

# Rapport de Traitement du signal

Kévin Fardel et Rick Ghanem

10 janvier 2011

## Résumé

### Table des matières

<b>I</b>	<b>Exercice 1</b>	<b>3</b>
<b>II</b>	<b>Exercice 2</b>	<b>3</b>
<b>III</b>	<b>Exercice 3</b>	<b>5</b>
<b>1</b>	<b>Fonction <math>\frac{1-z^{-1}}{2}</math></b>	<b>5</b>
1.1	Réponse impulsionnelle . . . . .	6
1.2	Réponse indicielle . . . . .	7
1.3	Les zéros et les pôles . . . . .	7
<b>2</b>	<b>Fonction <math>\frac{1+z^{-1}}{2}</math></b>	<b>8</b>
2.1	Réponse impulsionnelle . . . . .	9
2.2	Réponse indicielle . . . . .	9
2.3	Les zéros et les pôles . . . . .	10
<b>3</b>	<b>Fonction <math>\frac{1-z^{-2}}{2}</math></b>	<b>10</b>
3.1	Réponse impulsionnelle . . . . .	11
3.2	Réponse indicielle . . . . .	12
3.3	Les zéros et les pôles . . . . .	12
<b>4</b>	<b>Fonction <math>\frac{2z^{-1}}{2-z^{-1}}</math></b>	<b>13</b>
4.1	Réponse impulsionnelle . . . . .	14
4.2	Réponse indicielle . . . . .	14
4.3	Les zéros et les pôles . . . . .	15
<b>5</b>	<b>Fonction <math>\frac{2z^{-1}-z^{-5}}{2-z^{-1}}</math></b>	<b>15</b>
5.1	Réponse impulsionnelle . . . . .	16
5.2	Réponse indicielle . . . . .	17
5.3	Les zéros et les pôles . . . . .	17
<b>IV</b>	<b>Exercice 4</b>	<b>18</b>

<b>V</b>	<b>Exercice 5</b>	<b>21</b>
<b>VI</b>	<b>Exercice 6</b>	<b>23</b>
<b>VII</b>	<b>Exercice 7</b>	<b>24</b>
<b>VIII</b>	<b>Annexe</b>	<b>24</b>
<b>1</b>	<b>Exercice1</b>	<b>24</b>
<b>2</b>	<b>Exercice2</b>	<b>24</b>
<b>3</b>	<b>Exercice3</b>	<b>25</b>
3.1	Fonction $\frac{1-z^{-1}}{2}$ . . . . .	25
3.2	Fonction $\frac{1+z^{-1}}{2}$ . . . . .	26
3.3	Fonction $\frac{1-z^{-2}}{2}$ . . . . .	27
3.4	Fonction $\frac{2z^{-1}}{2-z^{-1}}$ . . . . .	28
3.5	Fonction $\frac{2z^{-1}-z^{-5}}{2-z^{-1}}$ . . . . .	29
<b>4</b>	<b>Exercice 4</b>	<b>30</b>
<b>5</b>	<b>Exercice 5</b>	<b>31</b>
<b>6</b>	<b>Exercice 6</b>	<b>31</b>
<b>7</b>	<b>Exercice 7</b>	<b>33</b>
<b>8</b>	<b>Fonction échelon</b>	<b>33</b>

## Table des codes sources

1	Code source pour l'exercice 2 . . . . .	24
2	Code source pour l'exercice 3 fonction $\frac{1-z^{-1}}{2}$ . . . . .	25
3	Code source pour l'exercice 3 fonction $\frac{1+z^{-1}}{2}$ . . . . .	26
4	Code source pour l'exercice 3 fonction $\frac{1-z^{-2}}{2}$ . . . . .	27
5	Code source pour l'exercice 3 fonction $\frac{2z^{-1}}{2-z^{-1}}$ . . . . .	28
6	Code source pour l'exercice 3 fonction $\frac{2z^{-1}-z^{-5}}{2-z^{-1}}$ . . . . .	29
7	Code source pour l'exercice 4 . . . . .	30
8	Code source pour l'exercice 6 . . . . .	31
9	Fonction pour créer un echelon . . . . .	33

## Première partie

### Exercice 1

La figure suivante nous montre la porte sur l'intervalle  $[-32\ 32]$  :

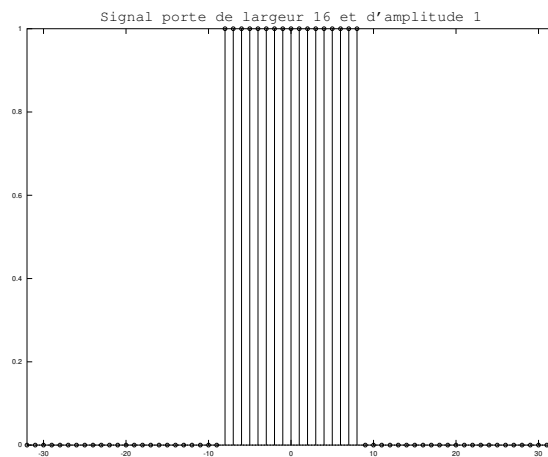


FIGURE 1 – Signal porte sur l'intervalle  $[-32\ 32]$

La transformée de Fourier de la porte sur l'intervalle  $[0\ 0.5]$  en fréquence réduite donne la courbe ci dessous :

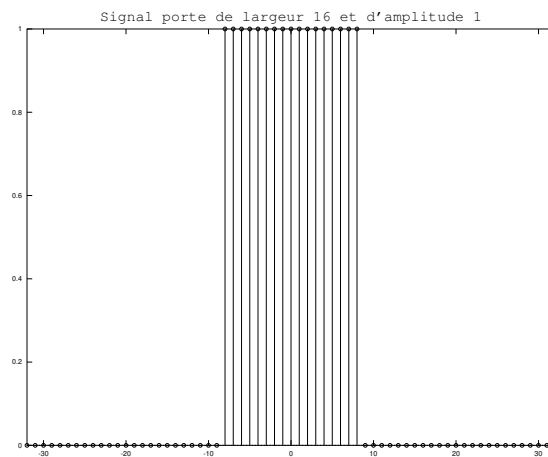


FIGURE 2 – Signal porte sur l'intervalle  $[-32\ 32]$

## Deuxième partie

### Exercice 2

Dans cette exercice nous faisons appel à une fonction annexe pour récupérer la fonction échelon.

Cette fonction prend en paramètre le vecteur représentant l'intervalle de visualisation ainsi que le décalage que l'on souhaite appliquer à l'échelon.

La courbe ci dessous nous illustre le filtre discret que nous avons à disposition :

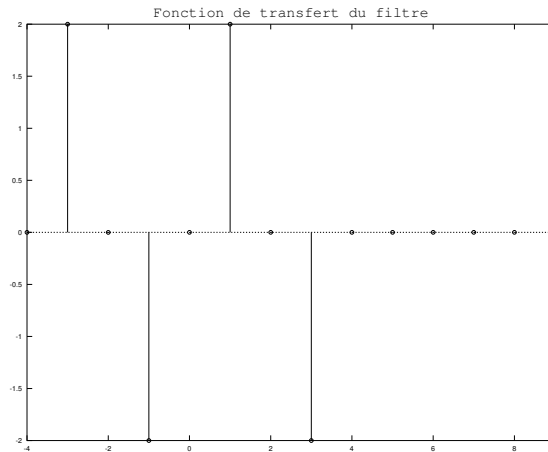


FIGURE 3 – Fonction de transfert du filtre  $2 * \sin(\frac{n*\pi}{2})[u(n+3) - u(n-4)]$

Le signal d'entrée défini par la fonction  $\frac{n}{2}[u(n) - u(n-6)]$  est le suivant :

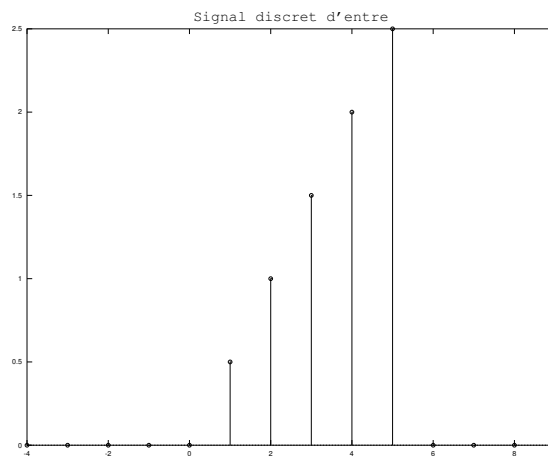


FIGURE 4 – Signal d'entrée

La réponse impulsion du filtre précédent nous donne la figure suivante :

