

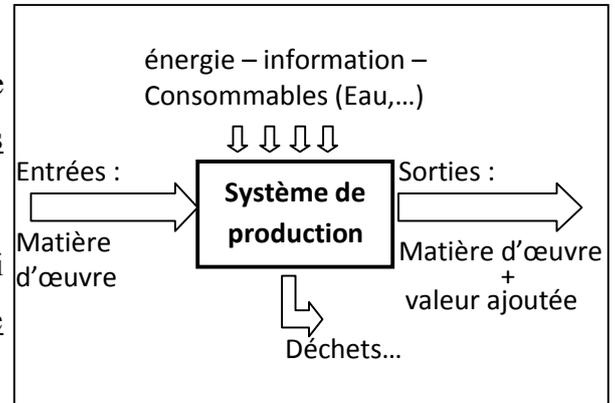
# Chapitre 1: Introduction aux systèmes automatisés de production

## 1.1. Introduction :

**Un système** : est un ensemble organisé d'éléments interagissant entre eux et avec l'extérieur, dans le but de réaliser une fonction définie.

**Un système de production** : est un système qui permet de conférer une valeur ajoutée à un ensemble de matières d'œuvre dans un contexte donné.

**Un système automatisé** : ou automatique est un système qui exécute toujours le même cycle de travail qui est programmé à l'avance, sans l'intervention de l'utilisateur.

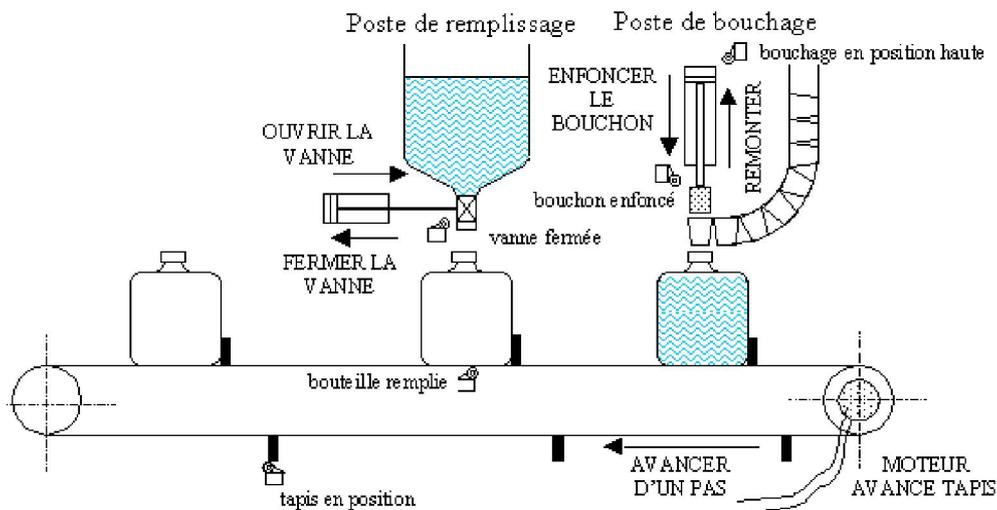


- L'opérateur assure la programmation, le démarrage et l'arrêt du système.
- Un système automatisé peut être composé de plusieurs systèmes automatisés.

Par contre, dans un système mécanique, l'utilisateur commande et contrôle l'ensemble des opérations.

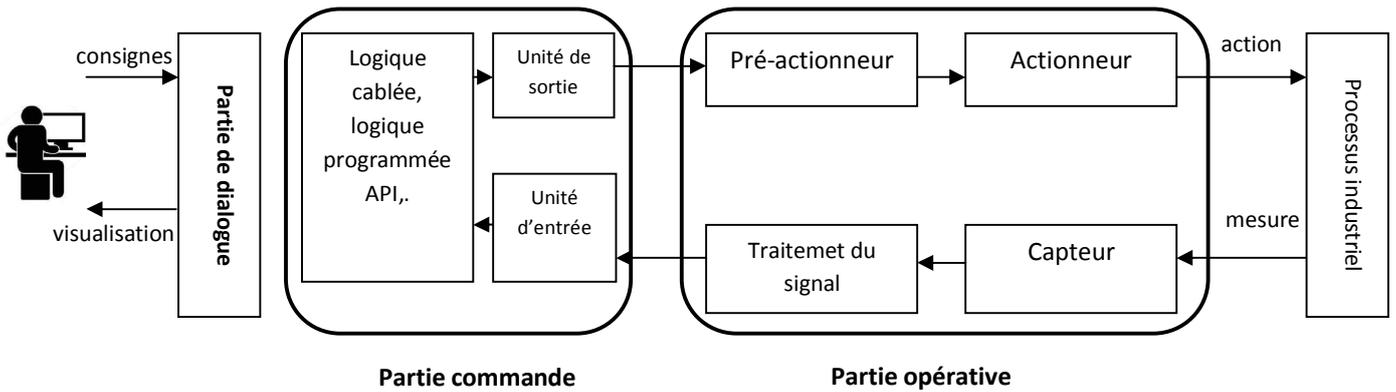
On trouve les systèmes automatisés dans des domaines très variés comme : l'industrie (convoyeur, ligne de montage...), la vie quotidienne (distributeur de boissons, les feux de carrefour,...)

