

Cours 1

Généralités sur les systèmes automatisés

Automatisation

Ensemble des procédés visant à réduire ou à supprimer l'intervention humaine dans les processus de production.

Système automatisé

Un système est dit automatisé lorsqu'il peut gérer de manière autonome un cycle de travail préétabli qui se décompose en séquences et/ou en étapes.

Utilisés dans le secteur industriel, possèdent une structure de base identique. Ils sont constitués de plusieurs parties plus ou moins complexes reliées entre elles :

- La partie opérative (PO) ;
- La partie commande (PC) ou système de contrôle/commande (SCC) ;
- La partie relation (PR) de plus en plus intégrée dans la partie commande.

2. Description des différentes parties

2.1. La partie opérative

C'est la partie visible du système, elle comporte les éléments du procédé, c'est à dire :

- Des pré-actionneurs (distributeurs, contacteurs) qui reçoivent des ordres de la partie commande ;
- Des actionneurs (vérins, moteurs, vannes) qui ont pour rôle d'exécuter ces ordres. Ils transforment l'énergie pneumatique (air comprimé), hydraulique (huile sous pression) ou électrique en énergie mécanique ;
- Des capteurs qui informent la Partie Commande de l'exécution du travail.

Par exemple, on va trouver des capteurs mécaniques, pneumatiques, électriques ou magnétiques montés sur les vérins. Le rôle des capteurs (ou détecteurs) est donc de contrôler, mesurer, surveiller et informer la PC sur l'évolution du système.

2.2. La partie commande

Ce secteur de l'automatisme gère selon une suite logique le déroulement ordonné des opérations à réaliser. Il reçoit des informations en provenance des capteurs de la Partie Opérative, et les restitue vers cette même Partie Opérative en direction des pré-actionneurs et actionneurs. L'outil de description de la partie commande s'appelle le Graphe Fonctionnel de Commande Etape / Transition (GRAFCET).

2.3. La partie relation

Sa complexité dépend de l'importance du système. Elle regroupe les différentes commandes nécessaires au bon fonctionnement du procédé, c'est à dire marche/arrêt, arrêt d'urgence, marche automatique, etc.

L'outil de description s'appelle le Guide d'Etudes des Modes de Marches et d'Arrêts (GEMMA). Les outils graphiques, que sont le GRAFCET et le GEMMA, sont utilisés par les automaticiens et les techniciens de maintenance. La figure 1 représente un schéma descriptif d'un procédé automatisé.

