

# La technologie Pneumatique

## Sommaire

I	Introduction .....	1
II	Les vérins (actionneurs) .....	2
2.1	Vérin simple effet .....	2
2.2	Vérin double effet .....	3
2.3	Les amortissements .....	4
2.4	Méthode de calcul d'un vérin pneumatique .....	4
III	Les distributeurs .....	6
IV	Divers éléments pneumatiques .....	7
4.1	Les clapets anti-retour .....	8
4.2	Les régulateurs d'échappement étranglants .....	8
4.3	Les réducteurs de débit unidirectionnels .....	8
4.4	Les silencieux .....	8
4.5	Quelques éléments logiques .....	8
4.6	La commande bi-manuelle pneumatique .....	10
4.7	Exemple d'interface électro-pneumatique .....	11
V	Exercices .....	12

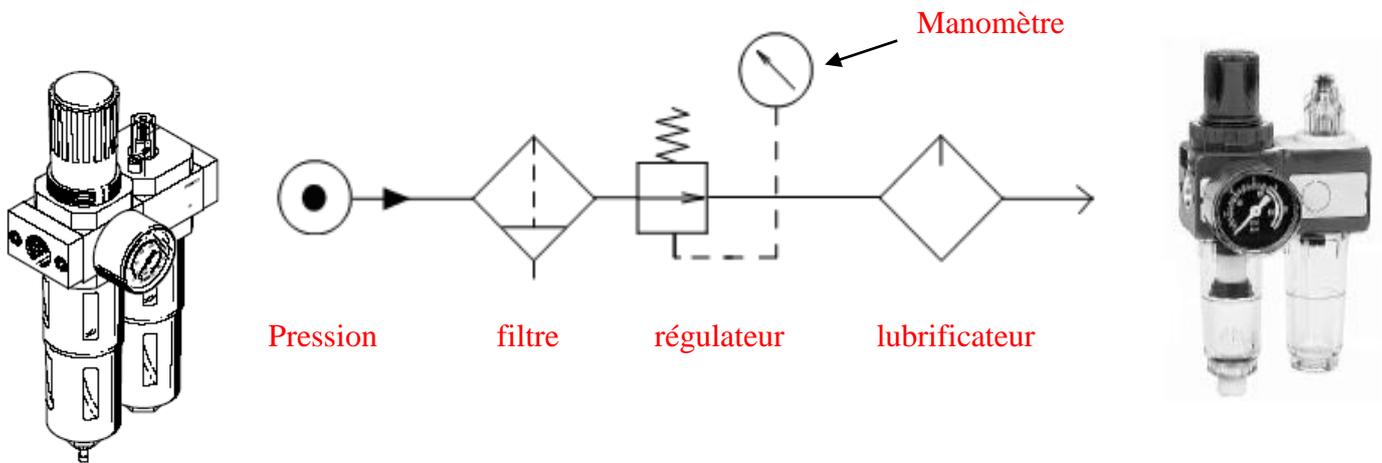
## I Introduction

Cette technologie utilise de l'air sous pression comme source d'énergie. L'air est mis sous pression à l'aide d'un compresseur (entraîné par un moteur souvent électrique). L'air est ensuite distribué par des tuyaux.

Un **filtre** élimine les poussières ainsi que l'humidité de l'air. Les impuretés et l'eau se retrouvent dans la partie inférieure du filtre.

Un **régulateur** permet le réglage et le contrôle de la pression. Il est, en général, associé à un manomètre permettant la lecture de la pression d'air.

Enfin, un **lubrificateur** permet le graissage de l'air de façon à assurer le bon fonctionnement du matériel récepteur.



## II Les vérins (actionneurs)

Un vérin pneumatique est un actionneur qui permet de transformer l'énergie de l'air comprimé en un travail mécanique. Différents types de vérins existent, suivant leur fonctionnement (retour automatique ou non) ou leur type de mouvement (linéaire ou rotatif).

### 2.1 Vérin simple effet

Principe: le vérin simple effet est composé d'une tige en acier qui se déplace longitudinalement dans un cylindre et d'un ressort:



Simple effet  
tige rentrée



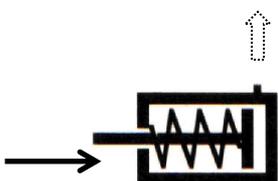
Simple effet  
tige traversante  
(Tige pleine ou creuse)



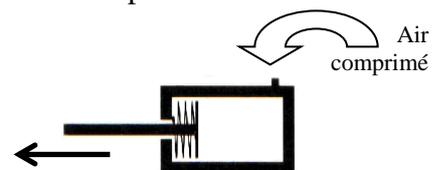
Simple effet  
tige sortie

Exemple de fonctionnement d'un vérin monostable linéaire à tige rentrée au repos:

