

## 1. Introduction

La gamme des distributeurs pneumatiques est vaste  
Pour l'aide au choix valve on les classe en catégories :

- modèle
- type
- principe de conception
- type de commande
- fonction
- taille
- application

Pour tous, leur fonction de base est d'aiguiller la circulation de l'air. La fonction la plus simple est de faire sortir et rentrer un actionneur

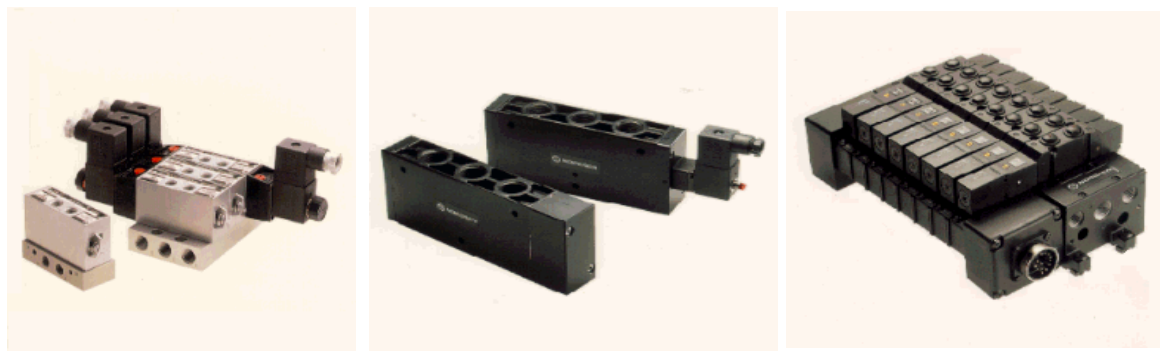
### 1.1. Modèles

Le modèle est le reflet d'une gamme de distributeur aussi bien que le principe fondamental de conception.



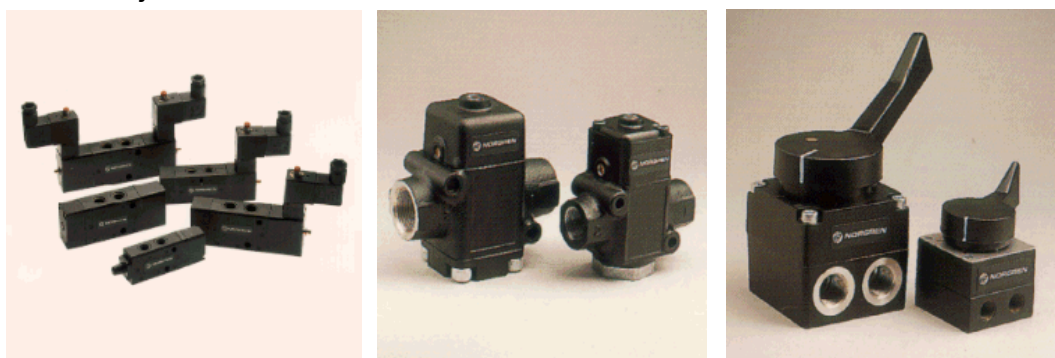
### 1.2. Type

Le type se rapporte à la l'embase d'installation du distributeur par exemple, alimentation, îlots....



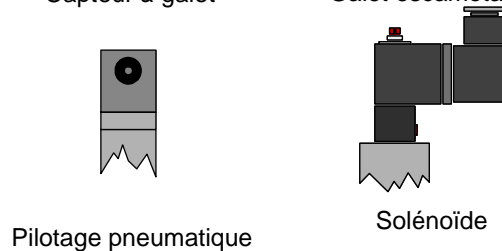
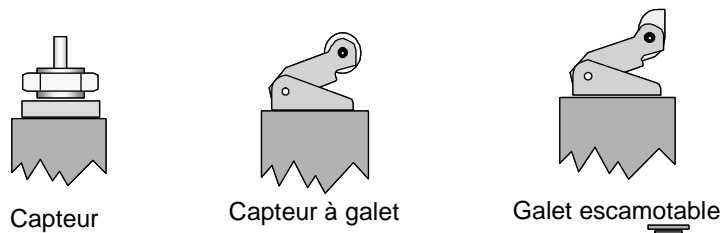
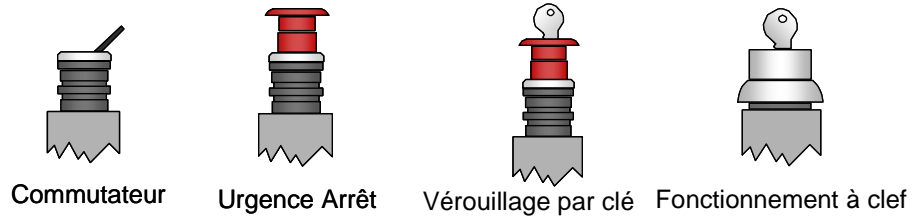
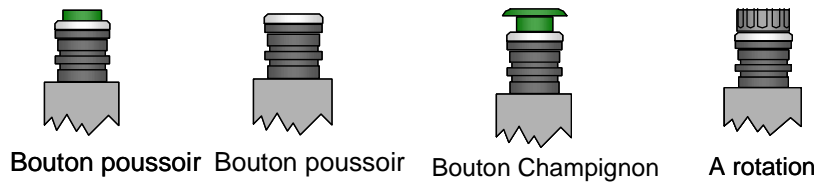
### 1.3. Conception

La conception se rapporte au principe de fonctionnement pour lequel le distributeur a été conçu



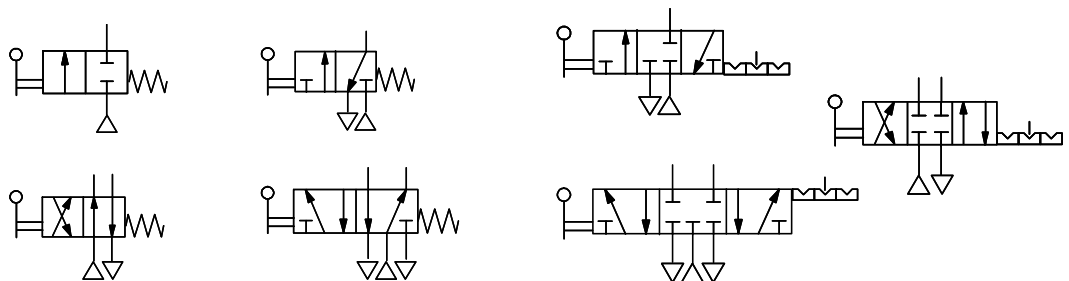
## 1.4. Commandes

Une commande est un mécanisme qui fait changer d'état le distributeur. Elles sont classées comme manuelles, mécaniques et électriques.



## 1.5. Fonction

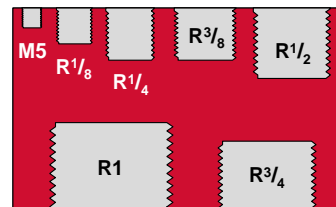
- La fonction est la caractéristique de commutation d'un distributeur
- Caractérisé par 2 chiffres 2/2, 3/2, 4/2, 5/2, 3/3, 4/3 et 5/3
- Le premier chiffre est le nombre d'orifices. Admissions, sorties, et échappements.
- Le deuxième chiffre est le nombre de positions
- Un distributeur 3/2 a 3 orifices, et 2 positions



## 1.6. Dimension de distributeur

La taille se rapporte au  $\varnothing$  de taraudage des orifices. La quantité d'air traversant le distributeur augmente avec la taille du taraudage. Cependant le  $\varnothing$  ne suffit pas pour donner une valeur standard de débit car cela dépend aussi de la conception interne du distributeur

- La progression des tailles est de M5, R1/8 , R1/4, R3/8 , R1/2, R3/4, R1.



### 1.7. Application

L'application est une catégorie qui décrit les distributeurs par leur fonction ou tâche. Les exemples de distributeurs sont: soupape d'échappement rapide, distributeur de mise en pression et valve de décharge surveillée

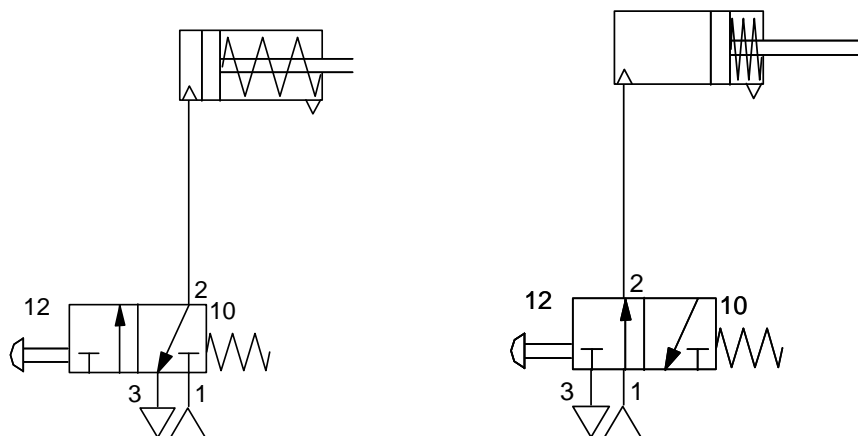
Un distributeur standard peut être utilisé dans n'importe quelle catégorie selon la fonction pour lequel il a été choisi.

#### 1.7.1. Commande d'ouverture (3/2)

Un distributeur 3/2 fournit le débit d'admission, de sortie et l'échappement. Il est le choix normal pour la commande d'un vérin simple effet

En position normale produite par le ressort, le distributeur est fermé. En position actionnée produite par le bouton de poussée le distributeur est ouvert

Le bouton de poussée doit être maintenu tant que le vérin doit être sorti

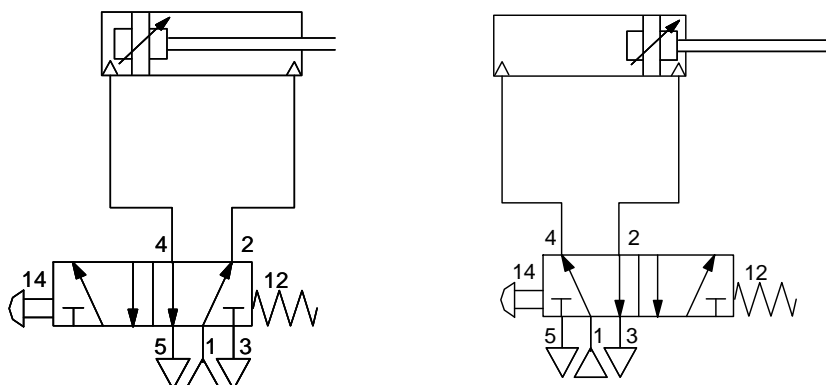


#### 1.8. Commande d'ouverture (5/2)

Un distributeur 5/2 fournit un orifice d'entrée 1 qui peut être commuté à deux orifices de sortie 2 et 4 avec deux orifices 3 et 5 à l'échappement

En position normale produite par le ressort, 1 est relié à 2 et 4 à l'échappement 5

En position actionnée produite en poussant la commande 14, 1 est relié à 4 et 2 à l'échappement 3

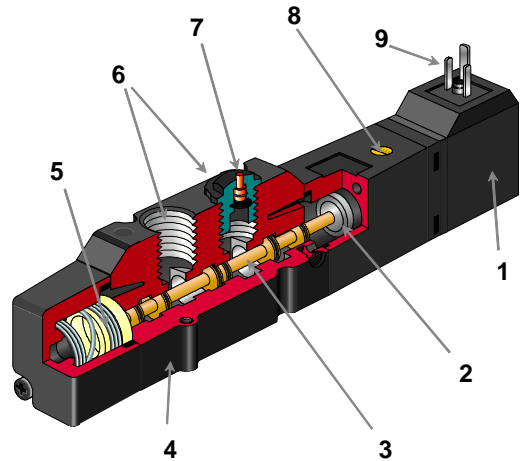


## 2. Les distributeurs

### 2.1. Distributeur typique

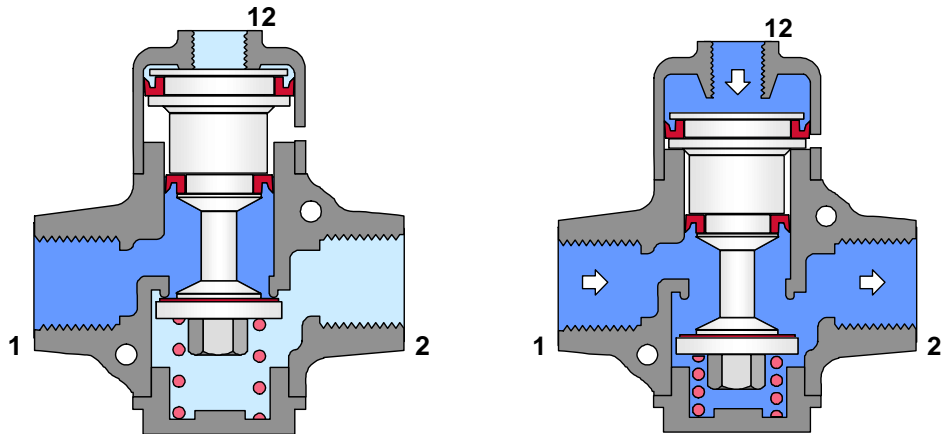
Identification des éléments d'un distributeur 5/2 avec commande par solénoïde typique avec retour par ressort (sous base non montrée)

- (1) Solénoïde
- (2) Piston
- (3) Tiroir avec des joints toriques
- (4) Corps de distributeur
- (5) Ressort de retour
- (6) Alternative ports 2, 4
- (7) Indicateur de pression
- (8) Déplacement manuel
- (9) Connecteurs électriques



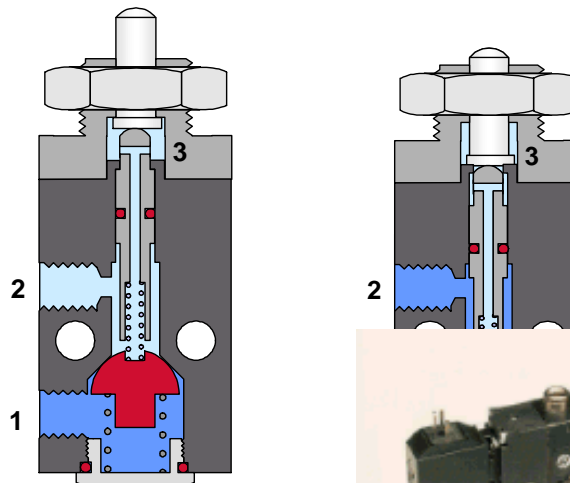
### 2.2. Distributeur 2/2 commande pneumatique

Conception simple et efficace, utilisée principalement dans 2/2 et 3/2 de fonctions. Il a de bonnes caractéristiques d'étanchéité et peut souvent être utilisé comme vanne de coupure.



### 2.3. Distributeur 3/2

- Distributeur miniature 3/2 utilisée pour produire des signaux
- Utilisé principalement comme capteur
- Une fois activé le passage se fait de 1 vers 2



### 2.4. Distributeur à tiroir



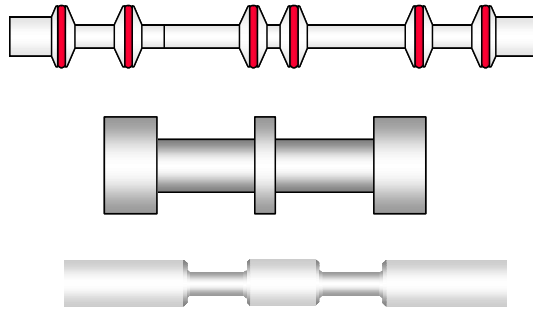


- Une conception souple et largement utilisée
- Disponible dans les la plupart fonctionne 3/2, 3/3, 5/2, 5/3, etc...
- Éventail de modèles, de tailles, de commande et d'arrangements pour supports

### 2.4.1. Tiroirs

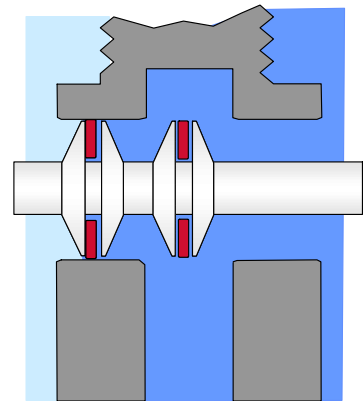
Un tiroir a un certain nombre de diamètres principaux et mineurs appelés des épaulements et gorges. Les gorges relient les orifices entre eux en fonction de la commande. Le type à joints dynamiques a les joints sur l'épaulement

Les types sans joints n'ont aucun joint coulissant. Les types à joints statiques ont les joints fixés sur l'alésage du distributeur.



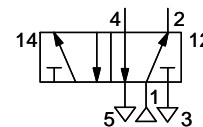
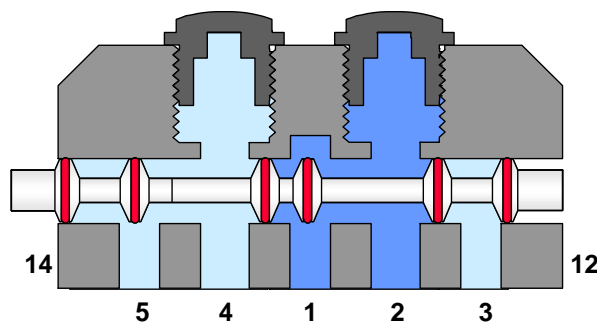
### 2.4.2. Joints disques

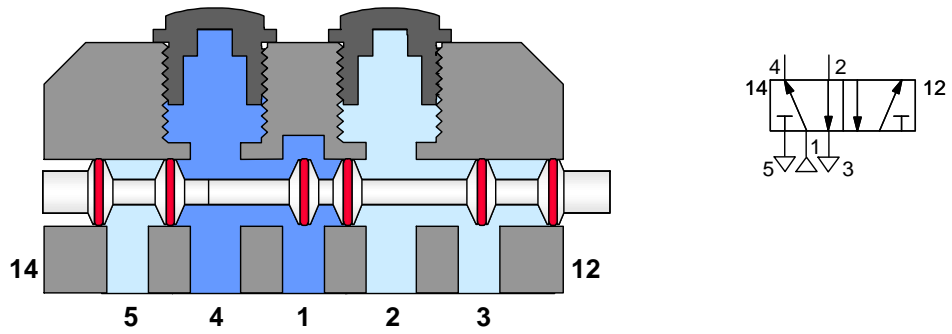
Un joint de disque est ajusté avec jeu dans la cannelure, avec le diamètre extérieur en contact avec l'alésage du distributeur. Sous la différence de pression le joint disque est poussé à l'extérieur du dégagement. Le profil mince donne une force radiale faible donc réduit le frottement



### 2.4.3. Distributeur à tiroir à joints dynamiques

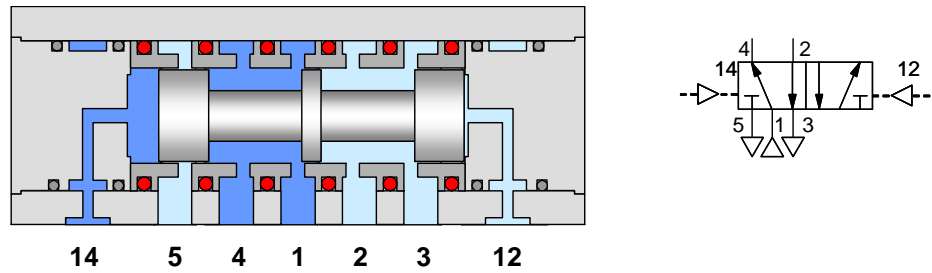
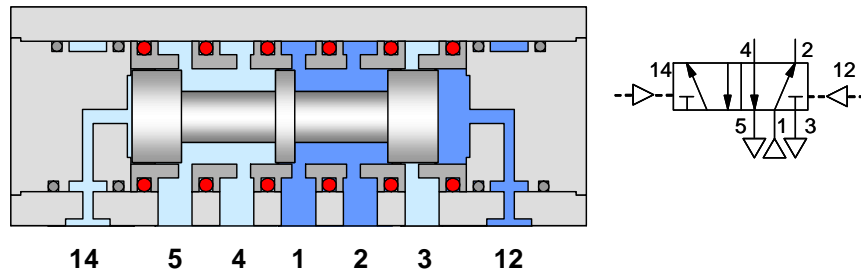
- Ce distributeur 5/2 a une bobine équipée des joints disques
- Les joints se déplacent avec la bobine donc qu'ils sont dynamiques
- Position normale : le port 1 est relié à 2 et 4 est relié à 5
- Position actionnée: le port 1 est relié à 4 et 2 est relié à 3





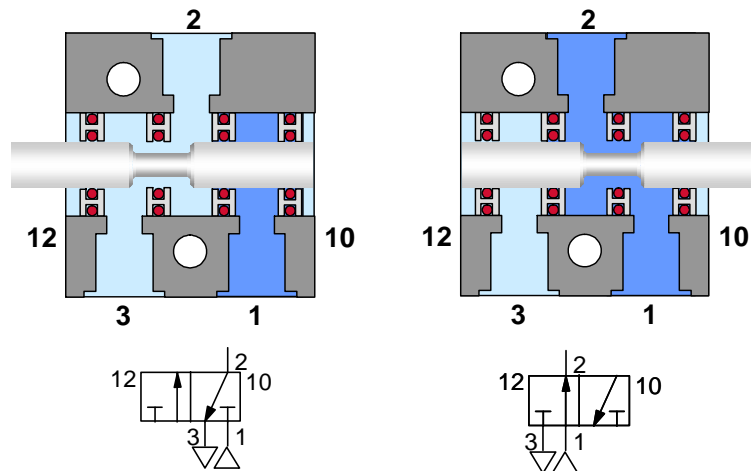
#### 2.4.4. Distributeur à tiroir sans joints

Ce distributeur 5/2 a un tiroir et une douille assorties. L'ajustement est si précis que les joints sont inutiles. Le jeu minuscule entre tiroir douille provoque un coussin pneumatique. Le résultat est un frottement faible et bonne durée de vie



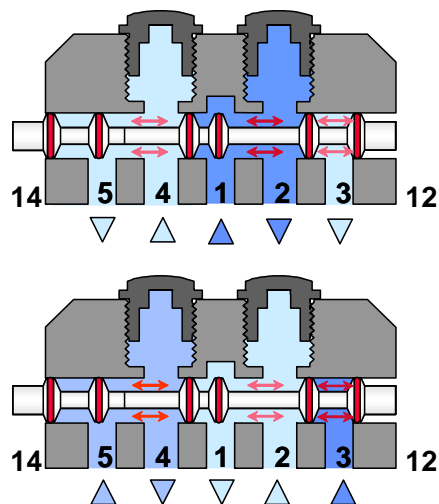
#### 2.4.5. Distributeur à tiroir à joints statiques

Ce distributeur 3/2 a un tiroir glissant dans des joints statiques. Les joints toriques sont tenus dans des portées fixées dans l'alésage. Les joints toriques plus grands assurent l'étanchéité portée/corps de distributeur. Les joints toriques plus petits assurent l'étanchéité avec le tiroir



### 2.4.6. Tiroir équilibré

Les secteurs gauches et droits sont égaux et produiront des forces égales et opposées. Les distributeurs à tiroirs équilibrés ont une application étendue à n'importe quelles valeurs de pressions.



### 2.4.7. Recouvrement

La plupart des tiroirs sont conçus avec un recouvrement positif. Quand le tiroir se déplace, le port 2 sera être fermé avant que le port 4 soit ouvert (ou 4 avant 2). Si tiroir est déplacé lentement un recouvrement négatif causera une perte de pression pendant le changement d'état.

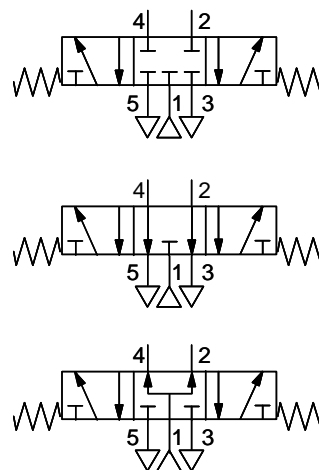


### 2.5. Distributeur à tiroir 3 positions

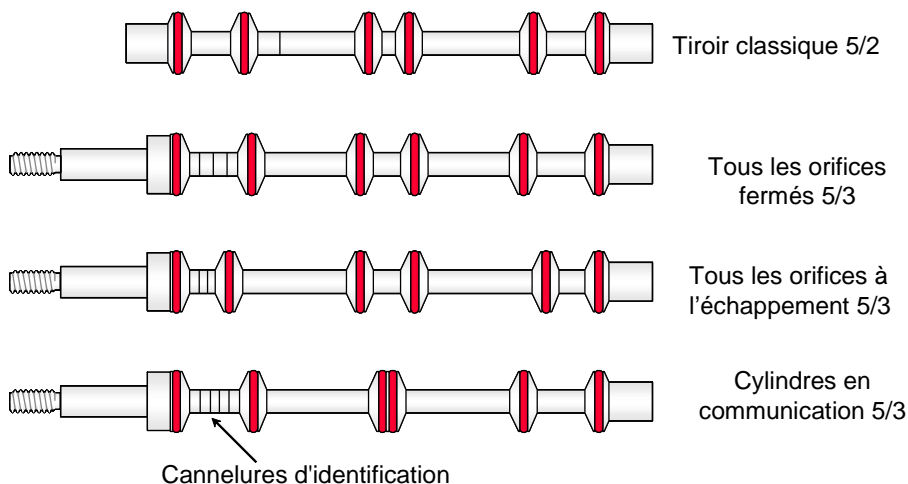
Ce type de distributeur a un état repos où le tiroir est à mi position. La caractéristique en position centrale est déterminée par les espacements des épaulements sur le tiroir.

Les trois types sont :

- Tous les cylindres bloqués
- Cylindres en communication
- Cylindres à l'échappement

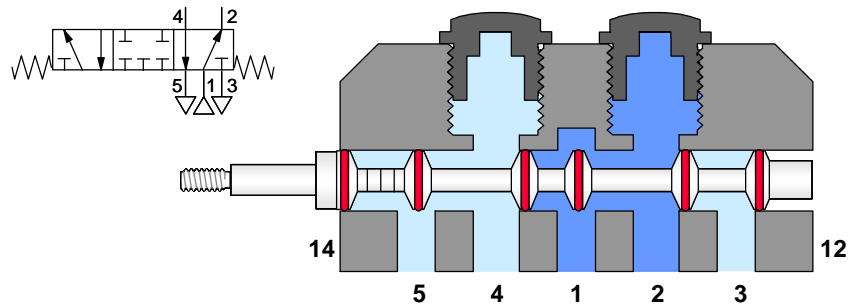
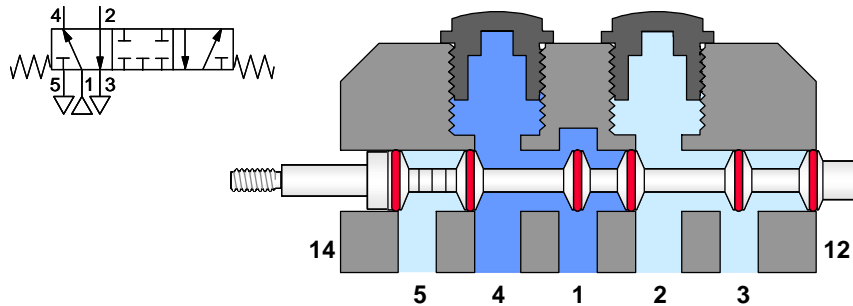
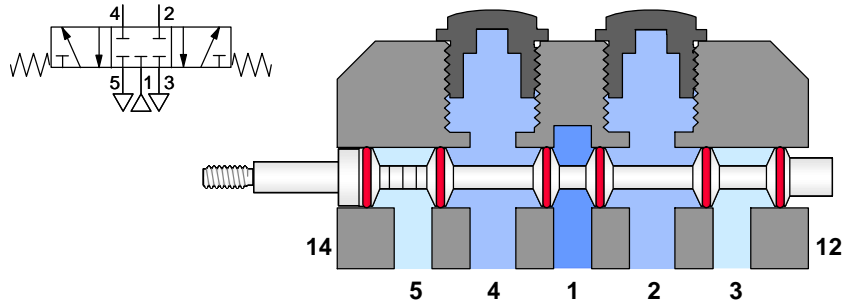


### 2.5.1. Tiroirs (joints dynamiques)



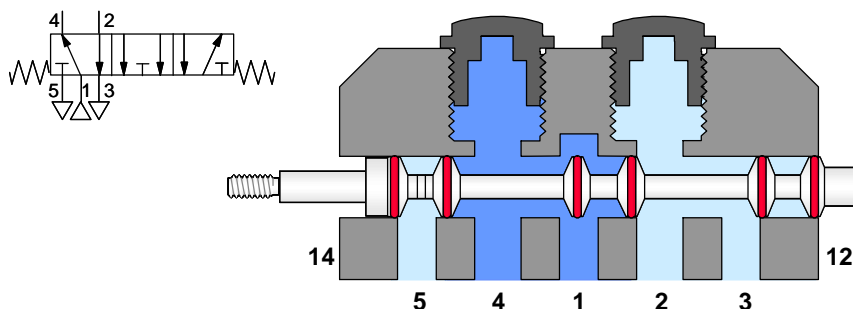
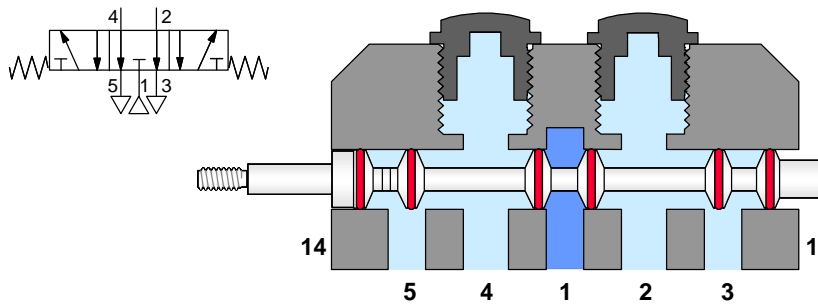
### 2.5.2. Distributeur 5/3 (tous les orifices fermés)

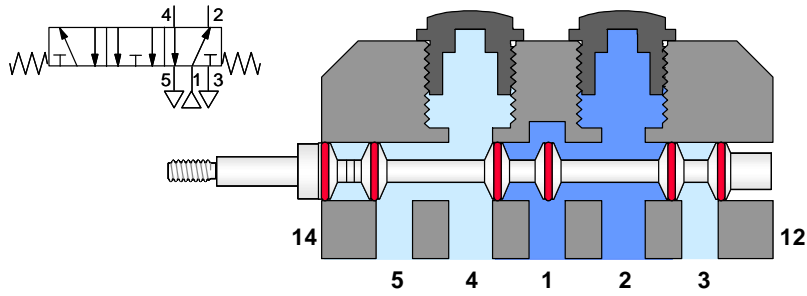
- Avec le tiroir au repos tous les orifices sont fermés
- Tiroir à droite, 1 vers 4, et 2 vers 3
- Tiroir à gauche, 1 vers 2, et 4 vers 5



### 2.5.3. Distributeur 5/3 (cylindres à l'échappement)

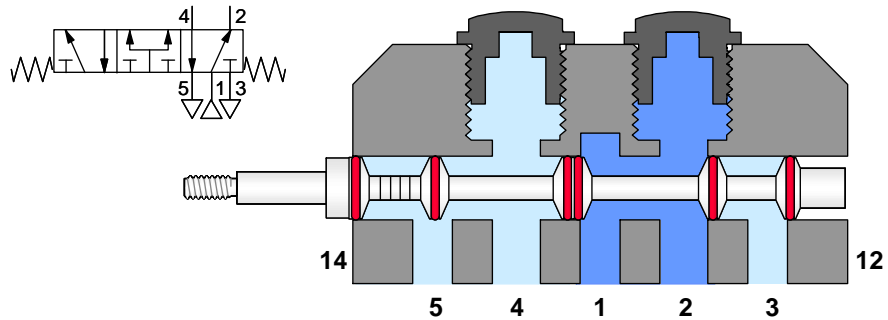
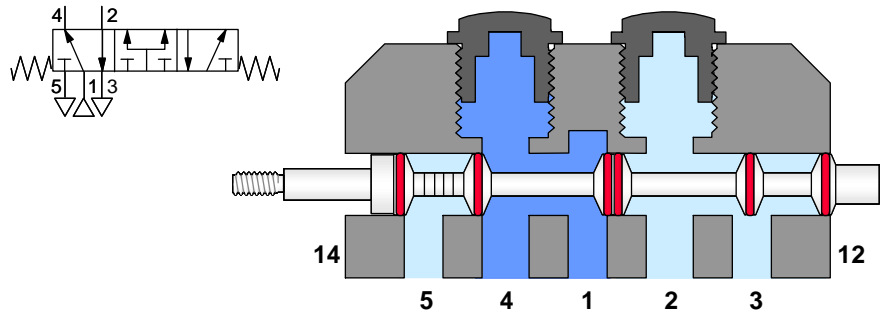
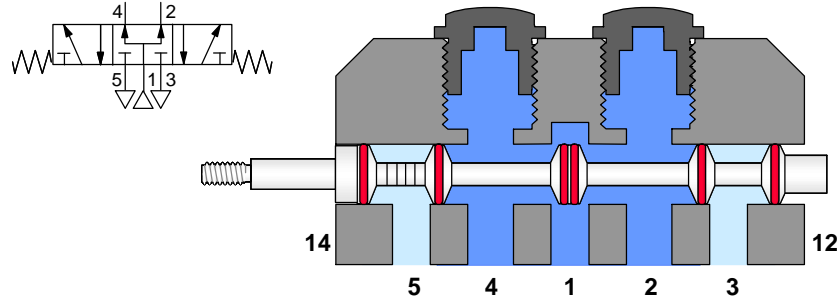
- Avec le tiroir au repos l'orifice d'alimentation est fermé et les cylindres sont à l'échappement
- Tiroir à droite, 1 vers 4, et 2 vers 3
- Tiroir à gauche, 1 vers 2, et 4 vers à 5





### 2.5.4. Distributeur 5/3 (cylindres en communication)

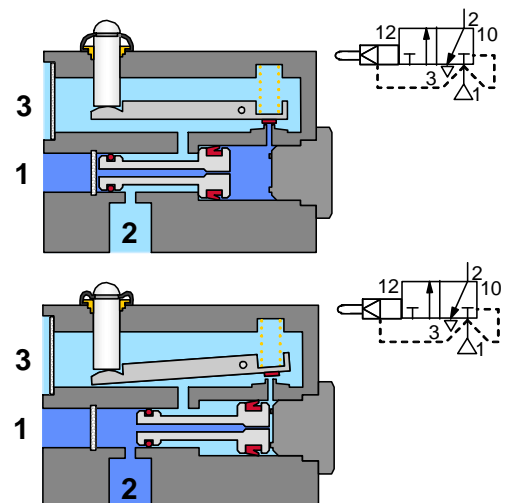
- Avec le tiroir au repos les cylindres sont en communication
- Tiroir à droite, 1 vers 4, et 2 vers 3
- Tiroir à gauche, 1 vers 2, et 4 vers à 5



### 2.6. Distributeur à piston pilote

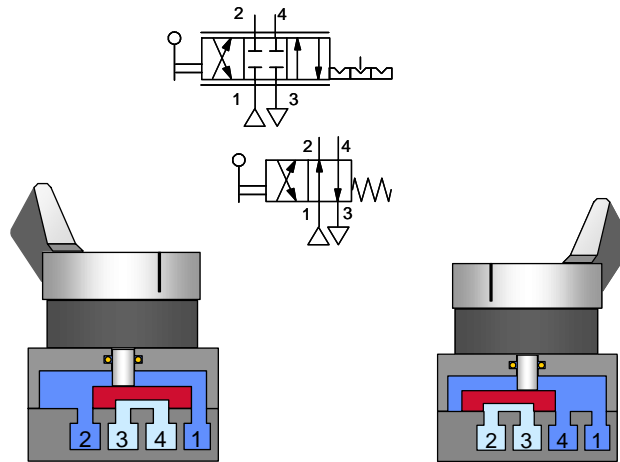
Fait fonction de distributeur 3/2. En position normale le bras de levier maintient le distributeur fermé. La pression d'approvisionnement agit sur le piston différentiel sur la petite extrémité ainsi que sur la grande extrémité par une restriction dans le piston

L'action sur le levier permet à l'air de s'échapper et de déplacer le piston différentiel



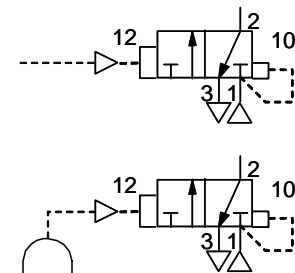
## 2.7. Distributeur rotatif

- Le déplacement du chapeau (rouge) permet la commutation
- La pression assurée au port 1 comprime le chapeau, fournit également l'orifice de sortie 2
- Versions 4/2 et 4/3 avec la position centre fermé



## 2.8. Mano-contact (pneumatique)

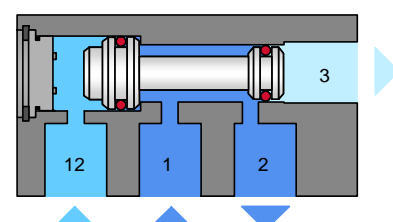
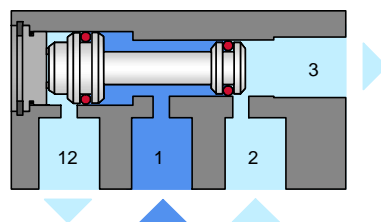
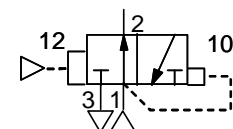
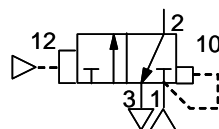
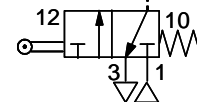
Relais pour amplifier les signaux faibles. Le relais peut être temporisé. Quand le signal au port 12 atteint environ 50% de la pression d'alimentation au port 1, le mano-contact fonctionne pour donner un signal de sortie fort à 2



## 2.9. Rappel pneumatique

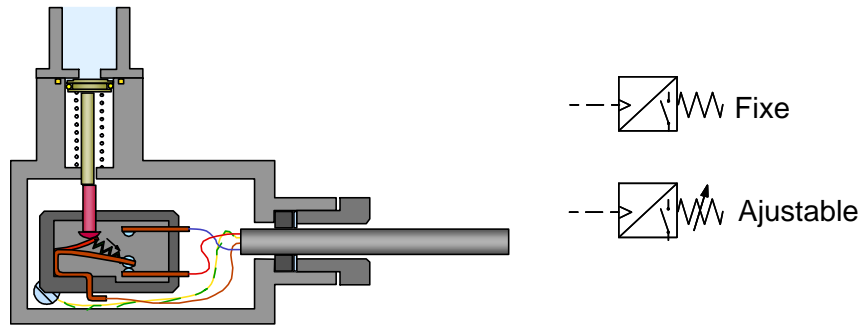
La pression appliquée au port 1 agit sur les surfaces annulaires différentielles du tiroir. Une pression faible appliquée au port 12 doit atteindre seulement environ 50% de la pression d'alimentation pour actionner le distributeur. Le port 1 est alors relié au port 2

L'enlèvement du signal permet à la force différentielle de remettre à zéro le distributeur

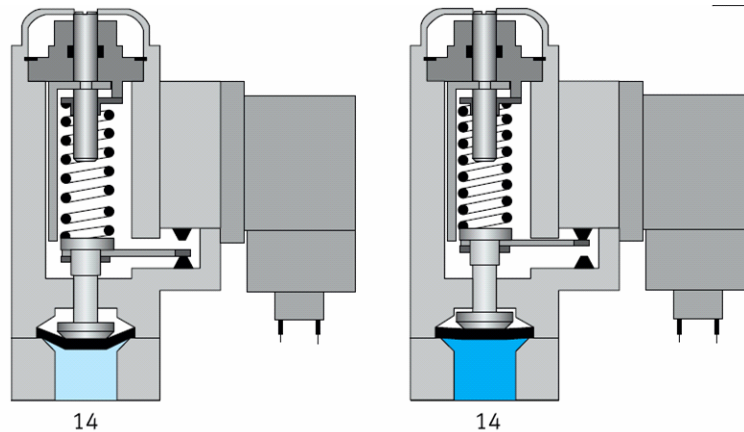


## 3. Manos-contact (électriques)

La pression de fonctionnement doit être d'environ 3 bar, ceci pour surmonter la force combinée du ressort de piston et du microcontact



**Autres modèles**

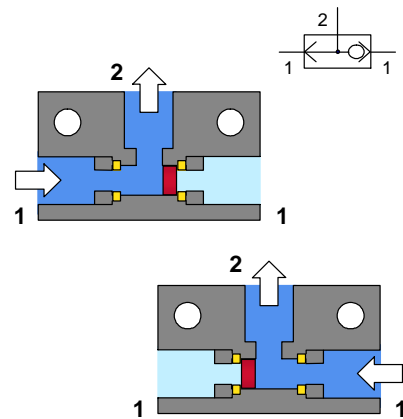


**4. Fonctions logiques**

**4.1. Fonction logique "OU"**

Un signal d'air en 1 à gauche ou à droite aura comme conséquence un résultat en 2

Le disque d'obturation se déplace pour fermer la ligne d'échappement et empêcher la perte de pression du signal

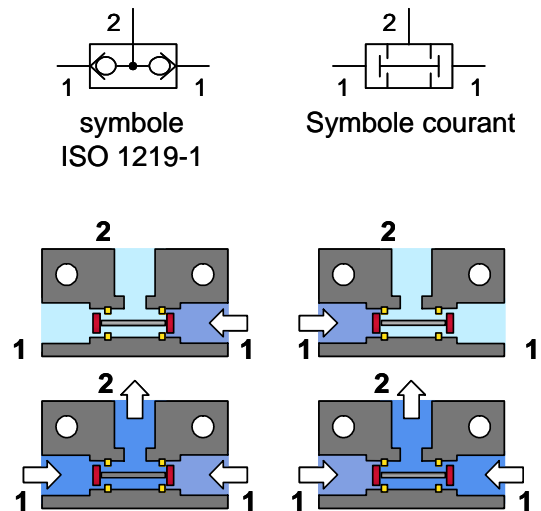


**4.2. Fonction logique "ET"**

Un signal l'une ou l'autre des entrées 1 fera déplacer et bloquer la navette de signal

Si des signaux sont appliqués à gauche ET à droite seulement un d'entre eux sera bloqué l'autre sera donné comme résultat en 2

Si les pressions ne sont pas égales, c'est celle avec la plus basse pression qui est commutée



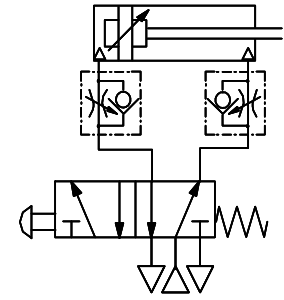


## 5. Réglage du débit

Par l'utilisation de réducteurs de débit, la vitesse de sortie et la vitesse de rentrée d'une tige de piston peuvent être indépendamment ajustées

La vitesse est réglée en ajustant le débit d'air à l'échappement

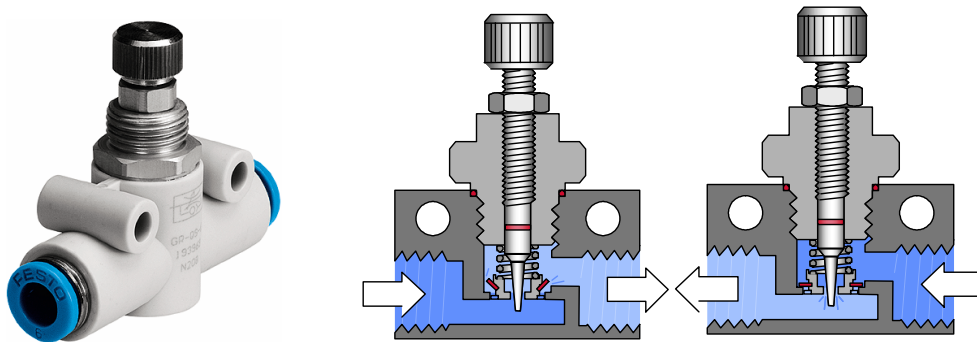
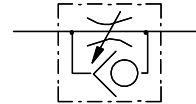
Le RDU « coté piston » du vérin commande la vitesse de rentrée et le RDU « coté tige » commande la vitesse de sortie



### 5.1. Réducteur de débit unidirectionnel

Monté en série sur une conduite

- Débit maxi dans un sens
- Débit restreint réglable dans l'autre sens

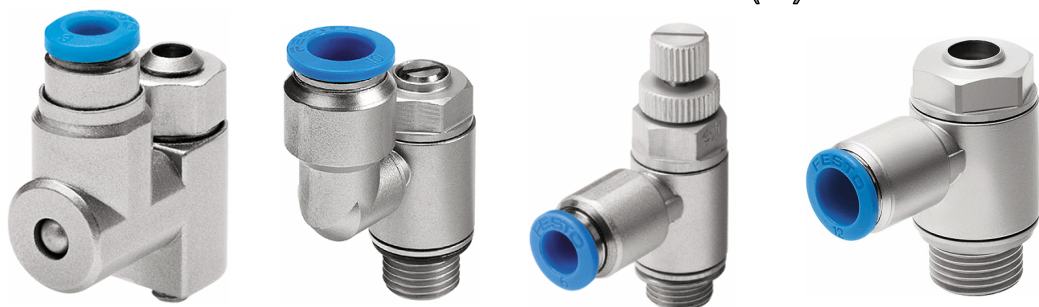
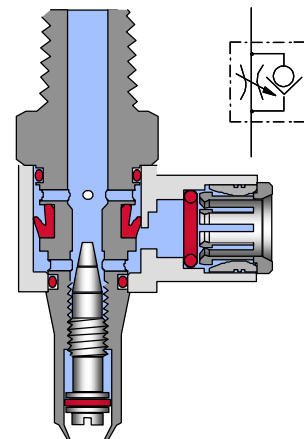


### 5.2. RDU Banjo

Conçu pour s'adapter directement sur les admissions des vérins

Deux types :

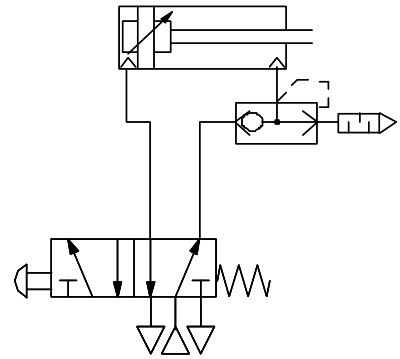
- Débit entrant libre et débit sortant restreint
- Débit entrant restreint et débit sortant libre



## 6. Soupape d'échappement rapide

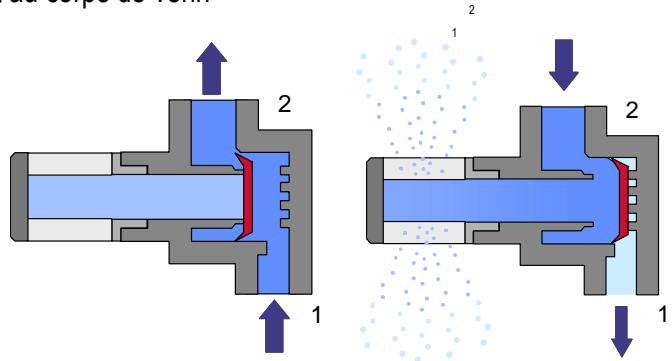
Dans certaines applications la vitesse de tige peut être augmentée de 50% à l'aide d'une soupape d'échappement rapide. En fonctionnement l'air s'échappe directement à l'atmosphère.

L'échappement rapide donne à une contre-pression plus coté tige, donc une différence de pression plus élevée pour déplacer la tige de piston



### Fonctionnement

- L'orifice 2 est relié directement au corps de vérin
- L'orifice 1 reçoit l'air du distributeur de commande
- Quand l'air sort du vérin, le joint se déplace vers la bonne ouverture pour diriger l'air à l'atmosphère



## 7. Ecoulement

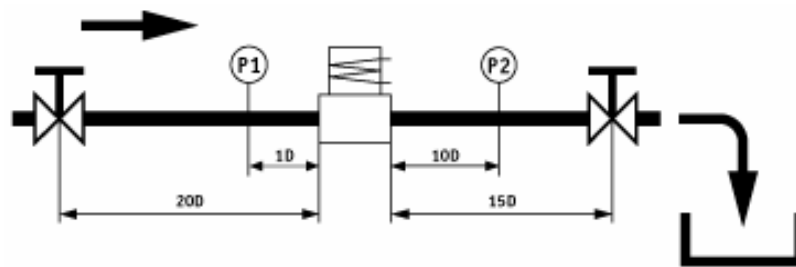
### 7.1. Expression du Kv

Le débit est la quantité de fluide traversant, par unité de temps, une électrovalve. C'est ce paramètre qui en détermine la taille.

Afin de disposer d'une formule simple de calcul et de comparaison entre les appareils, les différentes variables permettant le calcul du débit ont été groupées sous un même dénominateur commun: le facteur d'écoulement kv.

Ce paramètre est dépendant de la construction de la valve et du type d'écoulement.

Les valeurs de Kv indiquées dans les catalogues sont établies selon la norme VDI/VDE 2173 aux conditions normalisées suivantes:



Fluide:	Eau
Poids spécifique $\rho$ :	1 [kg/dm <sup>3</sup> ]
Température du fluide:	5°C - 30°C
Pression relative amont P1:	6 [bar]
Différence de pression $\Delta P$ :	1 [bar]

Pour un liquide, le débit "Q" est exprimé par la relation:

$$Q = K_v \cdot \sqrt{\frac{\Delta p}{\rho}}$$

Pratiquement, le facteur de débit Kv est sensiblement identique pour une électrovalve véhiculant de l'eau ou de l'huile jusqu'à une viscosité de 3° Engler.

Au-delà de cette limite, les caractéristiques débit- pression sont altérées, il est alors nécessaire de tenir compte d'un facteur de correction C:

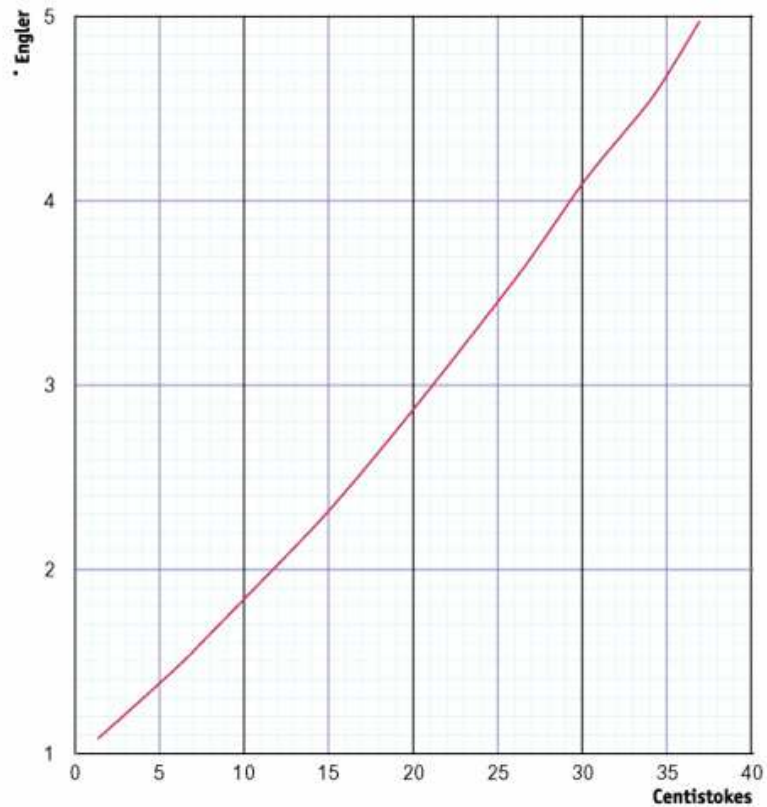
$$C = \frac{\nu\sqrt{Kv}}{200.Q} + 1 \quad Kv_x = Kv_{eau} \cdot C$$

- $\nu$ : Viscosité cinématique du fluide en centistokes [cSt]
- Q: débit [l/min]
- $Kv_{eau}$ : facteur d'écoulement indiqué dans le catalogue
- $Kv_x$ : facteur d'écoulement corrigé

Ce calcul mènera donc au choix d'une vanne ayant un facteur Kv supérieur à celui qui aurait été choisi pour un fluide ayant une viscosité inférieure ou égale à 3°E (degrés Engler).

Pour indication : l'eau à 20°C a une viscosité de 1 [cSt].

