



Institut Supérieur du Numérique
Département Communication Numérique et Multimédia



NCO

Numérisation et Codage des Objets Multimédia

PLAN

Chapitre 1 : Généralités et définitions

Chapitre 2 : Numérisation des données Multimédia

Chapitre 3 : Théorie de l'Information et Codage

Chapitre 4 : Méthodes de Compression de Données Multimédia

Dr. EL BENANY Mohamed Mahmoud

1. Introduction



La numérisation d'un signal analogique qui représente un objet multimédia ou d'autres types d'informations : consiste à transformer des grandeurs continues dans le temps à des grandeurs discontinues qui varient par palier en prenant des valeurs à intervalle de temps régulier : période d'échantillonnage : T_e .

La numérisation nécessite trois étapes:

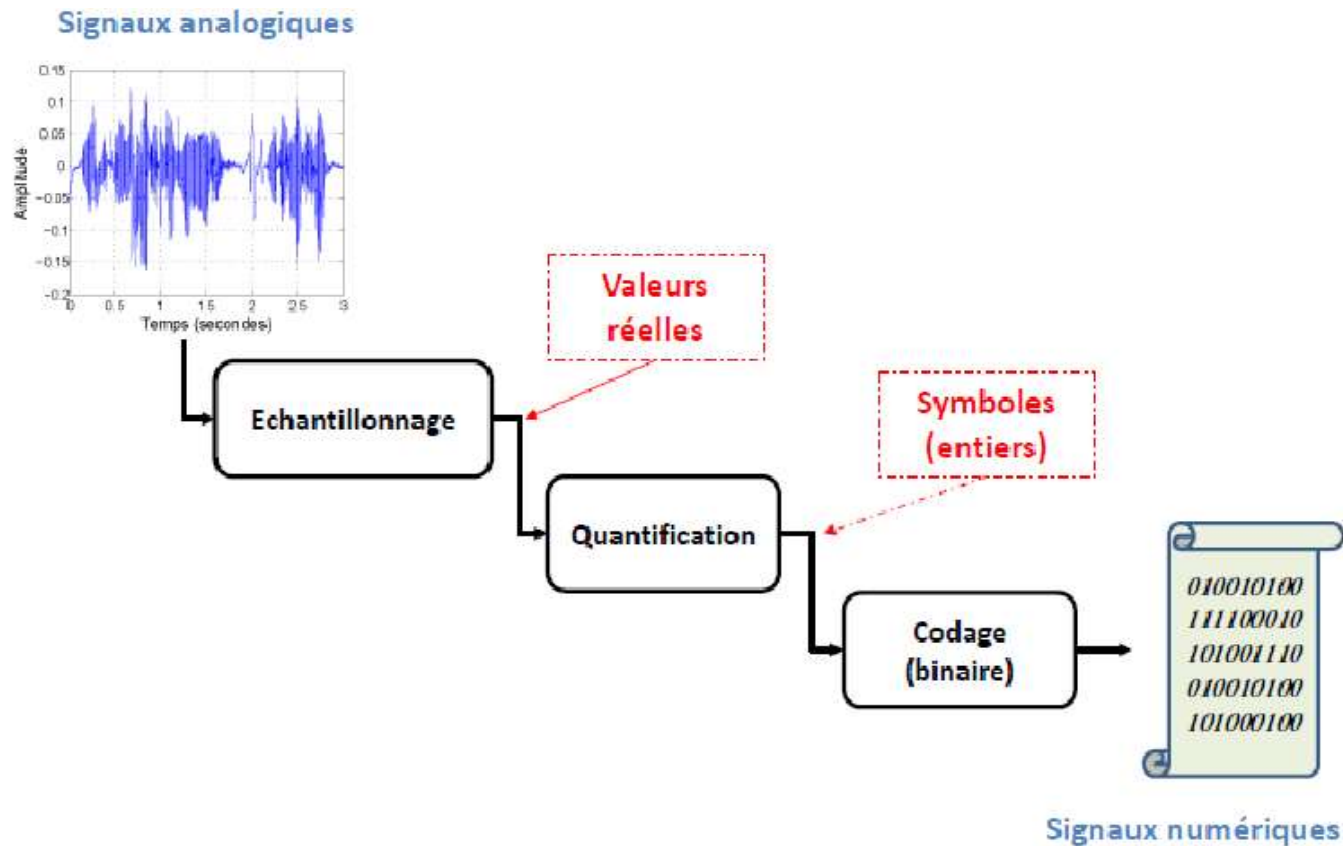
- **L'échantillonnage**
- **La quantification**
- **Le codage**

