

Chapitre 1

AUTOMATISMES

I. INTRODUCTION

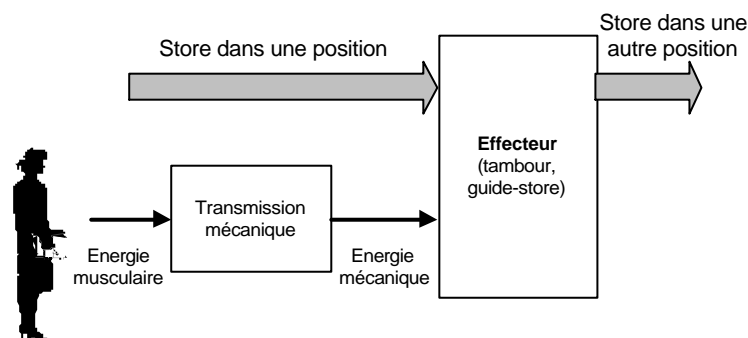
Pour sauvegarder ses forces dans le travail et le déplacement, l'homme a inventé des outils et des techniques, a utilisé l'énergie animale, l'esclavage avant de domestiquer les multiples sources naturelles.

Le temps et l'énergie ainsi économisés ont été réservés pour d'autres activités.

Exemple (Le store)

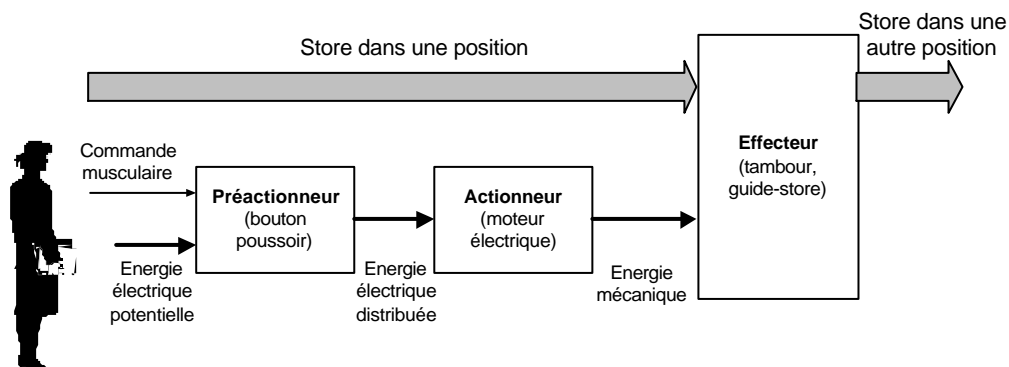
Besoin : Régler le niveau d'ensoleillement d'un lieu (terrasse, , plage, ...).

- i- Parasol : Produit peu coûteux et très commode en usage individuel. Cependant il devient très rapidement lourd, difficile à manoeuvrer, peu réglable dès que les dimensions augmentent. Chaque mise en place et chaque rangement demandent de 'effort et du temps. Pour remédier à ces problèmes le store est arrivé ! : rideau souple qui le plus souvent s'enroule.
- ii- Store mécanisé à manoeuvre manuelle : Produit conçu autour d'un ensemble mécanique assurant, à partir de la manoeuvre manuelle d'une manivelle, le déroulement ou l'enroulement d'un tambour qui entraîne le store dans ses guides.



Effecteur : l'élément terminal de la chaîne cinématique qui convertit l'énergie mécanique de l'opérateur en déplacement du store.

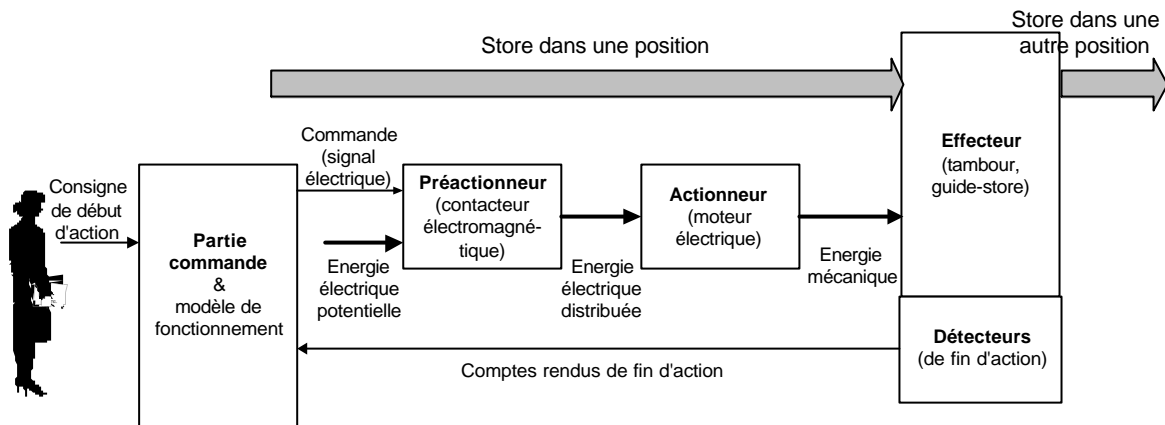
- iii- Store mécanisé à commande manuelle : La manoeuvre du store se fait avec un apport énergétique minimal de la part de l'utilisateur : maintien appuyé d'un bouton poussoir électrique.



