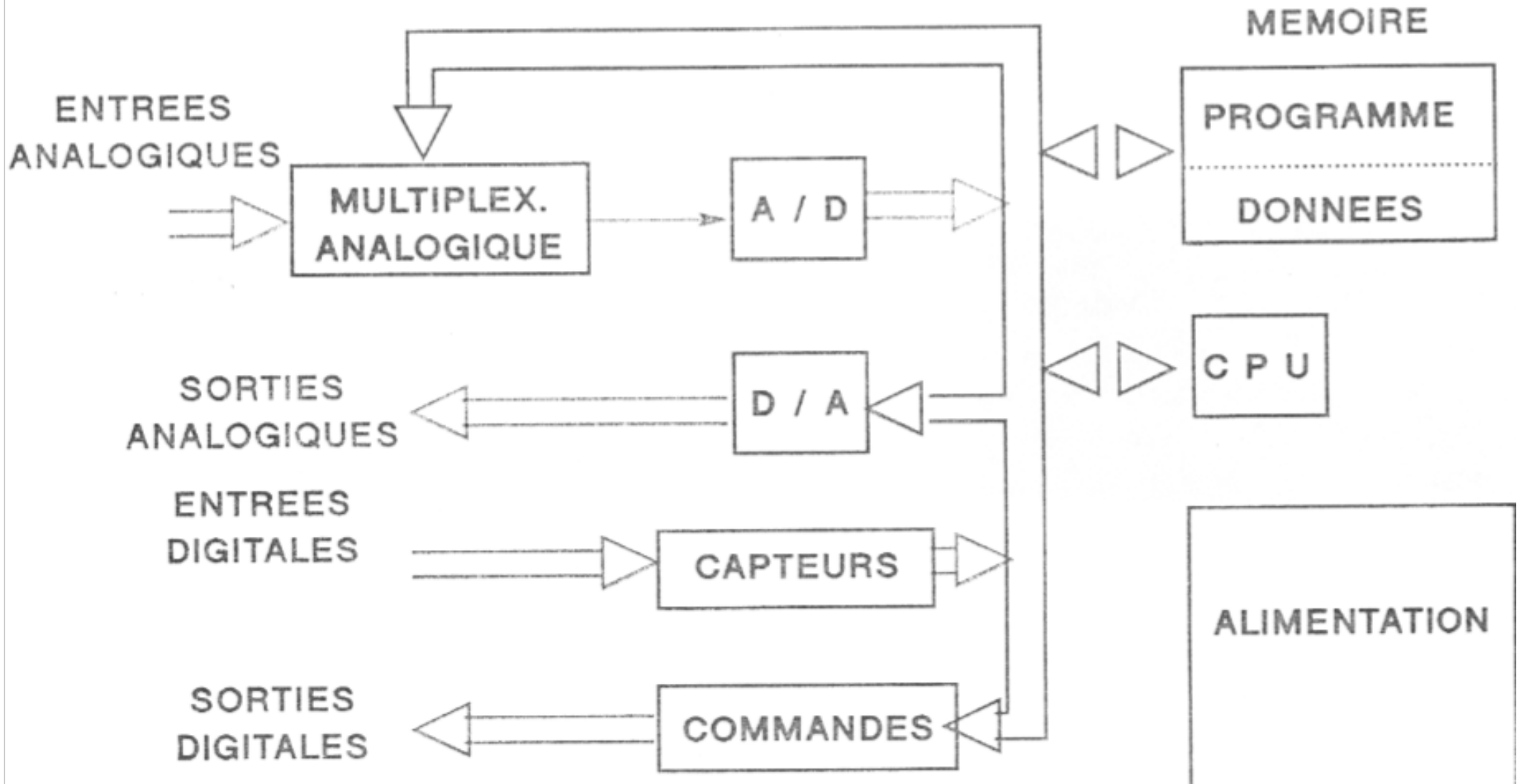


Les E/S analogiques

cours n°6
LI326

APPLICATION GENERALE DES MICROPROCESSEURS

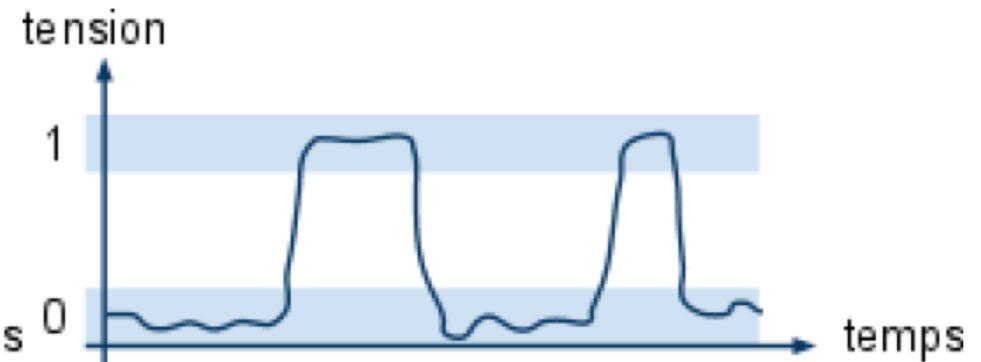
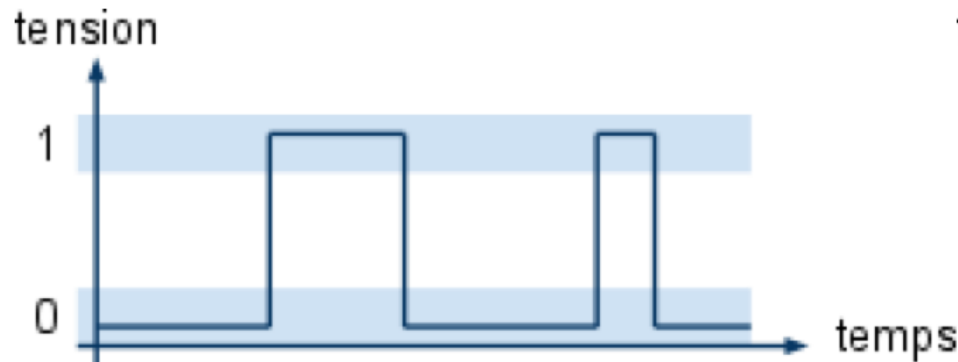
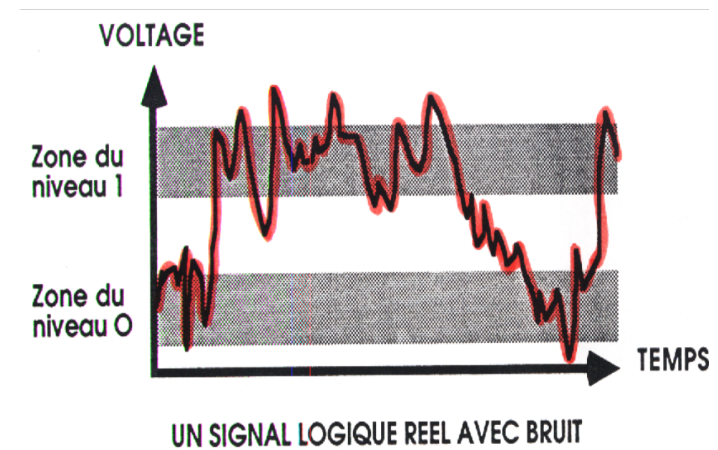


Plan

- Numérique versus Analogique
- Conversion Numérique vers Analogique
- Conversion Analogique vers Numérique
- Convertisseur AN du p16f877
- Conversion Numérique Analogique par pwm

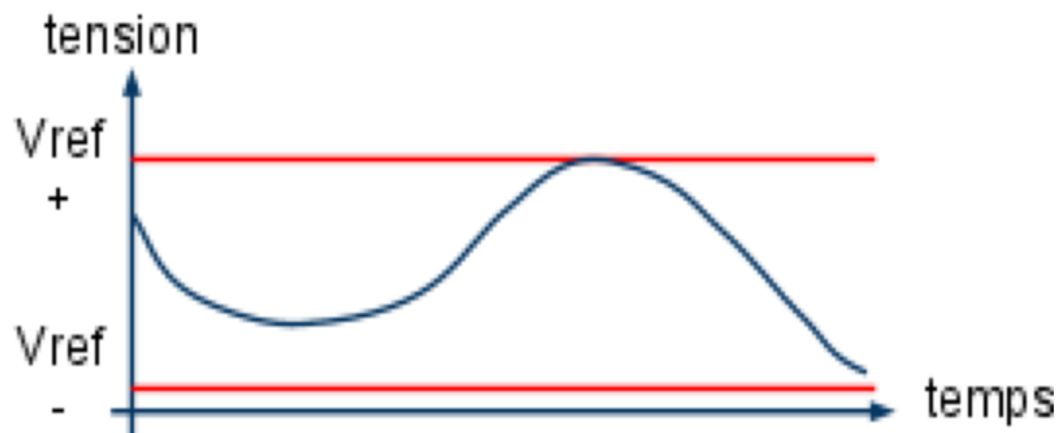
Signal numérique

- Un signal numérique se caractérise par deux valeurs de tension, soit en logique positive:
 - 1 (**5V** ou 3.3V ou 1.8V)
 - 0 (0V)
- Dans la réalité le signal est bruité:

