Introduction aux communications numériques
Étude de l'interférence entre symbole et du critère de Nyquist

Première année - Département Sciences du Numérique

2020-2021

1. Étude sans canal de propagation : bloc modulateur/d´démodulateur

1. Expliquez comment sont obtenus les instants optimaux d'échantillonnage (permettant d'´échantillonner sans interférences entre symboles) :
   - A partir du tracé de g.
   - A partir du tracé du diagramme de l'œil en sortie du filtre de réception.
2. Expliquez pourquoi le taux d'erreur binaire de la transmission n'est plus nul lorsqu'on échantillonne a $n_0 + mN_s$, avec $n_0 = 3$.

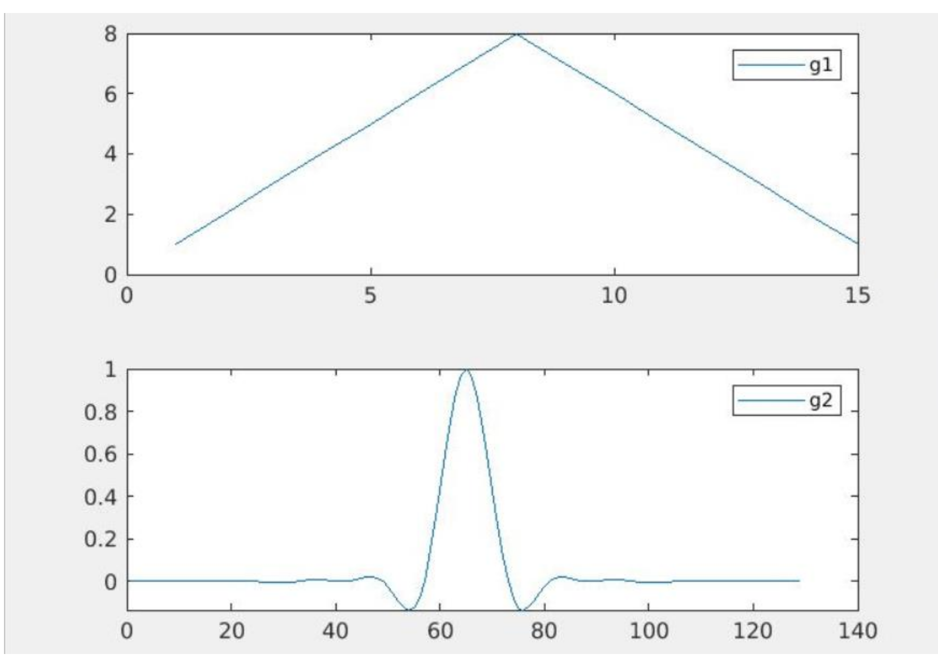
Réponse :

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

In order to determine the best signal S_0 sampling time, and according to the Nyquist:

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

and figure of Global impulse response of transmission chain 1&2 in symbol as below:



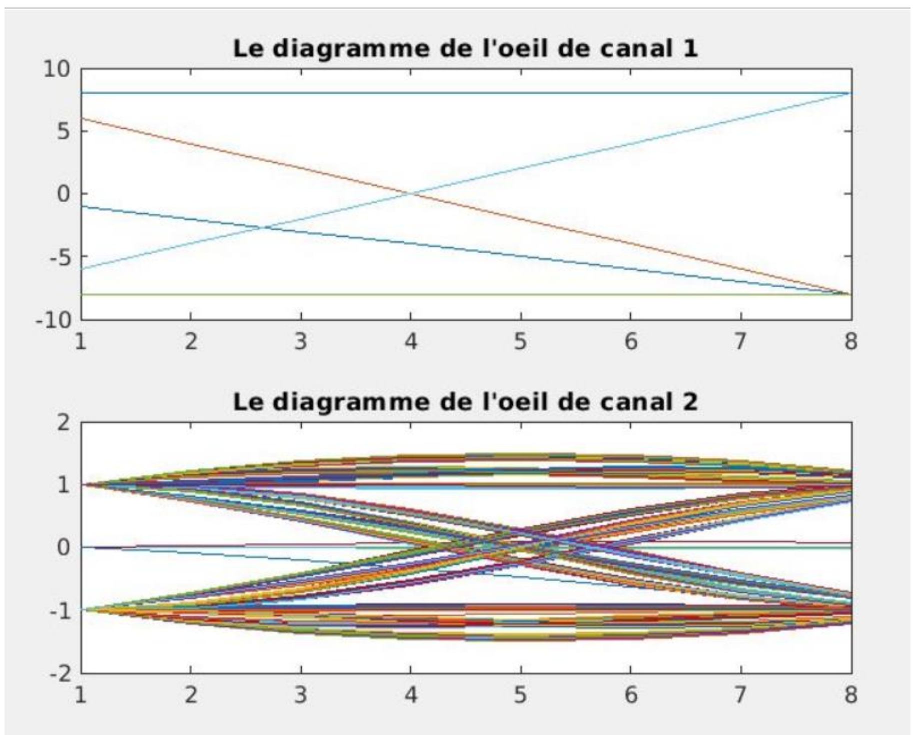
We will sample when the value of the convolution is the largest.