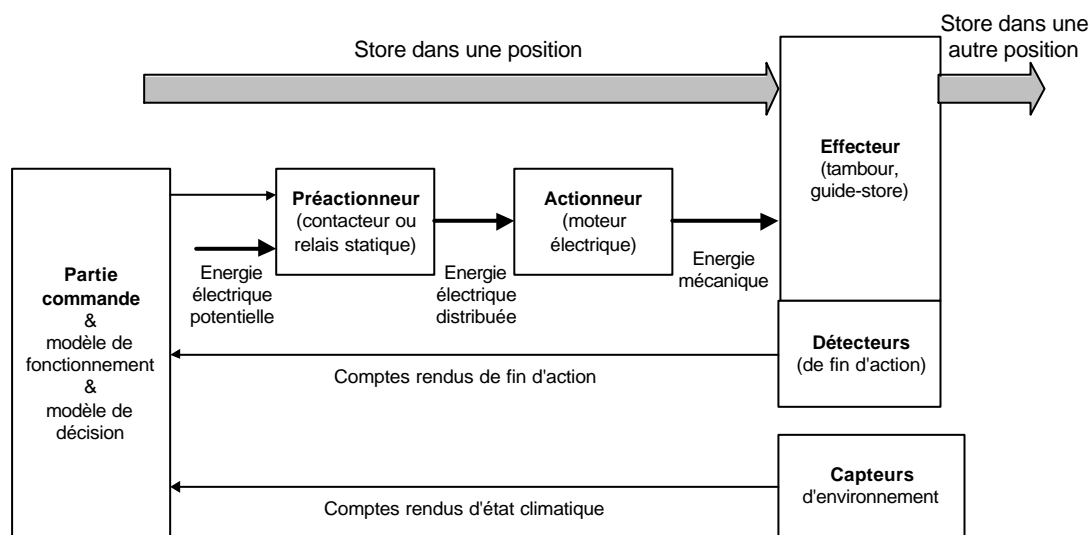
Préactionneur : commande la distribution de l'énergie électrique prélevée sur la source. Le BP est un préactionneur à commande manuelle.

Actionneur : Conversion de l'énergie électrique en énergie mécanique.

- iv- **Store automatisé** : Les fonctionnements précédents nécessitent la présence humaine en permanence. Cette contrainte peut être levée par l'utilisation d'un dispositif de commande capable de reproduire un modèle de fonctionnement : c.à.d. générer des ordres de commande du store (dérouler ou enrouler) à partir d'une consigne d'utilisateur et d'information sur la position du store.



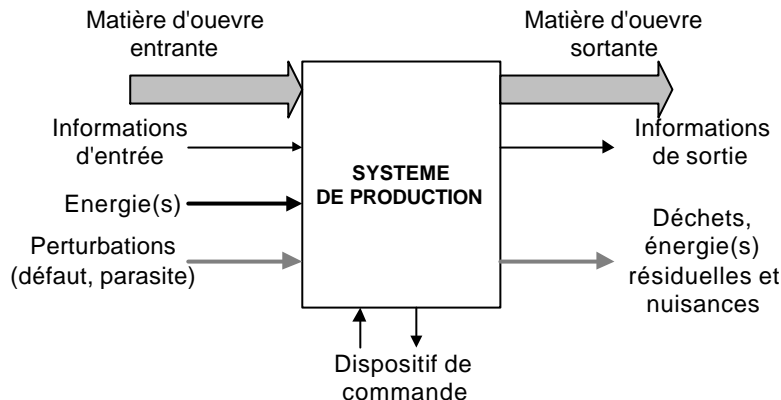
- v- **Store automatique** : La présence de l'homme sera remplacé par l'utilisation d'un organe décidant des actions à exécuter à un instant donné : la partie commande. Les ordres de commande seront ainsi élaborés selon un modèle issu du savoir faire humain et ceci en exploitant des informations sur l'environnement extérieur (Etat de l'ensoleillement : cellule solaire, vitesse du vent : anémomètre, ...).



II. LES SYSTEMES AUTOMATISES

1) Système technique :

C'est un ensemble technique conçu pour répondre à un besoin. Sa fonction globale est d'apporter une valeur ajoutée : partant de matériaux, de pièces, de sous-ensembles, ..., il élabore des produits de valeur supérieure qui peuvent être des produits finis ou intermédiaires. Un système de production est dit « industriel » si l'obtention de cette valeur ajoutée, pour un ensemble de matières d'oeuvre donné, à un caractère reproductible et peut être exprimée et quantifiée en termes économiques.



Tout système est défini entre autre par :

Frontière : limite fictive qui permet d'isoler le système considéré du milieu extérieur, afin de définir précisément les fonctions et propriétés internes de celui-ci et de caractériser ses entrées / sorties (E/S).

Entrées / Sorties (E/S) : Tout système traite des entrées pour produire des sorties. Ces E/S sont des matières, des énergies et des informations.

Parmi ces E/S, on distingue celles qui sont fonctionnelles pour le système et celles qui constituent des perturbations à son bon déroulement.

2) Automatisation :

L'automatisation d'un procédé consiste à en assurer la conduite par un dispositif technologique. L'intervention d'un opérateur reste souvent nécessaire pour assurer un pilotage globale du procédé (spécification des consignes), pour surveiller les installations et reprendre en commande manuelle tout ou partie du système en cas de besoin.

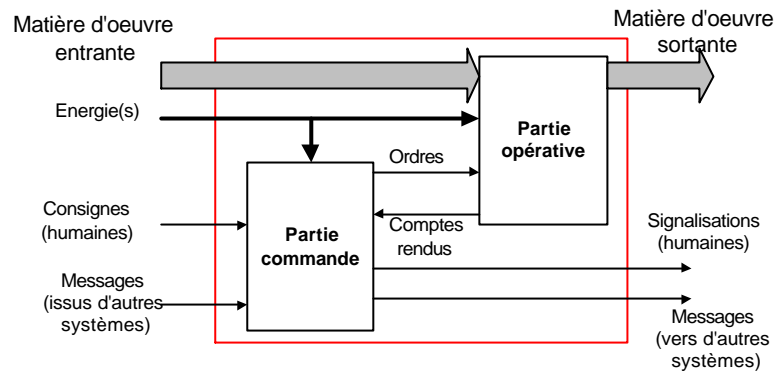
Dans une économie de marché, les objectifs de cette automatisation est d'aider à la compétitivité globale du produit, soit directement (coût, qualité, ...) soit indirectement (amélioration des conditions de travail ...).

Remarque. Comme pour tout investissement, un projet d'automatisation est jugé sur sa rentabilité qui peut s'exprimer clairement sous forme du temps de retour d'investissement = Investissement/gains annuels. Si ce temps est de moins de 3 ans, le projet est en général jugé intéressant, si toute fois la durée de vie du produit fabriqué est estimée d'une durée supérieure.



