



# **Rapport - TP2 : Étude de l'interférence entre symbole et du critère de Nyquist**

Première année - Département Sciences du Numérique

Julien Blanchon

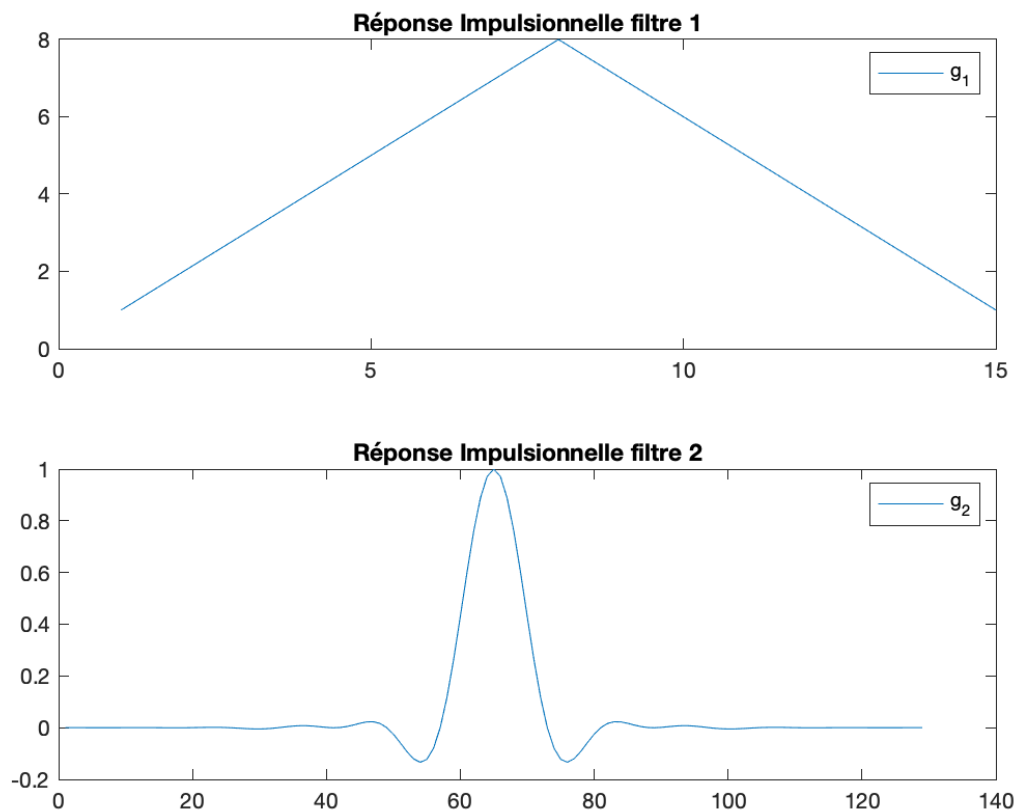
20 Mars 2020

## Table des matières

<b>Étude sans canal de propagation : bloc modulateur/démodulateur</b>	<b>3</b>
<b>Étude avec canal de propagation sans bruit</b>	<b>5</b>
BW = 4000 Hz . . . . .	5
BW = 1000 Hz . . . . .	9

## Étude sans canal de propagation : bloc modulateur/démodulateur

1. Expliquez comment sont obtenus les instants optimaux d'échantillonnage (permettant d'échantillonner sans interférences entre symboles) :
  - A partir du tracé de  $g$  :