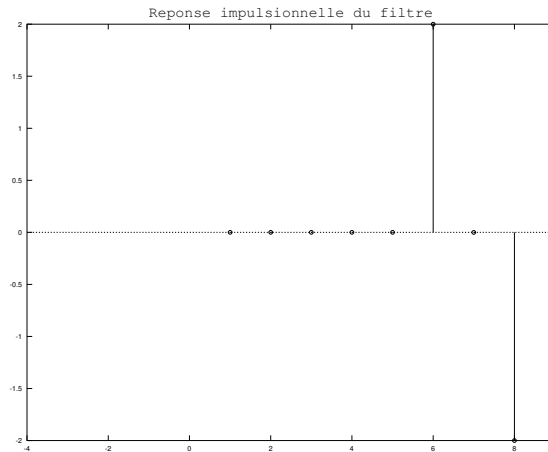


FIGURE 5 – Réponse impulsionnelle du filtre

Le produit de convolution du filtre et du signal nous donne le signal ci dessous :

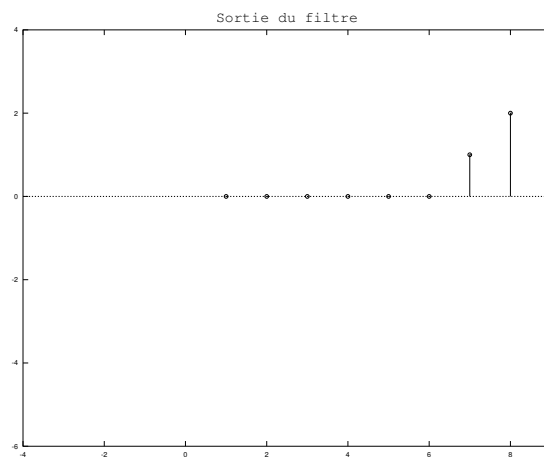


FIGURE 6 – Signal en sortie du filtre

## Troisième partie

### Exercice 3

#### 1 Fonction $\frac{1-z^{-1}}{2}$

Nous commençons par afficher le diagramme de gain en décibel (7) ainsi que le diagramme de phase en radians (8) pour déterminer la nature du filtre représenté par cette fonction de transfert.

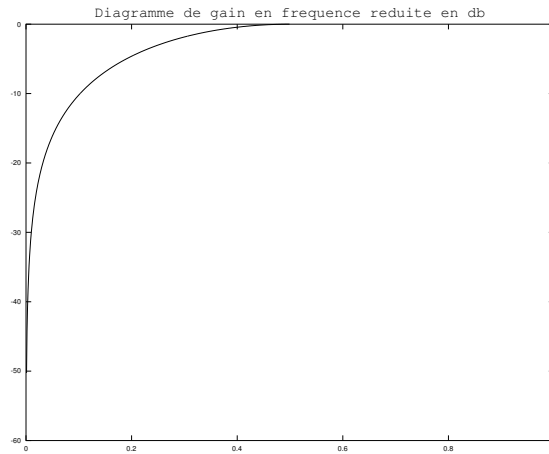


FIGURE 7 – Diagramme de gain de la fonction  $\frac{1-z^{-1}}{2}$  en dB

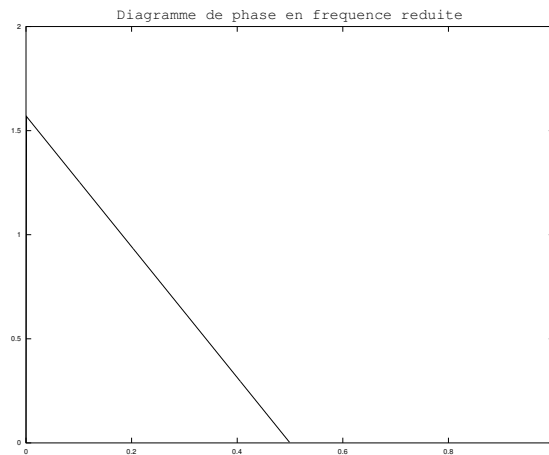


FIGURE 8 – Diagramme de phase de la fonction  $\frac{1-z^{-1}}{2}$  en radians

Nous pouvons donc constater que cette fonction de transfert en  $z$  correspond à un filtre passe haut.

## 1.1 Réponse impulsionnelle

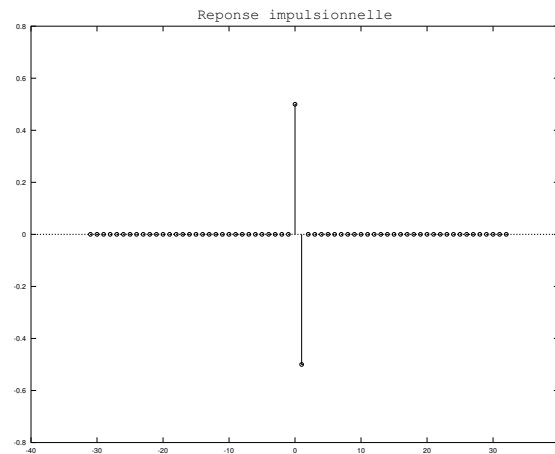


FIGURE 9 – Réponse impulsionnelle de la fonction  $\frac{1-z^{-1}}{2}$

## 1.2 Réponse indicielle

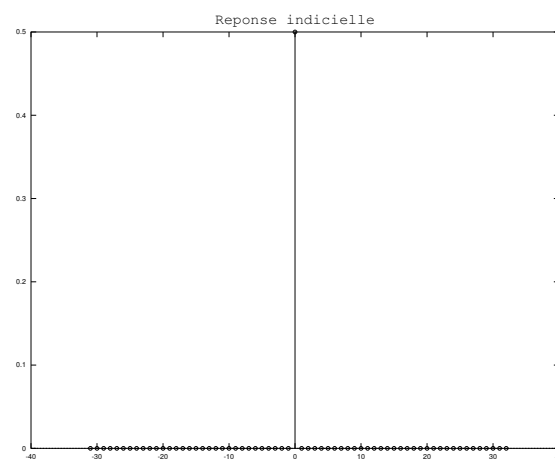
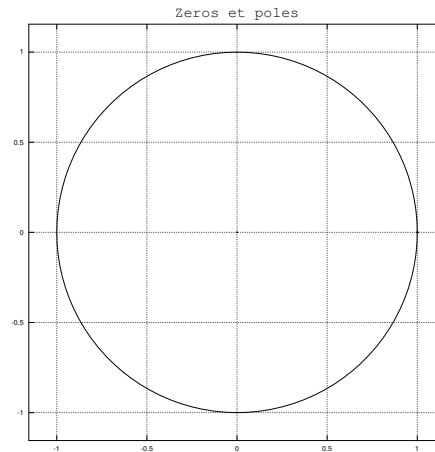


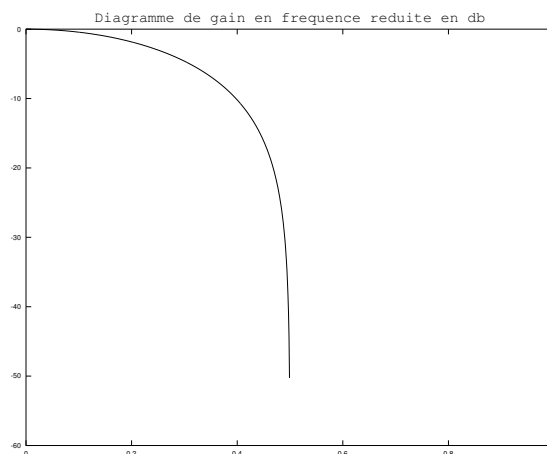
FIGURE 10 – Réponse indicielle de la fonction  $\frac{1-z^{-1}}{2}$

## 1.3 Les zéros et les pôles

FIGURE 11 – Les zéros et les pôles de la fonction  $\frac{1-z^{-1}}{2}$ 

## 2 Fonction $\frac{1+z^{-1}}{2}$

Nous commençons par afficher le diagramme de gain en décibel (12) ainsi que le diagramme de phase en radians (13) pour déterminer la nature du filtre représenté par cette fonction de transfert.

FIGURE 12 – Diagramme de gain de la fonction  $\frac{1+z^{-1}}{2}$  en dB



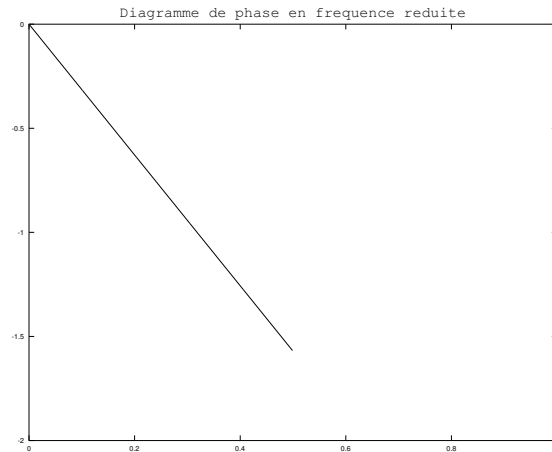


FIGURE 13 – Diagramme de phase de la fonction  $\frac{1+z^{-1}}{2}$  en radians

Nous pouvons donc constater que cette fonction de transfert en  $z$  correspond à un filtre passe bas.

