

1.1- Introduction

Dans ce chapitre nous allons effectuer une introduction aux systèmes automatisés en visant les points suivants :

- 1) Fonction globale d'un système automatique ;
- 2) Automatisation et structure des systèmes automatisés ;
- 3) Pré-actionneurs (Contacteurs, Triac, ...);
- 4) Actionneurs (vérins, Moteurs, ...);
- 5) Capteurs ;
- 6) Classification des systèmes automatisés ;
- 7) Spécification des niveaux du cahier des charges ;
- 8) Outils de représentation des spécifications fonctionnelles.

1.2- Fonction globale d'un système automatique

1.2.1- Définition d'un "Système automatisé"

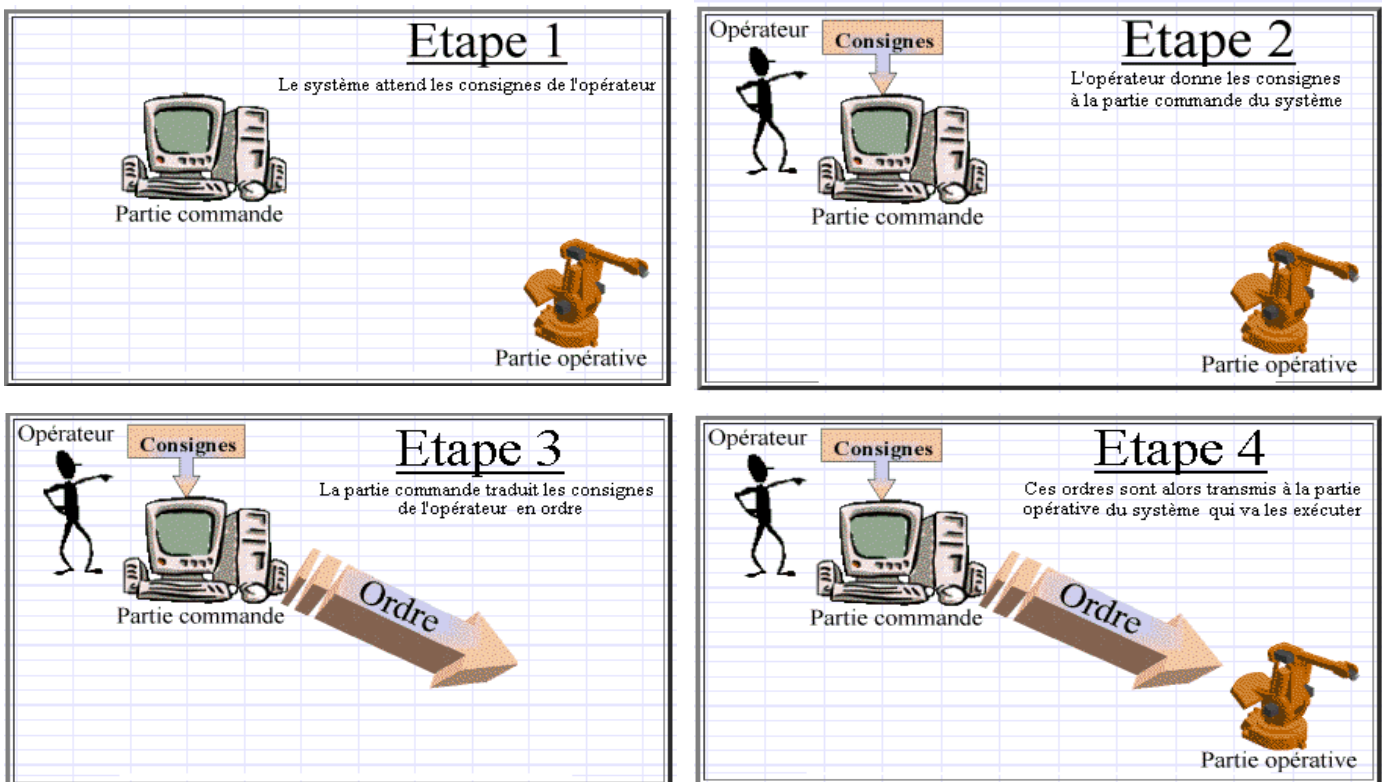
Un "Système Automatisé" est un système qui exécute toujours le même travail pour lequel il a été programmé → ROBOT

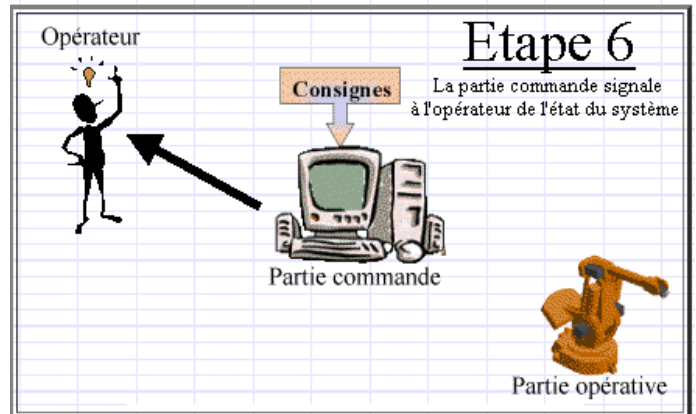
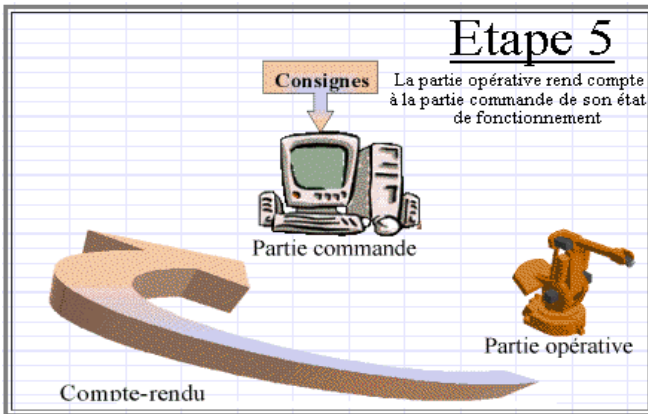
Un système automatisé ou automatique est un système réalisant des opérations et pour lequel l'homme n'intervient que dans la programmation du système et dans son réglage.

Automatique, c'est l'ensemble de théories et de techniques pour la prise de décision et la commande des systèmes. En anglais "Automatic Control" (# commande).

L'automatique est ainsi la discipline scientifique permettant de caractériser les systèmes automatisés et de choisir/concevoir/réaliser la commande des systèmes. Les systèmes de commande s'inspirent le plus souvent de l'homme.

L'automatisation industrielle est la mise en œuvre des moyens automatiques pour la réalisation d'un processus de production.





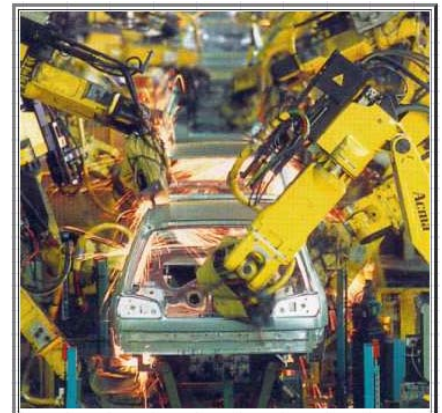
Un **Système Automatisé** est toujours composé d'une **Partie Commande (P.C)** et d'une **Partie Opérative (P.O)**.




Pour faire fonctionner ce système, l'**Opérateur** (personne qui va faire fonctionner le système) a donné des consignes à la **P.C**. Celle-ci va traduire ces consignes en ordres qui vont être exécutés par la **P.O**. Une fois les ordres accomplis, la **P.O** va le signaler à la **P.C** (elle fait un compte-rendu) qui va à son tour le signaler à l'**Opérateur**. Ce dernier pourra donc dire que le travail a bien été réalisé.

Pour comprendre cette définition, observer les 6 étapes explicatives d'un **Système Automatisé (S.A)** qui permet de déplacer des objets (**P.C** → ordinateur et d'une **P.O** → bras manipulateur qui permet de déplacer les objets):

Exemples de systèmes automatisés:

- Ascenseur
- Portes coulissantes de magasin.
- Une série de Systèmes Automatisés destinés à souder la carrosserie des véhicules
- etc ..



