

## **CHAPITRE 1 : STRUCTURE D'UN AUTOMATISME ET NOTION DE CAHIER DE CHARGES**

[Retour table des matieres](#)

| <b>-I- NOTIONS SUR L'AUTOMATISATION ET LES AUTOMATISMES</b>          | <b>PAGE</b> |
|--|-------------|
| -1-Objectifs de l'automatisation -----                               | 2           |
| -2-Fonctions des automatismes -----                                  | 3           |
| -3-Technologies des automatismes -----                               | 4           |
| <b>-II-STRUCTURE D'UN AUTOMATISME LOGIQUE</b>                        |             |
| -1-Parties opérative et commande d'un système automatisé -----       | 5           |
| -2-Synthèse d'un automate séquentiel -----                           | 6           |
| -3-Fonctions de l'automate central -----                             | 8           |
| -4-Les périphériques -----   | 9           |
| -5-Les interfaces -----  |             |
| -6-Structure d'un automate dans les technologies concurrentes -----  | 10          |
| <b>-III-MODES DE MARCHE D'UN SYSTEME AUTOMATISE</b>                  |             |
| -1-Rappels sur le fonctionnement séquentiel -----                    | 11          |
| -2-Marches normales ou automatiques -----                            |             |
| -3-Marches d'essais et de maintenance -----                          | 12          |
| -4-Marches manuelles -----   |             |
| <b>-IV-APPROCHE DU CAHIER DE CHARGES DE LA PARTIE COMMANDE</b>       |             |
| -1-Spécifications fonctionnelles : niveau 1 -----                    | 14          |
| -2-Spécifications technologiques et opérationnelles : niveau 2 ----- |             |
| -3-Nécessité d'un outil de représentation -----                      | 15          |
| -4-Cahier de charges et appel d'offres -----                         | 16          |
| <b>-V-EXEMPLE D'APPLICATION : LA MACHINE A LAVER</b>                 |             |
| -1-Description du fonctionnement de la partie opérative-----         | 18          |
| -2-Spécifications fonctionnelles -----                               |             |
| -3-Spécifications technologiques et opérationnelles -----            | 19          |
| -4-Organe de commande -----  | 21          |
| -5-Schéma de la machine à laver -----                                | 22          |



## **-I- NOTIONS SUR L'AUTOMATISATION ET LES AUTOMATISMES**

L'automatisation d'un procédé (c'est à dire une machine, un ensemble de machines ou plus généralement un équipement industriel) consiste à en assurer la conduite par un dispositif technologique.

### **-1-Objectifs de l'automatisation**

La compétition économique entraîne les industriels à vivre en permanence dans un esprit de concurrence, qui oblige à toujours améliorer les performances en termes de quantité et surtout de qualité (d'où le maître mot de l'économie : rapport qualité/prix). L'automatisation des processus industriels a pour finalité de réaliser ces vœux. Ses objectifs principaux au nombre de quatre sont complémentaires et liés. Ils peuvent s'énoncer ainsi :

**-a- produire à qualité constante** : contrairement à l'être humain, il est clair que la machine n'est pas sujette à la fatigue de fin de journée, par conséquent la qualité des produits sortant des chaînes est généralement la même ;

**-b- fournir les quantités nécessaires** : cette notion fait référence à l'adaptativité, c'est à dire pouvoir adapter l'offre à la demande. L'objectif est de produire juste les quantités nécessaires à un instant donné, de façon à tendre vers la notion de stock zéro. Pour pouvoir adapter l'offre à la demande, cela se fait rapidement et efficacement dans un environnement automatisé (arrêter par exemple une chaîne de fabrication en période de faible demande, ou au contraire en mettre en route d'autres pour répondre à la forte demande) ;

**-c- augmenter la productivité** : il s'agit donc d'augmenter le rendement. Pour ce faire l'automatisation a consisté à remplacer une grande partie des opérateurs humains par des machines, qui ont des cadences de travail élevées, ne connaissant ni les pauses café ni les congés payés ;

**-d- améliorer les conditions de travail** : il s'agit d'une part de remplacer l'homme par la machine pour les tâches pénibles ou qu'il ne peut pas faire (pour l'affecter ailleurs où il est censé faire un travail plus noble), d'autre part d'augmenter les possibilités de réaliser les objectifs "a", "b" et "c". En effet un employé qui mange bien, est bien soigné, et a de bonnes conditions de vie et de travail, n'est pas souvent malade, n'est pas fatigué, a peu d'absentéisme, et devient donc plus rentable économiquement.

## **-2-Fonctions des automatismes**

Le degré d'automatisation d'un système varie selon la nature, la complexité, les objectifs assignés au projet. La surveillance d'une tour d'immeuble est différente de celle des ascenseurs qu'elle comporte ou de son dispositif de climatisation.

Il existe trois degrés d'automatisation ou modes de fonctionnement des automatismes :

### **-2-a-Mode surveillance**

Dans ce mode l'automatisme a une fonction passive vis à vis du procédé qu'il pilote. L'organe de contrôle acquiert les informations et les analyse pour fournir journaux de bord et bilans. L'objectif est la connaissance technique et économique du procédé.

### **-2-b-Mode guide opérateur**

Les traitements sont plus élaborés que dans le cas précédent, et l'automatisme propose des actions pour conduire le procédé selon un critère donné. L'automatisme ne réagit pas directement sur le procédé, il a donc un fonctionnement en boucle ouverte.

### **-2-c-Mode commande**

L'automatisme a une structure en boucle fermée. On a une automatisation complète de certaines fonctions : acquisition des informations, leur traitement, et enfin l'action sur le procédé.

| MODE<br>FONCTIONNEMENT | ACQUI<br>SITION | TRAITEMENT | ACTION | STRUCTURE      |
|------------------------|-----------------|------------|--------|----------------|
| Surveillance           | X               |            |        | Boucle ouverte |
| Guide-Opérateur        | X               | X          |        | Boucle ouverte |
| Commande               | X               | X          | X      | Boucle fermée  |

Figure 1.1 : différentes fonctions d'un automatisme

Les fonctions assurées dans chaque mode sont simples ou complexes selon le procédé ou la partie de procédé auxquelles elles sont assignées.

Prenons à titre d'exemple la surveillance d'une installation de chauffage central d'un édifice quelconque. Si le niveau d'eau diminue, la pression augmente. Au-delà d'une certaine pression la chaudière risque d'exploser. Pour faire baisser la pression il faut tout simplement rajouter de l'eau.

Dans le cas du mode surveillance, seul un indicateur visuel à aiguille nous permet de savoir que la pression a augmenté.

Dans le mode guide opérateur, on donne l'information sur l'action qu'il faut entreprendre, afin de baisser la pression. Un indicateur visuel ou sonore indique qu'il faut ouvrir la vanne d'eau.

Dans le mode commande, l'automatisme commande l'ouverture de la vanne, surveille le niveau d'eau, puis ferme la vanne quand le niveau désiré est atteint.