Comme exemple, la figure suivante présente un système automatisé industriel d'embouteillage :



## 1.2. Structure générale des systèmes automatisés :

Un système automatisé est composé de deux parties principales : la partie opérative et la partie commande ; à lesquelles s'ajoute une troisième c'est la partie de dialogue.



*Un système automatisé peut être assimilé à un Homme :*

- Le Cerveau est la partie commande.
- Les 5 sens sont les capteurs.
- Les Muscles sont les actionneurs.
- Les Nerfs sont les liaisons entre ses diverses parties.

## Chapitre 2: La Partie Opérative

### 2.1. Introduction :

La partie opérative regroupe les éléments qui reçoivent des ordres de la partie commande et effectuent les actions physiques (préactionneurs, actionneurs, effecteurs), et ceux qui mesurent des grandeurs physiques et informent la partie commande de l'exécution du travail (capteurs).

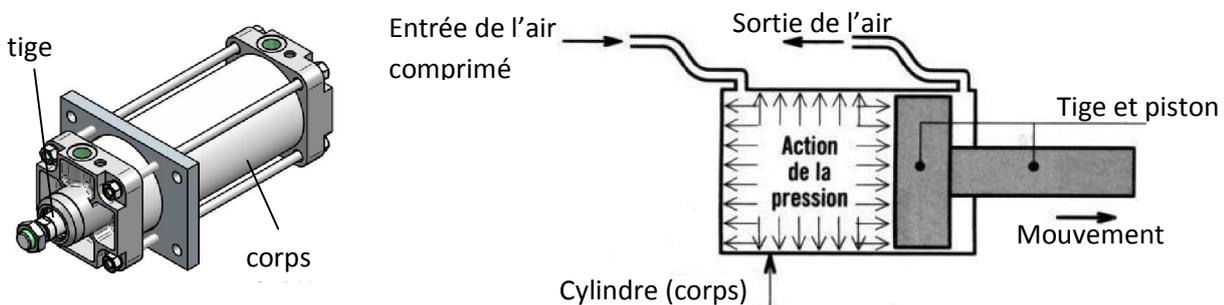
### 2.2. Les actionneurs :

Convertissent une énergie d'entrée (électrique, hydraulique ou pneumatique...) en une énergie de sortie (mécanique) pour mettre en mouvement les organes de machines. Les actionneurs les plus utilisés sont :

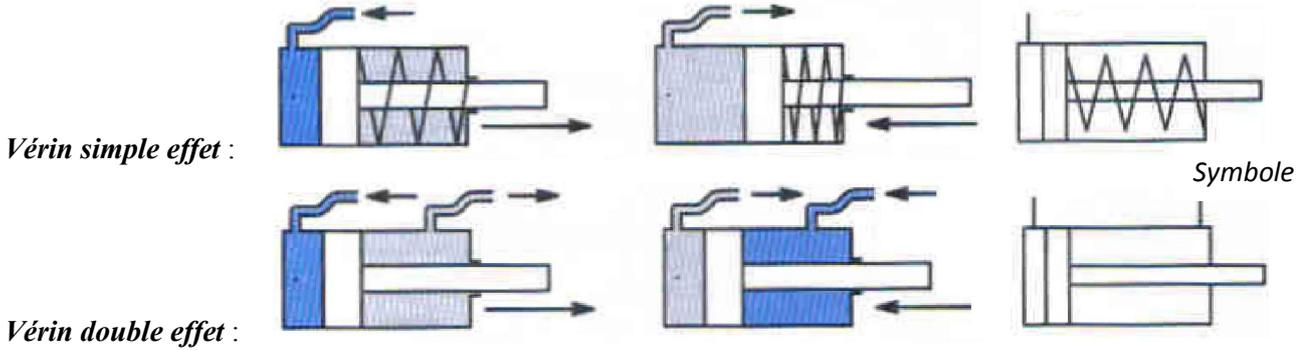
#### 2.2.1. Actionneurs pneumatiques :

Ils utilisent de l'air comprimé à ~6 bar qui est fourni par un compresseur. Ils sont alimentés par des distributeurs, suite à une commande électrique. Ils sont utilisés principalement pour des mouvements exigeant une force faible (20 à 50 000 N) ; et une grande vitesse.

Les actionneurs pneumatiques répandus sont : les vérins (linéaires et rotatifs) et les moteurs rotatifs, On utilise également des ventouses à vide pour saisir des objets.