**FIG. 1 :** Réponse impulsionnelle globale de la chaîne 1 de transmission en symbole ( $/T_s$ ) :  $g$

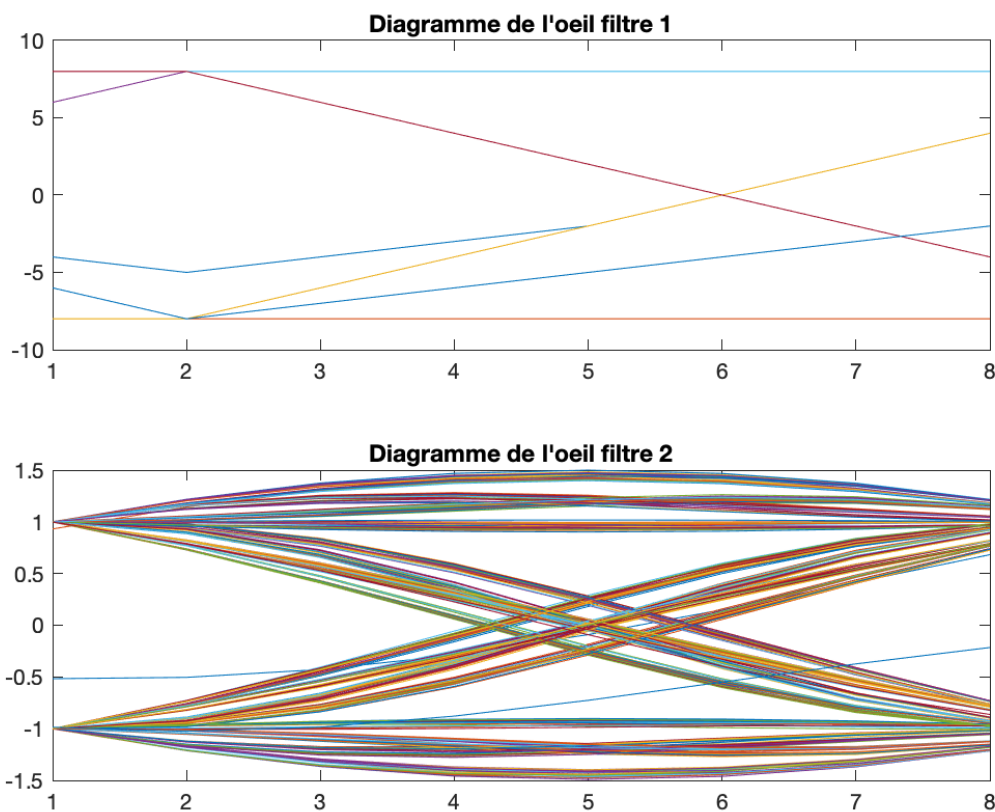
Pour ne obtenir les instants optimaux d'échantillonnage symbole  $n_0$  il faut échantillonner pour une valeur de  $t_0$  ou plutôt de  $n_0$  qui ferais que la réponse centré et normalisé  $g^{(t_0)}$  respecterais le critaire de Nyquist en fréquentielle :

$$\begin{cases} g(t_0) \neq 0 \\ g(t_0 + pT_s) = 0 \text{ for } p \in \mathbb{Z}^* \end{cases}$$

Ainsi on prend l'instant maximal de la chaque réponse impulsionnelle (instant sur laquelle on voudrais centrée  $g$ ). Modulo  $N_s = 8$  on trouve :

Filtre	Bande( $-30d_B$ )
<i>filtre 1</i>	2
<i>filtre 2</i>	1

- A partir du tracé du diagramme de l'oeil en sortie du filtre de réception :



Pour ne obtenir les instants optimaux d'échantillonnage symbole  $n_0$  il faut échantillonner lorsque l'interférence entre symboles est nulle ou presque nulle pour ainsi respecter le critère de Nyquist en temporelle :

$$\begin{cases} \sum_k G^{(t_0)} \left( f - \frac{k}{T_s} \right) = cte \\ G^{t_0}(f) = \text{TF} \left[ \frac{g(t+t_0)}{g(t_0)} \right] \end{cases}$$

Pour cela on peu tracer le diagramme de l'oeil du signal en sortie du filtre de réceptions. C'est a dire dire superposé des tranches de taille  $N_{\{s\}}$  du signal. Ainsi les instants optimaux sont obtenus lorsque toutes les tranches passe par seulement  $n$  points avec  $n$  le nombre de symboles. Sur la figure ?? on

peut voir que les instants optimaux sont :

Filtre	Bande( $-30d_B$ )
<i>filtre 1</i>	2
<i>filtre 2</i>	1

2. Expliquez pourquoi le le taux d'erreur binaire de la transmission n'est plus nul lorsqu'on échantillonne à  $n_0 + mN_s$ , avec  $n_0 = 3$ .

