

**UNIVERSITÉ D'OTTAWA**

**ELG 3525**

Analyse des signaux et systèmes  
- **Automne 2021**

Professeur : Martin Bouchard

TA: Nesrine Cherrif

***Rapport de laboratoire N° 4***

Combinaison de systèmes LTI

Présenté par le groupe 19 :

Amirath Souhouin – 300063565

Lyazid Sikouk – 300117380

Le 04 Novembre, 2021

<b>INTRODUCTION:</b>	<b>3</b>
<b>BUT :</b>	<b>4</b>
<b>MISE EN SITUATION ET RÉSULTATS</b>	<b>4</b>
PARTIE 1: Réponse impulsionnelle équivalente	4
PARTIE 2: Stabilité de systèmes LTI	5
PARTIE 3 : Systèmes inverse	9
SYSTÈME DE DÉPART	9
PARTIE 4 : Vérification d'un système inverse avec signal audio	13
<b>CONCLUSION</b>	<b>13</b>
ANNEXE A : Réponse impulsionnelle équivalente	14
ANNEXE B : Stabilité des systèmes LTI	14
ANNEXE C: Systèmes inverse	15
ANNEXE D: Vérification d'un système inverse avec signal audio	16

## INTRODUCTION:

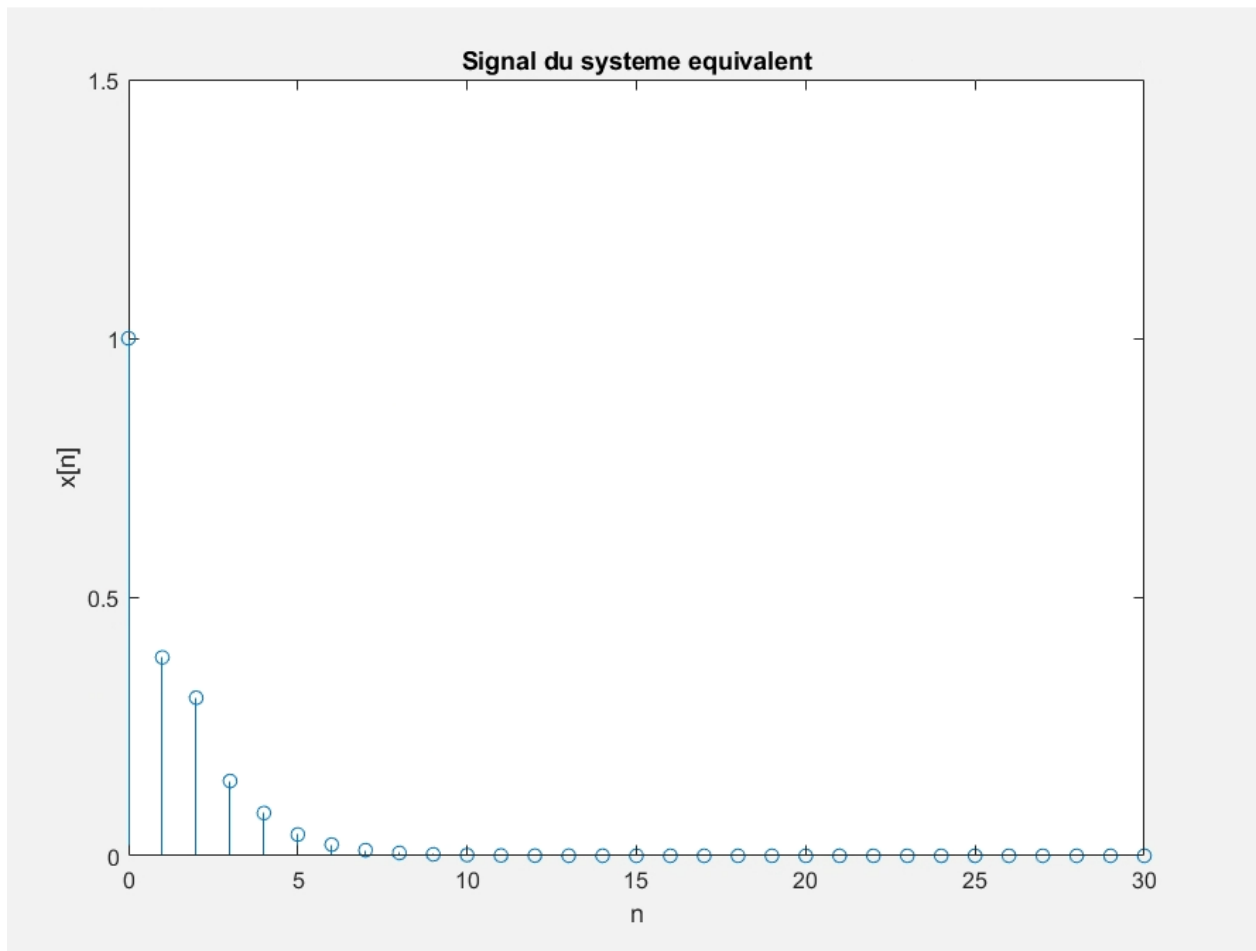
Dans ce laboratoire 4 du cours ELG 3525, on va travailler et expérimenter notre notion a propos des systèmes LTI et leurs réponses impulsionnelles telles que la réponse impulsionnelle équivalente, la stabilité des systèmes LTI et systèmes inverses dans les domaines du temps continus et discrètes.

**BUT :**

L'objectif de ce laboratoire est d'apprendre à identifier expérimentalement les caractéristiques des systèmes LTI.

