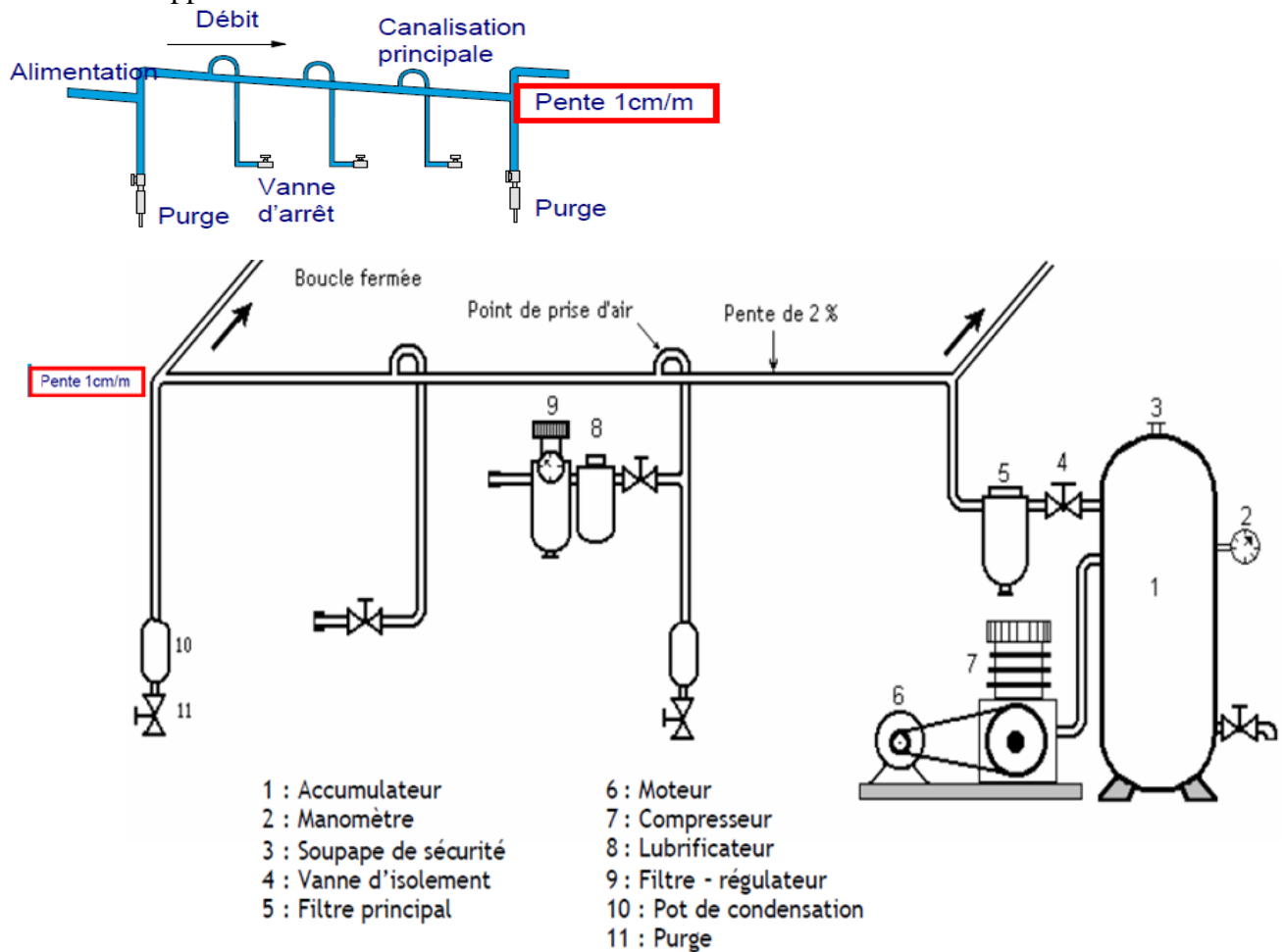


# Chapitre III : les Automatisme Pneumatique

## I.1 Distribution de l'air comprimé

- Les prises doivent toujours être situées au sommet de la canalisation afin d'éliminer l'entraînement d'eau de condensation dans l'équipement.
- Toute canalisation principale doit être munie de prises situées aussi près que possible du point d'utilisation.
- Toutes canalisations doivent être installées en pente descendante, vers une tuyauterie de purge, afin de faciliter l'évacuation de l'eau et empêcher qu'elle ne pénètre dans les appareils.

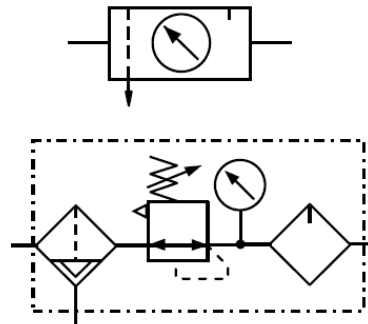
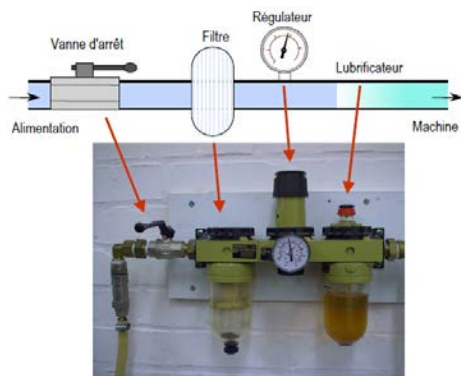


Les polluants présents dans les systèmes d'air comprimé :

- ✓ eau
- ✓ huile
- ✓ impuretés solides

## 2 Constitution et schématisation d'une installation d'air comprimé

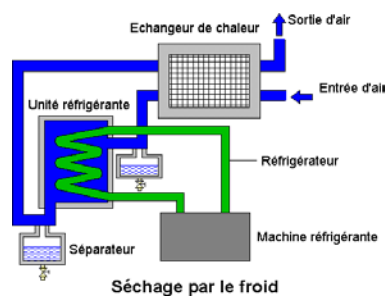
### 2.1. Les modules de conditionnement de l'air comprimé



### 2.1.1 Les sècheurs :

L'air comprimé subit les effets de la température environnante tout au long de son parcours dans l'usine. L'humidité contenue dans l'air s'évapore ou se condense selon la hausse ou la baisse de température. Comme cette humidité détériore les composants pneumatiques, elle doit être éliminée le plus rapidement possible. Deux composants permettent de récupérer l'humidité, à savoir : le sécheur par réfrigération et le sécheur par absorption.