3) Structure d'un système automatisé :

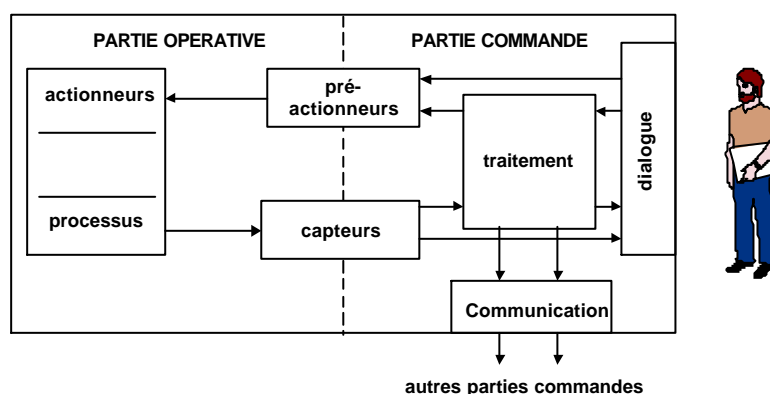
Tout système automatisé se décompose en 2 parties interdépendantes : la partie opérative (PO) et partie commande (PC). Les informations échangées entre ces deux parties sont des informations internes au système alors que les consignes, signalisation proviennent de l'extérieur.



i- *Partie opérative* : C'est elle qui opère sur la matière d'oeuvre. Elle comporte en général :

- Processus : outillages et moyens divers (moules, outils de coupe, pompes, têtes de soudures,...)
- Actionneurs : destinés à mouvoir ou mettre en oeuvre ces moyens (moteur électrique pour actionner une pompe, vérin hydraulique pour fermer un moule, vérin pneumatique pour mouvoir une tête de marquage,...).

ii- *Partie commande* : un automatisme qui élabore en sortie des ordres destinés à la partie opérative et des signaux de visualisation, en fonction du contrôle du processus. Cette commande est basée sur les consignes utilisateur et sur les informations reçues concernant l'état du système.



Dans la partie commande, le «traitement reçoit les informations des capteurs et émet des ordres vers les pré-actionneurs. Bien connaître ces organes répartis sur la machine est indispensable pour réaliser l'automatisme qui doit les commander.

III. Les Actionneurs

1) 1- Introduction :

Nous avons vu dans les paragraphes précédents que la partie opérative représente un ensemble technique qui réalise des opérations sur la matière d'œuvre par l'intermédiaire d'objets techniques ou effecteurs.

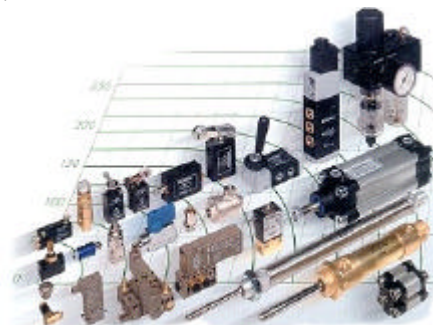
Ces effecteurs sont actionnés par les actionneurs qui sont des objets techniques permettant de convertir une énergie d'entrée (électrique, pneumatique, hydraulique, magnétique) en une énergie autre de sortie utilisable pour obtenir une action définie.

Par ailleurs, la partie opérative informe la partie commande du déroulement des opérations par l'intermédiaire des capteurs qui mesurent et codent des grandeurs physiques.

Les actionneurs sont souvent regroupés en trois catégories en fonction de la nature de la source d'énergie d'entrée utilisée : électrique, pneumatique et hydraulique.

- Actionneurs électriques : Ils utilisent directement l'énergie électrique distribuée sur les machines. Ils peuvent être sous plusieurs formes : moteur électrique, électrovanne de débit, résistance de chauffage, tête de soudure, ...
Les pré-actionneurs associés à ces actionneurs électriques sont principalement les contacteurs et variateurs de vitesse, entourés des sécurités nécessaires.
- Actionneurs pneumatiques : Ce sont des vérins qui utilisent directement l'air comprimé distribué sur les machines. Ils se présentent sous diverses formes et ils sont utilisés pour de nombreux mouvements : transferts, serrages, marquages, maintiens, éjections, ...
Les pré-actionneurs associés à ces actionneurs sont les distributeurs qui peuvent être à commande pneumatique ou électrique (lorsqu'ils sont équipés d'une électrovanne).
- Actionneurs hydraulique : Ils peuvent être des vérins ou moteurs et ils ne sont utilisés qu'en cas de besoin car ils exigent l'installation sur la machine d'un groupe générateur de pression. Ils sont utiles lorsque les efforts à développer sont très importants (exemple : application de presses) ou lorsque des vitesses lentes doivent être contrôlées avec précision (exemple : avance d'outils de coupe, ...).

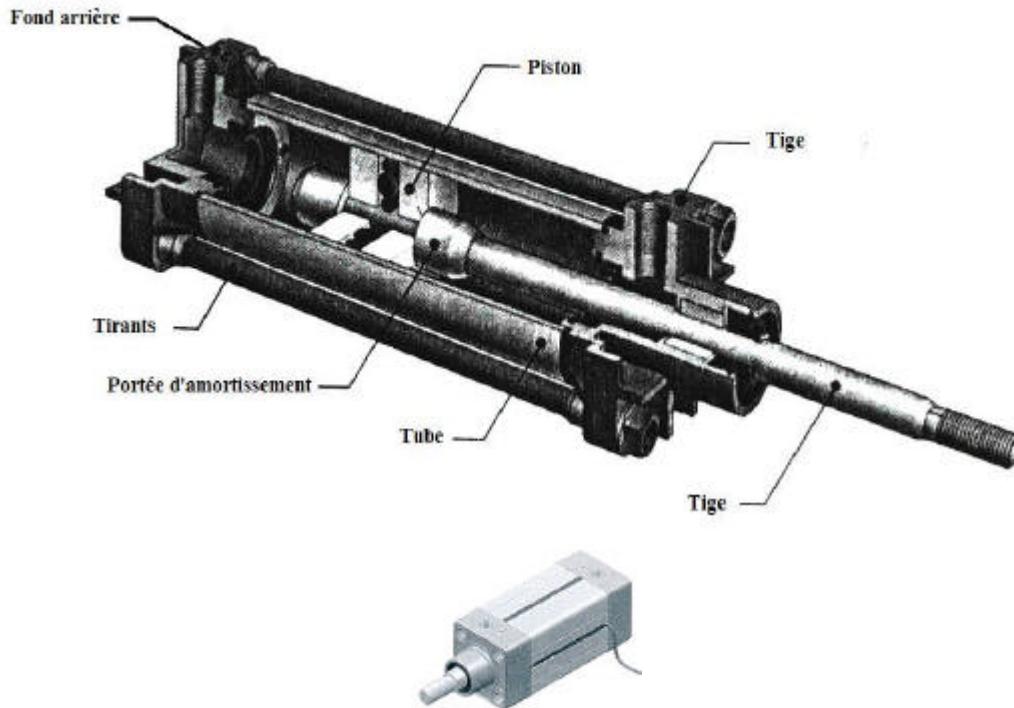
Dans la suite, nous allons nous intéresser aux systèmes pneumatiques qui comme leurs noms indiquent, utilisent l'énergie pneumatique. Ils sont composés principalement des vérins et des distributeurs pneumatiques. Dans la partie qui va suivre, on va étudier ces deux composants et la relation qui existe entre eux.



