

Compte-rendu de TP

Introduction aux communications numériques

Etude de l'impact du bruit dans la chaîne de transmission

Laurent Fainsin

Département Sciences du Numérique
Première année
2020 — 2021

Table des matières

| | |
|---------------------|---|
| Chaine de référence | 3 |
| Chaine n°1 | 5 |
| Chaine n°2 | 7 |

Chaîne de référence

La chaîne de référence est créée avec un mapping binaire à moyenne nulle et des réponses impulsionnelles des filtres de mise en forme et de réception rectangulaires de durée T_s et de hauteur 1.

On trace les deux figures suivantes pour déterminer l'instant idéal n_0 lors de l'échantillonnage.

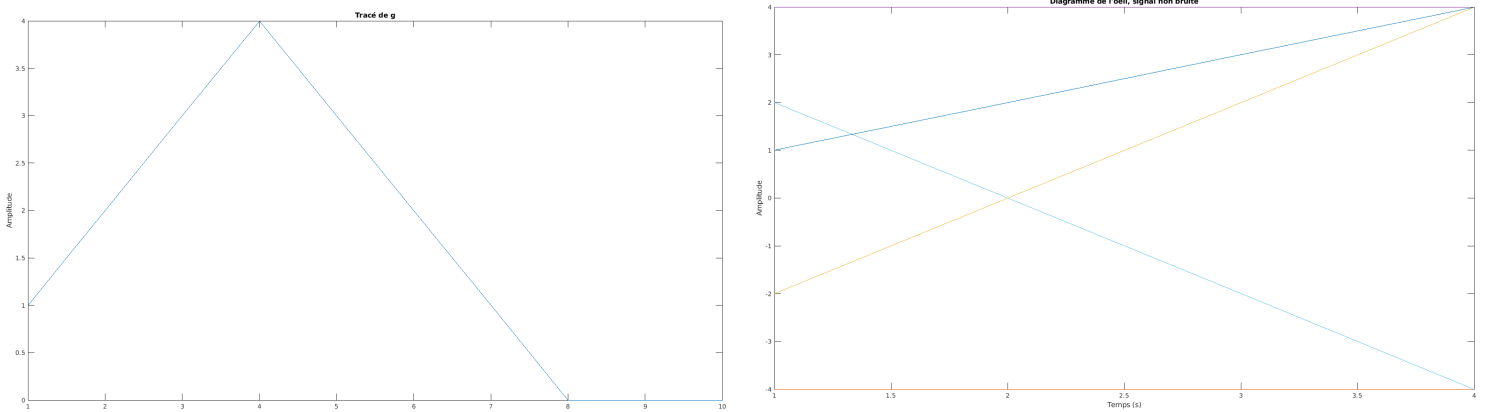


FIGURE 1 – Sélection de n_0

Grâce à la figure 1 on prend $n_0 = 4$. On remarque alors que lors d'une transmission non bruitée le taux d'erreur binaire est nul.

