



Projet
Impact d'un canal de propagation sélectif en fréquence et
introduction à l'égalisation

Département Sciences Du Numérique - Première année
2020-2021
Ayoub Najmeddine

Table des matières

1	Introduction	3
2	Impact d'un canal de propagation multitrajets	3
2.1	étude théorique	3
2.2	Implantation sous Matlab	5

1 Introduction

L'objectif ici n'est pas de développer la théorie de l'égalisation, bien entendu, mais d'en introduire le concept. Après avoir étudié l'impact d'un canal multitrajet dans la chaîne de transmission, nous allons ajouter un égaliseur fixe (pour canal stationnaire) sous la forme d'un filtre RIF (filtres à réponse impulsionnelle finie) implanté au rythme symbole : l'égaliseur ZFE (Zero Forcing Equalizer)

2 Impact d'un canal de propagation multitrajets

2.1 étude théorique

1.

$$y_e = \alpha_0 x_e(t - \tau_0) + \alpha_1 x_e(t - \tau_1) + n_e(t)$$

2.

On a :

$$y_e = \alpha_0 x_e(t - \tau_0) + \alpha_1 x_e(t - \tau_1) + n_e(t) = x_e(\alpha_0 \delta(t - \tau_0) + \alpha_1 \delta(t - \tau_1)) + n_e(t)$$

D'où :

$$h_c(t) = \alpha_0 \delta(t - \tau_0) + \alpha_1 \delta(t - \tau_1)$$

3.

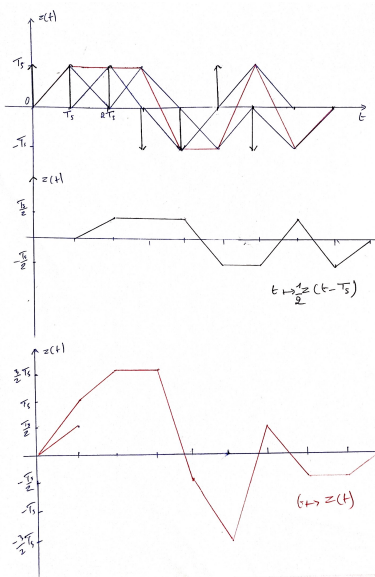


FIGURE 1 – Traçage du signal en sortie du filtre de réception $h_r(t)$ pour la séquence binaire transmise 1110010.

4. Le diagramme de l'oeil sans bruit en sortie du filtre de réception montre que

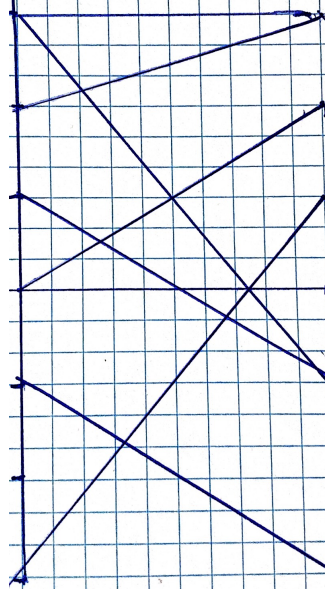


FIGURE 2 – Traçage du diagramme de l'oeil

la critère de Nyquist ne peut pas être respecté. En effet, en échantionnant dans la durée T_s et en représentant tout ce qui peut se produire sur ce signal pendant cette durée, on voit apparaître plus de deux valeurs possibles, alors que seulement deux valeurs sont possibles pour les deux symboles émis.

5.

