



LES AUTOMATISMES

LE TRAITEMENT ANALOGIQUE



Lycée L.RASCOL 10,Rue de la République
BP 218. 81012 ALBI CEDEX

SOMMAIRE

BUT

LES CAPTEURS

LES ACTIONNEURS

Commande proportionnelle

Commande continue

LA CONVERSION

Traitement du signal

Convertisseur analogique numérique

Convertisseur numérique analogique

LES COUPLEURS ANALOGIQUES

Entrée analogique

Sortie analogique

Caractéristiques et paramétrage des coupleurs analogiques

CALCUL DE MISE A L'ECHELLE

Principe

Exemple

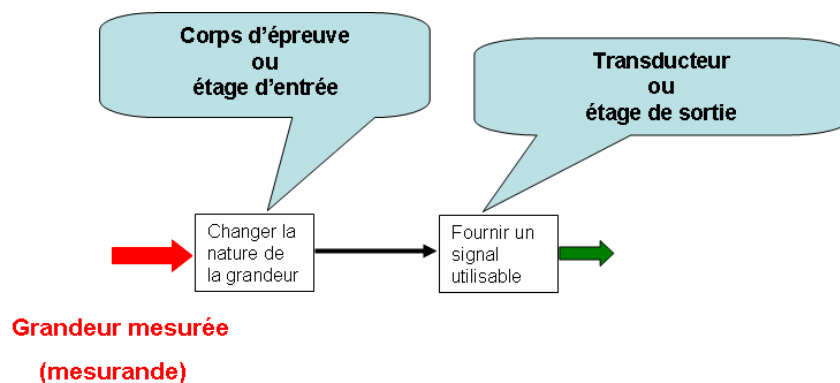
BUT

Certaines grandeurs physiques intéressantes sont analogiques, c'est-à-dire liées à un signal continûment variable.

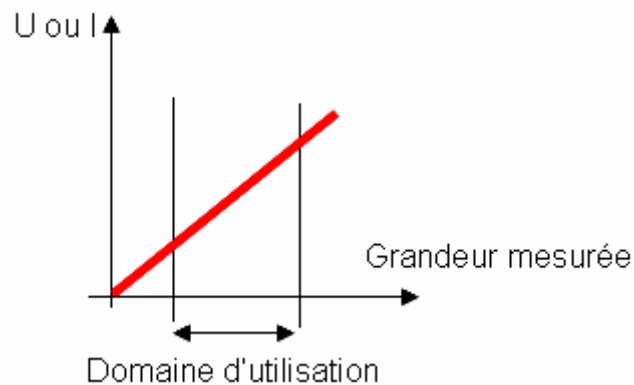
- Prise en compte des valeurs réelles des grandeurs intervenant dans le système, c'est le rôle des capteurs,
- Faire évoluer le système en fonction des ses grandeurs, c'est le travail des actionneurs (continu ou proportionnel),
- Gérer l'évolution (asservissement ou régulation).

LES CAPTEURS

Le rôle principal du capteur est de transformer la grandeur à mesurer en un signal compréhensible par le système de commande.



Le signal de sortie fourni sera du type tension ou courant proportionnel à la grandeur à mesurer.



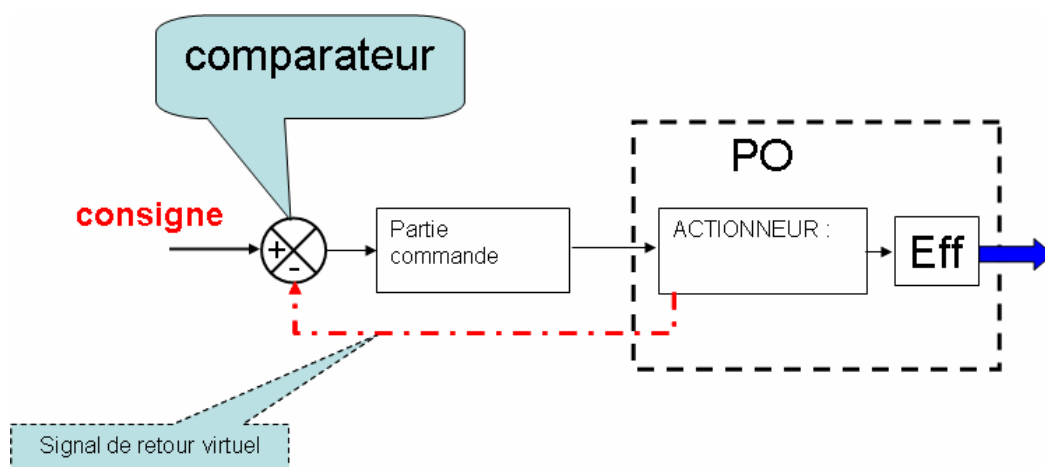
LES ACTIONNEURS

Pour permettre l'évolution du système en fonction de la grandeur analogique traitée, deux principes sont utilisés dans la commande des actionneurs analogiques,

