

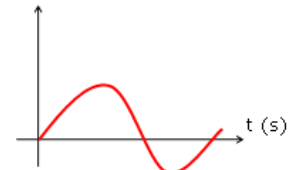
Conversion analogique-numérique

I. Différents types de signaux

I.1. Signal analogique

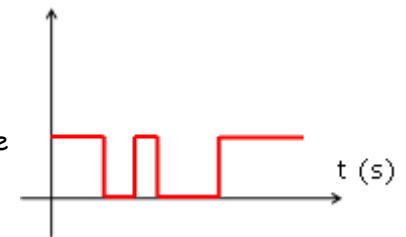
Un signal analogique est un signal qui varie de façon continue dans le temps.

Par exemple, un microphone transforme une onde acoustique en une tension qui varie de façon continue dans le temps. D'une façon générale, il y a beaucoup de capteurs qui fournissent un signal analogique en sortie (ce signal est souvent une tension, parfois une intensité).



I.2. Signal numérique

Contrairement au signal analogique, un signal numérique varie de façon discontinue dans le temps. On dit qu'il varie de façon discrète dans le temps. Le signal numérique est un nombre constitué par une succession de 0 et de 1 (les bits).



Remarque : 1 octet correspond à un paquet de 8 bits.

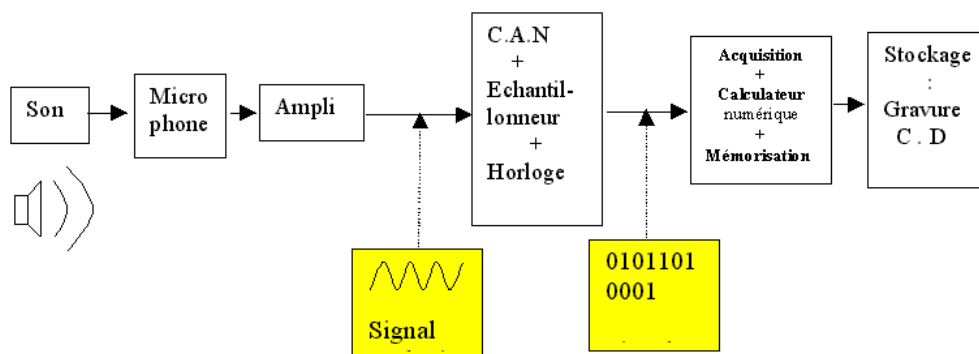
II. Conversion analogique-numérique

II.1. Convertisseur analogique numérique (CAN)

Afin d'être traité par un système numérique, le signal de départ (en sortie de capteur par exemple) doit être converti en un signal numérique. C'est le rôle du convertisseur analogique-numérique.



Le schéma ci-dessous présente une chaîne de transmission de l'information.



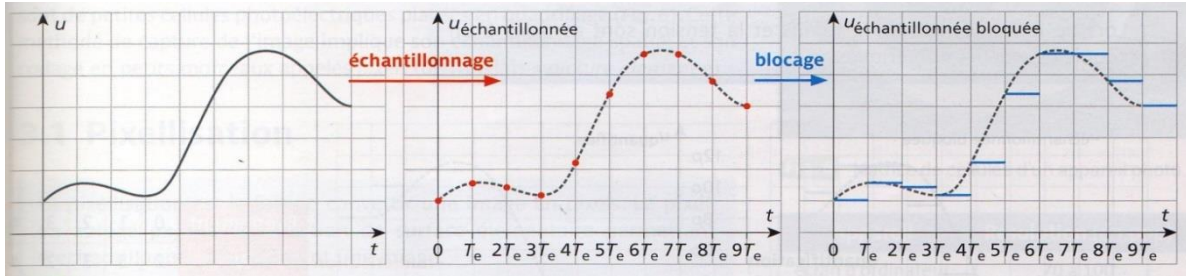
## II.2. Opérations réalisées par le CAN

La numérisation d'un signal s'effectue en trois étapes successives : l'échantillonnage, la quantification et le codage.

### ➤ L'échantillonnage

L'échantillonnage consiste à « découper » le signal analogique à intervalles de temps régulier  $T_e$  (période d'échantillonnage en seconde) pour ne retenir qu'un nombre limité de valeurs.

La fréquence d'échantillonnage  $f_e = 1/T_e$  (en hertz) correspond aux nombres de points retenus par seconde.



La fréquence d'échantillonnage  $f_e$  doit être suffisamment grande pour pouvoir reconstituer convenablement les variations du signal analogique d'origine.

**Théorème de Shannon :** la fréquence d'échantillonnage doit être au moins deux fois supérieure à la plus grande fréquence contenue dans le signal à échantillonner.