2) 2- Les vérins pneumatiques :

Ils permettent de convertir l'énergie pneumatique en énergie mécanique et ils sont souvent composés de :

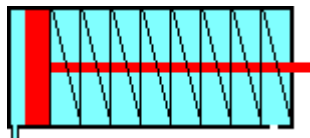
- un corps ou tube en aluminium ou en acier ;
- un piston muni de joints ;
- une tige en acier chromé ;
- un système d'amortissement avant et arrière.



Dans les applications courantes, nous pouvons distinguer essentiellement deux types de vérins :

a- Vérins simple effet :

L'air comprimé qui commande le déplacement de la tige est admis d'un seul côté du piston (commande en sortie). Le retour de la tige en position initiale est généralement obtenu à l'aide d'un ressort.



Ces vérins ne permettent pas d'exercer un effort au retour en position initiale.

b- Vérins double effet :

Ces vérins comportent deux orifices d'admission de l'air comprimé ce qui permet de commander la sortie ou la rentrée de la tige en fonction du besoin. Ainsi ces vérins permettent d'exercer un effort dans les deux sens.

**Remarque :**

Les fins de course aller et retour des vérins peuvent être amorties afin d'éviter les chocs. Cet amortissement est pneumatique (réglable ou non) ou obtenu par bague en caoutchouc.

3) Les distributeurs :

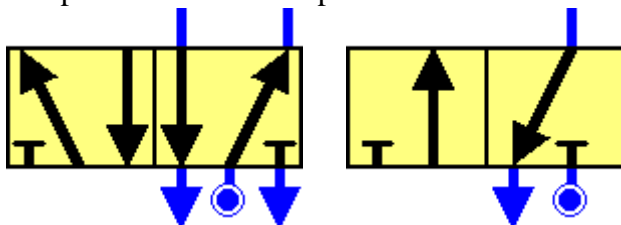
Les distributeurs sont des pré-actionneurs qui ont pour rôle de diriger le fluide (sous pression ou sans pression) dans certaines directions. C'est grâce à eux qu'on peut piloter la sortie ou la rentrée de tige d'un vérin.

Un distributeur est caractérisé par :

- le nombre de positions dont il dispose : le tiroir se déplace dans le corps et peut prendre deux ou trois positions ;
- le nombre d'orifices qu'il comporte. Ces orifices correspondent sont :
 - un orifice pour l'entrée de pression ;
 - des orifices pour la mise en mouvement de l'actionneur (alimentation en air comprimé);
 - des orifices d'échappement

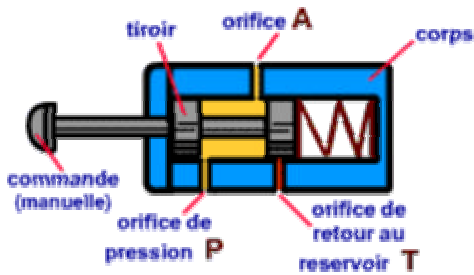


Les distributeurs courants ont 2 ou 3 positions et entre 2 et 5 orifices et ils sont désignés par ces paramètres : nombre d'orifices / nombre de positions. Ainsi un distributeur 5/2 comporte 5 orifices et 2 positions.



Le choix d'un distributeur s'effectue en fonction :

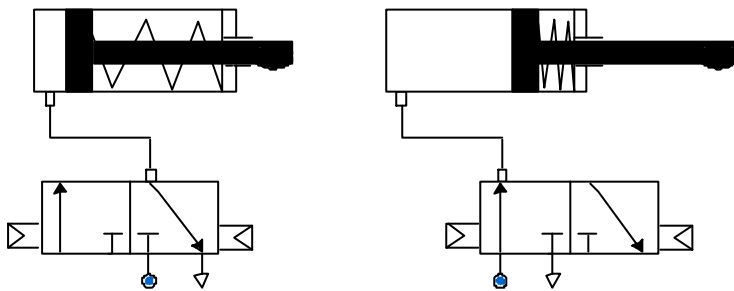
- du nombre de positions et d'orifices ;
- du type de la commande : mécanique, électrique, pneumatique, ...
- de la capacité qui correspond au débit volumique nominal ;
- du type de montage.