## MISE EN SITUATION ET RÉSULTATS

### PARTIE 1: Réponse impulsionnelle équivalente

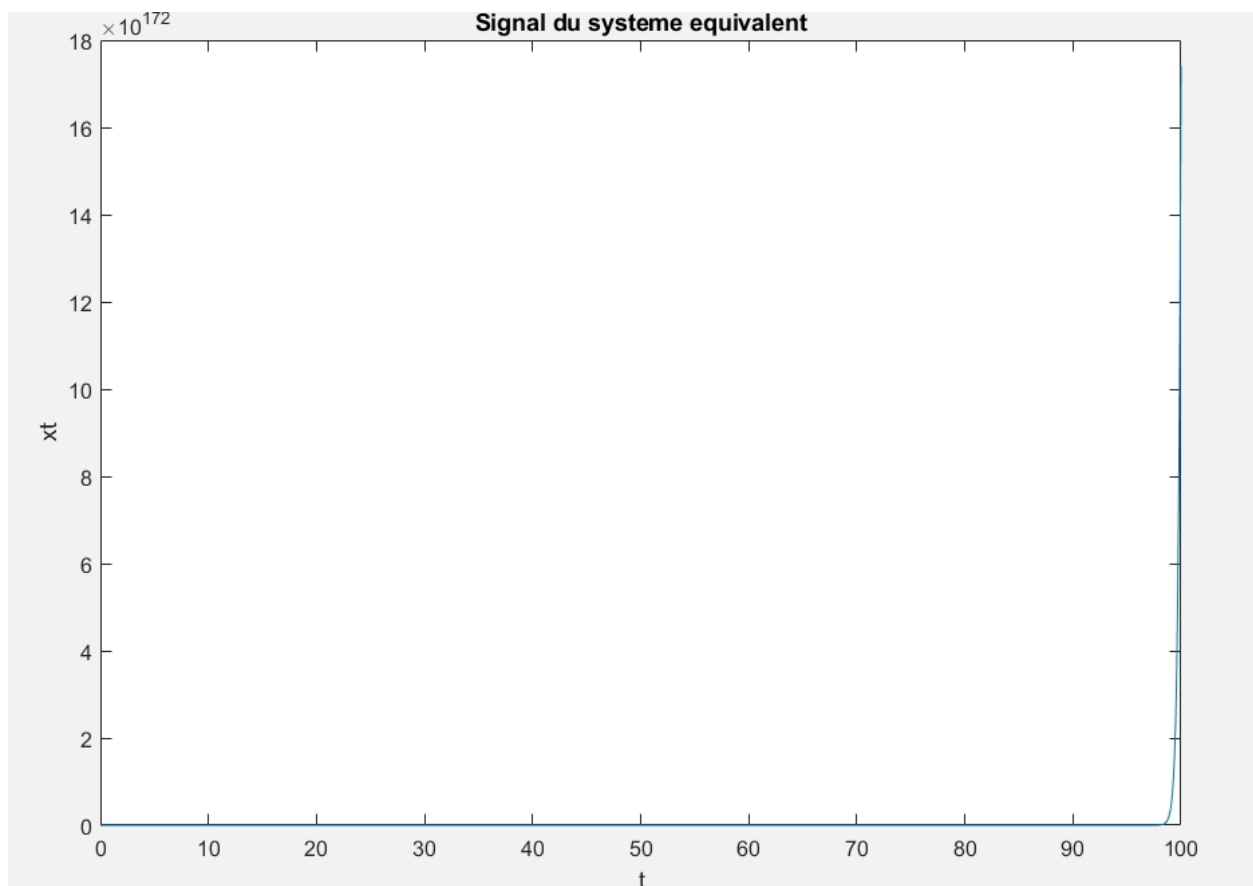


Cette partie consistait à générer des convolutions de deux signaux et afficher leurs résultats. Il s'agit donc de créer pour chaque fonction leurs signaux respectifs avec la fonction `impz()`; Puis, utiliser la fonction `conv(a,b)`, où  $a$  et  $b$  sont les signaux respectifs. Le résultat est affiché grâce à `stem`.

## PARTIE 2: Stabilité de systèmes LTI

On veut vérifier expérimentalement, la stabilité de chaque système.