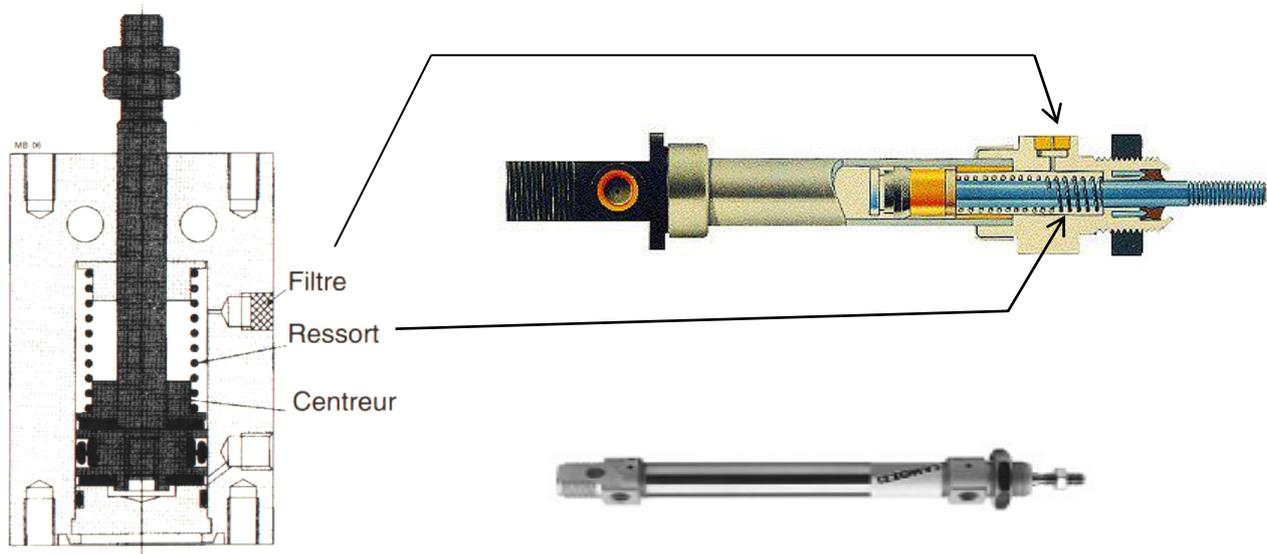
La tige sort (fonction +) lorsque l'on envoie de l'air sous pression.



Dès que l'on supprime l'arrivée d'air, le ressort préalablement comprimé se détend et la tige du vérin revient dans sa position initiale (fonction -). L'air présent dans le vérin doit bien sûr pouvoir s'échapper.

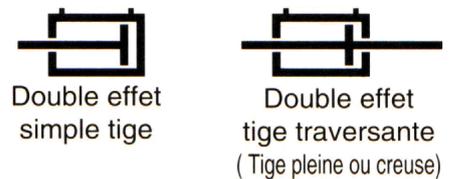


Vérins simple effet. Vue en coupe longitudinale et vue d'ensemble:



## 2.2 Vérin double effet

Le vérin double effet est composé d'une tige en acier qui se déplace longitudinalement dans un cylindre, ce même cylindre comportant deux orifices.

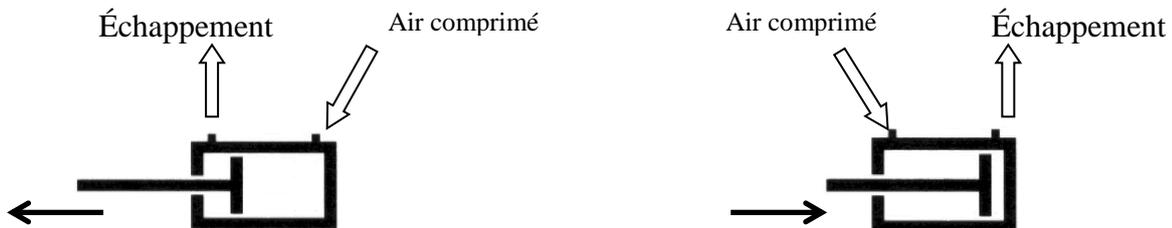


La tige du vérin peut prendre deux positions soit sortie soit rentrée. Si la tige sort, on dit généralement qu'elle effectue une fonction plus (+). Si la tige rentre, on dit qu'elle effectue une fonction moins (-). Par exemple si le vérin s'appelle A, la sortie du vérin sera notée A+, la rentrée A-.

### Fonctionnement:

On injecte l'air dans l'orifice de droite pour que la tige puisse sortir (fonction +).

On injecte l'air dans l'orifice de gauche pour que la tige puisse rentrer (fonction -).



