

Compte-rendu de TP

Introduction aux communications numériques

Étude de l'interférence entre symbole et du critère de Nyquist

Laurent Fainsin

Département Sciences du Numérique
Première année
2020 — 2021

Table des matières

1	Étude sans canal de propagation : bloc modulateur/démodulateur	3
1.1	Expliquez comment sont obtenus les instants optimaux d'échantillonnage	3
1.2	Expliquez pourquoi le taux d'erreur binaire n'est plus nul avec $n_0 = 3$	3
2	Étude avec canal de propagation sans bruit	4
2.1	Le critère de Nyquist peut-il être vérifié avec $BW = 4000$ Hz?	4
2.1.1	Chaîne 1	4
2.1.2	Chaîne 2	5
2.2	Le critère de Nyquist peut-il être vérifié avec $BW = 1000$ Hz?	6
2.2.1	Chaîne 1	6
2.2.2	Chaîne 2	7

1 Étude sans canal de propagation : bloc modulateur/démodulateur

1.1 Expliquez comment sont obtenus les instants optimaux d'échantillonnage

Pour sélectionner l'instant initial n_0 optimal à l'échantillonnage, on cherche à vérifier la condition de Nyquist. Pour cela on peut tracer g ou le diagramme de l'oeil du signal.

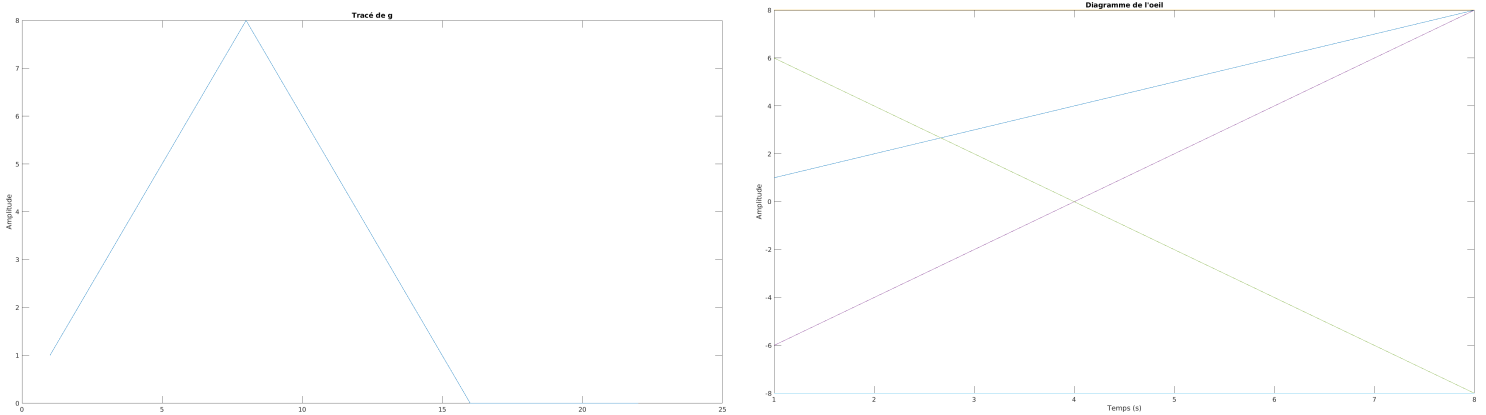


FIGURE 1 – Vérification de n_0 pour la chaîne 1

Ainsi, grâce à ces tracés, on remarque que pour vérifier la condition de Nyquist avec une chaîne dont la réponse impulsionnelle est rectangulaire (et sans canal de propagation), il faut $n_0 = 8$.

On cherche plus particulièrement l'instant n_0 tel que :

$$\begin{cases} g(n_0) \neq 0 \\ g(n_0 + kN_S) = 0 \end{cases}, n_0 = 8 \text{ est donc conforme à cet instant.}$$

De même sur le diagramme de l'oeil cette vérification s'effectue par la recherche d'un n_0 tel que le tracé converge vers deux valeurs uniques (puisque ici nous avons un signal binaire).