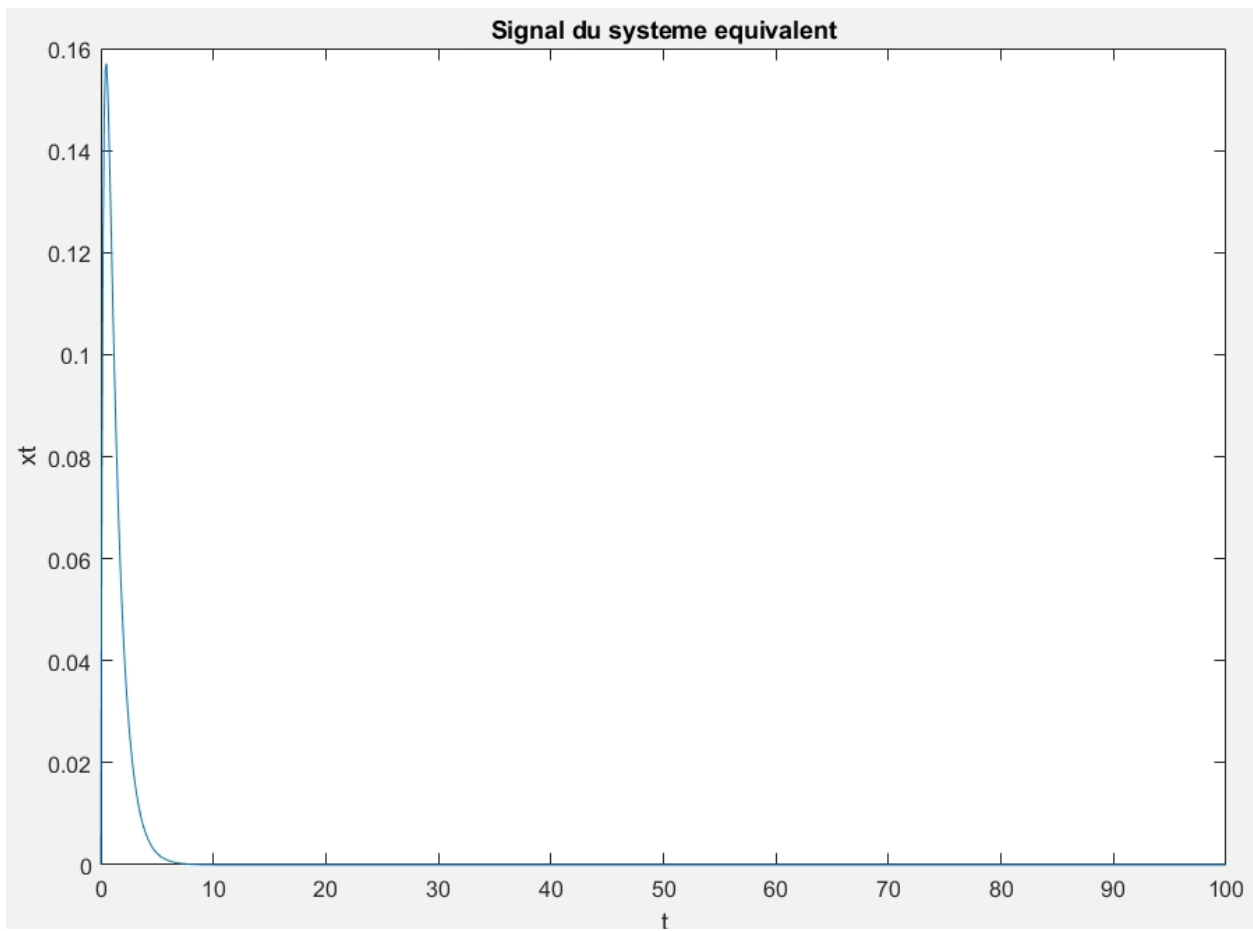
A. 
$$\frac{d^2y(t)}{dt^2} - 5\frac{dy(t)}{dt} + 4y(t) = x(t)$$



Etant donné que le signal  $x(t)$  ici croît vers l'infini, ( $x(t) > \text{infini}$ ) on peut dire que ce système n'est pas stable.

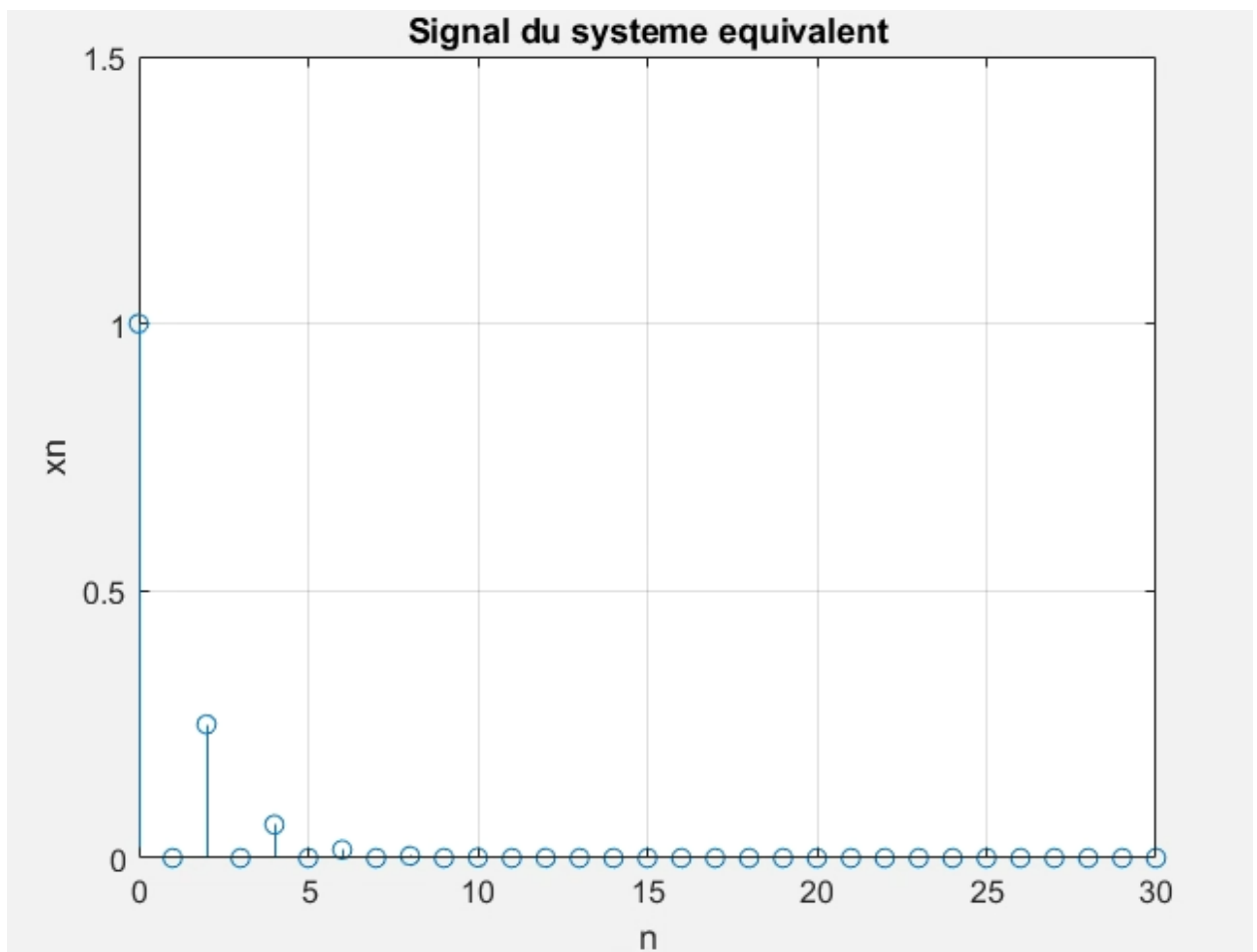
B.