COMMANDE PROPORTIONNELLE

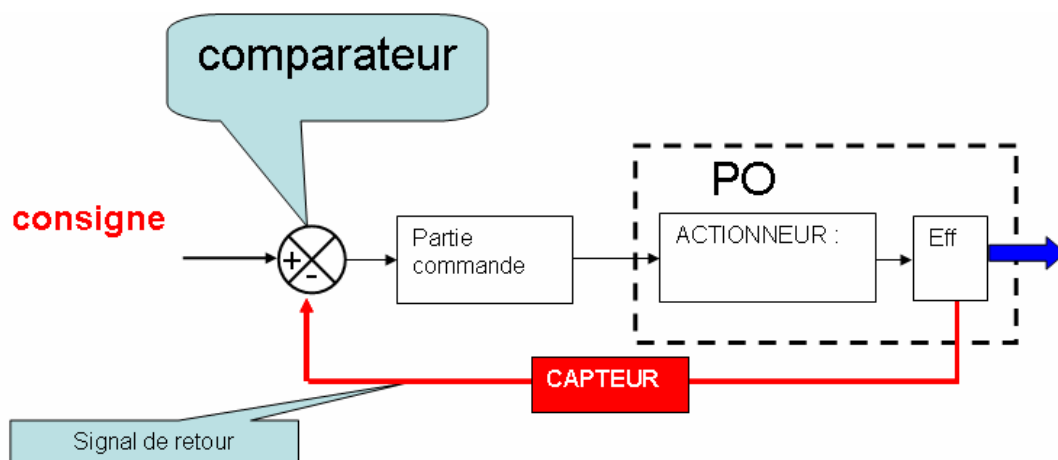
Les actionneurs a commande proportionnelle, *type boucle ouverte*, surtout utilisés en hydraulique sur des vannes de débit ou de pression.

Exemple : commande en vitesse d'un vérin hydraulique. L'action se fait sur le débit par l'intermédiaire d'une vanne de débit proportionnelle



COMMANDE CONTINUE

Les actionneurs a commande continue, ou *en boucle fermée*, ou asservis (commande d'axes, ou process régulés) utilisent un signal de retour pris sur la grandeur réelle a asservir et le compare en permanence a la valeur de consigne.



LA CONVERSION

Pour les prélever les grandeurs physiques analogiques on se sert de capteurs dont le rôle est de traduire une grandeur physique en un signal électrique exploitable. Pour exploiter ce signal par des systèmes numériques il est nécessaire de convertir¹ le signal en valeur numérique codée.

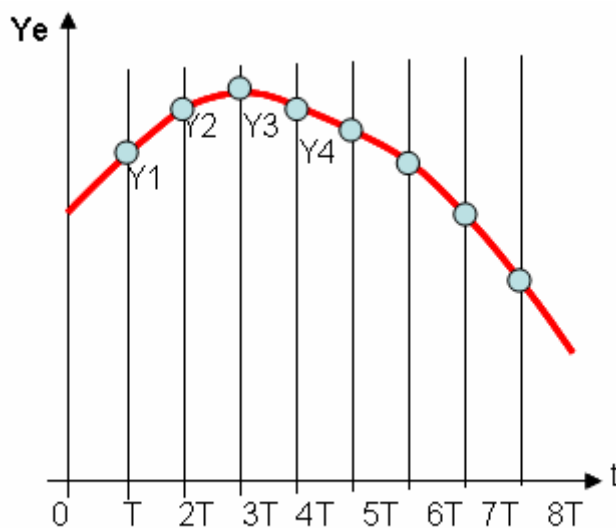
TRAITEMENT DU SIGNAL

Cette fonction de numérisation effectuée par le convertisseur comporte une double opération :

- **L'échantillonnage** : consiste à prélever la valeur instantanée du signal analogique à intervalles de temps réguliers.
- **La quantification** : consiste à transformer la valeur de ces échantillons en nombre binaire.

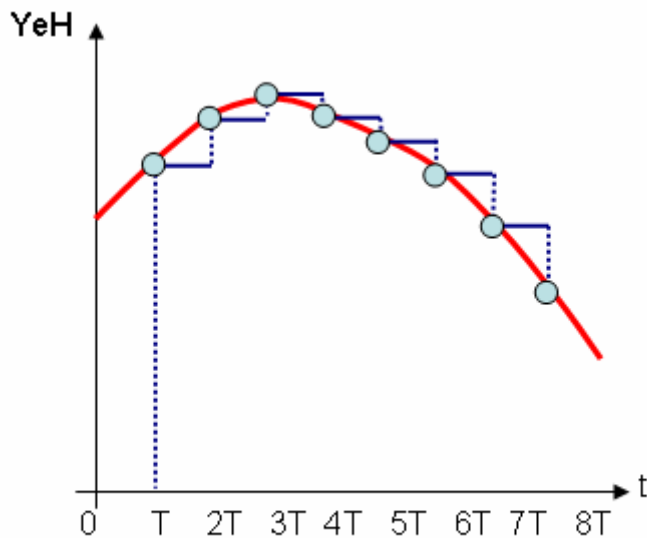
l'échantillonnage

Prélèvement périodique de la valeur analogique $Y_e(t)$. La fréquence d'échantillonnage (F_e) est donnée par la relation :



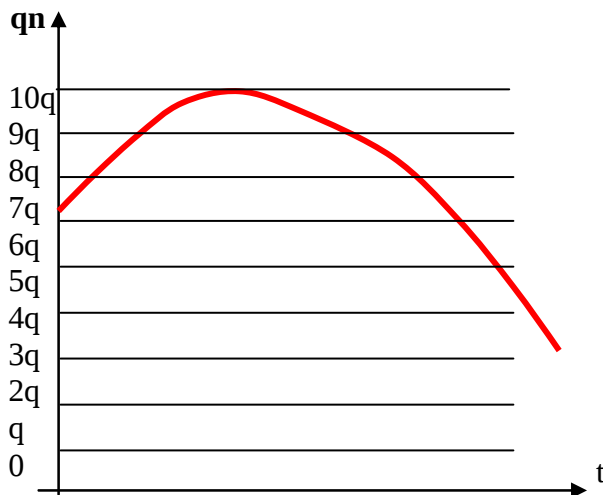
$$F_e \geq 2 * F_{\text{maxi du signal}}$$

¹ On utilise l'abréviation CAN pour Convertisseur Analogique Numérique et CNA pour Convertisseur <numérique Analogique

Temps de maintien

Pour limiter les erreurs d'échantillonnage, on utilise un échantillonneur bloqueur, dont le rôle est de mettre en mémoire les valeurs des échantillons successifs.