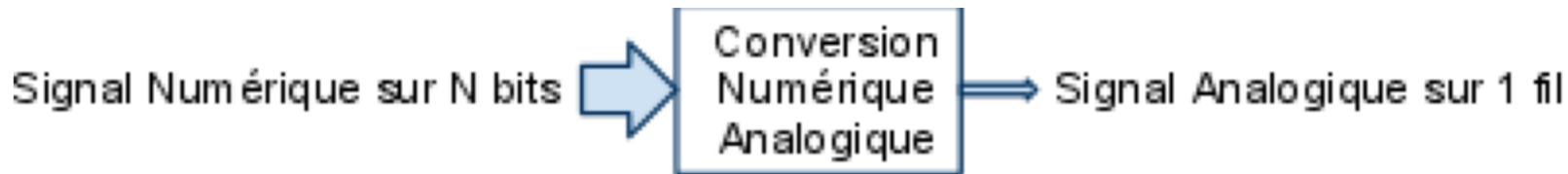


Signal analogique

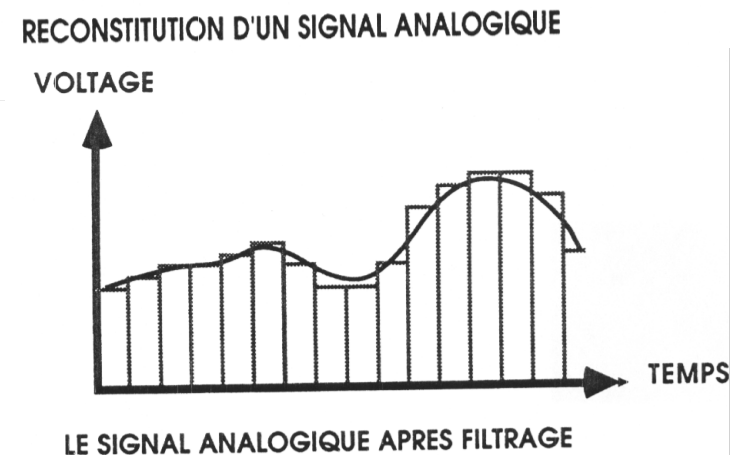
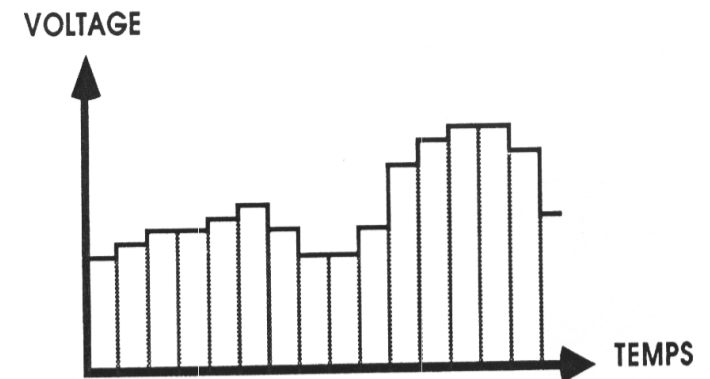
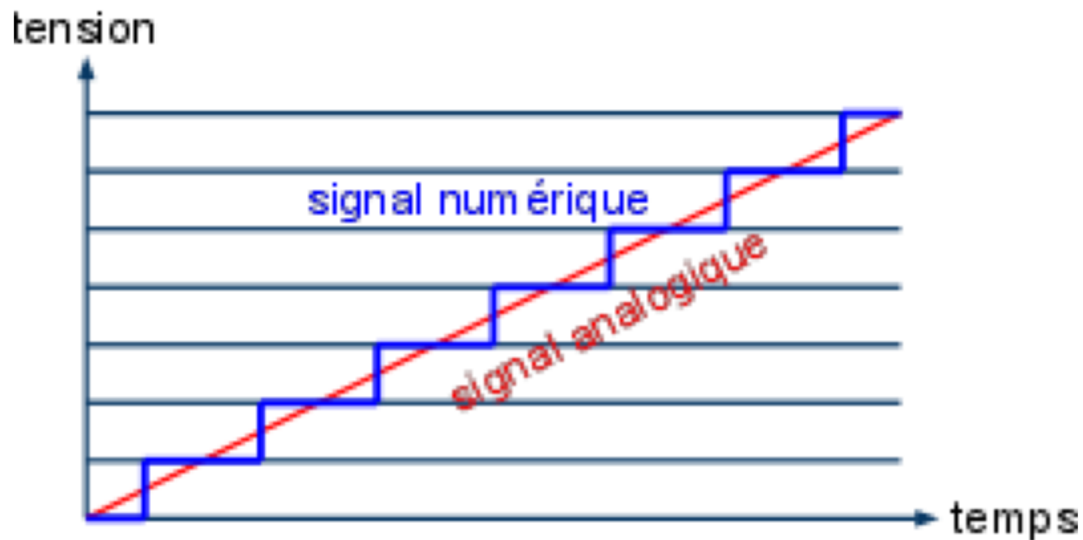
- Un signal analogique peut prendre toutes les valeurs de tension entre deux bornes:
 - V_{ref+} : tension maximale
 - V_{ref-} : tension minimale
- Dans notre contexte V_{ref} sera 5V et V_{ref-} sera 0V



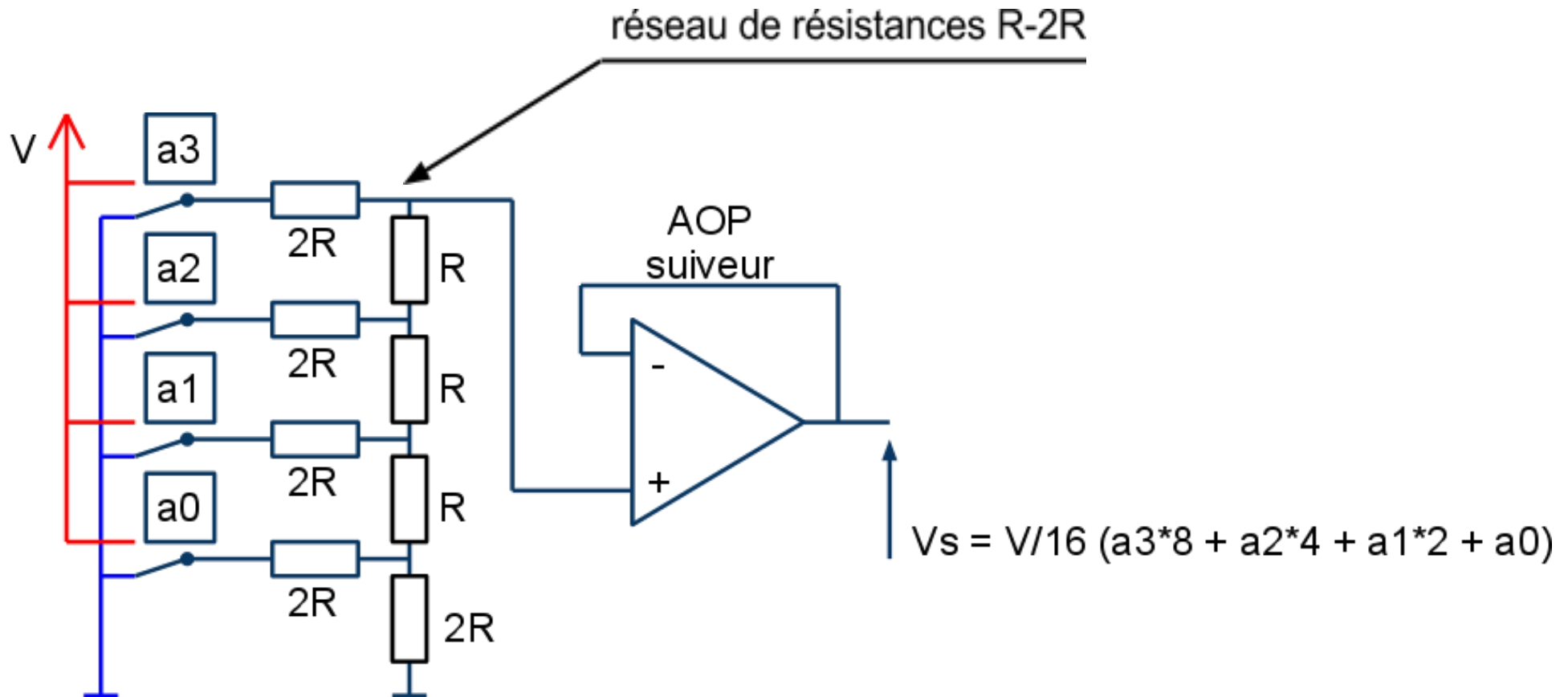
Conversion Numérique Analogique



La quantification se traduit par un effet escalier que l'on peut atténuer par filtrage.



