

TP3

Étude des transmissions sur fréquence porteuse

Ayoub Najmeddine

May 4, 2021



Département Sciences Du Numérique - Première année
2019-2020

1 Introduction

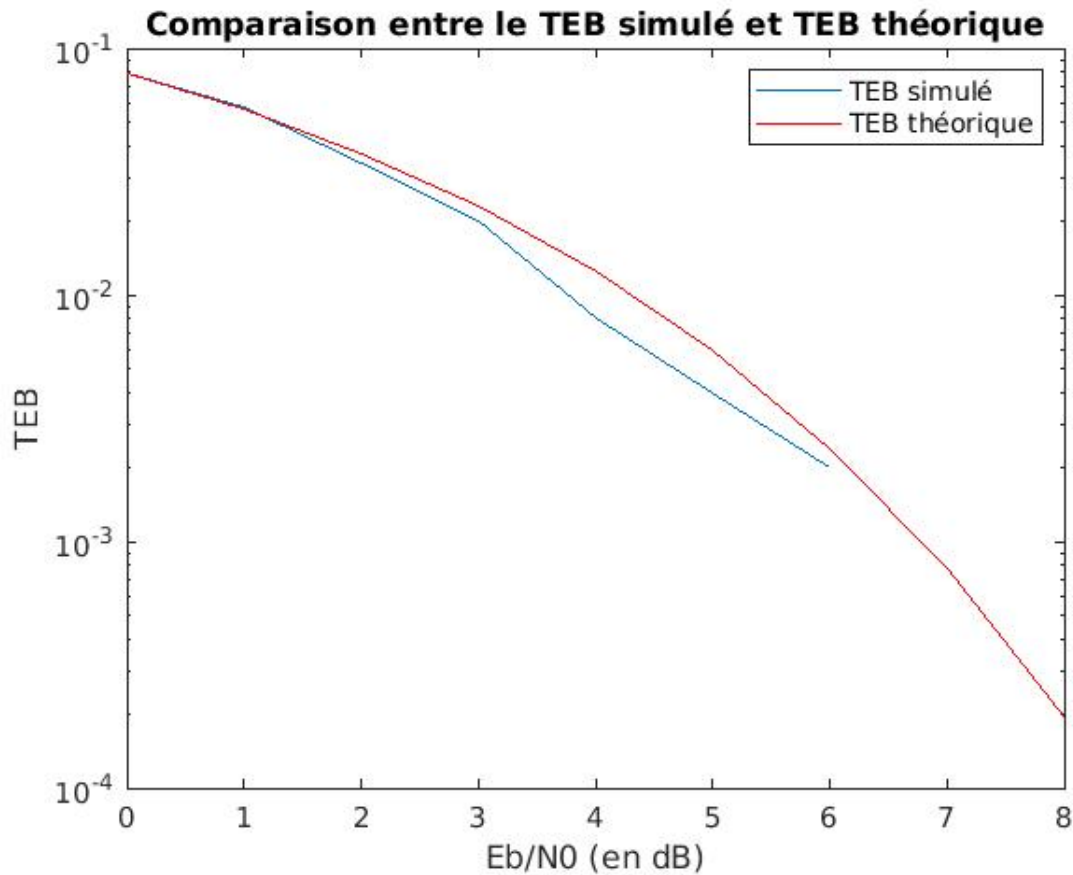
Ce travail est dédié à l'étude du bruit dans la chaîne de transmission numérique : impact du bruit introduit par le canal sur la transmission, influence du filtrage adapté, calcul et estimation du taux d'erreur binaire.

