Rapport Matlab : Simulation d'une chaîne de transmission numérique sur canal gaussien à bande limitée

Hoël Boëdec
ENSIMAG - ISSC
3 rue Amiral Courbet
Grenoble, France
hoel.boedec@phelma.grenoble-inp.fr

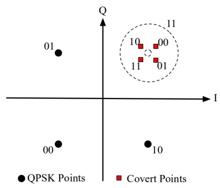
Fournier Mickaël
ENSIMAG - ISSC
22 rue Francis Jaquard
Grenoble, France
mickael.fournier@phelma.grenoble-inp.fr

ABSTRACT

Keywords

covert channel, steganography, data hidding

1. INTRODUCTION



(a) Cover QPSK constellation

2. GÉNÉRATION ALÉATOIRE DES ÉLÉMENTS BINAIRES

```
N = 2048;

bn = zeros(1, N);
for k=1:1:length(bn)
    bn(k) = round(rand());
end

mean(bn);
var(bn);
```

La moyenne et la variance empirique de bn valent respectivement 0,5 et 0,25. Ceci est cohérent avec la théorie car 0 et 1 sont équiprobables.

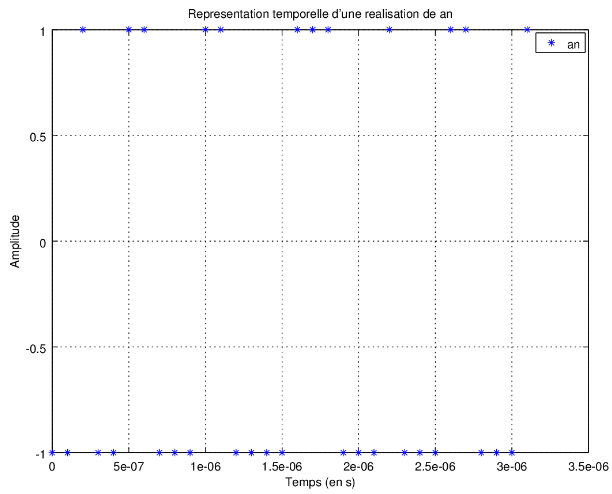
3. CONVERSION DES ÉLÉMENTS BINAIRES EN SYMBOLES (MAPPING)

```
an = zeros(1, N);
for k=1:1:length(bn)
    an(k) = 2*bn(k)-1;
end
```

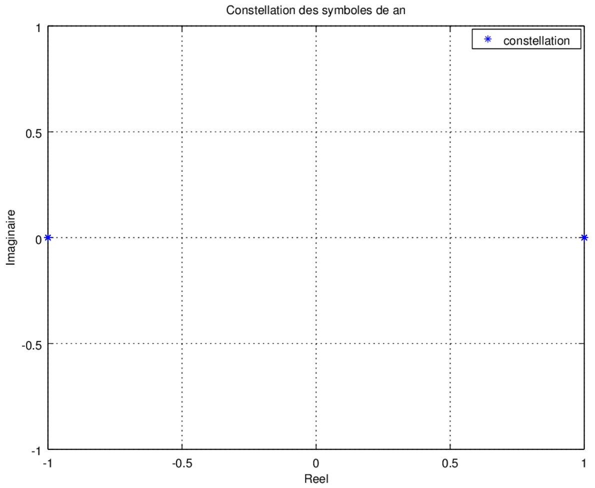
```
mean(an); # 0.0
var(an); # 1

mean(an.^2); #1
```

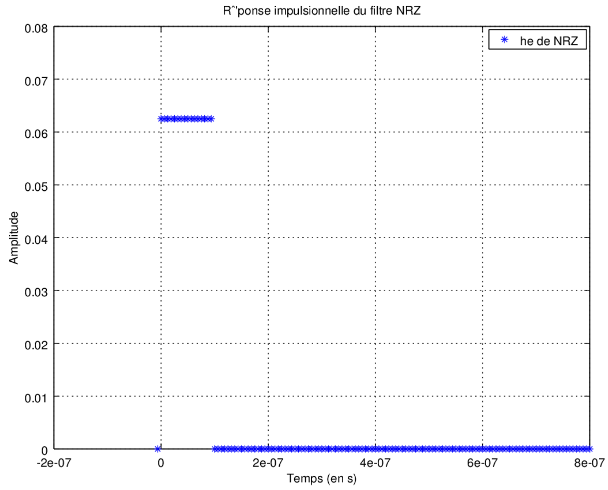
La moyenne et la variance empirique de an valent respectivement 0 et 1. Ceci est cohérent avec la théorie car les symboles sont centrés et ???. La puissance moyenne temporelle empirique du vecteur an vaut 1 (unité ??).

```
D = 10000000; # 1 Mbit/sec
T = 1/D;

t_a = 0 : T : N*T - T;

plot(t_a, an, '*')
```




```
plot(real(an), imag(an), '*')
```



