

PCM

Rendu TP noté - ERI 20% - ER2 40%.

master ITAM - 18 places.

Audio Sculpt \leftarrow développé par IRCAM. \rightarrow Tranche Temporelle - Transformée de Fourier discrèteamplitudes - fréquences \rightarrow déroulées en temps.

↑

analyser des signaux non stationnaires.

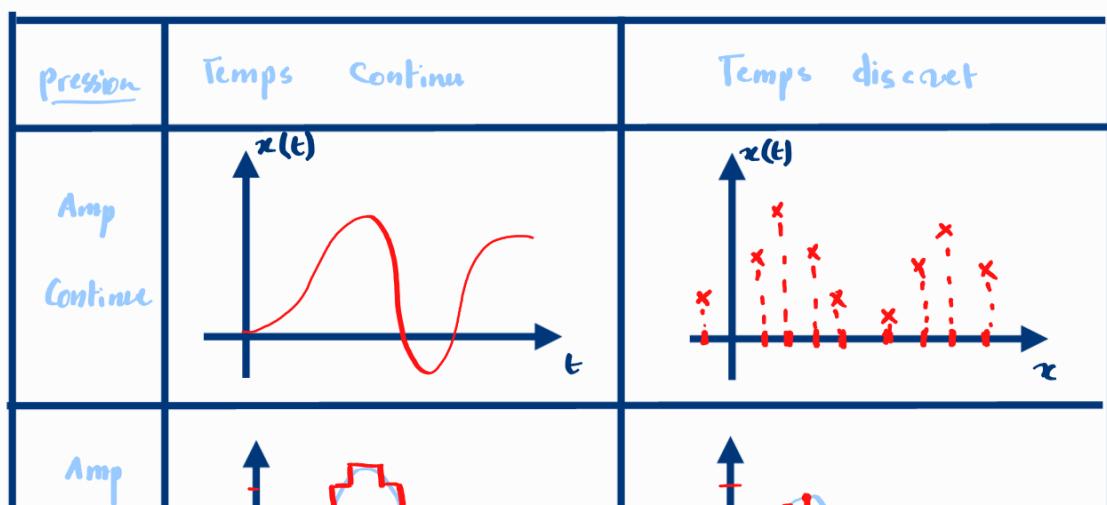
INTRODUCTIONObjet du cours signaux audio.

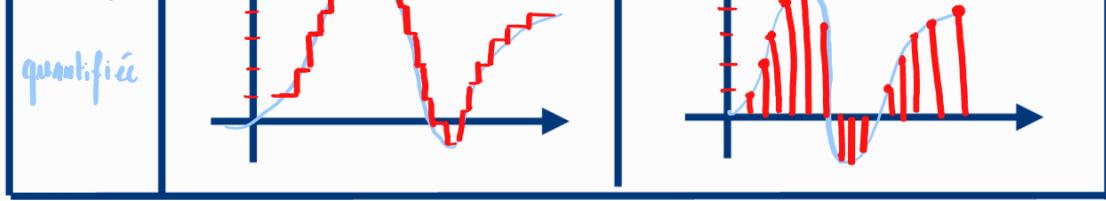
Ce sont des signaux qui sont la représentation électrique (généralement sous la forme d'une tension) d'un son, c'est-à-dire d'une variation de pression acoustique.

Celle-ci est captée par un microphone.