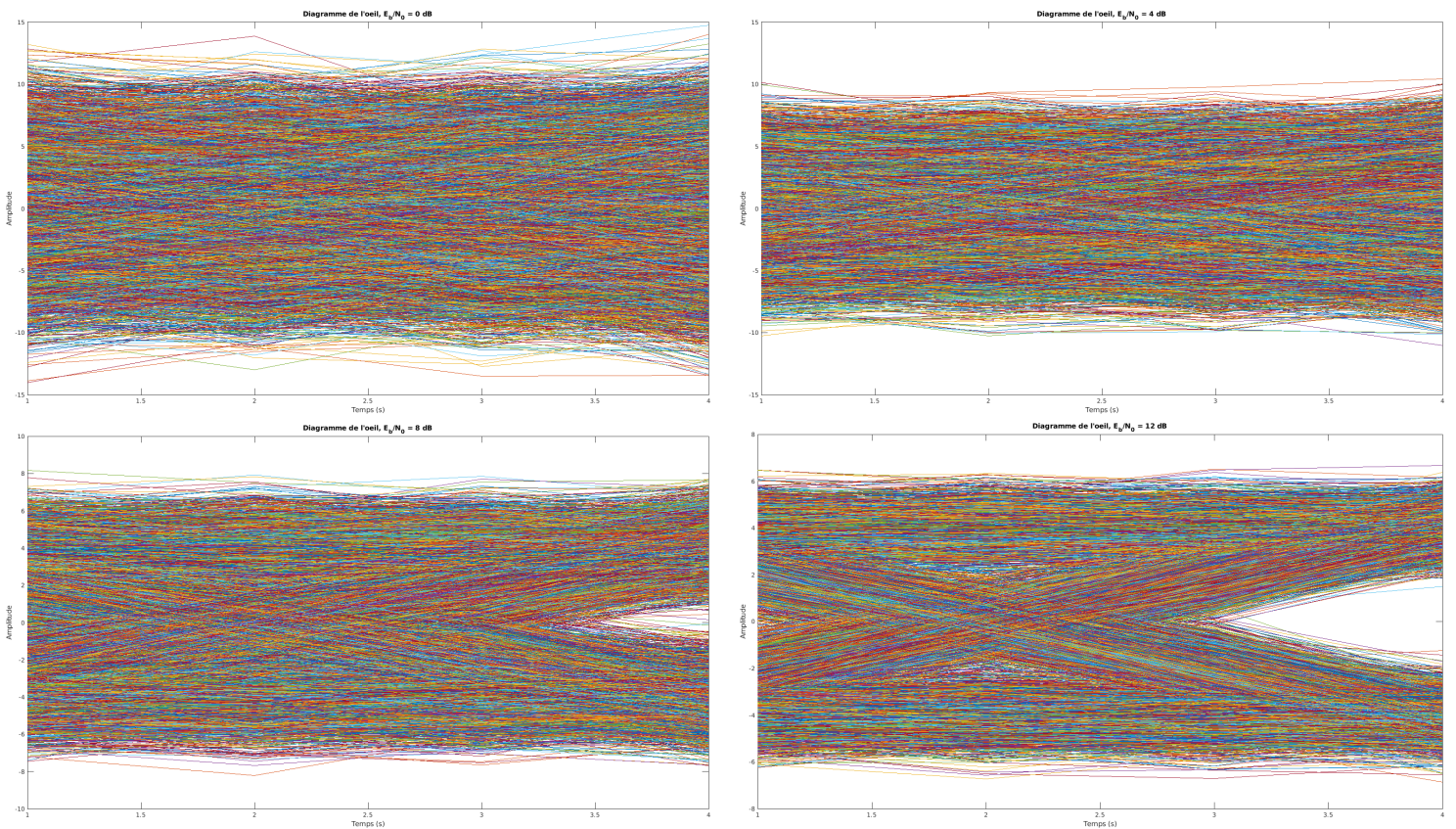


FIGURE 2 – Diagramme de l'oeil pour différents E_b/N_0

Sur la figure 2 on remarque que, plus le rapport E_b/N_0 est élevé, plus le diagramme de l'oeil se sépare en deux régions distinctes, permettant ainsi une décision plus fiable et un TEB plus faible.