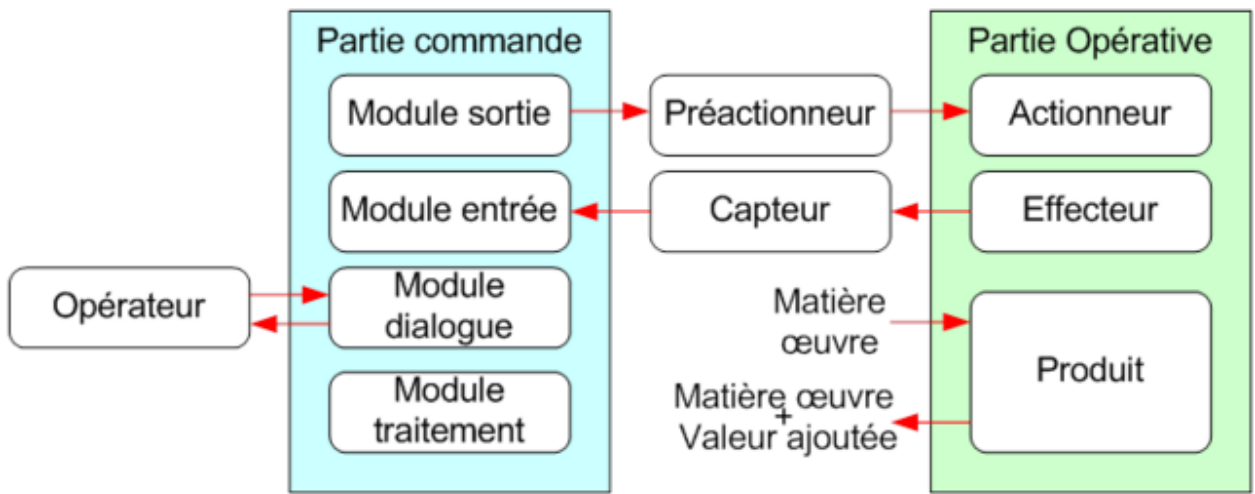
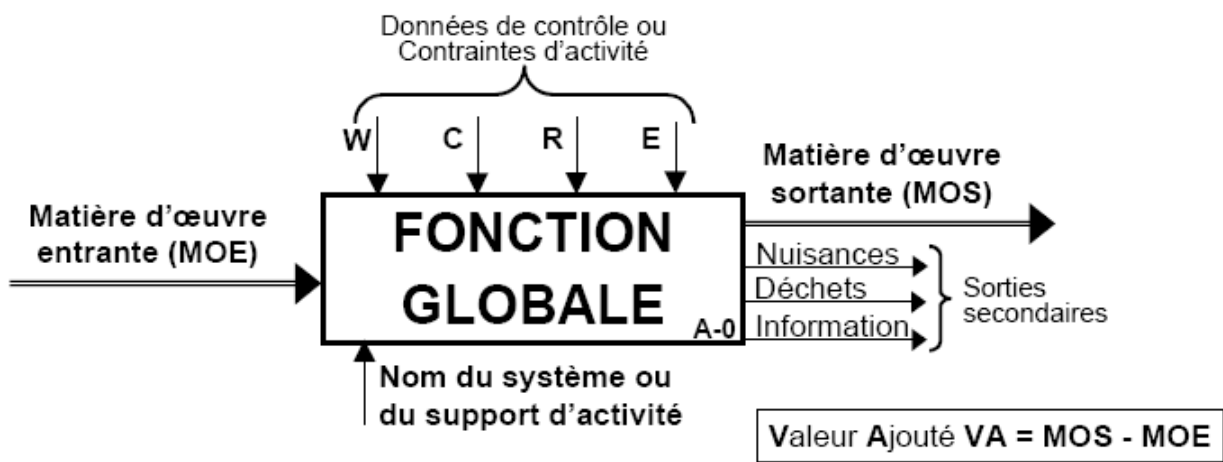
<ul style="list-style-type: none"> • Un distributeur de boissons 	<ul style="list-style-type: none"> • Un feu de croisement 	<ul style="list-style-type: none"> • L'accès à un parking payant 	<ul style="list-style-type: none"> • Passage à niveau 
---	--	---	--

1.2.2- Fonction Globale d'un Système automatisé

Un système automatisé est représenté par une boîte appelée **ACTIGRAMME** dans laquelle on inscrit sa **FONCTION GLOBALE** du point de vue de l'utilisateur. La fonction globale est représentée par un **VERBE EN MAJUSCULE à l'INFINITIF obtenu de la question → quoi sert ce système ?**

Les autres données de contrôle sont réparties de la façon suivante :

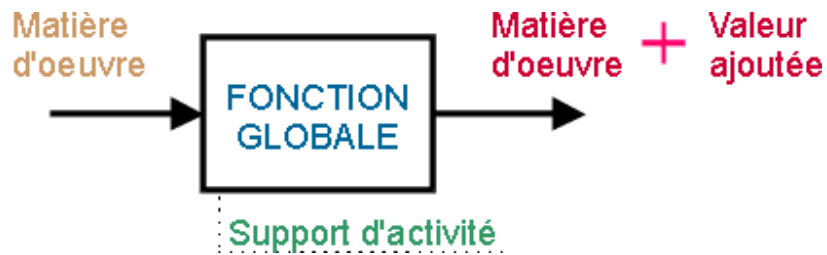
- W : Données de contrôle d'énergie – Ex : énergie électrique, pneumatique, hydraulique, chimique...
- C : Données de contrôle de configuration – Ex : programmation d'un API, d'un programmeur mécanique...
- R : Données de contrôle de réglage – Ex : réglages de vitesse, courses, paramètres de fonctionnement...
- E : Données de contrôle d'exploitation – Ex : dialogue homme machine, ordre opérateur...



L a **fonction globale** de tout système (**figures en haut et en bas**) est de donner une **valeur ajoutée**, à un ensemble de **matières d'œuvre** dans un **contexte** donné.

NB :

Un **système de production** est dit **industriel** si l'obtention de cette **valeur ajoutée** (*Préciser ces modifications*), pour un ensemble de **matières d'œuvre** (*Quel est l'élément qui subit les modifications apportées par le système ?*) donné, a un caractère **reproductible**, peut être exprimée et quantifiée en termes **économiques**.

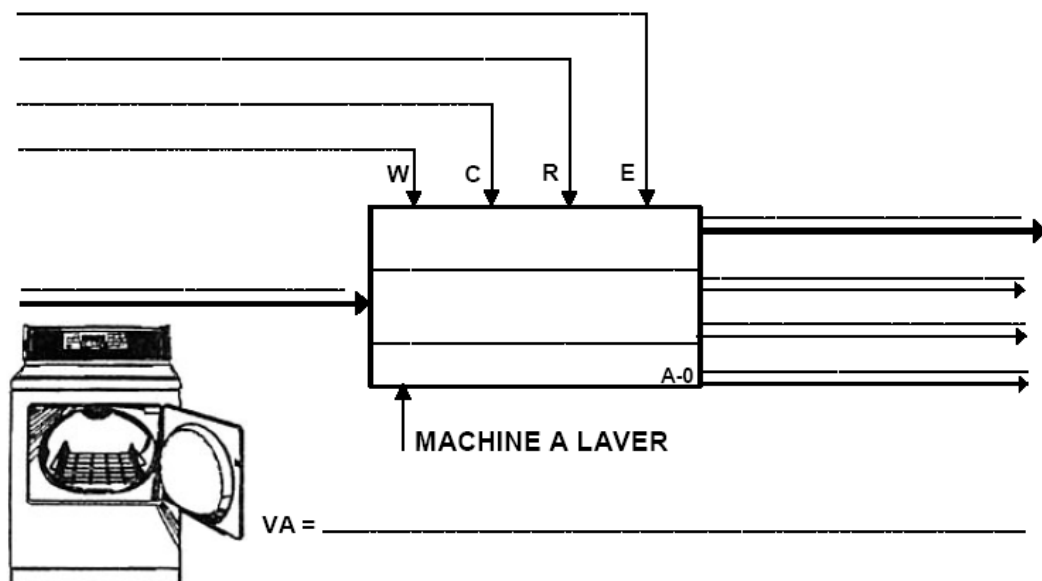


Fonction globale : définition du but ou de la finalité pour lesquels le système a été conçu ; elle est exprimée par un verbe à l'infinif. → Machine à laver

Matière d'œuvre + Valeur ajoutée : différence entre l'état initial et l'état final de la matière d'œuvre.

Support d'activité : système étudié.

Exemple : Machine à laver



Exemples de systèmes

Systèmes techniques	MOE	Fonction globale	Valeur ajoutée
Station de lavage de voitures	Voiture à laver	Laver les voitures	Lavage des voitures
Calculatrice	Données à traiter	Traiter les informations	Traitement des informations
Chauffage électrique	Local à chauffer	chauffer un local	Chauffage d'un local
Chauffage électrique(1)	Energie électrique	Convertir l'énergie électrique en énergie calorifique	Conversion d'énergie

1.3- Automatisation et structure des systèmes automatisés

L'**automation industrielle** est la technique d'utiliser les machines afin de réduire la charge de travail mené par l'ouvrier tout en gardant la productivité et la qualité.

L'automatisation de la production consiste à réaliser les tâches de coordination, auparavant exécutées par des opérateurs humains, par la **PARTIE COMMANDE** qui représente un ensemble d'objets techniques.

Tout système automatisé peut être abordé selon au moins deux points de vue :

- par une **approche fonctionnelle**.
- par une **approche structurelle**.

L'**approche fonctionnelle** permet une étude progressive d'un système automatisé par identification de la fonction des différents éléments le constituant. Afin de rendre cette analyse plus claire, une représentation graphique de la **fonction globale** du système est utilisée.