**Vérin**

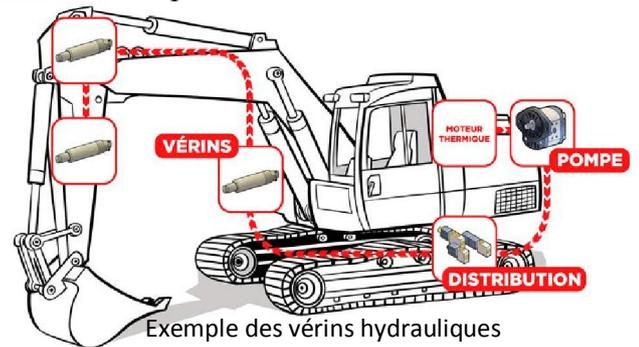


**2.2.2. Actionneurs hydrauliques :**

Les actionneurs hydrauliques sont utilisés pour des mouvements requérant des forces très élevées, à faible vitesse. Utilisant de l'huile sous des pressions atteignant 400 bar, ils permettent d'obtenir une force prodigieuse (jusqu'à 300 tonnes force).

L'huile est fournie par une pompe hydraulique qui fait généralement partie de la machine.

Ces actionneurs sont des vérins linéaires ou des moteurs rotatifs. Dans les vérins hydrauliques, le principe est identique à celui des vérins pneumatiques.

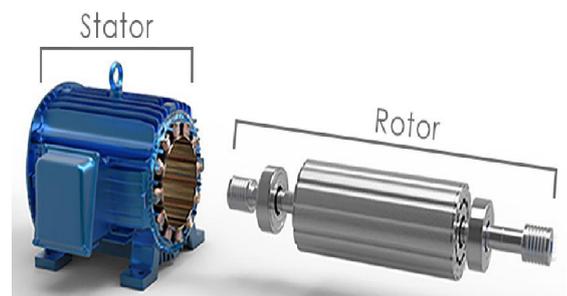


Il existe plusieurs types de moteurs hydrauliques: (moteurs à engrenage, moteurs à palettes, à pistons).

**2.2.3. Actionneurs électriques :**

Sont principalement les moteurs électriques. Ils transforment l'énergie électrique en énergie mécanique. Leur fonctionnement repose sur les principes de l'électromagnétisme. Le moteur comporte deux parties : le stator (partie fixe) et le rotor (partie mobile).

Il existe plusieurs types : moteurs asynchrones (généralement à courants triphasés : moteurs à cage, moteurs à bagues), moteurs à courant continu, synchrones, moteurs pas à pas...



**2.3. Les préactionneurs :**

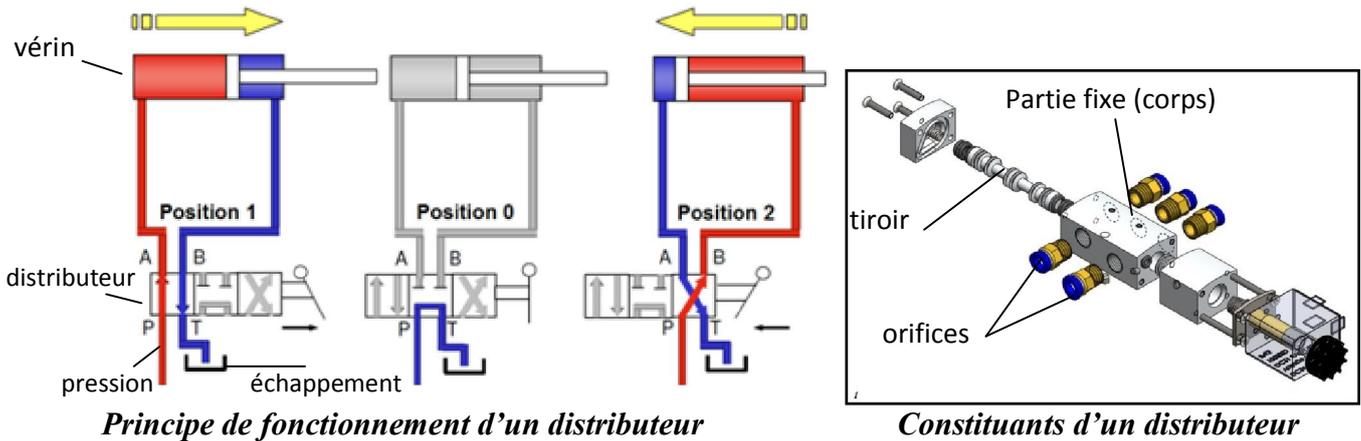
Le préactionneur s'occupe de distribuer l'énergie nécessaire à l'actionneur (pneumatique, hydraulique ou électrique) en fonction de la commande (signal faible) venant de la Partie Commande.