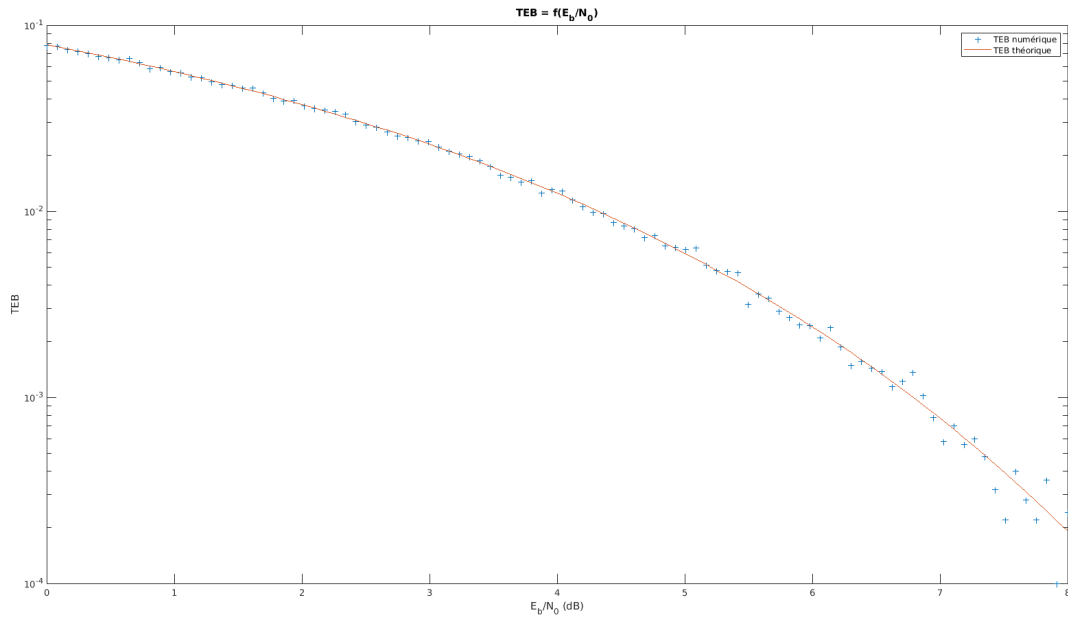


FIGURE 3 – Tracé du TEB en fonction de E_b/N_0

On trace sur la figure 3 le taux d'erreur d'erreur binaire pour de nombreuses valeurs de E_b/N_0 et l'on observe que l'on retrouve le tracé théorique du TEB, déterminé à partir de l'équation : $TEB_{\text{theo}} = Q\left(\sqrt{2\frac{E_b}{N_0}}\right)$

Chaîne n°1

Cette première chaîne est créée avec un mapping binaire à moyenne nulle et des réponses impulsionnelles des filtres de mise en forme rectangulaire et de réception de type front.

On trace les deux figures suivantes pour déterminer l'instant idéal n_0 lors de l'échantillonnage.

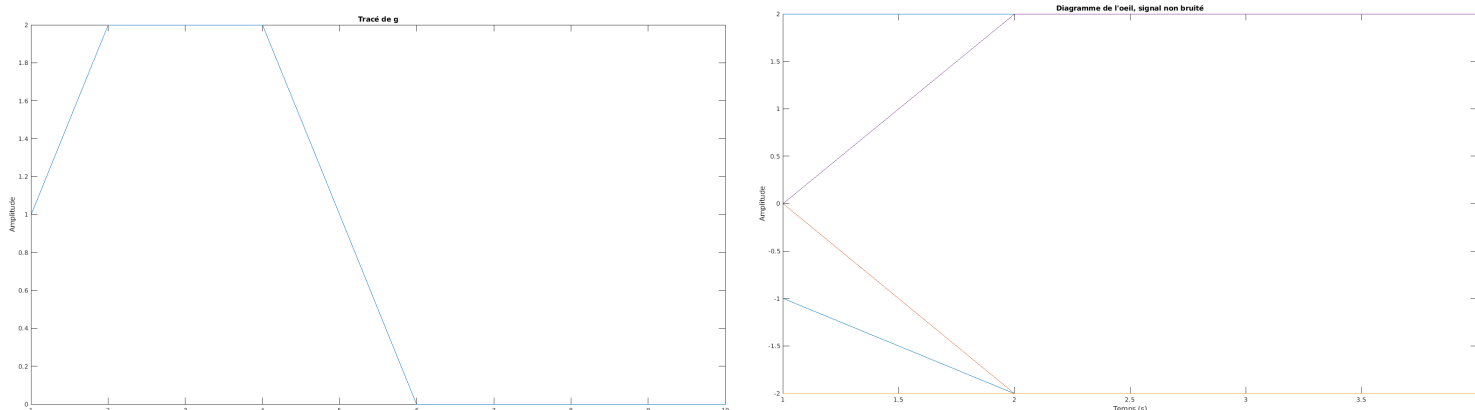


FIGURE 4 – Sélection de n_0

Grâce à la figure 4 on prend $n_0 \in [2, 4]$. On remarque alors que lors d'une transmission non bruitée le taux d'erreur binaire est nul.