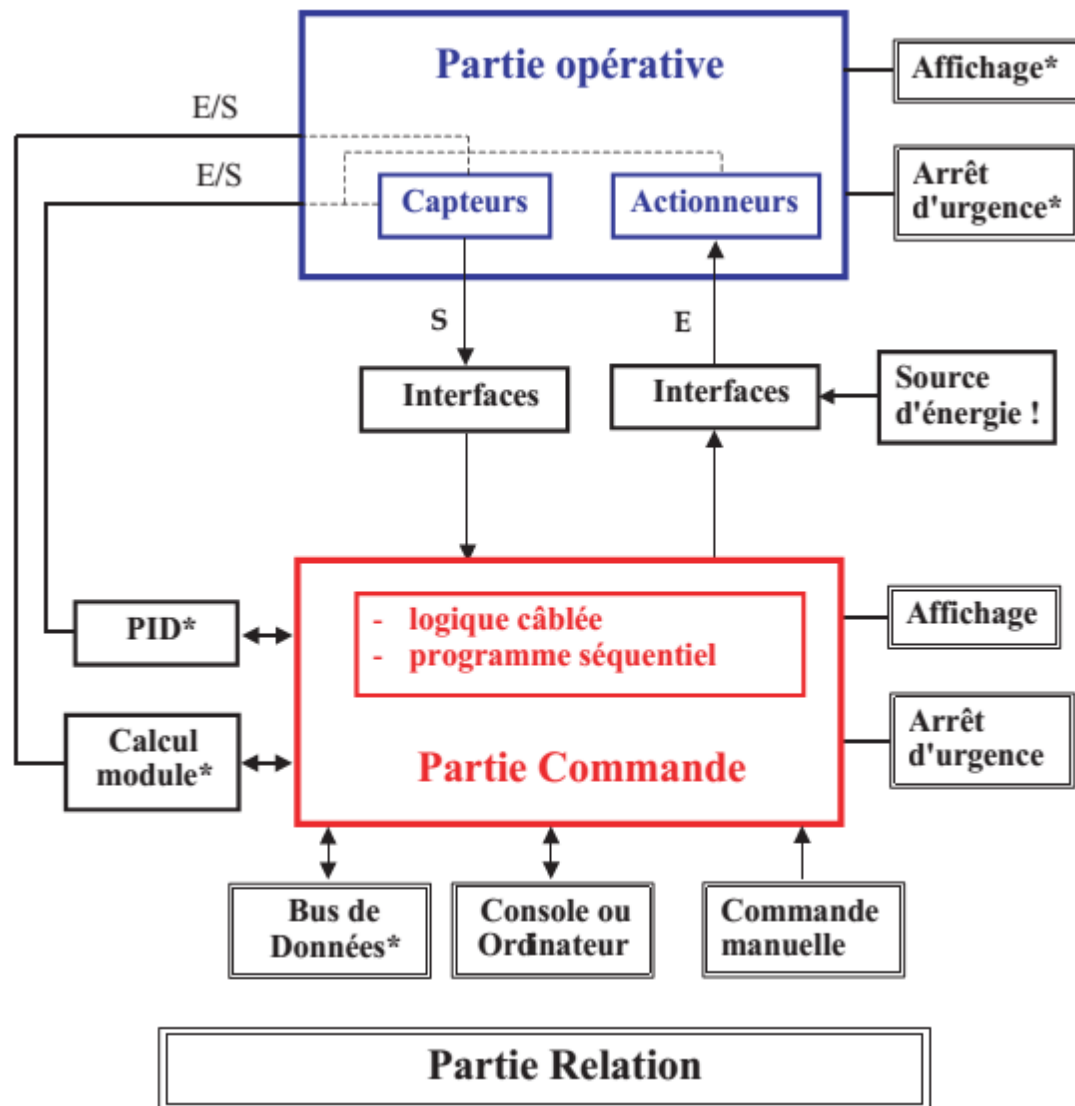


Figure 1. Procédé automatisé

3. Différents types de commande

3.1. Le système automatisé combinatoire

Ces systèmes n'utilisent aucun mécanisme de mémorisation : à une combinaison des entrées ne correspond qu'une seule combinaison des sorties. La logique associée est la logique combinatoire (Fig. 2). Les outils utilisés pour les concevoir sont l'algèbre de Boole, les tables de vérité, les tableaux de Karnaugh. Les systèmes automatisés utilisant la technique "combinatoire" sont aujourd'hui très peu utilisés. Ils peuvent encore se concevoir sur des mécanismes simples ou le nombre d'actions à effectuer est limité (ex : pilotage de 2 vérins). Ils présentent en outre l'avantage de n'utiliser que très peu de composants.