L'**approche structurelle** permet de reconnaître les divers éléments constitutifs du système et de les regrouper en trois parties :

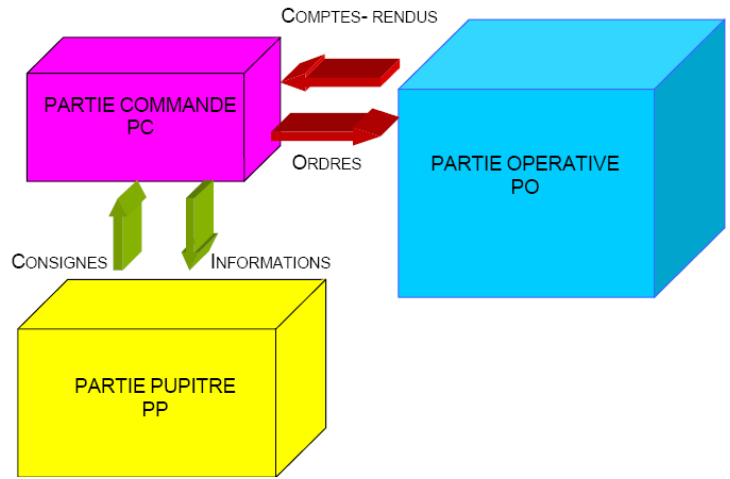
- **la partie opérative (P.O)** agit sur la matière d'œuvre.
- **la partie commande (P.C)** émet les ordres et reçoit des signaux en retour, afin de coordonner ses actions.
- **la partie pupitre (P.P)** permet à l'opérateur de dialoguer et de commander la partie opérative.

Chapitre 1 :

Alors, un système automatisé peut se représenter sous la forme d'un schéma identifiant trois parties :

- P.O = actionneur + effecteurs;
- P.C ;
- P.P.

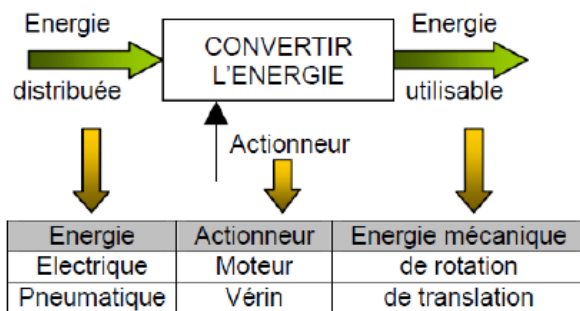
du système et exprimant leurs *interrelations* (*Informations, Ordres, Comptes-rendus, Consignes*).



1.3.1- Partie opérative (P.O)

Appelée parfois partie puissance, la partie opérative d'un automatisme assure la transformation de la matière d'œuvre par le biais des constituants suivants :

- a) **La partie mécanique (Effecteur):** chariots, glissières, engrenages, poulies, broches...
- b) **Les actionneurs** convertissent l'énergie d'entrée disponible sous une certaine forme (électrique, pneumatique, hydraulique) en une énergie utilisable sous une autre forme, par exemple :
 - Energie thermique destinée à chauffer un four (l'actionneur étant alors une résistance électrique).
 - Energie mécanique destinée à provoquer une translation de chariot (l'actionneur pouvant être un vérin hydraulique ou pneumatique).
 - Energie mécanique destinée à provoquer une rotation de broche (l'actionneur pouvant être alors un moteur électrique).



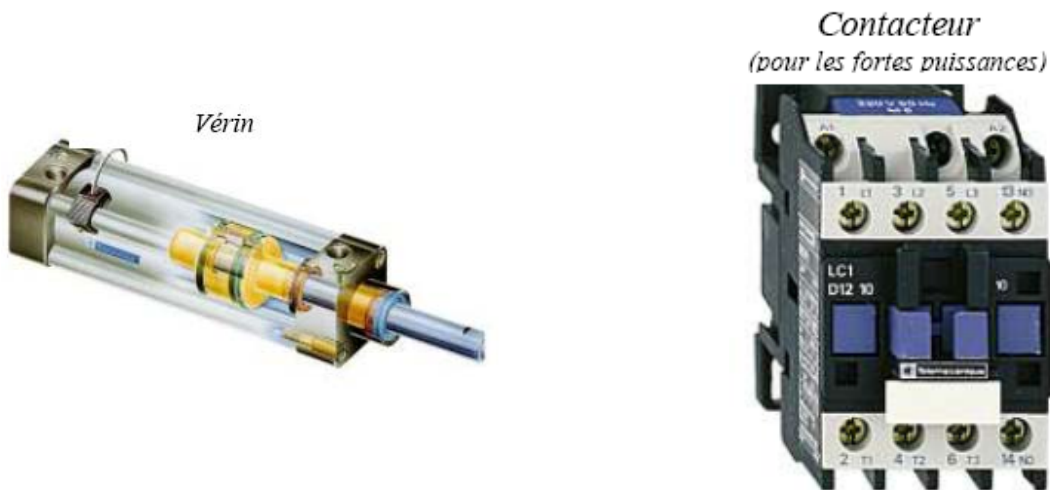
Vérin rotatif



Moteur pas à pas



Vérin



- c) **Les préactionneurs** reçoivent les signaux de commande et réalisent la commutation de puissance avec les actionneurs. Les préactionneurs des moteurs électriques sont appelés **contacteurs**. Les **préactionneurs** des **vérins** et des **moteurs hydrauliques et pneumatiques** sont appelés **distributeurs** (à commande électrique ou pneumatique).
- d) **Les capteurs**, qui communiquent à la partie commande des informations sur la position d'un mobile, une vitesse, la présence d'une pièce, une pression...
- e) **Les capteurs T.O.R.** (tout ou rien), qui délivrent un signal de sortie logique, c'est à dire 0 ou 1.

Exemple : détecteur de fin de course.

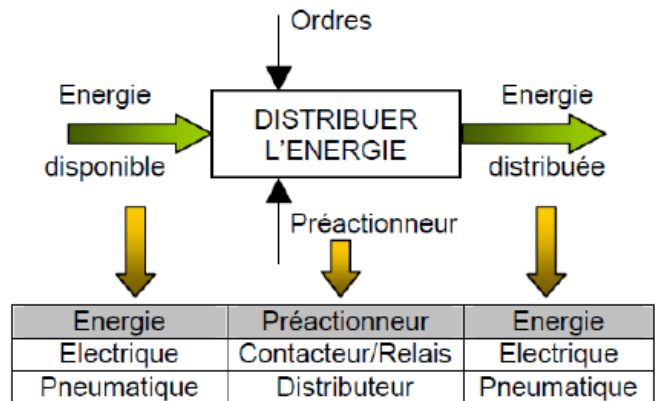
- f) **Les capteurs numériques**, ou « incrémentaux », qui associés à un compteur, délivrent des signaux de sortie numérique.

Exemple : capteur ou codeur incrémental utilisé pour la mesure des déplacements des chariots de machine à commande numérique.

Les capteurs analogiques, ou proportionnels qui permettent de prendre en compte la valeur réelle d'une grandeur physique.

Exemple : Sonde de température.

- g) **Les appareils de ligne.** Ceux-ci représentent l'ensemble des composants indispensables à la mise en œuvre et à la bonne marche de l'automatisme



1.3.2- Partie commande (P.C)

Appelée également « *partie traitement des informations* », elle regroupe tous les composants de traitement des informations nécessaire à la bonne marche de la **partie opérative**.

La partie commande communique avec l'**opérateur** par l'intermédiaire d'un **pupitre**. Les informations entre la partie commande et la partie opérative passent souvent par l'intermédiaire **d'interfaces**.

Trois technologies sont actuellement utilisées :

- a) électromécanique,
- b) pneumatique,
- c) **électronique**.

La troisième se présente sous cette forme : → **Logique programmée**

L'enchaînement des mouvements du système automatisé est programmé sous forme d'instructions (programme), traitées et gérées par l'unité centrale de la partie commande.

i) **Les automates programmables industriels (A.P.I.)**

Ils possèdent presque tous un langage adapté au **GRAFCET**. Ils sont munis de bornes **d'entrées et sorties**.



*Automate programmable :
Ordinateur spécialisé dans le
pilotage de systèmes automatisés.*

ii) **Les micro et mini-ordinateurs.**

Leur utilisation demande des connaissances en informatique. Le **GRAFCET** doit être traduit dans un langage informatique. Ils ne possèdent pas en général de bornes **d'entrées et sorties**.

iii) **Les micro systèmes.**

Idem ci-dessus mais possèdent des bornes d'entrées et sorties.

1.3.3- La partie pupitre

Le pupitre permet à l'opérateur de dialoguer et de commander la partie opérative. Il comporte :

- i) Des boutons de commande (marche, arrêt, arrêt d'urgence...).
- ii) Des voyants de signalisation (mise sous tension, fonctionnement anormal, buzzer...).
- iii) Des appareils de mesure de pression (manomètre), de tension (voltmètre), d'intensité (ampèremètre).



