



Rapport Télécommunications - TPs Etude de transmissions en bande de base

EL ALOUT Ismail
YOUNES Yahya

Département Sciences du Numérique - Première année
2021-2022

Table des matières

| | | |
|----------|---|----------|
| 1 | Introduction | 3 |
| 2 | Séquence 1 : Etude de modulateurs bande de base | 3 |
| 2.1 | Introduction | 3 |
| 2.2 | Etude réalisée | 3 |
| 2.2.1 | Modulateur 1 | 3 |
| 2.2.2 | Modulateur 2 | 4 |
| 2.2.3 | Modulateur 3 | 5 |
| 3 | Séquence 2 : Etude des interférences entre symbole et du critère de Nyquist | 5 |
| 3.1 | Introduction | 5 |
| 3.2 | Etude sans canal de propagation | 6 |
| 3.3 | Etude avec canal de propagation sans bruit | 7 |
| 4 | Séquence 3 : Etude de l'impact du bruit, filtrage adapté, taux d'erreur binaire, efficacité en puissance | 8 |
| 4.1 | Introduction | 8 |
| 4.2 | Chaine de référence | 8 |
| 4.3 | Première chaine à étudier, implanter et comparer à la chaine de référence | 8 |
| 4.3.1 | Implantation de la chaine sans bruit | 9 |
| 4.3.2 | Implantation de la chaine avec bruit | 9 |
| 4.4 | Deuxième chaine à étudier, implanter et comparer à la chaine de référence | 9 |

1 Introduction

L'objectif de ce TP est d'étudier une chaîne de transmissions en bande de base, en évaluant l'efficacité spectrale et l'efficacité en puissance. Nous devons aussi apprendre pendant cette étude à identifier les solutions possibles pour optimiser la chaîne de transmission en termes d'efficacité spectrale et d'efficacité en puissance.

2 Séquence 1 : Etude de modulateurs bande de base

2.1 Introduction

Dans cette première séquence, nous allons étudier et comparer 3 modulateurs, en termes d'efficacité spectrale. Modulateur 1 :

Mapping : symboles binaires à moyenne nulle.
Filtre de mise en forme : rectangulaire de durée T_s .

Modulateur 2 :

Mapping : symboles 4-aires à moyenne nulle.
Filtre de mise en forme : rectangulaire de durée T_s .

Modulateur 3 :

Mapping : symboles binaires à moyenne nulle.
Filtre de mise en forme : racine de cosinus surélevé.

2.2 Etude réalisée

Les modulateurs précédemment décrits ont été implantés sous Matlab avec une fréquence d'échantillonnage $F_e = 24000$ Hz pour transmettre un même débit binaire $R_b = 3000$ bits par seconde.

2.2.1 Modulateur 1

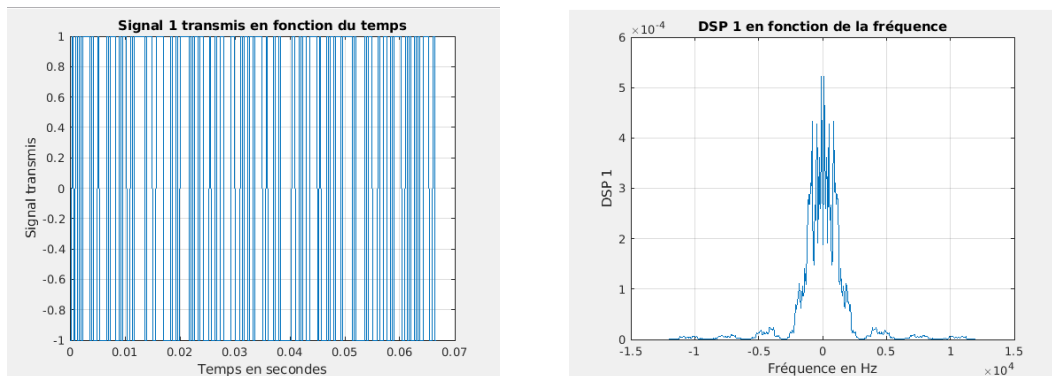


FIGURE 1 – Tracé du signal transmis en fonction du temps et de sa DSP.