**2.3.1. Les distributeurs (pneumatiques ou hydrauliques) :**

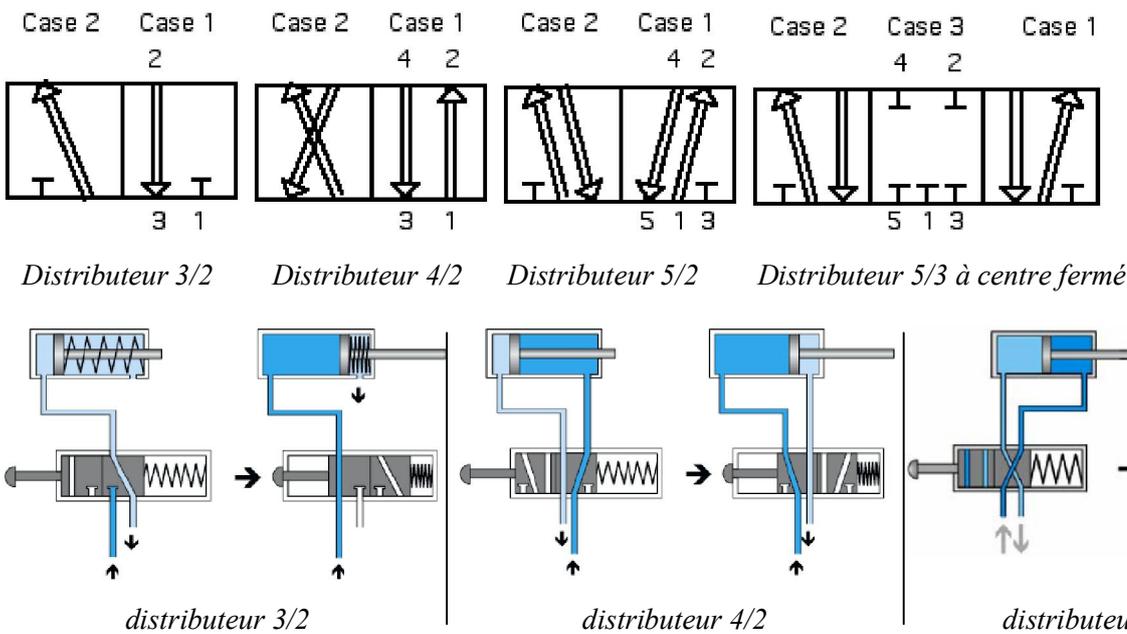
Un distributeur est constitué d'une partie fixe et d'une partie mobile (le tiroir) :

- La partie fixe : dotée d'orifices connectés à la source d'énergie, à l'actionneur et à l'échappement.

- Le tiroir mobile, coulissant dans la partie fixe, il est doté de conduites permettant le passage de fluide entre les différents orifices et la partie fixe.



Il existe plusieurs types de distributeurs :

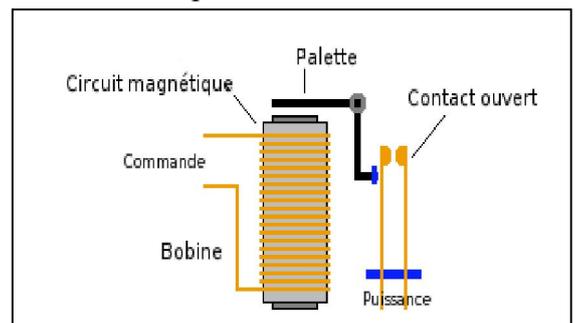


**2.3.2. Relais et Contacteurs (préactionneurs électriques) :**

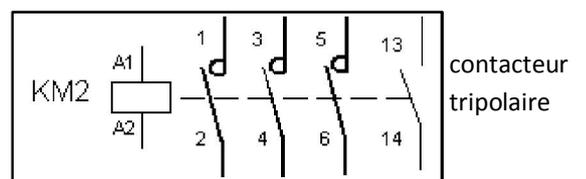
**Relais :** Un relais électromécanique est un organe électrique permettant l'ouverture et la fermeture d'un circuit électrique à tension élevée par un second circuit à tension faible et complètement isolé.

Son fonctionnement est comme suit :

- En l'absence d'ordre de la P.C., les contacts sont au repos.
- Quand l'automate envoie l'ordre de commande, le courant électrique crée un champ magnétique dans la bobine, qui pousse la barre de commande.



**Contacteur :** Le contacteur a la même fonction qu'un relais, sauf que ses contacts sont prévus pour supporter un courant

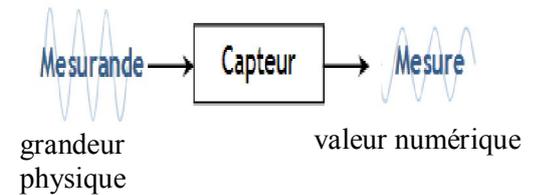


beaucoup plus important. Par exemple pour des moteurs industriels de grande puissance (plus de 50 kW).

Selon leur utilisation ils peuvent être unipolaires, bipolaires, tripolaires ou encore tétrapolaires, en d'autres termes ils possèdent de un à quatre contacts de puissance.

## 2.4. Les capteurs :

Les capteurs sont des éléments sensibles à des grandeurs physiques (température, pression, force, position, vitesse, luminosité,...) qu'ils transforment en signal électrique.