## 2.1 Réponse impulsionnelle

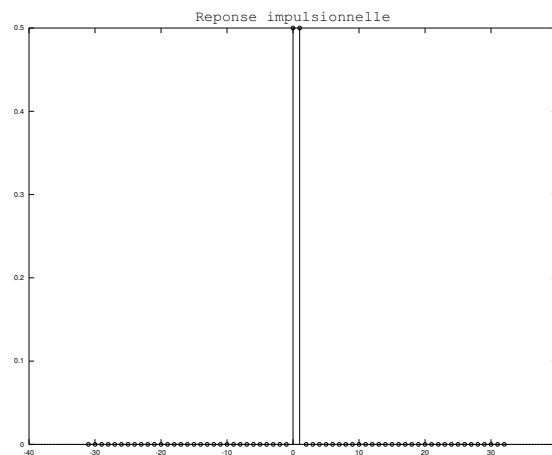
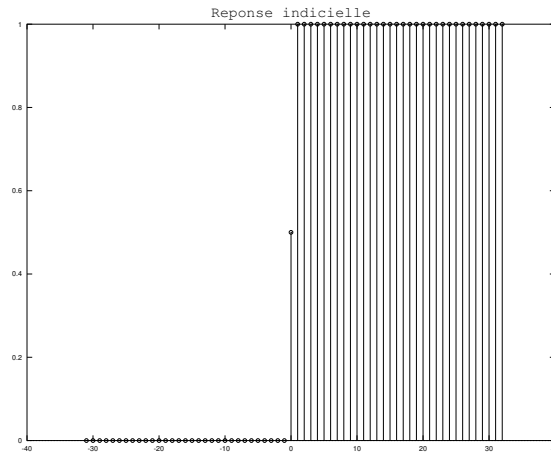
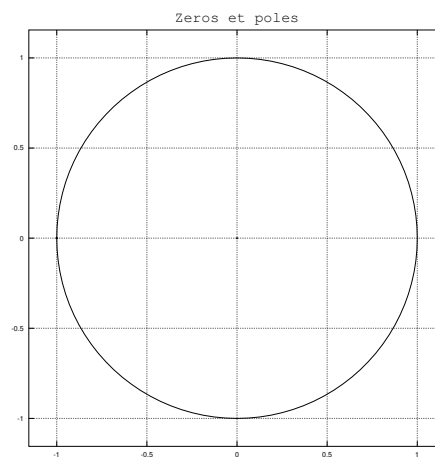


FIGURE 14 – Réponse impulsionnelle de la fonction  $\frac{1+z^{-1}}{2}$

## 2.2 Réponse indicielle

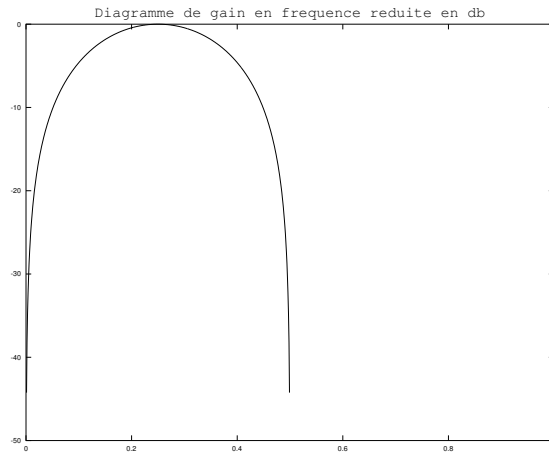
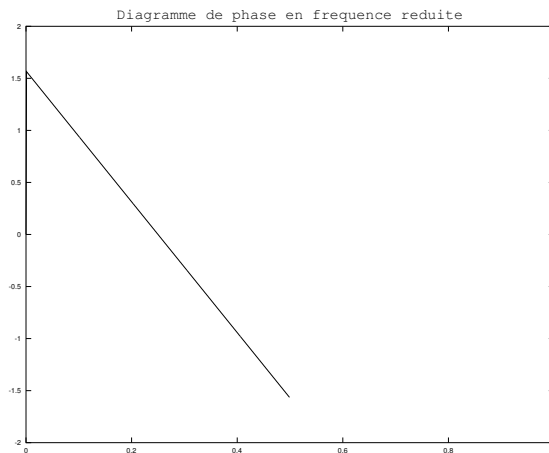
FIGURE 15 – Réponse indicielle de la fonction  $\frac{1+z^{-1}}{2}$ 

### 2.3 Les zéros et les pôles

FIGURE 16 – Les zéros et les pôles de la fonction  $\frac{1+z^{-1}}{2}$ 

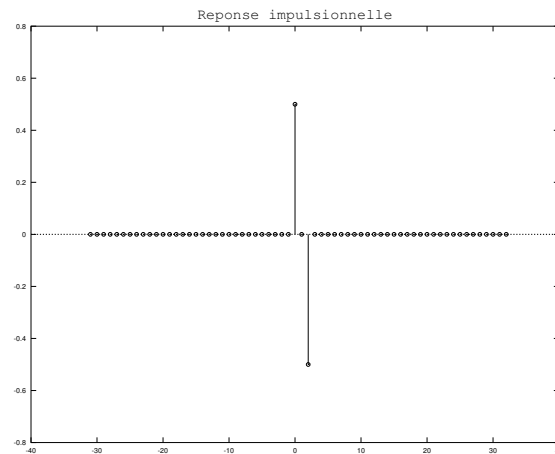
## 3 Fonction $\frac{1-z^{-2}}{2}$

Nous commençons par afficher le diagramme de gain en décibel (17) ainsi que le diagramme de phase en radians (18) pour déterminer la nature du filtre représenté par cette fonction de transfert.

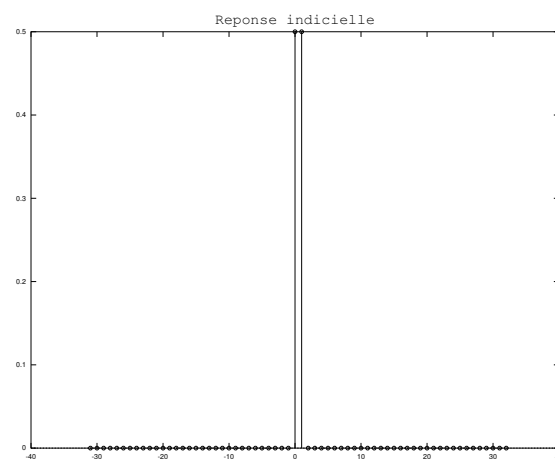
FIGURE 17 – Diagramme de gain de la fonction  $\frac{1-z^{-2}}{2}$  en dBFIGURE 18 – Diagramme de phase de la fonction  $\frac{1-z^{-2}}{2}$  en radians

Nous pouvons donc constater que cette fonction de transfert en  $z$  correspond à un filtre passe bande.

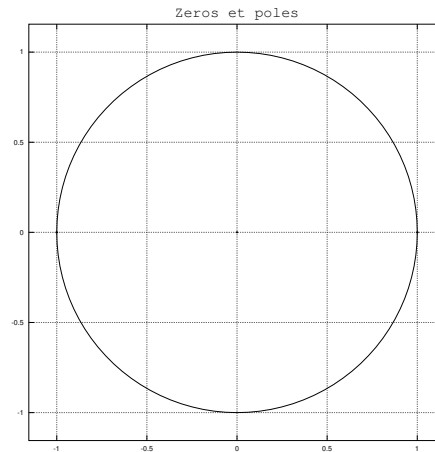
### 3.1 Réponse impulsionnelle

FIGURE 19 – Réponse impulsionnelle de la fonction  $\frac{1-z^{-2}}{2}$ 

### 3.2 Réponse indicielle

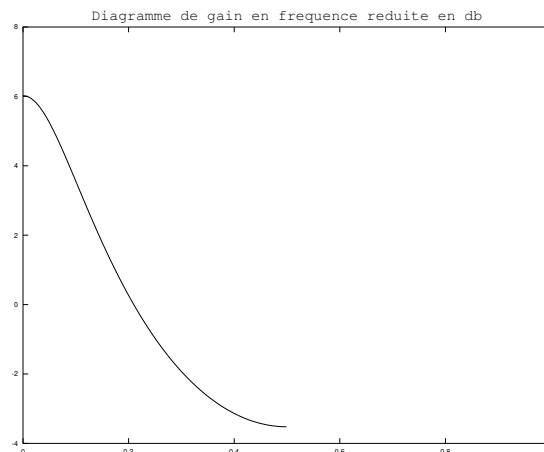
FIGURE 20 – Réponse indicielle de la fonction  $\frac{1-z^{-2}}{2}$ 

### 3.3 Les zéros et les pôles

FIGURE 21 – Les zéros et les pôles de la fonction  $\frac{1-z^{-2}}{2}$ 

#### 4 Fonction $\frac{2z^{-1}}{2-z^{-1}}$

Nous commençons par afficher le diagramme de gain en décibel (22) ainsi que le diagramme de phase en radians (23) pour déterminer la nature du filtre représenté par cette fonction de transfert.