Il a alors des interférence entre symboles ainsi  $z(t_0 + mT_s) \neq a_m g(t_0)$  donc il est beaucoup plus probable de faire des erreur.

## Étude avec canal de propagation sans bruit

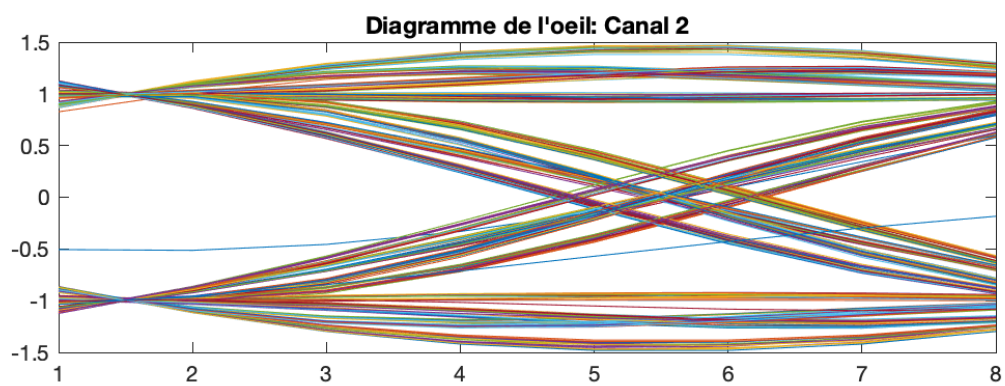
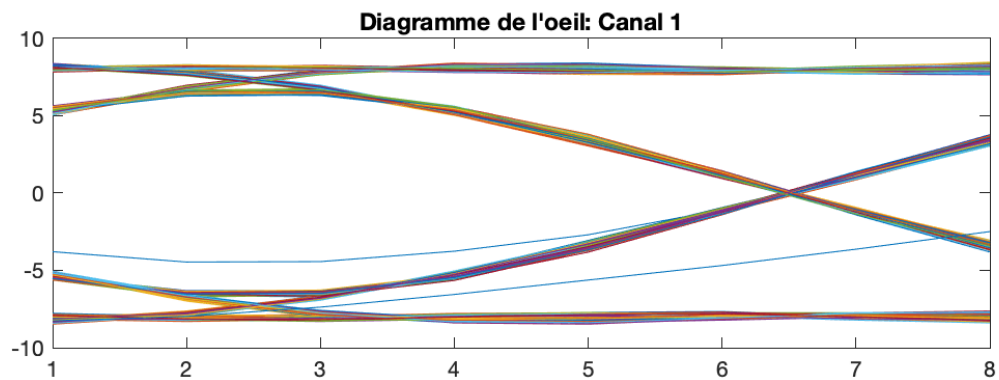
Le crit'ere de Nyquist peut-il être vérifié sur cette chaine de transmission :

