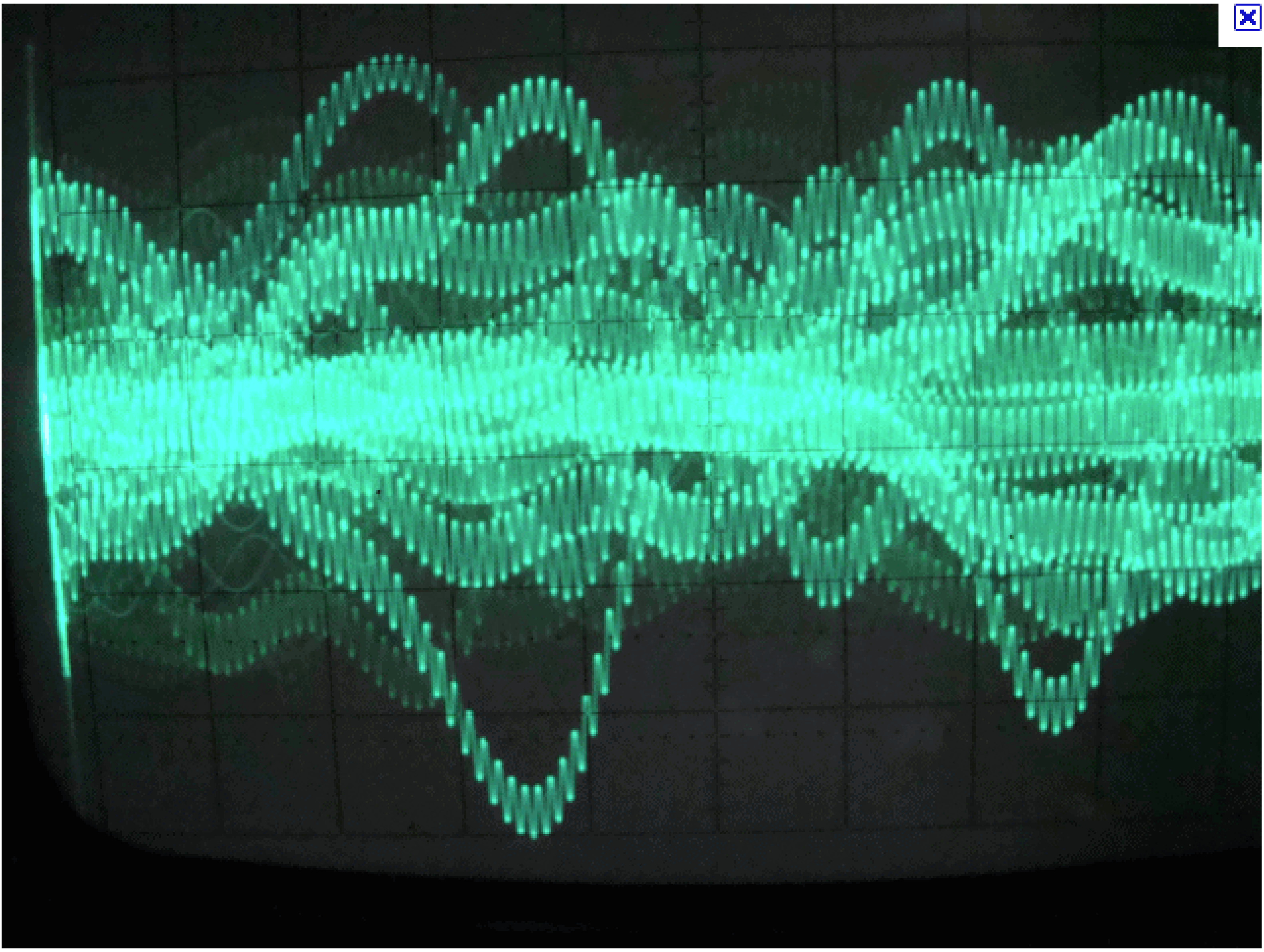
TP4

Filtrage Analogique

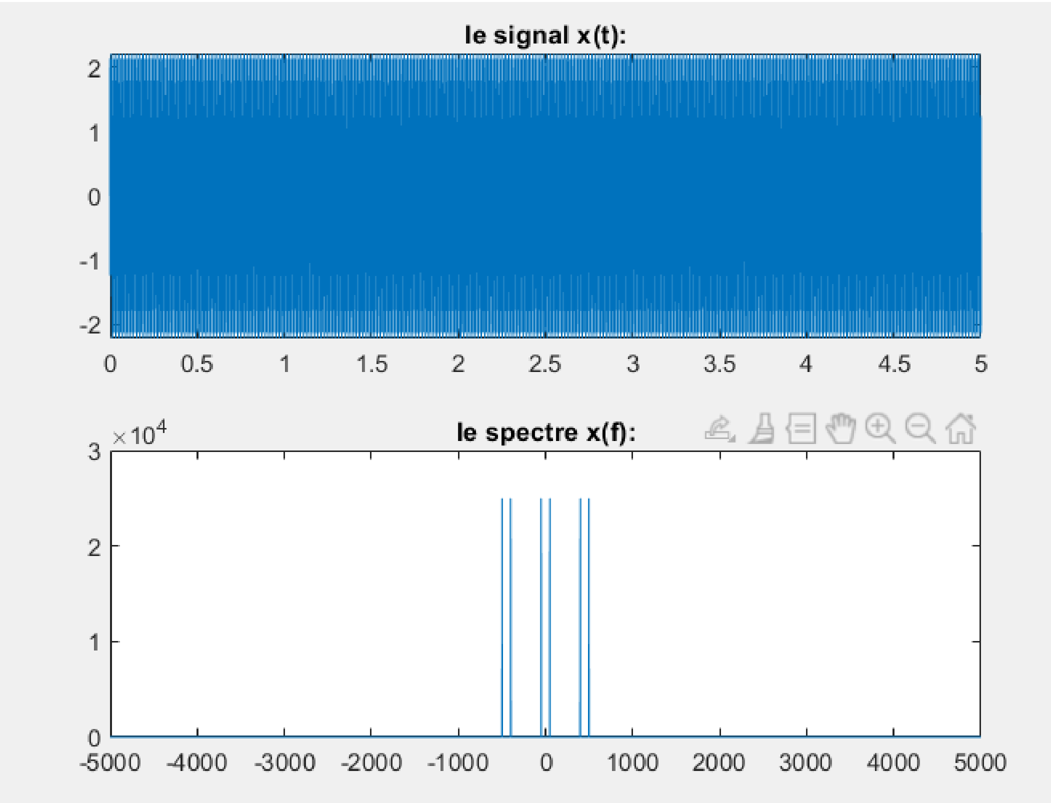


BENACHOUR Ayoub

Partie 1 :

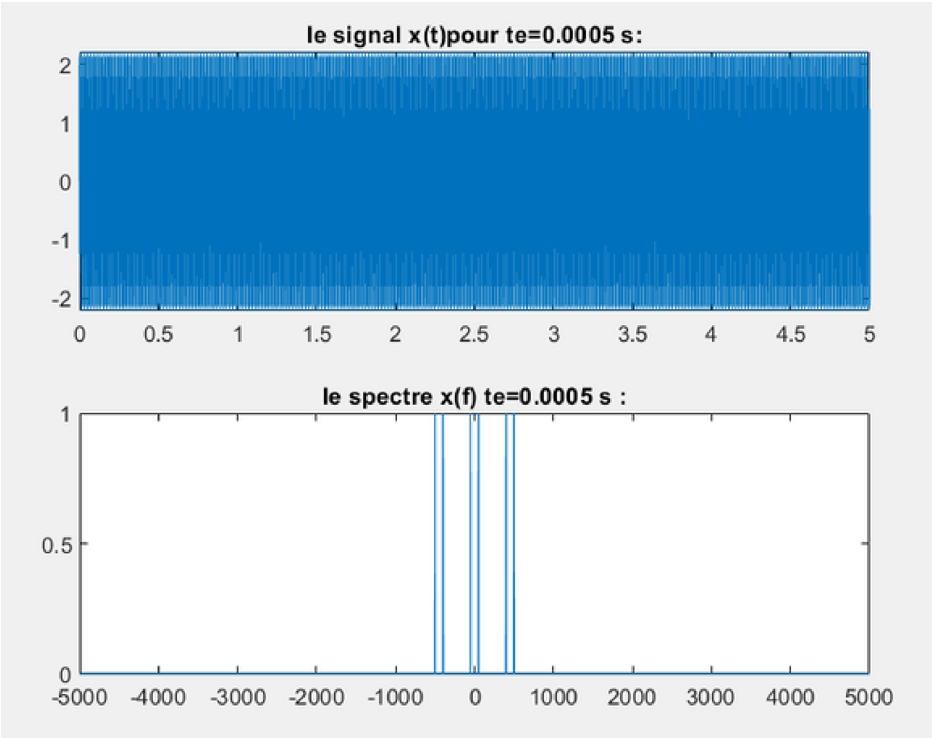
qst 1 qst 2

```
%Definition des variables et de signal
te = 1e-4 ;
fe = 1/te ;
t = 0:te:5-te ;
x = sin(2*pi*500*t)+ sin(2*pi*400*t)+ sin(2*pi* 50*t) ;
N = length(x);
f = (0:N-1)*(fe/N);
fshift = (-N/2:(N/2)-1)*fe/N;

%Definition de la fonction xt
 y = fft(x);
 subplot(2,1,1)
 plot(t,x)
 title('le signal x(t):');
 subplot(2,1,2)
 plot(fshift, fftshift(abs(y)/N)*2);
 title('le spectre x(f):');
```



qst 3

```
te =5e-4 ;
y = fft(x);
subplot(2,1,1)
plot(t,x)
title('le signal x(t)pour te=0.0005 s:');
subplot(2,1,2)
plot(fshift, fftshift(abs(y)/N)*2);
title('le spectre x(f) te=0.0005 s :');
```