Capteur de niveau
de liquide



Buzzer

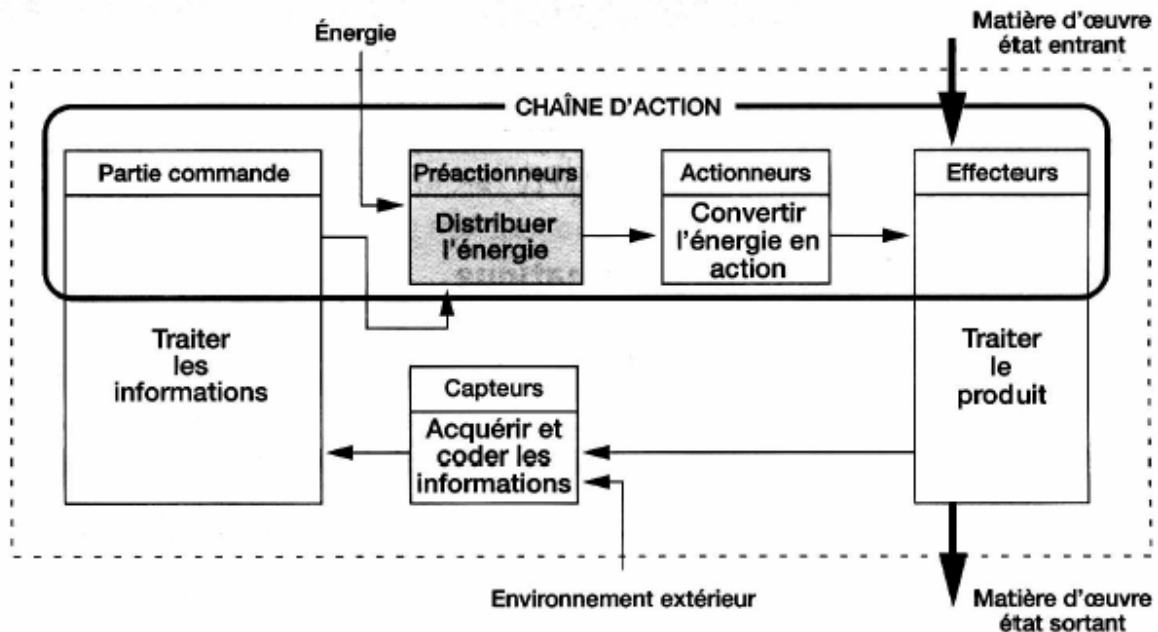


Voyants

1.4- Pré-actionneurs (Contacteurs, Triac, ...)

1.4.1- Définitions et classifications

Les **préactionneurs** font partie de *la chaîne d'action d'un système automatisé*. Les **préactionneurs** sont les **interfaces** entre la **Partie Commande** et la **Partie Opérative**. Ils **distribuent**, sur ordre de la Partie Commande, **l'énergie de puissance aux actionneurs**.



Classification des préactionneurs :

En fonction des grandeurs d'entrée et de sortie, on peut classer les préactionneurs les plus utilisés :

- i) Préactionneurs électriques
- ii) Préactionneurs pneumatiques

Aussi, selon le critère de stabilité, on distingue 2 types : les préactionneurs **monostables** et les préactionneurs **bistables** :

- i) Un préactionneur T.O.R est dit **monostable** si une des deux positions, appelée repos est stable. L'autre position est activée lorsque la partie commande envoie un ordre et le reste tant que l'ordre est maintenu. Dès que l'ordre disparaît, le préactionneur reprend la position repos.
- ii) Le préactionneur T.O.R est dit **bistable** si les deux positions sont stables. La partie commande envoie un ordre pour chaque changement de position du préactionneur.

Grandeur d'entrée d'un préactionneur

Pour une partie commande de type Automate Programmable Industriel, la **Grandeur d'entrée** d'un préactionneur **T.O.R** est un signal électrique basse tension : l'ordre est soit présent (1), soit absent (0).

On rencontre 2 types d'énergie de commande comme support d'information :

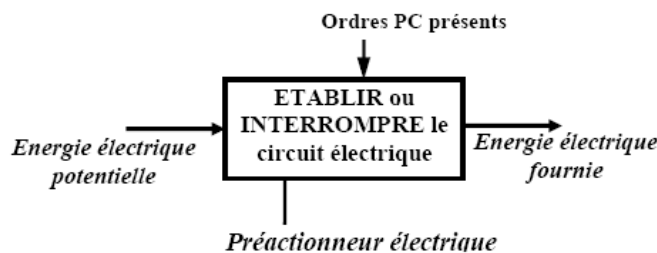
- i) L'énergie électrique sous forme de courant continu ou alternatif de niveau 5V, 12V, 24V ou 48 V (90% des cas d'utilisation)
- ii) L'énergie pneumatique sous forme d'air comprimé ≤ 6 bar (10% des cas d'utilisation)

Grandeur de sortie d'un préactionneur tout ou rien

Suivant le type d'actionneur auquel l'énergie de puissance est distribuée, la **Grandeur de sortie** d'un préactionneur T.O.R est une énergie de puissance de nature : **électrique, pneumatique ou hydraulique**.

Préactionneurs électriques T.O.R.

→ Un préactionneur T.O.R est un constituant de gestion de l'énergie de commande afin de distribuer une énergie de puissance vers les actionneurs



Exemples de préactionneurs : **hacheur, onduleur, gradateurs, transistors de puissance, contacteurs, relais, ...**

Le type de **préactionneur** sera choisi en fonction :

- i) du type d'énergie disponible : **courant continu** ou **alternatif**,
- ii) du type de moteur à alimenter : **moteur à courant continu, moteur brushless, moteur triphasé, moteur pas à pas, servo-moteur**.

Parmi les **préactionneurs** électriques les plus utilisés on trouve **les relais** et **les contacteurs** :

- i) Les **relais** sont utilisés avec des **circuits intégrés** et un **petit circuit de commutation** (transistor), ils permettent de **commander** un circuit de puissance (**contacteurs, lampes...**).
- ii) Les **contacteurs** fonctionnent de la même façon que les **relais**, ils permettent cependant la circulation d'un **courant beaucoup plus important**. Les contacteurs sont utilisés pour des très **fortes puissances** (moteur).

1.4.2- Préactionneurs électriques (TOR)

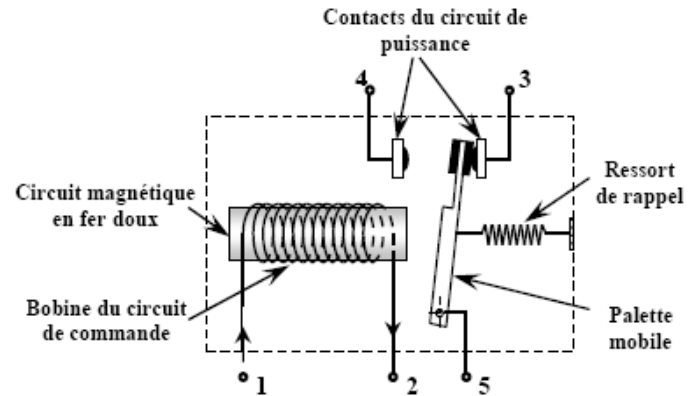
- a) Relais
 - i) Relais Electromagnétique



Généralement, un relais est constitué d'une : **bobine** qui lorsqu'elle est sous tension attire par un phénomène électromagnétique une **armature** ferromagnétique qui déplace **des contacts**.

Contacts :

Types de contacts		
		Contact à fermeture NO
		Contact à ouverture NF
		Contact inverseur



Caractéristiques :

Un relais est caractérisé par :

- La tension de sa **bobine de commande**, 5V à 220V,
- Le pouvoir de coupure de ses contacts, qui est généralement exprimé en Ampère, 0,1A à 50A.
- Etc

ii) Relais statique

Un **relais statique** est un organe ayant la fonction d'un relais électromagnétique mais réalisé avec des composants **électroniques**, sans aucune pièce mécanique en mouvement.

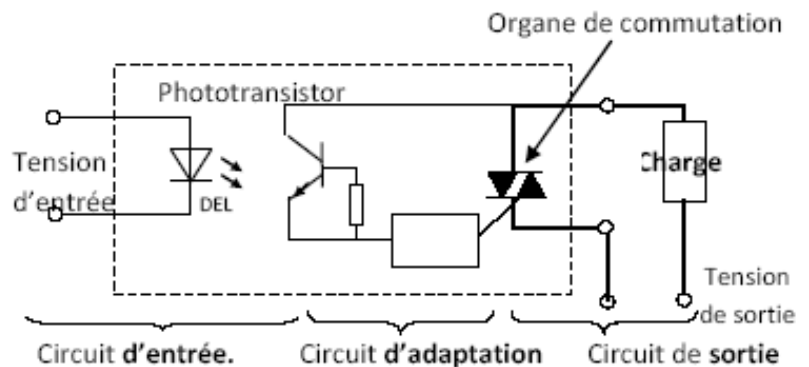
Ces Constituant sont :

i) Circuit d'entrée

Celui-ci assure **l'isolement** galvanique entre le circuit de commande et celui de puissance. Cet isolement est assuré par un **photocoupleur**.

ii) Circuit d'adaptation

Il **traite** le signal d'entrée et assure la commutation du circuit de sortie. En particulier dans le cas de la commutation au zéro de tension, ce circuit assure que *la commutation* de la sortie a lieu au zéro de tension suivant.



iii) Circuit de sortie

Il est composé de l'organe **de puissance**. Celui-ci peut être un **triac** soit des *thyristors* antiparallèles. Dans le cas de la commutation de charges continues, l'élément de puissance est soit un *transistor* soit un **MOSFET**.

b) Contacteurs

Les contacteurs électromagnétiques sont les **préactionneurs** associés aux actionneurs électriques, principalement les **moteurs**.