Conversion des viscosité centiStokes / degrés Engler



Régime: subsonique

$$\Delta p < \frac{P_1}{2} \Rightarrow Q_n = 30,8 \cdot Kv \cdot \sqrt{\frac{\Delta p \cdot P_2}{\rho \cdot T}} \quad [Nm^3 / h]$$

Régime: supersonique

$$\Delta p > \frac{P_1}{2} \Rightarrow Q_n = 30,8 \cdot Kv \cdot \frac{P_1}{2 \cdot \sqrt{\rho \cdot T}} \quad [Nm^3 / h]$$

Le débit "Qn" correspond aux conditions standard

Avec :

- $\Delta P$  Perte de charge en [kg/cm<sup>2</sup>] ou [bar]
- $P_1, P_2$  Pression relative respectivement amont, aval en [kg/cm<sup>2</sup>] ou [bar]
- $\rho$  Poids spécifique du fluide aux conditions standards (20°C) en [kg/dm<sup>3</sup>]
- $T$  Température absolue en K (0 K = -273,15°C)

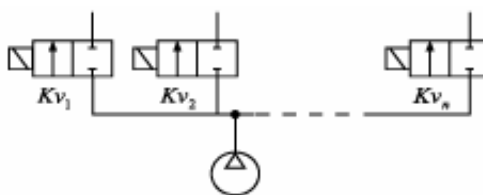
Le coefficient d'écoulement d'une valve est quelque fois exprimé en unités anglo-saxonnes. On donne ici leurs relations de conversion:

$$k_v = 14,28 C_v \text{ (USA)}$$

$$k_v = 17,11 f \text{ (UK)}$$

Lorsque plusieurs vannes sont montées en parallèle, le  $K_v$  total est égal à:

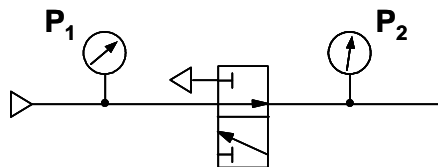
$$K_{V_{tot}} = K_{V_1} + K_{V_2} + K_{V_3} + \dots + K_{V_n}$$



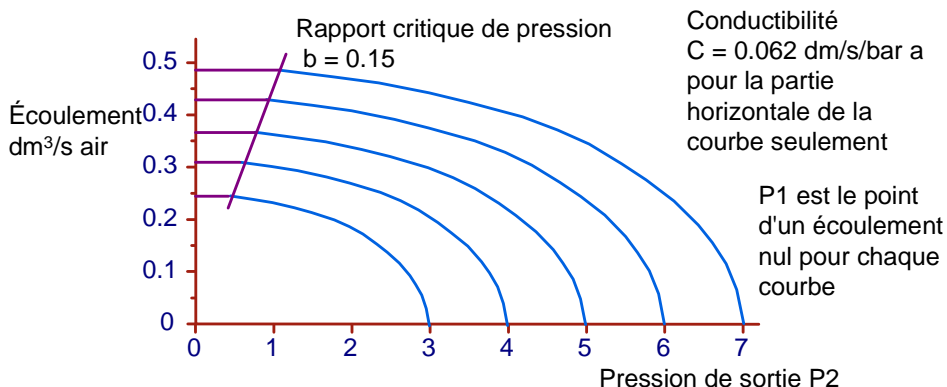
### 8. Caractéristique d'écoulement

Le débit d'un distributeur est caractérisé par un facteur d'écoulement du type "C", "b", "cv", "kv". En examinant un distributeur, on a des valeurs d'exécution "C" (conductibilité) et "b" (rapport critique de pression)

On trace pour une gamme, le débit en fonction de  $P_1$  et  $P_2$  jusqu'à ce qu'elle atteigne un maximum  $P_1$ . Le résultat est un ensemble de courbes montrant les caractéristiques d'écoulement du distributeur



De ces courbes le rapport critique "b" de pression peut être trouvé. "b" représente le rapport de  $P_2$  à  $P_1$  à partir duquel la vitesse d'écoulement sonique disparaît. En outre la conductibilité "C" à ce point représente l'écoulement en "dm<sup>3</sup>/s/bar<sub>abs</sub>"



Si les courbes ne sont pas disponibles mais si la conductibilité et le rapport critique de pression sont connus; la valeur du débit pour n'importe quelle chute de pression peut être calculé avec ces formules

$$Q = C P_1 \sqrt{1 - \frac{\left[ \frac{P_2}{P_1} - b \right]^2}{1 - b}}$$

où :  $P_1$  = pression en amont  
 $P_2$  = pression en aval  
 $C$  = conductibilité  $\text{dm}^3/\text{s}/\text{bar}$   
 $b$  = rapport critique de pression  
 $Q$  = débit en  $\text{dm}^3/\text{s}$

### Exemple de calcul

Le calcul de débit pour un distributeur donne pour: une chute de pression de 1.5 bar (acceptable). La conductibilité et les rapports critiques de pression pour le distributeur sont  $C = 4.92$  et  $b = 0.23$

$$Q = 4.92 \cdot (8+1) \sqrt{1 - \frac{\left[ \frac{(6.5+1)}{(8+1)} - 0.23 \right]^2}{1 - 0.23}}$$

$$Q = 27.45 \text{ l/s or } 1647 \text{ l/min}$$

## 9. Choix d'un distributeur par calcul du Kv

### Coefficient de débit kv

Il faut choisir le distributeur en fonction de la vitesse souhaitée du vérin. Or la vitesse du vérin dépend du débit d'air que le distributeur peut laisser passer.

Pour le déterminer, il faut rechercher le coefficient de débit d'air Kv.

### Paramètres à prendre en compte

Taux de charge du vérin  $T$

Exemple  $T = 0,5$

Pression d'alimentation

Exemple  $p = 6$  bars

Temps d'une course

Exemple  $t = 3$  secondes

$\emptyset$  du vérin

Exemple  $\emptyset = 80$  mm

La course du vérin

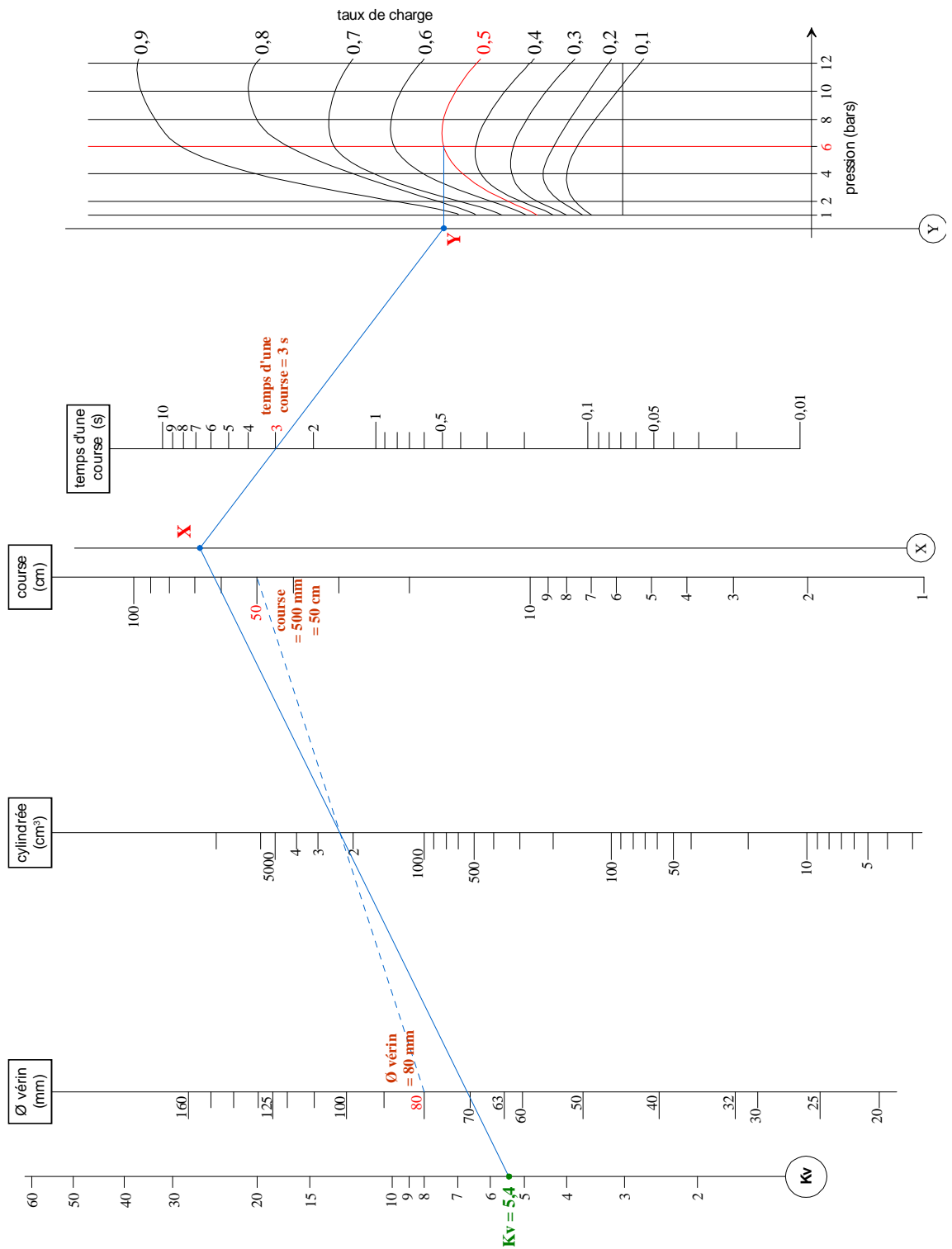
Exemple  $c = 500$  mm

### Utilisation de l'abaque

- Afficher le taux de charge  $T = 0,5$
  - Afficher  $p = 6$  bars
  - Construire le point Y
  - Afficher le temps d'une course  $t = 3$  secondes
  - Construire le point X
  - Afficher  $\emptyset$  vérin = 80 mm
  - Afficher course  $c = 500$  mm = 50 cm
  - Construire la cylindrée en joignant ces 2 points : on trouve ici  $2300 \text{ cm}^3$ .
  - Relier ce point cylindrée au point X et chercher l'intersection avec la droite des Kv.
- Ici, on trouve  $Kv = 5,4$ .

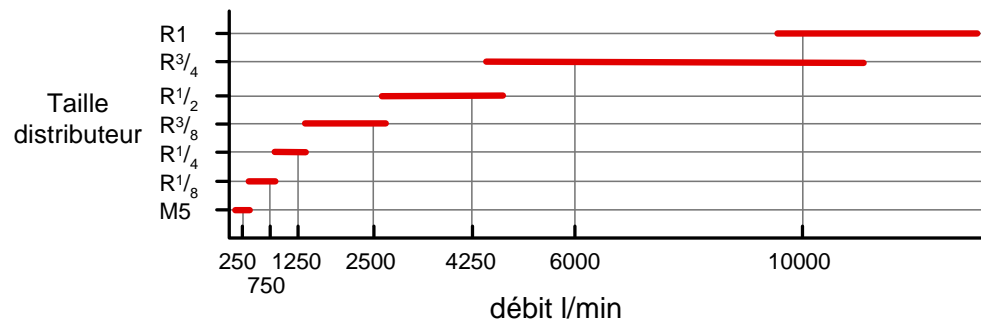
### Choix du kv

Rechercher dans un catalogue de fabricant le distributeur dont la valeur du Kv est immédiatement supérieure à celle trouvée grâce à l'abaque. C'est ainsi que se choisit le distributeur.



## 10. Guide de choix taille /débit

- Ce graphique un débit approprié à différentes tailles de distributeur
- Les débits peuvent changer en fonction de leur conception interne
- Les valeurs de débit indiquées par les lignes verticales sont à  $P_1 = 6$  bar, avec une chute de pression de 1bar



## 11. Pressions et températures

Les pressions d'utilisation peuvent généralement s'étendre du vide à 16 bar. La majorité des applications travaillent jusqu'à 10 bar. Les distributeurs électropneumatiques peuvent fonctionner jusqu'à 1,5 bar.

La température de fonctionnement est limitée les limites du matériel de d'étanchéité

La gamme standard est de 5 à 80°C ambiant. Pour des applications spéciales de basse température vers les -20°C, l'air doit être séché à ce point de rosée pour empêcher le givrage

## 12. Filtration et lubrification

Les distributeurs doivent être fournis en air sec et propre avec ou sans la lubrification

Un filtre de 40µm standard est normalement suffisant pour les gouttelettes d'eau et les particules. Les distributeurs sont graissés une fois construits,

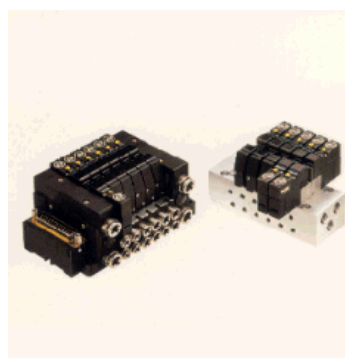
Si l'air est lubrifié par un graisseur micro-brouillard la vie normale du distributeur sera prolongée. Si l'air est sec à un point de rosée très bas, un processus de lubrification est nécessaire. Pour des températures de fonctionnement élevées ou extrêmement basses, la lubrification est nécessaire

## 13. Commande par solénoïde

Les solénoïdes sont des relais électropneumatiques. L'état d'une entrée électrique conditionne l'état pneumatique. Les solénoïdes sont l'interface entre les systèmes de commande électronique et la puissance pneumatique

Les types sont :

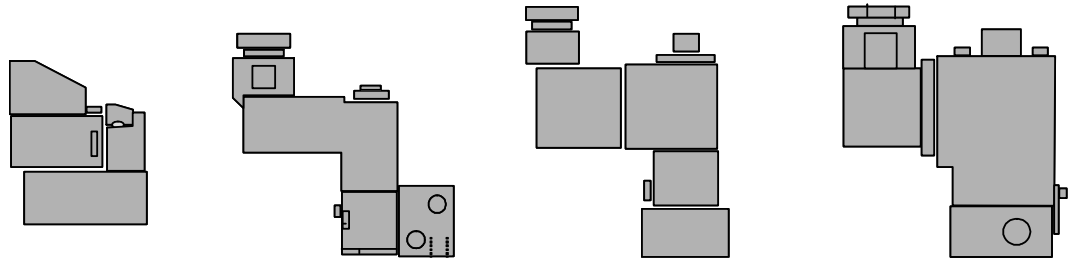
- a commande directe
- proportionnel





### 13.1. Solénoïde à commande directe

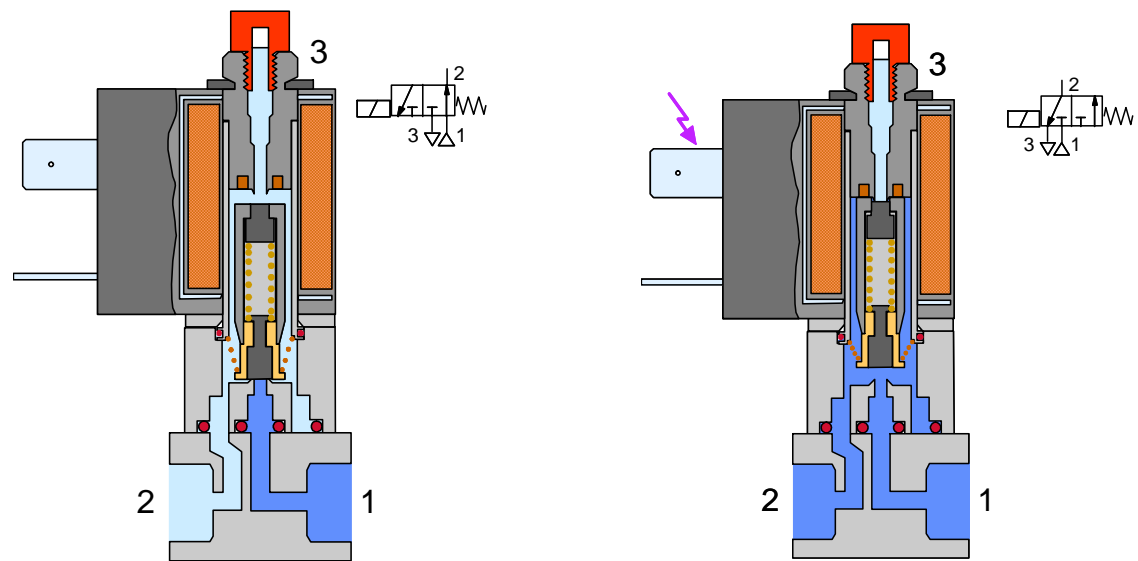
Différents modèles pour piloter des vérins simples effets, ou mise en groupe sur des îlots de distributeurs



### 13.2. Principe de fonctionnement

Le clapet d'obturation est maintenu par un ressort contre l'orifice d'admission 1  
L'orifice de sortie 2 est relié à l'échappement 3

Quand l'enroulement active le noyau, ce dernier est tiré vers le haut fermant l'orifice d'échappement 3 et reliant l'orifice d'alimentation 1 à l'orifice de sortie 2

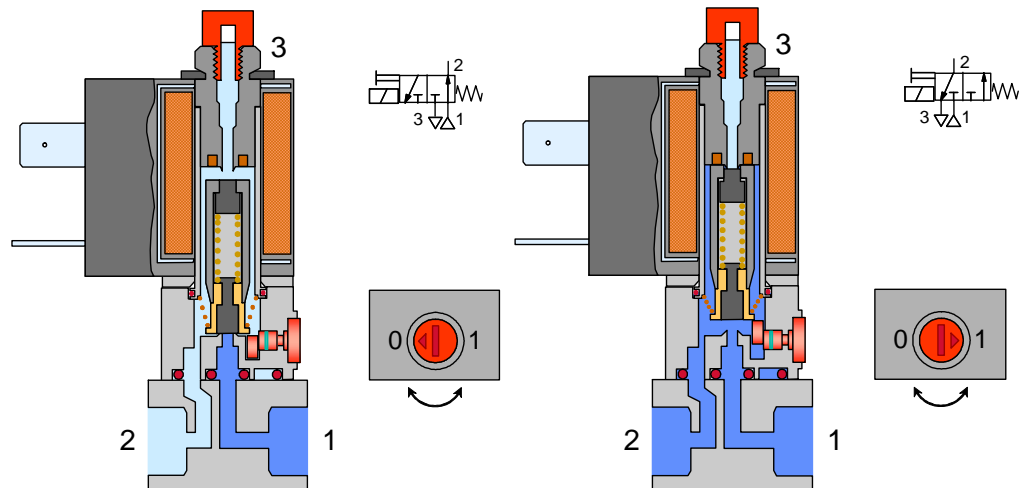


### 13.3. Forçage manuel

Utilisé pour actionner l'appareil pendant l'installation ou l'entretien sans activer l'enroulement

En position 0 le noyau est en position NF. La rotation de la came avec un tournevis en 1 soulève le noyau et actionne le distributeur

**Important:** retourner à la position 0 avant la remise en marche de la machine



### 13.4. Utilisation

La conception est un équilibre entre la quantité de de débit d'air (diamètre d'orifice) et le courant électrique consommé

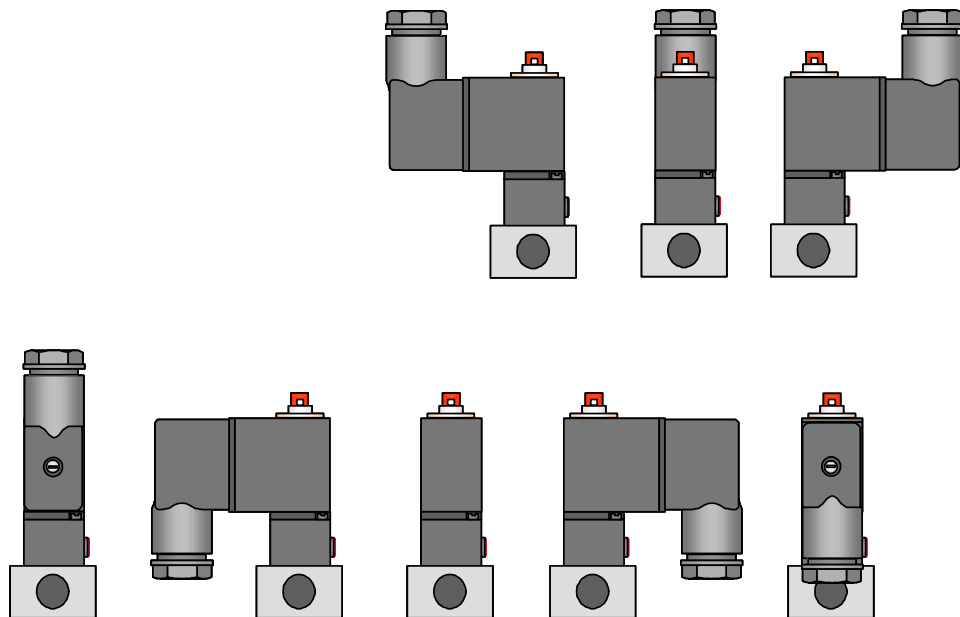
- Plus le débit d'air est grand, plus l'orifice d'admission est grand
- Plus l'orifice est grand, plus le ressort est raide
- Plus le ressort est raide, plus la puissance du champ magnétique est importante
- Plus le champ est grand, plus grande est la consommation de courant électrique

Le désir d'un courant électrique bas pour l'interface directe avec des PLC et d'autres dispositifs électroniques rend cette conception de la valve idéale

Les gammes standards offrent une variété de tailles d'orifices et de consommations de courant électrique. Seule cette conception est employée comme pilote intégré pour actionner de plus grandes vannes ou distributeurs

### 13.5. Câblage

Un choix d'orientation de câblage peut être utilisé pour alimenter le solénoïde



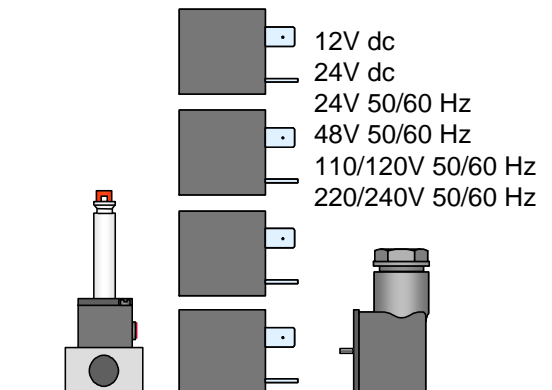
### 13.6. Enroulements Interchangeables

Un solénoïde est conçue pour fonctionner avec du C.A. ou du C.C

Un enroulement de n'importe quel C.A. ou C.C de la même puissance peut être adapté ou échangé sur la même tige

**Important.** Des enroulements de puissance basse et élevée ne peuvent pas être échangés. La force du ressort / orifice doit être assorti avec la puissance de l'enroulement

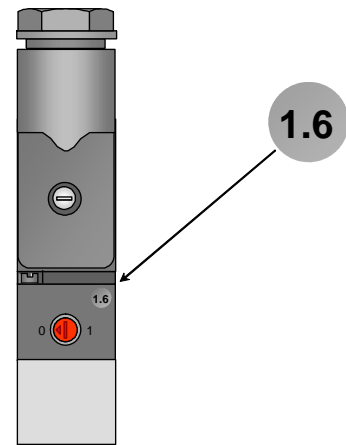
A 100% TU: l'enroulement peut être activé sans interruption



### 13.7. Estimation du débit et de la puissance

Pour aider à identifier le corps de valve de solénoïde, le diamètre d'orifice est marqué en position montrée

12Vdc  
 24Vdc  
 24V 50/60 Hz  
 48V 50/60 Hz  
 110/120V 50/60 Hz  
 220/240V 50/60 Hz  
 2W = puissance en CC 8VA = puissance



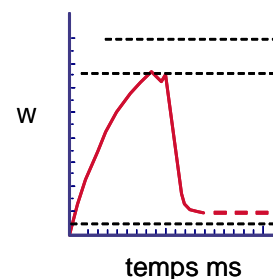
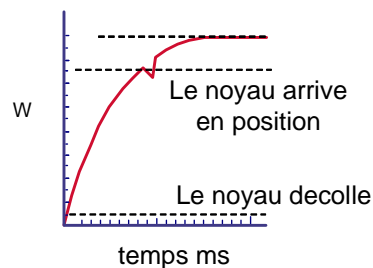
### 13.8. Enroulements en C.C

Quand un enroulement en C.C est alimenté, environ 85% de la puissance est développée avant que le noyau puisse en position

Peu de puissance est nécessaire pour le maintenir en position, le reste de la puissance est dégagée comme chaleur

Les enroulements équipés des circuits d'économie de puissance détectent le mouvement du noyau et coupent le niveau de puissance

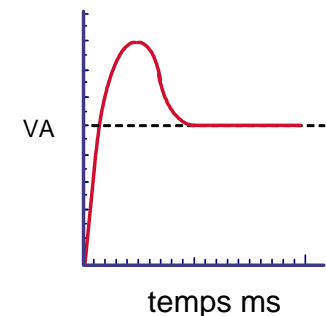
Les unités d'alimentation d'énergie sont plus petites et températures plus basse



### 13.9. Enroulements en C.A.

Des solénoïdes à C.A. sont donnés avec deux valeurs de puissance en VA ; par exemple 4/2.5

- le 4 est la puissance de démarrage qui dure pendant quelques millisecondes pendant la montée du noyau
- 2.5 est la puissance de fonctionnement



#### Puissance d'alimentation

Un enroulement à C.A. est une impédance qui est principalement une combinaison de résistance et de réactance inductive. C'est pour cette raison que la résistance pure est inférieure à un enroulement en C.C de puissance équivalente

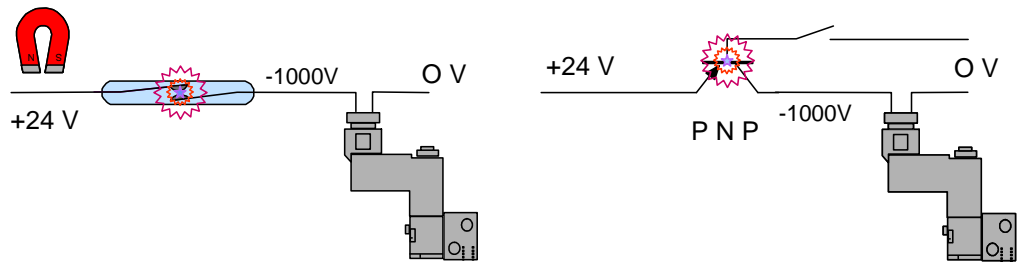
La réactance inductive sera basse avant que le noyau soit en position parce que le champ magnétique est inachevé et moins efficace

Au démarrage un courant plus élevé circulera jusqu'à ce que le noyau soit positionné. Si beaucoup de solénoïdes en C.A. sont commutés en même temps, il faut s'assurer que l'alimentation en énergie est assez puissante

### 13.10. Comportement des enroulements

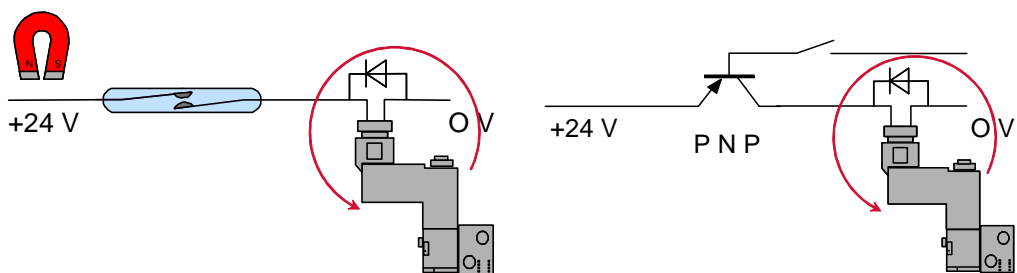
Si un enroulement est coupé, le champ magnétique s'effondrant induit un courant essayant de le maintenir activé. Ceci induit une tension négative élevée sur le commutateur. Si un contacteur est utilisé, une série d'arcs à travers les contacts d'ouverture les soudera ensemble

Si un commutateur à semi-conducteurs est utilisé le semi-conducteur est détruit



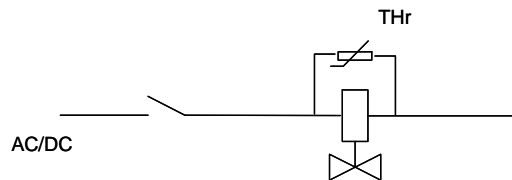
Si les extrémités de l'enroulement étaient reliées au commutateur, le courant induit passera autour de l'enroulement en basse tension en environ 200 millisecondes

Pour le C.C ceci est réalisé automatiquement en adaptant une diode à travers l'enroulement. Une diode permet au courant de passer dans une direction seulement et a besoin juste d'une différence du potentiel de 1,5V



Pour les enroulements en C.A. on utilise une thermistance en court circuit. Une thermistance est relié au travers de l'enroulement et travaille avec le C.A. ou le C.C dans l'une ou l'autre direction

Quand la tension à travers la thermistance est au-dessous d'un seuil donné, la résistance est élevée. Pour une tension au-dessus du seuil, la résistance est faible et permet le passage du courant



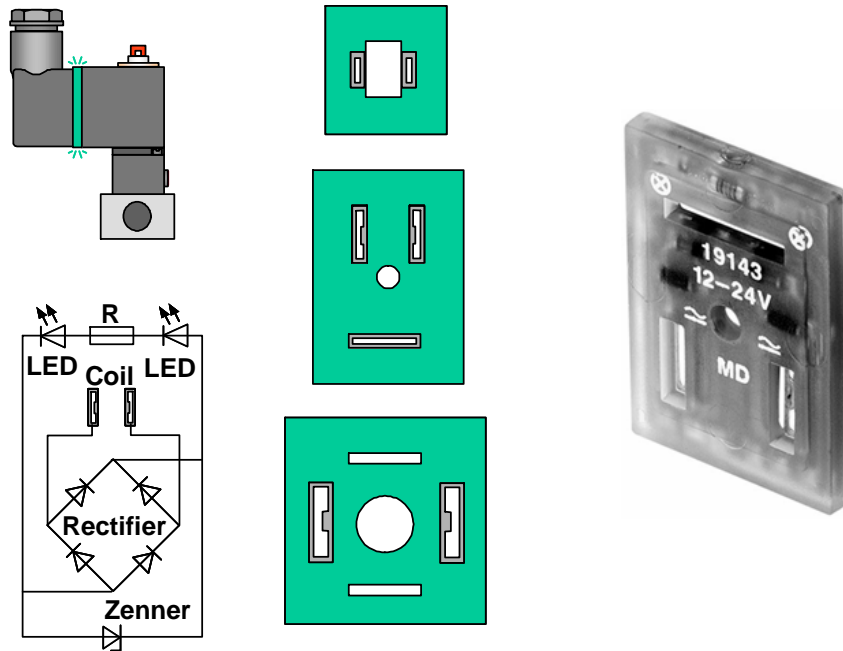
Le courant est bloqué quand l'enroulement est actif et pendant que le seuil est au-dessus de la tension de fonctionnement

Sur le commutateur est détruit, la tension induite montera au-dessus du seuil et le courant passera autour de l'enroulement à travers la thermistance

### 13.11. Indication de fonctionnement

L'indication visuelle de l'état "Marche/Arrêt" d'un enroulement est utile pour surveiller un défaut

Ce dispositif peut être inclus dans le corps comme une LED ou une ampoule. Pour l'adaptation, garniture lumineuse peut remplacer la garniture normale.

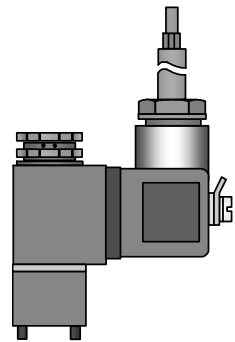


### 13.12. Solénoïdes anti-déflagrants

Pour l'usage en atmosphères explosives ; gaz ou poussière, où les étincelles pourraient provoquer une explosion

Conforme à EN50014 et à EN50028. LI T6 d'EEx m de classification et II T4 d'EEx m (voir norme ATEX)

Ajustements sur certains solénoïdes existants



### 14. Distributeurs compacts

Réalisation légère, compacte et mince pour l'installation multiple. Débit élevé

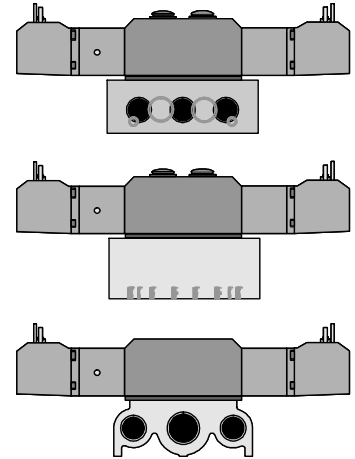
*Éventail d'options de support*

- Embases d'alimentations
- Longueurs des embases extensibles
- Ilots de distribution autonome
- Ilots de distribution Fieldbus



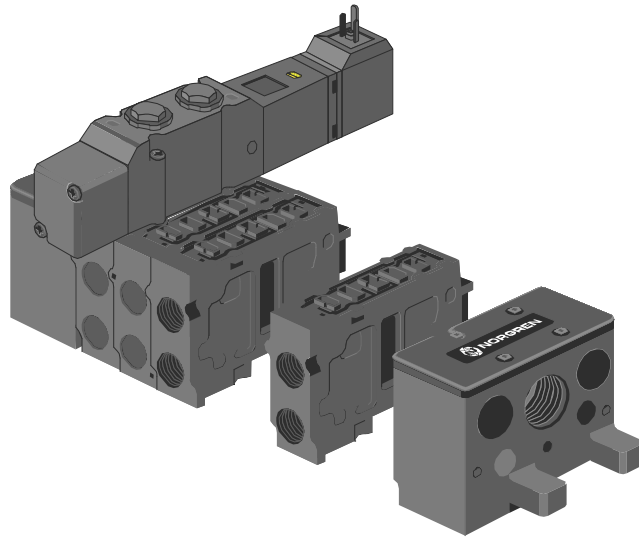
## 15. Embases

- Différents types d'embases avec entrée et sorties latérale, ou autre
- Embases fixes de longueur différentes dans des tailles d'orifice de  $\varnothing$  1, 2, 4, 6, 8, 10, &12



### 15.1. Embases modulaires

Embase modulaire extensible pour les unités simples. Sorties sur le côté ou le dessus du distributeur. 5/2 et 5/3



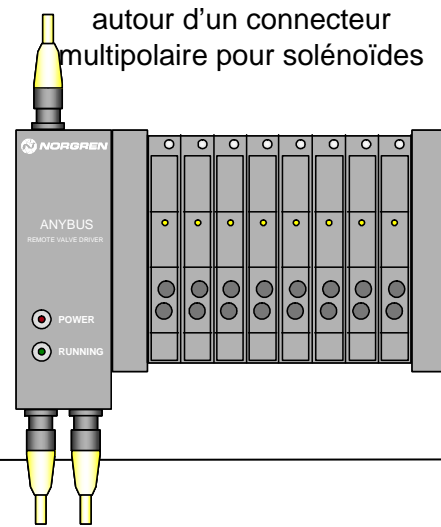
## 16. Îlots de distributeurs

Tous les avantages du système modulaire, avec les solénoïdes pré-cablés au connecteur multipolaire

- Voyants pour chaque solénoïde
- Indication pour diagnostic
- Protections IP65, IP40



Îlots de distributeurs montés autour d'un connecteur multipolaire pour solénoïdes



### Îlots de distributeurs Fieldbus

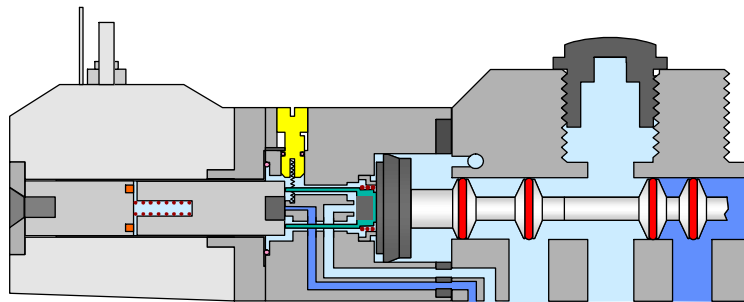
Îlots de distributeurs avec les solénoïdes précablés à un module d'interface Fieldbus

- Jusqu'à 16 solénoïdes

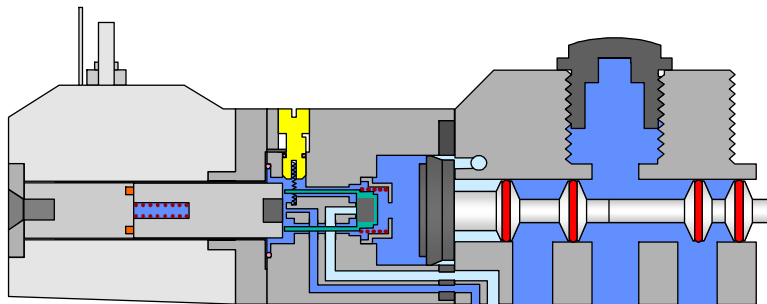
- Systèmes ouverts
  - Device-Net
  - Interbus-S
  - Profibus FMS
  - Profibus DP
  - AS-Interface
- Systèmes fermés
  - Sysmac (Omron)
  - JETWay-R (Jetter)

### 17. Pilotage par solénoïde

Pilotage par pression pilote interne et échappements canalisés dans le corps de distributeur pour le raccordement à une embase



La sortie du noyau permet à la pression pilote de faire mouvoir le tiroir

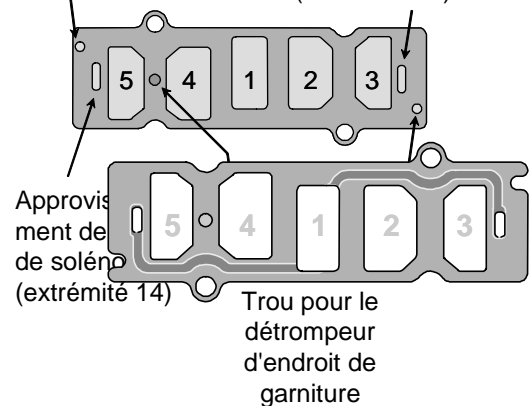


### 18. Garnitures pour distributeurs

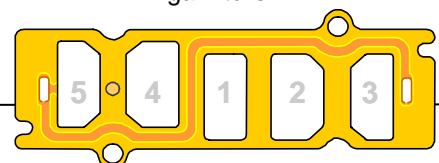
Cette vue sous le corps de distributeur montre les conduits pour l'alimentation et les échappements

En choisissant la garniture appropriée les solénoïdes sont adaptés pour les fonctions demandées

Échappement; Approvisionnement de  
pilote de solénoïde (extrémité 14)      Approvisionnement de  
pilote de solénoïde (extrémité 12)



**Pour les embases simples de longueur fixe**

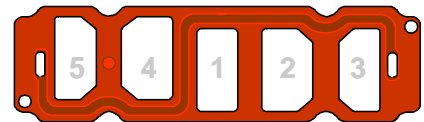
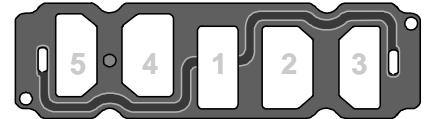




- Approvisionnement interne air pilote par port 1; rigoles creusées pour fournir les deux solénoïdes.
- Jumelage de l'approvisionnement à partir de 5 par des rigoles pour fournir le pilotage des solénoïdes.

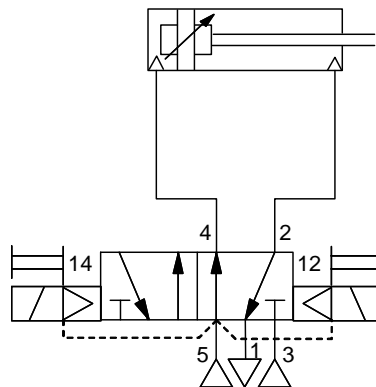
#### **Pour embases modulaires**

- Approvisionnement air de pilotage interne par port 1; des rigoles creusées pour fournir les commandes de solénoïde.
- Approvisionnement externe en air de pilotage par des rigoles creusées vers les deux soupapes de commande de solénoïde.

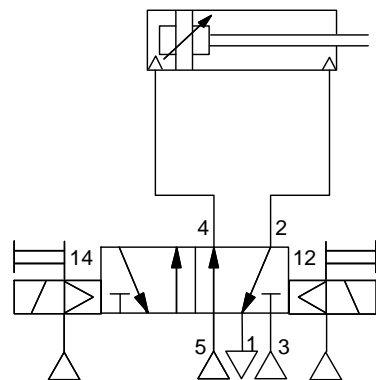


#### **Applications**

Jumelage des approvisionnements en 3 et 5, ceux-ci peuvent être employés à la sortie et à l'entrée du vérin sous différentes pressions. 1 est employé comme échappement commun. Sur des embases simple de longueur fixe la garniture jaune canaliserait 5 aux pilotes de solénoïde



Pour des applications où les pressions d'approvisionnement sont trop basses pour activer le distributeur, des approvisionnements pilotes externes indépendants sont exigés

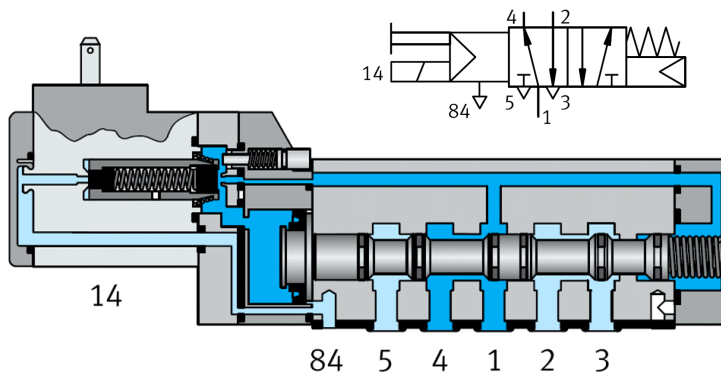
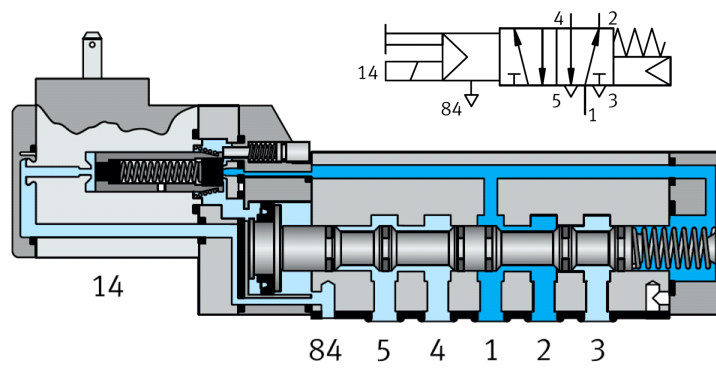


**Pilotage**

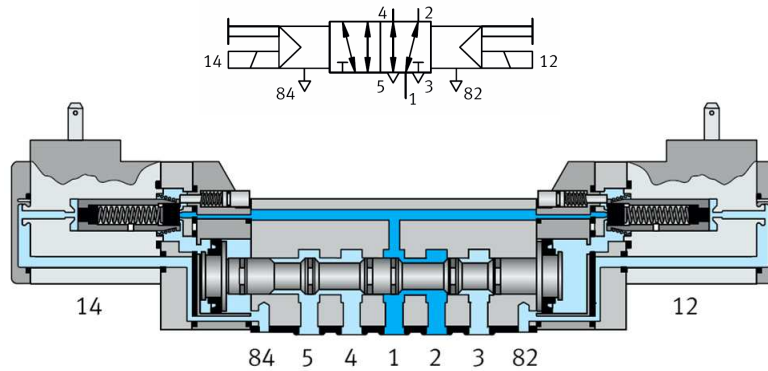
**externe**

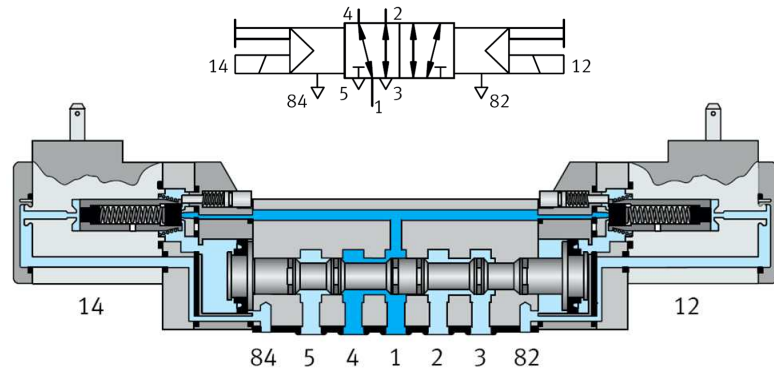
## 19. Constructions

### 19.1. Electrodistributeur 5/2 piloté

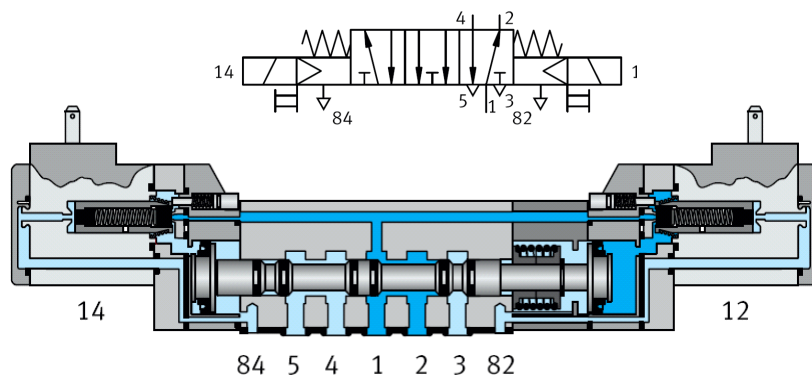
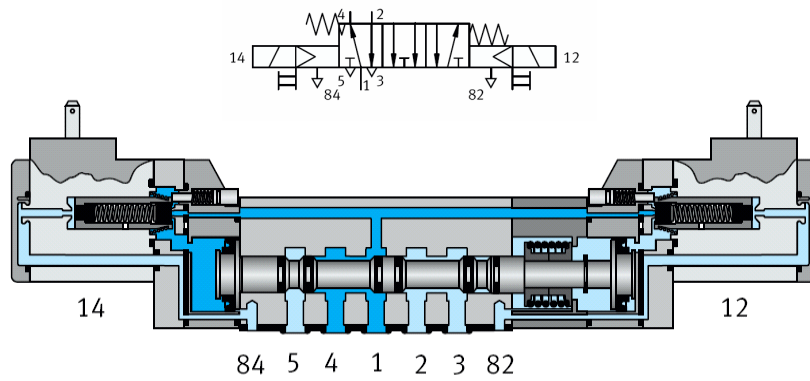
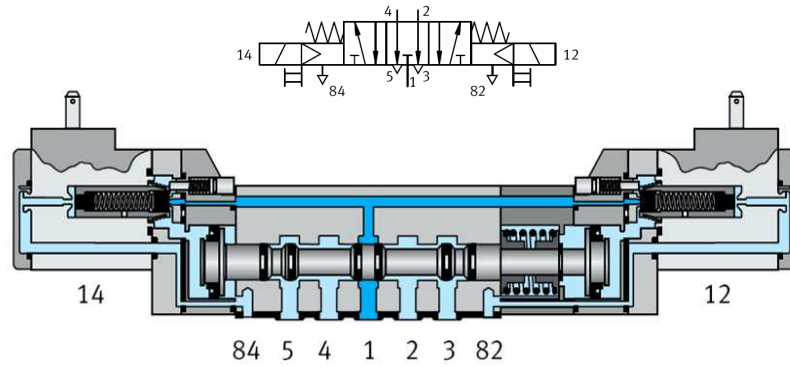


### 19.2. Electrodistributeur à impulsion 5/2 piloté





### 19.3. Electrodistributeur 5/3



## 1. Introduction

- Les vannes de process commandent une grande variété de fluides tels que l'air, l'eau, l'azote, les produits alimentaires, les acides, les alcalins, les carburants, les dissolvants, la vapeur surchauffée, et beaucoup d'autres
- Des vannes sont utilisées pour couper, distribuer ou combiner le flux d'un fluide pour des fonctions de traitement et de sécurité



Les vannes de processus commandent l'écoulement de beaucoup de types de fluide et ceux-ci peuvent être:

- Liquides
- Gazeux (air y compris)
- Vapeurs

Les fluides peuvent être :

- Neutres, (l'eau ou air)
- Agressifs, (acides)
- Chauds ou froids, (vapeur ou froid sec)

## 2. Conditions de fonctionnement

Des vannes peuvent être exigées pour fonctionner dans :

- Unités de réfrigération de sous-marin
- La chaleur du désert
- Environnements fortement explosif, par exemple un moulin à farine
- Zones radioactives d'industrie nucléaire

Pour supporter cet éventail de types liquides et de conditions environnementales, les vannes peuvent être choisies parmi une variété de conceptions et de caractéristiques :

- Matériau du corps et des joints
- Mode de commande, air ou solénoïde
- Type de solénoïde et niveau de protection

## 3. Vannes 2/2

Les vannes 2/2 ont deux orifices (admission et sortie) et deux positions (ouvert ou fermé)

*Types de commande vanne :*

- Solénoïde direct
- Pilotage par solénoïde sur diaphragme
- Levage par solénoïde et diaphragme
- Levage par solénoïde et piston de siège
- Actionnement par la pression de passage



### 3.1. Vanes 2/2 à usage universel

- Pour la commande des gaz et des liquides corrosifs
- Construction en acier inoxydable
- Ports G1/8 et G1/4
- Orifice 2mm à 6mm
- Pressions de fonctionnement:
  - G1/8 0:30 bar (2mm)  
0:8 bar (3mm)
  - G1/4 0:50 bar (2mm)  
0:20 bar (3mm)  
0:12 bar (4mm)  
0:5 bar (6mm)



### 3.2. Vanne 2/2 commande directe par solénoïde

- Pour les gaz et les liquides agressifs
- Corps en plastique PVDF
- Pression de fonctionnement maximum 1 à barre 7
- L'orifice classe 3 à 8 millimètres
- G1/4 aux ports de G 3/8
- Soufflet de PTFE

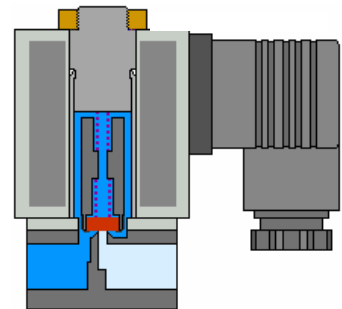


- Corps en acier inoxydable pour l'usage de gaz et de liquides agressifs
- Pression de fonctionnement maximum de 1,5 à 10 bar
- Orifice de taille 5 ou 10mm
- Port classe G1/4 ou G1/2



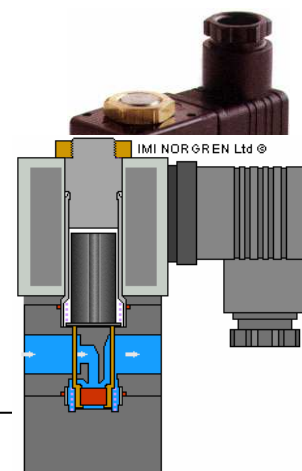
### Fonctionnement

- Vanne 2/2 avec un orifice d'admission et de sortie, deux positions, ouvert ou fermé
- L'activation de l'enroulement soulève le noyau
- Quand l'enroulement est désactivé, le ressort de noyau maintient le joint sur l'orifice (normalement fermé)



### 3.3. 2/2 commande directe par solénoïde

- Pour les gaz et les liquides neutres
- Versions normalement fermées et normalement ouvertes
- Pression maximum de 4 à 50 bar sur l'admission
- Approprié au vide
- L'orifice de 1.5mm à 6mm de diamètre
- C.C des options 24V, C.A. de 24V 110V 230V



- Corps en laiton

### Fonctionnement

Vanne 2/2 avec un orifice d'admission et de sortie, deux positions, ouvert ou fermé  
L'activation de l'enroulement soulève le noyau et ferme la vanne. Quand l'enroulement est désactivé, le ressort de noyau ouvre le passage (normalement ouvert)

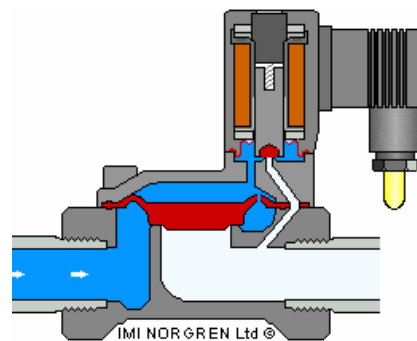
#### 4. Vanne 2/2 a commande indirecte par diaphragme

- Diaphragme actionné par solénoïde pilote
- Port de G1/4 à G 2
- Orifice de 8 millimètres à 50 millimètres
- Fréquemment utilisé pour l'eau, liquides et gaz neutres
- C.C standard ou options 24V, 110V, C.A. 230V



### Fonctionnement

- Solénoïde pilote pour un débit plus élevé
- La pression amont (0.5 barre mini) pousse le diaphragme pour fermer la vanne
- Quand le solénoïde est activé le fluide de fuite ouvre le diaphragme
- Quand le solénoïde n'est plus activé le passage se ferme



#### 4.1. Vanne 2/2 a commande directe

Construction en acier inoxydable pour les gaz et les liquides modérément agressifs

- Port classe G 1/4 : G 1/2
- Pressions de fonctionnement de 1 bar à 10 bar
- C.C standard 24V 12 W ou options. C.A. 24V, 110V, VA 230V 13



#### 4.2. Vanne 2/2 a commande directe par diaphragme

Le solénoïde effectue 2 fonctions: un pilotage et une action directe sur le siège de vanne. Fonctionnera une pression différentielle nulle

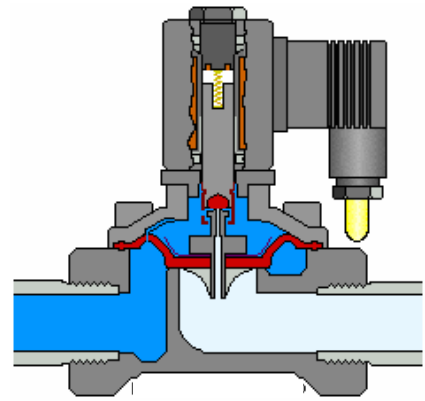
- Port classe G1/4 : G1
- Taille d'orifice 8 à 25 millimètres
- Pression maximum de 8 bar pour le C.C et 16 bar pour les enroulements en C.A.
- Dc standard 18 W. 24V, 110V, 230V





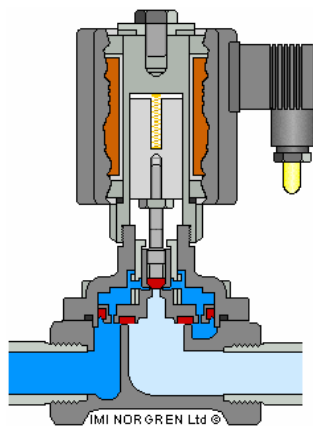
## Fonctionnement

- Conception à deux étages appropriée aux différences de pression nulles
- Quand le noyau se soulève, la soupape de commande est ouverte pour permettre à la pression amont d'ouvrir le diaphragme
- Si la pression amont est très basse, le mouvement continu du noyau soulèvera directement le siège de diaphragme



### 4.3. Vanne 2/2 à commande directe siège piston

- Siège de piston pour des applications abrasives
  - Pour gaz et liquides neutres
  - Orifice de 12mm à 50 mm
  - Pression de fonctionnement de 0 à 25 bar
  - C.C standard 24V 22 W et 40 W en option.
- 
- Construction en acier inoxydable pour les gaz et les liquides modérément agressifs
  - Vanne avec siège de piston
  - Orifice de 10 mm à 50 mm
  - Pression de fonctionnement 0 à 25 bar
  - Alimentation standard



## Fonctionnement

Solénoïde puissant pour le levage et siège de piston prévu pour l'usage intensif. La première étape ouvre l'orifice pilote pour réduire la pression. La deuxième étape aide la pression du liquide à ouvrir le siège principal. Quand la pression différentielle entre l'admission et la sortie est basse, le solénoïde continuera à soulever le piston pour ouvrir la vanne

### 4.4. Vanne 2/2 commande par diaphragme

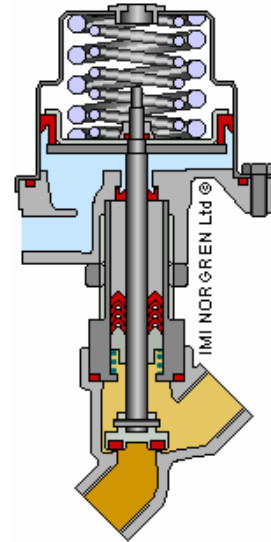
- Pour les gaz et les liquides neutres
- L'arrivée d'air peut être commandé par un distributeur 3/2
- Orifice de 15 mm à 50 mm
- Pression pilote de 3.5 à 8 bar
- Pression de fonctionnement du vide à 90% jusqu'à 16 bar maximum selon la taille





#### 4.5. Vanne 2/2 commande par diaphragme

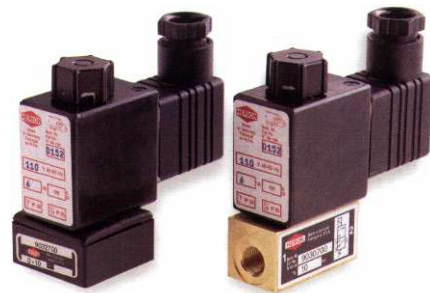
- Les ressorts fournissent une excellente étanchéité en position normalement fermée
- Le signal d'air pilote soulève le siège contre le ressort
- Tailles G1/2 à G2 pour écoulements élevés
- Approprié au vide et jusqu'à 16 bar
- Peut être reliée à distributeur commandé par solénoïde pour produire du signal pilote



- Siège de vanne actionné par diaphragme sous pression
- Pilotage par air, eau, liquide ou huile de 3 à 8 bar
- Pour les gaz et les liquides neutres
- Approprié aux fluides chargés
- Indicateur de position visuel
- Pression de fonctionnement de 0.9 à 6 bar

#### 5. 3/2 commande directe

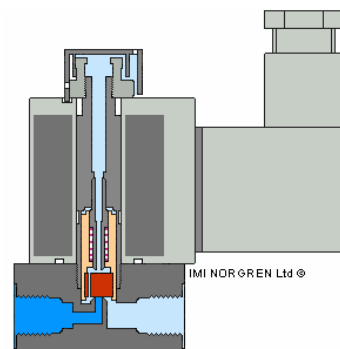
- Le noyau du solénoïde incorpore l'élément de fermeture pour commander directement le fluide
- Approprié aux applications avec petit débit (orifice de 1.6 mm)
- Vide à la barre 10
- Air filtré lubrifié ou non-lubrifié
- Corps en plastique ou en laiton



#### Fonctionnement

La pression est reliée à l'orifice d'entrée de manière permanente. Normalement fermé par la force du ressort du noyau de solénoïde.