- A partir du tracé du diagramme de l'œil en sortie du filtre de réception.

In order not to obtain les instants optimaux d'échantillonage symbole n_0, it is necessary to sample when the interference between symbols is zero or almost zero in order to respect the Nyquist criterion in time:

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

To do this, we can draw le diagramme de l'œil of the signal at the output of the reception filter as below:



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

There will be some interferences between symboles, so it is much more likely to make errors.

2. Étude avec canal de propagation sans bruit

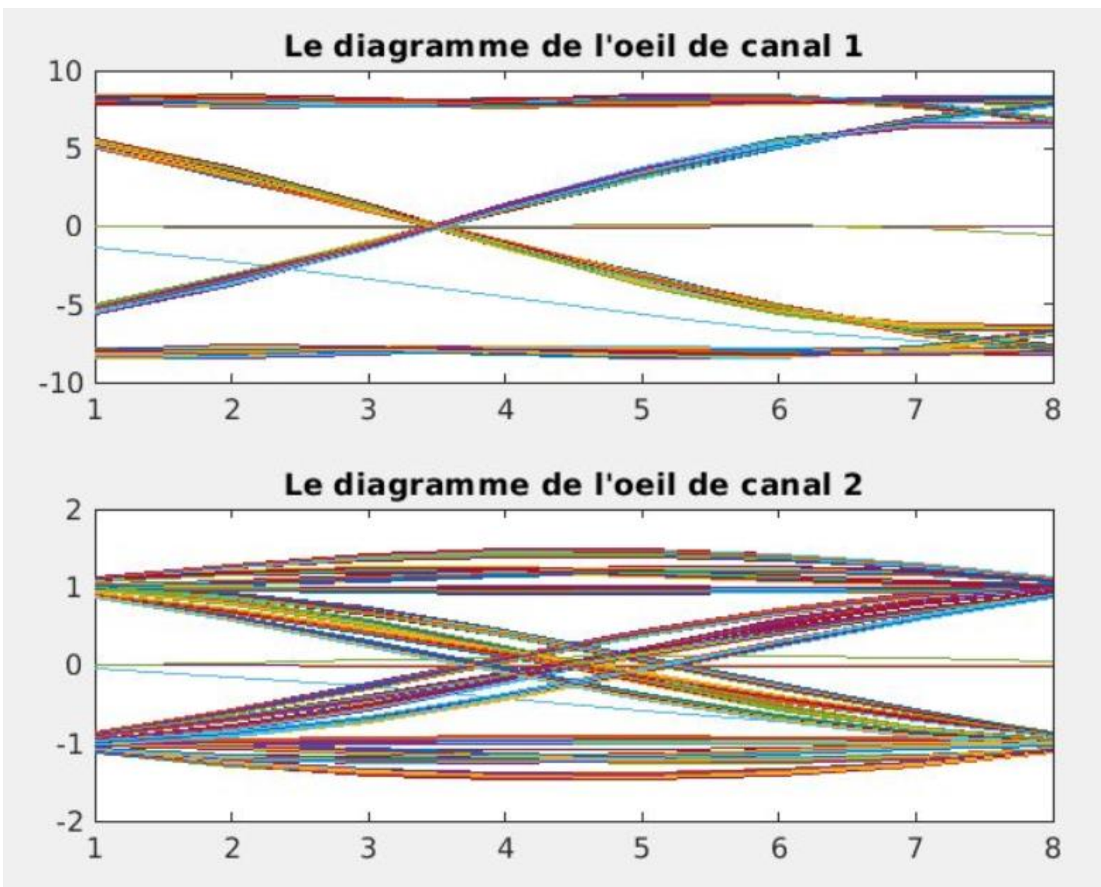
Le critère de Nyquist peut-il ˆêtre vérifié sur cette chaine de transmission :