En échantionnant à $t_0 + mT_s$ et en utilisant un détecteur à seuil de seuil 0 on a :

$$TEB = P[a_k = -1]P[a_k = +1|a_k = -1] + P[a_k = +1]P[a_k = -1|a_k = +1]$$

Avec :

$$\begin{aligned} P[a_k = +1|a_k = -1] &= P[a_{k-1} = -1]P[0.5T_s + w_m < 0] + P[a_{k-1} = +1]P[1.5T_s + w_m < 0] \\ &= \frac{1}{2}P[-0.5T_s > w_m] + \frac{1}{2}P[-1.5T_s > w_m] = \frac{1}{2}Q\left(\frac{1.5T_s}{\sigma_w}\right) + \frac{1}{2}Q\left(\frac{0.5T_s}{\sigma_w}\right) \end{aligned}$$

Alors :

$$TES = TEB = 2 \cdot \frac{1}{2} \left(\frac{1}{2}Q\left(\frac{1.5T_s}{\sigma_w}\right) + \frac{1}{2}Q\left(\frac{0.5T_s}{\sigma_w}\right) \right) = \frac{1}{2}Q\left(\frac{1.5T_s}{\sigma_w}\right) + \frac{1}{2}Q\left(\frac{0.5T_s}{\sigma_w}\right)$$

6.

la puissance du bruit en sortie du filtre de réception est donnée par :

$$\sigma_w^2 = N_0 \int |H_r(f)|^2 df = N_0 T_s$$

7.

L'énergie des symboles à l'entrée du récepteur est :

$$\begin{aligned} E_s = P_s T_s &= \sigma_a^2 \int |H_e(f)|^2 df = \sigma_a^2 \int |H_c(f)|^2 |H(f)|^2 df = \sigma_a^2 \int h_c(t)^2 h(t)^2 dt = \sigma_a^2 \int (\delta_e(t) + \frac{1}{2} \delta_e(t - T_s)) \\ &= \sigma_a^2 \int h(t)^2 + \frac{1}{4} h(t - T_s)^2 dt = T_s + \frac{T_s}{4} = \frac{5T_s}{4} \end{aligned}$$

8.

On a $E_s = E_b$ et

$$TEB = \frac{1}{2} Q \left(\sqrt{\frac{0.5 E_b^2}{N_0 E_b + \alpha_1^2}} \right) + \frac{1}{2} Q \left(\sqrt{\frac{4.5 E_b^2}{N_0 E_b + \alpha_1^2}} \right)$$

2.2 Implantation sous Matlab

Voir code source.