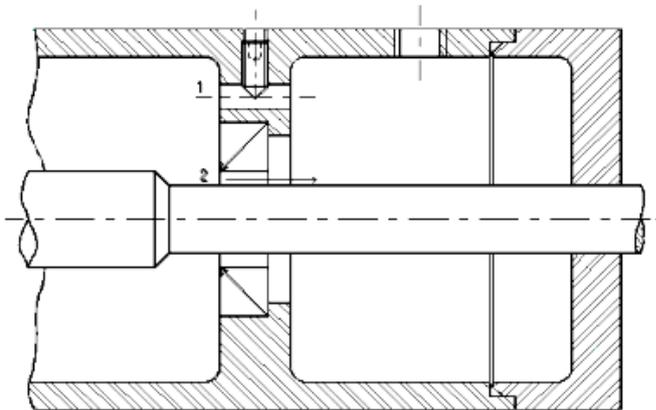
Lorsque l'on injecte de l'air par un orifice du vérin, il faut que l'air contenu dans l'autre partie du vérin puisse s'évacuer par l'autre ouverture (c'est ce que l'on appelle l'échappement).

## 2.3 Les amortissements

Les masses déplacées par les vérins pneumatiques et l'importance des vitesses atteintes engendrent des efforts d'inertie élevés. Il est nécessaire de réduire ces efforts en fin de course afin d'éviter les chocs des pistons sur les corps des vérins.

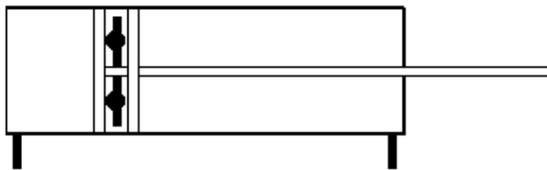
Deux types d'amortisseur peuvent être incorporés directement dans le vérin, l'un élastique et l'autre pneumatique.

### 2.3.1 Amortisseur pneumatique réglable



Lors du déplacement de la tige l'air peut passer soit par l'orifice N°1, soit par l'orifice N°2. Par contre lorsque la tige obstrue le passage N°2, l'air doit obligatoirement passer par l'orifice N°1. Dans cet orifice on place une vis qui va permettre de régler le débit et ainsi de contrôler l'amortissement du vérin.

### 2.3.2 Amortisseur élastique



Dans ce cas, c'est une partie plastique qui va encaisser les chocs sur le fond du vérin, permettant ainsi l'amortissement des chocs.

## 2.4 Méthode de calcul d'un vérin pneumatique

Applicatif	<p><b>Détermination de la course C :</b></p> <p>Elle est fonction de la longueur de déplacement :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Butée sur les deux fonds du vérin.</li> <li>• Butée extérieure limitant la course. (serrage,...)</li> </ul>	1	<p>Course C</p> <p>Diamètre D</p>
	<p>Deux cas :</p> <p><b>Détermination du diamètre D:</b></p>	2	

$D = f(F_A, P) \Rightarrow F_A = P \times S = P \frac{\pi D^2}{4}$	
<p><math>F_A</math>: force en daN, P pression en bar et S section en <math>cm^2</math></p> <p>Exemple: Pince pneumatique, maintien d'une pièce en position</p>	

OU

Application dynamique	<p><b>Détermination du diamètre D :</b></p> <p>En cours de déplacement, l'effort de poussée est toujours inférieur à la poussée théorique (frottements), on utilise un <b>taux de charge (t)</b> défini par:</p> $t = \frac{F_A}{P \times S} \leq 1 \text{ d'ou } F_A = P \frac{\pi D^2}{4} \times t$ <p>Cas général : t = 0.6</p> <p>Exemple: Déplacement d'un objet sur un tapis</p>	2'	<p>Tenir compte du taux de charge</p> <p>t dépend :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- des frottements</li> <li>- de la contre pression d'échappement</li> </ul>
-----------------------	--	----	--

<p><b>Conséquence de la détermination du diamètre D :</b></p> <p>Du diamètre nominal du vérin résulte :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- l'aptitude des guidages à supporter une charge radiale <math>C_R</math></li> <li>- l'aptitude de la tige à résister au <b>flambage</b> et à la <b>flexion</b></li> <li>- les capacités d'amortissement du vérin</li> </ul> <p><b>(flambage =</b> Déformation latérale d'une pièce longue soumise à un effort normal de compression. Petit Larousse)</p>	
--	--