2 Chaîne de référence

1. le critère de Nyquist est respecté pour $T_s = t_0$ et les symboles sont binaires de moyenne nulle, or $h_e = h = h_r$ donc le filtrage est adapté, et le TEB de la chaîne de transmission est donné par :

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

2. On compare le TEB simulé au TEB calculé dans la partie théorique, on obtient :



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

Cette chaîne utilise un mapping binaire à moyenne nulle $a_k \in \{-1, 1\}$ et des réponses impulsionnelles des filtres de mises en forme et de réception $h(t)$, $h_r(t)$, données par les figures suivantes:

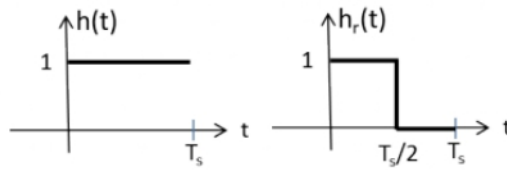


Figure 4: Réponses impulsionnelles des filtres d'émission et de réception.

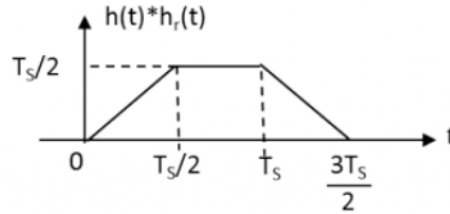
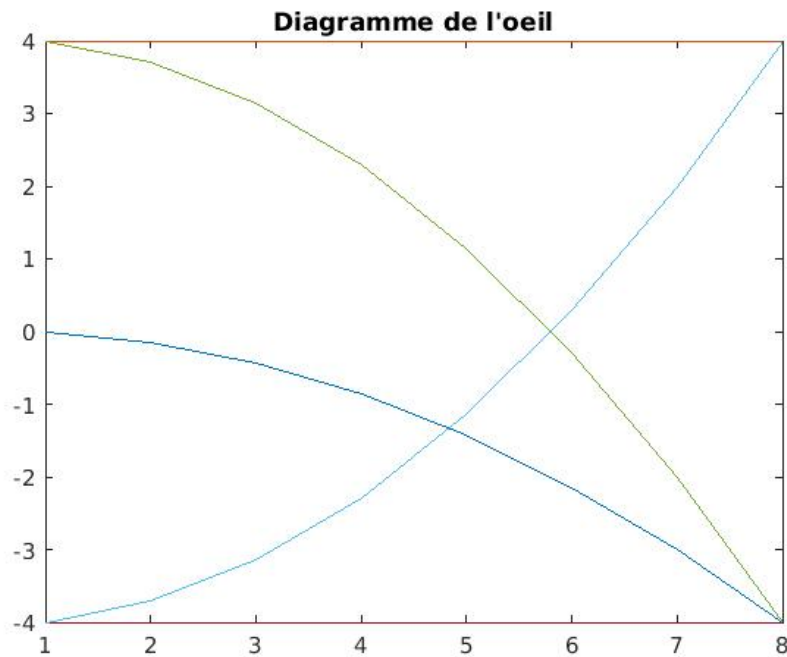


Figure 5: Produit de convolution entre $h(t)$ et $h_r(t)$.

3.1 Implantation de la chaine sans bruit

1. En échantillonnant dans la durée T_s à l'instant optimal $t_0 = T_s$, on voit apparaître deux valeurs possible qui correspondent aux deux symboles émis. Le critère de Nyquist est bien respecté.