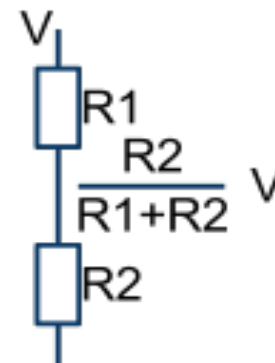
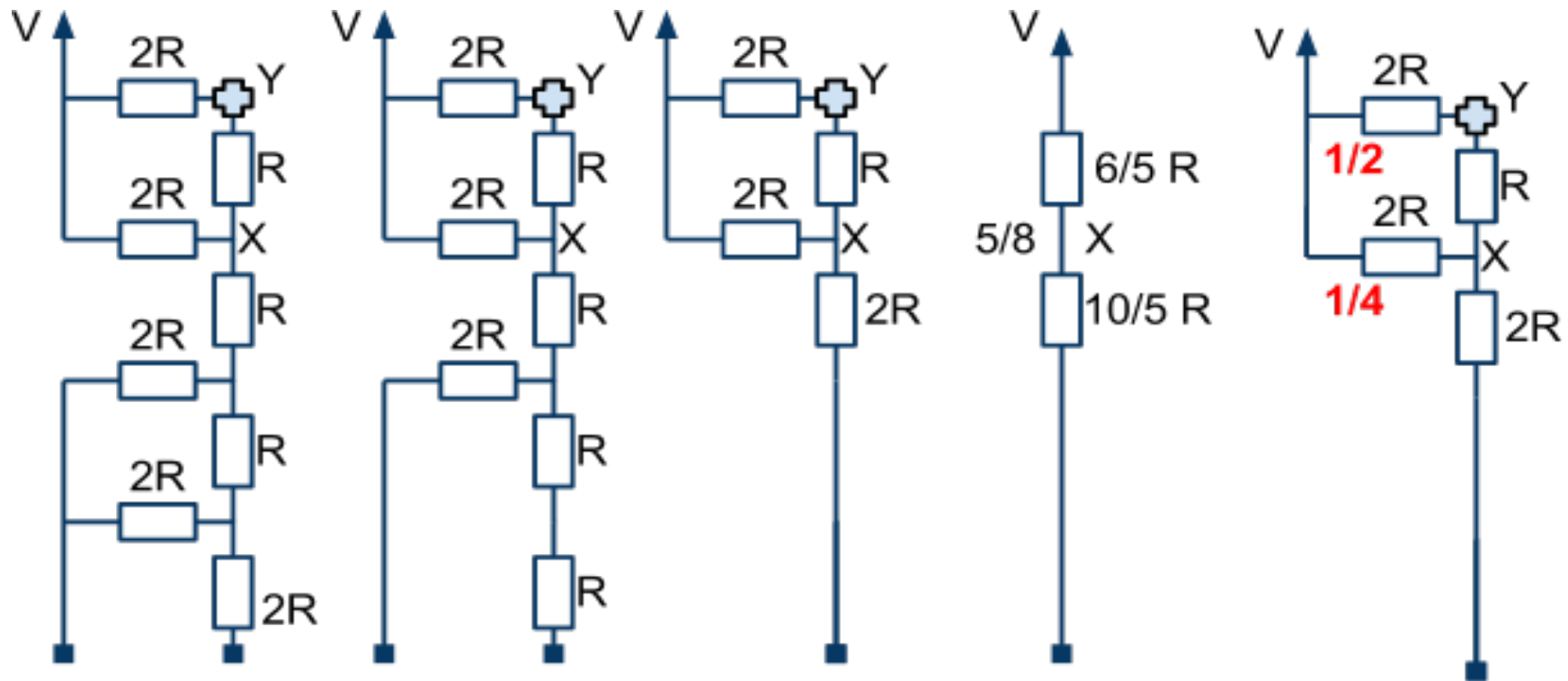
Convertisseur Numérique Analogique



Exemple :

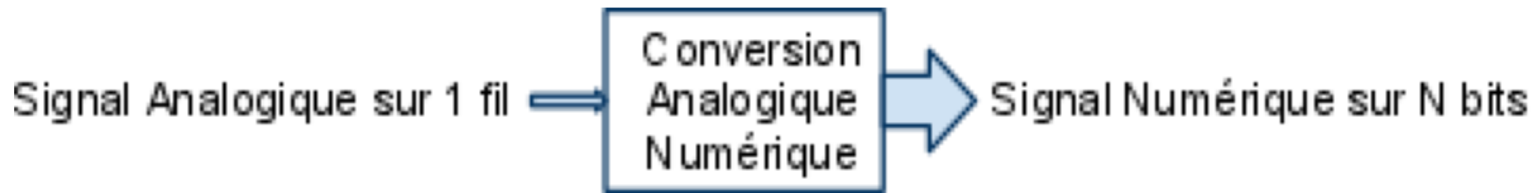
- Si tous les bits sont à 0 alors l'entrée + est à 0
- Si a_3 est à V et a_2 , a_1 , a_0 sont à 0, l'entrée + est à $V/2$

Un peu d'électronique....



Y s'exprime en Volt
 $Y = V(X + 1/3 (1-X))$
 $Y = V(5/8 + 1/3 (1 - 5/8))$
 $Y = V(5/8 + 1/3 (3/8))$
 $Y = 6/8 V$
 $Y = 3/4 V$
 $Y = (1/2 + 1/4)V$

Conversion Analogique Numérique

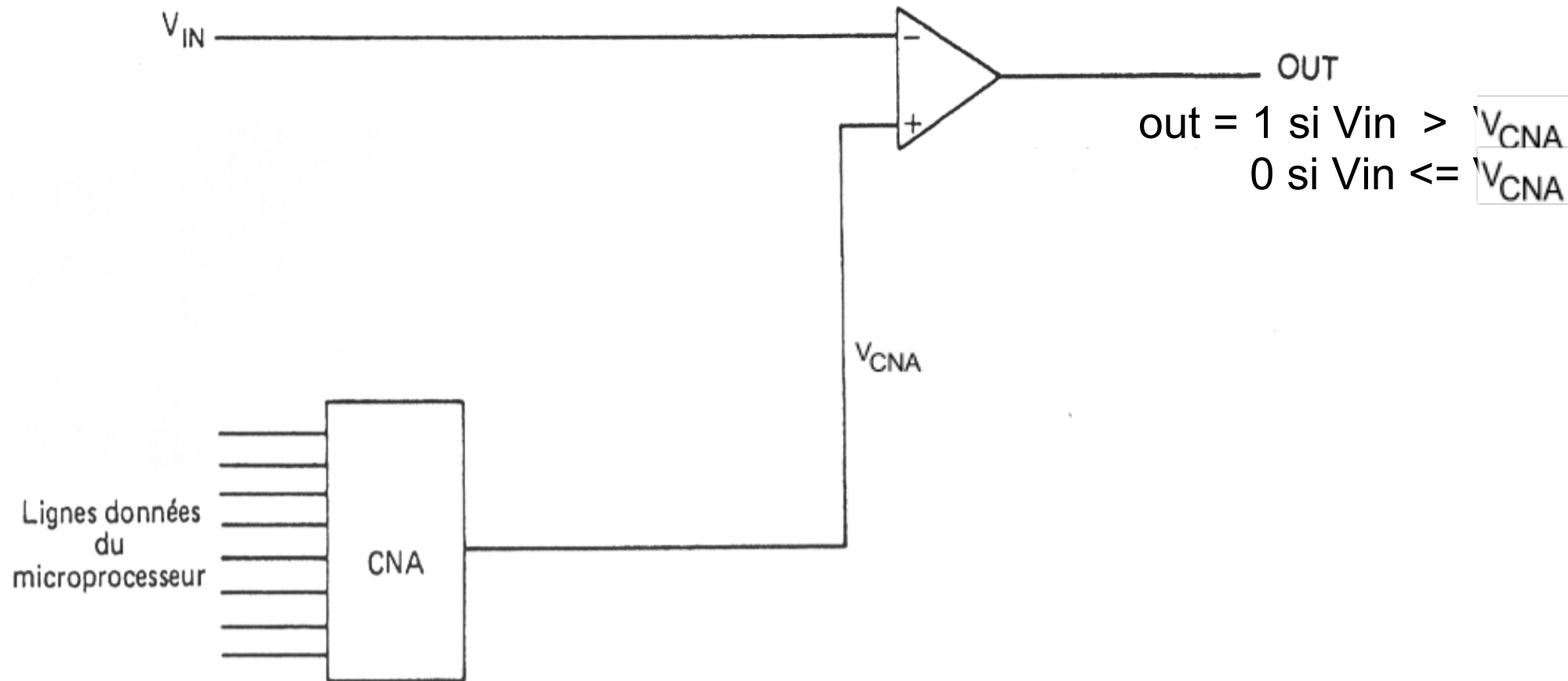


Le conversion entraine une quantification, par exemple si le signal analogique est compris entre 0 et 5 volts, si le signal numérique est sur 8 bits. On ne représentera numériquement que 256 valeurs sur l'infinité des valeurs analogiques comprises entre 0 et 5V.



