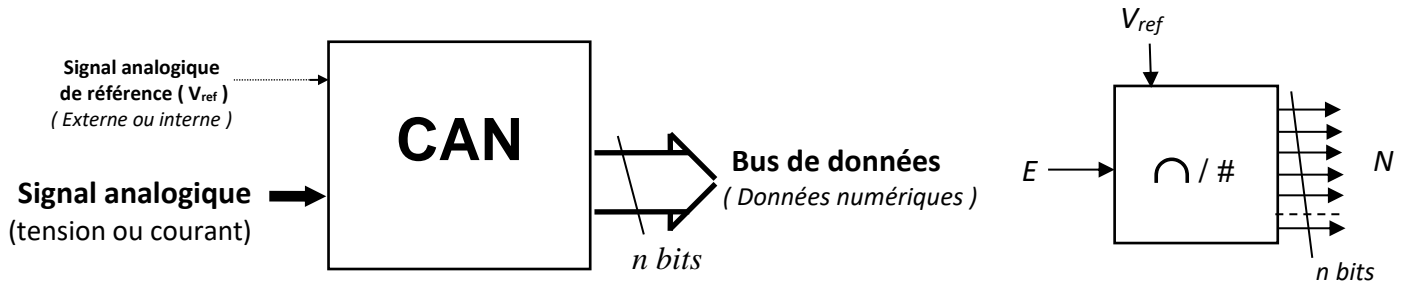


LES CONVERTISSEURS

CAN et CNA

- C.A.N - Convertisseur Analogique Numérique

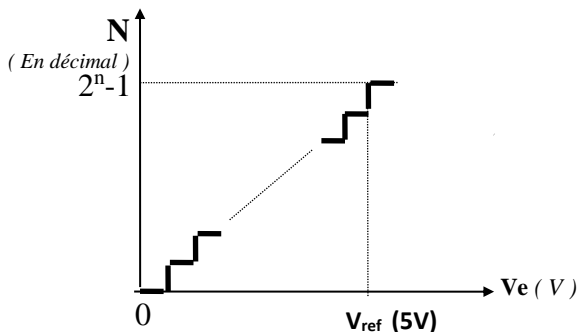
Un convertisseur Analogique / Numérique, noté CAN, est une structure transformant une grandeur analogique (une tension ou un courant par exemple) en une donnée numérique (mot binaire).



Caractéristique de conversion d'une tension

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 $V_{e_{max}}$ ($V_{e_{max}} = V_{ref}$)

Convertisseur CAN sur n bits

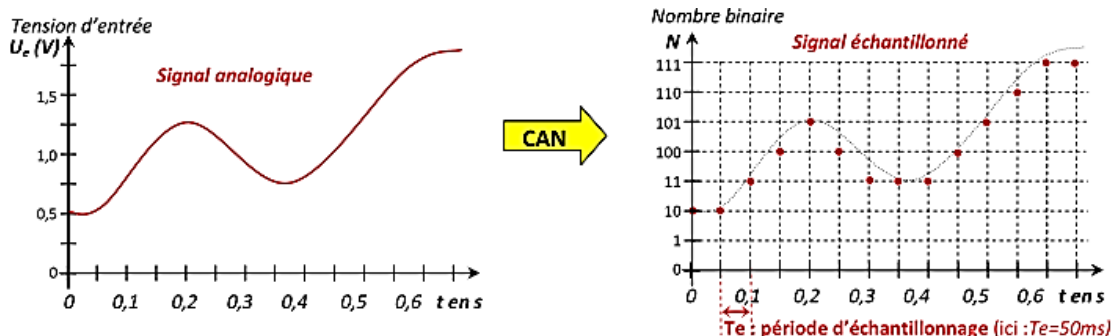


Equation de conversion

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

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.



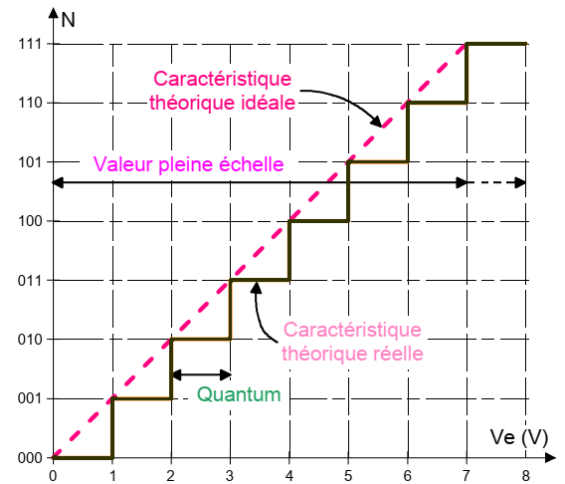
Résolution, quantum d'un CAN

La résolution est le nombre de bit utilisé (n ici).