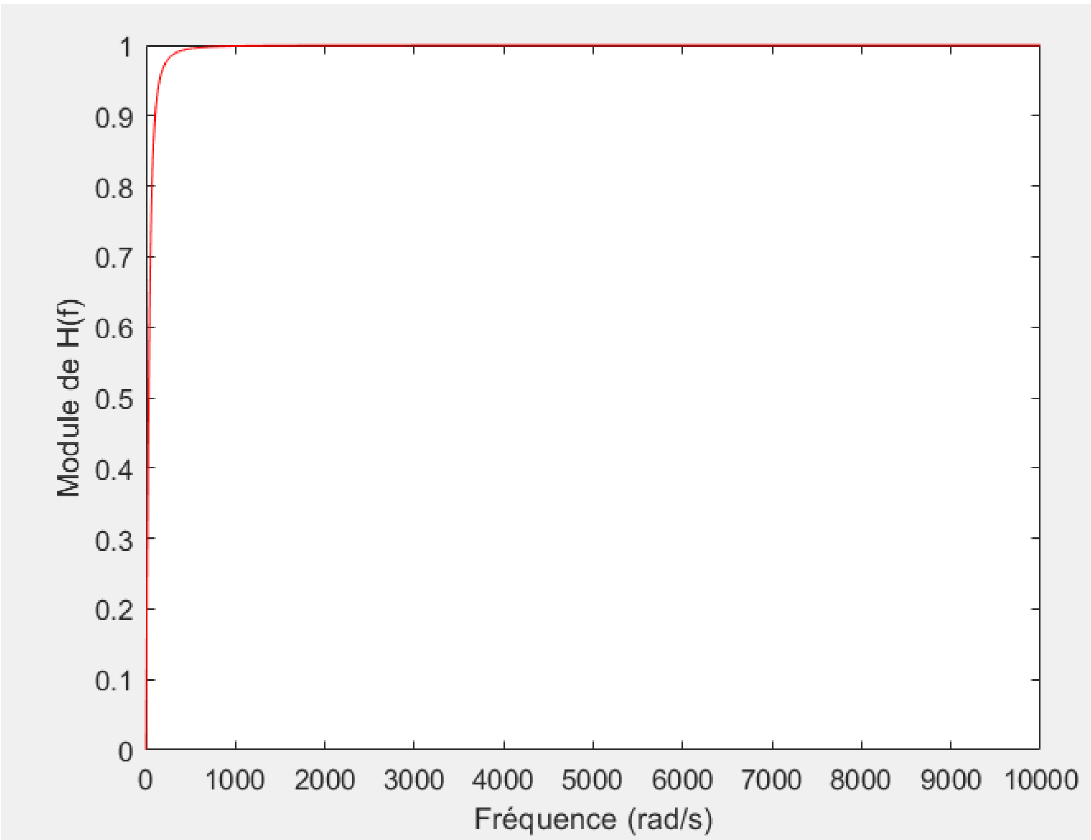


Explication :
Lorsqu'on augmente le pas d'échantillonnage Te , on remarque que les détails temporels du signal sont plus précis. Cela permet de capturer des variations plus rapides du signal d'origine.

qst 4

1. Tracer le module de la fonction H(f) avec K=1 et wc = 50 rad/s.

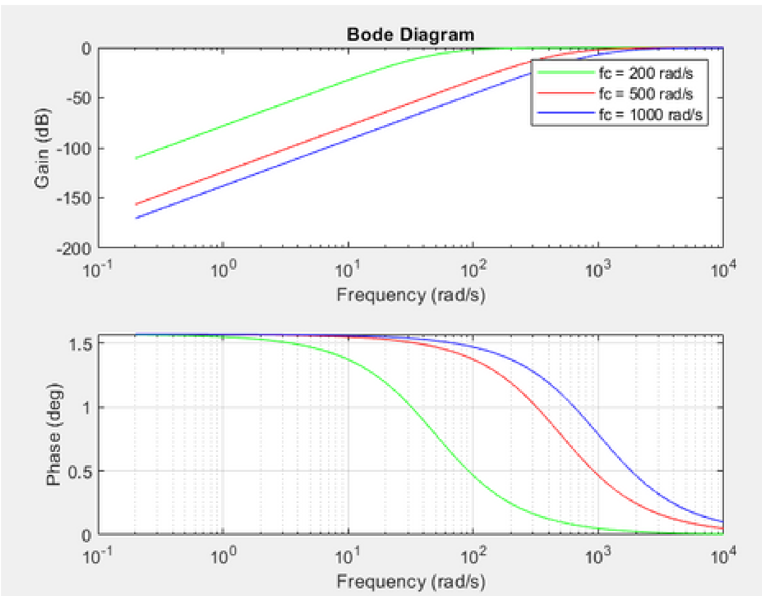
```
% la fonction de transmittance

K = 1 ;
f1=50;
f2=500;
f3=1000;

wc1=2*pi*f1;
wc2=2*pi*f2;
wc3=2*pi*f3;


w = 2*pi*f ;

H1 = (K*1j*w/wc1)./(1+1j*w/wc1) ;
H2 = (K*1j*w/wc2)./(1+1j*w/wc2) ;
H3 = (K*1j*w/wc3)./(1+1j*w/wc3) ;

plot(f,abs(H1),'r')
xlabel('Fréquence (rad/s)');
ylabel('Module de H(f)');
```



Explication :
on a créé un filtre passe-haut en utilisant la pulsation de coupure wc (50 rad/s) et la fréquence d'entrée w (2pif). Le module de H(f) qui est le gain, est ensuite tracé sur un graphique en fonction de la fréquence.Le graphique obtenu représente le module de la réponse fréquentielle du filtre passe-haut, c'est-à-dire la façon dont le filtre affecte différentes fréquences d'entrée. Les fréquences en dessous de la fréquence de coupure seront amplifiées, alors que les fréquences au-dessous de la fréquence de coupure seront atténuées.On peut voir sur le graphique que pour les fréquences en dessus de la fréquence de coupure (50 rad/s), le module de H(f) est proche de 1, cela signifie qu'il n'y a pas d'atténuation pour ces fréquences, donc elles passent à travers le filtre.