FIGURE 22 – Diagramme de gain de la fonction  $\frac{2z^{-1}}{2-z^{-1}}$  en dB

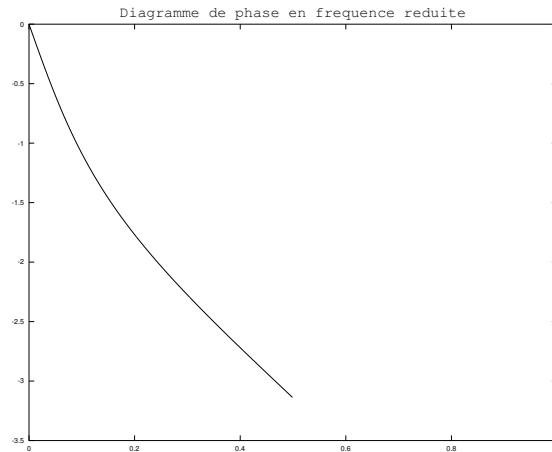


FIGURE 23 – Diagramme de phase de la fonction  $\frac{2z^{-1}}{2-z^{-1}}$  en radians

Nous pouvons donc constater que cette fonction de transfert en  $z$  correspond à un filtre passe bas.

#### 4.1 Réponse impulsionnelle

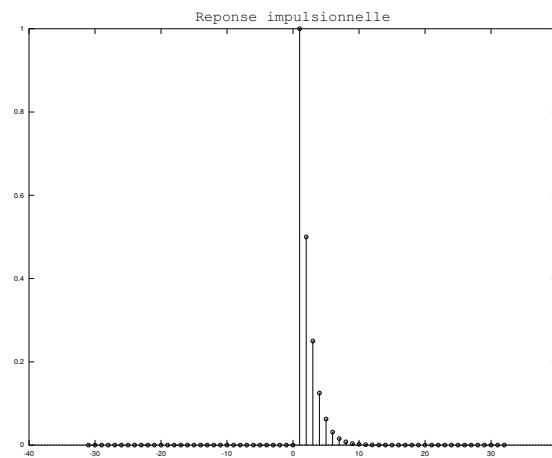
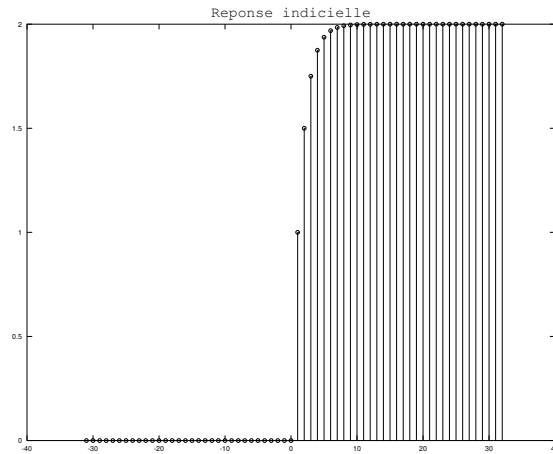
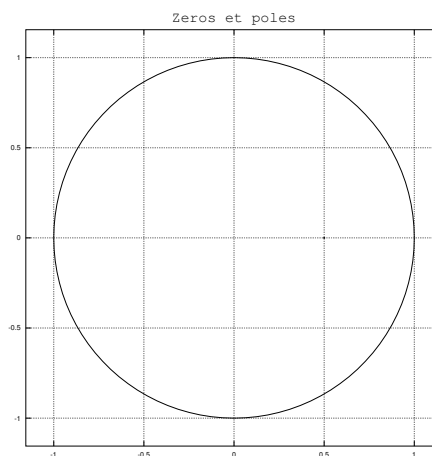


FIGURE 24 – Réponse impulsionnelle de la fonction  $\frac{2z^{-1}}{2-z^{-1}}$

#### 4.2 Réponse indicielle

FIGURE 25 – Réponse indicielle de la fonction  $\frac{2z^{-1}}{2-z^{-1}}$ 

### 4.3 Les zéros et les pôles

FIGURE 26 – Les zéros et les pôles de la fonction  $\frac{2z^{-1}}{2-z^{-1}}$ 

## 5 Fonction $\frac{2z^{-1}-z^{-5}}{2-z^{-1}}$

Nous commençons par afficher le diagramme de gain en décibel (27) ainsi que le diagramme de phase en radians (28) pour déterminer la nature du filtre représenté par cette fonction de transfert.

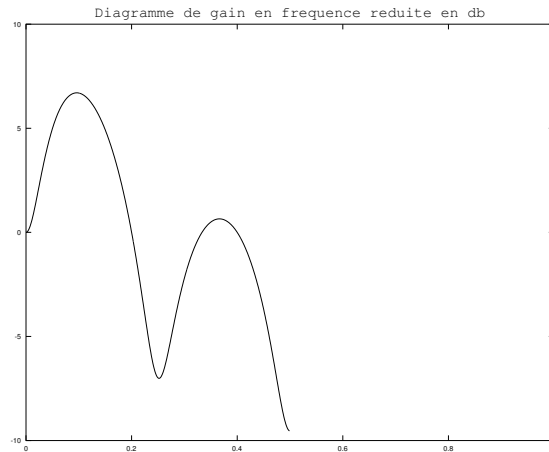


FIGURE 27 – Diagramme de gain de la fonction  $\frac{2z^{-1}-z^{-5}}{2-z^{-1}}$  en dB

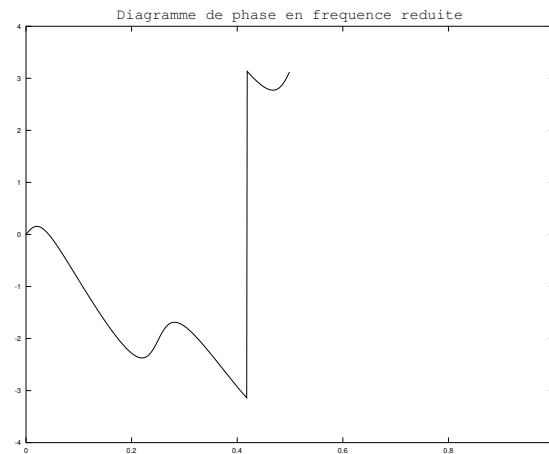


FIGURE 28 – Diagramme de phase de la fonction  $\frac{2z^{-1}-z^{-5}}{2-z^{-1}}$  en radians

Nous pouvons donc constater que cette fonction de transfert en  $z$  correspond à un filtre coupe bande.

## 5.1 Réponse impulsionnelle



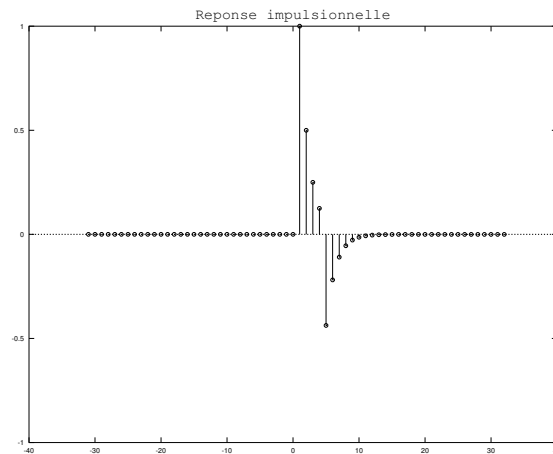


FIGURE 29 – Réponse impulsionnelle de la fonction  $\frac{2z^{-1}-z^{-5}}{2-z^{-1}}$

## 5.2 Réponse indicielle

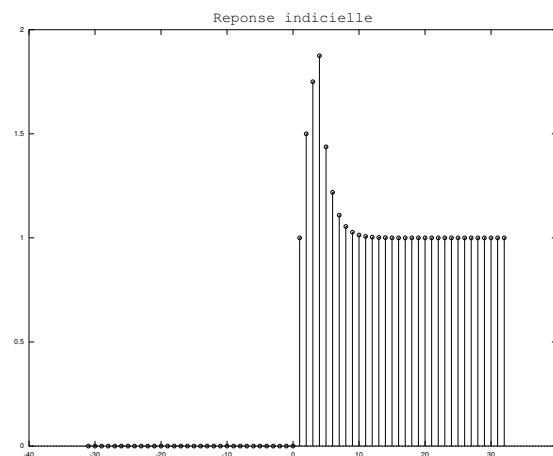


FIGURE 30 – Réponse indicielle de la fonction  $\frac{2z^{-1}-z^{-5}}{2-z^{-1}}$

## 5.3 Les zéros et les pôles

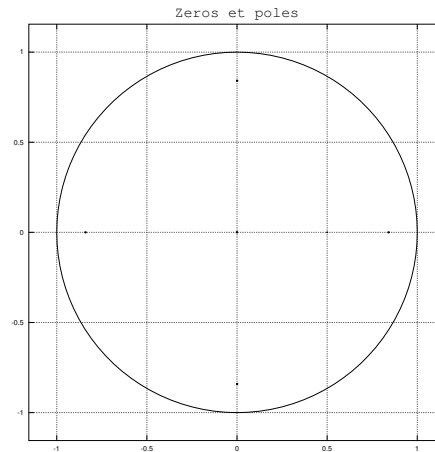


FIGURE 31 – Les zéros et les pôles de la fonction  $\frac{2z^{-1}-z^{-5}}{2-z^{-1}}$

## Quatrième partie

### Exercice 4

Nous créons un filtre passe bas de type Butterworth avec les caractéristiques suivantes :

- Fréquence d'échantillonnage : 8 kHz
- Fréquence de coupure : 1 kHz
- Largeur de transition : 200 Hz
- Ondulation maximale dans la bande passante : 1 dB
- Atténuation minimale dans la bande coupée : 40 dB

Les trois figures suivantes nous la réponse impulsionnelle, les pôles et les zéros ainsi que la fonction de transfert du filtre que nous avons créé.

