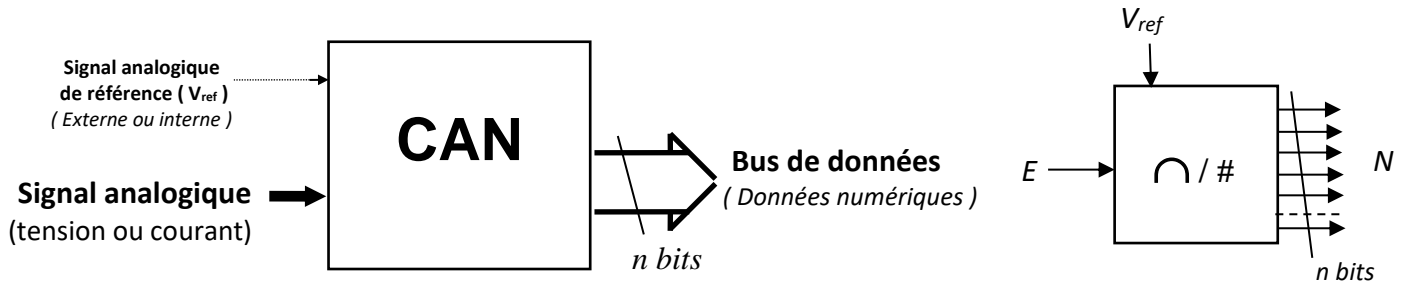


## LES CONVERTISSEURS

### CAN et CNA

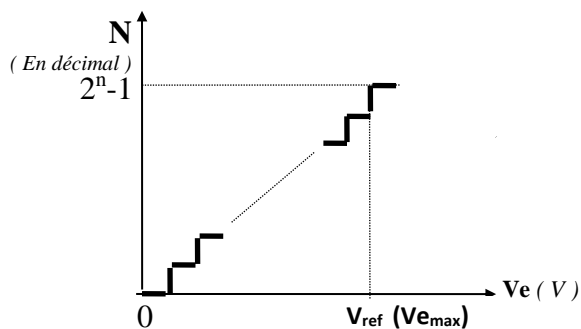
#### - C.A.N - Convertisseur Analogique Numérique

Un convertisseur Analogique / Numérique, noté CAN, est une structure **transformant une grandeur analogique** (une tension ou un courant par exemple) **en une donnée numérique** (mot binaire).



#### Caractéristique de conversion

Le signal d'entrée est caractérisé par sa valeur maximale  $V_{e_{max}}$  (*tension pleine échelle ou full scale*). Celle-ci dépend de la valeur du signal de référence. En général la tension  $V_{ref}$  détermine  $V_{e_{max}}$  ( $V_{e_{max}} = V_{ref}$ ).

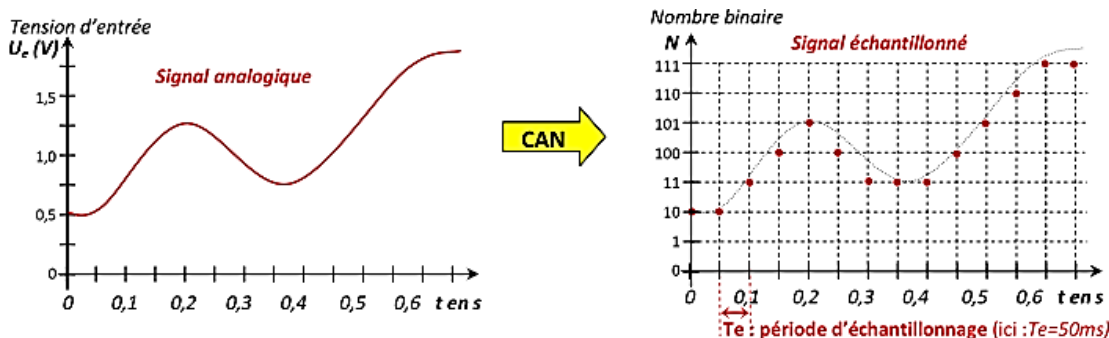


#### Equation de conversion

$$N = \frac{V_e \times (2^n - 1)}{V_{ref}}$$

L'échantillonnage d'un signal analogique périodique doit-être réalisé à intervalle de temps régulier. Cette durée se nomme la **période d'échantillonnage**  $T_e$  en seconde. On démontre que la fréquence d'échantillonnage doit être au moins égale au double de celle du signal à numériser.