qst 5

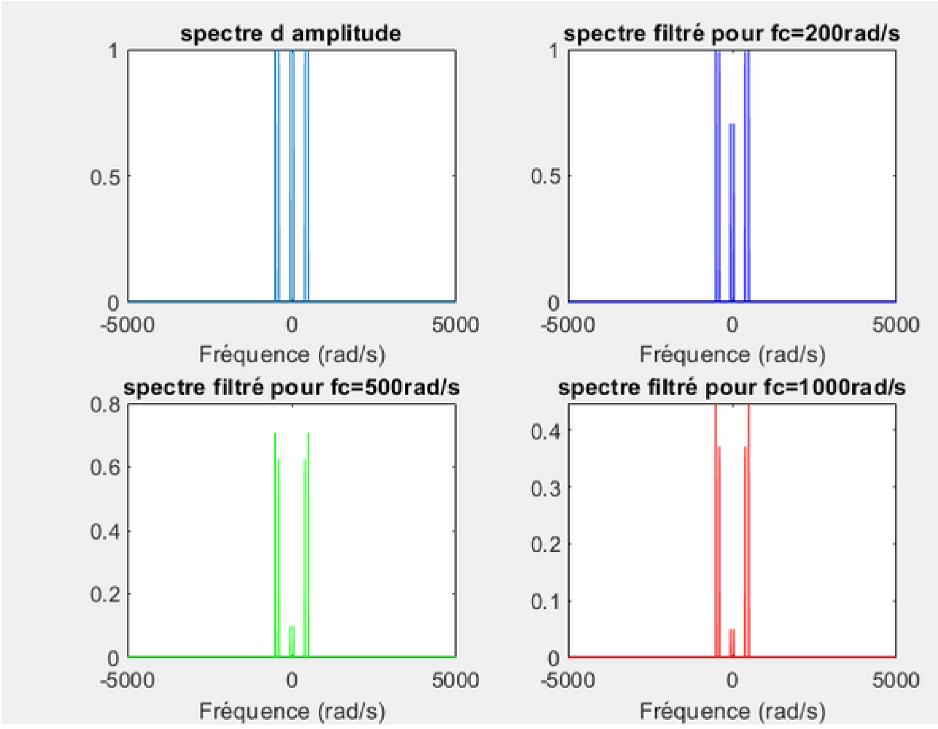
```
G1 = 20*log(abs(H1));
G2 = 20*log(abs(H2));
G3 = 20*log(abs(H3));

phi1 = angle(H1);
phi2 = angle(H2);
phi3 = angle(H3);



subplot(2,1,1)
semilogx(f,G1,'g',f,G2,'r',f,G3,'b')
ylabel('Gain (dB)')
xlabel('Frequency (rad/s)')
title('Bode Diagram')
legend('fc = 200 rad/s', 'fc = 500 rad/s', 'fc = 1000 rad/s');
subplot(2,1,2)
semilogx(f,phi1, 'g',f,phi2,'r',f,phi3,'b')
ylabel('Phase (deg)')
xlabel('Frequency (rad/s)')
grid on
```



Explication :
Le graphique obtenu est un diagramme de Bode, qui permet de visualiser la réponse fréquentielle d'un système en fonction de la fréquence. Il est composé de deux parties : l'amplitude (ou module) en fonction de la fréquence, et la phase en fonctionde la fréquence.
Dans ce cas, nous avons tracé le module de la fonction H(f) en dB (20 log |H(f)|) en utilisant des coordonnées semi logarithmiques pour les fréquences. Nous avons également tracé cette courbe pour différentes valeurs de la pulsation de coupure wc.
En résumé, plus la pulsation de coupure est petite, plus le filtre est passe haut et la transmittance sera plus élevée pour les fréquences élevées.

qst 6

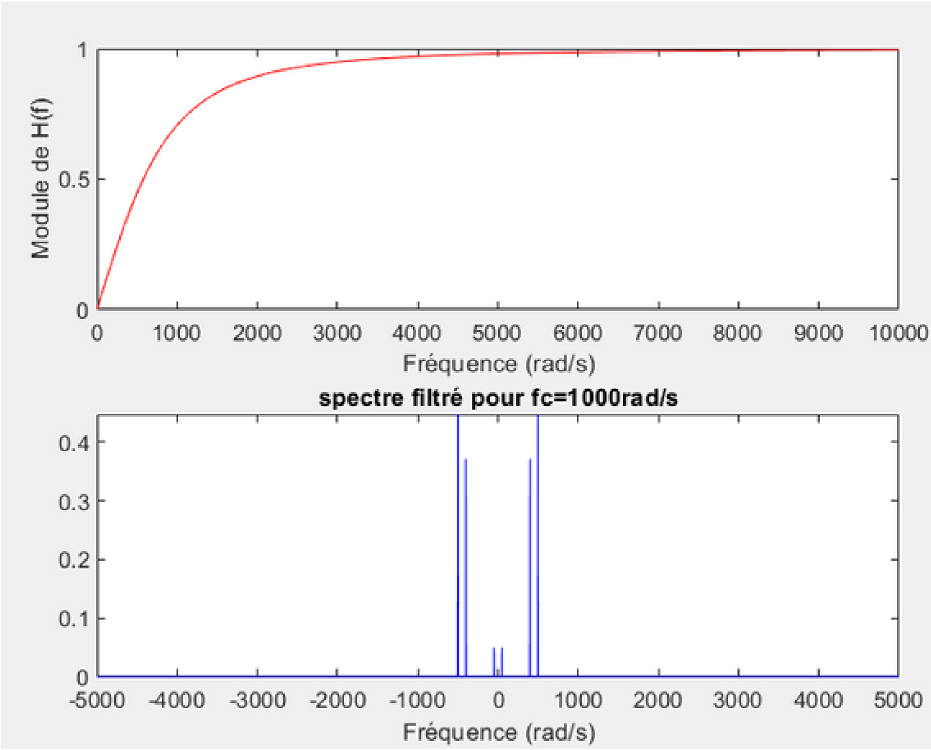
```
yt1 = y.*H1 ;
yt2 = y.*H2 ;
yt3 = y.*H3 ;
YT1 = ifft(yt1,"symmetric");
YT2 = ifft(yt2,"symmetric");
YT3 = ifft(yt3,"symmetric");
YT1_temp = fft(YT1);
YT2_temp = fft(YT2);
YT3_temp = fft(YT3);
subplot(2,2,1)
plot(fshift,2*fftshift(abs(y))/N);
xlabel('Fréquence (rad/s)');
title('spectre d amplitude');
subplot(2,2,2)
plot(fshift,2*fftshift(abs(YT1_temp))/N,'b');
xlabel('Fréquence (rad/s)');
title('spectre filtré pour fc=200rad/s');
subplot(2,2,3)
plot(fshift,2*fftshift(abs(YT2_temp))/N,'g');
xlabel('Fréquence (rad/s)');
title('spectre filtré pour fc=500rad/s');
subplot(2,2,4)
plot(fshift,2*fftshift(abs(YT3_temp))/N,'r');
xlabel('Fréquence (rad/s)');
title('spectre filtré pour fc=1000rad/s');
```