Ils comportent 4 ensembles fonctionnels :

- i) le circuit principal ou circuit **de puissance**,
- ii) le circuit de **commande**,
- iii) le circuit **auxiliaire**,
- iv) l'organe **moteur**.

Circuit principal :

C'est un ensemble de pièces conductrices du courant principal du contacteur. Il est constitué de :

- pôles **principaux** (L1, L2, L3),
- **contacts** principaux (1-2 ; 2-4 ; 3-6),



Circuit de commande :

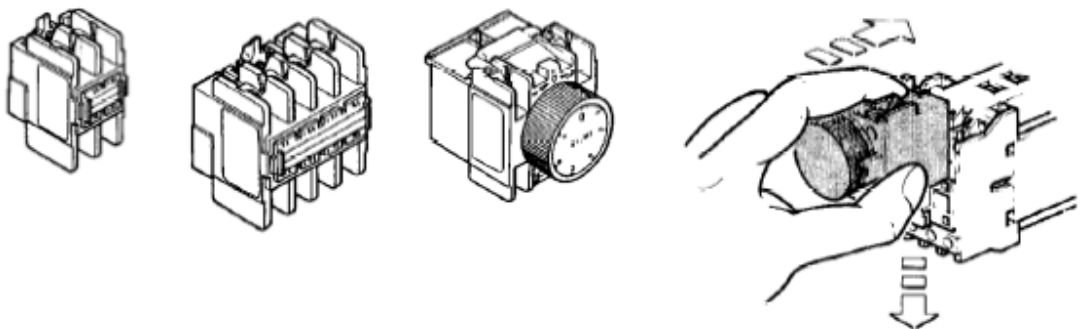
Il comprend le contact de **commande** ou d'auto-maintien ainsi que toutes les pièces conductrices autres que le circuit principal (*n°3 et 7*).

Circuit auxiliaire :

Ce circuit est destiné à remplir des fonctions autres que celles assurées par les deux premiers circuits :

- verrouillage électrique
- signalisation

Il comporte essentiellement des contacts auxiliaires **instantanés** et **temporisés**. Les différents blocs sont représentés ci-dessous. Ils ont la particularité de **s'installer** sur la face avant comme indiqué sur le schéma.



Organe moteur :

L'électro-aimant est l'élément **moteur** du contacteur. Il comprend :

- une **bobine** (24V ; 48V ; 110V ; 230V ; 400 V) alimenté en alternatif ou continu.
- un **circuit magnétique** fixe (la culasse) et un circuit magnétique **mobile** (l'armature)

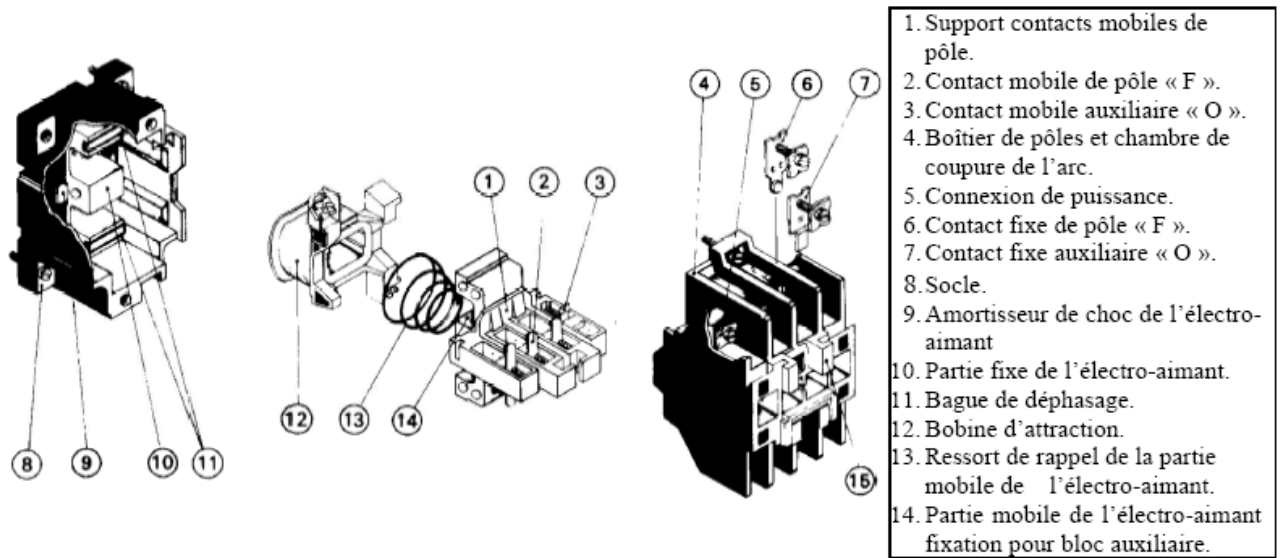
Le circuit magnétique est :

- feuilleté pour l'alimentation en alternatif pour limiter les pertes dues au courant de Foucault.
- massif pour l'alimentation en continu.

Dans une alimentation alternative, le courant est de fréquence 50 Hz. Cela crée dans le circuit magnétique un flux qui s'annule 100 fois par seconde. Sous l'effet du ressort de rappel, le circuit magnétique se met à **vibrer**.

Afin d'éviter ce phénomène, une **bague** rectangulaire en cuivre ou en laiton est disposée de façon à embrasser les 2/3 du circuit magnétique. Ceci à pour effet d'annuler les vibrations.

Cette bague est appelée **spire de déphasage** ou spire de Frager (n° 11).

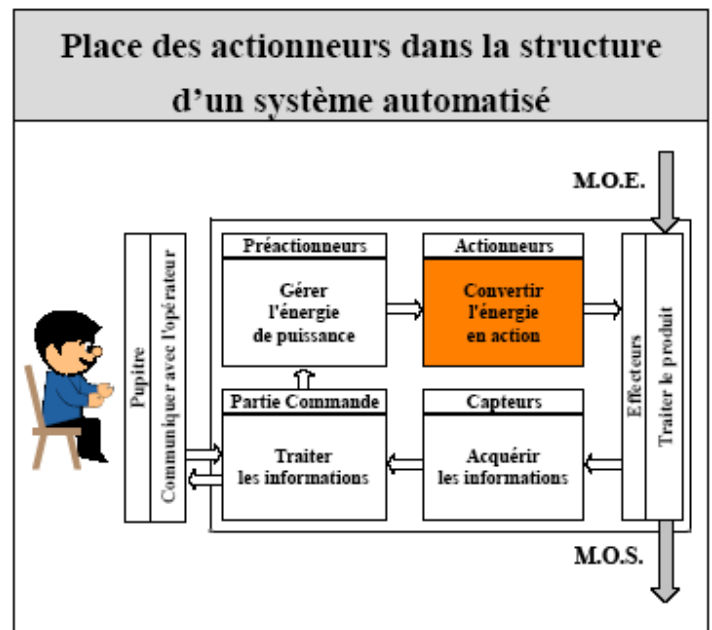
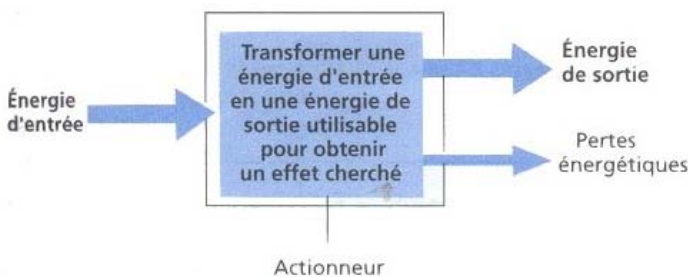


1.5- Actionneurs (vérins, Moteurs, ...)

Pour exécuter les ordres de la partie commande, la partie opérative est équipée d'actionneurs, qui apporte l'énergie au système pour produire l'effet souhaité. Les actionneurs sont le plus souvent des composants électroniques capables de produire un phénomène physique (déplacement, dégagement de chaleur, émission de lumière...) à partir de l'énergie qu'ils reçoivent.

Les actionneurs d'un système automatisé fournissent aux effecteurs l'énergie utile pour apporter une valeur ajoutée à la matière d'œuvre. Ils sont les éléments « moteur » de chacune des chaînes d'action des systèmes automatisés.

