

CONVERTISSEURS ANALOGIQUES

1. La conversion analogique-numérique :

Une information peut être un son, une image, une vidéo, un texte...

L'information que l'on désire transmettre doit être adaptée au mode de fonctionnement des éléments utilisés (ordinateur, carte électronique...). Il faut donc coder les informations sous forme de signaux numériques (suites de « 0 » et de « 1 »).

L'objectif de la numérisation est de transformer un signal analogique en un signal numérique contenant une quantité finie de valeurs.

Le passage de l'analogique au numérique comprend deux étapes :

- L'échantillonnage (le fait de prélever la valeur d'un signal à intervalles de temps régulier)
- La conversion analogique-numérique (CAN).

Le nombre d'échantillons composant le signal numérique devra être suffisamment grand pour pouvoir représenter le signal analogique de départ, mais pas trop grand non plus pour que le signal numérique ne soit pas trop volumineux.

1. Le bit

Le terme bit (b avec une minuscule dans les notations) signifie « *binary digit* », c'est-à-dire 0 ou 1 en numérotation binaire. Il s'agit de la plus petite unité d'information manipulable par une machine numérique.

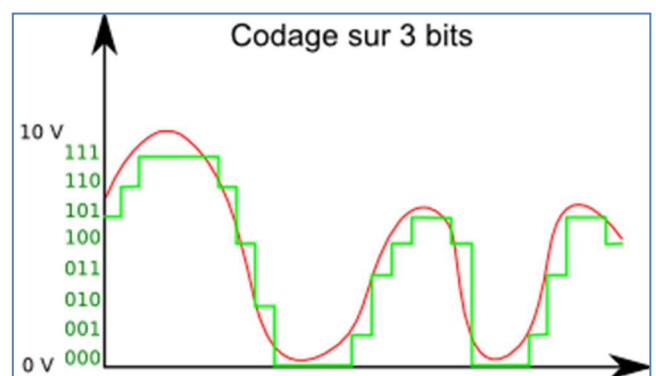
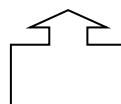
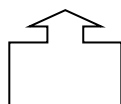
Dans un nombre binaire, la valeur d'un bit, appelée poids, dépend de la position du bit en partant de la droite. À la manière des dizaines, des centaines et des milliers pour un nombre décimal, le poids d'un bit croît d'une puissance de deux en allant de la droite vers la gauche.

Le bit de poids faible (en anglais *least significant bit*, ou **lsb**) est, dans le nombre binaire, le bit le plus à droite. Le bit de poids fort est celui le plus à gauche (en anglais *most significant bit*, ou **msb**).

Exemple :

Pour un simple nombre en représentation binaire conventionnelle :

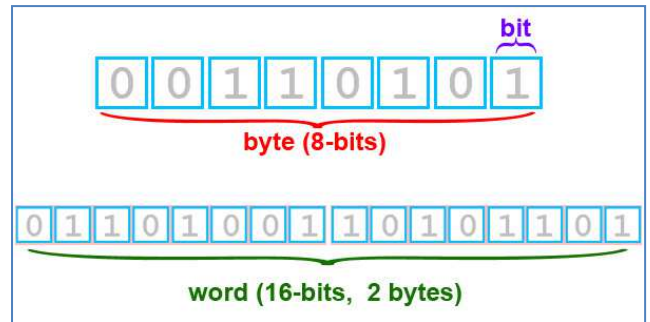
1001 0011



2. L'octet

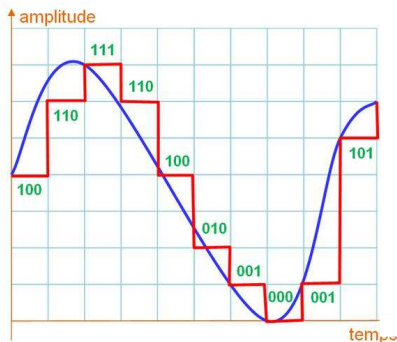
L'octet (en anglais *Byte* ou B avec une majuscule dans les notations) est une unité d'information composée de 8 bits.

Pour un octet, le plus petit nombre est 0 (représenté par huit zéros : 00000000), et le plus grand est 255 (représenté par huit chiffres « un » : 11111111), ce qui représente $256 (= 2^8)$ possibilités de valeurs différentes.



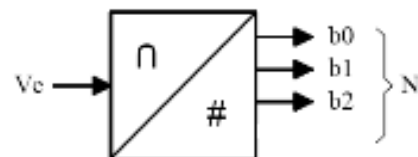
2. Le convertisseur analogique-numérique (CAN)

Un convertisseur analogique – numérique (CAN) est un dispositif électronique permettant la conversion d'un signal analogique en un signal numérique.