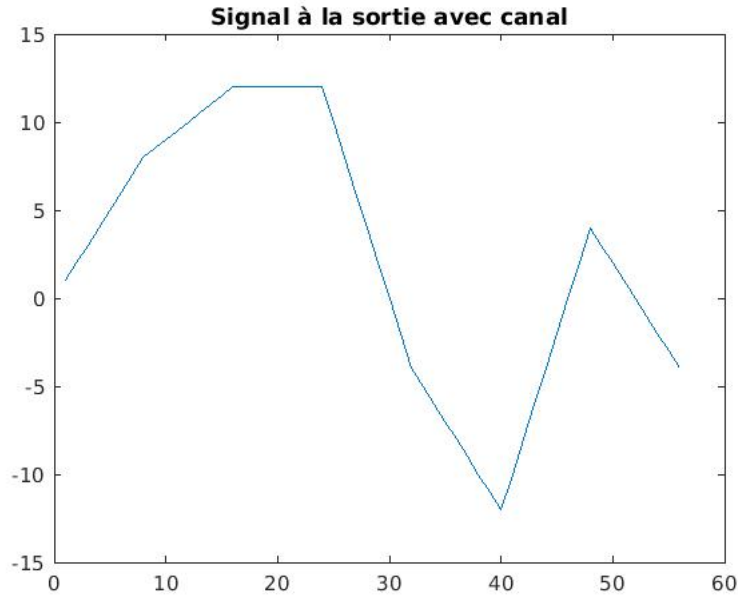


FIGURE 3 – Signal en sortie du filtre de réception h_r

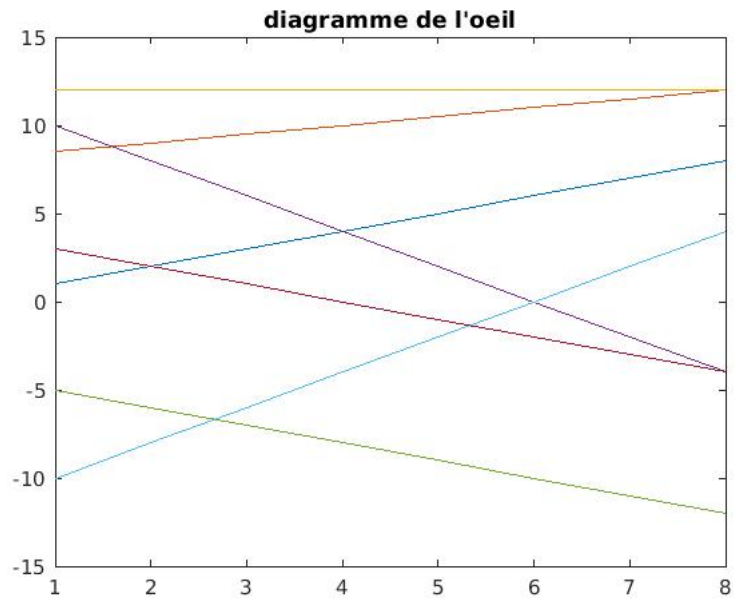


FIGURE 4 – Diagramme de l'oeil sans bruit

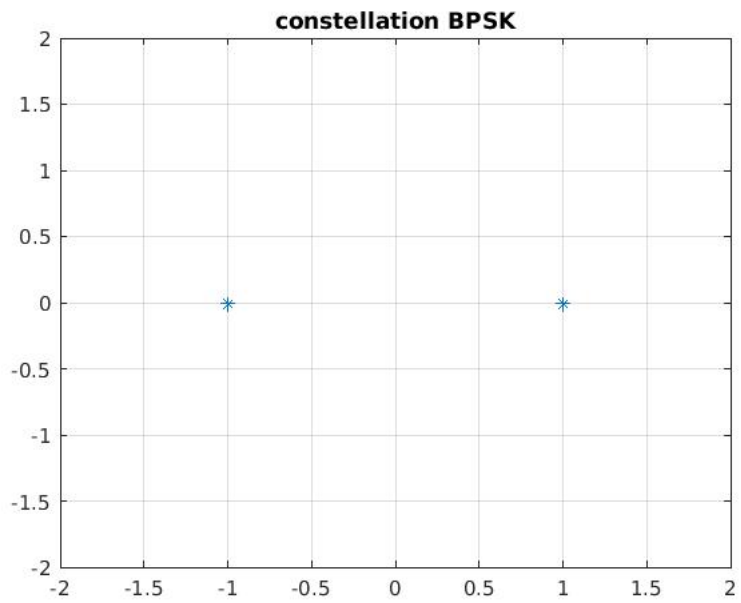
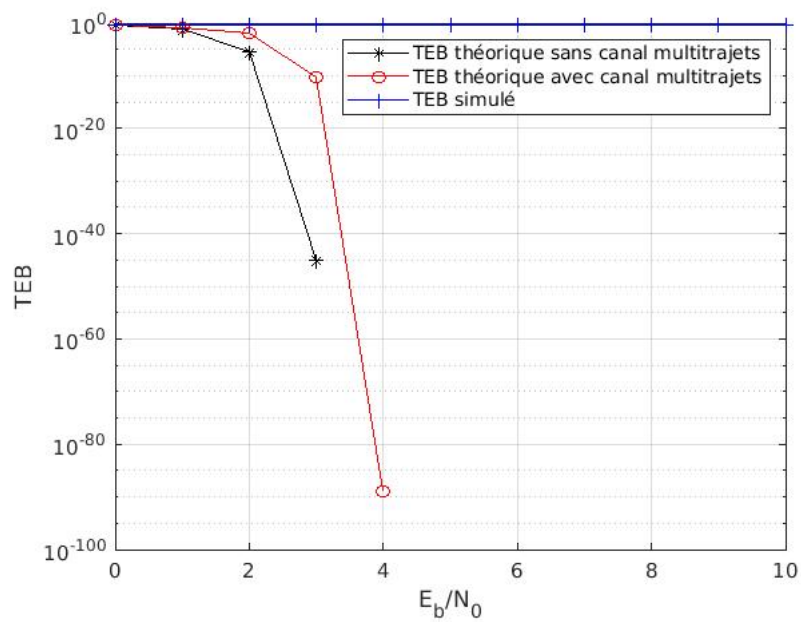
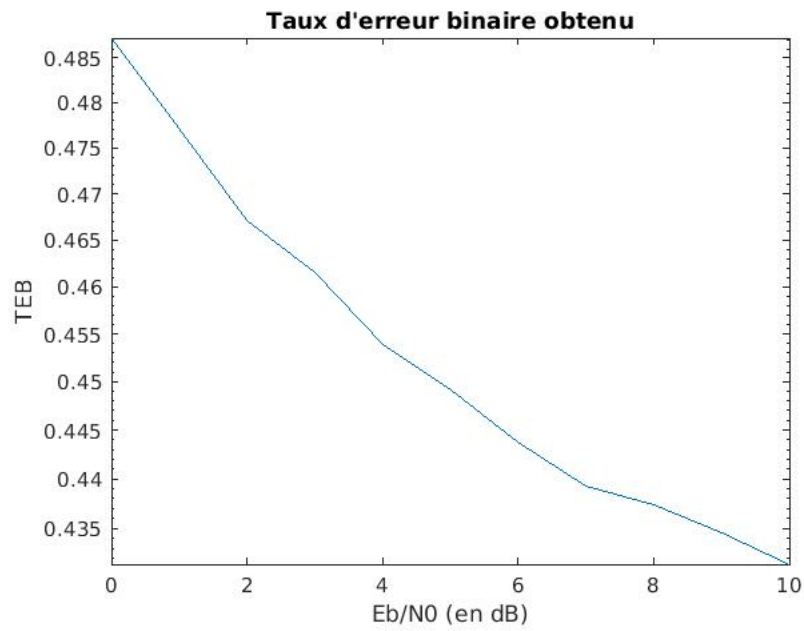