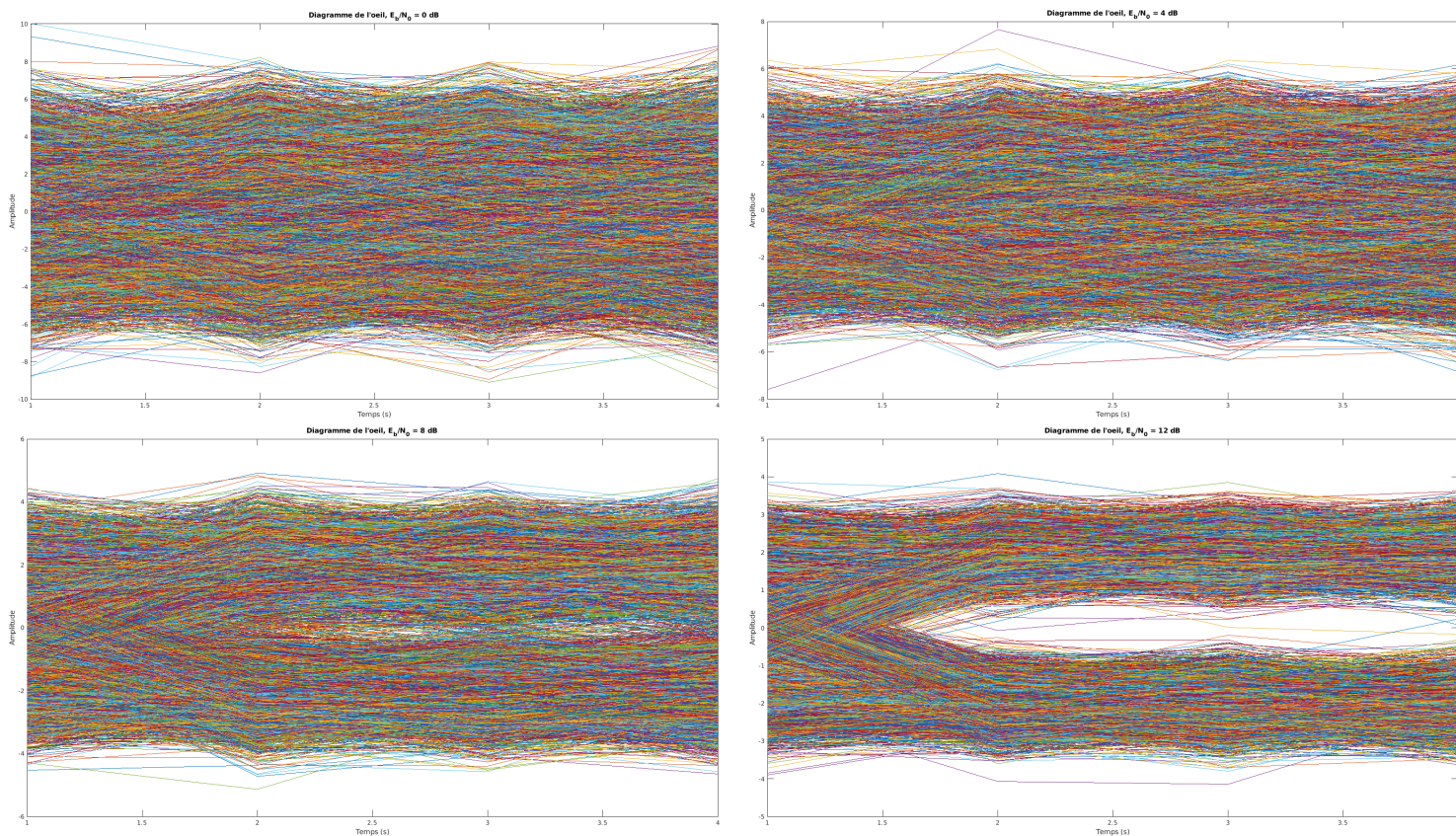


FIGURE 5 – Diagramme de l'oeil pour différents E_b/N_0

Sur la figure 5 on remarque encore que, plus le rapport E_b/N_0 est élevé, plus le diagramme de l'oeil se sépare en deux régions distinctes, permettant ainsi une décision plus fiable et un TEB plus faible.