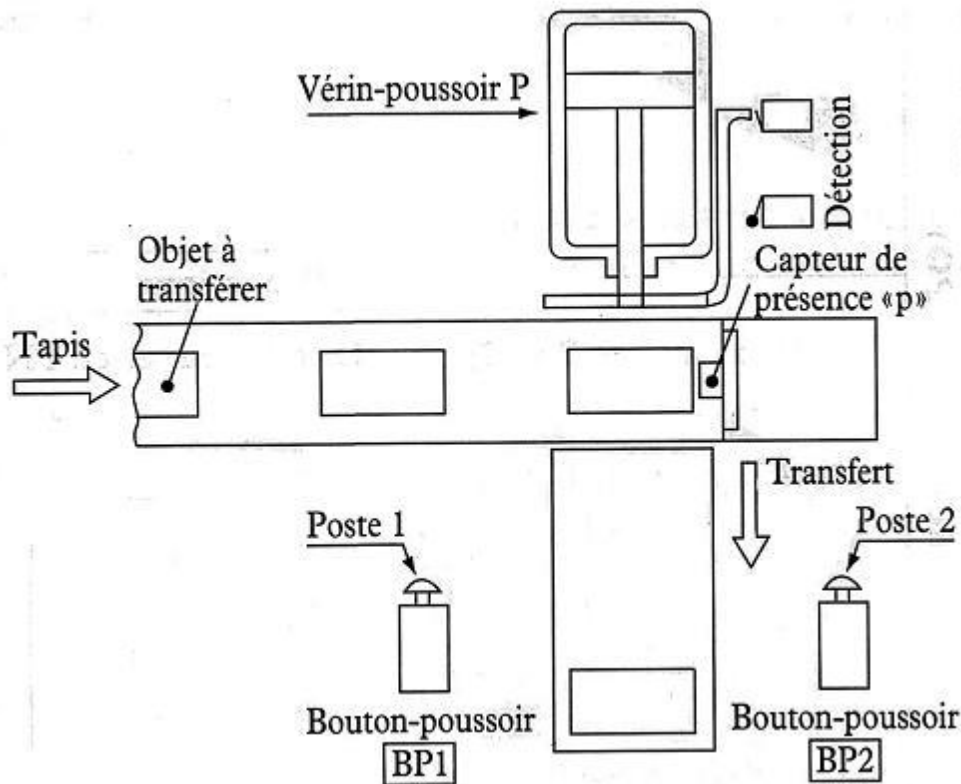


Figure 2. Exemple de système automatisé combinatoire

3.2. Le système automatisé séquentiel

Ces systèmes sont les plus répandus dans le domaine industriel. Le déroulement du cycle s'effectue étape par étape. A une situation des entrées peuvent correspondre plusieurs situations de sortie. La sélection d'une étape ou d'une autre dépend de la situation antérieure du dispositif (Fig. 3).

3.3. La logique programmée : commande électrique

L'élément principal s'appelle l'Automate Programmable Industriel ou l'API. La détection est électrique. Le pilotage des actionneurs se fait par l'intermédiaire de relais ou de distributeurs. Il existe sur le marché de nombreuses marques d'automates : Télémécanique, Siemens, etc.

3.4. La logique câblée : commande pneumatique

L'élément principal s'appelle module séquenceur et l'association de modules constitue un ensemble appelé séquenceur. La détection est pneumatique, le pilotage des distributeurs se fait par une action de l'air comprimé sur un qui fait déplacer le tiroir du distributeur à droite ou à gauche. L'ensemble, appelle tout pneumatique, est homogène et fiable (Fig. 4).