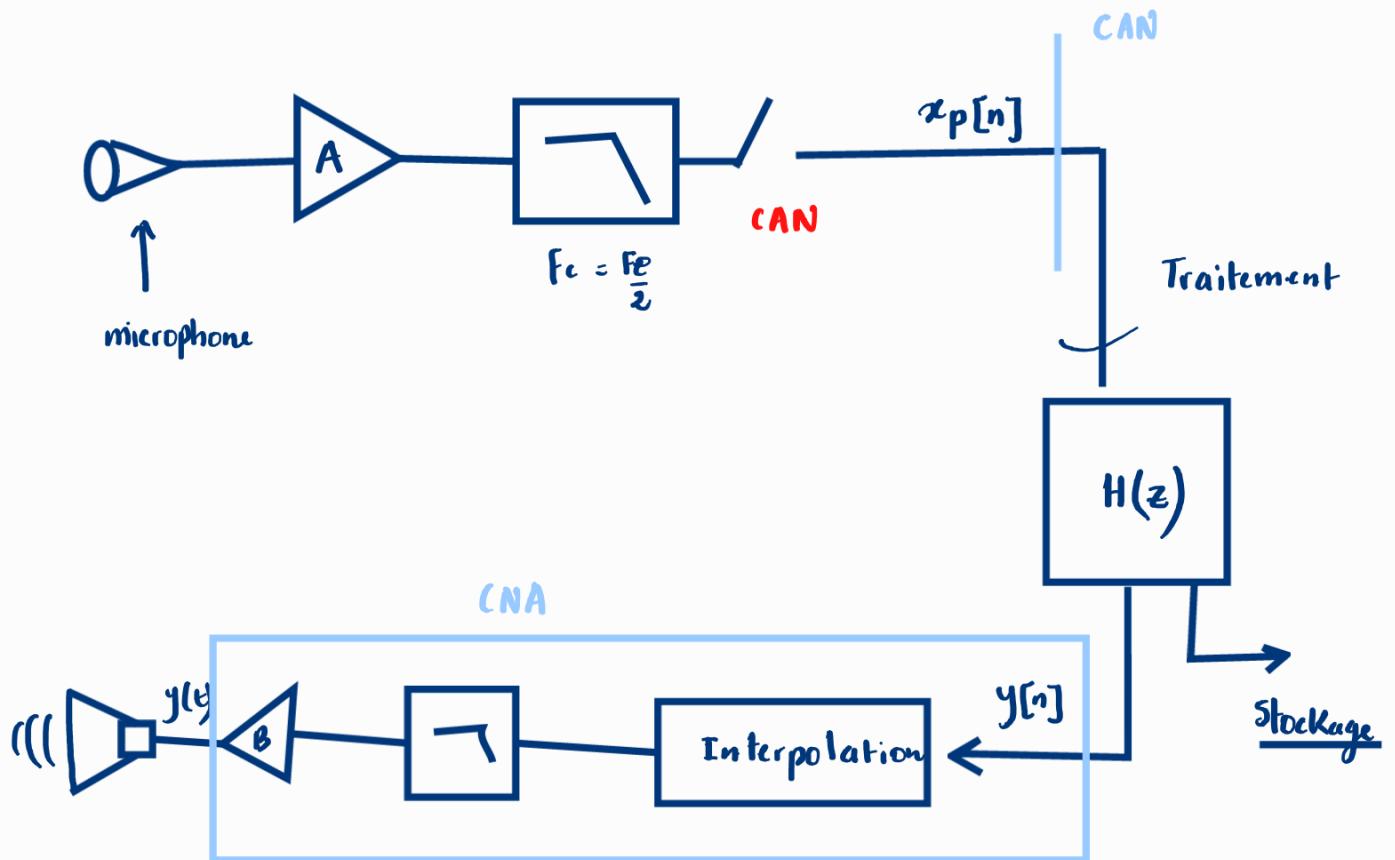
Les signaux audio (audibles par un être humain) varient dans la bande de fréquences 20 Hz - 20 KHz.

cf. cours psychoacoustiques (CMS)



