

CHAPITRE 1: LES AUTOMATES PROGRAMMABLES INDUSTRIELS

Dans le domaine de l'automatisation de processus industriels, l'évolution des techniques de contrôle/commande s'est traduite par :

- un développement massif,
- une approche de plus en plus globale des problèmes,
- une intégration dès la conception de l'installation.

On est ainsi passé du stade de la machine automatisée à celui du système automatisé de production

I- Structure des systèmes automatisés de production (SAP) :

Tout système automatisé comporte :

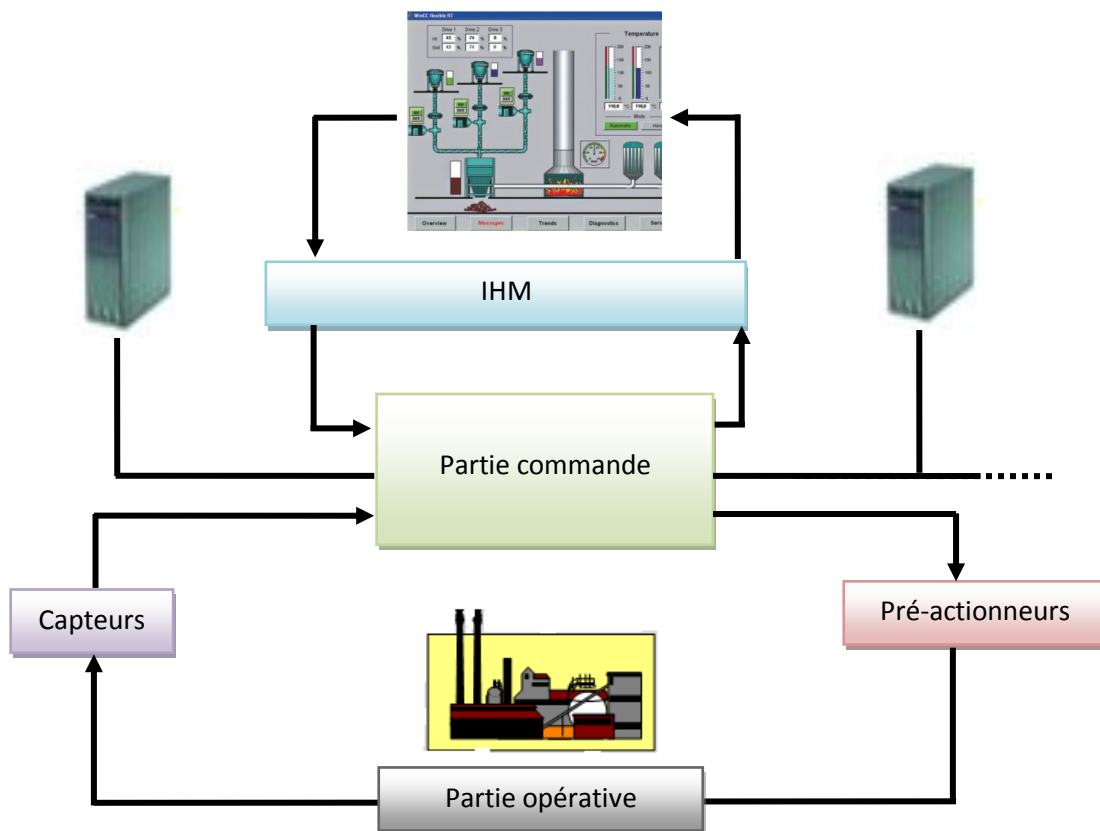


Figure 1 : Structure d'un système automatisé

- Une partie opérative (**P.O**) procédant au traitement des matières d'œuvre afin d'élaborer la valeur ajoutée ; c'est la partie mécanique du système qui effectue les opérations. Elle est constituée d'actionneurs tels que vérins, moteurs... utilisant de l'énergie électrique, pneumatique, hydraulique...
- Une partie interface (**P.I**) : est la partie se trouvant entre les deux faces PO et PC Traduisant les ordres et les informations.
- Une partie commande (**P.C.**) coordonnant la succession des actions sur la Partie Opérative avec la finalité d'obtenir cette valeur ajoutée.

La structure simplifiée d'un ensemble automatisé peut se décomposer en trois parties essentielles :

- les entrées Tout Ou Rien (TOR), parfois analogiques, destinées à fournir des informations sur l'état du processus : fin de course, détecteur de niveau, pressostat, thermostat, ect,
- l'automate qui traite les différentes informations d'entrée afin d'élaborer les ordres,
- les sorties transmettant les ordres élaborés par l'automate, aux différents actionneurs ou pré- actionneurs : voyants, distributeurs de vérins, contacteurs de moteur,.....

