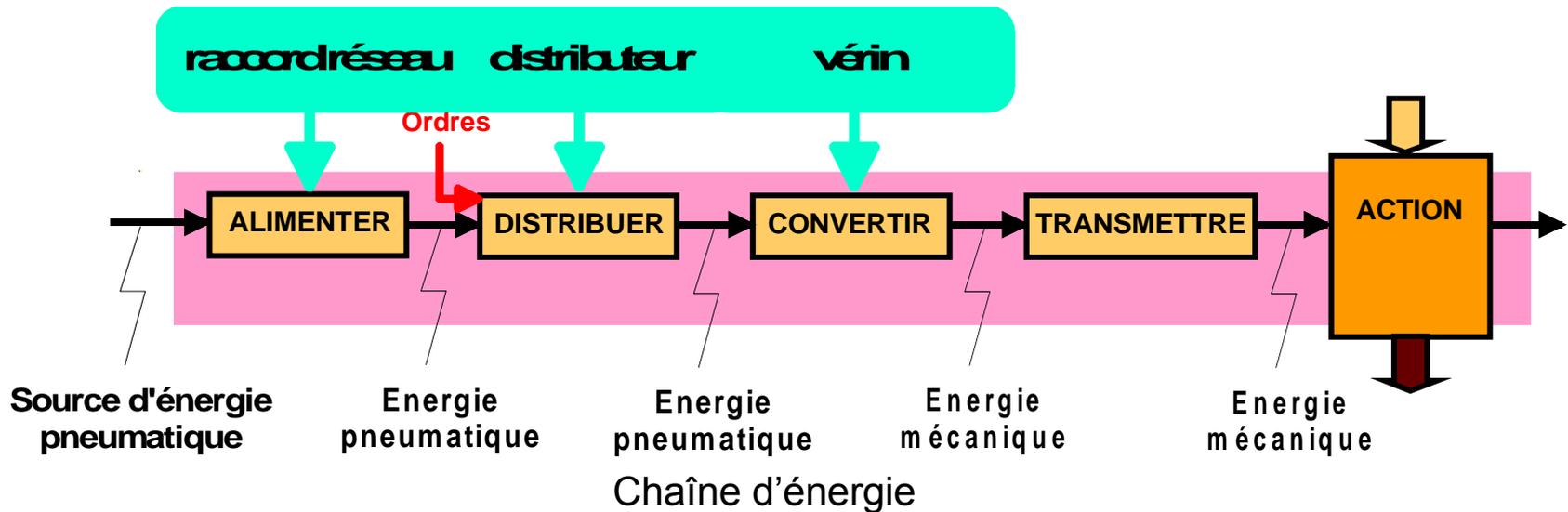
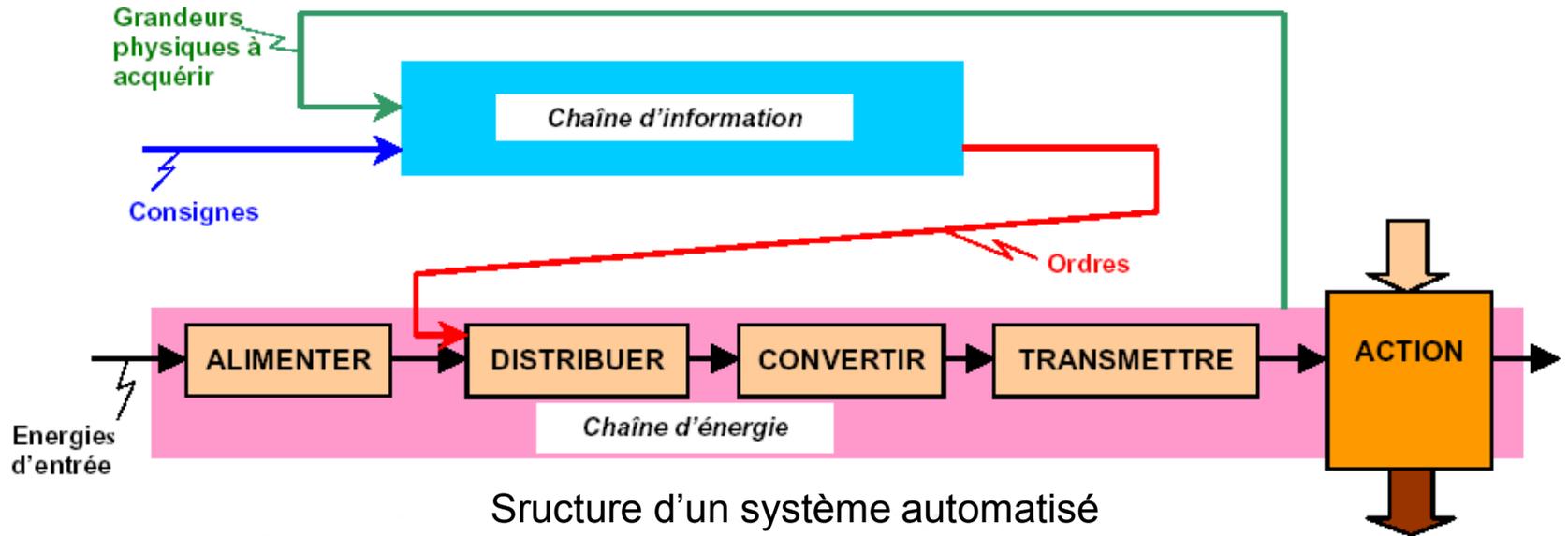


# Parties opératives pneumatiques

- **Chaîne d'énergie**
- **Les vérins pneumatiques**
- **Les distributeurs**
- **Circuits pneumatiques**

# Chaîne d'énergie



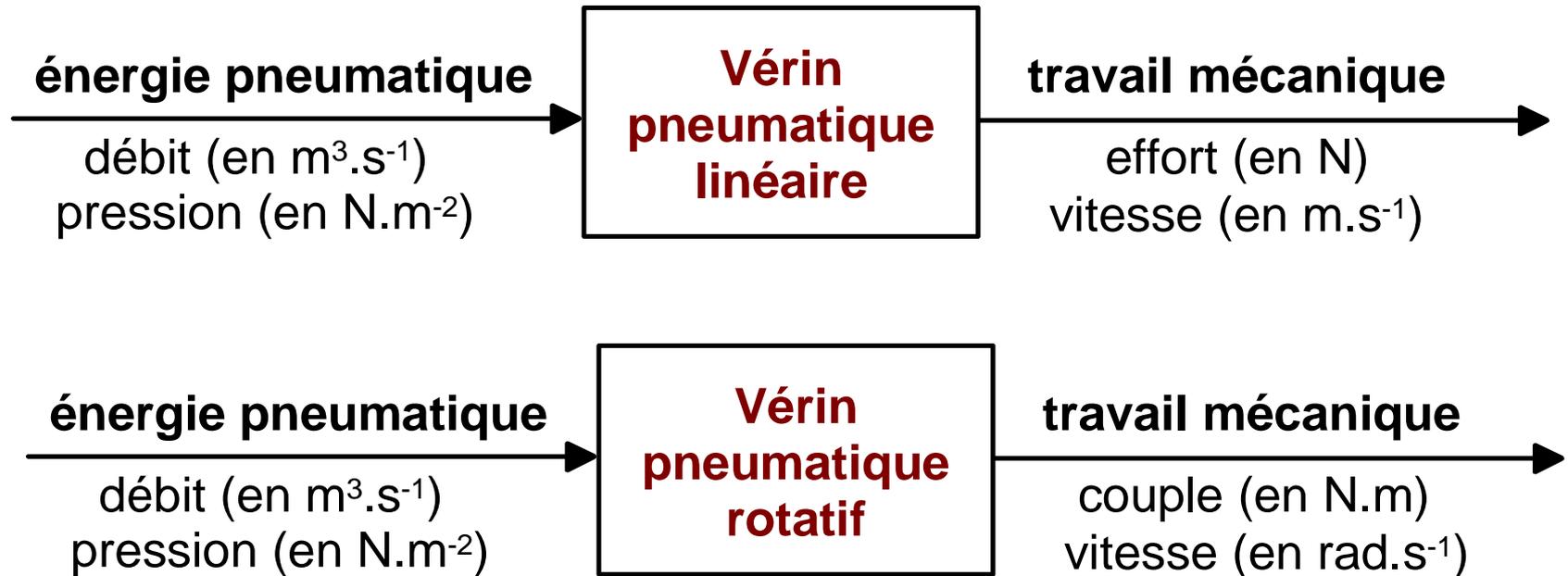
# Les vérins pneumatiques

- **Fonction**
- **Constitution d'un vérin**
- **Vérin simple effet, rappel à ressort**
- **Vérin double effet non amorti**
- **Vérin double effet à amortissement réglable**
- **Vérin double effet à fin de course magnétique**
- **Vérin rotatif à crémaillère**
- **Vérin rotatif à palettes**
- **Calcul de l'effort (vérin linéaire)**



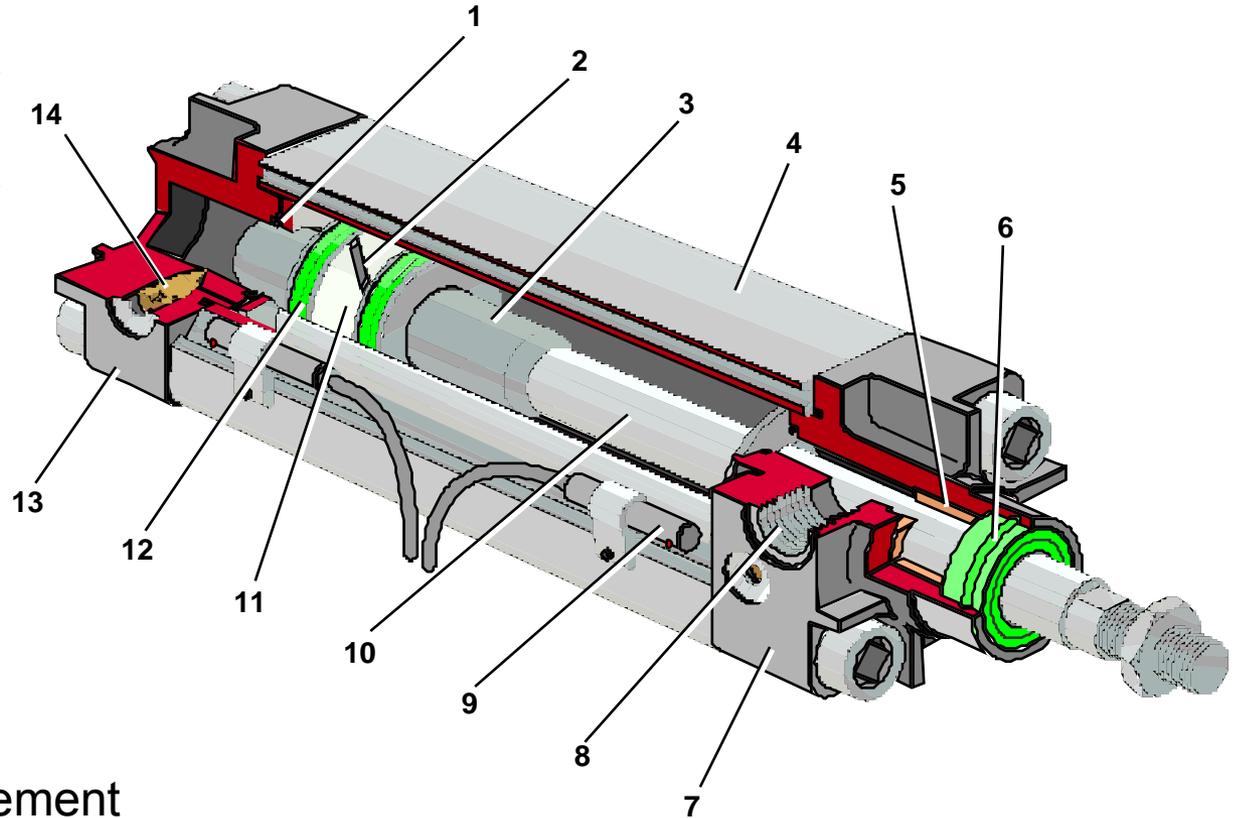
# Fonction

Un vérin pneumatique est un actionneur qui convertit une énergie pneumatique en travail mécanique.