Le temps de maintien nécessaire pour la mémorisation d'une valeur de YeH dépend de la vitesse de conversion du système.

La Quantification

Avec un convertisseur de n bits, on peut distinguer 2^n états.

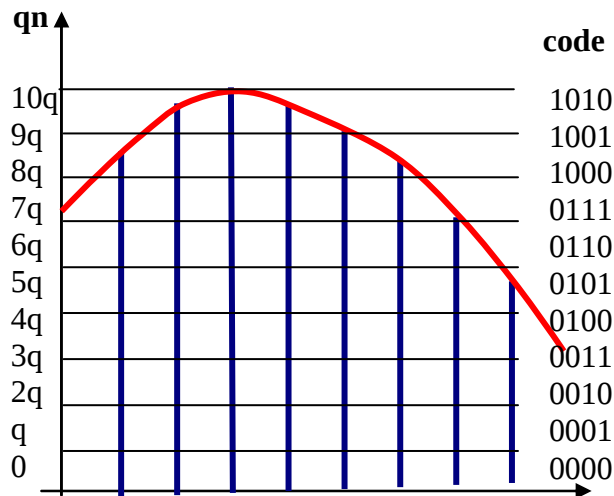
La résolution absolue définit la plus petite valeur que le convertisseur peut coder, c'est le quantum

Valeur du quantum : $q = Y_{e \text{ max}} / 2^n - 1$
($Y_{e \text{ max}}$ = valeur maximum du signal à convertir)

Exemple :

Avec un convertisseur de 8 bits et un signal analogique de 10V

$$q = 10 / (2^8 - 1) = 10 / (256 - 1) = 0,0392156 \text{ V} = 0,039 \text{ V}$$

Le codage

Etablit une correspondance entre le nombre de quanta d'un échantillon et sa valeur dans un code donnée (binaire pur, Gray ou DCB)

LE CONVERTISSEUR ANALOGIQUE NUMERIQUE (CAN)

Le convertisseur analogique numérique transforme un signal continu en une valeur numérique traitable par une partie commande programmable.

LE CONVERTISSEUR NUMERIQUE ANALOGIQUE (CNA)

Le convertisseur numérique analogique transforme une valeur numérique en un signal continu utilisable par un pré actionneur ou un actionneur.

Remarques

La conversion engendre un certain nombre d'erreurs dont les plus sensibles sont :

Erreur de linéarité :

Cette erreur représente l'écart entre la courbe de transfert idéale et la courbe de transfert réelle. Elle s'exprime en pourcentage de la pleine échelle.

Erreur de linéarité différentielle :

Au lieu d'évaluer l'erreur de linéarité sur l'ensemble de l'échelle, on considère ici l'écart en deux codes adjacents. L'erreur de linéarité différentielle définit la différence entre l'écart réel et l'écart idéal.

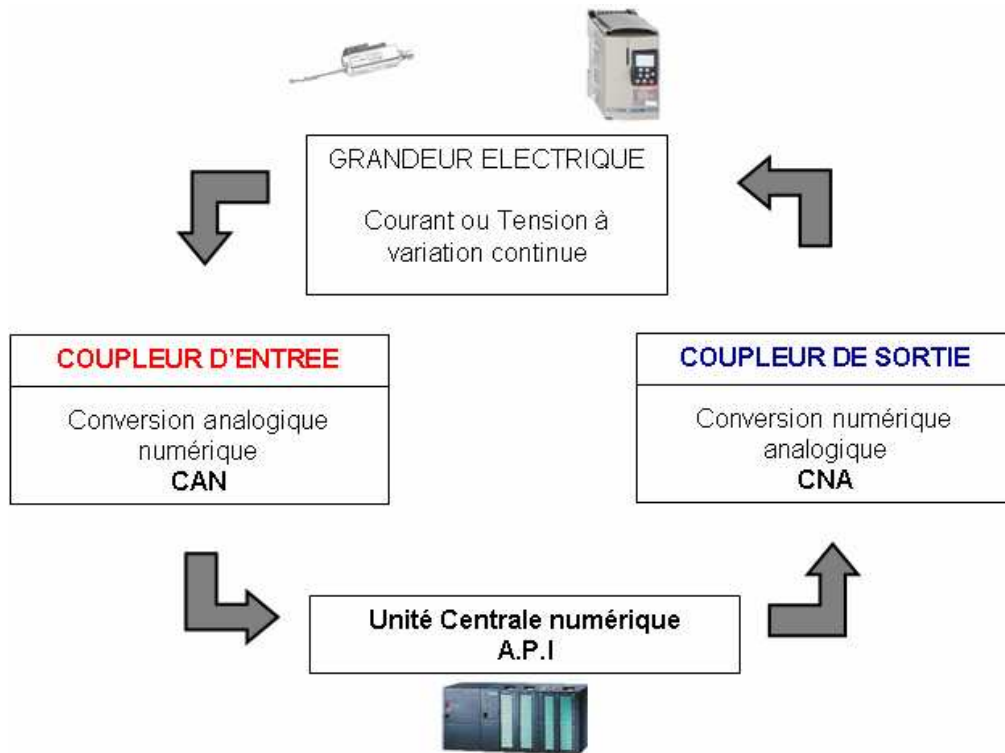
La précision

C'est l'écart existant entre la tension obtenue en sortie et celle prévue par la théorie. Elle est généralement donnée en % de la pleine échelle.