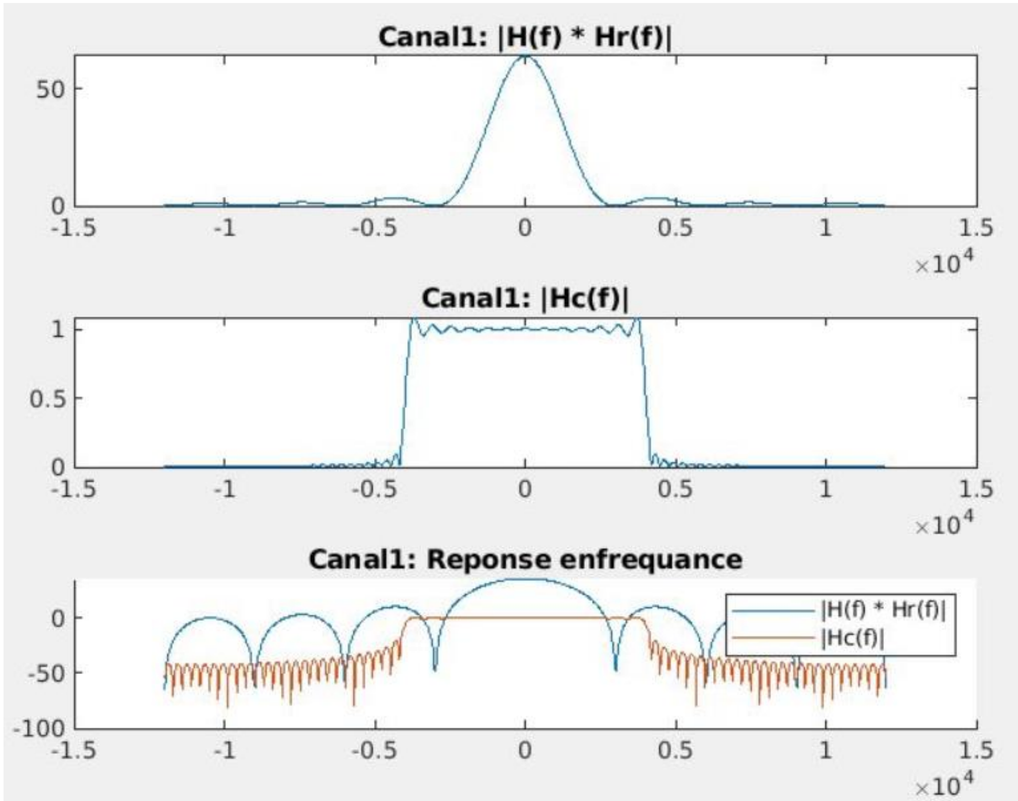
- Pour $BW = 4000$ Hz ?
- Pour $BW = 1000$ Hz ?