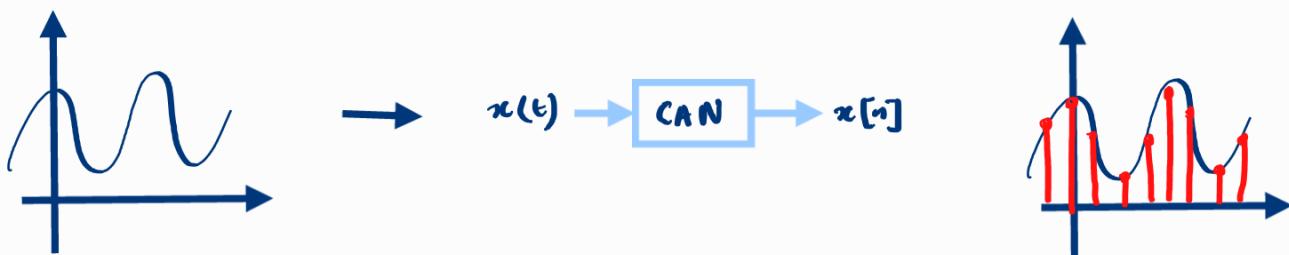


CHAINE D'AQUISITION D'UN SIGNAL AUDIO



II / CHAINE DE TRAITEMENT D'UN SIGNAL AUDIO

II / Acquisition



Si le CAN s'effectue "instantanément" (échantillonage idéal)

alors

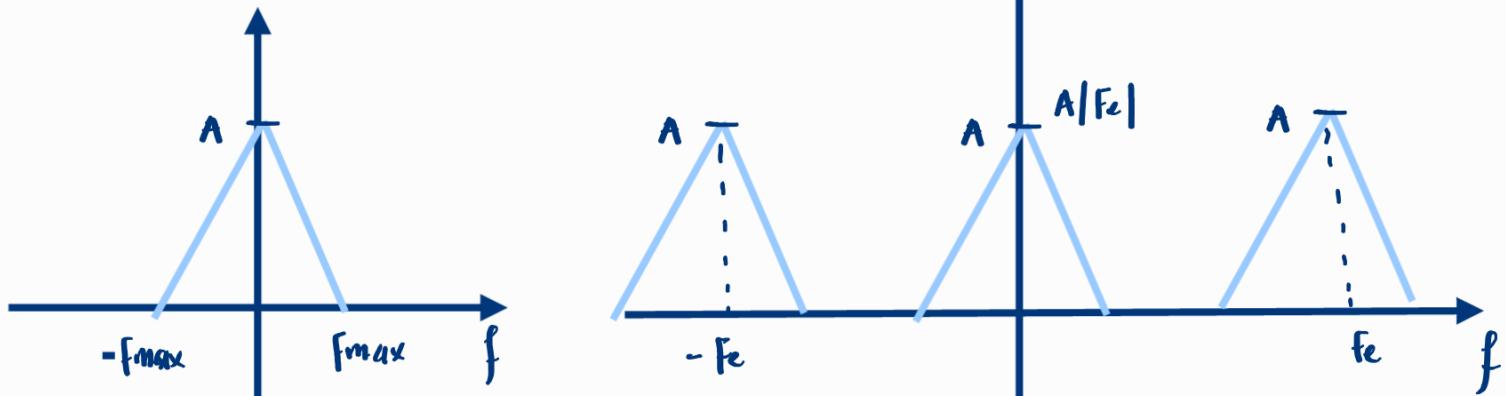
$$\begin{aligned}
 x_e(t) &= x(t) \text{ } \mathbb{U}_{T_e}(t) \\
 &= x(t) \sum_{n=-\infty}^{+\infty} \delta(t - nT_e) \\
 &= \sum_{n=-\infty}^{+\infty} x(nT_e) \delta(t - nT_e)
 \end{aligned}$$

échantillonage .

$$\begin{aligned}
 X_e(f) &= \text{TFSC} [x_e(t)] \\
 &= \text{TFSC} [x(t) \mathbb{U}_{T_e}(t)] \\
 &= X(f) * \text{TFSC} [\mathbb{U}_{T_e}(t)] \\
 &= X(f) * F_e \mathbb{U}_{T_e}(f) \\
 &= X(f) * F_e \sum_{k=-\infty}^{+\infty} \delta(f - kF_e)
 \end{aligned}$$

$$X_e(f) = F_e \sum_{k=-\infty}^{+\infty} X(f - kF_e)$$

↔ périodisation
en fréquence



Ainsi, à un facteur d'échelle F_e près, on retrouve $x(f)$ donc $x_e(f)$ (échantillonnage sans perte d'information)

ssi :

1) $X(f)$ est **BORNÉ** en fréquence.