Si on abaisse la température de l'air et qu'on le fait circuler dans le bloc de réfrigération, l'eau se condense et peut être récupérée.



### II.2.2 Lubrificateur d'air comprimé

L'air comprimé ne doit en général pas être huilé. Si des pièces en mouvement nécessitent une lubrification externe, l'air comprimé doit être enrichi en huile de manière suffisante et en continu. La lubrification de l'air comprimé doit toujours être limitée aux parties de l'installation qui nécessitent un air huilé.

### II.2.2 détendeur de pression



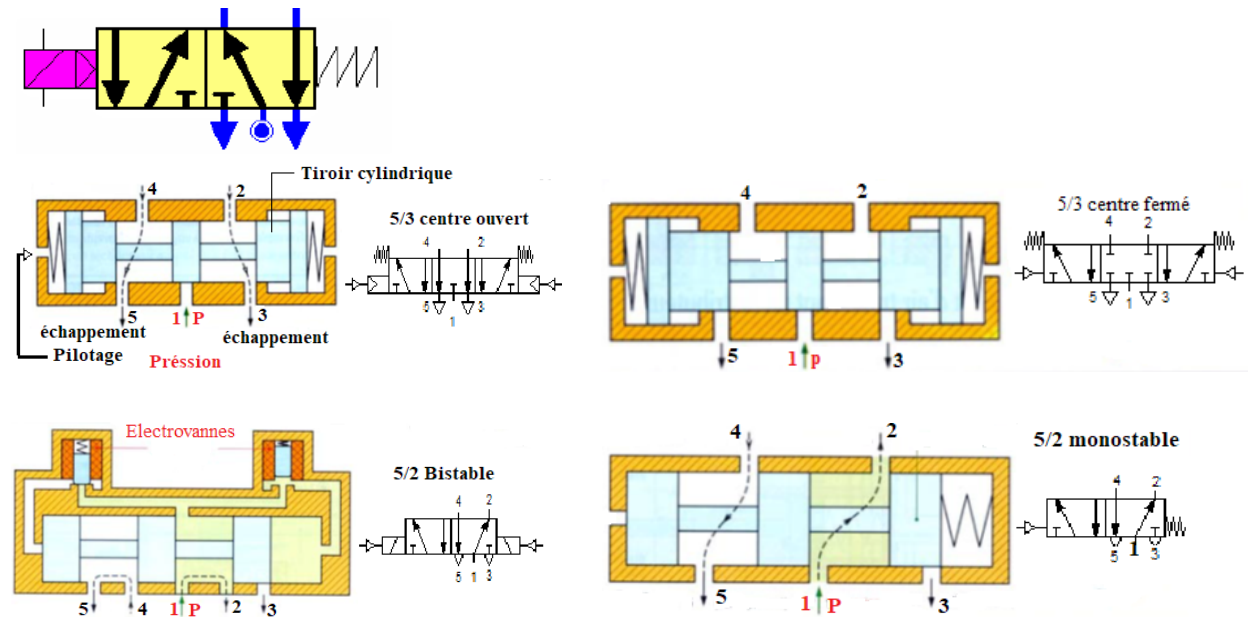
Le détendeur assure la régulation de l'air comprimé d'alimentation à la pression de consigne réglée et compense les variations de pression. Le fluide est évacué par l'orifice 3 lorsque la pression à l'orifice 2 dépasse la pression de consigne. Il est conseillé d'installer un régulateur de pression à l'entrée de chaque système pneumatique.

### III. Réducteur de pression

Réducteur de pression : pour réguler la pression eu aval. (Voir annexe)

Soupape de sécurité : pour limiter la pression en amont. (Voir annexe)

#### IV. Distributeurs



#### 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.

Deux principales classes de distributeurs selon le nombre de positions stables qu'ils possèdent.

**Monostable** : possède une seule position stable, soit celle de repos. Le mode d'actionnement doit être activé en permanence pour toute la durée de l'actionnement du distributeur. C'est le cas d'un modèle à bouton-poussoir et à rappel à ressort.

**Bistable** : possède deux états stables, ce qui signifie qu'un actionnement momentané ou une seule impulsion sert à commuter le distributeur. On dit que le distributeur agit comme une mémoire, car il a la capacité de conserver sa position. C'est le cas d'un modèle muni d'un pilotage pneumatique de chaque côté.

#### Distinction monostable-bistable

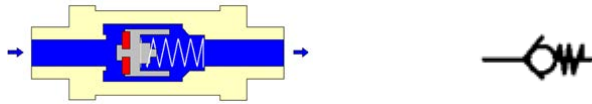
Un distributeur qui possède deux positions peut être bistable ou monostable. Cette différence se répercute sur le grafcet qui doit tenir compte du maintien ou non de la position.

**Bistable** : les deux positions sont des positions d'équilibre. Un ordre le met dans une position, l'absence d'ordre le laisse dans cette position, un autre ordre lui fait changer de position.