### -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 et les solutions programmées (cf figure 1.2).

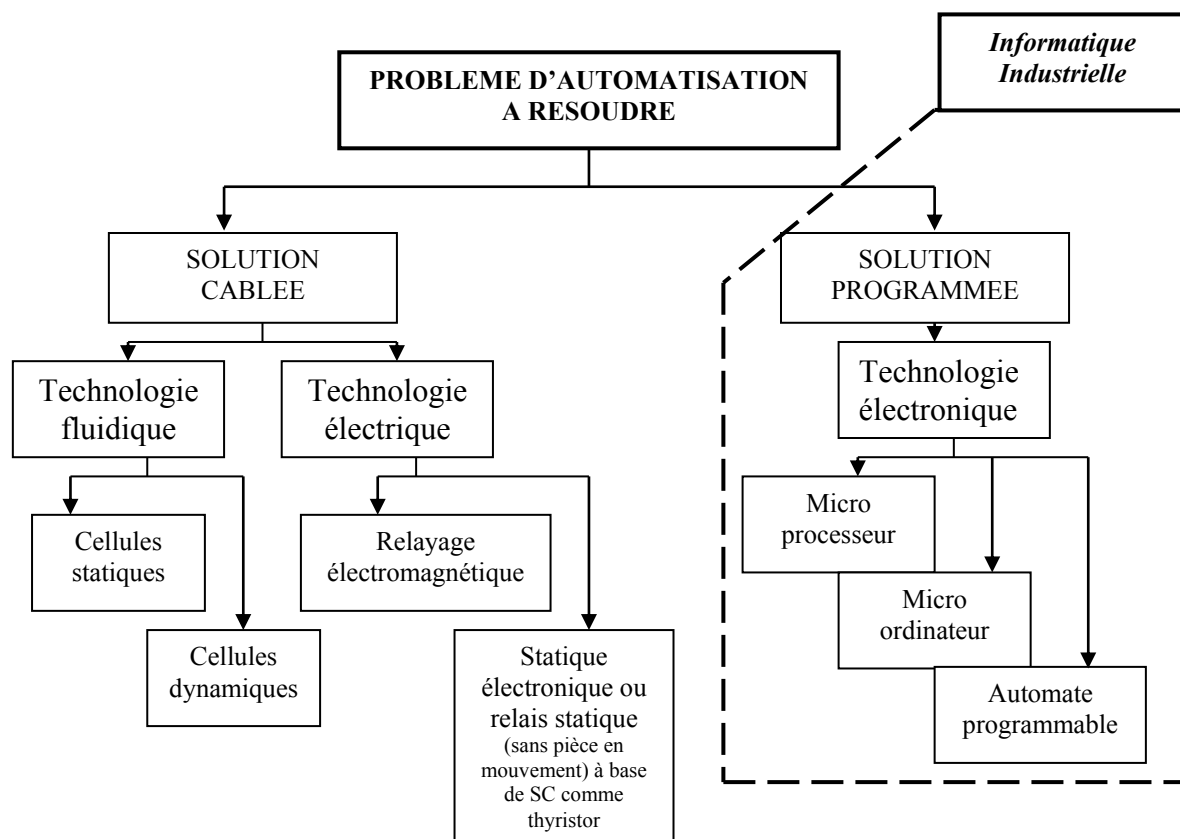


Figure 1.2 : principales solutions d'un problème d'automatisation

#### Remarques :

-1-L'informatique industrielle est une discipline conjuguant les théories de l'automatique et les moyens de l'informatique pour résoudre des problèmes de nature industrielle.

-2-Un automate programmable industriel ou API (cf. chapitre 4) est une machine électronique, programmable par un personnel non informaticien, destinée à piloter en ambiance industrielle et en temps réel, des procédés logiques séquentiels.

## -II-STRUCTURE D'UN AUTOMATISME LOGIQUE

### -1-Parties opérative et commande d'un système automatisé

D'une façon tout à fait générale, un système automatisé peut se décomposer en deux parties qui coopèrent : une *partie opérative* ou puissance, et une *partie commande* ou automate ou automatisme (cf. figure 1.3).

La partie opérative effectue des opérations (transformation de pièces brutes en pièces usinées dans le cas d'une machine outil à commande numérique, translation de la cabine d'un ascenseur de l'étage de départ à l'étage d'arrivée), lorsque l'ordre lui en est donné par la partie commande. En revanche elle fournit à la partie commande des informations sur les opérations effectuées.

La partie commande reçoit des consignes de l'extérieur (paramètres des opérations à effectuer) et fournit des comptes-rendus visuels ou sonores.

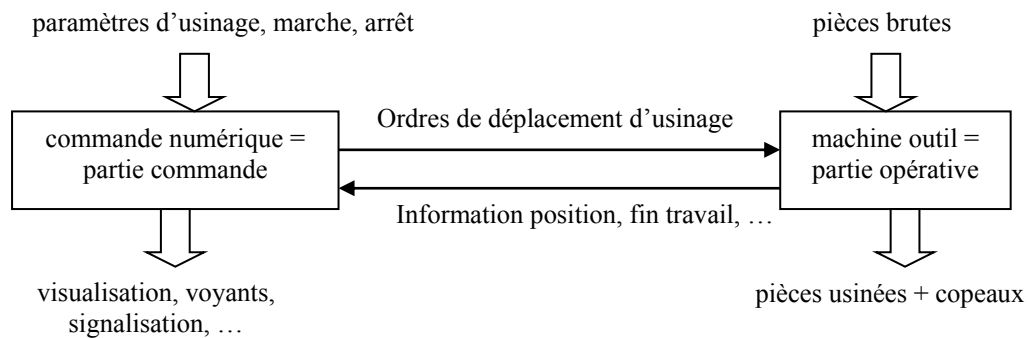


Figure 1.3-a : machine outil à commande numérique

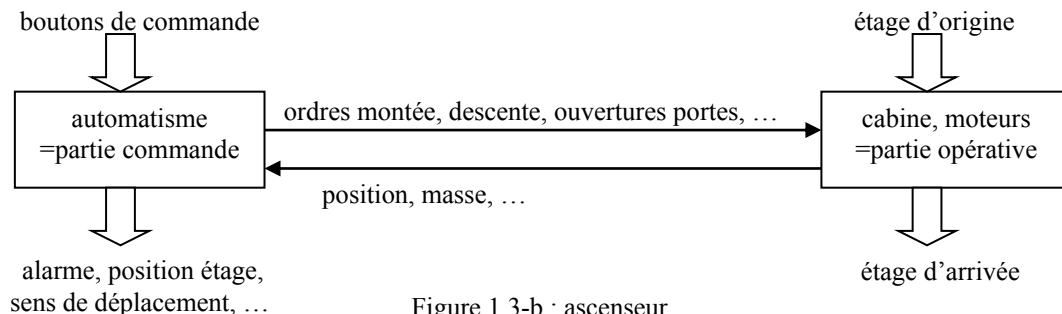


Figure 1.3-b : ascenseur

Figure 1.3 : exemples de systèmes automatisés

En conclusion la partie opérative est le processus physique à automatiser. La partie commande est un automatisme qui élabore en sortie des ordres destinés au processus, et des signaux de visualisation en fonction des comptes-rendus venant du processus et des consignes qu'il reçoit en entrée.

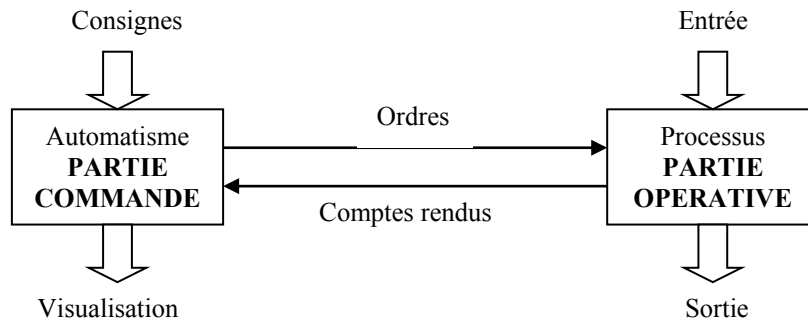


Figure 1.4 : schéma de principe d'un système automatisé

## -2-Synthèse d'un automatisme séquentiel

### -2-a-Rappel sur les logiques combinatoire et séquentielle

En logique combinatoire la sortie d'un système ne dépend que de la combinaison des informations d'entrée, et ceci quel que soit l'ordre d'arrivée de ces informations.

En logique séquentielle le système évolue en fonction des entrées et des états antérieurs du système.