2) $F_e > 2f_{\max}$ Théorème de Shannon

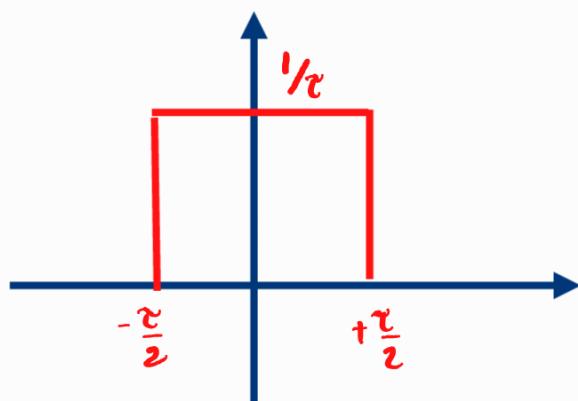
- pour 1 et 2 on s'assure de l'existence d'un F_{\max} grâce à un filtre anti-repliement.

Dans tous les cas, on est ici dans le cas idéal.

En pratique, le peigne de Dirac n'est pas réalisable :

On a plutôt :

$$r(t) = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} \Pi_{T_e}(t - nT_e)$$



On peut écrire

$$x(t) = \Pi_T(t) * \sum_{n=-\infty}^{+\infty} \delta(t - nT_e)$$

$$\text{TFSC } [\Pi_T(t)] = \int_{-\infty}^{+\infty} \Pi_T(t) e^{-j\pi f t} dt = \frac{\sin(\pi f T)}{\pi f T}$$