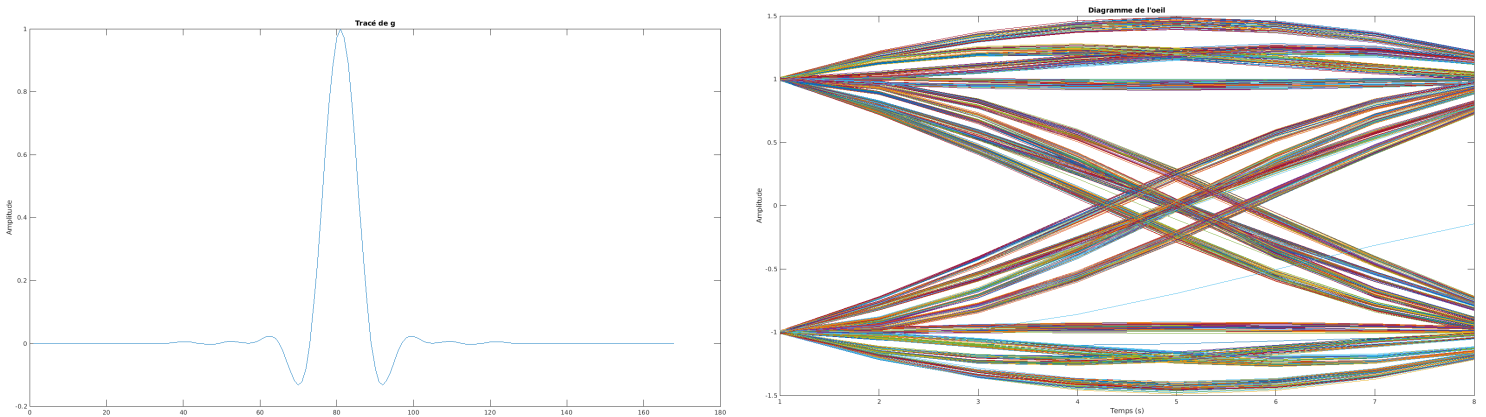


FIGURE 2 – Vérification de n_0 pour la chaîne 2

Ainsi pour la chaîne avec une réponse impulsionnelle en racine de cosinus surélevé de roll off $\alpha = 0.5$, il faut $n_0 = 1$.

1.2 Expliquez pourquoi le taux d'erreur binaire n'est plus nul avec $n_0 = 3$

Si on ne sélectionne pas l'instant optimal trouvé via la question précédente, alors il y a lors de l'échantillonnage des interférences inter-symboles qui viennent fausser la phase de décision (puisque la condition de Nyquist n'est pas respectée).

