

Département Génie des Communications et Réseaux

Compte Rendu

TP3

Chaines de transmission numériques

COMMUNICATION NUMERIQUES

Elaborés par :

Wissem Bagga

Génie des communications et Réseaux GCRA2 - Grp1

Date: 20/11/2024

Année Universitaire: 2023/2024

I. Objectifs

On va étudier la transmission numérique pour un signal NRZ à 4 états :

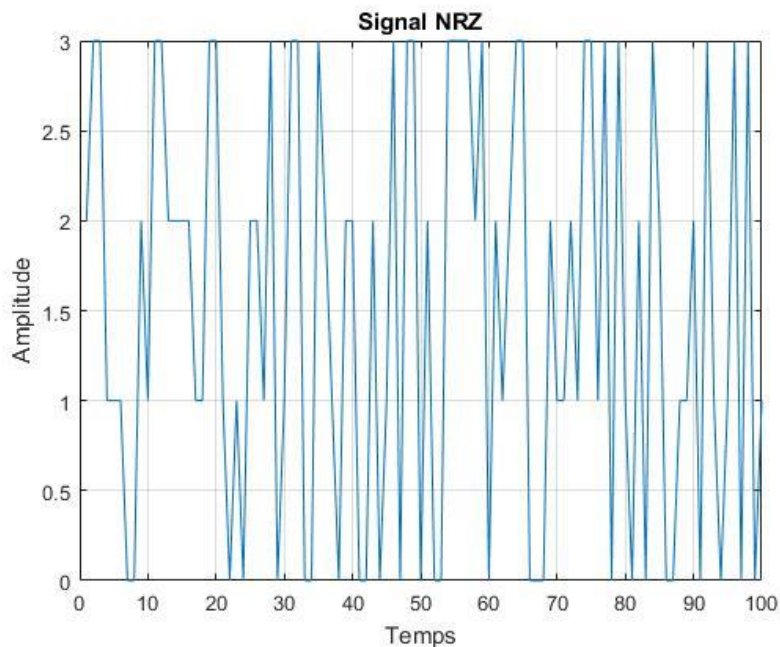
- Génération et visualisation du signal NRZ à 4 états.
- Filtrage du signal et interprétation de l'effet de ce filtrage.
- Modulation du signal et étude de la densité spectrale de puissance (DSP).
- Passage par un canal bruité et étude du comportement du signal.
- Estimation des symboles reçus à l'aide du récepteur adapté.

II. Génération du signal NRZ

- Code

```
Ns=100  
M=4  
D=0.05  
Ts=1/D  
L=Ns*Ts  
vect=randint(1,Ns,M)  
figure  
plot(vect)  
title('Signal NRZ')  
xlabel('Temps')  
ylabel('Amplitude')  
grid on ;
```

- Représentation



- **Interprétation**

Ce code génère un signal NRZ à 4 états, avec des niveaux d'amplitude choisis aléatoirement parmi les valeurs possibles. La figure montre le signal NRZ dans le domaine temporel, représentant les symboles numériques générés.

III. Transformation du signal NRZ à un signal centré

- **Code**

```
%%%%%%%%%%%%%% Génération du vecteur de symbole %%%%%%%%%%%%%%%
```

```
Vect1=2*vect-(M-1)
```

```
figure
```

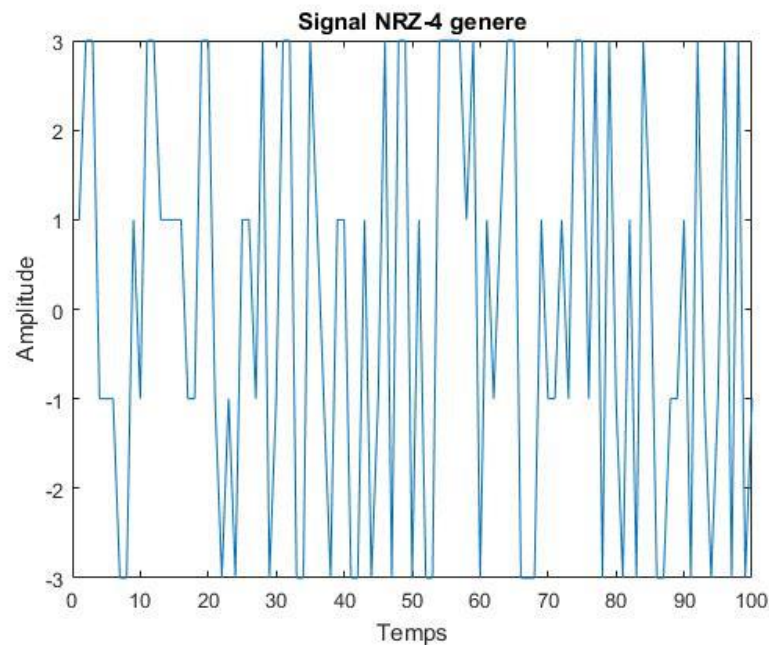
```
plot(Vect1)
```

```
title('Signal NRZ-4 genere')
```

```
xlabel('Temps')
```

```
ylabel('Amplitude')
```