**Exemple de désignation d'un vérin :**

522	663	600
Série	Orifices	Course mm
X	G 1/8	1000

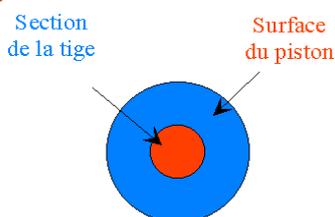
D'après Rexroth pneumatic

**Exemple de documentation constructeur (FESTO):**

Double effet		Simple effet	
Type de base DSNU/DSN		Type de base ESNU/ESN	
Avec détection de position Amortissement non réglable	DSNU-P-A	Avec détection de position Amortissement non réglable	ESNU-P-A
Avec détection de position Amortissement réglable	DSNU-PPV-A	Sans détection de position Amortissement non réglable	ESN-P
Sans détection de position Amortissement non réglable	DSN-P		
Sans détection de position Amortissement réglable	DSN-PPV		

➤ Pour un vérin poussant une charge, le diamètre à prendre en compte est bien le diamètre total car l'air comprimé s'applique sur toute la surface.

⚠ Par contre si le vérin tire la charge, le diamètre à prendre en compte est le **diamètre du piston moins le diamètre de la tige**:



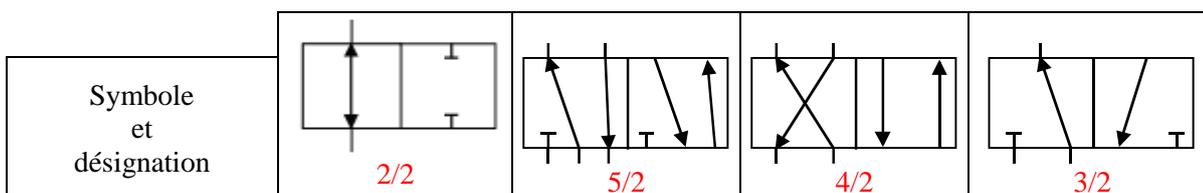
$$F_A = p \times \pi \times (R^2 - r^2) = p \times \pi \times \left( \frac{D^2}{4} - \frac{d^2}{4} \right)$$

### III Les distributeurs

L'énergie pneumatique destinée aux actionneurs pneumatiques doit être distribuée en pression et en débit de façon constante par des composants adaptés, les distributeurs. Ils sont donc placés entre la source d'énergie et les organes moteurs. On les classe dans la catégorie des **pré-actionneurs** ou des interfaces de sortie. Le distributeur pneumatique est constitué d'un tiroir qui peut prendre plusieurs positions, ce tiroir pouvant être commandé pneumatiquement, électriquement, manuellement, ...

Les distributeurs sont définis par trois caractéristiques principales:

- le nombre d'orifices principaux nécessaires au fonctionnement des différents types d'actionneurs, non compris les orifices de pilotage.
- le nombre de positions.



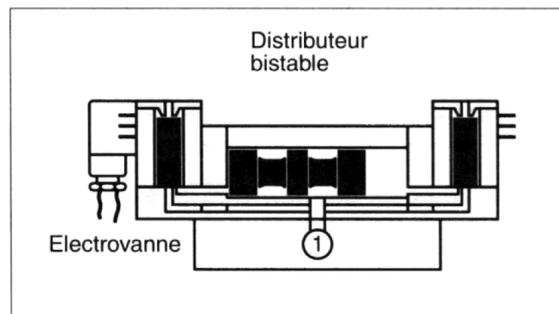
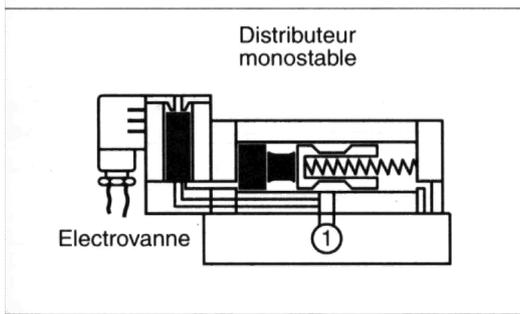
- le type de commande de leur tiroir (pneumatique, électrique, manuelle, ...)

**Remarque:** on dit qu'un distributeur est bistable quand il a deux positions stables: il suffit d'une courte impulsion sur une des 2 commandes pour que le distributeur bascule et garde cette position même après disparition du signal de commande.