# Constitution d'un vérin linéaire

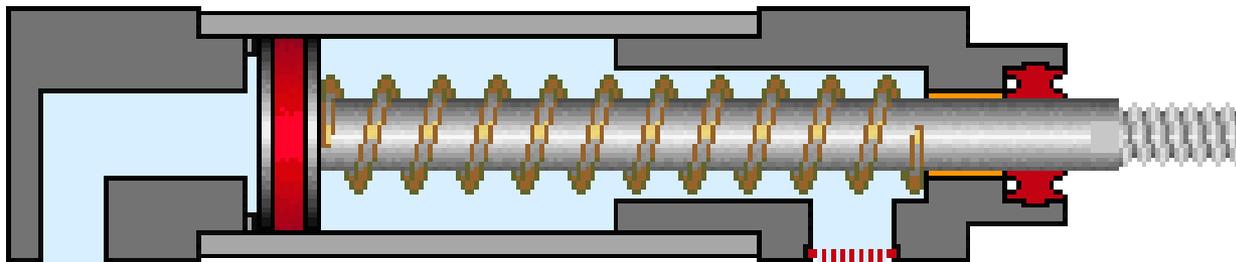
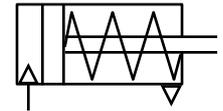
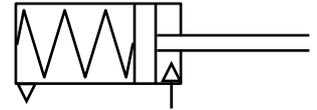
- 1 zone d'amortissement
- 2 aimant
- 3 zone d'amortissement
- 4 cylindre
- 5 bague de guidage
- 6 joint de tige
- 7 nez
- 8 raccord d'entrée
- 9 détecteur
- 10 tige
- 11 bague de guidage
- 12 piston
- 13 fond
- 14 réglage de l'amortissement



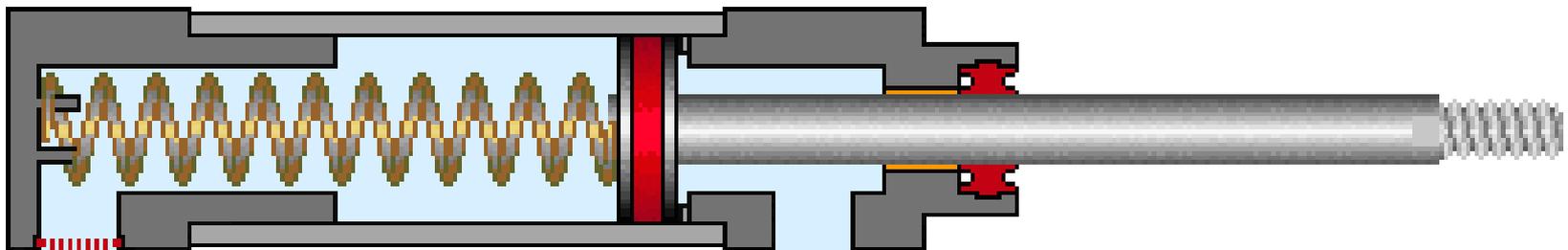
# Vérin simple effet, rappel à ressort

- L'air comprimé ne fournit un effort que dans un seul sens, le rappel étant assuré par un ressort

- Normalement sorti
- Normalement rentré



IMI NORGREN Ltd ©



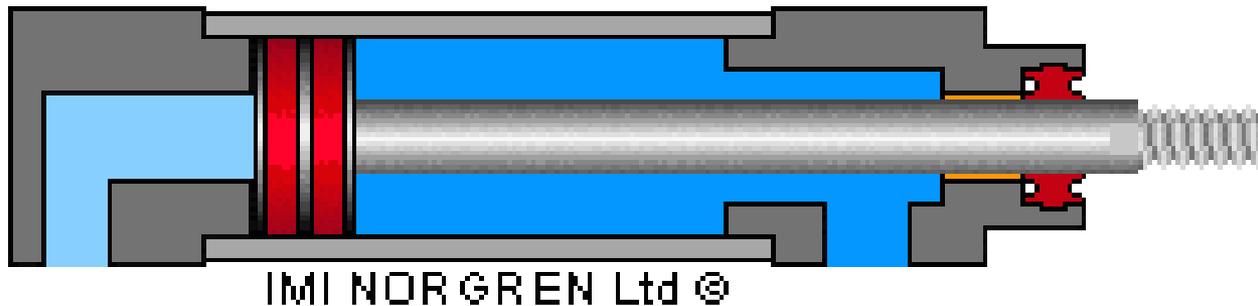
IMI NORGREN Ltd ©

animation



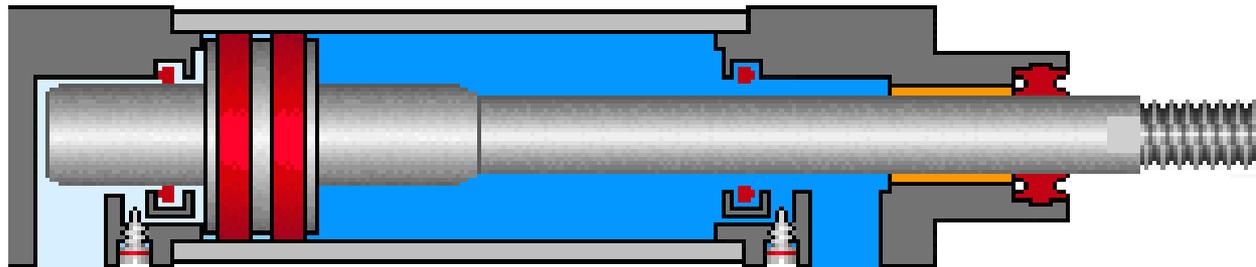
# Vérin double effet non amorti

- L'air comprimé fournit l'effort à la sortie et à la rentrée de la tige du vérin.
- Les vérins non amortis tels que celui représenté ci-dessous sont utilisés en général pour des déplacements de la tige à faible vitesse

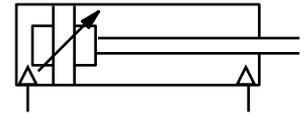


# Vérin double effet amorti

- Le piston est ralenti en fin de course.
- Autorise des vitesses de déplacement de la tige plus élevées qu'en absence d'amortissement.
- L'amortissement peut être réglable comme sur la figure ci-dessous, ou non.



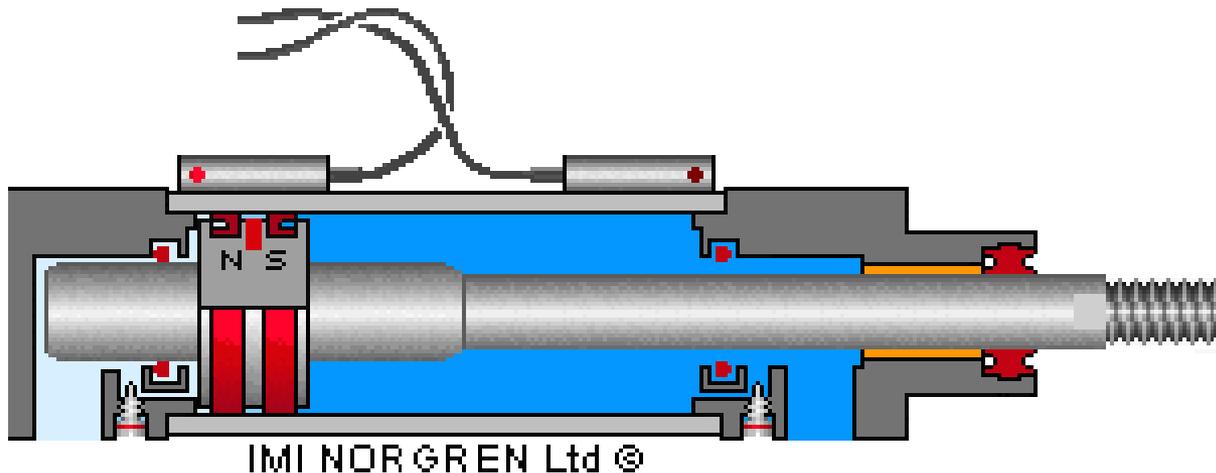
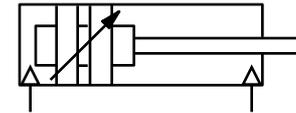
IMI NORGREN Ltd ©



animation

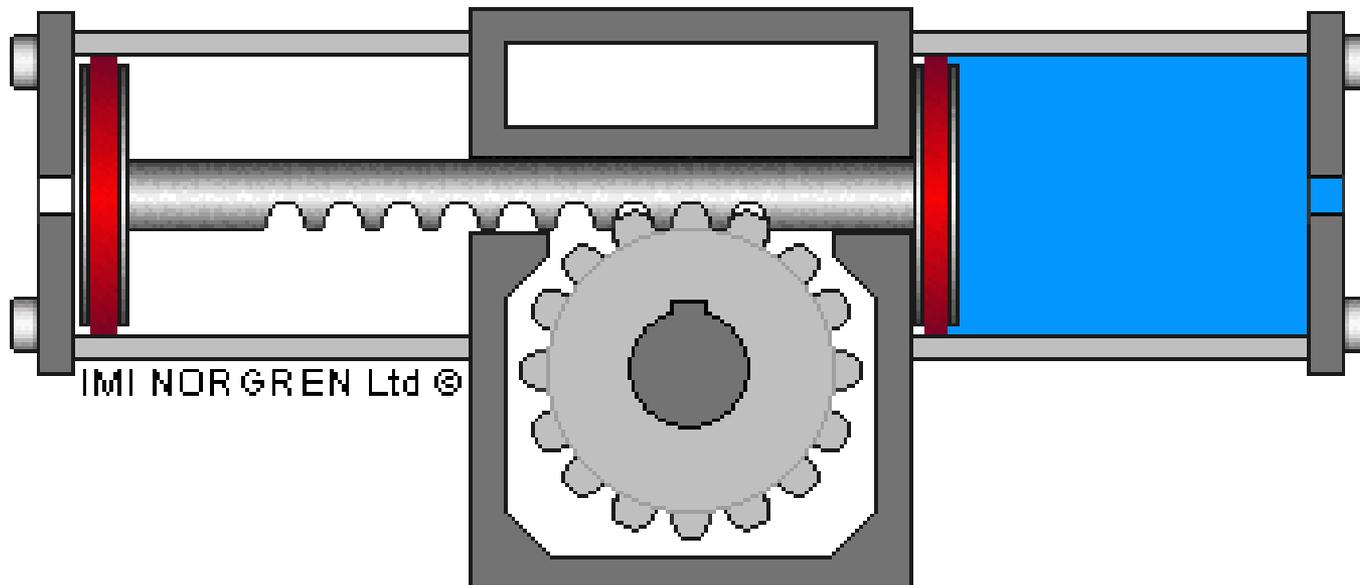
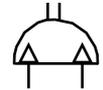
# Vérin double effet magnétique

- Un anneau magnétique autour du piston est détecté par des capteurs qui indiquent ainsi la position de la tige du vérin.