1. Introduction

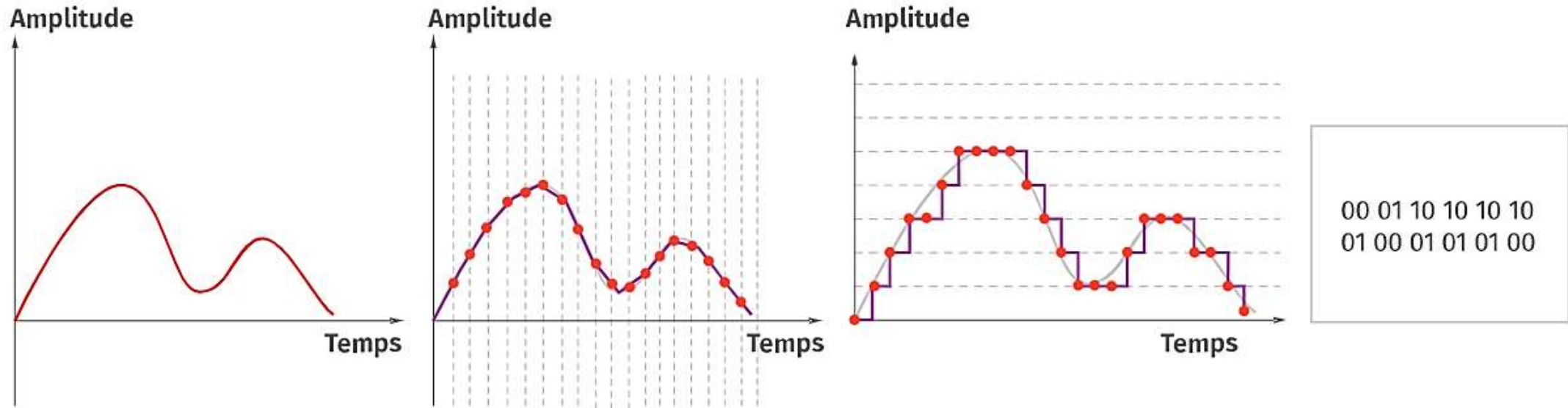


La numérisation ,c'est quoi ?

Echantillonnage + Quantification + Codage binaire



1. Introduction



Signal analogique

Signal variant de façon continue.

Échantillonnage

Prélèvement à intervalles de temps réguliers.

Quantification

Association d'une valeur unique pour chaque échantillon prélevé.

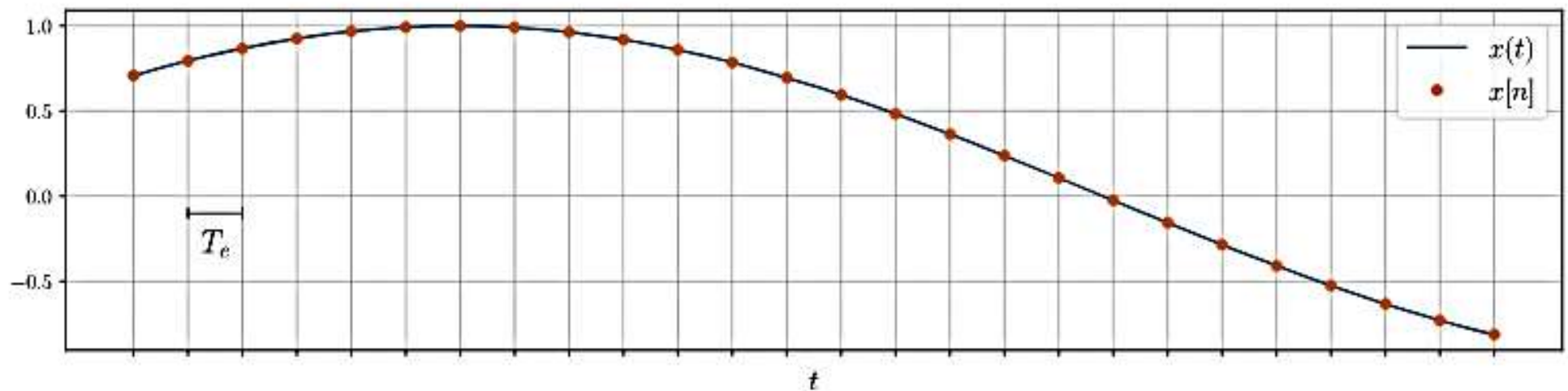
Signal numérique

Signal variant de façon discontinue.

2. Échantillonnage



- L'échantillonnage consiste à convertir un signal $x(t)$ analogique en une séquence (suite de nombres) $x[n] = x(nT_e)$ où T_e est la « période d'échantillonnage »



