

PARTIE 9 : NUMERISATION ET TRANSMISSION

Séquence 1 : De l'analogique au numérique

Séance 1 : La numérisation

I. Le signal numérique

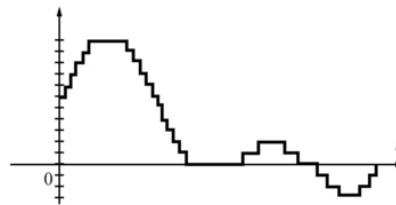
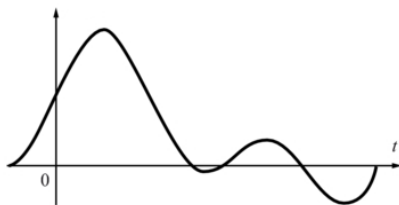
1. Signal analogique et signal numérique

Un signal est la représentation physique d'une information (température, heure, pression...) qui est perçue par nos 5 sens de façon analogique.

Des capteurs (microphone, pressiomètre, thermomètre, ...) convertissent la valeur d'une grandeur physique quelconque (onde acoustique, pression, température, ...) en un signal électrique analogique.

Un signal analogique est un signal variant continûment dans le temps (*pour passer d'une valeur à une autre on passe par toutes les valeurs intermédiaires, peut prendre toutes les valeurs en ordonnées*)

Un signal numérique est un signal variant de façon discontinue (par palier) dans le temps en nombre limité (*signal quantifié et seules certaines valeurs sont accessibles*).



2. Le codage binaire

Les informations numériques sont codées en langage binaire qui utilise 2 chiffres : 0 et 1 appelé **bit** (binary digit).

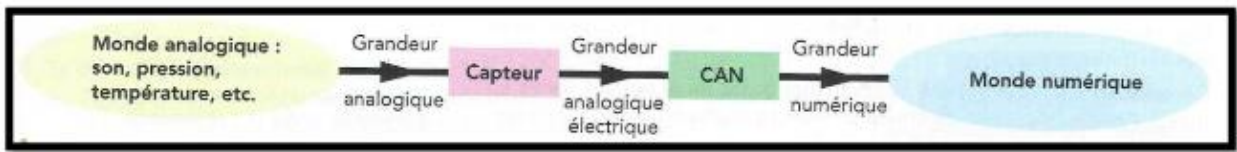
Les ordinateurs codent leurs informations en binaire, par paquet de 8 bits appelé **octet**. Chaque bit correspond à une puissance de 2 (de 2^0 à droite à 2^7 à gauche).

- Avec 2 bits, on peut écrire : **00, 01, 10 et 11** soit **4** valeurs. ($4 = 2^2$)
- Avec 3 bits, on peut écrire : **000, 001, 010, 011, 100, 101, 110, 111** soit **8** valeurs ($8 = 2^3$)
- Avec 4 bits, on peut écrire $2^4 = 16$ valeurs
- Avec n bits, on peut écrire 2^n valeurs

Le nombre de bits constituant un fichier numérique est généralement compté en **multiples de l'octet** (8 bits).

3. De l'analogique au numérique

Pour numériser un signal analogique et ainsi le transformer en fichier numérique il faut utiliser un convertisseur analogique – numérique CAN.



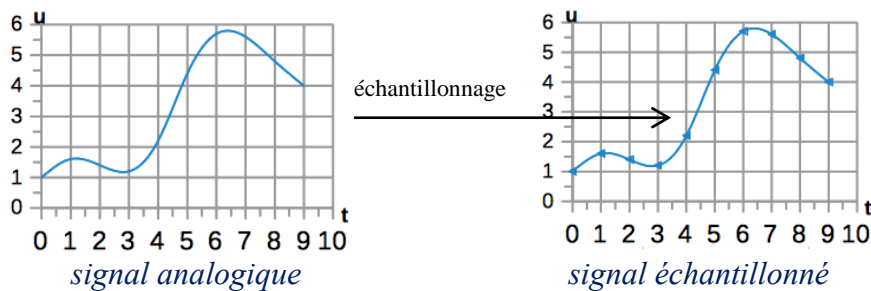
Remarque : le capteur (microphone, pressiomètre, thermomètre, ...) convertit le signal analogique (son, pression, température, ...) en signal électrique analogique

II. Numérisation d'un signal

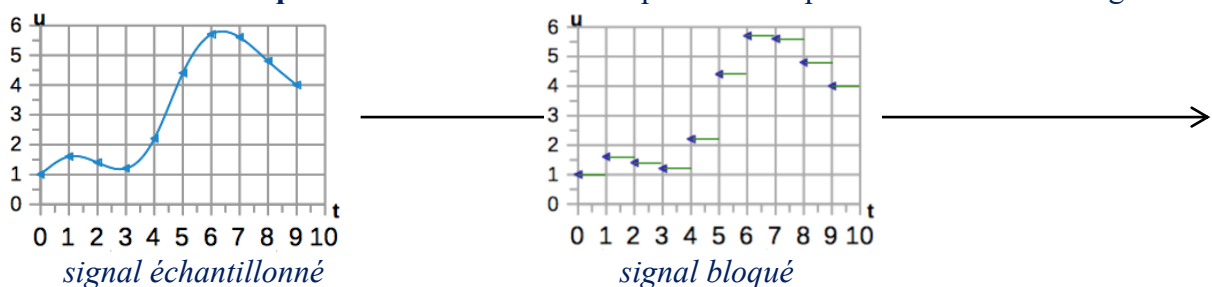
1. L'échantillonnage – blocage

Le C.A.N. découpe le signal analogique en échantillons (« samples » en anglais) de durée égale T_E durant laquelle la valeur du signal est bloquée, c'est-à-dire maintenue constante formant ainsi un palier.