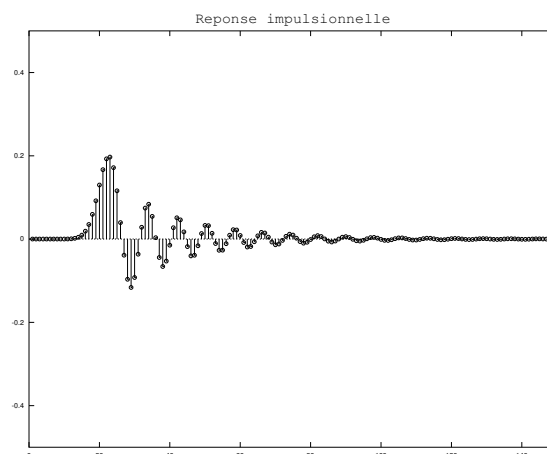


FIGURE 32 – Réponse impulsionnelle du filtre de Butterworth

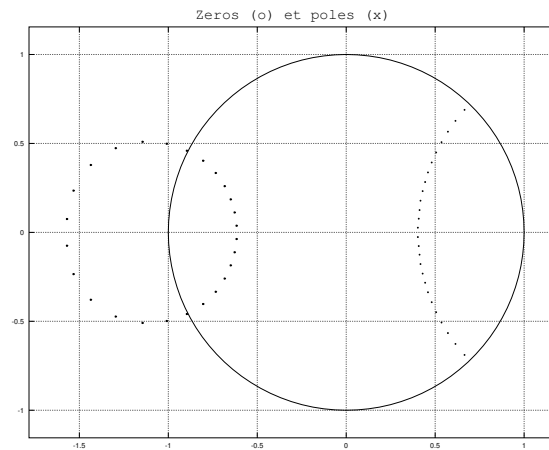


FIGURE 33 – Les pôles et les zéros du filtre de Butterworth

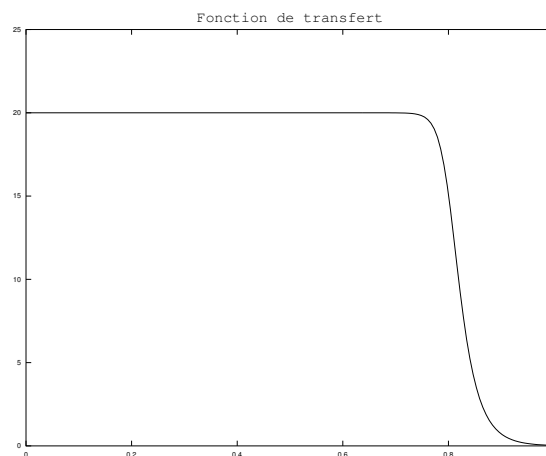


FIGURE 34 – Fonction de transfert du filtre de Butterworth

Le signal composé de deux sinusoïdes, une de fréquence 800 Hz et l'autre de fréquence 1.4kHz toutes deux échantillonnées à 8 kHz nous donne le signal suivant :

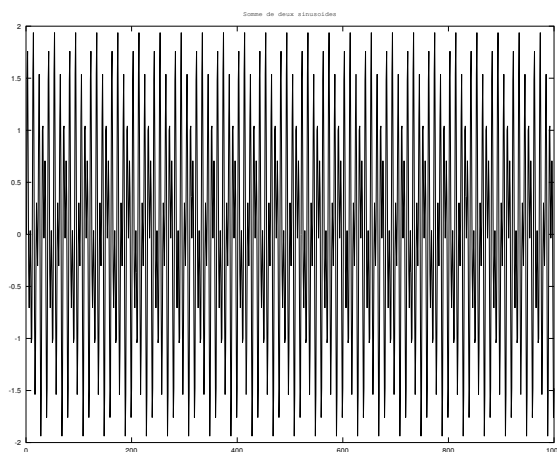


FIGURE 35 – Signal formé de deux sinusoïdes

Le spectre de ce signal avant filtrage est représenté ci dessous :

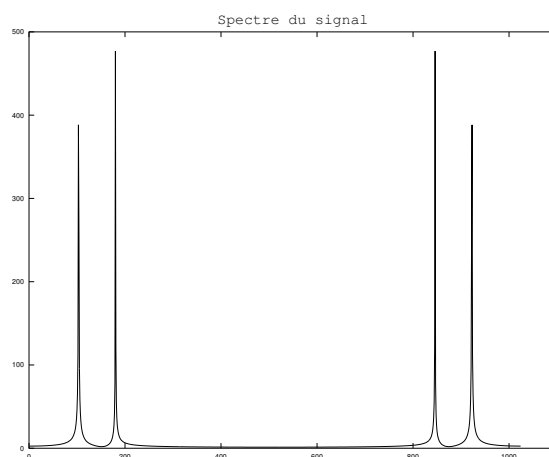


FIGURE 36 – Spectre d'entrée

Une fois que nous lui avons appliqué le filtre nous obtenons :

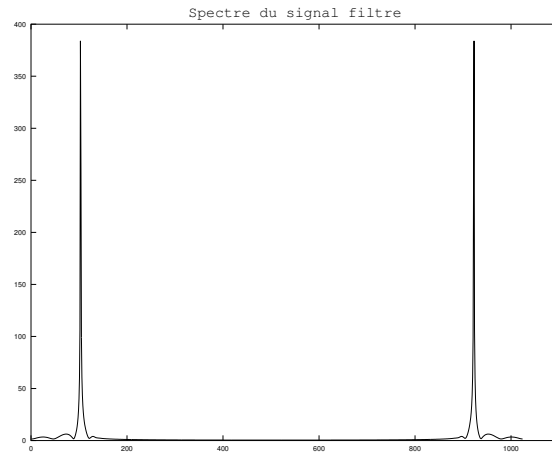


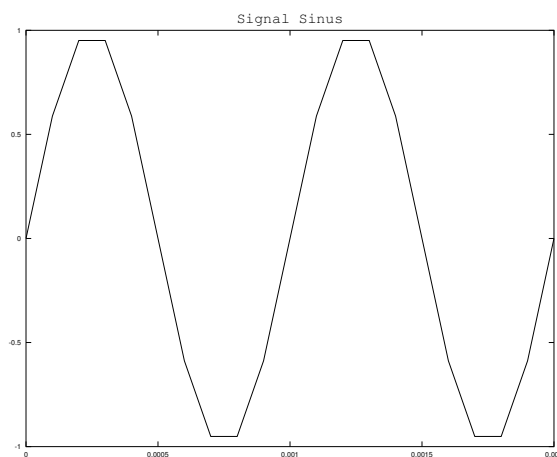
FIGURE 37 – Spectre de sortie

## Cinquième partie

### Exercice 5

Nous créons une fonction sinus avec les caractéristiques suivantes :

- Fréquence d'échantillonnage : 10 kHz
- Fréquence du signal : 1 kHz

FIGURE 38 – Signal Sinus :  $x = \sin(2 * \pi * f_{sig} * t)$ 

Nous ajoutons un bruit gaussien avec les caractéristiques suivantes :

- Moyenne : null
- Amplitude : 0.4

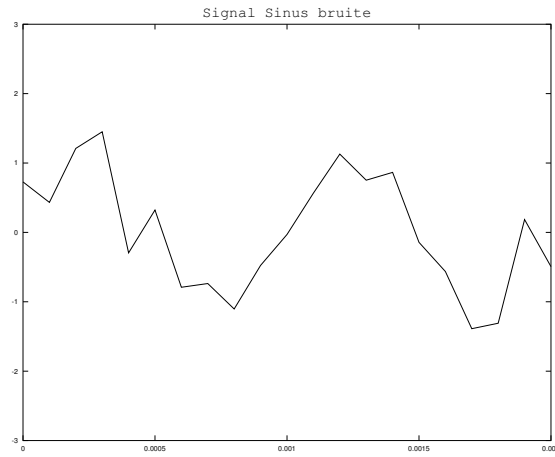


FIGURE 39 – Signal Sinus bruité :  $x_B = x + (moy + ampl * rand(1, N))$

Creation d'un filtre passe-bande avec buttord ayant les caractéristiques suivantes :

- Propriété :  $Ws(1) < Wp(1) < Wp(2) < Ws(2)$
- $Ws(1)$  : 50
- $Wp(1)$  : 980
- $Wp(2)$  : 1020
- $Ws(2)$  : 1450