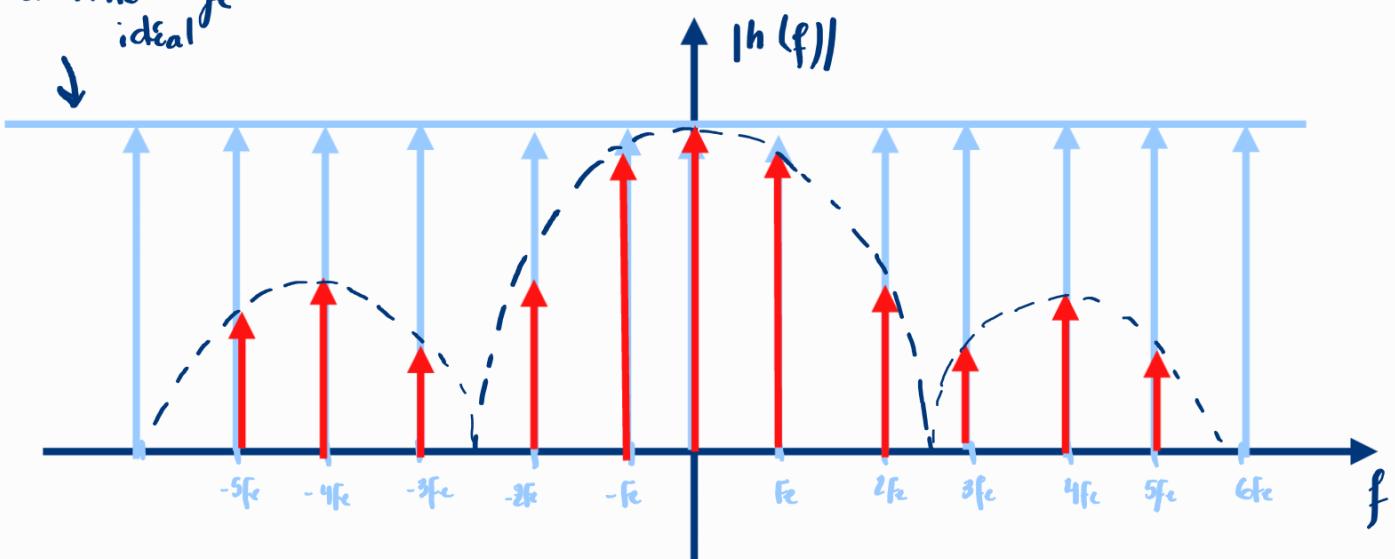
On a donc

$$R(t) = \text{TFSC} [r(t)] = \text{TFSC} [\pi_c(t)] \times F_c \sum_{k=-\infty}^{+\infty} \delta(f - kF_c)$$

$$R(f) = F_c \sum_{k=-\infty}^{+\infty} \frac{\sin(\pi f c)}{\pi f c} \delta(f - kF_c)$$

$$R(f) = F_c \sum_{k=-\infty}^{+\infty} \frac{\sin(\pi k F_c c)}{\pi k F_c c} \delta(f - kF_c)$$

Echantillonage ideal

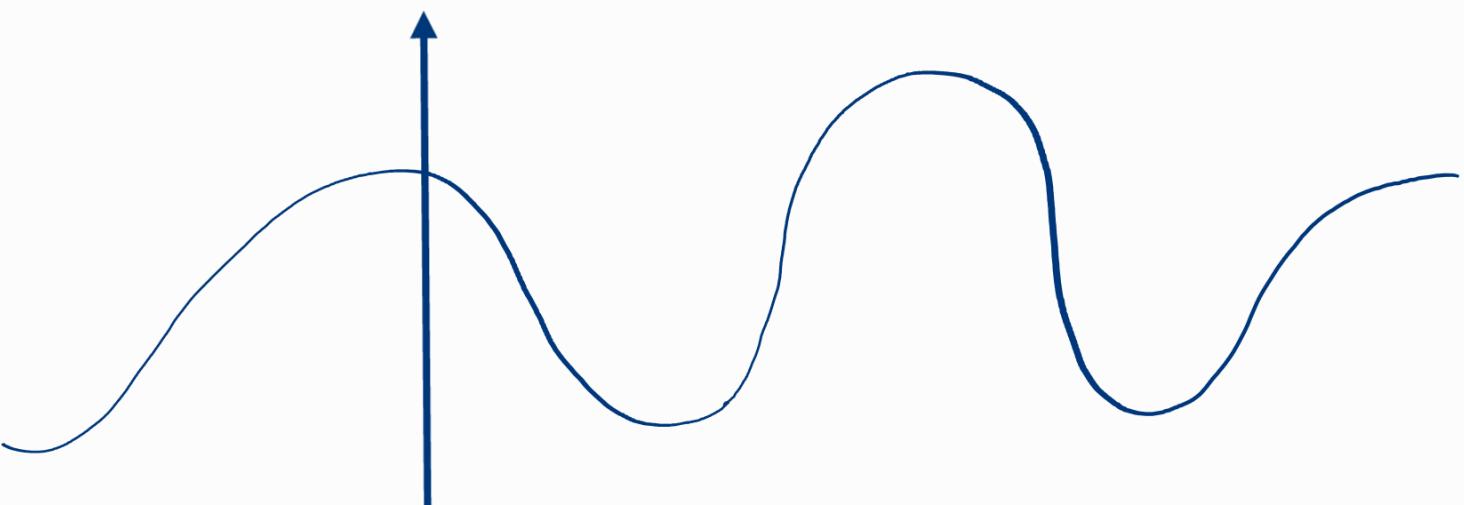


En pratique τ est très petit

le peigne de Dirac "ideal" est modulé par un $|\text{sinc}|$

Dans le domaine Temporel :

??