$$\frac{d^2y(t)}{dt^2} + 5\frac{dy(t)}{dt} + 4y(t) = x(t)$$



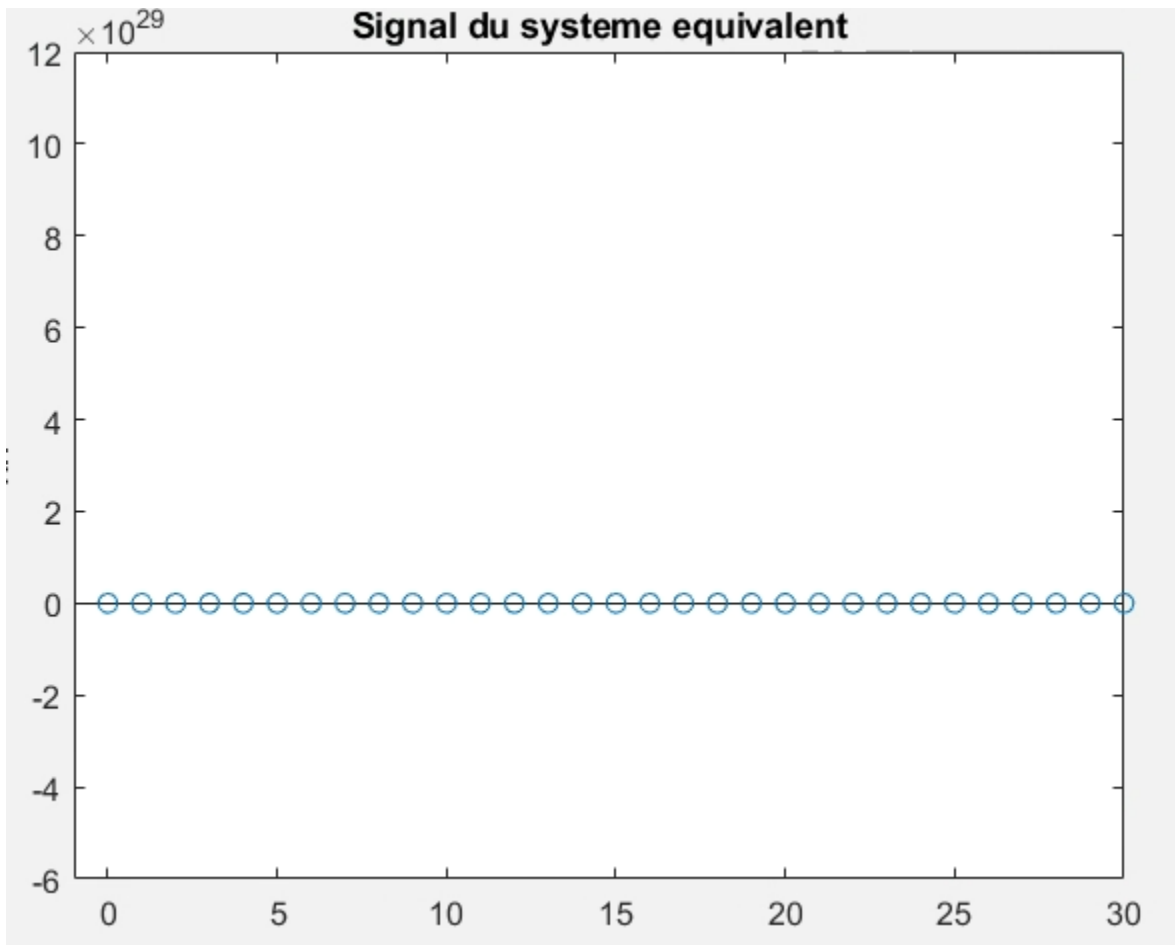
Etant donné que le signal  $x(t)$  ici décroît vers l'infini pour tendre vers 0, ( $x(t) < \infty$ ) on peut dire que ce système est stable.

C. 
$$y[n] - \frac{1}{4}y[n-2] = x[n]$$



La somme de  $x[n]$  est inférieure à l'infini car plus on tend vers l'infini, les valeurs  $x[n]$  sont nulles. Ce système est par conséquent stable.