## V. Les clapets :

### V.1 Les clapets anti-retour

Les clapets anti-retour peuvent interdire complètement le débit dans un sens cependant que dans l'autre sens l'air comprimé passe avec une perte de charge aussi réduite que possible

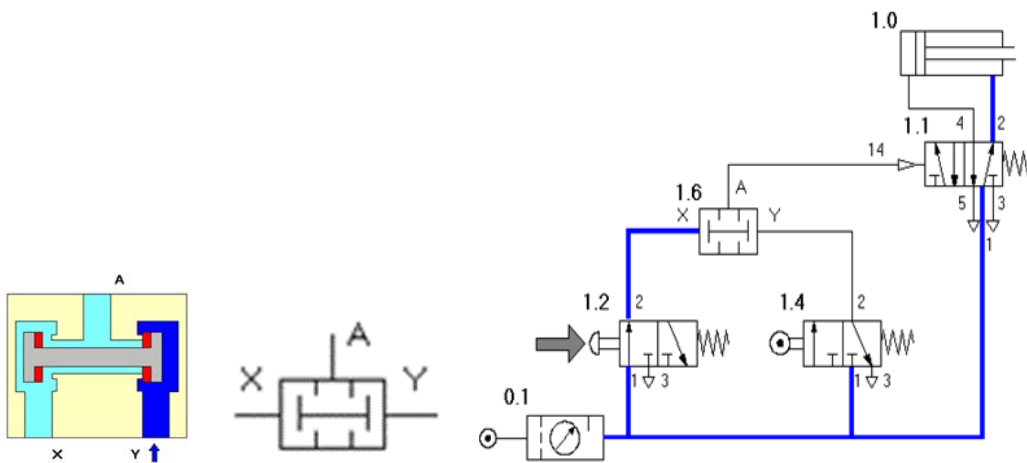


Clapet anti-retour avec ressort

### V.2 Logique câblée pneumatique

#### V.2.1 Fonction ET

- Le sélecteur à deux clapets dispose de deux entrées X et Y et d'une sortie A, le passage de l'air ne peut avoir lieu que si un signal est présent à chaque entrée. Un seul signal en X ou Y obture le passage en raison des forces différentes s'exerçant sur le tiroir à piston.
- Lorsque les signaux d'entrée sont décalés dans le temps, c'est le dernier signal apparu en entrée qui atteint la sortie. En cas de différence de pression des signaux d'entrées, la pression la plus forte obture le clapet et la pression la plus faible atteint la sortie A.
- Le sélecteur à deux clapets ou la fonction « ET » est surtout utilisée dans les commandes de verrouillage, dans les fonctions de contrôle et pour des combinaisons logiques.



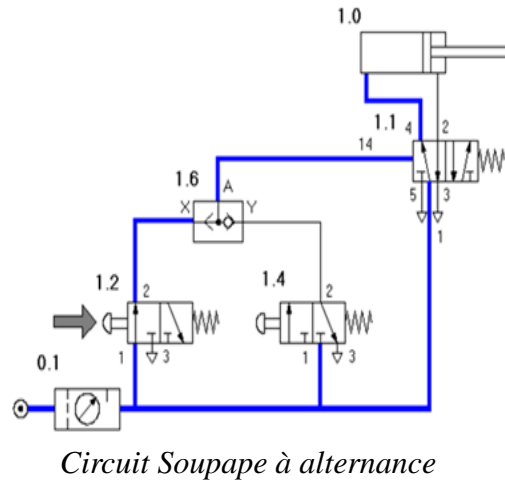
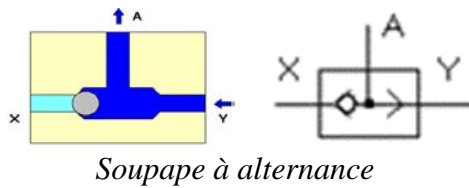
Soupape double

Circuit a Soupape double

#### V.2.2 Fonction OU

- Ce sélecteur dispose de deux entrées X et Y et d'une sortie A. Lorsqu'une pression est appliquée à l'entrée X, le piston obture l'entrée Y et l'air passe de X vers A.
- Si l'air passe de Y vers A, c'est l'entrée X qui est obturée. En cas de reflux d'air, c'est à dire quand un vérin ou un distributeur placé en aval est mis à l'échappement, les conditions de pression maintiennent le piston dans la position qu'il a prise auparavant.

- Ce sélecteur est également désigné par l'opérateur (OU). La mise en œuvre d'un ou plusieurs sélecteurs de circuit est nécessaire lorsqu'on veut actionner un vérin ou un pré-actionneur à partir de deux ou plusieurs endroits.



### V.2.3 Soupape d'échappement rapide

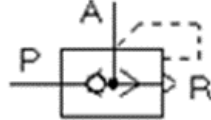
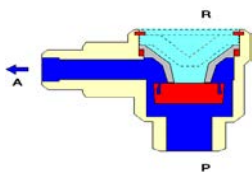
#### V.2.3.1 Fonctionnement

Lorsque la pression est établie en P, le disque d'étanchéité obture l'échappement R. L'air comprimé passe de P vers A.

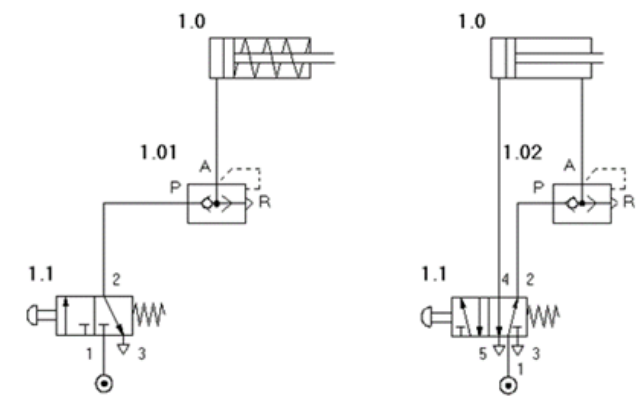
Quand il n'y a plus de pression en P, l'air venant de A poussé le disque d'étanchéité contre l'orifice P et les ferme.

L'air peut donc s'échapper directement à l'air libre sans avoir à emprunter une trajectoire longue et parfois étroite vers le pré-actionneur en passant vers la conduite de commande.

Il est recommandé de monter la soupape d'échappement rapide sur le vérin ou aussi près que possible de ce dernier.