- **Représentation**



- **Interprétation**

Cette section transforme le signal généré en un signal centré autour de zéro, avec des valeurs ajustées à $[-3, -1, 1, 3]$. Cela simplifie le traitement du signal et prépare pour la modulation. La figure illustre ce nouveau signal.

IV. Filtrage du signal

- **Code**

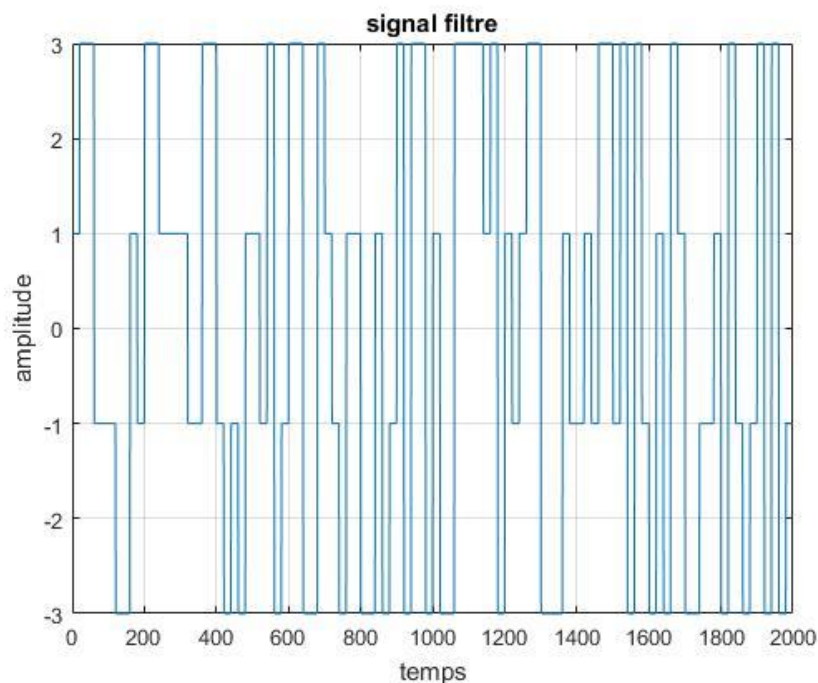
```
%%%%%%%%%%%%%% Signal filtrée %%%%%%%%%%%%%%%
```

```

x=zeros(1,L);
x(1:Ts:L)=Vect1;
g=ones(1,Ts);
y=filter(g,1,x);
figure
plot(y);
title('signal filtre');
xlabel('temps');
ylabel('amplitude');
grid on ;

```

- **Représentation**



- **Interprétation**

Le signal est filtré avec une porte rectangulaire pour limiter la bande passante. Cela génère une forme de signal plus douce. La figure montre le résultat après **filtrage, avec une transition plus fluide entre les niveaux de symboles**.