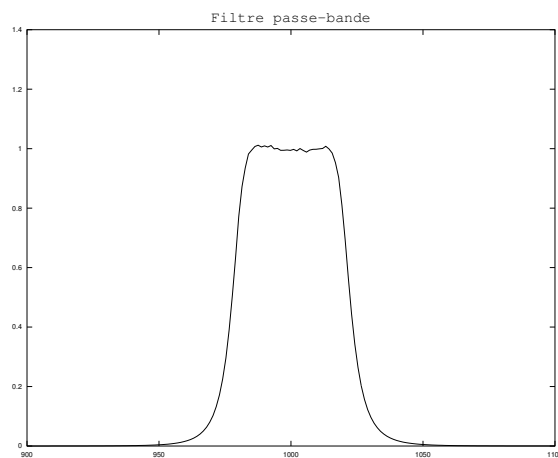


FIGURE 40 – Filtre Bande Passante visualisé sur l'intervale [900,1100]

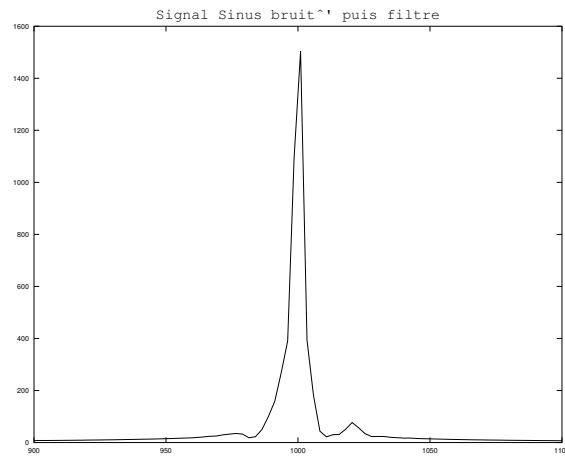


FIGURE 41 – Application du Filtre Bande Passante

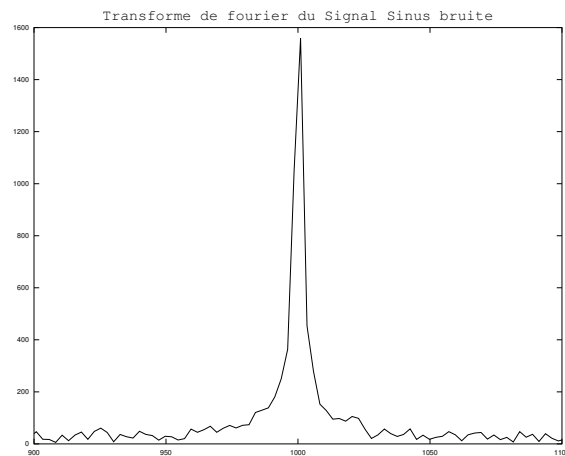


FIGURE 42 – Transforme de fourier du Signal Sinus bruité

En comparant la courbe de la transformation de fourier du signal bruité FIG 42 et la courbe du signal bruité filtré FIG 41, nous remarquons autour de la fréquence 1KHz ( le pic de la courbe ) que le bruit discorde moins la courbe et à donc été atténué .

## Sixième partie

### Exercice 6

## Septième partie

### Exercice 7

## Huitième partie

### Annexe

#### 1 Exercice1

tinputlisting[caption=Code source pour l'exercice 1, label=lst :label, language=Octave]src/ex1.m

#### 2 Exercice2

```

1  clf;
   clear;
3
   %Definition de l'intervalle de visualisation
5  n_min=-4;%borne min de l'intervalle de visualisation
   n_max=9;%borne max de l'intervalle de visualisation
7  n=n_min:1:n_max;
   %La fonction de transfert du filtre est la soustraction de deux echellons * 2 * sin(n*pi
   /2)
9  filtre=(echelon(n,3).-echelon(n,-4)).*2.*sin(n*pi/2);
   %on trace la fonction de transfer
11 stem(n, filtre);
   my_title('Fonction de transfert du filtre',25);
13 axis([n_min,n_max]);
   %print -deps "/home/kewin/octave/td_matLab/rapport/fig/resEx2/fctTransfert.eps"
15
   input('Figure suivante ?');
17 %Le signal d'entre est la soustraction de deux echelons * n/2
   signal = (n./2).*(echelon(n,0).-echelon(n,-6));
19 %on trace le signal
   stem(n, signal);
21 my_title('Signal discret d''entre',25);
   axis([n_min,n_max]);
23 %print -deps "/home/kewin/octave/td_matLab/rapport/fig/resEx2/signalEntree.eps"

25 input('Figure suivante ?');
   %Reponse impulsionnelle
27 %Pour afficher la reponse impulsionnelle du filtre nous faisons un produit de convolution
   entre un dirac et le filtre
   dirac=zeros(1,length(n));
29 dirac(abs(n_min)+1)=1;
   y=conv(dirac, filtre);
31 stem(y);
   my_title('Reponse impulsionnelle du filtre',25);
33 axis([n_min,n_max]);
   %print -deps "/home/kewin/octave/td_matLab/rapport/fig/resEx2/repImpulsionnelle.eps"
35
   input('Figure suivante ?');

```



```

37 %Signal en sortie de filtre. On utilise le produit de convolution.
   y=conv(signal,filtre);
39 stem(y);
   my_title('Sortie du filtre',25);
41 axis([n_min,n_max]);
   %print -deps "/home/kewin/octave/td_matLab/rapport/fig/resEx2/sortieFiltre.eps"

```

Listing 1– Code source pour l'exercice 2

### 3 Exercice3

#### 3.1 Fonction $\frac{1-z^{-1}}{2}$

```

clear
clf
%Coefficient du filtre etudie
4 A = [2 0] ;
  B = [1 -1] ;
6
  fe = 1 ; % Frequence d'echantillonnage
8 [H, w] = freqz(B,A) ; % w : pulsation entre 0 et pi
  nu = w/(2*pi) ; % Frequence reduite
10 f = nu*fe ; % Frequence

12 %On trace le diagramme de gain pour determiner la nature du filtre
   plot(nu,20*log10(abs(H))) ;
14 my_title('Diagramme de gain en frequence reduite en db',25) ;
   %print -deps "/home/kewin/octave/td_matLab/rapport/fig/resEx3/f1Gain.eps"
16
   input('Figure suivante ?') ;
18 %Diagramme de phase
   plot(nu,angle(H)) ;
20 my_title('Diagramme de phase en frequence reduite',25) ;
   %print -deps "/home/kewin/octave/td_matLab/rapport/fig/resEx3/f1Phase.eps"
22
   input('Figure suivante ?') ;
24 %Zeros et poles
   zplane(B, A) ;
26 my_title('Zeros et poles',25) ;
   %print -deps "/home/kewin/octave/td_matLab/rapport/fig/resEx3/f1ZP.eps"
28
   %Reponse impulsionnelle
30 %Definition de l'intervalle de visualisation
   N = 64 ;
32 n0 = N/2 ;
   n_min = 1-n0 ;
34 n_max = N-n0 ;
   n = n_min:1:n_max ;
36
   %Definition du dirac
38 dirac = zeros(1,N);
   dirac(n0) = 1;
40 y = filter(B,A,dirac);
   input('Figure suivante ?') ;
42 stem(n,y) ;
   my_title('Reponse impulsionnelle',25) ;
44 %print -deps "/home/kewin/octave/td_matLab/rapport/fig/resEx3/f1Impulsion.eps"

46 input('Figure suivante ?') ;
   %Reponse indicielle
48 %Definition de l'echelon

```

```

u = zeros(1,N) ;
50 for i=n0:N
    u(i)=1;
52 endfor
i = filter(B,A,u) ;
54 h_obj = stem(n,i) ;
my_title('Reponse indicielle',25) ;
56 %print -deps "/home/kewin/octave/td_matLab/rapport/fig/resEx3/f1Indice.eps"

```

Listing 2– Code source pour l'exercice 3 fonction  $\frac{1-z^{-1}}{2}$ 

### 3.2 Fonction $\frac{1+z^{-1}}{2}$

```

1 clear
  clf
3 %Coefficient du filtre etudie
A = [2 0] ;
5 B = [1 1] ;

7 fe = 1 ; % Frequence d'echantillonnage
[H, w] = freqz(B,A) ; % w : pulsation entre 0 et pi
9 nu = w/(2*pi) ; % Frequence reduite
f = nu*fe ; % Frequence

11 %On trace le diagramme de gain pour determiner la nature du filtre
13 plot(nu,20*log10(abs(H))) ;
my_title('Diagramme de gain en frequence reduite en db',25) ;
15 %print -deps "/home/kewin/octave/td_matLab/rapport/fig/resEx3/f2Gain.eps"

17 input('Figure suivante ?') ;
19 %Diagramme de phase
plot(nu,angle(H)) ;
21 my_title('Diagramme de phase en frequence reduite',25) ;
%print -deps "/home/kewin/octave/td_matLab/rapport/fig/resEx3/f2Phase.eps"
23 input('Figure suivante ?') ;
25 %Zeros et poles
zplane(B, A) ;
27 my_title('Zeros et poles',25) ;
%print -deps "/home/kewin/octave/td_matLab/rapport/fig/resEx3/f2ZP.eps"
29 %Reponse impulsionnelle
31 %Definition de l'intervalle de visualisation
N = 64 ;
33 n0 = N/2 ;
n_min = 1-n0 ;
35 n_max = N-n0 ;
n = n_min:1:n_max ;
37 %Definition du dirac
39 dirac = zeros(1,N);
dirac(n0) = 1;
41 y = filter(B,A,dirac);
input('Figure suivante ?') ;
43 stem(n,y) ;
my_title('Reponse impulsionnelle',25) ;
45 %print -deps "/home/kewin/octave/td_matLab/rapport/fig/resEx3/f2Impulsion.eps"

47 input('Figure suivante ?') ;
%Reponse indicielle