# Vérin rotatif à crémaillère

- Sur la tige du vérin est taillée une crémaillère entraînant un pignon.
- L'angle de rotation peut être supérieur à 360°.

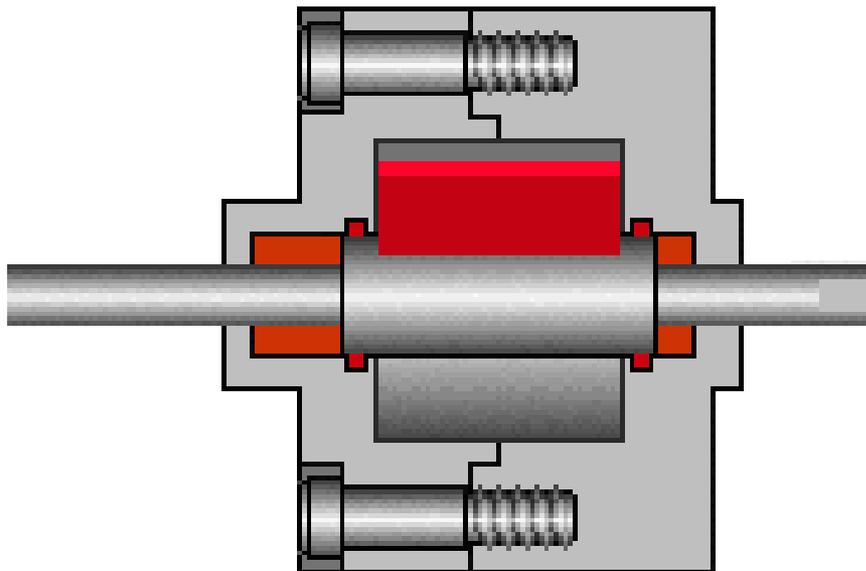


animation

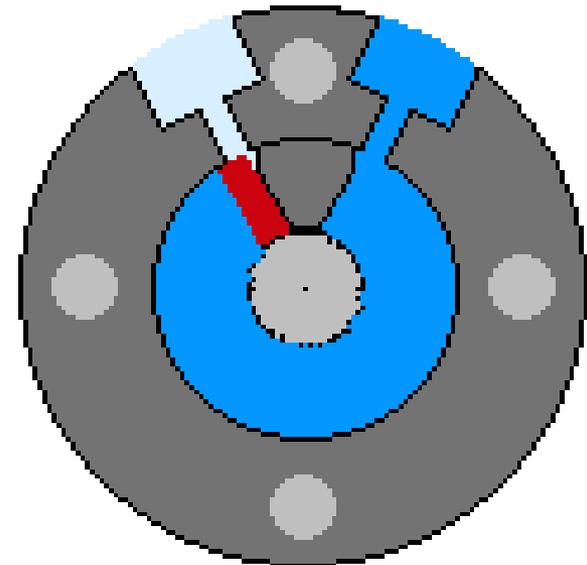


# Vérin rotatif à palettes

- Sur l'axe du vérin est fixée une palette jouant un rôle analogue au piston.
- En augmentant le nombre de palettes, on augmente le couple.
- L'angle de rotation est toujours inférieur à  $360^\circ$ .



IMI NORGRÉN Ltd ©



animation

# Calcul de l'effort (vérin linéaire)

- L'effort de l'air sur le piston est donné par la relation:

$$F = p \cdot S$$

- **d** et **D** : mm

- **p** : Mpa (ou N.mm<sup>-2</sup>)

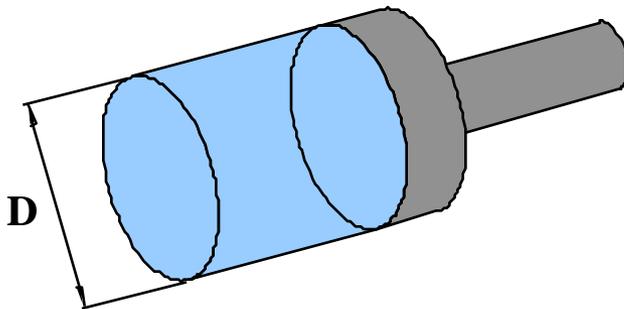
- **F** : N

- La pression est souvent exprimée en bar :

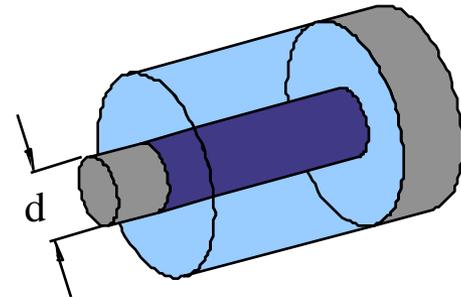
$$1 \text{ bar} = 0,1 \text{ Mpa} = 0,1 \text{ N.mm}^{-2}$$

- La surface du piston sur laquelle agit l'air comprimé est différente d'une chambre à l'autre.

$$F = p \frac{\pi D^2}{4}$$



$$F = p \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4}$$



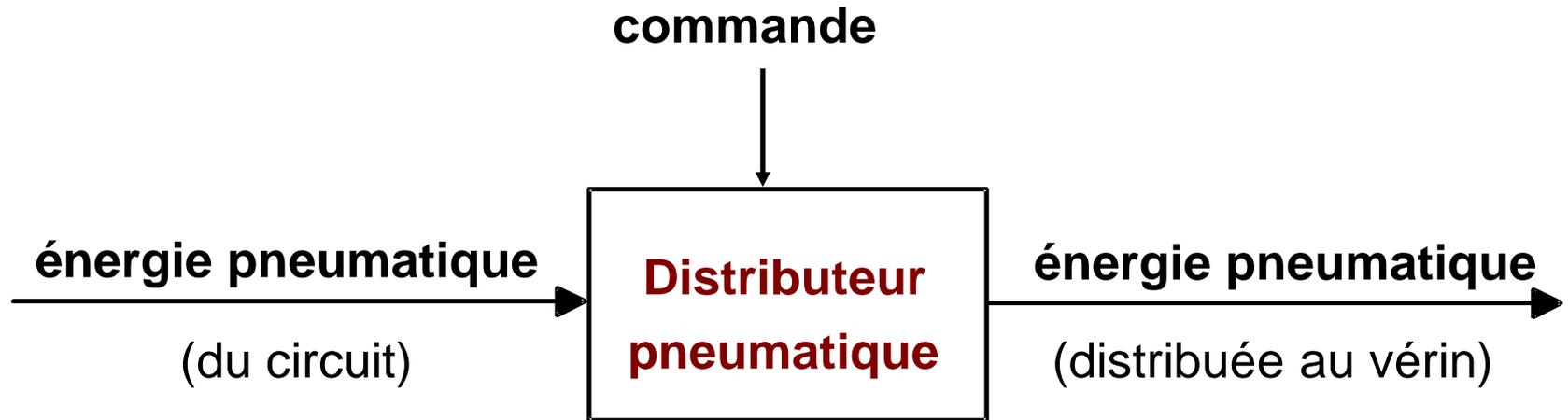
# Les distributeurs

- **Fonction**
- **Constitution d'un distributeur**
- **Désignation d'un distributeur**
- **Représentation symbolique**
- **Différents types**
- **Commande**
  - manuelle
  - mécanique
  - électrique
- **Applications**
  - distributeur 2/2
  - distributeur 3/2
  - distributeur 5/2
  - distributeur 5/3



# Fonction

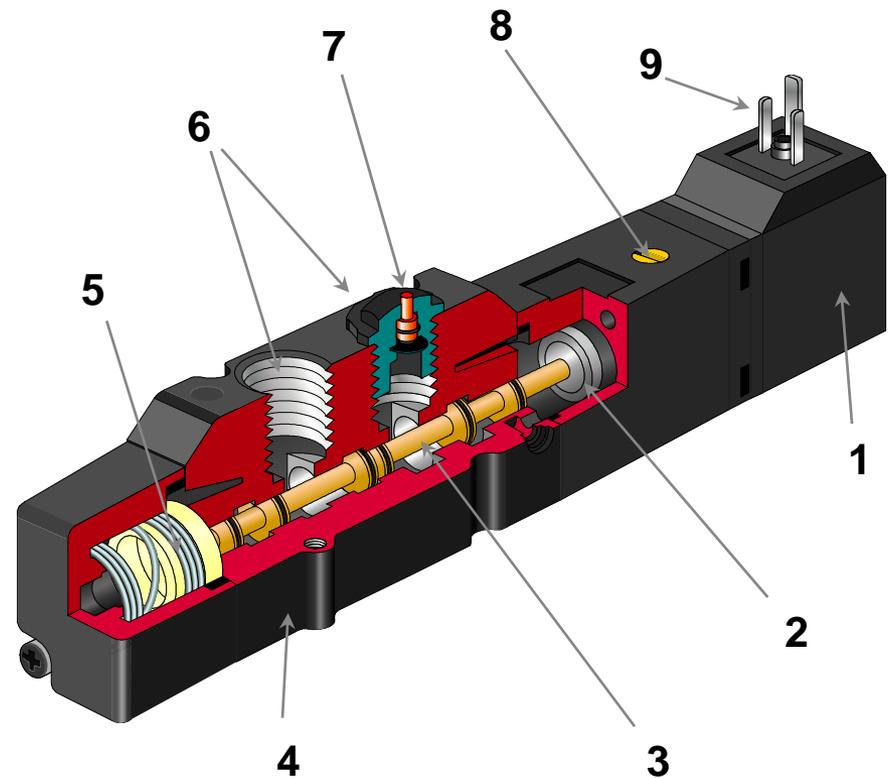
Un distributeur est un préactionneur qui, à la réception d'un signal de commande, laisse passer le débit d'air d'un circuit pneumatique vers un vérin.