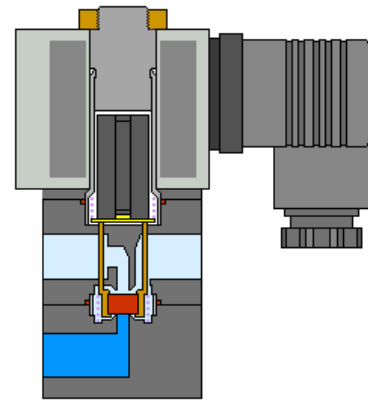
Quand l'enroulement est excité le noyau soulève le double siège pour ouvrir le passage



- Pour les gaz et les liquides neutres
- Versions normalement ouvertes normalement fermées
- Pression maximum de 7 à 18 bar selon la taille d'orifice et la puissance de solénoïde
- Taille d'orifice de 2 à 5mm
- Approprié au vide

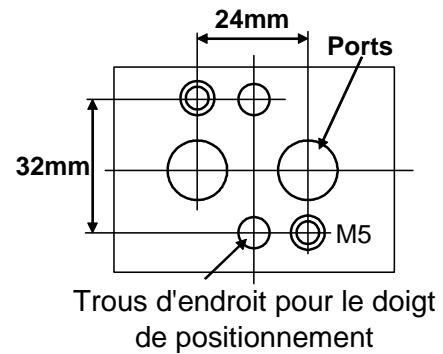
### 5.1. 3/2 action directe par solénoïde

- La pression est reliée à l'orifice d'entrée
- Normalement fermé par la force du ressort du solénoïde, sortie ouverte à l'échappement
- Quand l'enroulement est excité le noyau est soulevé et le passage est ouvert



### 6. Interfaces NAMUR

- Modèle standard d'interface pour les commandes de vanne.
- Permet l'interchangeabilité des vannes et des commandes
- Conçu par le comité de NAMUR formé par les fabricants de vannes et de commandes



### 7. Robinets industriels

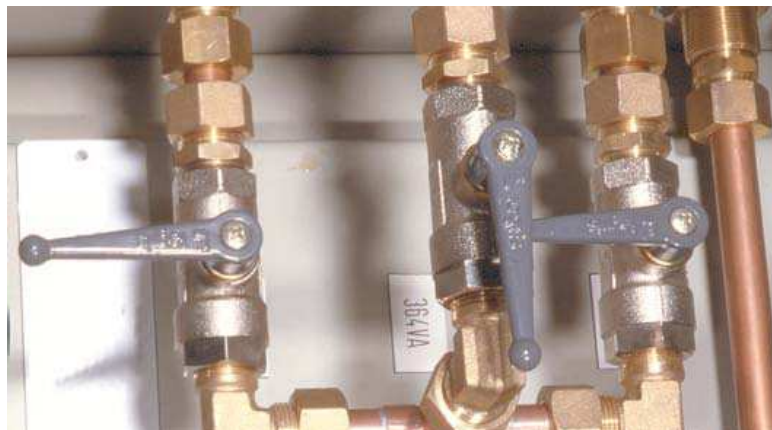
Les robinets industriels sont en général des robinets à tournant sphérique : la partie active qui réalise l'interruption du circuit est une sphère parfaite.

L'ouverture ou la fermeture sont obtenues par simple manœuvre de la manette au "quart de tour", pour les robinets deux voies, ou au "demi-tour" pour les trois voies

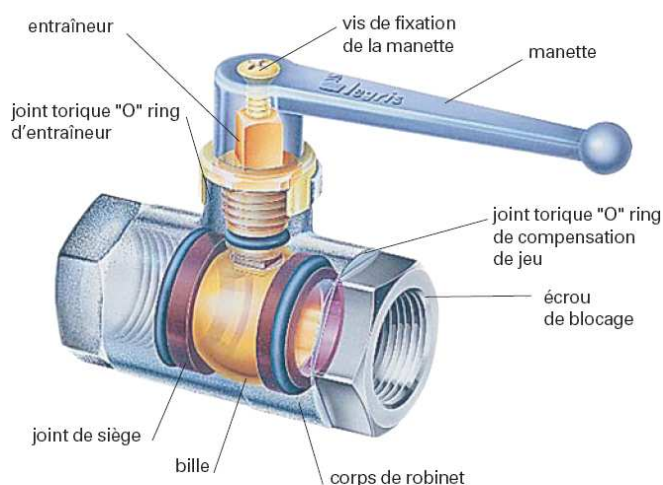
#### **Fonctionnement :**

Le robinet à tournant sphérique est un robinet de barrage ; quand on le ferme, la bille oscillante est tout naturellement plaquée par la pression sur les joints côté sortie.

Lorsque la pression augmente, l'étanchéité reste donc absolue. Seule limite : la résistance des matériaux employés ; au-delà, on constaterait une altération des joints et une déformation du corps.



- la bille ou tournant sphérique : oscillante et équilibrée, elle est épousée de chaque côté par un joint de siège ; l'auto-étanchéité du circuit dans le robinet est assurée par deux joints de compensation de jeu.
- l'entraîneur : il se termine par un carré pénétrant dans la bille. L'étanchéité de ce montage est assurée par un joint torique, dit joint O-ring d'entraîneur.



Pour répondre aux impératifs des industries, 3 séries complètent la série universelle :

- série légère, pour applications nécessitant une faible pression
- série FPM, (fluoropolymère) pour applications courantes à pression maximale limitée
- série acier inoxydable, pour fluides corrosifs et ambiances agressives

### 7.1. Série légère

Les robinets série légère permettent de véhiculer de nombreux fluides et s'adaptent à de nombreuses applications courantes à des pressions et températures peu élevées.

Leurs constituants sont les mêmes que ceux de la série universelle.



### 7.2. Robinets série fluoropolymère droits

Les robinets série fluoropolymère, équipés de joints en PTFE, sont compatibles avec de nombreux fluides et permettent de répondre ainsi à de nombreuses applications courantes.

Plein passage, ils présentent un excellent rapport performances/prix.



### 7.3. Robinets verrouillables par cadenas

Pour prévenir les conséquences dangereuses de manœuvres intempestives ou irréfléchies, il existe une gamme de robinets verrouillables.

Grâce aux différentes positions de verrouillage qu'elle propose, cette gamme permet de respecter les réglementations relatives à la sécurité.

Sur chaque robinet, 2 plaques superposées permettent le verrouillage.

- la plaque supérieure, mobile, se déplace en même temps que la manette et la bille.
- la plaque inférieure, fixe, est solidaire du corps.

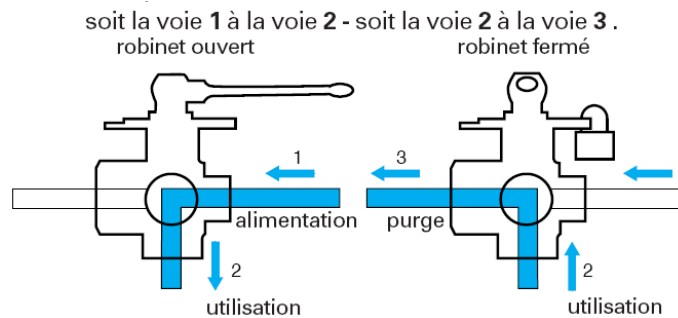
Selon le modèle, le verrouillage se fait :

- soit en position ouverte et fermée, par 1 seul cadenas
- soit en position fermée seule, par 1, 2 ou 3 cadenas ou pince genre "Catu" pour cadenas multiples



#### 7.3.1. voies, percé en équerre à 3 points de verrouillage

Percés en dessous et percés en équerre dans le plan horizontal, ces robinets permettent de relier :



### 7.4. Robinets droits à purge

Dans un certain nombre d'installations, un arrêt de la circulation du fluide et une purge du circuit aval peuvent être nécessaires.

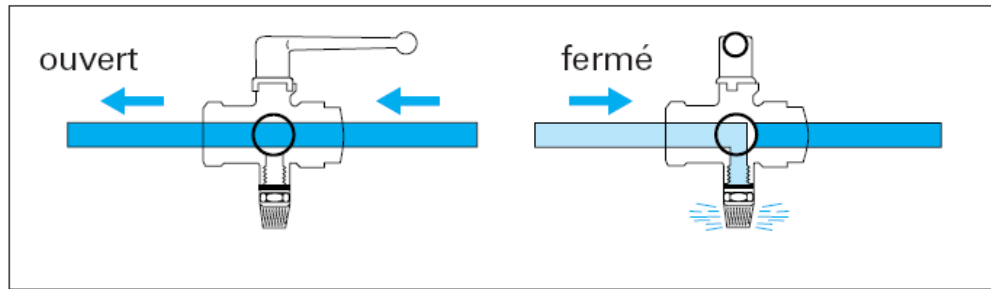
Pour répondre à ce besoin, Legris a conçu une gamme de robinets droits à purge. 2 types sont proposés :

- à purge taraudée, permettant de collecter les échappements.
- à purge libre, utilisable dans tous les cas où il n'y a pas de contraintes particulières.

Pour cette gamme, le sens du fluide est unidirectionnel, repéré par une flèche sur le corps du robinet.



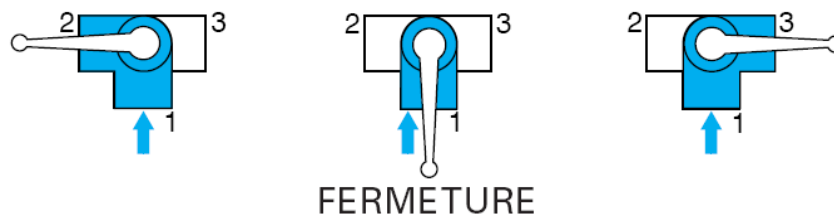
avec silencieux = purge à l'air libre, sans bruit



### 7.5. Robinets 3 voies



pression de service maxi : 20 bar



### 8. Clapets anti retour

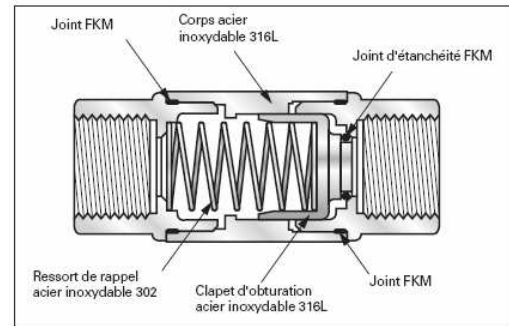
Le clapet anti-retour, assure le passage du fluide dans un sens et bloque le débit dans l'autre sens.

Fiable dans le temps, d'un encombrement réduit, il constitue un élément de sécurité qui s'intègre parfaitement aux circuits tous fluides. Il est parfaitement adapté à une utilisation dans des conditions sévères, dans des environnements soumis à des contraintes mécaniques ou chimiques importantes.



**Fonctionnement:** un clapet en acier inoxydable vient obturer le passage du fluide en s'appuyant sur un siège, lorsque le différentiel de pression est inférieur à 0,25 bar, seuil déterminé par le tarage du ressort interne.

Son implantation se fait à l'aide d'une clé plate à 6 pans, en amont du circuit à protéger.



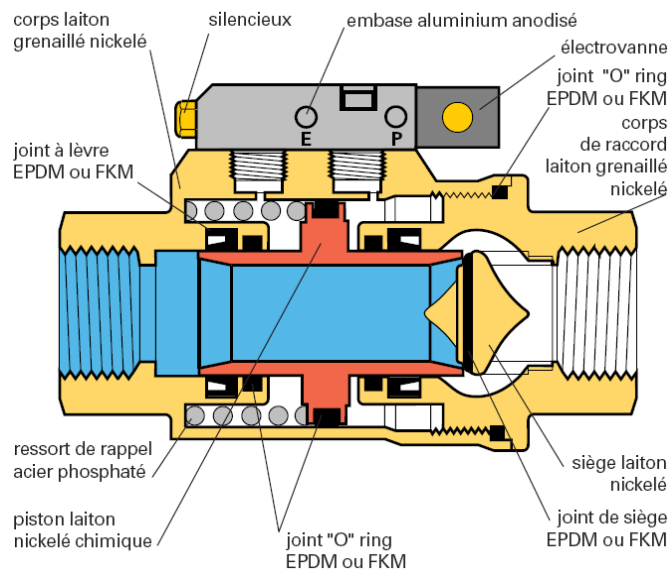
## 9. Vanne axiale pilotée

Conçue pour simplifier les contraintes des actionneurs traditionnels, la vanne axiale Legris assure à elle seule la fonction d'un robinet équipé d'un actionneur : un automatisme pneumatique est, en effet, directement intégré dans la vanne.

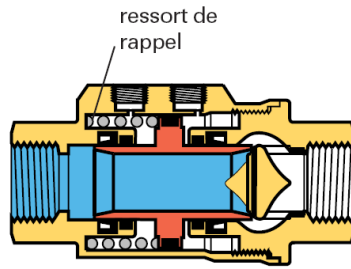
Son fonctionnement est indépendant des pressions amont/aval du fluide véhiculé, ce qui garantit à l'utilisateur une sécurité totale et un choix très simplifié.

La gamme proposée est composée de modèles couvrant de multiples applications avec un fonctionnement adapté :

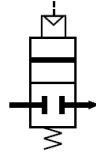
- vanne axiale normalement fermée
- vanne axiale normalement ouverte
- vanne axiale à double effet
- équipée de joints EPDM ou FKM.



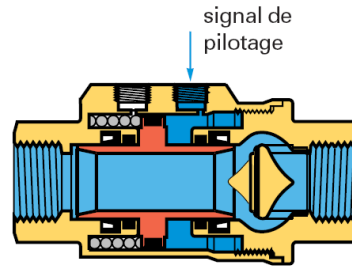
état repos (vanne fermée)



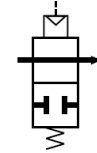
vanne axiale  
normalement  
fermée



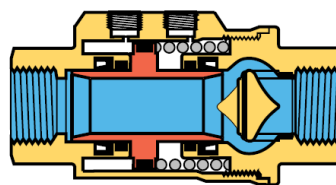
état piloté (vanne ouverte)



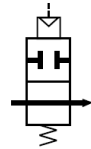
vanne axiale  
normalement  
fermée



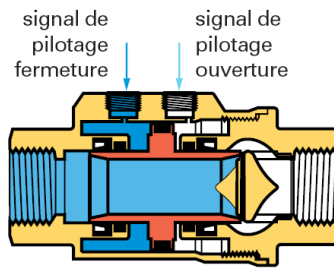
état repos (vanne ouverte)



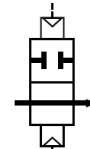
vanne axiale  
normalement  
ouverte



état piloté (vanne fermée)



vanne axiale  
à  
double effet



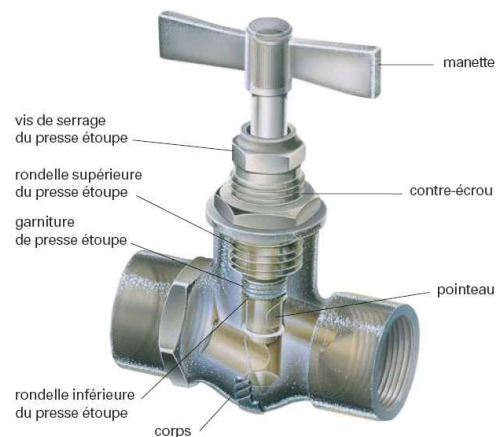
## 10. Robinets à pointeau

Les robinets à pointeau sont destinés aux domaines où la régulation des fluides avec étanchéité parfaite est nécessaire :

- installations d'instrumentation ou de laboratoire
- régulation
- circuits de refroidissement par arrosage sur machines
- contrôle de débits sur divers équipements industriels
- alimentation, purge, vidange sur circuits hydrauliques, d'eau surchauffée, d'air comprimé ...etc.

Compacts, les robinets à pointeau se raccordent facilement à tout instrument ou système, grâce à leurs diverses configurations, types de raccordement et dimensions :

- droits ou en équerre
- filetés, taraudés ou à bicônes
- du passage 4 mm à 10 mm



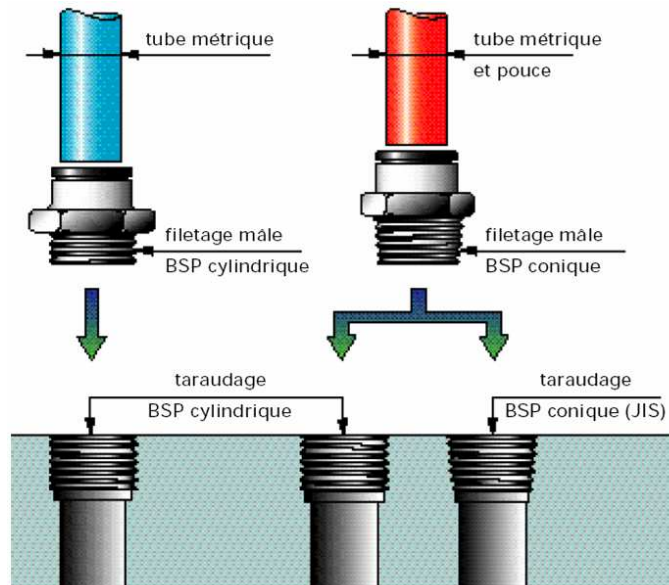




## 1. Filetages BSP

Ces filetages à profil "Gaz" sont de deux types :

- **cylindriques** : ils se montent dans le même taraudage cylindrique. L'étanchéité est assurée par un joint annulaire incorporé (ou par une rondelle joint).
- **coniques** : ils se montent dans le même taraudage cylindrique ou conique. L'étanchéité est assurée par un précoating dans le filet.



### Désignation des filetages

- **BSP cylindrique** : G suivi de la dénomination, selon norme ISO 228-1

Exemple : filetage 1/8 BSP cylindrique → G 1/8

- **BSP conique** : R suivi de la dénomination, selon norme ISO 7-1

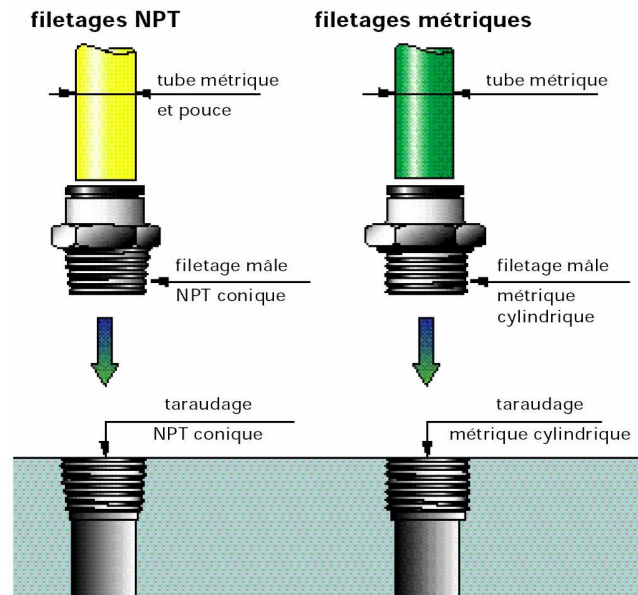
Exemple : filetage 1/8 BSP conique → R 1/8

- **Taraudages intérieurs** :
- **BSP cylindrique** : G suivi de la désignation
- **BSP conique**: Rc suivi de la désignation

## 2. Filetages métriques

Ces filetages à profil ISO sont de type cylindrique.

- Ils se montent dans le même taraudage cylindrique.
- L'étanchéité est assurée par un joint annulaire incorporé (ou par une rondelle-joint).



### **Désignation des filetages**

- M suivi des valeurs du diamètre et du pas en millimètres, séparés par le signe de la multiplication, selon norme ISO 68-1 et ISO 965-1

*Exemple : M 7 x 1 filetages NPT (National Pipe Thread)*

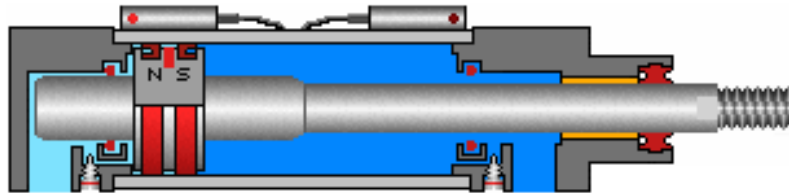
Il s'agit d'un standard américain, de type conique. Ils se montent dans le même taraudage conique. L'étanchéité est assurée par un précoating dans le filet.

## 1. Introduction

- Les systèmes électropneumatiques typiques se composent de :
  - Vérins et distributeurs pour la puissance
  - Capteurs magnétiques et capacitifs pour la détection des mouvements
  - Logique électronique pour la commande
- Les capteurs magnétiques et les capteurs capacitifs sont adaptés sur les vérins pour le contrôle des positions particulières du piston
- Des capteurs de proximité à semi-conducteurs peuvent être utilisés pour remplacer les capteurs de fin de course, pour détecter la position des mécanismes ou d'autres pièces mobiles
- Les commutateurs magnétiques et inductifs sont petits, rapides, faciles à s'adapter et s'ajuster. Ils simplifient l'installation sur la machine

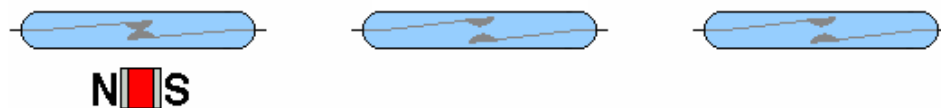
## 2. Pistons magnétiques

- Les pistons magnétiques ont un tore magnétique autour de la circonférence du piston
- La polarité est parallèlement à l'axe du vérin
- Le cylindre est fait de matériel non ferreux
- En plaçant les capteurs magnétiques le long à l'extérieur du cylindre, des signaux peuvent être donnés sur les positions extrêmes et intermédiaires de la course



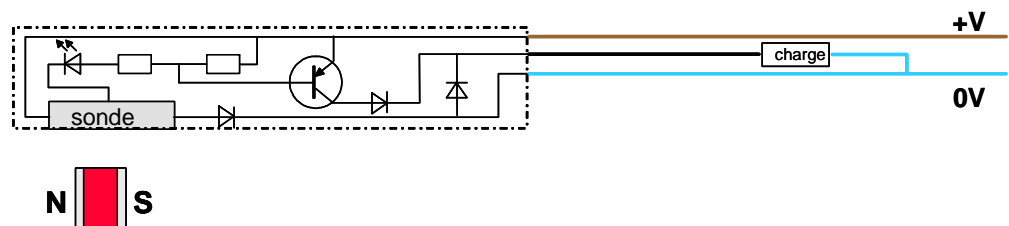
## 3. Principe d'un capteur magnétique

- Un capteur magnétique de base se compose d'un petit tube de verre contenant deux contacts de fer doux normalement ouverts
- Quand un champ magnétique est placé devant les contacts ils se magnétisent
- Les extrémités sont de polarité opposée et se rassemblent



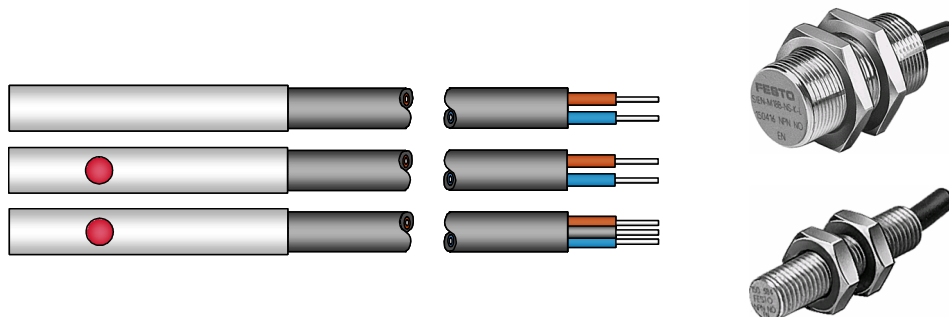
## 4. Principe d'un capteur inductif

- En présence d'un champ magnétique la sonde magnéto-résistante diminue sa résistance. Ceci fait passer le courant à la base du transistor et l'allume
- Le circuit est composé d'une DEL, de diodes de protection de polarité et de diode de suppression pour une charge inductive



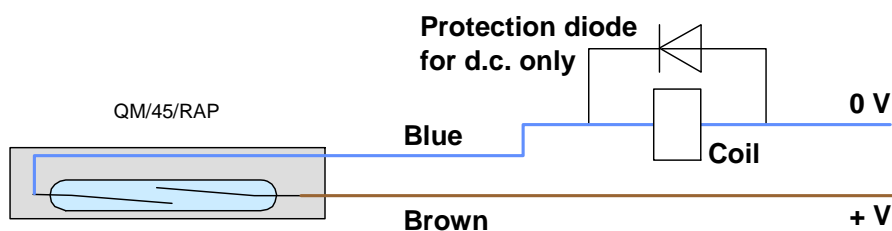
#### 4.1. Capteurs tubulaires et sondes

- Logement cylindrique mince
- Câble de PVC dans des longueurs de 2 ou 5 mètres
- Câble très flexible facultatif en polyuréthane
- Avec ou sans l'indicateur à l.e.d.
- Gamme de quatre commutateurs tubulaires et d'une sonde à semi-conducteurs



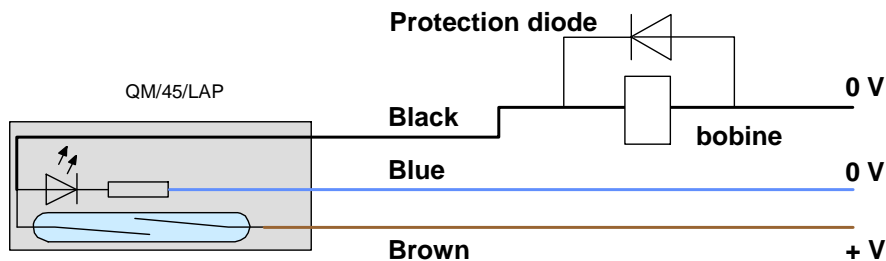
##### 4.1.1. Commutateur tubulaire de base

- Montré relié à un enroulement de relais ou de solénoïde à la suppression de diode pour l'application de C.C
- 10 à 30V a.c./d.c.
- Puissance maximum 10 W de commutation



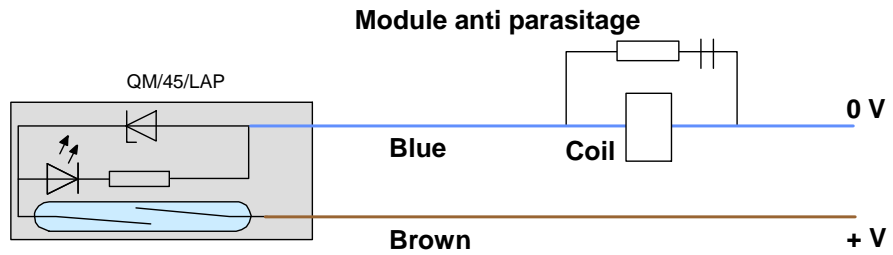
##### 4.1.2. Commutateur tubulaire avec l'indicateur à l.e.d.

- Trois fils raccordant la sonde p.n.p.
- Le courant d'alimentation sur le fil noir à l'enroulement
- La résistance protège l.e.d. contre la tension finie



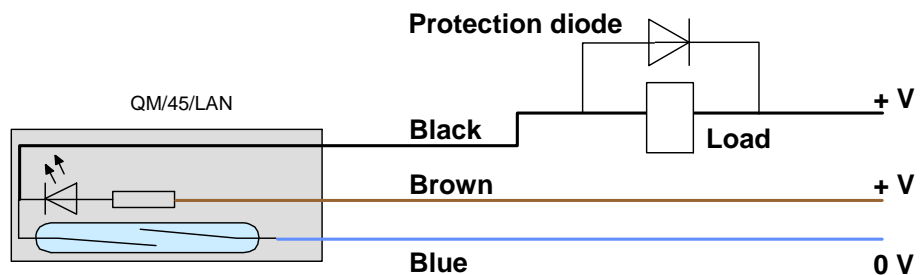
#### 4.2. Passage tubulaire avec l'indicateur de l.e.d. et deux fils seulement

- Le courant source sur le fil noir à l'enroulement
- La diode Zener fournit la petite chute de tension et allume la l.e.d.
- 10V DC pour 240V. maximum de 10 W
- Module antiparasitage: suppression des pics de tension à la commutation.



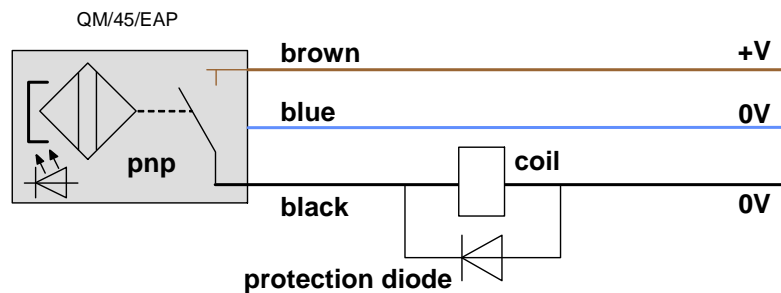
#### 4.3. Commutateur tubulaire avec l'indicateur de l.e.d.

- Trois fils raccordant la sonde de NPN
- Courant sur le fil bleu à 0V
- La résistance protège la DEL contre une surtension

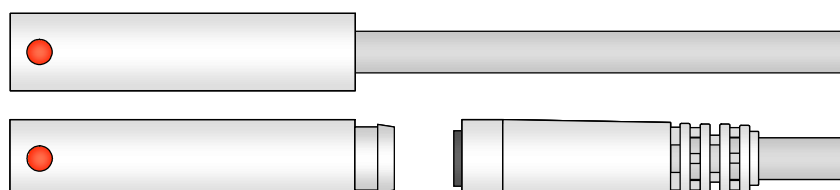


#### 5. Capteurs inductifs

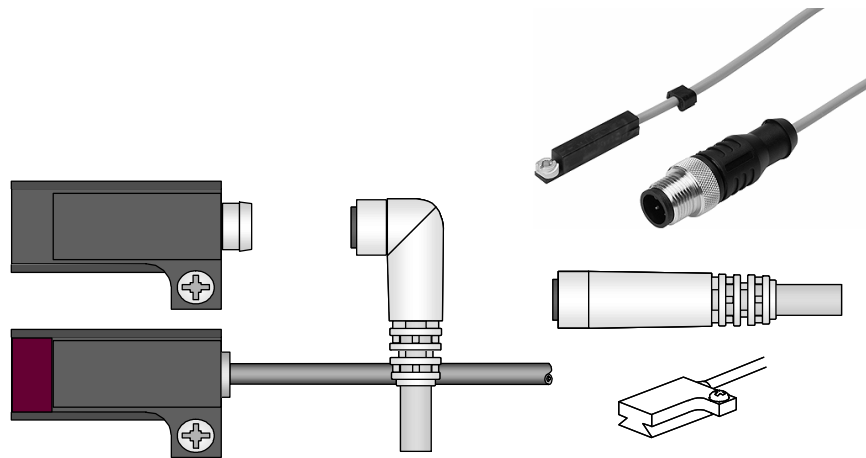
- Champs magnétique à semi-conducteurs PNP.
- Utilisé pour des applications où les niveaux de vibration ne sont pas adaptés pour les capteurs tubulaires
- Élément magnétorésistant
- Indicateur à DEL sur la sonde
- 10 à 30 V d.c. 200mA maximum



- Logement cylindrique relié avec câble fixe ou embrochable
- Facultatif : câble très flexible de polyuréthane ou câble à hautes températures du silicium (150oC)
- Avec ou sans l'indicateur DEL.

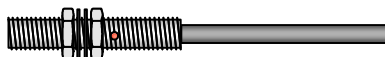
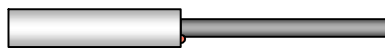
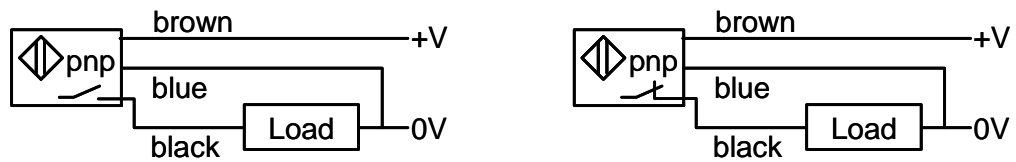


- Profil avec glissière à queue d'aronde pour cylindres rainuré
- Serrage par vis
- Câble fixe ou par connecteur embrochable
- Avec ou sans DEL



## 6. Capteurs de proximité inductifs

- Detecter la présence de métal
- Utilisé comme commutateur de fin de course
- Selon le type:
  - Gamme 0.8 à 5 millimètres
  - Fréquence de commutation 500 à 2000 hertz
  - Avec ou sans DEL
  - C.C de 10 à 30V ou AC 6 à 30 V.
  - Normalement fermé ou normalement ouvert.

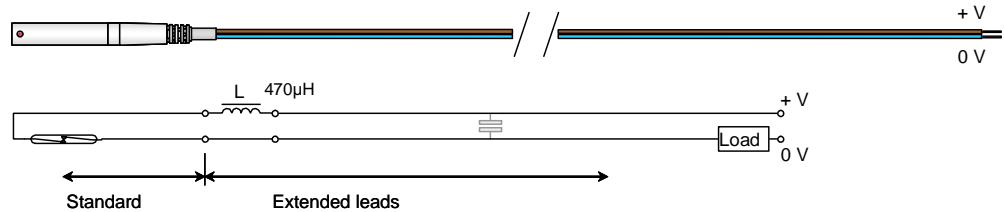


### 6.1. Capacité du câble

- Une trop grande longueur de câble standard devient un long condensateur mince (circuit équivalent)

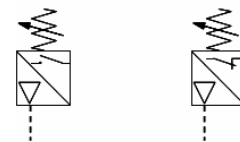
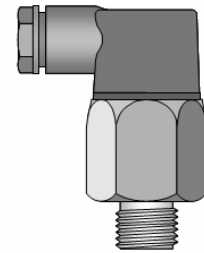


- La fermeture du commutateur court-circuite le condensateur, provoque des surcharges de courant élevées instantanées et endommage les contacts du commutateur
- En adaptant une inductance ( $470 \mu\text{H}$ ) près du commutateur, ceci atténue la montée subite du courant

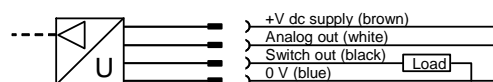
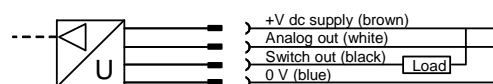
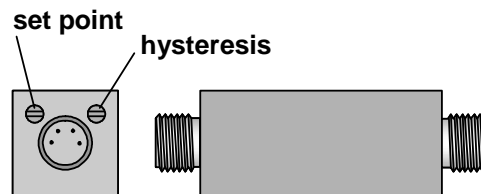


### 7. Vacuostat de vide

- Commutation à un point de réglage de vide
- Réglable entre zéro et 0.8 bar absolu
- Versions normalement ouvert, fermés
- Jusqu'à 250V a.c./d.c.
- Répétabilité + ou - 0.1 bar



- Tension de sortie analogique de 1 à 5V proportionnel au vide
- Hystérésis réglable
- Réglable de zéro absolu à 1bar
- Technologie NPN ou PNP



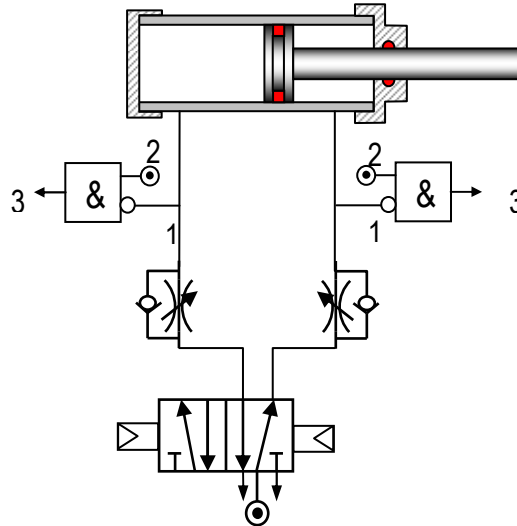
## 8. Détection pneumatique

### 8.1. Détecteur de position cellule capteur

Branché en dérivation entre le vérin et le distributeur elle délivre un signal de sortie lorsque la pression de sortie chute dans les chambres des vérins. (fin de course).

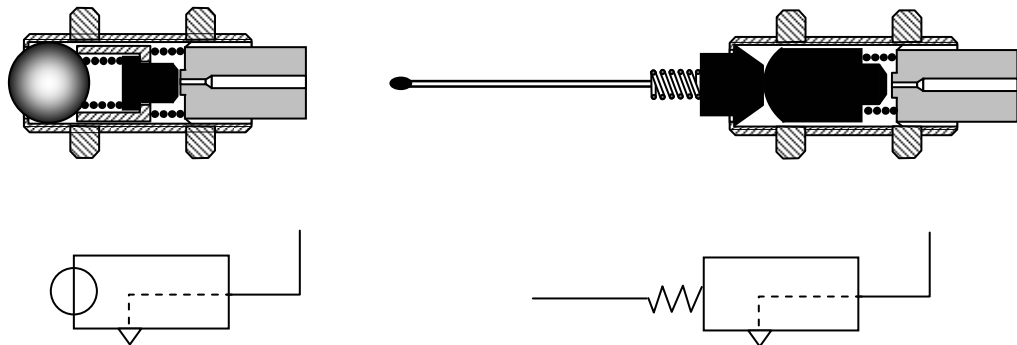
Pour l'emploi correct des capteurs à chute de pression, il est recommandé de limiter la charge pratique des vérins à 60% de l'effort théorique.

Montage

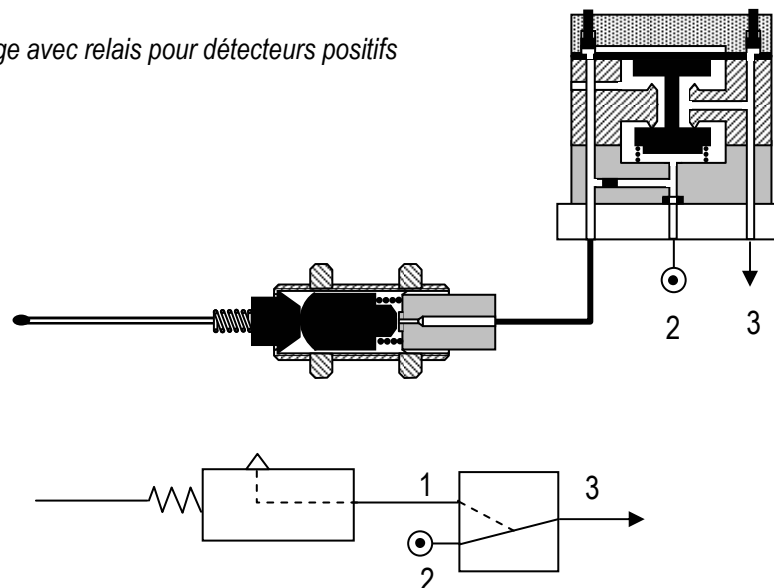


### 8.2. Détecteur de position sensitif

Alimenté à la pression industrielle, le relais délivre une fuite permanente à son orifice d'entrée. L'obturation de cette fuite par un capteur permet l'inversion du relais.

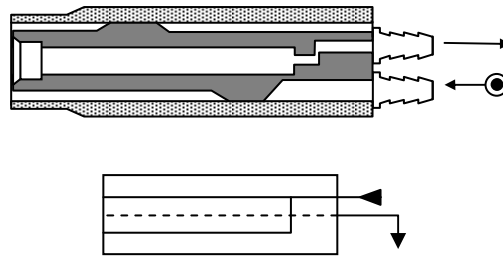


Câblage avec relais pour détecteurs positifs

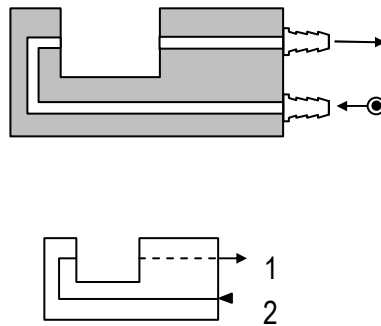




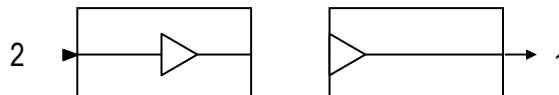
### 8.3. Détecteur de proximité



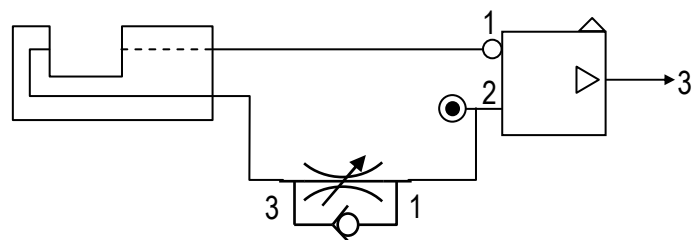
### 8.4. Détecteur de passage



### 8.5. Autre type

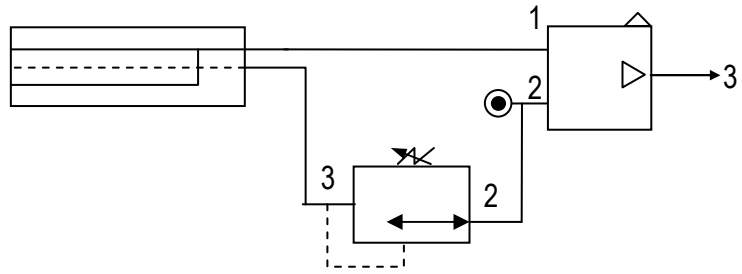


## 9. Câblages

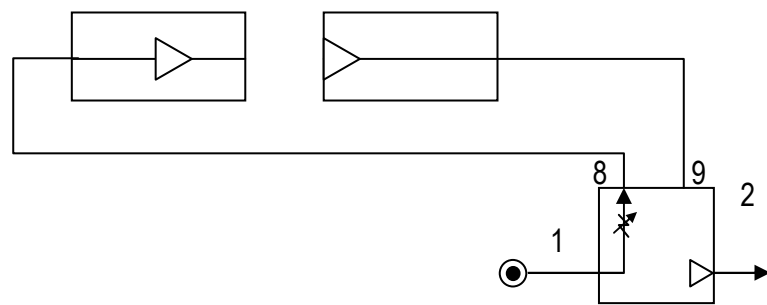


Avec les capteurs de passage, il faut utiliser un amplificateur à sortie négative si on souhaite avoir un signal lors de l'interruption du jet.

Alimentation du détecteur par mini détendeur ou par régulateur de débit unidirectionnel.



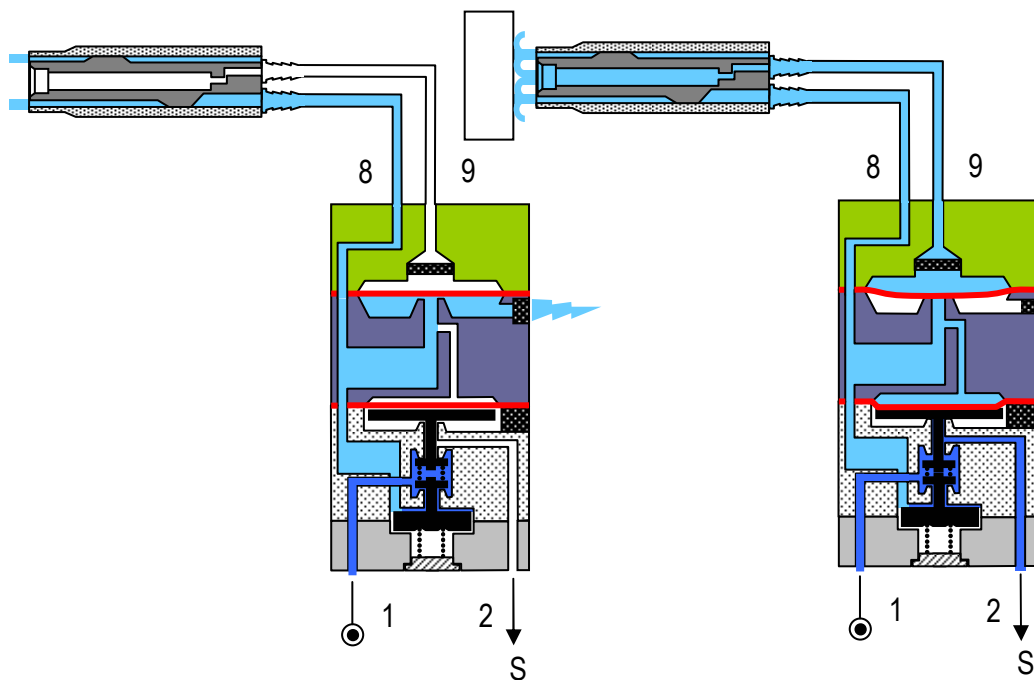
Câblage avec amplificateur avec détendeur intégré.



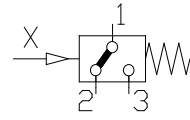
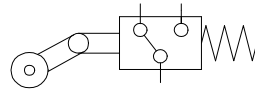
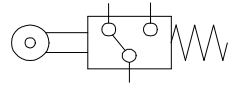
## 10. Amplificateur

État repos

État travail



## 11. Capteurs mécaniques



## 1. Pression proportionnelle

### 1.1. Applications

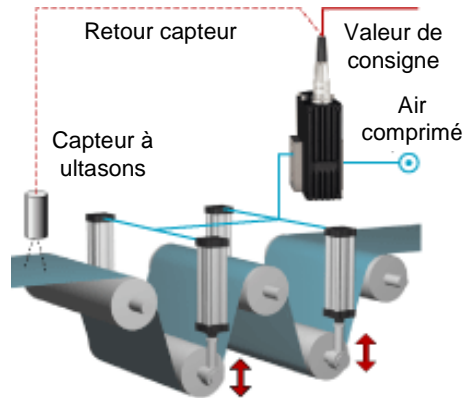
- Freinage pneumatique
- Systèmes de remplissage
- Commande de remplissage de réservoir
- Distribution de fluide
- Boudins pneumatiques
- Essais de fuites



### 1.2. Exemples d'application

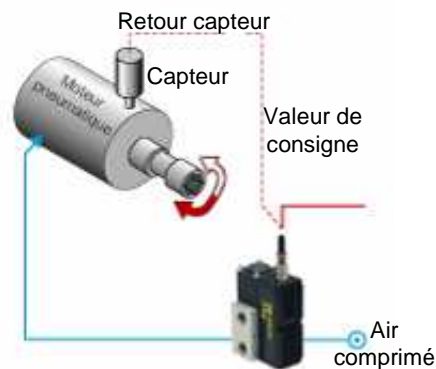
#### **Compensation de longueurs lors de l'enroulement**

Les vérins pilotés par le régulateur de pression proportionnel ajustent la tension du produit à enrouler quelles que soient ses longueurs



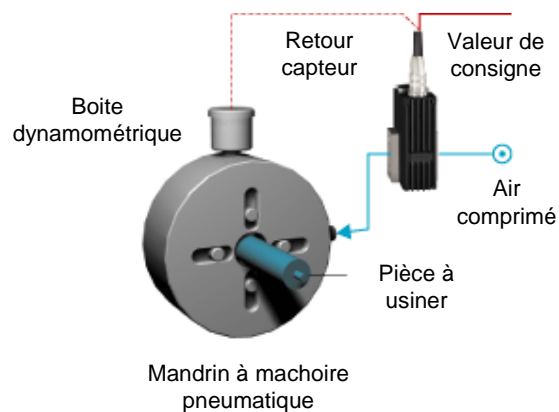
#### **Régulation de la vitesse et du couple**

La vitesse et le couple sont réglés en modifiant la pression de pilotage via le régulateur de pression proportionnel



#### **Régulation de la pression de serrage**

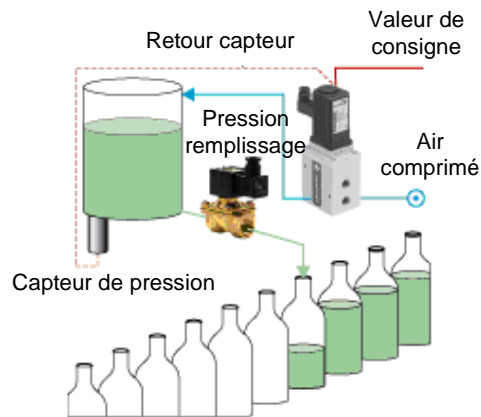
La pression de serrage sur les mandrins de machines-outils est réglée en fonction du matériau de la pièce à usiner (acier, matière synthétique,...).