On peut classer les capteurs en fonction du type de grandeurs physiques à mesurer, en :

- Capteurs Mécaniques : déplacement, force, masse, débit etc...
- Capteurs Thermiques : température, capacité thermique, flux thermique etc...
- Capteurs Electriques : courant, tension, charge, impédance, diélectrique etc...
- Capteurs Magnétiques : champ magnétique, perméabilité, moment magnétique etc...
- Capteurs Radiatifs : lumière visible, rayons X, micro-ondes etc...
- Capteurs Bio/Chimique : humidité, gaz, sucre, hormone etc...

On peut classifier les capteurs sur la base de consommation ou pas de l'énergie en :

**Capteurs actifs** : n'exigent pas d'alimentation. Ils sont directement générateurs d'une tension, d'un courant ou d'une charge à partir de la grandeur physique. Les principes physiques mis en jeu sont surtout : Effet thermoélectrique, Effet piézoélectrique, Effet pyroélectricité, Effet d'induction électromagnétique, Effet photoélectrique et photovoltaïque, Effet Hall.

**Capteurs passifs** : Ils ont besoin dans la plupart des cas d'apport d'énergie extérieure pour fonctionner. Il s'agit en général d'une impédance dont la valeur varie avec la grandeur physique. On trouve des Capteurs résistifs, Capteurs inductifs, Capteurs capacitifs.

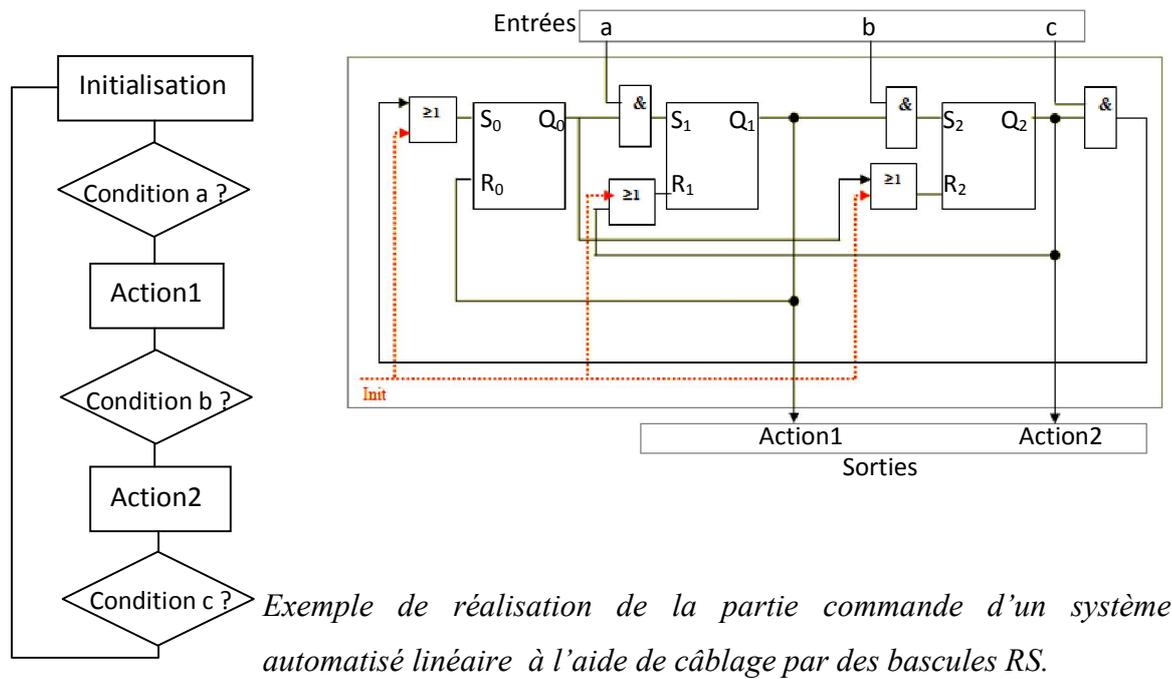
## Chapitre 3: La Partie Commande

### 3.1. Introduction :

La partie commande a pour tâche de donner les ordres de fonctionnement à la partie opérative. Elle reçoit les consignes de l'opérateur et les informations transmises par les capteurs. En fonction de ces consignes et de son programme. Elle va commander les préactionneurs et renvoyer des informations aux systèmes de supervision. Deux solutions sont empruntées pour la réalisation de la partie commande :

### 3.2. Logique câblée :

L'automatisme est obtenu en reliant entre eux les différents constituants de base ou fonctions logiques (combinatoire et séquentielle) par câblage.



