

# Examen de TP de traitement numérique du signal

Mercredi 18 décembre

## Sujet d'examen de TP de TNS

Epreuve sur ordinateur sous Matlab/Octave. Durée 1h. Les seuls documents autorisés sont l'aide de Matlab/Octave avec **help** et les documents suivants disponible en ligne :

<http://www-l2ti.univ-paris13.fr/~dauphin/polyMatlabCpl.pdf>

<http://www-l2ti.univ-paris13.fr/~dauphin/poly.pdf>

[http://www-l2ti.univ-paris13.fr/~dauphin/tp\\_tns\\_m1ir.pdf](http://www-l2ti.univ-paris13.fr/~dauphin/tp_tns_m1ir.pdf)

[http://www-l2ti.univ-paris13.fr/~dauphin/aide\\_listing.txt](http://www-l2ti.univ-paris13.fr/~dauphin/aide_listing.txt)

Les réponses doivent être conformes aux définitions du traitement du signal vues en cours et ce même si Matlab/Octave utilise une convention différente. Pour Octave, certaines fonctions font appel à des bibliothèques, il peut être utile d'exécuter des commandes telles que

```
pkg load statistics
```

```
pkg load signal
```

**Pour chaque exercice, il vous faut donner la réponse aux questions ainsi que le programme ayant permis de trouver ces réponses ou la façon dont vous les avez obtenues.**

**Prénom**

**NOM**

**Exercice 1.** *On considère le signal temps discret périodique représenté sur la figure 1. L'échelle des abscisses représente ici des secondes.*

1. *Quelle est la fréquence d'échantillonnage ?*

<u>Réponse</u>	<u>Code Matlab/Octave</u>

2. *Combien vaut  $x_{340}$  ?*

<u>Réponse</u>	<u>Code Matlab/Octave</u>

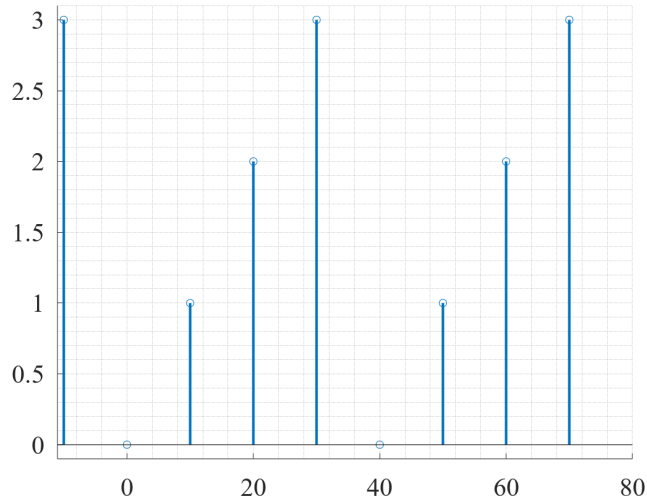


Figure 1: Graphe du signal temps discret périodique  $x_n$ . Exercice 1

3. Calculez le module de sa transformée de Fourier en la fréquence  $f = 1.225\text{Hz}$ .

Réponse	Code Matlab/Octave

Solution

1. Les raies sont espacées de 10s. Donc  $f_e = \frac{1}{10}$ .
2. La figure 1 représente le signal suivant.

$$x_n = \begin{cases} 0 & \text{si } n \text{ est multiple de } 4 \\ 1 & \text{si } n - 1 \text{ est multiple de } 4 \\ 2 & \text{si } n - 2 \text{ est multiple de } 4 \\ 3 & \text{si } n - 3 \text{ est multiple de } 4 \end{cases}$$

Donc  $x_{340} = x_{85 \times 4} = x_0 = 0$ .