LES COUPLEURS ANALOGIQUES

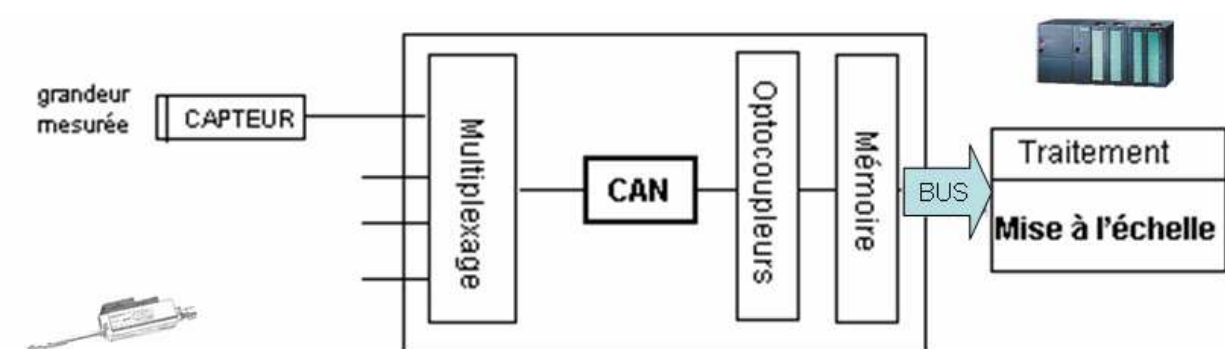
Le rôle des coupleurs analogiques est d'interfacer la partie commande avec la partie opérative via :

- Les capteurs analogiques pour les coupleurs d'entrées
- Les pré actionneurs à commandes analogiques pour les coupleurs de sorties



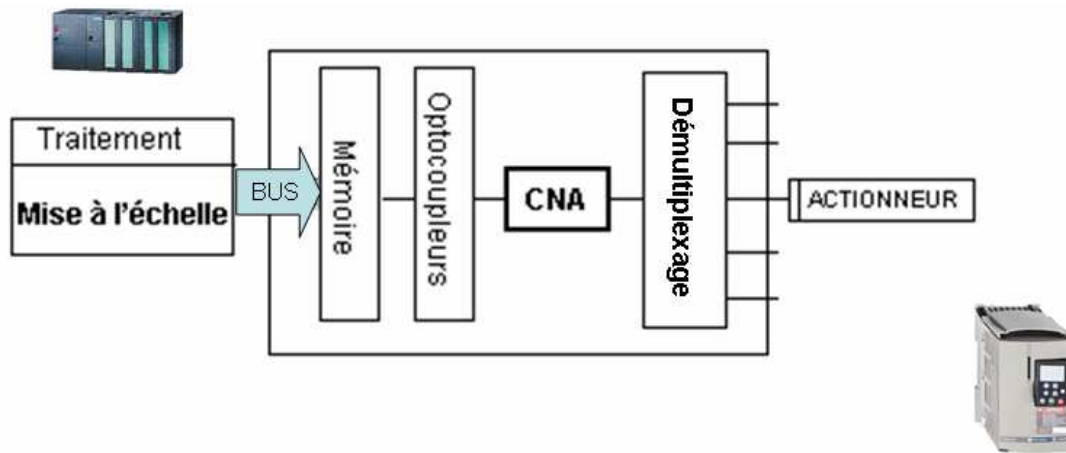
ENTREE ANALOGIQUE

Le coupleur d'entrée analogique transforme le signal continu du capteur en une valeur numérique traitable par l'Unité Centrale de l'Automate.



SORTIE ANALOGIQUE

Les coupleurs de sortie analogique transforment la valeur numérique, résultat du traitement de l'Unité Centrale en un signal continûment variable utilisable par un actionneur ou pré actionneur a commande proportionnelle ou asservie.



CARACTERISTIQUES DES COUPLEURS ANALOGIQUES

Les caractéristiques principales des coupleurs analogiques données par les constructeurs sont :

- La plage de travail ; 4-20 mA, $\pm 10V$, 0-10V...
- Le nombre de voies
- Le filtrage (matériel ou logiciel)
- La définition de conversion (8, 12, 16 bits)
- Les valeurs numériques maximum
- ...

PARAMETRAGE DES COUPLEURS

Le paramétrage se fait généralement au moment de l'installation dans le rack automate, soit :