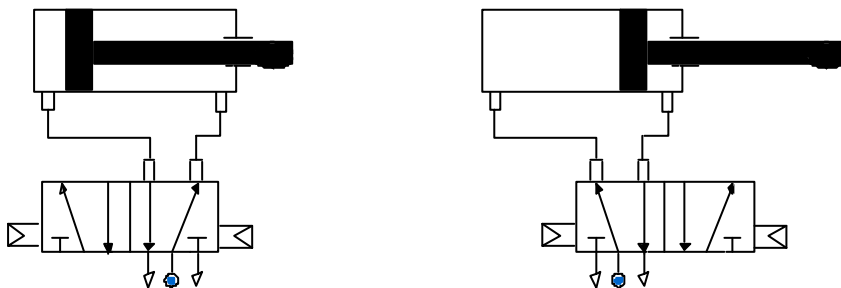
4) Association Vérin / Distributeur :

Les vérins simple effet sont alimentés par des distributeurs 3/2 alors que ceux à double effet sont alimentés par des distributeurs 4/2, 5/2 ou 5/3.

a- Cas d'un ensemble vérin simple effet / distributeur 3/2



b- Cas d'un ensemble vérin simple effet / distributeur 3/2



IV. Capteurs

Captant les déplacements des actionneurs ou le résultat de leurs actions, les capteurs fournissent les informations en retour, nécessaires pour la conduite du processus. Ils

peuvent détecter des positions, des températures, des débits, des forces, des vitesses, des accélérations, ... Ils sont souvent classés en fonction de leur mode d'utilisation : avec ou sans contact et en fonction de la nature de leurs informations de sortie :

- logique : l'information de sortie est binaire, elle ne prend donc que les valeurs 0 ou 1 ;
- analogique : l'information est obtenue sous forme d'une tension ou un courant proportionnels à la grandeur mesurée ;
- numérique : l'information est codée sur un mot composé de plusieurs bits ;
- digital : l'information est numérique mais elle est exprimée à l'aide de la période ou la fréquence d'un signal qui est lui-même binaire.

Les capteurs de position sont les plus utilisés sur les systèmes automatisés. Ils prennent des formes variées : interrupteurs de position avec contact ou détecteurs de proximité sans contact (signal tout ou rien) et capteurs de déplacement (signal analogique ou numérique).

1) Capteurs TOR « Tout Ou Rien »

Dans leur rôle d'acquisition dédiée au traitement de l'information, les détecteurs ont les principales fonctions élémentaires suivantes :

contrôler la présence, l'absence ou le positionnement d'objets divers, détecter le passage, le défilement ou le bourrage de ceux-ci, les compter, etc.

Les applications qui mettent en pratique ces formes de détection "tout ou rien" sont multiples. Les plus typiques portent sur :

- la détection de pièces machines,
- la détection liée à la manutention,
- la détection directe d'objets (en cours de fabrication ou de manutention),
- la détection directe de personnes, de véhicules, d'animaux, etc.

Quatre grandes familles de détecteurs de présence constituent la base des offres :

- les Interrupteurs de Position électromécaniques actionnés par contact direct avec les objets, les pièces machines, etc.
- les Détecteurs de Proximité Inductifs électroniques, pour la détection sans contact physique et à faible distance d'objets nu de pièces machines métalliques.
- les Détecteurs de Proximité Capacitifs électroniques, pour la détection sans contact physique et à faible distance d'objets de natures diverses.
- les Détecteurs Photoélectriques électroniques permettant, également sans contact physique, la détection de tous objets situés jusqu'à plusieurs dizaines de mètres.

La solution électromécanique, construite autour des interrupteurs de position, s'applique à la détection par contact d'objets physiques non déformables. Interrupteurs de commande, ils sont utilisés dans des applications très variées en raison de leurs nombreuses qualités. Ils ne résolvent pas certains problèmes pour lesquels ils trouvent le relais de la solution électronique.

La solution électronique (inductive, capacitive ou photoélectrique) s'apparente à la détection sans contact d'objets ou de matières diverses caractérisés par des cadences de présence et des vitesses de défilement grandes. Cette solution autorise une grande tolérance dans le positionnement des objets. Les signaux de sortie statiques sont sans

rebond, directement compatibles avec les logiques de traitement électronique. La durée de vie des détecteurs est indépendante du nombre de manœuvres.

a- Capteurs à contact

Les plus significatifs se rencontrent dans la mécanique et la machine-outil (usinage, manutention, levage, . . .), dans l'agro-alimentaire et la chimie (conditionnement, emballage, etc.) sur des types d'applications relevant de :

- la détection de pièces machines (cames, butées, pignons...)
- la détection de balancelles, chariots, wagons,
- la détection directe d'objets, etc.

Principe :

C'est un commutateur, commandé par le déplacement d'un organe de commande (corps d'épreuve). Lorsqu'il est actionné, il ouvre ou ferme un contact électrique solidaire du corps d'épreuve.

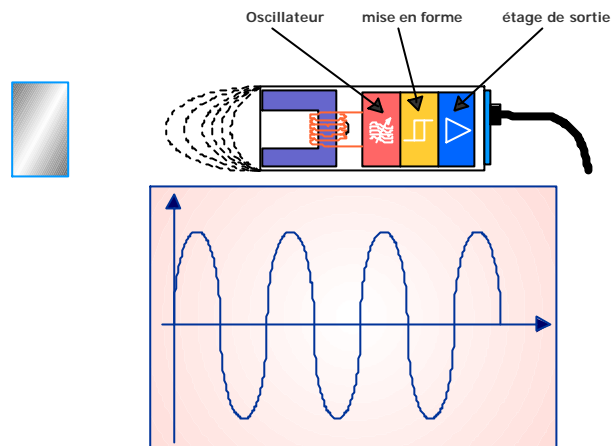


b- Capteurs sans contact :

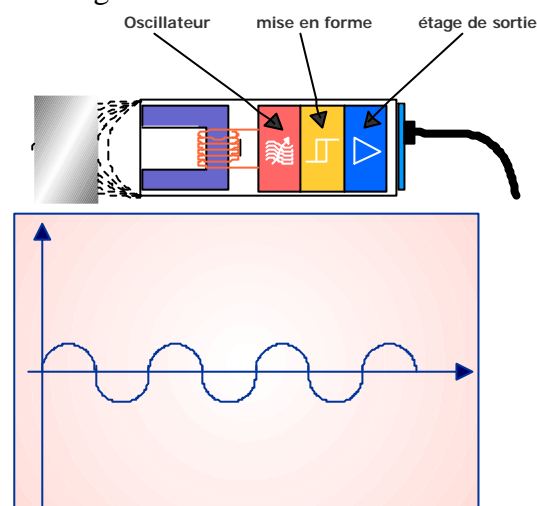
- Capteurs inductifs :

Ils détectent sans contact tout objet métallique. Cette détection peut traduire selon le type de l'application la présence, le passage, le défilement, le bourrage, le positionnement d'un objet et peut être également utilisée pour le comptage d'objets métalliques.