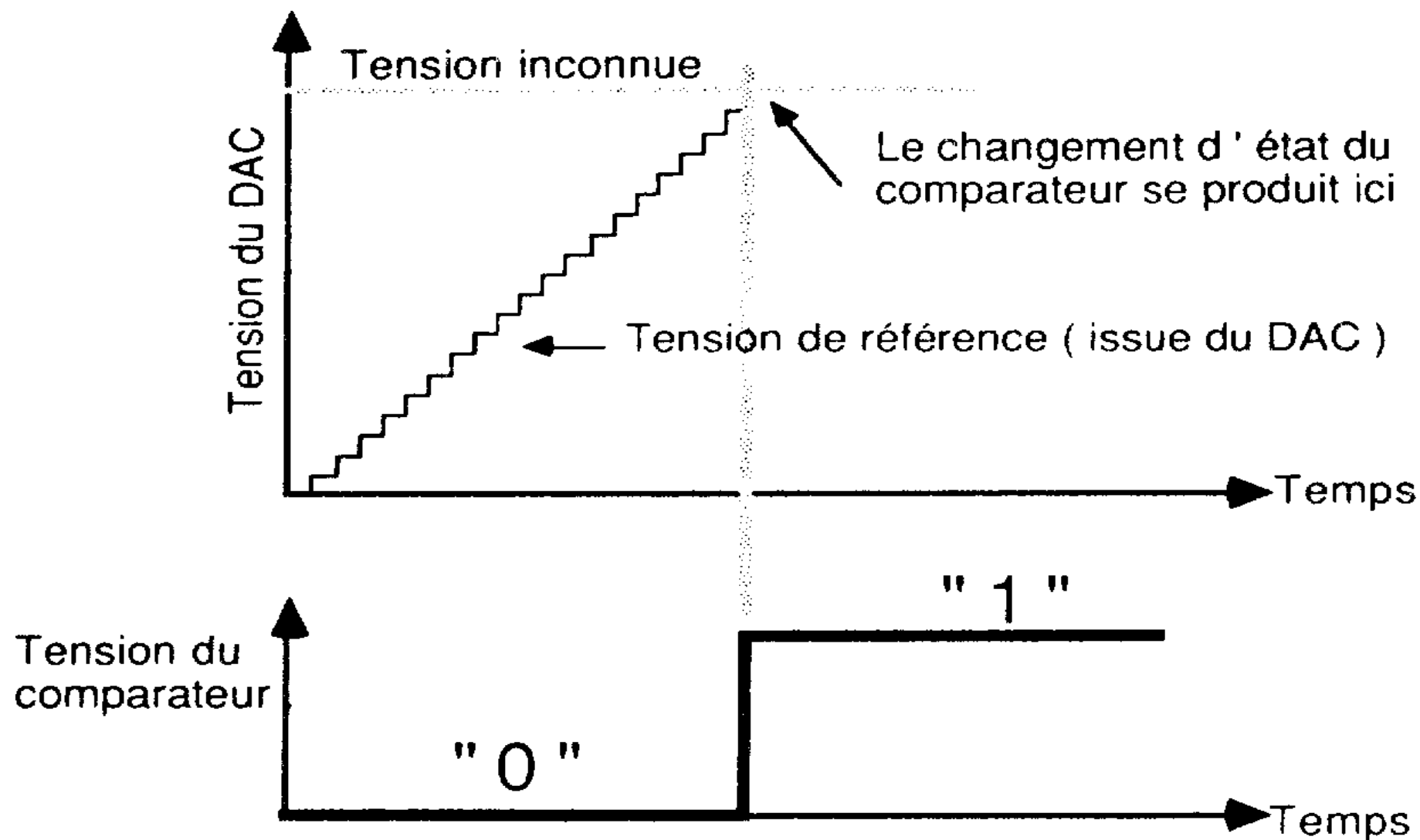
Conversion Analogique Numérique

On compare la tension analogique en entrée avec une valeur analogique produite par le processeur et recherche l'égalité



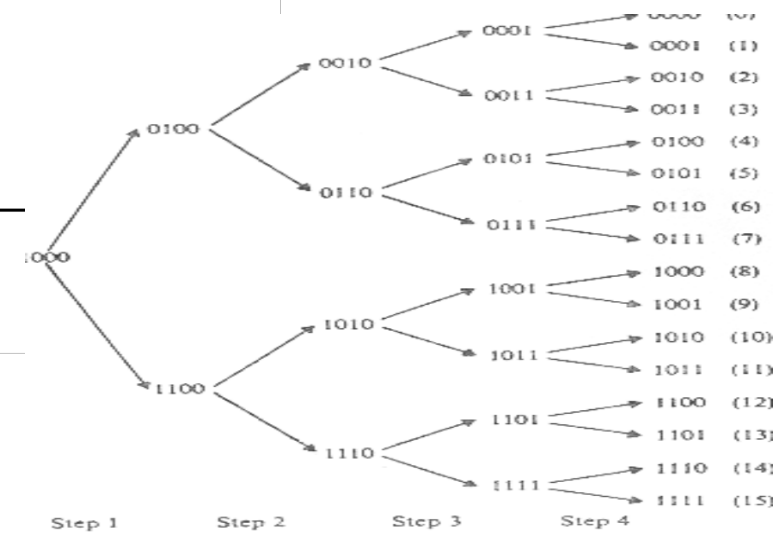
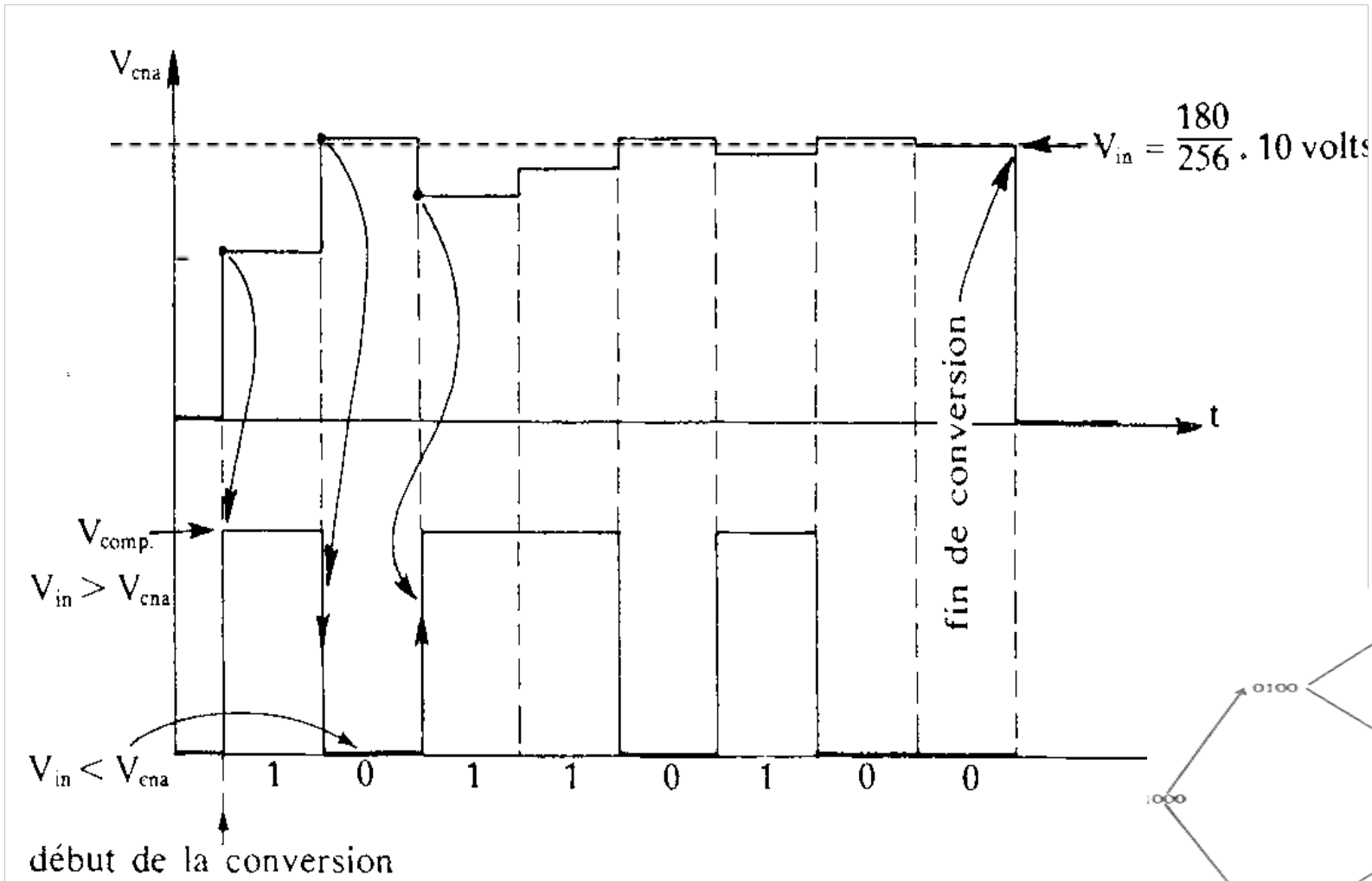
Principe de la conversion : rampe

Le processeur va calculer une valeur transformé par le CNA jusqu'à faire basculer le comparateur. On peut utiliser une simple rampe :