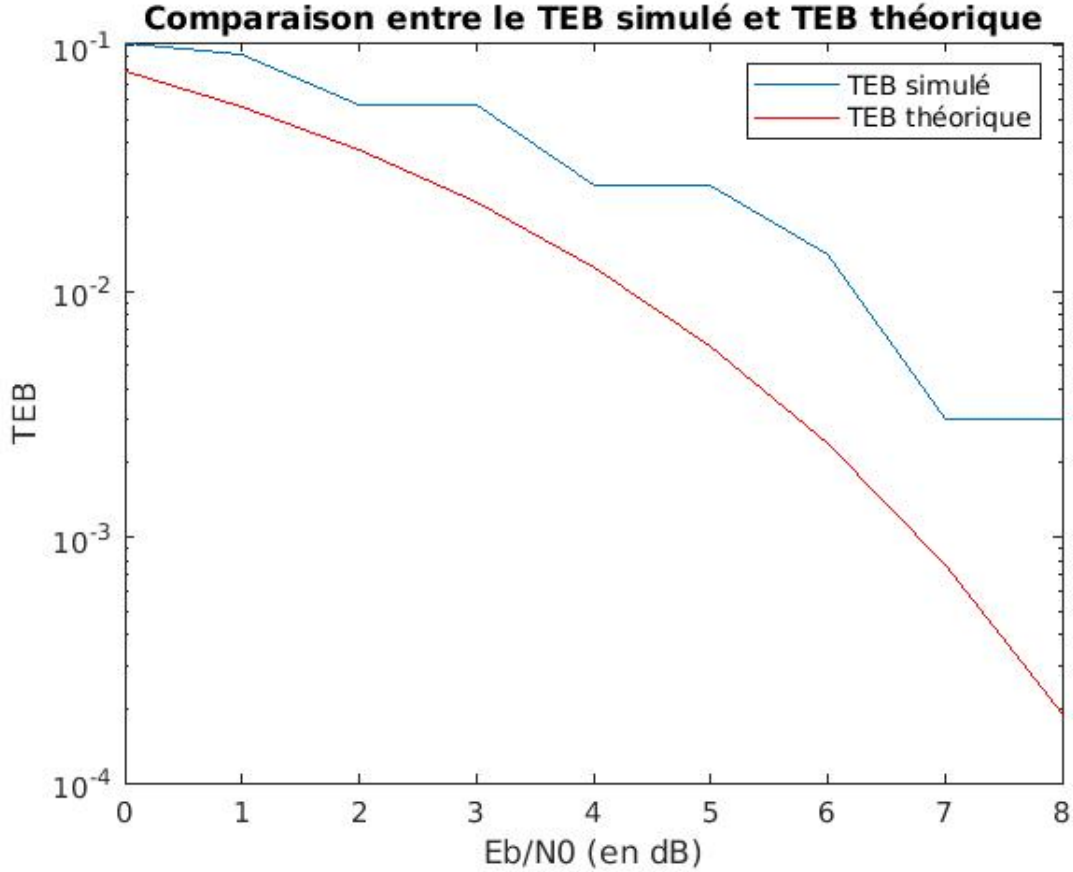


2. Avec un choix de t_0 respectant le critère de Nyquist, on a $z(t_0 + mT_s) = a_m g(t_0) + w_m$ et avec un bruit w suivant une loi normale on a :

$$p(z_m|a_m) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp\left(-\frac{(z_m - a_m g(t_0))^2}{2\sigma^2}\right)$$

D'après la règle de detection du maximum à postériori le seuil de detection est 0.