*Soupape d'échappement rapide*



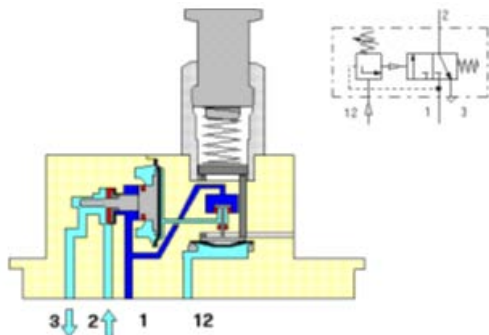
*montage de soupape d'échappement rapide*

Les soupapes d'échappement rapide servent à augmenter la vitesse du piston sur les vérins. On évite le temps de retour long, notamment sur les vérins à simple effet. La tige du vérin peut sortir pratiquement à pleine vitesse en raison de la résistance réduite à l'échappement pendant la rentrée de la tige. L'air est évacué par un orifice d'échappement relativement important. Ce clapet dispos d'un orifice de pression P qui peut être obturé, d'un échappement R et d'une sortie A

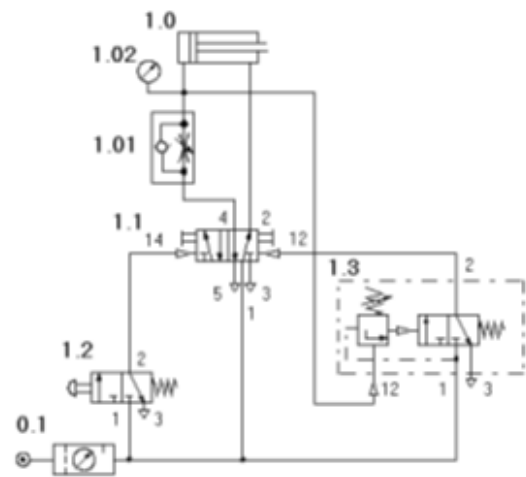
### V.2 Commande en fonction de la pression

Cette soupape fonctionne sur le même principe que le limiteur de pression. Elle s'ouvre lorsque la pression dépasse la limite réglée sur le ressort. L'air s'écoule de 1(P) vers 2(A). La sortie 2(A) ne

s'ouvre que lorsque la conduite de commande 12(Z) a atteint sa pression pré réglée. Un piston de commande ouvre alors le passage 1(P) vers 2(A).



*Souape de commande de la pression  
(souape séquentielle)*



*circuit de montage  
(Souape séquentielle)*

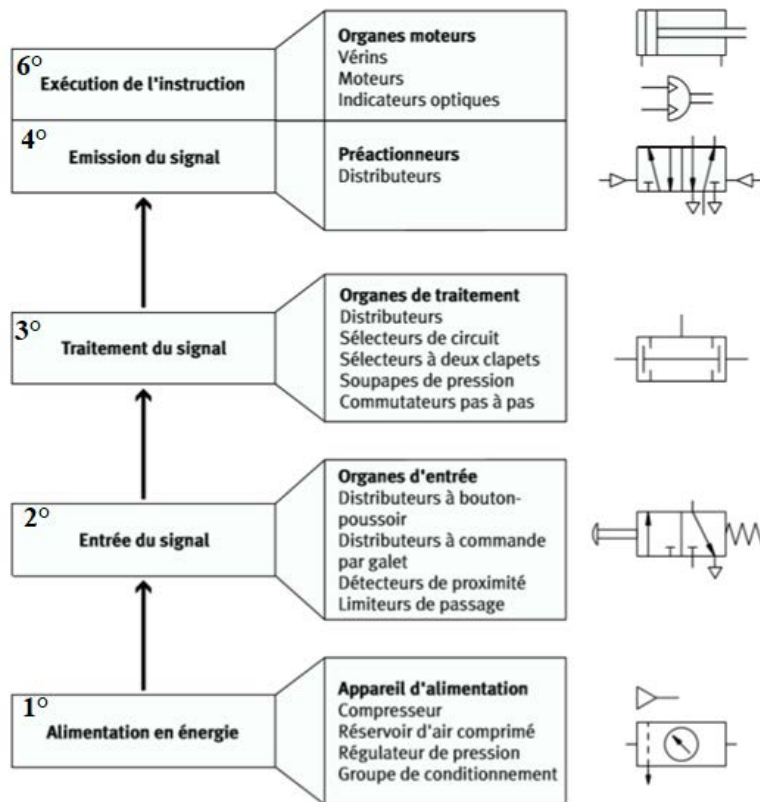
## V.2 Circuit tout pneumatiques :

Le circuit de commande pneumatique agissant directement sur les distributeurs pneumatiques. Les capteurs sont de type pneumatique. Il n'y a plus d'interfaces. La structure de commande est homogène sur le plan énergétique.

La structure des niveaux la plus courante est indiquée dans le tableau suivant

Commencent par un niveau inférieur (source) et se terminent à un niveau supérieur (exécution de l'instruction).

Niveau	Composant	exemple
6°	Éléments de travail	Cylindres, moteurs pneumatiques
5°	Éléments de régulation de vitesse	Régulateurs unidirectionnels
4°	Éléments de puissance	Vannes à commande pneumatique
3°	Éléments de traitement du signal	Sélecteurs de fonctions OU et ET
2°	Éléments d'entrée série	Vannes. manuel ou mécanique
1°	Source d'alimentation	compresseur

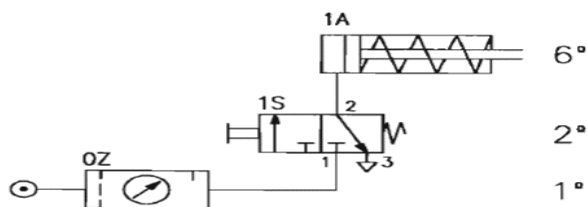


## Structure des systèmes pneumatiques

### V.2.1 Exemples

#### V.2.1.1 Circuit pneumatique avec composants sur trois niveaux.

La tige d'un vérin à simple effet doit avancer lors de l'actionnement d'une vanne avec Fonctionnement manuel par bouton poussoir 3/2 et doit revenir en arrière lorsque vous arrêtez de le faire fonctionner. Dans cette application, il n'y a que des composants dans les niveaux 1°, 2° et 6° car c'est un schéma très simple indiqué sur la figure suivant.