2 Étude avec canal de propagation sans bruit

2.1 Le critère de Nyquist peut-il être vérifié avec $BW = 4000$ Hz ?

2.1.1 Chaîne 1

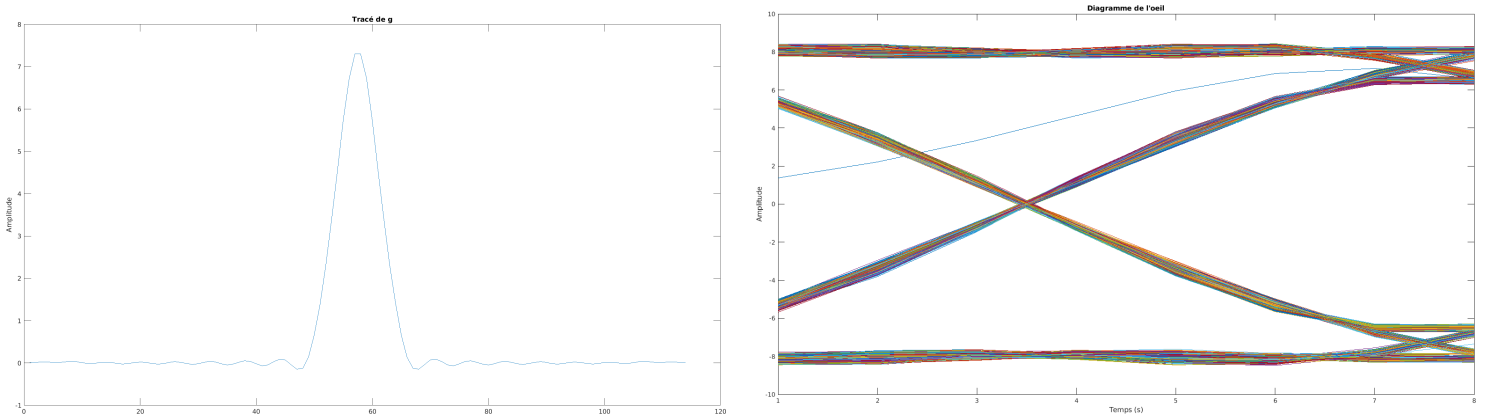


FIGURE 3 – Vérification de n_0 pour la chaîne 1

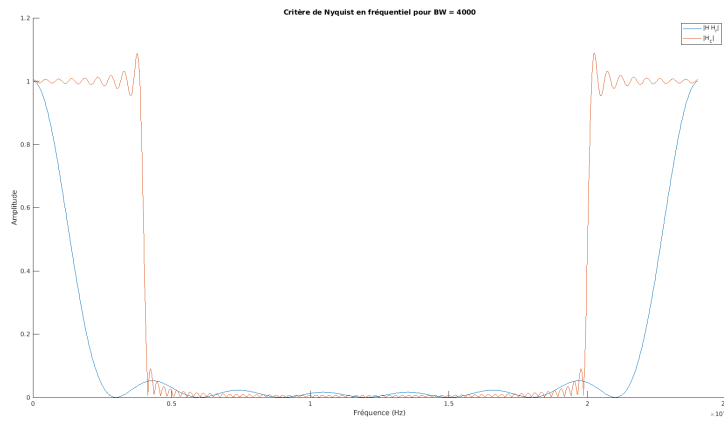


FIGURE 4 – Vérification de Nyquist fréquentiel pour la chaîne 1

On vérifie dans un premier temps que l'instant optimal existe, celui-ci est toujours $n_0 = 8$.

Le critère de Nyquist en fréquentiel est :

$$\sum_k^{+\infty} G^{(t_0)}\left(f - \frac{k}{T_S}\right) = Cte$$

On sait d'après le cours qu'une telle somme de racine de cosinus surélevé est constante, de plus grâce à la Figure 4 on observe que le spectre de $|HH_r|$ est "inclus" (pas totalement mais presque) dans celui de $|H_c|$, on en déduit alors que le critère de Nyquist en fréquentiel est vérifié.