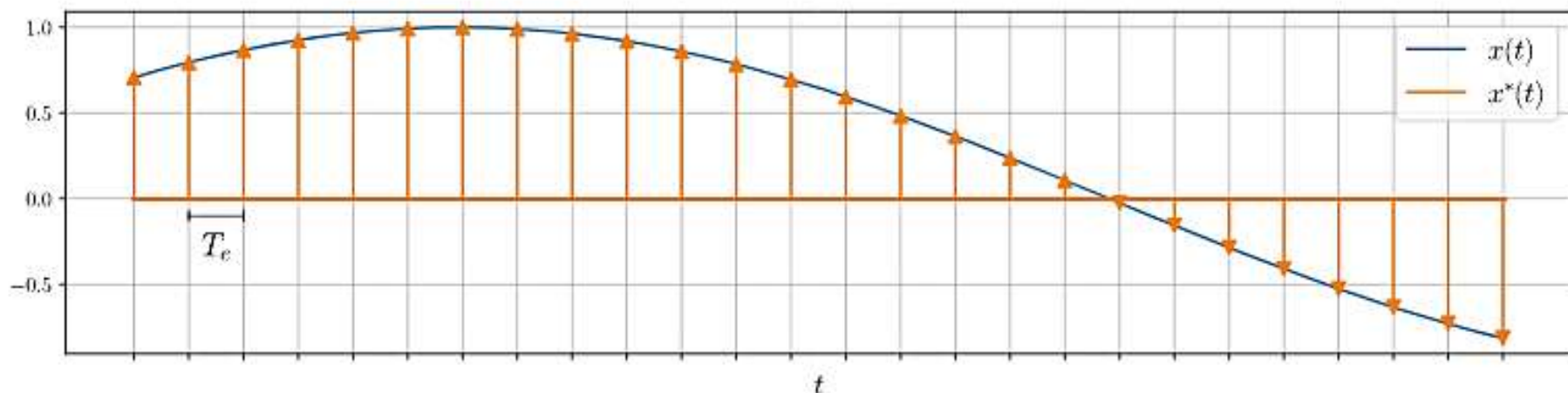
Signal analogique $x(t)$ et échantillonné $x[n]$

2. Échantillonnage



- Pour étudier le phénomène de l'échantillonnage d'un point de vue mathématique, il est plus simple de représenter le signal échantillonné par un train d'impulsions $x^*(t)$, défini par :

$$x^*(t) = \begin{cases} x(t) & \text{si } t \text{ est multiple de } T_e \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

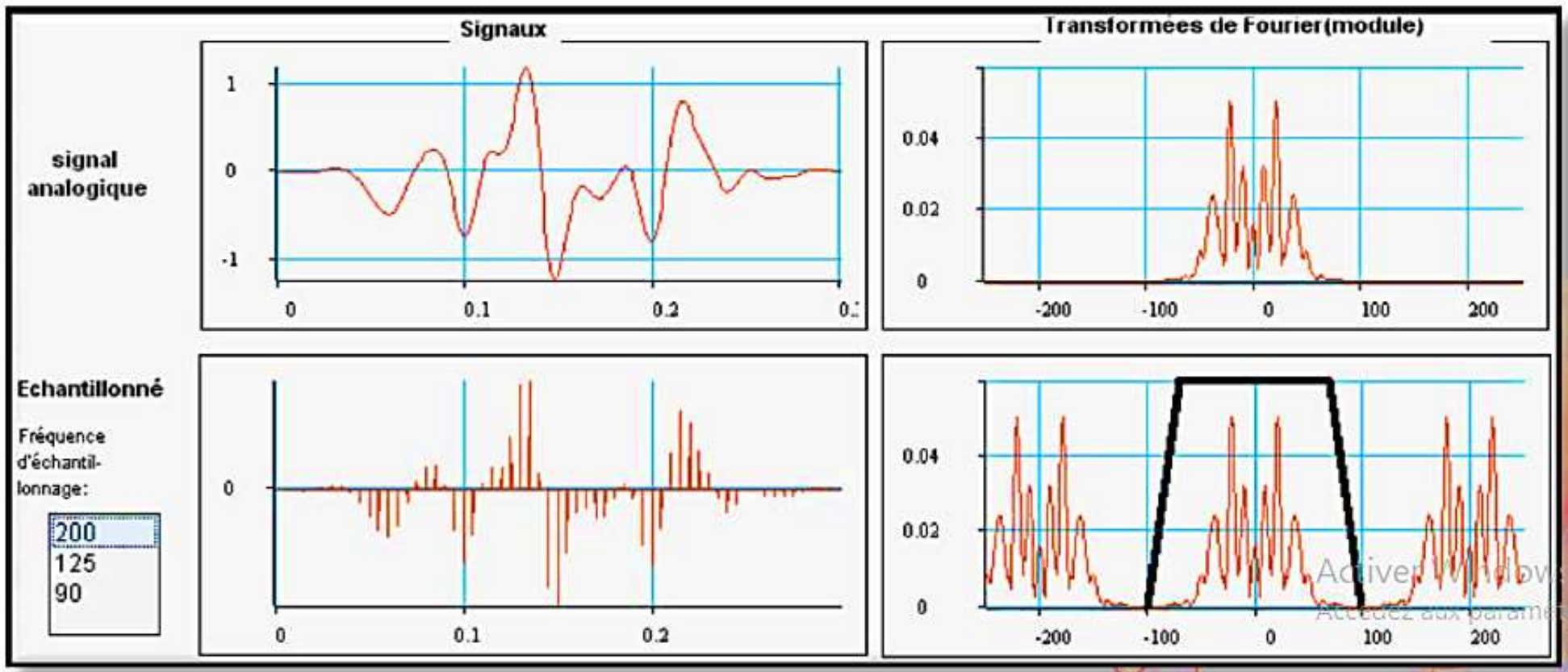


Le signal échantillonné $x[n]$ est considéré comme un train d'impulsions $x^*(t)$