Exemple d'actionneurs





Moteur pas à pas



Afficheur 7 segments



Voyants



Électro-vanne



Vérin rotatif



Ventilateur



Buzzer



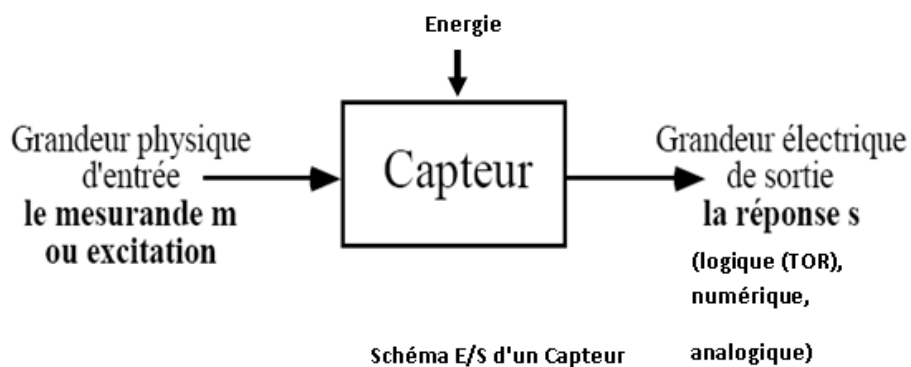
Vérin

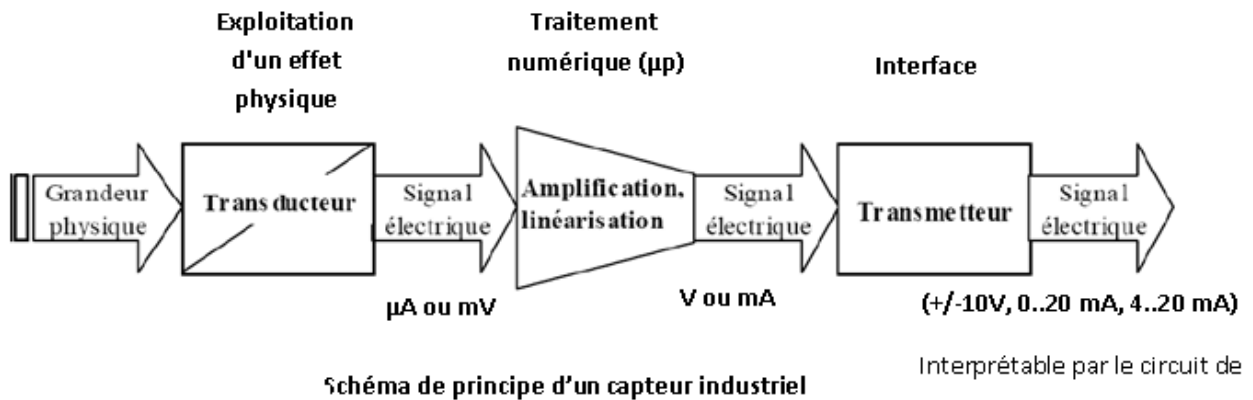


Résistance chauffante

1.6- Capteurs

La partie opérative est également équipée de capteurs ; défini comme un élément capable de détecter (avec ou sans contact) un phénomène physique dans son environnement (présence ou déplacement d'un objet, chaleur, lumière) et de rendre compte de ce phénomène, en sous forme de signaux électriques, à la partie commande.





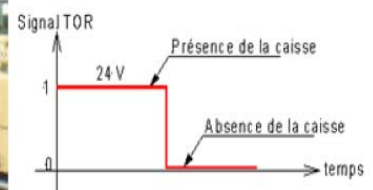
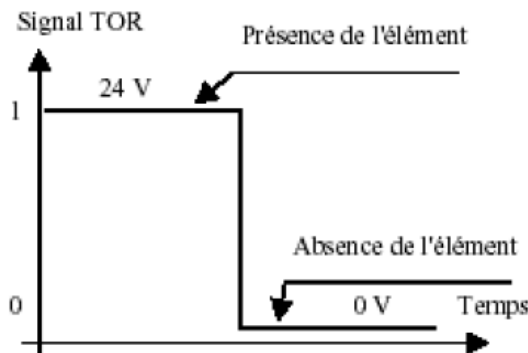
Photos de capteurs industriels

Classification des capteurs

Nature du signal de sortie → Cette classification est réalisée en fonction du signal délivré. On distingue les grandes familles de capteurs par le type de signal qu'ils transmettent

a) Signal TOUT ou RIEN (TOR)

Ce sont les capteurs les plus répandus en automatisation (interrupteurs de position, détecteurs de proximité...) Les capteurs TOR ne délivrant que deux états 0 et 1 sont généralement appelés des DETECTEURS.



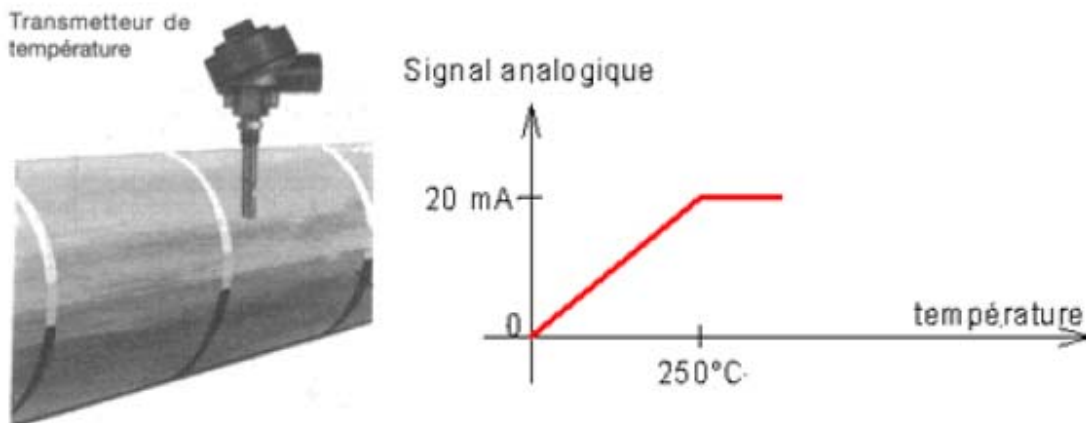
Signal / Capteur TOR

b) Signal ANALOGIQUE

Il traduit des valeurs de température, de position, de pression... sous la forme d'un signal évoluant entre deux valeurs limites.

Ex: La température dans le collecteur peut prendre toutes les valeurs entre **0** et **250°C**.

Le signal transmis varie de façon continue entre 0 et 20mA.



Capteur/ signal analogique

c) Signal NUMERIQUE

Le signal délivré est une combinaison de BITS formant un signal numérique.

Ex: A chaque position angulaire (P1,...Pn) du plateau correspond une valeur numérique délivrée par le codeur.

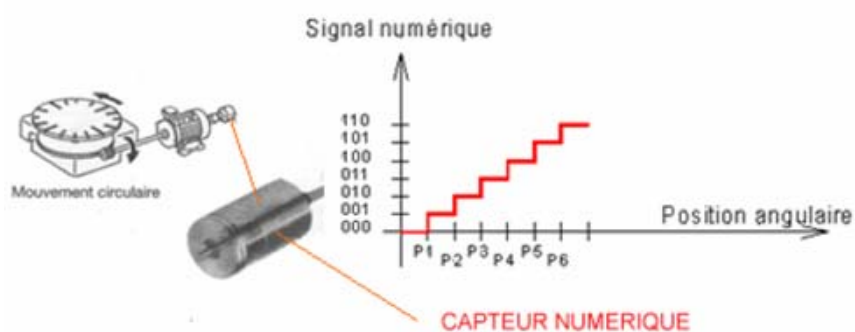


Fig. 3.9: Capteur/Signal numérique

. En fonction du mode de détection





a) **Détection par CONTACT d'une position** → L'objet à détecter entre en contact avec le dispositif d'attaque. Le mouvement engendré provoque le basculement du contact électrique
 ex. Les interrupteurs de position



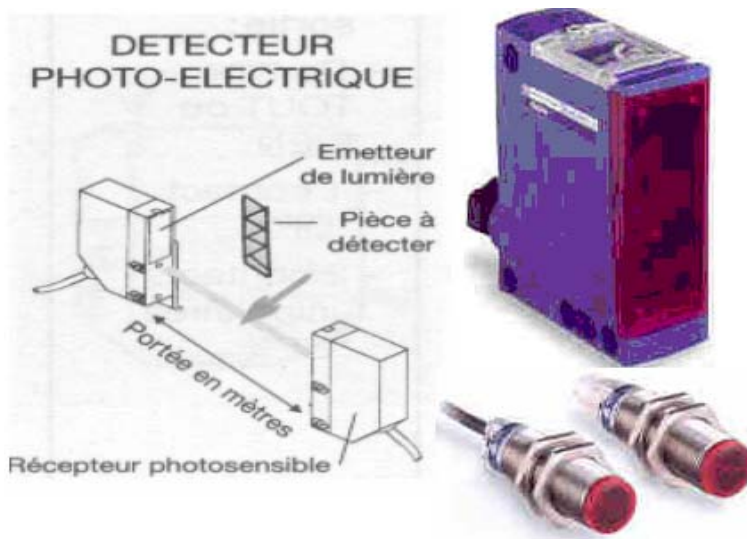
Détection par CONTACT d'une position

b) **Détection SANS CONTACT de la présence d'un objet** → Le détecteur émet un champ magnétique ou électrique qui se trouve perturbé par la proximité d'un objet → Tableau 3.1 :

Détection SANS CONTACT

<u>Détecteur inductif</u>	<u>Détecteur capacitif</u>	<u>Détecteur magnétique</u>	<u>Détecteur à ultrasons</u>
			

c) **Détection À DISTANCE d'un objet** → Un rayon lumineux est interrompu par l'objet à détecter. Ex.: Un **photo-récepteur** traduit cette présence en un signal électrique



