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

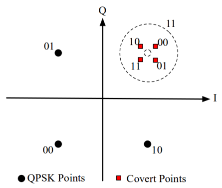
Fournier Mickaël
ENSIMAG - ISSC
22 rue Francis Jaquard
Grenoble, France
mickael.fournier@phelma.grenoble-inp.fr

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.

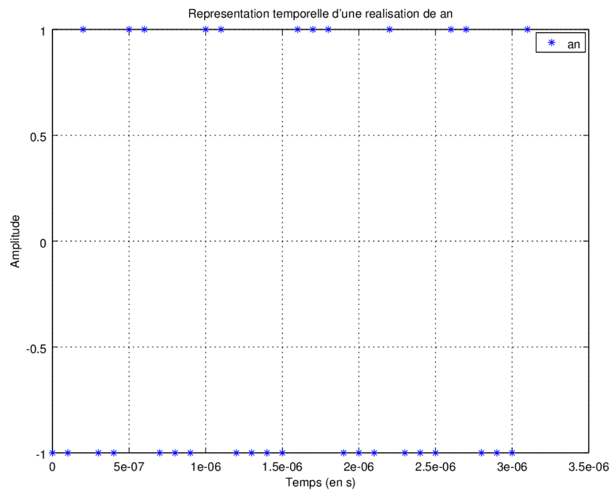
3. CONVERSION DES ÉLÉMENTS BINAIRES EN SYMBOLES (MAPPING)