2. Échantillonnage : Choix de la fréquence d'échantillonnage



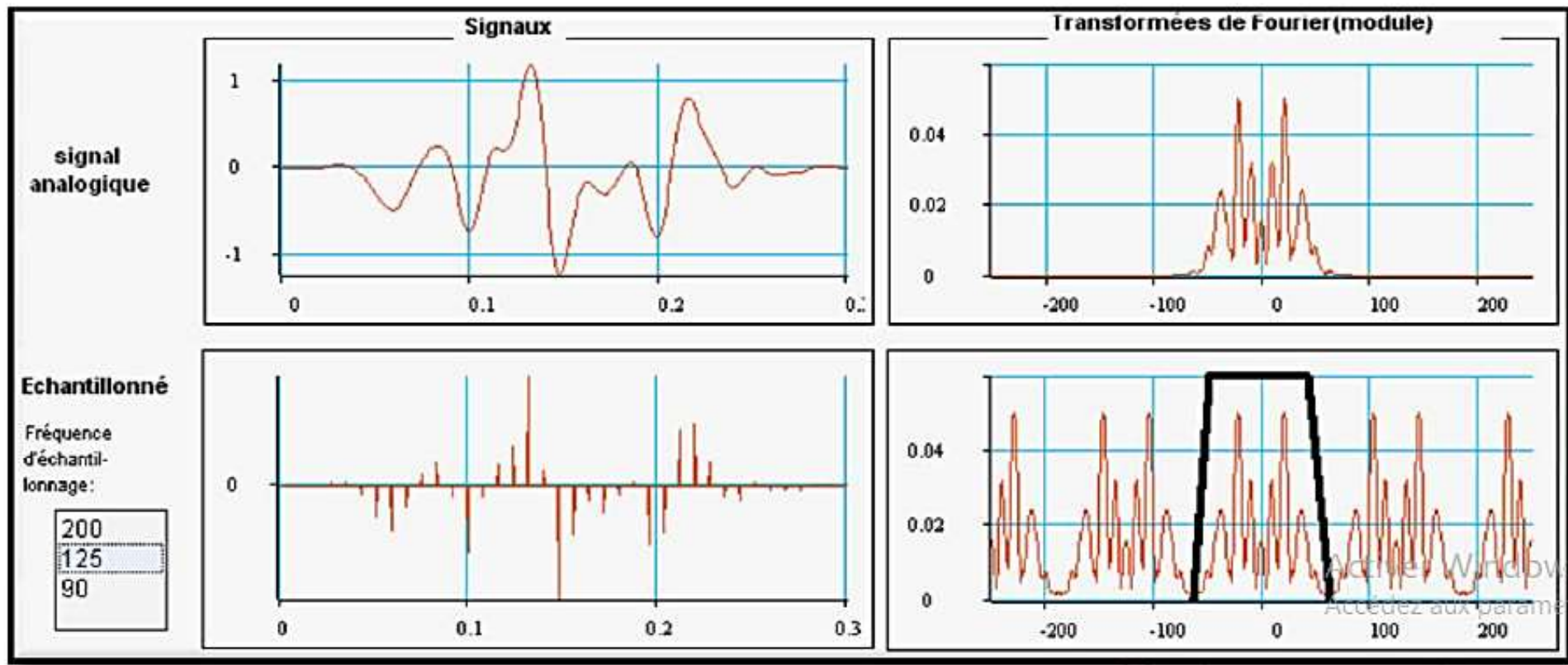
- Fréquence maximale du signal : $F_{\max} = 60 \text{ Hz}$
- Fréquence d'échantillonnage : $F_e = 200 \text{ Hz}$
- $F_e > 2 \times F_{\max}$: le signal peut être RECUPERE