Explication :
A partir du code, on peut observer que ce filtre passe-haut est utilisé pour réduire les composantes de fréquences basses dans le signal "y" en utilisant différentes fréquences de coupure (200 rad/s, 500 rad/s, 1000 rad/s). Cela est fait en multipliant "y" avec des filtres de fréquence de coupure H1, H2 et H3 pour obtenir des signaux filtrés yt1, yt2 et yt3, respectivement. Ces signaux filtrés sont ensuite transformés en utilisant la transformée de Fourier inverse (IFFT) pour obtenir des signaux temporels YT1, YT2 et YT3, respectivement. Les signaux temporels filtrés sont ensuite transformés à nouveau en utilisant la transformée de Fourier (FFT) pour obtenir les spectres de fréquence correspondants YT1_temp, YT2_temp et YT3_temp. Les résultats de ces filtrages sont ensuite tracés pour une visualisation.

qst 7

```
K = 1 ;
f_choisie=1000;
wc_choisie=2*pi*f_choisie;
w = 2*pi*f ;
H = (K*1j*w/wc_choisie)./(1+1j*w/wc_choisie) ;
subplot(2,1,1)
plot(f,abs(H),'r')
xlabel('Fréquence (rad/s)');
ylabel('Module de H(f)');
subplot(2,1,2)
yt = y.*H ;
YT = ifft(yt,"symmetric");
YT_temp = fft(YT);
plot(fshift,2*fftshift(abs(YT_temp))/N,'b');
xlabel('Fréquence (rad/s)');
title('spectre filtré pour fc=1000rad/s');
```

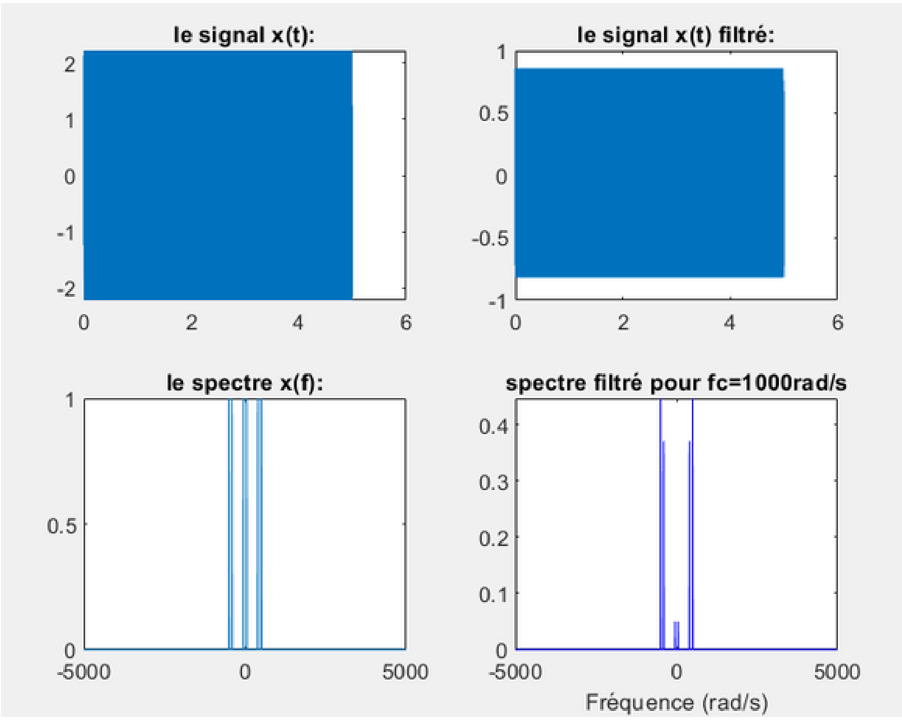


Explication :

le filtre n est pas ideal , car on ne peut jamais réaliser un filtre idéal , on aura toujours une perte d informations , mais , au moins il y a une grande attenuation des freqences non voulues grace a ce filtre passe-haut .

qst 8

```
subplot(2,2,1)
plot(t,x)
title('le signal x(t):');
subplot(2,2,2)
plot(t,YT);
title('le signal x(t) filtré:');
subplot(2,2,3)
plot(fshift, fftshift(abs(y)/N)*2);
title('le spectre x(f):');
subplot(2,2,4)
plot(fshift,2*fftshift(abs(YT_temp))/N,'b');
xlabel('Fréquence (rad/s)');
title('spectre filtré pour fc=1000rad/s');
```



