

Transmission des données

Transmission en large bande



Université de M'sila
Département d'Informatique

Spécialité:

Réseaux et Technologies de l'Information et de la Communication

Master 1

2024/2025

MOHAMED BAHACHE

Plan

☐ Introduction

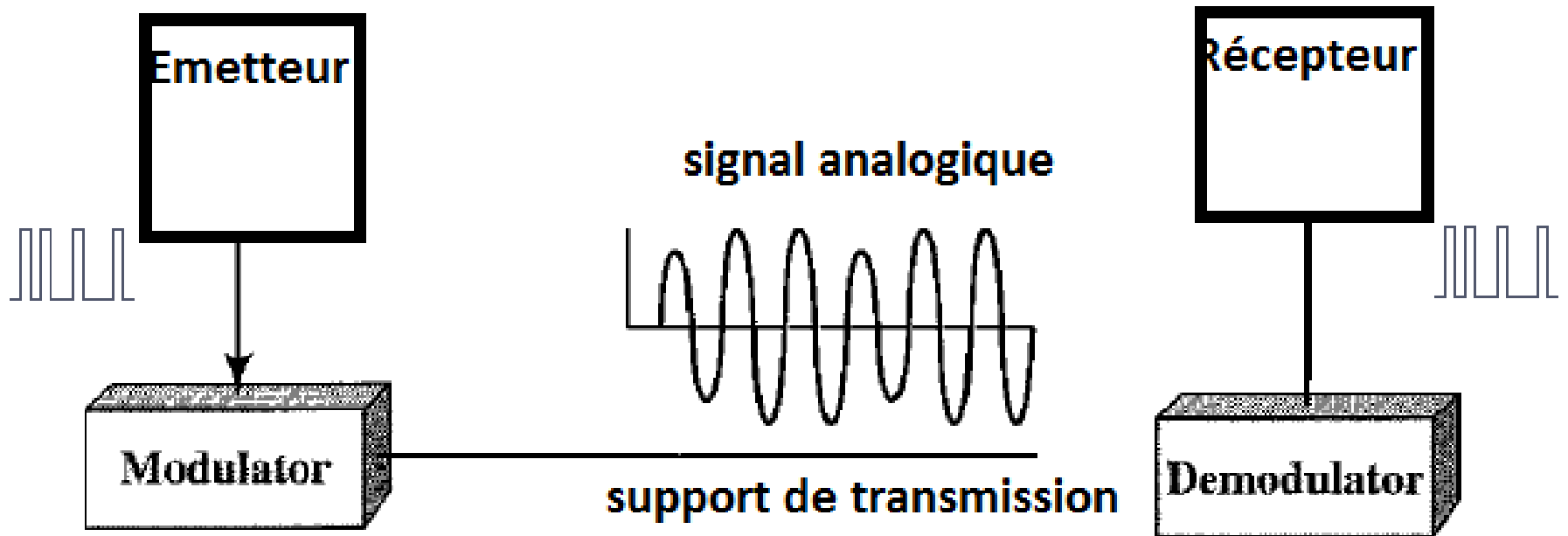
☐ Principe de modulation

- Modulation d'amplitude
- Modulation de fréquence
- Modulation de phase

☐ La conversion (analog to digital)

- Echantillonnage
- modulation par impulsions et codage- MIC/PCM
- Delta modulation.

Transmission en large bande



Transmission en large bande

La Modulation

□ La Modulation est le processus où un signal numérique est utilisé afin de modifier (moduler) quelques paramètres (amplitude, fréquence, phase) d'un signal analogique périodique ce signal appelé porteuse(carrier wave)

- En transmission large bande, le spectre du signal numérique est translaté autour d'une fréquence centrale appelée porteuse.
- Le signal en bande de base transformé en signal analogique.
- L'organe chargé de cette transformation appelé Modulateur/démodulateur (modem).
- la modulation du signal en émission et leur démodulation en réception.

Transmission en large bande

La Modulation

❑ La Modulation est pour :

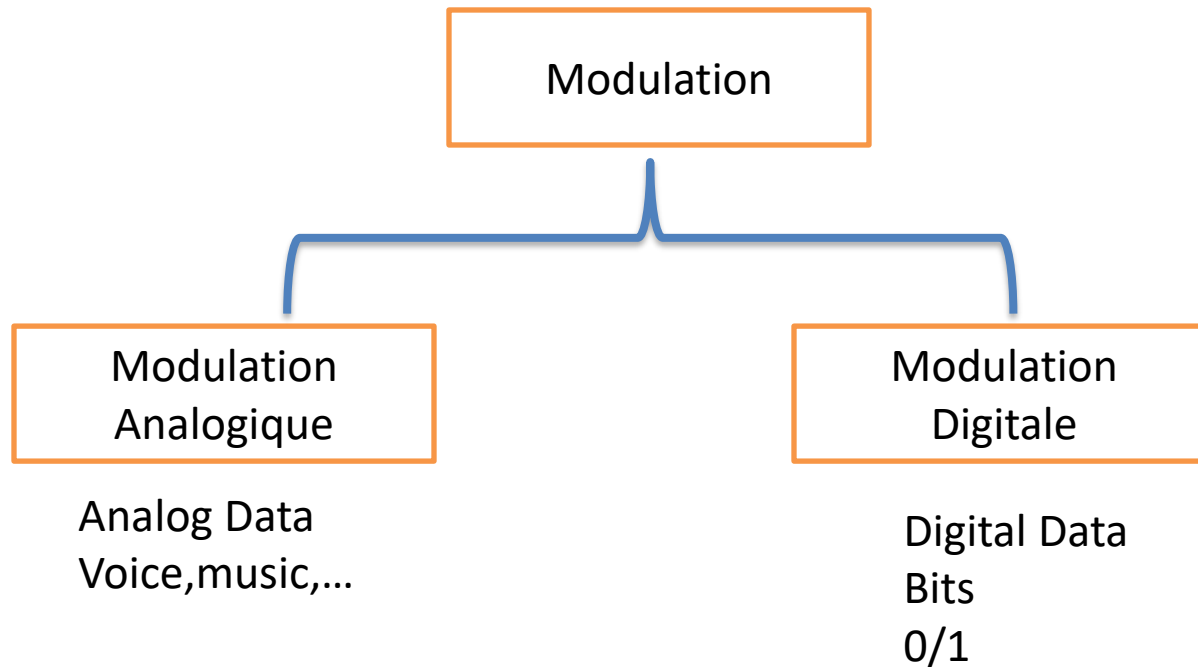
- Assure une transmission efficace
- Correspondre aux caractéristiques du canal
- L'attribution de fréquence
- Multiplexage
- Réduire le bruit et l'interférence

Transmission en large bande

La Modulation

❑ Ils existent deux type de modulation :

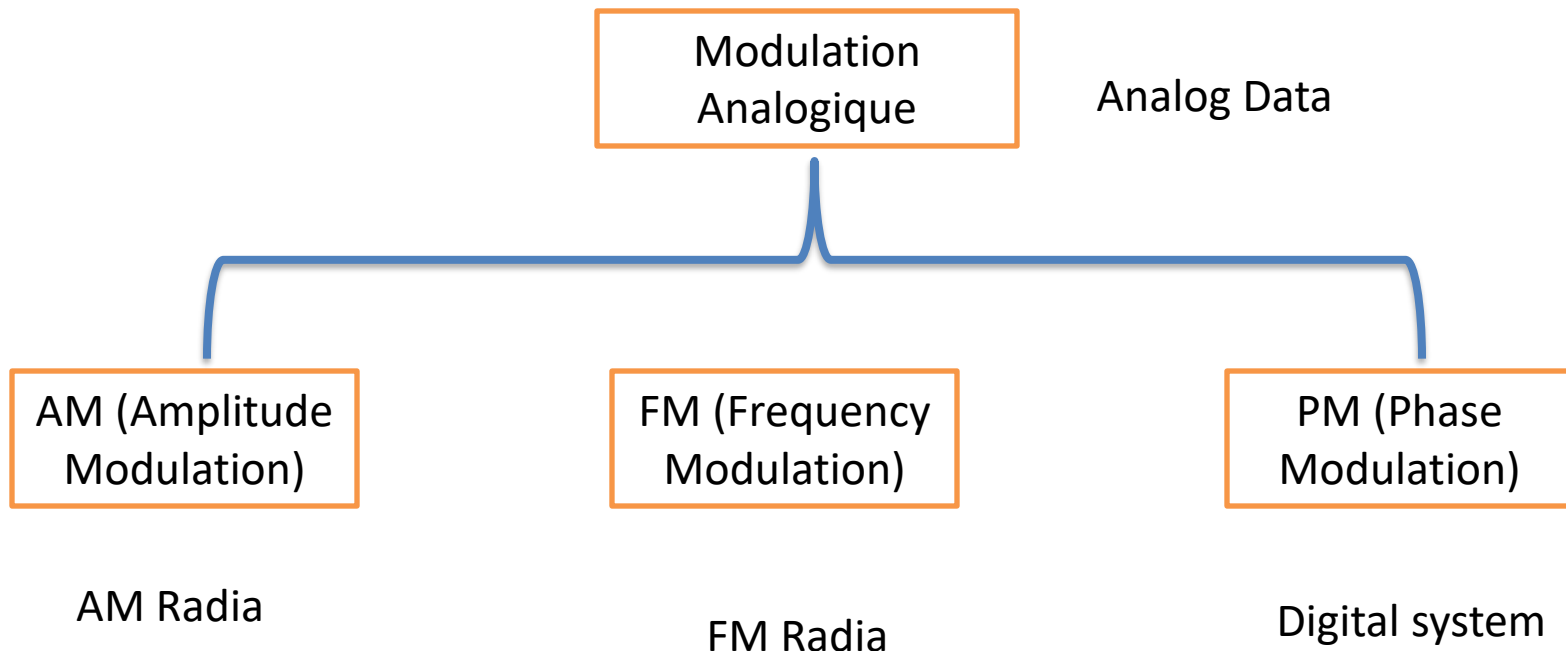
- Modulation Analogique
- Modulation Digitale