*Exemple de conversion d'un signal vers une donnée numérique sur 3 bits ( $n=3$ ) avec une tension de référence de 1,75 V et une période d'échantillonnage de 50ms.*



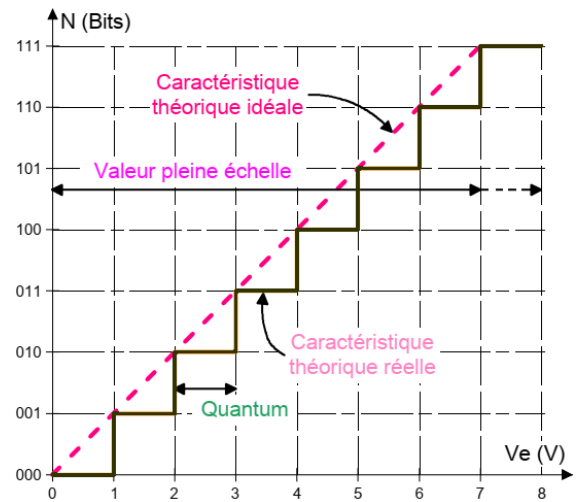
## Résolution, Quantum d'un CAN

La résolution est le nombre de bit utilisé.

Le quantum est la plus petite variation du signal analogique d'entrée qui provoque un changement d'une unité sur le signal numérique de sortie.

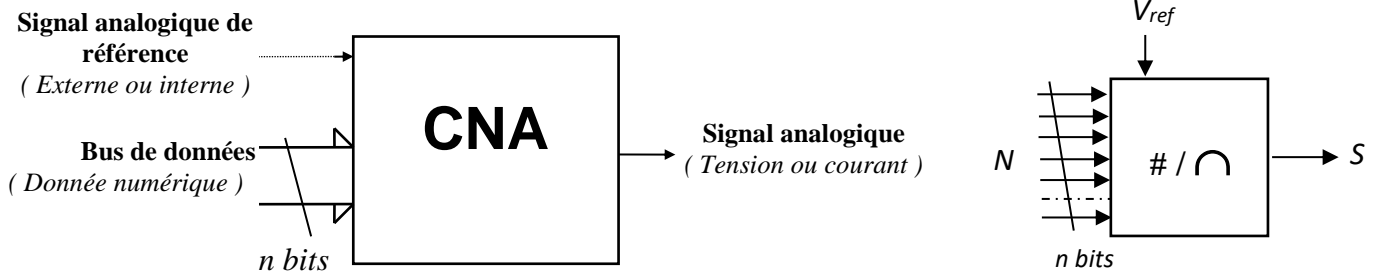
$$q = \frac{\text{Valeur pleine échelle}}{2^n - 1} \approx \frac{V_{e_{\max}}}{2^n}$$

Exemple d'un CAN sur 3 bits ( $n=3$ ) avec  $V_{e_{\max}} = 7 \text{ V} \rightarrow$   
le quantum est ici de 1 V



