

I. Introduction

Ce cours a pour objectif de comprendre les systèmes de commandes et de contrôle des systèmes automatisés industriels. Il s'agit, dans ce cours, de mettre en évidence la technologie et les principaux dispositifs constituant les systèmes automatisés tels que les capteurs, les photocellules, les relais, les contacteurs, les relais de protection, les relais temporisés ainsi que les actionneurs d'entrainements tels que les moteurs, les vérins pneumatiques et hydrauliques. Une partie est consacrée à l'étude de la technologie à logique câblée. Enfin l'étape suivante traitera de la logique électronique et programmée qui se traduit principalement par la présentation des automates programmables industriels (API) à savoir leur fonctionnement, leurs utilités, les principales fonctions utilisées et mettre en œuvre des applications en utilisant ces automates (programmation en utilisant principalement les langages tels que le langage Ladder ou à contact « CONT », logigramme « LOG », Liste d'instruction « LIST »).

Les domaines hydraulique et pneumatique ont des champs d'application qui diffèrent par les propriétés du fluide sous pression qu'elles utilisent : un liquide pratiquement incompressible pour l'hydraulique, un gaz très compressible pour la pneumatique. C'est pourquoi ces deux techniques font l'objet d'études séparées.

L'emploi de l'énergie pneumatique permet de réaliser des automatismes avec des composants simples et robustes, notamment dans les milieux hostiles : hautes températures, milieux déflagrants, milieux humides...

II. Généralités sur l'automatisme et les systèmes de production industriels

II.1 Structure d'un système automatisé :

Définition d'un "Système automatisé"

Un système automatisé est un ensemble d'éléments organisés pour réaliser de manière autonome des opérations, qui exigeaient auparavant l'intervention humaine, dans un but précis (donner une valeur ajoutée à une matière d'œuvre). Ou agir sur une matière d'œuvre afin de lui donner une valeur ajoutée. Figure 1.

Exemple de système automatisé:

Un embouteillage automatisé (remplissage, capsulage et étiquetage) permet d'assurer une cadence sûre, rapide et régulière.

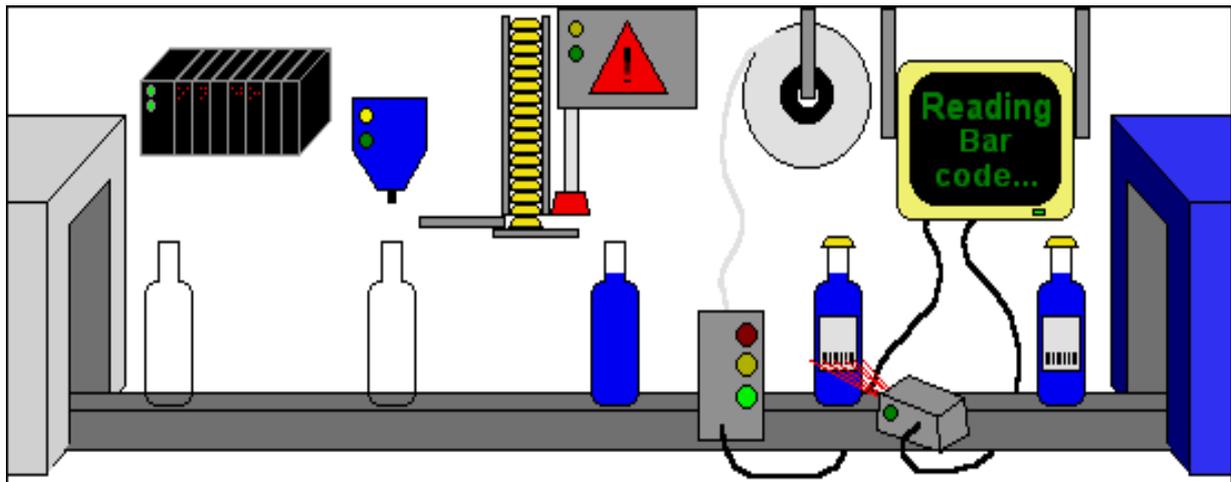


Figure 1 : **Système automatisé**

Un "Système Automatisé" est un système qui exécute toujours le même travail pour lequel il a été conçu.

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

Un système automatisé effectue sans l'intervention de l'utilisateur, des tâches programmées à l'avance. Un système est dit automatisé s'il exécute toujours le même cycle de travail après avoir reçu les consignes d'un opérateur.

De façon générale, tout automatisme comporte 2 parties qui coopèrent et dialoguent : la partie opérative et la partie commande. La figure 4 schématise les interrelations entre ces parties d'un automatisme.

La partie opérative ou **PO** qui assure les modifications de matière d'œuvre et produit ainsi la valeur ajoutée ; la PO est représentative du processus physique à automatiser. La partie opérative est composée de **capteurs** et d'**actionneurs**.

Elle effectue les opérations en produisant des mouvements, de la chaleur, de la lumière, des sons.

La partie commande ou **PC** qui gère de façon coordonnée les actionneurs de la PO afin d'obtenir les effets souhaités à partir d'un modèle de fonctionnement et de diverses consignes. En général, la partie commande est composée d'un ordinateur ou d'un circuit électronique.

Elle assure le pilotage et le contrôle du système.

La PO et la PC échangent entre elles des informations :

- Comptes rendus dans le sens PO \longrightarrow PC

- Ordres dans le sens PC \longrightarrow PO

Ces échanges sont assurés par des fonctions internes au système.

La PC et la PO sont par ailleurs en relation permanente avec l'environnement (opérateur, tableau de signalisation, autres PC, etc.) avec lequel elles échangent également des informations. Dans ce cas, ce sont les fonctions et relations entre le système et son environnement qui sont sollicitées et mises en œuvre.