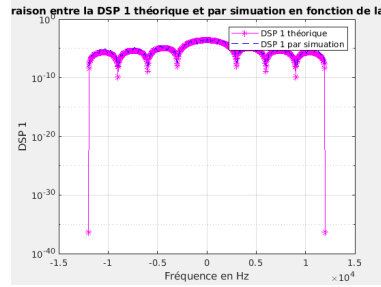


FIGURE 2 – Comparaison de la DSP simulé et de la DSP théorique

2.2.2 Modulateur 2

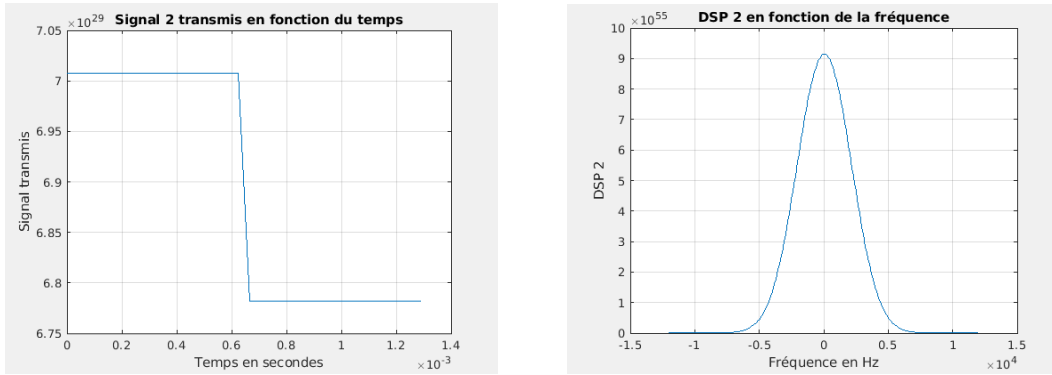


FIGURE 3 – Tracé du signal transmis en fonction du temps et de sa DSP.

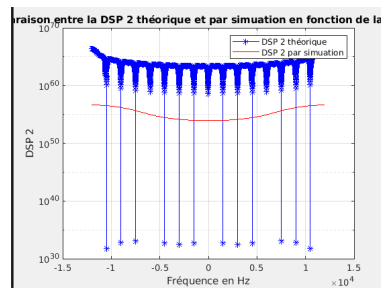


FIGURE 4 – Comparaison de la DSP simulé et de la DSP théorique

2.2.3 Modulateur 3

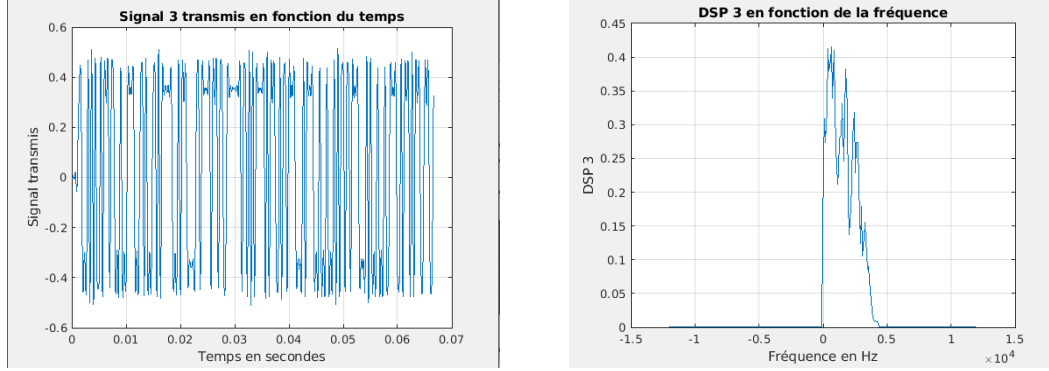


FIGURE 5 – Tracé du signal transmis en fonction du temps et de sa DSP.

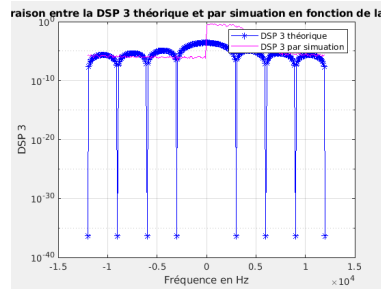


FIGURE 6 – Comparaison de la DSP simulé et de la DSP théorique

L'ordre de modulation et le choix du filtre de mise en forme bien localisé en fréquence agissent sur l'efficacité spectrale de la transmission

3 Séquence 2 : Etude des interférences entre symbole et du critère de Nyquist

3.1 Introduction

Cette partie va être dédiée à l'étude des interférences entre symboles dans une chaîne de transmission et à l'intérêt d'y respecter le critère de Nyquist. La chaîne de transmission a été implantée avec une fréquence d'échantillonnage $F_e = 24000$ Hz pour transmettre un débit binaire $R_b = 3000$ bits par seconde. On a considéré un mapping binaire à moyenne nulle, un filtre de mise en forme et un filtre de réception de même réponse impulsionnelle rectangulaire de durée T_s et de hauteur 1.