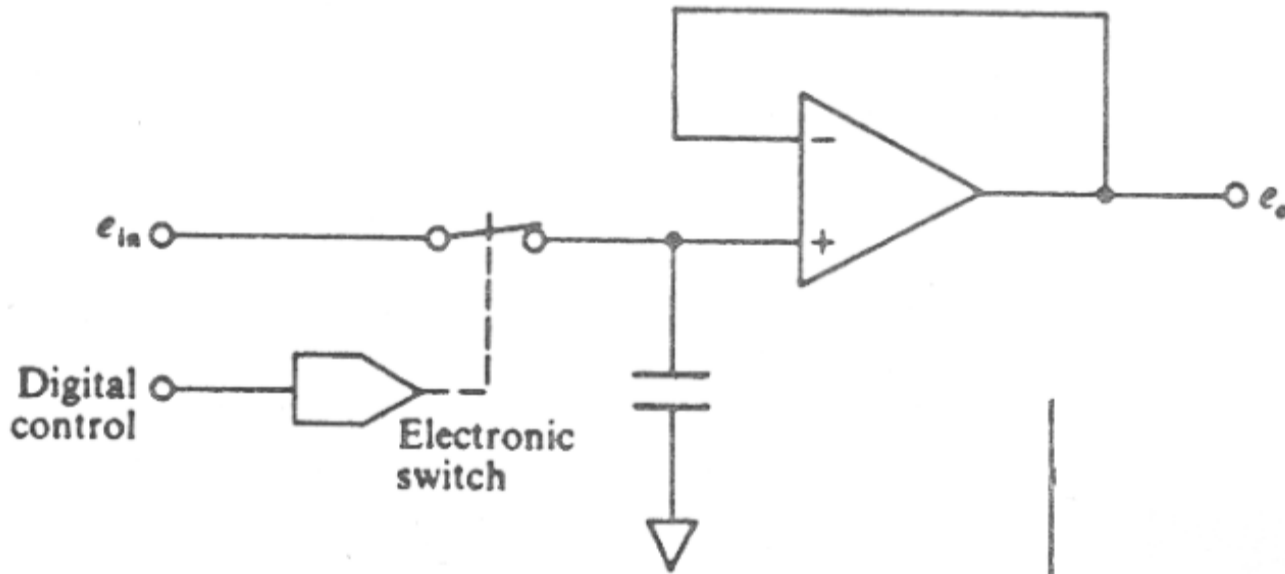


Principe de la conversion : dichotomie

On peut approcher la valeur V_{in} par dichotomie

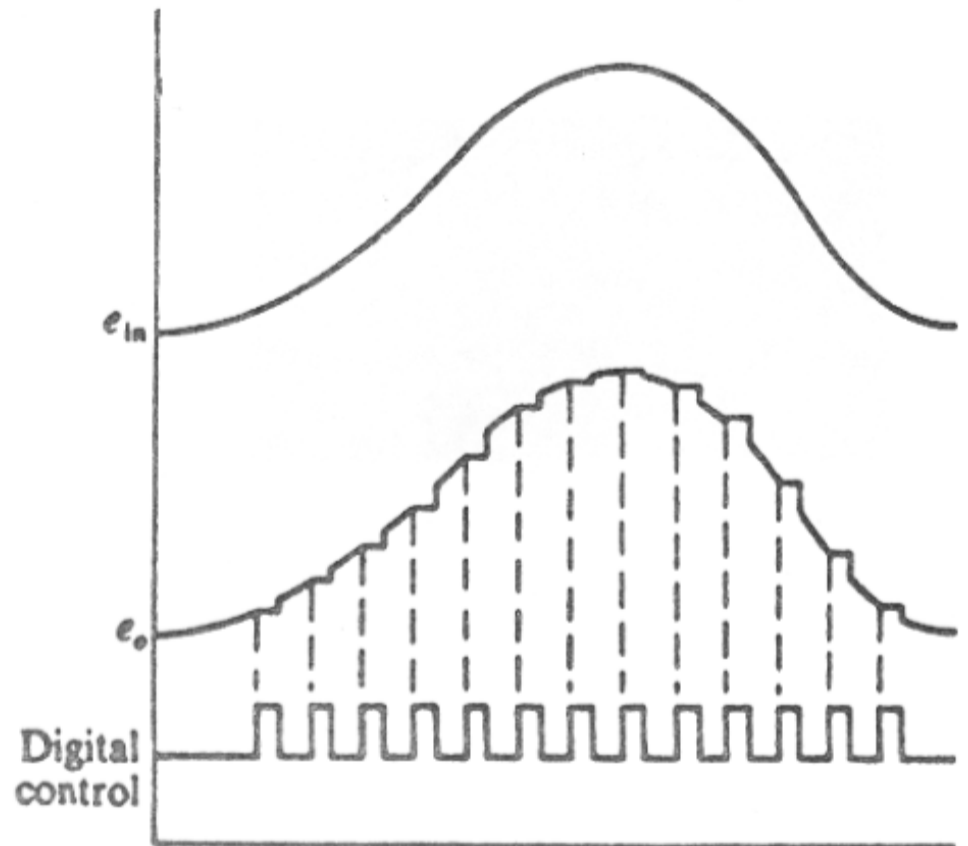


Acquisition de la valeur analogique

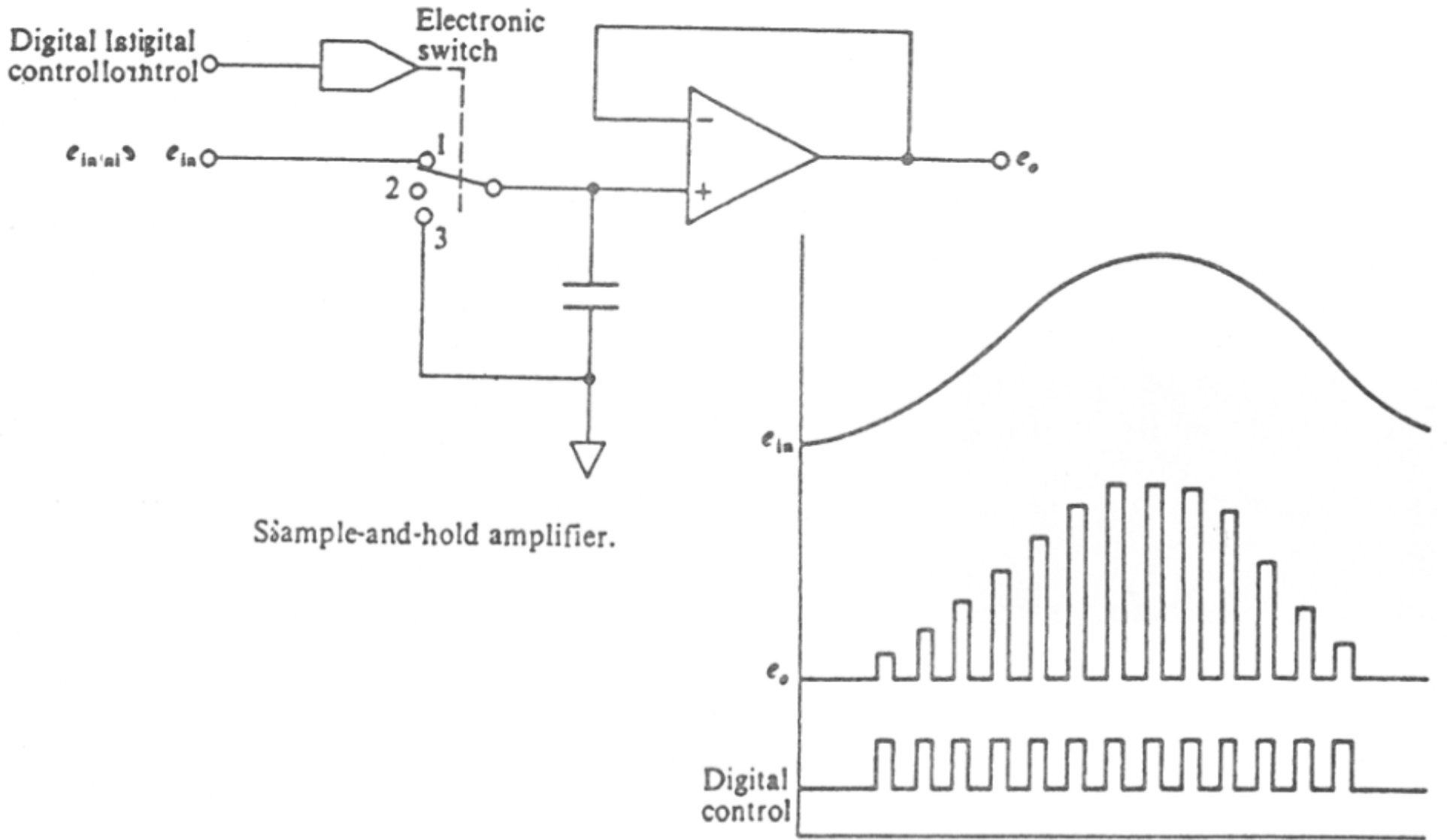


Track-and-hold amplifier.