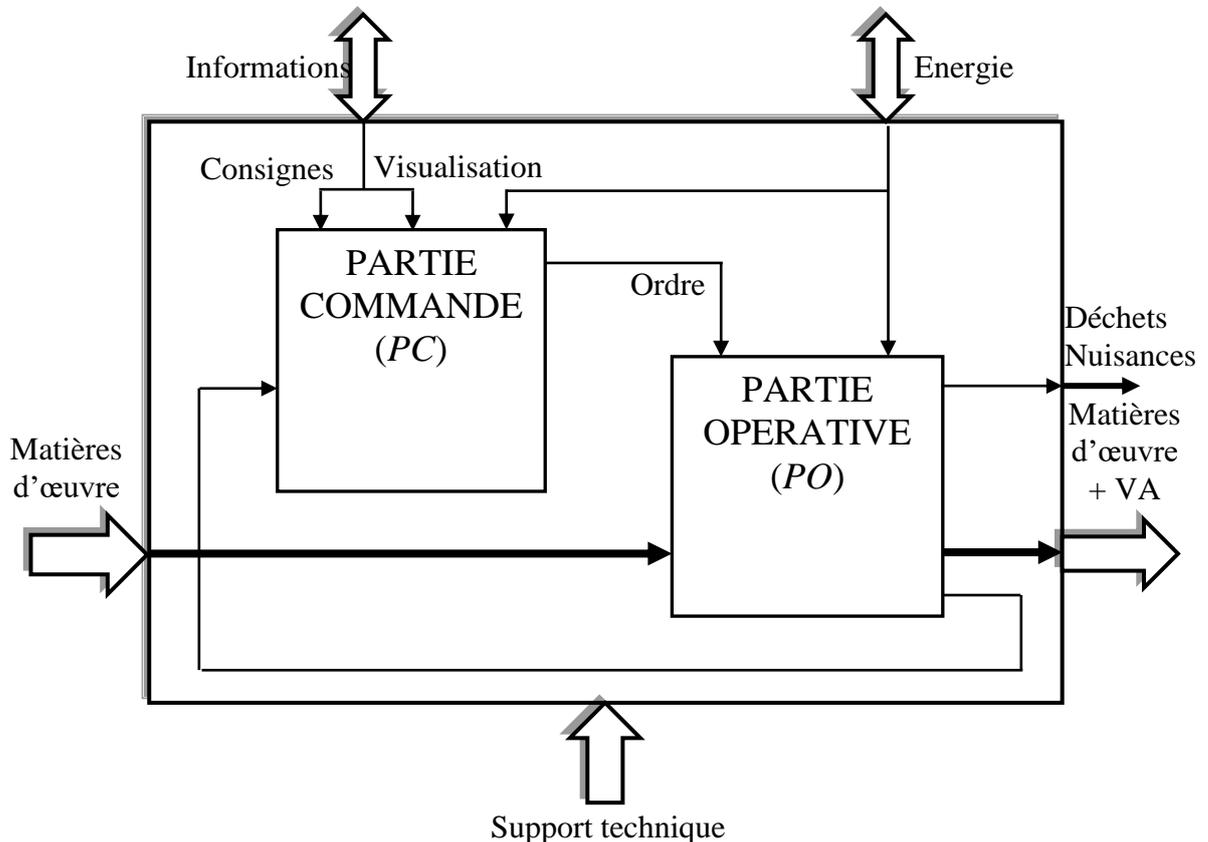


Figure 2 : Structure d'un système automatisé. Relation PC-PO

II.2. But de l'automatisation

L'objectif de l'automatisation est **la compétitivité** de l'entreprise et des produits. Cette compétitivité passe par la qualité, la maîtrise des coûts et l'innovation. Cela induit une disponibilité à tous les niveaux. On cherche donc à améliorer la **productivité**. L'amélioration des conditions de travail, et surtout **la sécurité**, fait partie des objectifs de l'automatisation. Les buts (ou objectifs) de l'automatisation sont donc :

- Éliminer les tâches répétitives,
- Simplifier le travail de l'humain,
- Augmenter la sécurité (responsabilité),
- Accroître la productivité.

C'est également :

- Économiser les matières premières et l'énergie,
- S'adapter à des contextes particuliers : flexibilité, rigidité, durabilité

Améliorer la qualité.

Le système automatisé permet d'obtenir de façon reproductible la valeur ajoutée.

Les moyens permettant d'atteindre ces objectifs sont d'ordre financier, matériel, organisationnel, et humain. On distingue notamment : informatiser, automatiser, robotiser, rationaliser, organiser, etc,

On admet généralement qu'un automatisme est composé de deux sous-ensembles :

Un organe de décision, nommé « partie commande »,

Un organe effectuant les actions ordonnées par l'organe de commande, nommé « partie opérative » ou organe de puissance qui peut être mécanique, électrique, pneumatique, ou hydraulique, et bien souvent un assemblage de ces technologies.

Chaque processus industriel de fabrication ou de transformation se compose d'un ensemble de machines destinées à réaliser la fabrication ou la transformation considérée.

Chaque machine ou partie opérative comprend un ensemble de moteurs, vérins, vannes et autres dispositifs qui lui permettent de fonctionner. Ces moteurs, vérins, vannes et autres dispositifs s'appellent actionneurs. Ils sont pilotés par un automate ou partie commande.

II.3. Les fonctions

Les fonctions d'un système automatisé :

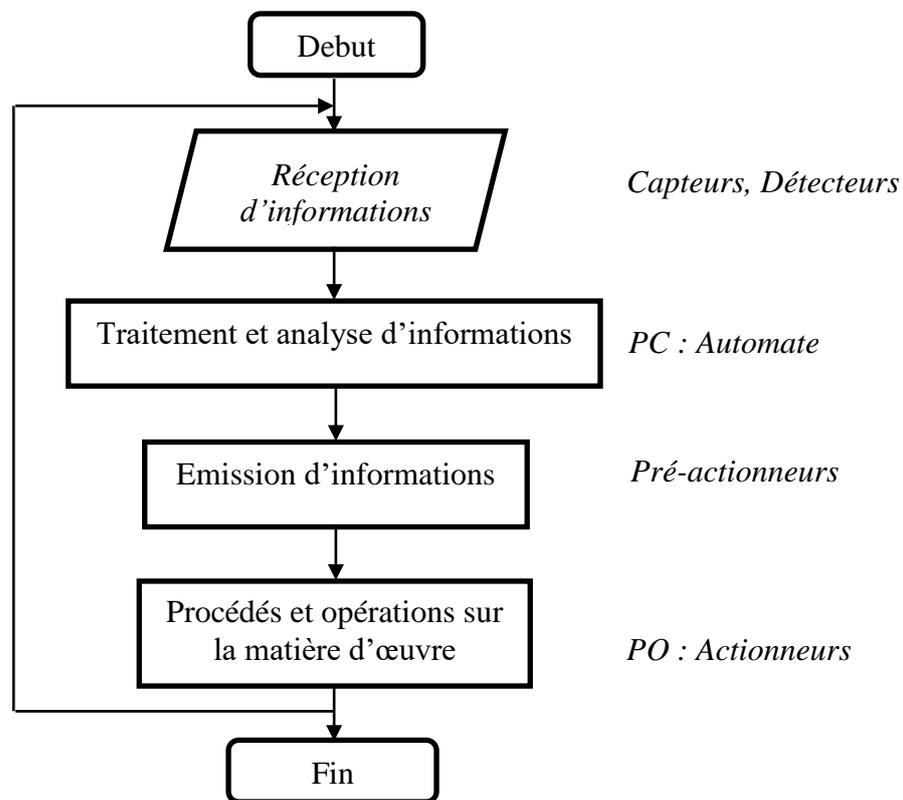


Figure 3. Les différentes parties et fonctions d'un système automatisé

II.4. Les principales technologies utilisées en automatisation

Les automates sont des machines utilisant une ou plusieurs technologies pour mesurer, détecter et actionner. Ces technologies, au nombre de quatre sont les suivantes :

Technologie pneumatique ;

Technologie hydraulique ;

Technologie électromécanique ;

Technologie électronique.

Chacune des technologies met en œuvre une grandeur physique que l'on peut commuter et mesurer. Dans le cas des technologies pneumatique et hydraulique, la grandeur physique sera une pression d'air ou d'huile. La technologie électromécanique utilise le courant électrique. Enfin, la technologie électronique travaille avec une différence de potentiel avec la masse.

III. Technologie pneumatique

III.1. Réseau pneumatique : Notion d'air comprimé

L'énergie pneumatique utilise l'air comprimé comme fluide pour le transport de l'énergie et sa transformation en énergie mécanique.

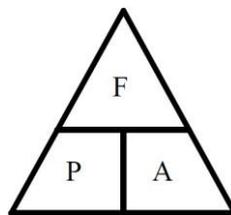
L'air comprimé est obtenu avec un compresseur d'air entraîné avec un moteur électrique. L'air est aspiré puis comprimé dans une cuve sous pression. De ce réservoir partent les canalisations pour la distribution.

La pression (P) d'air est exprimée en bar ou Pascal (Pa), elle est définie par la pression exercée par une force de 1daN (déca newton) sur une surface de 1 cm²

$$1 \text{ bar} = 1 \text{ daN} / \text{cm}^2 = 10^5 \text{ Pa}$$

La force qui fait le déplacement du piston des actionneurs est exprimé par Pascal comme suite :

$$F(N) = P(Pa) \cdot A(m^2)$$



Le débit d'un fluide est noté q. Il s'exprime en m³/s.

La puissance hydraulique et pneumatique en Watt s'exprime par :

$$P = qp$$

La production d'air comprimé se résume à :

- réduire la température (échauffement de à la compression),
- enlever l'eau (humidité relative + refroidissement) et les solides (huile de graissage, poussières dans l'air)
- assurer une pression de service, et éventuellement,
- ajouter du lubrifiant

Pour réaliser une installation pneumatique il y a des actionneurs (vérin, moteur), ils transforment l'énergie pneumatique en énergie mécanique et des pré-actionneurs (distributeurs), des organes de

commandes (capteurs, bouton poussoir), des composants d'automatisme (fonctions logiques : OU, ET).