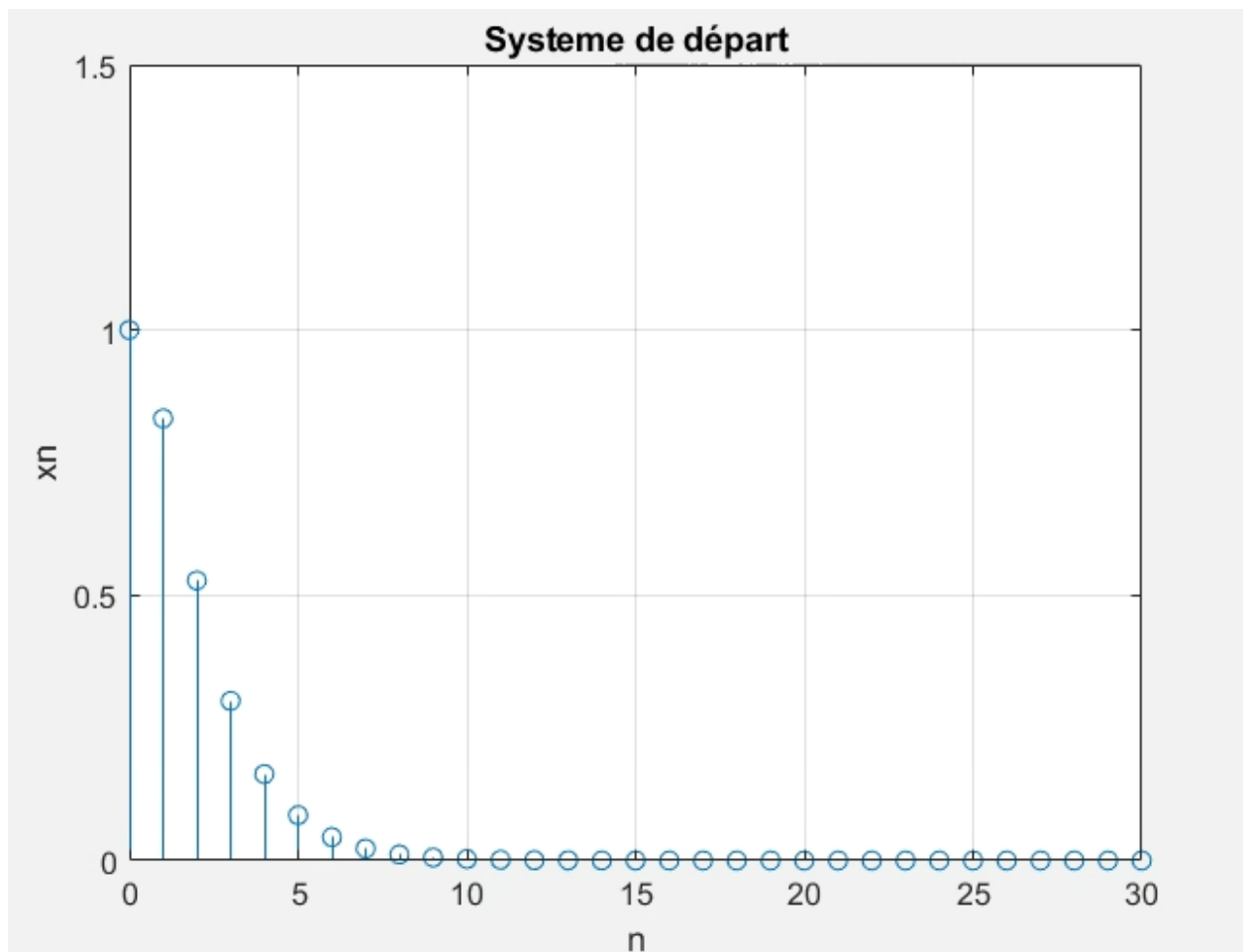
D. 
$$y[n] + \frac{3}{2}y[n-1] - y[n-2] = x[n]$$



La somme de  $x[n]$  est inférieure à l'infini car plus on tend vers l'infini, les valeurs  $x[n]$  sont nulles. Ce système est par conséquent stable.