1.7- Classification des systèmes automatisés

Un système technique automatisé est un système constitué d'éléments issus de différentes technologies (mécanique, électronique, pneumatique, informatique, ..). La classification de ces systèmes peut se faire selon :

1- Par domaine d'activité :

- Industries de bases : Elles transforment les matières premières en produits semi finis, utilisables par d'autres secteurs industriels. La métallurgie et la pétrochimie sont des industries de base. Elles englobent les industries de l'énergie, de la chimie et de la sidérurgie.
- Industrie de biens d'équipement : Elles utilisent les produits semi-finis, pour produire des biens d'équipement, c'est-à-dire des biens qui servent à la fabrication des produits vendus aux clients. C'est par exemple le cas des industries métallurgiques, mécaniques, du matériel de transport, de construction électrique et électronique, du bâtiment...
- Industries des biens de consommation : Ces industries fabriquent les produits de consommation courants destinés à grand public. C'est le cas de l'industrie automobile, textile, alimentaire, des meubles et articles ménagers, de l'appareillage électrique, du livre, photo, cinéma...
- Industries de pointe : Certaines industries fabriquent des produits modernes : ce sont les industries de pointe. Elles doivent réaliser sans cesse des progrès ; pour cela, elles consacrent d'importantes sommes d'argent à la recherche. Les chercheurs, les ingénieurs et les techniciens mettent au point les techniques du futur. comme l'aérospatiale, l'informatique, l'électronique, les biotechnologies, la robotique, etc., emploient quantité de savants, d'ingénieurs, d'ouvriers très qualifiés et surtout des techniques sophistiquées. Mais les industries anciennes elles-mêmes ont recours aujourd'hui à des techniques de plus en plus sophistiquées : dans l'industrie du vêtement, on utilise le rayon laser pour couper le tissu.
- Industrie de service : Elle regroupe les activités liées à l'organisation et à la distribution des biens.

2- Par nature de Matière d'œuvre (MO) :

- La matière d'œuvre de type physique au produit : Un produit : c'est-à-dire de la matière sous forme solide ou gazeuse et sous forme plus ou moins transformée (ex ; produit technique, chimique, pharmaceutique, textile, ..)
- La matière d'œuvre de type information : De l'information sous forme écrite, physique, audiovisuelle, Qu'il faudra produire, stocker, transmettre, décoder,
- La matière d'œuvre de type énergétique : De l'énergie sous forme de l'électricité, mécanique, thermique, hydraulique, Qu'il faudra produire, stocker, transformer, ...

3- Par nature de flux

- Processus Continu : La transformation de la matière d'œuvre est continue (le cheminement du produit est constant) → industrie chimique, sidérurgie. Le temps est un critère important dans ce type de processus (réaction chimique, incomplète, refroidissement de l'acier trop rapide).
 - Processus discontinus : La matière d'œuvre est transformée par phase successives (séquentiellement). A chaque phase de la production une partie de la valeur ajoutée globale est apportée. Le délai entre deux phases de production n'intervient pas dans le produit final (industrie automobile, industrie manufacturière).
 - Processus mixtes : Association des deux processus (cuisson du pain et emballage de ceux-ci).
- 4- Par critère techno-économique :** classification par forme de VA
- Le stockage : la MO ne subit aucune transformation.
 - Le déplacement : La MO à changer de position.
 - La transformation : La MO a changé de forme, de caractéristique physique, d'état, de structure.
- 5-** Les systèmes automatisés sont souvent classés en fonction de la nature des informations/signaux de commande (causes) et de mesure (effets).

Ces informations peuvent être de deux types : analogiques ou discrètes.

Définition Information analogique

Une information analogique peut prendre toutes les valeurs possibles de manière continue. Un signal analogique peut être représenté par une courbe continue. Les grandeurs physiques (tension, température, pression, ...) sont des informations continues.

Définition Information discrète

Une information discrète ne peut prendre qu'un nombre fini de valeurs.

Information logique

Cette information est associée à l'état d'une variable qui ne peut prendre que deux valeurs (vrai/faux, noir/blanc, présence/non présence, 0/1 ...). L'information logique est aussi appelée (binaire ou « Tout Ou Rien » - TOR).

Information numérique

Cette information numérique est généralement issue d'un traitement (échantillonnage et codage) d'informations analogiques à l'aide d'un CAN (Convertisseur Analogique Numérique). L'information numérique s'écrit sous la forme d'un mot binaire constitué de plusieurs variables binaires (bit).

Système logique vs asservi

Il est donc possible de distinguer deux familles de systèmes automatisés :

Systèmes logiques à événements discrets

- Système à logique combinatoire : un signal logique (ou une combinaison de signaux logiques) conduit toujours à un unique état de la sortie du système. Dans ces systèmes, l'information logique est traitée de manière instantanée (digicode).

• Système à logique séquentielle : le déroulement s'effectue *étape* par *étape*, *séquence* par *séquence*. Pour ces systèmes, à une situation des entrées peuvent correspondre **plusieurs** situations de sortie. La sélection d'une sortie ou d'une autre dépend de la situation antérieure du dispositif (étape précédente)..

Le **GRAFSET** est l'un des principaux outils de conception de ces systèmes.

Systèmes asservis ou asservissements

Dans ces systèmes, on désire que la sortie suive avec précision les variations de l'entrée et ceci avec un temps de réponse réduit.

Exemples : direction assistée d'automobile, régulation de la température d'une chambre froide.

Les signaux traités sont analogiques ou numériques et leurs valeurs des grandeurs d'entrée (causes) ne peuvent pas être prédéterminées à l'avance pour une grandeur de sortie imposée (effet). Une mesure du signal de sortie est réalisée en permanence, sa valeur est comparée à l'entrée puis corrigée. La distinction système asservi analogique ou numérique tient compte uniquement du type d'information (analogique ou numérique).

1.8- Spécification des niveaux du cahier des charges

Afin de concevoir un système automatisé ou une machine spéciale, on a besoin d'établir l'analyse fonctionnelle ou l'analyse des besoins. Cela permet de déterminer toutes les fonctions à intégrer dans le système. Lors de l'analyse fonctionnelle, différents paramètres rentrent en jeu tels que le coût, la qualité et le délai. Il faut recenser, hiérarchiser et pondérer les différentes fonctions. On distingue 3 types de fonctions les fonctions principales (fonction pour lesquelles le système a été créé), les fonctions secondaires (fonctions amélioratives) et les fonctions de contrainte (fonction qui limitent dans les choix).

Dans le cas d'un projet entre un prestataire de service et son client, le cahier des charges va servir d'interface entre ceux ci. Le client va exprimer ses besoins de manière plus ou moins détaillée et lancer un appel d'offre, ainsi la société de prestation par l'intermédiaire d'un chargé d'affaire ou d'un chef de projet va se charger de répondre à l'offre en proposant une solution qui répond au mieux au besoin du client. Tout au long du projet, des réunions bilan se tiendront afin de suivre l'évolution du dossier, si besoin des changements pourront être fait à la demande du client.

La gestion de projet en automatisme, via les différents documents que sont l'analyse fonctionnelle, l'analyse organique et les spécifications techniques s'effectue sous 3