3.2 Implantation de la chaine avec bruit



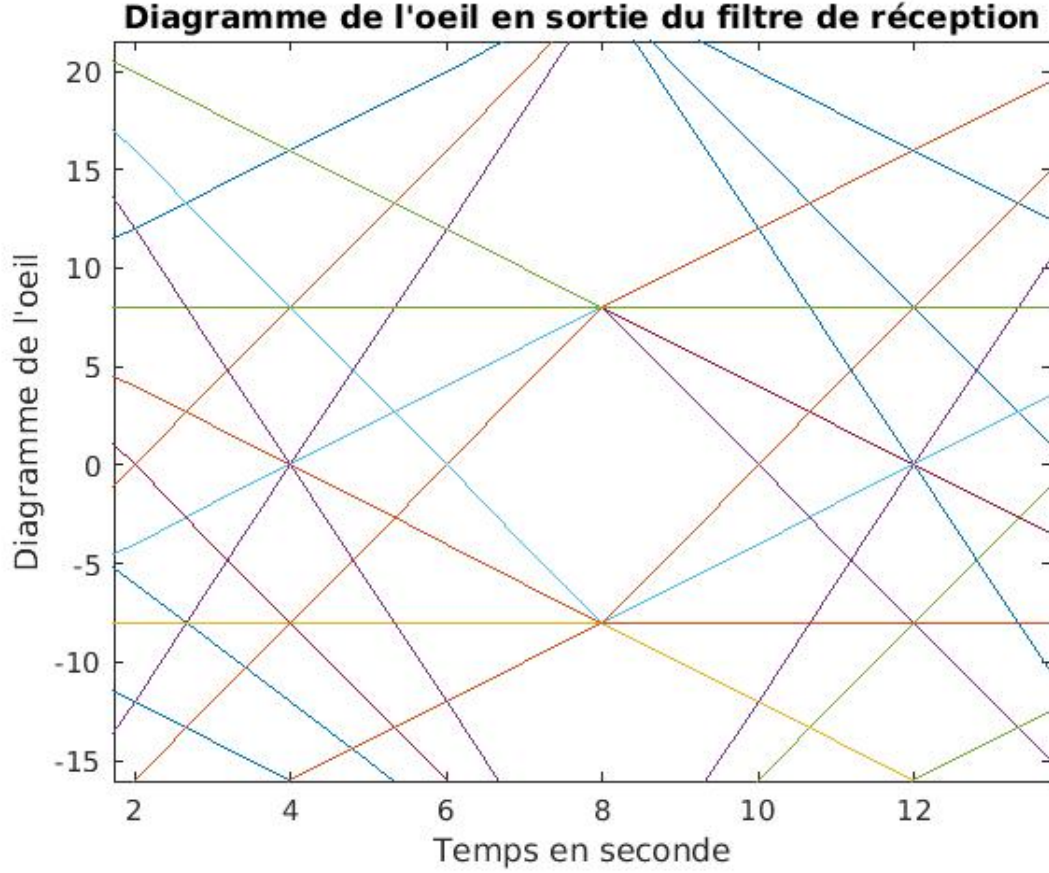
2. On remarque que pour annuler le TEB il faut un SNR par bits plus important dans le cas de la chaine de transmission 1 que dans le cas de la chaine de référence. Ainsi la chaine de référence est plus efficace en puissance.

3. L'efficacité spectrale est définie par $\eta = \frac{R_b}{B}$. Comme les deux chaines ont le même modulateur et sont implémentées avec le même $R_b = 6000$, les deux chaines ont la même efficacité spectrale.

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

On considérera un mapping 4-air à moyenne nulle $a_k \in \{-1, -3, 1, 3\}$ et des filtres de mise en forme $h(t)$ et de reception h_c rectangulaires de durées T_s .