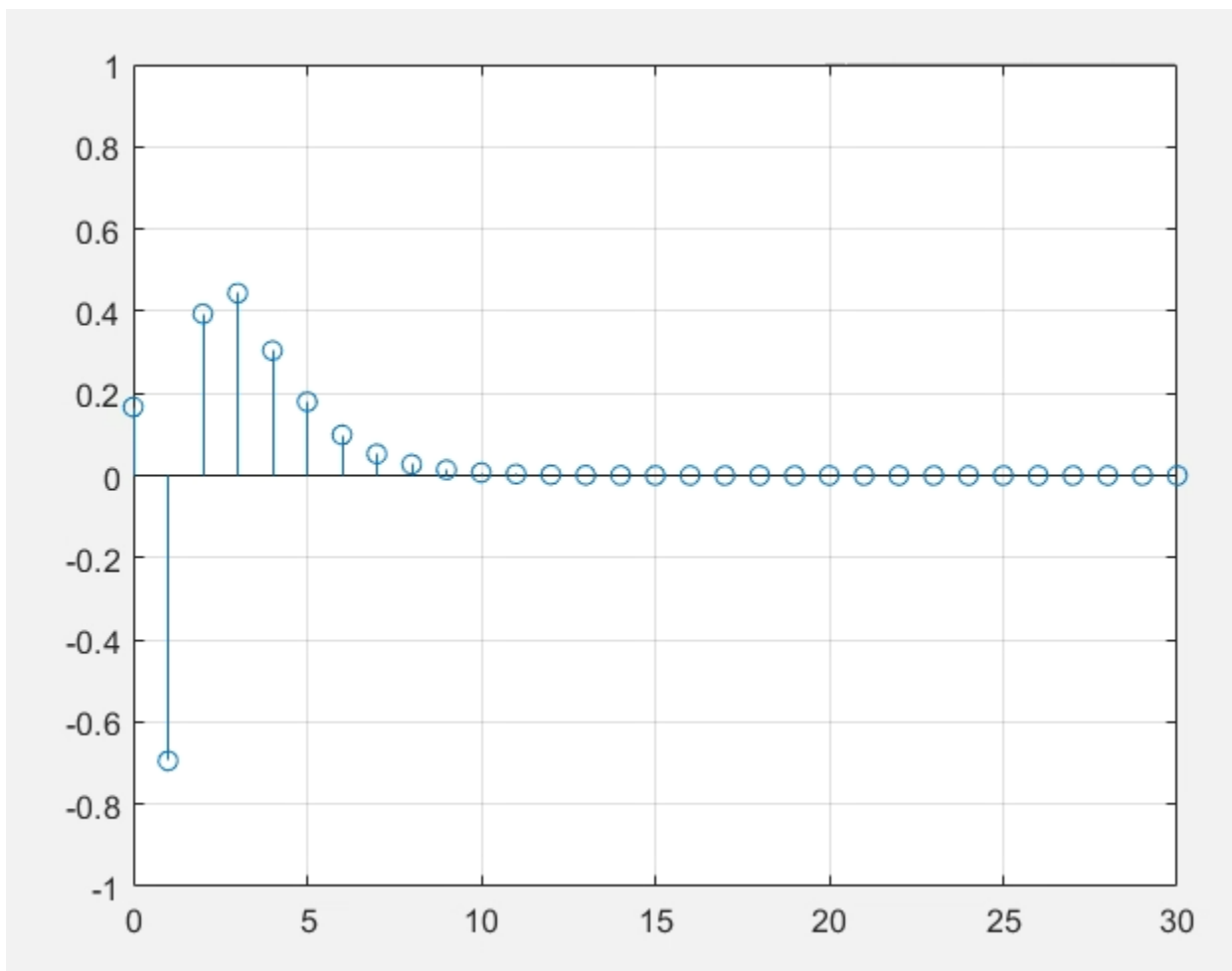
## PARTIE 3 : Systèmes inverse

### SYSTÈME DE DÉPART



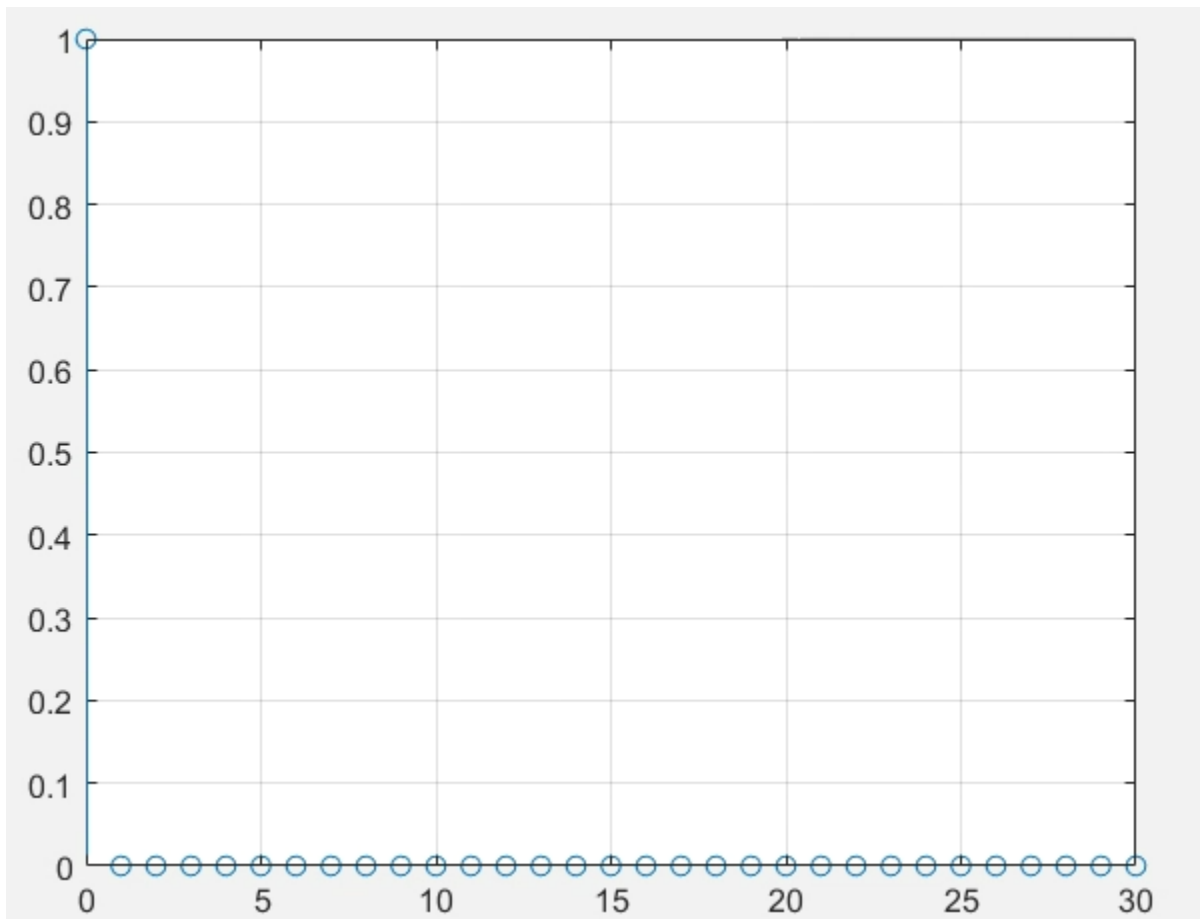
On va utiliser ce schéma de départ afin de pouvoir trouver lequel des signaux est l'inverse par comparaison.