2.1.2 Chaîne 2

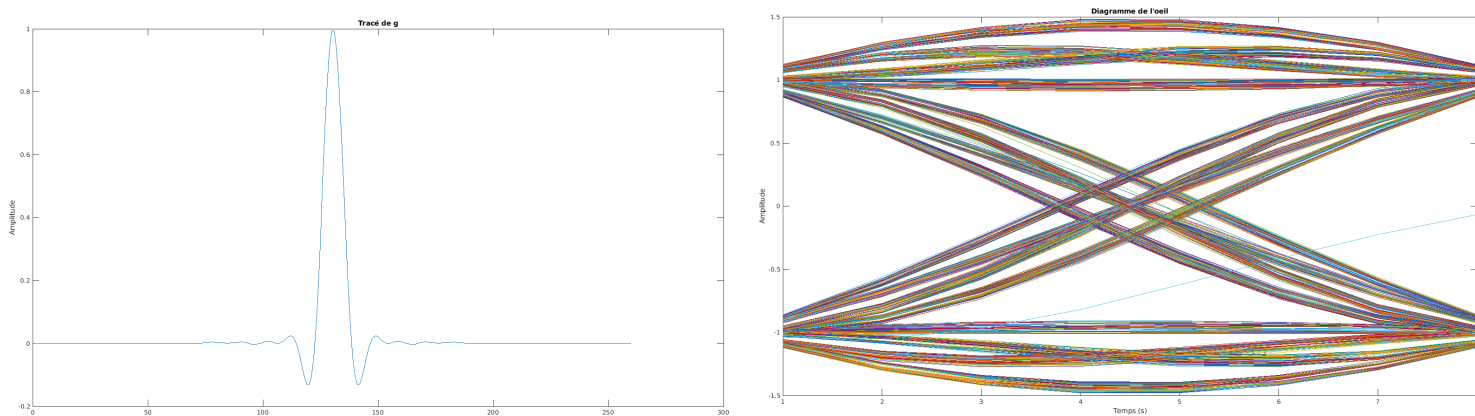


FIGURE 5 – Vérification de n_0 pour la chaîne 2

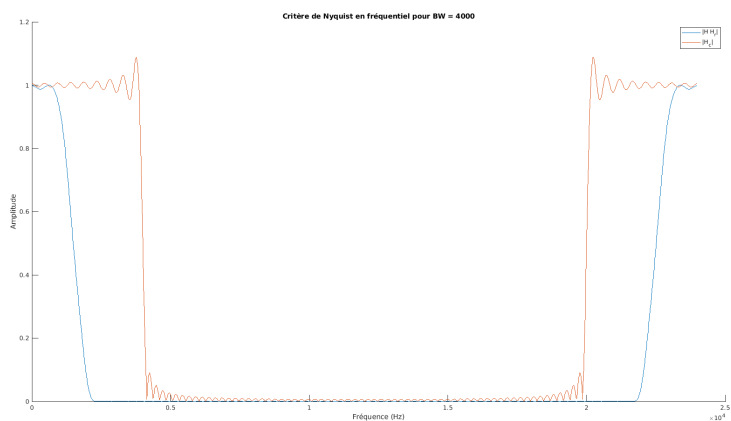


FIGURE 6 – Vérification de Nyquist fréquentiel pour la chaîne 2

On vérifie dans un premier temps que l'instant optimal est toujours $n_0 = 1$. Ensuite, on observe grâce à la Figure 6 que le spectre de $|HH_r|$ est inclus dans celui de $|H_c|$, on en déduit alors que le critère de Nyquist en fréquentiel est vérifié.