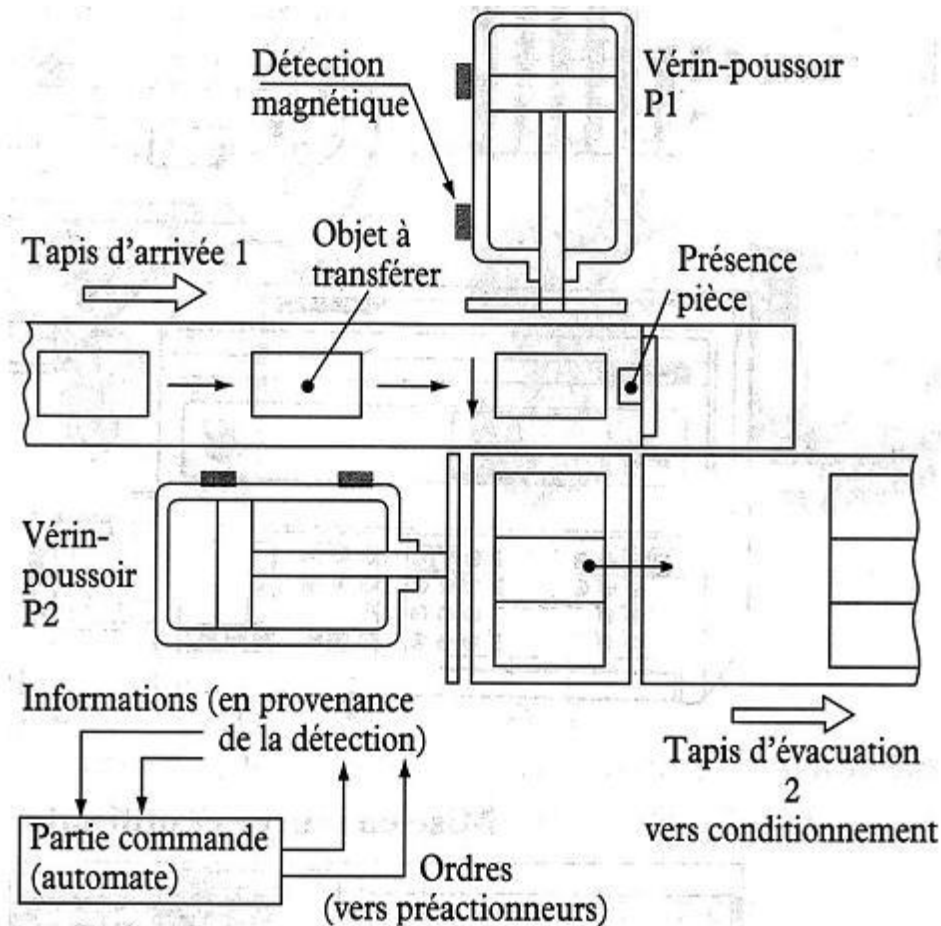


Figure 3. Exemple d'un système automatisé séquentiel

Forme commerciale des composants

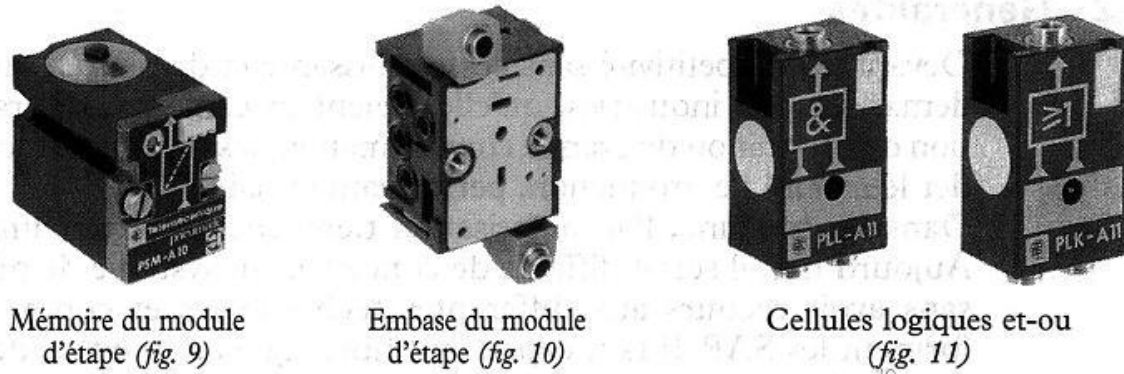


Figure 4. Eléments de logique câblée

3.5. Les systèmes asservis

Pour ces systèmes, on désire que la sortie suive avec précision les variations de l'entrée, et ceci avec un temps de réponse réduit. C'est par exemple le cas avec une direction assistée d'automobile ou la commande des gouvernes d'un avion. Applications : les robots industriels. La figure 5 montre l'exemple d'une boucle d'asservissement.

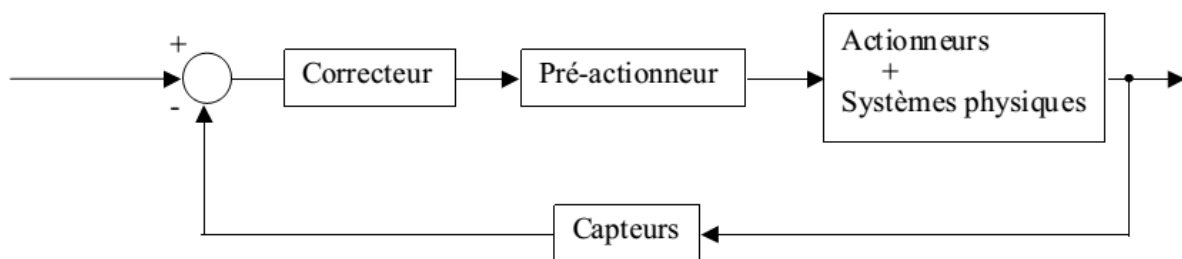


Figure 5. Schéma d'une boucle d'asservissement

4. Domaines d'application des systèmes automatisés

Aujourd'hui, il serait difficile de concevoir un système de production sans avoir recours aux différentes technologies et composants qui forment les systèmes automatisés.