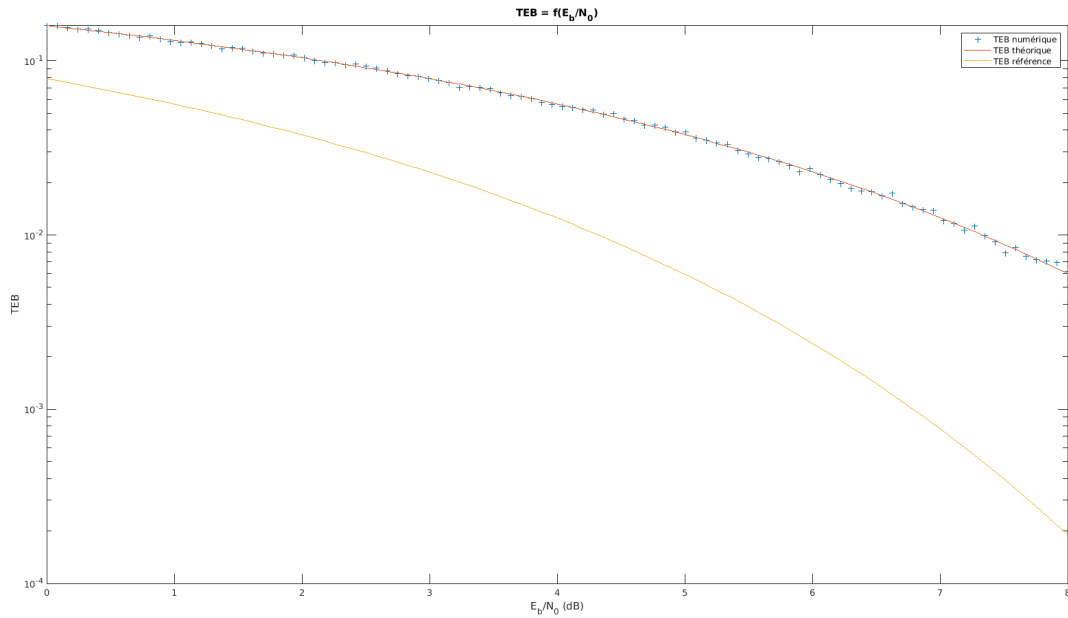


FIGURE 6 – Tracé du TEB en fonction de E_b/N_0

On trace sur la figure 6 le taux d'erreur d'erreur binaire pour de nombreuses valeurs de E_b/N_0 et l'on observe que l'on retrouve le tracé théorique du TEB, déterminé à partir de l'équation : $TEB_{\text{theo}} = Q\left(\sqrt{\frac{E_b}{N_0}}\right)$

Si l'on compare le TEB de cette chaîne de transmission avec celle de référence, on remarque qu'en puissance celle de référence est plus efficace. Si l'on se réfère aux résultats du TP1 on avait trouvé que la chaîne n°1 était spectralement moins efficace que la chaîne de référence, notre observation n'est donc pas surprenante.

Chaîne n°2

Cette deuxième chaîne est créée avec un mapping 4-aire à moyenne nulle et des réponses impulsionnelles des filtres de mise et de réception en forme rectangulaire.