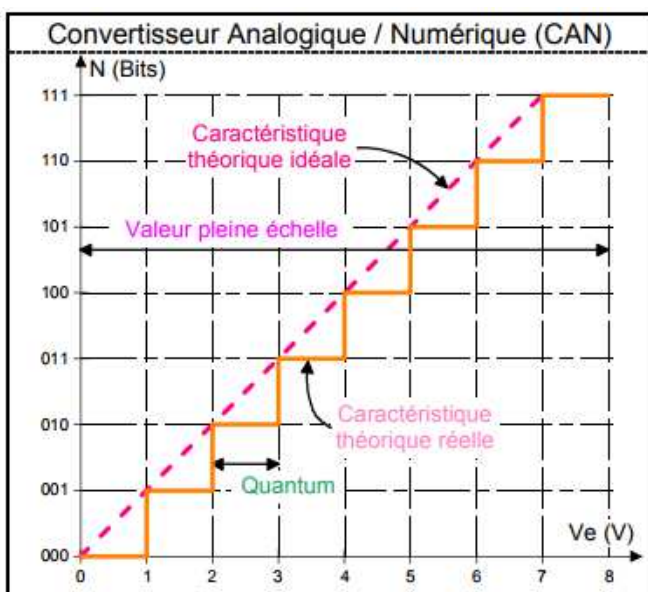


Codage sur 3 bits d'un signal sinusoïdal.

Symbole d'un CAN



Sur la gauche se trouve la tension d'entrée V_e , c'est une grandeur analogique (elle peut varier de façon continue entre une valeur minimale et une valeur maximale). Sur la droite, se trouve le mot numérique codé, dans cet exemple, sur 3 bits.



V_{ref} la valeur maximale de la tension d'entrée (en V)

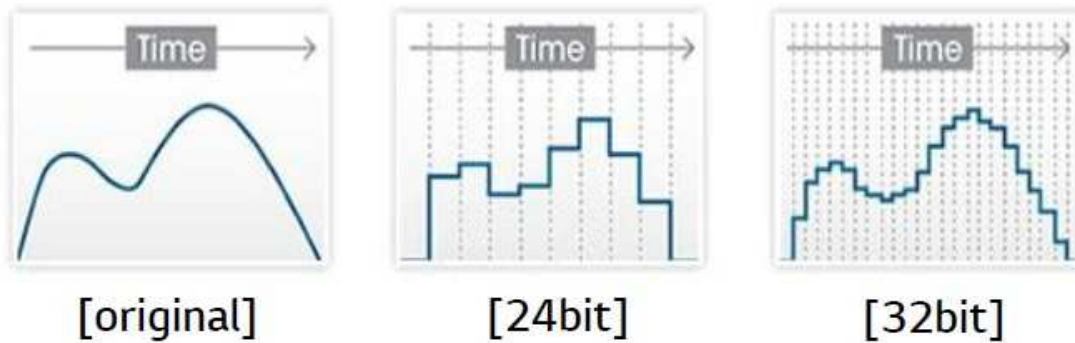
n le nombre de bits du convertisseur.

La **résolution** est la plus petite variation du signal analogique d'entrée qui provoque un changement d'une unité sur le signal numérique de sortie. Elle est liée au quantum. La résolution est définie en % de l'amplitude maximale du signal analogique.

Le **quantum** (q) est la variation minimale de la tension d'entrée qui garantit une variation d'une unité de la donnée numérique de sortie. Le quantum s'exprime dans l'unité de la grandeur analogique d'entrée