Principe de fonctionnement : Il se compose d'un oscillateur dont les bobinages constituent la face sensible. A l'avant de celle-ci est créé un champ magnétique alternatif ayant une fréquence de 100 à 600 kHz selon les modèles.



Lorsqu'un objet métallique pénètre dans ce champ, il est le siège de courants induits circulaires qui se développent à sa périphérie. Ces courants constituent une surcharge pour le système oscillateur et entraînent de ce fait une réduction de l'amplitude des oscillations au fur et à mesure de l'approche de l'objet métallique, jusqu'au blocage complet. La détection est effective lorsque la réduction de l'amplitude des oscillations est suffisante pour provoquer un changement d'état de la sortie du détecteur.



- Détecteurs photoélectriques :

Un détecteur photoélectrique réalise la détection d'une cible, qui peut être un objet ou une personne, au moyen d'un faisceau lumineux. Ses deux constituants de base sont donc un émetteur et un récepteur de lumière.

La détection est effective quand la cible pénètre dans le faisceau lumineux et modifie suffisamment la quantité de lumière reçue par le récepteur pour provoquer un changement d'état de la sortie.

Elle est réalisée selon deux procédés :

- blocage du faisceau par la cible.
- renvoi du faisceau sur le récepteur par la cible.

C'est la technologie présentant le maximum de possibilités d'applications. Elle apporte les avantages suivants :

- détection d'objets de toutes formes et de matériaux de toutes natures ;
- détection à très grande distance ;

- sortie statique pour la rapidité de réponse ou sortie à relais pour la commutation de charges jusqu'à 2 A ;
- généralement en lumière infrarouge invisible, indépendante des conditions d'environnement.

Ces détecteurs sont utilisés dans les domaines industriels et tertiaires les plus divers : détection d'objets et de produits dans la manutention et le convoyage, détection de pièces machine dans les secteurs de la robotique, des ascenseurs et du bâtiment en général, du textile, détection de personnes, de véhicules ou d'animaux, etc.

Il existe différents types de systèmes :

Système barrage : Émetteur et récepteur sont situés dans deux boîtiers séparés. Ce système est adapté aux longue portée (jusqu'à 30 m) et aux environnements pollués (fumées, poussières, etc.). Cependant ils ne peuvent pas détecter les objets transparents et ils nécessitent l'alignement avec précision de l'émetteur et de son récepteur.

Système réflex : L'émetteur et le récepteur sont sur le même boîtier et la réflexion du signal se fait par un réflecteur distant. La détection sera donc effectuée lorsque l'objet passe entre l'émetteur et le réflecteur.

C'est donc un système qui n'est pas adapté pour la détection d'objets réfléchissants qui pourraient renvoyer une quantité plus ou moins importante de la lumière sur le récepteur. La portée nominale d'un détecteur photoélectrique réflex est de l'ordre de deux à trois fois inférieure à celle d'un système barrage.

Système réflex polarisé : Les objets brillants, qui ne bloquent pas le faisceau mais réfléchissent une partie de la lumière vers le récepteur, ne peuvent pas être détectés par un système réflex standard. Il faut utiliser dans ce cas un système réflex polarisé. Ce type de détecteur, qui émet en lumière rouge visible, est équipé de deux filtres polarisants opposés :

- un filtre sur l'émetteur qui ne laisse passer que les rayons émis dans un plan vertical ;
- un filtre sur le récepteur qui ne laisse passer que les rayons reçus dans un plan horizontal.

En l'absence de cible : Le faisceau émis, polarisé verticalement, est renvoyé par le réflecteur après avoir été dépolarisé par ce dernier. Le filtre récepteur laisse passer la lumière réfléchi dans le plan horizontal.

En présence de cible : Le faisceau émis est renvoyé par la cible sans subir de modification. Le faisceau réfléchi, polarisé verticalement, est donc bloqué par le filtre horizontal du récepteur. Le choix du réflecteur, le fonctionnement en zone proche et l'emploi en environnement pollué sont définis selon les mêmes critères que pour un système réflex standard. Le fonctionnement d'un réflex polarisé peut être perturbé par la présence dans le faisceau de certains

matériaux plastiques qui dépolarisent la lumière qui les traverse. Il est d'autre part recommandé d'éviter une exposition directe des optiques aux sources de lumière ambiantes.

Système proximité : Comme pour le système reflex, émetteur et récepteur sont regroupés dans un même boîtier. Le faisceau lumineux, émis en infrarouge, est renvoyé vers le récepteur par tout objet suffisamment réfléchissant qui pénètre dans la zone de détection. La portée d'un système proximité est inférieure à celle d'un système reflex. Pour cette raison, son utilisation en environnement pollué est déconseillée.

Système proximité avec effacement de l'arrière plan : Les détecteurs proximité avec effacement de l'arrière-plan sont équipés d'un potentiomètre de réglage de portée qui permet de se "focaliser" sur une zone de détection en évitant la détection de l'arrière-plan. Ils peuvent détecter pratiquement à la même distance des objets de couleurs et de réflectivités différentes.

La tolérance de fonctionnement d'un système proximité avec effacement de l'arrière-plan dans un environnement pollué est supérieure à celle d'un système standard, la portée réelle n'évoluant pas en fonction de la quantité de lumière renvoyée par la cible.

2) Capteurs analogiques :

Il existe différents types de capteurs analogiques qui sont associés à des applications et à des grandeurs à mesurer de natures diverses tels que :

- les capteurs de proximité inductifs à sortie analogique qui sont destinés aux applications de contrôle de déplacement, de position, de déformation, etc.
- les détecteurs photoélectriques à sortie analogique permettant la détection des différents repères, des marquages, d'étiquettes, etc.
- les capteurs de vitesse telle que la dynamo tachymétrique.
- les sondes de température, ...