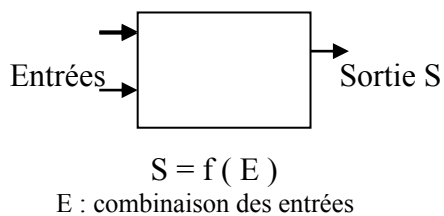


Figure 1.5-a :système combinatoire

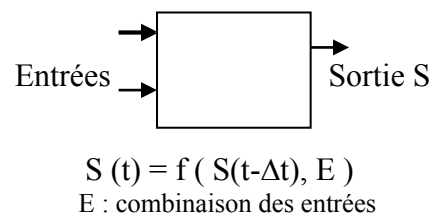


Figure 1.5-b :système séquentiel

Figure 1.5 : systèmes combinatoire et séquentiel purs

### -2-b-Synthèse

La synthèse d'un automatisme séquentiel consiste à établir une relation entre les informations délivrées par les capteurs (entrées) d'une part, et les ordres donnés aux actionneurs (sorties) d'autre part, à travers un automate séquentiel autour duquel gravitent des fonctions spécifiques. La décomposition et le principe de fonctionnement sont généralement ceux donnés par la figure 1.6 .

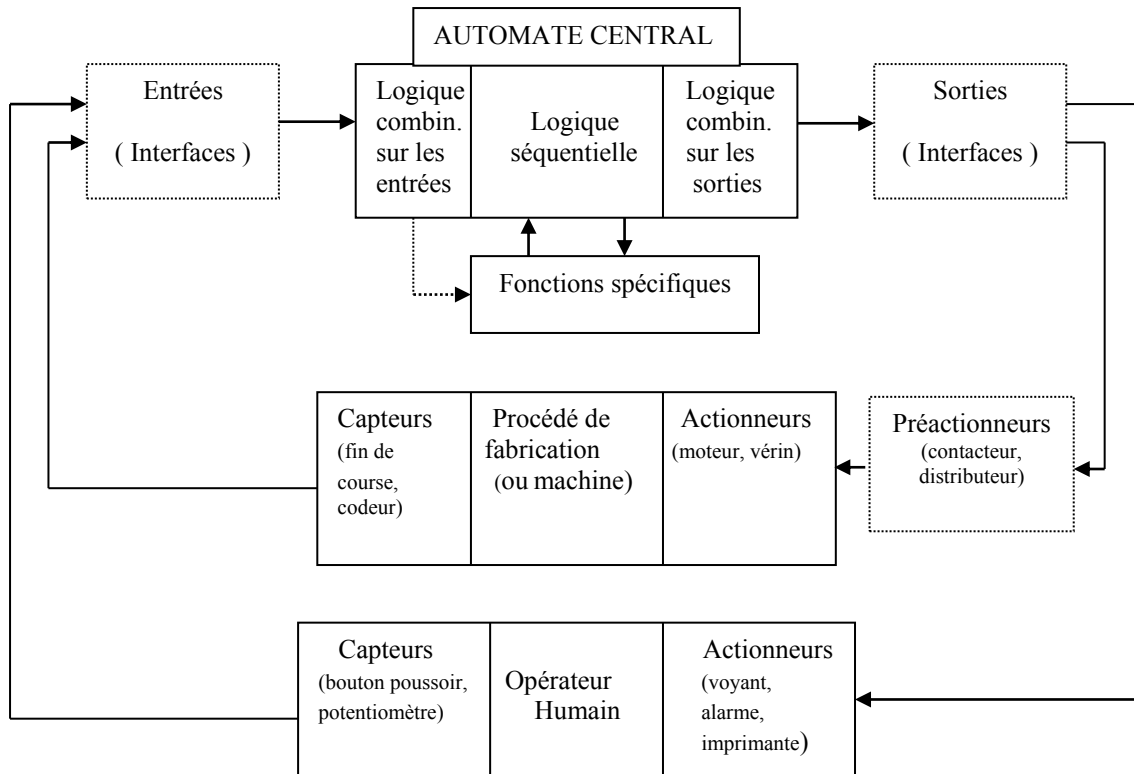


Figure 1.6 : structure d'un automatisme séquentiel

### -3-L'automate central

#### -3-a-Structure

On désigne par automate ou automate central la partie centrale ou cerveau de l'automatisme, dont il constitue la structure séquentielle.

Il comprend une logique combinatoire, une logique séquentielle, et un certain nombre de périphériques qui assurent des fonctions spécifiques (comptage, temporisation). Ces périphériques dits « internes » peuvent être intégrés ou non à l'automate.



La logique combinatoire sur les entrées concerne les conditions de transition du système d'un état vers un autre. Elle se présente sous forme d'équations booléennes qui permettent de faire évoluer l'automatisme de manière séquentielle.

La logique combinatoire sur les sorties permet de faire la relation entre l'état de l'automate central et des sorties. Là aussi elle se présente sous forme d'équations booléennes en logique combinatoire.

Les périphériques internes sont des fonctions auxquelles l'automate central a recours pour élaborer des informations supplémentaires nécessaires à l'enchaînement des étapes (temporisations, comparateurs, calcul, etc.).

### **-3-b-Fonctions**

Son fonctionnement est cyclique. Pour une phase élémentaire de fonctionnement séquentiel, ses fonctions principales peuvent se résumer de la manière suivante :

- *dialogue* avec l'opérateur dont il reçoit les ordres (début de cycle, arrêt, changement du mode de marche,...) et à qui il envoie des informations (alarme, visualisation d'état, bilan des entrées sorties, etc...),
- *acquisition* des informations fournies par les capteurs, et leur mise en forme par les interfaces d'entrée si nécessaire,
- *traitement* de ces informations,
- *élaboration des ordres puis commande* des actionneurs par l'intermédiaire des interfaces de sortie.

#### **-4-Les périphériques**

Ce sont des sous-ensembles de l'automatisme distincts de l'automate central, qui transmettent les informations et les ordres.

##### **-4-a-Capteurs**

*-Liés à la machine* : ils transmettent les informations à l'automate. Parmi les exemples simples on peut citer les fins de course, les codeurs, les capteurs à seuil de grandeurs analogiques.

*-Liés à l'opérateur* : ils transmettent les ordres de l'opérateur à l'automate. On peut citer les interrupteurs, les boutons poussoirs, les potentiomètres.

##### **-4-b-Actionneurs**

*-Liés à la machine* : ils transmettent des ordres à la partie mécanique de la machine. On peut citer les plus courants qui sont le moteur et le vérin.

*-Liés à l'opérateur* : ils transmettent des informations à l'opérateur. On peut citer les voyants, les alarmes sonores ou visuelles, l'écran, l'imprimante.

##### **-4-c-Périphériques internes**

Ils reçoivent des informations des capteurs et des ordres de la logique séquentielle et combinatoire. Ils transmettent des informations à cette même logique. Les exemples les plus courants sont le temporisateur, le compteur et le comparateur.

#### **-5-Les interfaces**

##### **-5-a-Interfaces d'entrée**

En plus de la protection de l'automate (rôle secondaire), ils assurent surtout un rôle d'adaptation (niveau de tension et courant) et de mise en forme (conversion analogique numérique) de l'information d'entrée.

##### **-5-b-Interfaces de sortie**

Comme les interfaces d'entrée ils assurent également une fonction de protection et d'isolation de la partie commande par rapport à la partie opérative. Mais ils servent principalement d'interface d'amplification.

Il est à remarquer que lorsque l'actionneur nécessite une interface de puissance, cette dernière est distincte de l'interface de sortie de l'automate. On l'appelle préactionneur (contacteur par exemple pour la commande de moteurs).