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. C'est aussi la tension d'entrée qui donne N=1.

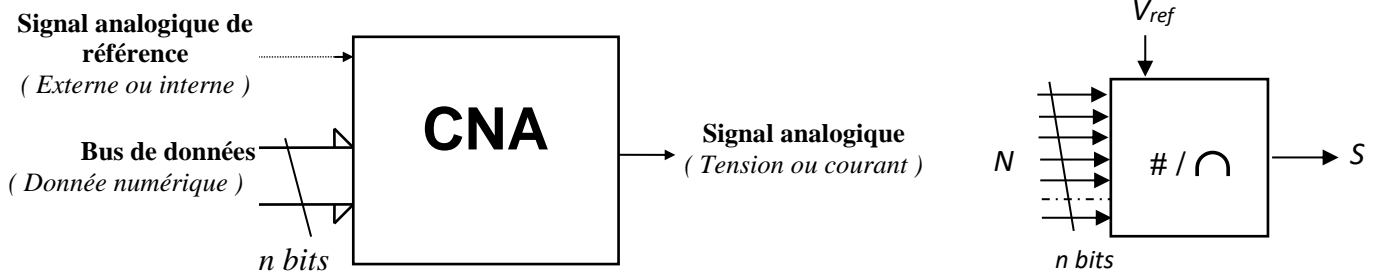
$$q = \frac{\text{Valeur pleine échelle}}{2^n - 1} \approx \frac{V_{e_{max}}}{2^n}$$

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



- C.N.A - Convertisseur Numérique Analogique

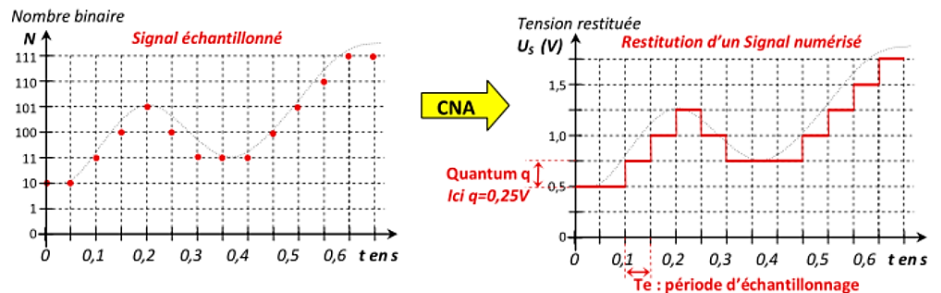
Un convertisseur Numérique / Analogique noté CNA est une structure transformant une information numérique en une grandeur analogique (*tension ou courant par exemple*).



Equation de conversion générant une tension

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

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

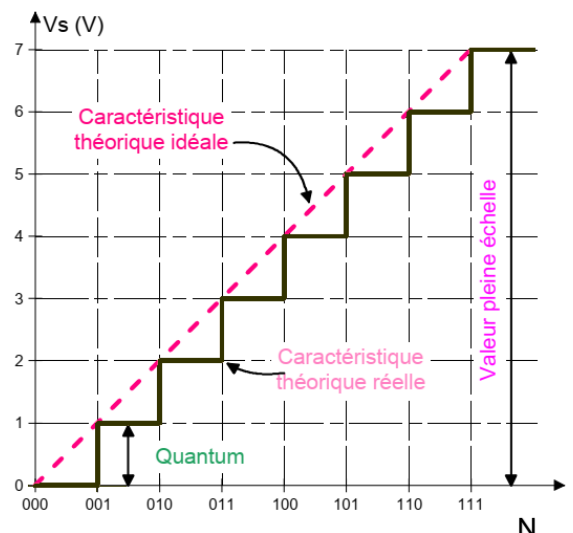


Quantum d'un CNA

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. C'est ainsi la tension générée quant N=1

Elle est liée au quantum :

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



Applications - Exercices

1- Questions en vrac

a) Le CAN d'entrée d'une carte d'acquisition possède les caractéristiques suivantes :

Gamme 0 à 5 V et 12 bits.

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

b) Soit un CNA à 5 bits. La tension de sortie V_s vaut 0,2V lorsque le mot d'entrée est 00001. Quelle est la valeur de V_s correspondant à la pleine échelle ?