**3.3. Logique programmée :**

Le schéma du système est transcrit en une suite d'instructions constituant le programme, qui s'exécute par un équipement spécial (automate programmable API, microprocesseur,...). En cas de modification, l'installation ne comporte aucune modification de câblage seul le jeu d'instructions est modifié.

|                    | <b>Câblée</b>  | <b>Programmée</b>  |
|--------------------|--|--|
| <b>Usage</b>       | S'utilise pour des systèmes simples  | S'utilise pour des systèmes complexes.                               |
| <b>Complexité</b>  | la taille des circuits croît avec la complexité du problème.               | La taille de circuits n'augmente plus avec la complexité du problème |
| <b>Evolutivité</b> | La moindre modification du problème entraîne le renouvellement du montage. | Nécessite seulement une modification du programme                    |
| <b>Rapidité</b>    | l'avantage en terme de rapidité  | La rapidité diminue avec la complexité du système                    |
| <b>Coût</b>        | Faible (Pour un système simple)  | Plus élevé   |

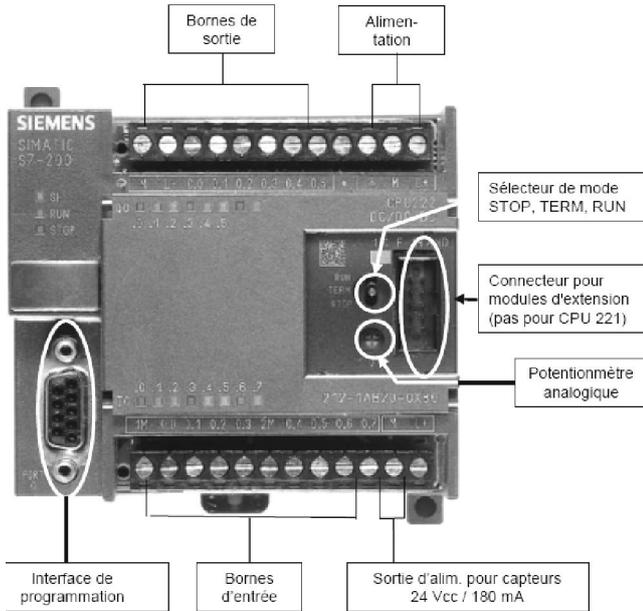
**Les API :**

Les automates programmables industriels API (en anglais : PLC programmable logic controller) sont apparues à la fin des années soixante, à la demande de l'industrie automobile américaine (GM). Il existe sur le marché de nombreuses marques : Siemens, Omron, Allen Bradley, Cegetel, Jetter, Shneider, etc.

L'API est un appareil électronique programmable (par un automaticien, non informaticien) similaire à un ordinateur servant à commander des procédés industriels en élaborant des actions (pour les préactionneurs) selon un programme, à partir des informations fournies par les capteurs.

Un API est constitué essentiellement des parties suivantes : Le microprocesseur, la mémoire, les interfaces et les cartes d'Entrées / Sortie.

Les API peuvent être compacts ou modulaires.



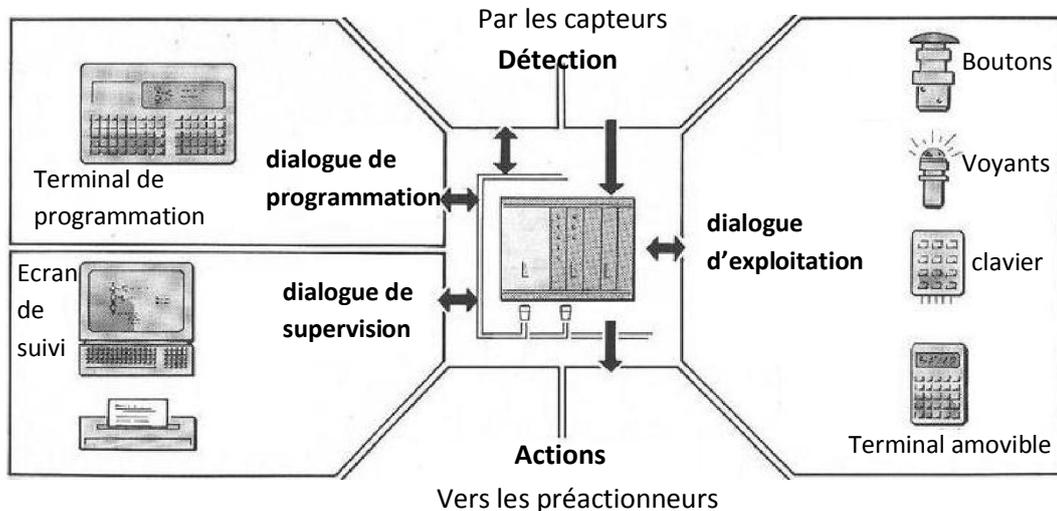
API modulaires

API compact (monobloc)

### 3.4. La partie dialogue :

Assure l'échange d'informations entre l'opérateur et le système (dialogue homme-machine). On distingue :

- **Le dialogue de programmation** : lors de la phase de développement; Il consiste à : - Ecrire et interpréter l'ensemble des instructions du programme - Implanter le programme en mémoire
- **Le dialogue d'exploitation** : A partir d'un terminal d'exploitation (clavier et écran) l'opérateur peut :
  - Lire sur un écran un message relatif à : l'état du système, des mesures, des défauts de fonctionnement.
  - Commander : sélection des modes de fonctionnement ; saisie de consignes ; émission d'ordres...
- **Le dialogue de supervision** : assure la coordination avec les autres systèmes concernés.