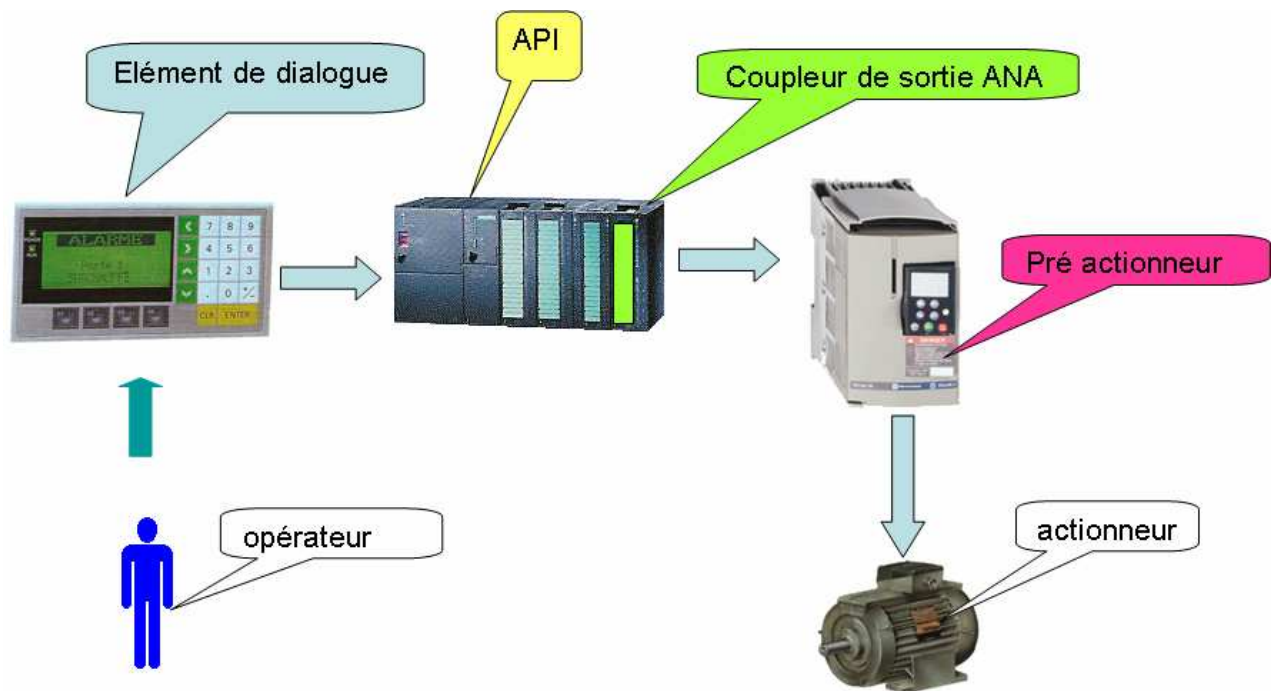
- par des switches de réglages sur la carte,
- par programmation à partir de l'atelier logiciel du constructeur.

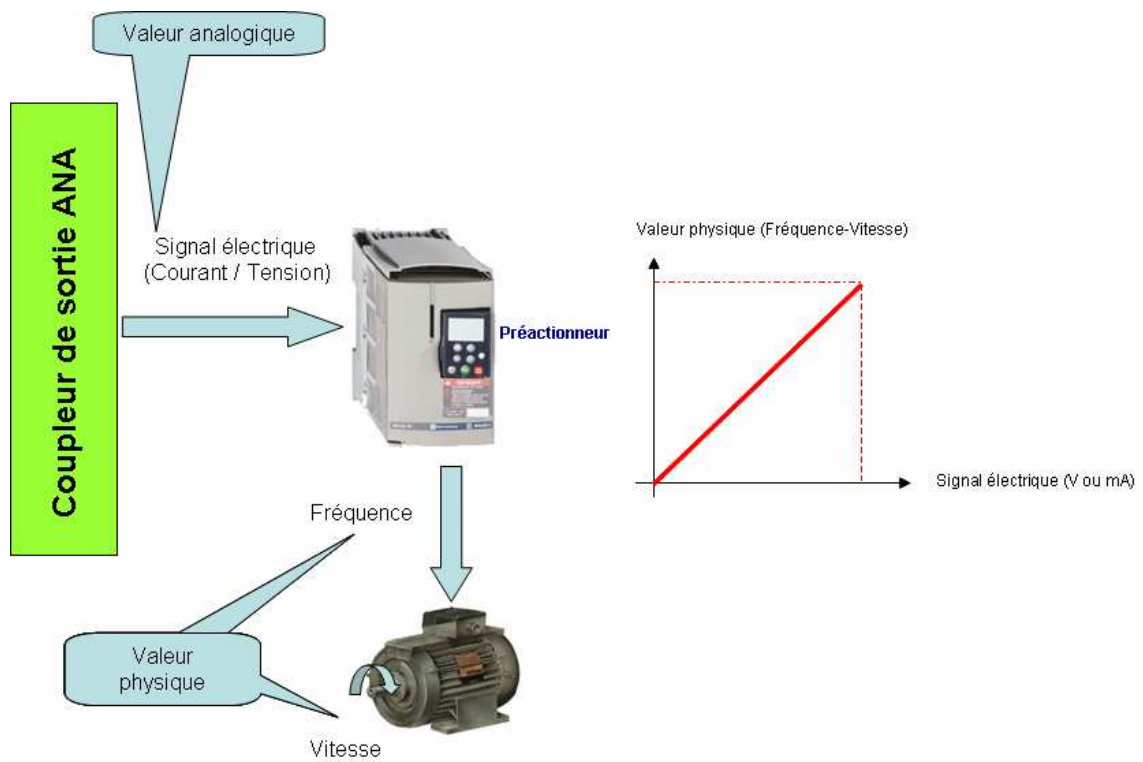
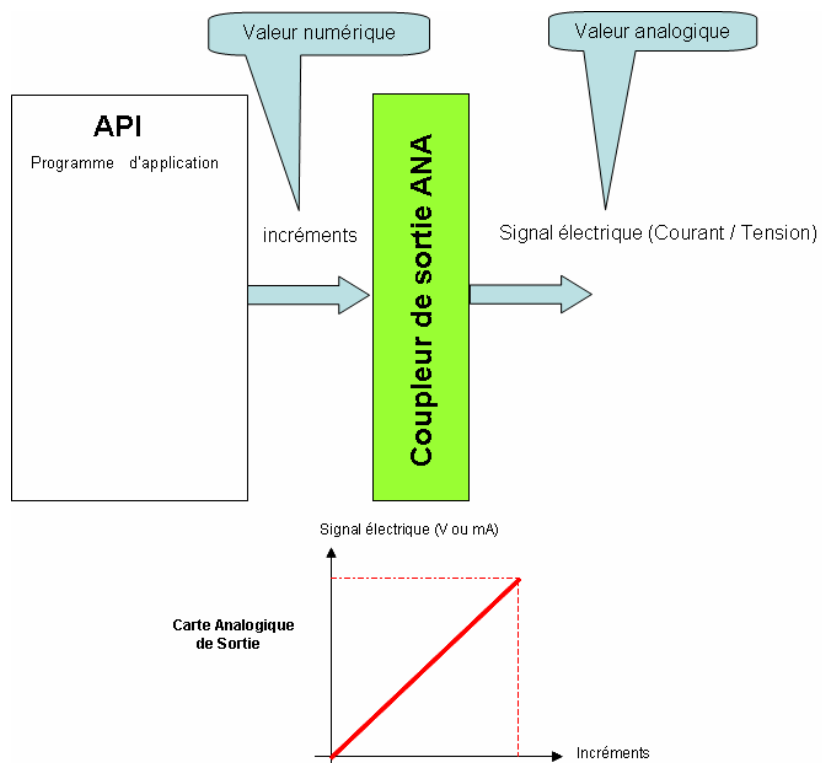
CALCUL DE MISE A L'ECHELLE