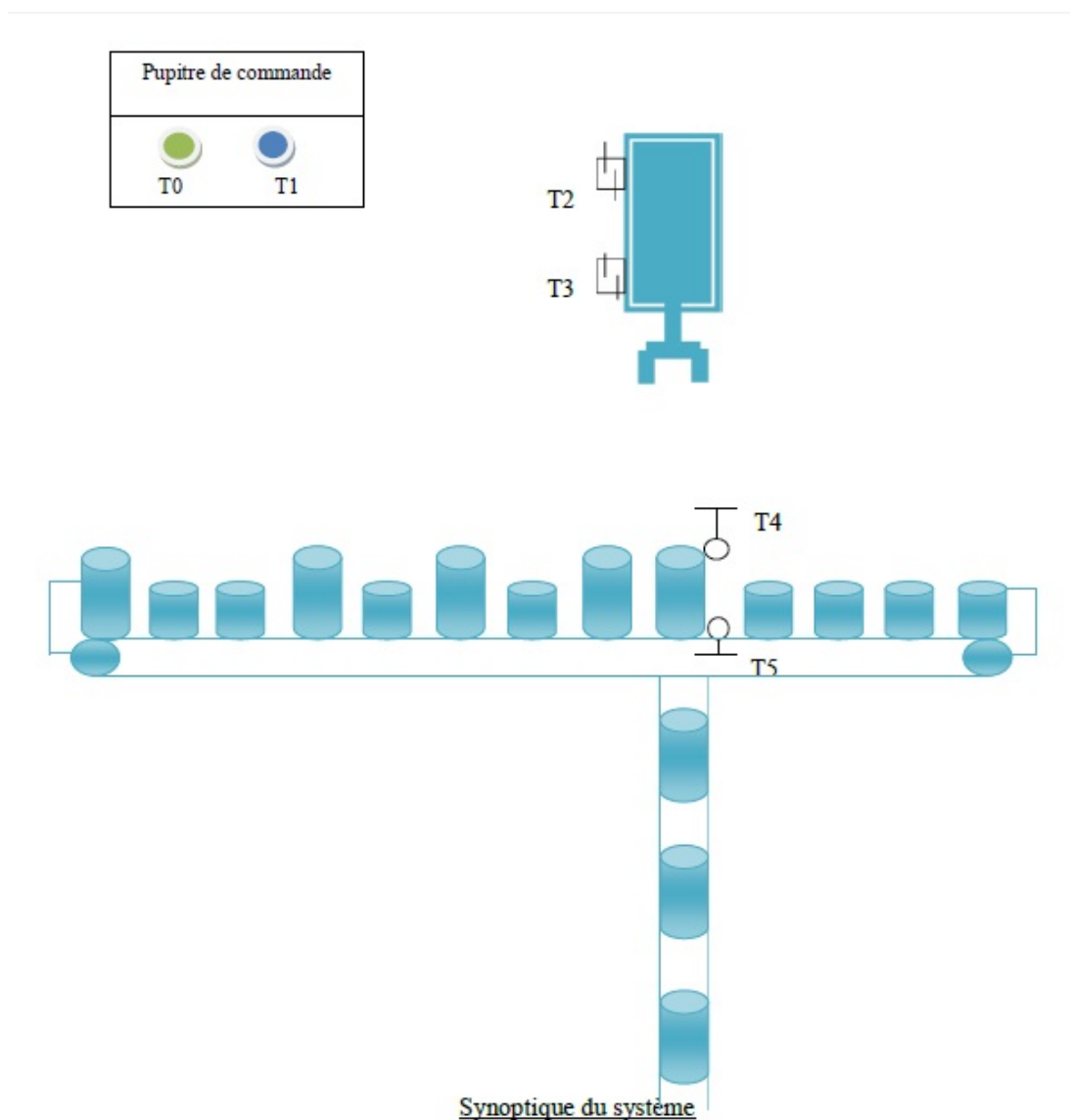
- **La phase organisation du projet**
- **La phase conception du projet**
- **La phase mise en œuvre du projet**

Exemple : → Système automatisé de trie de pièces : cahier des charges

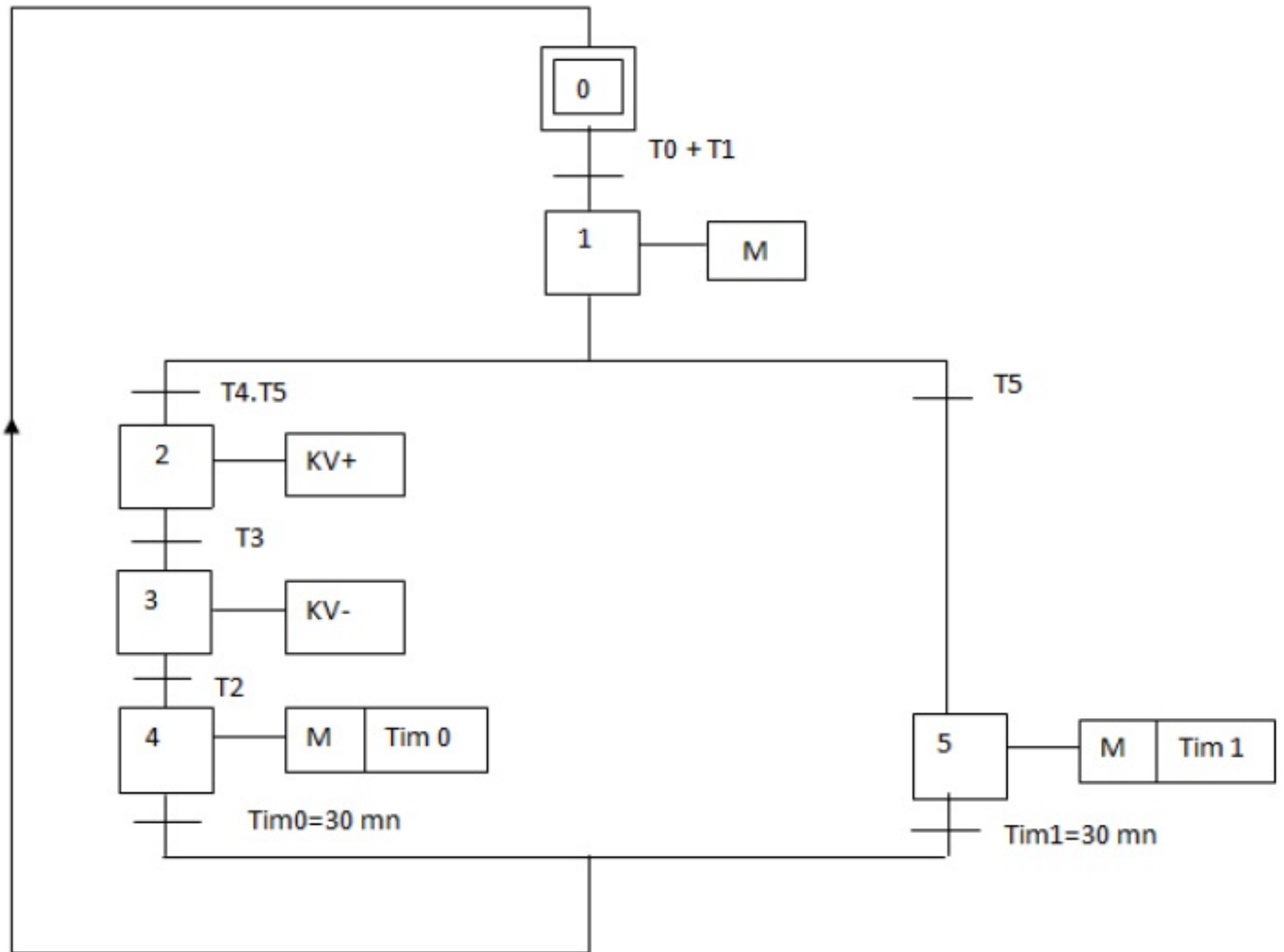
Nous voulons concevoir un système de trie de pièces suivant leur taille, ainsi le processus fonctionne comme suit :

L'opérateur appuie sur le bouton T0 (mode automatique) et T1 (mode manuel) selon son choix ce qui permet de démarrer le cycle. Ainsi, les pièces sont acheminées par un tapis roulant au niveau du poste de contrôle/aiguillage. Deux cas de figure peuvent se produire:

- 1) Si la pièce est de grande taille (capteur T4 actionné), le moteur M du tapis s'arrête et le vérin V sort pour éjecter la pièce. Le capteur T3 actionné, il rentre de nouveau. T2 actionné, le tapis s'arrête après 30 minutes si on est en mode manuel ou redémarre si on est en mode automatique.
- 2) Si la pièce est de petite taille (T5 actionné), le moteur continue de tourner pour acheminer les pièces au poste de stockage puis s'arrête après 30 minutes si on n'est en mode manuel ou continue de tourner si on est en mode automatique.



Grafcet et équations logiques des entrées et des sorties



Nomenclature

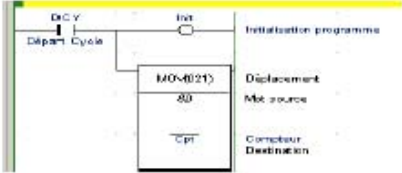
Désignation	Description
T0	Commutateur pour cycle automatique
T1	Bouton poussoir mode manuel
T2	Capteur tige vérin rentrée
T3	Capteur tige vérin sortie
T4	Capteur de position haute (à galet)
T5	Capteur de position basse (à galet)
KV+	Electrovanne commande sortie tige vérin
KV-	Electrovanne commande rentrée tige vérin
M	Moteur tapis

1.9- Outils de représentation des spécifications fonctionnelles


Il existe plusieurs mode de représentation de programmes automatiques, dont :

- 1- IL →Instruction liste,
- 2- ST→Structure text,
- 3- **Ladder** diagram,
- 4- **FBD**→Function block diagram,
- 5- **SFC** →Sequential function chart (**GRAFCET**), **CH2**→ **GRAFCET**,
- 6- etc... comme nous allons voir dans les TP.


Langages IEC 61131-3



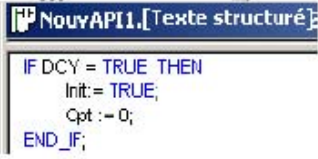
● LD - Ladder Diagram



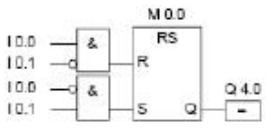
● IL - Instruction List



● SFC - Sequential Function Chart



● ST - Structured text



● FBD - Function Block Diagram

Quel langage choisir ?

Texte Structuré

- Calculs mathématiques
- Instructions répétitives
- Traitements de chaînes caractères

Ladder Diagram

- Logique combinatoire
- Fonctions dédiées (celles non disponibles en ST)
- Traitements rapides (optimisation du temps de cycle)

Instruction List

- Allègement d'affichage
- Saisie rapide et non verbeuse

Sequentiel Fonction Chart

- Nombre important de séquences
- Imbrication complexe des séquences (GEMMA, etc.)
- Surveillance précise de l'ensemble des états
- Clarté (programmation symbolique)