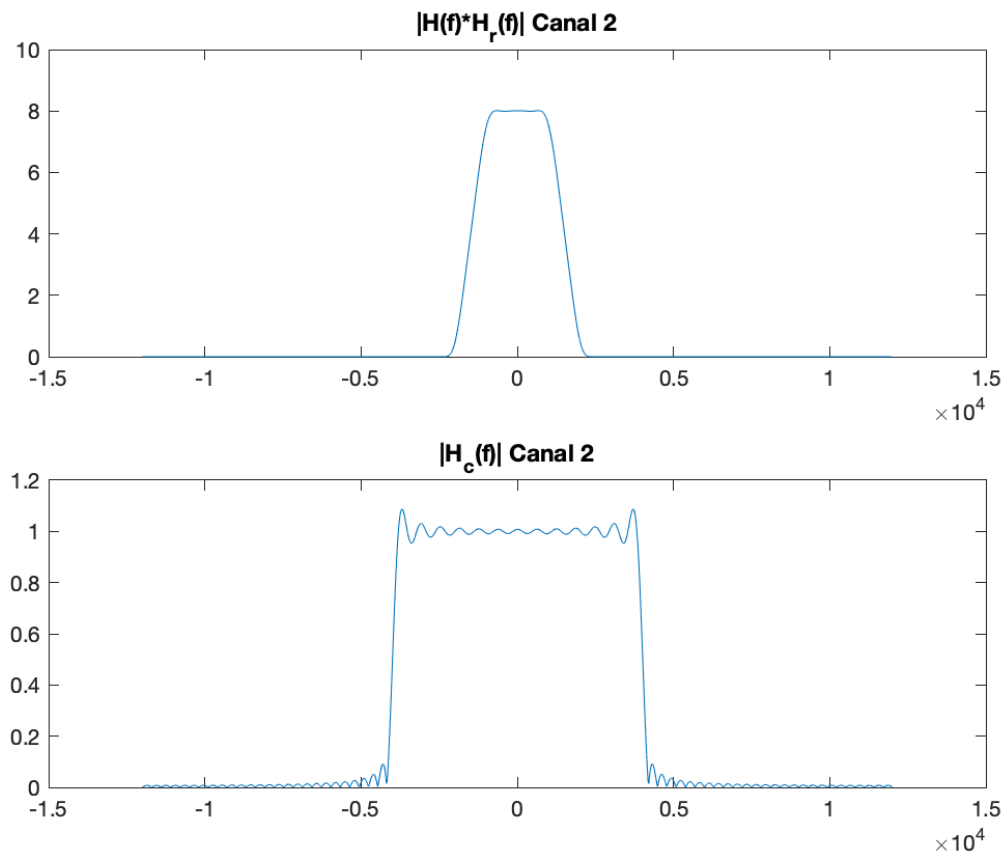
- Pour BW = 4000 Hz?
- Pour BW = 1000 Hz?

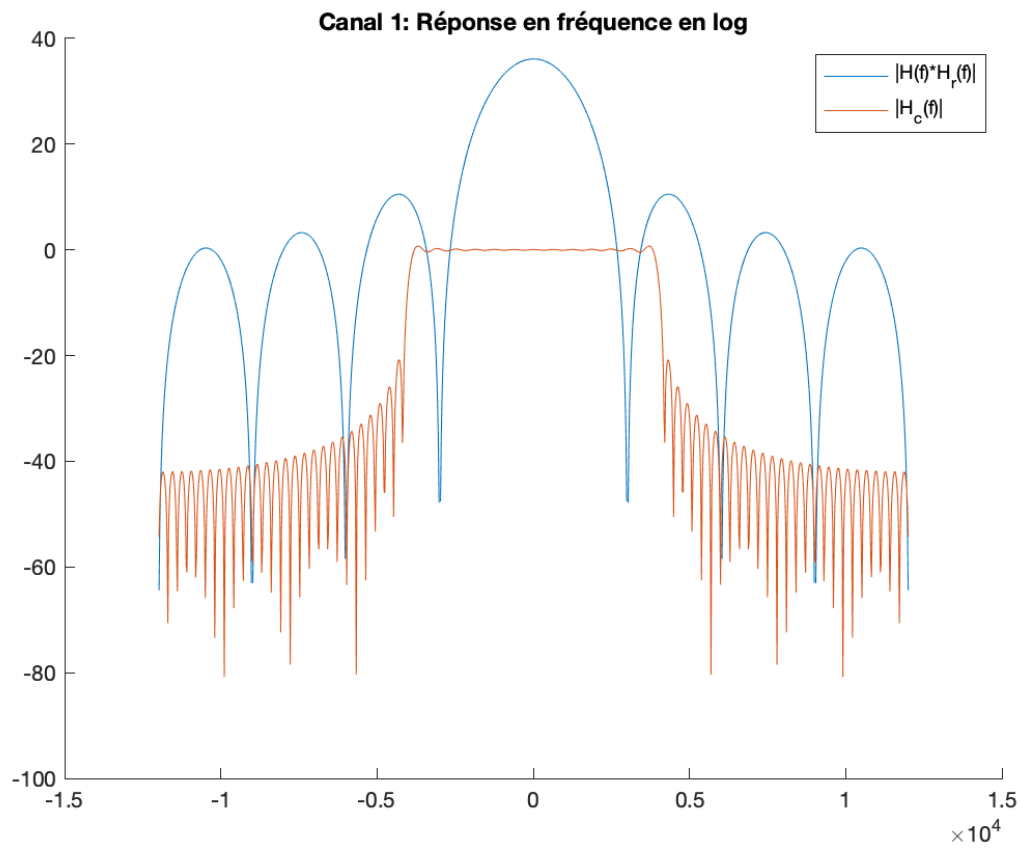
1. Expliquez votre réponse (oui ou non) en utilisant le tracé, sur la même figure, de  $|H(f)H_r(f)|$  et de  $|H_c(f)|$ , où  $H(f)$  est la réponse en fréquence du filtre de mise en forme,  $H_r(f)$  la réponse en fréquence du filtre de réception et  $H_c(f)$  la réponse en fréquence du filtre canal.
2. Expliquez votre réponse (oui ou non) en utilisant le tracé le diagramme de l'oeil à la sortie du filtre de réception.