# Constitution d'un distributeur

## Exemple de distributeur 5/2 à commande électrique et rappel à ressort

- 1 solénoïde
- 2 piston
- 3 tiroir avec joints d'étanchéité
- 4 corps du distributeur
- 5 ressort de rappel
- 6 orifices d'échange
- 7 indicateur de pression
- 8 déblocage manuel
- 9 connecteurs électriques



retour 



# Désignation d'un distributeur

- La désignation d'un distributeur comprend 2 chiffres.
- Le premier chiffre représente le nombre d'orifices du distributeur, entrée sortie, échappement (à l'exception de la commande).
- Le second indique le nombre positions que peut prendre le tiroir du distributeur.

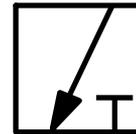
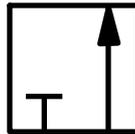


exemple 

# Représentation symbolique

- Un distributeur 3/2 possède 3 orifices (entrée, sortie et échapement) et deux états (travail et repos)
- Les deux figures ci-dessous représentent deux états d'un même distributeur.

**travail**



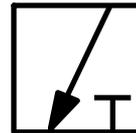
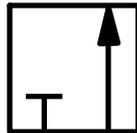
**repos**



# Représentation symbolique

- Le symbole du distributeur est constitué des deux figures accolées.

**travail**



**repos**



# Représentation symbolique

- Le symbole du distributeur est constitué des deux figures accolées.

**travail**

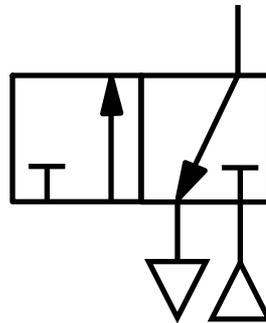


**repos**



# Représentation symbolique

- Les orifices sont indiqués sur une seule des figures pour montrer l'état actif.



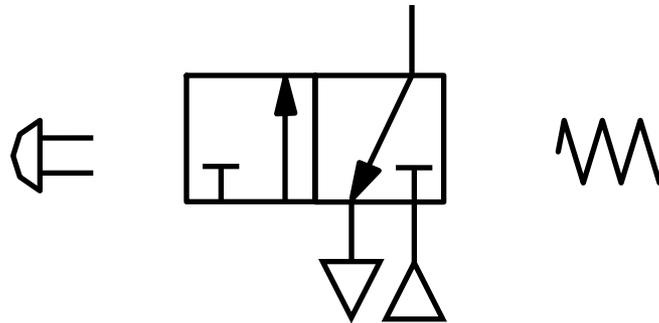
repos



# Représentation symbolique

- On indique ensuite la commande des différents états.

Position de travail  
obtenue en poussant  
un bouton

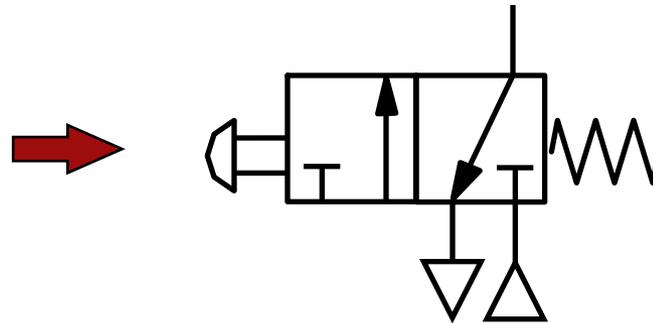


Position de repos  
obtenue par un  
ressort



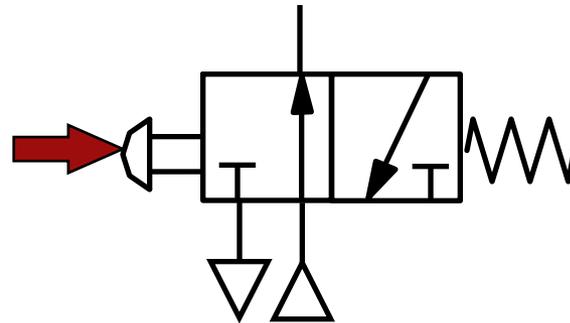
# Représentation symbolique

- On peut imaginer le symbole évoluer pour les deux états (modification de la position du tiroir par rapport aux orifices).



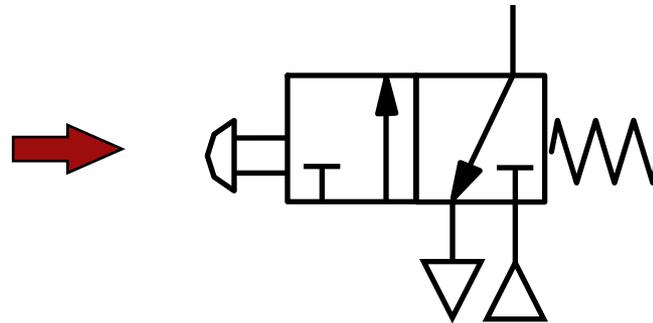
# Représentation symbolique

- On peut imaginer le symbole évoluer pour les deux états (modification de la position du tiroir par rapport aux orifices).



# Représentation symbolique

- On peut imaginer le symbole évoluer pour les deux états (modification de la position du tiroir par rapport aux orifices).



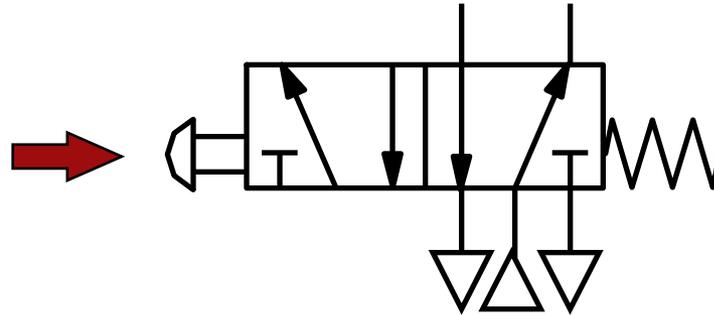
# Représentation symbolique

- Un distributeur 5/2 possède une représentation similaire. Le circuit de distribution de l'air pour chacun des états est représenté sur deux figures. Les 5 orifices sont normalement une alimentation, 2 sorties et 2 échappements.



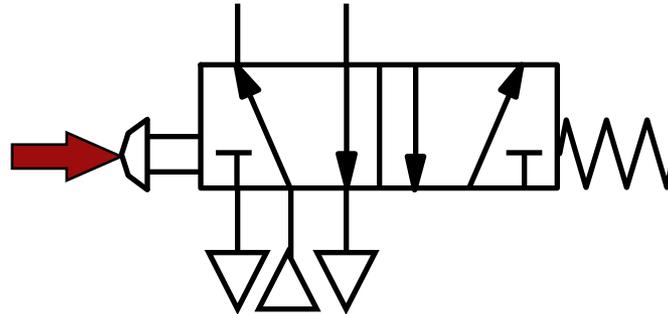
# Représentation symbolique

- Le symbole complet est obtenu en joignant les deux figures et en ajoutant les commandes de position du tiroir. Les orifices sont représentés le tiroir étant dans sa position normale.



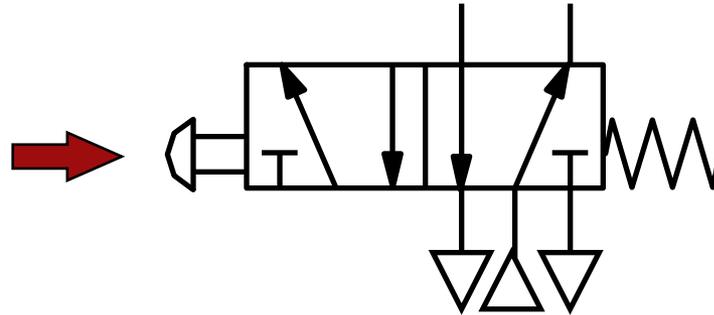
# Représentation symbolique

- Le symbole complet est obtenu en joignant les deux figures et en ajoutant les commandes de position du tiroir. Les orifices sont représentés le tiroir étant dans sa position normale.



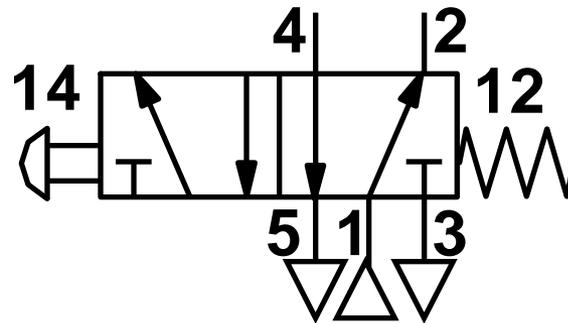
# Représentation symbolique

- Le symbole complet est obtenu en joignant les deux figures et en ajoutant les commandes de position du tiroir. Les orifices sont représentés le tiroir étant dans sa position normale.