III.1. Stockage et alimentation en énergie

Pour obtenir de l'énergie pneumatique, on utilise un compresseur. L'énergie hydraulique est obtenue grâce à des pompes. Les pompes ou les compresseurs sont actionnés par un moteur électrique ou thermique. Dans les systèmes pneumatiques, la circulation d'air se fait généralement en circuit ouvert. Dans le cas des systèmes hydrauliques, le fluide est en circuit fermé.

Dans le cas de l'huile, elle peut être stockée à pression atmosphérique dans un réservoir (appelé aussi «bâche») ou dans un réservoir haute pression. Les compresseurs pneumatiques sont souvent reliés à une cuve qui garde l'air sous pression.

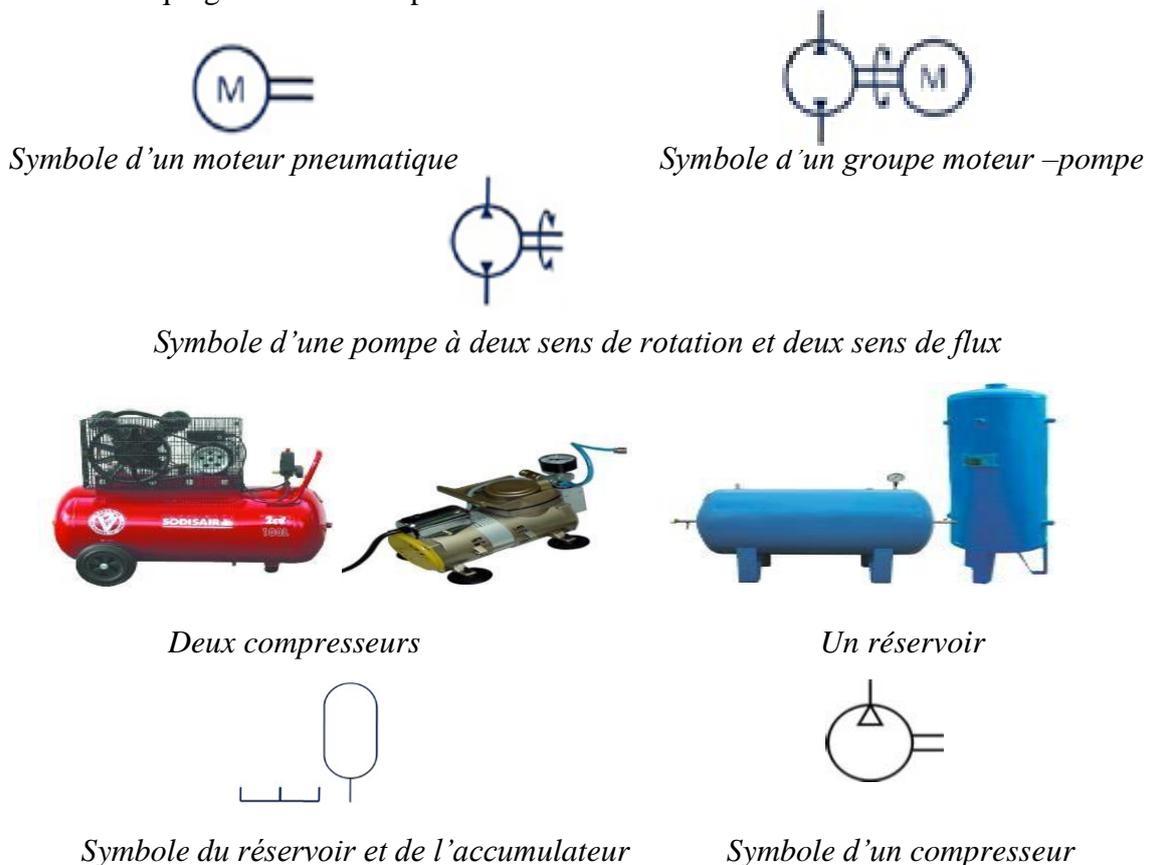


Figure 4. Symboles des différents éléments pneumatiques

III.2. Compresseurs

En règle générale, les composants pneumatiques sont conçus pour une pression de service maximale de 800 à 1000 kPa (8 à 10 bars). Mais en pratique il est recommandé de fonctionner entre 5 et 6 bar pour une utilisation économique et sûre.

En raison des pertes de pression dans le système de distribution, le compresseur doit être capable de livrer entre 6,5 et 7 bar pour atteindre ces chiffres.

III.2.1. Compresseur à piston

Le compresseur à piston utilise la rotation d'un moteur électrique : ce mouvement entraîne ses composants afin de comprimer l'air. Les compresseurs à piston sont très utilisés dans l'industrie pour enfermer de l'air dans une bouteille, fabriquer des emballages de boissons

III.2.2. Compresseur rotatif

Les compresseurs rotatifs ont deux éléments rotatifs, comme des engrenages, entre lesquels l'air est comprimé. Ces compresseurs sont très efficaces car les actions de prise d'air et de compression d'air se produisent simultanément. Ils ont très peu de pièces mobiles, de faibles vitesses de rotation, de faibles coûts initiaux et de maintenance.

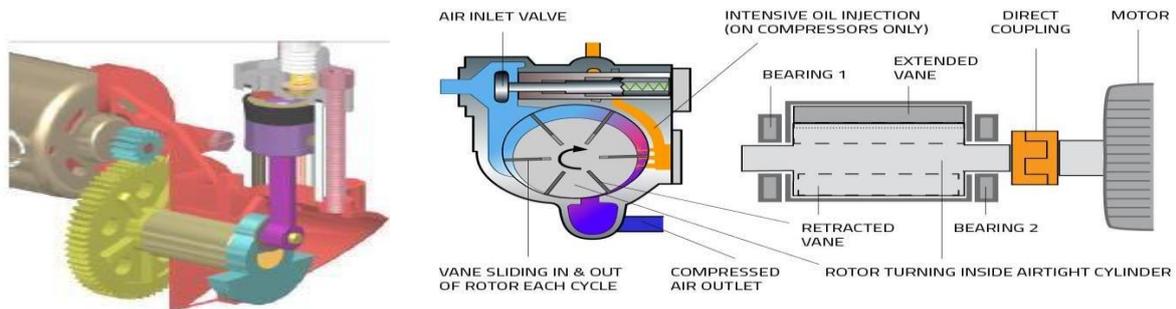


Figure 5. Compresseur à piston et Compresseur rotatif

III.2.3. Conditionnement d'air

Avant d'utiliser l'air, une unité de conditionnement placée à l'entrée du système automatisé est constituée :

- * d'un filtre qui sert à assécher l'air et filtrer les poussières, par création d'un tourbillon (par déflecteur) qui entraîne en périphérie les parties solides qui se déposent ensuite au fond (vis de purge)
- * d'un Mano-régulateur qui règle la pression de l'air,
- * d'un lubrificateur qui évite la corrosion et améliore le glissement,
- * d'un pressostat qui informe l'opérateur lorsque la pression souhaitée est atteinte.