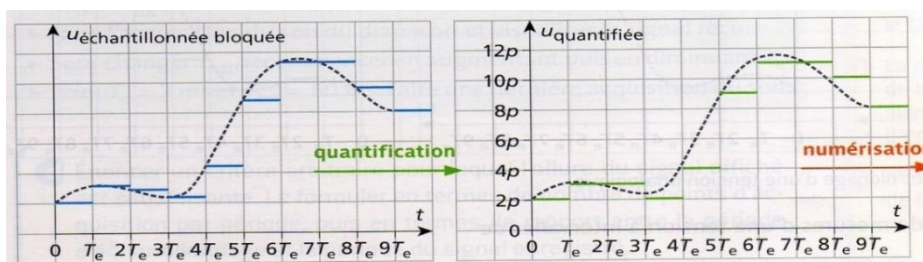
$$f_e \geq 2f \text{ avec } f : \text{fréquence maximale du signal } s(t)$$

Cette fréquence d'échantillonnage est limitée par les capacités du convertisseur. Par exemple, les oscilloscopes tektronix utilisés en TP ont une fréquence d'échantillonnage maximale de 1 Géch/s.

**Remarque :** bien qu'il soit « tentant » de prendre une grande valeur pour la fréquence d'échantillonnage, il faut cependant la limiter (lorsque c'est possible). En effet, plus cette fréquence est élevée, plus le nombre d'informations à traiter (puis à stocker) est important.

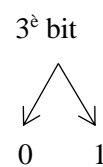
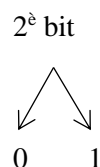
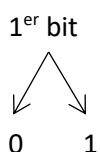
### ➤ La quantification

La quantification consiste à approximer toutes les valeurs du signal échantillonné par un ensemble de valeurs permises par la résolution du convertisseur ou pas  $p$  du convertisseur.



### ➤ Le codage

A chacune de ces valeurs est associé un nombre binaire constitué d'une série de « 0 » et de « 1 ». Le nombre de valeurs possibles dépend du nombre de « bits » utilisés : si on considère un convertisseur 4 bits alors pour chaque bit on a deux possibilités: 0 ou 1



**Soit  $2^4$   
possibilités**

Pour un convertisseur  $n$  bits, on pourra associer  $2^n$  nombres binaires.

Si on considère que le signal étudié est une tension, l'intervalle de tension qui existe entre deux valeurs numériques binaires successives est appelé le pas :

Les valeurs permises que pourra prendre la tension échantillonnée sont des multiples entiers du pas

Le calibre (ou plage de mesure) définit l'intervalle des valeurs mesurables de la tension analogique à numériser

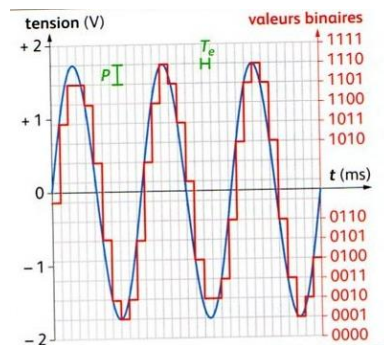
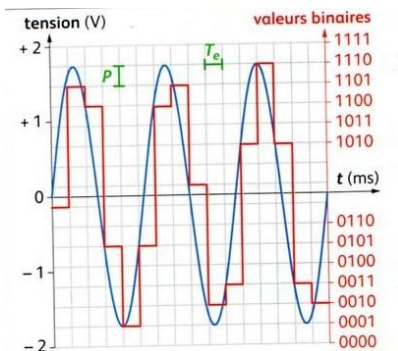
$$p(\text{volt}) = \frac{\Delta U (\text{volt})}{2^n}$$

Le pas p d'un convertisseur correspond donc à la plus petite variation de tension que le convertisseur peut détecter.

### II.3. Qualité du signal numérisé

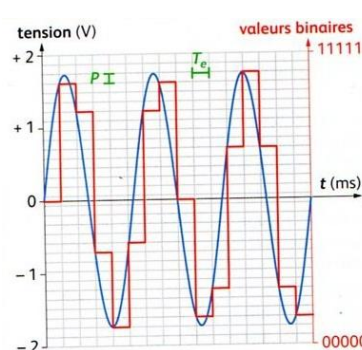
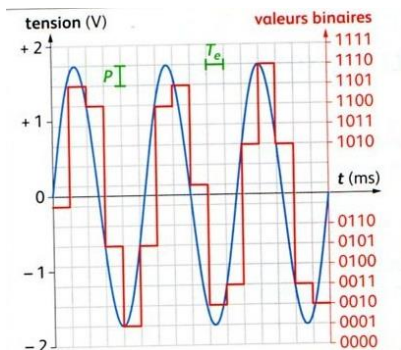
Le signal numérisé est d'autant plus proche du signal analogique que :

- La fréquence d'échantillonnage est grande : la durée entre deux mesures ( $T_e$ ) est alors faible



Carte d'acquisition 4 bits offrant 16 combinaisons possibles. A droite, la fréquence d'échantillonnage est deux fois plus grande que sur le graphique de gauche.

- Le pas du convertisseur est faible : les mesures sont alors codées sur un nombre plus important de valeurs binaires



Carte d'acquisition 4 bits

Carte d'acquisition 5 bits offrant 32 combinaisons : le pas p diminue.

Ces deux choix sont limités car ils impliquent une augmentation du nombre de données à traiter (et à stocker).