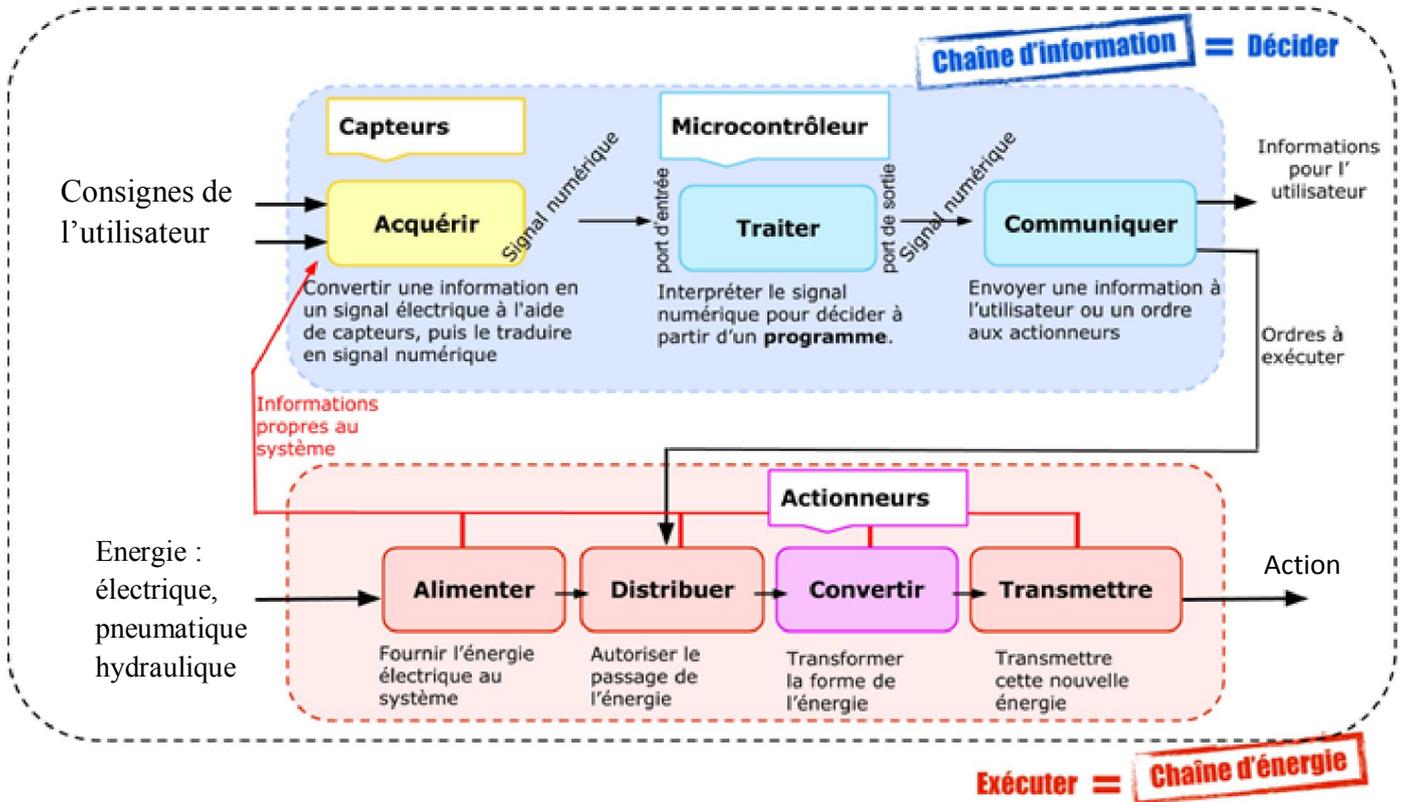


## Chapitre 4 : conception et modélisation

### 4.1. La chaîne fonctionnelle :

La chaîne fonctionnelle est l'ensemble de fonctions assurées par les constituants du système.

On décompose une chaîne fonctionnelle en 2 chaînes : La chaîne d'information et la chaîne d'énergie.



#### 4.1.1. La chaîne d'information

Elle comprend des composants électroniques. De ce fait, les informations sont des signaux électriques basse tension de nature différente (analogique, numérique). Cette chaîne se décompose en 3 fonctions :

- **La fonction « acquérir »** : Les informations entrantes sont de deux sortes : Les consignes de l'opérateur et les comptes rendus de la chaîne d'énergie qui sont recueillis par des capteurs.
- **La fonction « traiter »** : est assurée par la partie commande qui gère l'ensemble des informations.
- **La fonction « communiquer »** : se résume généralement à informer l'opérateur sur l'état du système, les actions à réaliser, certains défauts ou problèmes. Et les ordres envoyés à la partie opérative.