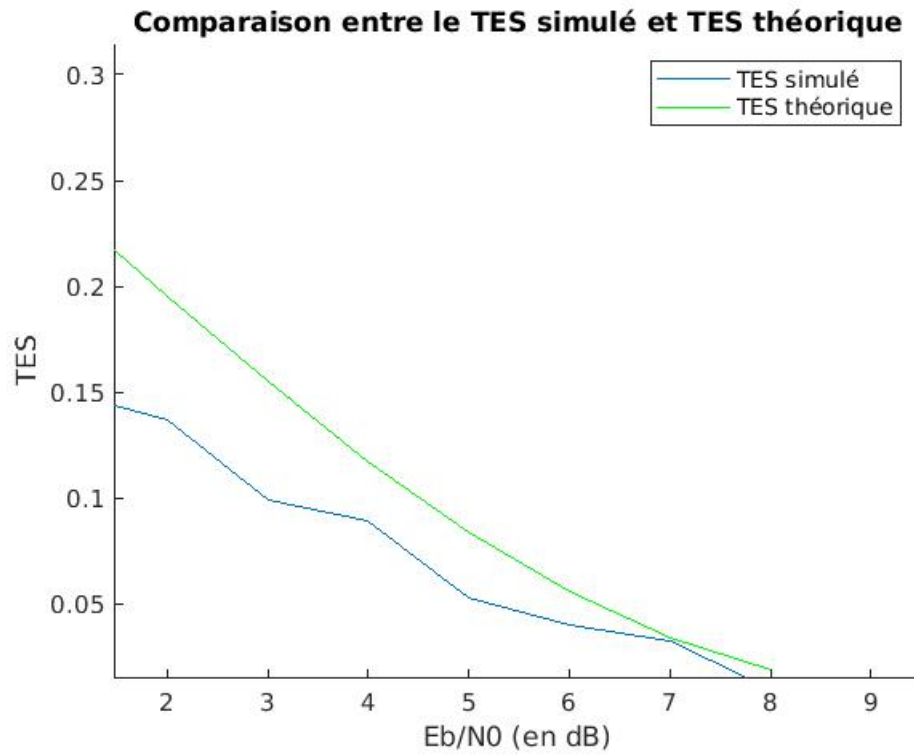
4.1 Implantation sans bruit



Le diagramme de l'oeil montre que l'instant optimal de l'échantillonnage correspond à l'échantillon 4 (4 valeurs possible par 4 symboles émis). c'est l'échantillon N_s pris à l'instant T_s .

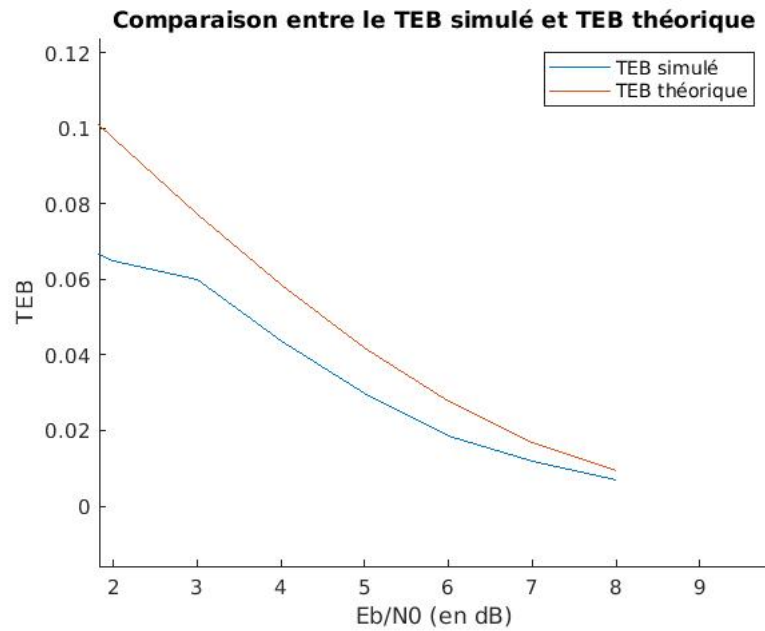
4.2 Implantation avec bruit

$$TES_{th} = \frac{3}{2}Q \left(\sqrt{\frac{4E_b}{5N_0}} \right)$$



La figure montre la similitude entre le TES simulé et le TES théorique cela est due au fait que le mapping utilisé n'intervient pas dans les caractéristiques par symboles.

2.



Le TEB simulé ne colle pas au TEB théorique. car l'expression $TEB = \frac{TES}{2}$ correspond à un mapping de gray que ce n'est pas le de notre étude.

3. La chaîne de référence est la plus efficace en puissance. en effet, pour annuler le TEB il faut un SNR moins important que dans le cas de la de la deuxième chaîne de transmission.

4. En terme de l'efficacité en puissance. La deuxième chaîne est la plus efficace car les deux chaînes ont le même filtre de mise en forme mais $M_2 > M_{ref}$.
($\eta_2 = \log_2(M_2)/k > \eta_{ref} = \log_2(M_{ref})/k$).