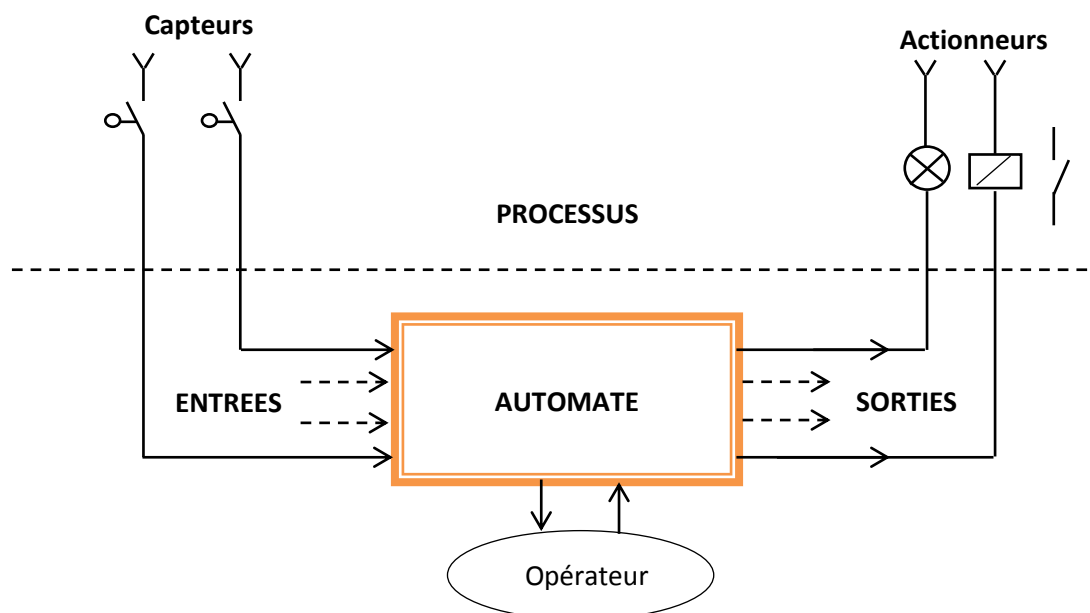


Figure 2 : principe de lecture et commande de l'API

Selon sa complexité, la réalisation de la partie commande (PC) fait appel à diverses technologies dont les plus couramment utilisées sont :

- les relais électromécaniques
 - les relais statiques électroniques
 - les relais pneumatiques
- } LOGIQUE CABLEE
- l'automate programmable
 - les cartes électroniques à base d'un microcontrôleur
- } LOGIQUE PROGRAMMEE

A partir d'une certaine complexité, les relais électromécaniques et les relais statiques deviennent lourds à mettre en œuvre et le coût de l'automatisation est difficile à estimer.

L'automate programmable évite de faire appel à l'ordinateur qui, lui a souvent des performances trop élevées pour le problème à résoudre et demande un personnel spécialisé.

Particulièrement bien adaptés aux problèmes de commande séquentielle et d'acquisition des données, les API autorisent la réalisation aisée d'automatismes comprenant de quelques dizaines jusqu'à plusieurs milliers d'entrées/sorties.

II- Architecture matérielle des API

II-1 Description générale :

Un automate programmable industriel se présente sous la forme d'un ou plusieurs profilés supports (**racks**) dans lesquels viennent s'enficher les différents modules fonctionnels :

- l'alimentation 110/220 VCA ou 24 VCC
- L'unité centrale de traitement à base de microprocesseur,
- Des cartes d'entrées/sorties logiques (TOR),
- Des cartes d'entrées/sorties analogiques (ANA),
- Des cartes de comptage rapide,
- Des cartes de communication (CP),
- Des cartes spécifiques pour : réseaux, asservissement, régulation commande d'axe....

Chaque module d'entrée/sortie comporte un bornier de raccordement et un ensemble des LEDs visualisation de l'état logique de chaque voie.