3) Capteurs digitaux :

A titre d'exemple, nous allons présenter les codeurs optiques qui sont utilisés pour la mesure de la position et de la vitesse des moteurs électriques employés pour la manutention, la robotisation, etc.

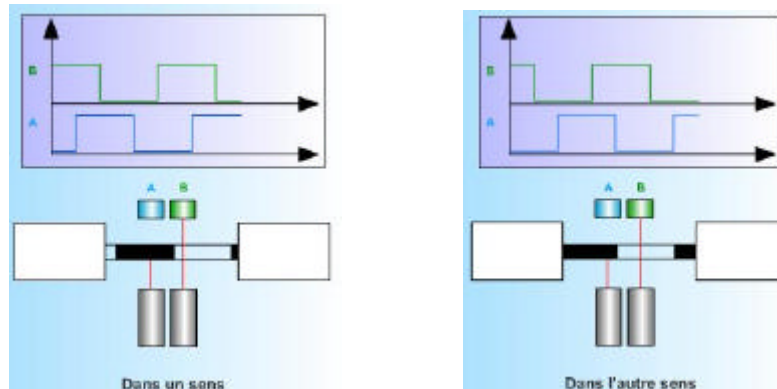
Parmi ces codeurs, nous distinguons essentiellement les codeurs incrémentaux et les codeurs absolus.

a- Le codeur incrémental :

Ce codeur comporte un disque avec des fentes ou des zones transparentes réparties régulièrement sur une piste extérieure. Le nombre de ces fentes correspond à la résolution du codeur.

Ce disque sera fixé à l'extrémité de l'axe du moteur. Deux capteurs optiques à fourches (A et B), déphasés de $\frac{1}{4}$ de période, détectent les zones transparentes.

Ce système permet donc d'obtenir deux signaux en quadrature de phase. A partir de ces modules, nous pouvons déterminer la vitesse et le sens de rotation du moteur.



b- Le codeur absolu :

Contrairement au codeur incrémental, le codeur absolu permet d'obtenir directement la valeur binaire de la position. Il génère donc plusieurs signaux correspondant à la valeur numérique de la position. Cette information peut être codée en binaire ou bien en code Gray.

V. Automatisation

1) Différents modes de commande :

Dans un système automatisé, la partie commande doit, d'une part, piloter l'activité individuelle de chacune des chaînes fonctionnelles de l'équipement, d'autre part, coordonner l'activité collective de ces différentes chaînes conformément au modèle de fonctionnement du système.

La chaîne fonctionnelle constitue l'unité élémentaire d'organisation d'un système automatisé.

Les modes de commande d'une chaîne fonctionnelle se différencient :

- d'une part, selon la nature de traitement pour l'élaboration de l'ordre : logique (combinatoire ou séquentiel), analogique ou numérique.
- D'autre part, selon l'organisation de la chaîne fonctionnelle :
 - Commande directe (sans contrôle de l'effet)
 - Commande avec compte rendu de fin d'exécution (commande bouclée)
 - Commande avec surveillance en permanence de l'exécution (commande surveillée)
 - Commande avec contrôle continu de l'exécution (commande asservie)

Le choix entre ces modes se fait selon les critères de simplicité, coût, fiabilité, qualité (précision, rapidité, influences des perturbations, ...),...

2) Fonctions des automatismes :

Le degré d'automatisation d'un système dépend de la nature du procédé, sa complexité, la connaissance qu'on en a et les objectifs assignés au projet. On distingue trois degrés d'automatisation :

- La surveillance de grandeurs répond à un objectif de connaissance technique et économique du procédé. Il s'agit d'une fonction passive vis-à-vis du procédé : l'organe de contrôle acquiert des informations, les analyse et produit des journaux de bord et des bilans.
- Le mode guide opérateur Complète le précédent par des traitements plus élaborés et propose aux responsables des actions pour conduire le procédé selon un critère donné. L'automatisme est ici encore en boucle ouverte.
- La commande proprement dite a une structure en boucle fermée : automatisation complète de certaines fonctions, depuis l'acquisition des informations, en passant par leur traitement, pour aboutir à une action du procédé.

	Acquisition	Traitement	Action	Structure
Surveillance	*			Boucle ouverte
Guide opérateur	*	*		Boucle ouverte
Commande	*	*	*	Boucle fermée

3) Technologies des automatismes :

L'automaticien dispose de nombreux outils technologiques pour réaliser l'organe de commande de son système que l'on regroupe habituellement en deux catégories fondamentales :

- les solutions câblées : l'automatisme est réalisé par des modules raccordés entre eux selon un schéma fourni par la théorie ou par l'expérience.

En électricité ou en électronique, les liaisons sont faites par câbles électriques alors qu'en fluide il s'agit de canalisations reliant les différents composants. Chaque opérateur des équations de commande booléennes est représenté physiquement par un circuit.

Trois technologies permettent de réaliser des automatismes câblés : relais électromagnétiques, modules logiques pneumatiques, cartes ou modules électroniques. Elles comportent des contraintes tels que le poids et le volume des composants, la rentabilité financière, la complexité de l'installation, les risques d'erreurs de câblage, la recherche des pannes. Toute modification dans le choix du fonctionnement de l'installation entraîne :

- intervention dans le câblage (main d'oeuvre) ;
- augmentation du nombre de relais et de fils ;
- coût élevé et dialogue limité avec de telles installations (voyants, synoptique).

Les avantages sont :

- technologie simple, connue et maîtrisée ;
 - Conception, réalisation, mise en service et maintenance assurées par un personnel ne nécessitant pas de formation spécifique.
- les solutions programmées : : l'automatisme est réalisé par la programmation de constituants prévus à cet effet. Le fonctionnement obtenu résulte de la programmation effectuée. L'automatisme est personnalisé par les choix matériels et par la programmation.

Trois technologies permettent de réaliser des automatismes programmés : cartes électroniques standards et spécifiques, micro et mini-ordinateurs, automates programmables.

Avantages :

- Encombrement de l'armoire électrique réduit lorsque la complexité de l'installation augmente ;
- Main d'oeuvre réduite lors du câblage ;
- Terminal de programmation pouvant être commun à plusieurs automates ;
- Modification possible sans intervention sur le câblage ;
- Dialogue avec l'installation développé...