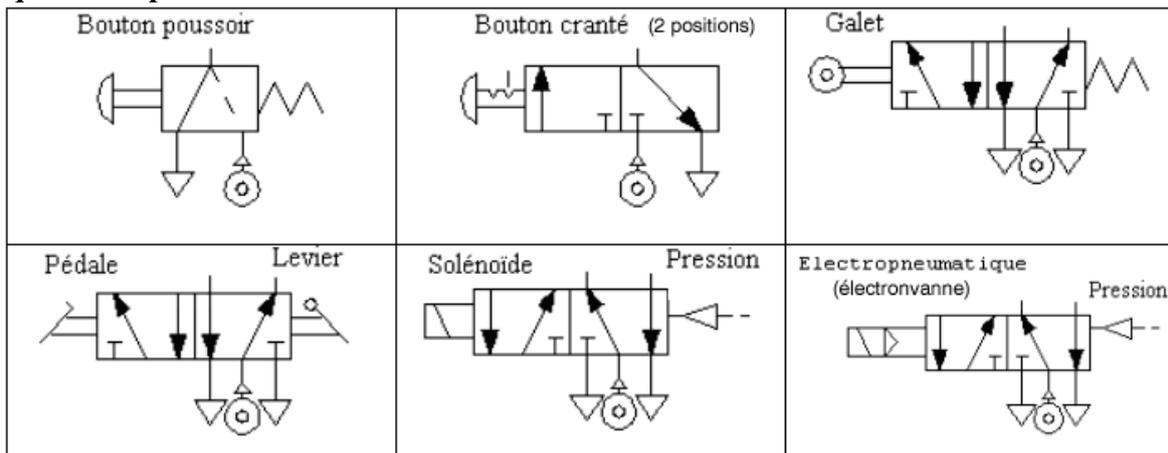
**Explication du fonctionnement du distributeur bistable 5/2 à commande pneumatique:**



**Explication du fonctionnement de distributeurs à commande électrique:**

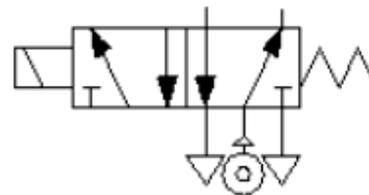


**Quelques exemples de commandes:**

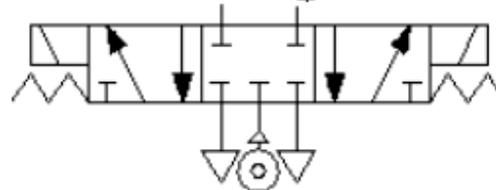


**Exemples de distributeurs:**

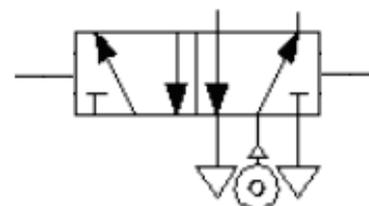
Distributeur 5/2 (5 orifices 2 positions) monostable piloté électriquement (bobine). Le rappel se fait par ressort.



Distributeur 5/3 (5 orifices 3 positions) monostable piloté électriquement. Le rappel en position stable se fait par ressort. La position stable est la position centrale



Distributeur 5/2 (5 orifices 2 positions) bistable piloté par pression (pneumatique).

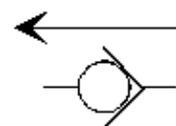


**IV Divers éléments pneumatiques**

### 4.1 Les clapets anti-retour

Ils permettent le passage de l'air dans un seul sens. Principe: lorsque l'air se déplace dans le sens contraire au sens de passage, la bille obstrue le passage et empêche l'air de s'échapper. Cet élément peut être utilisé, par exemple, pour maintenir un circuit sous pression en cas de coupure d'alimentation.

Sens de passage de l'air



### 4.2 Les régulateurs d'échappement étrangleurs

Les étrangleurs ont pour rôle de permettre de régler le débit de l'air.

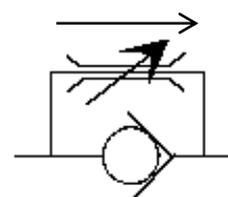


### 4.3 Les réducteurs de débit unidirectionnels

Ces composants sont destinés à régler le débit d'air, de manière unidirectionnelle. Ils doivent assurer le freinage du débit d'air dans un sens (sens N°1) et le passage normal dans l'autre sens (sens N°2). Le clapet anti-retour obstrue le passage dans le sens N°1 et oblige l'air à passer par l'étrangleur. Dans le sens N°2 le clapet est ouvert et l'air peut le traverser sans passer par la partie étrangleur.

En général ces dispositifs servent à régler la vitesse des vérins. On règle cette vitesse en obstruant plus ou moins l'échappement du vérin (et non pas l'admission).

Sens N°1: vitesse variable



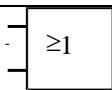
Sens N°2: vitesse constante

### 4.4 Les silencieux

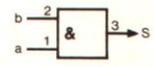
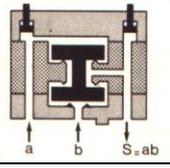
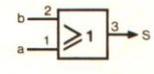
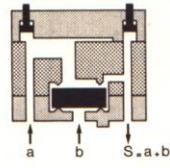


Les silencieux sont chargés d'atténuer les bruits d'échappement de l'air comprimé. Ils peuvent être constitués soit de chicanes, soit de filtre de mousse.