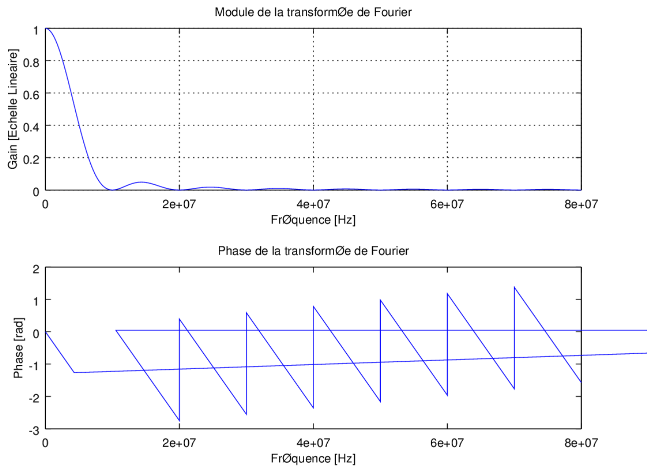


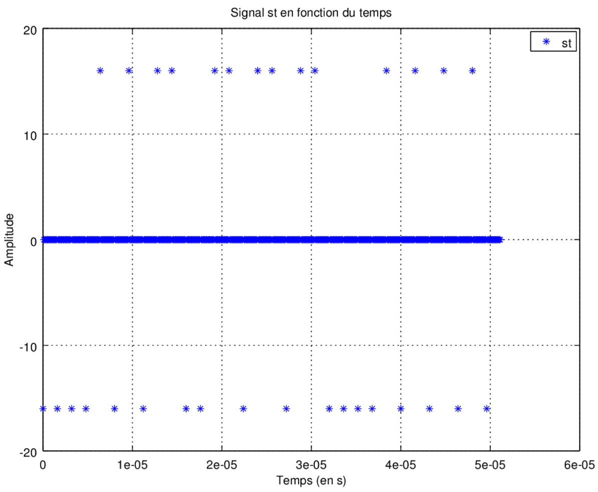
4. CONVERSION NUMÉRIQUE - ANALOGIQUE

4.1 Expansion - Question 1

```
F = 16; # Facteur de surechantillonage
st = zeros(1, N*F);
st(1) = F*an(1);
for k=1:1:length(an)-1
    st(k*F+1) = F*an(k+1);
end
```

Question 1 : la durée du signal st vaut NF/D.





4.2 Etude des filtres - Question 2

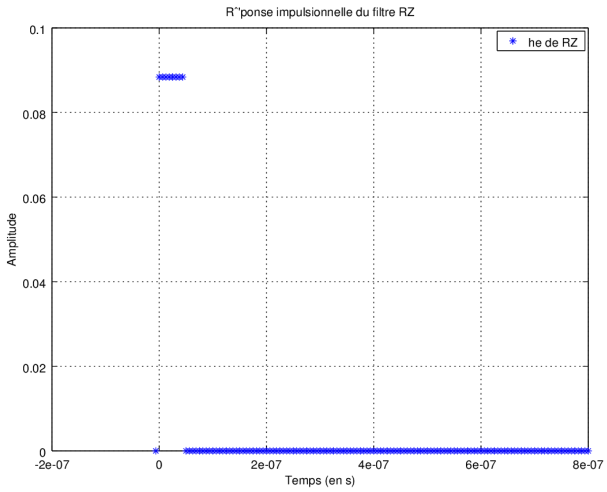
```
L = 8;
alpha = 0.5;
Te = T/F;
t_filtre = [0 : T/F : L*T -T/F];
```