# Représentation symbolique

- On peut numéroté les orifices et les commandes
  - en bas, numéros impairs, le 1 étant réservé à l'alimentation.
  - en haut, numéros pairs

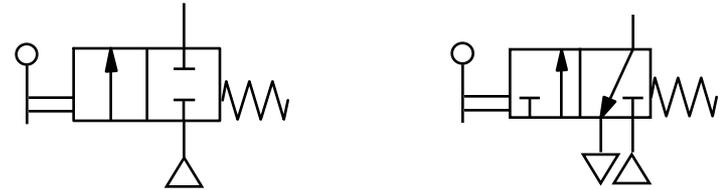


- les organes de pilotage étant repérés par un nombre constitué des numéros des orifices mis en communication

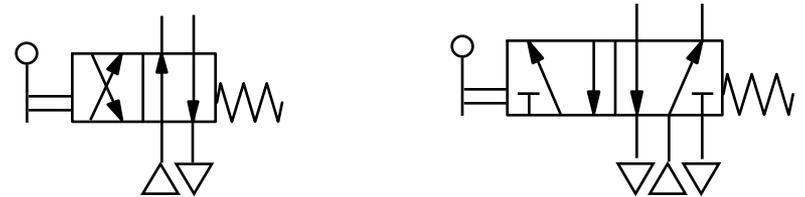


# Différents types

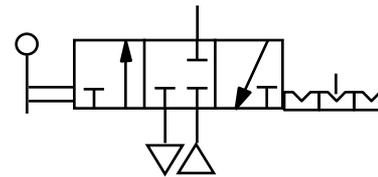
- 2/2 et 3/2



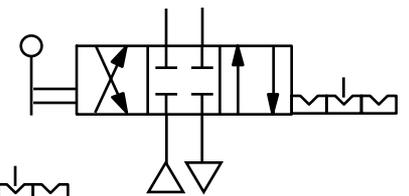
- 4/2 et 5/2



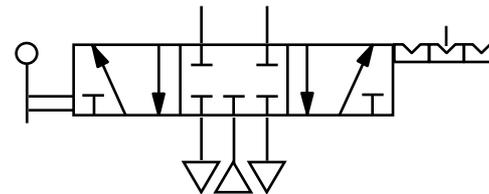
- 3/3



- 4/3

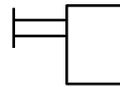


- 5/3

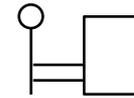


# Commandes manuelles

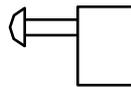
**Manuel (symbole général)**



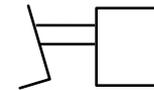
**Levier**



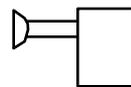
**Bouton poussoir**



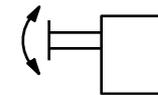
**Pédale**



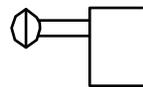
**Bouton tirette**



**Poignée tournante**

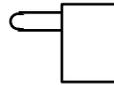


**Bouton poussoir/tirette**

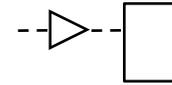


# Commandes mécaniques

**Poussoir**



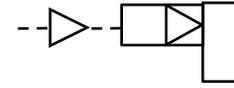
**Pression**



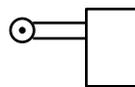
**Ressort (souvent en rappel)**



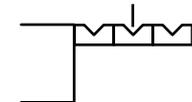
**Pression pilote**



**Galet**

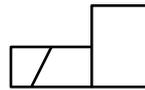


**Dipositif de maintien en position**

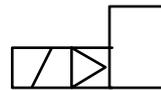


# Commandes électriques

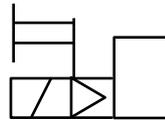
**Solenoïde ou  
électro-aimant  
direct**



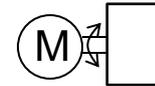
**Solenoïde et  
distributeur pilote**



**Solenoïde pilote et  
distributeur pilote et  
commande manuelle**

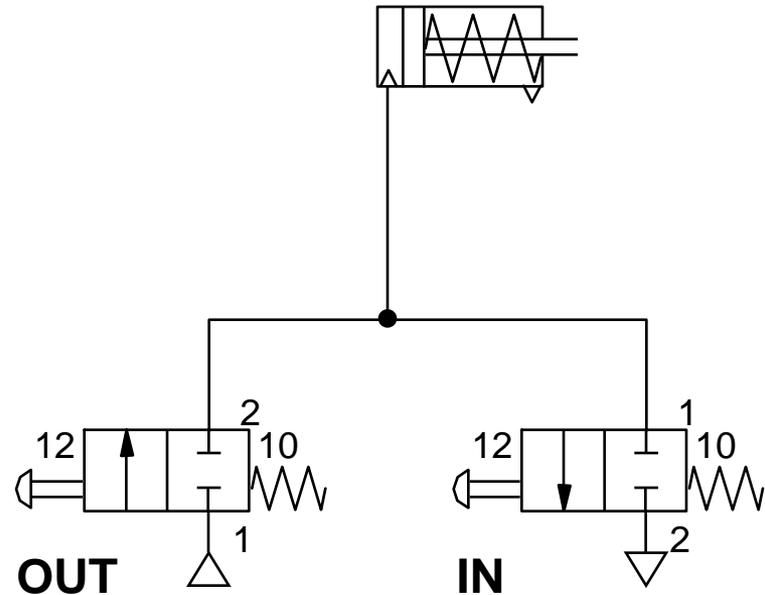


**Moteur électrique**



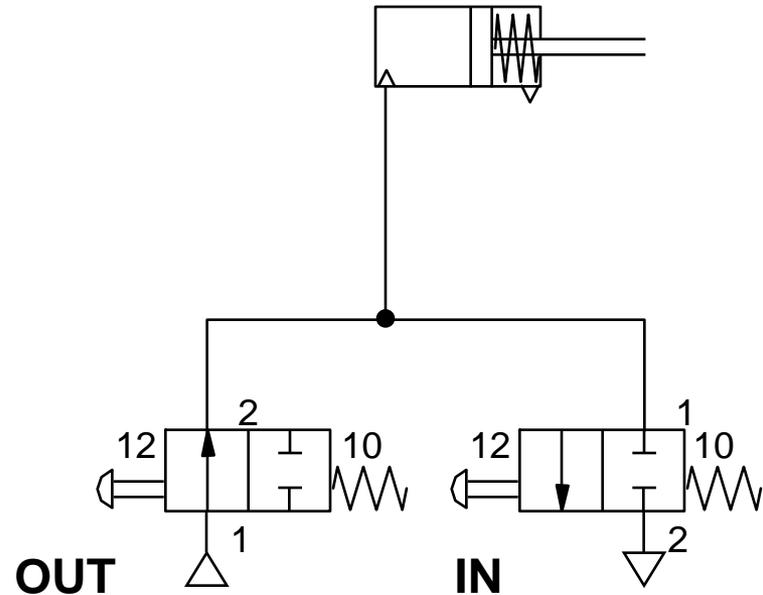
# Distributeur 2/2

- On peut utiliser ce distributeur très simple, monté par paire, pour commander un piston simple effet.
- La position repos est obtenue par un ressort de rappel.
- Un distributeur commande la sortie (OUT) de la tige, l'autre la rentrée (IN).



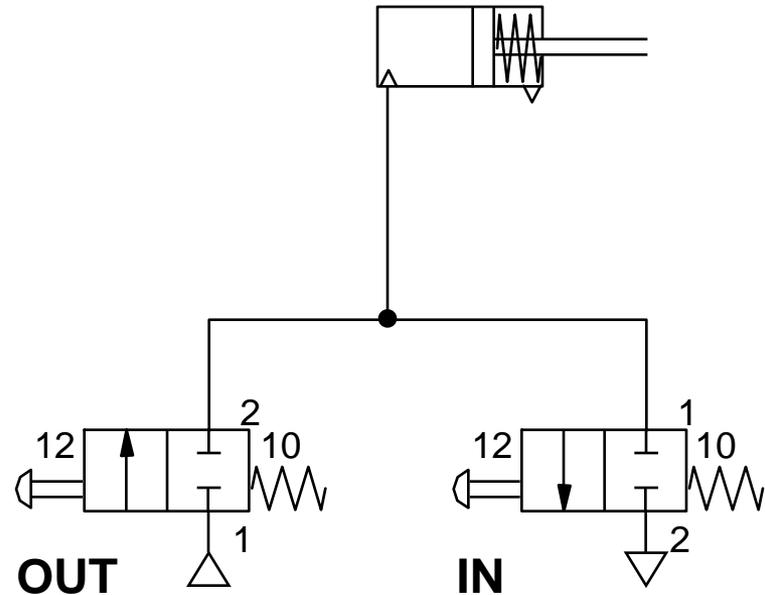
# Distributeur 2/2

- L'air alimente la chambre du vérin et la tige sort.
- L'air ne peut s'échapper par le distributeur IN car il est en position repos et 2 est isolé de l'échappement 1
- L'air à pression atmosphérique contenu dans la chambre avant du vérin est évacué par un évent.



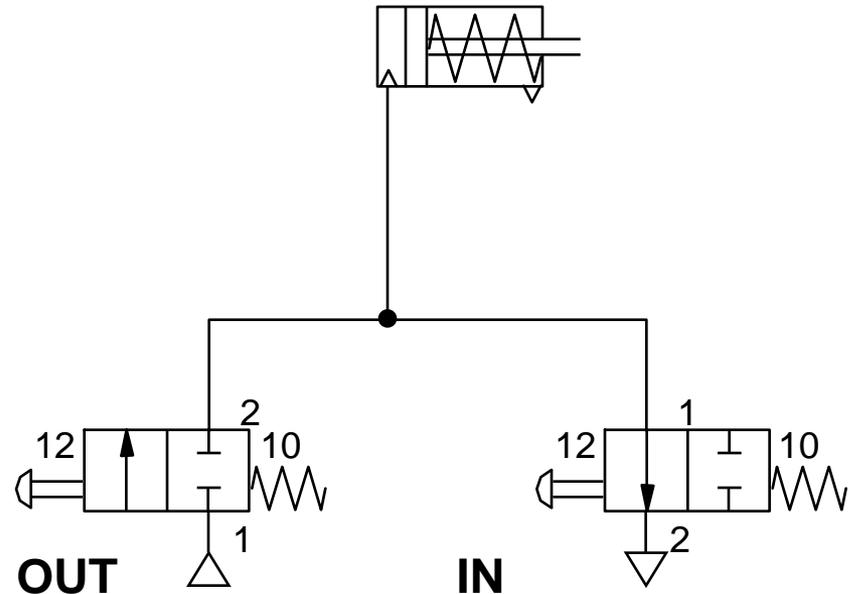
# Distributeur 2/2

- Le bouton du distributeur OUT relâché, celui-ci revient dans sa position de repos (ressort de rappel).
- L'air ne peut s'échapper du circuit (s'il n'y a pas de fuite), la tige du vérin reste sortie.



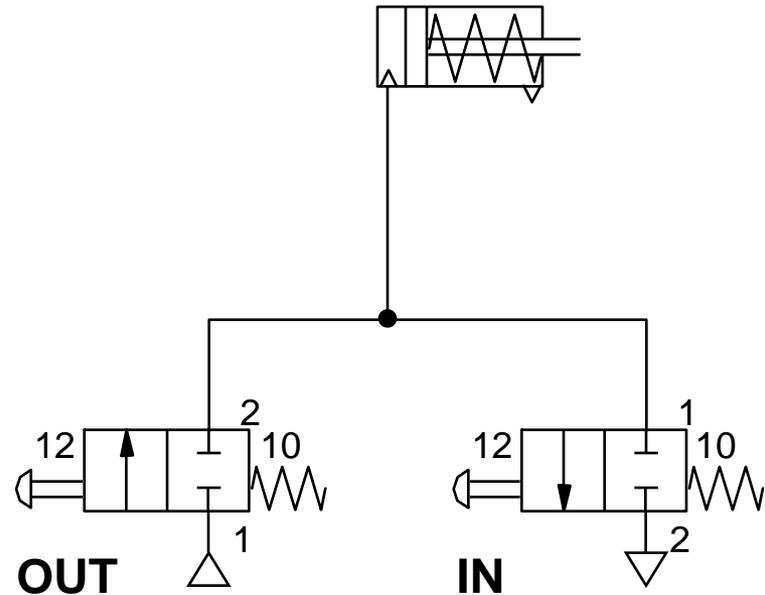
# Distributeur 2/2

- On pousse maintenant le bouton du distributeur IN.
- L'air s'échappe et la tige du piston rentre.
- Le bouton doit être maintenu enfoncé jusqu'à la rentrée totale de la tige.
- L'air à pression atmosphérique rentre par l'évent dans la chambre avant du vérin.