Transmission en large bande

La Modulation

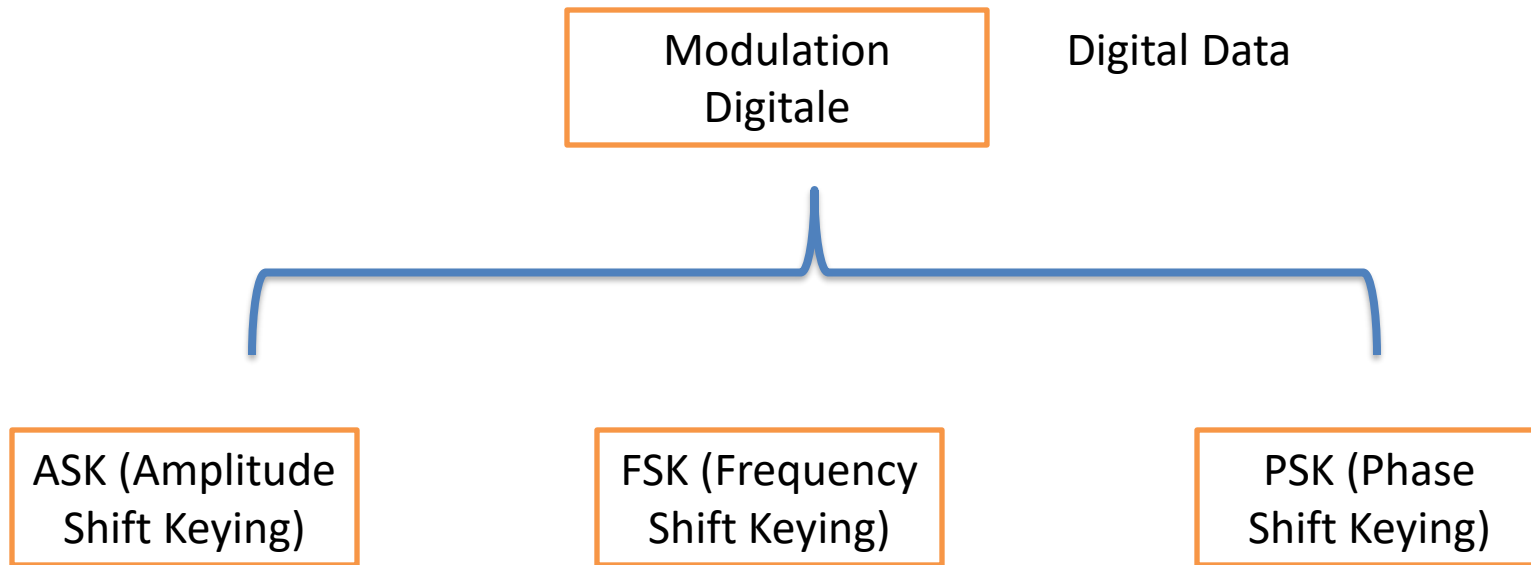
➤ Modulation Analogique



Transmission en large bande

La Modulation

➤ Modulation Digitale



Transmission en large bande

Principe de Modulation

- On utilise le signal analogique(sinusoïdal), afin de surmonter le problème de détérioration du signal en bande base(distance limitée)
- l'idée est de substituer au signal pulsionnel, un signal sinusoïdal et de modifier l'un de ses paramètres en fonction du signal numérique d'origine (porteuse): c'est ce qu'on appelle la modulation.

$$s(t) = A \sin(\omega t + \phi)$$

Transmission en large bande

Principe de Modulation

Sur le signal dit porteuse

$$s(t) = A \sin(\omega t + \phi) \quad \omega = 2\pi f$$

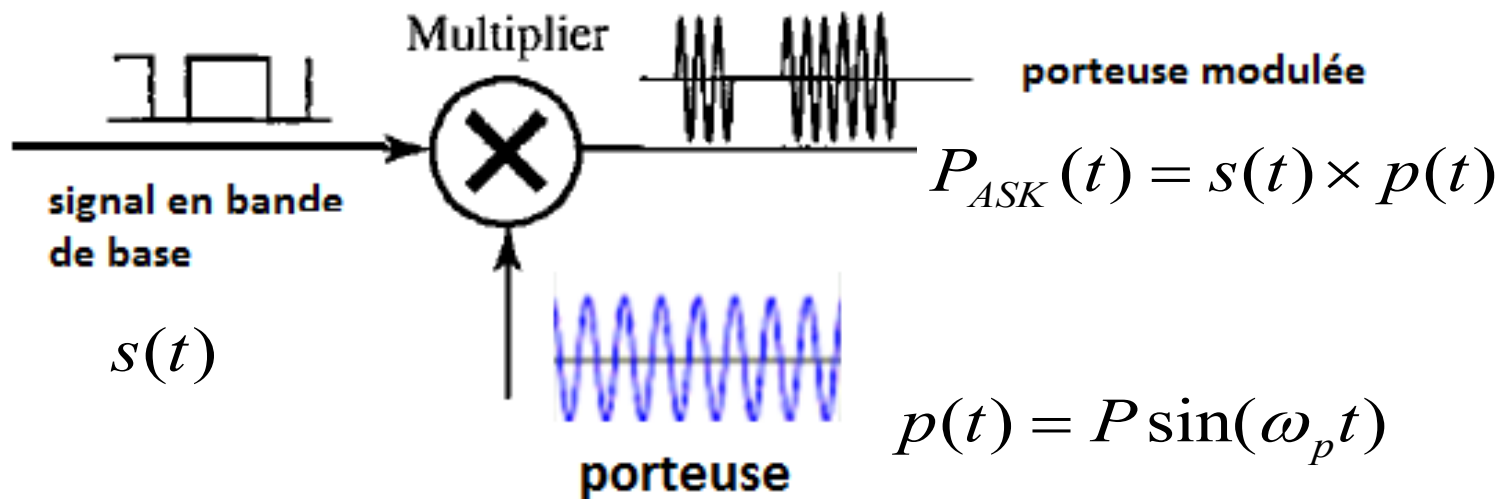
on peut faire varier l'un des trois paramètres suivant:

- L'amplitude A : ici on parle de la modulation d'amplitude
ASK (Amplitude Shift Keying).
- La fréquence f : la modulation en fréquence
FSK (Frequency Shift Keying)
- La phase ϕ : la modulation de phase
PSK (Phase Shift Keying).

Transmission en large bande

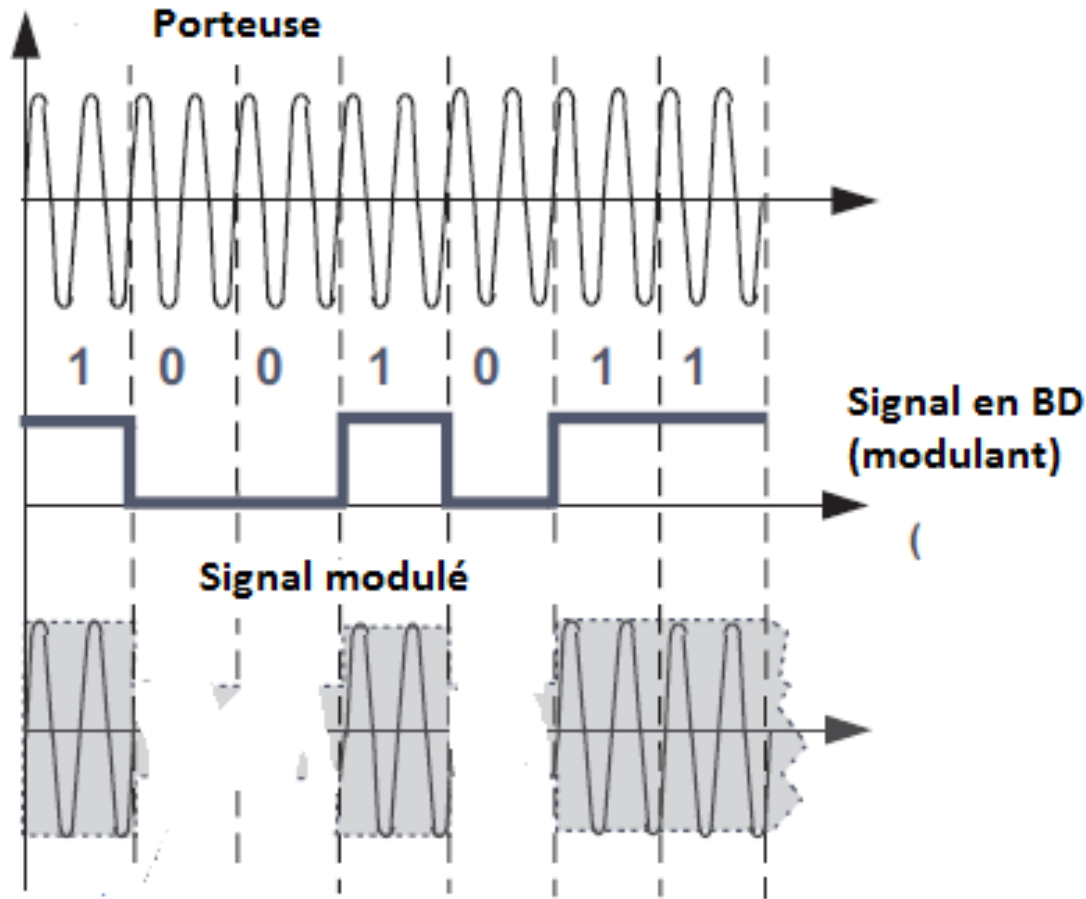
La modulation d'amplitude

❑ Il existe plusieurs type de la modulation en amplitude, dans cette présentation on limite au type le plus simple (la modulation d'amplitude avec **la suppression de la porteuse**) leur principe est présenter par la figure suivante :