### **-6-Structure d'un automatisme dans les technologies concurrentes**

Le tableau ci-dessous résume de manière succincte, en fonction des technologies employées, les différentes combinaisons des éléments intervenant dans la structure d'un système automatisé. Les détails sur le fonctionnement et les aspects technologiques seront traités au IV du même chapitre 1.

| <b>TECHNO-LOGIE</b>                               | <b>ACTIONNEUR</b>   | <b>PREACTIONNEUR</b>   | <b>CAPTEURS</b>   | <b>LOGIQUE DE COMMANDE</b>  |
|---|---|--|---|---|
| <b>Electrique</b>                                 | -Moteur électrique (à CC, pas à pas, asynchrone...)<br>- Electroaimant (levage des grandes charges, freinage)<br>-Résistances | -Contacteur<br>-Relais<br>-Electroaimant (pour actionner électrovanne, serrure, serrage, ...)                        | Electriques (fins de course, interrupteurs, boutons poussoirs, codeurs, potentiomètres etc...)                  | -Concevoir soi-même le boîtier de commande (électrique ou électronique)<br>-Relais -Séquenceur<br>-API -Ordinateur<br>-Programmeur à cames réglable à E/S électriques |
| <b>Electro pneumatique ou Electro hydraulique</b> | -Vérin pneumatique ou hydraulique<br>-Moteur hydraulique ou pneumatique   | -Electrodistributeur<br>- MIE+Distributeur à commande pneumatique<br><br>MIE : Module d'Interface Electropneumatique | Electriques :<br>-manostat et vacuostat à sortie électrique,<br>-contact à pression (interface de transduction) | Idem à électrique (pour le programmeur à cames, les E/S peuvent être électriques et/ou pneumatiques)  |
| <b>Tout pneumatique</b>                           | -Vérin pneumatique<br>-Moteur pneumatique<br>-Venturi   | Distributeur à commande pneumatique  | Pneumatiques  | -Cellules pneumatiques<br>-Relais & Séquenceurs pneumatiques,<br>-Programmeur à cames réglable à E/S pneumatiques   |

**Tableau 2.1 : composants d'automatismes fréquemment utilisés dans les 3 technologies**

#### Remarques

Quand on parle de capteur électrique, cela signifie que le signal délivré est électrique.

La logique de commande électrique a de plus en plus tendance à devenir une logique d'interfaçage, d'amplification et de sécurité. La logique de commande électronique est surtout utilisée pour le traitement de l'information à cause de sa faible consommation d'énergie, de son faible volume, de sa puissance de traitement, de son faible coût et de la possibilité de programmation de certains composants.

Excepté les préactionneurs les plus courants, nous avons volontairement occulté les interfaces dans ce tableau. Elles feront l'objet du paragraphe IV de ce même chapitre.

### -III-MODES DE MARCHE D'UN SYSTEME AUTOMATISE

#### -1-Rappels sur le fonctionnement séquentiel

Dans ce qui suit on s'intéresse aux automatismes logiques, pour lesquels les informations traitées ont un caractère « tout ou rien ».

De plus, bien qu'on puisse réaliser des automatismes combinatoires purs, ils sont très souvent séquentiels et combinatoires à la fois, la partie séquentielle étant la partie la plus importante. En effet dans un processus de fabrication, les machines comportent au minimum un cycle, et presque toujours plusieurs cycles se déroulant simultanément ou successivement.

La décomposition du fonctionnement d'un système automatisé en étapes ou en phases repose sur la notion de chronologie, elle intègre donc de fait la notion de temps (aspect séquentiel).

**-Etape** : elle correspond à un **état stable** de la machine ou de tout le système. Dans une étape active, un ensemble d'**actions** élémentaires s'exécutent (montée chariot, rotation de broche etc.).

La transition entre étapes (c'est à dire le passage d'un état stable vers un autre état stable) ne s'effectue que si les conditions de transition liées à ce passage sont réalisées.

**-Séquence** : c'est un ensemble ordonné d'étapes. Par exemple on parlera de séquence de perçage d'une pièce, d'impression d'un ticket.

Dans une séquence seule une étape est active à la fois.

**-Cycle** : c'est un ensemble de séquences ordonnées.

On parlera par exemple du cycle de fonctionnement d'une machine à laver, qui comprend une séquence de préparation, une séquence de prélavage, une séquence de lavage, une séquence de rinçage, une séquence d'essorage et de vidange, et enfin une séquence de séchage éventuelle. Chaque séquence est constituée d'un ensemble d'étapes ordonnées. Par exemple la séquence de préparation comprend les étapes successives suivantes qui doivent se dérouler dans l'ordre : remplissage des bacs de détergent et assouplissant, remplissage de la cuve d'eau, chauffage de l'eau.

## **-2-Marches normales ou automatiques**

### **-2-a-Cycle bouclé ou répété**

L'opérateur donne uniquement l'ordre de départ cycle et l'ordre d'arrêt (l'arrêt s'effectue en fin de cycle).

### **-2-b-Cycle unique ou non bouclé**

Le cycle s'exécute une seule fois (sans répétition) avec arrêt en fin de cycle. Il ne peut se répéter sans intervention extérieure.

### **-3-c-Cycle semi-automatique ou séquence par séquence**

Une fois le départ cycle donné par l'opérateur, le passage d'une séquence à l'autre nécessite une nouvelle intervention de l'opérateur.

## **-3-Marches d'essai et de maintenance**

Dans ce mode la partie commande du système automatisé reste active, notamment sa logique séquentielle qui permet de faire évoluer le système. Par conséquent la notion de grafcet reste présente.

### **-3-a-Cycle étape par étape avec exécution des actions**

Le déroulement du cycle s'arrête à chaque étape. Au niveau d'une étape les actions prévues s'exécutent. Le passage d'une étape à l'autre nécessite en plus des conditions d'évolution, la pression sur le bouton « étape suivante ».

### **-3-b-Cycle étape par étape sans exécution des actions**

Le fonctionnement est identique au précédent mais les actionneurs ne sont pas commandés. Le verrouillage s'effectue au niveau de la logique combinatoire sur les sorties.

### **-3-c-Cycle de réglage**

Ce mode de fonctionnement cumule les modes cycle unique, étape par étape et marche manuelle asservie. L'opérateur présélectionne un arrêt sur une étape déterminée. Dans cette étape les actionneurs peuvent être commandés manuellement par l'opérateur au niveau de la logique combinatoire sur les sorties.

Sur action de l'opérateur et si les conditions d'évolution sont vérifiées, le cycle reprend en mode automatique jusqu'à la fin du cycle ou s'arrête à la prochaine étape présélectionnée pour le réglage.

#### **-4-Marches manuelles**

Dans ces modes la partie commande du système automatisé est désactivée. Comme la logique séquentielle de la PC n'est plus active, par conséquent la notion de grafcet, qui modélise le séquençage du système automatisé, n'est plus présente.

##### **-4-a-Asservie**

Tous les actionneurs peuvent être commandés par l'opérateur dans un ordre quelconque, « manuellement » au niveau de la logique combinatoire sur les sorties. Tous les asservissements subsistent comme en automatique.

##### **-4-b-Non asservie**

Mis à part les asservissements indispensables à la sécurité, tous les autres sont déconnectés.

Le fonctionnement est identique au précédent mais en dehors de la logique combinatoire sur les sorties.

##### **-4-c-En automatique**

Ce mode permet en même temps les deux modes précédents avec un principe de fonctionnement automatique étape par étape. Au niveau de chaque étape les actionneurs peuvent être commandés soit directement (manuellement) soit par le biais de l'automatisme (logique combinatoire sur les sorties).

##### **-4-d-Intervention**

Ce cas se présente lorsque le cycle reste bloqué sur l'étape en cours, sans possibilité d'évolution. On peut utiliser le mode asservi ou non asservi pour commander les actionneurs et débloquent le système. Une fois la cause de blocage du système identifiée et éliminée, on repasse en marche d'essai pour s'assurer que le système fonctionne de manière fiable.

## -IV- LES INTERFACES

On entend par interfaces les composants reliant les parties commande et opérative : soit la partie commande à l'actionneur, soit le capteur à la partie commande. Les préactionneurs, les coupleurs d'entrées/sorties, les modules d'entrées/sorties analogiques etc., font donc partie des interfaces.