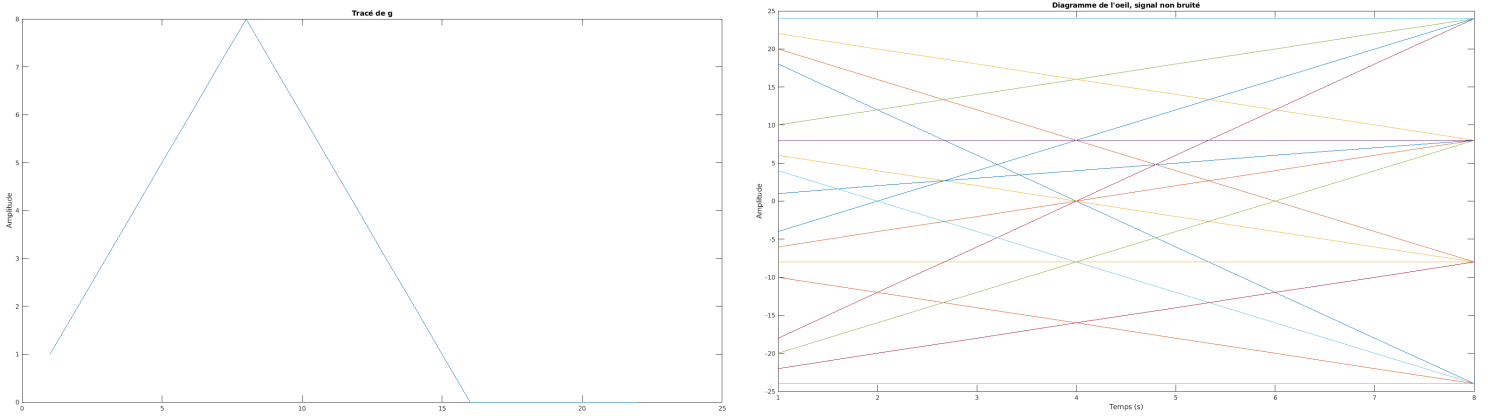


FIGURE 7 – Sélection de n_0

Grâce à la figure 7 on prend $n_0 = 8$ et on détermine les seuils optimaux de décisions : $\{ 16, 0, -16 \}$. On remarque alors que lors d'une transmission non bruitée le taux d'erreur binaire est nul.

