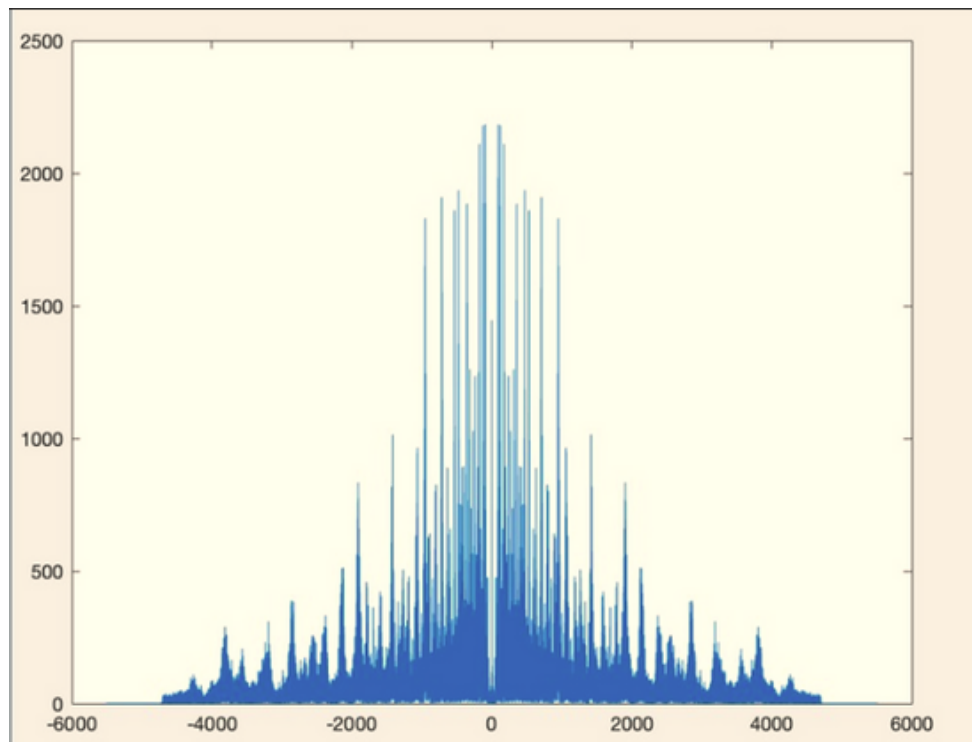
%Transmittance complexe
H=k./(1+j*(f/fc).^1000);

%Conception du filtre
H_filter = [H(1:floor(N/2)), flip(H(1:floor(N/2)))];

%Filtrage
f = transF(1:end-1).*H_filter;

%Signal filtré
filtered_sign=ifft(f,"symmetric");
plot(fshift(1:end-1), fftshift(abs(fft(filtered_sign))));
```

On ne choisit pas $f_c = 5124$ Hz comme fréquence de coupure, car nous avons à faire à un filtre analogique et non pas idéal. Ce dernier connaît une atténuation au niveau du gain et de la phase.



On définit un filtre passe-haut avec une fréquence de coupure de 4700 Hz et une atténuation rapide, comme déterminé par l'exposant de 1000 dans le dénominateur de la transmittance complexe H .

Après l'application du filtre on a pu remarquer que le son est plus au moins filtré du bruit qu'on entendait auparavant, sans perdre l'information.

Le paramètre K , qui est le gain du signal, influence directement l'amplitude du signal après filtrage. Plus K est élevé, plus l'amplitude du signal sortant sera élevée.

Nous pouvons améliorer la qualité du signal en augmentant l'ordre du filtre

Conclusion

En conclusion, ce TP sur le filtrage analogique a permis de mettre en pratique les concepts théoriques étudiés en cours. Nous avons utilisé un filtre passe-haut pour supprimer la composante à 50 Hz dans un signal d'entrée $x(t)$ qui était composé de trois sinusoïdes de fréquences différentes. Nous avons tracé le diagramme de Bode de ce filtre pour différentes pulsations de coupure ω_c et avons observé comment cela affectait le module de la fonction $H(f)$. Nous avons ensuite choisi une pulsation de coupure optimale et appliqué le filtrage dans l'espace des fréquences pour obtenir le signal $y(t)$ souhaité. Enfin, nous avons également utilisé les connaissances acquises pour résoudre un problème de dé-bruitage d'un signal sonore en utilisant un filtre passe-bande pour supprimer les bruits haute fréquence. En résumé, ce TP a permis de comprendre l'importance de la sélection d'un filtre adapté pour améliorer la qualité d'un signal et de mettre en pratique les concepts théoriques étudiés en cours.