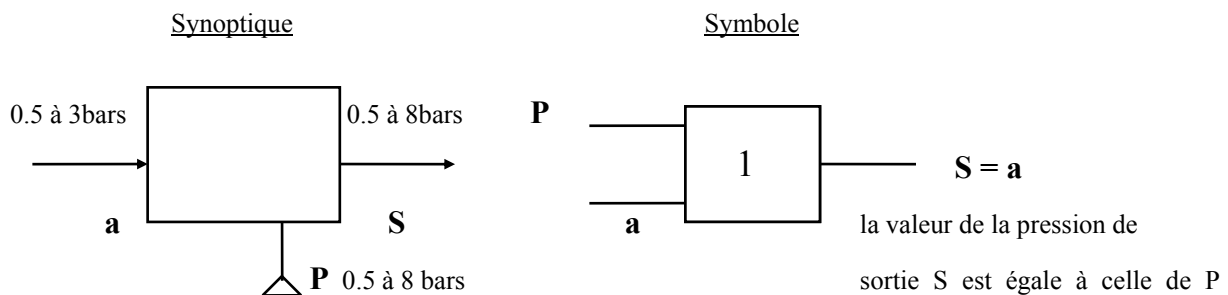
Les interfaces de puissance ou préactionneurs (déjà cités dans le paragraphe I) qui peuvent être considérés comme une catégorie à part entière, s'insèrent naturellement entre l'interface de sortie et l'actionneur.

Les interfaces remplissent l'une des fonctions suivantes : conversion, adaptation, isolement. On les classera en deux catégories : celles qui modifient les paramètres d'un signal, et celles qui modifient la nature d'un signal.

### -1-Interfaces modifiant les paramètres d'un signal

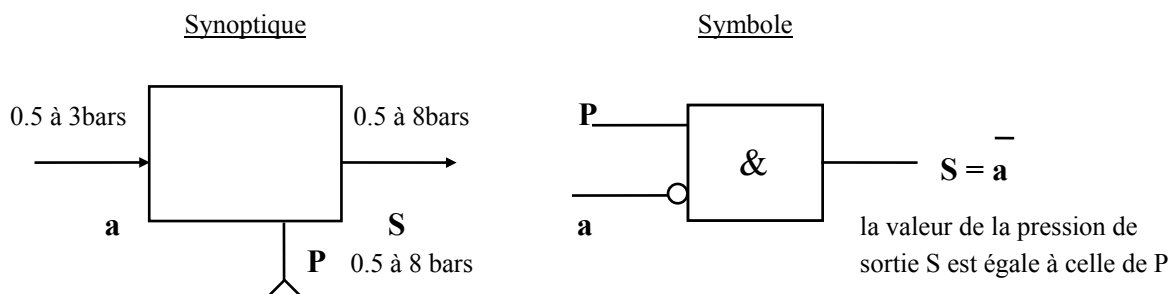
#### -1.1. Pneumatiques

##### -1.1.a- Cellule OUI



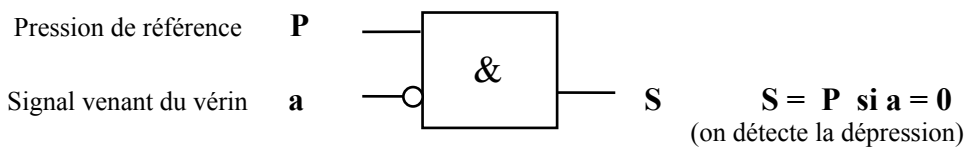
Suivant la valeur de P, la cellule peut être destinée à **augmenter ou réduire** la pression d'un signal. Elle est surtout utilisée pour garantir une pression suffisante aux pilotes des préactionneurs (distributeurs).

##### -1.1.b- Cellule NON ou inverseur



Cette cellule est également appelée cellule inhibition, car on peut l'utiliser pour inhiber une entrée. Si on remplace la pression P par un signal b, la sortie correspondra alors à l'inhibition de l'entrée b par le signal a ( $S = \bar{a} b$ )

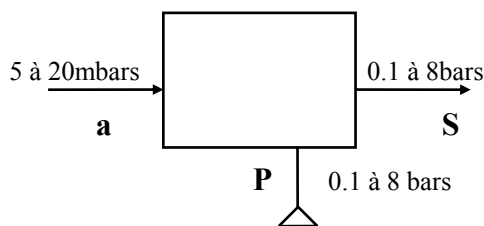
Montée sur un vérin, cette cellule est souvent utilisée comme capteur fin de course : elle détecte la chute de pression dans la chambre d'échappement quand le piston arrivant à l'extrémité a chassé tout l'air de la chambre. On l'appelle alors capteur à seuil de pression à sortie pneumatique.



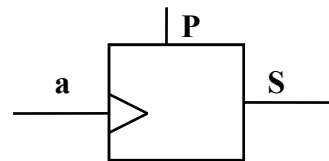
-1.1.c- Relais amplificateur

Il permet de transformer un signal de très basse pression en un signal de pression industrielle.

Synoptique



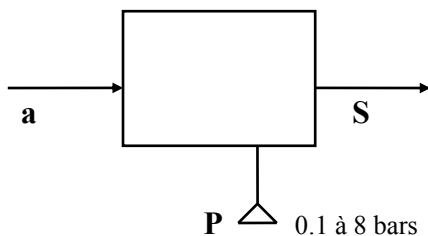
Symbole



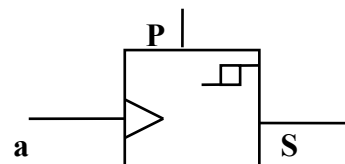
-1.1.d- Relais manostatique et vacuostatique

\* Manostat ou pressostat

Synoptique



Symbole



P<sub>2</sub> : pression de pré réglage du mini-détendeur du manostat

Si a < P<sub>2</sub> → S = 0 (0 logique)

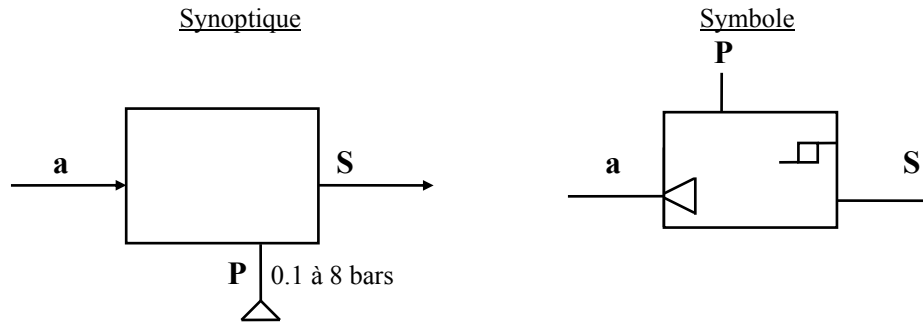
Si a ≥ P<sub>2</sub> → S = P (1 logique)

(Exemple d'utilisation : détection de serrage de pièces, détecteur de niveau de liquide).



\* Vacusostat

Détecte le seuil de vide pré réglé sur l'appareil, et autorise un signal de sortie.



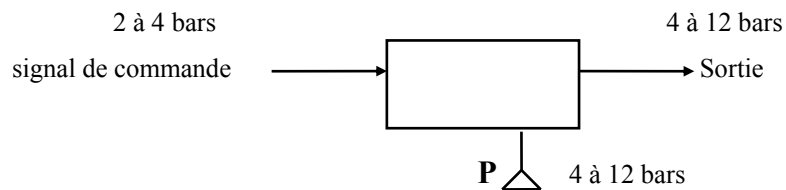
$P_2$  : pression de pré réglage du mini détendeur du manostat

Si  $a > P_2 \rightarrow S = 0$

Si  $a \leq P_2 \rightarrow S = P$

-1.1.e-Distributeur piloté (voir son étude au paragraphe III)

Dès qu'il reçoit un signal de commande la sortie S devient égale à P.



-1.2. Interfaces électriques

-1.2.a- Transformateurs

Leur utilisation principale est la transformation d'une tension alternative en courant alternatif.



La puissance apparente s'exprime en VA (voltampères).