### **Pression de remplissage**

Le liquide est amené à la vanne à une pression constante indépendamment du niveau de remplissage dans le réservoir de stockage.

Le volume de remplissage reste ainsi égal



## **2. Force proportionnelle**

### **2.1. Applications**

- Soudage par points
- Tension de chaîne
- Soudure par frottement
- Commande de rouleau
- Commande de force linéaire
- Polissage

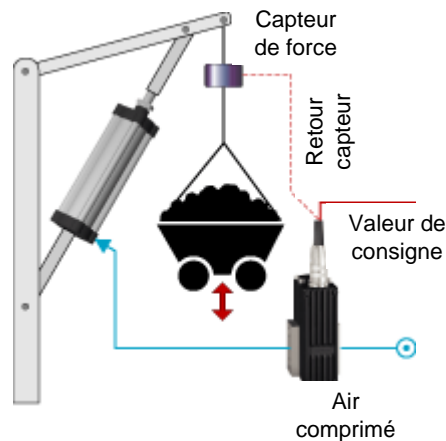


### **2.2. Exemples d'application**

#### **Equilibreur de charges**

La vanne pneumatique proportionnelle ajuste la pression dans le vérin selon la masse.

Des charges lourdes peuvent facilement être levées et abaissées à la main



## **3. Débit Proportionnel**

### **3.1. Applications**

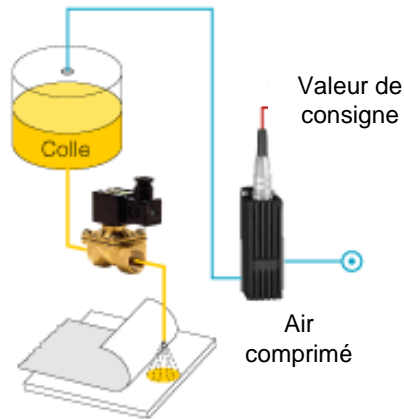
- Peinture par jet
- Systèmes de remplissage
- Distribution de fluide
- Commande de débit de réservoir



### 3.2. Exemples d'application

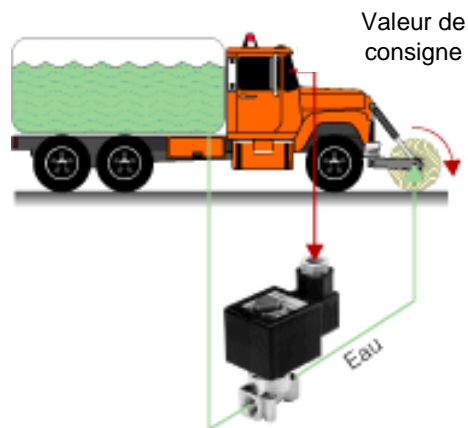
#### Dosage de colle

Le régulateur de pression proportionnel régule la pression en fonction de la valeur de consigne. Le volume de colle appliqué est dosé en conséquence de manière constante..



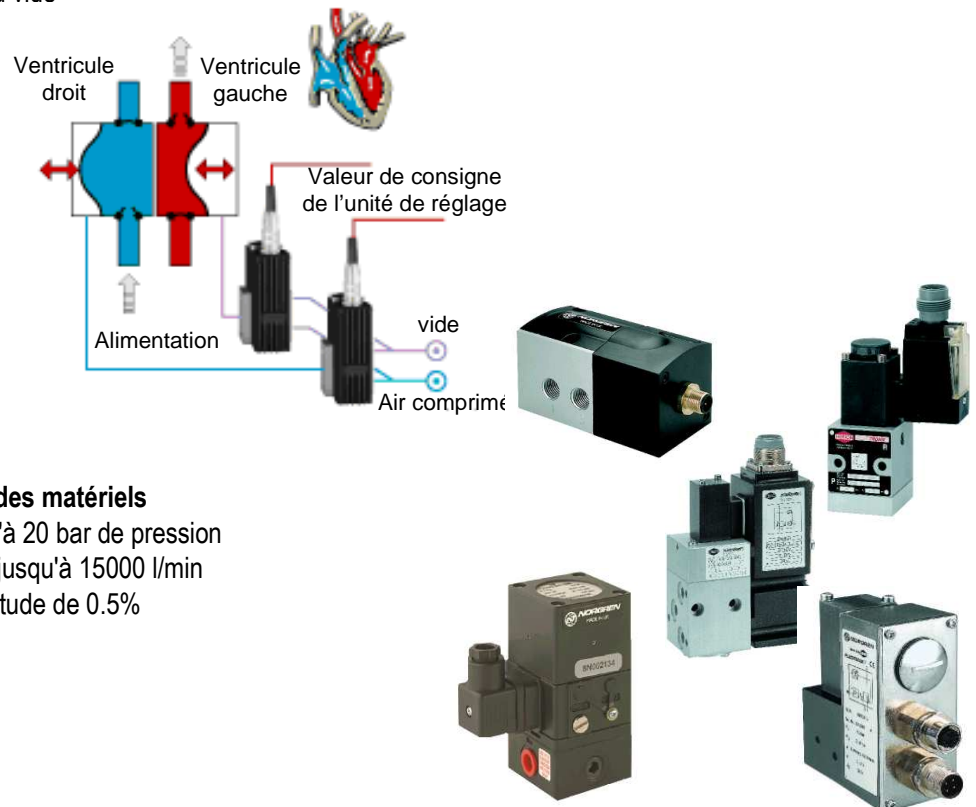
#### Régulation de volume

Une vanne proportionnelle régule en permanence l'alimentation en eau d'une balayuse.



#### Cœur artificiel

Le sang est pompé au travers d'un cœur artificiel en appliquant alternativement de la pression ou du vide

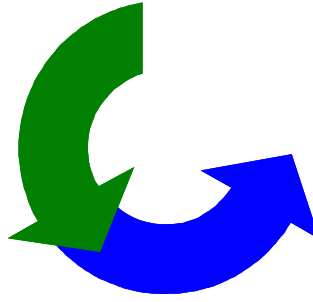


#### 4. Options des matériels

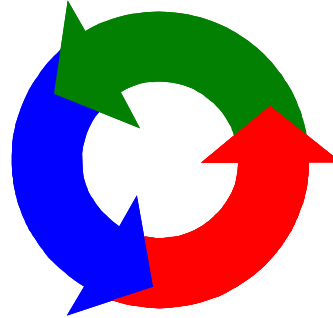
- Jusqu'à 20 bar de pression
- Débit jusqu'à 15000 l/min
- Exactitude de 0.5%

## 5. Type de technologie

### 5.1. Boucle ouverte



### 5.2. Boucle fermée

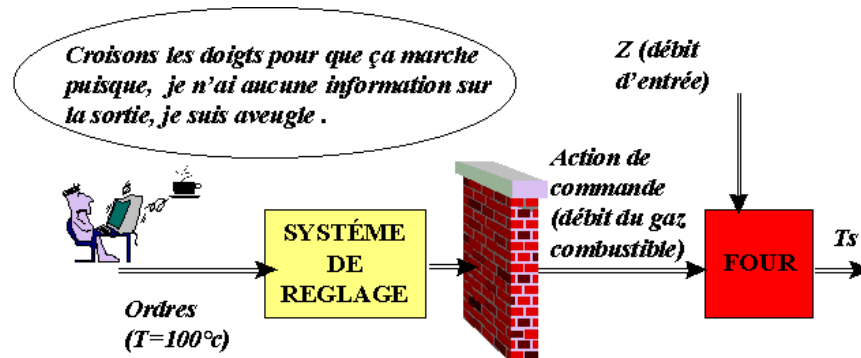


## 6. Commande par boucle ouverte

### 6.1. Principe

Système dont on n'a aucune information sur la grandeur à commander.

*Exemple:* Le réglage de la température du four est assuré par une personne extérieure (de la salle de contrôle), il n'a donc aucune information sur la grandeur à régler



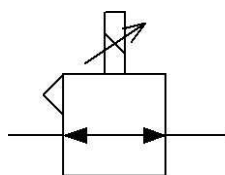
### Avantages et inconvénients :

Système aveugle, pas de correction (insensible aux perturbations) mais rapide et stable

- Conception en électromécanique
- Approprié à beaucoup d'applications

### 6.2. Exemple de composant: VP10

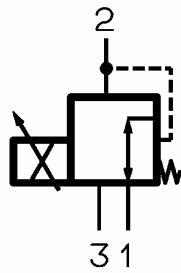
- Régulateur de pression proportionnel
- Linéarités 0.35% ; Hystérésis 0.2%
- Version avec sécurité intégrée



### 6.3. Exemple de composant: VP40

- 
-

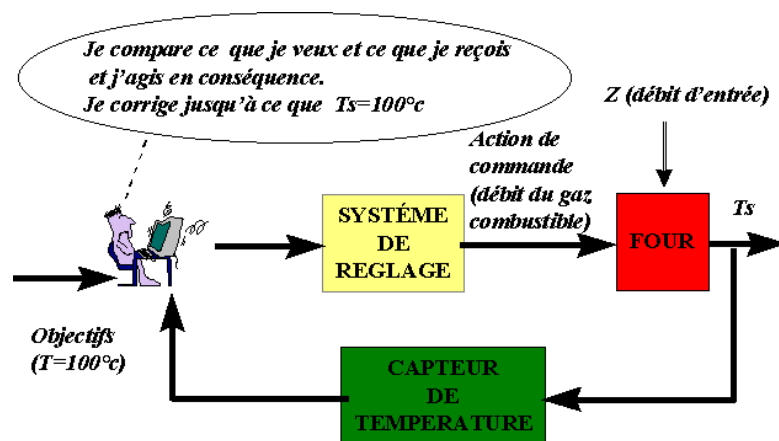
- Régulateur de pression 3 orifices
- Débit et échappement jusqu'à 2000 l/min
- Temps de réponse <60 mms
- Pression jusqu'à 20 bar



## 7. Commande en boucle fermée

### 7.1. Principe

A titre d'exemple, le réglage de la température en agissant sur un organe de réglage (la vanne) en fonction de l'écart entre la valeur désirée et la valeur réelle.



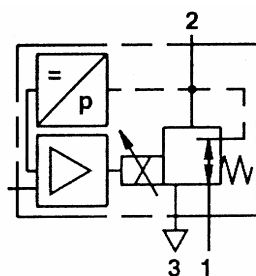
### Avantages et inconvénients :

Système précis, il y a une correction (sensible aux perturbations), pas rapide et peut être instable, ne réagit malheureusement qu'après avoir capté la sortie alors que la perturbation a déjà fait son effet d'où l'idée d'exploiter les avantages d'un système en boucle ouverte qui permet d'anticiper la perturbation.

- Acquisition du signal d'entrée
- Compateur de signal / sortie

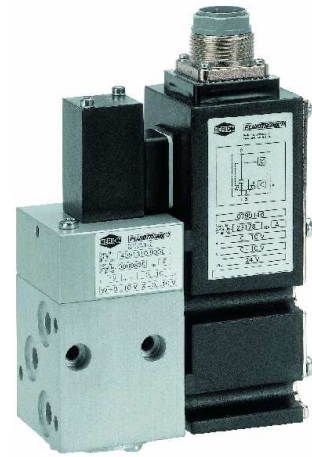
### 7.2. Exemple de composant : VP21

- Régulateur de pression 3 orifices





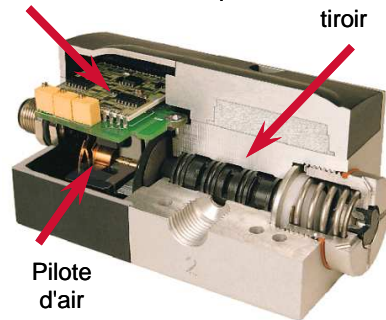
- Débit jusqu'à 15000 l/min
- Pression jusqu'à 16 bar
- Taille taraudage G3/4 "
- Sortie analogique ou numérique



### 8. Exemple de composant : VP50

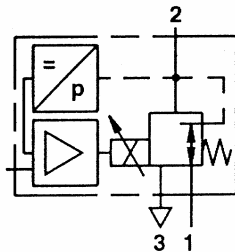
- Tiroir avec retour par ressort
- Pilotage à pression atmosphérique
- Contrôleur électronique comprenant la rétroaction

Contrôleur et capteur à rétroaction électroniques

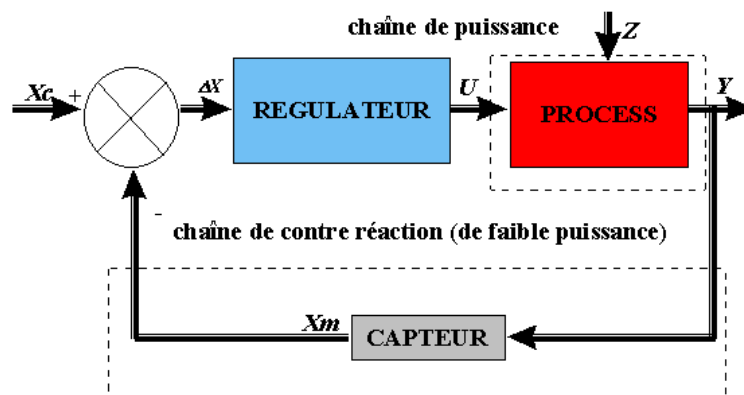


Pilote d'air

- Pression maximum de 10 bar
- Temps de réponse < 0.1 sec
- Débit 1400 l/min
- Signal de retour proportionnel

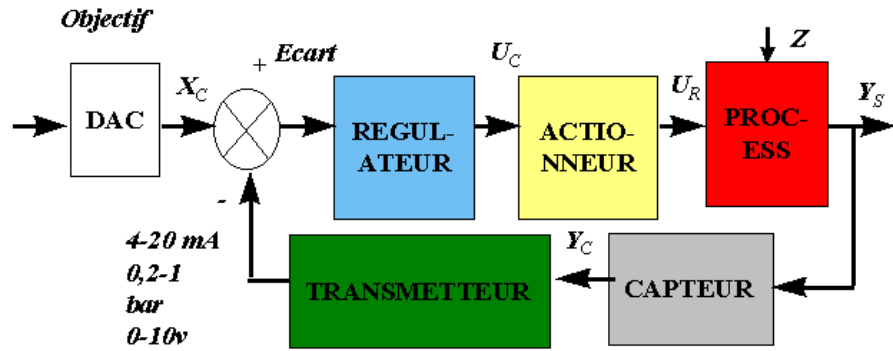


### 9. Schéma fonctionnel d'un Système de Régulation Automatisée

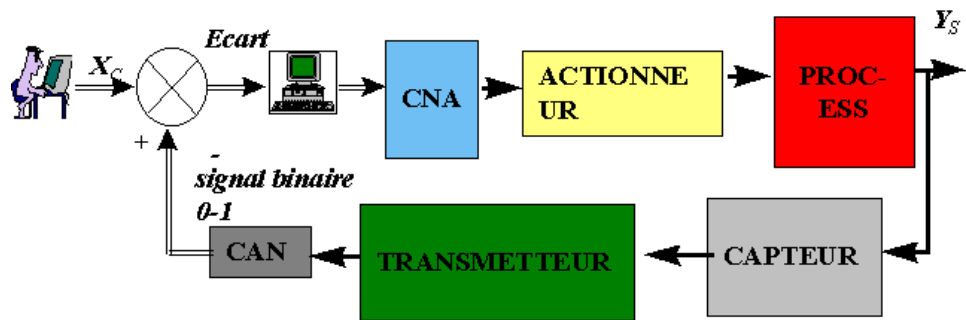


- $X_c$  : Consigne (set value),
- $\Delta X$  : écart de régulation,
- $U$  : signal de commande,
- $Y$  : variable de sortie ou variable à régler ou mesure (measured value)
- $Z$  : perturbation  $X_m$  : grandeur physique à la sortie du capteur

10. Eléments constitutifs d'une boucle de regulation  
 10.1. D'une régulation analogique



10.2. D'une régulation numérique



CNA : convertisseur Numérique Analogique  
 CAN : convertisseur Analogique Numérique  
 On peut trouver aussi :  
 I/P : Convertisseur electro pneumatique  
 P/I : Convertisseur pneumo électrique

## 1. Introduction

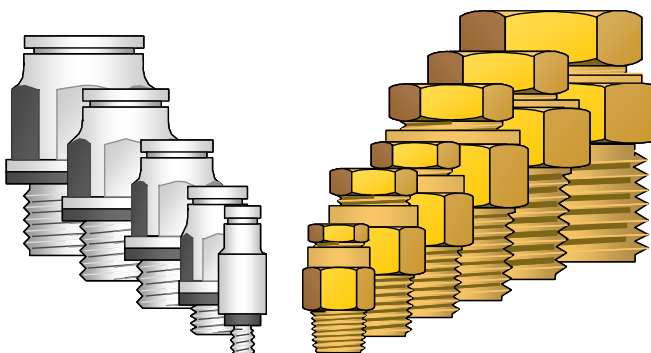
Les raccords relient les composants d'un système pneumatique à une tuyauterie flexible, à un tuyau ou un bloc rigide. Une grande variété de raccords existe pour répondre aux besoins des industries générales et spécifiques

Les variables pour effectuer un choix sont :

- méthodes de raccordement
- taille des filets
- diamètres des tubes
- angles de raccordement
- nombre de raccordements
- matériaux de construction
- applications
- normes industrielles

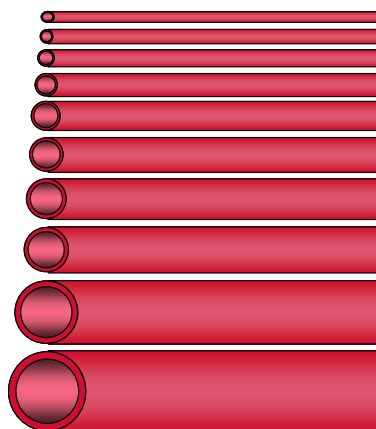
### 1.1. Taille de filets

- Pour la majorité d'applications pneumatiques les raccords seront exigés dans les gammes :
- R 1/8 , R 1/4 , R 3/8 , R 1/2 , R 3/4
- M 5, G 1/8 , G 1/4 , G 3/8 , G 1/2 , G 3/4 , G 1
- NPTF 1/8 , 1/4 , 3/8 , 1/2



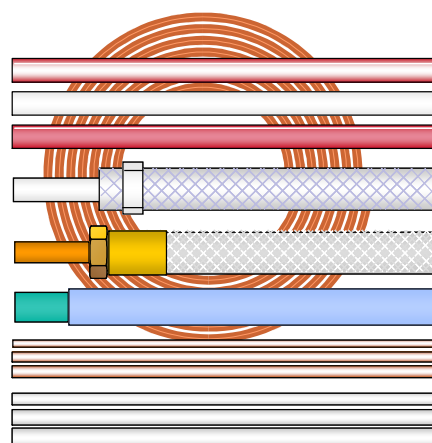
### 1.2. Diamètres des tubes

- Des tailles de tube sont identifiées par leur  $\varnothing_e$  (diamètre extérieur)
- La gamme des dimensions métriques sont: 4, 5, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 22, 28 mm  $\varnothing_{ext}$ .
- La gamme des dimensions en pouces sont; 1/8 , 5/32, 3/16, 1/4, 5/16, 3/8, 1/2, 5/8, 3/4



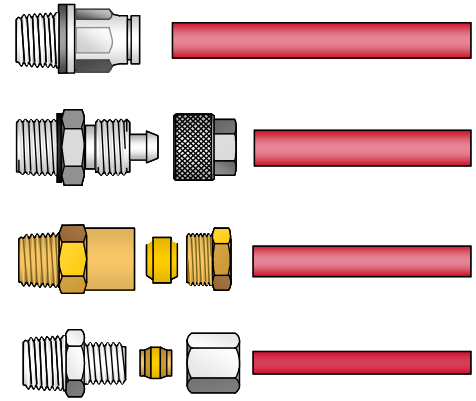
### 1.3. Matériaux des tubes et tuyaux

- Plastiques
  - Polyamide ( Nylon )
  - Nylon, catégorie alimentaire
  - Polyuréthane
  - PVC tressé de Terylene
  - Le caoutchouc avec tresses en métal
  - Tube pour soudure
- Cuivre
  - Recuit
  - Demi-dur standard
  - Demi-dur résistant
- Acier
  - Pour cintrage ou soudure



#### 1.4. Types de raccords pneumatiques

- Raccords instantanés pour tubes
- Raccords rapides, serrage à l'aide d'un écrou moleté
- Raccords avec bicône pour tube plastique ou métal :
  - version taraudée
  - version fileté

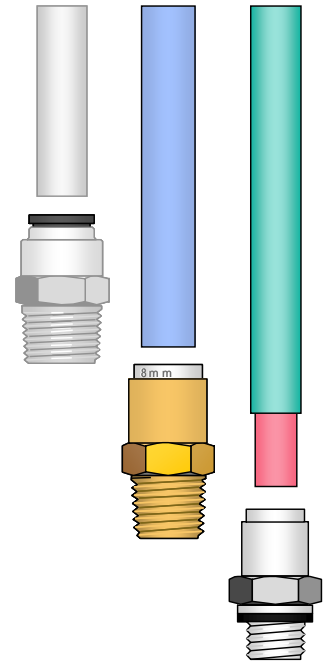


#### 1.5. Raccords pour l'industrie

Raccord en plastique de catégorie hygiénique et alimentaire, conçus pour l'usage dans la distribution de boissons et le secteur de la brasserie.

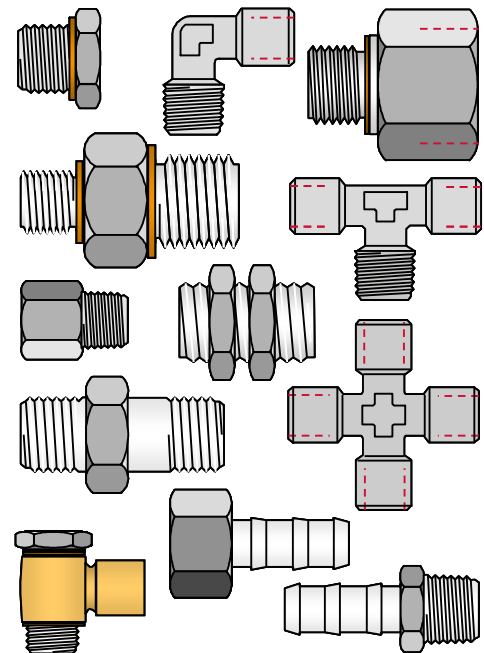
Raccords en laiton, pour les circuits de freinage d'air des véhicules et les systèmes auxiliaires

Raccords en laiton plaqué de nickel pour protéger contre des dommages des éclats de soudure.



#### 1.6. Raccords tout usages

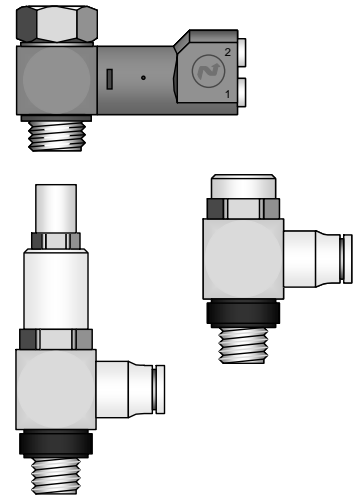
- Filetages droits et coniques
- Construction en laiton plaquée de nickel
  - Adapteurs
  - Connecteurs
  - Réducteurs
  - Extenseurs
  - Cloisons étanches
  - Pièces en T
  - Coudes
  - Raccords union
  - Connecteurs de tuyau
  - Banjos



#### 1.7. Raccords avec fonction

- Capteur pneumatique
  - Détecte la pression coté échappement et envoie un signal quand le vérin est en fin de course

- Bloqueur
  - Activé en supprimant un signal pneumatique pilote pour bloquer l'écoulement d'air
- Réducteur de pression
  - Placé sur le vérin coté entrée ou sortie pour réduire la pression



### 1.8. Normes des filets (Europe)

- Les filets mâles coniques sont conformes à ISO 7.1 filetage BSP (BS 21) et sont indiqués par R 1/8, R 1/4, R 3/8, R 1/2 etc...
- Les filets mâle cylindriques et les filets femelles se conforment à ISO 228 BSPP (BS 2779) et sont indiqués G 1/8, G 1/4, G 3/8, G 1/2 etc...
- Les filets métriques droits sont conformes à ISO R/261 métrique (BS3643) M5x1, M10x1, M12x1.5, etc..

### Orifices

- Les orifices dans les composants tels que les vérins et distributeurs sont droits et se conforment à ISO 228 (BS2779) que ceux-ci sont indiqués G 1/8, G 1/4, G 3/8, etc.
- Les fils métriques droits sont à 261 (BS3643) M5x1, M10x1, M12x1.5, etc.. indiqués.

### 1.9. Normes des filets (Etats-Unis)

#### Raccords

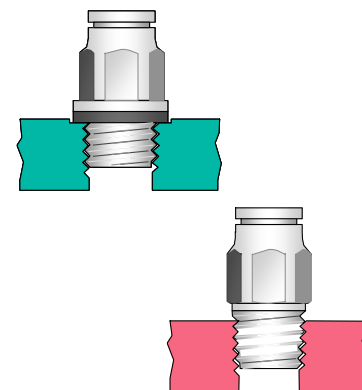
- Les filets mâles sont NPTF "carburant et pétrole standard (américains)
- Le standard TPIS (filets par pouce). Les diamètres les plus utilisés pour le système pneumatique industriel sont 1/8 -27, 1/4 -18, 3/8 -18, 1/2-14, 3/4 -14

#### Orifices

- Les ports dans les composants tels vérins et distributeurs sont NPTF. Le filetage et taraudage sont coniques
- Les taraudages droits NPSF et NPSI permettent également le raccordement avec les raccords mâles coniques NPTF

### 1.10. Etanchéité des filetages

Pour les filetages cylindriques, mettre un joint plat  
 Pour les filetages coniques mettre du téflon en bande ou de la pâte à joint



### 1.11. Gammes de pression d'utilisation

La pression d'utilisation pour la majorité des systèmes pneumatiques est au maximum de 10 bar avec quelques composants pouvant aller jusqu'à 16 bar. La plupart des raccords tiennent au-dessus des pressions ci-dessus. La tuyauterie plastique est limitée en pression et en température de fonctionnement. La tuyauterie en métal a une résistance plus élevée

#### Pression maximum

- Composite 18 bar \*
- Laiton 10 bar
- Soudure 18 bar \*
- Alimentaire 10 bar

\* Limité par le tube en plastique

- Raccord instantané de 9 à 11bar

- Raccords à compression 15 à 28 bar

### 1.12. Températures de fonctionnement

Les températures sont généralement limitées par les parties en plastique et en caoutchouc de l'ajustement ou de la matière du tube.

Pour les températures extrêmes utiliser les raccords à compression et du tube en métal.

Choisir en outre des filetages coniques

Là où des raccords filetés sont serrés avec des rondelles en plastique, la température est limitée de - 40°C à 70°C

- Raccords instantanés
  - Composite -20°C à 70°C
  - Plastique 0°C à 70°C
  - Laiton - 40°C à 100°C
  - Soudage - 30°C à 70°C
- Raccords rapides
  - -18°C à 70°C
- Raccords de compression avec le tube en métal à 10 bar
  - 40 à +100°C
- BSP et tuyau
  - limité par le tube ou le tuyau

### 1.13. Estimation des pression

#### Tube en plastique

$\varnothing_e$ mm	4	5	6	8	10	12	14	16	22	28
bar maximum										
Polyamide (PA)	28	31	25	19	24	18	15	18	15	15
Polyurethane (PU)	10	11	10	9	9	9				

Les valeurs de pression sont pour une température ambiante -40°C à +20°C

Les températures plus élevées °C	30	40	50	60	80
Coefficient d'adaptation de pression	0.83	0.72	0.64	0.57	0.47

#### Tube en cuivre et en acier

$\varnothing_e$ mm	4	5	6	8	10	12	16	22	28
bar maximum									
Cuivre Recuit	128	138	112	81	64	81	59	53	41
Cuivre demi-dur	193	208	218	157	150	122	89	81	62
Acier			300	250	195	160			

Les valeurs de pression sont pour une température ambiante de -40 °C à +50 °C

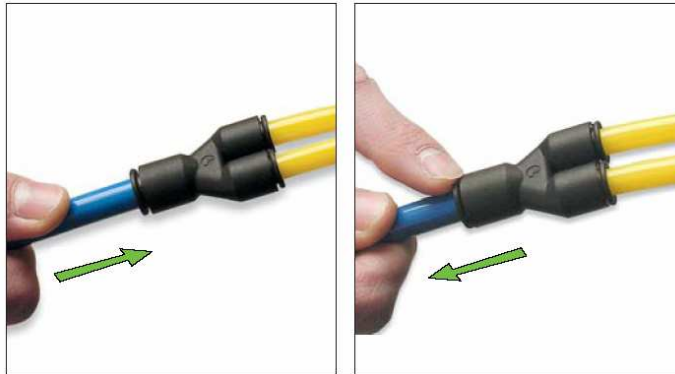
#### Coefficients d'adaptation de pression

°C	100	150	175	200
Recuit	0.97	0.82	0.63	0.43
Demi-dur	0.95	0.88	0.54	0.29

## 2. Raccords instantanés

Connexion et déconnexion instantanées

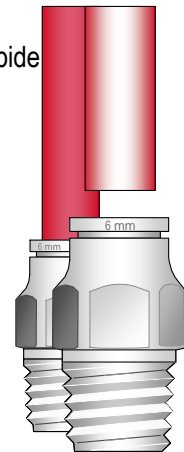
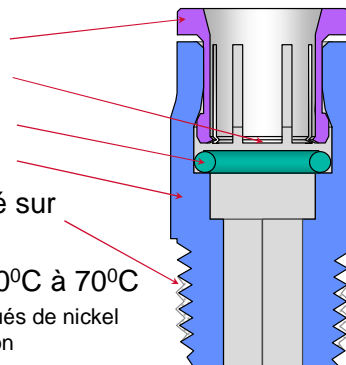
- raccordement et déconnexion immédiats, manuels et sans outil.
- cache-poussoir disponible en couleurs pour identification immédiate des circuits



- Raccords pneumatiques tout usage pour installation ordonnée et rapide
- Utilisé avec tuyauterie en plastique flexible
- Dégagement facile du tube
- Pression de fonctionnement du vide à 18 bar
- Bague marquée pour identification facile de taille de tube

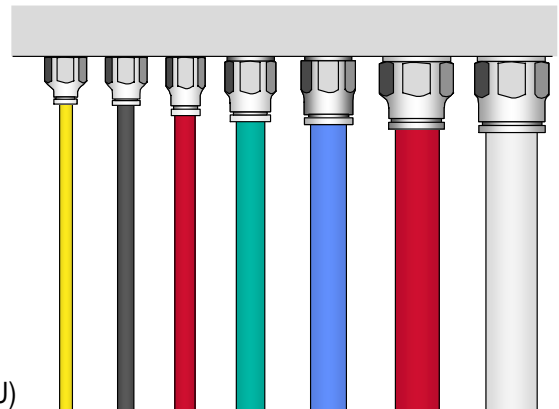
### Description du raccord

- Bague
- Dents de bague
- 'O' Ring
- Corps
- Mastic pré-appliqué sur filetage (PTFE)
- Température de -20°C à 70°C
  - Corps et bague plaqués de nickel résistant à la corrosion
  - Matériaux de construction
    - Corps et bague en laiton
    - Joint en nitrile



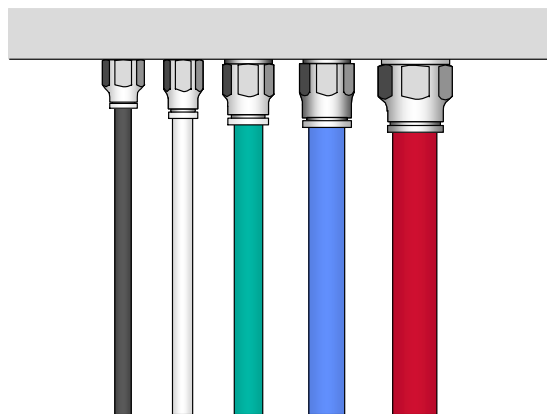
### La gamme de tubes classe métrique

- Diamètre de tube
  - 4 mm Øe
  - 5 mm Øe
  - 6 mm Øe
  - 8 mm Øe
  - 10 mm Øe
  - 12 mm Øe
  - 14 mm Øe
- Types de tuyauterie :
  - Polyamide (PA) Polyurethane (PU)



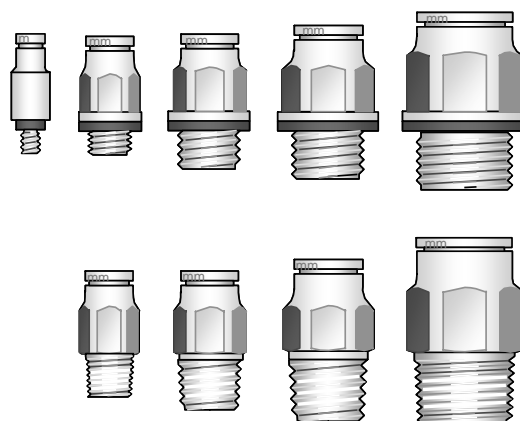
### La gamme de tubes classe pouce

- Tailles de tube  
3/16 pouce Øe  
1/4 pouce Øe  
5/16 pouce Øe  
3/8 pouce Øe  
1/2 pouce Øe
- Types de tuyauterie :
  - Polyamide (PA)
  - Polyurethane (PU)



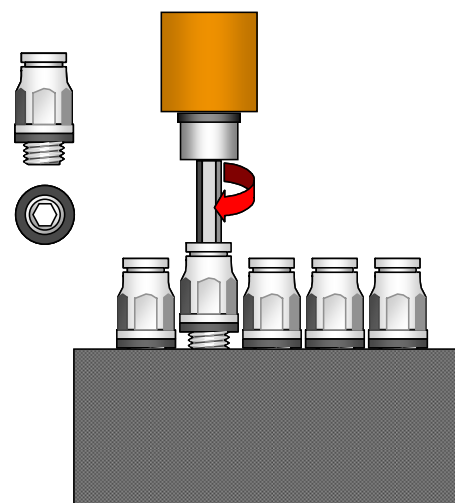
### Gamme de diamètres de filetage

- Tailles filetages cylindriques  
M5  
G 1/8  
G 1/4  
G 3/8  
G 1/2
- Tailles filetages coniques  
R 1/8  
R 1/4  
R 3/8  
R 1/2



### Alésage hexagonal

- L'alésage traversant les adaptateurs sont hexagonaux
- Là tubulure sont fixées étroitement, les clés plates conventionnelles sont peu adaptés
- Les clés à six pans résolvent ce problème



### Préparation du tube

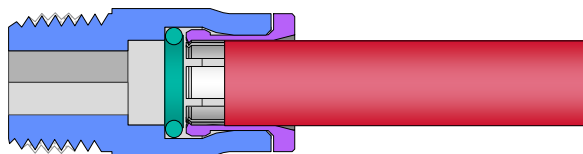
- Utiliser un coupeur de tube standard pour obtenir une extrémité droite
- S'assurer que le bout du tube est libre et net de dommages extérieurs



### Relier le tube

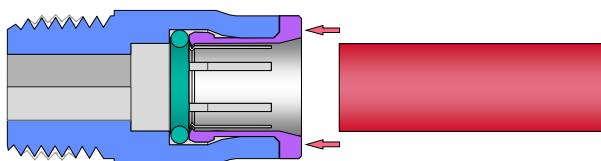


- Pousser le tube dans la collerette
- Continuer de pousser fermement au travers les dents et le joint de bague jusqu'à l'arrêt de tube
- Retirer sur le tube pour renforcer l'action des dents de bague. De la pression peut alors être appliquée

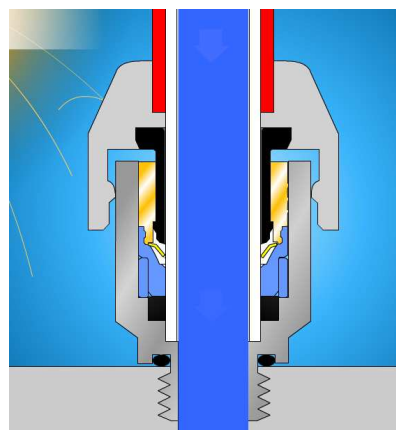
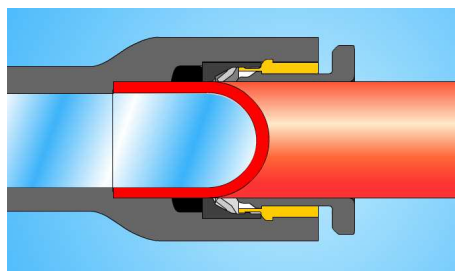


#### **Débrancher le tube**

- Couper la pression
- Pousser le tube et la bague dans la collerette
- Maintenir la collerette et retirer le tube



#### **Autres modèles**



#### **Raccords instantanés en composite**

- Matière: plastique PBT
- Joints: nitrile sans silicone
- Fluide: air comprimé
- Pression: vide à 18 bar
- Température: -20°C à 80°C



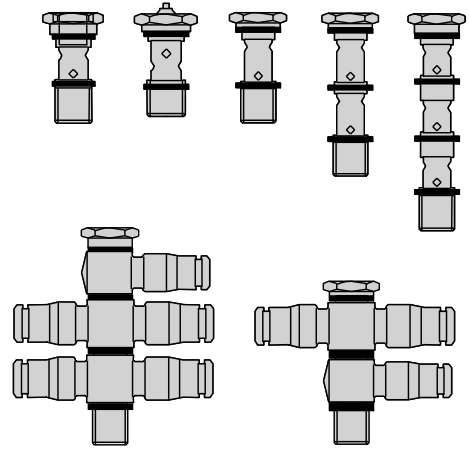
#### **Raccords instantanés en laiton nickelé**

- Matière: laiton nickelé
- Joints: nitrile sans silicone
- Fluide: air comprimé
- Pression: vide à 18 bar
- Température: -20°C à 80°C et à 200°C pour joints en viton



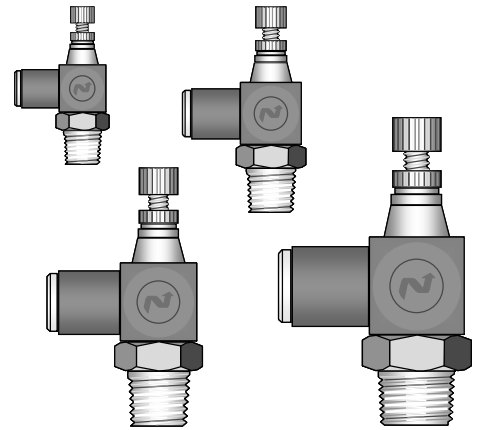
### Connecteurs banjo

- Boulon de banjo avec le port supérieur
- Boulon de banjo avec l'indicateur
- Empilement simple de boulon de banjo
- Empilement de boulon de banjo double
- Empilement triple de boulon de banjo
- L'empilement des boulons de banjo peut être employé avec n'importe quelle combinaison de corps de banjo de coude ou de pièce en T



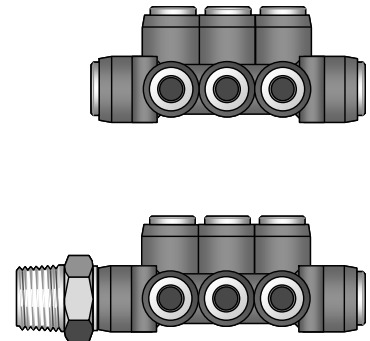
### Régulateurs de débit banjo

- Taille de filets coniques
  - R 1/8
  - R 1/4
  - R 3/8
  - R 1/2
- Tube sizes
  - 4 mm o/d
  - 6 mm o/d
  - 8 mm o/d
  - 10 mm o/d
  - 12 mm o/d



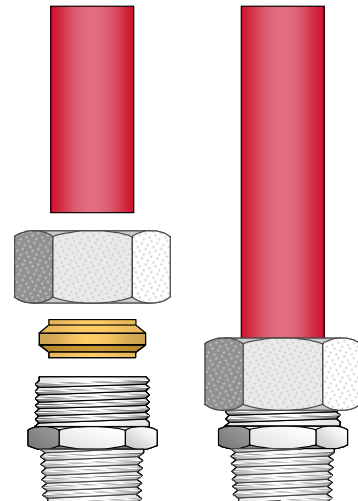
### Nourrices

- Øe d'admission de tube 8 ou 10 mm, à chaque extrémité
- Type admission fileté, avec 8 ou 10 mm de diamètre raccords
- Taille filet le cône
  - R 1/8
  - R 1/4
  - R 3/8
  - R 1/2
- Six sorties chacune
  - 4, 6 ou 8 mm



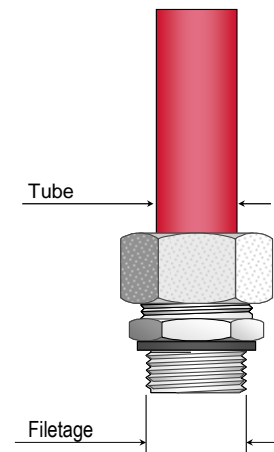
### 3. Raccord de compression Écrou externe

- Solide et durable
- Usage universel
- Éventail de tailles de filets et de tube
- Usage pour eau, air comprimé, produits pétroliers compatibles avec tuyau
- Peut être employé avec tube en plastique ou en métal
- Approprié à des températures de fonctionnement basses et élevées
- Vide et haute pression

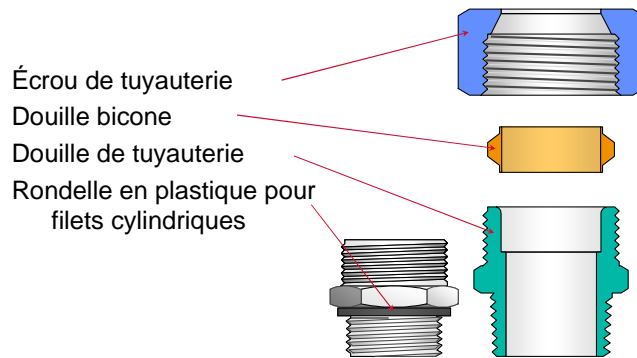


### Tailles de filetage et de tube

- Filets coniques 1/8, R 1/4, R 3/8, R 1/2, R 3/4, R 1
- Filets cylindriques  
G 1/8, G 1/4, G 3/8, G 1/2
- Diamètre intérieur  
4, 6, 8, 10, 12, 14, 15, 16, 18, 22
- Matériaux
  - Corps et écrou en laiton nickelé
  - Douille de tuyauterie en laiton

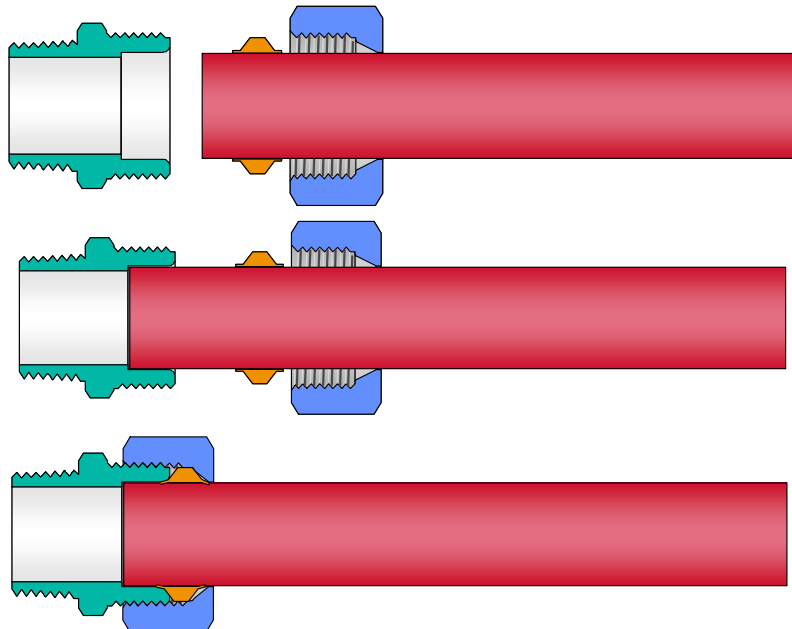


### Détail du raccord



### Assemblage

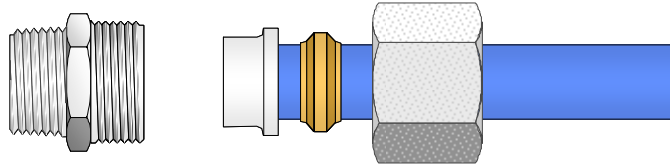
- Placer l'écrou et la douille sur le tube
- Pousser le tube à fond dans le raccord et le maintenir
- Visser l'écrou de tuyauterie assez fort manuellement
- Avec une clé serrer l'écrou de 1/4 à 1/2 tour
- Défaire le joint et vérifier que le bicone est incrusté. Rassembler et serrer un 1/4 tour supplémentaire



### Démontage

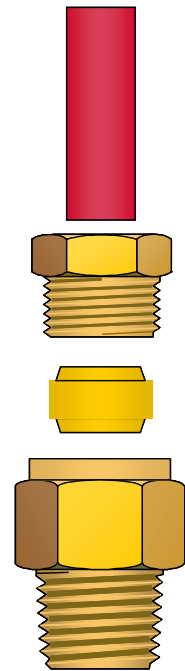
- Couper la pression
- Défaire l'écrou de tuyauterie et retirer le tube
- Le bicone est incrusté de manière permanente au tube
- Le joint peut être fait et refait beaucoup de fois
- Si le tube est coupé pour le raccourcir, un nouveau bicone est exigé, mais l'écrou de tuyauterie peut être réutilisé

### Raccord réduction



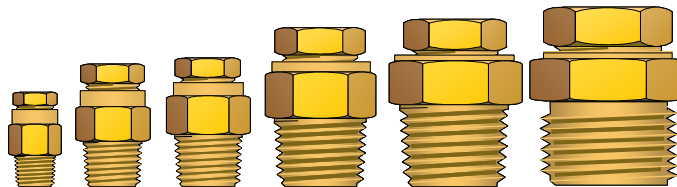
### Raccords de compression en laiton

- Efficace et durable
- Joint ferme en utilisant toute la construction en laiton
- Pour l'usage avec la tuyauterie de plastique et en métal
- Approprié à de basses et températures élevées de fonctionnement
- Vide à la haute pression
- Gamme complète des tailles et des formes
- Application tout usage



### Tailles des filetages

- R 1/8 , R 1/4 , R 3/8 , R 1/2 , R 3/4
- G 1/8 , G 1/4 , G 3/8 , G 1/2 , G 3/4 , G 1
- NPTF 1/8 , 1/4 , 3/8 , 1/2



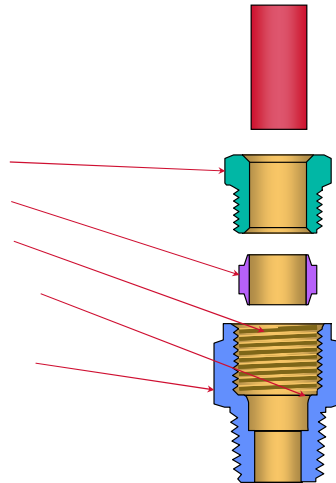
### Tailles de tube

- La gamme métrique: 4, 5, 6, 8, 10, 12, 15, 16, 18, 22, 28 mm Øe
- La gamme en pouce 1/8 , 5/32, 3/16, 1/4, 5/16, 3/8, 1/2, 5/8, 3/4 Øe



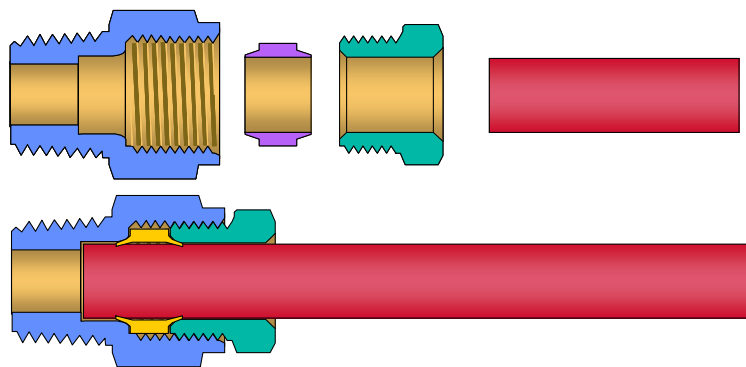
#### 4. Raccord douille fileée

Écrou de tuyauterie  
 Douille bicône  
 taraudage  
 Profil usiné pour recevoir  
 l'extrémité du bicône  
 Corps



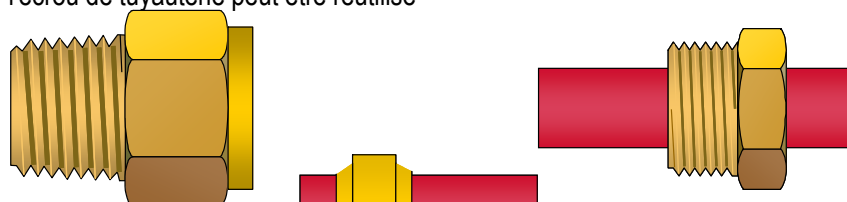
#### Assemblage du raccord

- Placer l'écrou et la douille sur le tube
- Pousser le tube à fond et le tenir
- Visser l'écrou de tuyauterie à la main fortement
- Avec une clé serrer l'écrou par 1 à 3 tours
- Tirer dessus et resserrer encore un peu



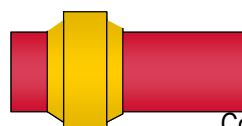
#### Démontage

- Couper la pression
- Défaire l'écrou de tuyauterie et retirer le tube
- Le bicone est incrusté de manière permanente au tube
- Le joint peut être fait et refait beaucoup de fois
- Si le tube est coupé pour le raccourcir, un nouveau bicone est exigé, mais l'écrou de tuyauterie peut être réutilisé

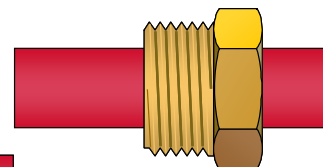


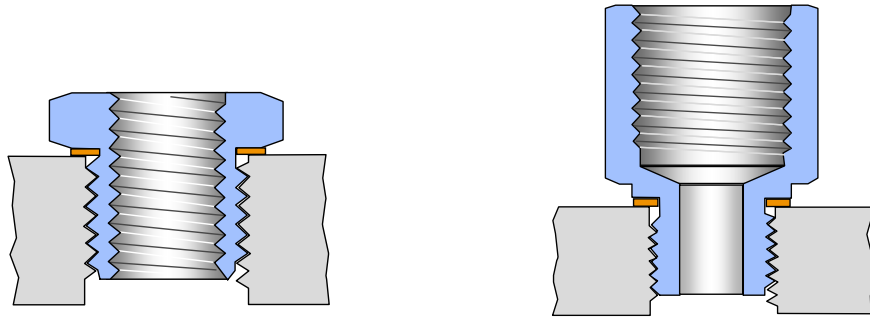
#### Connecteurs

- Connecteur réducteur



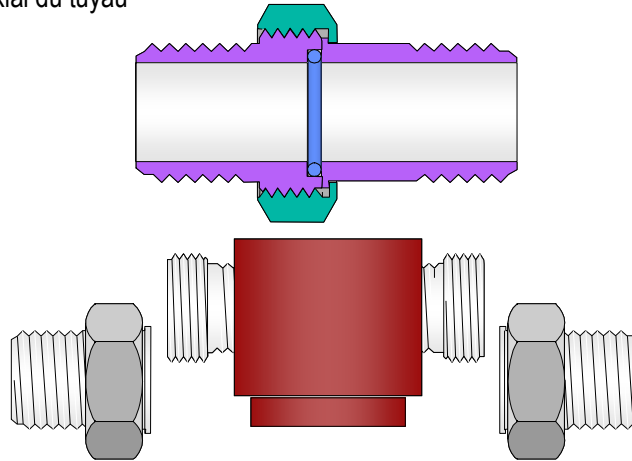
- Connecteur multiplicateur





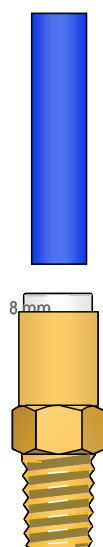
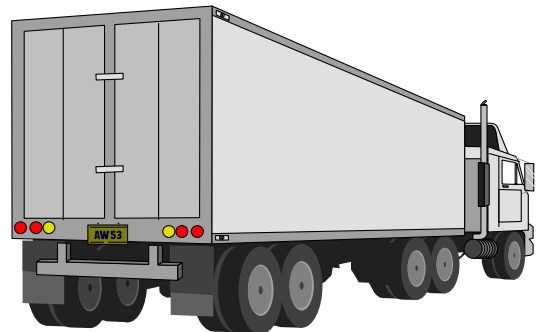
**Raccord union**