```

```

49 %Definition de l'echelon
u = zeros(1,N) ;
51 for i=n0:N
    u(i)=1;
53 endfor
i = filter(B,A,u) ;
55 h_obj = stem(n,i) ;
my_title('Reponse indicielle',25) ;
57 %print -deps "/home/kewin/octave/td_matLab/rapport/fig/resEx3/f2Indice.eps"

```

Listing 3– Code source pour l'exercice 3 fonction  $\frac{1+z^{-1}}{2}$

### 3.3 Fonction $\frac{1-z^{-2}}{2}$

```

clear
2 clf
%Coefficient du filtre etudie
4 A = [2 0 0] ;
B = [1 0 -1] ;
6
fe = 1 ; % Frequence d'echantillonnage
8 [H, w] = freqz(B,A) ; % w : pulsation entre 0 et pi
nu = w/(2*pi) ; % Frequence reduite
10 f = nu*fe ; % Frequence

12 %On trace le diagramme de gain pour determiner la nature du filtre
plot(nu,20*log10(abs(H))) ;
14 my_title('Diagramme de gain en frequence reduite en db',25) ;
%print -deps "/home/kewin/octave/td_matLab/rapport/fig/resEx3/f3Gain.eps"
16
input('Figure suivante ?') ;
18 %Diagramme de phase
plot(nu,angle(H)) ;
20 my_title('Diagramme de phase en frequence reduite',25) ;
%print -deps "/home/kewin/octave/td_matLab/rapport/fig/resEx3/f3Phase.eps"
22
input('Figure suivante ?') ;
24 %Zeros et poles
zplane(B, A) ;
26 my_title('Zeros et poles',25) ;
%print -deps "/home/kewin/octave/td_matLab/rapport/fig/resEx3/f3ZP.eps"
28
%Reponse impulsionnelle
30 %Definition de l'intervalle de visualisation
N = 64 ;
32 n0 = N/2 ;
n_min = 1-n0 ;
34 n_max = N-n0 ;
n = n_min:1:n_max ;
36
%Definition du dirac
38 dirac = zeros(1,N);
dirac(n0) = 1;
40 y = filter(B,A,dirac);
input('Figure suivante ?') ;
42 stem(n,y) ;
my_title('Reponse impulsionnelle',25) ;
44 %print -deps "/home/kewin/octave/td_matLab/rapport/fig/resEx3/f3Impulsion.eps"

46 input('Figure suivante ?') ;
%Reponse indicielle

```

```

48 %Definition de l'echelon
   u = zeros(1,N) ;
50 for i=n0:N
   u(i)=1;
52 endfor
   i = filter(B,A,u) ;
54 h_obj = stem(n,i) ;
   my_title('Reponse indicielle',25) ;
56 %print -deps "/home/kewin/octave/td_matLab/rapport/fig/resEx3/f3Indice.eps"

```

Listing 4- Code source pour l'exercice 3 fonction  $\frac{1-z^{-2}}{2}$ 

### 3.4 Fonction $\frac{2z^{-1}}{2-z^{-1}}$

```

1  clear
   clf
3  %Coefficient du filtre etudie
   A = [2 -1] ;
5  B = [0 2] ;

7  fe = 1 ; % Frequence d'echantillonnage
   [H, w] = freqz(B,A) ; % w : pulsation entre 0 et pi
9  nu = w/(2*pi) ; % Frequence reduite
   f = nu*fe ; % Frequence

11 %On trace le diagramme de gain pour determiner la nature du filtre
13 plot(nu,20*log10(abs(H))) ;
   my_title('Diagramme de gain en frequence reduite en db',25) ;
15 %print -deps "/home/kewin/octave/td_matLab/rapport/fig/resEx3/f4Gain.eps"

17 input('Figure suivante ?') ;
   %Diagramme de phase
19 plot(nu,angle(H)) ;
   my_title('Diagramme de phase en frequence reduite',25) ;
21 %print -deps "/home/kewin/octave/td_matLab/rapport/fig/resEx3/f4Phase.eps"

23 input('Figure suivante ?') ;
   %Zeros et poles
25 zplane(B, A) ;
   my_title('Zeros et poles',25) ;
27 %print -deps "/home/kewin/octave/td_matLab/rapport/fig/resEx3/f4ZP.eps"

29 %Reponse impulsionnelle
   %Definition de l'intervalle de visualisation
31 N = 64 ;
   n0 = N/2 ;
33 n_min = 1-n0 ;
   n_max = N-n0 ;
35 n = n_min:1:n_max ;

37 %Definition du dirac
   dirac = zeros(1,N);
39 dirac(n0) = 1;
   y = filter(B,A,dirac);
41 input('Figure suivante ?') ;
   stem(n,y) ;
43 my_title('Reponse impulsionnelle',25) ;
   %print -deps "/home/kewin/octave/td_matLab/rapport/fig/resEx3/f4Impulsion.eps"
45
47 input('Figure suivante ?') ;
   %Reponse indicielle

```

```

%Definition de l'echelon
49 u = zeros(1,N) ;
    for i=n0:N
51     u(i)=1;
    endfor
53 i = filter(B,A,u) ;
    h_obj = stem(n,i) ;
55 my_title('Reponse indicielle',25) ;
    %print -deps "/home/kewin/octave/td_matLab/rapport/fig/resEx3/f4Indice.eps"

```

Listing 5– Code source pour l'exercice 3 fonction  $\frac{2z^{-1}}{2-z^{-1}}$

### 3.5 Fonction $\frac{2z^{-1}-z^{-5}}{2-z^{-1}}$

```

1 clear
  clf
3 %Coefficient du filtre etudie
  A = [2 -1 0 0 0 0] ;
5  B = [0 2 0 0 0 -1] ;

7  fe = 1 ;                                % Frequence d'echantillonnage
  [H, w] = freqz(B,A) ;                    % w : pulsation entre 0 et pi
9  nu = w/(2*pi) ;                          % Frequence reduite
  f = nu*fe ;                              % Frequence

11 %On trace le diagramme de gain pour determiner la nature du filtre
13 plot(nu,20*log10(abs(H))) ;
    my_title('Diagramme de gain en frequence reduite en db',25) ;
15 %print -deps "/home/kewin/octave/td_matLab/rapport/fig/resEx3/f5Gain.eps"

17 input('Figure suivante ?') ;
    %Diagramme de phase
19 plot(nu,angle(H)) ;
    my_title('Diagramme de phase en frequence reduite',25) ;
21 %print -deps "/home/kewin/octave/td_matLab/rapport/fig/resEx3/f5Phase.eps"

23 input('Figure suivante ?') ;
    %Zeros et poles
25 zplane(B, A) ;
    my_title('Zeros et poles',25) ;
27 %print -deps "/home/kewin/octave/td_matLab/rapport/fig/resEx3/f5ZP.eps"

29 %Reponse impulsionnelle
    %Definition de l'intervalle de visualisation
31 N = 64 ;
    n0 = N/2 ;
33 n_min = 1-n0 ;
    n_max = N-n0 ;
35 n = n_min:1:n_max ;

37 %Definition du dirac
    dirac = zeros(1,N);
39 dirac(n0) = 1;
    y = filter(B,A,dirac);
41 input('Figure suivante ?') ;
    stem(n,y) ;
43 my_title('Reponse impulsionnelle',25) ;
    %print -deps "/home/kewin/octave/td_matLab/rapport/fig/resEx3/f5Impulsion.eps"
45
47 input('Figure suivante ?') ;
    %Reponse indicielle

```

```

%Definition de l'echelon
49 u = zeros(1,N) ;
    for i=n0:N
51     u(i)=1;
    endfor
53 i = filter(B,A,u) ;
    h_obj = stem(n,i) ;
55 my_title('Reponse indicielle',25) ;
    %print -deps "/home/kewin/octave/td_matLab/rapport/fig/resEx3/f5Indice.eps"

```

Listing 6– Code source pour l'exercice 3 fonction  $\frac{2z^{-1}-z^{-5}}{2-z^{-1}}$