FIGURE 5 – Constellation obtenu en réception



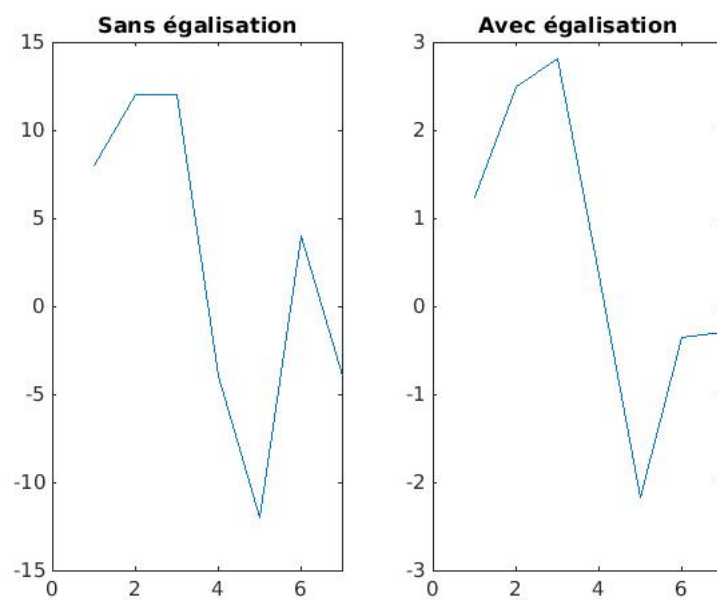


FIGURE 6 – Réponse impulsionnelle de la chaîne de transmission échantillonnée à N_s avec et sans égalisation.