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

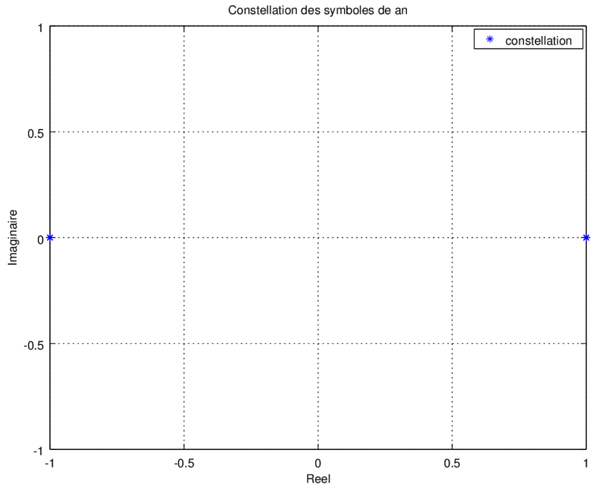
```
mean(an); # 0.0
var(an); # 1

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

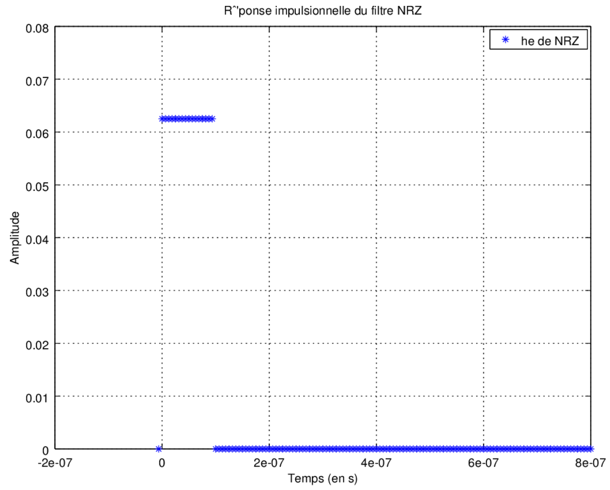
La moyenne et la variance empirique de an valent respectivement 0 et 1. Ceci est cohérent avec la théorie car les symboles sont centrés et ???. La puissance moyenne temporelle empirique du vecteur an vaut 1 (unité ??).

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

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

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




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



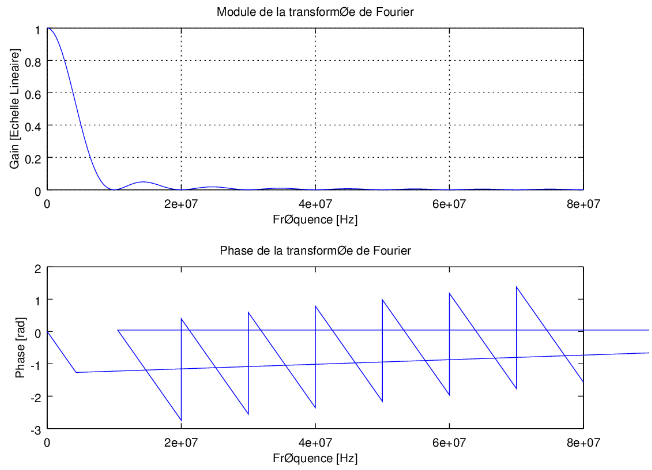


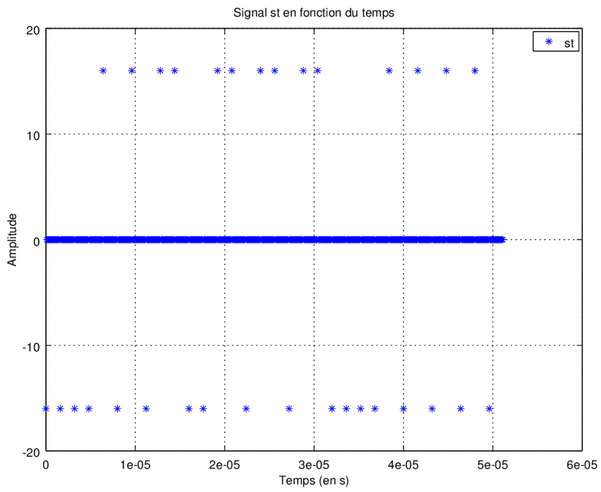
4. CONVERSION NUMÉRIQUE - ANALOGIQUE

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

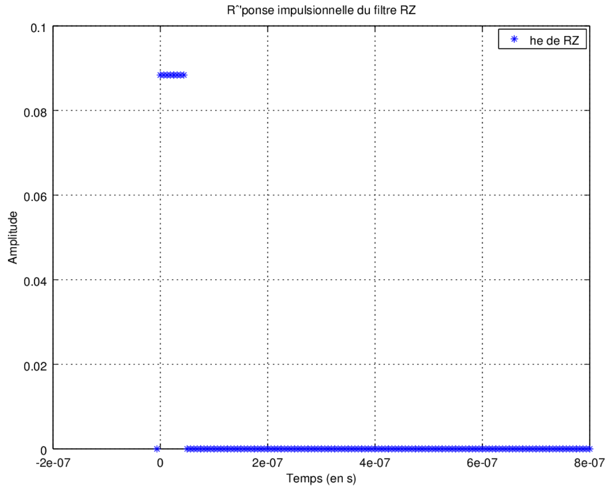
```
L = 8;
alpha = 0.5;
Te = T/F;
t_filtre = [0 : T/F : L*T -T/F];
```

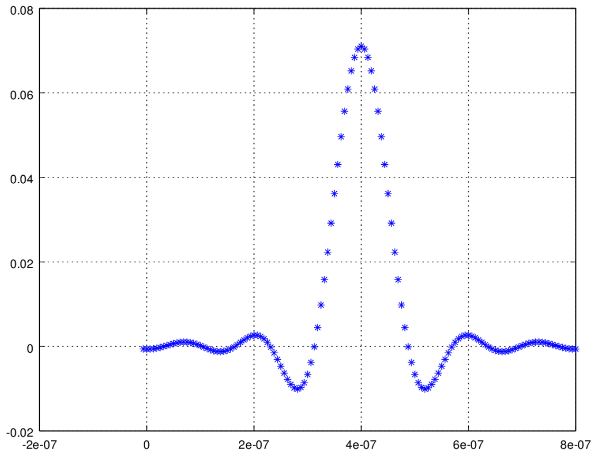
4.2.1 NRZ

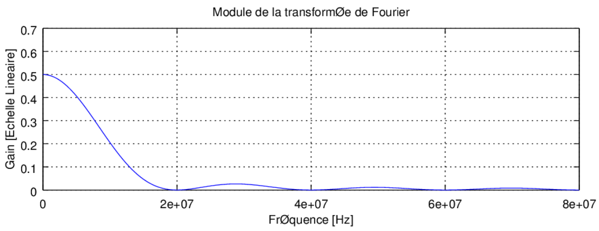
```