V. Densité Spectrale de Puissance (DSP)

- **Code**

```

%%%%%%%%%%%% DSP de Signal %%%%%%%%%%%%%%
dsp=psd(y,512);
f=linspace(0,0.5,length(dsp));
figure
plot(f,dsp);

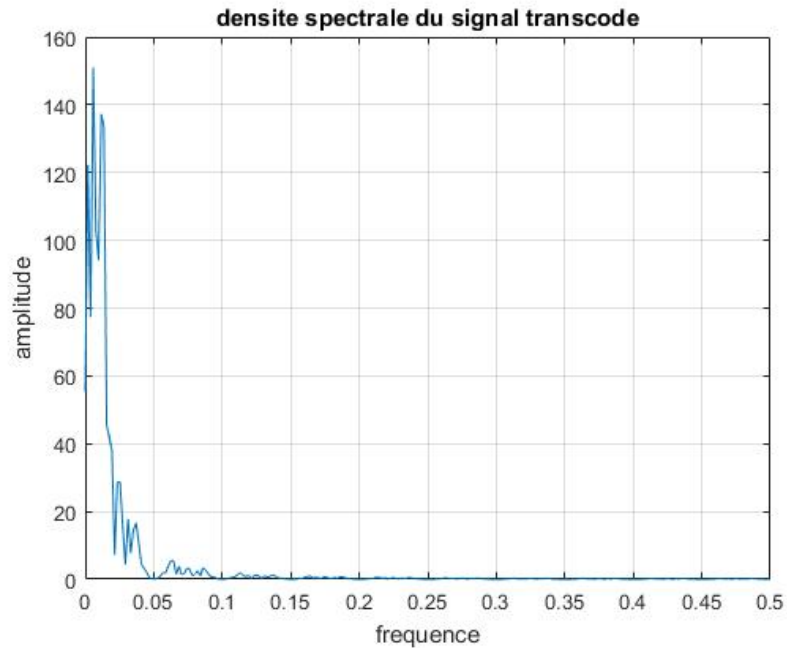
```

```

title('densite spectrale du signal transcode');
xlabel('frequence');
ylabel('amplitude');
grid on;

```

- **Représentation**



- **Interprétation**

Cette partie calcule et affiche la DSP du signal transcodé (filtré). La figure illustre la répartition de la puissance en fonction des fréquences, permettant de voir **l'effet du filtrage sur la bande passante du signal**.

VI. Modulation du signal et DSP du signal modulé

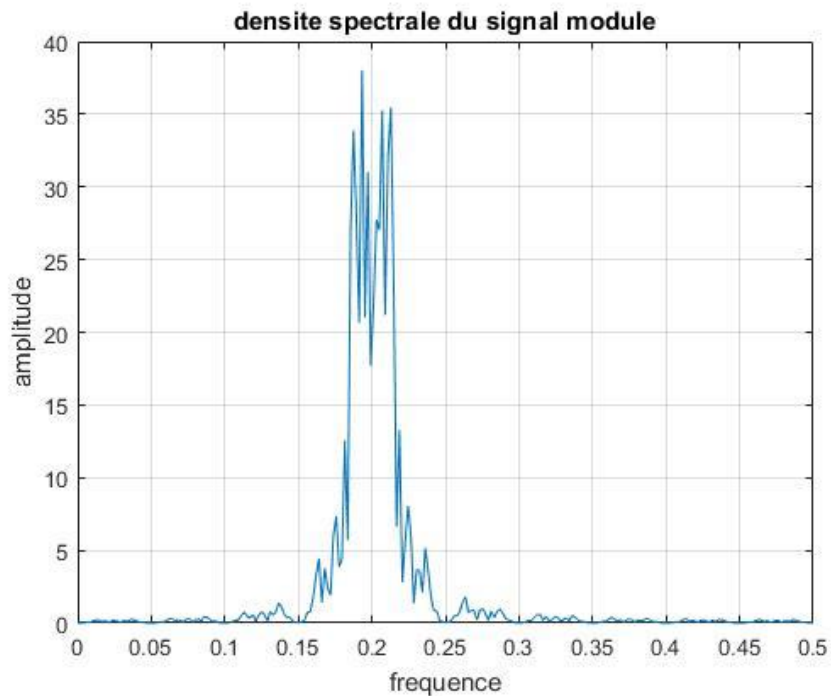
- **Code**

```

%%%%%%%%%%%%%% DSP de Signal modulé %%%%%%%%%%%%%%%
fc=0.2 ;
S=y.*(cos(2*pi*fc*[1:L]));
S1=psd(S,512);
f1=linspace(0,0.5,length(S1));
figure
plot(f1,S1);
title('densite spectrale du signal module');
xlabel('frequence');
ylabel('amplitude');
grid on ;