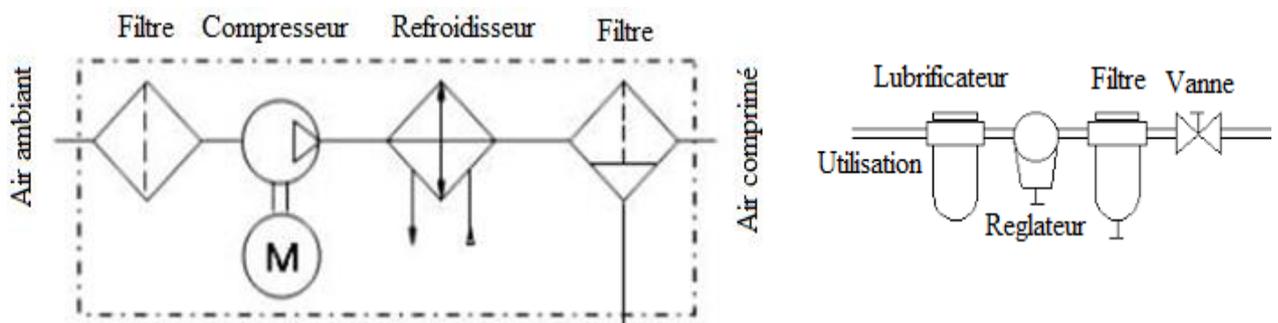


Figure 6. Schéma d'un compresseur intégré

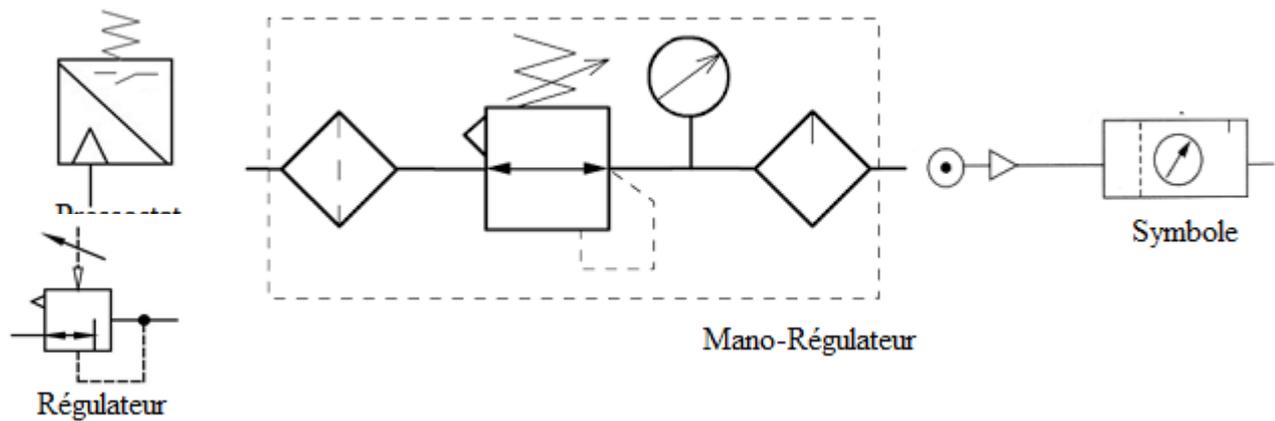


Figure 7. Les éléments de l'unité de conditionnement de l'air

III.3 Les distributeurs :

3.1 Fonction

Ils sont utilisés pour commuter et contrôler le débit du fluide sous pression, comme des sortes d'aiguillage, à la réception d'un signal de commande qui peut être mécanique, électrique ou pneumatique. Ils permettent de :

- contrôler le mouvement de la tige d'un vérin ou la rotation d'un moteur hydraulique ou pneumatique (distributeurs de puissance) ;
- choisir le sens de circulation d'un fluide (aiguiller, dériver, etc.) ;
- exécuter, à partir d'un fluide, des fonctions logiques (fonctions ET, OU, mémoire, etc.) ;
- démarrer ou arrêter la circulation d'un fluide (robinet d'arrêt, bloqueur, ...) ;
- être des capteurs de position (course d'un vérin).

3.2 Symbolisation

Un distributeur est caractérisé par :

- par le nombre des orifices : 2, 3, 4 ou 5 ;
- par le nombre des modes de distribution ou positions : 2 ou 3 ;
- par le type de commande du pilotage assurant le changement de position : simple pilotage avec rappel par ressort ou double pilotage, avec éventuellement rappel au centre par ressort dans le cas des distributeurs à 3 positions ;
- par la technologie de pilotage : pneumatique, électropneumatique ou mécanique ;
- par la technologie de commutation : clapets, tiroirs cylindriques, tiroirs plans.

3.2.1 Principe de la symbolisation

Nombre de cases : il représente le nombre de positions de commutation possibles, une case par position. S'il existe une position intermédiaire, la case est délimitée par des traits pointillés.

Flèches : dans chaque case ou position, les voies sont figurées par des flèches indiquant le sens de circulation du fluide entre les orifices.

T : les orifices non utilisés dans une position sont symboliquement obturés par un T droit ou inversé. Le nombre des orifices est déterminé pour une position et est égal pour toutes les positions.

Source de pression : elle est indiquée par un cercle noirci en hydraulique, clair en pneumatique.

Echappement : il est symbolisé par un triangle noirci en hydraulique, clair en pneumatique.

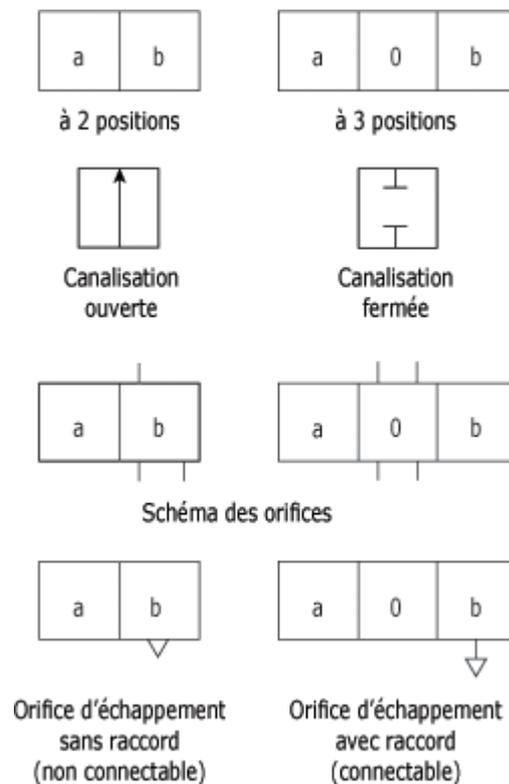


Figure 8. Nombres de cases de distributeur

Position initiale : les lignes de raccordement entre réseau et distributeur aboutissent toujours à la case symbolisant la position initiale ou repos ; cette case est placée à droite pour les distributeurs à deux positions, au centre pour ceux à trois positions. Le symbole de la pression (cercle) est mis à droite de la case de repos s'il n'y a qu'un échappement (triangle), au milieu s'il y a deux échappements.

Les orifices sont repérés par des lettres en hydraulique et par des chiffres en pneumatique

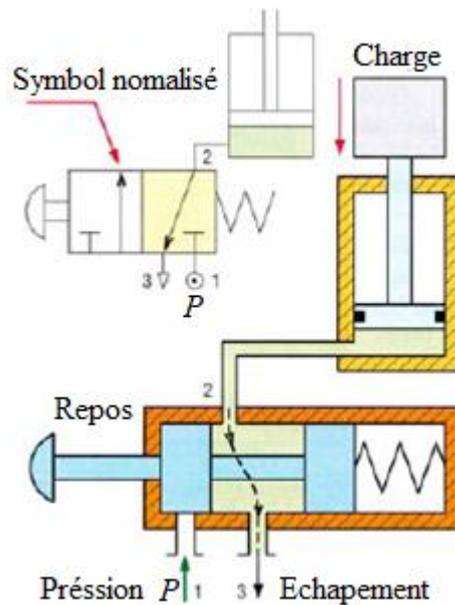


Figure 9. Position initiale d'un distributeur

3.3 Désignation des distributeurs

Elle tient compte du nombre d'orifices et du nombre de positions. Exemple : distributeur 5/2 signifie distributeur à 5 orifices et 2 positions [3].