La **fréquence d'échantillonnage** f_e est définie par $f_e = \frac{1}{T_e}$. Elle correspond donc au nombre de points de mesure réalisés par seconde sur le signal analogique.



Puis le convertisseur **bloque** en mémoire cette valeur pendant une période d'échantillonnage.

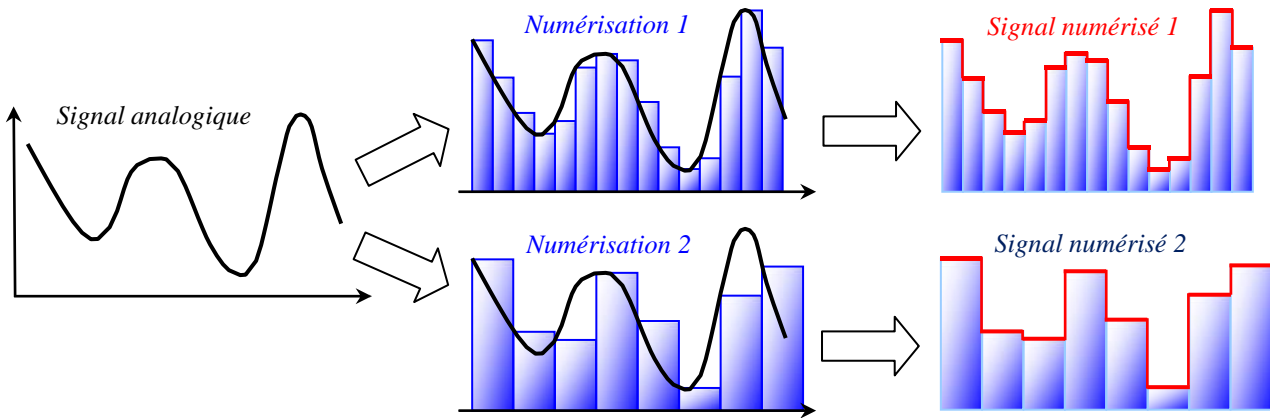


Remarque : l'échantillonnage s'accompagne ainsi d'une perte d'information sur les variations temporelles du signal.

Théorème de Shannon :

Un échantillonnage est de bonne qualité si la fréquence d'échantillonnage f_E est au moins égale au double de la fréquence f du signal analogique à numériser (ou de l'harmonique de fréquence la plus élevée de ce signal) : $f_E > 2.f$.

Comparaison de deux numérisations :



Le signal numérisé n°1 est donc plus « fidèle » au signal analogique car sa fréquence d'échantillonnage est supérieure. Il restituera mieux le signal analogique.

2. La quantification

La quantification consiste à approximer toutes les valeurs prises par la tension du signal par un ensemble limité de valeurs.

Il est donc nécessaire de définir au préalable **le calibre, la résolution et le pas** du CAN, c'est à dire l'écart entre deux valeurs quantifiées successives.

- La plage de mesure $\Delta U = U_{\max} - U_{\min}$, est la largeur de l'intervalle correspondant à l'ensemble des valeurs mesurables. Elle s'exprime en volts, et définit le calibre à utiliser par l'appareil de mesures.
- Le nombre de bits n sert à déterminer le nombre de paliers possibles sur la plage de mesure. La résolution R est alors définie par $R = 2^n$ (sans unité).
- Le pas p (valeur de l'écart entre deux paliers) s'exprime en volts avec $p = \frac{\Delta U}{2^n}$. Le pas est la plus petite variation de tension analogique que peut repérer le CAN

Exemple : Dans le cas d'un convertisseur 12 bits, la résolution vaut $R = 2^{12}$. Selon le calibre utilisé, le pas de mesure est différent :

Calibre (V)	- 10 ; + 10	- 5 ; + 5	- 1 ; + 1	- 0,2 ; + 0,2	0 ; + 5
Plage de mesures (V)	20	10	2	0,4	5
Pas (mV)	4,9	2,4	0,49	0,098	1,2

La quantification du signal analogique introduit une **perte d'information**.

Pour réduire la perte d'information et ainsi **augmenter la résolution** du CAN, le pas p doit être le plus petit possible, soit :

- n le plus grand possible (souvent fixé par le CAN)
- la gamme ou calibre $[s_{\min} ; s_{\max}]$ encadrant au plus près l'évolution du signal analogique