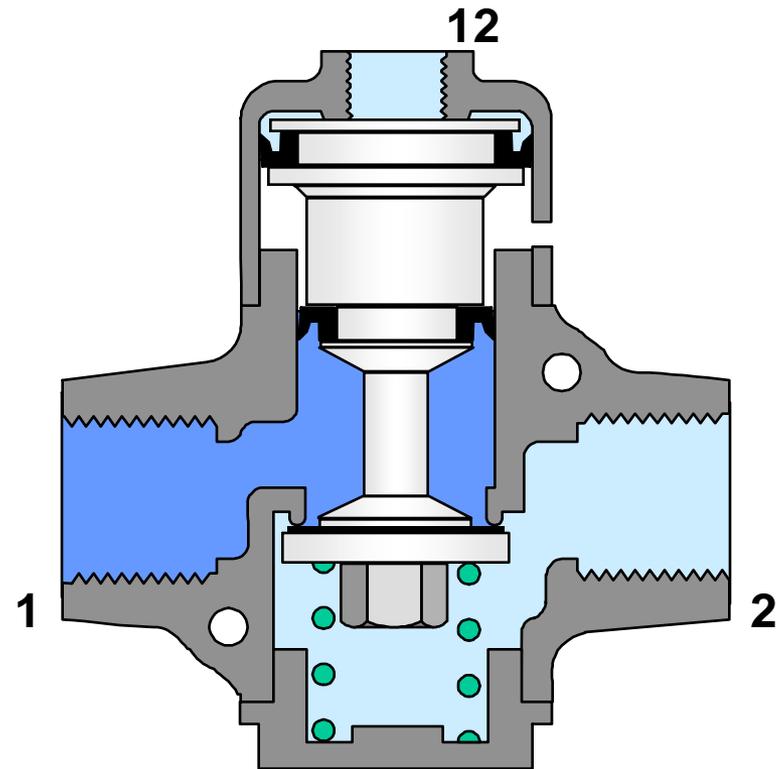
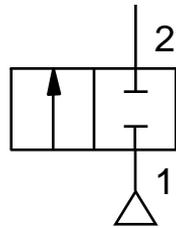
# Distributeur 2/2

- Si le bouton du distributeur IN est relâché pendant la phase retour de la tige du vérin, celle-ci reste dans sa position.
- Ce circuit est très sensible aux fuites.



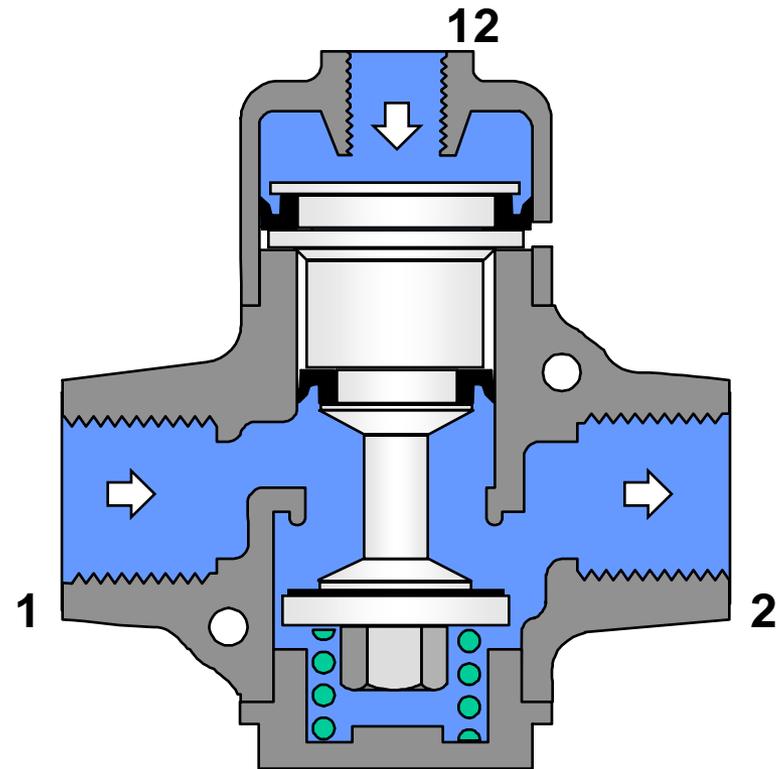
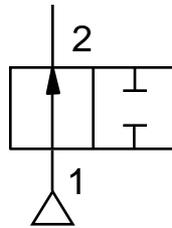
# Distributeur 2/2

- Le distributeur 2/2 représenté ici n'est pas commandé par un bouton, mais par pression.



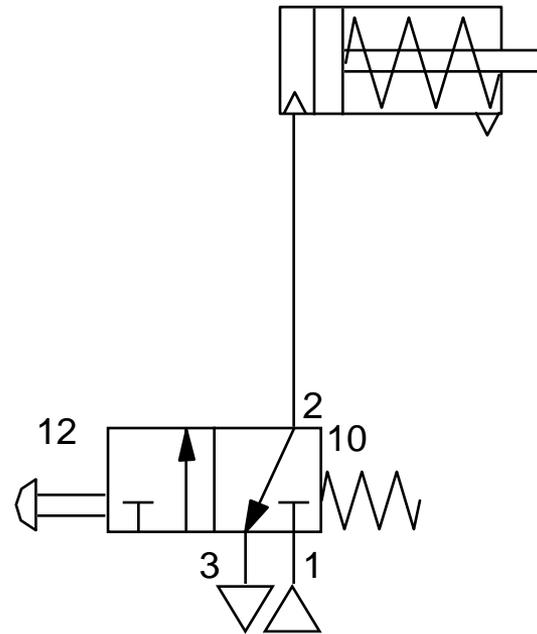
# Distributeur 2/2

- Le distributeur 2/2 représenté ici n'est pas commandé par un bouton, mais par pression.



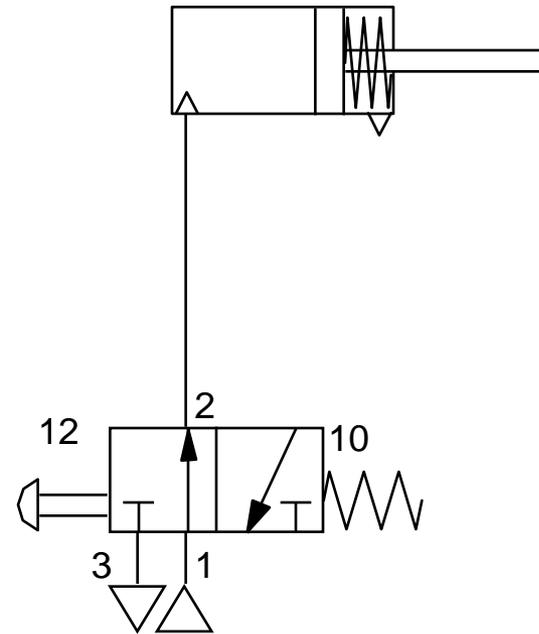
# Distributeur 3/2

- Un distributeur 3/2 comportant une entrée, une sortie et un échappement est recommandé pour le pilotage d'un vérin simple effet
- En position repos (commandée par un ressort), 2 est en communication avec l'échappement 3.



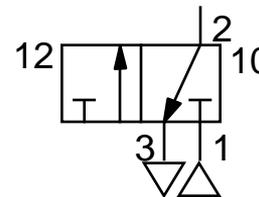
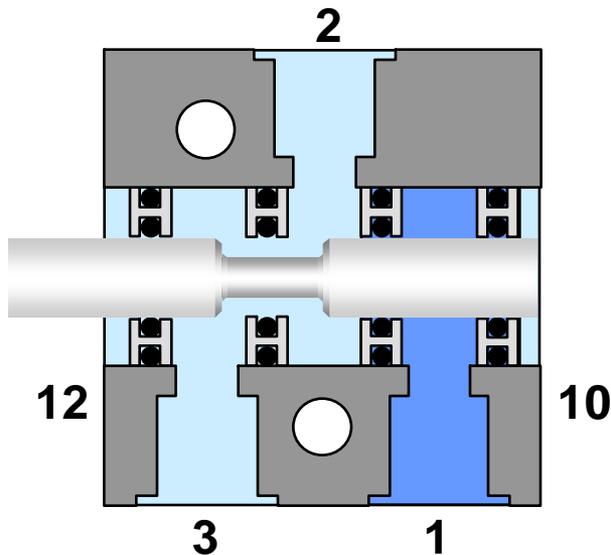
# Distributeur 3/2

- La position travail est obtenue en poussant le bouton, 2 est en communication avec 1 (alimentation).
- Le bouton poussoir doit être maintenu enfoncé pour que la tige du vérin reste sortie.



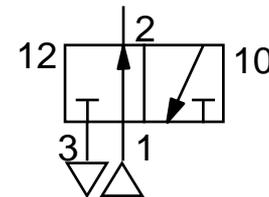
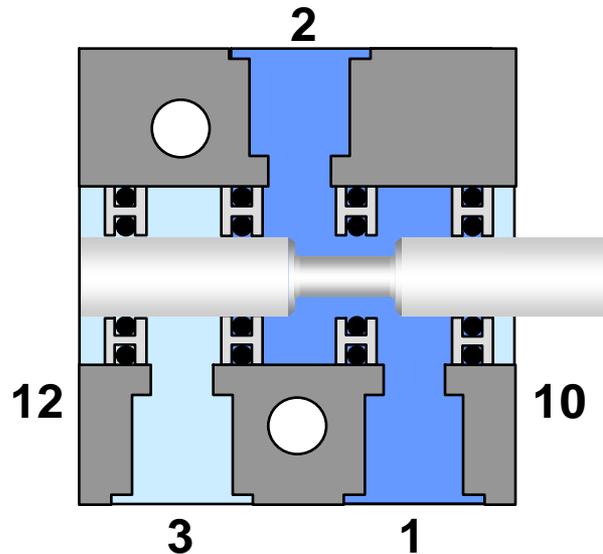
# Distributeur 3/2

- Le dessin ci-dessous représente un distributeur 3/2 à tiroir.
- L'étanchéité est réalisée ici par des joints montés sur le corps du distributeur, ils peuvent être aussi montés sur le tiroir.