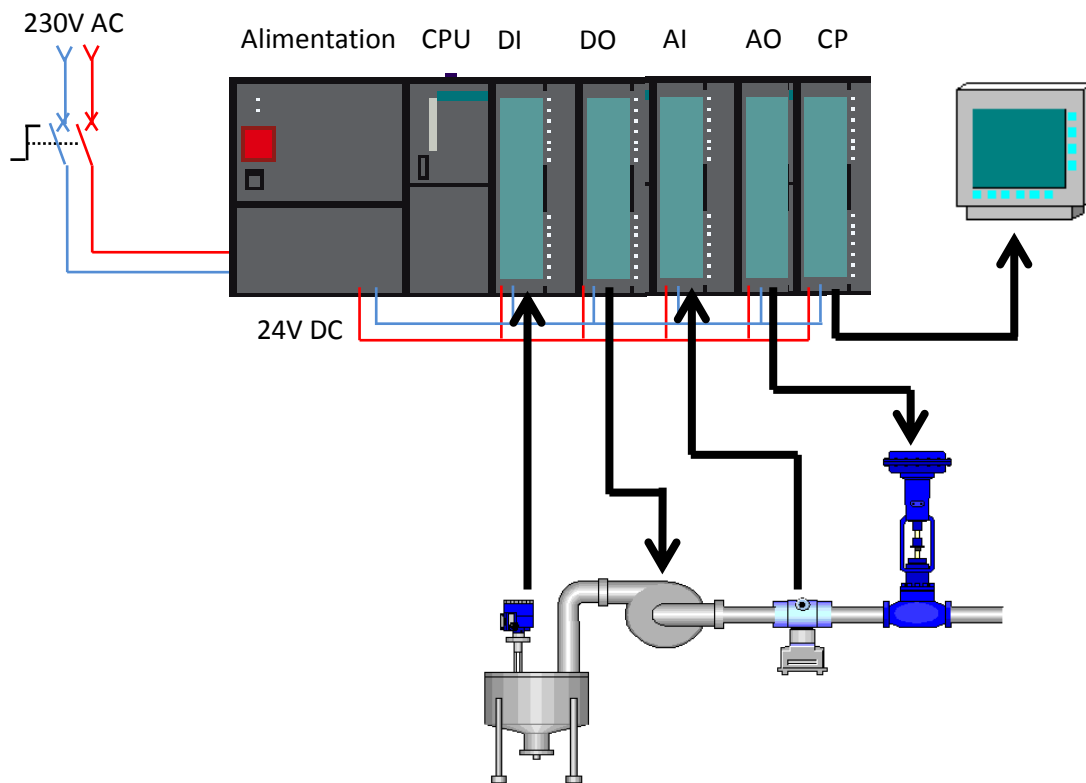


Figure 3 : principe de lecture et commande de l'API

Cette organisation modulaire permet une grande souplesse de configuration adaptée aux besoins de l'utilisateur ainsi qu'un diagnostic et une maintenance facilités.

II-2 cartes d'entrées TOR :

Chaque carte comporte généralement 8, 16, 32 entrées logiques et peut correspondre au schéma fonctionnel ci-dessous:

L'API reçoit les informations du processus à partir des **capteurs liés** aux **entrées** de l'API. Le rôle de ces capteurs est de fournir des informations, par exemple, des capteurs qui reconnaissent si une pièce d'usinage se trouve à une position donnée ou de simples commutateurs ou boutons poussoirs, qui peuvent être ouverts ou fermés, appuyés ou relâchés.

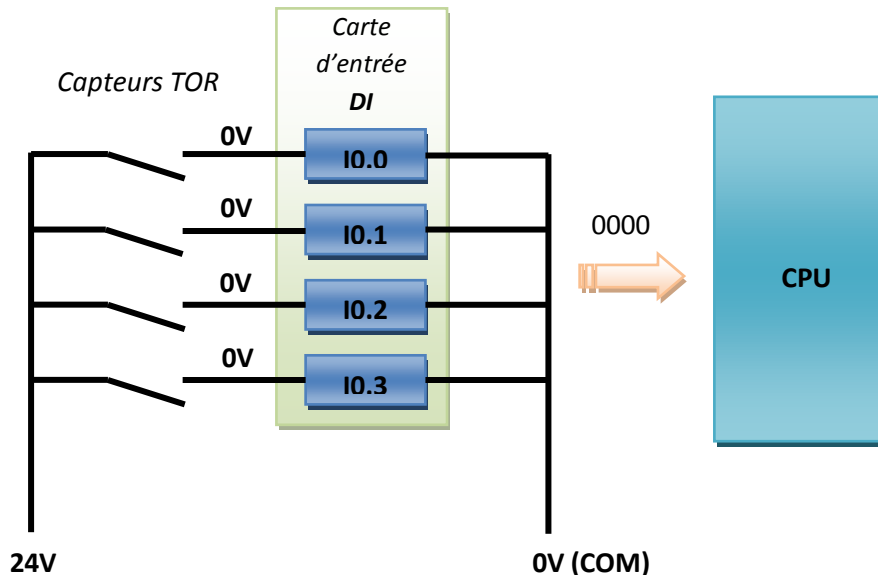


Figure 4a : Principe de connexion des entrées état au repos

On distingue également entre les **contacts à ouverture** qui sont fermés au repos et les **contacts à fermeture** qui sont ouverts au repos.