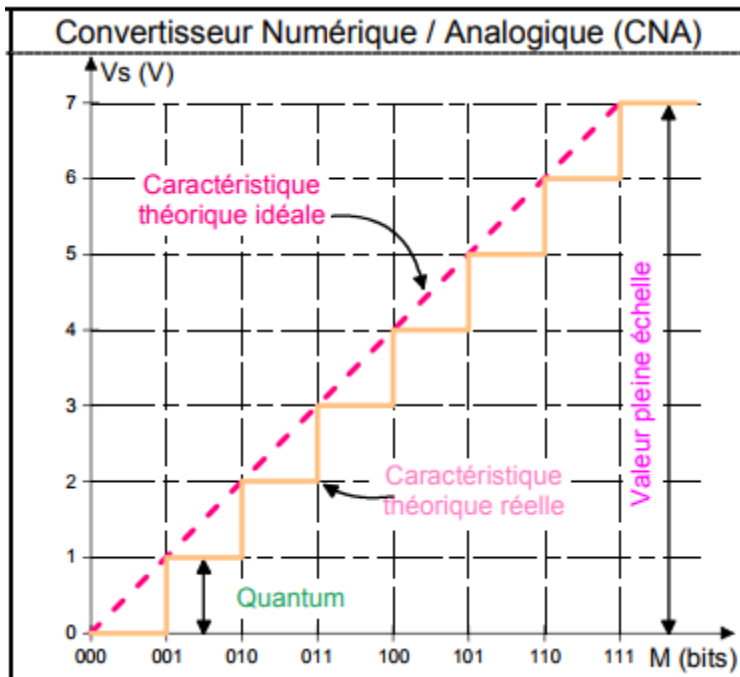
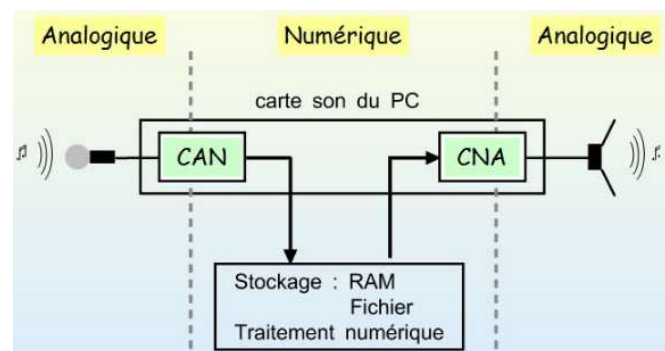
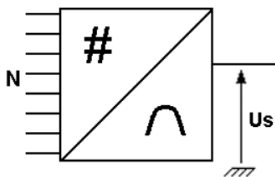


Plus le quantum est petit et plus le signal numérisé est fidèle au signal analogique de départ.



3. Le convertisseur numérique-analogique (CNA)

Un convertisseur numérique-analogique est un composant électronique dont la fonction est de transformer une valeur numérique (codée sur plusieurs bits) en une valeur analogique proportionnelle à la valeur numérique codée. Le plus souvent, la valeur codée sera une tension électrique.



La résolution est la plus petite variation qui se répercute sur la sortie analogique à la suite d'un changement d'une unité sur le signal numérique d'entrée. Elle est liée au quantum. Elle s'exprime en pourcentage de la valeur pleine échelle du signal analogique de sortie.

Le quantum d'un CNA est :



http://physique.ostralo.net/CAN/index_v2nmoins1.htm

Exercice 1

Q1: Quelle est la valeur du quantum d'un CAN 3 bits, avec une tension pleine échelle de 32V?

Q2: Quelle est la valeur du quantum d'un convertisseur CNA 8 bits avec $V_{ref} = 5V$?

Exercice 2

Tracer la fonction de transfert $N_s = f(V_e)$ avec $q = 0,1 V$ pour un CAN de 4 bits. V_e variant de 0 à 1,5 V.

Exercice 3

Pour l'équipement des salles de chimie du lycée, on a besoin de cartes d'acquisition pouvant mesurer des tensions allant de 0 à 4,5 V à 10 mV près. Le modèle le moins cher trouvé dans le commerce contient un CAN 8 bits de calibre 5 V.

- **Déterminer** le quantum de la carte du commerce.
- Ce modèle **correspond-il** aux spécifications ?
- **Combien le CAN** doit-il avoir de bits au minimum pour que sa précision soit suffisante ?

Exercice 4

Un multimètre numérique contient un CAN 16 digits.

- **Quelle est** la valeur numérique de sortie maximale de ce CAN ?
- **Calculer** le quantum du CAN quand il est utilisé sur la gamme -20 V/+20 V (calibre 20 V du multimètre).

Exercice 5

Le CAN d'entrée d'une carte d'acquisition possède les caractéristiques suivantes : Gamme 0 à 5,12 V et 10 bits.

- **Quelle est** la valeur numérique maximale N_{\max} de sortie de ce CAN ?
- **Quelle est** sa tension pleine échelle ?
- **Quel est** son quantum ?

Exercice 6

Soit un CNA de 5 bits dont la sortie est un courant. Quand l'entrée numérique en binaire naturel est 10100, le courant de sortie est de 10 mA.

Calculer l'intensité de sortie pour une entrée en binaire naturel de 11101.

Exercice 7

Quelle est la plus grande tension de sortie d'un CNA si ce dernier fournit 1 V quand l'entrée est 00110010