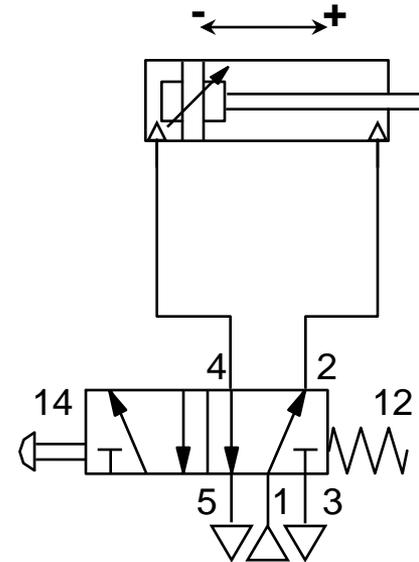
# Distributeur 3/2

- Le dessin ci-dessous représente un distributeur 3/2 à tiroir.
- L'étanchéité est réalisée ici par des joints montés sur le corps du distributeur, ils peuvent être aussi montés sur le tiroir.



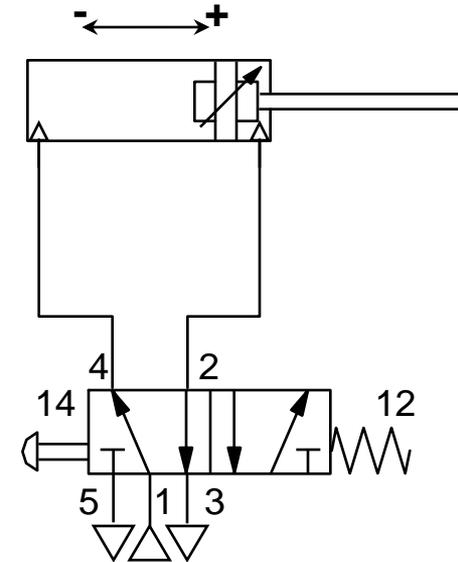
# Distributeur 5/2

- Pour la commande de vérins à double effet, l'alimentation et l'échappement sont connectés simultanément
- Quand on enfonce le bouton, 1 est relié à 4 et 2 à 3, la tige se déplace dans le sens +.
- Quand on relâche le bouton, 1 est relié à 2 et 4 à 5, la tige se déplace dans le sens -.



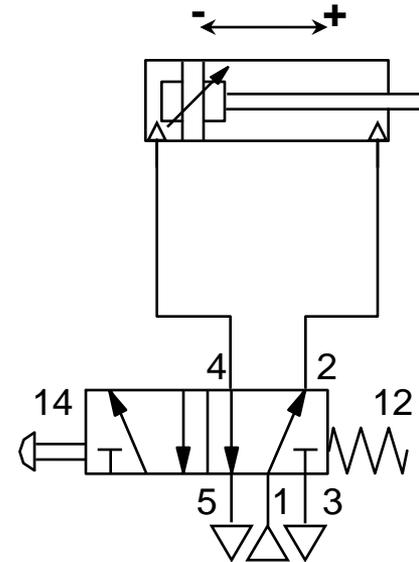
# Distributeur 5/2

- Pour la commande de vérins à double effet, l'alimentation et l'échappement sont connectés simultanément
- **Quand on enfonce le bouton, 1 est relié à 4 et 2 à 3, la tige se déplace dans le sens +.**
- Quand on relâche le bouton, 1 est relié à 2 et 4 à 5, la tige se déplace dans le sens -.



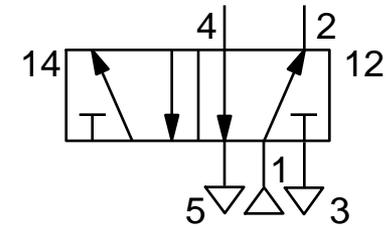
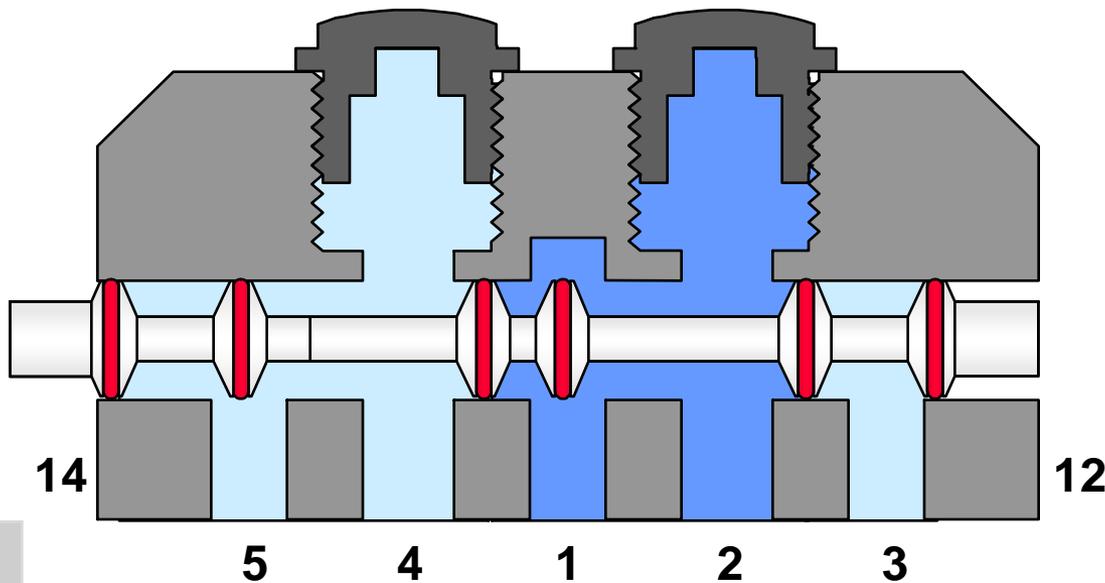
# Distributeur 5/2

- Pour la commande de vérins à double effet, l'alimentation et l'échappement sont connectés simultanément
- Quand on enfonce le bouton, 1 est relié à 4 et 2 à 3, la tige se déplace dans le sens +.
- Quand on relâche le bouton, 1 est relié à 2 et 4 à 5, la tige se déplace dans le sens -.



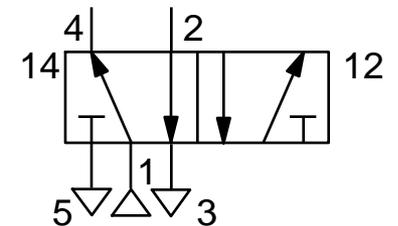
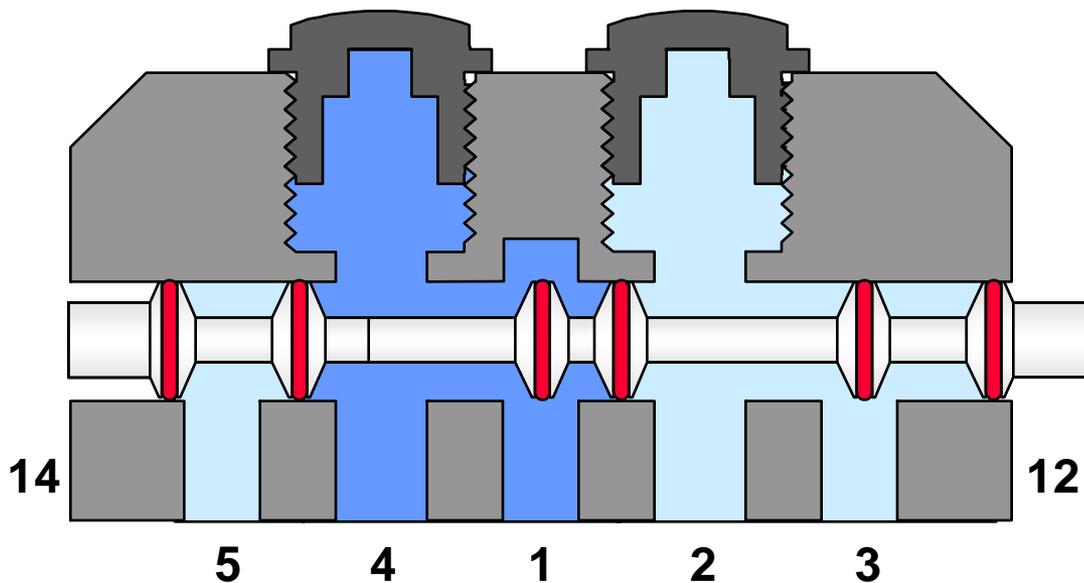
# Distributeur 5/2

- Sur le distributeur 5/2 représenté ci-dessous, les joints sont montés sur le tiroir.
- En position repos, 1 est relié à 2 et 4 à 5.
- En position travail, 1 est relié à 4 et 2 à 3.



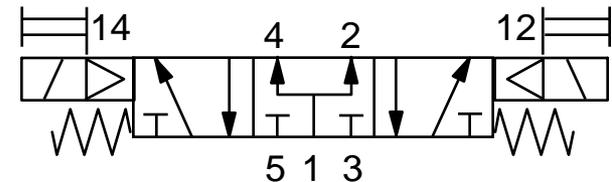
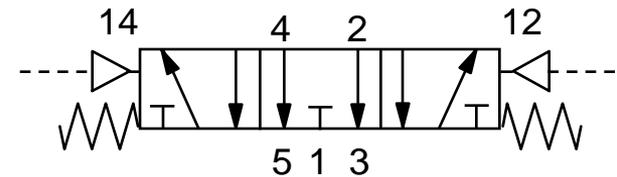
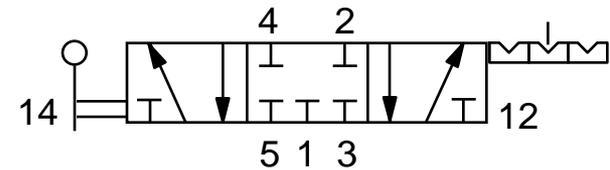
# Distributeur 5/2

- Sur le distributeur 5/2 représenté ci-dessous, les joints sont montés sur le tiroir.
- En position repos, 1 est relié à 2 et 4 à 5.
- En position travail, 1 est relié à 4 et 2 à 3.