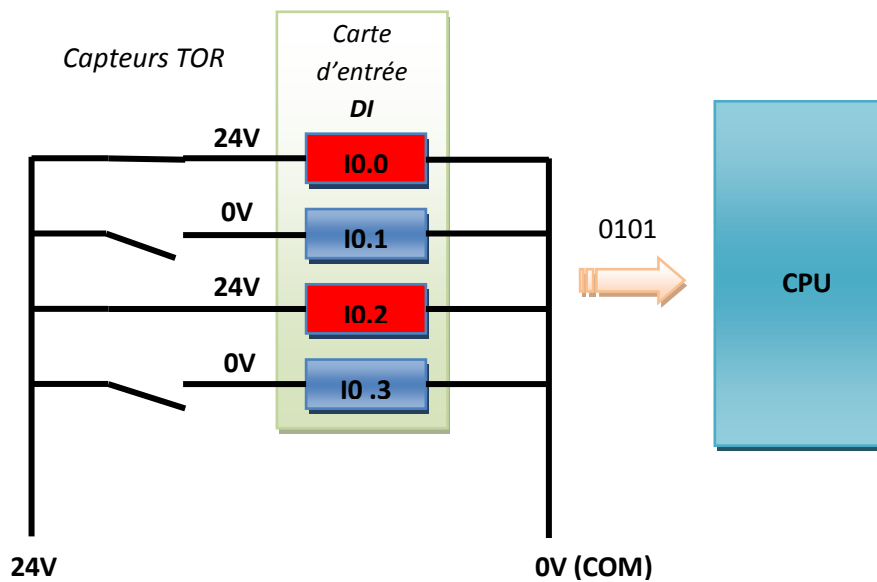


Figure 4b : Principe de connexion des entrées état actionnées

Les capteurs TOR sont connectés ensemble par le pôle plus 24 v fournie par l'automate et les sorties sont connectés aux entrées IO.0, IO.1, IO.2,....

II-3 cartes de sorties TOR :

Chaque carte comporte généralement 8, 16, 32 sorties logiques et peut correspondre au schéma fonctionnel suivant :