2. Échantillonnage : Choix de la fréquence d'échantillonnage



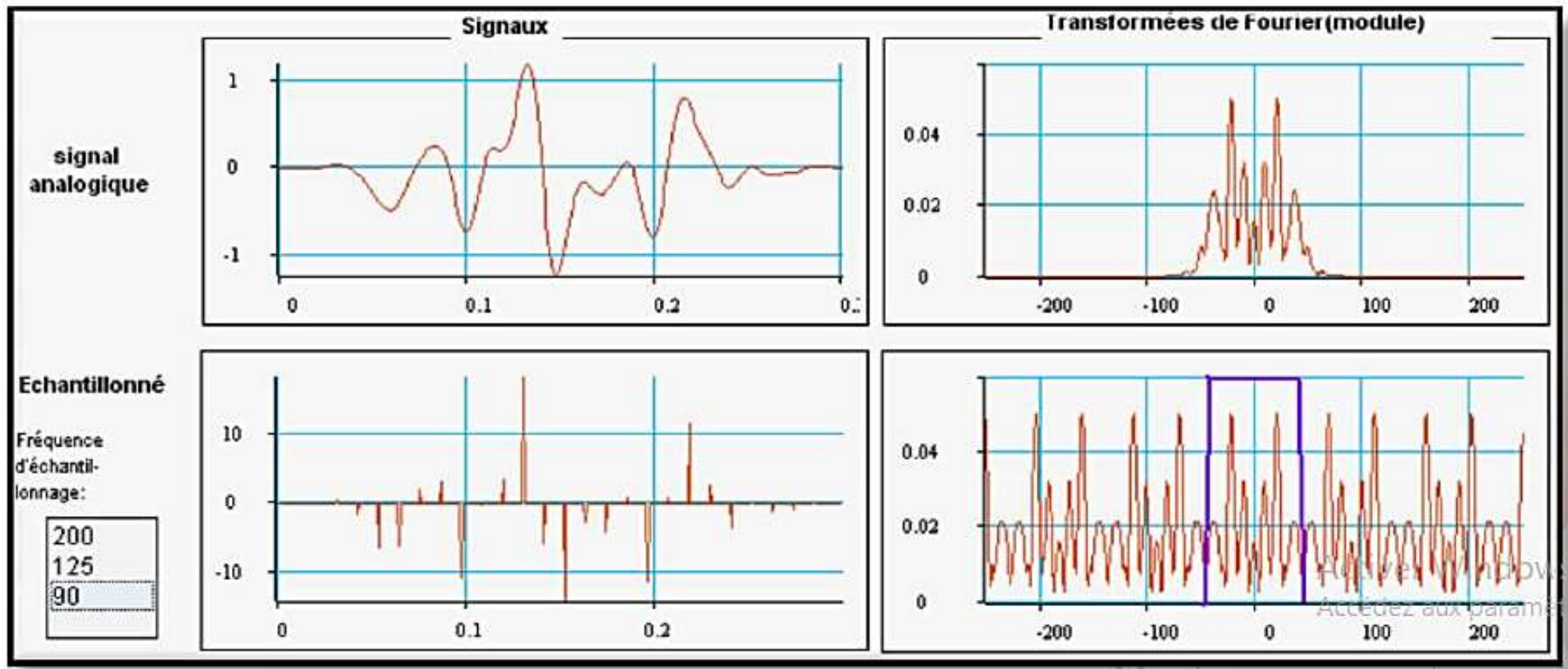
- Fréquence maximale du signal : $F_{\max} = 60 \text{ Hz}$
- Fréquence d'échantillonnage : $F_e = 120 \text{ Hz}$
- $F_e = 2 \times F_{\max}$: le signal peut être le signal peut être DIFFICILEMENT RECUPERE



2. Échantillonnage : Choix de la fréquence d'échantillonnage



- Fréquence maximale du signal : $F_{\max} = 60 \text{ Hz}$
- Fréquence d'échantillonnage : $F_e = 9 \text{ Hz}$
- $F_e < 2 \times F_{\max}$: le signal est IRRECUPERABLE par filtrage



2. Échantillonnage : Choix de la fréquence d'échantillonnage



Lors de la phase d'échantillonnage, il y a risque de perte d'information.

Claude E. Shannon a donné une condition pour ne pas perdre d'information dans un signal (théorème de Shannon) :

- La fréquence d'échantillonnage doit être au moins égale au double de la fréquence maximale du signal analogique :

$$F_e \geq 2 \times F_{\max}$$

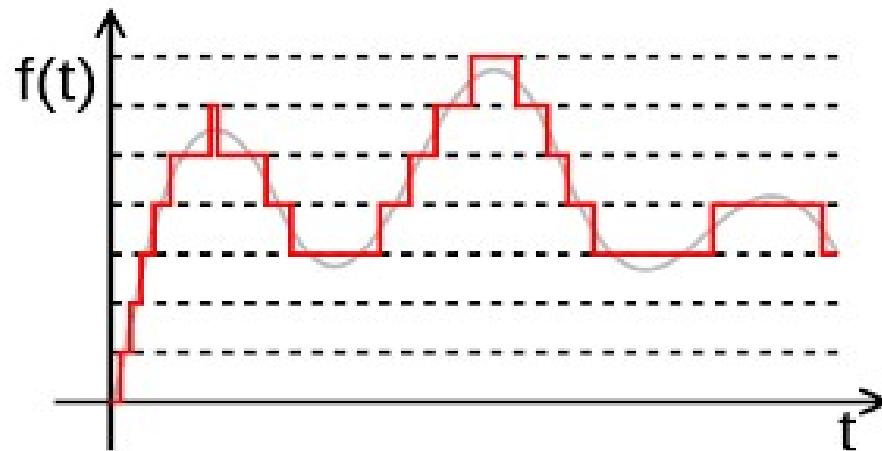
- La distance entre deux échantillons se traduit par :

$$T_e \leq 1 / (2 \times F_{\max})$$

3. Quantification



- La quantification (quantization) consiste à transformer un signal à valeurs continues en un signal à valeurs discrètes. Ces valeurs discrètes correspondent à des « niveaux de quantification ». En pratique, elles sont représentées par un code binaire, c'est pourquoi le nombre de niveaux de quantification est souvent une puissance de deux.