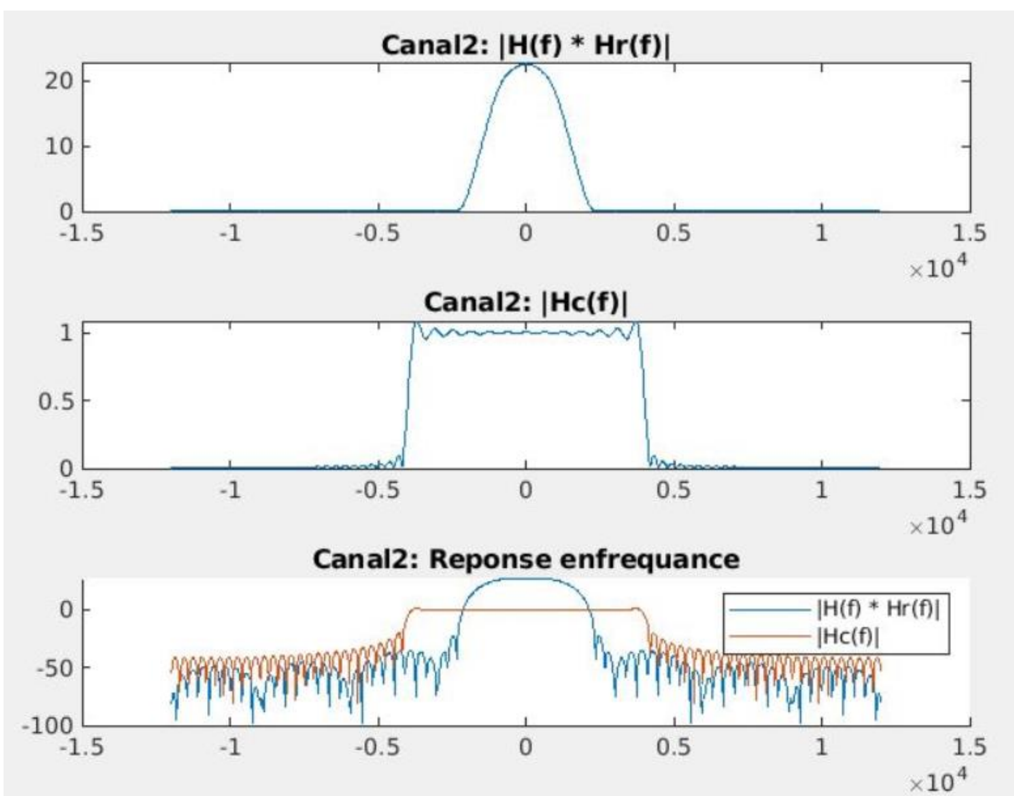
1. Expliquez votre réponse (oui ou non) en utilisant le tracé, sur la même figure, de $|H(f)H_r(f)|$ et de $|H_c(f)|$, ou` $H(f)$ est la réponse en fréquence du filtre de mise en forme, $H_r(f)$ la réponse en fréquence du filtre de réception et $H_c(f)$ la réponse en fréquence du filtre canal.
2. Expliquez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

Réponse :

- Pour $BW = 4000$ Hz




Canal1: |H(f) * Hr(f)|
Canal1: |Hc(f)|
Canal1: Reponse enfrequance
|H(f) * Hr(f)|
|Hc(f)|
×10^4


Canal2: |H(f) * Hr(f)|
Canal2: |Hc(f)|
Canal2: Reponse enfrequance
|H(f) * Hr(f)|
|Hc(f)|
×10^4

1. According to these figures,

   For Canal 1:

   This canal's $|Hc|$, it's too small to fully recover $|H \times Hr|$. And it is not satisfied with Nyquist.

   For Canal 2:

   This canal's $|Hc|$, it's large enough to fully recover $|H \times Hr|$. But it is not satisfied with Nyquist.