Transmission en large bande

La modulation d'amplitude

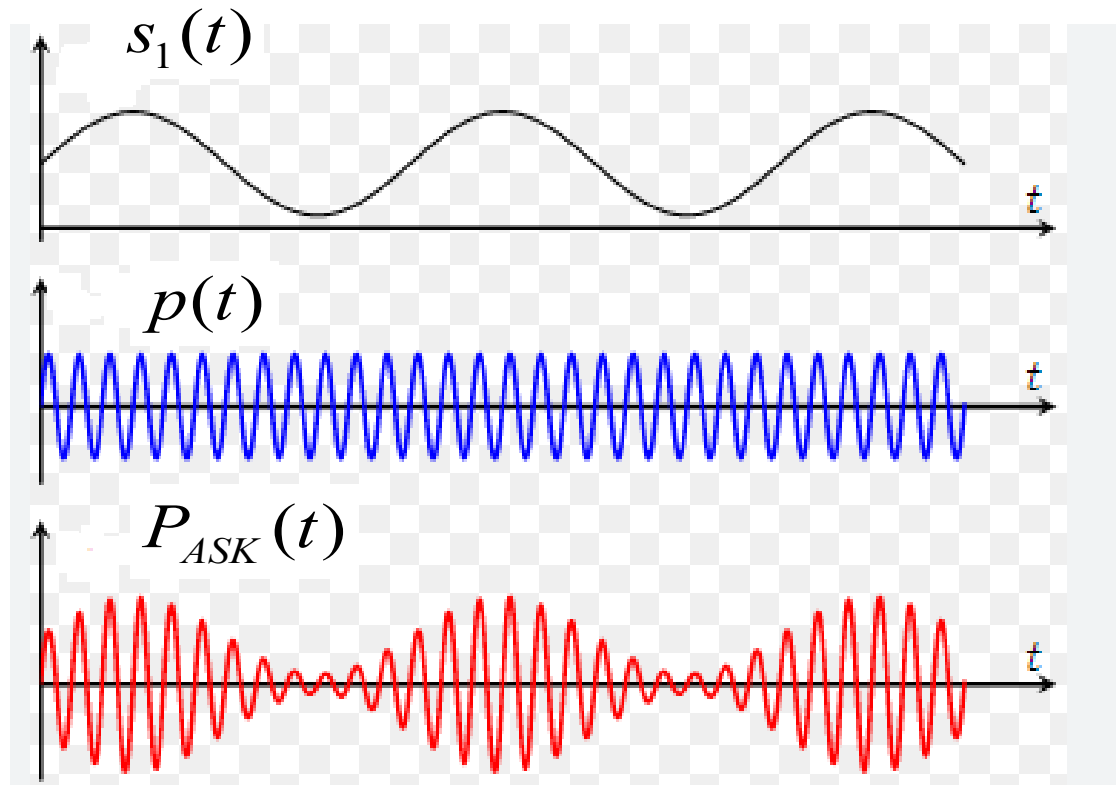


Transmission en large bande

La modulation d'amplitude

➤ Spectre de fréquence du signal modulé

Supposons que la porteuse est modulée en amplitude par un autre signal sinusoïdal:



Transmission en large bande

La modulation d'amplitude

$$s_1(t) = S_1 \sin(\omega_1 t)$$

$\Rightarrow$

$$p(t) = P \sin(\omega_p t)$$

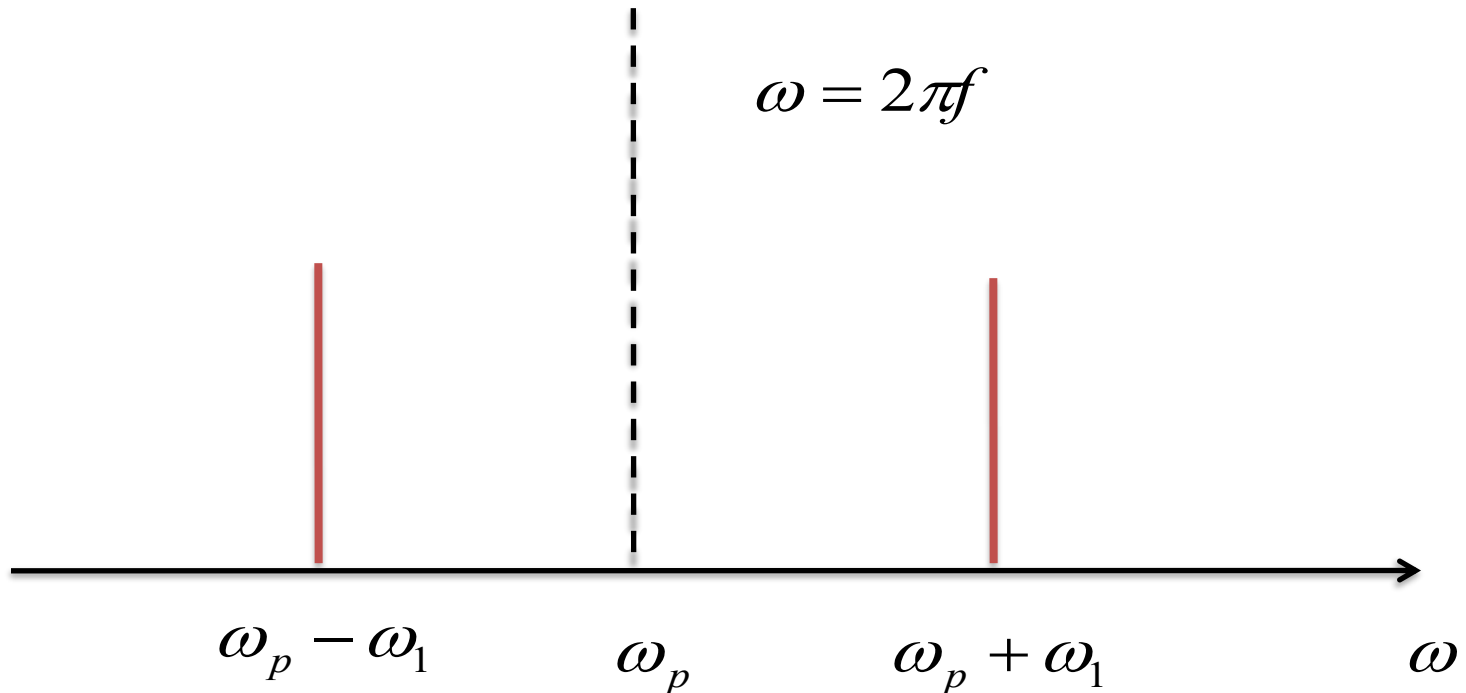
$$P_{ASK}(t) = s_1(t) \times p(t) = S_1 \sin(\omega_1 t) \cdot P \sin(\omega_p t)$$

$$= \frac{S_1 P}{2} (\cos(\omega_p - \omega_1)t - \cos(\omega_p + \omega_1)t)$$

$$\sin(\alpha) \sin(\beta) = \frac{1}{2} (\cos(\alpha - \beta) - \cos(\alpha + \beta))$$

Transmission en large bande

La modulation d'amplitude



Transmission en large bande

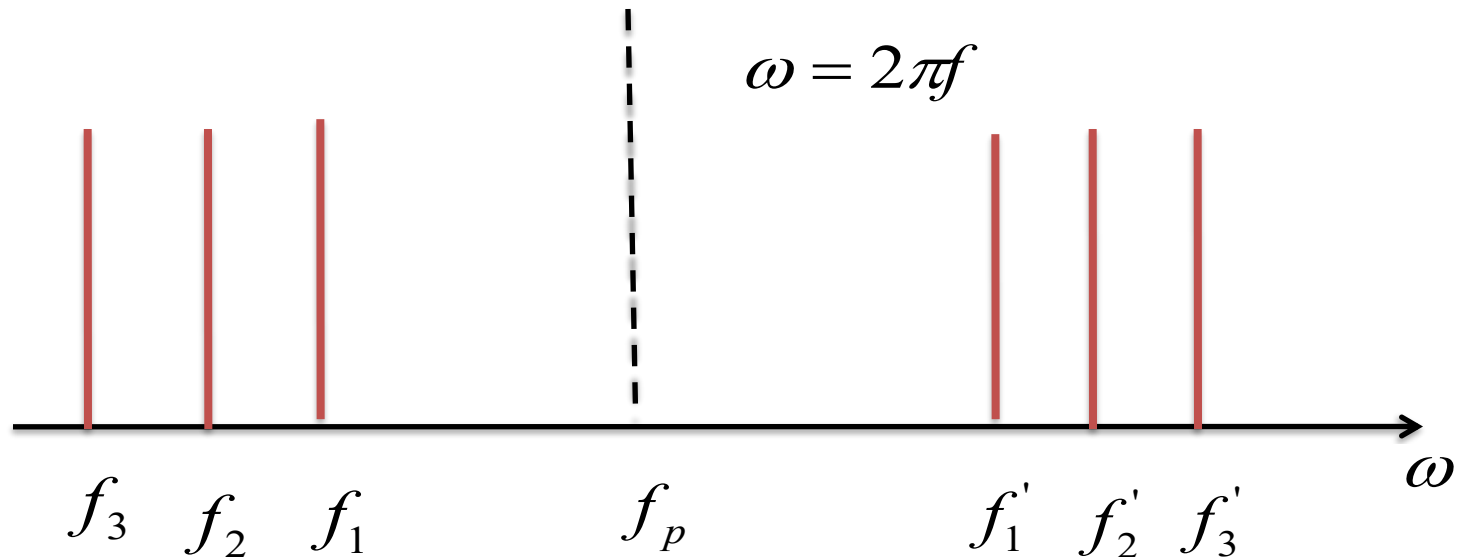
La modulation d'amplitude

Supposons maintenant que la porteuse est modulée par un signal rectangulaire (en bande de base), ce signal est composé d'infinité des signaux sinusoïdaux (théorème de Fourier). Donc le produit

$$s(t) \times p(t)$$

Est composé de:

$$s_1(t) \times p(t) , s_2(t) \times p(t) , \dots , s_i(t) \times p(t)$$

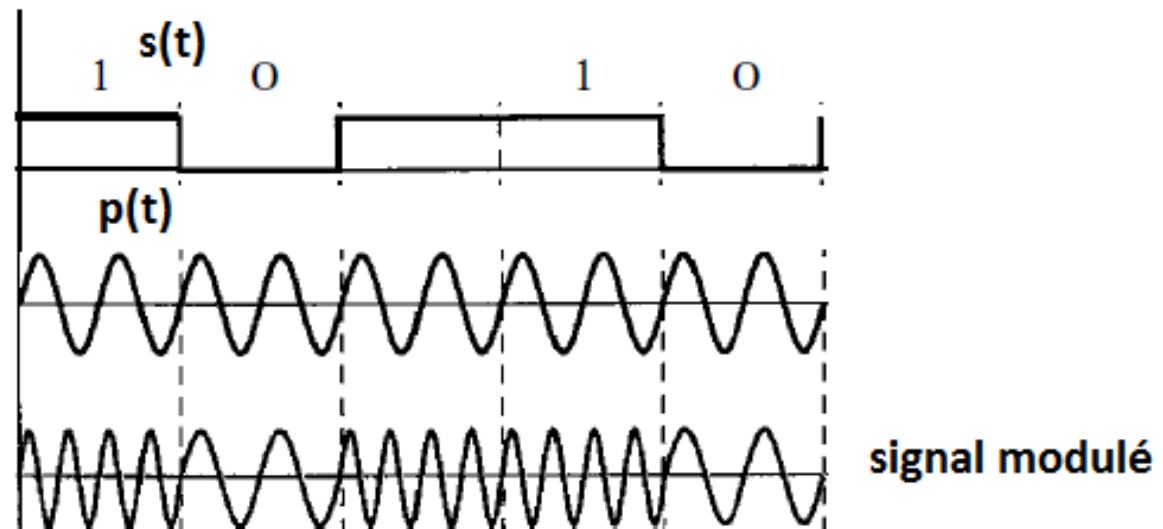


la modulation d'amplitude est très sensible aux bruits parasites.