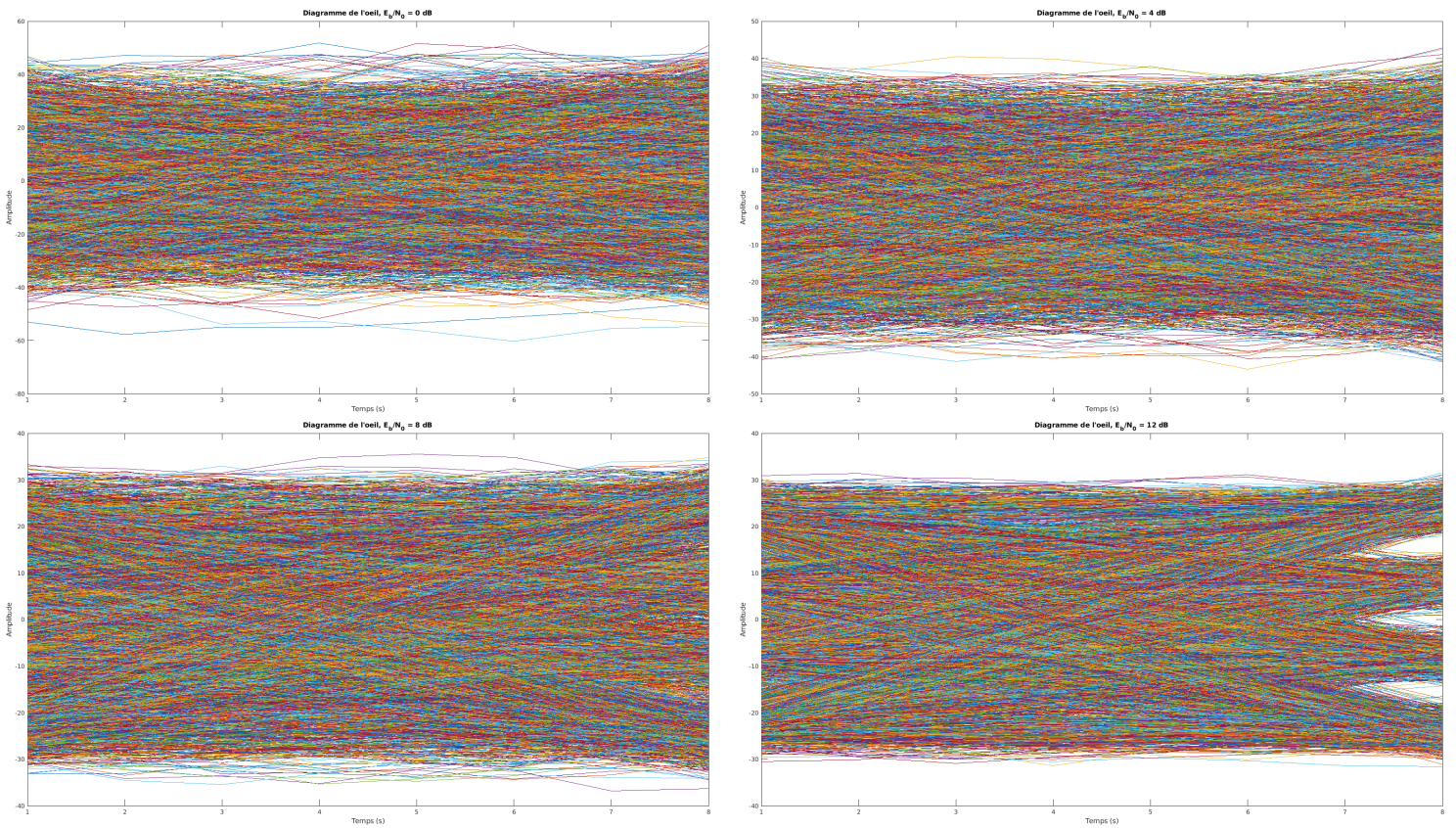


FIGURE 8 – Diagramme de l'oeil pour différents E_b/N_0

Sur la figure 8 on remarque encore que, plus le rapport E_b/N_0 est élevé, plus le diagramme de l'oeil se sépare en deux régions distinctes, permettant ainsi une décision plus fiable et un TEB plus faible.

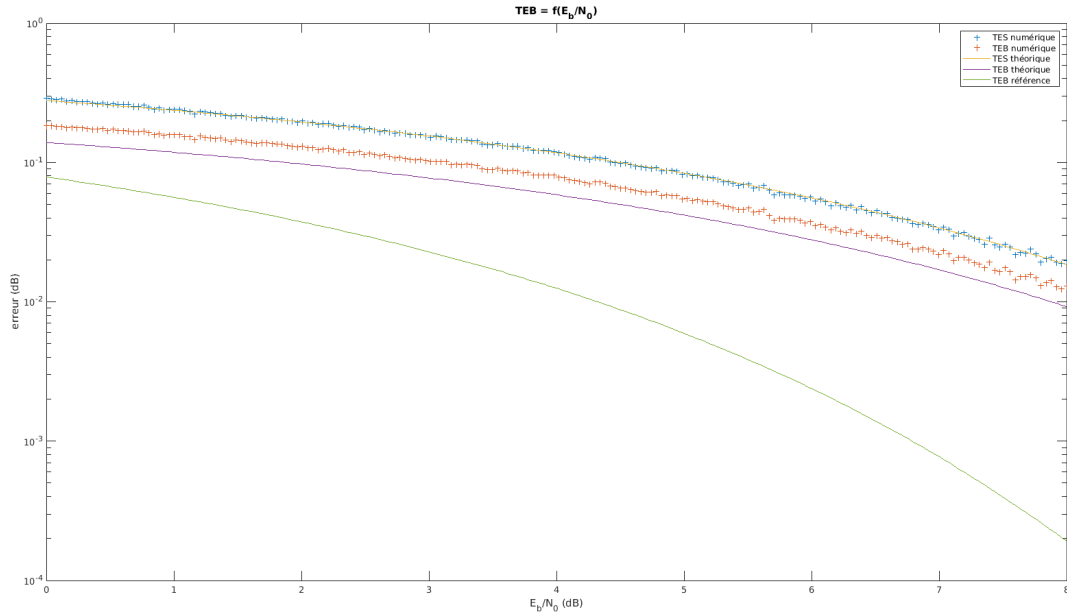


FIGURE 9 – Tracé du TEB et TES en fonction de E_b/N_0

On trace sur la figure 9 le taux d'erreur binaire et le taux d'erreur symbole pour de nombreuses valeurs de E_b/N_0 et l'on observe que l'on retrouve les tracés théoriques, déterminés à partir des équations :