2. According to le diagramme de l'œil,

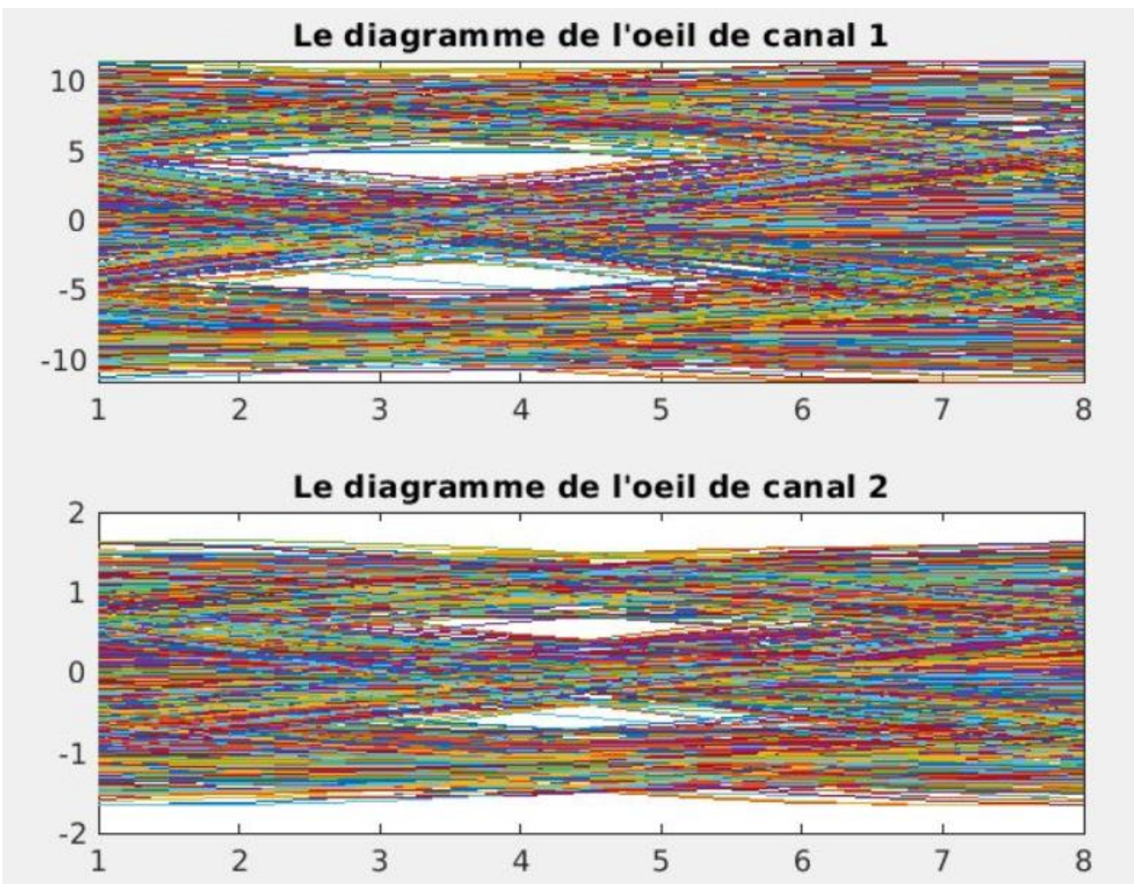
   For Canal 1:

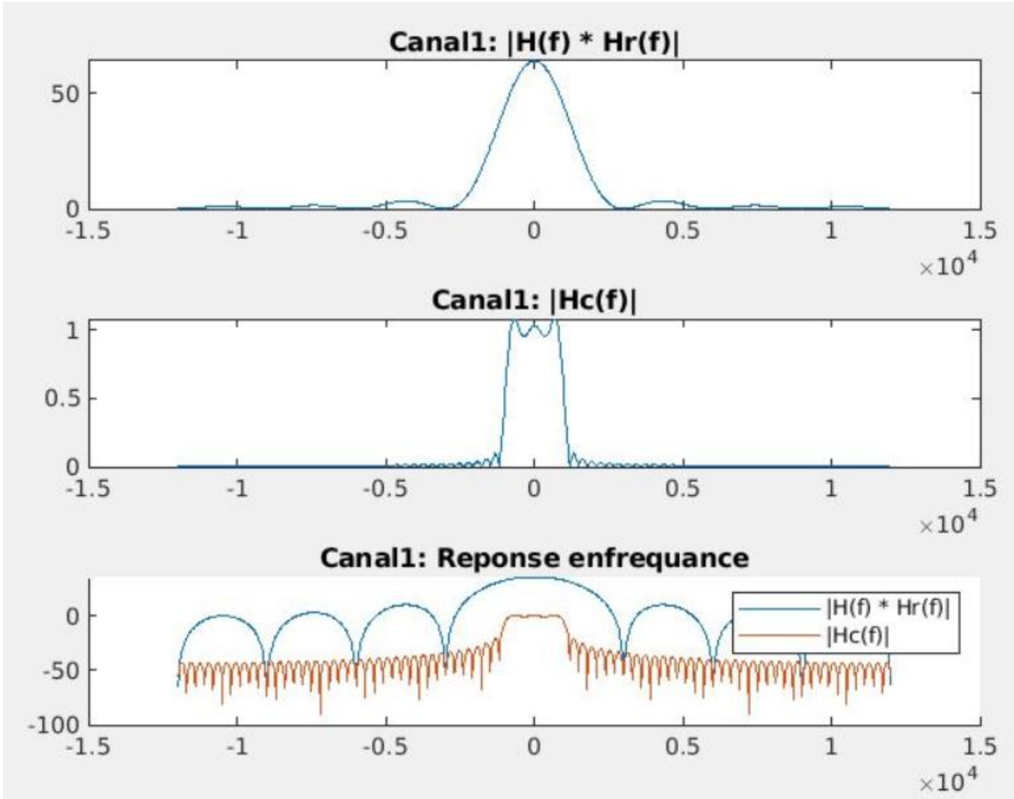
   It is not satisfied with Nyquist, the best value of n_0 is between 2 and 3.