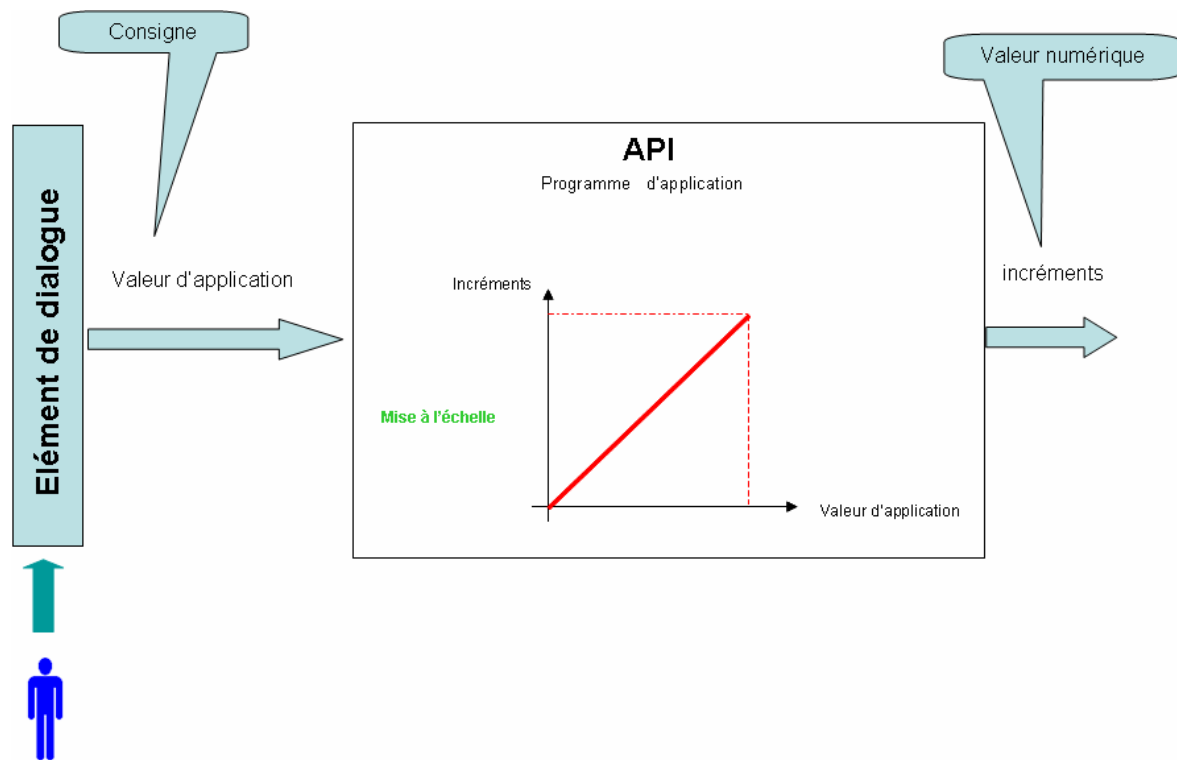
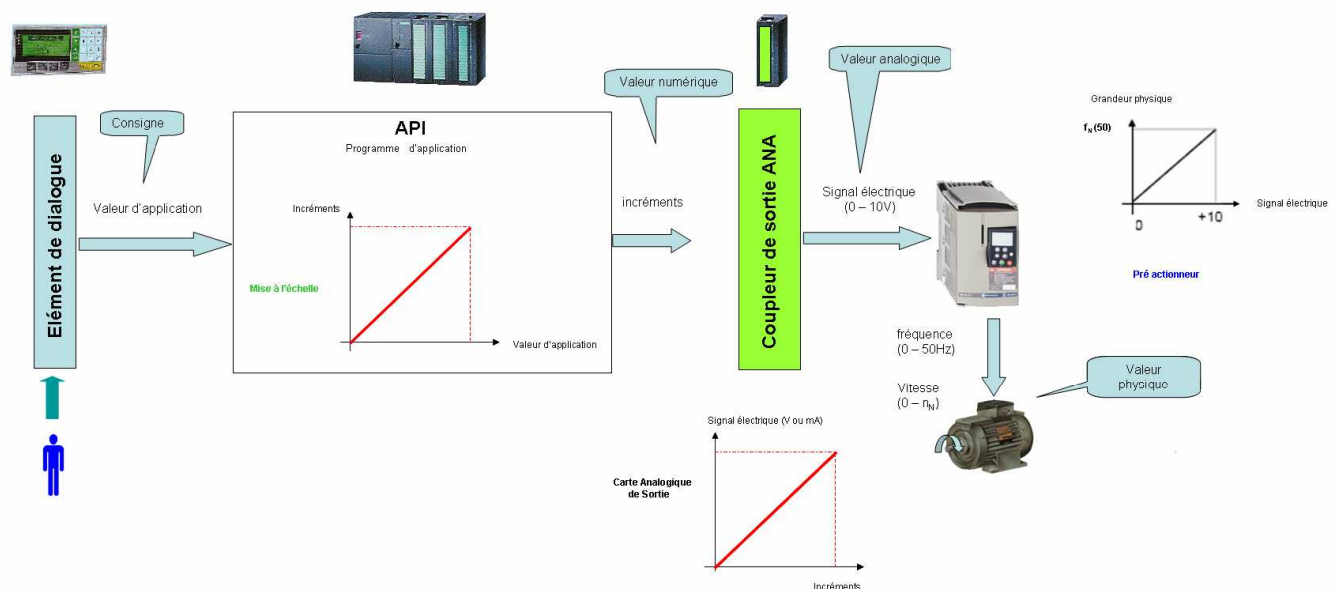
La mise à l'échelle d'une valeur analogique consiste à appliquer à la valeur numérique, convertie par le coupleur, un coefficient (sous forme d'expression linéaire) pour réaliser le traitement de la donnée dans l'unité utilisée par l'application.