Transmission en large bande

La modulation de fréquence

□ La figure suivante, présente le principe de la modulation en fréquence, où l'impulsion représentant le bit **1** a été remplacé par une sinusoïde dont la fréquence est double et l'impulsion représentant le bit **0** a été remplacé par une sinusoïde de même fréquence.



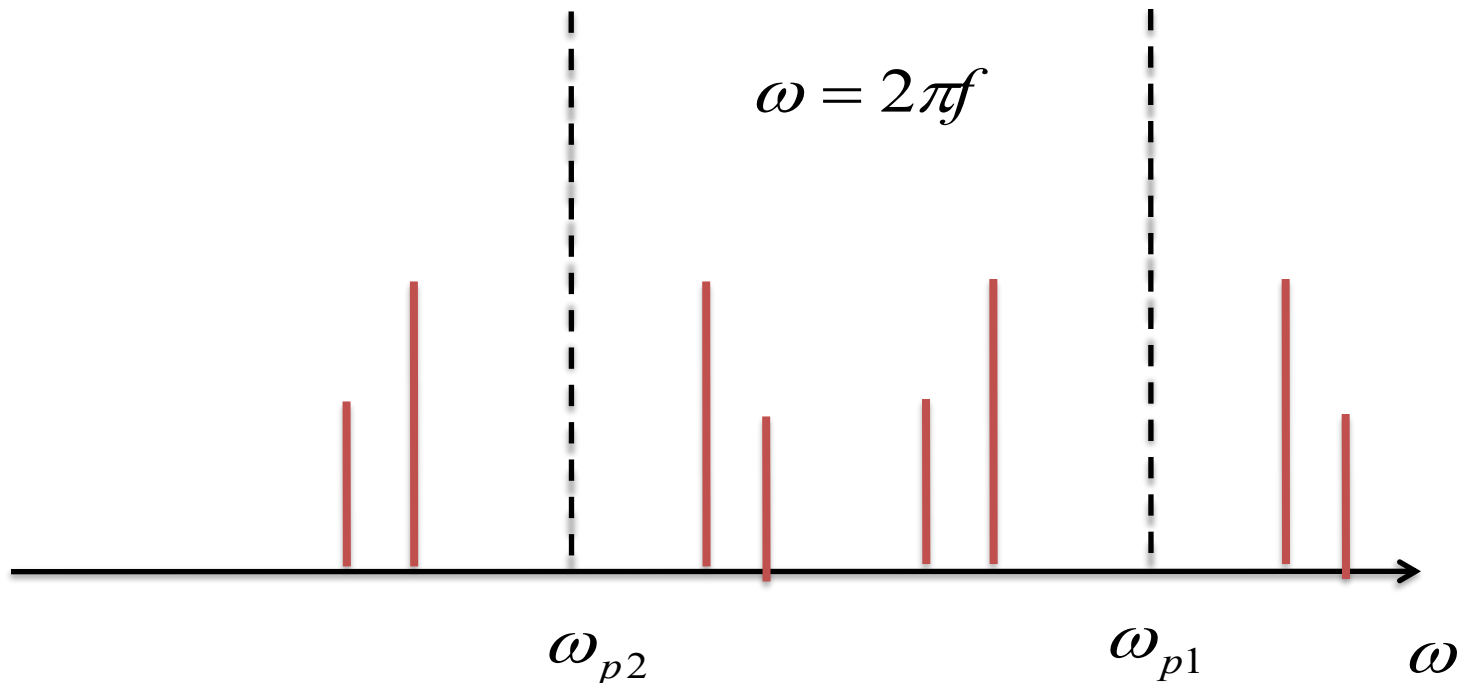
Transmission en large bande

La modulation de fréquence

On peut considérer que le signal modulé: $p_{FSK}(t)$

La somme de deux signaux modulés en amplitude:

$$p_{FSK}(t) = p_{ASK1}(t) + p_{ASK2}(t)$$



la modulation de fréquence est moins sensible aux bruits parasites.

Transmission en large bande

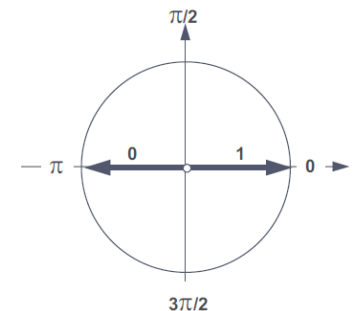
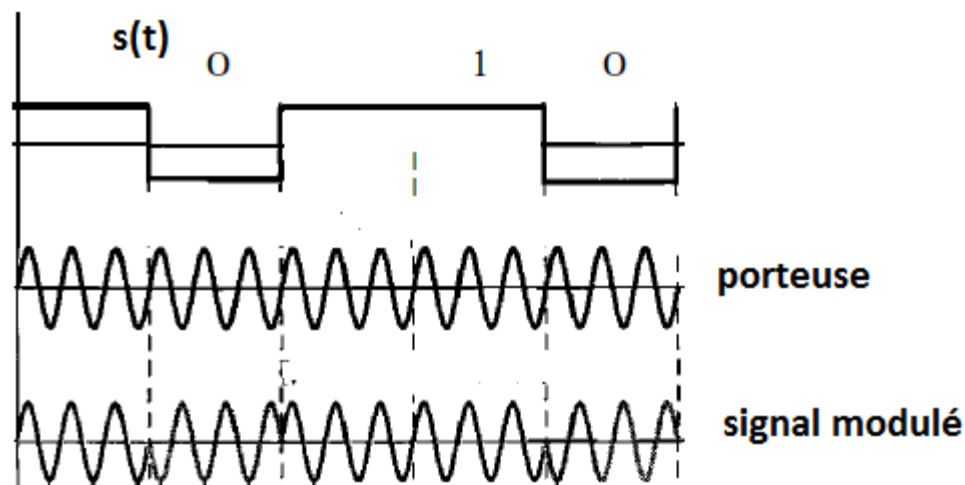
La modulation de phase

□ La figure suivante présente le principe de la modulation de phase , où l'impulsion représentant le bit **1** a été remplacé par la phase

$$P \sin(\omega_p t)$$

et l'impulsion représentant le bit 0 a été remplacé par la phase :

$$P \sin(\omega_p t + \pi) = -P \sin(\omega_p t)$$

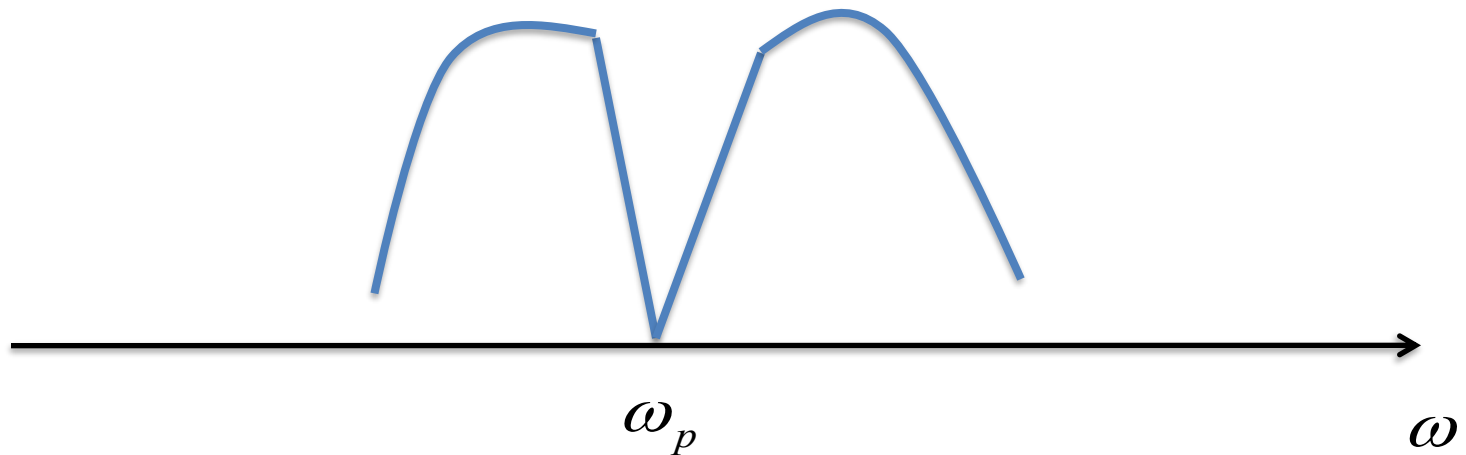


$$p_{FSK}(t)$$

Transmission en large bande

La modulation de phase

Concernant le spectre de fréquence la même remarque avec la modulation de fréquence on peut constater deux bande de fréquences comme indiquer par la figure suivante :