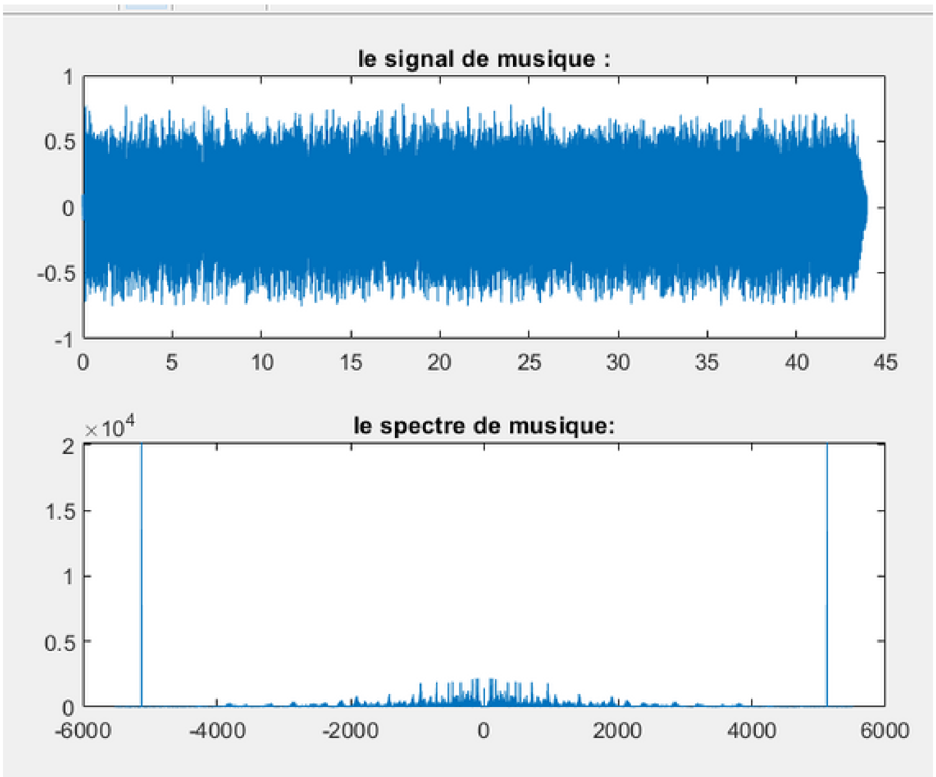
Explication :

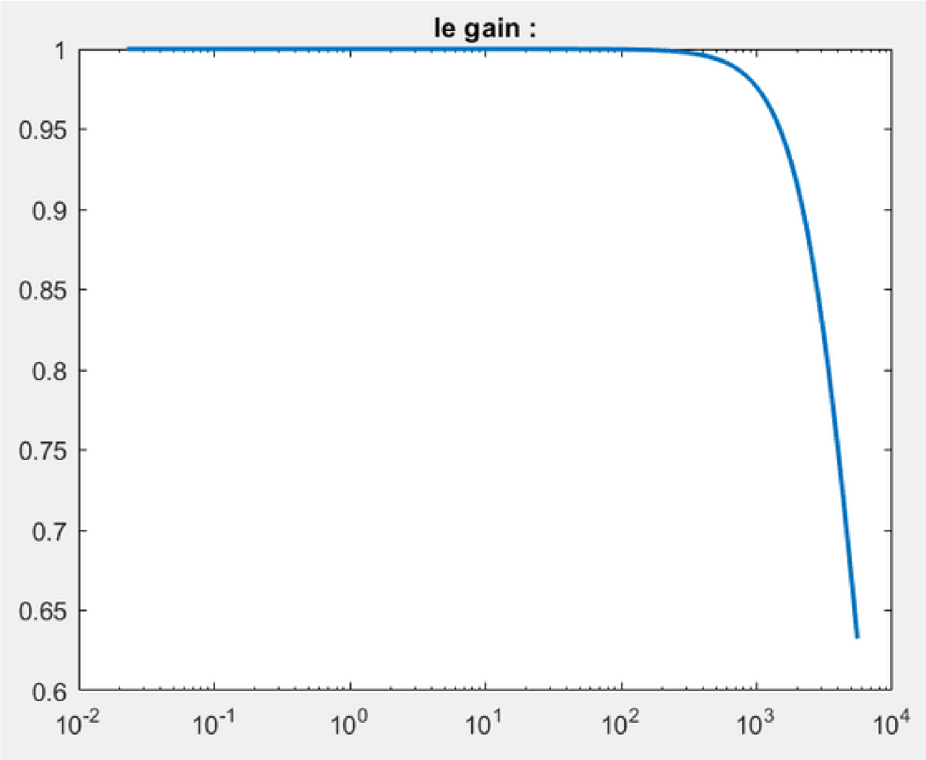
Un filtre passe-haut ne peut pas supprimer complètement toutes les informations indésirables car il ne peut sélectionner qu'une plage de fréquences élevées. Il y aura toujours des composantes de fréquences basses qui passeront à travers le filtre. De plus, la suppression de certaines fréquences peut entraîner une atténuation générale de l'amplitude du signal, car la suppression de certaines fréquences peut affecter la forme d'onde globale du signal.

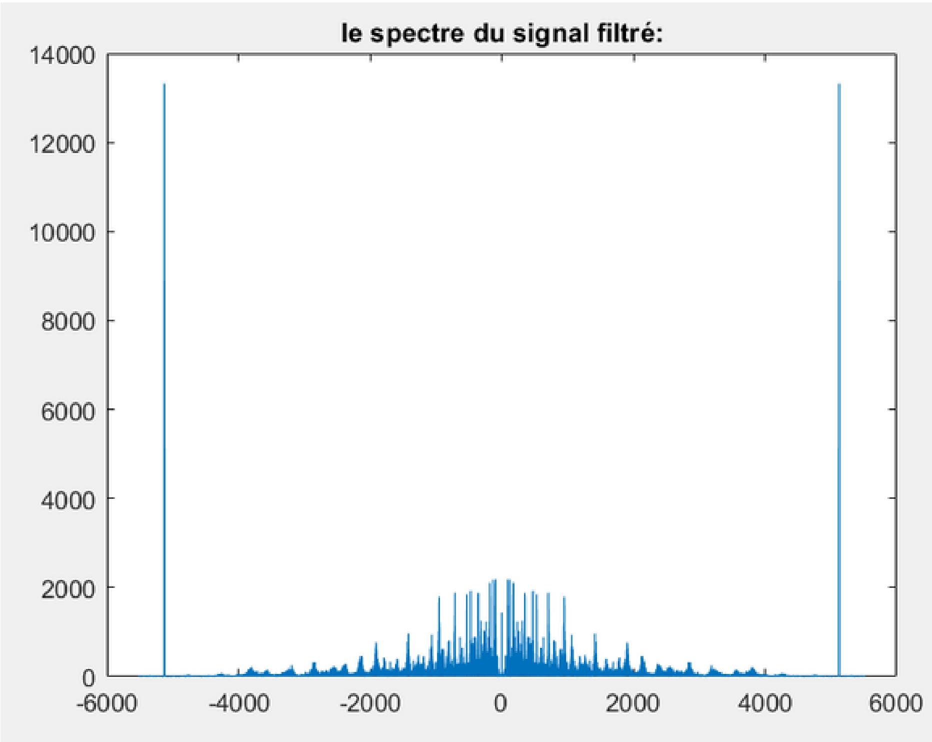
Partie 2 : Dé-bruitage d'un signal sonore:

qst 1

```
%qst 1
[music, fs] = audioread('test.wav');
%sound(music,fs);
music = music';
N=length(music);
te = 1/fs;
t = (0:N-1)*te;
N = length(music);

f = (0:N-1)*(fs/N);
fshift = (-N/2:N/2-1)*(fs/N);

spectre_music = fft(music);
subplot(2,1,1)
plot(t, music)
 title('le signal de musique :');
subplot(2,1,2)
plot(fshift,fftshift(abs(spectre_music)));
title('le spectre de musique:');


%%

k = 1;
fc = 4500;
%la transmitance complexe
h = k./(1+1j*(f/fc));

h_filter = [h(1:floor(N/2)), flip(h(1:floor(N/2)))];
y_filtr = spectre_music(1:end-1).*h_filter;
sig_filtred= ifft(y_filtr,"symmetric");
semilogx(f(1:floor(N/2)),abs( h(1:floor(N/2))),'linewidth',1.5)
title('le gain =10 :');
```



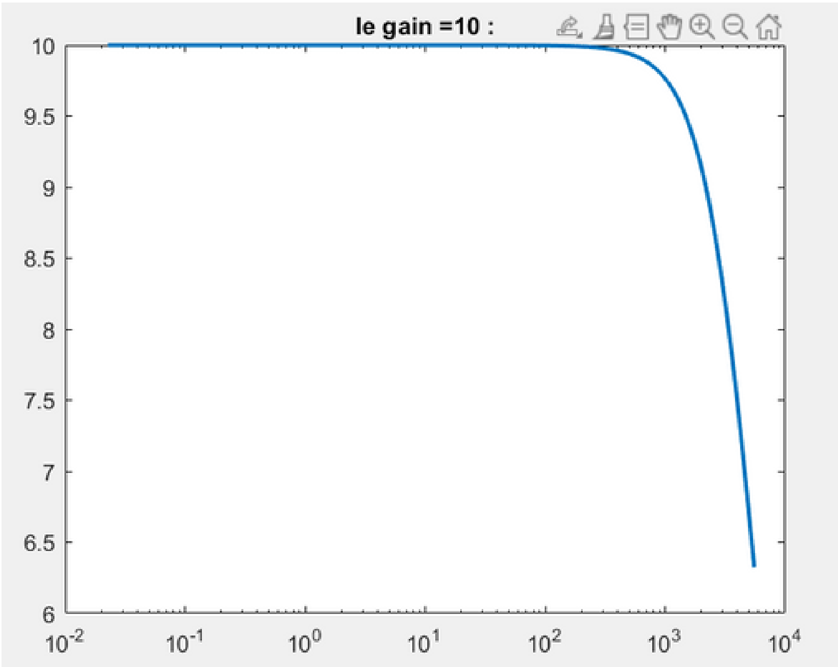


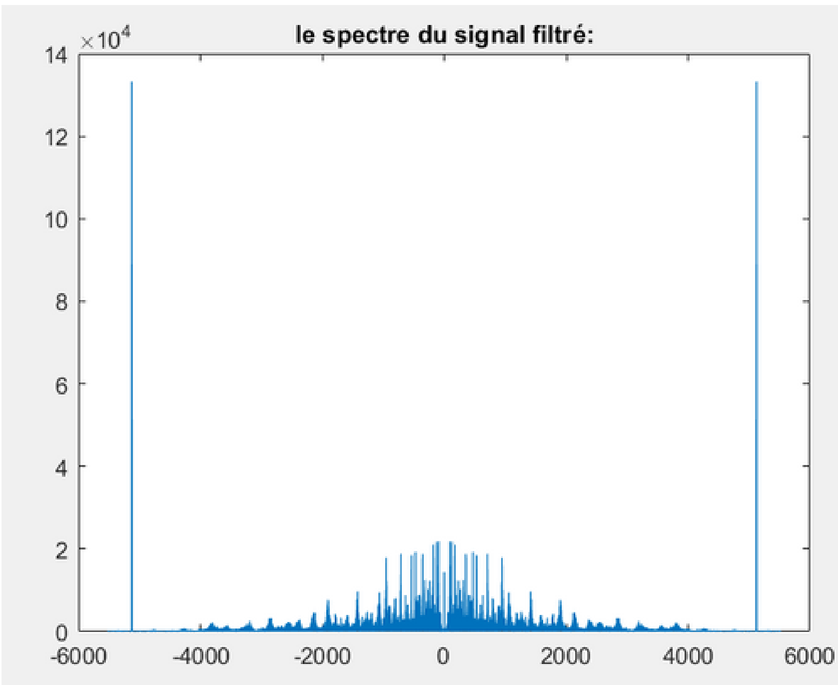


Explication :
on a dabord créé un filtre passe-bas en utilisant la réponse impulsionnelle . La fréquence de coupure (fc) est définie comme 4500Hz. et puis , on a utilisé une fonction de transfert complexe pour créer la réponse impulsionnelle du filtre, en utilisant un paramètre k=1 pour le gain et un ordre de 1 pour la réponse impulsionnelle. Ensuite, on a multiplié le spectre de la musique par la réponse impulsionnelle du filtre pour obtenir le signal filtré. et on a utilisé ensuite la transformée de Fourier inverse pour obtenir le signal temporel filtré. On observe qu on n a pas encore pu supprimer toutes les frequences indesirables .