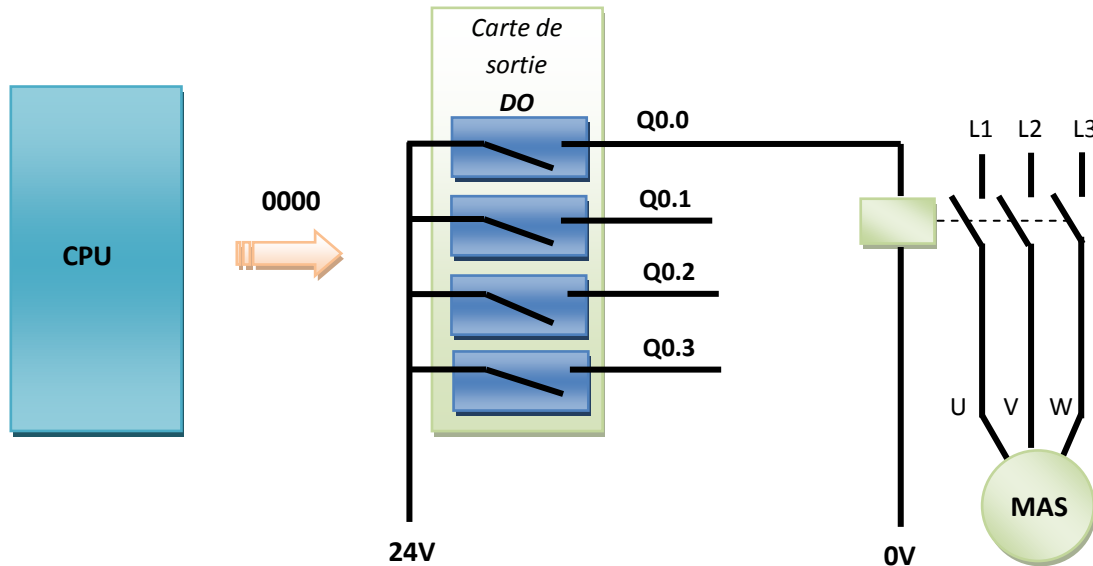


Figure 5a : Principe de connexion des sorties état au repos

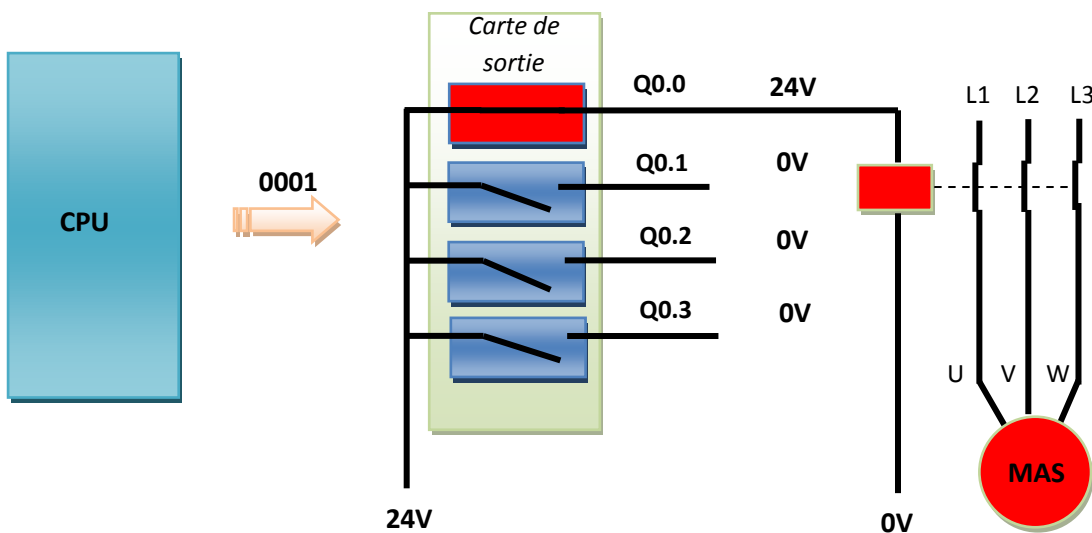


Figure 5b : Principe de commande des sorties état actionnée

L'API commande le processus en connectant des **actionneurs** via les points de connexion de l'API appelés **sorties** à une tension de commande de 24 V p.ex.. Ceci

permet de démarrer ou d'arrêter un moteur, de faire monter ou descendre des vannes ou d'allumer et éteindre des lampes.

Les pré-actionneurs se connectent à la borne négative 24V de l'automate et suivant le programme traité l'automate est équipé par des relais distribue le 24V vers les pré-actionneurs.

Dans ce cas le moteur ne fonctionne que si le programme autorise la fermeture du relais Q0.0.

II-4 Cartes d'entrées/sorties analogiques :

A la différence des signaux binaires qui ne peuvent prendre que les deux états "Tension disponible +24V" et "Tension indisponible 0V", les signaux analogiques sont capables (dans une certaine plage donnée) de prendre n'importe quelle valeur comprise entre 0V et 10V ou de 0 à 20mA.

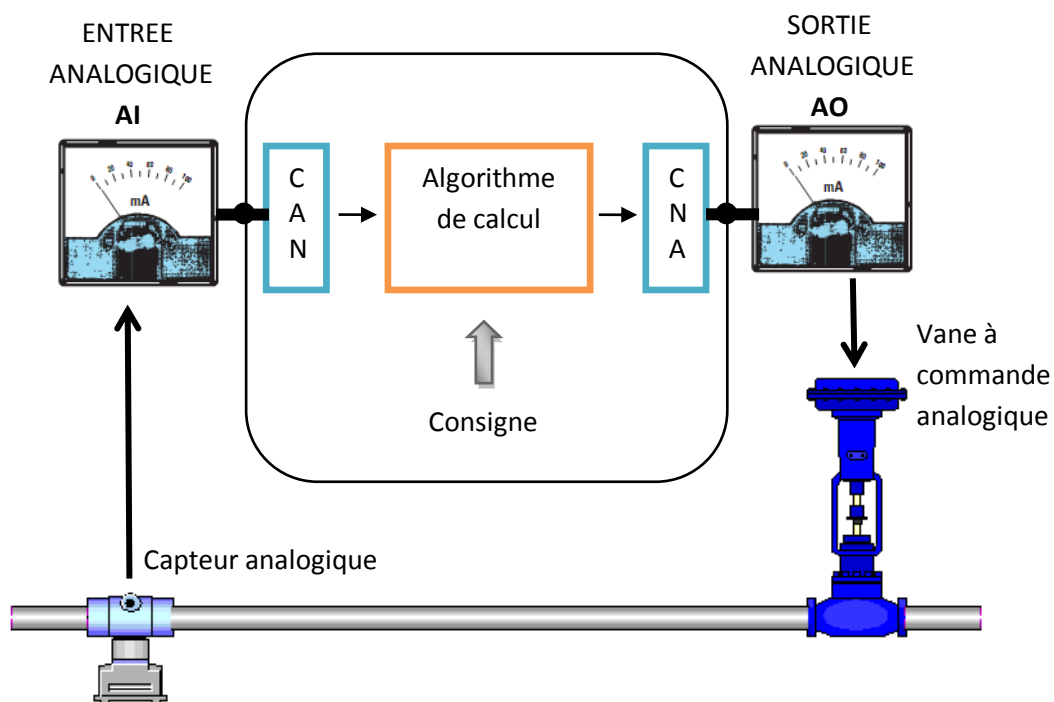


Figure 6 : Principe de commande des sorties état actionnée

Exemples de grandeurs analogiques:

- Température -50 ... +150°C

- Débit 0 ... 200 l/min
- Vitesse 0 ... 1500 tr/min
- etc.

En utilisant un transducteur de mesure, ces variables sont converties en tensions électriques, en courants ou en résistances. Pour une vitesse mesurée de 865 tr/min, le transducteur de mesure afficherait une tension de 3,65 V. Ces tensions électriques, courants et résistances sont ensuite connectés à un module analogique qui numérise le signal.