3. Quantification



Principe

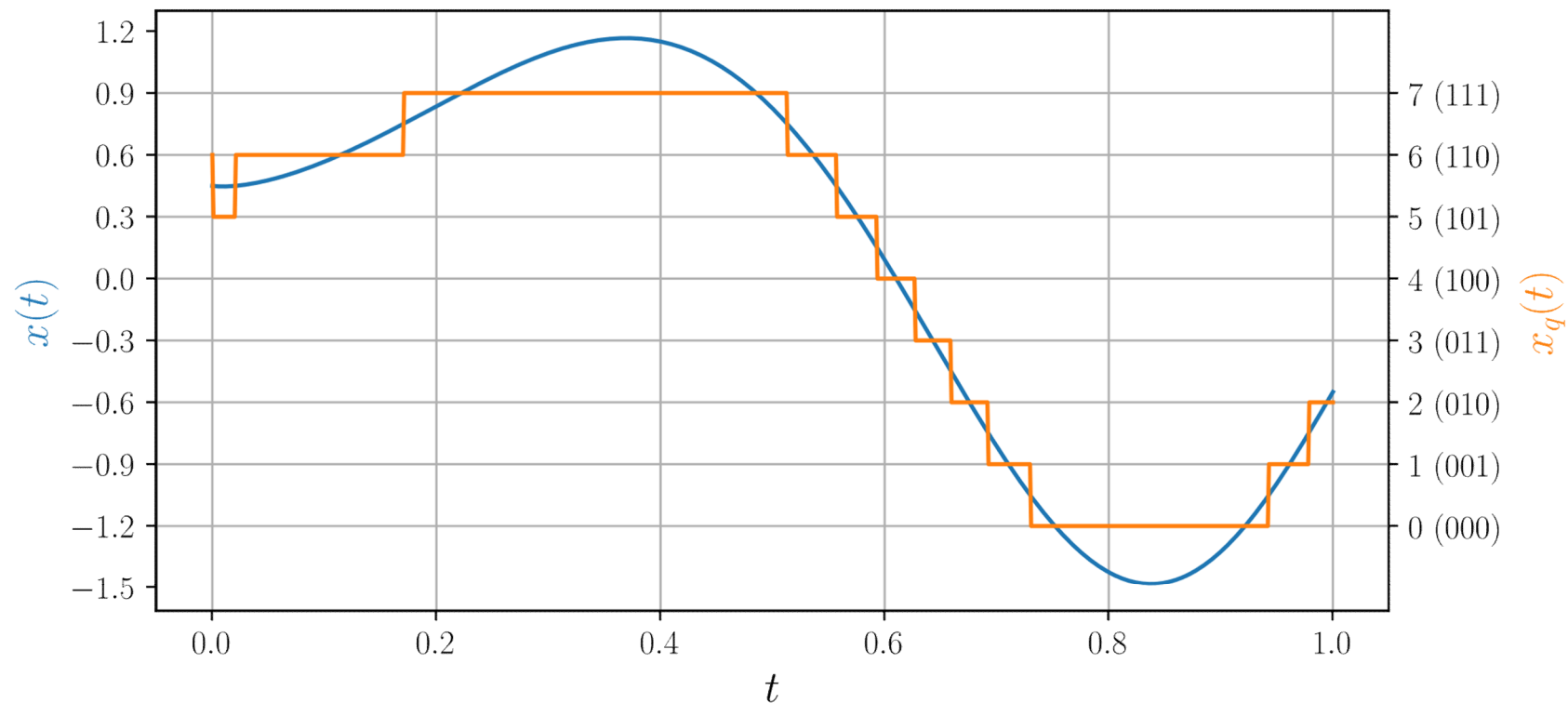
- La « quantification uniforme par arrondi » est la méthode la plus simple : les niveaux de quantification sont répartis uniformément et distants de la même valeur q (appelée « pas de quantification »). Les valeurs que prend le signal non quantifié $x(t)$ sont arrondies au niveau de quantification le plus proche

$$\text{Pas de quantification} = \text{plage de mesure} / 2^n$$

3. Quantification



- La figure ci-dessous représente un exemple de quantification uniforme par arrondi pour $K=8$ niveaux de quantification et $q=0,3$.