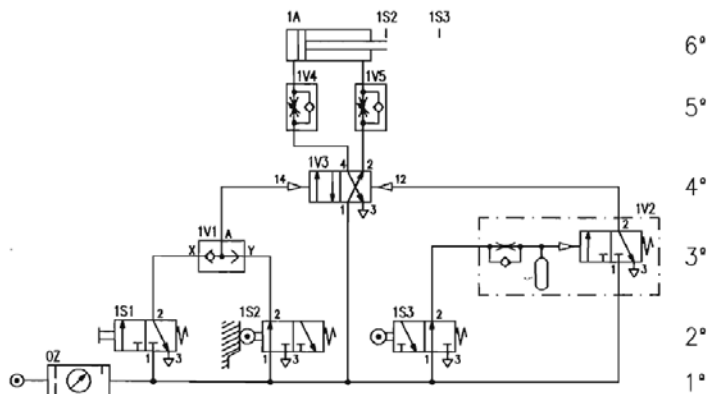


Circuit pneumatique avec composants sur trois niveaux.

#### V.2.1.1 Circuit pneumatique avec composants à tous les niveaux.

La tige d'un vérin à double effet doit sortir lors de l'actionnement d'une vanne à commande manuelle 3/2. L'entrée intervient après le temps réglé dans un temporisateur, 3/2, NC dont le signal de démarrage est donné par un capteur d'information 3/2 activé par la tige dans sa position de sortie. La sortie de la

tige n'est possible que si la tige a été rentrée et que la vanne est actionnée par actionnement manuel. Les vitesses avant et arrière de la tige doivent être réglables avec des ajusteurs unidirectionnels.



*Circuit pneumatique avec composants à tous les niveaux.*

## vi. séquences à plusieurs actionneurs

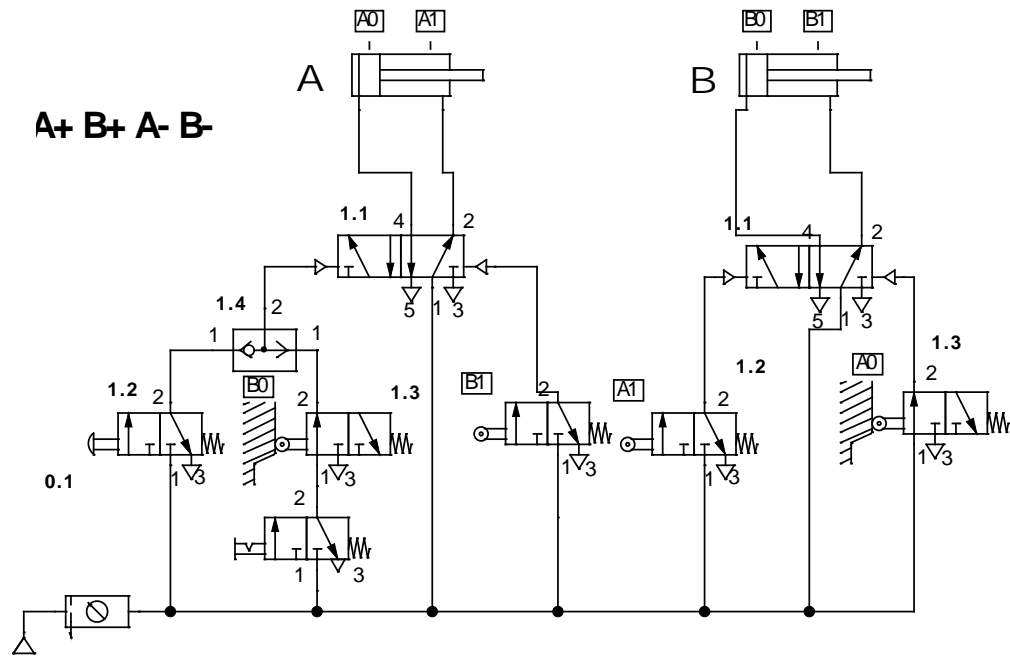
La représentation symbolique de tous les composants d'un seul schéma complexe. Ce circuit peut comprendre plusieurs composants de travail, dont les vérins et les moteurs rotatifs, des composants de commande, comme les différents distributeurs, des fonctions logiques (ET, OU), des soupapes de séquence ainsi que des temporisateurs. Ces schémas très complexes, entraînent l'incertitude lors de la lecture des symboles et leur interprétation rend presque impossible la construction systématique et la recherche de pannes. On doit donc très bien connaître les symboles pneumatiques et les différentes représentations du déroulement des phases.

La séquence du système peut se résumer de la manière suivante :

- A+ : montée du monte-charge
- B+ : sortie du vérin de transfert
- A- : descente du monte-charge
- B- : rappel du vérin de transfert

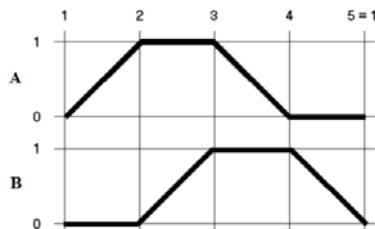
### VI.1 Application

#### Système pneumatique – circuit (A+ B+ A- B-)



## VI.2 Chronogramme :

Pour rendre encore plus explicite le fonctionnement d'une machine, on élabore un diagramme indiquant le déplacement des actionneurs en fonction du temps. On appelle ce genre de graphique un chronogramme ou encore diagramme pas à pas.



*Diagramme de séquences*

Afin d'enchaîner la commande de chaque pas d'une manière automatique, il est nécessaire d'installer des capteurs qui détectent la position de la tige des vérins. On se sert de trios distributeurs à galet pour surveiller le déplacement de la tige du vérin A et la position de sortie du vérin B.

La séquence se déroule comme suit :

### Repos :

Le système reste immobile jusqu'à ce que une pression sur le bouton poussoir « départ » donne une impulsion à l'entrée A+ d'un pré-actionneur pour commander la sortie du vérin A.

**Pas 1 :** Le vérin A amorce sa course et fait relâcher le galet A0.

Juste avant que le vérin A n'atteigne sa course extrême, la tige du vérin touche le galet A1.

Le galet A1 envoie un signal à l'entrée B+ d'un deuxième pré-actionneur pour commander la sortie du vérin B.