$$\text{TES}_{\text{theo}} = \frac{3}{2} Q \left(\sqrt{\frac{4 E_b}{5 N_0}} \right) \quad \text{TEB}_{\text{theo}} = \frac{3}{4} Q \left(\sqrt{\frac{4 E_b}{5 N_0}} \right) = \frac{\text{TES}_{\text{theo}}}{\log_2(M)}$$

On remarque cependant que les tracés numérique et théorique du TEB sont légèrement décalés, cela s'explique du fait que nous avons choisi ici un mapping binaire "naturel", tandis que l'équation théorique provient d'un mapping de Gray.

| Mapping "naturel" : | Mapping de Gray : |
|---------------------|-------------------|
| 00 → -3 | 00 → -3 |
| 01 → -1 | 01 → -1 |
| 10 → 1 | 11 → 1 |
| 11 → 3 | 10 → 3 |

En effet, si on suppose que l'on a utilisé un mapping de Gray et que l'on utilise l'approximation du TEB par celle du TES, on retrouve des tracés alignés :

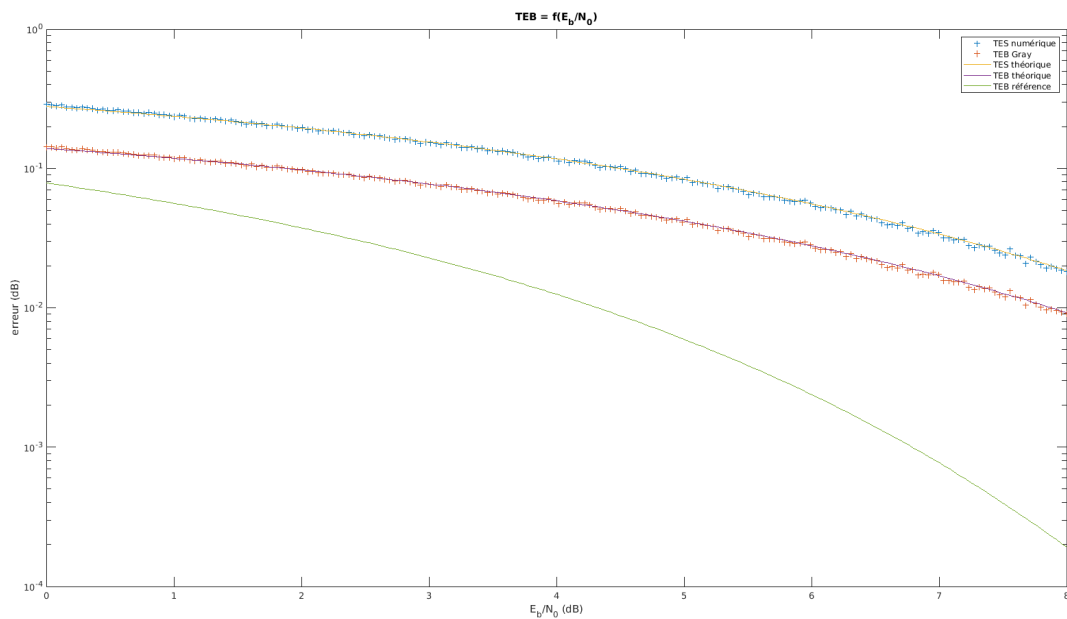


FIGURE 10 – Tracé du TEB et TES en fonction de E_b/N_0 (Gray)

On remarque que la chaîne n°2 est moins efficace que celle de référence, car transmettre 4 symboles est propice à plus d'erreur. Cela va cependant à l'encontre des résultats trouvés lors du TP1.