Distributeur normalement fermé (NF) : lorsqu'il n'y a pas de circulation du fluide à travers le distributeur en position repos (ou initiale), le distributeur est dit normalement fermé.

Distributeur normalement ouvert (NO) : c'est l'inverse du cas précédent ; au repos, il y a circulation du fluide à travers le distributeur.

Distributeur monostable : distributeur ayant une seule position stable. Dans ce type de construction, un ressort de rappel ramène systématiquement le dispositif dans sa position initiale, ou repos, dès que le signal de commande ou d'activation est interrompu.

Distributeur bistable : admet deux positions stables ou d'équilibre. Pour passer de l'une à l'autre, une impulsion de commande est nécessaire. Le maintien en position est assuré par adhérence ou par aimantation.

Leur fonctionnement peut être comparé à celui d'une mémoire à deux états : 0 ou 1, oui ou non.

Centre fermé, pour 4/3 ou 5/3 : en position neutre ou repos à centre fermé, le fluide ne peut pas circuler entre les chambres et les échappements, ce qui bloque la tige ou l'arbre moteur. Il est intéressant pour un redémarrage sous charge (ex : charges suspendues, etc.).

Centre ouvert, pour un 4/3 ou un 5/3 : en position neutre, à centre ouvert, le fluide peut circuler librement. La purge des chambres et la libre circulation de la tige (libre rotation de l'arbre moteur) sont ainsi possibles. Ce cas est intéressant pour supprimer les efforts développés et faire des réglages. Il existe d'autres types de centre pour ces distributeurs.

Tableau 1. Principaux distributeurs et principaux dispositifs de pilotages

Principaux distributeurs et principaux dispositifs de pilotage		
symboles en pneumatique	symboles en hydraulique	symboles de pilotages
2/2 N.F. 	2/2 N.F. 	
2/2 N.O. 	2/2 N.O. 	
3/2 N.F. 	3/2 N.F. 	
3/2 N.O. 	3/2 N.O. 	
4/2 	4/3 centre fermé 	
5/2 	centre ouvert en H 	
5/3 centre ouvert 	centre tandem 	
5/3 centre partiellement ouvert 	centre partiellement ouvert 	
N.F. : normalement fermé N.O. : normalement ouvert		

3.4 Principe du repérage des orifices

Le repérage des orifices par des chiffres et des pilotages par des nombres est normalisé :

- repère 1 pour l'orifice d'alimentation en air comprimé,
- repères 2 et 4 pour les orifices d'utilisation,
- repères 3 et 5 pour les orifices d'échappement,
- repère 12 pour l'orifice de pilotage mettant la voie 1-2 en pression,

- repère 14 pour l'orifice de pilotage mettant la voie 1-4 en pression,
- repère 10 pour l'orifice de pilotage ne mettant aucune voie en pression.

3.5 Symboles des commandes des distributeurs

La commande du changement de position est obtenue par déplacement du tiroir ou du ou des clapets, éléments mobiles essentiels des distributeurs. Ce pilotage peut être simple ou double. Le simple pilotage est associé à un rappel par ressort. Le dispositif de pilotage doit être indiqué pour chaque position du distributeur et apparaître dans la symbolisation.

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.

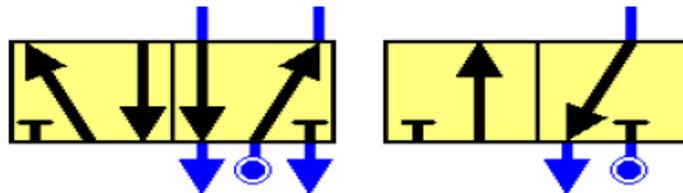


Figure 10 : **Symboles des commandes des distributeurs**

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.

IV. Les capteurs pneumatiques

Les capteurs utilisés en technologie pneumatiques sont généralement des détecteurs de présence et de proximité. On retrouve aussi des détecteurs de pression qui indiquent la présence d'une pression supérieure ou inférieure à une valeur de seuil.

Détecteurs de présence à action mécanique et boutons poussoirs

Les détecteurs de présence à action mécanique utilisent des distributeurs 3/2 à simple action commandés par un poussoir ou par galet.

En l'absence d'objet, le distributeur est maintenu à sa fonction de commande de repos grâce au ressort de rappel. Lorsqu'un objet pousse sur le galet ou le poussoir, le distributeur change de fonction de commande et il y reste tant que l'objet est présent.



Figure 11 : Capteurs de position (à galet et à poussoir)

Le détecteur peut être de type « *normalement ouvert* » ou de type « *normalement fermé* ». Pour un détecteur type normalement ouvert, le distributeur relie l'orifice A à l'atmosphère lorsqu'il n'est pas actionné. La pression provenant de la source de pression sera acheminé vers l'orifice A si le détecteur est actionné. Figure 12(a) montre un détecteur normalement ouvert à sa position de repos :

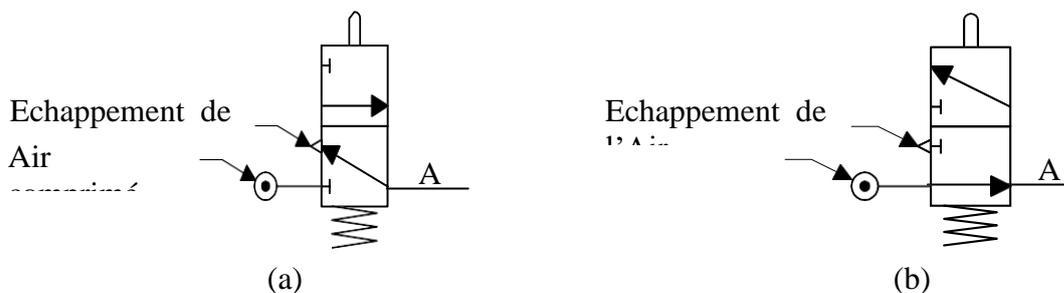


Figure 12: Schéma d'un détecteur pneumatique normalement ouvert (a) et un autre normalement fermé (b)

Pour un détecteur type normalement fermé (Figure 12 (b)), le distributeur relie l'orifice A à la source de pression lorsqu'il n'est pas actionné. L'orifice A sera connecté à l'atmosphère si le détecteur est actionné. Donc, le signal logique est inversé par rapport au détecteur normalement ouvert.

Détecteurs de proximité fluidiques

Pour détecter la proximité d'un objet (i.e. sans contact mécanique) en technologie pneumatique, on utilise des « *détecteurs fluidiques* » (figure13). Le principe de fonctionnement de ces détecteurs est fort simple.

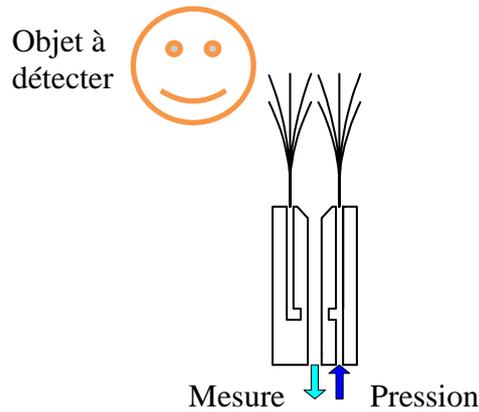


Figure 13: **Schéma d'un détecteur fluide au repos**

Une pression est appliquée pour faire sortir continuellement un jet d'air d'un orifice circulaire situé au bout du détecteur. Lorsque l'objet à détecter n'est pas dans le champ du jet d'air, le tube central ne reçoit pas de surpression, et la pression mesurée est simplement celle de l'atmosphère. Le détecteur n'envoie aucun signal de sortie.

Lorsque l'objet est dans le champ du jet d'air, ce dernier est dévié et une partie du jet entre dans le conduit de mesure et provoque une légère surpression. Un amplificateur de pression fait en sorte de générer un signal de sortie indiquant la proximité d'un objet.