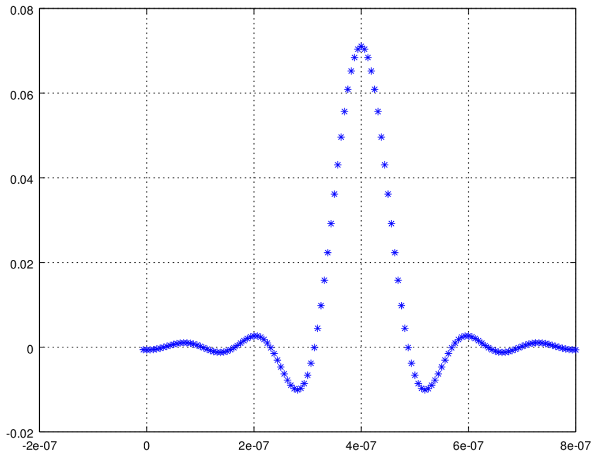
4.2.1 NRZ

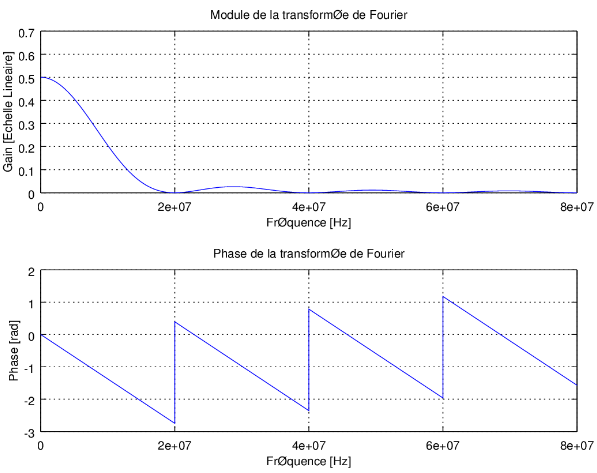
```
s_t = gen_filters2('nrz',t_filtre,T,F,L,alpha);
plot(t_filtre, s_t, '*')
```

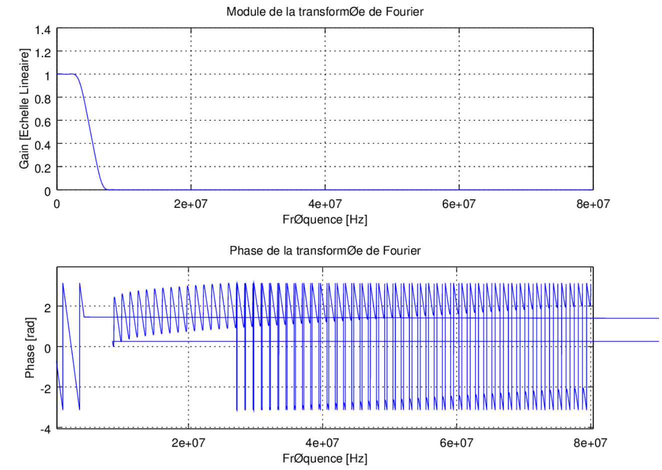
4.2.2 RZ

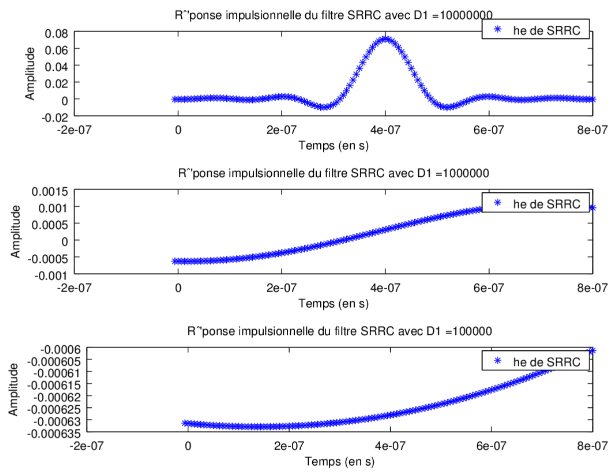
```
s_t = gen_filters2('rz',t_filtre,T,F,L,alpha);
plot(t_filtre, s_t, '*')
```