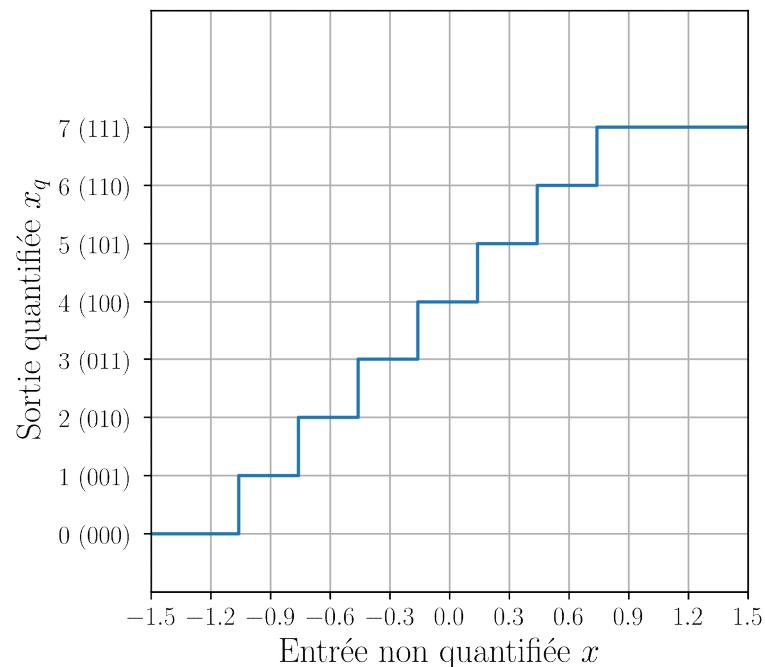


Exemple de quantification d'un signal $x(t)$ sur $N=8$ niveaux.

3. Quantification



- La « caractéristique de quantification » illustre la quantification utilisée. C'est la courbe représentant x_q en fonction de x , elle a donc la forme d'une fonction en escalier.



Caractéristique de quantification d'une quantification uniforme par arrondi sur $N=8$ niveaux.

3. Quantification



- Pour éviter la saturation du signal, le choix du niveau de quantification q doit être déterminé en fonction des amplitudes extrêmes du signal x_{min} et x_{max} et du nombre de niveaux de quantification K , tel que :

$$q = \frac{x_{max} - x_{min}}{K - 1} .$$

3. Quantification

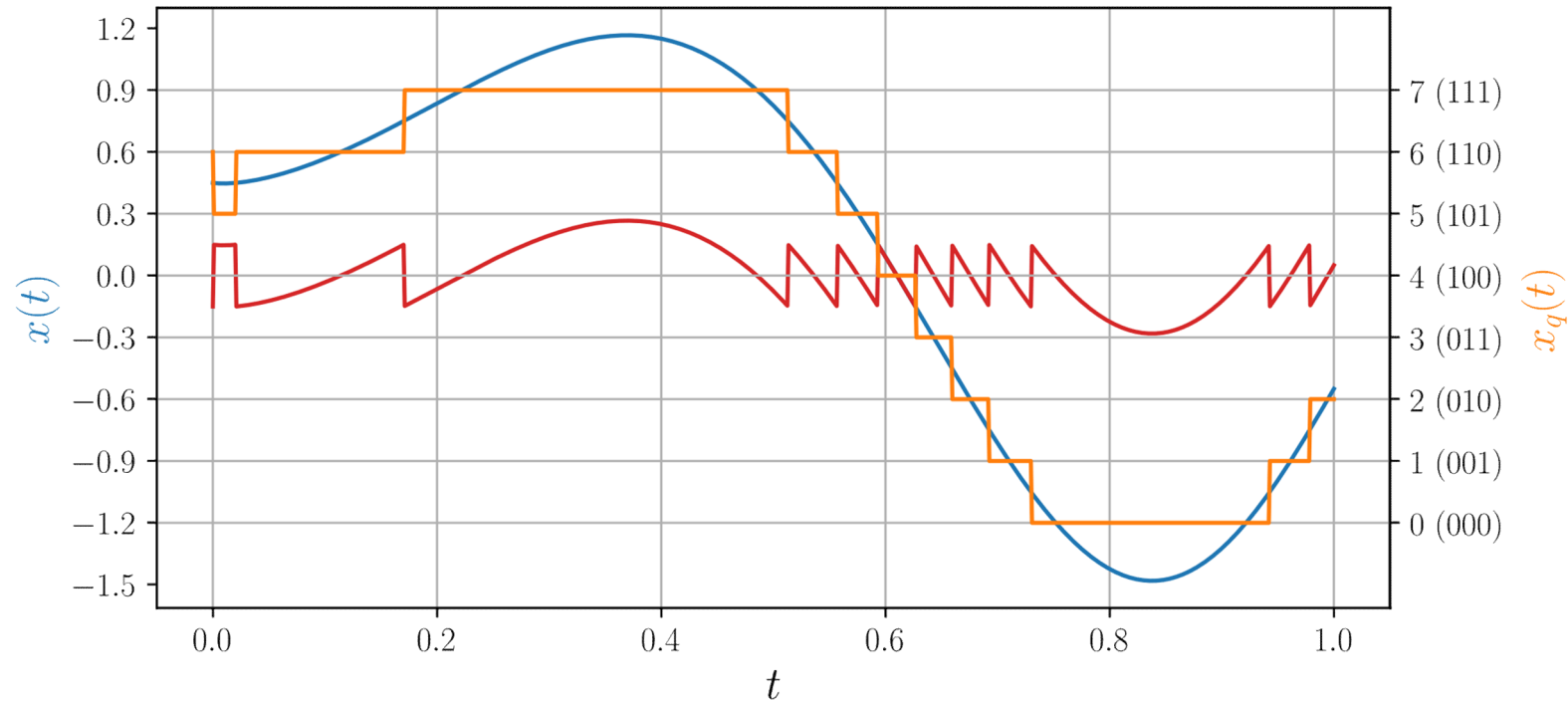


Erreur de Quantification

- On a vu que l'échantillonnage n'introduisait aucune erreur (à condition de respecter la condition $f_e > 2 f_{max}$). Ce n'est pas le cas pour la quantification : elle engendre une erreur puisque le signal quantifié x_q n'a pas les mêmes valeurs que le signal non quantifié x .