**Pas 2 :** Le vérin B amorce sa course de sortie.

Juste avant que le vérin B n'atteigne sa course extrême, la tige du vérin B touche le galet B1.  
Le galet B1 transmet le signal à l'entrée A- au pré-actionneur A pour commander le rappel du vérin A.

**Pas 3 :** Le vérin A débuté sa course de rappel et fait relâcher le galet A1.

Juste avant que le vérin A ne soit complètement rentré, le galet A0 devient actionné.

Le signal d'A0 transmet la commande B- pour effectuer le rappel du vérin B

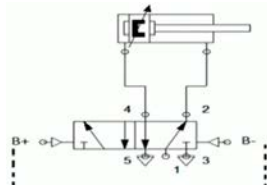
**Pas 4 :** Le vérin B rentre à son tour et retomber le galet B1

Comme ce dernier mouvement n'a pas un capteur de fin de course, le cycle s'arrête.

**Pas 5 :** On remet le cycle en marche par une commande manuelle sur le bouton poussoir de départ.

## VII. chevauchement des signaux

on obtient un chevauchement de signaux lorsque deux ordres contraires (B+ et B-) s'affrontent sur un distributeur à mémoire. Pour éviter un chevauchement, il faut qu'un seul et unique signal de commande soit disponible à la fois sur le Pre-actionneur.

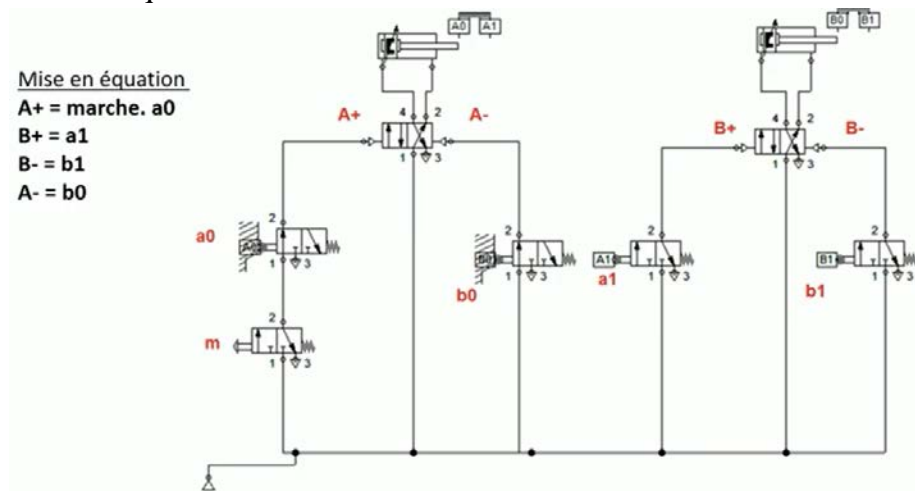


Il existe deux principales méthodes pour éliminer les chevauchements

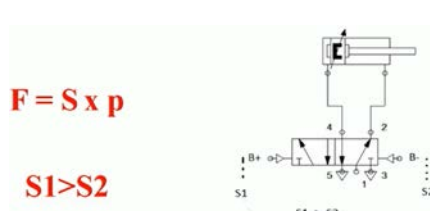
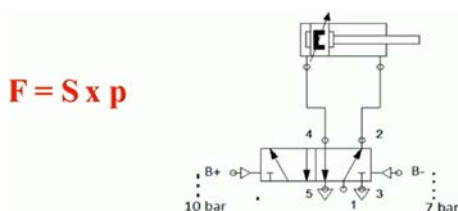
- La suppression du signal inutile.
- La coupure du signal inutile.

Les différentes méthodes pour résoudre problème de chevauchement de signaux :

- Pression différentielle de pilotage d'un Pre-actionneur
- Surface différentielle
- Vannes d'inversion
- Galet escamotable
- Séquenceur

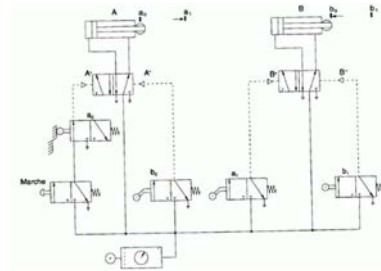
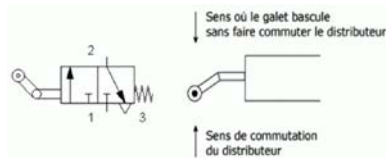


### VII.1 Pression différentielle et surface différentielle



### VII.2 Solution avec vannes escamotable

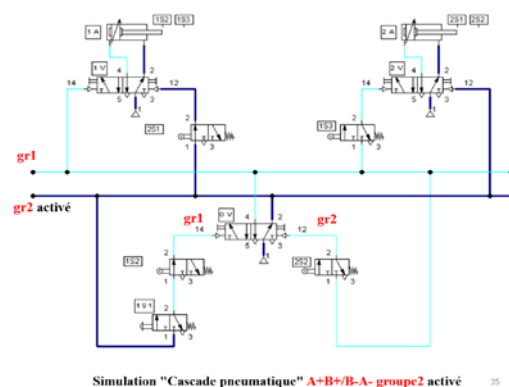
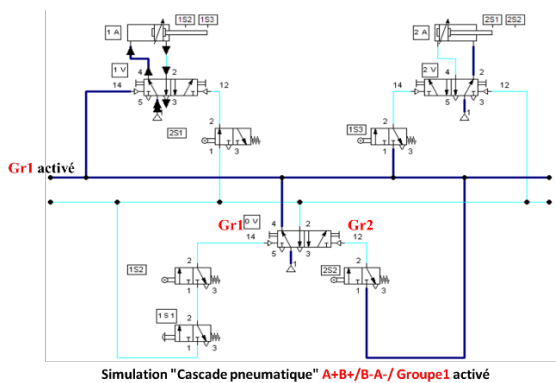
Le galet se place avant et après l'extrémité et ne peut être actionné que dans un seul sens



### VII.3 Solution avec vannes d'inversion

La méthode des vannes d'inversion consiste à alimenter à tour de rôle des groupes de capteurs pour qu'à chaque instant, un seul signal disponible sur le pré-actionneur qui cause le chevauchement. Par exemple, s'il existe un chevauchement entre B+ et B-, la vanne d'inversion permettra d'alimenter pour un moment le groupe du capteur générant le signal B+. Après coup, l'alimentation sera transférée au second groupe de composants pour permettre la détection du signal B-. Il y a plus de chevauchement, car on supprime le signal fautif à l'aide d'une vanne d'inversion.