Détecteurs de proximité à seuil de pression (Capteur à chute de pression)

Les détecteurs à seuil de pression sont généralement utilisés comme détecteurs de proximité. Ils sont utilisés pour mesurer la contre-pression dans la chambre d'échappement d'un vérin en mouvement.

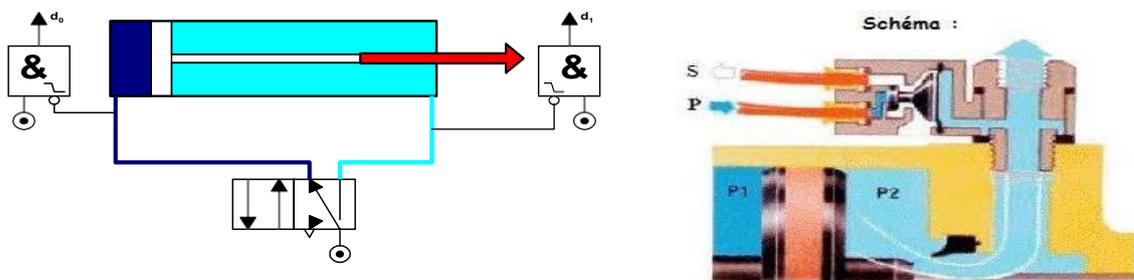


Figure 14: **Schéma d'un vérin avec détecteurs de proximité à seuil de pression**

Dans la figure ci-haut, le conduit reliant le vérin vers le distributeur ayant une petite section, la pression dans la chambre de droite de vérin reste relativement élevée tout au long du déplacement du vérin, car l'air doit être évacué au travers de cette petite ouverture. Lorsque le piston du vérin sera complètement à droite il ne restera plus d'air à évacuer, ce qui fait que la pression dans la conduite chutera à la pression atmosphérique. Lorsque la pression chute sous une certaine valeur, le détecteur à seuil de pression de droite générera un signal d_1 pour indiquer cet état. Donc le détecteur à seuil de pression détecte l'arrivée du vérin en fin de course et peut donc être utilisé pour vérifier

si un vérin est en pleine extension ou en pleine contraction.

Si le vérin bloque à une position intermédiaire, l'évacuation de l'air dans la chambre branchée à l'air ambiant cesse et la pression chute aussi à celle de l'air ambiant, ce qui est aussi détecté par le détecteur à seuil de pression. Cela peut être utile pour indiquer qu'une pièce de taille quelconque est serrée, si le dispositif de serrage utilise un vérin pneumatique.

V. Les Actionneurs pneumatiques

V. 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'oeuvre 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.

V.2. Les ventouses

La ventouse est un actionneur qui agit en utilisant la dépression. Le vacuum est créé par un éjecteur à buse ou Venturi.

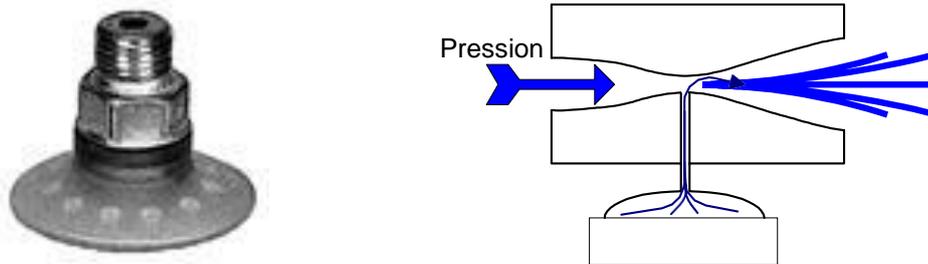


Figure 15. Schéma de principe du générateur de vacuum (éjecteur)

La pression d'air appliquée à l'entrée de l'éjecteur crée une chute de pression dans l'endroit où le passage est le plus restreint, car la vitesse du jet d'air est maximale à cet endroit. Si la ventouse est appuyée sur un objet, le vacuum créé par l'éjecteur diminue la pression d'air dans l'espace fermé entre la ventouse et l'objet.

La force de préhension de la ventouse est calculée comme suit :

$$F = (P_{atmosphère} - P_{vacuum}) \times S$$

S est la surface circulaire de la ventouse. $P_{\text{atmosphérique}}$ est la pression atmosphérique et P_{vacuum} est la pression de vacuum.

V.3. Les moteurs pneumatiques

Le moteur pneumatique est un actionneur produisant un mouvement de rotation continu à partir d'une pression d'air. Différents type de moteurs pneumatiques sont disponibles. Le plus courant est le « *moteur à palettes* » que l'on retrouve dans les outillages pneumatiques (visseuses, meuleuses, perceuses, clefs à chocs, etc.).

Certains moteurs sont réversibles, d'autre non. Les moteurs non réversibles sont généralement commandés par des distributeurs 3/2 et les moteurs réversibles par des distributeurs 4/3.

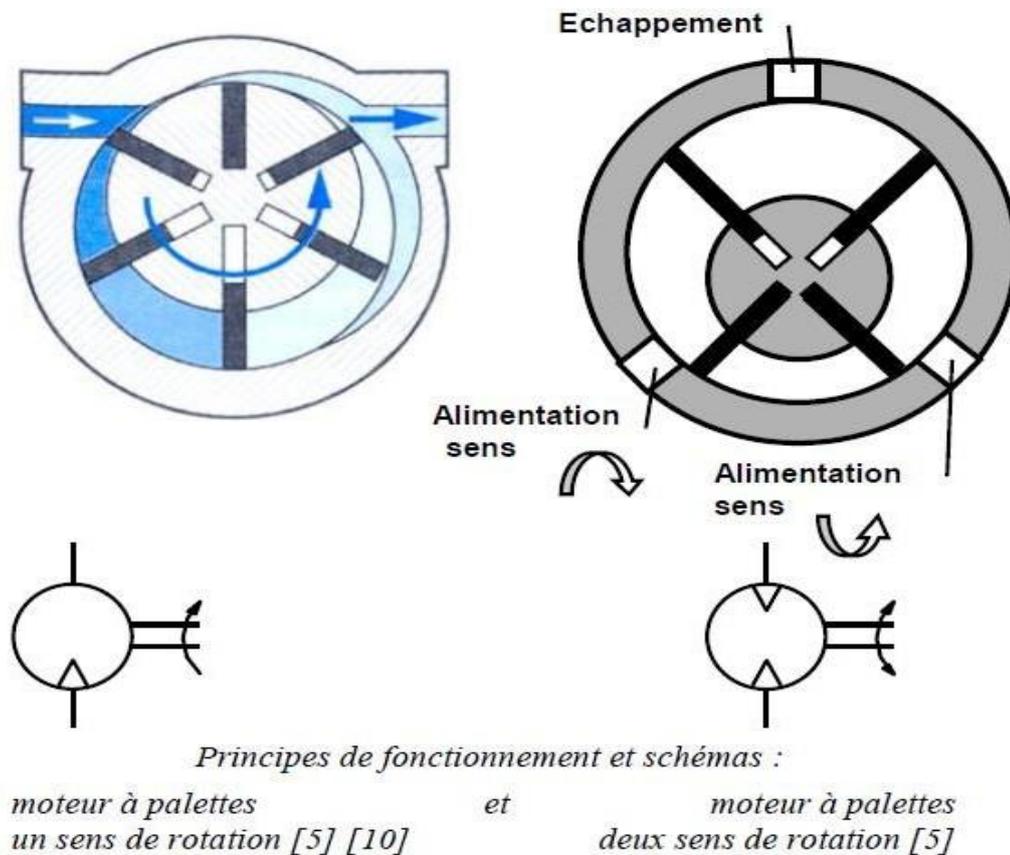


Figure 16: Moteurs pneumatiques

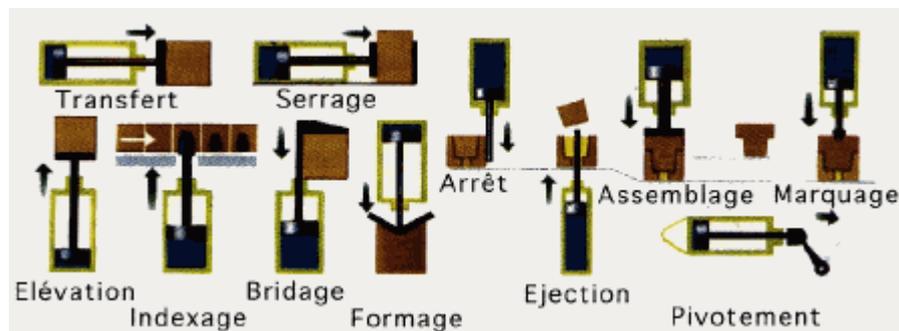
III.2. Les vérins pneumatiques

Ils transforment l'énergie d'un fluide sous pression en énergie mécanique (mouvement avec effort). Ils peuvent soulever, pousser, tirer, serrer, tourner, bloquer, percuter, ...