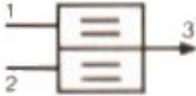
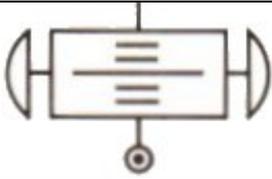
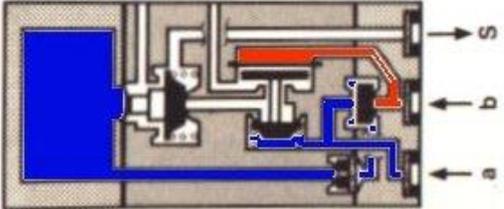
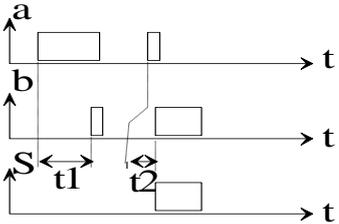
### 4.5 Quelques éléments logiques

Fonctionnement	$S = a \text{ et } b$ $S = a \cdot b$	$S = a \text{ ou } b$ $S = a + b$
Symbole		
		

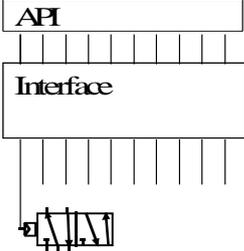
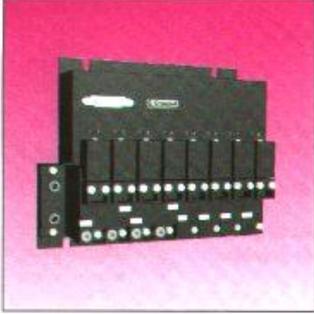
Constitution



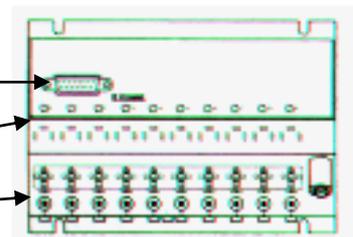
## 4.6 La commande bi-manuelle pneumatique

Fonctionnement	En manière de sécurité, sur des éléments dangereux pour l'utilisateur, on place une commande bi-manuelle. Celle ci passe de 0 à 1 logique si l'utilisateur appuie simultanément sur les deux boutons poussoirs associés.	
Symbole		
Constitution		
	 <p data-bbox="427 1084 852 1115">Figure 8 : Bloc commande bi-manuelle</p> <p data-bbox="948 1084 1410 1115">Figure 9 : Commande bi-manuelle avec BP</p> <p data-bbox="772 1361 1155 1393">Figure 10 : Schéma interne du bloc</p>	
Remarque	<p>Soit les temps <math>t_1</math> et <math>t_2</math>, compris entre deux fronts montants des entrées a et b.</p> <p><i>La sortie S passe à 1 lorsque <math>t_2 &lt; t_1</math>.</i></p> <p>Le décalage admissible et indiqué par CROUZET est de 0.4 s.</p>	

## 4.7 Exemple d'interface électro-pneumatique

Fonctionnement	La fonction d'un tel bloc est de transformer des signaux électriques, provenant par exemple d'un automate, en signaux pneumatiques.
Symbole	
Constitution	 <p data-bbox="738 1077 1185 1104">Figure 11 : Interface électro-pneumatique</p>
Remarque	<p data-bbox="427 1205 1425 1272"><i>Il existe aussi des interfaces pneumo-électriques dont la fonction est de transformer l'énergie pneumatique en énergie électrique.</i></p>

- Les batteries électro-pneumatiques permettent de raccorder directement les mini-électrovannes et mini-distributeurs à votre système de commande par un câble multi-conducteurs équipé d'un ou deux connecteurs.
- Raccordement par connecteur normalisé SUB D15 ou 25
- Tension d'alimentation : 24 V  $\pm$  (+10 % -15%)
- Faible consommation électrique : 1 W par mini-électrovanne
- Etat de commande des mini-électrovannes (visualisés par Led)
- Etat des sorties pneumatiques (visualisés par témoin de pression)
- Communs d'alimentation et d'échappement
- Raccords pneumatiques intégrés