Pour les composants qui peuvent être enlevés et installés dans la canalisation sans mouvement axial du tuyau

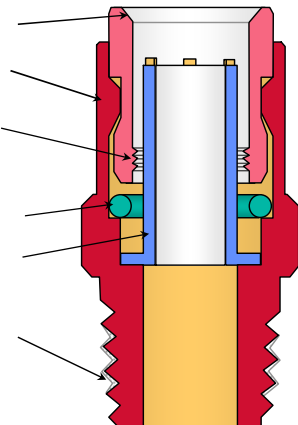


**5. Raccords instantanés pour véhicules**

- Circuits de freinage d'air
- Systèmes auxiliaires

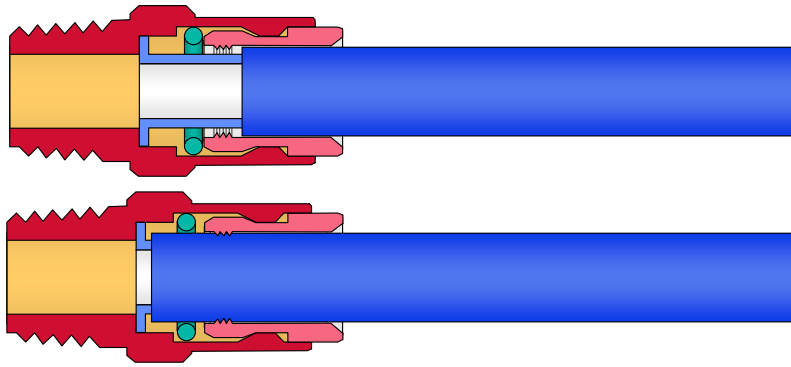


- Chanfrein pour enfichage facile
- Corps usiné intérieurement
- Bague avec les dents multiples pour haute adhérence sur le tube
- Joint torique
- Appui de tube pour le maintenir fermement.
- Mastic sur filet pour versions de NPTF



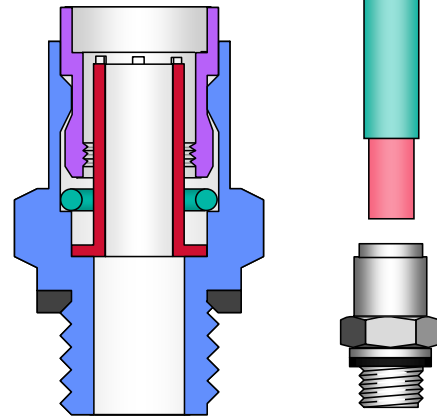
### Mise en place du tube

- Pousser fermement le tube dans la bague jusqu'à contre l'appui de tube,
- Tirer sur le tube pour accentuer la pénétration des dents de la bague
- La pression peut alors être appliquée



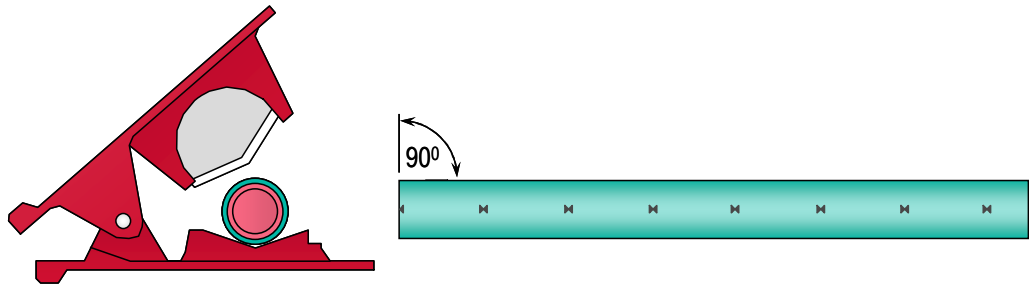
### 6. Raccords tubes renforcés

- Pour l'usage dans des atmosphères avec étincelles.
- Nickel plaqué résistant à la corrosion
- Tailles G1/8, G1/4, G3/8, G1/2
- Tube intérieur 6, 8, 10, 12mm
- Pour l'air comprimé ou l'eau

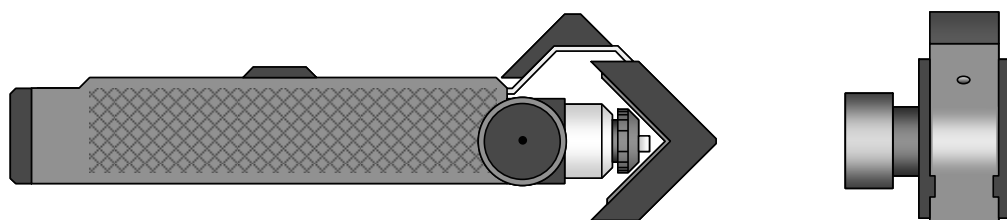


### Tube preparation

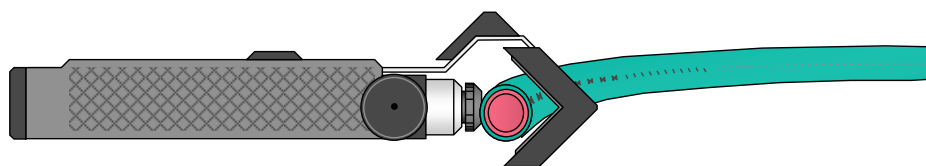
Couper perpendiculairement au niveau de la marque et s'assurer que le bout du tube est libre de tous dommages extérieurs



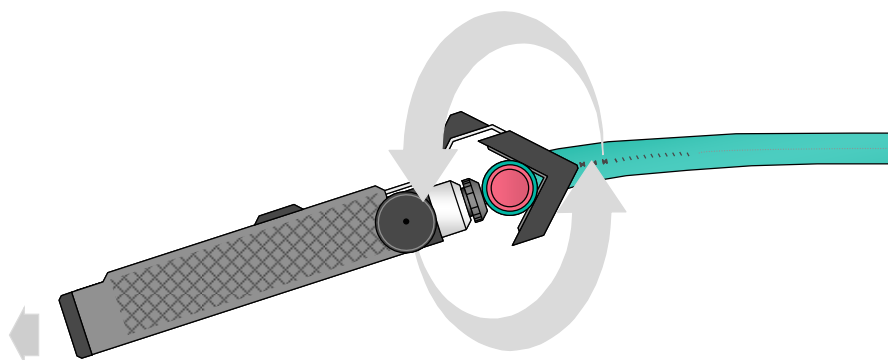
Pour empêcher des dommages sur le tube intérieur, utiliser l'outil dépouillant spécial pour couper la couverture externe



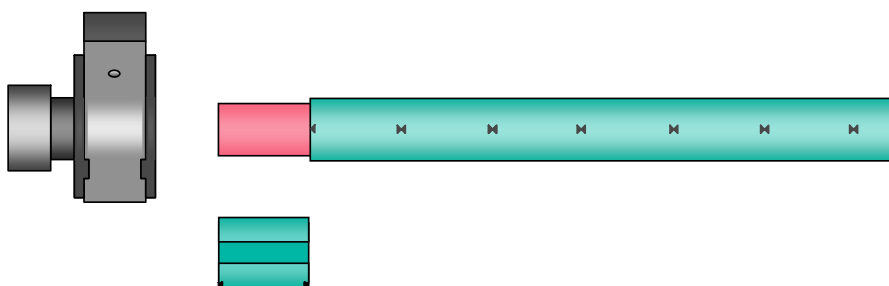
- Pousser ouvert la poignée de tube
- Insérer la coupe au tube de longueur et s'aligner avec la lame sur la prochaine marque



- Fermer la poignée et tourner le décolleteur autour de la circonférence du tube

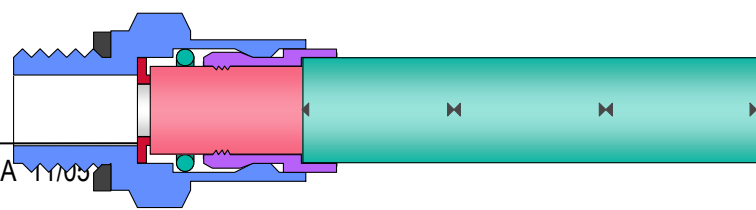


- A prochaine poussée le bouton de torsion de lame, tourner la lame à 90°
- Maintenir le bouton et pousser le décolleteur latéral pour marquer le tube à l'extrémité
- Se retirer et enlever l'extérieur



#### **Assemblage du tube**

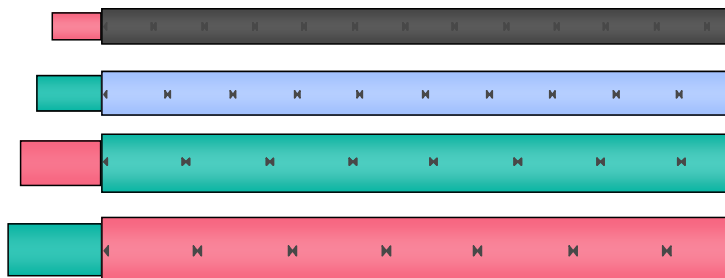
- Pousser le tube fermement dans la bague jusqu'à l'arrêt du tube.
- Tirer sur le tube pour renforcer l'action des dents
- La pression peut alors être appliquée



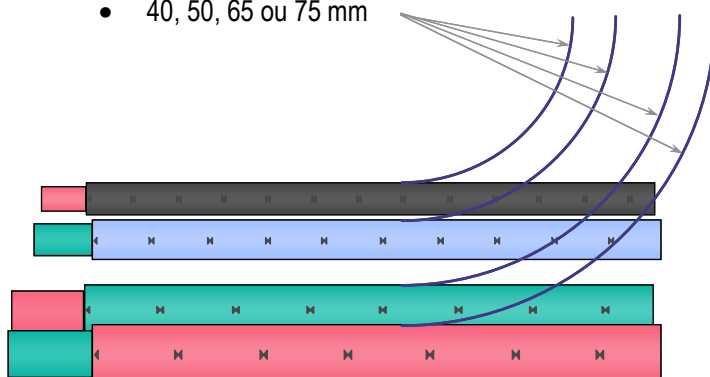


### Variétés de tube

- Quatre tailles de tube couleur dans un choix de noir, de bleu, de vert ou de rouge.
- $\varnothing$  intérieur 6,8,10 ou 12 mm
- $\varnothing$  extérieur 8,10,12.5,14.5 mm

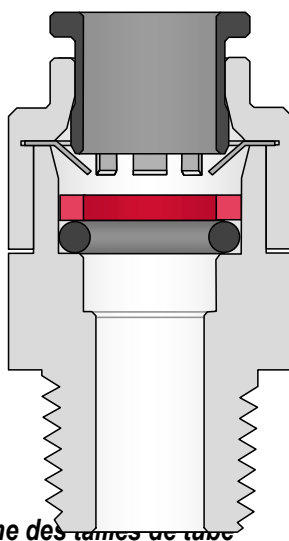


- Rayon de cintrage recommandé minimum
- 40, 50, 65 ou 75 mm



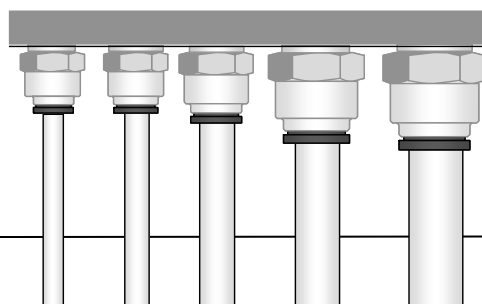
### 7. Raccords alimentaires

- Conçu pour la distribution de boissons dans les secteurs de la brasserie
- Raccordement simple et rapide
- Fortement résistant au déplacement accidentel du tube
- Acier inoxydable



#### Gamme des tailles de tube

- Classe métrique
  - 5 mm
  - 6 mm
  - 8 mm



10 mm

12 mm

- **Classe pouce**

3/16 inch

1/4 inch

5/16 inch

3/8 inch

1/2 inch

**Gamme des tailles de raccords**

- Tailles filets de coniques

R 1/8

R 1/4

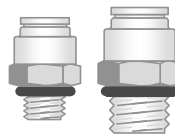
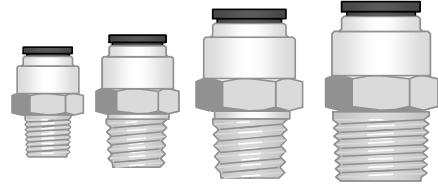
R 3/8

R 1/2

- Tailles de filets cylindriques

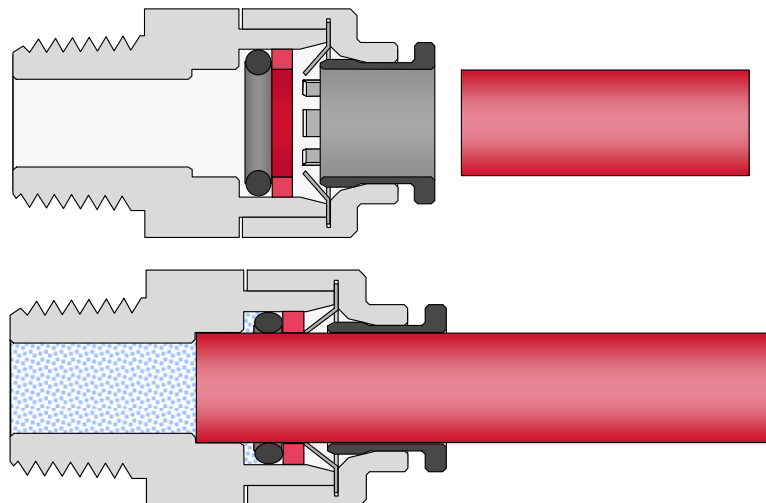
G 1/8

G 1/4

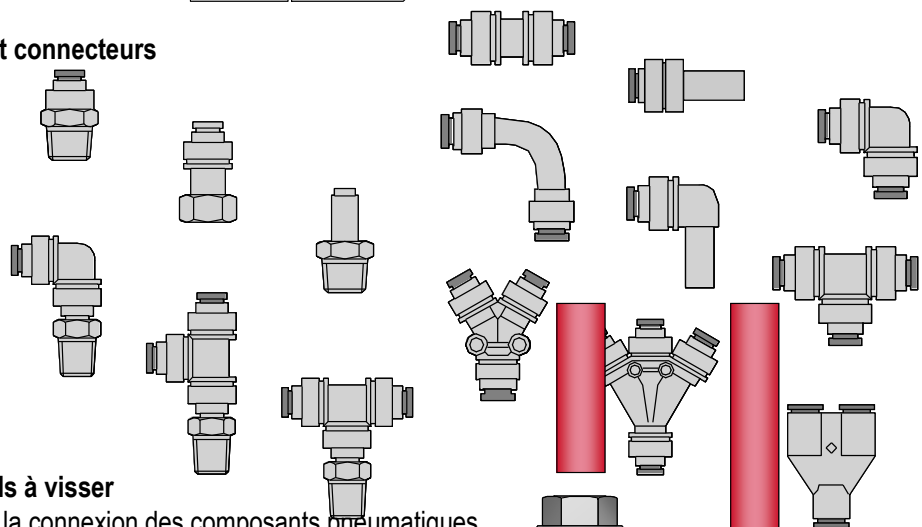


**Mise en place du tube**

- Pousser le tube dans la bague
- Continuer de pousser fermement jusqu'à l'arrêt
- De la pression peut alors être appliquée

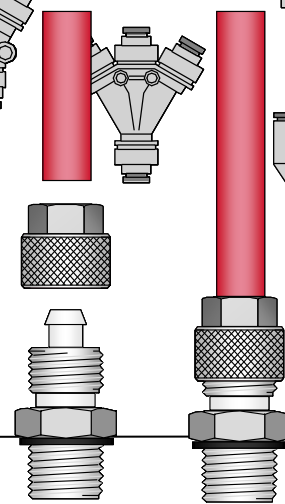


**Adaptateurs et connecteurs**



**8. Raccords à visser**

- Pour la connexion des composants pneumatiques de circuits
- Construction en laiton recouvert de nickel résistant de corrosion
- Écrous moletés pour serrage manuel

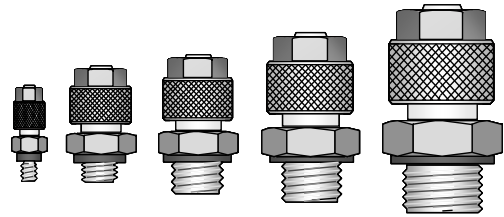


- Pour l'usage avec du polyuréthane ou de tuyauterie plastique flexible équivalente
- Du vide à 10 bar
- Température ambiante de 0°C à 70°C

### Tailles des filets

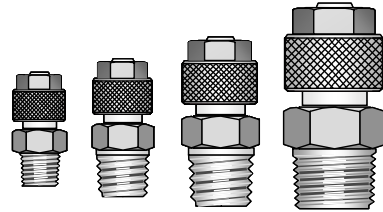
- **Filets cylindriques**

- M5
- G 1/8
- G 1/4
- G 3/8
- G 1/2



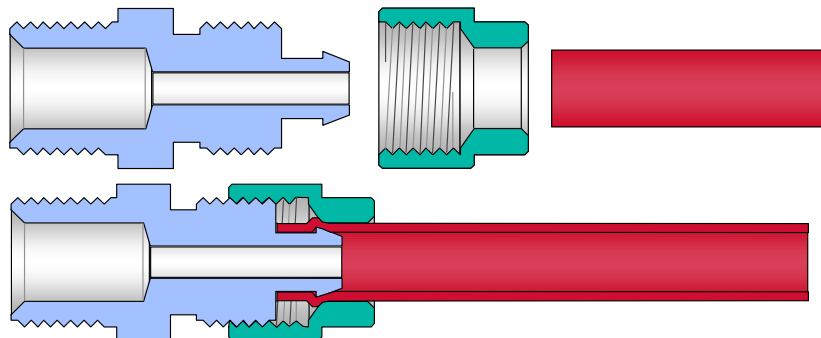
- **Filets de cônes**

- R 1/8
- R 1/4
- R 3/8
- R 1/2

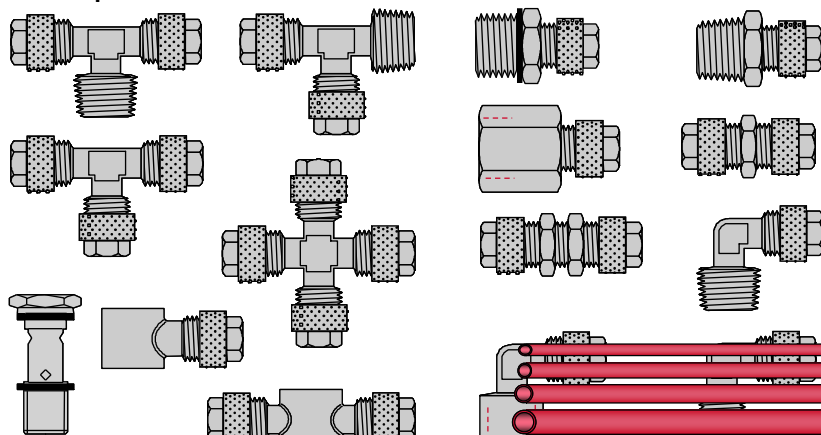


### Assemblage

- Placer le tube dans l'écrou moleté
- Pousser le tube dans la canule
- Tourner fortement l'écrou moleté (manuellement)
- La pression peut alors être appliquée

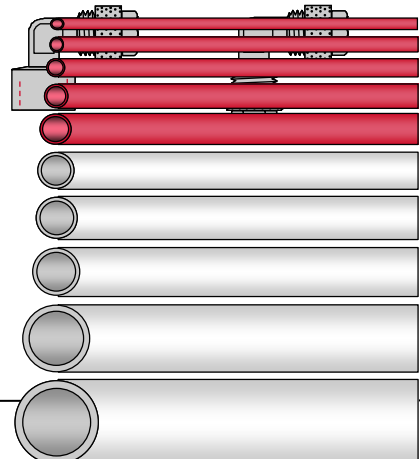


### Connecteurs et adaptateurs



### 9. Tubes

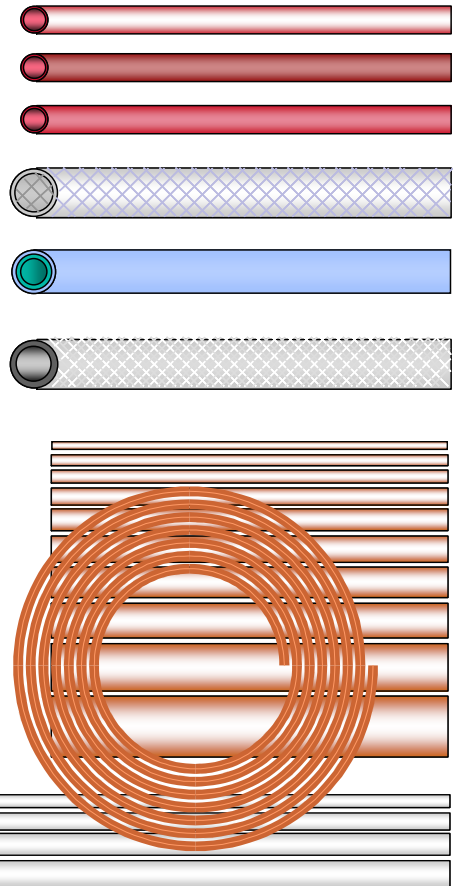
- Les tailles de tube sont identifiées par leur diamètre extérieur
- Les tailles métriques sont: 4, 5, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 22, 28 mm
- Les tailles en pouce  
1/8, 5/32, 3/16, 1/4, 5/16, 3/8, 1/2, 5/8, 3/4



- Les diamètres intérieur associés sont; 4/2.5, 5/3, 6/4, 8/6, 10/7.5, 12/9, 14/11, 16/12, 22/17, 28/22 mm

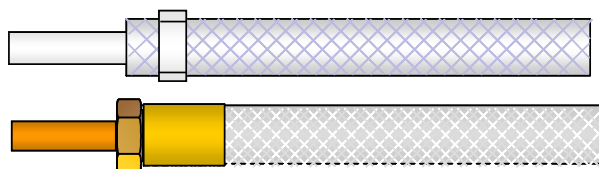
### Matériaux des tubes et tuyaux

- **Plastique**
  - Polyamide de type PA entièrement plastifié
  - De type en nylon 11 ou 12 (catégorie comestible)
  - De polyuréthane très flexible
  - Tuyau PVC Terylene tressé
- **Tuyau en caoutchouc**
  - Caoutchouc nitrile E90, tressé avec le fil d'acier galvanisé
- **Cuivre**
  - Recuit en rouleaux ou linéaire pour la facilité de cintrage
  - Mi-dur linéaire
  - Résistant dans des tailles en pouces
- **Acier**
  - Le tube en acier soudé pour transport pneumatique



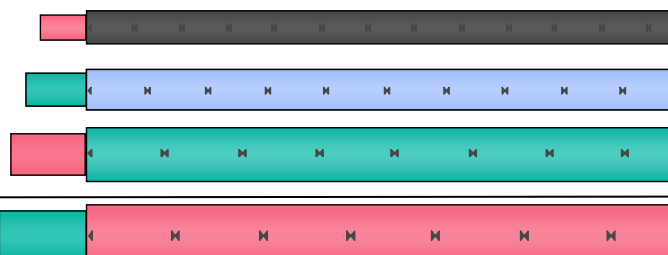
### Tuyaux tréssés

- PVC Terylene tressé
  - 4, 5, 6, 8, 10, 12, 16, 22, 28 mm
  - Pression maximum 10 bar pour les tailles 4 à 12,
  - Température de fonctionnement -20 OC à +70 OC
- Tuyau en caoutchouc de nitriles
  - Métal tressé
  - 4, 5, 6, 8, 10, 12 mm
  - Pression max: 69 bar pour tailles de 4 à 10mm et 47 bar pour 12 mm



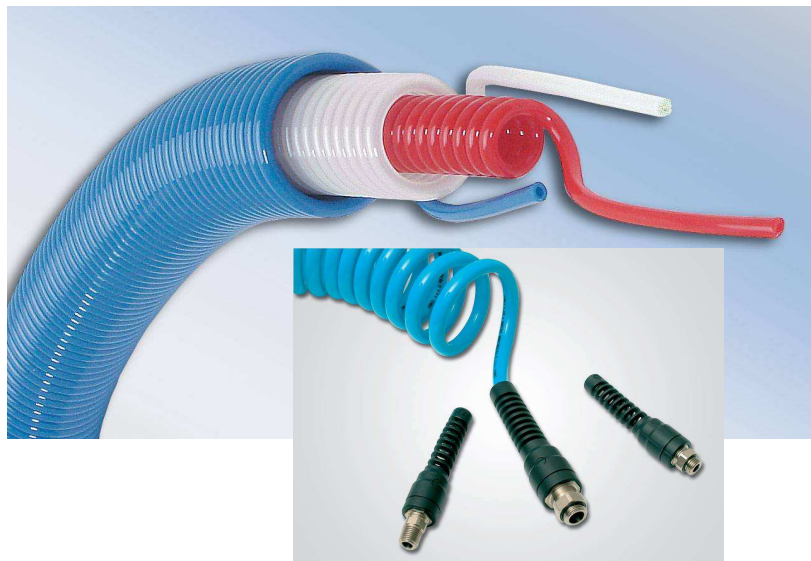
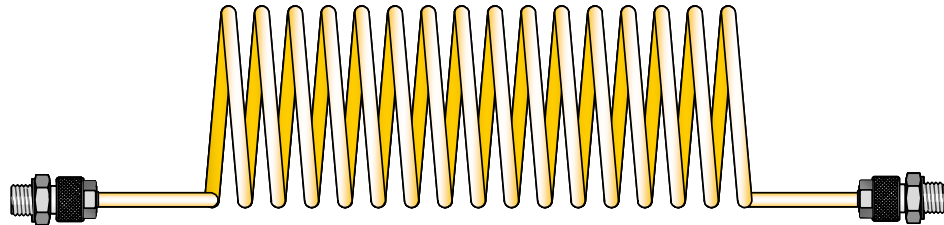
### Tube pour soudage

- Quatre tailles de tube couleur dans un choix de noir, de bleu, de vert ou de rouge.
- Ø intérieur 6,8,10 ou 12 mm
- Ø extérieur 8,10,12.5,14.5 mm



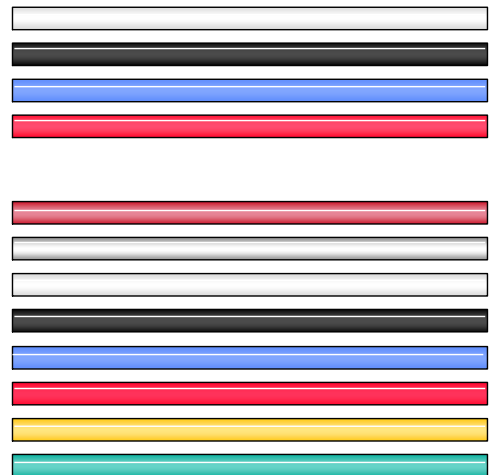
### **Tubes spiralés**

- Pour les outils, et les machines pneumatiques
- Montés vissés à chaque extrémité
- En Polyamide ou polyuréthane
- Tailles 6, 8, 10, 12, 15 mm
- Dimensions 200 à 1000 mm enroulé (3000 à 15000 mm déroulé)



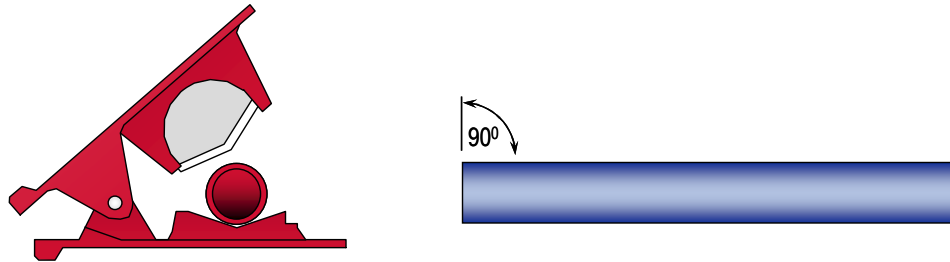
### **Couleurs des tubes en plastique**

- **Polyuréthane**
  - Transparent ,Noir ,Bleu ,Rouge
- **Polyamide (Nylon)**
  - Rouge ,Gris, Transparent, Noir, Bleu, Rouge, Jaune, Vert



### Préparation des tubes

- Pour les tubes en plastique, usage d'un coupeur standard de tube pour donner une extrémité droite
- S'assurer que le bout de tube est libre de dommages extérieurs

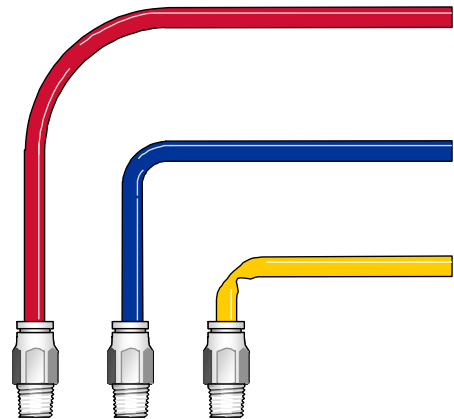


### Coupe tubes standards

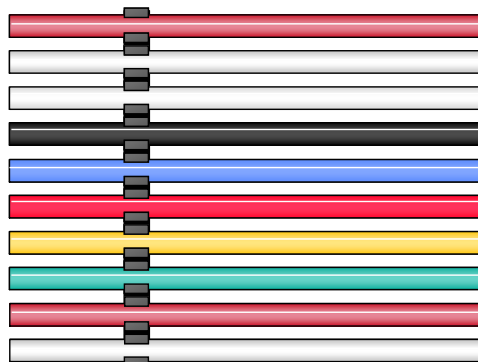


### Installation

- Les rayons trop petits s'opposent à l'écoulement de l'air
- Dans certains cas le tube se plie
- Dans les coffrets de commande faire attention que la fermeture de la porte ne plie pas le tube
- Pour les tubes de cuivre et en acier utiliser l'équipement de cintrage approprié



Utiliser les faisceaux de tuyauterie pour fixer les tubes et pour réduire au minimum le risque de pliage



**Pression d'utilisation**  
Tube en plastique

Ø mm	4	5	6	8	10	12	14	16	22	28
bar maximum										
Polyamide (PA)	28	31	25	19	24	18	15	18	15	15
Polyurethane (PU)	10	11	10	9	9	9				

Les valeurs de pression sont pour une température ambiante -40°C à +20°C

Températures élevées °C	30	40	50	60	80
Facteur d'ajustement pression	0.83	0.72	0.64	0.57	0.47

### Tube en cuivre et en acier

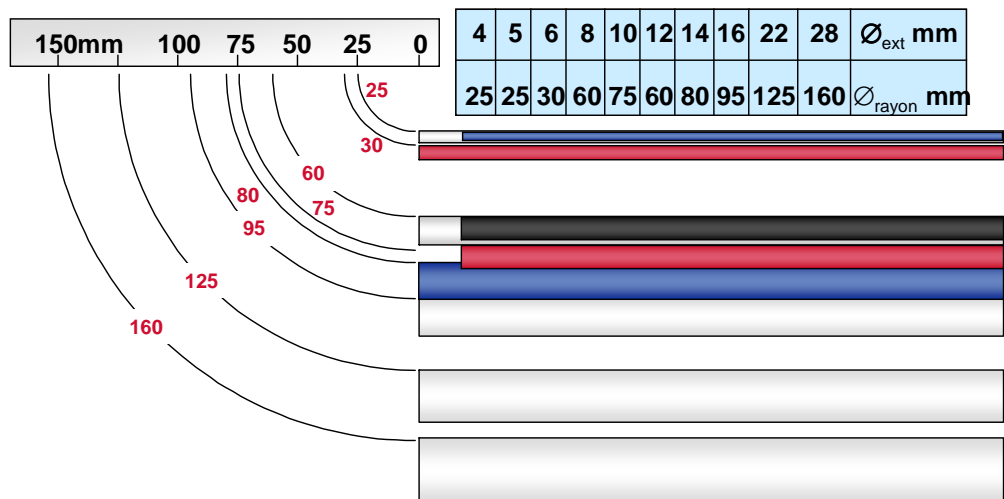
Ø mm	4	5	6	8	10	12	16	22	28	
bar maximum										
Cuivre Recuit	128	138	112	81	64	81	59	53	41	
Cuivre semi-dur	193	208	218	157	150	122	89	81	62	
Acier				300	250	195	160			

Les valeurs de pression sont indiquées pour une température ambiante -40°C à +50°C

Coefficients d'ajustement de pression

°C	100	150	175	200
Recuit	0.97	0.82	0.63	0.43
Mi-Dur	0.95	0.88	0.54	0.29

### Rayon de cintrage minimum (tube de PA)

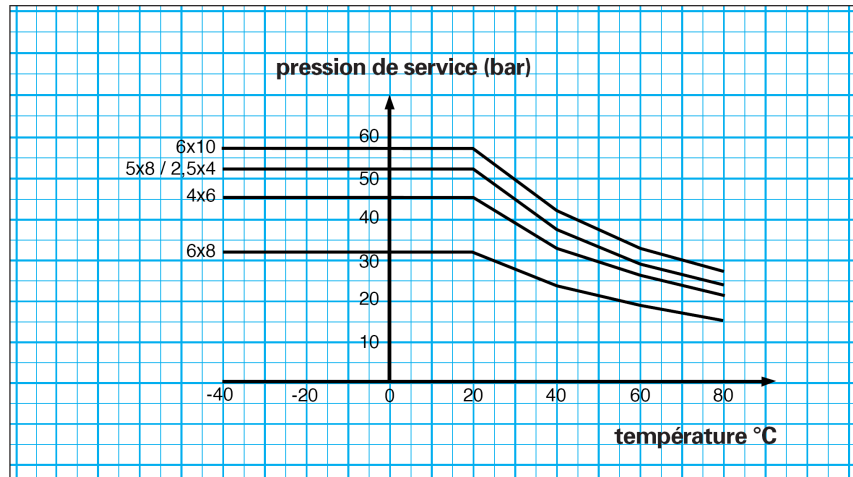


### Rayon de cintrage minimum (tube de PU)



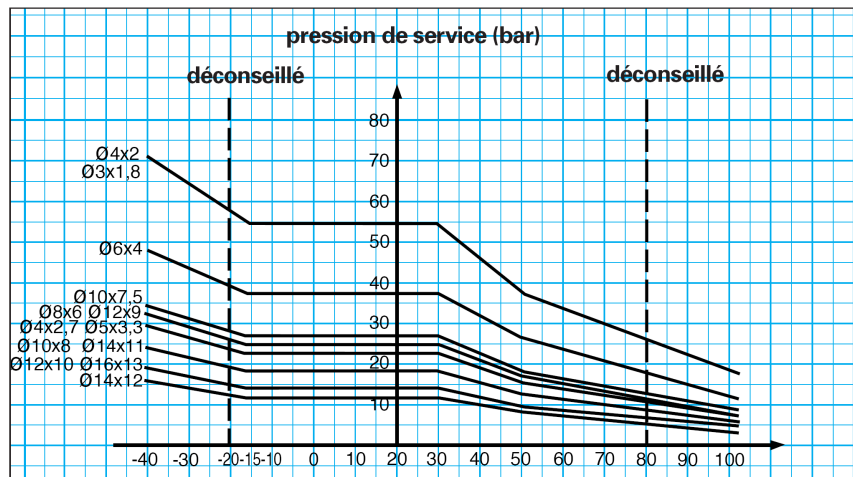
**Pression d'utilisation en fonction de la température**

**tube polyamide rigide**



Pour la pression d'éclatement multiplier par 3 les valeurs de ce graphique

**tube polyamide semi-rigide**



Pour la pression d'éclatement multiplier par 3 les valeurs de ce graphique



## 10. Raccords à fonctions pneumatiques

En automatisation industrielle, de nombreuses fonctions doivent être remplies par des composants prévus à cet effet.

- Raccords capteurs
- Raccords régulateurs de pression
- Raccords de mise en pression progressive
- Raccords réducteurs de pression
- Raccords d'intervention
- Mini-robinets
- Raccords régleurs de débit
- Raccords stop-vérin
- Raccords anti-retour
- Vannes à manchon coulissant
- Vannes à levier basculant

### Symboles des raccords à fonctions pneumatiques

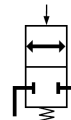
#### **régler**

le débit d'air



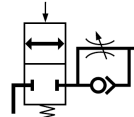
#### **stopper**

la circulation d'air



#### **stopper et régler**

le débit d'air



#### **autoriser le passage**

d'un fluide dans un sens et son



#### **anti-retour**

dans l'autre sens



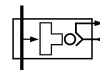
#### **mettre à l'échappement**

et **alimenter** un circuit pneumatique



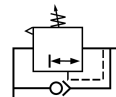
#### **capter**

toute chute de pression



#### **réguler**

la pression en la stabilisant  
à une valeur déterminée



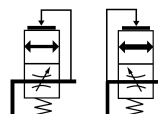
#### **réduire**

la pression d'alimentation



#### **mettre en pression progressive**

une installation



#### **isoler un circuit**

sans purger l'ensemble de l'installation



### 10.1. Régleur de débit

Les raccords de débit assurent le contrôle de la vitesse d'un vérin pneumatique.

De type **unidirectionnel**, ils régulent le débit d'air dans le sens échappement, par l'intermédiaire d'une restriction réglable, et laissent passer l'air plein passage dans le sens admission.

En fonction du modèle, les régulateurs de débit s'implantent sur vérin ou sur canalisation.

Cependant, on obtient un réglage de débit (donc une vitesse de déplacement du vérin) d'autant plus **précis** et **constant** qu'il est effectué près du vérin : on évite ainsi l'effet élastique de l'air comprimé dans la tuyauterie entre distributeur et vérin



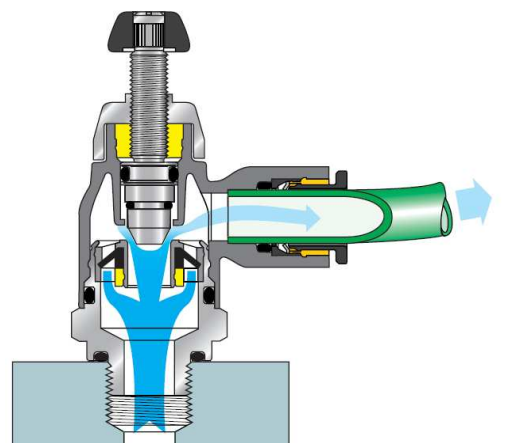
Les sorties à connexion instantanée assurent un montage rapide, facilitant l'implantation.

- Selon les modèles, l'orientabilité après implantation facilite les câblages.
- Un repérage visuel permet une identification immédiate du modèle.



### Type "compact"

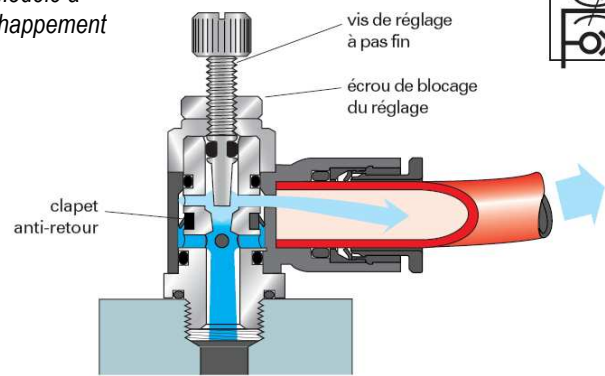
De construction robuste, présentent d'excellentes performances de débit pour un faible encombrement. Ils sont donc parfaitement adaptés à tous types de vérins.



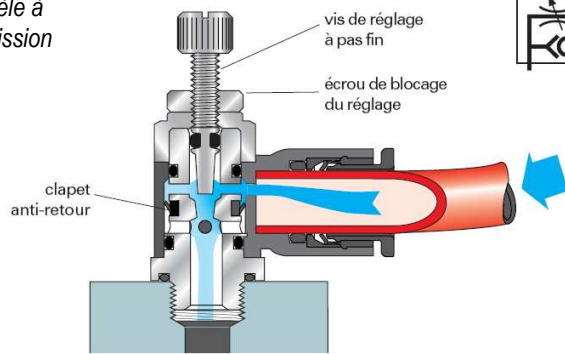
### Modèles banjos à vis extérieure

Spécialement adapté à toutes les installations pneumatiques de très petite taille (micro-pneumatiques, en particulier).

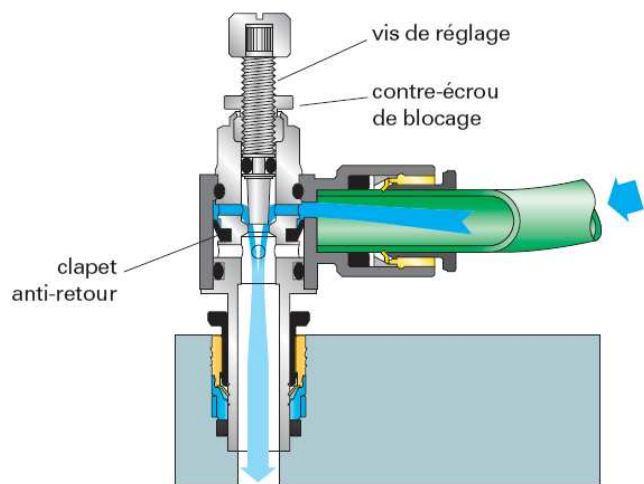
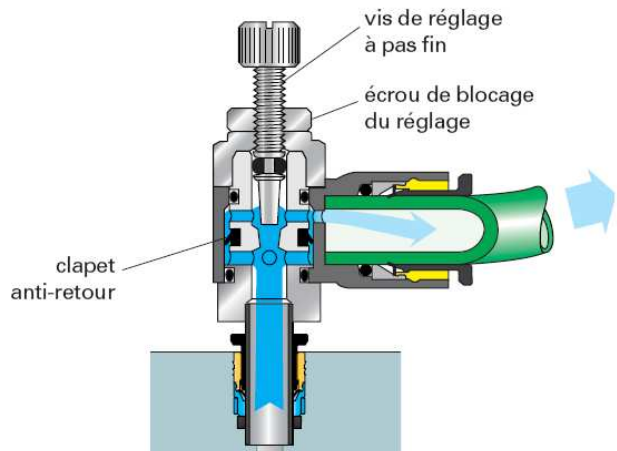
Modèle à l'échappement



Modèle à l'admission



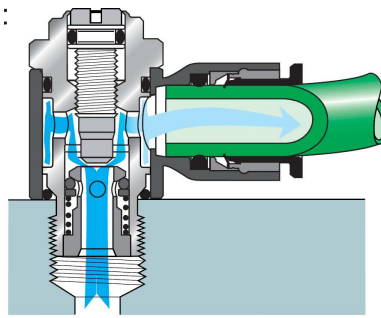
Type "miniature encliquetable"



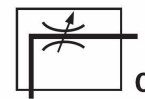
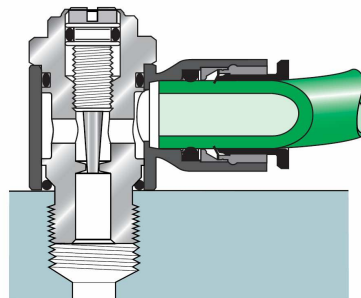
### Modèles banjos à vis noyée

La **vis noyée** de ces régleurs de débit optimise leurs dimensions, autorisant ainsi leur utilisation dans des espaces réduits et sur des vérins de faible volume d'air.

Modèle à l'échappement :



Modèle à bi-directionnel



### Modèles à sortie orientable

Les raccords "à sortie orientable", sont spécifiquement conçus en cas d'espaces réduits et d'accès difficiles, nécessitant une sortie du tube à la verticale ou en oblique.

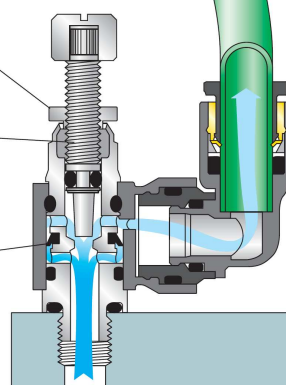
Modèle à l'échappement

vers distributeur

contre-écrou de blocage du réglage

vis de réglage à pas fin

clapet anti-retour



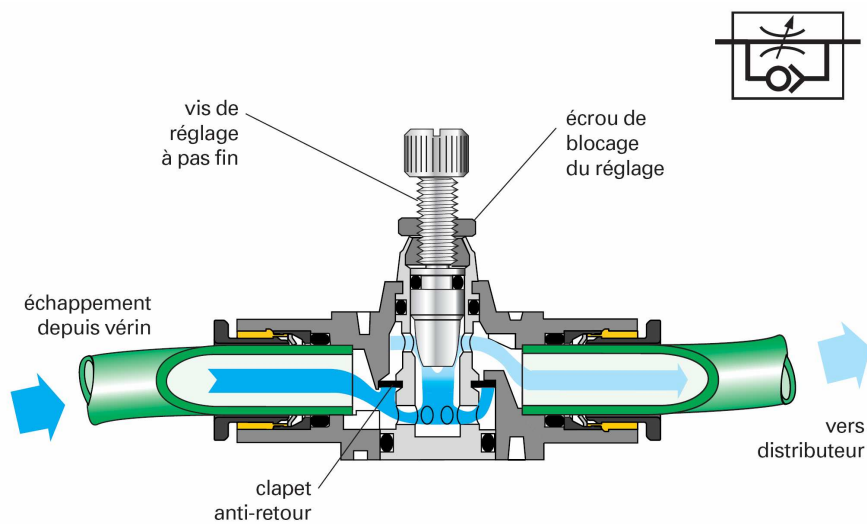
### Modèles en ligne

Les raccords régleurs de débit "en ligne", s'avèrent indispensables toutes les fois que les vérins sont peu accessibles ou déjà équipés d'autres raccords à fonctions.

Ces modèles peuvent être utilisés unitairement ou en barrette grâce aux agrafes de liaison.



agrafes



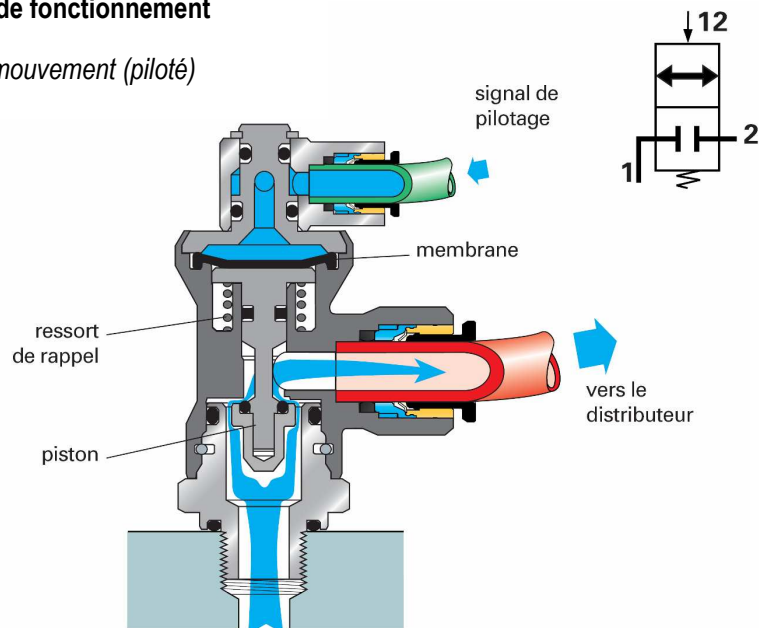
### 10.2. Raccord stop vérin

Les raccords **stop-vérin** permettent la coupure volontaire de la circulation de l'air comprimé. Montés par paire ils assurent le blocage de la tige de l'actionneur, dès chute de pression de pilotage. Ils permettent ainsi l'obtention de courses intermédiaires ou le maintien ponctuel d'une charge entraînée, lors d'une coupure de l'alimentation de pression.



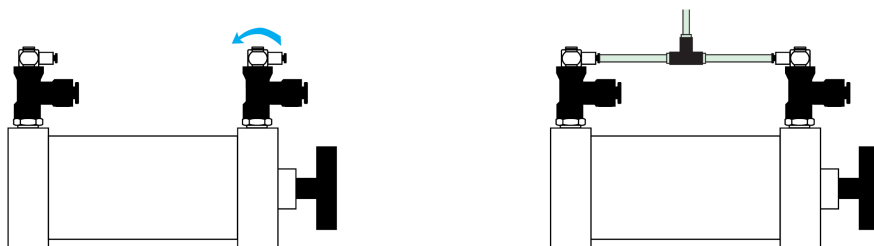
#### Principe de fonctionnement

*Vérin en mouvement (piloté)*



### Implantation

Montés par paires les raccords stop-vérins s'implantent directement sur les vérins. Leur totale orientabilité apporte une grande souplesse pour la réalisation des circuits pneumatiques



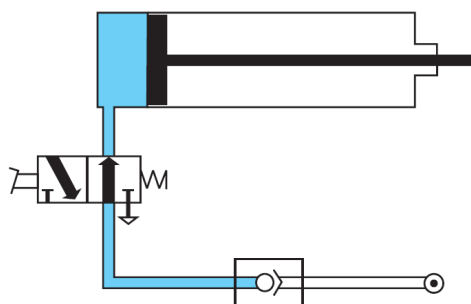
### 10.3. Clapets anti-retour

Les raccords **anti-retour** assurent le passage de l'air comprimé dans un sens et bloquent le débit dans l'autre sens.

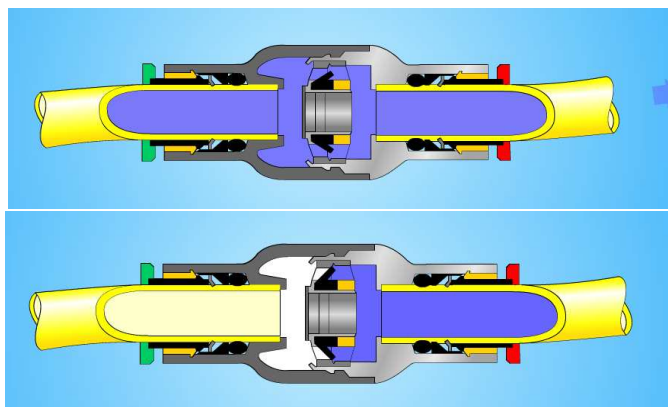
Fonctionnement: un clapet vient obturer le passage du fluide en s'appuyant sur un siège lorsque le différentiel de pression descend **en dessous de 0,3 bar**.

La technologie à joint à lèvres permet d'assurer une bonne étanchéité, même dans le cas où le raccord est soumis à des vibrations

Ces raccords se montent en amont du circuit à protéger



### Fonctionnement



### 10.4. Mini robinets

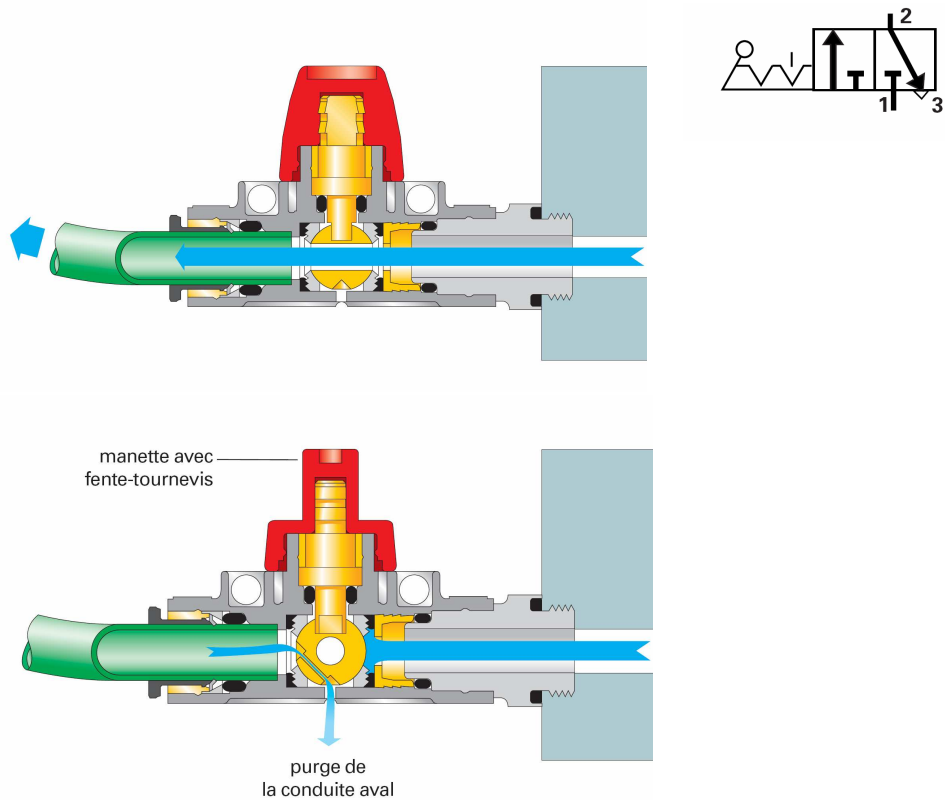
Les mini-robinets l'ouverture et la fermeture d'un circuit pneumatique.

Compacts et légers, ils s'intègrent à tout type d'installation.