```

- **Représentation**



- **Interprétation**

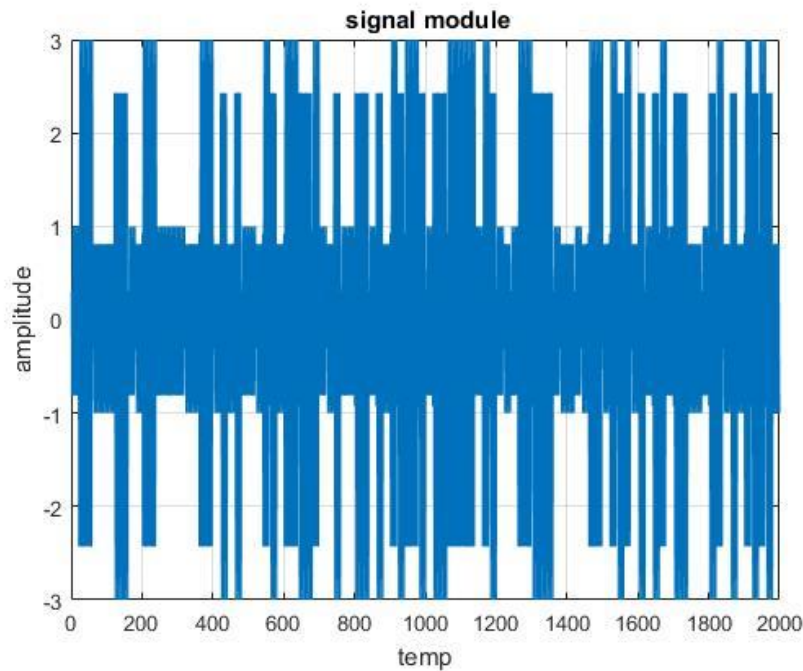
Le signal est modulé à l'aide d'une fréquence porteuse $f_c = 0.2$, puis sa densité spectrale de puissance est calculée. La figure montre que **la modulation déplace le signal vers une fréquence plus élevée.**

VII. Visualisation du signal modulé

- **Code**

```
%%%%%%%%%%%%%% Modulation et calcul de DSP %%%%%%%%%%%%%%%
figure
plot(S);
title(' signal module');
xlabel('temp');
ylabel('amplitude');
grid on ;
```

- **Représentation**



- **Interprétation**

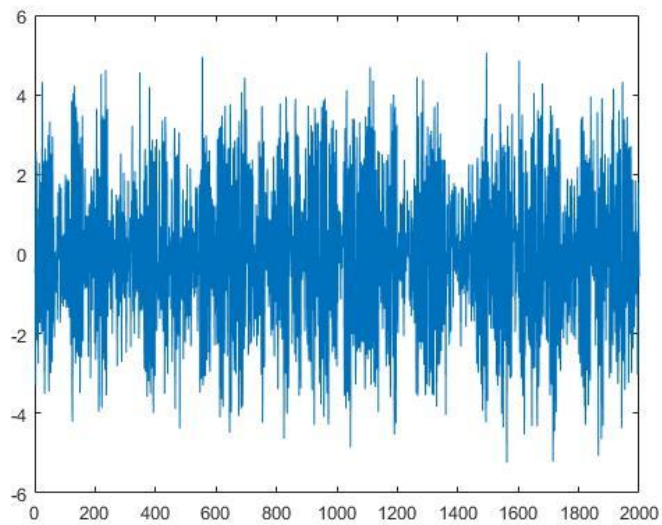
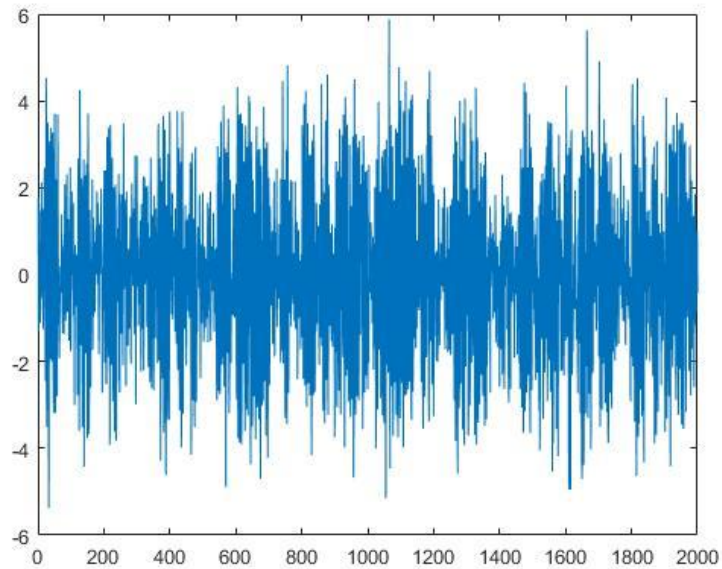
Ce code affiche le signal modulé dans le domaine temporel. On observe le signal porteur modulé par le signal de données filtré.