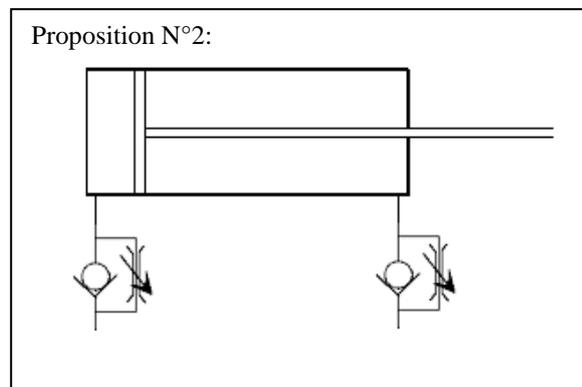
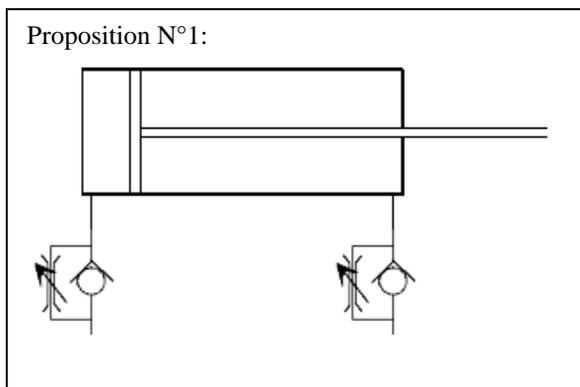
## V Exercices

### 5.1 Exercice N°1:

Donner les caractéristiques des distributeurs suivants:



### 5.2 Exercice N°2: réglage de vitesse des vérins

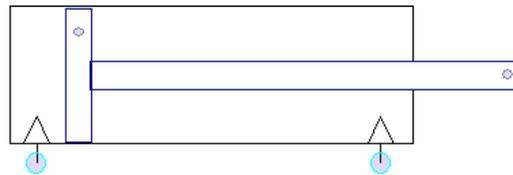


En prenant l'exemple du cas de la commande de sortie du vérin et en traçant le trajet de l'air à l'admission et à l'échappement, justifier votre choix entre les 2 propositions de positionnement des régulateurs de vitesse du vérin.

### 5.3 Exercice N°3: réalisation d'un schéma électro-pneumatique simple.

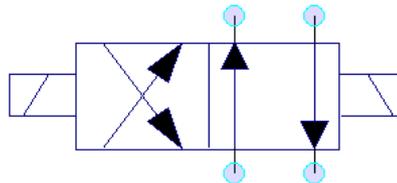
On dispose d'un vérin double effet, d'un distributeur (bobines en 24V), de 2 BP électriques (sortie et rentrée du vérin), d'une alimentation pneumatique et d'une alimentation électrique 24V.

Compléter le schéma suivant : on commence par la puissance (pneumatique) puis on fait la commande (ici en électrique) : choisir une couleur pour la pression, une autre couleur pour l'échappement et 2 autres pour la partie électrique.



24V  
○

○  
0V

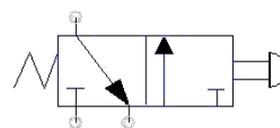
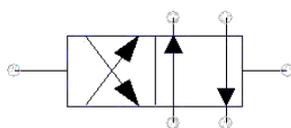
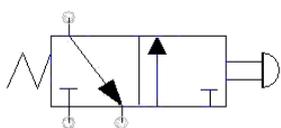
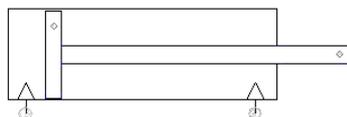


Alimentation pneumatique :

### 5.4 Exercice N°4: réalisation d'un schéma pneumatique simple.

On dispose d'un vérin double effet, d'un distributeur, de 2 BP pneumatiques (sortie et rentrée du vérin), d'une alimentation pneumatique.

Compléter le schéma suivant : on commence par la puissance (pneumatique) puis on fait la commande (ici en pneumatique aussi) :

