

# Impact d'un canal de propagation sélectif en fréquence et Introduction à l'égalisation

Kamal Hammi

June 3, 2021

## 1 Etude théorique

1. l'enveloppe complexe associée au signal reçu

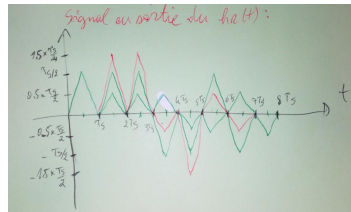
$$y_e(t) = \alpha_0 * x_e(t - \tau_0) + \alpha_1 * x_e(t - \tau_1)$$

2. la réponse impulsionnelle  $h_c(t)$  du canal passe-bas équivalent

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

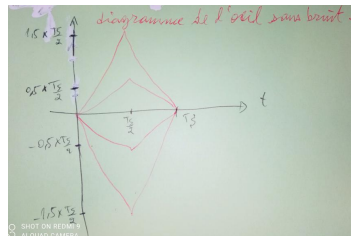
3. Le signal en sortie du filtre de réception  $h_r(t)$  pour la séquence binaire transmise suivante 1110010  
Sans bruit, et pour

$$\tau_0 = 0, \tau_1 = \tau_0 + T_s, \alpha_0 = 1, \alpha_1 = 0.5$$



4. Le diagramme de l'oeil sans bruit en sortie du filtre de réception  $h_r(t)$  Le critère de Nyquist sur cette chaîne de transmission peut être respecté en prenant

$$t_0 = T_s/2$$



5. Le TEB de la liaison pour la chaîne de transmission du canal AWGN

$$TEB = Q\left(\frac{T_s}{2 * \sigma_w}\right)$$

- La puissance du bruit en sortie du filtre de réception

$$\sigma_w^2 = \frac{T_s * N_0}{2}$$

- L'énergie des symboles à l'entrée du récepteur  $E_s$

$$E_s = T_s$$

- L'expression du taux d'erreur binaire TEB en fonction de  $E_b/N_0$ , rapport signal sur bruit par bit à l'entrée du récepteur, pour la chaîne étudiée

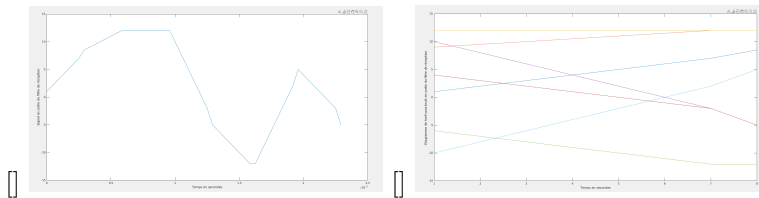
$$TEB = Q\left(\sqrt{\frac{2 * E_b}{N_0}}\right).$$

## 2 Implantation sous Matlab

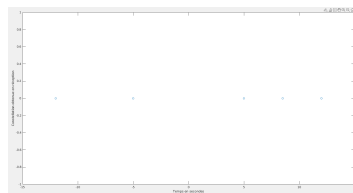
**2.1 Le TEB de la liaison est nul pour la chaîne de transmission sans canal.**

**2.2 La chaîne de transmission avec la partie filtrage réalisée par le canal de propagation mais sans introduction de bruit.**

- Les résultats de l'implantation sont les mêmes que les résultats obtenus dans l'étude théorique : la forme du signal en sortie du filtre de réception  $h_r(t)$  et le diagramme de l'oeil pour la séquence binaire 1110010.



- La constellation obtenue en réception est conforme à ce qu'on attend.



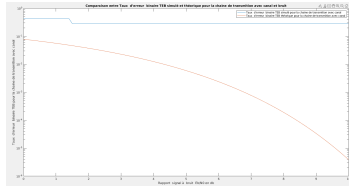
- On a

$$TEB = 0$$

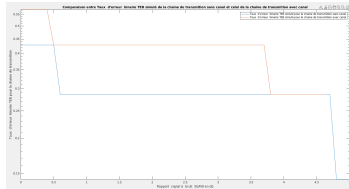
Cette valeur obtenue est normale.

**2.3 La chaîne de transmission complète avec le filtrage canal et l'ajout de bruit**

- Le TEB simulé et le TEB théorique de la chaîne étudiée sont confondues.

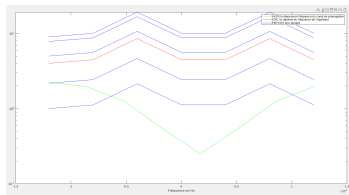


2. Le TEB de la chaine de transmission implantée est en dessus du TEB obtenu pour la même chaine de transmission sans filtrage canal AWGN .

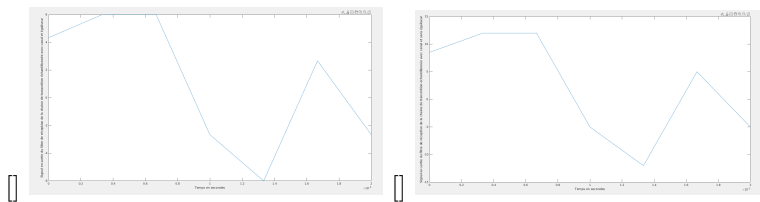


### 3 Egalisation ZFE

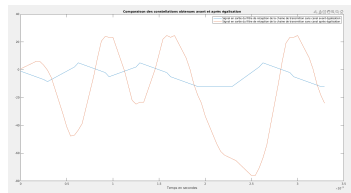
1. Les coefficients de l'égaliseur à implanter pour égaliser le canal multitrajet considéré précédemment sont :  $C_{theorique} = [0.16, -0.16, 0.22, -0.11, -0.03, 0.33, -0.53]$
2. Implantation de la chaine avec égalisation sous Matlab :
  - Sans bruit :
    - Les coefficients de l'égaliseur calculés par simulation en plaçant un Dirac à l'entrée de la chaine (phase d'apprentissage du canal de propagation) sont conformes avec ceux calculés précédemment.  $C_{simulé} = [0.25, -0.65, 0.97, -0.83, 0.49, -0.98, -0.34]$
    - La réponse en fréquence du canal de propagation, la réponse en fréquence de l'égaliseur, et le produit des deux.



- La réponse impulsionnelle de la chaine de transmission échantillonnée à  $N_s$  avec et sans égalisation.



– Les constellations obtenues avant et après égalisation.



• Avec bruit : Le TEB obtenu avec égalisation est en dessous de celui obtenu sans égalisation.