## - C.N.A - Convertisseur Numérique Analogique

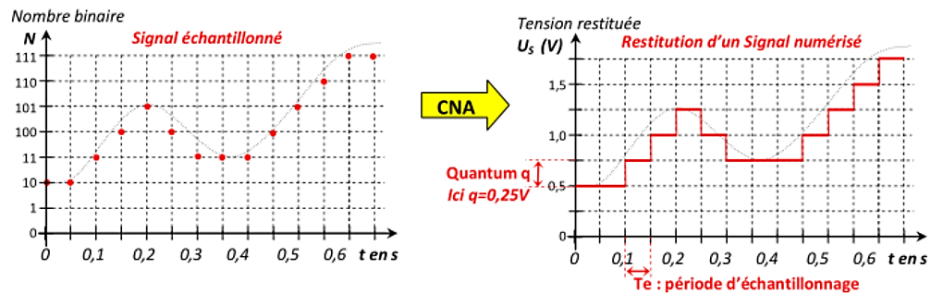
Un convertisseur Numérique / Analogique noté CNA est une structure transformant une information numérique en une grandeur analogique (*tension ou courant par exemple*).



### Equation de conversion

$$Vs = V_{\text{ref}} \times \frac{N}{2^n - 1}$$

Exemple de conversion d'une suite de données numériques sur 3 bits avec une tension de référence de 1,75 V  $\rightarrow$

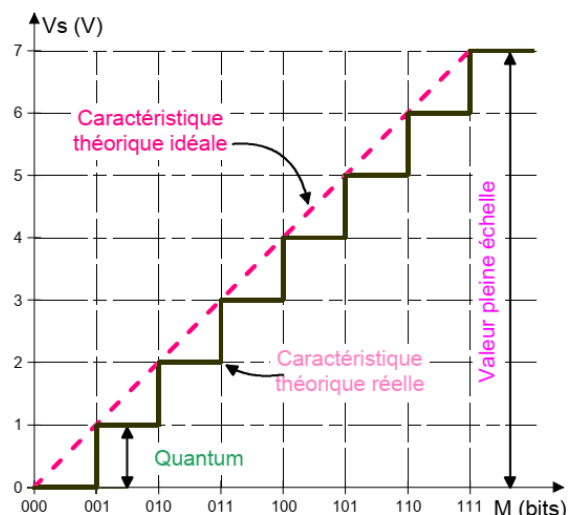


### Quantum d'un CNA

Le quantum 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 :

$$q = \frac{\text{Valeur pleine échelle}}{2^n - 1} \approx \frac{Vs_{\max}}{2^n}$$

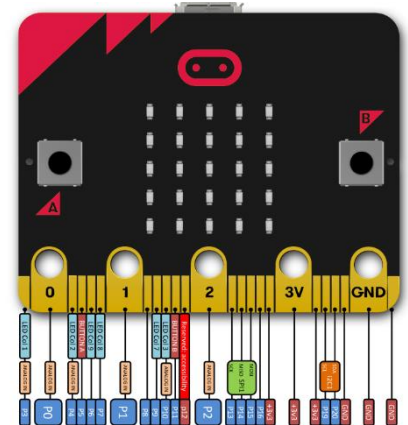


### 1. Le CAN d'une carte Micro:bit possède les caractéristiques suivantes :

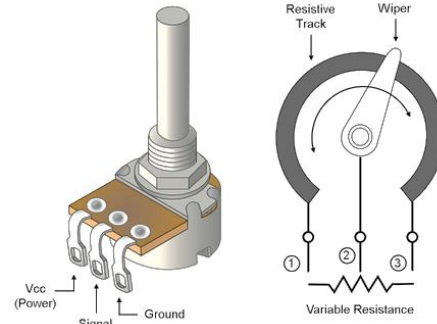
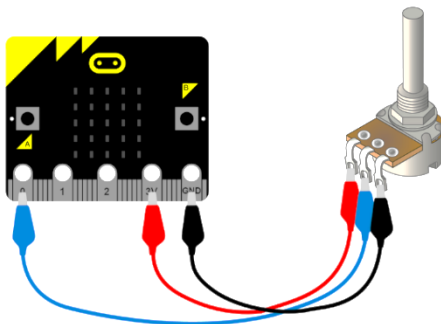
CAN 10 digits (10 bits), default analog reference of 3 V (AREF).