A. 
$$y[n] = \frac{1}{6}x[n] - \frac{5}{6}x[n-1] + x[n-2]$$



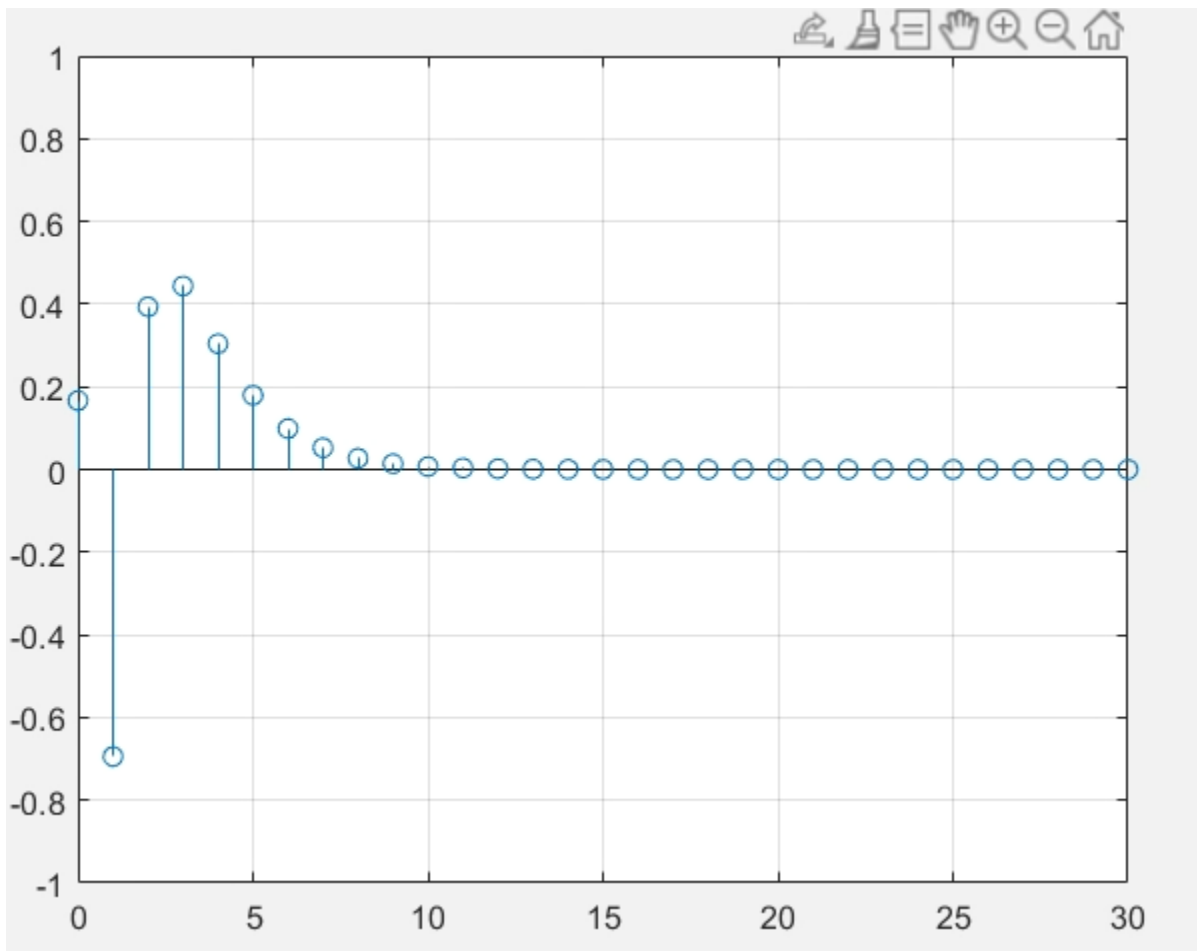
Ce n'est pas l'inverse du signal.

B. 
$$y[n] = x[n] - \frac{5}{6}x[n-1] + \frac{1}{6}x[n-2]$$



Ce dernier est l'inverse du signal car il représente le signal d'entrée.

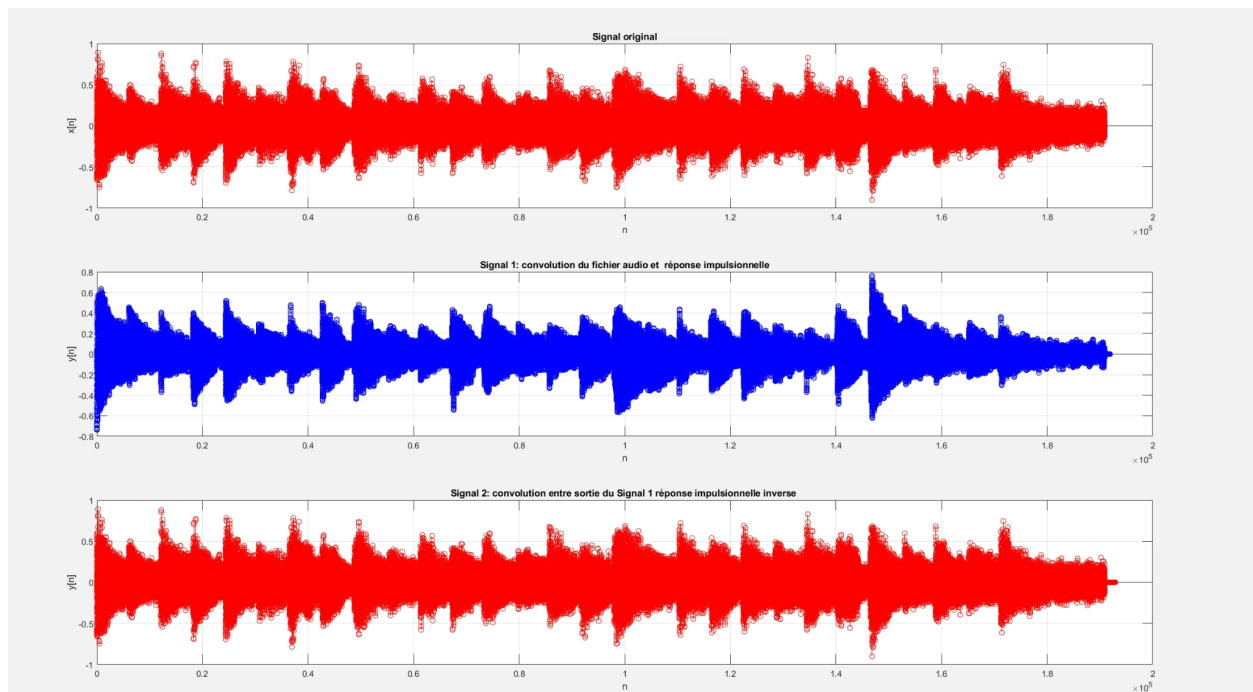
C. 
$$\frac{1}{6}y[n] - \frac{5}{6}y[n-1] + y[n-2] = x[n]$$