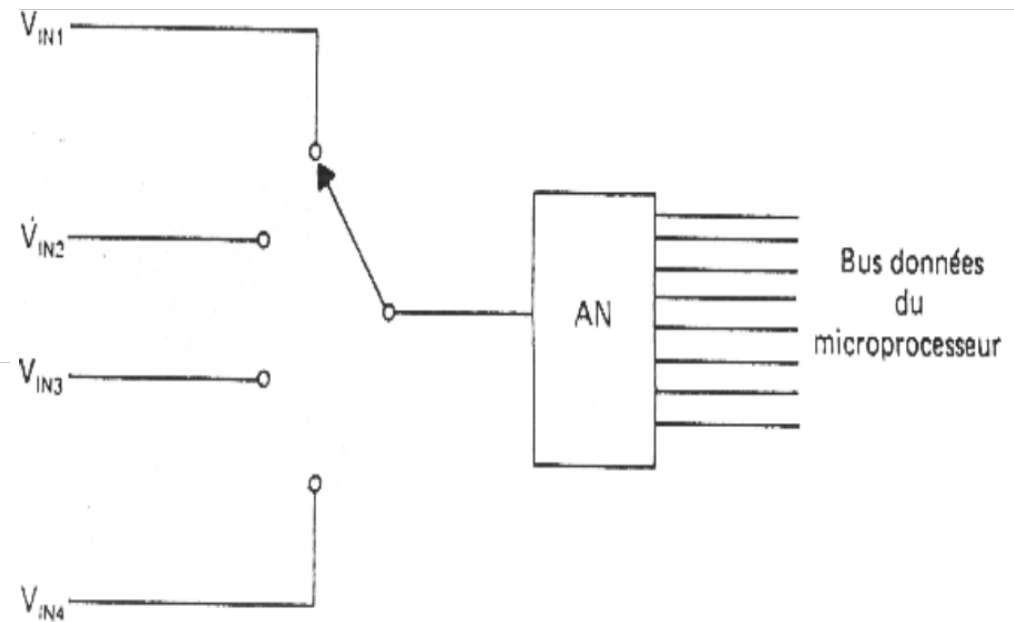
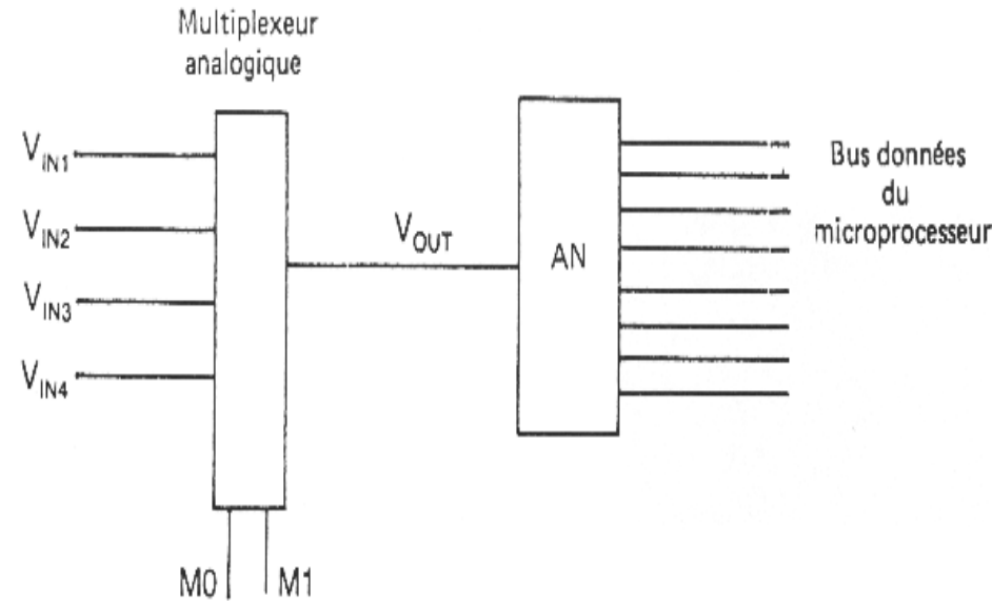
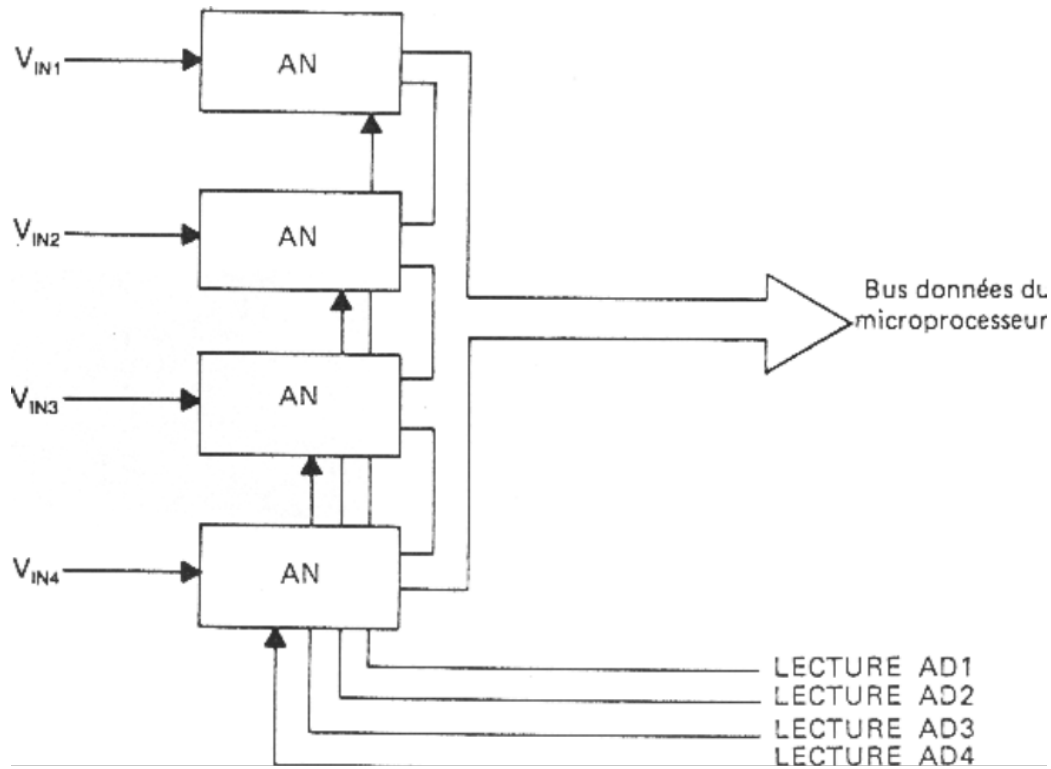
Response curves and timing chart for track-and-hold amplifier.



Acquisition de la valeur analogique

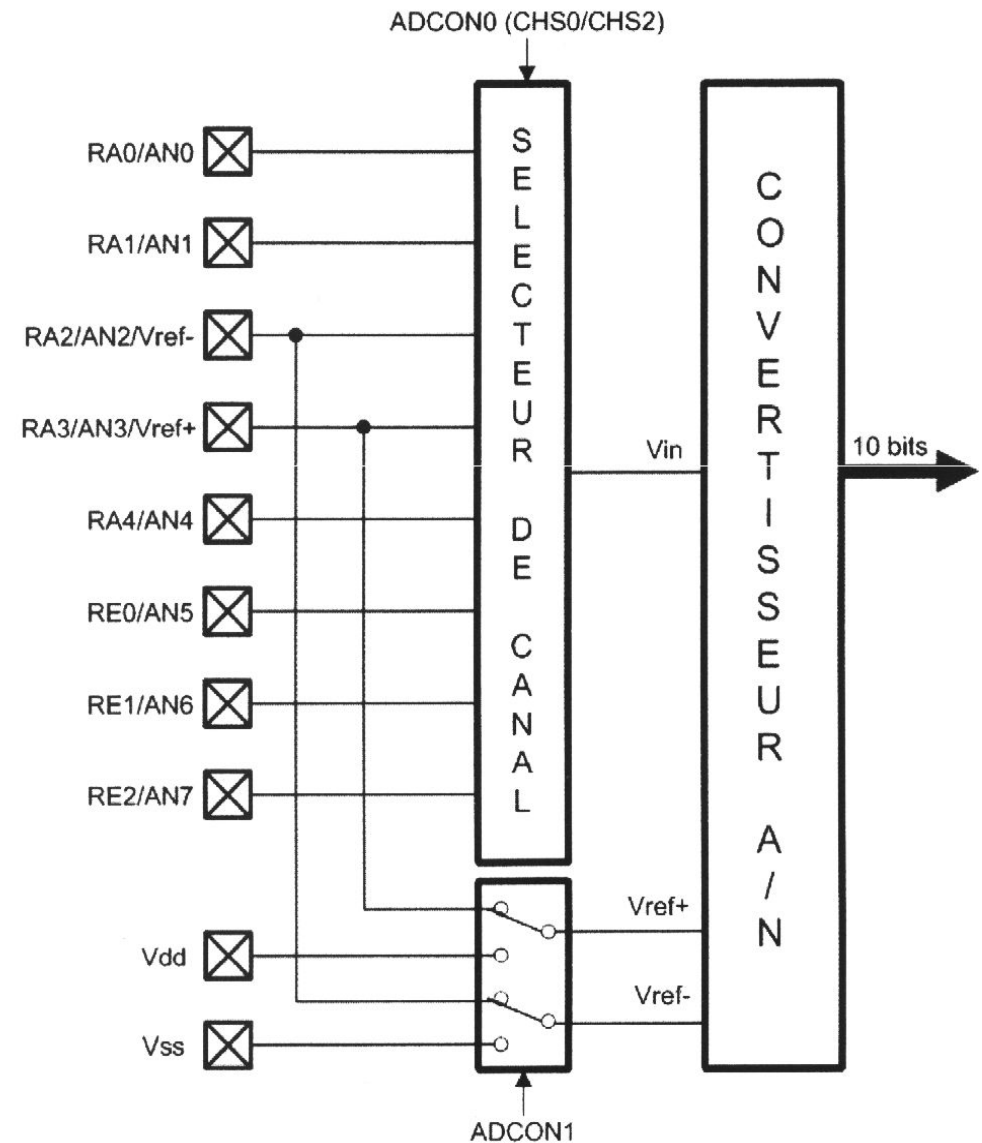


Acquisition de la valeur analogique



Le convertisseur du p16f877

- Le pic16f877 dispose de 8 entrées analogiques AN0 à AN7 sur : A0, A1, A2, A3, A5, E0, E1, E2.
- Il n'y a qu'un seul convertisseur mais qui peut prendre la valeur à convertir sur 8 entrées différentes.