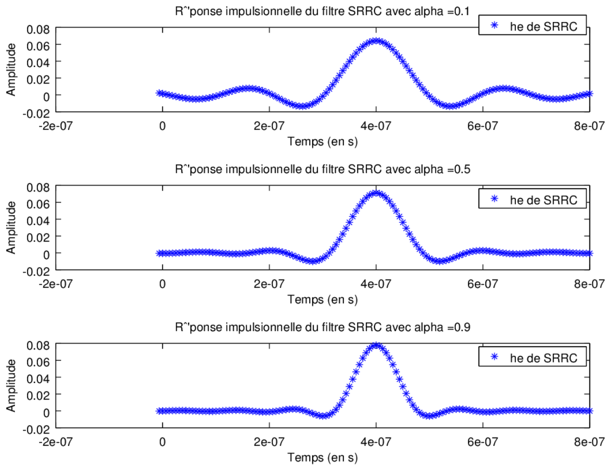




4.2.3 SRRC

```
s_t = gen_filters2('srrc',t_filtre,T,F,L,alpha);
plot(t_filtre, s_t, '*')
```

Interêt de D :



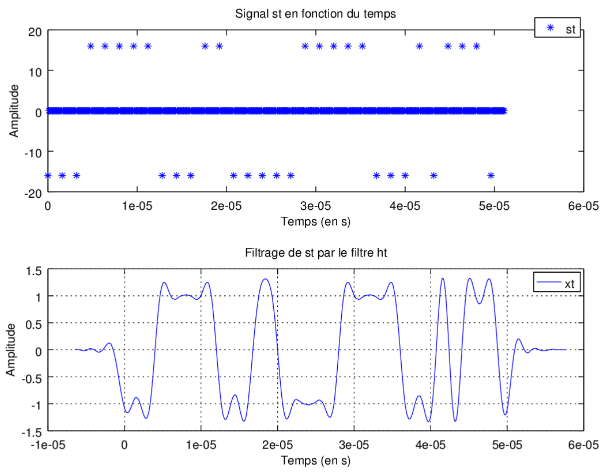
Interêt de alpha :

Est-ce logique d'observer une variation de phase linéaire avec la fréquence ?

4.3 Mise en forme des symboles

4.3.1 Question 3

```
t_x = -L*F*T/2 : T : (N*F)*T + L*F*T/2;
ht = gen_filters2('srrc',t_filtre,T,F,L,0.5);
xt = conv(st, ht);
figure; subplot(2,1,1); plot(t_s, st, '*'); subpl
```




```
length(st)
length(ht)
length(t_x)*T
length(t_filtre)*T
```

Résultats : ans = 512 ans = 130 ans = 6.4100e-05 ans = 1.3000e-05

4.3.2 Question 4

```
mean(xt.^2)
```

Résultat : 1 -> cohérent avec la théorie car la variance vaut 1 et le norme carrée du filtre d'émission vaut 1/T (filtre normalisé)

4.3.3 Question 5

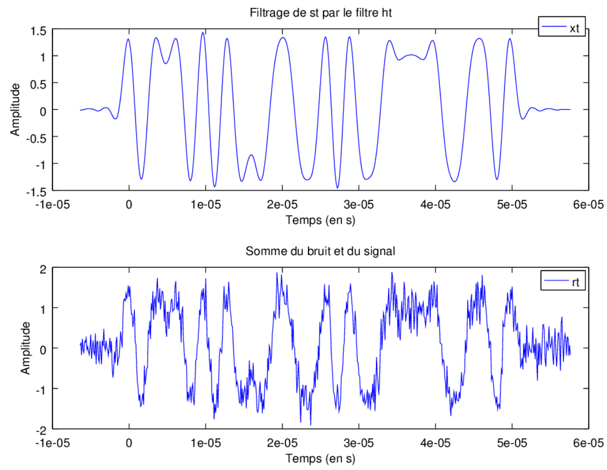
4.3.4 Question 6

5. AJOUT DU BRUIT BLANC GAUSSIEN - QUESTION 7

On sait que sigman^2 = (No*F)/(2*T) or P(xt) = Eb/T d'où la formule

De plus, on a P(xt) = 1 ici donc sigman^2 = f(Eb/N0) avec f(x) = F/(2*x)

```
sigma_n = sqrt((F/2)/(10.^(EbNodB/10)));
nt=sigma_n*randn(1,length(xt));
rt = xt + nt;
```