VIII. Ajout de bruit gaussien (Canal gaussien)

- **Code**

```
%%%%%%%%%%%% Canal Gaussien %%%%%%%%%%%%%%
Z1=awgn(S,5,'measured','db');
Z2=awgn(S,5,'measured','db');
figure
plot(Z1)
figure
plot(Z2)
```

- **Représentation**



- **Interprétation**

Le signal est soumis à un canal gaussien avec un bruit de $\text{SNR} = 5$ dB. Les figures montrent la dégradation du signal due au bruit, introduisant une distorsion qui peut affecter la qualité de réception.

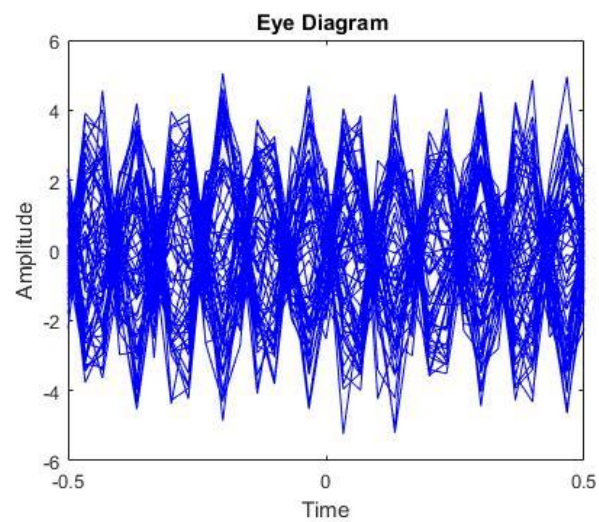
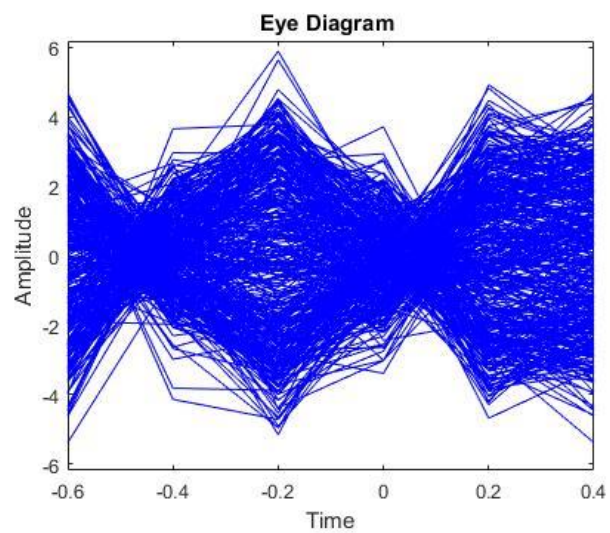
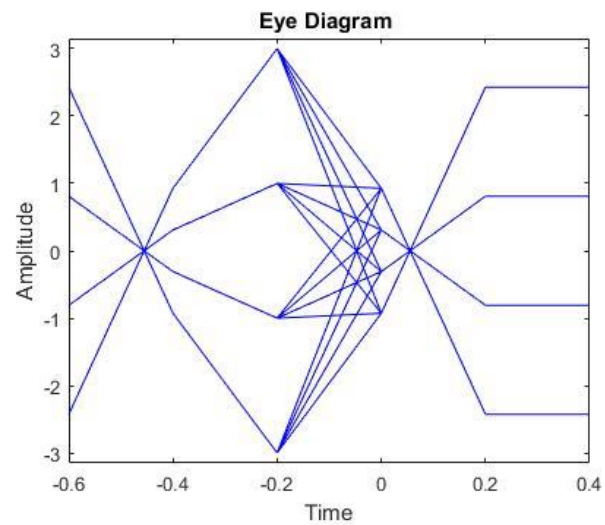
IX. Diagrammes d'œil