La conversion

Analog to Digital

Pour cette conversion nous allons présenter deux techniques :

❑ modulation par impulsions et codage- MIC

(Pulse code modulation-PCM)

❑ La modulation Delta (Delta Modulation –DM)

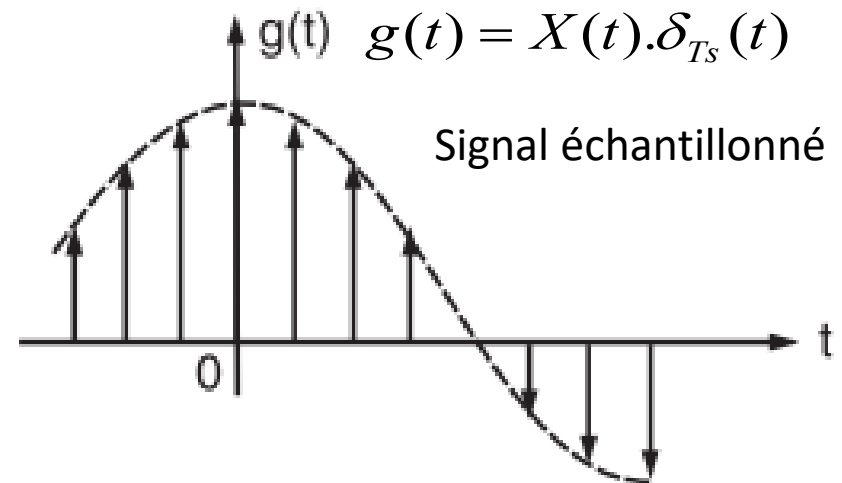
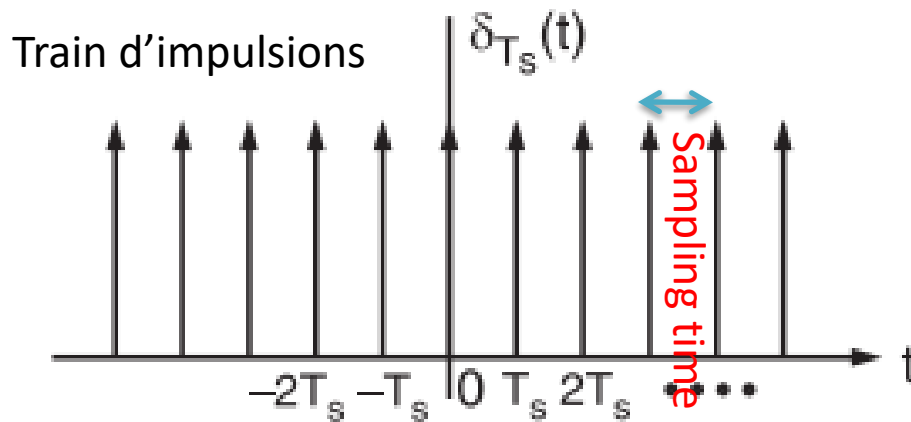
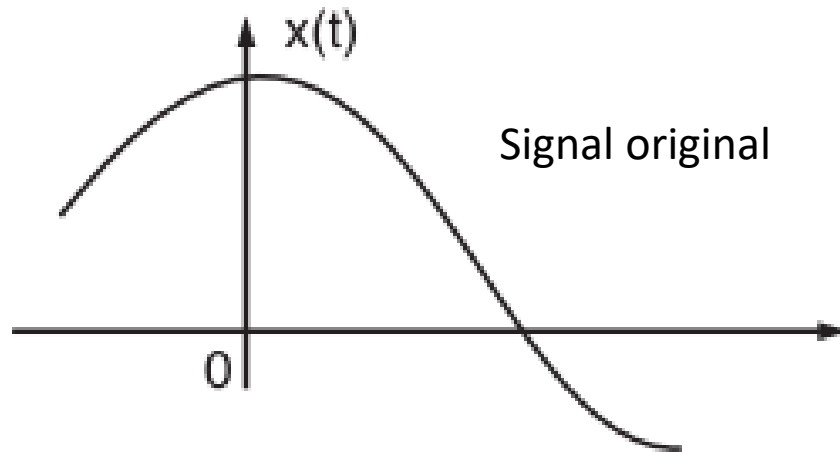
Analog to Digital

L'échantillonnage (Sampling)

- ❑ L'échantillonnage est le processus de conversion d'un signal continu en fonction du temps en signal discret .
- ❑ Le nombre des échantillons doit être suffisant, pour assurer la reproduction du signal original.
- ❑ Le nombre des échantillons est dépendants de la fréquence maximale du signal.

Analog to Digital

L'échantillonnage (Sampling)



$$\delta_{T_s}(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} \delta_{T_s}(t - nT)$$

Analog to Digital

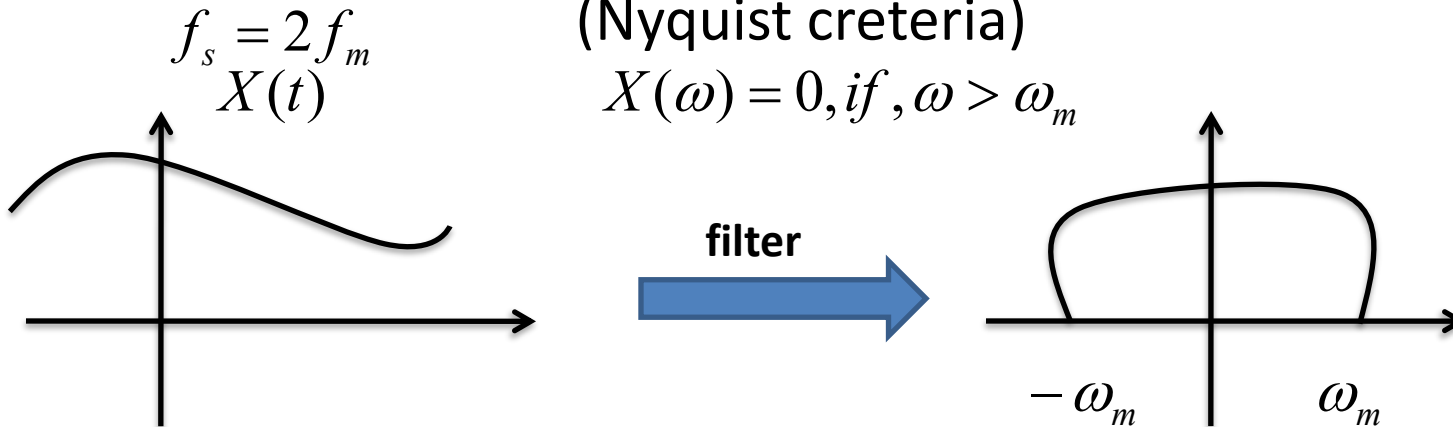
L'échantillonnage (Sampling)

□ Theorem (Shannon)

A band limited signal of a finite energy which has no frequency component higher than $f_m(\text{Hz})$ may be completely recovered from the knowledge of its samples taken at the rate of $f_s \geq 2f_m$ samples per second.

(Nyquist criteria)

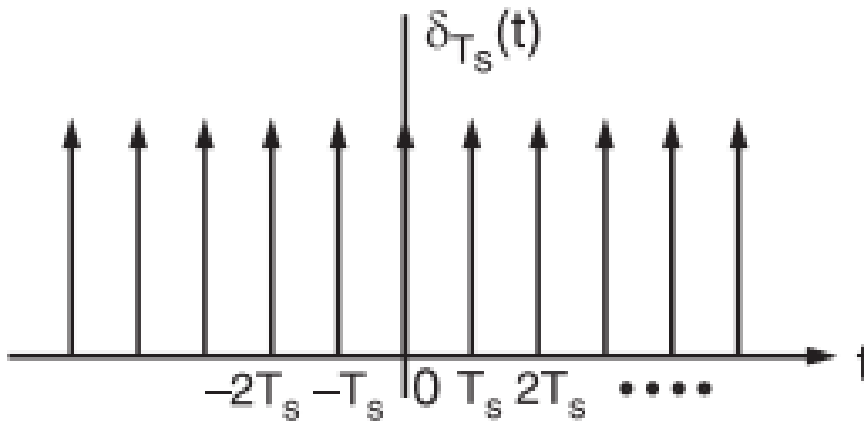
$$X(\omega) = 0, \text{ if } \omega > \omega_m$$



Analog to Digital

L'échantillonnage (Sampling)

Train d'impulsions



$$\delta_{T_s}(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} \delta_{T_s}(t - nT)$$

$$\delta_{T_s}(t) = \frac{1}{T_s} [1 + 2 \cos \omega_s t + 2 \cos 2\omega_s t + 2 \cos 3\omega_s t + \dots]$$