3. Sa transformée de Fourier en  $f = 1.225\text{Hz}$  est identique à celle à  $0.025\text{Hz}$  qui correspond à  $k = 1$ , c'est-à-dire le deuxième coefficient de la `fft`.

```
xn=[0 1 2 3];
Xk=fft(xn)/4;
abs(Xk(2)), angle(Xk(2)), %0.707 2.35
```

$$|\hat{X}_1| = 0.707 \text{ et } \arg(\hat{X}_1) = 2.36$$

```

cd 1:/t1/tns/tpxex/
fe=0.1;
xn=repmat([0 1 2 3],1,3);
tn=(-4+(0:(3*4-1)))/fe;
figure(1);
stem(tn,xn,'linewidth',2); axis([-1/fe-1/fe/10 7/fe+1/fe -0.1 3.1]);
set(gca, 'FontSize', 20, 'fontName','Times');
grid minor on;
saveas(1,'fig_tpxex209a.png');

```

**Exercice 2.** On considère le signal temps discret  $x_n = \frac{1}{2^n} \mathbf{1}_{\mathbb{N}}[n]$  échantillonné à la fréquence  $f_e = 10\text{Hz}$ . Ce signal est placé en entrée d'un filtre de relation entrée-sortie  $y_n - 0.5y_{n-1} + 0.25y_{n-2} = x_n + x_{n-1} + x_{n-2}$ .

1. Déterminez les vecteurs  $A$  et  $B$  correspondant au filtre défini par sa relation entrée-sortie.

2. Déterminez la sortie  $y_n$  associée à l'instant  $t = 2.3\text{s}$ .

Réponse	Code Matlab/Octave

### Solution

Première solution

```

fe=10;
t0=2.3;
t=0:1/fe:t0; n=0:(length(t)-1);
xn=1./2.^(n);
B=[1 1 1]; A=[1 -0.5 0.25];
yn=filter(B,A,xn);
yn(end), %4.7684e-07

```

Deuxième solution

```

fe=10; t0=2.3;
n=0; ynm1=0; ynm2=0; xnm1=0; xnm2=0;
while(1)
    t=n/fe;
    xn=1/2^n;
    yn=0.5*ynm1-0.25*ynm2+xn+xnm1+xnm2;
    if ~(t<t0) disp(t), disp(yn), break; end
    n=n+1; ynm2=ynm1; ynm1=yn; xnm2=xnm1; xnm1=xn;
end
%2.3 4.7684e-07

```

**Exercice 3.** Les fichiers `file208.mat` et `file208.txt` sont accessibles sur

<https://www-l2ti.univ-paris13.fr/~dauphin/>

Ces deux fichiers contiennent tous les deux, les mêmes informations, à savoir deux variables **emis** et **recu** qui sont des signaux échantillonnés à 25kHz. Le premier signal est la simulation d'un signal émis par un radar et le deuxième signal est la simulation du signal reçu, il est bruité par rapport au premier et aussi retardé.

1. Déterminez le retard entre les deux signaux ?

Pour lire le fichier il est possible d'écrire

```
load file208.mat
```

ou bien

```
file=fopen('l:\u0\web\file208.txt');
N=length('# columns');
while(1)
    str=fgetl(file);
    if (length(str)>N&&(1==strcmp(str(1:N),'# columns')) break; end
end
x=str2num(fgetl(file));
while(1)
    str=fgetl(file);
    if (length(str)>N&&(1==strcmp(str(1:N),'# columns')) break; end
end
y=str2num(fgetl(file));
```

Réponse	Code Matlab/Octave

Solution

Simulation de l'expérience

```
fe=25e3; N=1000;
t=(0:(N-1))/fe;
x=[randn(1,N) zeros(1,N)]; emis=x;
y=[zeros(1,421) x]; y=y+4*randn(1,length(y)); recu=y;
save l:\u0\web\file208.mat -mat7-binary x y;
save l:\u0\web\file208.txt x y;
```

Solution

```
load file208.mat;
fe=25e3;
L=1000; gamma=xcorr(y,x,L);
ech_t=(-L:L)/fe;
plot(ech_t,gamma);
[~,ind]=max(gamma);
ech_t(ind), %0.0168
```