6. CONVERSION ANALOGIQUE - NUMÉRIQUE

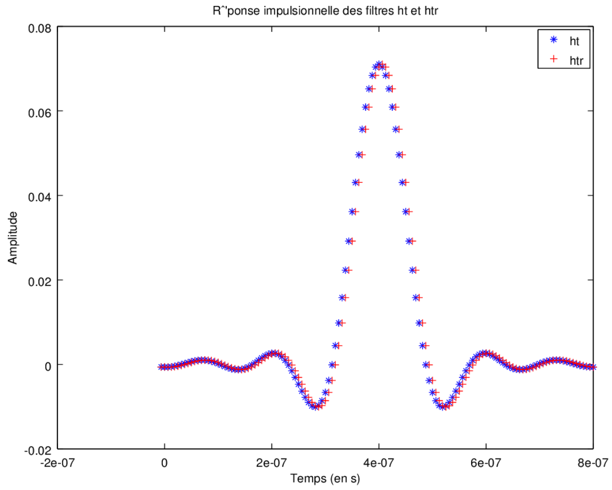
6.1 Filtrage adapté

6.1.1 Question 8

Définition de filtre adapté : Justification utilisation filtre adapté dans chaîne de communication :

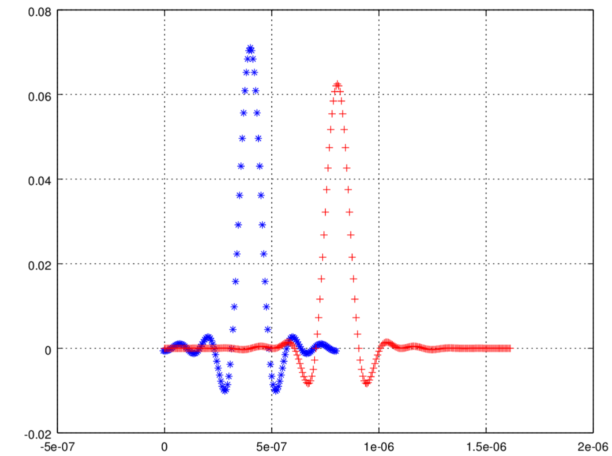
6.1.2 Question 9

```
htr = fliplr(ht+L*T);
plot(t_filtre, ht, '*');
plot(t_filtre, htr, 'r+');
```



Justifier la forme de la réponse impulsionnelle du filtre adapté ht(r) :

```
t_filtre_pt = [0 : T/F : 2*(L*T + T/F)];
figure; plot(t_filtre, ht, '*'); hold on; plot(t_
```



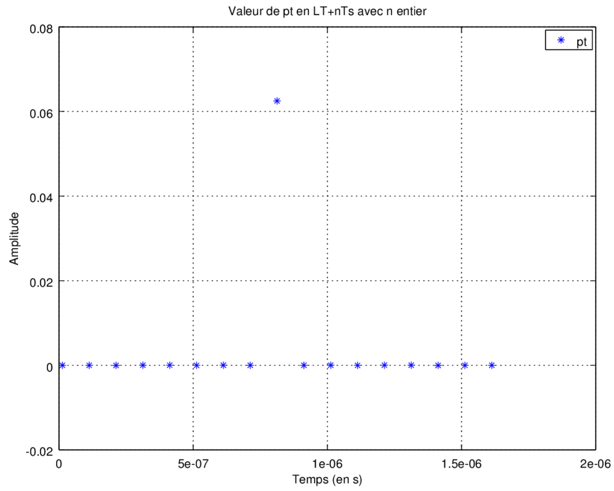
Expliquer la démarche pour la construction de pt et pour le vecteur temps choisi

6.1.3 *Question 10*

A l'aide de Matlab on fait crée un vecteurs contenant les valeurs de pt en to + nTs avec to = L*T et Ts = T.

```
vect_result = zeros(1,17);

for k=1:1:8
  vect_result(9-k) = pt(round((L*T-k*T)/(T/F)));
  vect_result(9+k) = pt(round((L*T+k*T)/(T/F)));
end
```

```
vect_result(9) = pt(round((L*T)/(T/F)));

t_vect_result = [L*T - 8*T: T : L*T + 8*T];
plot(t_vect_result, vect_result, '*')
```



On voir que pour n <> 0 les valeurs de pt sont bien nulles. On ne peut pas transmettre sans IES car on ne peut atteindre une précision telle que pt aura une valeur nulle tous les to + nTs. Cependant, on peut s'en approcher, et donc minimiser l'IES, en ???.