#### VII.3.1 Application

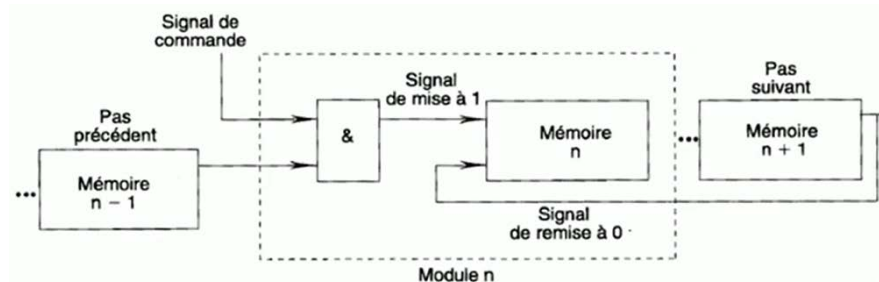


### VII.4 Le séquenceur pneumatique

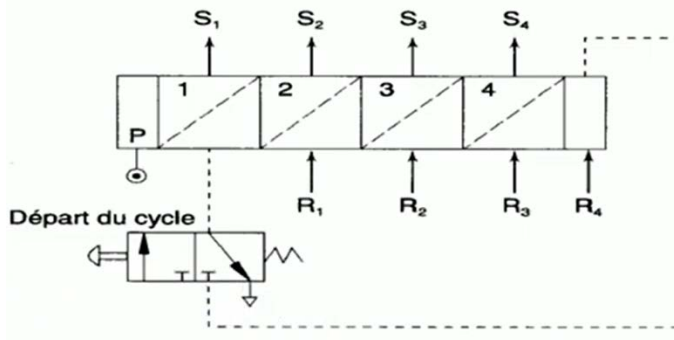
Le séquenceur pneumatique est une association linéaire de modules. Le principe de construction d'un séquenceur empêche les chevauchements de signaux. Car a chaque pas du cycle de fonctionnement d'une séquence correspond un module, ce module émet l'ordre du mouvement prévu à un pas donné, puis reçoit en retour le signal de fin d'exécution de ce mouvement.

De ce fait un seul et unique module est actif à la fois et la séquence se déroule dans l'ordre.

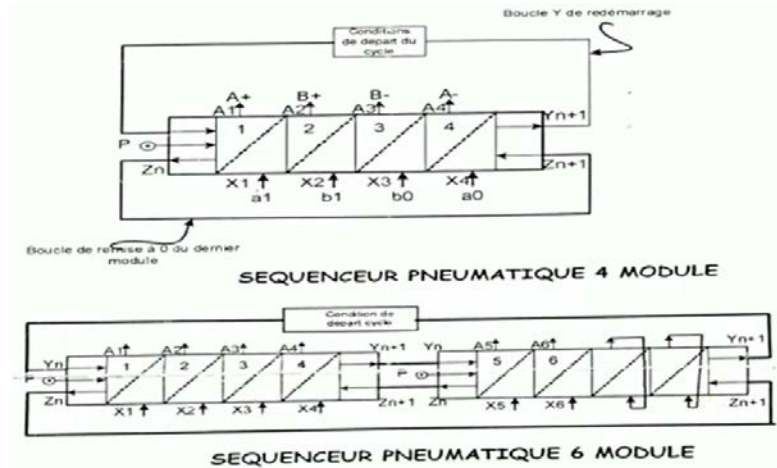
#### VII.4.1 Principe de fonctionnement d'un module séquenceur



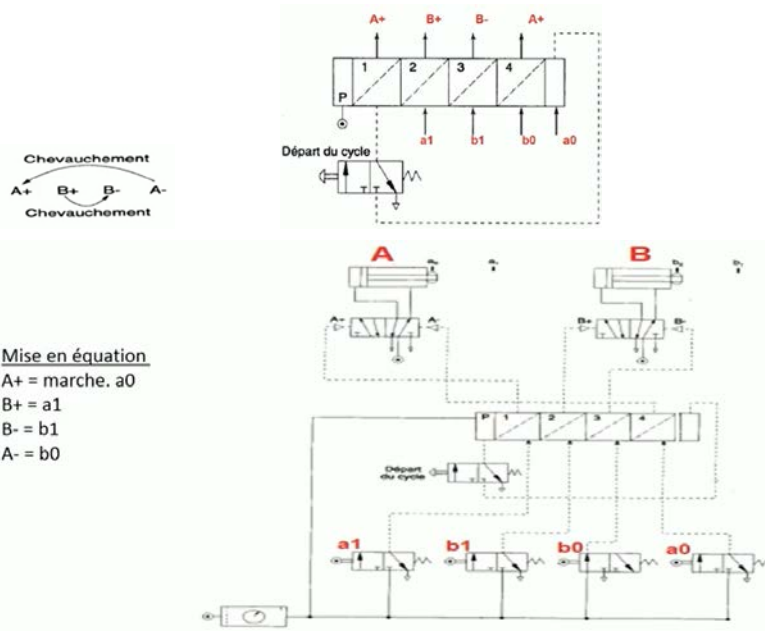
## VII.4 .2 Montage d'un séquenceur



P : désigné l'alimentation de l'air comprimé.  
S : la sortie  
R : l'entrée.