s_t = gen_filters2('nrz',t_filtre,T,F,L,alpha);
plot(t_filtre, s_t, '*')
```

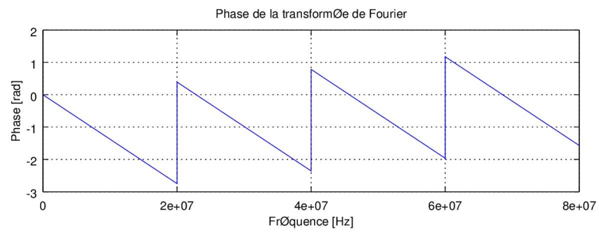
4.2.2 RZ

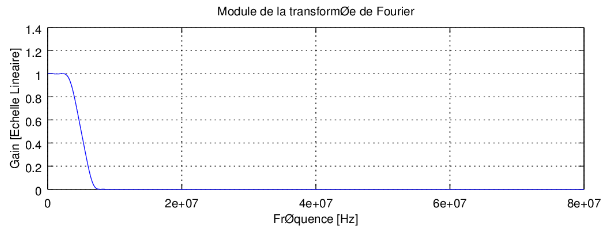
```
s_t = gen_filters2('rz',t_filtre,T,F,L,alpha);
plot(t_filtre, s_t, '*')
```

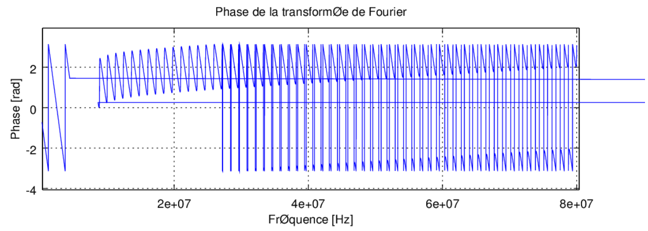






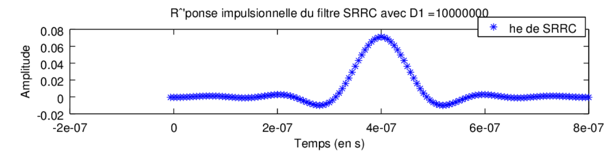


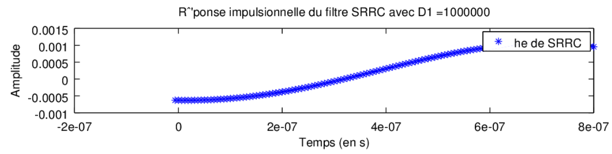


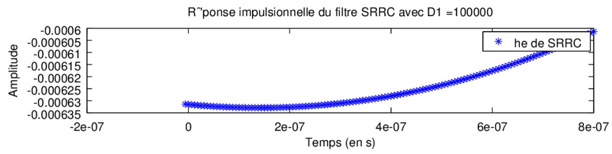


4.2.3 *SRRC*

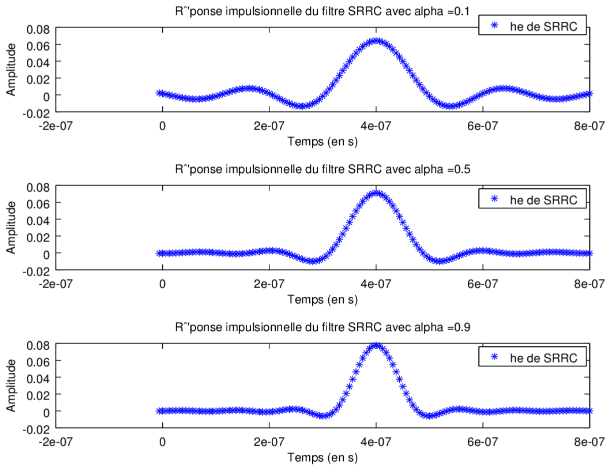
```
s_t = gen_filters2('srrc',t_filtre,T,F,L,alpha);
plot(t_filtre, s_t, '*')
```







Interêt de D :



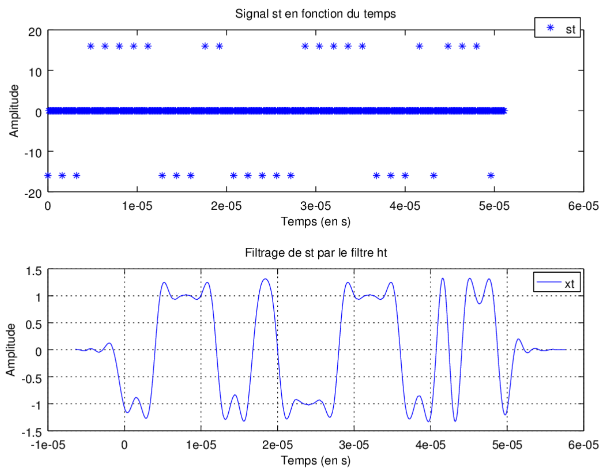
Interêt de alpha :

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

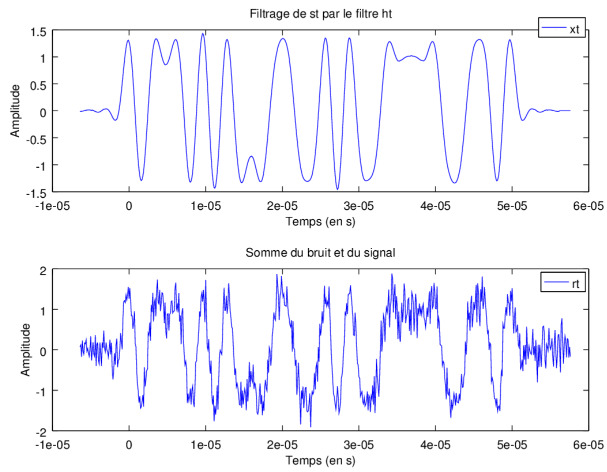
4.3.4 Question 6

5. AJOUT DU BRUIT BLANC GAUSSIEN - QUESTION 7

On sait que sigman² = (No*F)/(2*T) or P(xt) = Eb/T d'où la formule

De plus, on a P(xt) = 1 ici donc sigman² = 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

6.2 Décimation

7. PRISE DE DÉCISION (DEMAPPING)

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