- **Code**

%%%%%%%% Diagramme d'oeil %%%%%%%%%
 eye1=eyediagram(S,5); %SNR=5

```
eye2=eyediagram(Z1,5); %SNR=5  
eye3=eyediagram(Z2,30); %SNR=30
```

- **Représentation**



- **Interprétation**

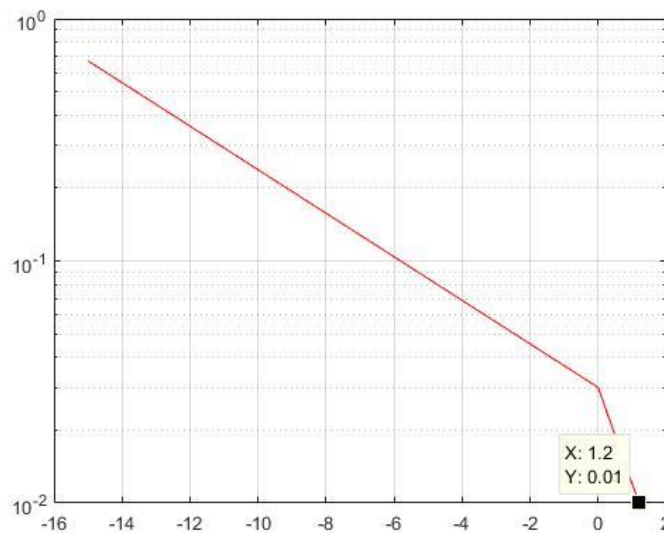
Les diagrammes d'œil montrent la qualité du signal pour différents niveaux de SNR. Pour un SNR de 5 dB, l'ouverture de l'œil est réduite, ce qui montre **une importante distorsion**. Pour un SNR plus élevé (30 dB), l'ouverture est plus large, indiquant une meilleure qualité du signal et un **taux d'erreur plus faible**.

X. Estimation des symboles et taux d'erreur en fonction du SNR

- **Code**

```
SNR=[-10 -5 0 1.2]
for j = 1 : length(SNR)
    bS1=awgn(S,SNR(j),'measured')%Signal avec bruit
    bS11= bS1.*cos(2*pi*fc*[1:L])
    %partie estimation
    Eg = sum(g.^2);
    u = Eg/2;
    r1=filter(g,1,bS11)
    ra1=r1(Ts:Ts:L)
    Am =[-(M-1):2:(M-1)];
    for i=1:Ns
        [c1,I1]=min(([kron(ones(1,M),ra1(i))]-u.*Am)).^2)
        est(i) = I1 - 1;
    end
    sye = 0 ;
    for i = 1: Ns
        if(est(i)~=vect(i))
            sye = sye + 1 ;
        end
    end
    taux(j)=sye/Ns
end;
figure;
semilogy(SNR,taux,'r')
grid on ;
```

- **Représentation**



- **Interprétation**

Ce code permet d'estimer les symboles reçus en fonction du bruit ajouté au signal et de calculer le taux d'erreur de symbole. La figure montre le taux d'erreur en fonction du SNR. Le taux d'erreur diminue de façon exponentielle lorsque le SNR augmente, ce qui confirme que **la qualité du signal s'améliore** avec une meilleure puissance du signal par rapport au bruit.

XI. Conclusion

Nous avons étudié les différentes étapes d'une chaîne de transmission numérique NRZ à 4 états, depuis la **génération** jusqu'à la **réception**, en passant par **la modulation** et **l'ajout de bruit**.

L'analyse des diagrammes d'œil et du **taux d'erreur** en fonction du **SNR** a mis en évidence **l'impact du bruit sur la qualité du signal** transmis. Ces résultats montrent **l'importance de la qualité du canal de transmission pour une réception correcte des symboles**.