## Exemple



# Annexe A : symboles pour les modes d'actionnement

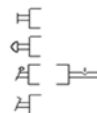
## ■ Commande musculaire

Général

Bouton poussoir

Levier verrouillable

Pédale



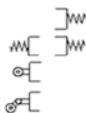
## ■ Commande mécanique

Rappel par ressort

Centrage par ressort

Galet

Galet avec roue libre



## ■ Pneumatique

Actionnement pneumatique direct

Actionnement pneumatique indirect



## ■ Electrique

Opération solénoïde simple

Opération solénoïde double



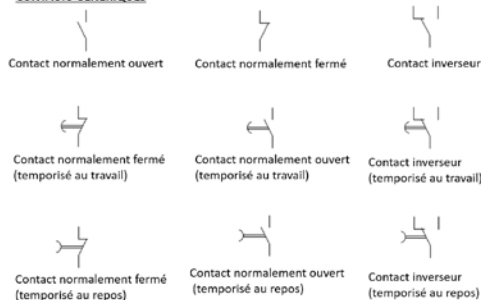
## ■ Combiné

Opération de solénoïde double et de pilotage avec un auxiliaire manuel



# Annexe B : Les symboles électriques

## CONTACTS GÉNÉRIQUES



## CAPTEUR DE FIN DE COURSE



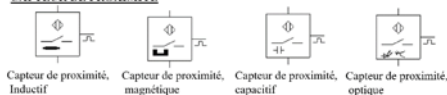
## CONTACTS À COMMANDE MANUELLE



## CONTACTS À COMMANDE PAR PRESSION



## CAPTEUR DE PROXIMITÉ



## RELAIS



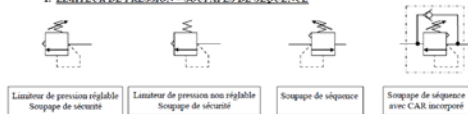
## DIVERS



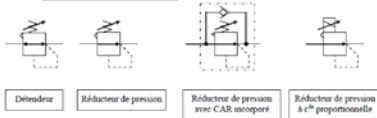
# Annexe C : les symboles pneumatiques (NF ISO 1219-1)

## LES SOUPAPES DE PRESSION

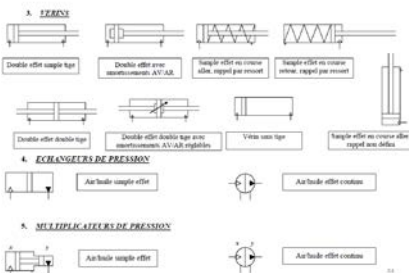
### 1. LIMITEUR DE PRESSION - SOUPAPES DE SEQUENCE



### 2. REDUCTEURS DE PRESSION



## TRANSFORMATEURS D'ENERGIE LINEAIRE



**CONSERVATION DE L'ENERGIE**

**6. ACCUMULATEURS**



**7. SOURCES D'ENERGIE**



**TRANSFORMATEURS D'ENERGIE TOURNANTS**

**8. COMPRESSEURS**

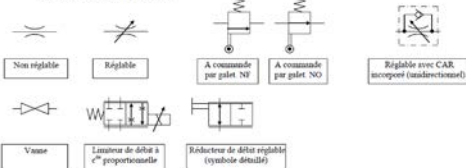


**9. MOTEURS**

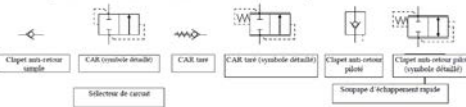


**REGLAGE DU DEBIT**

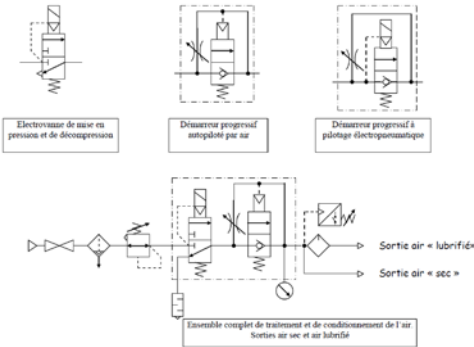
**11. REDUCTEURS DE DEBIT**



**12. LES CLAPETS - SELECTEURS - SOUPAPES D'EGHAPPEMENT**

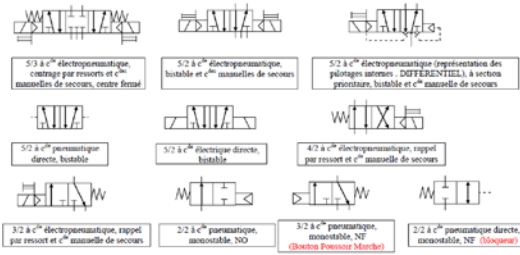


**15. VANNES DE COUPURE ET DE MISE EN PRESSION PROGRESSIVE**



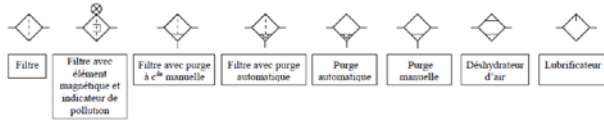
**DISTRIBUTION DE L'ENERGIE**

**10. DISTRIBUTEURS**

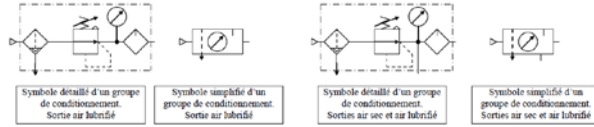


**TRAITEMENT DE L'AIR ET CONDITIONNEMENT DE L'ENERGIE**

**13. LES FILTRES - PURGEURS - DESHYDRATEURS - LUBRIFICATEURS**

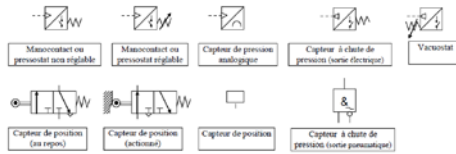


**14. GROUPES DE CONDITIONNEMENT**

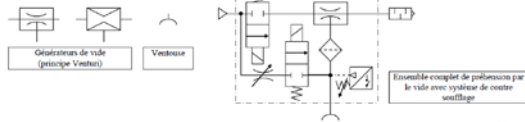


**APPAREILS COMPLEMENTAIRES**

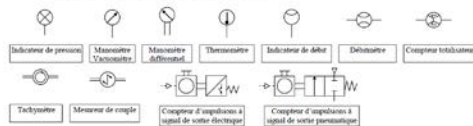
**16. CAPTEURS**



**17. VIDE**



**18. APPAREILS DE MESURAGE ET INDICATEURS**



**19. AUTRES**