4.1. Avantages des systèmes automatisés

- La capacité de production accélérée ;
- L'aptitude à convenir à tous les milieux de production ;
- La souplesse d'utilisation ;
- La création de postes d'automaticiens.

4.2. Inconvénients des systèmes automatisés

- Le coût élevé du matériel, principalement avec les systèmes hydrauliques ;
- La maintenance doit être structurée ;
- La suppression d'emplois.

4.3. Exemples de domaines d'application

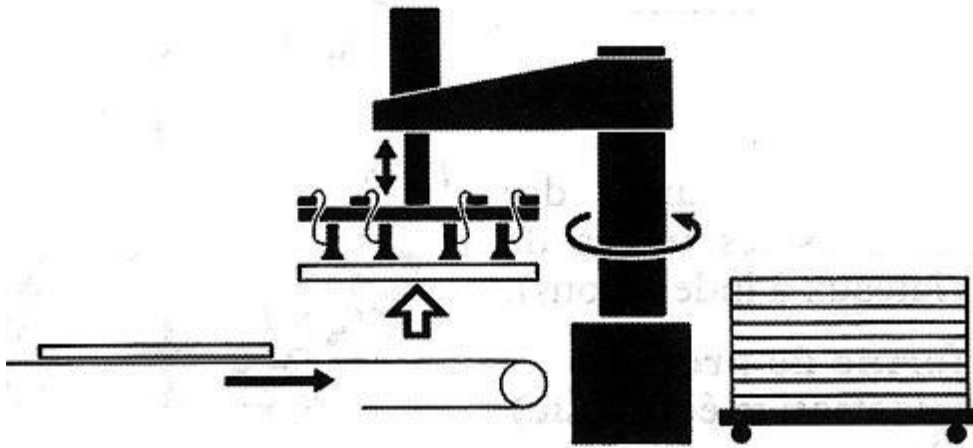


Figure 6. Le conditionnement, le déplacement d'objets suivant un angle quelconque ou le conditionnement sur palette après emballage

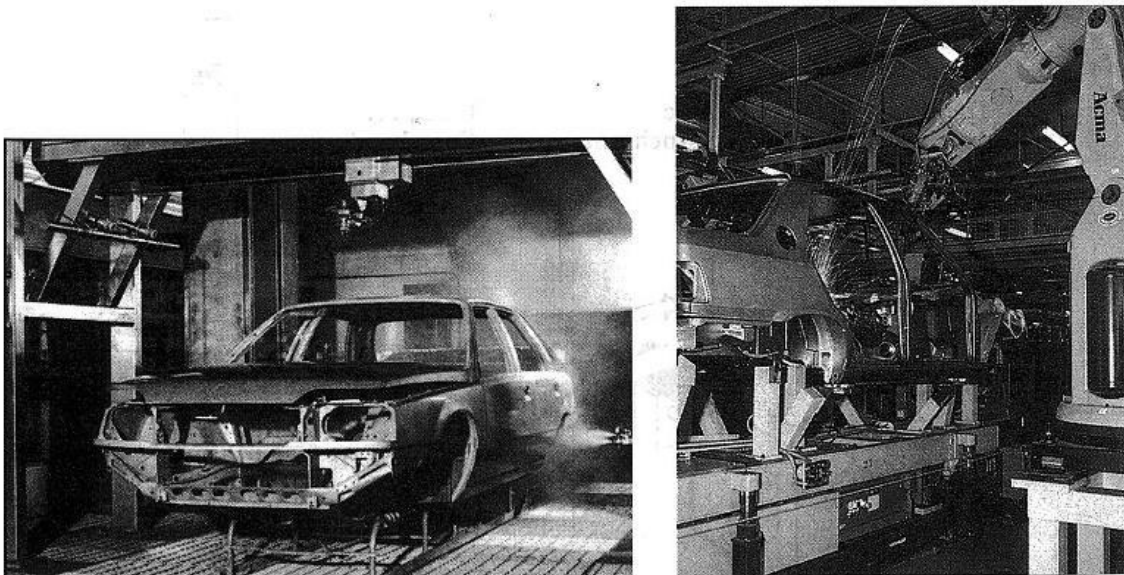


Figure 7. L'industrie automobile avec l'utilisation de robots industriels pour effectuer l'assemblage et la peinture des carrosseries

1.1 .Les Automates Programmables Industriels

La figure 8 montre la situation d'un automate programmable dans un système de production automatisé.