La chaîne d'acquisition et de traitement répond périodiquement à la procédure suivante (toutes les 100ms par exemple) :

1. Acquisition de la mesure via la carte d'entrée analogique. Pour cela le CAN (convertisseur analogique numérique figure 8) fournit une valeur numérique codée sur 12 à 16 Bits.
2. Le programme de traitement (algorithme de calcul) détermine sous forme numérique la valeur à fournir en sortie, en tenant compte des différents paramètres :
 - La valeur de la mesure
 - La valeur de la consigne
 - Le type d'algorithme (PID,....)
3. Emission par la carte de sortie analogique de commande pour cela le CNA (convertisseur numérique analogique figure 7) convertit la valeur numérique de sortie sous forme analogique (tension, courant ...).

II-5 Cartes d'entrées/sorties complexes :

Toutes ces cartes dites << intelligentes >> disposent en plus des interfaces d'entrée et de sortie, d'un véritable micro-ordinateur assurant un traitement local plus ou moins sophistiqué.

Ceci permet, d'une part d'éviter un développement souvent fastidieux de l'application, d'autre part de réduire parfois considérablement la place mémoire et le temps d'exécution au niveau de l'UC de l'automate programmable.

II-5-1 Carte d'axes pour moteur à courant continu ou alternatif

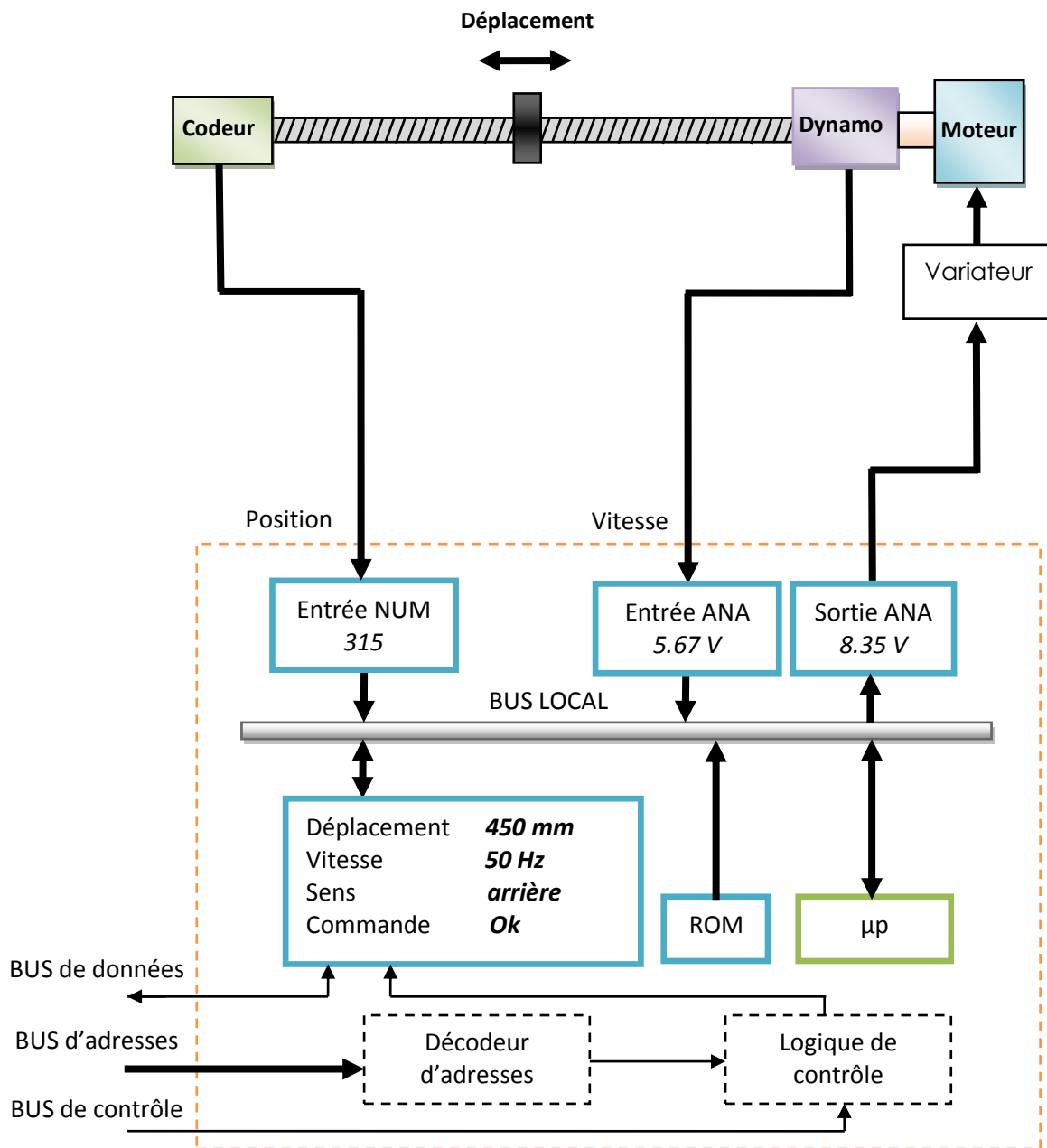


Figure 7 : Principe de la commande d'un axe

La carte d'axe envoie sur sa sortie analogique $\pm 10V$ une tension proportionnelle à l'accélération et la vitesse souhaitée. Une dynamo-tachymétrique fournit une tension de retour, image de la vitesse réelle du moteur, afin que la carte puisse corriger tout écart éventuel.