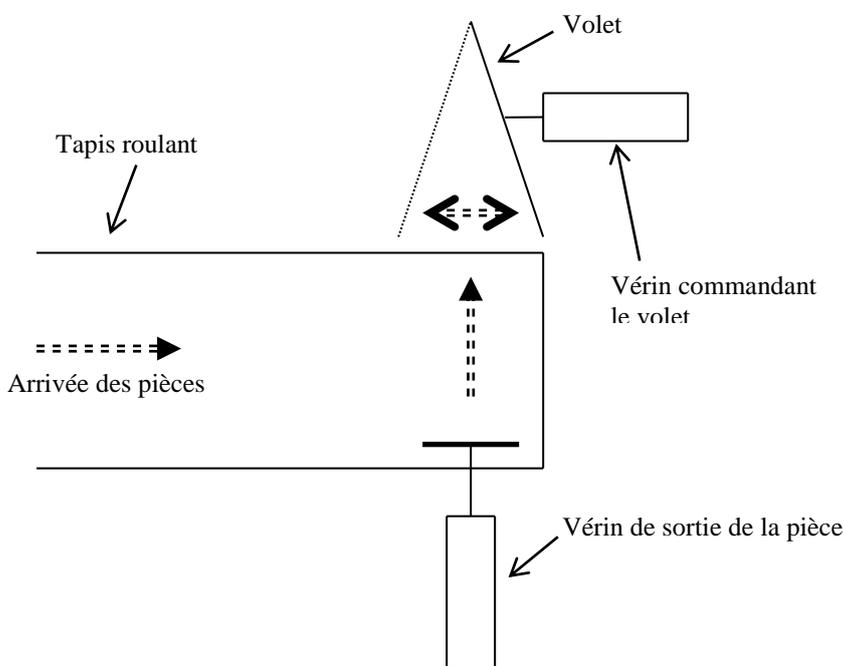


Alimentation pneumatique :

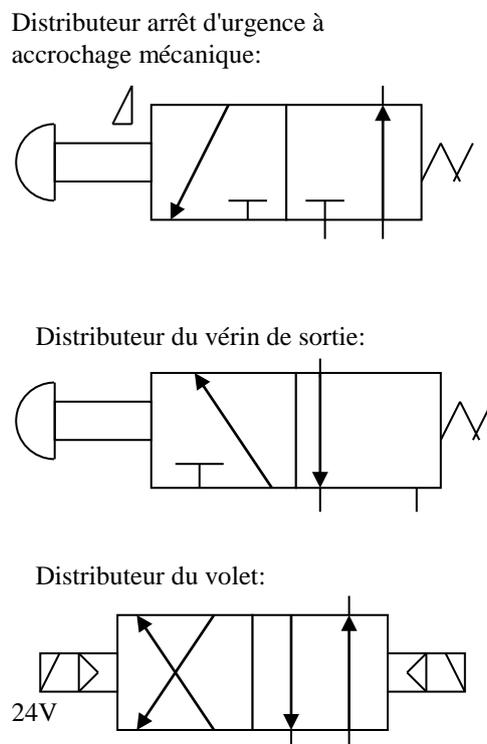
### 5.5 Exercice N°5: réalisation d'un schéma électro-pneumatique.

**Description:** à la suite d'une peinture, un objet est amené au poste de contrôle par un tapis roulant (on ne s'en occupe pas ici). L'objet arrive donc devant un opérateur-contrôleur qui vérifie visuellement que l'objet est correctement peint. Il positionne ensuite un volet (objet correct / objet incorrect) à l'aide d'un commutateur électrique 2 positions. Le volet est actionné par un vérin pneumatique bistable. Une fois le volet positionné, l'opérateur appuie sur un BP pneumatique commandant un vérin simple effet qui pousse alors la pièce hors du tapis. Suivant la position du volet, la pièce tombe dans le bac voulu.

Vue simplifiée (du dessus):



Matériel pneumatique:



Chaque vérin aura le ou les dispositifs nécessaires permettant de régler sa ou ses vitesses.

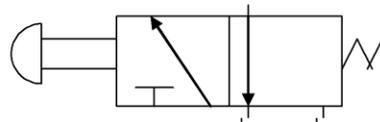
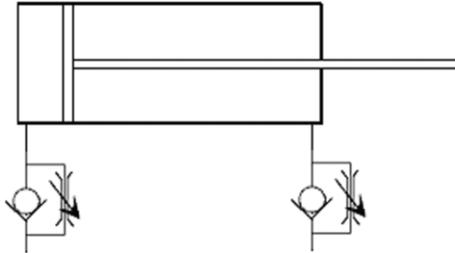
L'alimentation en air possèdera les éléments obligatoires au bon fonctionnement du système.

Un distributeur commandé manuellement servira d'arrêt d'urgence pneumatique. A l'appui, il coupe l'alimentation du montage, qui reste cependant en pression (pas d'échappement de l'air lors d'un arrêt d'urgence).

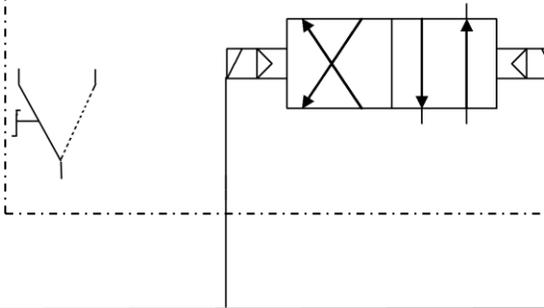
Tous les échappements sont reliés ensemble et raccordés à un silencieux.

**Faire le schéma pneumatique complet sur la feuille suivante (utiliser des couleurs différentes pour les tuyaux d'air, pour l'échappement, pour la partie électrique).**

Gestion de la sortie de la pièce



Gestion de la position du volet



24V

0V

Alimentation pneumatique