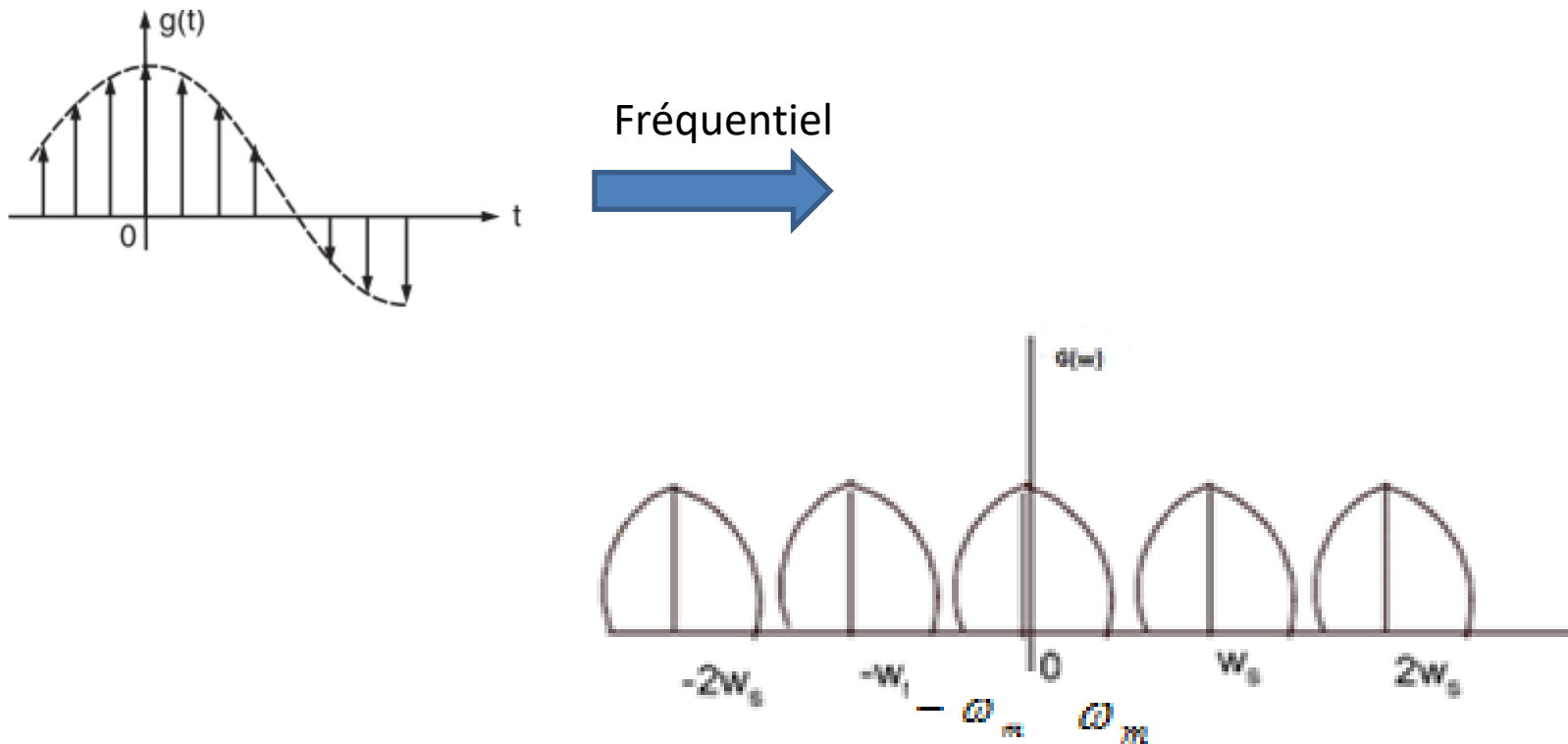
$$g(t) = X(t) \cdot \delta_{T_s}(t)$$

$$g(t) = X(t) \times \frac{1}{T_s} [1 + 2 \cos \omega_s t + 2 \cos 2\omega_s t + 2 \cos 3\omega_s t + \dots]$$

Analog to Digital

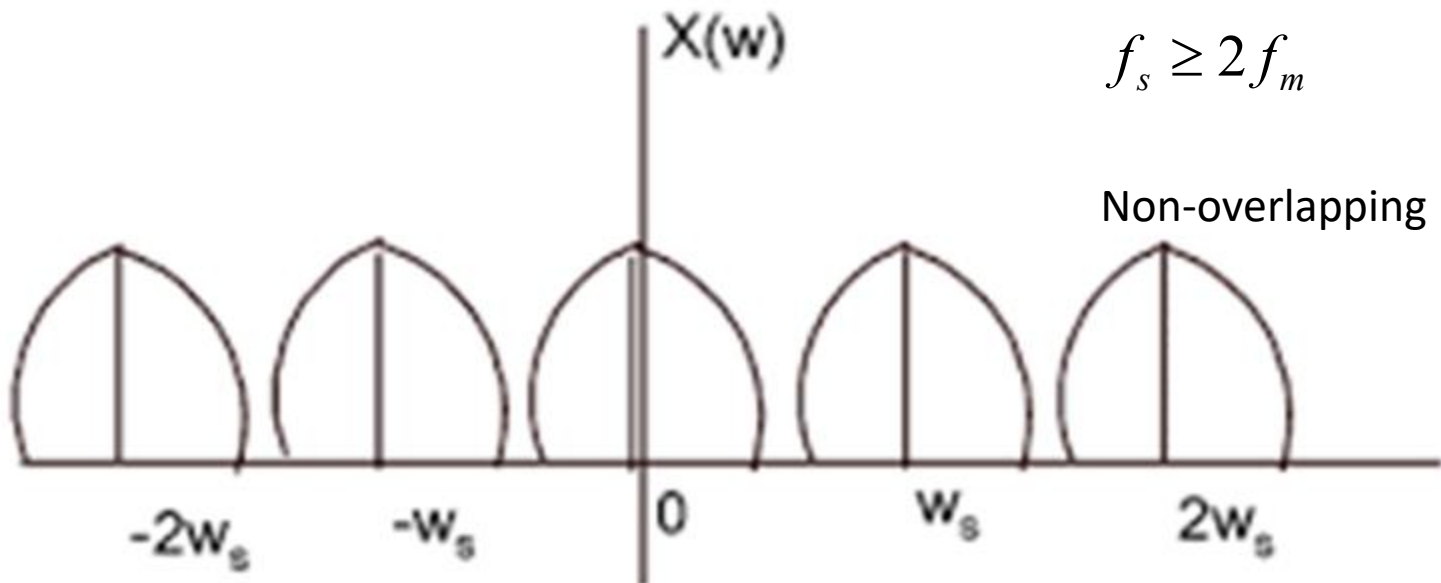
L'échantillonnage (Sampling)

$$G(\omega) = \frac{1}{T_s} [X(\omega) + X(\omega - \omega_s) + X(\omega + \omega_s) + X(\omega - 2\omega_s) + X(\omega + 2\omega_s) + \dots]$$



Analog to Digital

L'échantillonnage (Sampling)



$$f_s = 2f_m$$

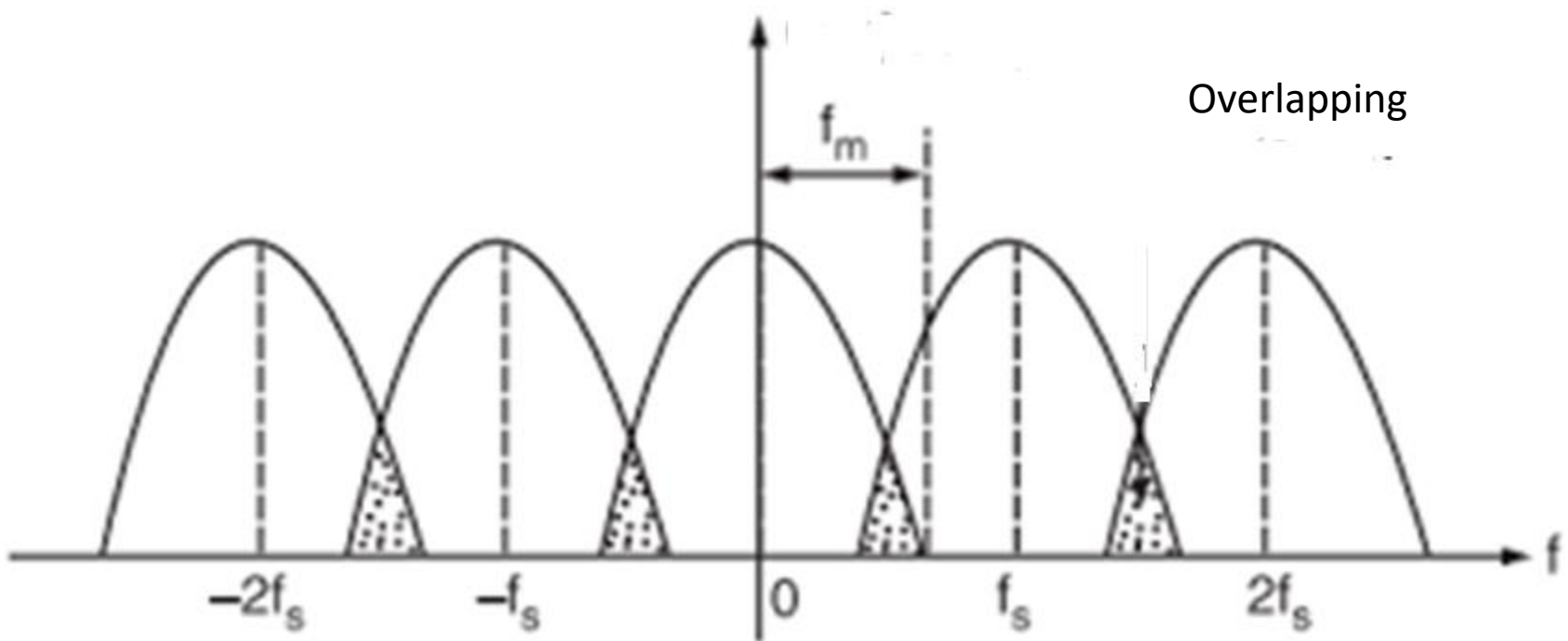


Nyquist Criteria

Analog to Digital

L'échantillonnage (Sampling)