Un codeur de position incrémental ou absolu, permet à la carte de connaître la position de l'axe, et donc de gérer la vitesse en conséquence.

II-5-2 Carte d'axes pour moteurs pas à pas

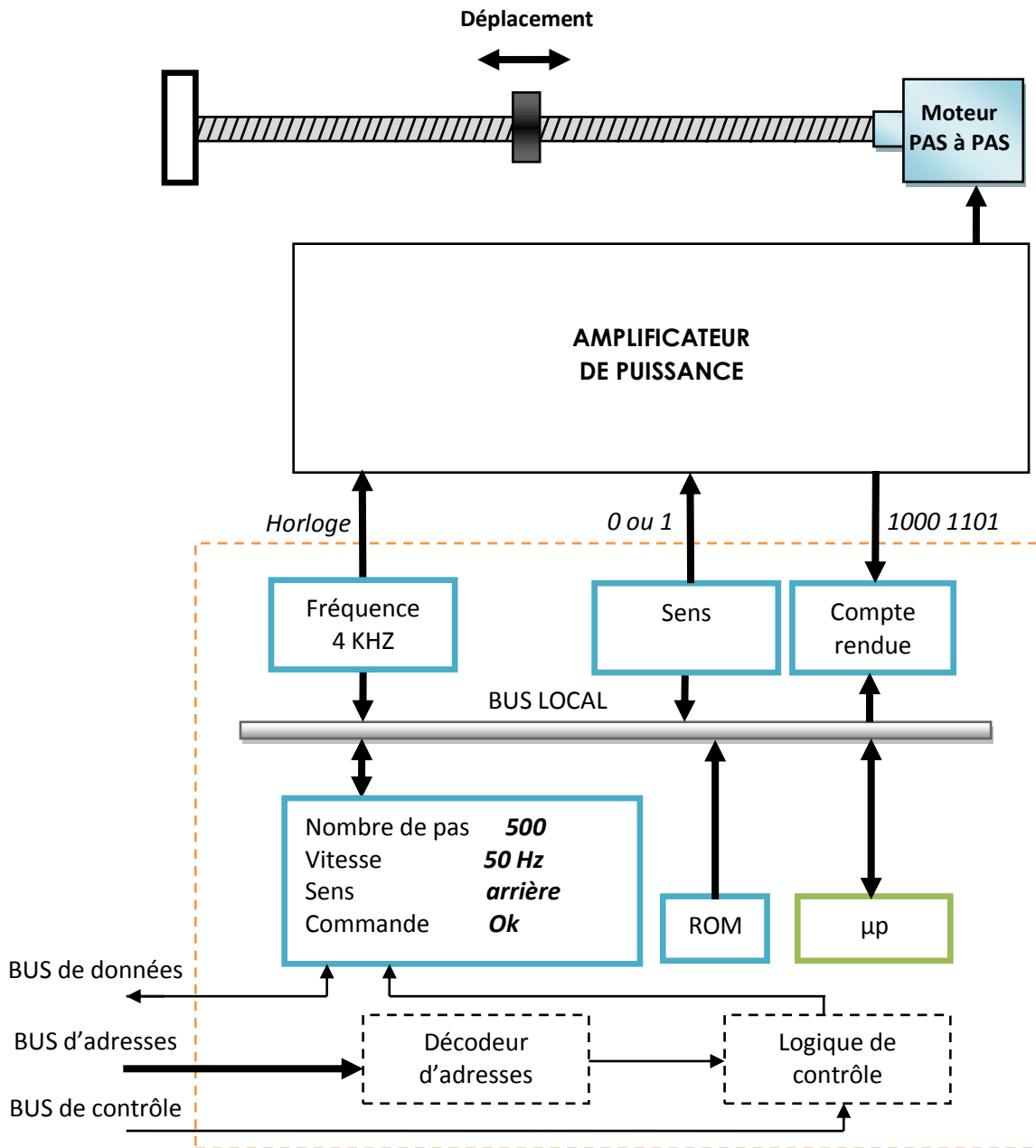


Figure 8 : Principe de commande d'un moteur pas à pas avec API

La carte d'axe envoie sur sa sortie TOR une série d'impulsion avec une fréquence proportionnelle à l'accélération et à la vitesse souhaitée. La quantité totale d'impulsions envoyées correspond quand à celle au nombre de pas que doit parcourir le moteur.