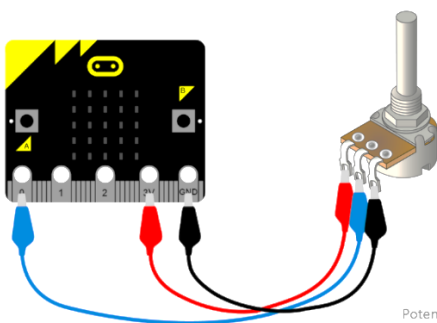
c) Soit un CNA à 8 bits ayant une pleine échelle égale à 10V. Soit l'octet $A=10010110$, appliqué à l'entrée de ce convertisseur. Calculer la tension de sortie pour ce mot binaire.

f) Soit un CNA à 10 bits. La valeur pleine échelle est de 5V. Calculer la tension de sortie V_s pour un mot d'entrée $A=1100101101$

2- Le CAN d'une carte Micro:bit possède les caractéristiques suivantes :

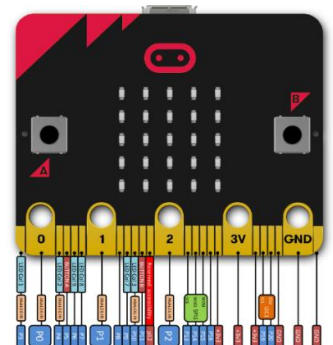
CAN 10 digits (10 bits), default analog reference of 3 V (AREF).

Voici le schéma de câblage et le script élémentaire permettant la conversion de la tension appliquée sur la broche 0.



Potentiometer
Teachwithict.com

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



a) Quelle est la valeur numérique maximale N_{\max} de sortie du CAN ?

b) Quelle est sa tension pleine échelle ?

c) Quel est son quantum ?

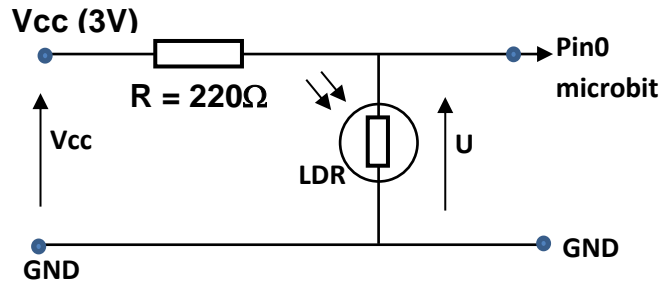
d) Donner la valeur numérique (en binaire) de la conversion d'une tension de 1 V, 2 V et 3 V.

e) Câbler ce montage puis faites-le fonctionner.

f) Créer une fonction *afficher_tension(X)* qui prend en paramètre la valeur de N et qui affiche la valeur de la tension (en V) sur la console.

```
Ex : While True :
      N = pin0.read_analog()
      afficher_tension(N) # affiche « la tension est de xx,xx V »
      sleep(100)
```

Le montage ci-contre permet de mesurer l'intensité lumineuse reçue par le capteur LDR (Light Dependent Resistor).



g) Câbler ce montage puis écrire une fonction capable de retourner la chaîne de caractère suivante :

- « Il fait nuit » si la luminosité est très faible.
- « Il fait sombre » si la luminosité est faible.
- « Il fait jour » si la luminosité est grande.

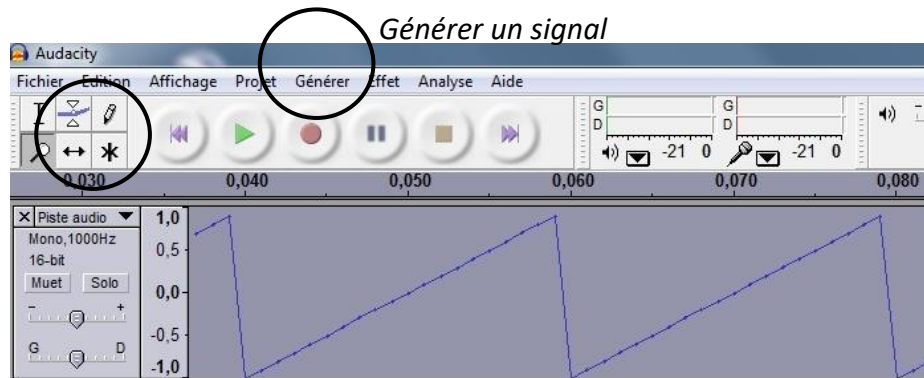
Ex : `While True :`
`afficher_tension(N) # affiche « il fait nuit » s'il n'y a pas de luminosité`
`sleep(100)`

3- Création d'un fichier WAV

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

- fréquence 100 Hz,
- amplitude 1 V,
- durée 5 s,
- mono, données sur 16 bits,
- fréquence d'échantillonnage 1000 Hz.

Paramètres
d'échantillonnages



- b) Vérifier sur l'oscillogramme la période du signal et la période d'échantillonnage.
c) Visualiser le signal généré sur la sortie audio du PC à l'aide d'un oscilloscope.
d) Refaire les questions a et b en modifiant la fréquence d'échantillonnage à 500 Hz puis à 50 Hz.

Vérifier le théorème de Shannon avec cette manipulation (faites des copies d'écran pour illustrer votre démonstration).