### BW = 4000 Hz

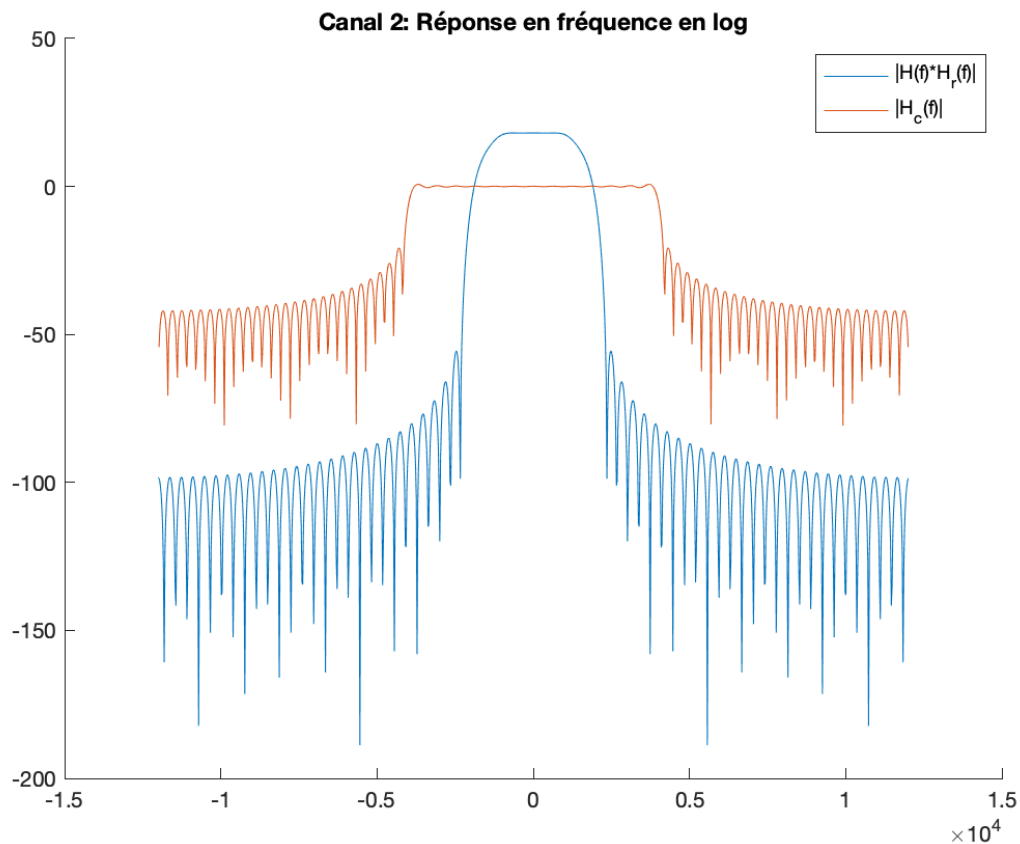
$H \times H_r$  seul satisfait le critere de Nyquiste.