t

$$x_{en}(t) = x(t) \times r(t) \quad [r(t) = \Pi_r(t) + \Pi_{rc}(t)]$$

$$x_{en}(f) = x(f) + R(f)$$

$$= X(f) + F_c \sum_{k=-\infty}^{+\infty} \frac{\sin(\pi k f_c t_c)}{\pi k f_c \tau} \delta(f - kf_c)$$

$$x_{en}(f) = F_c \sum_{k=-\infty}^{+\infty} X(f - kf_c)$$

$$\frac{\sin(\pi k f_c \tau)}{\pi k f_c \tau}$$

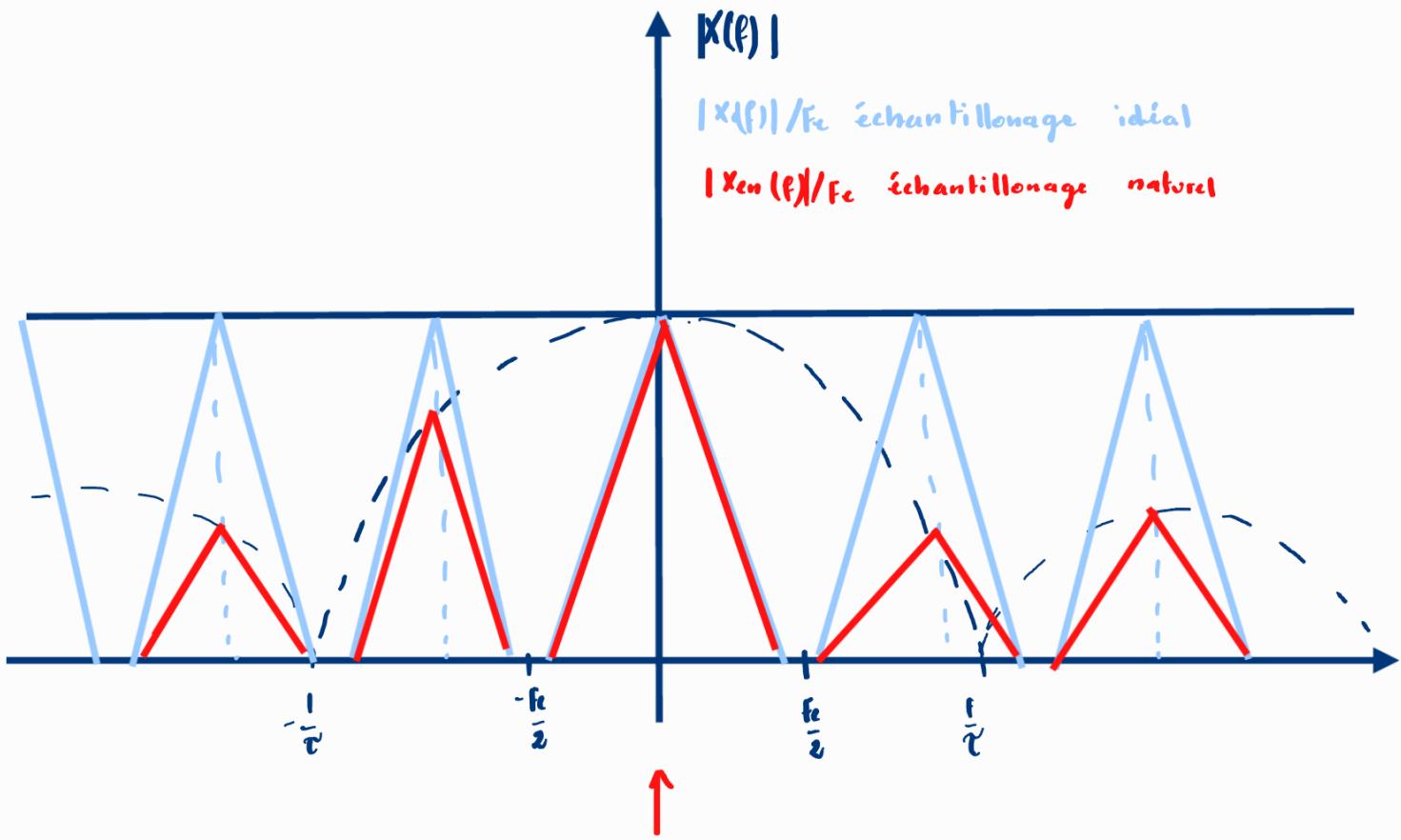
Terme de pondération

en k_f
 $k \in \mathbb{Z}$

$|X(f)|$

$|x(f)|/F_c$ échantillonage idéal

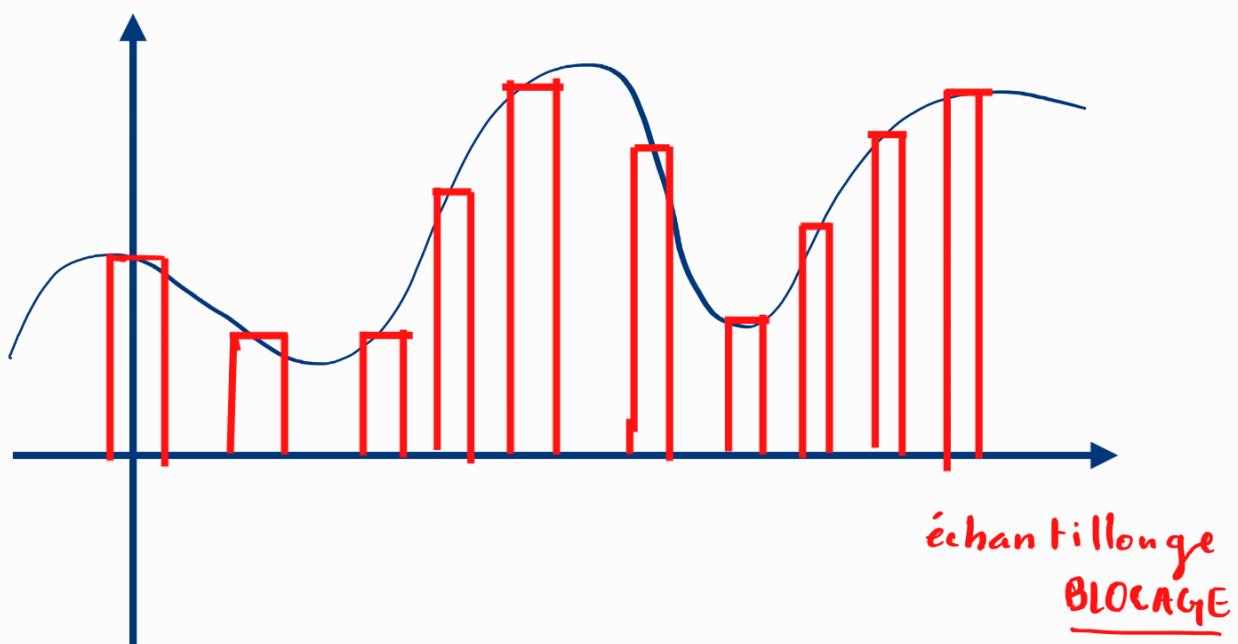
$|x_{en}(f)|/F_c$ échantillonage naturel



$x(f)$ est très largé

→ reconstruction "parfaite" possible !

MAIS ! en réalité, les CAN ont en général besoin d'une valeur constante pendant un certain temps pour faire la conversion



On peut écrire

$$x_{eb}(t) = x_e(t) * \Pi_e(t)$$

$$x_{eb}(f) = x_e(f) \times \text{TFSC}(\Pi_e(t))$$

$$= F_e \sum_{k=-\infty}^{\infty} x(f - kF_e) \frac{\sin(\pi f \tau)}{\pi f \tau}$$

$$= F_e \frac{\sin(\pi f \tau)}{\pi f \tau} \sum_{-\infty}^{+\infty} x(f - kF_e)$$

ette fois ci la perturbation dépend de f !