Leur fente tournevis permet de réaliser la manœuvre ouverture/fermeture, même en cas d'accès difficiles



## Modèle 3/2 avec purge



### 10.5. Vannes à levier basculant

#### Vannes à levier basculant 3/2 et 2/2

Les vannes à levier basculant peuvent être utilisées chaque fois que la **commande** doit être **fréquemment permutée**.

Elles assurent l'alimentation de la conduite aval par un simple basculement du levier.

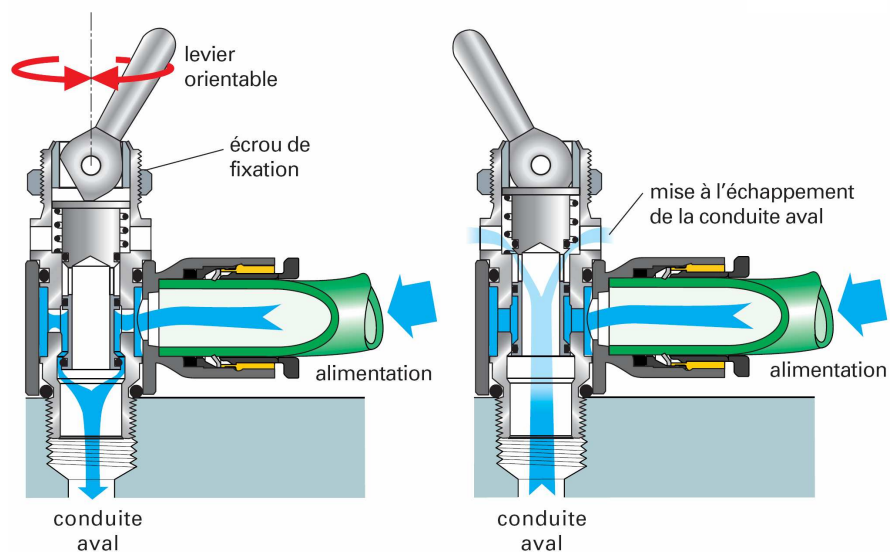
Pour les vannes 3/2, l'alimentation se fait :

- soit du côté **connexion instantanée**; elles se montent alors sur des **vérins à simple effet**.

- soit du côté **filetage**; elles s'implantent alors sur des **blocs de distribution**

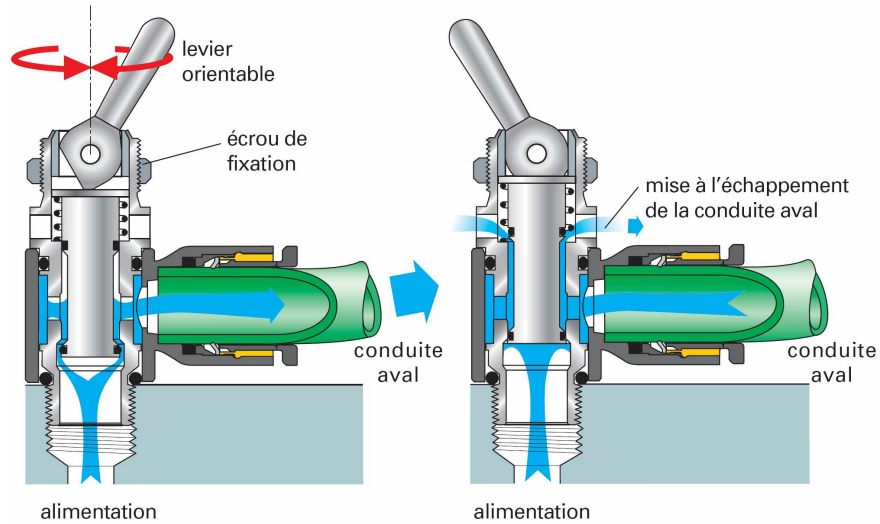


### Admission





## Distribution



### 10.6. Vannes à manchon coulissant

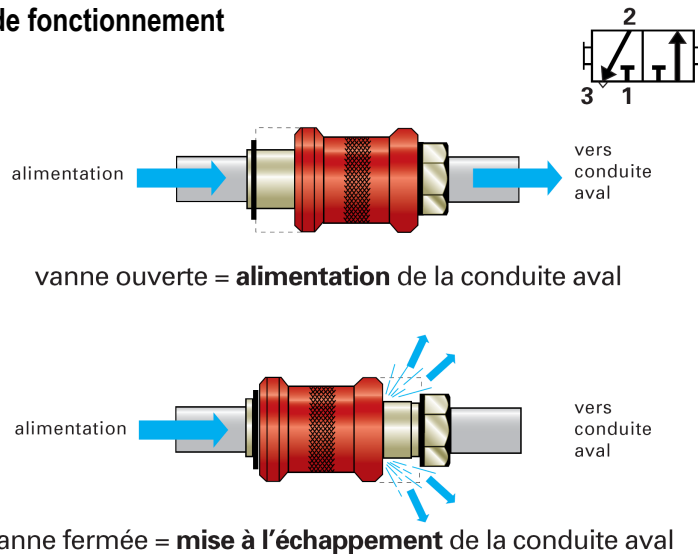
La **vanne à manchon coulissant** assure l'alimentation ou la mise à l'échappement de la conduite aval.

Le déplacement du manchon coulissant provoque, d'un côté, l'ouverture de la vanne et, de l'autre, la fermeture avec mise à l'échappement de la conduite aval.

Si une purge répétitive est nécessaire sur un poste de travail, la vanne coulissante est la solution la plus adaptée.



### Principe de fonctionnement



### 10.7. Raccords capteurs à détection pneumatique

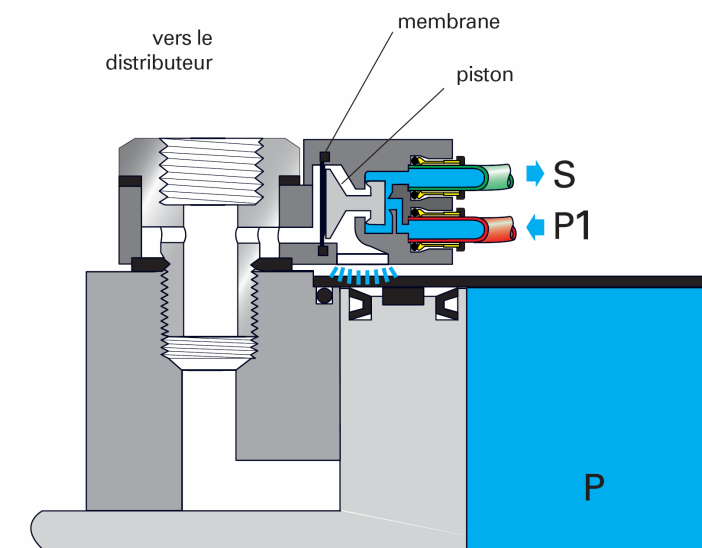
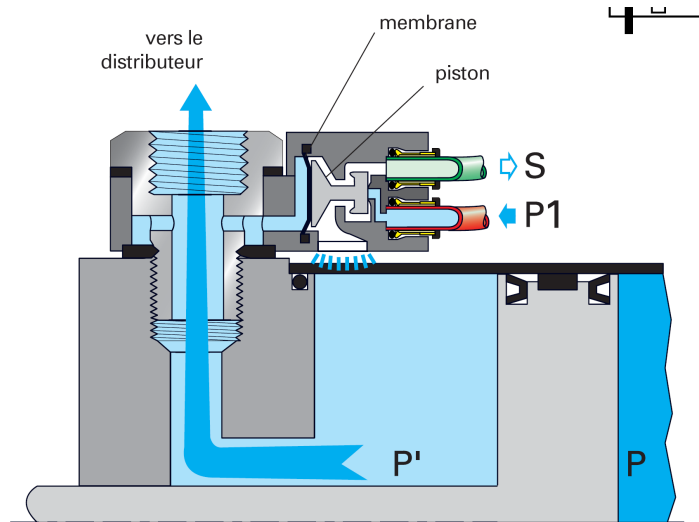
Les raccords **capteurs** signalent toute chute de pression.

Ils émettent un signal de sortie pneumatique, électrique ou électronique, dès que la chute de pression dans la chambre d'échappement du vérin descend en dessous de leur seuil de dépressurage. Ils sont généralement utilisés pour **détecter la fin de course** d'un vérin.

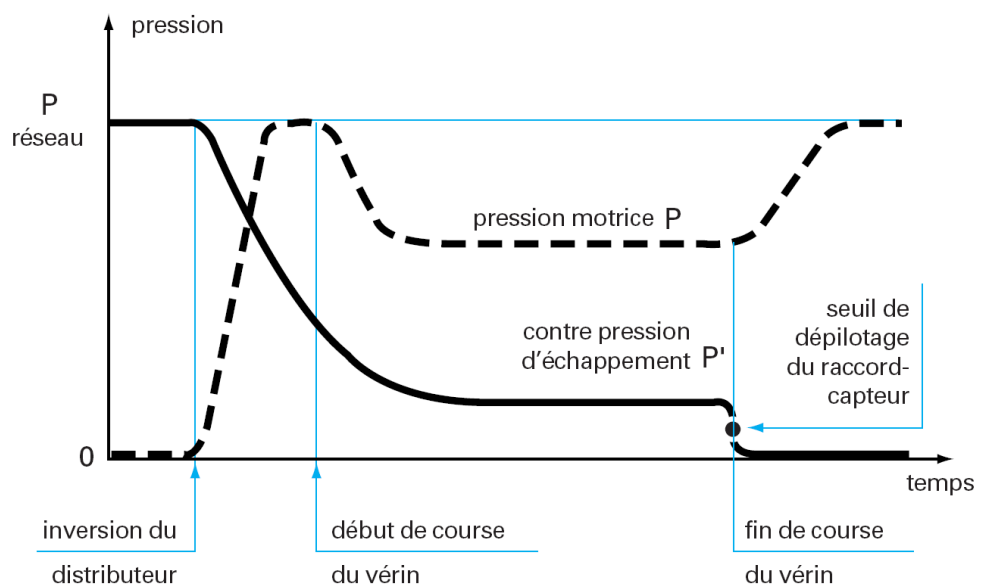


### Principe de fonctionnement

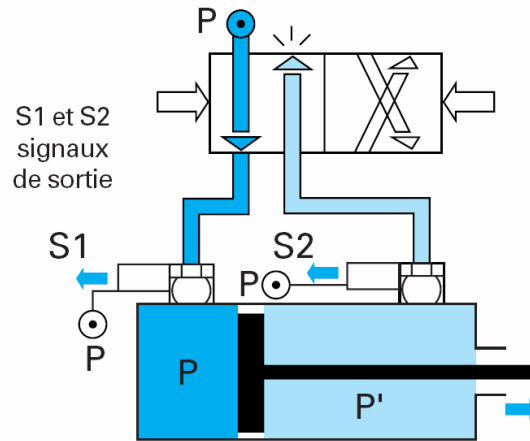




$P'$  : contrepression d'échappement  
 $P$  : pression motrice  
 $P1$  : pression d'alimentation du capteur



## Montage

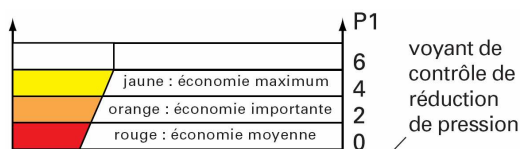


### 10.8. Raccords réducteurs de pression

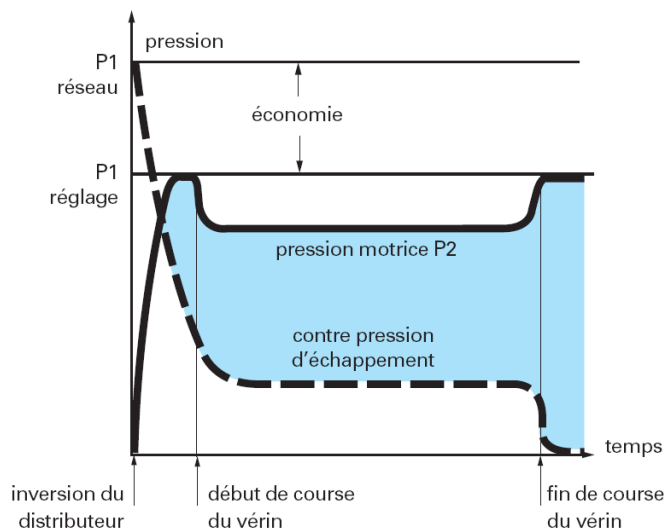
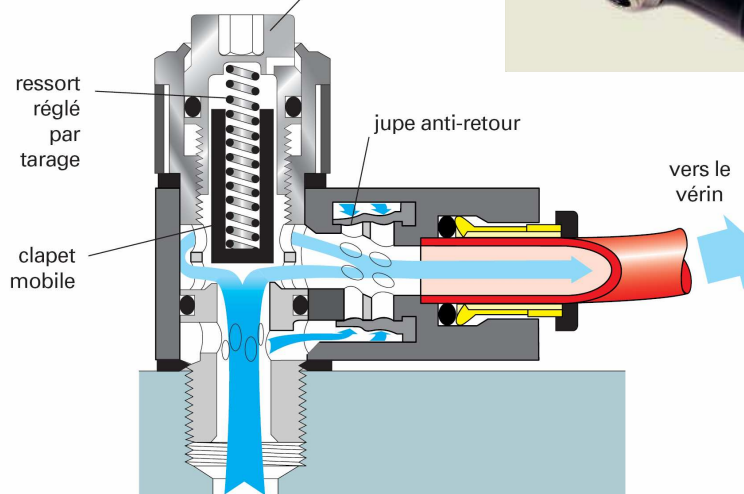
Les raccords **réducteurs de pression** sont conçus pour ajuster la pression d'un circuit d'air comprimé à une valeur déterminée, par réglage manuel. Ils permettent donc de régler l'effort exercé par le vérin.

L'air étant compressible, plus la pression est forte dans le vérin, plus la consommation d'air est importante. En optimisant les pressions aux valeurs minimales suffisantes pour assurer effort et cadence, les raccords réducteurs de pression conduisent à **économiser** l'air comprimé

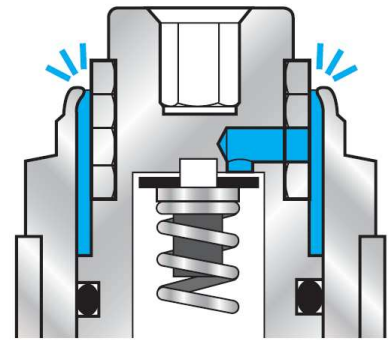
### Principe de fonctionnement



voyant de contrôle de réduction de pression



En cas d'incident sur la machine (bouffrage, mauvais positionnement d'une pièce...) entraînant un arrêt d'urgence, un respirateur autorise la manœuvre de la tige du vérin, en créant une admission d'air dans le vérin.



### 10.9. Raccords de mise en pression progressive

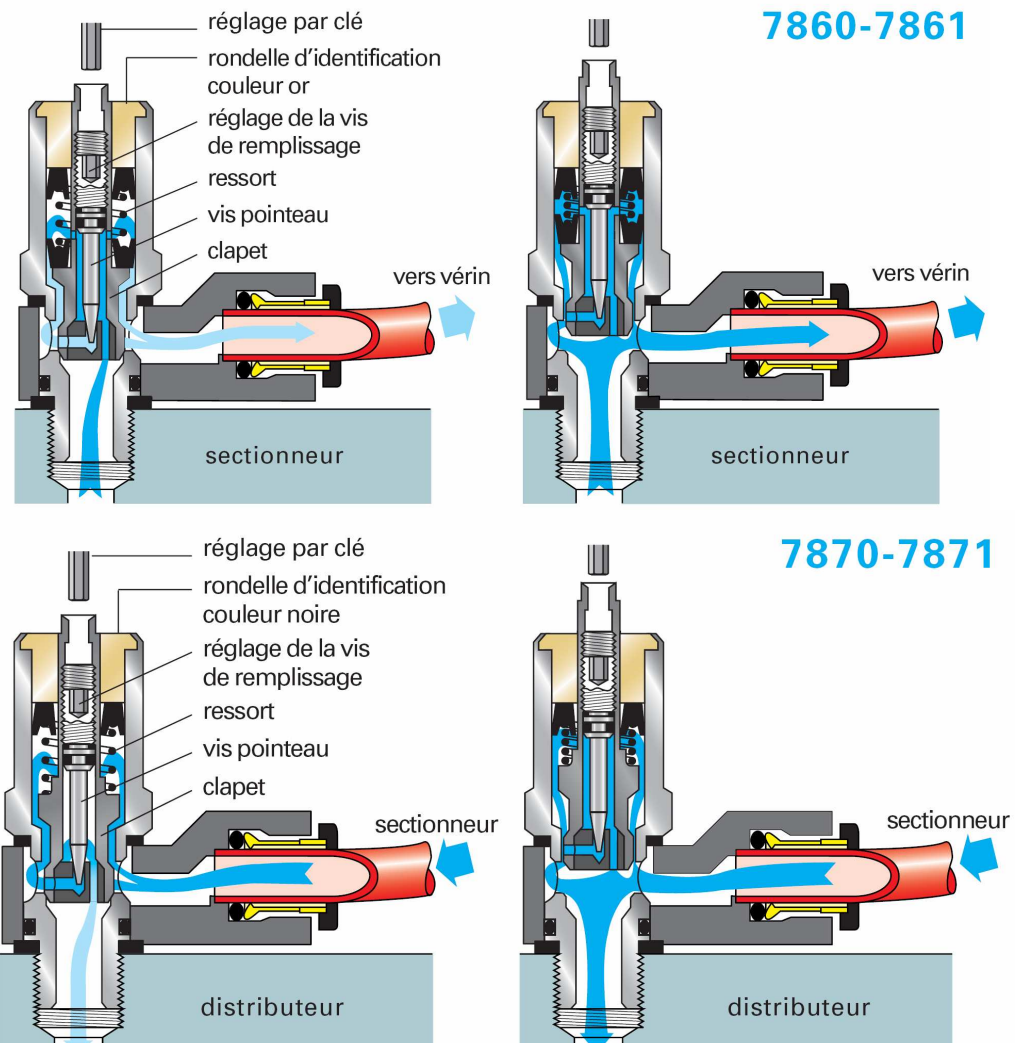
Après tout arrêt d'une installation pneumatique ayant entraîné sa purge (arrêt de fin de travail, d'urgence, réglage...), un redémarrage effectué sans précaution peut entraîner des mouvements brusques et des chocs destructifs.

Les raccords de mise en pression progressive assurent une montée progressive de la pression dans l'installation, en agissant sur la vitesse de remplissage. Tout risque d'accident est ainsi évité : chacun des vérins protégés regagne lentement la position de fin de course correspondant à la position mémorisée de son distributeur.

Montés en **sortie de FRL** ou du **sectionneur général**, ces raccords protègent toute l'installation : la vitesse de remplissage est simultanée pour tous les vérins en aval du raccord de mise en pression progressive.

Montés à l'**entrée de l'alimentation** d'un ou plusieurs **distributeurs** (séries **7870-7871**), ces raccords agissent sur des vérins déterminés : la vitesse de remplissage est optimisée pour le ou les vérins associés au distributeur.

#### Principe de fonctionnement



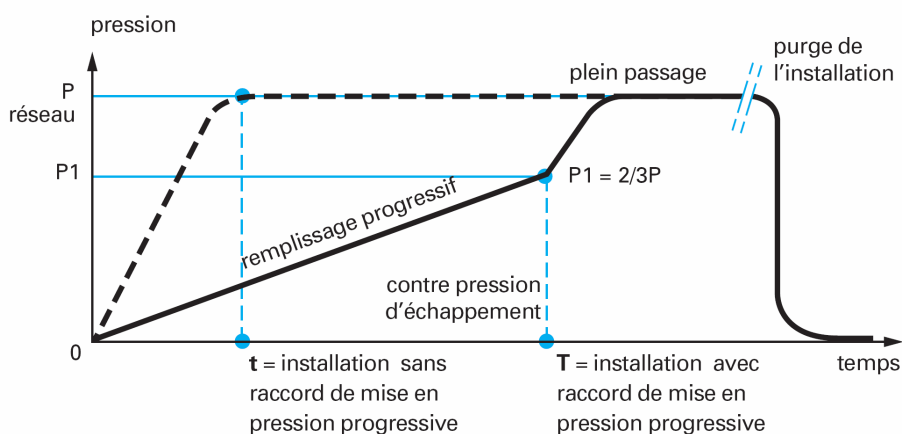
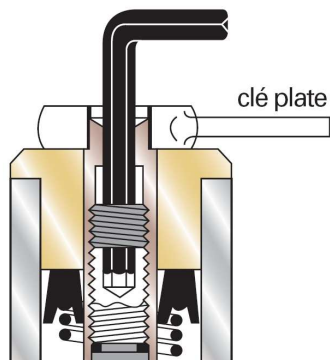
L'action sur la vis pointeau, pour le réglage de la vitesse de remplissage, permet d'optimiser la durée de remplissage en fonction du volume et des caractéristiques propres à l'installation.

Pour procéder au réglage :

- immobiliser le piston à l'aide d'une clé
- régler la vis pointeau avec une clé à 6 pans
  - clé de 1,5 pour  $\varnothing$  8 mm
  - clé de 2,5 pour  $\varnothing$  10 et 12 mm

Couple de serrage maxi : 0,1 mdaN

Lorsque la pression aval arrive aux 2/3 de la pression d'alimentation, le plein passage s'établit automatiquement

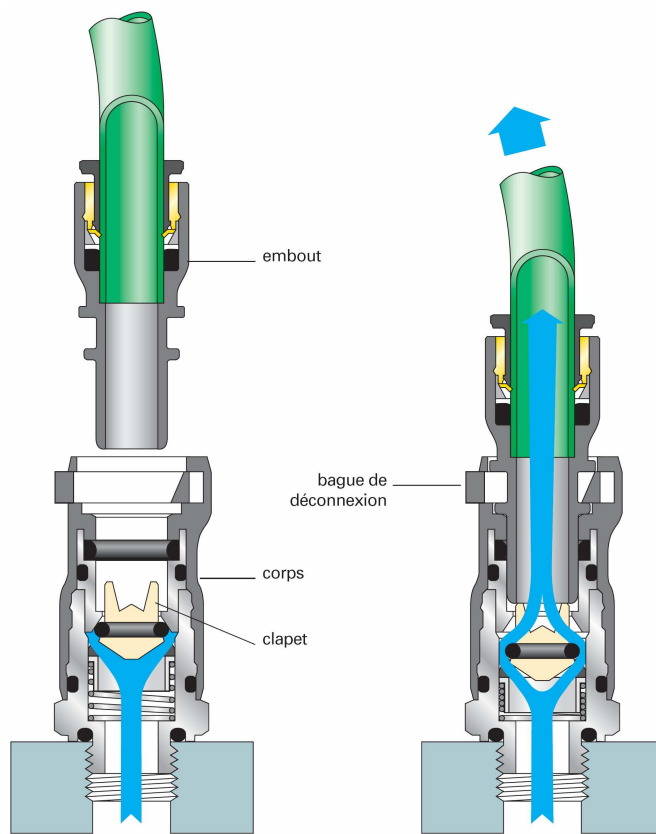


### 10.10. Raccords d'intervention

Les raccords d'intervention permettent d'isoler un circuit sans purger l'ensemble de l'installation. Ils sont conçus pour faciliter les connexions/déconnexions répétées, ceci en toute **sécurité**.

Leur bonne connexion, en effet, est garantie par un **clic audible**





### 10.11. Coupleurs automatiques

Les **coupleurs automatiques** sont conçus pour les installations pneumatiques sur lesquelles il est nécessaire de réaliser ou d'interrompre, rapidement et sans outil, la connexion soit de deux flexibles soit d'un flexible et d'un orifice, ceci, de façon répétée



#### une déconnexion en toute sécurité

*Mouvement de rotation dans le sens de la flèche: circuit purgé côté embout.*

*Mouvement de rotation dans le sens de la flèche: déconnexion du corps et de l'embout.*

### Coupleurs automatiques métalliques

Ces coupleurs automatiques métalliques sont simples d'utilisation:

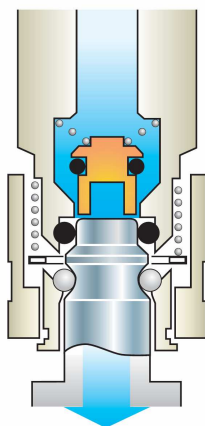
- une **connexion automatique** par simple poussée, d'une seule main, de l'embout dans le corps du coupleur;
- une **déconnexion instantanée**, par simple recul de la coiffe



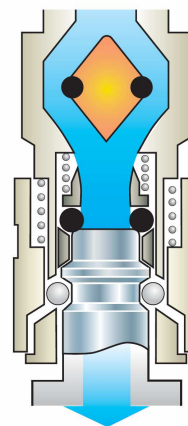
**Exemple:** pression d'entrée à 6 bar, perte de charge à 0,5 bar

- Coupleur "à clapet plat": débit = 1000 NI/min
- Coupleur "Ultra-Flo": débit = 1800 NI/min

**coupleur "à clapet plat"**

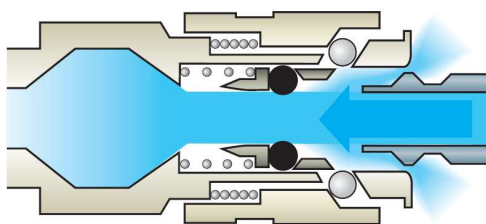
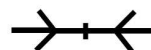


**coupleur "Ultra-Flo"**

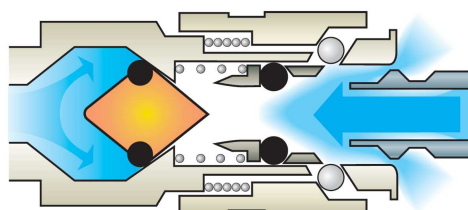
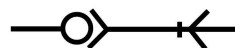


**3 fonctions d'obturation**

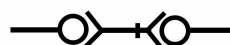
- Passage libre



- Simple obturation



- Double obtu





## La sécurité des systèmes de commande des machines

La Directive Machines 98/37/CE s'applique aux machines, mais aussi aux composants de sécurité lorsqu'ils sont mis isolément sur le marché.

Pour les systèmes de commande, la directive définit des exigences essentielles suivantes :

*Les systèmes de commande doivent être conçus et construits pour être sûrs et fiables, de manière à éviter toute situation dangereuse.*

*Ils doivent notamment être conçus et construits de manière à résister aux contraintes normales de service et aux influences extérieures, et à ce qu'il ne se produise pas de situations dangereuses en cas d'erreur de logique dans les manœuvres (Directive 98/37/CE, annexe I, paragraphe 1.2.1. Sécurité et fiabilité des systèmes de commande).*

- *Un défaut affectant la logique du circuit de commande ou une défaillance ou une détérioration du circuit de commande, ne doit pas créer de situations dangereuses (Directive 98/37/CE, annexe I, paragraphe 1.2.7. : Défaillance du circuit de commande).*

### 1. Les normes harmonisées européennes

Les normes ont été élaborées pour aider les concepteurs, les constructeurs, ou toute autre personne, à interpréter les exigences essentielles des directives afin d'assurer la présomption de conformité avec la réglementation européenne.

Les normes ont pour objectifs de fournir un canevas et un guide de portée générale permettant de produire des machines qui soient sûres dans les conditions normales d'utilisation.

#### **Principales normes harmonisées relatives à la sécurité**

**EN 98/37** Sécurité des machines

Notions fondamentales

Principes généraux de conception

**EN 418** Sécurité des machines

Equipements d'arrêt d'urgence

Aspects fonctionnels

**EN 60 204-1** Sécurité des machines

Equipement électrique des machines

**EN 1088** Sécurité des machines

Dispositifs de verrouillage et d'interverrouillage

Protecteurs mobiles

**EN 954-1** Sécurité des machines

Parties des systèmes de commande relatives à la sécurité

Tableaux des risques et catégories

**EN 574** Sécurité des machines

Organes de commande bimanuelle

### 2. L'appréciation du risque

Une appréciation des risques est une série d'étapes logiques pour permettre l'examen systématique des dangers associés à la machine.

Le risque d'une machine peut être défini comme la possibilité qu'un événement dangereux qui pourrait blesser les utilisateurs et/ou nuire à leur santé se produise.

Les risques peuvent être divisés en plusieurs catégories :

**2.1.** Mécanique (ex : perforation, crevaison, séparation, coupure, écrasement, choc, etc.)

**2.2.** Électrique (ex : électrocution)

**2.3.** Physique-chimique (ex : contact avec des substances dangereuses, brûlures, etc.)

Le processus d'appréciation des risques se divise en plusieurs étapes



- Détermination des limites de la machine, puis,
- Analyse pour identifier les phénomènes éventuellement dangereux
- Appréciation du degré de risque, suivi de
- Appréciation du risque, lorsque les mesures de sécurité existantes sont évaluées pour déterminer si elles sont adéquates ou si des mesures supplémentaires sont nécessaires

Ce processus est ensuite suivi des étapes visant à la réduction du risque, si nécessaire.

Des mesures de sécurité supplémentaires, déterminées par l'appréciation du risque, peuvent être mises en place et réévaluées jusqu'à ce qu'elles soient jugées satisfaisantes.

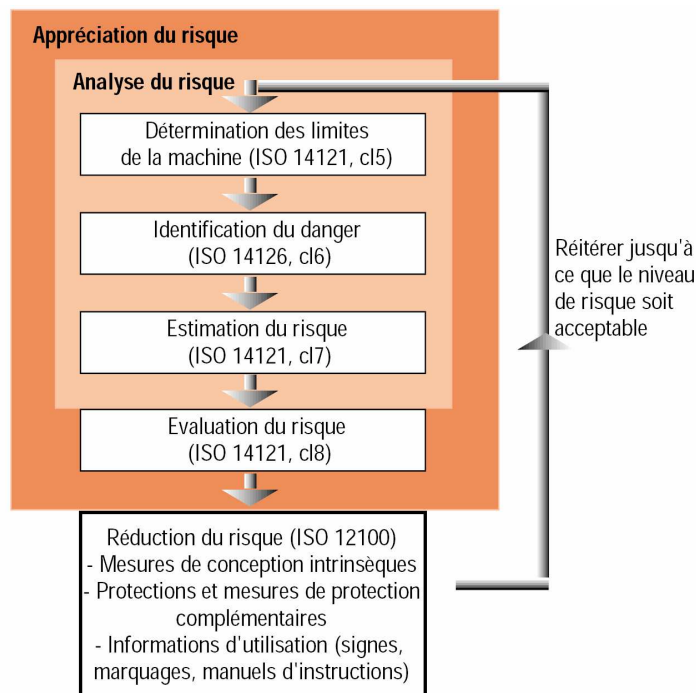
Il est important de documenter systématiquement chaque étape.

Pour réduire ou éliminer les dangers ou les événements dangereux, on doit tout d'abord rassembler les informations pertinentes sur la nature, la conception, le cycle de vie et les limites de la machine, ainsi que sur l'historique des accidents ou incidents éventuels, dans la mesure du possible.

L'absence d'un historique des accidents, un faible nombre d'accidents ou des accidents de faible gravité ne doivent pas être automatiquement interprétés comme un risque de bas niveau.

Vous devez mettre en place une procédure rigoureuse pour évaluer le niveau de risque. Il existe plusieurs méthodes pour le faire, par exemple :

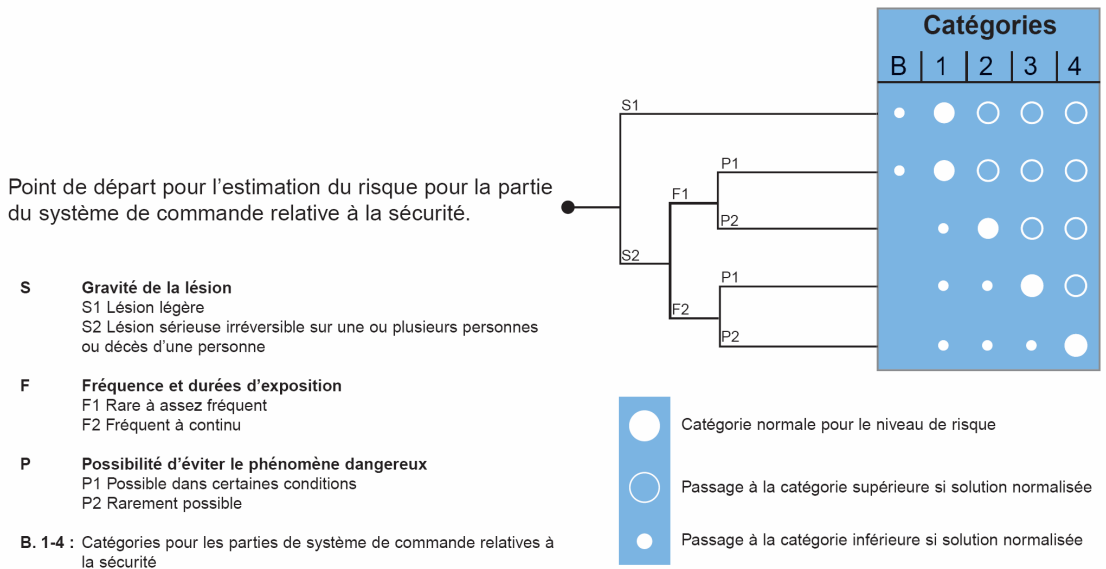
- Diagramme d'Ishikawa
- Méthode "Et si ?" et diagrammes d'arborescents (selon CEI 61026)
- Analyse préliminaire des dangers
- Modes de panne et analyse des effets (selon CEI 60812)
- Démarche des normes EN (décrites ci-après).



### 3. Estimation du risque en cas de défaut et sélection d'une catégorie appropriée (suivant EN 954-1)

Ce tableau regroupe uniquement les données qui doivent être prises en compte en vertu des normes EN 1050 et EN 954-1.

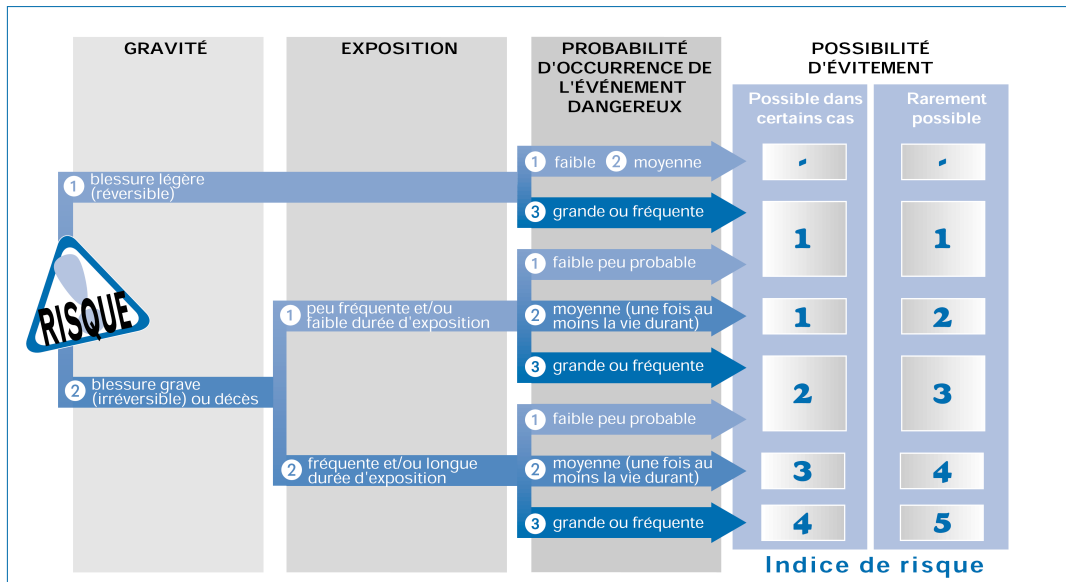
Il offre une façon de sélectionner les équipements de sécurité en regardant les liens entre la gravité de la blessure, la fréquence d'exposition et la possibilité d'éviter le risque, et les cinq niveaux de la catégorie de risque.



### Catégorie de sécurité des systèmes de commande (suivant EN 954-1)

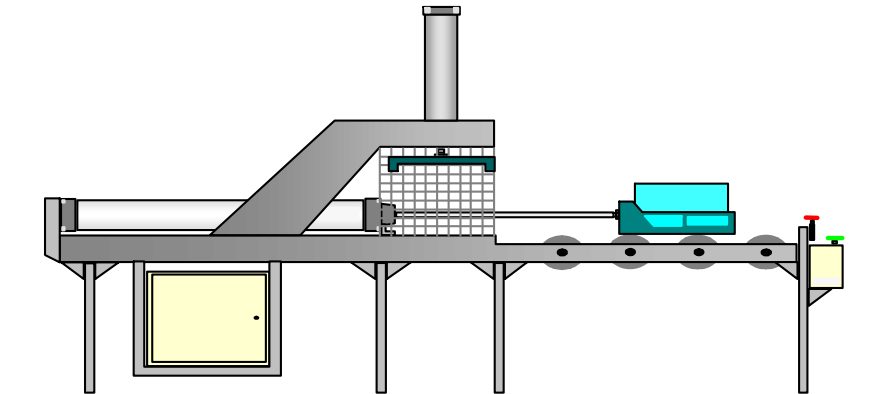
Catégories	Résumé des exigences	Comportement du système	Base principale de la sécurité
<b>B</b>	La partie du système de commande de machine relative à la sécurité et/ou ses dispositifs de protection, ainsi que ses composants, doivent être conçus, sélectionnés, montés et combinés selon l'état de la technique afin de pouvoir faire face aux influences attendues.	- Si un défaut se produit, il peut conduire à la perte de la fonction de sécurité.  - Certains défauts restent non détectés.	Par la sélection des composants et des principes de sécurité
<b>1</b>	Les exigences de B s'appliquent. Doit utiliser les composants et les principes de sécurité éprouvés.	Comme décrit pour la catégorie B, mais avec une plus grande fiabilité relative à la sécurité de la fonction de sécurité.	
<b>2</b>	Les exigences de B et l'utilisation des principes de sécurité éprouvés s'appliquent. La fonction de sécurité doit être vérifiée à intervalles convenables par le système de commande de la machine. <b>Note</b> : ce qui convient dépend de l'application et du type de machine.	- L'occurrence d'un défaut peut mener à la perte de la fonction de sécurité entre les intervalles de vérification.  - Le défaut est détecté par la vérification.	Par la structure
<b>3</b>	Le système de commande doit être conçu de façon à ce que : a) un défaut unique de la commande ne doit pas mener à la perte de la fonction de sécurité. b) si cela est raisonnablement faisable, le défaut unique doit être détecté par des mesures adaptées mettant en œuvre l'état de la technique.	- Lorsqu'un défaut unique se produit, la fonction de sécurité opère toujours.  - Certains défauts seront détectés, mais pas tous.  - L'accumulation de défauts non détectés peut conduire à la perte de la fonction de sécurité.	
<b>4</b>	Les exigences de B et l'utilisation des principes de sécurité éprouvés s'appliquent. Le système de commande doit être conçu de façon à ce que : a) un défaut unique du système de commande ne doit pas mener à une perte de la fonction de sécurité, et b) si possible, le défaut unique doit être détecté au, avant celui-ci, prochain appel à la fonction de sécurité, ou c) si b) n'est pas possible, une accumulation de défauts ne doit pas mener à une perte de la fonction de sécurité.	- Lorsque des défauts se produisent, la fonction de sécurité opère toujours.  - Les défauts seront détectés à temps pour empêcher une perte de la fonction de sécurité.	

## Estimation de l'indice de risque selon EN 1050

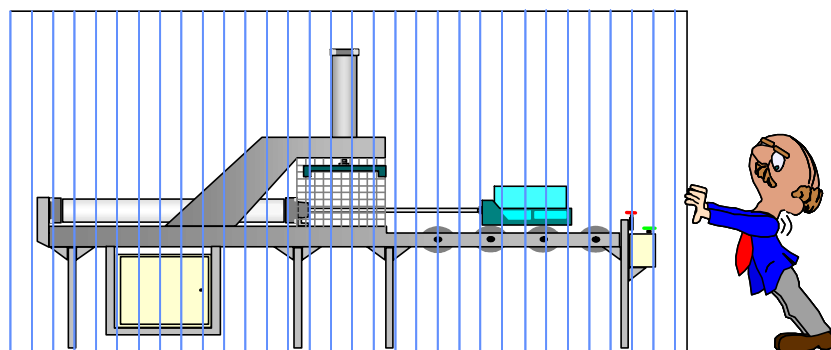


### 4. Exemple : machine simple

- C'est une machine simple avec deux éléments mobiles,
- On peut commander la machine de plusieurs manières différentes
- Certaines sont plus sûres que d'autres
- L'évaluation des risques peut aider à développer une méthode de commande sécurisée satisfaisante



L'interdiction d'accès peut être empêchée en utilisant un carter intégral  
 Bien que la machine soit maintenant sûre, elle ne peut pas être pilotée par l'opérateur pour le chargement et le déchargement  
 On doit donc employer d'autres méthodes qui permettront à la machine d'être actionnée tout en maintenant la sécurité à niveau satisfaisant



## EN 418

- Sécurité des machines
- Équipement d'arrêt d'urgence, principes fonctionnels pour la conception

4.1.11 : N'importe quelle action sur le déclencheur suite à une commande d'arrêt d'urgence aura comme conséquence de verrouiller le dispositif de commande de sorte que, pour une action sur un déclencheur, la commande d'arrêt d'urgence soit maintenue jusqu'à ce que le dispositif de commande soit remis à zéro (reset).

4.1.12 : Le réarmement du dispositif de commande sera seulement possible par une action manuelle sur le dispositif de commande lui-même

Le réarmement du dispositif de commande ne par lui-même occasionner une commande de départ.

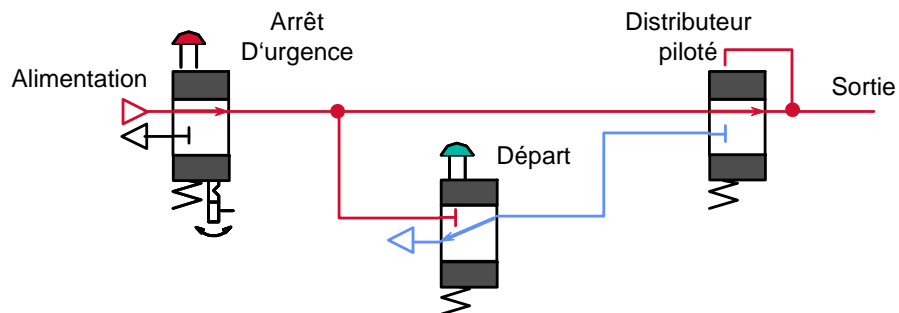
### Boutons d'arrêt d'urgence

- Pour satisfaire la norme EN 418 4.1.11 et 4.1.12
- Distributeur 3/2 normalement ouvert
- Action facile par poussée sur le champignon rouge
- Une fois poussé le distributeur est mécaniquement verrouillé en position actionnée
- Sortie d'air par l'échappement une fois activé
- Remise à zéro par 2 méthodes:
  - torsion du bouton
  - avec une clef

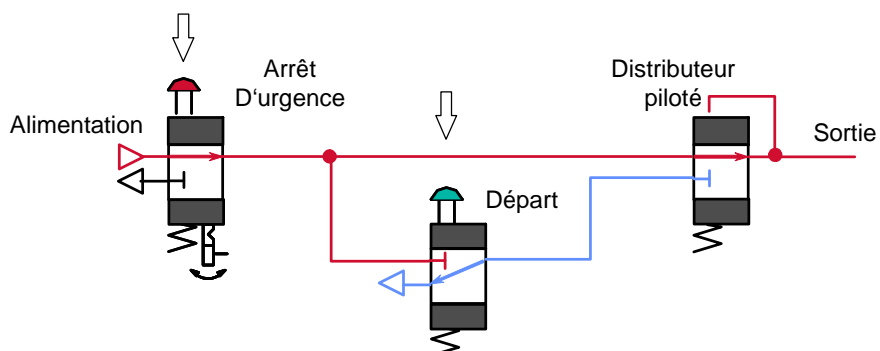


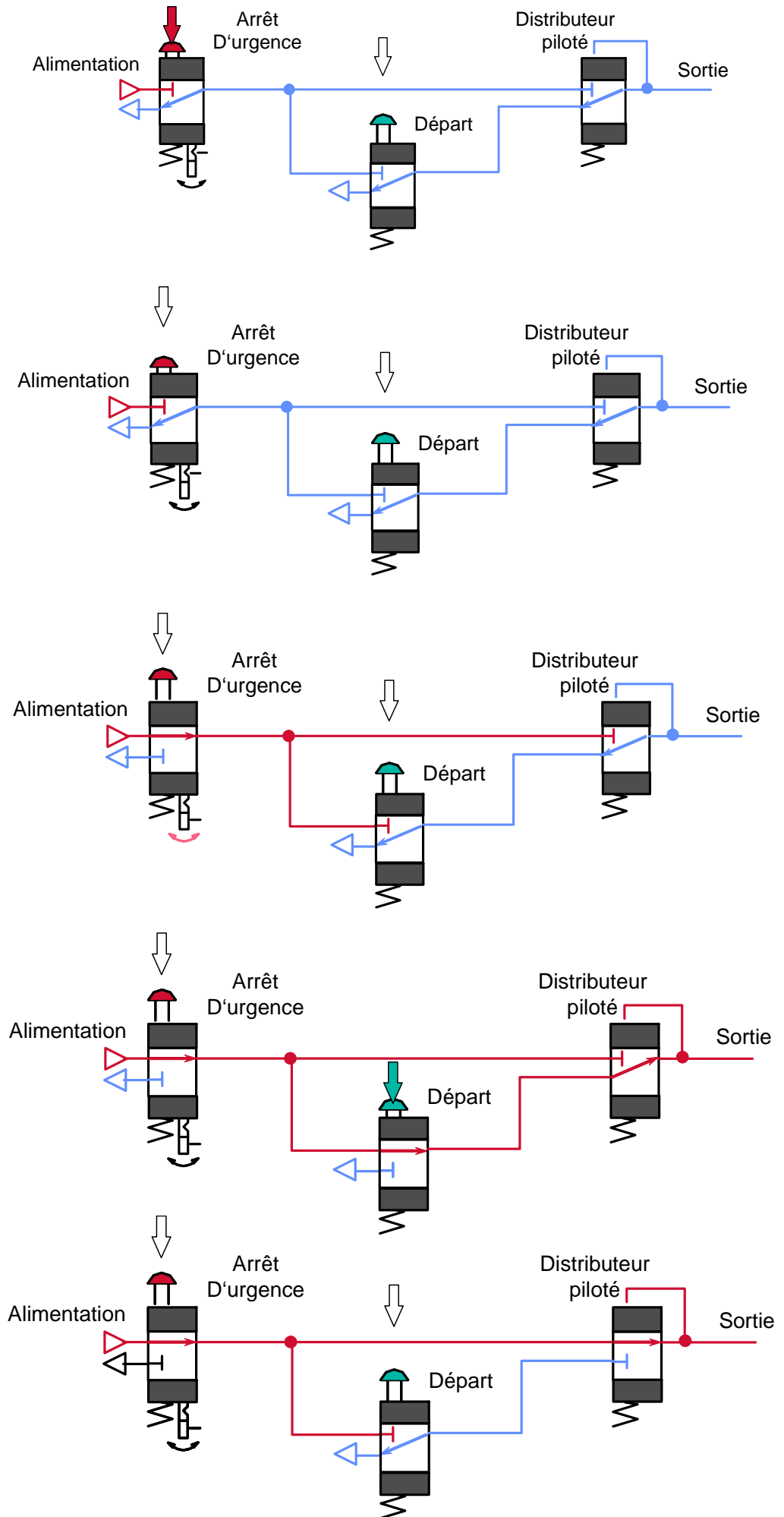
### 4.1. Verrouillage départ cycle

**EN418** 4.1.12 : « après remise à zéro, le dispositif de commande ne par lui-même occasionner une commande de départ ». Ceci peut être réalisé par un circuit composé d'un bouton marche et d'un distributeur 3/2 piloté utilisé comme verrou .Protection contre la coupure d'alimentation



- En fonctionnement, l'alimentation est reliée à la sortie
- Appuyer sur l'arrêt d'urgence pour couper la sortie
- Libérer le bouton (reste en position off)
- Réinitialiser l'arrêt d'urgence (présence d'air, mais pas en sortie)
- Presser « départ », alimentation du circuit





## 4.2. Commande de bi-manuelle

### EN 574

- Sécurité machines EN 574
- Dispositifs de commande bimanuels
- Aspects fonctionnels
- Principes pour la conception

Boîtier de commande avec des boutons poussoirs à chaque extrémité.

Les deux boutons doivent être enfoncés simultanément.

Le signal de sortie sera actif seulement si les deux boutons continuent à être activés.



## 4.3. EN 954-1 Categories

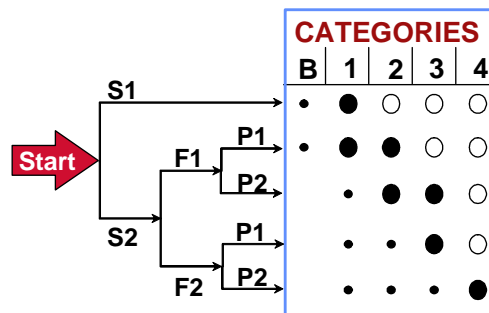
EN 954-1 est une norme européenne intitulée « dispositifs de sécurité des systèmes de commande : principes généraux pour la conception »

Des parties du système de commande sont fréquemment utilisées pour fournir des fonctions de sécurité. Cette norme donne les conditions et la façon dont ces pièces se comportent si un défaut se développe en elles. Le comportement est placé dans une des cinq catégories

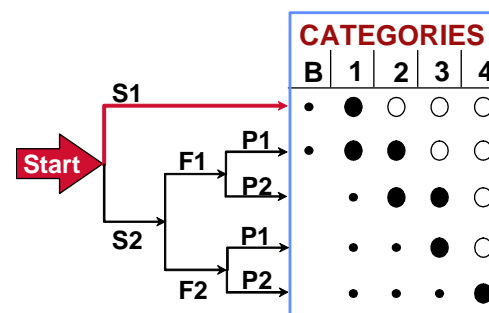
Les catégories sont déterminées par un procédé d'évaluation du risque. Si un défaut se produisait et si un risque se produit, est-ce qu'un accident en résulterait ? Si oui, comment l'atténuer ?

La première question que l'on se pose est sur la gravité des dommages si un accident se produisait

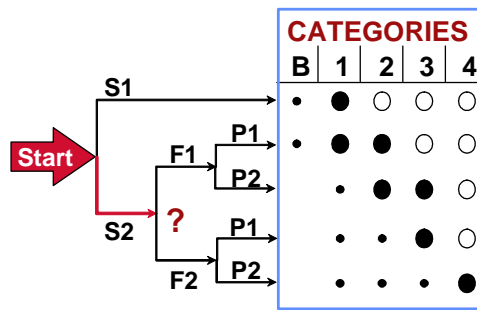
- S1 = léger,
- S2 = grave,



Si c'est S1 nous pouvons choisir notre catégorie

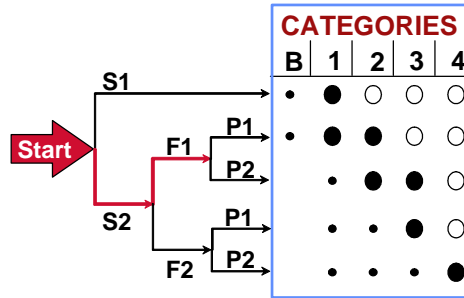


Si c'est S2 nous devons nous poser d'autres questions

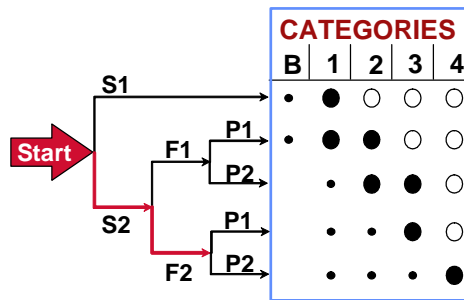


Pour S2 considérer la fréquence de l'exposition au risque

- F1 = rarement à souvent et/ou le temps d'exposition est court

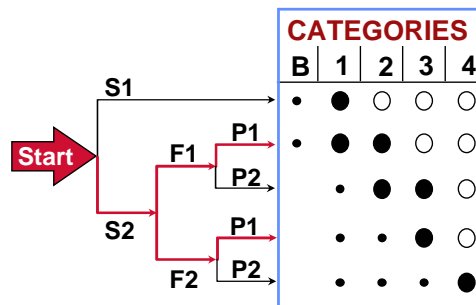


- F2 = fréquemment à continu et/ou temps d'exposition long

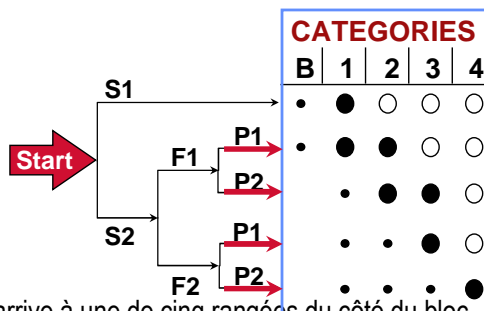


Avec F1 ou F2 considérer la possibilité d'éviter le risque

- La possibilité d'éviter le risque
- P1 = Les conditions rendent possible le fait d'éviter le risque; le risque est lent et fortement évident etc..