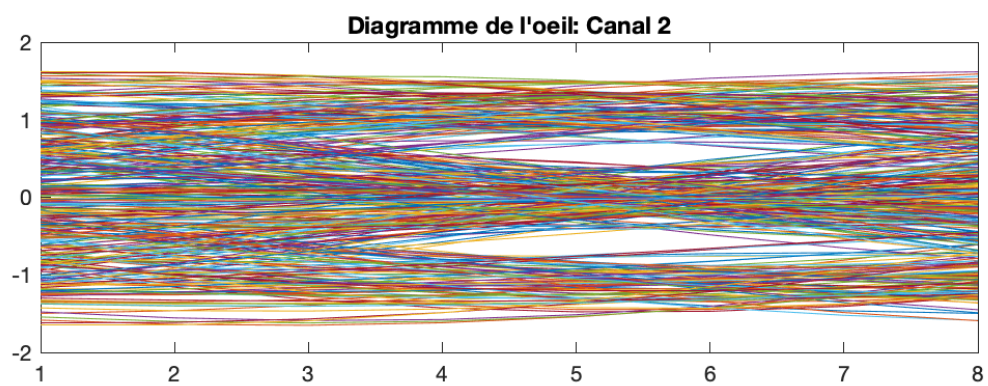
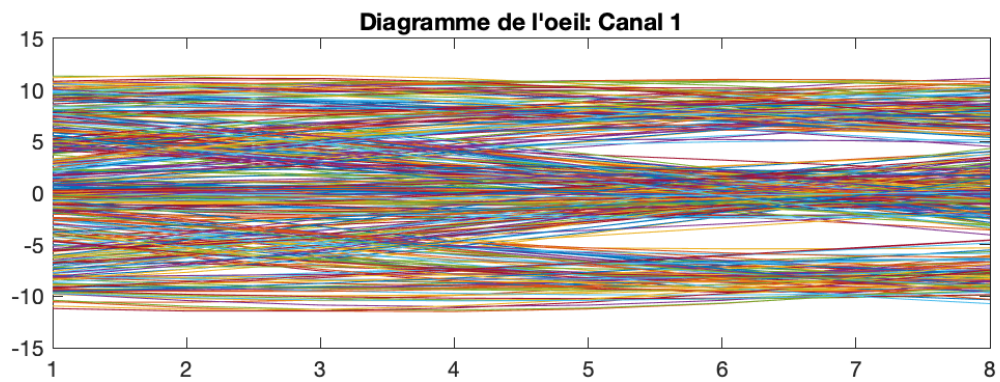
- Réponse en fréquence :

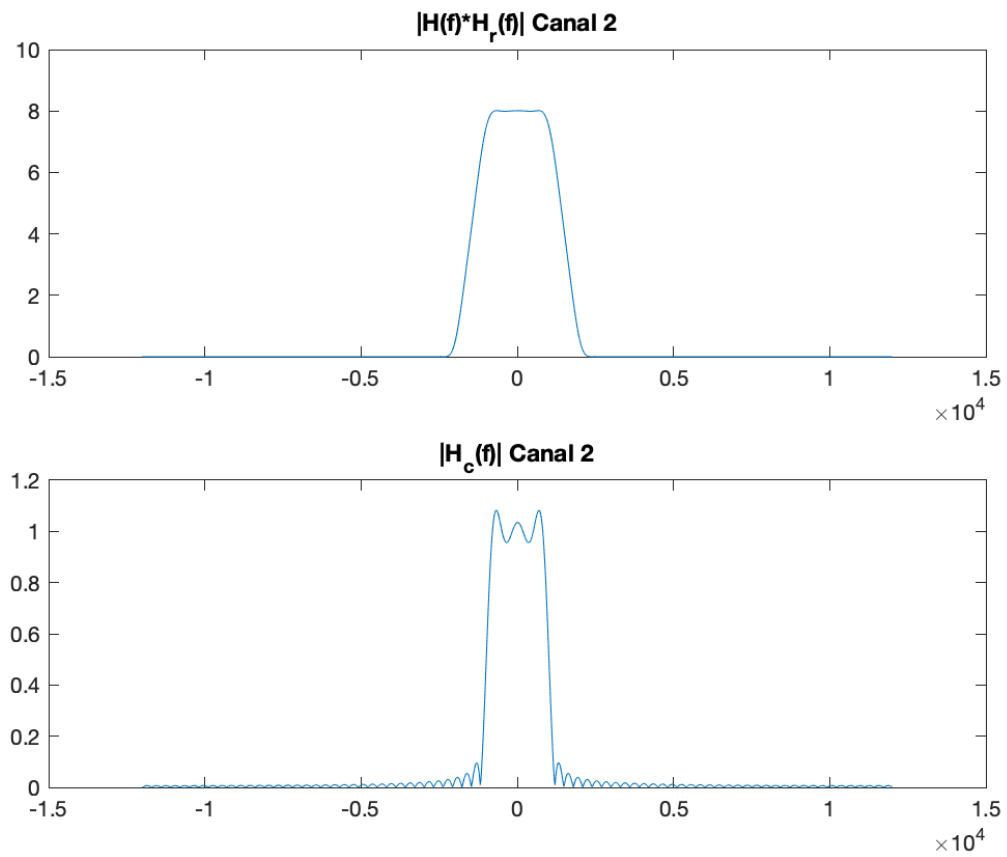
Pour le **Canal1** : Le support du canal  $|H_c|$  c'est trop petit on ne récupère pas totalement  $H \times H_r$ . Ne satisfait pas Nyquist. Pour le **Canal2** : Le support du canal  $|H_c|$  est suffisamment grand pour récupérer entièrement  $H \times H_r$ . Satisfait pas Nyquist.