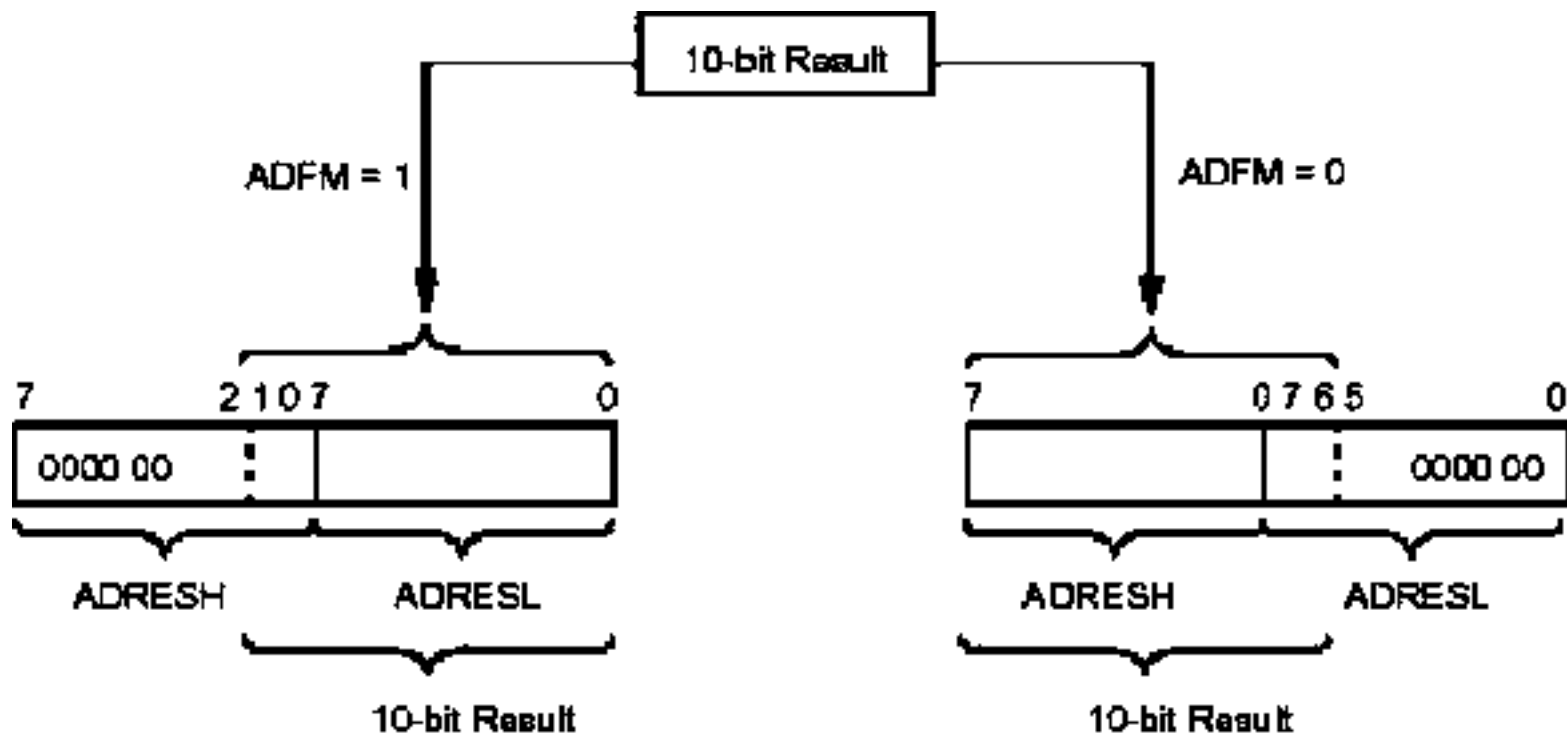
Caractéristiques CAN p16f877

- Le convertisseur est un échantillonneur-bloqueur, mesurant la valeur par dichotomie.
- Le pic peut échantillonner à une fréquence nominale d'environ 24KHz, soit en vertu du théorème de Shannon, des signaux à 12KHz.
- La valeur échantillonnée est entre 0 et 5V ou entre VREF- et VREF+ (par exemple entre 1 et 2V).
- Le convertisseur peut marcher en mode veille (SLEEP).

Caractéristiques CAN p16f877

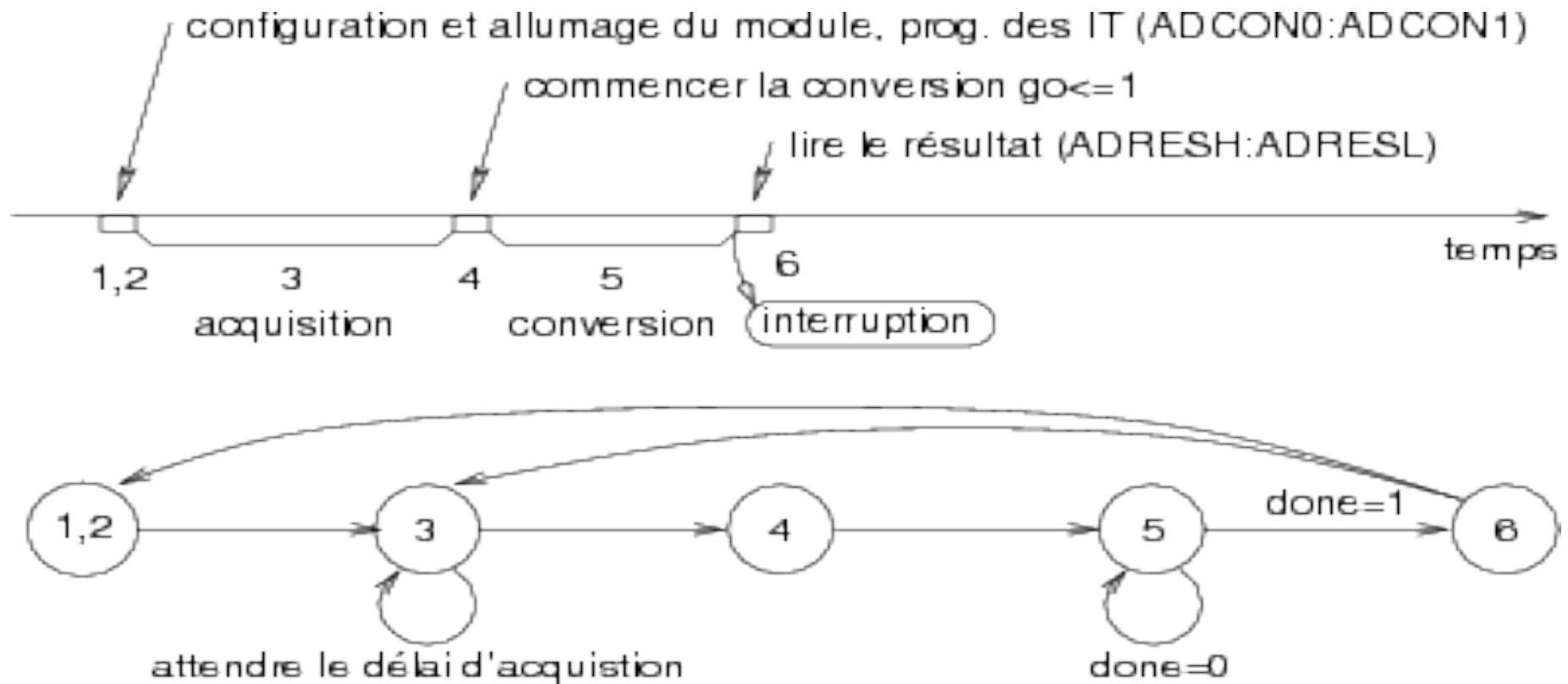
- Le convertisseur se pilote par l'intermédiaire de 4 registres :
 - ADRESH(0x1E), ADRESL(0x9E),
 - ADCON0(0x1F), ADCON1(0x9F).
- ADCON0 sert à programmer:
 - la vitesse d'échantillonnage par ADCS[1:0] (dépend de l'horloge du PIC).
 - les canaux d'entrée analogiques choisis par CHS[2:0].
 - le démarrage d'une conversion par GO/DONE.
 - le bouton marche/arrêt du convertisseur par ADON
- ADCON1 sert à programmer:
 - La méthode de placement du résultat dans les registres ADRESH:ADRESL par ADFM.
 - La configuration des broches d'entrée par PCFG[3:0].
 - Il s'agit de dire quelles sont les broches utilisées en tant qu'entrée analogique, celles utilisées comme référence de tension et celles restant numériques.

La précision est sur 10 bits.