3.2 Etude sans canal de propagation

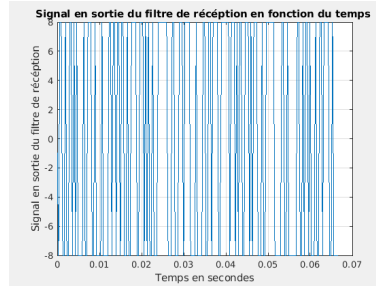


FIGURE 7 – Tracé du signal en sortie du filtre de réception

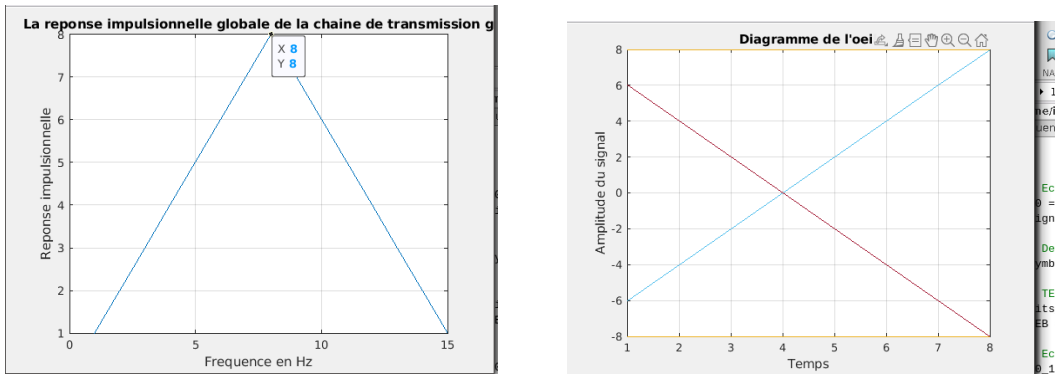


FIGURE 8 – Tracé de la réponse impulsionnelle globale de la chaine de transmission et du diagramme de l'oeil.

A partir du tracé de la réponse impulsionnelle globale de la chaine de transmission, $n_0 = 8$ est l'instant optimal qui permet de respecter le critère de Nyquist.

On retrouve cette valeur de n_0 à partir du diagramme de l'oeil

Pour une valeur de $n_0 = 3$, le taux d'erreur binaire obtenu est non nul. (Interférence entre symboles)

3.3 Etude avec canal de propagation sans bruit

On ajoute à la chaine précédente un canal de propagation à bande limitée BW mais qui n'introduit pas de bruit, en considérant un échantillonnage aux instants optimaux.

1. Pour $BW = 8000\text{Hz}$:

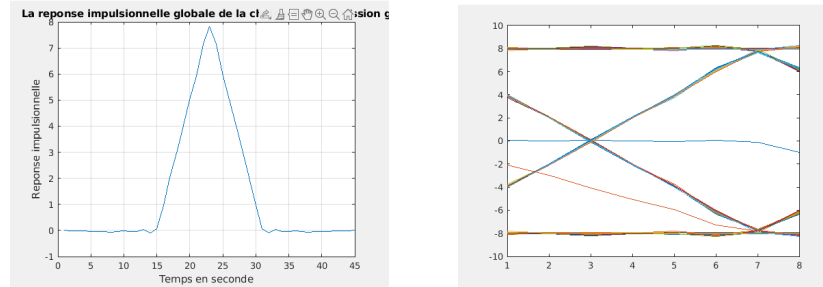


FIGURE 9 – Tracé de la réponse impulsionnelle globale de la chaine de transmission et du diagramme de l'oeil.

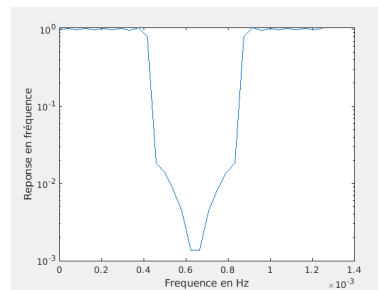


FIGURE 10 – Tracé de la réponse en fréquence du filtre canal

2. Pour $BW = 1000\text{Hz}$:

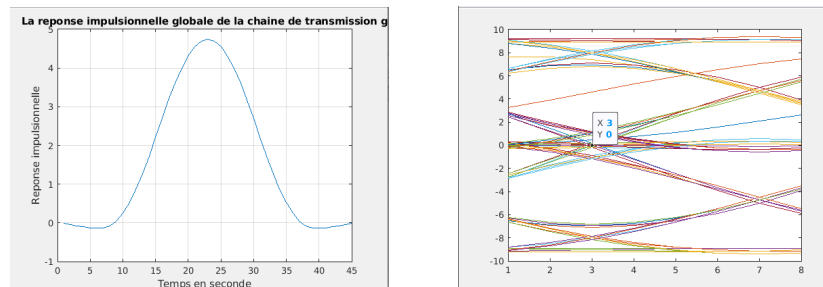


FIGURE 11 – Tracé de la réponse impulsionnelle globale de la chaine de transmission et du diagramme de l'oeil.