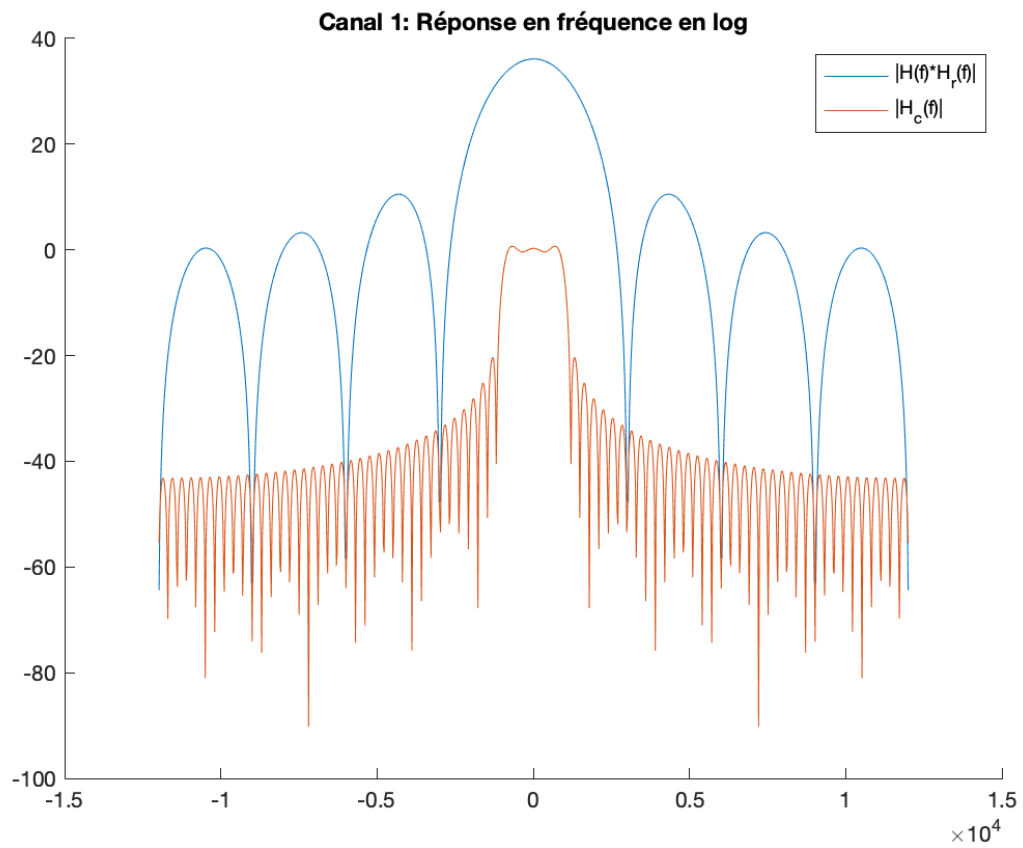
- Diagramme de l'oeil : Pour le **Canal1** : Ne satisfait pas Nyquist (aucun  $n_0$  valide) : le mieux est entre 2 et 3. Pour le **Canal2** : Satisfait presque Nyquist avec entre 1 et 2