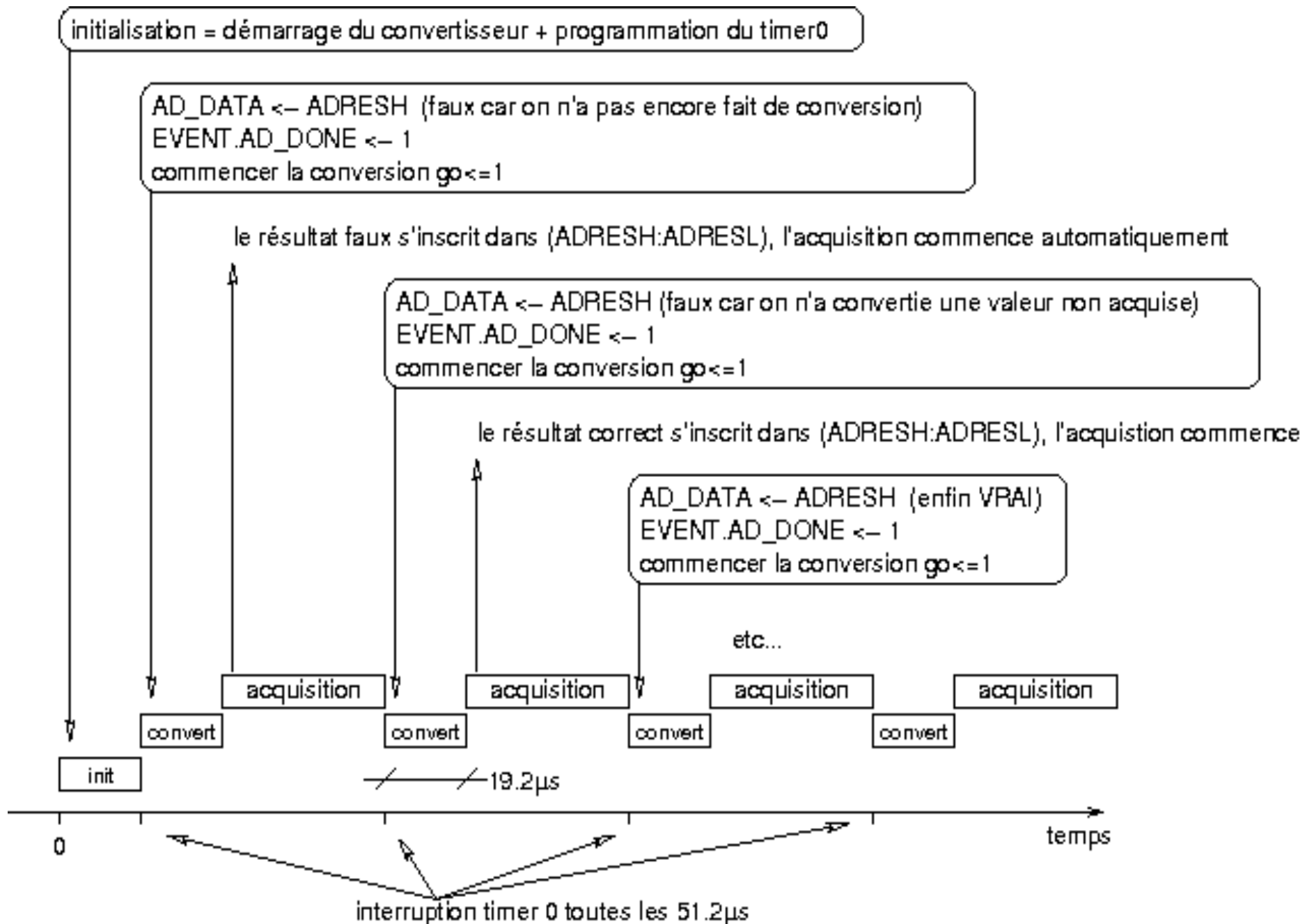


Usage du CAN du p16f877

1. Configurer le module analogique en programmant les registres ADCON1 et ADCON0.
 2. Dans le même temps, configurer les interruptions (si on le souhaite).
 3. Attendre le temps d'acquisition (échantillonnage) de la donnée analogique (min 23us)
 4. Commencer la conversion en activant ADCON0[GO]
 5. Attendre la fin de la conversion, c.-à-d. que GO retombe à 0 ou attendre une IT (20us)
 6. Lire la valeur sur ADRESH:ADRESL, l'un des 2 si on se ne veut que 8 bits de précision.
- Si on veut changer la configuration du convertisseur, il faut revenir en 1, 2.
Sinon si l'on n'éteint pas le convertisseur, on retourne automatiquement à l'étape 3, c'est-à-dire qu'on commence à acquérir la donnée suivante.

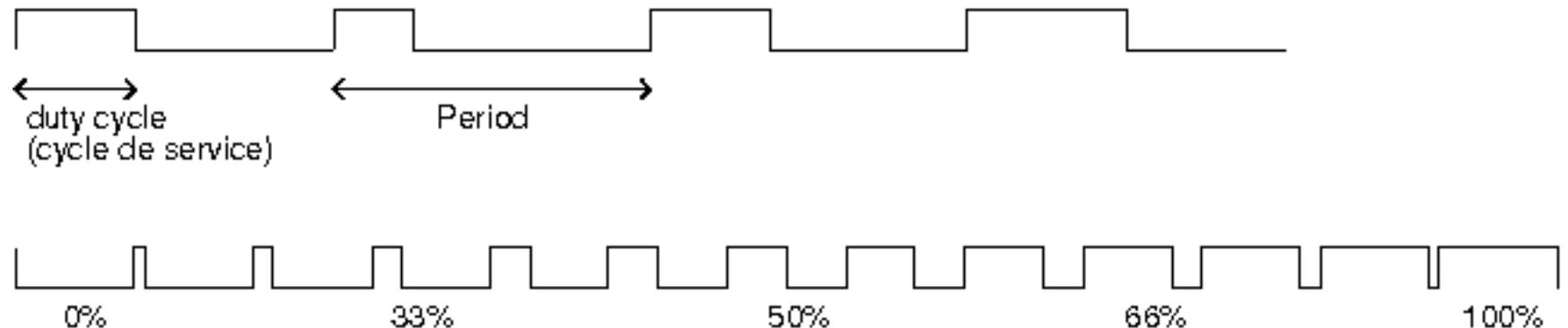


Usage du CAN du p16f877



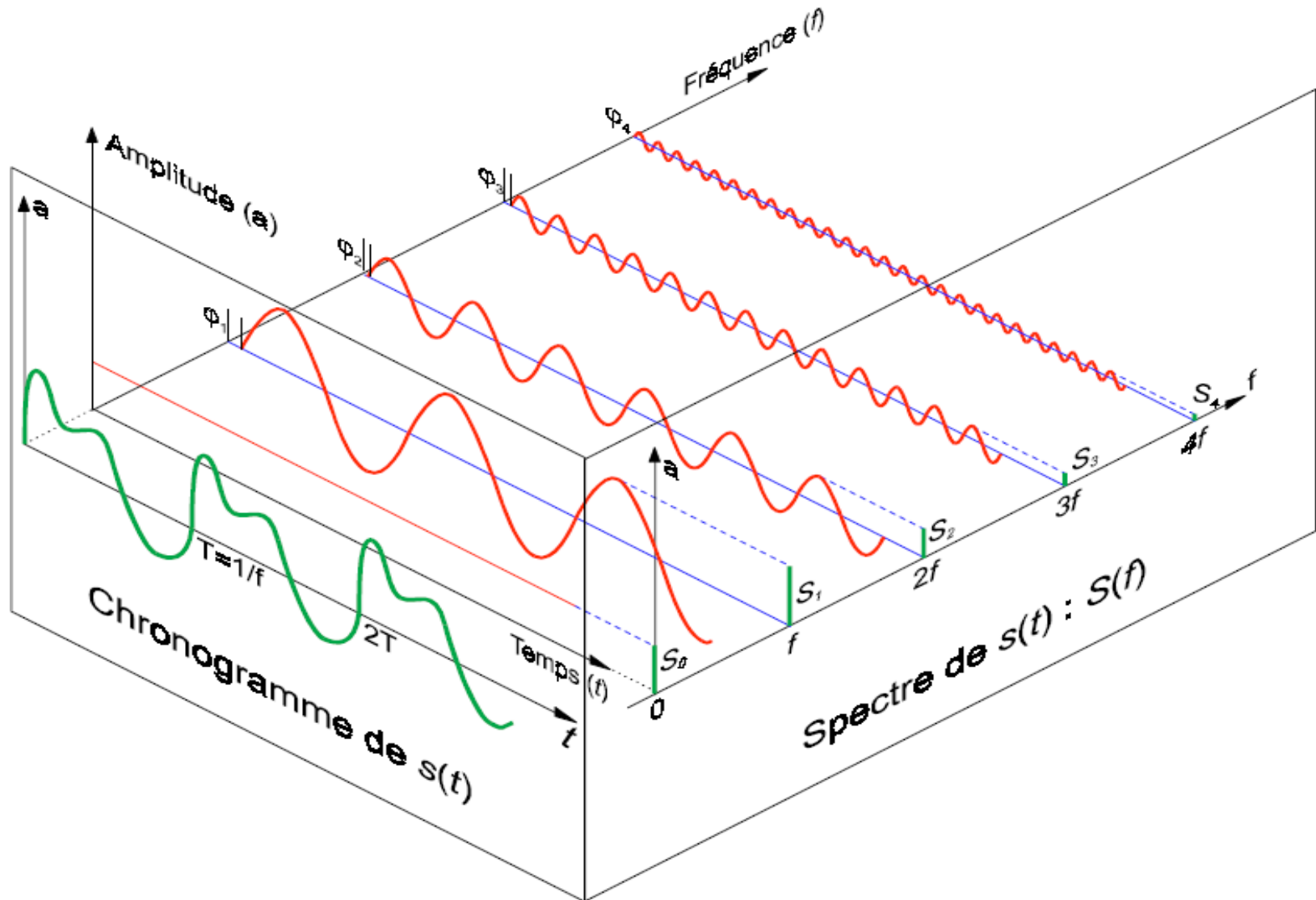
Génération Signal depuis PWM

- Si la vitesse de conversion n'est pas importante ou si on ne peut pas utiliser N bits numériques, alors on peut produire un signal numérique périodique dont la durée de l'état 1 varie entre 0% et 100%.
- C'est un signal PWM (Pulse Width Modulation). Il suffit de filtrer le signal pour ne conserver que sa moyenne.



- Par exemple, si le signal PWM a une fréquence de 20 KHz, on peut fabriquer un état 1 d'une durée de 0us à 50us.
- Suivi d'un filtre RC avec une fréquence de coupure de 100Hz ($FC = 1/2 * \pi * R * C = 102\text{Hz}$ si $R = 15.6\text{K}\Omega$, $C = 100\text{nf}$).
- en 10ms (100Hz), on a environ 200 périodes de 50us

Concept de filtre



Un signal électrique quelconque peut être décomposé par une somme de signaux sinusoïdaux plus une composante continue.

Concept de filtre

Un filtre permet de garder une portion des composantes:

- passe-bas : pour garder la composante continue et les basses fréquences
- passe-haut : pour garder les hautes fréquences
- passe-bande : pour garder les composantes dans un intervalle de fréquence

Le filtre le plus simple est le filtre RC. La fréquence de coupure est la fréquence au delà de laquelle la puissance du signal est divisé par 2 (attenuation 3db) est $FC = 1/2 * \pi * R * C$.