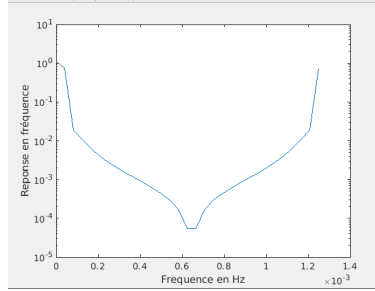


FIGURE 12 – Tracé de la réponse en fréquence du filtre canal

4 Séquence 3 : Etude de l'impact du bruit, filtrage adapté, taux d'erreur binaire, efficacité en puissance

4.1 Introduction

Cette dernière partie est dédiée à l'étude du bruit dans la chaîne de transmission numérique : impact du bruit introduit par le canal sur la transmission, influence du filtrage adapté, calcul et estimation du taux d'erreur binaire (TEB). Pour cela, nous avons implanté sous Matlab différentes chaînes de transmission afin de les analyser et de les comparer en nous focalisant, cette fois, sur leur efficacité en puissance

4.2 Chaîne de référence

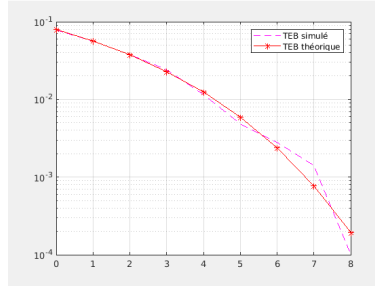


FIGURE 13 – Comparaison du TEB simulé et du TEB théorique

4.3 Première chaîne à étudier, implanter et comparer à la chaîne de référence

Mapping binaire à moyenne nulle, réponses impulsionnelles des filtres de mise en forme et de réception, h et h_r , données par la figure 1.

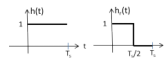


FIGURE 1 – Réponses impulsionnelles des filtres d'émission et de réception.

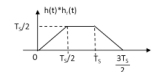


FIGURE 2 – Produit de convolution entre $h(t)$ et $h_r(t)$.

4.3.1 Implantation de la chaine sans bruit

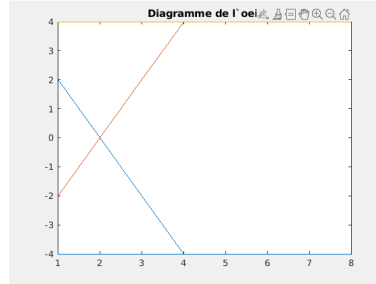


FIGURE 14 – Tracé du diagramme de l'oeil en sortie du filtre de réception

4.3.2 Implantation de la chaine avec bruit

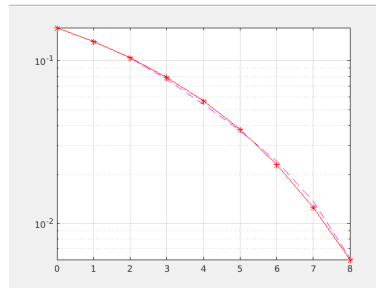


FIGURE 15 – Tracé du TEB simulé et du TEB théorique

Le TEB simulé est collé au TEB théorique. On a $\eta = R_b/B$.
Ainsi, cette chaine est plus efficace spectralement que la chaine de référence.

4.4 Deuxième chaine à étudier, implanter et comparer à la chaine de référence

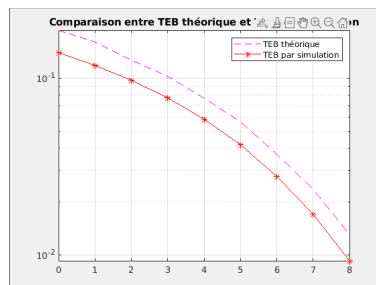


FIGURE 16 – Tracé du TEB simulé et du TEB théorique (implantation avec bruit)

La différence entre le TEB simulé et TEB théorique s'explique par le fait que dans ce cas on n'a pas un mapping de Gray.

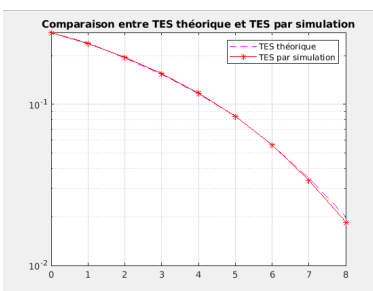


FIGURE 17 – Comparaison du TES simulé et du TES théorique

Pour annuler le TEB, il faut un SNR plus important dans ce cas que dans le cas de la chaîne de référence. Donc, la chaîne de référence est plus efficace spectralement.