#### 4.1.2. La chaîne d'énergie :

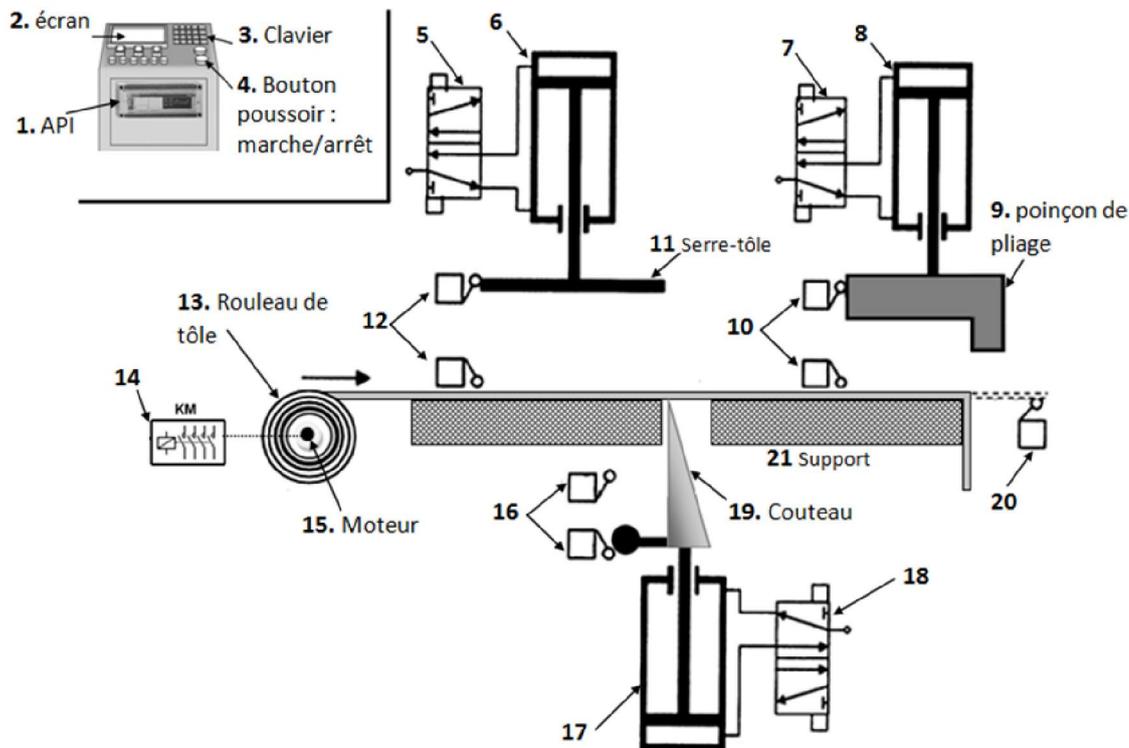
C'est la partie opérative du système qui est chargée de réaliser ce pourquoi il a été conçu mais pour ce faire, elle consomme de l'énergie. Elle se décompose en 4 fonctions :

- **La fonction « alimenter »** : assure l'alimentation en énergie : électrique, pneumatique ou hydraulique.
- **La fonction « distribuer »** : assurée par les préactionneurs dont le rôle est de distribuer l'énergie lorsqu'ils reçoivent l'ordre de la partie commande.

- **La fonction « convertir »** : On utilise pour cela des actionneurs qui convertissent l'énergie distribuée (électrique, pneumatique ou hydraulique) en énergie mécanique ou thermique.
- **La fonction « transmettre »** : pour transformer l'énergie.
- **La fonction « action »** : assurée par les effecteurs.

#### 4.2. Exemple d'un système automatisé de production :

Le schéma ci-dessous présente un système automatique de découpage et de pliage de tôles.



**Son principe de fonctionnement (et les éléments intervenants) se résume en étapes suivantes :**

- Déplacement de la tôle le long de la table : 13, 14, 15, 20, 21 .
- Serrage de la tôle : 5, 6, 11, 12.
- Pliage de la tôle : 7, 8, 9, 10, 21.
- Découpage de la tôle : 16, 17, 18, 19.
- Desserrage de la tôle : 5, 6, 11, 12.

**Les principaux éléments du système sont :**

- Unité de traitement : 1.
- Capteur : 10, 12, 16, 20.
- Effecteur : 9, 11, 13, 19.
- Préactionneur pneumatique : 5, 7, 18.
- Préactionneur électrique : 14.
- Actionneur électrique : 15.
- Actionneur pneumatique : 6, 8, 17.
- Élément de dialogue : 2, 3, 4.

**La chaîne fonctionnelle du système se décompose en fonctions suivantes :**

- Acquérir : 3, 4, 10, 12, 16, 20.
- Traiter : 1.

- Communiquer : 1, 2, 3, 4.
- Distribuer : 5, 7, 14, 18.
- Convertir : 6, 8, 15, 17.
- Effectuer : 9, 11, 13, 19.