Ce calcul est généralement fait à partir d'une instruction automate. Le travail du programmeur consiste essentiellement à fournir les données d'entrées nécessaires.

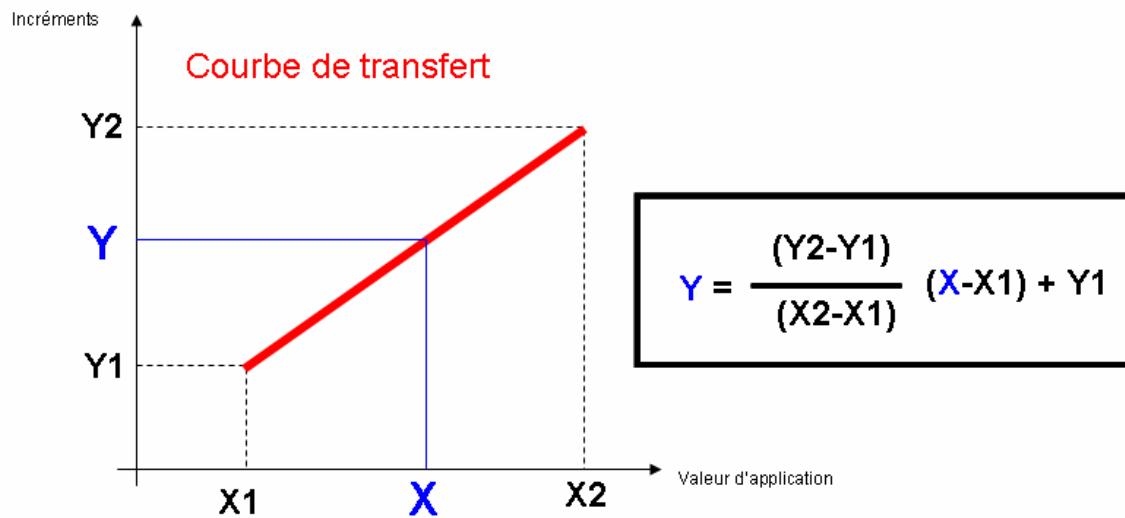
Principe :



Niveau **Pré actionneur**Niveau **Carte Analogique**

Niveau automate programmable **Mise à l'échelle****Bilan du travail**

Mise à l'échelle



Y1: valeur basse de la valeur numérique (incréments)

Y2: valeur haute de la valeur numérique (incréments)

X1: valeur basse de la consigne (variable d'application)

X2: valeur haute de la consigne (variable d'application)

X: valeur de la consigne à convertir

Y: valeur numérique après la mise à l'échelle

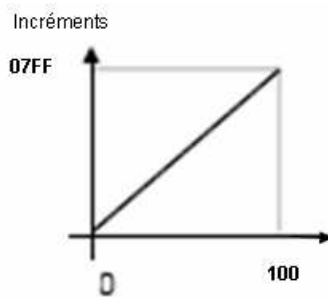
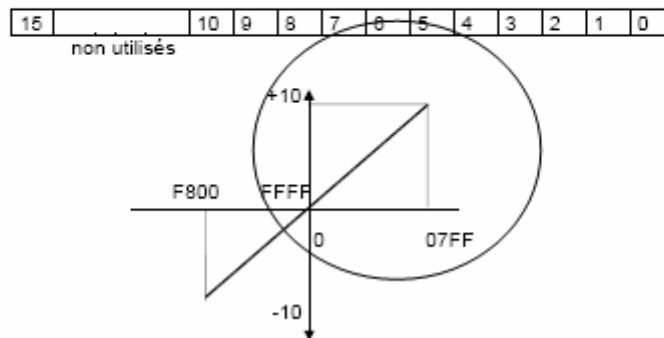
Exemple

Mise à l'échelle par un programme spécifique

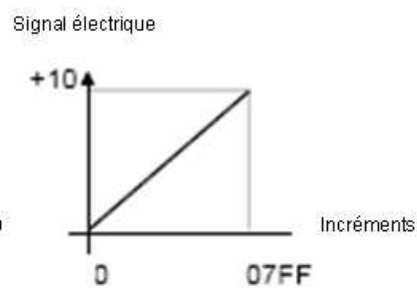
2.1. Caractéristiques de sortie CQM1 DA

2.1.1. Sortie tension

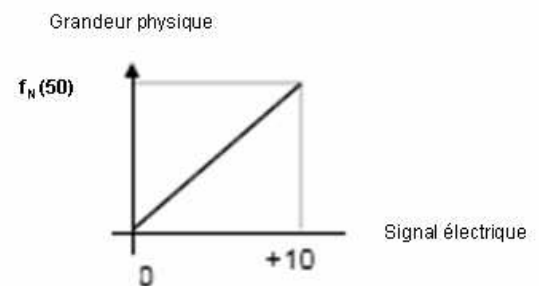
Les valeurs comprises entre 0000 et 07FF sont converties en tension 0 à 10 volts tandis que celles comprises entre FFFF et F800 (complément à 2) sont converties de 0 à -10 volts.