Leur classification tient compte de la nature du fluide, pneumatique ou hydraulique, et du mode d'action de la tige : simple effet (air comprimé admis sur une seule face du piston), double effet (air comprimé admis sur les deux faces du piston)...

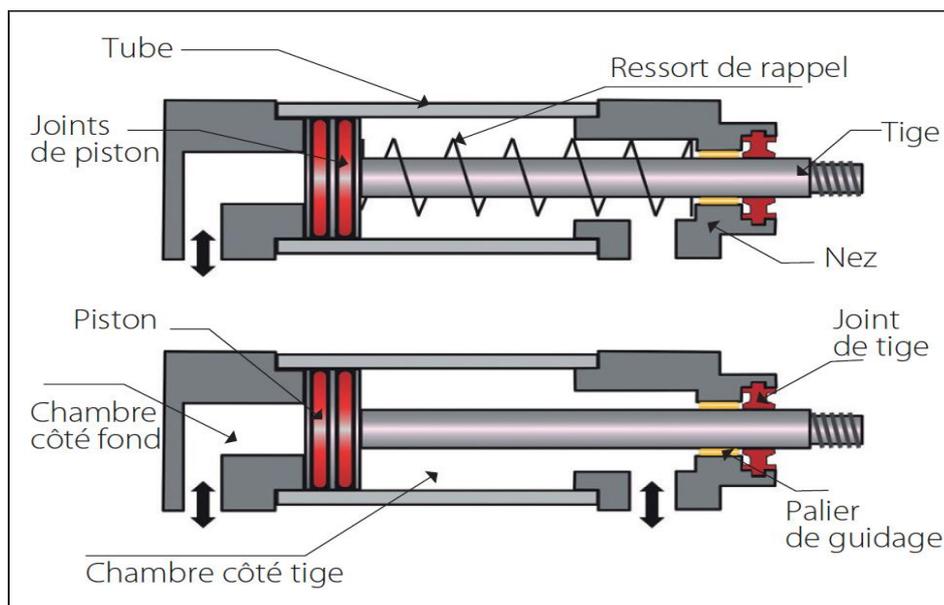
Les vérins pneumatiques utilisent l'air comprimé, de 2 à 10 bars en usage courant. Du fait de la simplicité de mise en œuvre, ils sont très nombreux dans les systèmes automatisés industriels.

Exemples d'utilisation :



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.

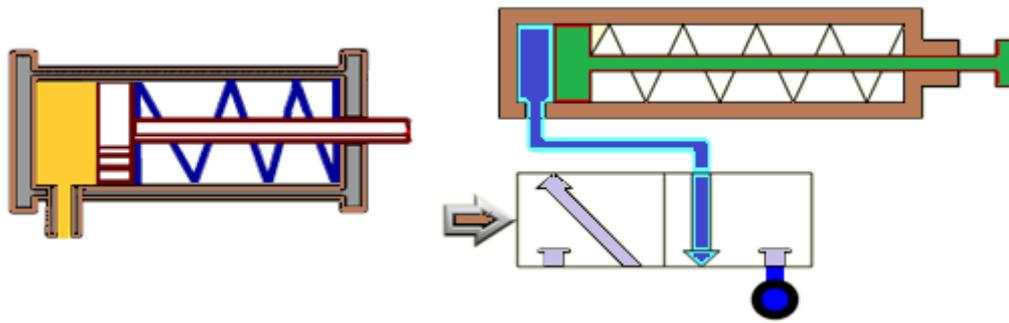


Dans les applications courantes, nous pouvons distinguer essentiellement deux types de vérins :

a- Vérins simple effet (VSE) :

L'ensemble tige-piston se déplace dans un seul sens sous l'action du fluide sous pression. Le retour est effectué par un autre moyen que l'air comprimé : ressort, charge, ... Pendant le retour, l'orifice d'admission de l'air comprimé est mis à l'échappement.

a-1. Principes de réalisation et symboles normalisés



Avantages : les vérins simple effet sont économiques, et la consommation de fluide est réduite.

Inconvénients : à course égale, ils sont plus longs que les vérins double effet ; la vitesse de la tige est difficile à régler en pneumatique et les courses proposées sont limitées (jusqu'à 100 mm).

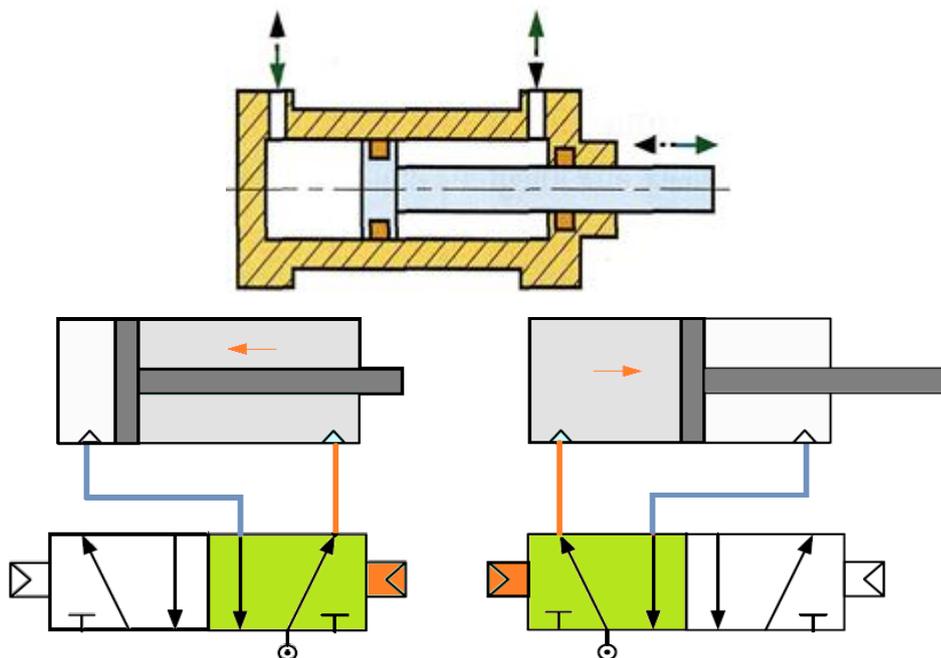
Utilisation : travaux simples (serrage, éjection, levage, emmanchements, ...)

b- Vérins double effet (VDE) :

L'ensemble tige-piston peut se déplacer dans les deux sens sous l'action du fluide sous pression (air comprimé).

L'effort en poussant (sortie de la tige) est légèrement plus grand que l'effort en tirant (entrée de la tige) car la pression n'agit pas sur la partie de surface occupée par la tige.