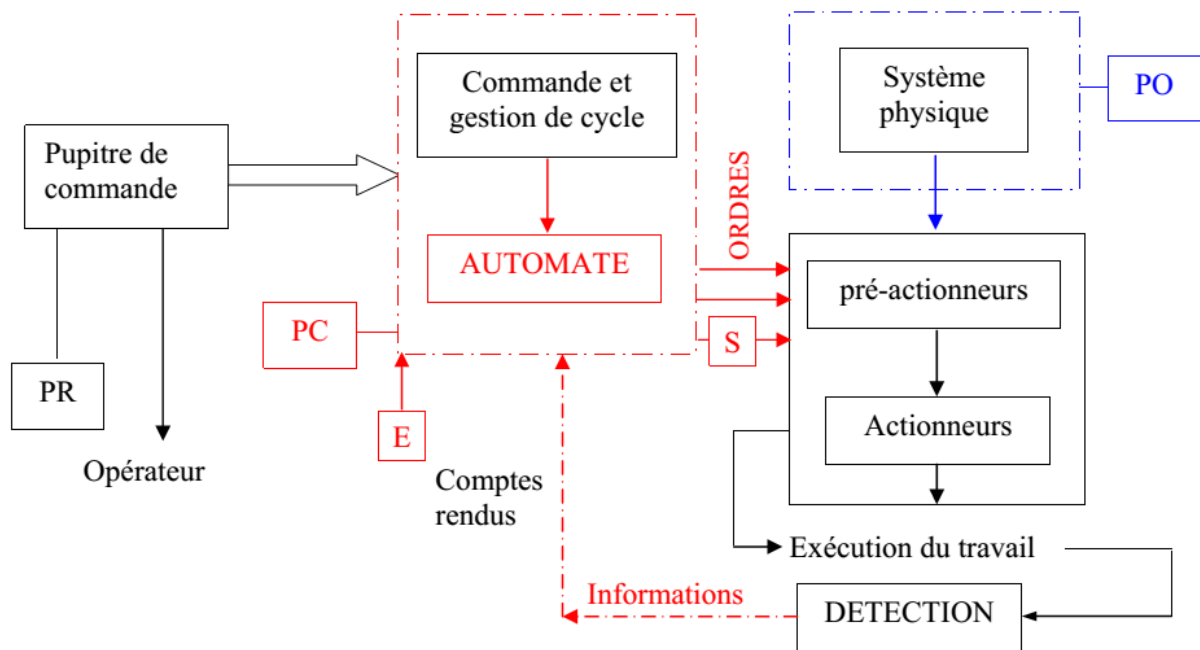


Figure 8. Situation de l'automate dans un système automatisé de production

1.2. Structure d'un automate

Cet ensemble électronique gère et assure la commande d'un système automatisé. Il se compose de plusieurs parties et notamment d'une mémoire programmable dans laquelle l'opérateur écrit, dans un langage propre à l'automate, des directives concernant le déroulement du processus à automatiser. Son rôle consiste donc à fournir des ordres à la partie opérative en vue d'exécuter un travail précis comme par exemple la sortie ou la rentrée d'une tige de vérin, l'ouverture ou la fermeture d'une vanne. La partie opérative lui donnera en retour des informations relatives à l'exécution.

Les API comportent quatre parties principales :

- Une mémoire ;

- Un processeur ;
- Des interfaces d'Entrées/Sorties ;
- Une alimentation (240 V *ac* → 24 V *cc*).

Ces quatre parties sont reliées entre elles par des bus (ensemble câblé autorisant le passage de l'information entre ces 4 secteurs de l'API). Ces quatre parties réunies forment un ensemble compact appelé automate. La figure 9 montre la structure interne d'un API.