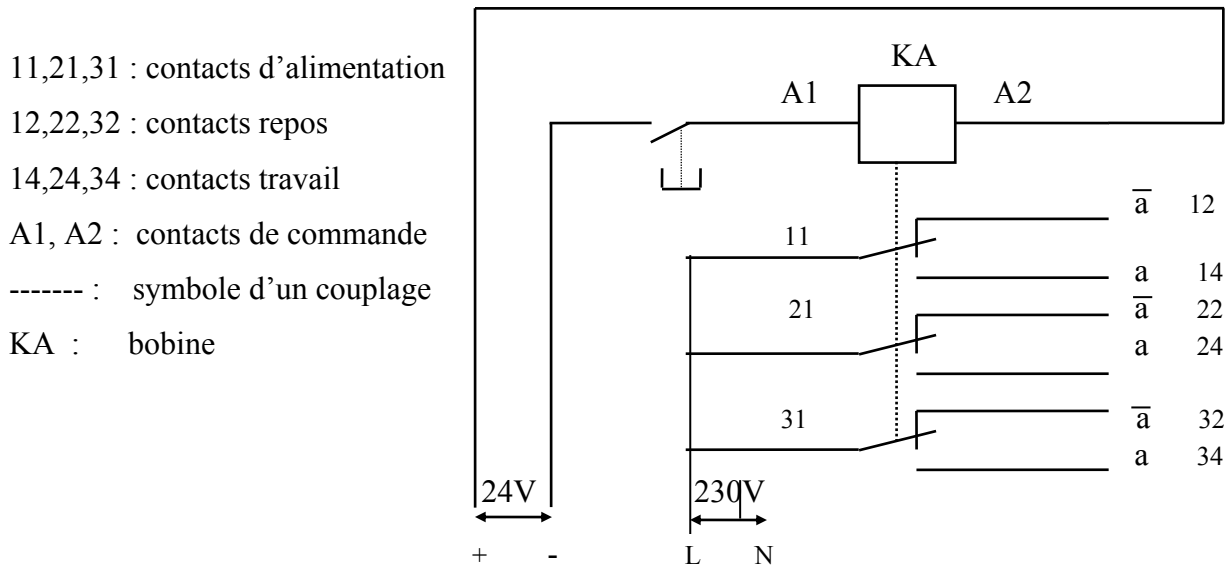
Remarque : dès qu'un transformateur est alimenté, il se comporte comme une résistance de faible valeur. Il est donc normal qu'il chauffe (même s'il travaille à vide).

-1.2.b- Les relais électromagnétiques

• Relais instantané (RHN) ou mémoire monostable

\*\*Description

C'est un composant capable d'amplifier un signal, de l'inverser, ou de le mémoriser en câblant un circuit d'auto maintien.



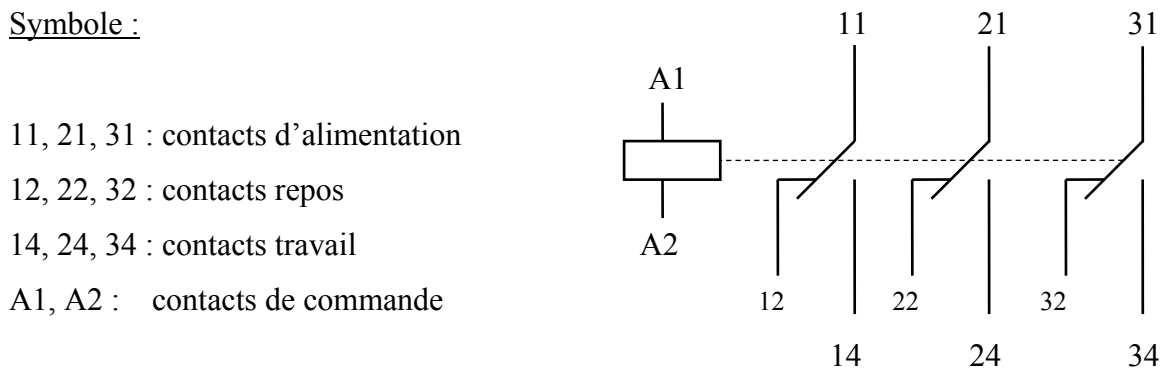
*Figure 3.4.1 : Bornes du relais instantané*

En général la tension de commande des bobines et la tension d'utilisation (sorties) sont différentes (de l'ordre de 24 V et 230 V respectivement).

\*\*Principe de fonctionnement

Le passage du courant de commande dans la bobine (KA) crée, avec le noyau, un champ magnétique qui attire l'armature mobile qui vient s'appuyer contre le contact travail tant que la bobine est commandée. Si la bobine n'est plus alimentée, l'armature mobile est ramenée contre le contact repos grâce à un ressort.

Symbole :



*Figure 3.4.2 : Symbole du relais instantané*

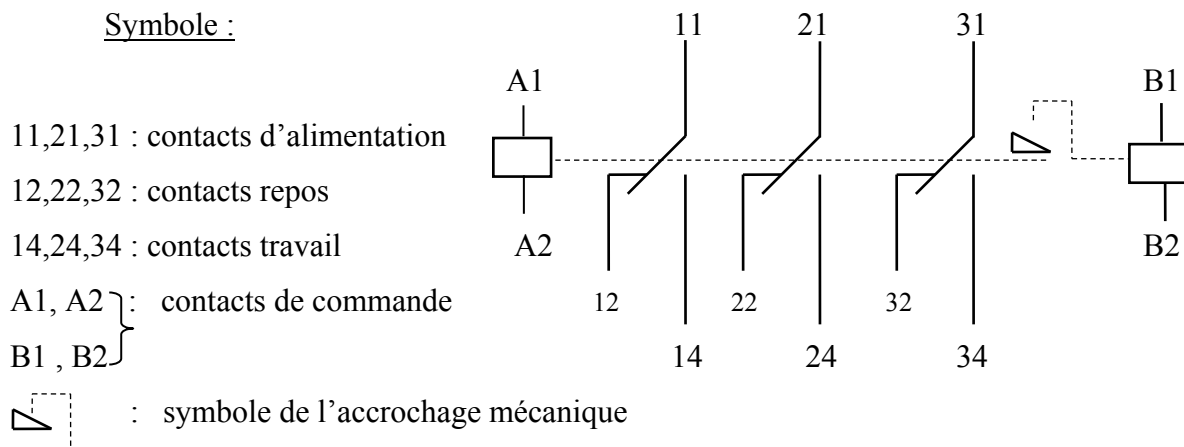
\*\*Caractéristiques

- Liées au circuit de commande (alimentation bobine) :
  - courant du circuit de commande : alternatif ou continu,
  - tensions d'alimentation : 24, 48, 110, 230 volts (6 et 12 volts pour les platines électroniques),
  - consommation moyenne : de 2.5 à 4.5 VA en alternatif, 1.6 VA en continu.
- Liées au circuit de puissance :
  - tension et intensité maximales en courant alternatif : 250 V, 5 A,
  - nombre de contacts : variable, par exemple 4 contacts à fermeture « NO » (Normally Open) càd ouverts au repos et 4 contacts à ouverture « NC » (Normally Closed) càd fermés au repos.
- Liées au fonctionnement : (données par les abaques du constructeur)
  - cadence maximale : en nombre de manœuvres (travail-repos) par seconde (10 par exemple),
  - endurance mécanique : en millions de manœuvres (20 millions par exemple). Elle dépend de la tension et du courant.

- Relais électromagnétique à accrochage ou mémoire bistable (RHK)

C'est un relais instantané à deux états stables, commandé par deux bobines : l'une pour l'enclenchement (A) et l'autre pour le déclenchement (B).

Leur mémoire est assurée par un accrochage mécanique ou magnétique, donc même si on supprime le signal de commande de la bobine, le relais « reste accroché » et ne change pas d'état. Par conséquent une simple impulsion suffit à le faire changer d'état.