Ce n'est pas l'inverse du signal.

## PARTIE 4 : Vérification d'un système inverse avec signal audio

Grâce à la figure ci-dessous, on démontre que lorsqu'on utilise la sortie d'un signal LTI comme une entrée dans son système inverse équivalent, on peut récupérer le signal de départ.



## CONCLUSION

Dans ce laboratoire 4 du cours d'analyse des systèmes et signaux, on a pu se familiariser avec les réponses impulsionnelles en écrivant des scripts MATLAB qui nous ont aidé à visualiser et générer des signaux dans le domaine du temps continu et discret ; aussi on a pu montrer la stabilité de certains systèmes LTI et de plus l'inversibilité de certains systèmes ; à la fin du laboratoire on a fait la vérification d'un système inverse avec un signal audio.

### ANNEXE A : Réponse impulsionnelle équivalente

```
n = 0:100;
x1 = [1 0 0];
a = [1 -5/6 1/6];
z = impz(x1 , a, n);
x2 = [1 0 0];
b = [1 9/20 1/20];
z2 = impz(x2,b,n);
h = conv(z,z2);

lenh = 0:length(h)-1;
xlabel('n');
ylabel('x[n]');
title('Signal du systeme equivalent');
grid on;
stem(lenh,h);
axis([0 30 0 1.5]);
```

### ANNEXE B : Stabilité des systèmes LTI

```
t = 0:0.1:100;
x1 = [0 0 1];
a = [1 -5 4];
h1 = impulse(x1, a, t);

plot(t,h1);
xlabel('t');
ylabel('xt');
title('Signal du systeme equivalent');
```

```

%%
n = 0:100;
t = 0:0.1:100;
y = [0 0 1];
a = [1 5 4];
h2 = impulse(y,a,t);
plot(t,h2);
xlabel('t');
ylabel('xt');
title('Signal du systeme equivalent');
%%
n = 0:100;
t = 0:0.1:100;
y = [0 0 1];
a = [1 5 4];
h2 = impulse(y,a,t);
plot(t,h2);
xlabel('t');
ylabel('xt');
title('Signal du systeme equivalent');

%%
n = 0:100;
x = [1 0 0];
h = [1 0 -1/4];
z = impz(x,h,n);
stem(n,z);
xlabel('n');
ylabel('xn');
title('Signal du systeme equivalent');
axis([0 30 0 1.5]);
grid on;

```

## ANNEXE C: Systèmes inverse

```

n = 0:100;
x = [1 0 0];
a = [1 -5/6 1/6];
h = impz(x,a,n);
stem(n,h);
axis([0 30 0 1.5]);
title('inverse x[n]');
grid on;
%%
h = impz(x, a,n);

```

```
x1 = [1 0 0];
a1 = [1/6 -5/6 1];
h1 = impz(x1,a1,n);
y1 = impz(a1,x1,h);
stem(n,y1);
axis([-1 1 0 30]);
stem(n,y1);
axis([0 30 -1 1]);
grid on;
```

```
x2 = [1 0 0];
a2 = [1 -5/6 1/6];
h2 = impz(x2,a2,n);
y2 = filter(a2,x2,h);
stem(n,y2);
axis([0 30 0 1]);
grid on;
```

```
%%
x3 = [1 0 0];
a3 = [1/6 -5/6 1];
h3 = impz(x3,a3,n);
y3 = filter(a3,x3,h);
stem(n,y3);
axis([0 30 -1 1]);
grid on;
```

```
%%
h4=0.1*((0.99).^n);
x4 = [1 0];
a4 = [10 -99/10];
h2 = impz(x4,a4,n);

y4 = filter(a4,x4,h4);
```

## ANNEXE D: Vérification d'un système inverse avec signal audio

```
[x1,Fs]=audioread('Audio1.wav');
figure
subplot(3,1,1);
stem(x1,'r')
grid()
title('Signal original')
xlabel('n')
ylabel('x[n]')

n=0:1:1000;
h1=0.1*(0.99.^n); % réponse impulsionnelle
c1=conv(h1,x1);

x2 = [10, -99/10];
y2 = [1];
h2 = impz(x2,y2,n);
c2 = conv(h2,c1);

subplot(3,1,2);
stem(c1,'b')
grid()
title('Signal 1: convolution du fichier audio et réponse impulsionnelle')
xlabel('n')
ylabel('y[n]')

subplot(3,1,3);
stem(c2,'r')
grid()
title('Signal 2: convolution entre sortie du Signal 1 réponse impulsionnelle inverse ')
xlabel('n')
ylabel('y[n]')

sound(x1,Fs)
pause(15)
sound(c1,Fs)
```

```
pause(15)  
sound(c2,Fs)
```