4) Outils de description du comportement d'un automate :

Pour concevoir, réaliser et exploiter un automate, il est indispensable d'en décrire le comportement. Les outils et les langages qui permettent cette description peuvent, au choix être littéraux, symboliques ou graphiques.

a- Description littérale :

En utilisant le langage courant, on énumère ce que l'automate doit faire en décrivant chaque étape et en précisant les conditions à satisfaire à chaque instant.

Inconvénient : Pour les systèmes complexes, le cahier des charges devient très lourd à exploiter.

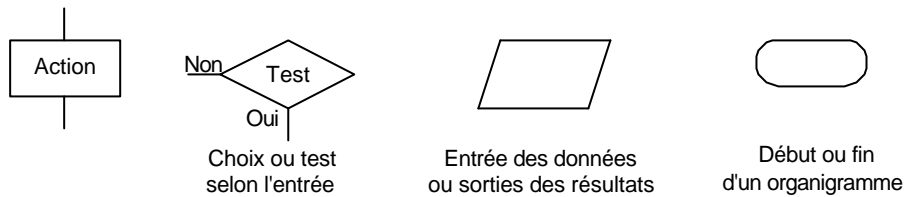
b- Description symbolique :

Les automatismes Tout Ou Rien (TOR) sont suffisants pour de nombreuses applications. Leur comportement est facilement décrit à l'aide de variables booléennes (ne prenant que deux valeurs 0 et 1). Ces variables peuvent être manipulées par l'algèbre de Boole pour décrire sous forme d'équations les traitements logiques, combinatoires de la Partie commande.

c- Description graphiques :

Elles sont les plus appréciées : soit parce qu'elles se rapprochent de certaines technologies de réalisation tels que les contacts électromagnétiques ou les modules logiques. Soit au contraire parce qu'elles ne présument pas de technologies qui sera mise en oeuvre, elles permettent ainsi une description fonctionnelle des problèmes séquentiels.

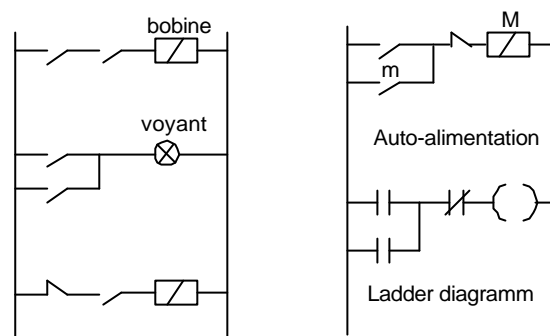
- Logigramme :
C'est la représentation graphique des relations logiques. Elle est normalisée sur le plan international et conduit à des résultats clairs et compacts par le regroupement des fonctions de base. Cependant, elle n'est pas adaptée à la description du fonctionnement séquentiel des processus de production.
- Organigramme :
C'est l'outil cher aux informaticiens. Il est permet principalement la description séquentielle des commandes programmables en précisant au fur et à mesure les traitements à réaliser. Ses principaux symboles sont :



- Schémas à contacts – diagramme en échelle :

Il est né à l'époque où seule la technologie à contacts était disponible pour résoudre les problèmes de commande. Ils sont familiers aux électriciens d'où leur utilisation pour exprimer ou visualiser les automatismes programmés. On emploie pour cela la version américaine (diagramme en échelle = ladder diagram).

Le principe est de reproduire les fonctions logiques de base en plaçant en série ou



en dérivation des contacts qui sont à ouverture ou à fermeture alimentant des relais.

Ils permettent difficilement la représentation des systèmes séquentiels (succession de circuits à auto-alimentation).

- Les graphes fonctionnels, notamment à base du GRAFCET :

Le chronogramme, le diagramme des phases, les réseaux de Pétri ... ont été des langages graphiques utilisés en automatisation. Chacun d'eux a aidé à bâtir l'expérience dont le GRAFCET est la synthèse.

Le GRAFCET représente la succession des étapes dans le cycle. L'évolution entre les étapes du cycle est contrôlée par une « transition » disposée entre chaque étape.

A chacune des étapes peut correspondre une ou plusieurs actions. A chaque transition correspond une « réceptivité », condition qui doit être satisfaite pour que la transition puisse être franchie, permettant l'évolution d'une étape à la suivante. L'étape terminée (transition valide) sera désactivée et l'étape suivante sera activée.

C'est l'outil le plus utilisé actuellement pour ses performances dans la description des procédés séquentiels des automatismes de production.

Remarque : Dans la pratique, les schémas à contacts ne sont pas utilisés pour décrire les traitements séquentiels. Cependant ils sont associés au langage GRAFCET pour exprimer graphiquement le traitement combinatoire.

Chapitre 1	1
AUTOMATISMES	1
I. INTRODUCTION.....	1
II. LES SYSTEMES AUTOMATISES	3
1) Système technique :	3
2) Automatisation :	3

3)	Structure d'un système automatisé :.....	4
III.	Les Actionneurs	5
1)	1- Introduction :.....	5
2)	2- Les vérins pneumatiques :.....	6
a-	Vérins simple effet :	6
b-	Vérins double effet :	6
3)	Les distributeurs :	7
4)	Association Vérin / Distributeur :.....	8
a-	Cas d'un ensemble vérin simple effet / distributeur 3/2	8
b-	Cas d'un ensemble vérin simple effet / distributeur 3/2	8
IV.	Capteurs	8
1)	Capteurs TOR « Tout Ou Rien ».....	9
a-	Capteurs à contact.....	10
b-	Capteurs sans contact :	10
2)	Capteurs analogiques :.....	13
3)	Capteurs digitaux :.....	13
a-	Le codeur incrémental :.....	13
b-	Le codeur absolu :	14
V.	Automatisation	14
1)	Différents modes de commande :.....	14
2)	Fonctions des automatismes :.....	14
3)	Technologies des automatismes :.....	15
4)	Outils de description du comportement d'un automate :.....	16
a-	Description littérale :.....	16
b-	Description symbolique :.....	16
c-	Description graphiques :.....	16