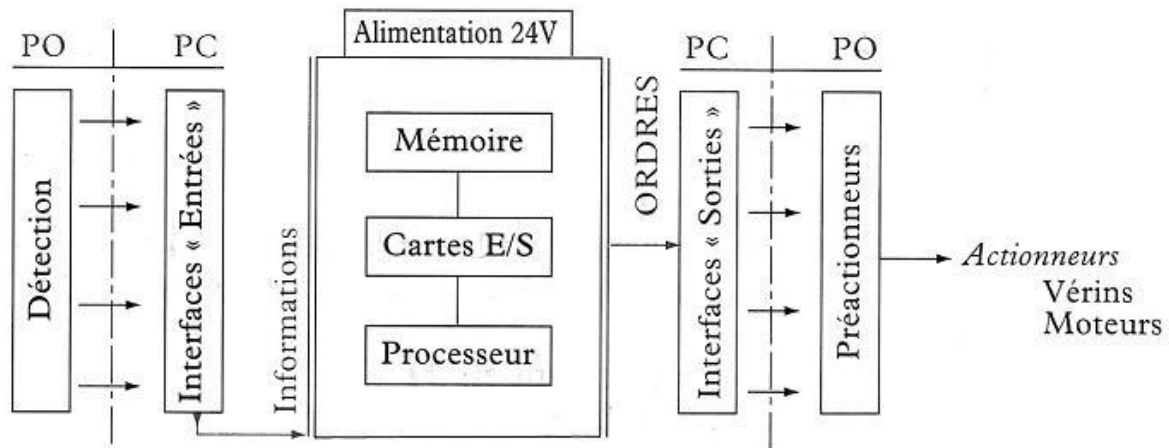


Figure 9. Structure interne d'un API

1.3. Description des éléments d'un API

Le processeur : Son rôle consiste d'une part à organiser les différentes relations entre la zone mémoire et les interfaces d'E/S et d'autre part à gérer les instructions du programme.

Les interfaces : L'interface d'Entrées comporte des adresses d'entrée, une pour chaque capteur relié. L'interface de Sorties comporte des adresses de sorties, une pour chaque pré-actionneur. Le nombre d'E/S varie suivant le type d'automate. Les cartes d'E/S ont une modularité de 8, 16 ou 32 voies. Elles admettent ou délivrent des tensions continues 0 - 24 V_{cc}.

La mémoire : Elle est conçue pour recevoir, gérer, stocker des informations issues des différents secteurs du système que sont le terminal de programmation (PC ou console) et le processeur, qui lui gère et exécute le programme. Elle reçoit également des informations en provenance des capteurs.

Il existe dans les automates plusieurs types de mémoires qui remplissent des fonctions différentes :

- la conception et l'élaboration du programme font appel à la RAM et l'EEPROM ;
- La conservation du programme pendant l'exécution de celui-ci fait appel à une EPROM.

L'alimentation : Tous les automates actuels utilisent un bloc d'alimentation alimenté en 240 Vac et délivrant une tension de 24 V cc.

1.4. Langages de programmation des API

Chaque automate possède son propre langage. Mais par contre, les constructeurs proposent tous une interface logicielle répondant à la norme CEI 1 1131-3. Cette norme définit cinq langages de programmation utilisables, qui sont :

- GRAFCET ou SFC : ce langage de programmation de haut niveau permet la programmation aisée de tous les procédés séquentiels.
- Schéma par blocs ou FBD : ce langage permet de programmer graphiquement à l'aide de blocs, représentant des variables, des opérateurs ou des fonctions. Il permet de manipuler tous les types de variables.
- Schéma à relais ou LD : ce langage graphique est essentiellement dédié à la programmation d'équations booléennes (true/false).
- Texte structuré ou ST : ce langage est un langage textuel de haut niveau. Il permet la programmation de tout type d'algorithme plus ou moins complexe.
- Liste d'instructions ou IL : ce langage textuel de bas niveau est un langage à une instruction par ligne. Il peut être comparé au langage assembleur.

Pour programmer l'automate, l'automaticien peut utiliser :

- Une console de programmation ayant pour avantage la portabilité.
- un PC avec lequel la programmation est plus conviviale, communiquant avec l'automate par le biais d'une liaison série RS232 ou RS485 ou d'un réseau de terrain.