Mise à l'échelle



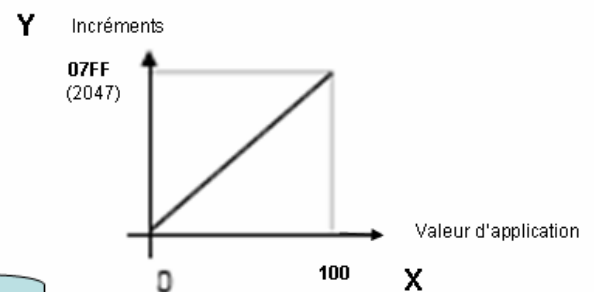
Carte Analogique



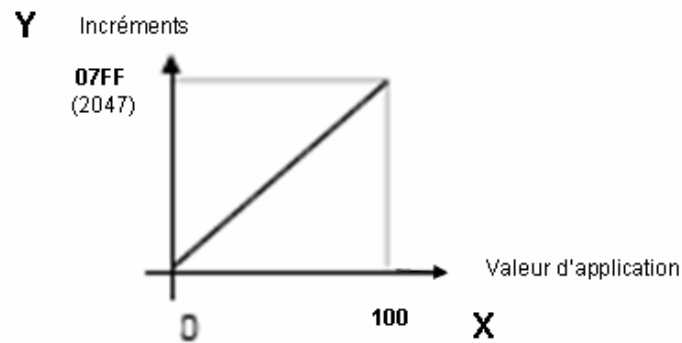
Pré actionneur

$$Y = \frac{Y2}{X2} X$$

Diagram illustrating the scaling formula $Y = \frac{Y2}{X2} X$. A speech bubble labeled 'incréments' points to Y . A speech bubble labeled 'Valeur d'application' points to X .



Mise à l'échelle



Mise à l'échelle

$$Y = \frac{Y_2}{X_2} X = \frac{2047}{100} X = 20,47 X = 20 X + 0,47 X$$

$$Y = 20 X + \frac{X}{2} = 20,5 X$$

Valeur maximum = 2050 > 2047

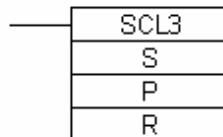
$$Y = 20 X + \frac{X}{3} = 20,33 X$$

Valeur maximum = 2033 < 2047 OK !

Mise à l'échelle par utilisation d'instructions dédiées:

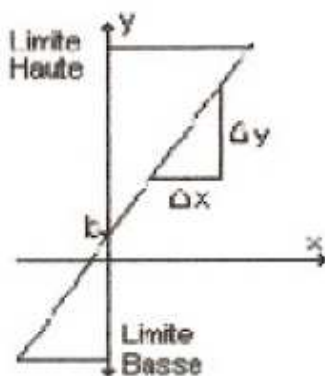
- SCL3 pour une carte de sortie analogique
- SCL2 pour une carte d'entrée analogique

La mise à l'échelle peut s'effectuer avec l'instruction SCL3 disponible sur les CQM1-CPU41 à 44 uniquement.



S : adresse du mot contenant la valeur à convertir
 P : adresse du tableau de 5 mots contenant les paramètres
 R : adresse du canal de résultat

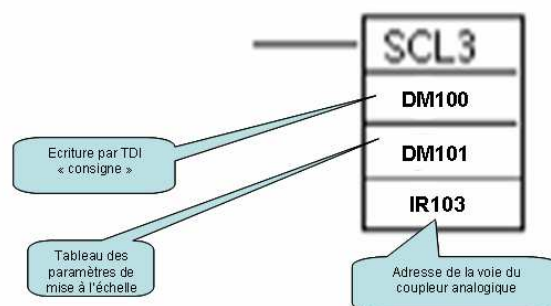
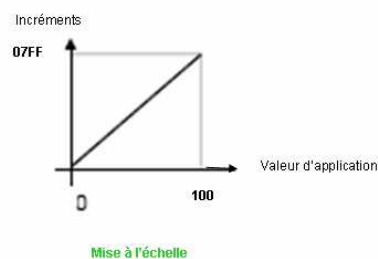
La retenue IR 25504 indique le signe de S avant exécution de SCL3.



adresse	paramètre	contenu
P	b (hexa)	Offset (8000 à 7FFF)
P+1	Δx (BCD)	différentiel x (0 à 9999)
P+2	Δy (hexa)	différentiel y (8000 à 7FFF)
P+3	lim h (hexa)	limite haute (8000 à 7FFF)
P+4	lim b (hexa)	limite basse (8000 à 7FFF)

La fonction de conversion $y = ax + b$ se décompose ainsi :

- x = valeur à convertir
- y = résultat de conversion
- b = offset
- a = pente ($\Delta y / \Delta x$)



DM 101	0000
DM 102	0100
DM 103	07FF
DM 104	07FF
DM 105	0000