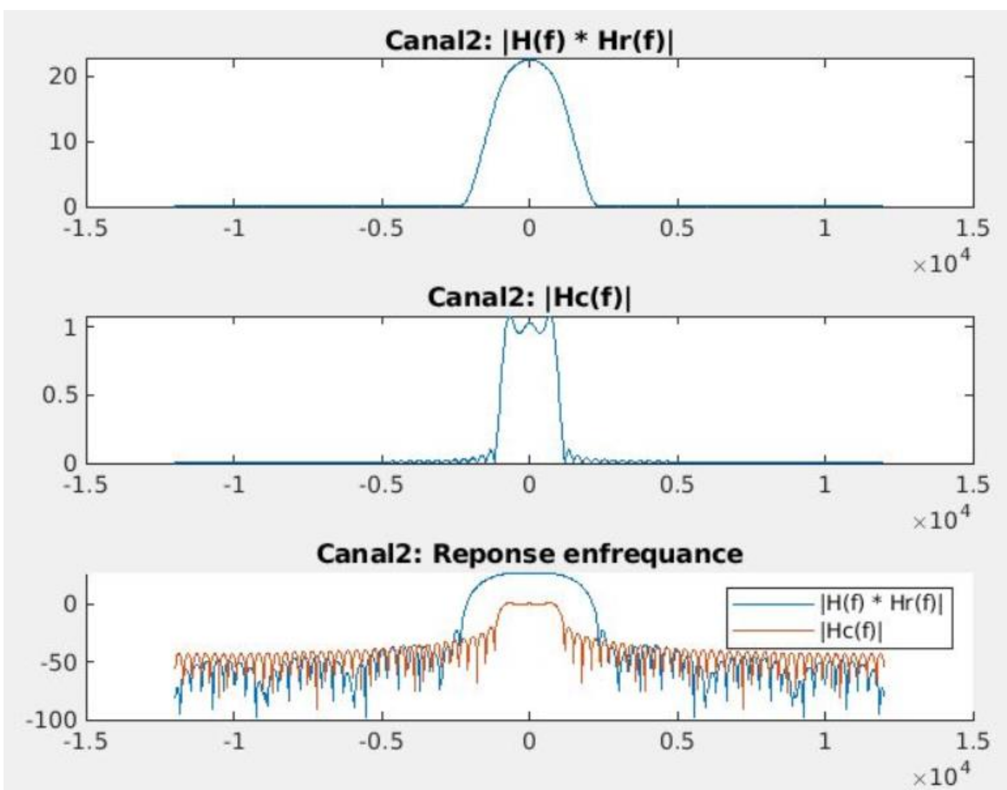
   For Canal 2:

   It is not satisfied with Nyquist, the best value of n_0 is 8.

- Pour BW = 1000 Hz




Canal1: |H(f) * Hr(f)|
Canal1: |Hc(f)|
Canal1: Reponse enfrequance
|H(f) * Hr(f)|
|Hc(f)|
×10^4


Canal2: |H(f) * Hr(f)|
Canal2: |Hc(f)|
Canal2: Reponse enfrequance
|H(f) * Hr(f)|
|Hc(f)|
×10^4

1. According to these figures,

   For Canal 1:

   This canal's $|Hc|$, it's too small to fully recover $|H \times Hr|$. And it is not satisfied with Nyquist.

   For Canal 2:

   This canal's $|Hc|$, it's too small to fully recover $|H \times Hr|$. And it is not satisfied with Nyquist.

2. According to le diagramme de l'œil,

   For Canal 1:

   It is not satisfied with Nyquist, there is not the best value of n_0.

   For Canal 2:

   It is not satisfied with Nyquist, there is not the best value of n_0.