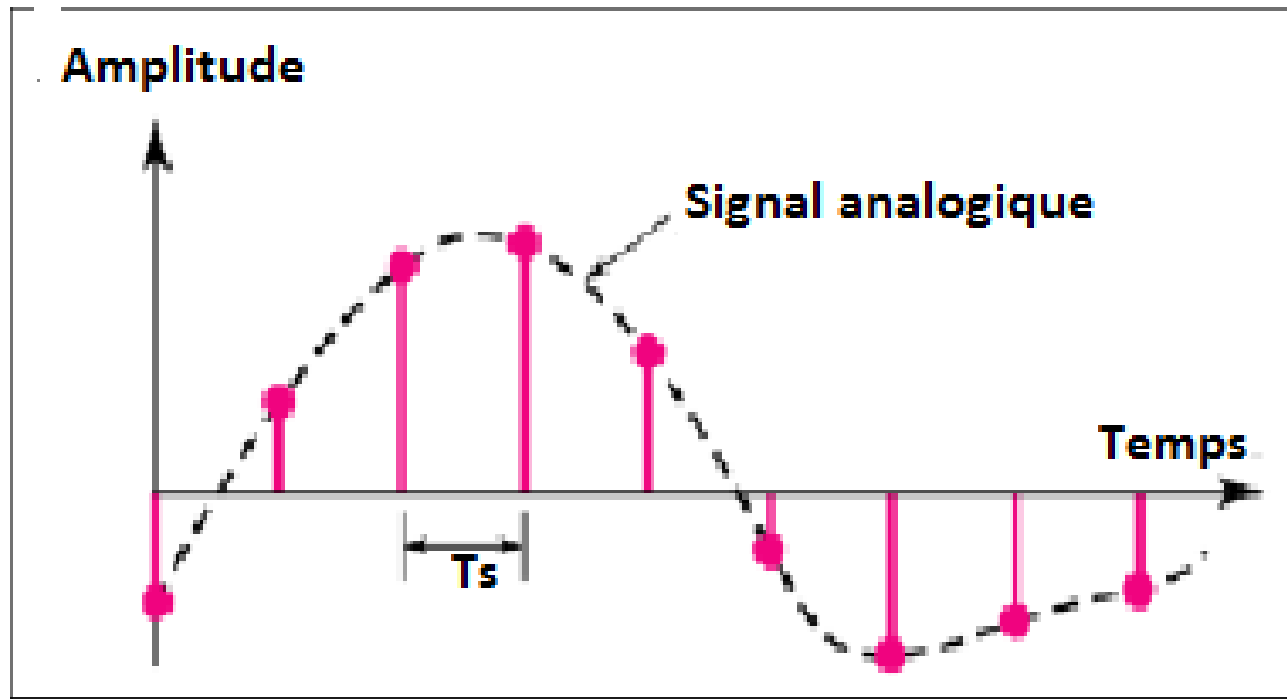
$$f_s < 2f_m$$



Analog to Digital

L'échantillonnage (Sampling)

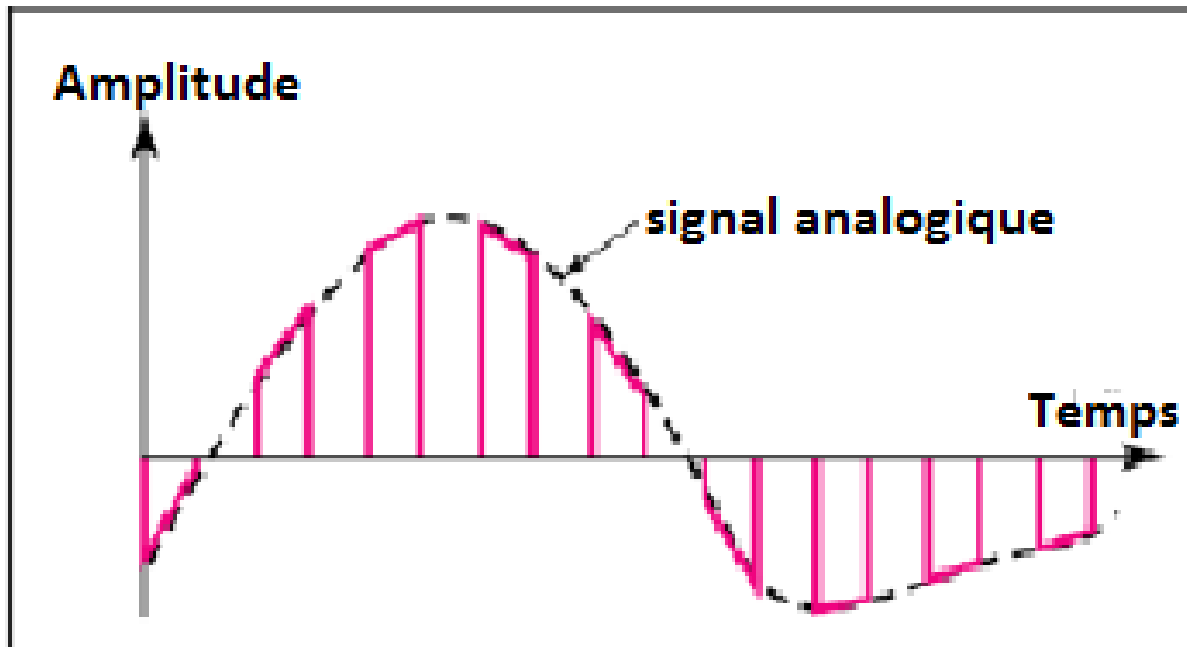
- Il existe trois types d'échantillonnage:
 - Échantillonnage idéal (ideal sampling)



Analog to Digital

L'échantillonnage (Sampling)

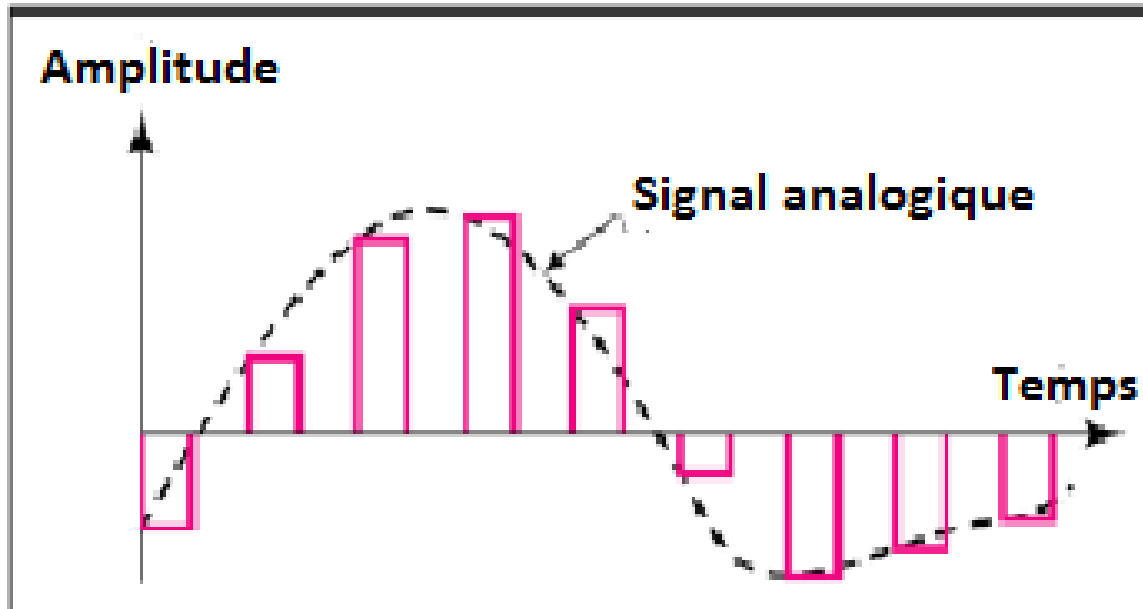
➤ Échantillonnage réel (natural sampling)



Analog to Digital

L'échantillonnage (Sampling)

➤ Échantillonnage-blocage (Flat Top sampling)

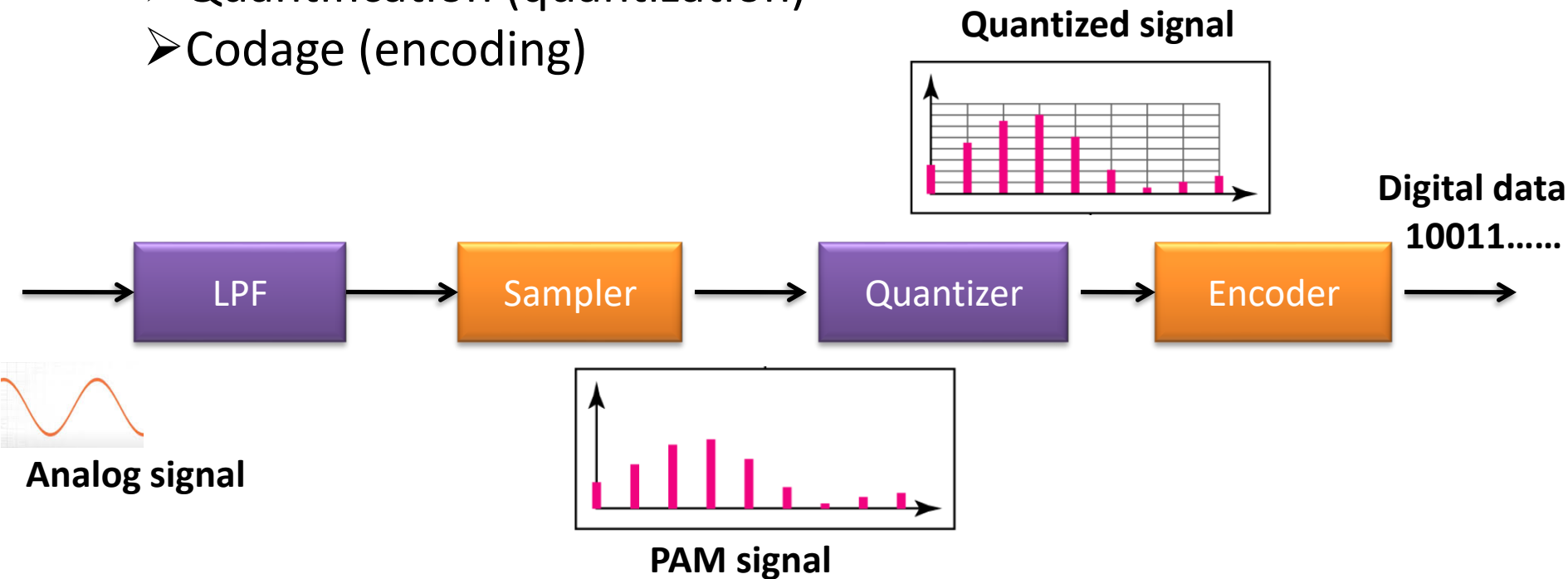


Analog to Digital

Pulse Code Modulation(PCM)

❑ La technique PCM consiste quatre composant principales :