Symbole :

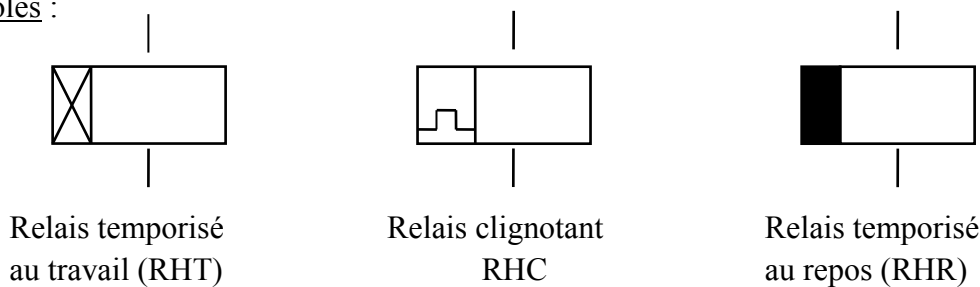
*Figure 3.4.3 : Symbole du relais électromagnétique à accrochage*

- Relais temporisés et relais clignotant

Les relais temporisés ont le même principe de fonctionnement qu'un relais instantané, mais leur action est différée dans le temps. Leur symbole est donc le même excepté pour la bobine qui comporte une information supplémentaire. On rencontre le relais temporisé au travail (RHT) et le relais temporisé au repos (RHR). La durée de la temporisation  $T$  varie de 0.1 à 300 s ou de 1 à 40 mn.

Le relais clignotant (RHC) change d'état (une fois qu'il est commandé) suivant une fréquence réglable. Le temps de réaction du relais varie de 2 à 40 ms, quant à sa période elle varie de 0.5 à 5 s, ou de 2 à 30 s.

Symboles :



*Figure 3.4.4 : Symboles des relais RH*

- Contacteur

C'est un préactionneur principalement destiné à la commande des moteurs.

Il est constitué d'un relais monostable (ou bistable) dit de puissance, car pouvant supporter de forts courants (utilisation courante : commande des machines asynchrones en triphasé).

Le principe de fonctionnement est le même que celui du relais : quand la bobine est alimentée, elle ferme les contacts de puissance (destinés à l'alimentation de l'actionneur) et les contacts auxiliaires (destinés à la partie commande de l'actionneur).

Le circuit de commande (alimentation bobines) est généralement alimenté en 24 V, et le circuit de puissance en 230, 400 ou 700 Volts.

On ajoute généralement avant et après le contacteur une protection des circuits commandés. Avant lui on utilise soit des fusibles coupe-circuit soit un relais magnétique (disjoncteur) pour la protection contre les court-circuit. Après lui on utilise généralement un relais thermique pour la protection contre les surcharges faibles et prolongées. Pour protéger également contre les surcharges fortes on préfère parfois utiliser un relais magnétothermique.

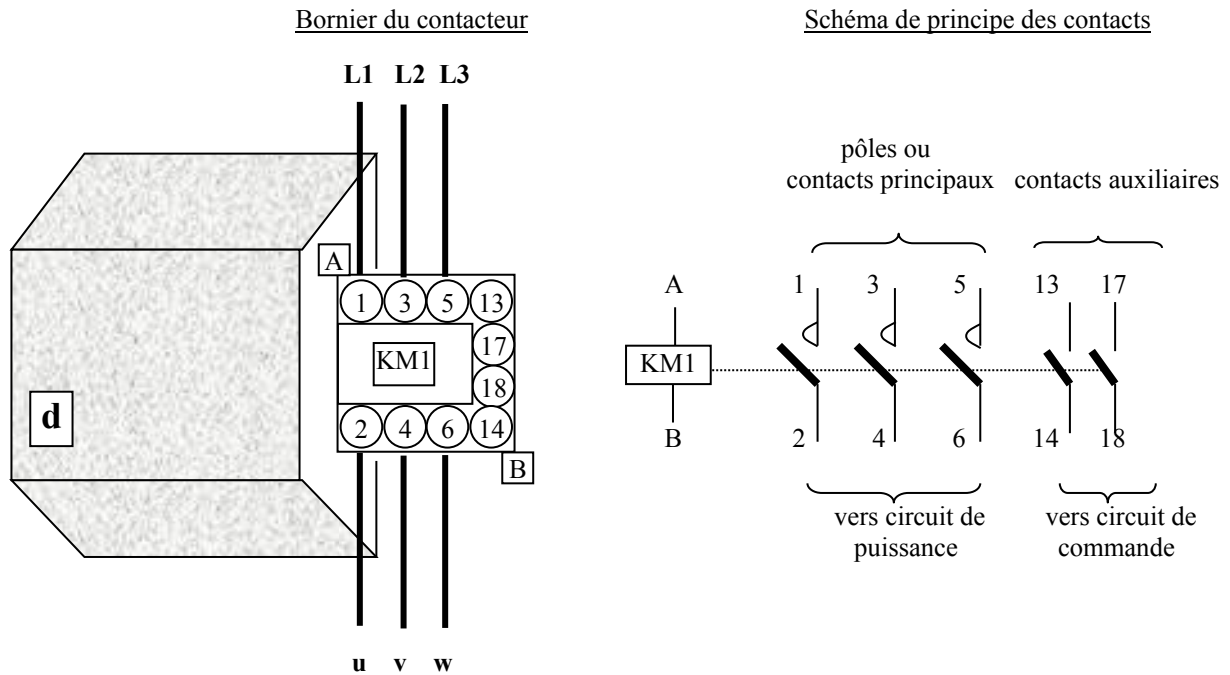


Figure 3.4.5 : Câblage d'un contacteur série D (doc. Télémécanique)