2.2 Le critère de Nyquist peut-il être vérifié avec $BW = 1000$ Hz ?

2.2.1 Chaîne 1

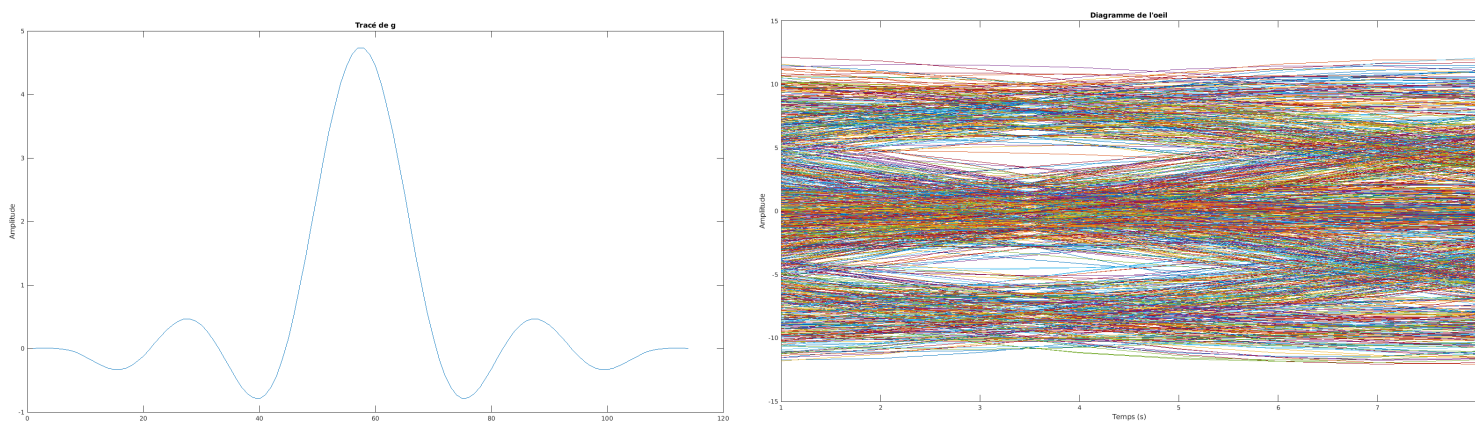


FIGURE 7 – Vérification de n_0 pour la chaîne 1

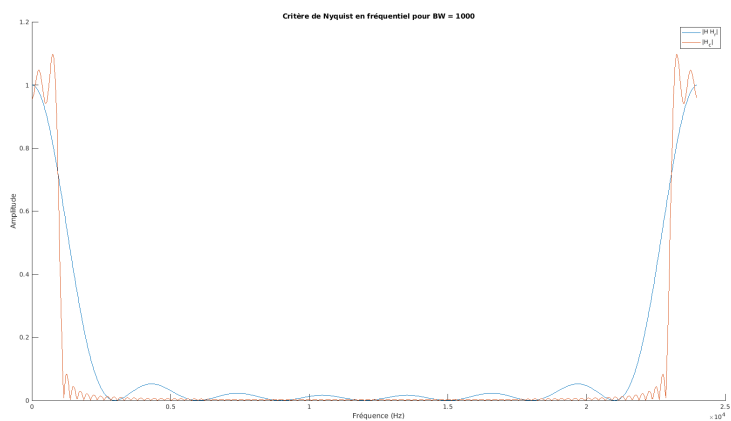


FIGURE 8 – Vérification de Nyquist fréquentiel pour la chaîne 1

Cette fois ci on observe avec le diagramme de l'oeil de la Figure 7 qu'il est impossible de trouver un n_0 tel que la condition temporelle de Nyquist soit vérifiée. De même si l'on observe les spectres Figure 8, on remarque que la condition de Nyquist en fréquentiel n'est pas respectée car le spectre de $|HH_r|$ n'est pas inclus dans celui de $|H_c|$.

2.2.2 Chaîne 2

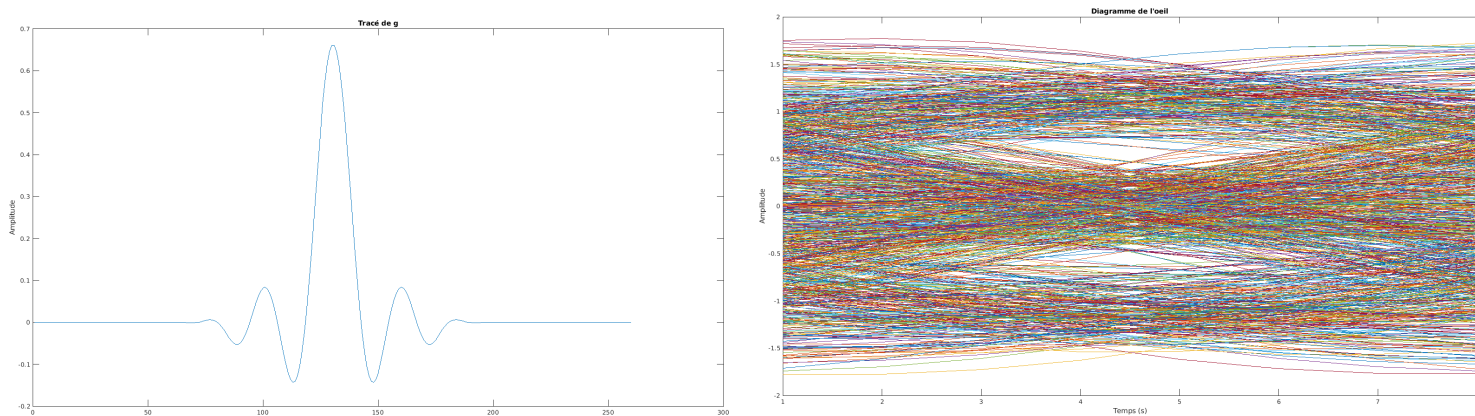


FIGURE 9 – Vérification de n_0 pour la chaîne 2

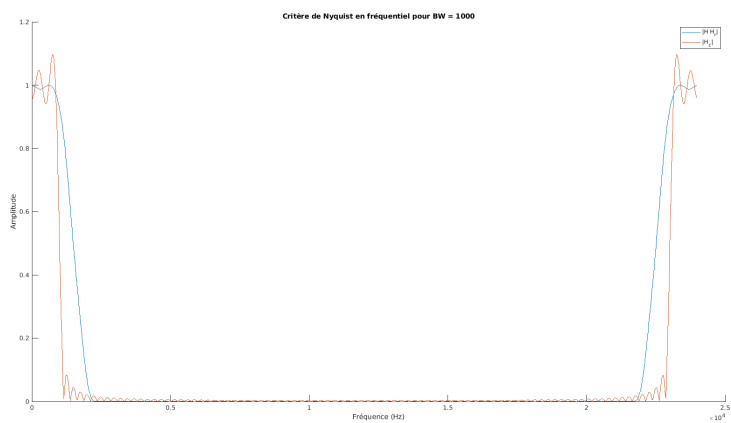


FIGURE 10 – Vérification de Nyquist fréquentiel pour la chaîne 2

Cette fois ci on observe avec le diagramme de l'oeil de la Figure 9 qu'il est impossible de trouver un n_0 tel que la condition temporelle de Nyquist soit vérifiée. De même si l'on observe les spectres Figure 10, on remarque que la condition de Nyquist en fréquentiel n'est pas respectée car le spectre de $|HH_r|$ n'est pas inclus dans celui de $|H_c|$.