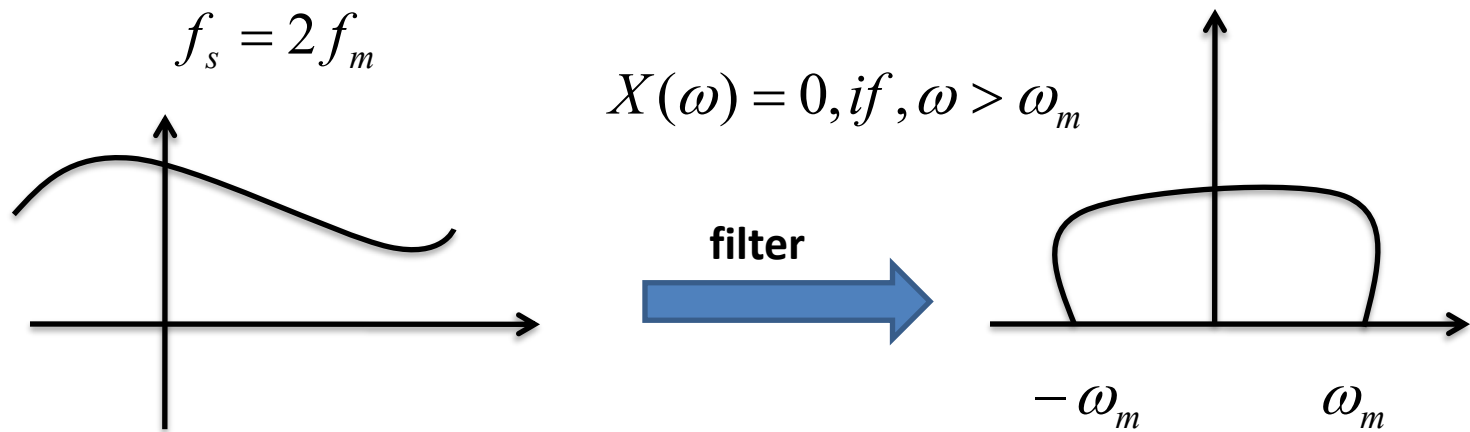
- Filtrage (filtering)
- Échantillonnage (sampling)
- Quantification (quantization)
- Codage (encoding)



Analog to Digital

Pulse Code Modulation(PCM)

➤ Filtrage (filtering)



Analog to Digital

Pulse Code Modulation(PCM)

❑ Échantillonnage (sampling)

➤ On suppose que le signal analogique varie entre deux valeurs d'amplitude $A_{\min}$ et $A_{\max}$

➤ On divise la zone en N sous zones chacune a un hauteur

$$H = (A_{\max} - A_{\min}) / N$$

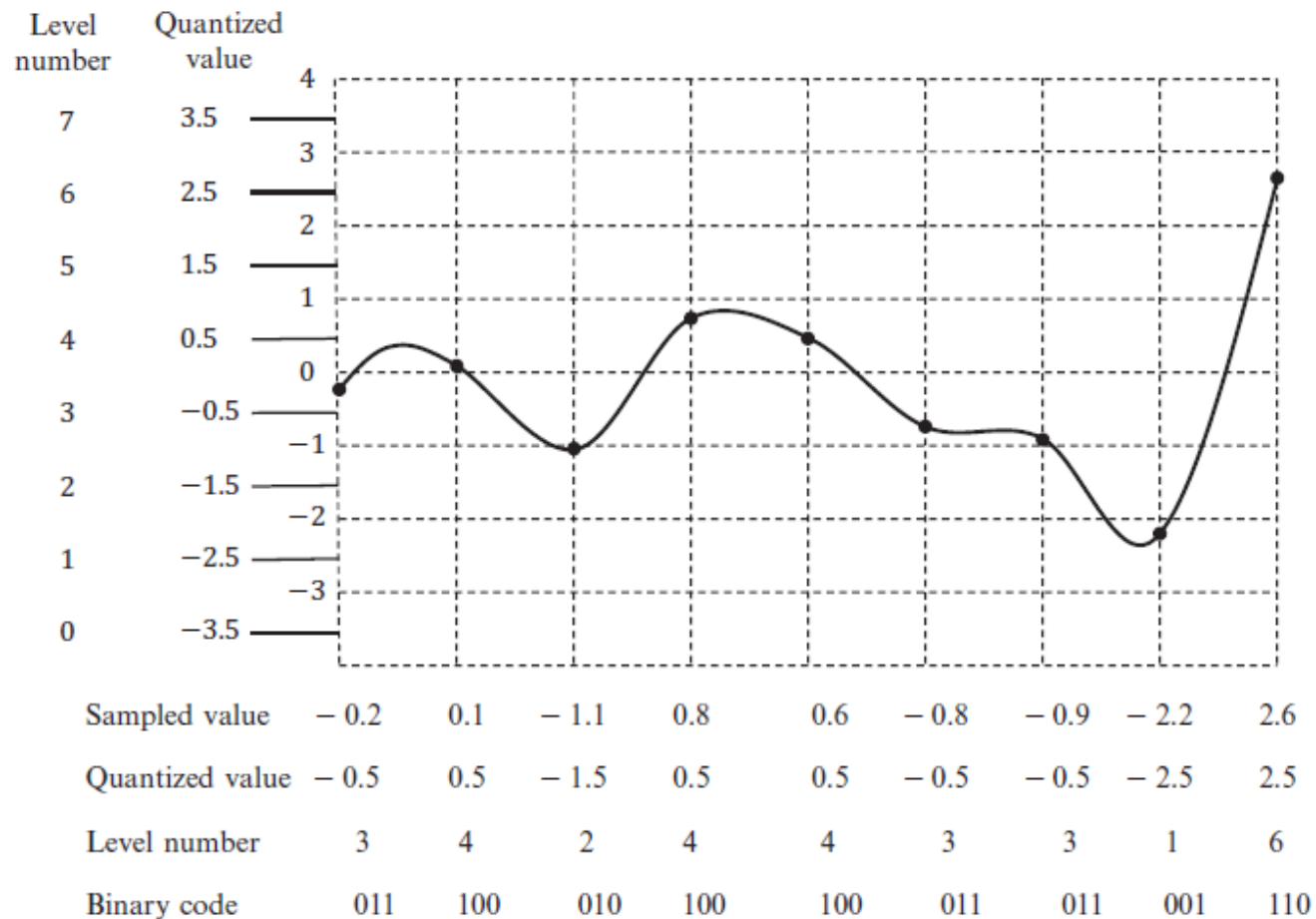
➤ On affecte les valeurs quantifiées(Quantized) 0 à N-1 au milieu de chaque sous zone.

➤ On approche la valeur d'amplitude de chaque échantillon à la valeur quantifiée.

Analog to Digital

Pulse Code Modulation(PCM)

➤ Echantillonnage (Exemple)



Analog to Digital

Pulse Code Modulation(PCM)

➤ SNR Signal-to-Noise-Ratio est dépend du nombre des niveaux (nombre de bits par échantillon) ,est donné par la formule suivante:

$$SNR_{dB} = 6.02n + 1.76$$

n: le nombre de bits par échantillon.

Débit physique(Bit rate)

$$BR = n \times f_s$$

n:le nombre de bits par échantillon

fs: fréquence d'échantillonnage .

Analog to Digital

Delta Modulation(DM)

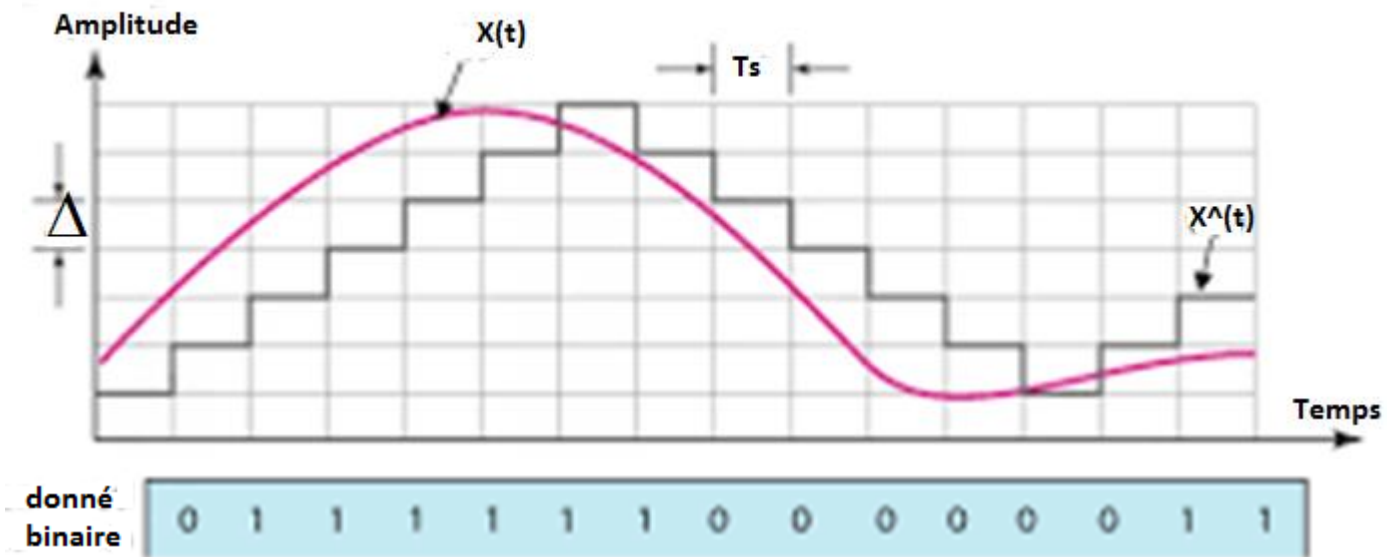
$$e_{nT}(t) = X(nT_s) - \hat{X}(nT_s)$$

$$e_q(nT_s) = \begin{cases} \Delta, X(nT_s) > \hat{X}(nT_s) \\ -\Delta, X(nT_s) < \hat{X}(nT_s) \end{cases}$$

Analog to Digital

Delta Modulation(DM)

Exemple:



Bibliographie

SHANNON, Claude Elwood. A mathematical theory of communication. *The Bell system technical journal*, 1948, vol. 27, no 3, p. 379-423.

FOROUZAN, Behrouz A. *Data communications and networking*. Huga Media, 2007.

STALLINGS, William. *Wireless communications & networks*. Pearson Education India, 2009.

SERVIN, Claude. *Réseaux et télécoms-4ème édition*. Dunod, 2013.