Diagramme de l'oeil : j'ai un truc mais .. ça m'a pas l'air d'être ça du tout

6.1.4 *Question 11*

blablablablabla

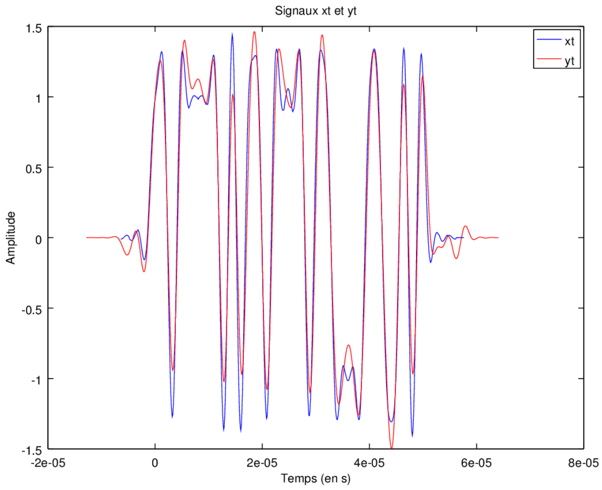
6.2 Décimation

6.2.1 *Question 12*

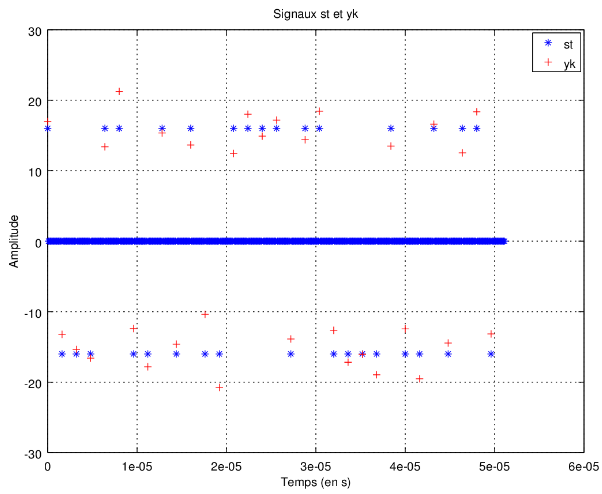
cf cours

6.2.2 *Question 13*

```
t_y = -L*F*T : T : (N*F)*T + L*F*T + T;
yt = conv(rt, htr);
plot(t_x, xt); hold on; plot(t_y, yt, 'r');
```




```
yk = [];

for k=1:1:length(yt)-1
    if mod(k, F) == 0 && -L*F*T + k*T >= 0 && -L*
        yk = [yk F*yt(k)];
    end
end

t_yk = [0 : F*T : (N*F-1)*T];
figure; plot(t_s, st, '*'); hold on; plot(t_yk, y
```

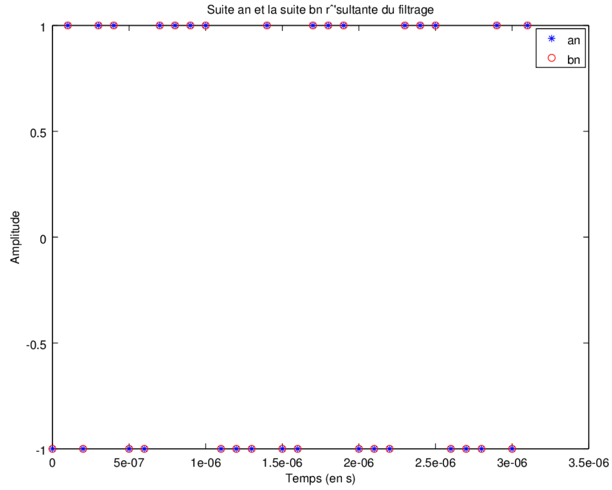


On vérifie grâce à la fonction length que le vecteur yk obtenu est bien de la même taille que an, ie 32.

7. PRISE DE DÉCISION (DEMAPPING)

On choisit comme sueil le double de sigmaN (rapport avec le bruit)

```
bn = [];

for k=1:1:length(yk)
    val = yk(k)/16;
    if val > 1 - 2*sigma_n
        bn = [bn 1];
    else
        bn = [bn -1];
    end
end

figure; plot(t_a, an, '*'); hold on; plot(t_a, bn, '
```



8. CALCUL DU TAUX D'ERREUR BINAIRE

9. MESURES DE PERFORMANCES

10. OPTIONNEL

10.1 Autres impulsions de mise en forme

10.2 Rapport signal à bruit sur la variable de décision

10.3 Analyseur de spectre

11. CONCLUSION