Principe de réalisation



Avantages : plus grande souplesse d'utilisation ; réglage plus facile de la vitesse, par contrôle du débit à l'échappement ; amortissements de fin de course, réglables ou non, possibles dans un ou dans les deux sens. Ils offrent de nombreuses réalisations et options.

Inconvénients : ils sont plus coûteux.

Utilisation : ce sont les vérins les plus utilisés industriellement, ils présentent un grand nombre d'applications.

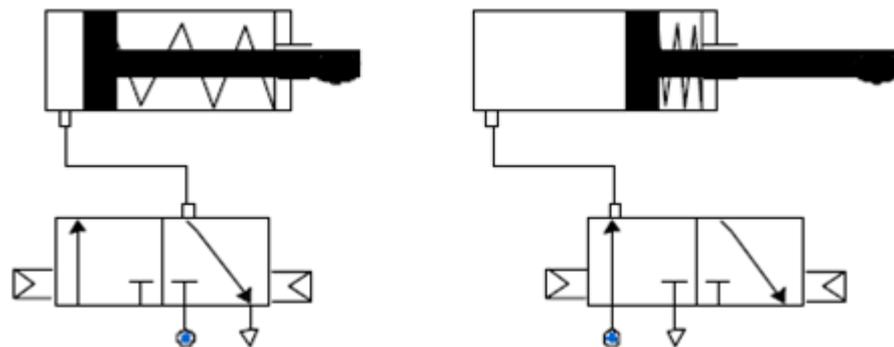
Remarque :

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.

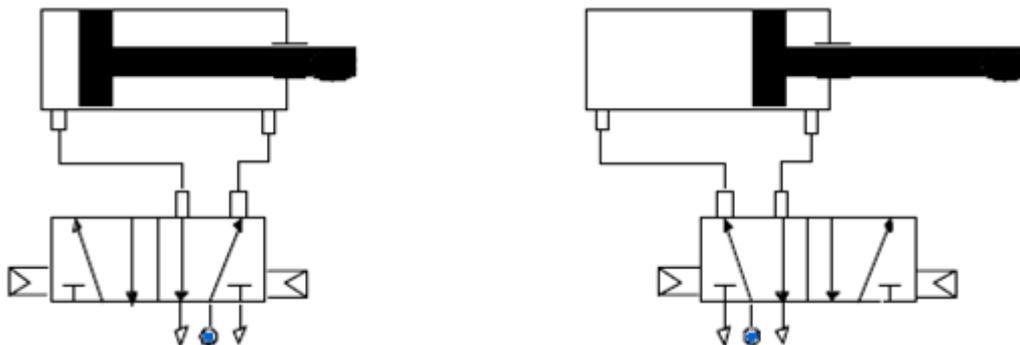
III.4 Association Vérin / Distributeur :

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 double effet / distributeur 5/2



Fonctions logiques

Les systèmes automatisés complètement pneumatiques existent, car il est possible de réaliser le câblage de fonctions logiques.

Le diagramme suivant montre les quatre cas possibles de la fonction ET logique:

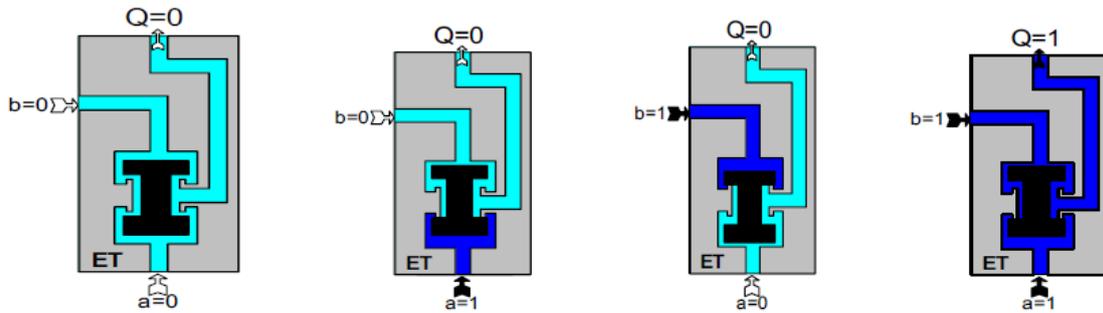


Figure 17. Les 4 cas possibles d'une fonction ET pneumatique

Lorsque l'entrée est égale à 0, il n'y a pas de pression appliquée et lorsque l'entrée est égale à 1, il y a une pression appliquée à l'entrée. Le même principe s'applique à la sortie.

Le diagramme suivant montre les quatre cas possibles de la fonction OU logique:

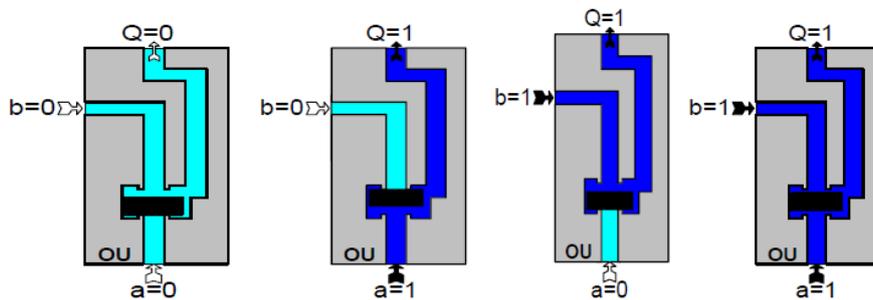


Figure 18. Les 4 cas possibles d'une fonction OU pneumatique

L'opérateur NOT est obtenu par le mécanisme suivant :

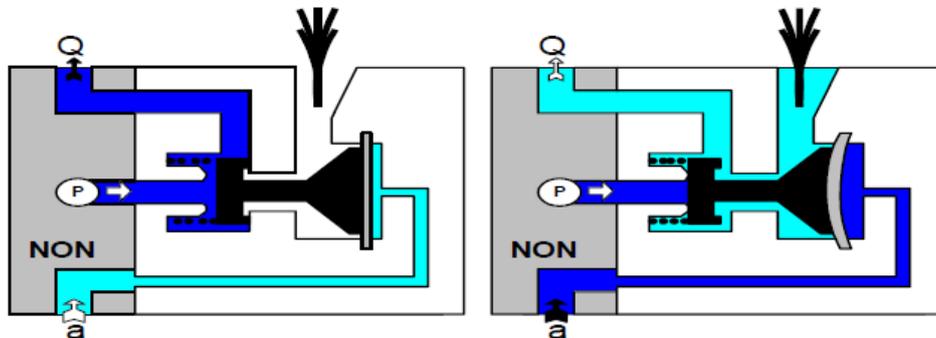


Figure 19: Mécanisme de la fonction logique NON

Ces différentes fonctions sont représentées sur des plans et des schémas par des symboles comme ceux montrés ci-dessous :

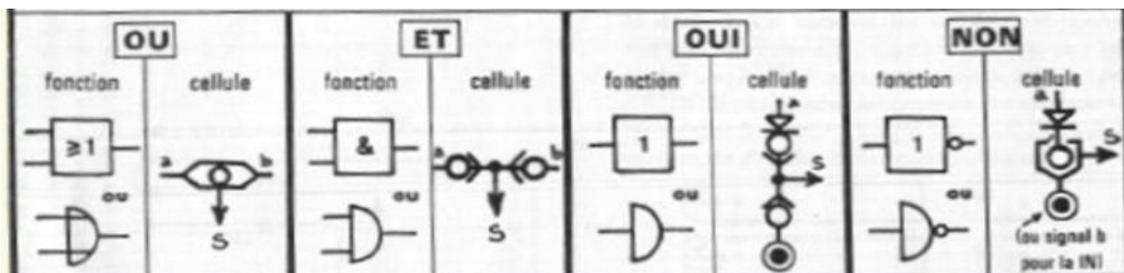


Figure 20: Symboles des fonctions de logique pneumatique