II-5-3 Carte de régulation PID

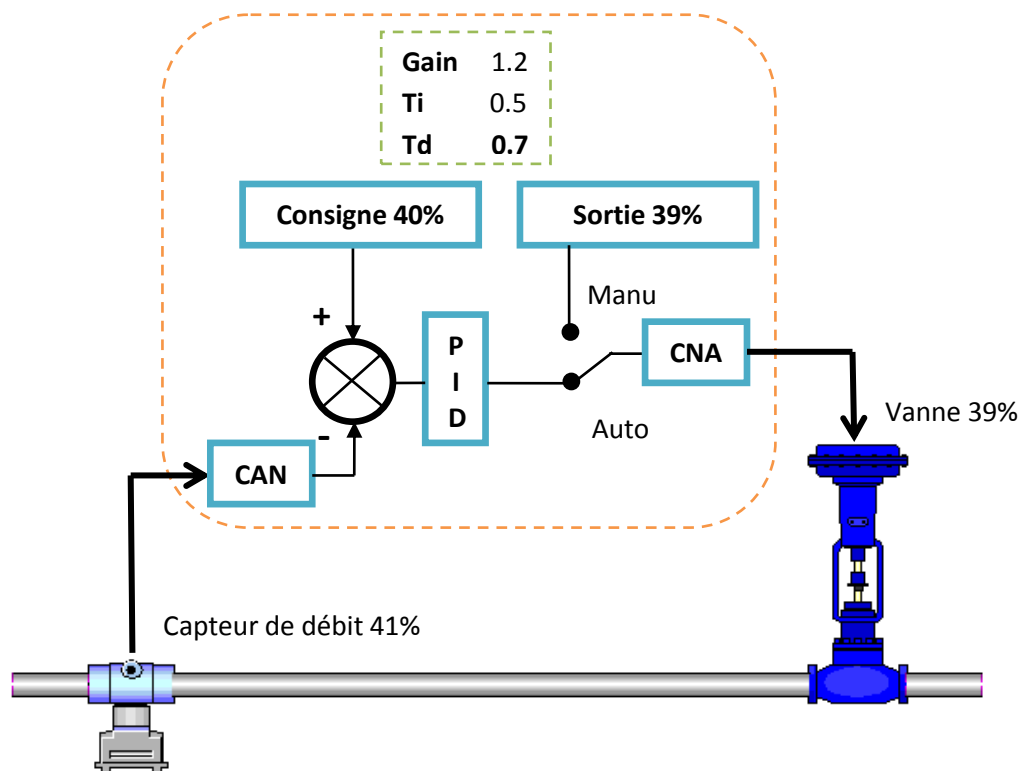


Figure 9 : Principe de régulation par API

Cette carte comporte souvent plusieurs entrées analogiques permettant de recevoir le signal de mesure issu des transmetteurs 4-20mA, ainsi que plusieurs sorties analogiques permettant de piloter les vannes de régulation.

Le microprocesseur local traite le programme élaboré à partir des différents algorithmes de régulation implantés sur la carte même (PID, Sommation, Racine carrée,...).

III- Critères de choix d'un API :

L'API se caractérise par :

- Une programmation qui offre un langage destinée à l'automaticien (et non celui de l'informaticien).
- Des possibilités de simulation et de visualisation qui apportent à l'utilisateur une aide efficace à la mise au point et à l'exploitation (modification aisée de l'automatisme).

- Une puissance de traitement et un ensemble de cartes spécialisées permettant un développement aisé d'applications particulières : communication, asservissement d'axes, régulation.
- Des possibilités d'extension en termes d'entrées sorties.

Pour créer un projet à base d'un API, des outils nécessaires comme :

- Un API de caractéristique compatible au système à commander : nombres d'entrée sorties ; type d'entrées...
- Un logiciel de programmation adapté à l'API.
- Un câble de liaison entre PC/API

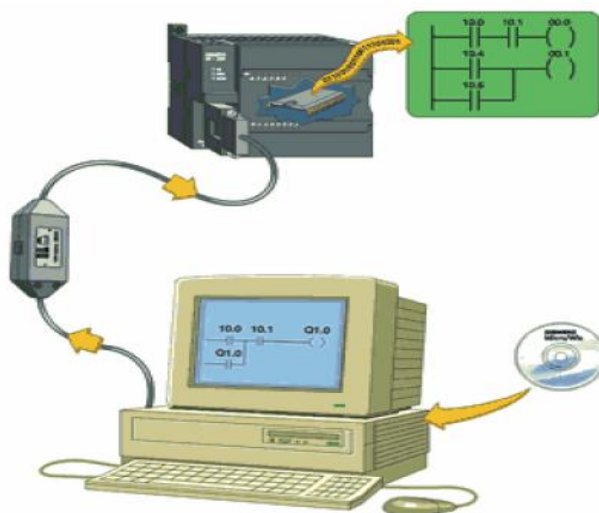


Figure 10 : outils pour démarche d'un projet