qst 2

```
k = 10;
fc = 4500;
%la transmitance complexe
h = k./(1+1j*(f/fc));

h_filter = [h(1:floor(N/2)), flip(h(1:floor(N/2)))];
y_filtr = spectre_music(1:end-1).*h_filter;
sig_filtred= ifft(y_filtr,"symmetric");
semilogx(f(1:floor(N/2)),abs( h(1:floor(N/2))),'linewidth',1.5)
title('le gain =10 :');
%%

plot(fshift(1:end-1),fftshift(abs(fft(sig_filtred))));
%sound(sig_filtred,fs);
title('le spectre du signal filtré:');
```





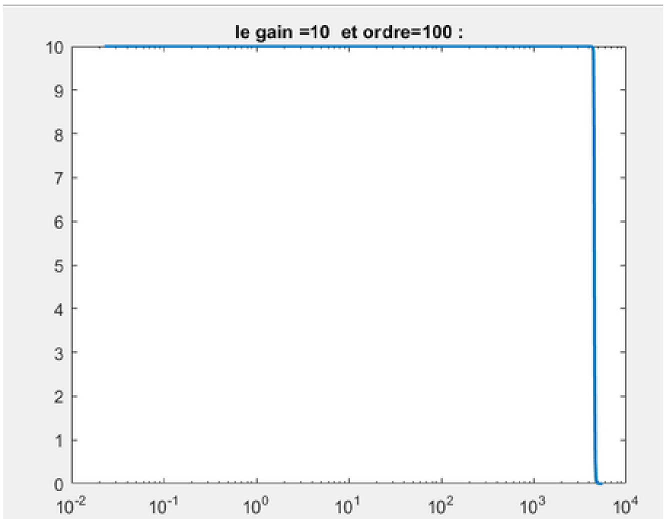
Explication :
Le paramètre K du filtre est le gain en amplitude à la fréquence de coupure (fc) du filtre. Il est utilisé pour augmenter ou diminuer l'amplitude des fréquences qui passent à travers le filtre. Plus le paramètre K est élevé, plus l'amplitude des fréquences autour de la fréquence de coupure sera élevée, et inversement. Il est utilisé pour ajuster l'amplitude des fréquences conservées par le filtre. Dans le code spécifié, le paramètre K est égal à 1, ce qui signifie qu'il n'y a pas de gain en amplitude appliqué aux fréquences qui passent à travers le filtre. Alors , lorsqu on augmenté le gain a 10 , cad amplification , on remarque un progres du qualité du signal .

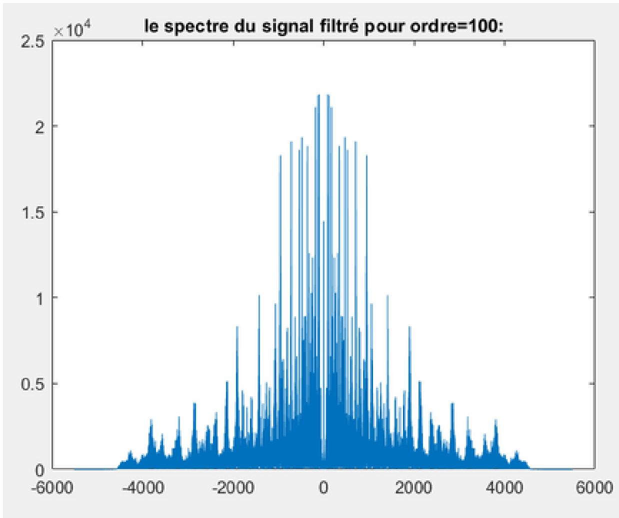
qst 3

le paramètre K du filtre correspond à l'amplitude de sortie du filtre.En effet , lorsqu on a augmenter K a 10, l'amplitude des fréquences qui passent à travers le filtre est élevée, c est l amplification .

qst 4

```
k = 10;
fc = 4500;
%la transmitance complexe
h = k./(1+1j*(f/fc).^100);

h_filter = [h(1:floor(N/2)), flip(h(1:floor(N/2)))];
y_filtr = spectre_music(1:end-1).*h_filter;
sig_filtred= ifft(y_filtr,"symmetric");
semilogx(f(1:floor(N/2)),abs( h(1:floor(N/2))),'linewidth',1.5)
title('le gain =10  et ordre=100 :');
%%
plot(fshift(1:end-1),fftshift(abs(fft(sig_filtred))));
%sound(sig_filtred,fs);
title('le spectre du signal filtré pour ordre=100:');
```





Lorsqu'on augmente l'ordre du filtre, cela signifie qu'on ajoute des termes supplémentaires à l'équation qui définit le filtre. Cela peut entraîner une amélioration de la réjection des fréquences indésirables, c'est-à-dire que les fréquences qui ne sont pas passées par le filtre seront réduites avec plus d'efficacité. Cependant, augmenter l'ordre du filtre peut également entraîner une augmentation de la distorsion du signal, car il peut y avoir une réaction plus importante aux fréquences proches de la fréquence de coupure. Dans ce cas particulier, lorsque le paramètre K est augmenté, on observe une augmentation de l'amplitude du signal final, ce qui peut rendre le son plus fort mais avec un risque d'écrêtage (saturation) et de distorsion.Ainsi , on est plus proche du signal ideal , cad il n y a pas de perte d infos , et le bruit sera supprime ,on n aura pas la bande de transition .