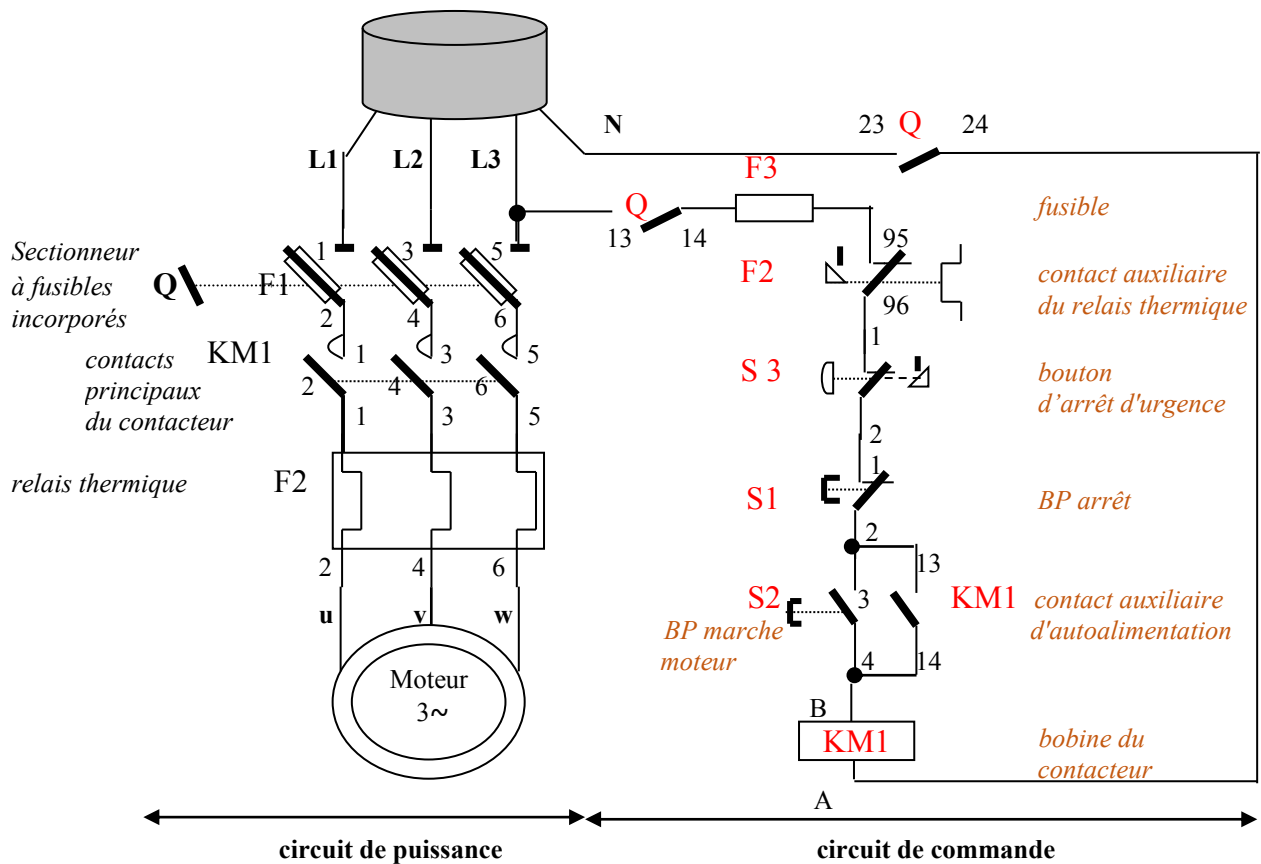


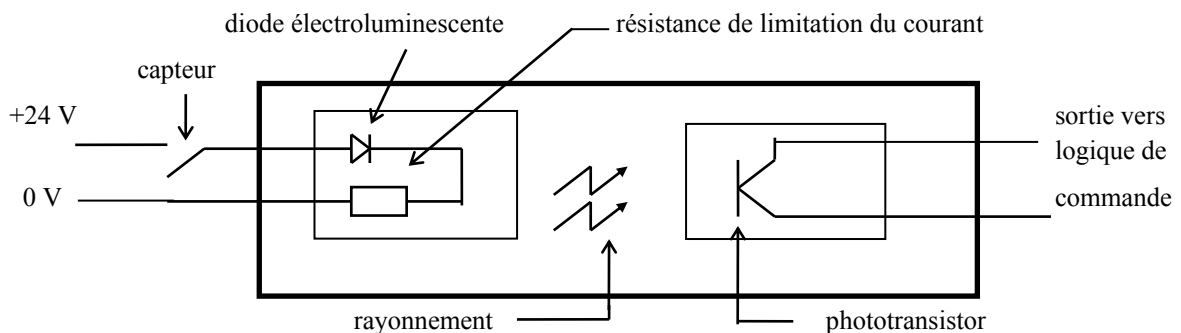
Figure 3.4.6 : Schéma de commande d'un moteur (à démarrage direct)

### -1.3. Interfaces électroniques

#### -1.3.a- Découpleur optoélectronique

Il est utilisé en interface d'isolation galvanique (découplage) aussi bien en entrée qu'en sortie, pour isoler la partie commande de la partie opérative.

Il protège contre les perturbations électromagnétiques, les effets de rebondissement des contacts, les défaillances de câblage (courants de fuite, mauvaise mise à la terre, etc.).



**Figure 3.4.7 : Schéma de principe d'un optocoupleur utilisé en interface d'entrée**

#### -1.3.b- Les convertisseurs

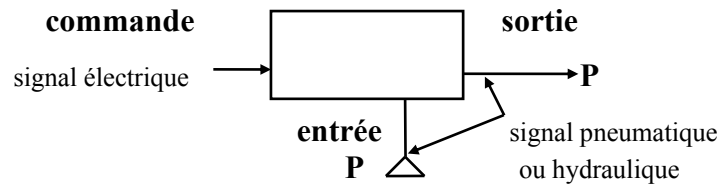
Ils sont principalement utilisés en électronique de puissance.

- Redresseur :      courant alternatif  $\sim$        $\longrightarrow$  courant continu  $=$
- Gradateur :      courant  $\sim$  sinusoïdal       $\longrightarrow$  courant  $\sim$  de forme quelconque
- Hacheur :      courant  $=$  à faible ondulation  $\longrightarrow$  courant  $=$  à tension variable
- Onduleur :      courant continu  $=$        $\longrightarrow$  courant alternatif  $\sim$

## -2-Interfaces modifiant la nature d'un signal

### -2.1. Les électrovannes

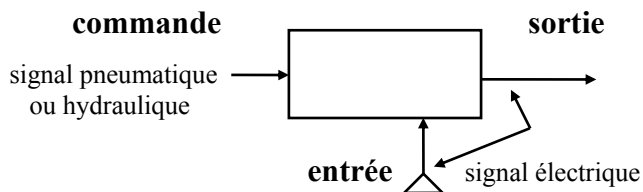
#### Synoptique



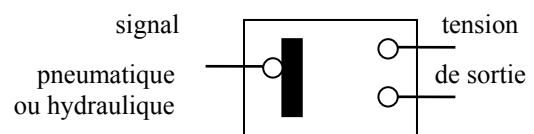
A la réception du signal de commande, le fluide en entrée se retrouve en sortie. Le signal électrique de commande est en 230, 110, 48 ou 24 volts.

### -2.2. Les contacts à pression

#### Synoptique

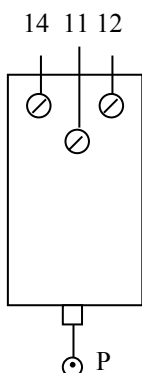


#### Symbole



Le signal de commande agit sur la membrane qui déplace le clapet et le rend solidaire des contacts, fermant ainsi le circuit électrique et provoquant l'apparition d'une tension en sortie.

*Exemple : Contact à pression de Parker Pneumatic*

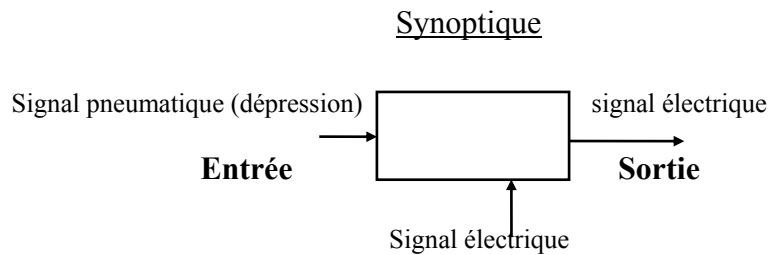


Il fonctionne comme un relais à trois lames dont la commande est pneumatique. La tension (généralement le +24V) qui est appliquée sur la borne 11 se retrouve à l'état de repos sur la borne 12 (contact repos). Quand une pression P est appliquée, les bornes 11 et 14 sont reliées et la tension se retrouve sur la sortie 14 (contact travail).

### -2.3. Les capteurs à seuil de pression à sortie électrique

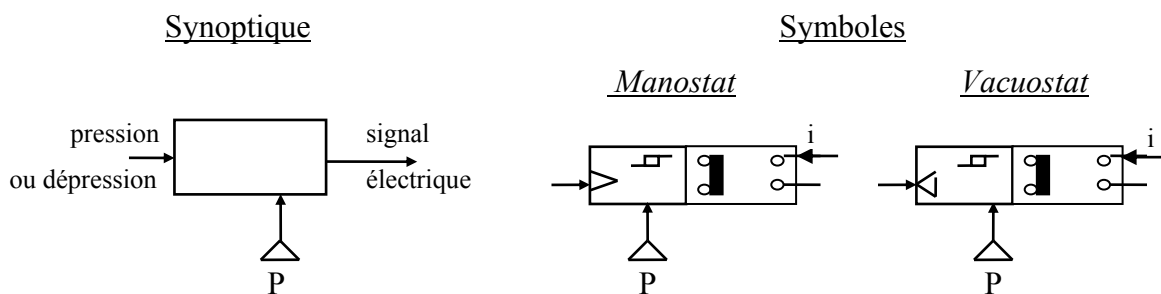
Le principe est le même que celui des contacts à pression, sauf que le signal de commande pneumatique n'est plus une pression mais une dépression (comme pour la cellule NON du paragraphe IV-1-a). On l'utilise, monté sur un vérin, comme capteur fin de course à sortie électrique.

Si on remplace les simples contacts de sortie par un transistor PNP, on parle alors de capteur à seuil de pression électronique.



### -2.4. Manostat et vacuostat à sortie électrique

Ils sont constitués par l'association d'un manostat (ou d'un vacuostat) et d'un contact à pression (cf figure 3.2 page 46).



### -2.5 Les électrodistributeurs

Ils ont déjà fait l'objet du paragraphe III-3. Le signal électrique commande la bobine d'électroaimant d'une électrovanne, ce qui a pour effet d'ouvrir l'électrovanne (ou de déplacer un clapet ou un tiroir) et laisser ainsi passer l'air comprimé qui se retrouve en sortie.