- P2 = À peine possible c.-à-d. le risque se produit trop rapidement pour réagir à temps
- Nous pouvons alors choisir une catégorie appropriée



- En se posant ces questions on arrive à une de cinq rangées du côté du bloc
- Le choix de la catégorie s'effectue verticalement

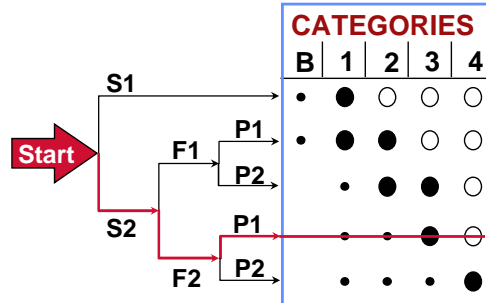
### Choix d'une catégorie

Signification des symboles dans la table

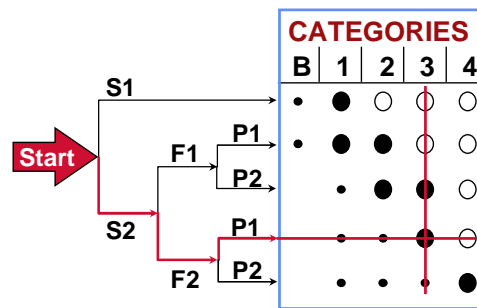
- • a besoin de mesures complémentaires
- ● catégorie idéale
- ○ plus que requis

Comme exemple, on suppose que les réponses aux questions étaient S2, F2 et P1

- Prolonger horizontalement



- Aller verticalement pour trouver le nombre de catégorie
- La catégorie est 3



Dans notre exemple, nous sommes arrivés à une condition de la catégorie 3.

Ceci signifie n'importe quel défaut simple qui se développe est pris en compte au niveau du système de commande et ne mènera pas à la perte de la fonction de sécurité.

Pour réaliser les exigences de la catégorie 3 4 est on utilisant une technique appelée la redondance

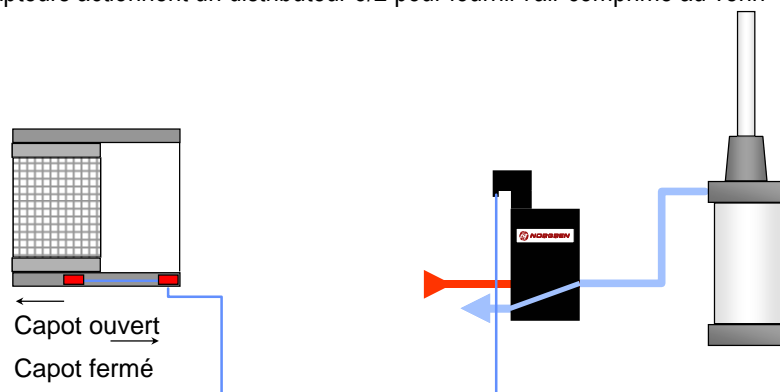
La redondance utilise deux systèmes pour effectuer le même travail. Si l'un échoue, l'autre continuera

Si la redondance est employée, alors une surveillance est exigée pour détecter n'importe quelle défaillance

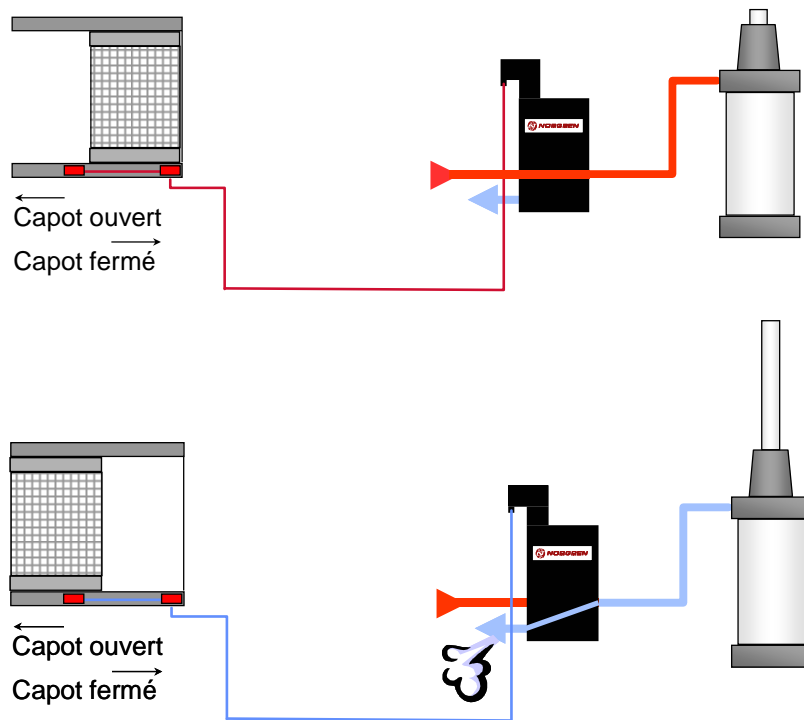
### 5. Distributeur de décharge contrôlée. Exemple de circuit

Un vérin simple effet normalement sorti, est sous pression seulement lorsque quand le capot est entièrement fermé

Les capteurs actionnent un distributeur 3/2 pour fournir l'air comprimé au vérin

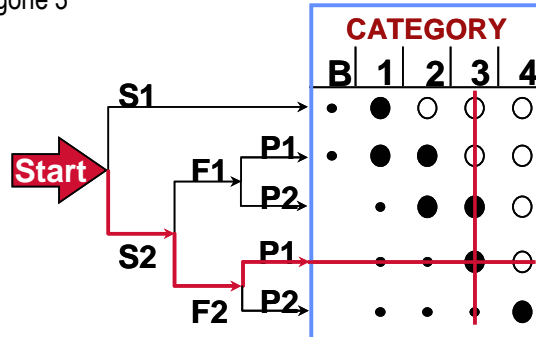






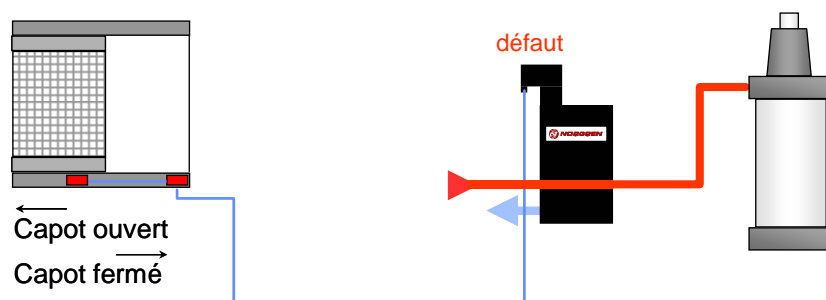
- Cet air est purgé pour des raisons de sûreté.
- Il peut alors dire que distributeur a une fonction de sécurité.
- On peut suivre EN 954-1 pour des conseils sur son comportement pour n'importe quel défaut

En suivant l'évaluation de risque en en 954-1 on trouve que le circuit exige le comportement de la catégorie 3

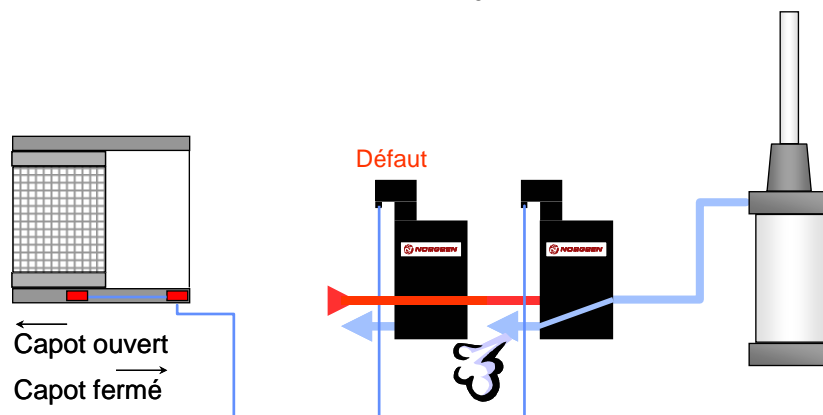


**Si n'importe quel défaut simple mène à la perte de la fonction de sûreté, le circuit n'entre pas dans la catégorie 3**

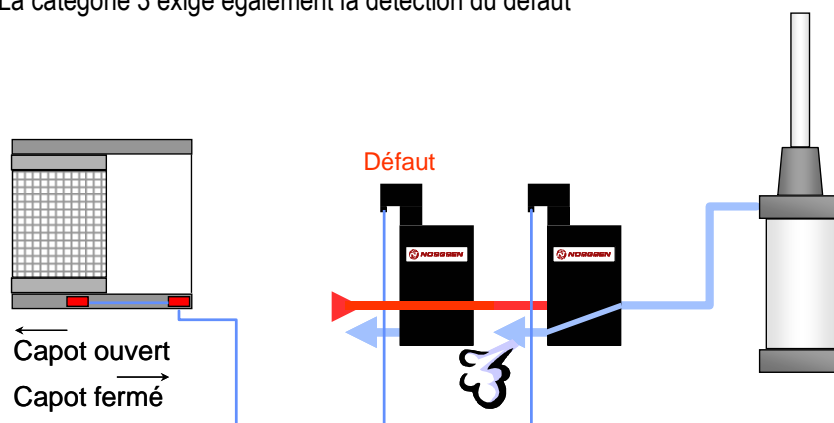
- Un défaut peut se développer dans le distributeur qui peut avoir comme conséquence un maintien en pression du vérin quand la porte est ouverte
- La fonction de sécurité est perdue



- Pour utiliser la redondance, deux distributeurs sont utilisés pour faire le même travail
- Si un défaut se produit dans l'un, l'autre purgera l'air pour obtenir l'état de sécurité



- Il n'y a aucune mise en évidence du distributeur défectueux et le circuit peut continuer à fonctionner
- Le dispositif de sécurité redondant est perdu
- La catégorie 3 exige également la détection du défaut

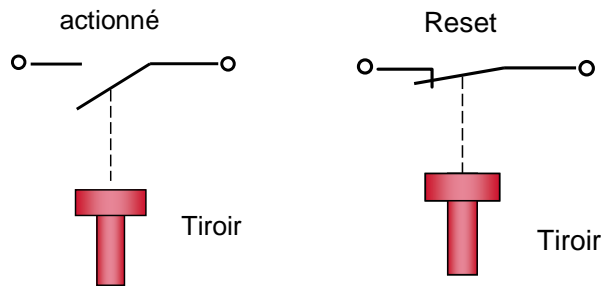


### 5.1. Distributeur de décharge contrôlée

Le distributeur à décharge contrôlée (MDC) est un distributeur 3/2 commandé par solénoïde. Utilisé dans les systèmes où de l'air comprimé doit être parfois purgé pour des raisons de sécurité. Incorpore un commutateur électromécanique pour surveiller la position du tiroir de distributeur

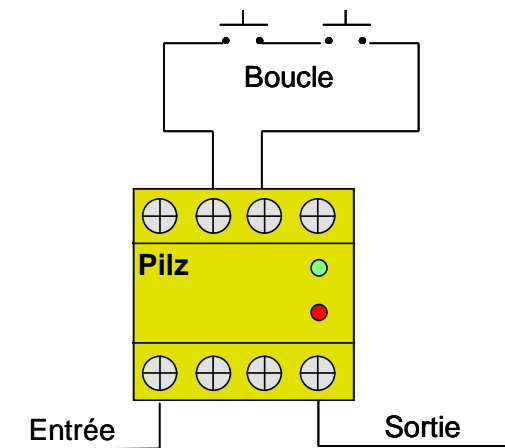


- Il y a deux défauts principaux qui pourraient empêcher le distributeur de purger l'air
1. pas de réaction des éléments électromagnétiques (le solénoïde)
  2. Aucune commutation ou commutation inachevée de l'élément mobile (le tiroir )
    - Le contact de surveillance dans le distributeur est normalement ouvert quand le tiroir est activé
    - Quand le tiroir de distributeur est remis à zéro il actionne le commutateur pour fermer le contact
    - On surveille ainsi l'état du solénoïde avant chaque cycle

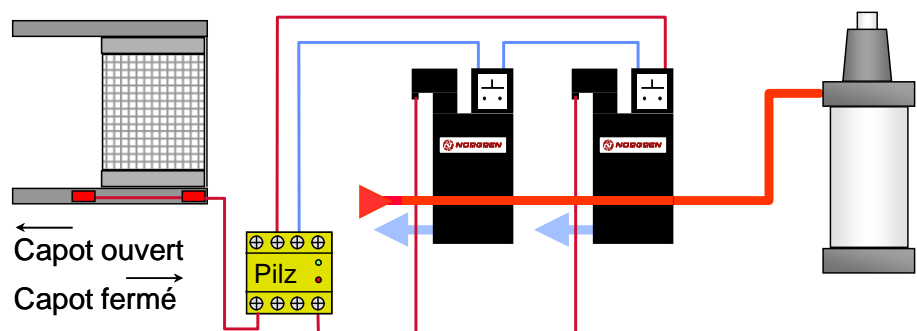


### 5.2. Exemple de circuit

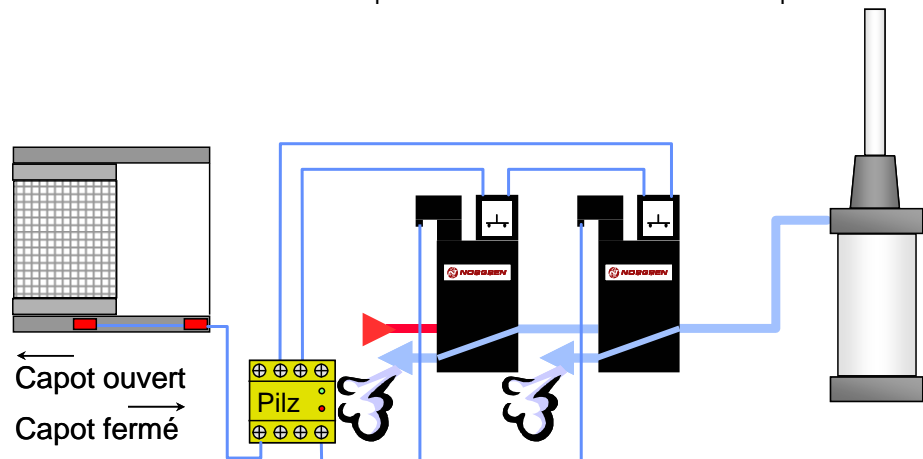
- La surveillance peut être effectuée par un relais de sûreté de PILZ
- Deux bornes permettent aux commutateurs externes d'être câblés dans une 'boucle'
- Le signal de départ mettra seulement en marche le relais quand la boucle est fermée
- La sortie du relais met en active les solénoïdes



La porte étant fermée, le relais fournit la puissance aux solénoïdes

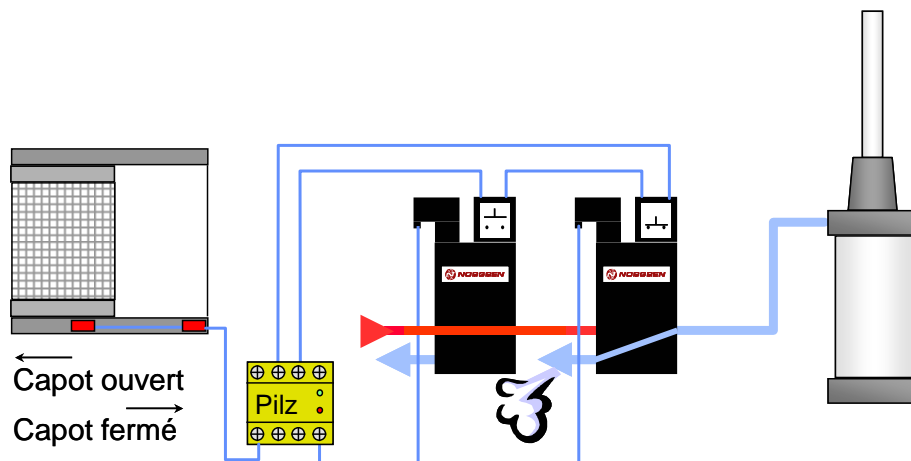


- Quand la porte s'ouvre le relais coupe la puissance des solénoïdes qui purgent l'air du vérin
- Les commutateurs confirment l'opération et forment une boucle électrique

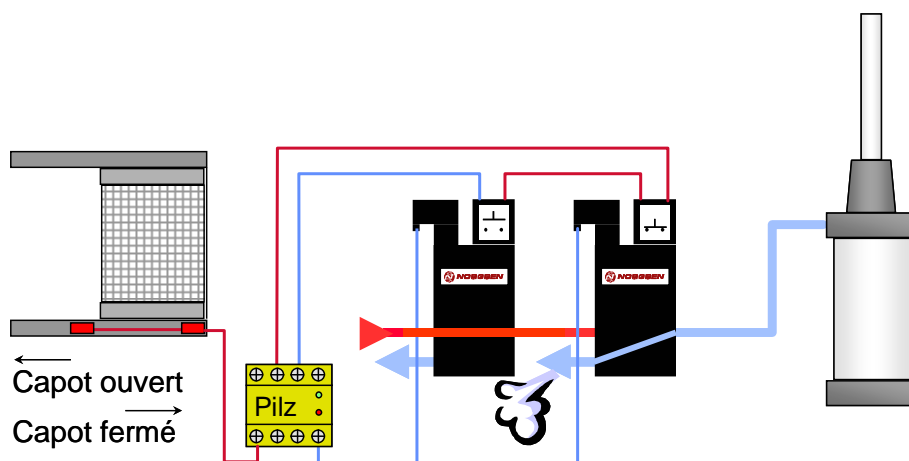


- Si un du MDC ne se remettait pas à zéro, son commutateur ne formera pas la boucle

- L'autre MDC assurera la fonction de sûreté

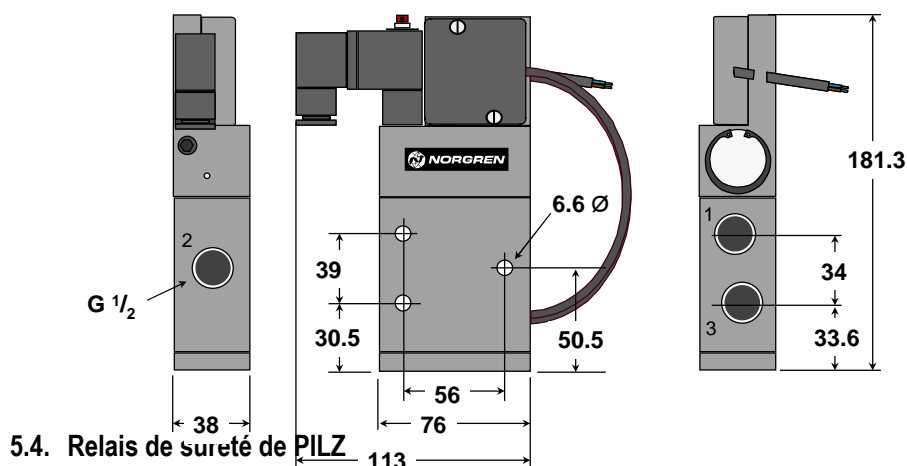


- Quand après, la porte est refermée, le relais voit la coupure dans la boucle et ne commutera pas la puissance aux solénoïdes
- Le distributeur défectueux doit être remplacée avant que le système soit de nouveau opérationnel



### 5.3. MDC: données techniques

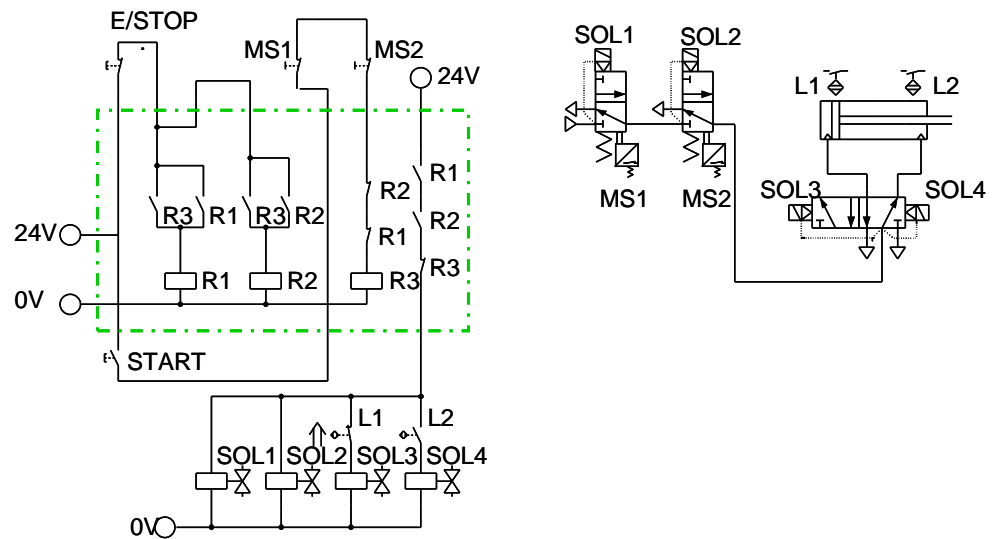
- Air comprimé moyen, filtré à 40µm, lubrifié ou non-lubrifié
- Barre de fonctionnement 2-10 bar de pression
- La température ambiante -20°C à +50°C
- Corps en alliage d'aluminium, joints en caoutchouc nitriles
- tolérance de tension de la puissance 7.5 W (9VA)
- IP65 (DIN 40050)



### 5.4. Relais de sûreté de PILZ

- 24VDC / 110VAC
- 2W / 3VA

### MDC et circuit de relais



Les distributeurs de décharge contrôlés avec commutateurs sont câblés dans la boucle de contrôle d'un relais de sûreté de PILZ

### 6. EN 983

- Sûreté des machines
  - Conditions de sûreté pour des systèmes d'alimentation liquide et leurs composants
  - Systèmes pneumatiques

#### Portée

Ce n'est pas une norme de fabrication et son but est d'offrir des conseils aux concepteurs. Cette norme s'applique aux systèmes pneumatiques et à leurs composants sur machines. Elle identifie les risques possibles quand des systèmes pneumatiques sont utilisés sur des machines.

C'est l'application des composants pneumatiques, et non leur fabrication qui est visée

**5.1.2 :** Toutes les parties du système seront conçues ou protégées contre des pressions excédant la pression d'utilisation maximum ou de la pression calculée de n'importe quel élément spécifique.

## 6.1. Valves de décompression

- Pour la protection contre les surpressions provenant du réseau primaire ou les pressions produites au secondaire
- Air réduit ou purgé selon le type
- Purgé dans la ligne ou à l'extérieur
- Seuil réglable de décompression
- L'air épuisant peut être purgé au loin pour empêcher un risque au personnel

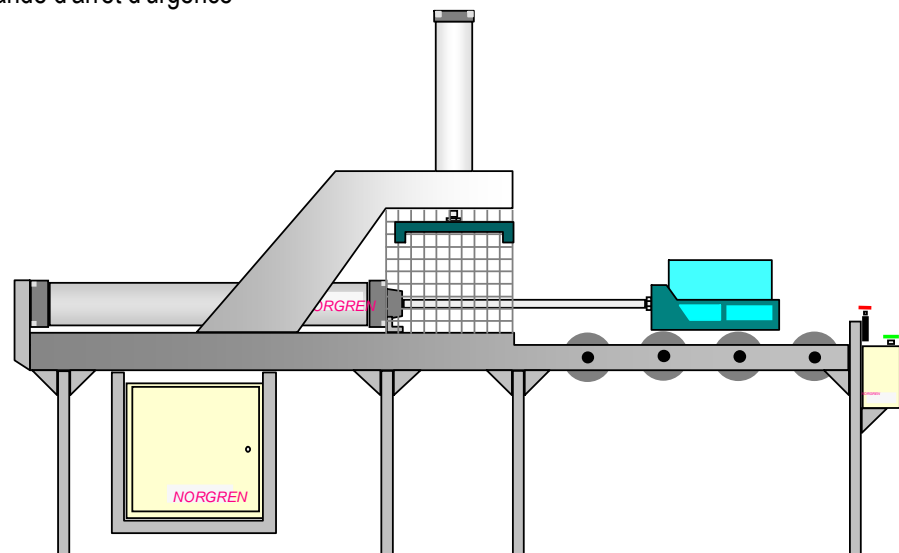


5.1.4 Quelque soit le type de commande ou d'alimentation d'énergie employé (par exemple électrique, pneumatique, etc.) les actions suivantes (volontaires ou involontaires) ne créeront pas un risque :

- alimentation
- réduction d'alimentation
- coupure ou rétablissement d'alimentation

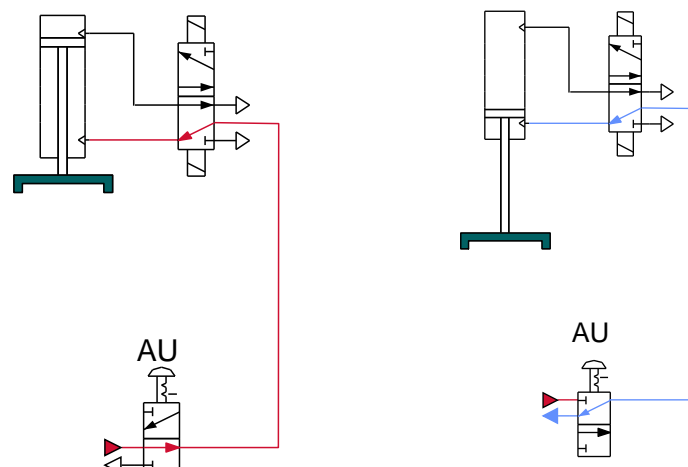
## 6.2. Risques liés à la coupure de l'alimentation

Identifier les risques lors de l'alimentation d'énergie avec cette machine sur l'action de la commande d'arrêt d'urgence

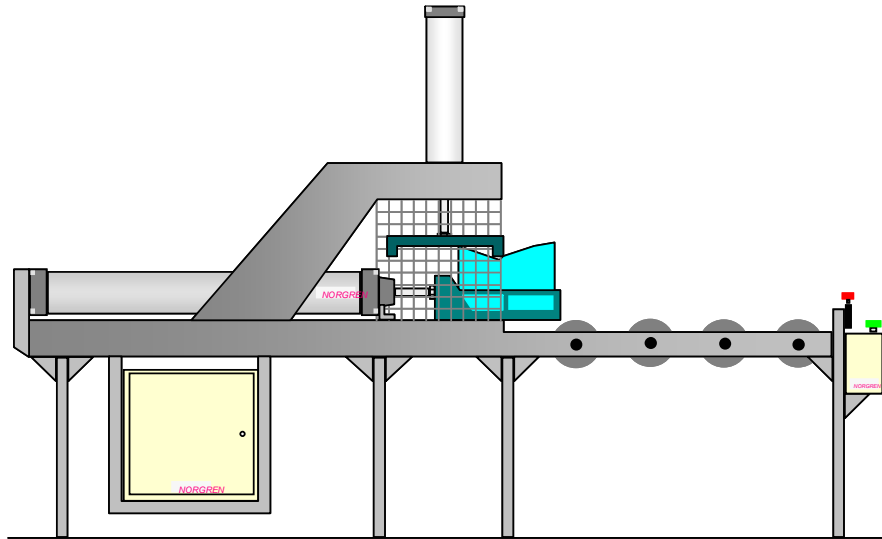


### Evaluation du risque

L'arrêt d'urgence évacuera la puissance pneumatique mais n'empêchera pas la descente de la tige due à sa charge



Sans la pression de maintien, la chute de l'actionneur produit des dommages sur le produit



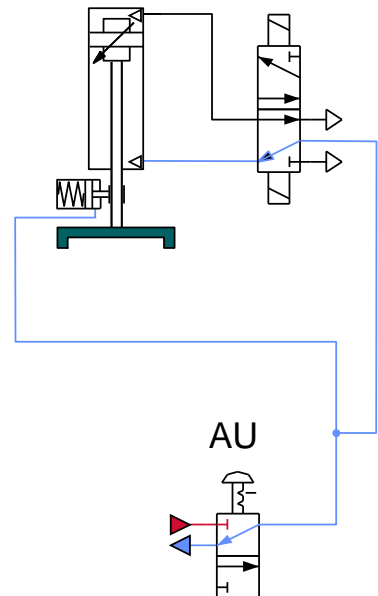
### 6.3. Blocage passif de tige de piston

Vérin équipé d'une sécurité par blocage passif. Quand de la pression est appliquée, le blocage est déverrouillé pour que la tige de piston fonctionne normalement. Quand de la pression est nulle, le blocage passif agit fermement pour empêcher un mouvement sous charge



### 6.4. Résolution du risque

Quand la vanne d'arrêt d'urgence évacue la puissance pneumatique, la sécurité passive maintient la tige de piston en position. La charge sera soutenue dans la position d'arrêt



### 6.5. Vérin sans tige freiné

Pour les vérins sans tige le chariot peut être maintenu avec une version freinée. Le frein passif est inactivé par application d'un signal pneumatique

Quand le signal pneumatique est nul le frein sera actif et maintiendra le chariot en position

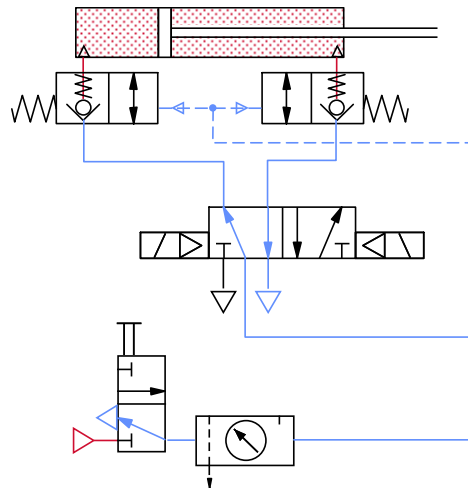


## 6.6. Bloqueurs

- En bloquant l'entrée et la sortie d'air on isole le vérin de l'alimentation
- Adapté directement sur le cylindre avec une forme de type coude banjo
- Fonctionne en distributeur 2/2 normalement fermé
- La pression de signal appliquée a l'entrée permet l'ouverture du bloqueur

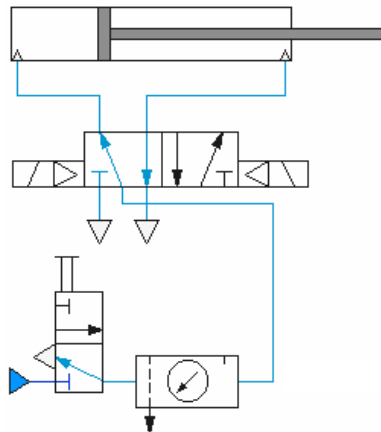


Quand l'air d'alimentation au circuit est coupé les deux bloqueurs 2/2 se mettent en position normale. La charge sera maintenue dans l'équilibre

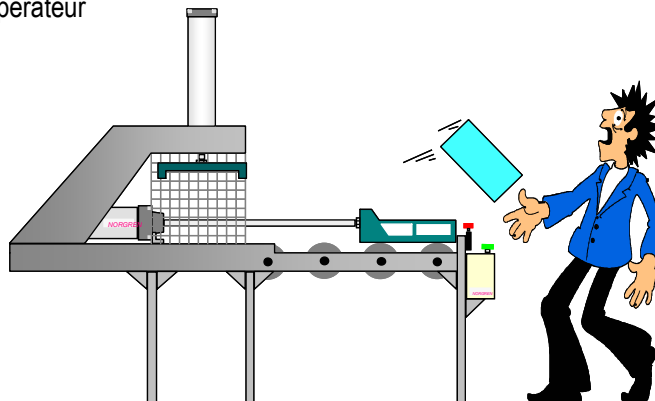


## 7. Remise en pression progressive

Utilisé lorsque on veut remettre en pression un système après un AU et éviter un déplacement brutal

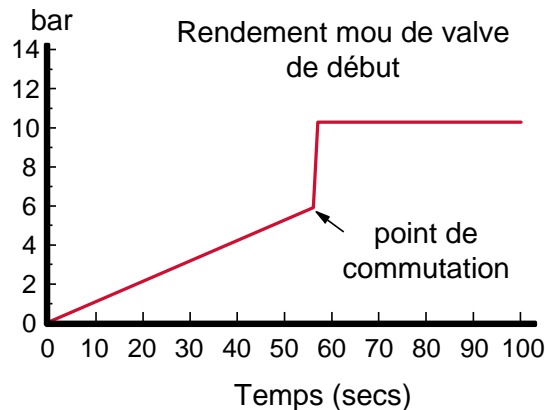


Sans une contre-pression coté tige, la vitesse puis l'arrêt de la tige peuvent causer des dommages à l'opérateur

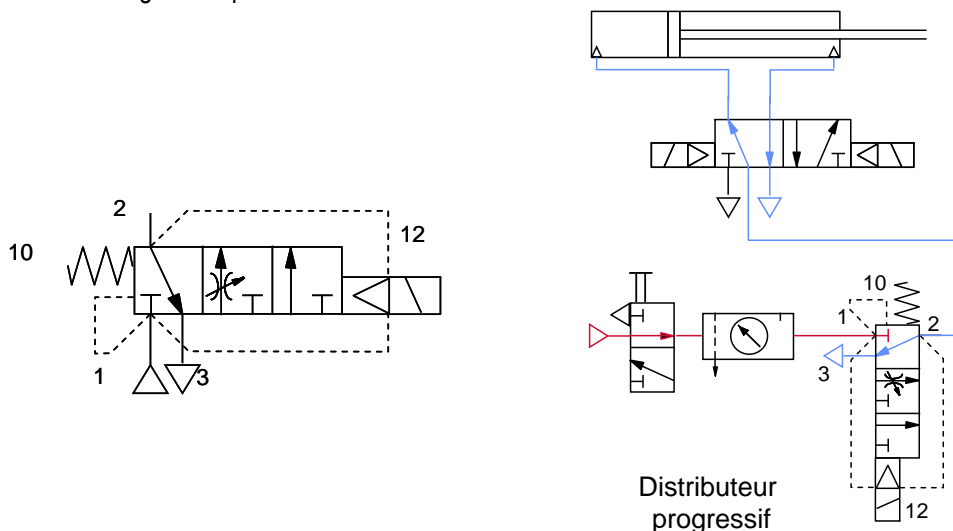




- Quand une vanne progressive est utilisée, pression est accumulée graduellement
- Le piston se déplacera doucement à sa position finale
- Quand le point de commutation est atteint, le débit et pression maxis sont alors disponibles



- La pression est réappliquée sur le système
- Quand le distributeur progressif est ouvert, l'écoulement est restreint de sorte que la pression s'accumule graduellement
- La tige se déplacera à l'extrémité de sa course doucement



## 7.1. Isolement

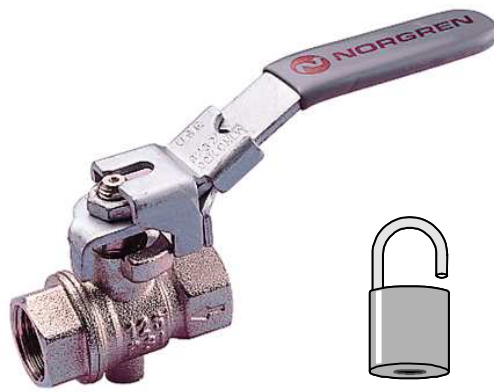
**5.1.6** Le système sera conçu pour faciliter l'isolement des sources d'énergie et pour faciliter également la dissipation de la pression du fluide dans le système afin d'empêcher une mise en marche inattendue.

Dans les systèmes pneumatiques ceci peut être fait près, par exemple par:

- isolement de l'approvisionnement par un dispositif de coupure approprié, qui peut devoir être verrouillable, ou
- isolement et dissipation de la pression du système avec un dispositif (s) approprié d'interruption possédant un dispositif de dégagement de pression, qui peut être verrouillable ;
- libérer ou mettre en appui des charges mécaniques quand le système est dépressurisé

## 7.2. Fermeture par vanne à boule

- Le dispositif d'échappement purge la pression aval
- En position coupée, la partie inférieure de la poignée peut être fermée à clef avec un cadenas
- Ne peut pas être fermé à clef en position d'ouverture



## 8. Nuisances

On peut rencontrer avec les systèmes pneumatiques deux types de nuisance sur l'environnement :

- nuisances acoustiques, provoquées par les bruits d'échappement
- brouillard d'huile, provoqué par les huiles utilisées dans les compresseurs ou dans les blocs de conditionnement. Ce brouillard d'huile s'échappe dans l'environnement par les orifices d'échappement

### 8.1. Brouillard d'huile

L'air d'échappement des organes pneumatiques contient fréquemment un brouillard d'huile qui reste parfois en suspension pendant un certain temps dans l'air ambiant, que l'on peut par conséquent inhaler. Cette pollution de l'environnement peut prendre des proportions importantes lorsqu'on utilise un grand nombre de moteurs pneumatiques ou de vérins de grandes tailles.

### 8.2. Filtres

**5.1.9** Les systèmes seront conçus, construits et/ou équipés pour que les risques dus aux substances dangereuses en suspensions soient réduits au minimum

#### *Filtre silencieux d'échappement*

- Tous les échappements d'un système peuvent être connectés à une ou plusieurs de ces unités
- L'élément submicronique filtre le brouillard d'huile et les particules.
- Vidanger régulièrement l'huile dans le vase de rétention
- Réduit nettement le bruit d'échappement



### 8.3. Émissions sonores

Il convient de prendre des mesures visant à éviter un trop haut niveau sonore en sortie d'échappement. On utilise à cet effet des silencieux.

Les silencieux servent à amortir les émissions de bruits aux orifices d'échappement des distributeurs en réduisant la vitesse de sortie de l'air.

Cela peut, en revanche, agir sur la vitesse de sortie du vérin. Signalons que la perte de charge sur les silencieux à étranglement. On peut de la sorte commander la vitesse du piston et les temps de réponse des distributeurs.

Un procédé de réduction des bruits consiste à faire passer l'air d'échappement de plusieurs distributeurs dans un collecteur débouchant sur un gros silencieux commun.

### 8.4. Silencieux

**5.3.8** Des silencieux seront utilisés où le niveau de pression acoustique provoqué par l'air est supérieur aux codes et aux normes applicables

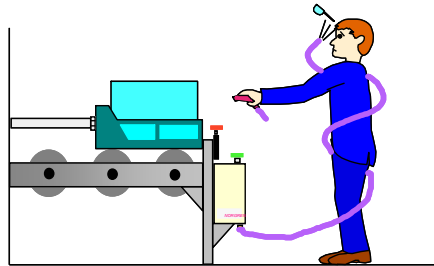
- L'utilisation des silencieux sur les échappements diminuent le bruit



- Construction robuste résistante pour résister aux coups et à l'abrasion
- Réduction de bruit efficace
- Éventail de tailles

### 8.5. Vanne parachute

- Une tuyauterie éclatée ou un raccord d'extrémité endommagé peuvent être dangereux
- L'extrémité du tuyau libre sous pression se déplacera à grande vitesse aléatoirement (coup de fouet)
- Des opérateurs peuvent être blessés et des machines être endommagés
- Une vanne parachute fermera l'écoulement quand la défaillance est détectée



- Placé en amont du tube souple
- Elle détectera la chute de pression soudaine créée par un tuyau ou un joint défaillant
- La circulation d'air est vers le tube est automatiquement fermée pour empêcher le tuyau de fouetter
- Quand le tuyau est remplacé une baisse de pression d'utilisation permettra à la vanne parachute de faire circuler l'air normalement



### 8.6. Régulateurs de pression pré réglés

Des applications exigent que la pression soit fournie à une valeur prédéterminée. La pression doit être maintenue et non changée par l'utilisateur. L'alimentation de pistolets à air comprimé est un exemple typique.

Le régulateur miniature monté en usine est pré réglé et scellé dans un logement résistant aux chocs



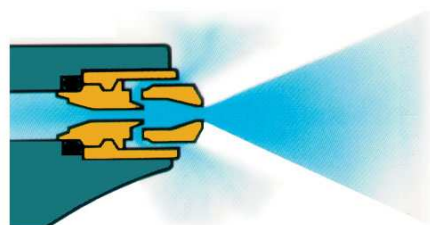
### 8.7. Pistolets à air comprimé (soufflettes)

- Il est dans les habitudes d'installer n'importe quel distributeur disponible avec une longueur de tube et de l'équiper d'un gicleur et de l'employer comme pistolet à air comprimé
- Le résultat serait un jet mince à vitesse élevée qui peut souffler de la poussière trop violemment dans le visage d'opérateurs
- C'est un risque pour les yeux et la respiration
- Si un jet d'air à vitesse élevée d'air est orienté sur le corps, des dommages peuvent en résulter
- Si un jet d'air entre dans n'importe quel orifice tel que le nez ou les oreilles des dommages sérieux peuvent en résulter
- Ne pas se nettoyer avec un pistolet à air comprimé
- Les vêtements sont poreux et peuvent être déchirés permettant à des jet d'air de pénétrer

- jet central d'air de largeur limitée
- Le jet environnant large pour réduire au minimum le retour des particules en arrière
- Trous de passage pour diverger l'air si le bec est placé trop près de la peau ou de tout autre objet
- Approvisionnement seulement avec de l'air non lubrifié, sec et propre



### Exemples de buse avec type de jet



## 1. Introduction

Une conception moderne et des composants de bonne qualité, accompagnés d'un entretien préventif fournissent un niveau élevé de fiabilité.

Pour les systèmes de production, le coût de non de production est élevé. Il est essentiel de retrouver le fonctionnement normal dans un temps minimum.

Si une machine ou un système montre une chute de cadence ou cesse de travailler, il y a des méthodes pour diagnostiquer et corriger le défaut aussi rapidement comme possible. Une approche méthodique et logique des problèmes est nécessaire pour le technicien de maintenance

## 2. Maintenance et sécurité

Dans toute situation la sécurité personnelle et d'autrui est primordiale. Les travaux doivent être menés en utilisant des pratiques approuvées et observant la législation en vigueur.

Isolement de la puissance électrique et pneumatique. La pression purgée et les pièces mobiles mécaniquement neutralisées



Dans la pratique il peut être nécessaire d'avoir la machine ou le dispositif en partie ou entièrement actif pour déceler une anomalie.

Pour accéder ou pour examiner un dispositif suspect, il peut également être nécessaire d'enlever ou franchir des barrières de sureté.

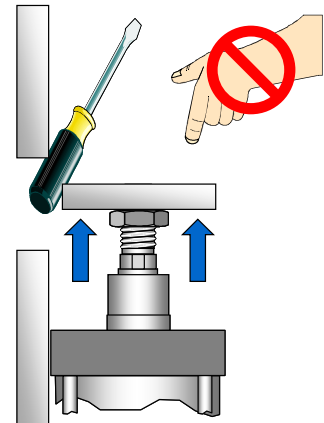
Ceci présente beaucoup de dangers, et une grande attention et rigueur sont exigées de l'équipe de maintenance.

Les dépanneurs doivent s'éloigner autant que possible de tous actionneurs, mécanismes et pièces mobiles dangereuses.

L'appareillage électrique doit être vérifié en utilisant seulement les instruments appropriés

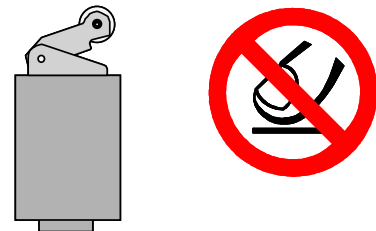
### 2.1. DANGER! Actionneur bloqué

- Dégager le tournevis causera le départ de l'actionneur
- L'action du vérin est plus rapide que la réaction pour enlever votre main
- S'assurer que l'actionneur est dépressurisé et utiliser un outil hors de l'espace de la course



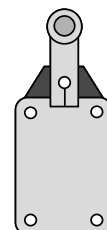
### 2.2. DANGER ! Capteurs de fin de course

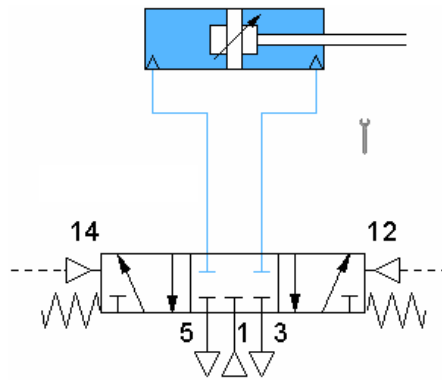
- En touchant accidentellement un capteur, cela peut produire d'un signal
- Ceci peut faire fonctionner un actionneur ou donner un ordre de déclenchement



## 3. DANGER ! Un système purgé peut laisser des composants avec de la pression emprisonnée

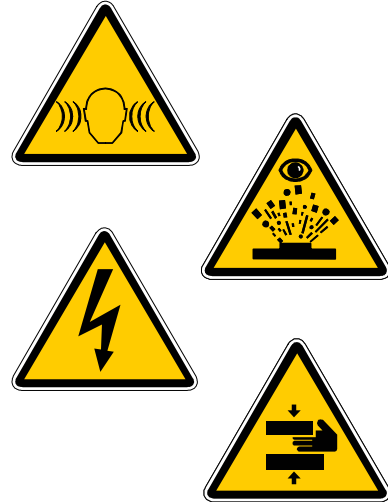
- Un vérin commandé par distributeur 3 positions peut être pressurisé indépendamment du fait que la pression principale est coupée
- Enlever un raccordement à une extrémité ou déplacer le distributeur peut causer le mouvement soudain du vérin





### 3.1. Autres dangers

- Certains des dangers à considérer sont:
- Échappements d'air soudains au visage:
  - le bruit peut blesser les oreilles
  - les particules éjectées peuvent blesser les yeux
- Décharge électrique
- Pièces mécaniques mobiles



### 4. Symptômes d'un défaut

Dans une machine pneumatique ou électropneumatique typique un défaut sera d'abord perçu par les symptômes suivants;

- Action de faible intensité ou lente
- Produit défectueux,
- Arrêt de la machine

#### 4.1. Défauts communs et solutions

##### **Symptôme**

La machine fonctionne mais le mouvement des actionneurs sont trop lents

##### **Causes possibles**

- Restriction du débit d'air entrant ou manque de débit
- Restriction du débit d'air sortant
- Manque de lubrification

##### **Symptôme**

L'actionneur s'arrête après une vitesse lente

##### **Causes possibles**

- Régulateurs de débit réglés trop bas
- Tube fuyard
- Manque de lubrification
- Défauts d'alignement
- Objets sur le chemin de l'actionneur
- Tige de piston pliée
- Corps de vérin bosselé

##### **Solutions Possibles**

- Régler les régulateurs de débit
- Remplacer le cylindre
- Vérifier le FRL
- Nettoyer, réaligner et lubrifier les mécanismes
- Remplacer ou réparer l'actionneur

## 5. Solénoïde de commande

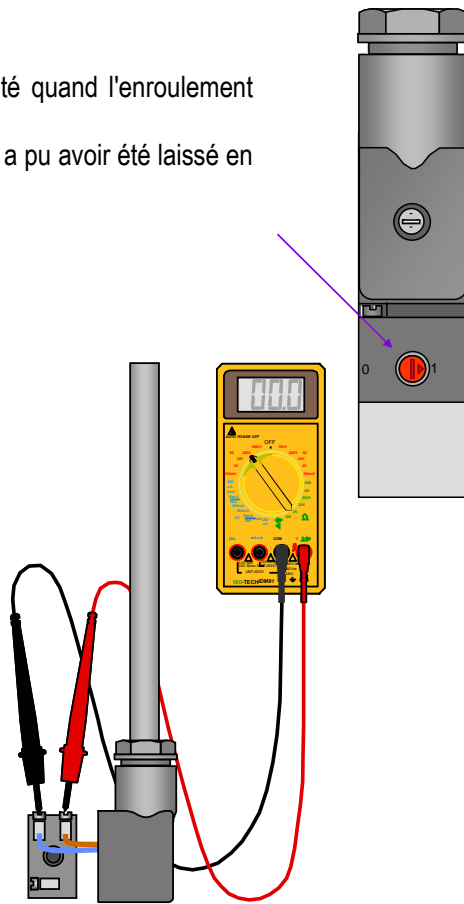
**Défaut :** le circuit pneumatique est alimenté quand l'enroulement est désactivé

Vérifier le forçage manuel (si existant) s'il a pu avoir été laissé en position 1

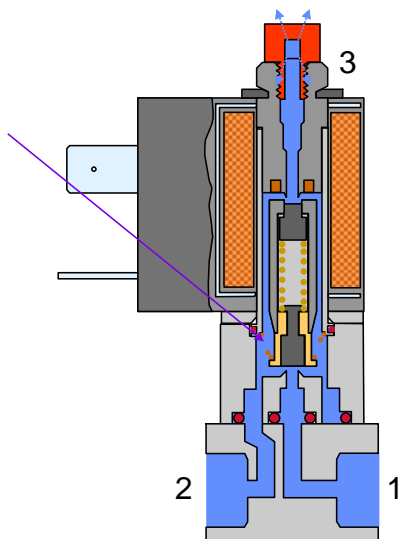
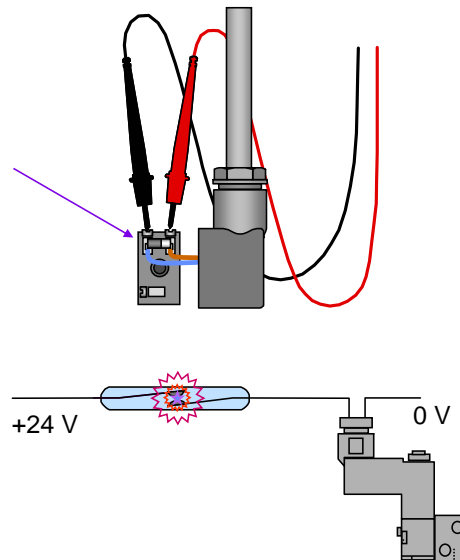
**Défaut :** Le circuit pneumatique est fermé quand l'enroulement devrait être actif

- Vérifier l'alimentation électrique aux contacts
- Si c'est inactif vérifier l'approvisionnement à la source
- S'il y a présence de courant le défaut peut être :
  - Tension trop basse
  - Panne mécanique empêchant tiroir de se déplacer
  - Enroulement brûlé

- Cela est susceptible de maintenir le circuit ouvert
- L'enroulement n'arrêtera pas de travailler
- Ceci nuire au circuit qui commute l'enroulement
- Un court circuit déclenchera un fusible ou endommagera le circuit de commutation



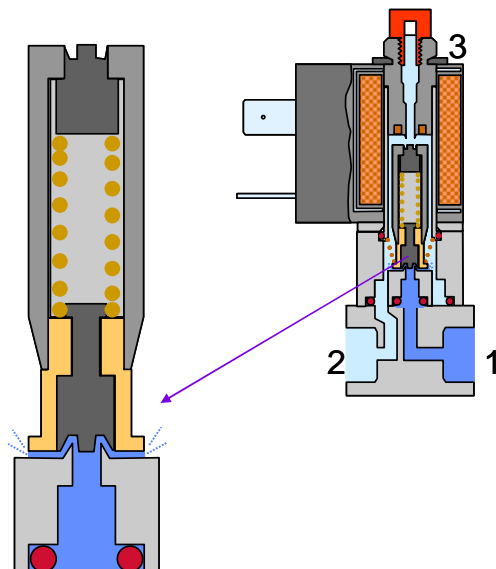
le



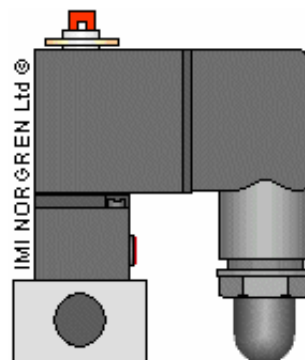
Un ressort faible ou cassé empêchera le tiroir de couper l'arrivée d'air, faisant passer l'air vers la sortie et l'échappement

Le tiroir peut être maintenu en position haute par la pression atmosphérique après que l'enroulement ait été désactivé

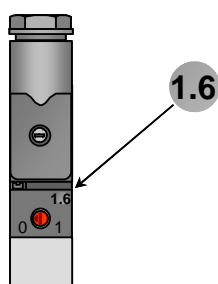
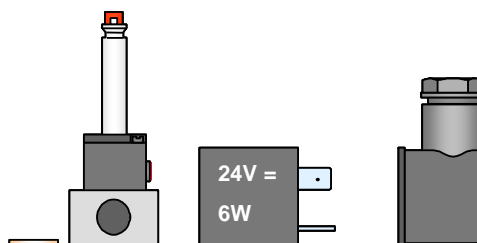
L'usure du siège du tiroir, peut causer une fuite



- Les enroulements doivent être fermement fixés à la tige de solénoïde
- Pour le C.A., la réaction du champ magnétique alternatif cause des forces réactives axiales sur l'enroulement des solénoïdes
- Si l'enroulement est lâche il vibrera
- Il y aura accumulation de chaleur, et fonctionnement médiocre du tiroir