Voici le script élémentaire permettant la conversion de la tension appliquée sur la broche 0 (pin 0).

```
1 from microbit import *
2
3 while True:
4     N = pin0.read_analog()
5     print('CAN = ',N)
6     sleep(500)
```



- Quelle est la valeur numérique maximale  $N_{\max}$  de sortie du CAN ?
- Quelle est sa tension pleine échelle ?
- Quelle est son quantum ?
- Donner la valeur numérique (en binaire) de la conversion d'une tension de 2 V, 3 V et 3,3 V.
- Tester, sur Mu, cette conversion à l'aide d'un montage potentiométrique.



- Modifier le programme afin d'afficher la tension (en volt) sur la console Mu. Vérifier la concordance des valeurs à l'aide d'un voltmètre.
- Afficher cette tension sur les LEDs de la carte, ou réaliser un Bar graph de la valeur de la tension sur celles-ci.

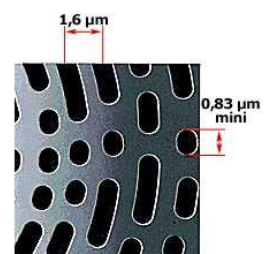
Ressources : <https://microbit-challenges.readthedocs.io/en/latest/tutorials/display.html#>

### 2. Capacité d'un CDROM audio

Les CDROM stockent des données audio au format standard. Enregistrement stéréo (2 voies), 44 100 échantillons par seconde, 16 bits de données par conversion.

Considérons un support ayant une capacité de 700 Mio

- Quelle est la capacité du support en octet ?
- Combien d'octets sont utilisés pour 1 seconde d'enregistrement ?
- En déduire la durée d'enregistrement disponible.



### 3. Création d'un fichier WAV

**a)** A l'aide d'Audacity, générer un signal « en dents de scie » ayant les caractéristiques suivantes :

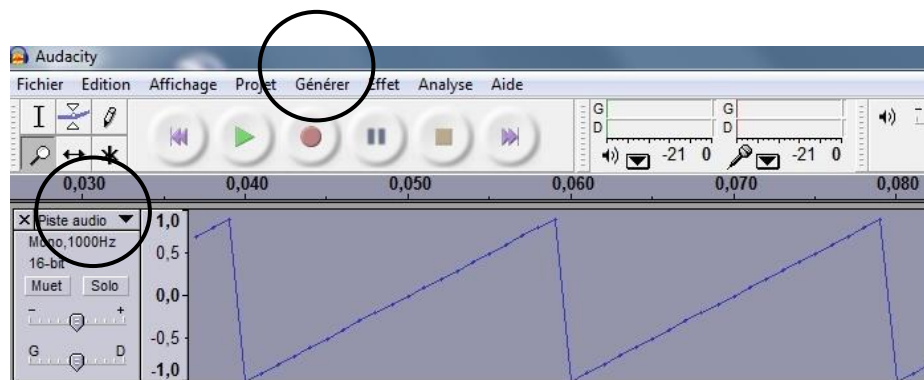
- fréquence de 50 Hz,
- amplitude 1 V,
- durée 5 s,
- mono, données sur 16 bits,
- fréquence d'échantillonnage 1000 Hz.

**b)** Vérifier sur l'oscillogramme la période du signal et la période d'échantillonnage.

**c)** Refaire les questions a et b en modifiant la fréquence d'échantillonnage à 500 Hz puis à 100 Hz.

*Générer un signal*

*Paramètres  
d'échantillonnages*



**d)** Enregistrer le signal de départ ( $F_{ech} = 1000$  Hz) dans un fichier WAV puis justifier la taille (en nb d'octets) de ce fichier.

### 4. Caractéristiques d'un fichier WAV

La fenêtre suivante donne les principales caractéristiques d'un fichier audio. On vous demande de vérifier, par un calcul, la durée effective du morceau.

File Size : 31,18 Mio (32 698 142 octets)
Length : 0:03:05:36
Bit/Sample : 16
Channels : 2
Samplerate : 44100