La différence $\epsilon(t) = x(t) - x_q(t)$ est appelée « erreur de quantification »

3. Quantification



Erreur de quantification sur l'exemple précédent (en rouge).

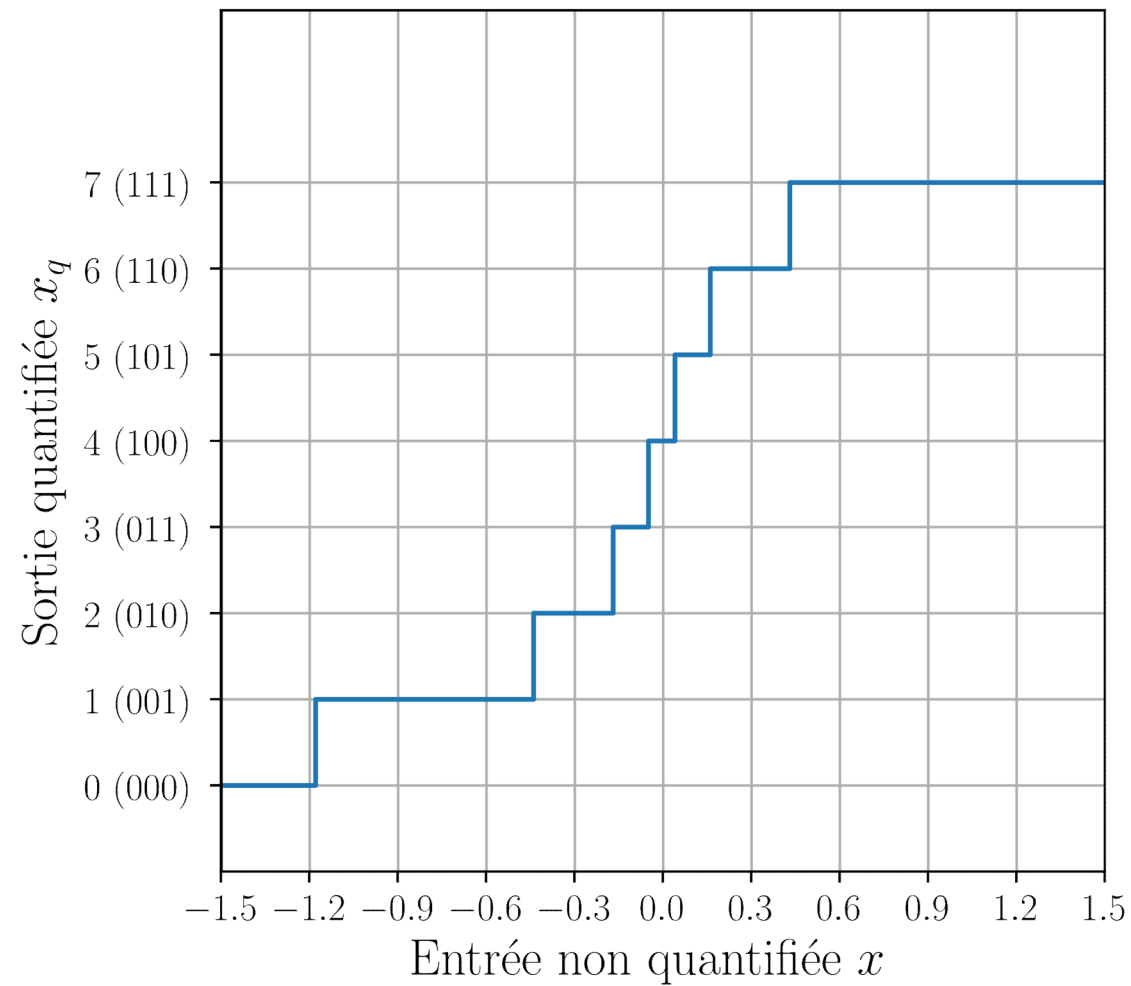
La valeur maximale de cette erreur est la moitié du pas de quantification : $q/2$.

3. Quantification : non uniforme



- Dans certaines applications, le signal présente rarement de grandes amplitudes mais il est souvent d'amplitude faible. C'est le cas par exemple des signaux de parole. Aussi, il est intéressant d'avoir une quantification où le pas de quantification est différent dans les faibles et les grandes amplitudes. Plus précisément, on privilégiera un pas de quantification faible pour les faibles amplitudes et grand pour les grandes amplitudes. Cela aboutit à une quantification non uniforme.
- Par exemple, l'application d'une transformation non linéaire sur le signal avant une quantification uniforme correspond à une quantification non uniforme.

3. Quantification : non uniforme



Caractéristique de quantification d'une quantification uniforme par arrondi sur N=8 niveaux