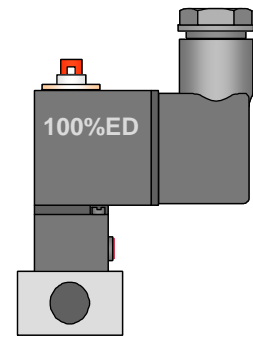


- Les solénoïdes sont assortis d'enroulements et de tiges selon la puissance
- Un enroulement de faible puissance ne pourra mouvoir un ressort de tiroir de raideur élevée
- Un enroulement de puissance trop important cause un claquement du tiroir, ayant pour résultat l'usure prématuré des joints d'étanchéité
  - 2W = orifice  $\varnothing$  1.0mm
  - 6W = orifice  $\varnothing$  1.6mm
  - 8VA = orifice  $\varnothing$  1.6mm





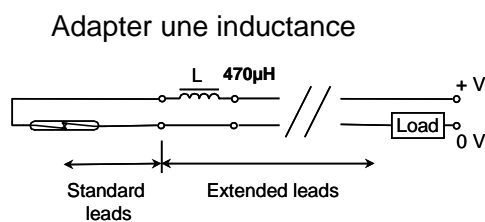
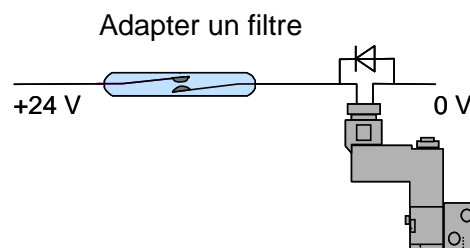
- Les enroulements de solénoïde ne peuvent être laissé activés indéfiniment
- S'il est activé pendant trop longtemps, il est normal qu'un enroulement devienne trop chaud pour se fonctionner normalement
- La surchauffe peut résulter si les enroulements sont actifs sans interruption dans un espace confiné sans moyens de ventilation



## 6. Capteurs

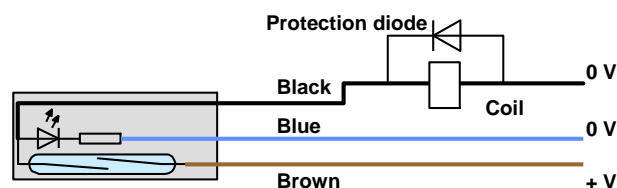
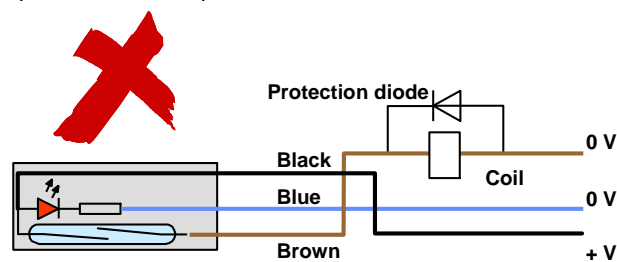
**Défaut** : Commutation de manière permanente

- 1. Utilisé directement sans protection, l'enroulement de solénoïde a fondu les contacts ensemble
- 2. Un courant trop élevé a traversé les contacts
  - un courant de montée subite provoqué par les fils très longs (accouplement capacitif)
  - une charge trop élevée



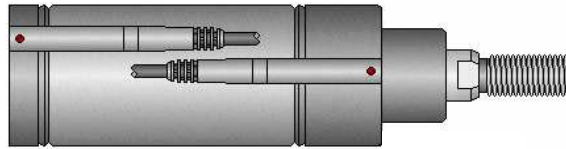
**Défaut** Voyant lumineux (DEL) allumé de manière permanente bien que le capteur fonctionne normalement

- Sur type à trois fils, c'est très probablement le fil brun et noir qui sont inversés
- Si ce n'est pas les fils, il est probable les contacts soient restés fermés



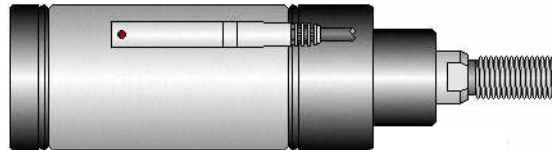
**Défaut :** le capteur ne commute pas quand le piston de l'actionneur est en fin de course

- Le capteur est placé trop loin à l'extrémité sur le vérin
- Il est au delà du pouvoir d'attraction de l'aimant



**Défaut :** le système ne détecte pas à un la position de la mi-course du vérin

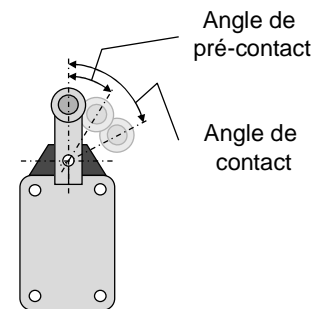
- Il est probable que la vitesse de piston soit trop rapide
- La largeur de bande du champ magnétique est approximativement 6mm.
- Si cette distance est parcourue en moins de temps que le temps de réponse de l'équipement, alors le signal ne sera pris en compte



### 6.1. Capteur à galets

**Défaut :** Le mécanisme de commutation semble se déplacer, mais le capteur ne change pas d'état

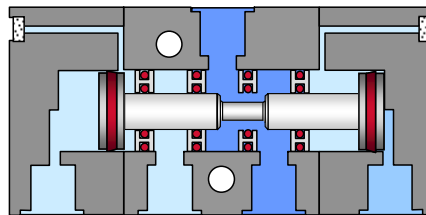
- 1. Le levier se trouve d'ans l'angle de pré-contact seulement
  - Réajuster le capteur pour inclure le déplacement dans l'angle de contact t
- 2. Contact cassé dû à la vibration et à la fatigue mécanique
- 3. Contacts brûlés dus à des sur-charges



### 7. Distributeurs de puissance

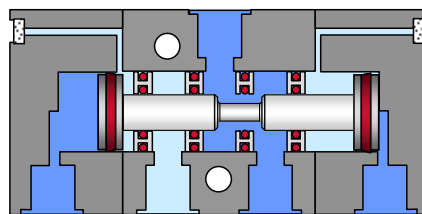
**Défaut :** Le tiroir ne change pas de position

- Signal pneumatique de pression trop basse
- La pression de fonctionnement minimum doit être de 1bar à 3 bars selon le type de distributeur



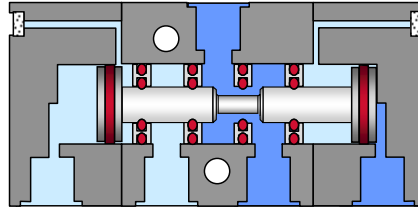
**Défaut :** le tiroir ne change pas de position

- Signaux opposés simultanés sur les types bistables (défaut de la partie commande)
- Le signal côté gauche n'a pas été supprimé, ainsi le nouveau signal du côté droit n'a aucun effet
- Vérifier l'électrovanne donnant le signal gauche et sa commande



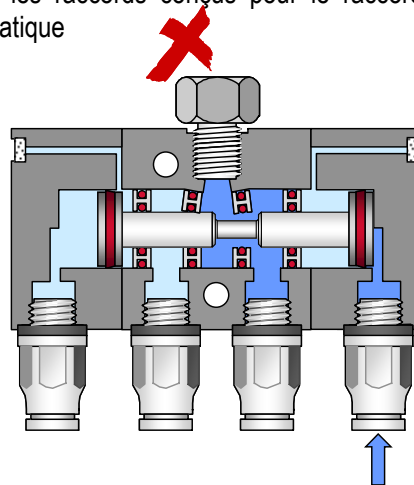
**Défaut :** Le tiroir ne change pas de position

- Tiroir coincé, dû à une lubrification incorrecte (gonflement des joints)
- En lubrifiant distributeur avec de l'huile non compatible, on fait gonfler les joints la bobine
- Des huiles non compatibles desséchées avec un résidu peuvent coller le tiroir en position



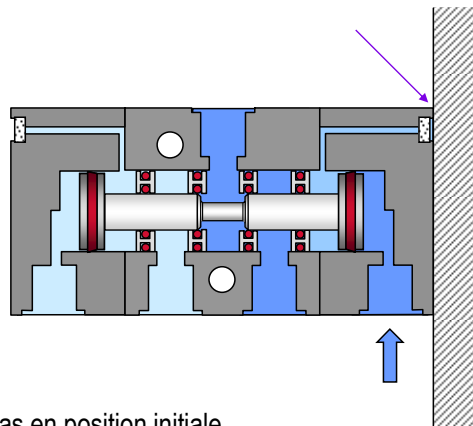
**Défaut :** Le tiroir ne change pas de position

- Tiroir bloqué dû à l'utilisation d'un élément fileté trop long, a endommagé l'alésage du distributeur
- Utiliser seulement les raccords conçus pour le raccordement aux orifices du distributeur pneumatique



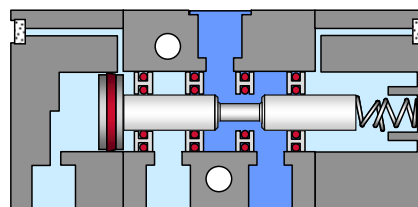
**Défaut :** Déplacement trop long du tiroir

- Trou de passage bloqué
- Les échappements ont besoin d'espace pour le débit d'air
- Si le distributeur est installé contre une surface plate, le trou d'échappement peut se boucher
- Cette restriction peut causer un fonctionnement lent ou inachevé du tiroir



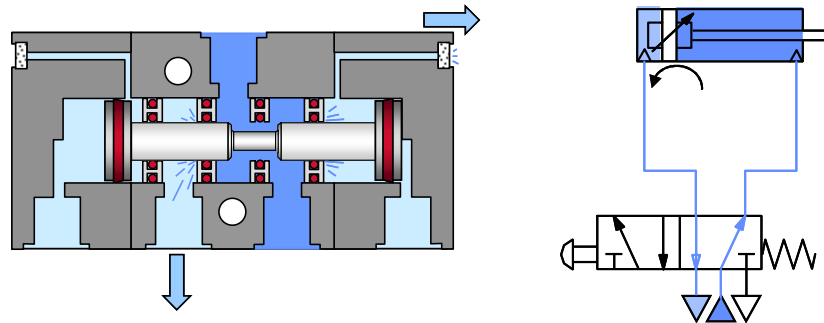
**Défaut :** le tiroir ne revient pas en position initiale

- Pour les valves monostables, ceci peut être dû à un ressort cassé



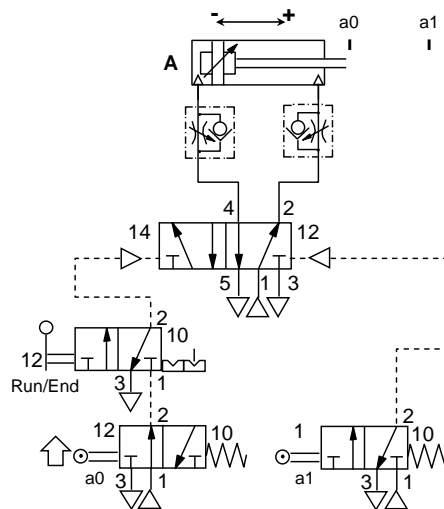
**Défaut :** Air s'échappant continuellement des d'échappement

- Fuite due aux joints ou portées endommagés
- Pour les distributeurs 5/2, ceci peut alternativement provoqué par des fuites sur les joints de l'actionneur



## 8. Simulations

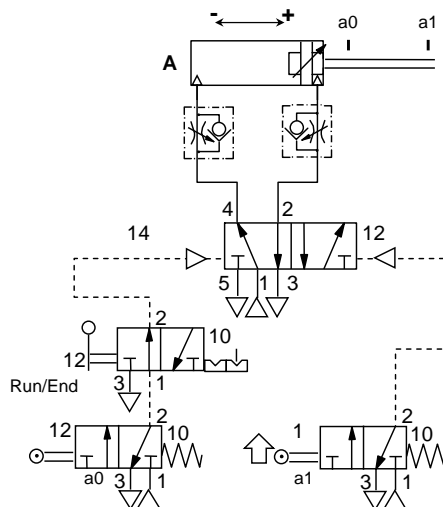
- Ce circuit simple simule une application
- Quand le distributeur à levier est actionné, le vérin fonctionne automatiquement
- Le circuit revient en position initiale lors de la commande sur le 3/2 manuel.
- Les prochaines simulations montrent quelques défauts courants sur ce circuit



### 8.1. Simulation 1

Arrêt du vérin en position où il actionne le capteur de fin de course

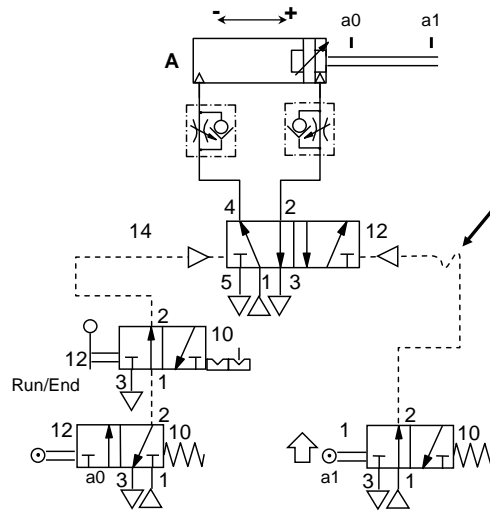
- Le capteur de fin de course (a1) n'est pas activé et ne peut pas commander le distributeur 5/2
- Le défaut est susceptible d'être la fixation lâche du capteur de fin de course (a1) de sorte qu'il ne soit pas commuté correctement



## 8.2. Simulation 2

Arrêt du vérin en position où il actionne le capteur de fin de course

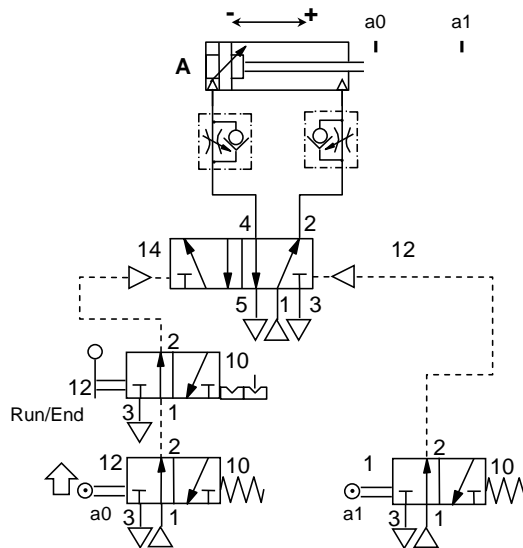
- Le capteur de fin de course (a1) n'est pas activé et ne peut pas commander le distributeur 5/2
- Le défaut est susceptible d'être un tube écrasé ou emprisonné



## 8.3. Simulation 3

Le vérin accomplit un cycle mais ne peut pas commencer le prochain

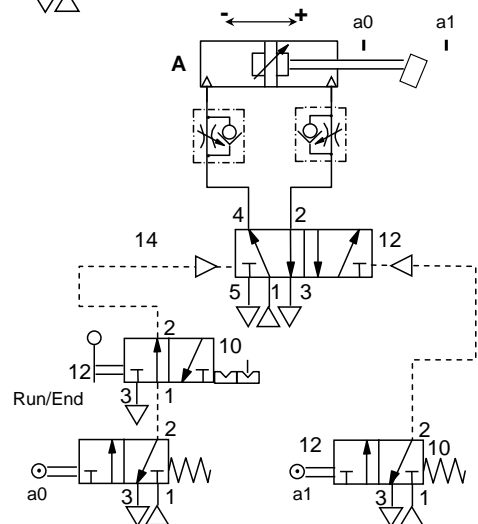
- Le capteur (a1) a fonctionné mais n'est pas remis à zéro
- Le distributeur 5/2 est opposé à 2 signaux et reste dans l'état
- Le défaut est susceptible de bloquer le mécanisme du distributeur 5/2



## 8.4. Simulation 4

La tige de piston s'arrête en position intermédiaire

- La tige de piston a bloqué contre un obstacle
- Le vérin est pressurisé et effectuera sa course jusqu'à l'extrémité quand l'obstacle sera dégagé
- Libérer une tige tandis qu'il y a pression est dangereux



## 9. Recherche de défauts

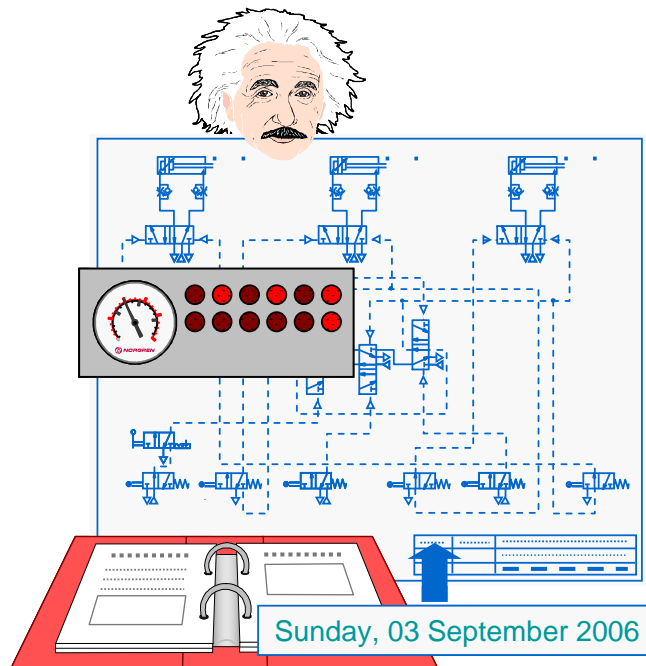
Avec un système en panne, il est habituellement difficile de savoir où commencer la recherche

Le processus de recherche de défaut est un cheminement en amont de l'événement.

Il peut être local comme un vérin bloqué ou le cheminement arrière peut prendre plusieurs étapes logique avant que le défaut soit identifié

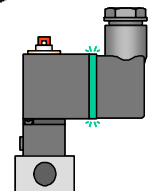
### 9.1. Ressources

- o La vitesse avec laquelle des anomalies peuvent être détectées dans un système dépende des facteurs suivants :
- o Compétence du dépanneur
- o Nombre de conditions à contrôler
- o Qualité de la documentation et si elle est à jour

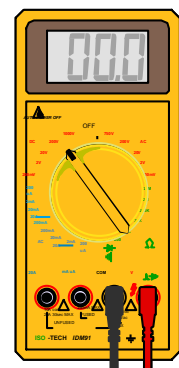
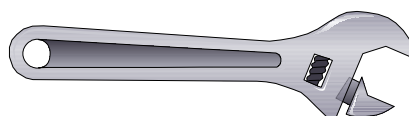


### 9.2. Conditions à contrôler

- o Les indicateurs de pression indiquent la présence et le niveau de la pression
- o Les manomètres donnent la présence de la pression
- o Les lampes montrent la présence du courant électrique
- o Les LED prouvent qu'un solénoïde reçoit la puissance ou qu'un capteur ou une sonde est mis activée



- o Dans la négative, la recherche défaut prendra plus de temps :
- o Les raccords pneumatiques doivent être débranchés pour vérifier la présence de la pression
- o Des raccords électriques doivent être mesurés au contrôleur pour la tension



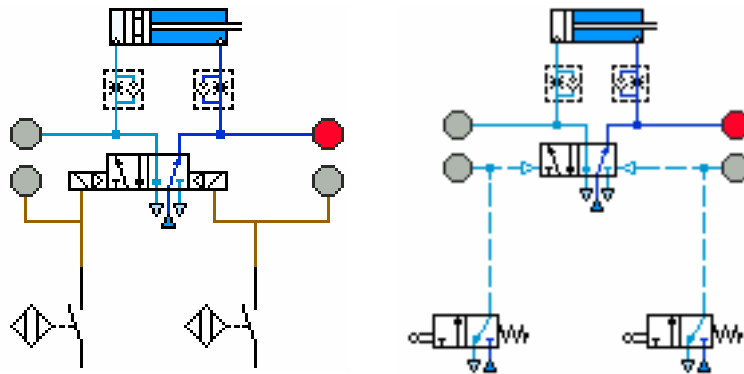
### 9.3. Mode opératoire

1. Identifier l'actionneur qui n'a pas accompli sa course
2. Établir la direction du mouvement à cette étape, + ou -
3. Inspecter l'état des entrées et des sorties du distributeur commandant l'actionneur
4. Conditions correctes pour la course prévue ?
  - **Si OUI** : le défaut est sur l'actionneur ou entre le distributeur et l'actionneur
    - Actionneur bloqué
    - régulateur de débit obturé
    - tube coincé
  - **Si NON** :
    - les entrées sont-elles correctes ?
      - Si OUI le défaut est sur le distributeur
      - Si AUCUN suivre le circuit incorrect pour trouver le défaut

### 9.4. Etats des entrées/sorties

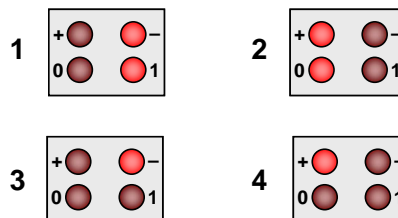
Les états des entrées et des sorties sur un distributeur de puissance peut servir d'aide au diagnostic en cas d'arrêt d'un système

















- Tous les circuits sont faits à partir de blocs fonctionnels de base
- Les circuits ci-contre sont des modules simples pneumatiques ou électro-pneumatiques



#### Entrées/ sorties pour distributeurs 5/2

- Ce sont les quatre modèles qui existent normalement pendant le fonctionnement d'un actionneur
- Si un actionneur ne se déplace pas, les modèles 1 ou 2 suggèrent un actionneur bloqué ou une pression trop basse, les modèles 3 ou 4 suggèrent un signal défaillant
- Si un actionneur s'arrête à demi-course, n'importe lequel de ces modèles suggère un actionneur bloqué



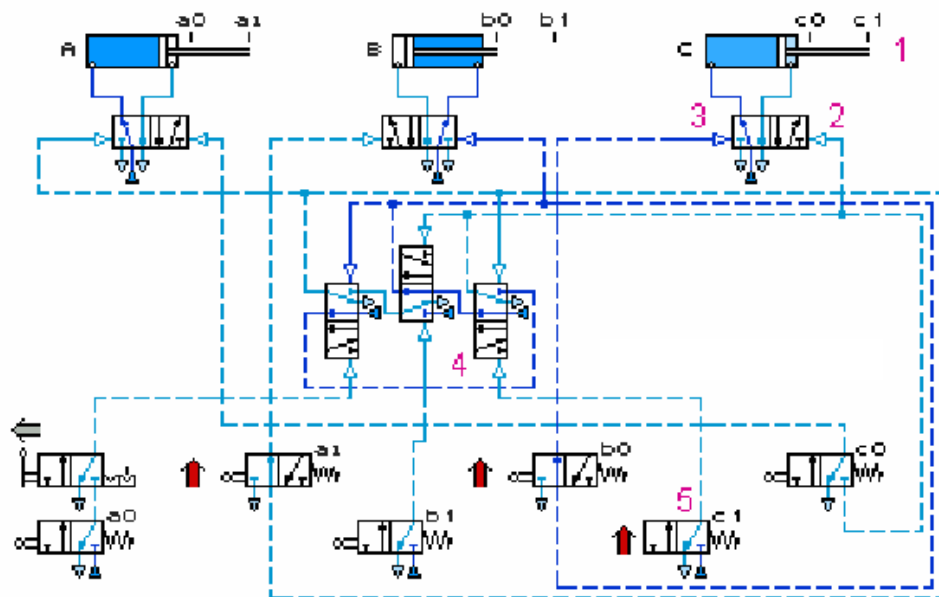
	Signal bloqué ou perdu en 0 ?		Alimentation en air et pas de signal ?
	Signal bloqué ou perdu en 1 ?		Approvisionnement perdu plus le signal faux ?
	Tige bloquée sur course - ?		5/2 ne changeant pas la position ?
	Tige bloquée sur course + ?		5/2 ne changeant pas la position ?
	Signal en 1 non libéré ?		Joint fendu dans actionneur ou 5/2 ?
	Signal en 0 non libéré ?		Joint fendu dans actionneur ou 5/2 ?
	Alimentation air ?		Joint fendu dans actionneur ou 5/2 ?
	Alimentation air ?		Joints fendus plus le signal faux ?

### 9.5. Cheminement amont au défaut

- Le procédé de cheminement amont est identifié avec les deux prochaines simulations
- 1. Système avec la logique pneumatique
- 2. Système avec la logique de PLC

#### Simulation (logique pneumatique)

- Ordre du circuit a+b-b-c+c-a-
- Il s'arrête près de la fin du troisième cycle
- Suivre le cheminement du défaut

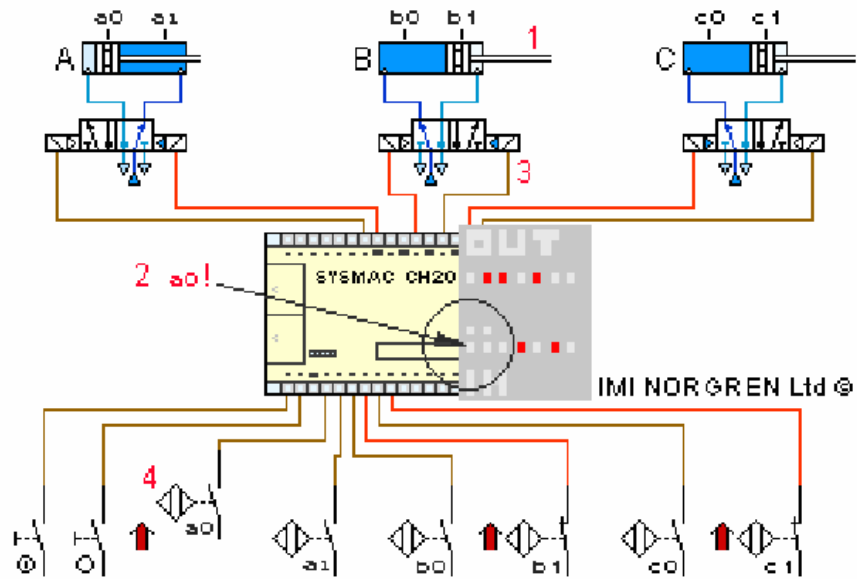


- Le vérin C doit se déplacer en c-
- Les entrées du 5/3 ne sont pas correctes.
- Le distributeur de cascade n'a pas changé. L'entrée inférieure n'est pas correcte
- Suivre le chemin de ce signal. Ceci vient du capteur c<sub>1</sub>. Il se peut que le galet soit absent et qu'il n'a pas fonctionné



### Simulation (Logique PLC)

- Cycle: a+a-b+b-c+c-a+b+c+abc-abc+a-b-c-
- Il s'arrête à la fin de a-
- Suivre le procédé en amont du défaut



- Le vérin B doit se déplacer en b-
- L'entrée a<sub>0</sub> du mouvement précédent A sans n'est pas activée
- En conséquence le signal pour déclencher B n'a pas été donné
- Après déduction le capteur a<sub>0</sub> s'est dérégulé du corps du vérin A

# Economies d'énergie

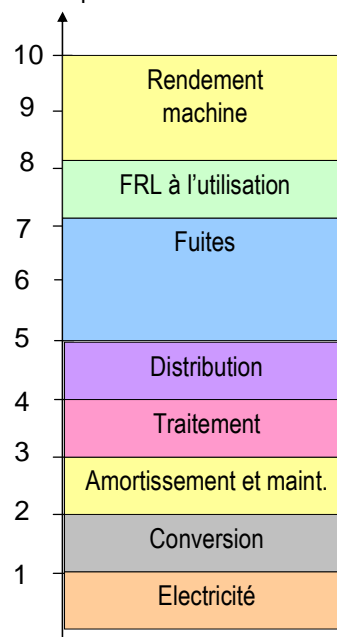
## 1. L'air pas chère ?

- Comprimer de l'air coûte cher !
- Il y a beaucoup de manières de diminuer les coûts de fonctionnement et d'améliorer l'efficacité de l'installation
- Dans une usine typique on peut économiser jusqu'à 30%



### Pertes d'énergie

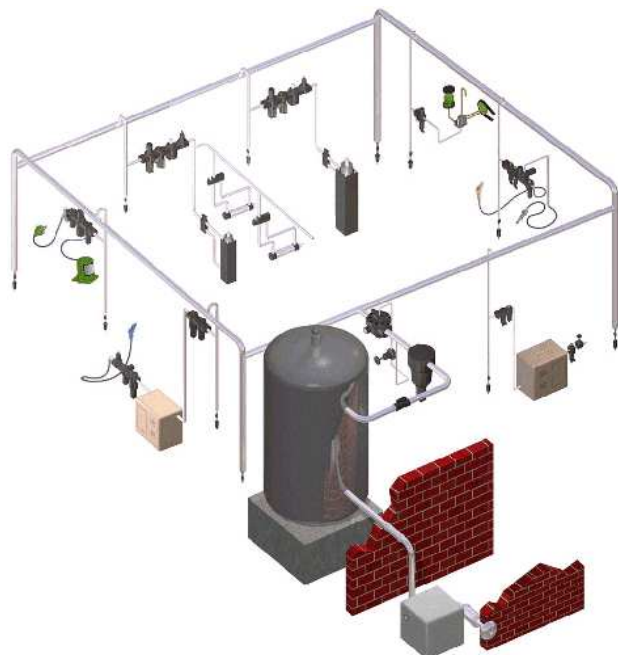
- Fuites
- Gaspillages
- Pertes de charge
- Surpression
- Un prix de revient unitaire par KWh peut être multiplié par 10 après compression et conversion en énergie mécanique



## 2. Installation

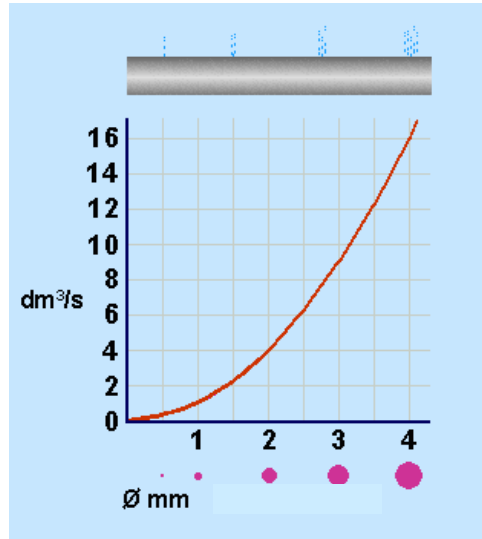
### 1.1. Efficacité de la distribution

- Installation en boucle
- Drain de purge à chaque extrémité pour retirer l'eau
- Pente sur chaque côté
- Col de cygne à chaque piquage d'utilisation
- Unités FRL avant chaque application



### 1.2. Fuites

- Aucun système n'est totalement étanche
- Les fuites sont causées par :
  - raccordements mal serrés
  - canalisation endommagée
  - joints défectueux
  - vannes de purges fuyantes
  - canalisation corrodée
- Graphique du taux de fuite en fonction du diamètre de trou à 6,3 bar

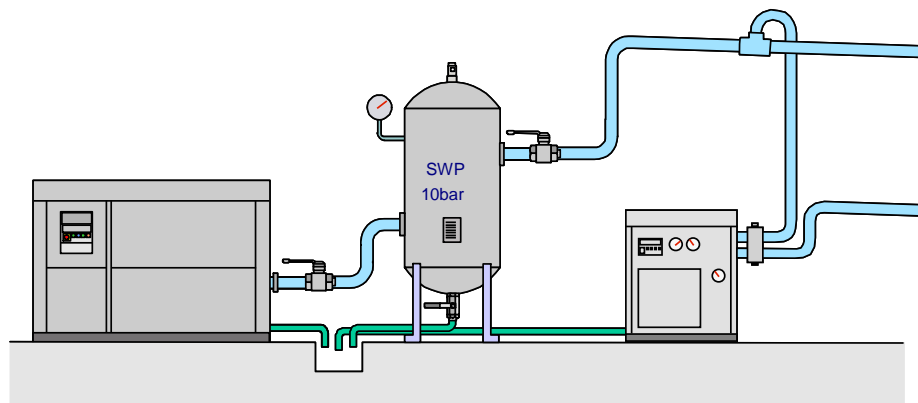


### 1.3. Compresseur, réservoir, dessiccateur

Utiliser des compresseurs avec un système de gestion d'énergie. Entrée d'air filtrée avec air frais sec exempt de vapeurs et de poussière. Réservoir dans un endroit frais, assez grand pour le débit maximum de l'installation. Dessiccateur pour la pulvérisation et installation de peinture

### 1.4. Qualité de l'air

Traitement de l'air par un dessiccateur ou tout autre processus de haute qualité. Economie réalisable en dédoublant l'approvisionnement et en traitant seulement la quantité exigée



## 2. Compteur de débit

Système qui peut être portable, permettant de mesurer des débits utiles pour déterminer:

- Fuites
- Sections de passage
- Capacité d'approvisionnement

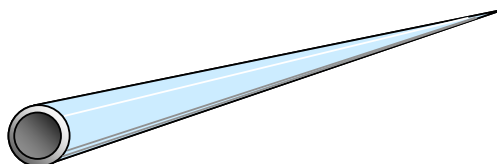


## 2.1. Réduction au minimum des $\Delta p$

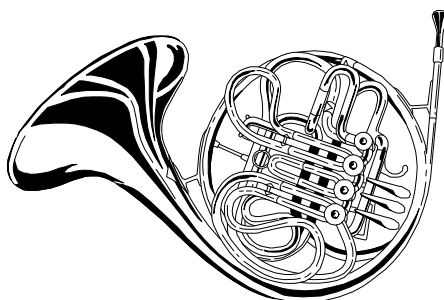
- Plus le  $\varnothing$  de tuyau est grand, plus la perte de charge est faible



- Plus la canalisation est longue plus la chute de pression est grande



- Plus le circuit est complexe, plus la chute de pression est grande



- Éviter les raccords inutiles et les coudes trop fermés

## 2.2. Vanne de sectionnement

Les vannes sphériques permettent un écoulement efficace régulier. Utiliser les vannes d'isolement pour isoler une section de l'installation non utilisée. Éviter d'arrêter le système complètement lors d'une maintenance. Pour la sûreté, utiliser des vannes verrouillables



## 3. Filtres

### 3.1. Contamination - Filtration

Pourquoi utiliser des filtres ?

- Pour protéger l'équipement
- Augmenter la vie des composants
- Éviter la corrosion
- Augmenter l'efficacité
- Réduire les coûts



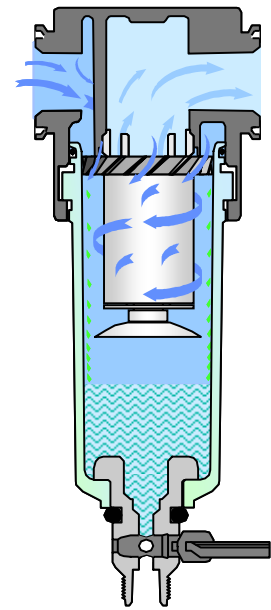
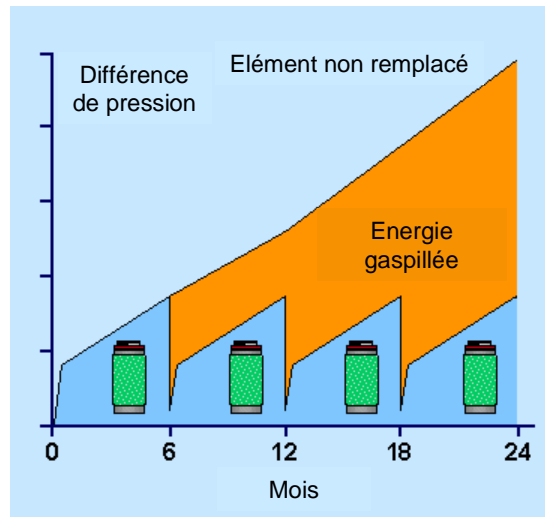
### 3.2. Filtres

- Filtres sur les points d'utilisation
- Réduction des coûts en protégeant l'équipement
- Séparation et rassemblement des contaminants

### 3.3. Remplacement du filtre

On peut économiser de l'énergie en remplaçant les éléments filtrants régulièrement

Ce graphique compare l'économie d'énergie en remplaçant semestriellement l'élément filtrant



### 3.4. Filtre (avec indicateur de colmatage)

Pendant que l'élément filtrant devient obstrué l'écoulement diminue. La différence de pression soulève la douille rouge dans le dôme. La première indication apparaît à 0,3 bar et couvre entièrement le vert par 0,7 bar. L'élément filtrant doit alors être remplacé

### 3.5. Indicateur électrique de durée de vie

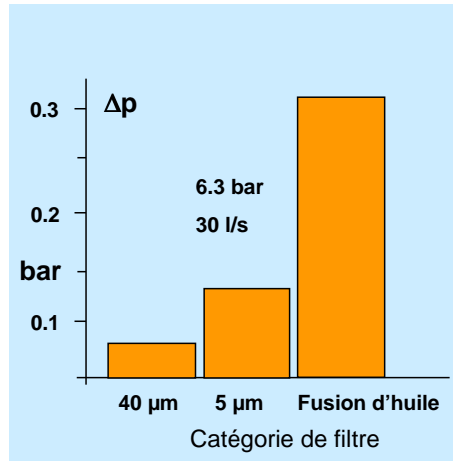
Idéal pour l'indication à distance du remplacement de l'élément filtrant. Peut être employé pour donner un avertissement visuel et sonore à distance.

Pour des applications sensibles, il peut être employé pour arrêter automatiquement une machine ou un processus



### 3.6. Valeur de la $\Delta p$

Un filtre standard de 40 $\mu$ m est idéal pour la majorité des applications pneumatiques industrielles. Des chutes de pression inutiles peuvent d'augmenter le coût de fonctionnement des lors que le pouvoir de filtration augmente.



## 4. Régulateurs de pression

Employer des régulateurs de pression pour ramener l'alimentation au niveau optimum

Haute pression inutile car :

- pertes d'énergie
- coûts d'augmentations dus à un usage et à une consommation d'air plus élevés



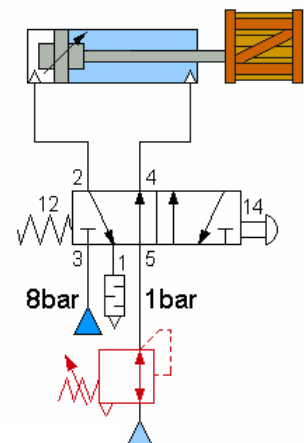
### 4.1. Régulateurs de pression pré-réglés

- Pression stablement maintenue et pas de possibilité de réglage par l'utilisateur
- Fourniture d'air comprimé aux pistolets avec application des recommandations de sûreté
- Économie d'énergie



### 4.2. Application d'un régulateur

- Vérins travaillant en poussant seulement
- Emploi de la pression simple pour la course de retour
- Montage exigeant moins de puissance pour un cycle



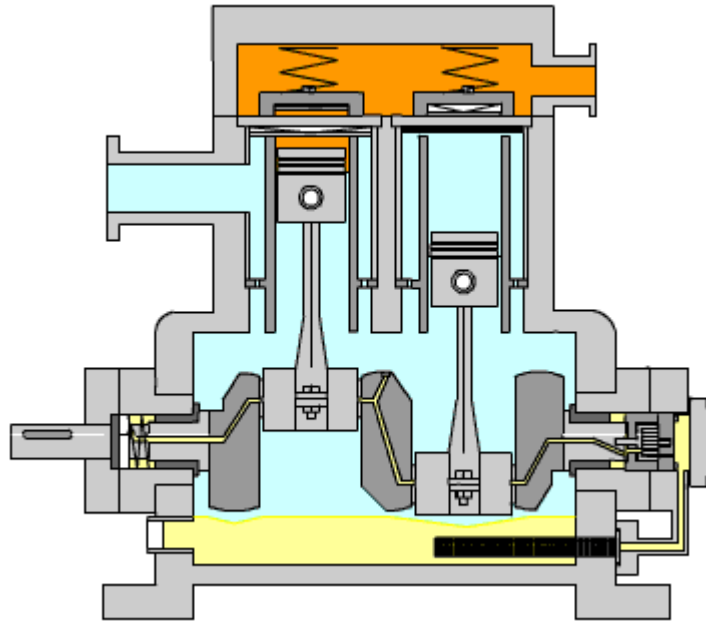
## 5. Lubrificateurs

### *Lubrification par micro-brouillard*

- Emploi pour de la haute pression, car le frottement est plus élevé.
- Prolonger la vie des outils pneumatique jusqu'à dix fois
- Graisseurs de Micro-brouillard
  - Cycles longs
  - Circuits complexes
  - Distances longues
  - Problèmes de hauteur
  - Un au lieu de plusieurs

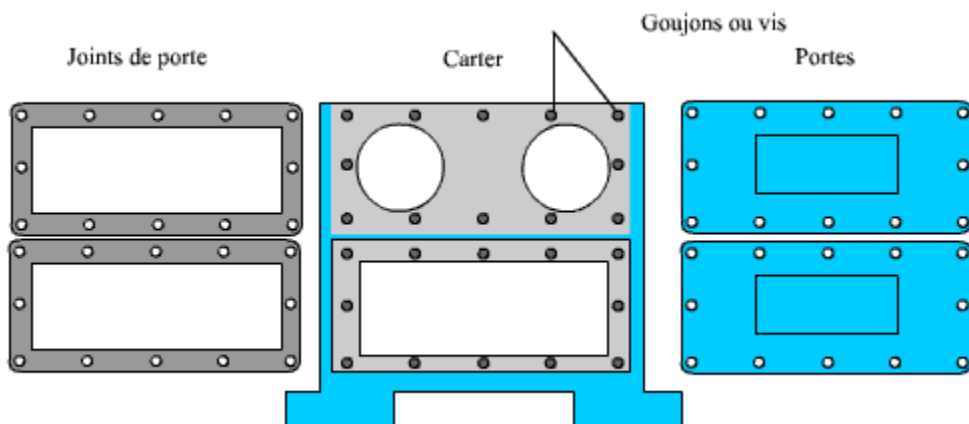


## Fonctionnement d'un compresseur à pistons



Le compresseur à piston est composé d'un nombre important de pièces :

### 1. Le corps ou carter



#### 1.1. La fonderie

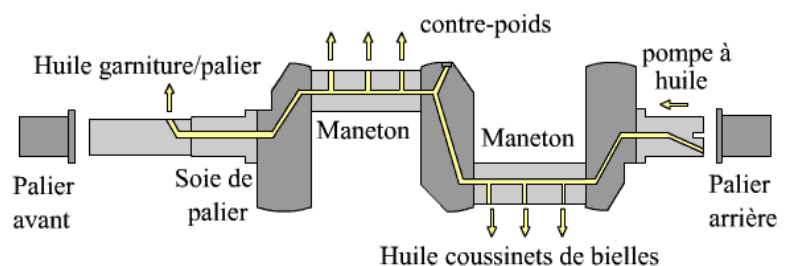
Le corps du compresseur est en général en fonte. La fonte étant micro-poreuse, l'usage de certain gaz demande des précautions particulières. Exemple: le R290 (C3H8) ou propane frigorifique étant inflammable, la zone proche du compresseur devra être hors feu

#### 1.2. Les joints

Les joints neufs ne doivent pas contenir de l'amiante, cette matière étant fortement cancérigène. Prendre toutes les précautions (obligatoires) afin de gratter des portées de joint contenant de l'amiante.

La manipulation d'amiante est dangereuse et soumise à réglementation drastique.

### 2. Le vilebrequin





**2.1. Le principe** Le vilebrequin sert à transformer le mouvement de rotation en mouvement linéaire alternatif.

**2.2. La lubrification.** Le vilebrequin est traversé par un conduit d'huile servant à lubrifier les pièces en mouvement.

### 2.3. Les portées et paliers

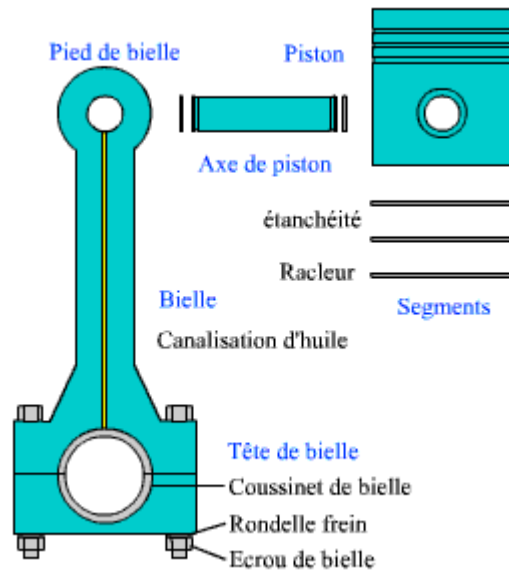
Les portées de palier (soies) et de coussinets de bielles (manetons) sont chromées afin de limiter le frottement. Les paliers sont en matériaux anti-friction pour garantir une durée de vie acceptable. Chez certains constructeurs, les paliers servent aussi de butée pour les déplacements axiaux du vilebrequin.

### 2.4. L'équilibrage

Des contrepoids permettent d'équilibrer l'ensemble vilebrequin.

### 2.5. Les accessoires

Des artifices peuvent être ajoutés (séparateur huile, barboteurs, etc.).



## 3. L'ensemble bielle / piston

### 3.1. La bielle

La bielle est le plus souvent fabriquée en alliage d'aluminium et dans certain cas, en fer forgé. Selon les constructeurs la bielle peut être traversée par une canalisation d'huile servant à lubrifier l'axe de piston.

Des encoches pratiquées dans la tête de bielle permettent de positionner correctement les deux demis coussinets.

Un ensemble vis/écrou/rondelle-frein sert à assembler la tête de bielle sur le maneton du vilebrequin. Selon les constructeurs un coussinet d'axe en matière anti-friction peut être monté dans l'alésage du pied de bielle.

### 3.2. Le piston

Le piston est le plus souvent fabriqué en alliage d'aluminium. Il est usiné avec précision et allégé (creux). Des segments servent à assurer l'étanchéité entre cylindre et piston.

Un ou plusieurs autres segments servent à racler l'huile qui remonte le long du cylindre.

Pour contrôler l'usure de ces segments, on mesure leur jeu à la coupe en insérant un segment à l'intérieur du cylindre ; l'écart libre entre les deux extrémités du segment doit correspondre au jeu préconisé par le constructeur.

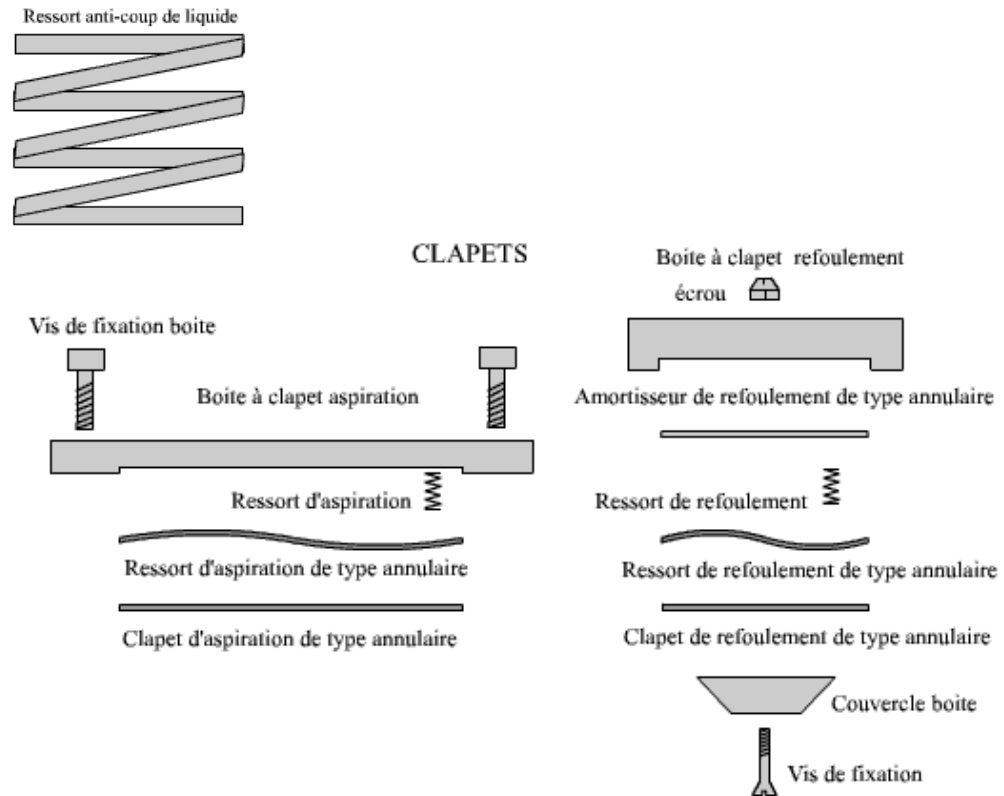
Un axe de piston sert à relier la bielle et le piston. Cet axe est soit monté serré (sur bielle ou piston) soit monté sur roulement à aiguilles, des circlips peuvent en assurer le centrage.

### 3.3. Les coussinets

Les coussinets sont fabriqués en matériaux anti-friction (régulé). Ils sont en deux parties détrompées afin d'éviter des erreurs de montage.

Le couple de serrage des demi-coquilles est peu élevé afin de ne pas serrer la bielle sur le maneton du vilebrequin.

#### 4. Les clapets aspiration/refoulement



##### 4.1. Les clapets

La plus part des clapets de compresseurs industriels sont annulaires et ressemblent à de grosses rondelles. Les aciers utilisés sont très résistant à traction (type acier suédois).

##### 4.2. Les ressorts

Les ressorts peuvent être, selon le fabricant, à spirale ou annulaires. Les aciers utilisés sont très résistant à la torsion

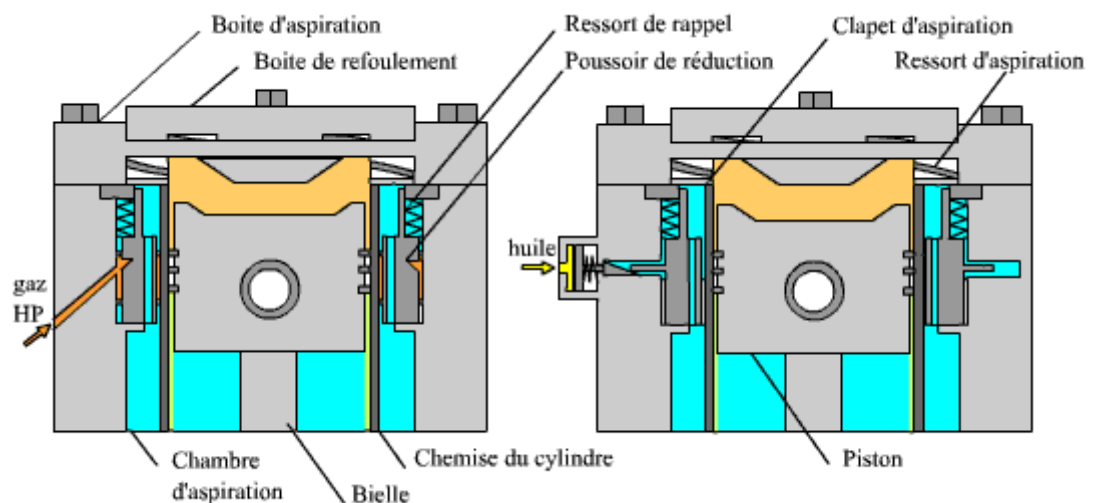
##### 4.3. Les amortisseurs

Des amortisseurs peuvent être utilisés afin de réduire les chocs mécaniques et les bruits. Les aciers utilisés sont très résistants à la flexion)

##### 4.4. Les boîtes

Les boîtes sont fabriquées en fonte moulée ou en acier. Les boîtes à clapets diffèrent légèrement selon les fabricants

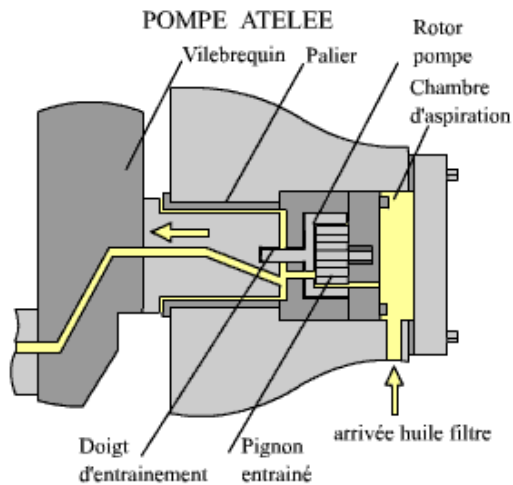
#### 5. Les systèmes de réduction de puissance



### 5.1. Principe

Le principe est de maintenir les clapets d'aspiration ouverts à l'aide de différents poussoirs. Différents systèmes sont employés par les constructeurs de compresseurs, mais le principe reste identique. Le poussoir peut être commandé par un système de piston hydraulique, de bague avec fourchette, d'excentriques, etc.

### 6. La pompe à huile attelée



Selon les constructeurs les pompes à huile sont de type à engrenage, à palette, et pour les basses vitesses à piston.

Le corps est en fonte le pignon en acier, le palier du pignon peut être lisse ou à roulement

Le rotor est entraîné par un doigt positionné dans une encoche du vilebrequin. L'axe du pignon est légèrement excentré par rapport au rotor ceci pour entraîner une diminution de volume rotor/pignon et aspirer l'huile.

L'huile est aspirée dans le carter au travers d'un filtre et est refoulée dans la canalisation du vilebrequin et vers le palier arrière.

### 7. La garniture d'étanchéité d'arbre