## 4 Exercice 4

```

1 clear ;
  clf ;
3
  fe=8000;%frequence d'echantillonnage
5 fcut = 1000;%frequence de coupure
  largeur = 200;%largeur de transition
7 N=1024;%Nombre de point qu'on veut calculer
  n0=N/2;
9
  Wp=(2*fcut)/fe;% borne inferieur de la bande passante
11 Ws=2*(fcut+largeur)/fe;% borne superieur de la bande passante
  [n Wn]=buttord(Wp,Ws,1,40);%calcul l'ordre du filtre Butterworth, ici nous faisons un
    filtre passe bas car Wp<Ws
13 [B A]= butter(n, Wn);%Genere le filtre butterworth
  x = zeros(1,N) ;%on initialise les 1024 point de la courbe x a zeros
15 x(1) = 1 ;
  y=filter(B,A,x);%on applique le filtre genere precedemment a la courbe
17
  %Trace de la reponse impulsienel
19 stem(y) ;
  xlim([0,150]);
21 my_title('Reponse impulsionnelle',25) ;
  %print -deps "/home/kewin/octave/td_matLab/rapport/fig/resEx4/repImpulsion.eps"
23
  %Pole/zero
25 input('Figure suivante ? ');
  zplane(B, A) ;%on trace les poles et zeros
27 my_title('Zeros (o) et poles (x)',25);
  %print -deps "/home/kewin/octave/td_matLab/rapport/fig/resEx4/ZP.eps"
29
  % Fonctions de transfert avec freqz
31 input('Figure suivante ? ');
  [H f] = freqz(B,A) ;
33 plot(f,20*abs(H), 'b');
  xlim([0,1]);
35 my_title('Fonction de transfert', 25) ;
  %print -deps "/home/kewin/octave/td_matLab/rapport/fig/resEx4/fctTransfert.eps"
37
  % Signal constitue par la somme de deux sinusoides
39 input('Figure suivante ? ');
  Te = 1/fe;%Periode d'echantionnelle
41 fe1=800;%Frequence de la premiere sinusoide
  fe2 = 1400;%Frequence de la seconde sinusoide
43 t=(0:N-1)*Te;
  x1=sin(2*pi*fe1*t);% Definition de la premiere sinusoide
45 x2=sin(2*pi*fe2*t);% Definition de la seconde sinusoide
  X=x1.+x2;%On ajoute chaque valeur de chaque sinusoide une a une

```

```

47 plot(X);% On trace la somme des deux sinusoides
   xlim([0,1000]);
49 my_title ('Somme de deux sinusoides') ;
   %print -deps "/home/kewin/octave/td_matLab/rapport/fig/resEx4/2sin.eps"
51
   %Spectre du signal
53 input ('Figure suivante ? ') ;
   fX=fft(X);%Calcul du spectre du signal via la tranforme rapide du signal
55 plot(abs(fX));
   xlim([0,1100]);
57 my_title ('Spectre du signal',25) ;
   %print -deps "/home/kewin/octave/td_matLab/rapport/fig/resEx4/spectreEntre.eps"
59
   %Spectre du signal filtre
61 input ('Figure suivante ? ') ;
   FX=filter(B,A,X);%On applique le filtre au signal
63 fFX = fft(FX);%on recupere son spectre
   plot(abs(fFX));
65 xlim([0,1100]);
   my_title ('Spectre du signal filtre',25) ;
67 %print -deps "/home/kewin/octave/td_matLab/rapport/fig/resEx4/spectreSortie.eps"

```

Listing 7– Code source pour l'exercice 4

## 5 Exercice 5

## 6 Exercice 6

```

1 % Exercice 6
   clear
3 clf

5 load "TD_ESIL.mat"; % Dans le fichier matLab on recupere la var fe, et les tableaux A,B,x
   ,y

7 %Recuperation de la longueur des tableau x,y
   x_max = length(x); %taille de x
9 y_max = length(y);

11 %Allure temporelle de X
   h = stem (1:1:x_max, x);% affichage de l'allure temporelle de x
13 xlim([0 x_max]);%intervalle de visualisation
   set_ylim(x) ;
15 my_title ('Allure temporelle de x',25) ;
   print -deps "/home/rabgs/TPFINAL/td_matLab/rapport/fig/resEx6/fig_1.eps"
17
   input("Figure suivante ?");
19 %Spectre de X
   spectreX = fft(x) ;%on recupere le spectre de l'echantillon x par la transformee rapide
       de fourrier
21 h = stem (1:1:x_max, abs(spectreX));%on trace
   xlim([0 x_max]);%intervalle de visualisation
23 set_ylim(abs(spectreX)) ;
   my_title ('Spectre de x',25) ;
25 print -deps "/home/rabgs/TPFINAL/td_matLab/rapport/fig/resEx6/fig_2.eps"

27 input("Figure suivante ?");
   %Allure temporelle de Y // on fait pareil qu'avec y
29 h = stem (1:1:y_max, y);% affichage de l'allure temporelle de y
   xlim([0 y_max]);

```

```

31 set_ylim(y) ;
   my_title ('Allure temporelle de y',25) ;
33 print -deps "/home/rabgs/TPFINAL/td_matLab/rapport/fig/resEx6/fig_3.eps"

35 input("Figure suivante ?");
   %Spectre de Y // On fait pareil qu'avec x
37 spectreY = fft(y) ;
   h = stem (1:1:y_max, abs(spectreY)); % fft de y
39 xlim([0 y_max]);
   set_ylim(abs(spectreY)) ;
41 my_title ('Spectre de y',25) ;
   print -deps "/home/rabgs/TPFINAL/td_matLab/rapport/fig/resEx6/fig_4.eps"
43
   input("Afficher caracteristique de x ?");
45 % Caracteristique du signal x
   moye = mean(x) ;%calcul de la moyenne du signal
47 ecarT = std(x) ;%calcul de l'ecart type
   vari = var(x) ;%calcul de la variance
49 printf ('Moyenne = %.2f\n',moye) ;
   printf ('Ecart type = %.2f\n',ecarT) ;
51 printf ('Variance = %.2f\n',vari) ;

53 input ('Figure suivante ? ',25) ;
   % Densite spectrale de puissance
55 psd = spectral_xdf (x, "rectangle", 1/sqrt(x_max)) ;%on recupere la densite spectrale par
   la fonction spectral_xdf du paquet signal
   [psdX fX] = psd_shift (psd, fe) ;%la densite spectrale ete definie sur 0 1 on la definie
   sur le fe qu'on a recupere dans le fichier matlab charge
57 plot(fX, abs(psdX)) ;
   hold on
59 plot([min(fX) max(fX)], [1/fe 1/fe]) ;
   my_title ('Densite spectrale du signal x',25) ;
61 set_ylim(psdX) ;
   xlim([min(fX) max(fX)]);
63 print -deps "/home/rabgs/TPFINAL/td_matLab/rapport/fig/resEx6/fig_5.eps"
   hold off
65
   input ('Figure suivante ? ');
67 % Densite spectrale de puissance
   psd = spectral_xdf (y, "rectangle", 1/sqrt(y_max)) ;%on recupere la densite spectrale de
   y dans une fenetre rectangle
69 [psdY fY] = psd_shift (psd, fe) ;%la densite spectrale ete definie sur 0 1 on la definie
   sur le fe qu'on a recupere dans le fichier matlab charge
   plot(fY, abs(psdY)) ;
71 hold on
   plot([min(fY) max(fY)], [1/fe 1/fe]) ;
73 my_title ('Densite spectrale du signal y',25) ;
   set_ylim(abs(psdY)) ;
75 xlim([min(fY) max(fY)]);
   print -deps "/home/rabgs/TPFINAL/td_matLab/rapport/fig/resEx6/fig_6.eps"
77 hold off

79 input ('Figure suivante ? ');
   %Allure de fonction de transfert en harmonique compare a la fonction de tranfert definie
   par A et B
81 clf
   tXY = sqrt(psdY ./ psdX);%fonction de transfert en harmonique du filtre : densite spectral
   en sortie / densite spectrale en entree
83 [tAB f]= freqz(B, A);% fonction de transfert definie par A et B
   hold on
85 plot(fX, tXY, C="g");
   plot((f/(2*pi))*fe, abs(tAB));

```



```

87 legend('Fonction de transfert harmonique du filtre', 'Fonction de transfert definie par A
    et B', 'location', 'west');
xlim([0 500]);
89 set_ylim(tXY) ;
my_title ('Fonctions de transfert',25) ;
91 print -deps "/home/rabgs/TPFINAL/td_matLab/rapport/fig/resEx6/fig_7.eps"
hold off
93
95
97
99
%Afficher caracteristique de x
101 %Moyenne = 0.02
%Ecart type = 1.01
103 %Variance = 1.02

```

Listing 8– Code source pour l'exercice 6

## 7 Exercice 7

## 8 Fonction échelon

```

% Fonction qui cree un echelon
2 % =====
% n = ensemble des points sur lesquels on veut tracer l'echelon
4 % dec = decalage qu'on souhaite appliquer a l'echelon unite
% E(n) = u(n+dec)
6 % E(-dec) = u(0) = 1
% E(n) = 0 ssi n < -dec
8 % E(n) = 1 ssi n >= dec
function [E] = echelon(n,dec)
10 N = length(n);
E = zeros(1,N);
12 for i=(1-dec)+abs(min(n)):N
    E(i)=1;
14 endfor
endfunction

```

Listing 9– Fonction pour créer un echelon