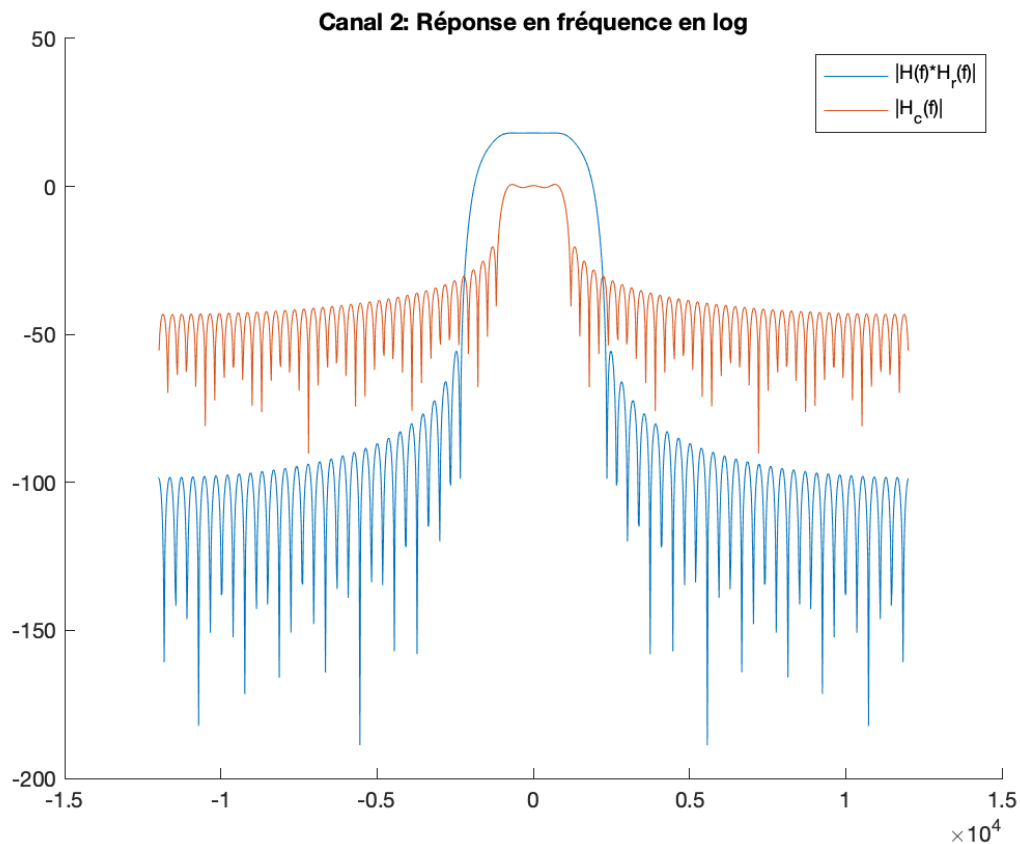
**BW = 1000 Hz**

$H \times H_r$  seul satisfait le critère de Nyquist.









- Réponse en fréquence :

Pour le Canal1 : Le support du canal  $|H_c|$  c'est BEAUCOUP trop petit on ne récupère pas totalement  $H \times H_r$ . Ne satisfait pas Nyquist. Pour le Canal2 : Le support du canal  $|H_c|$  c'est trop petit on ne récupère pas totalement  $H \times H_r$ . Ne satisfait pas Nyquist.

- Diagramme de l'oeil :

Pour le Canal1 : Ne satisfait pas Nyquist (aucun  $n_0$  valide).

Pour le Canal2 : Ne satisfait pas Nyquist (aucun  $n_0$  valide).