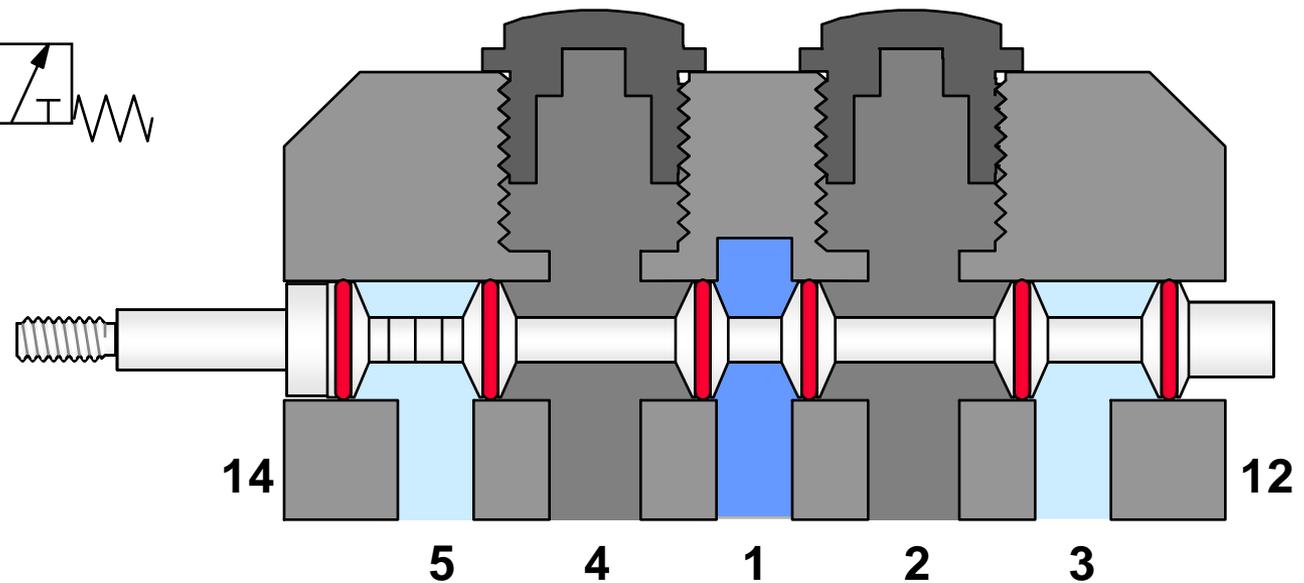
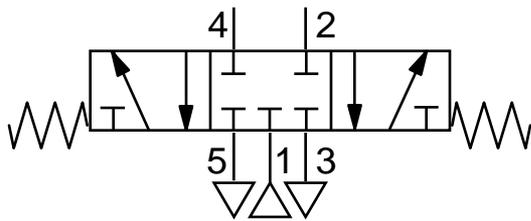
# Distributeur 5/3

- Les distributeurs 5/3 possèdent une position intermédiaire.
- Le distributeur peut être tristable (levier + dispositif de maintien en position) ou monostable (pression ou deux solénoïdes + deux ressorts pour le rappel au centre)
- Il existe 3 possibilités pour la position centrale:
  - Centre fermé
  - Centre ouvert à l'échappement
  - Centre ouvert à l'alimentation



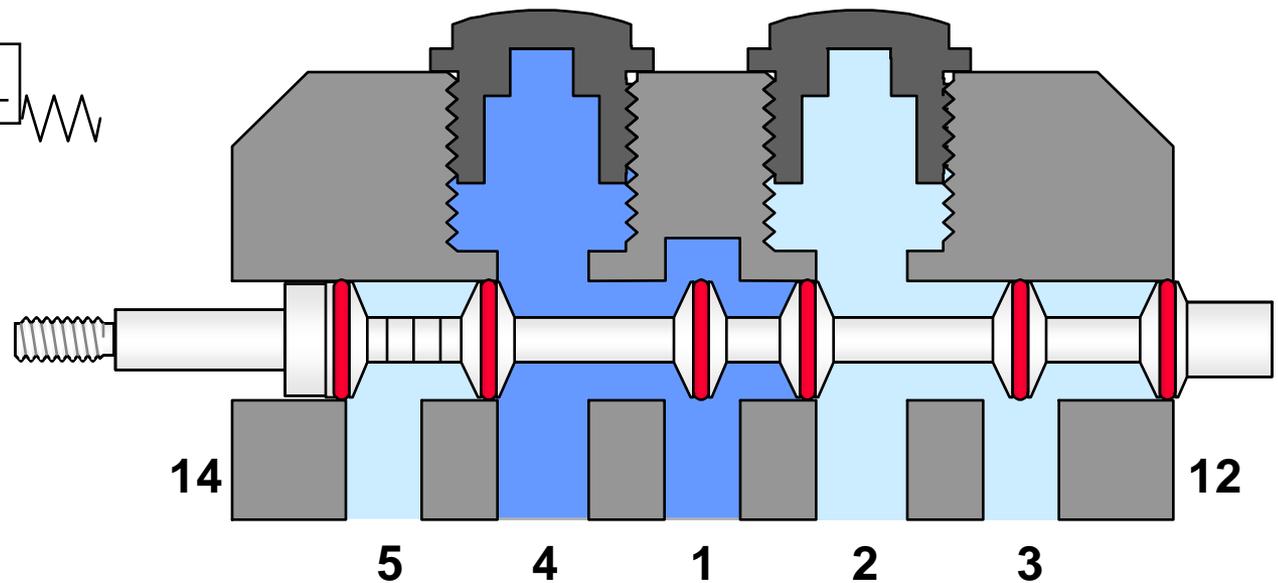
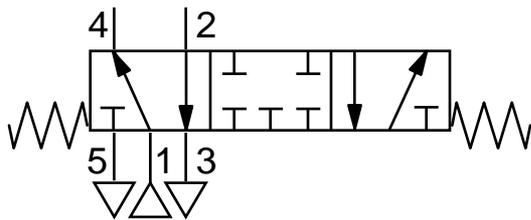
# Distributeur 5/3 (à centre fermé)

- Le tiroir étant en position médiane, (position normale), tous les orifices sont isolés.
- Le tiroir étant à droite, 1 est relié à 4 et 2 à 3.
- Le tiroir étant à gauche, 1 est relié à 2 et 4 à 5.



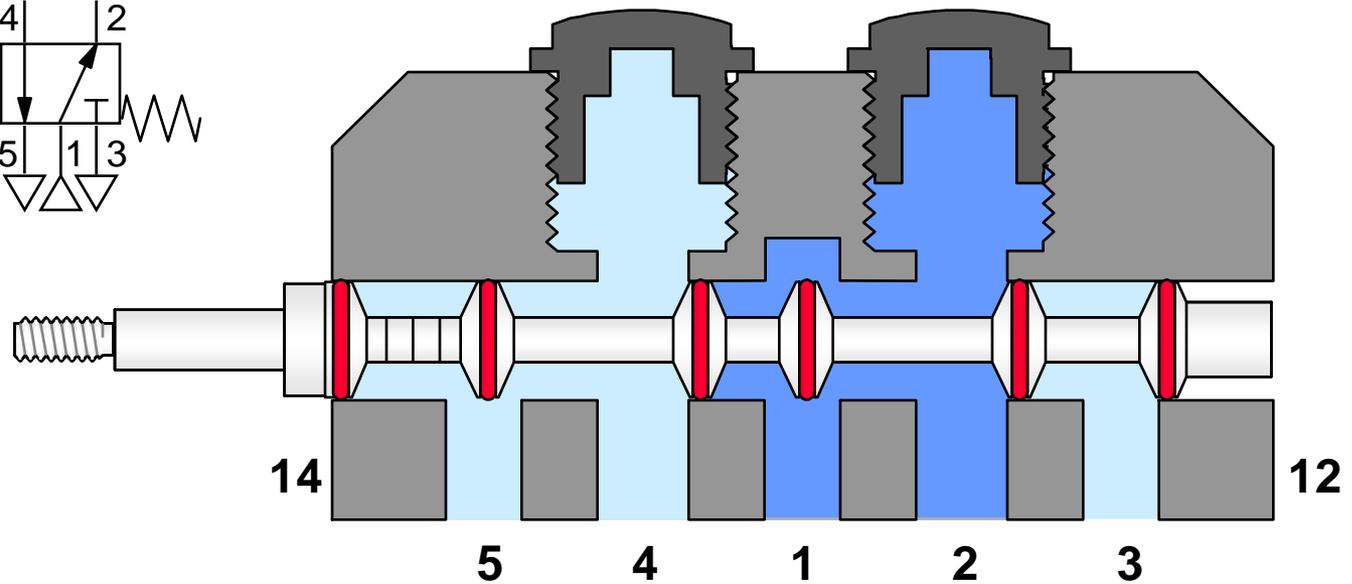
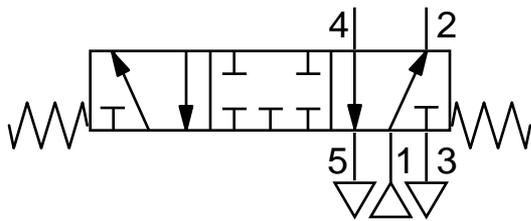
# Distributeur 5/3 (à centre fermé)

- Le tiroir étant en position médiane, (position normale), tous les orifices sont isolés.
- **Le tiroir étant à droite, 1 est relié à 4 et 2 à 3.**
- Le tiroir étant à gauche, 1 est relié à 2 et 4 à 5.



# Distributeur 5/3 (à centre fermé)

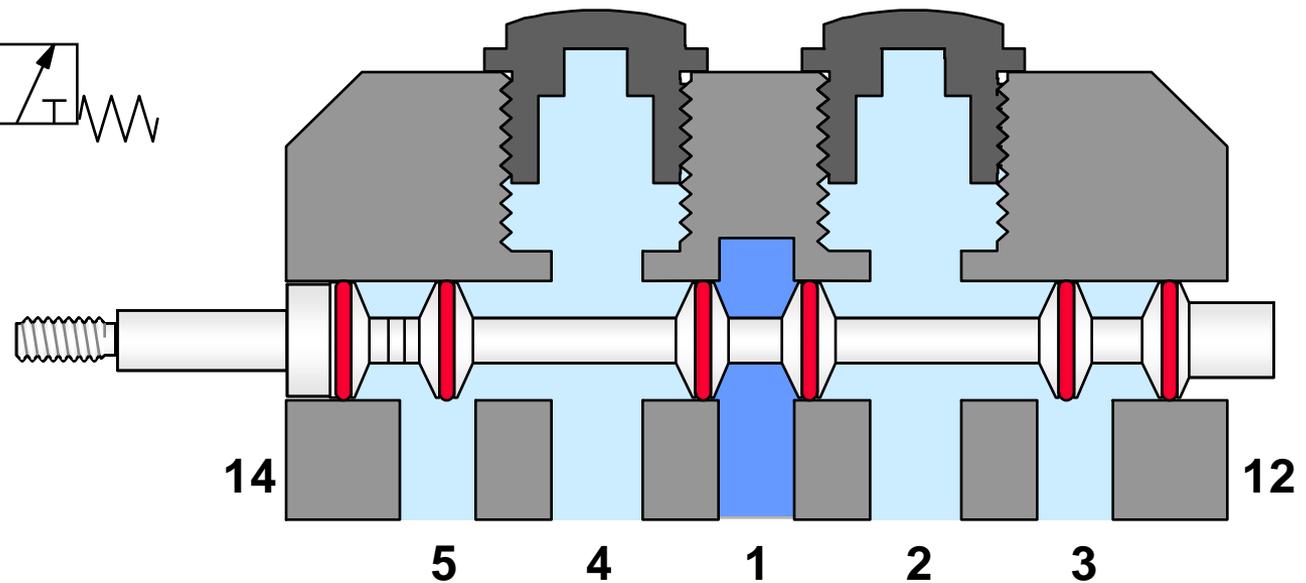
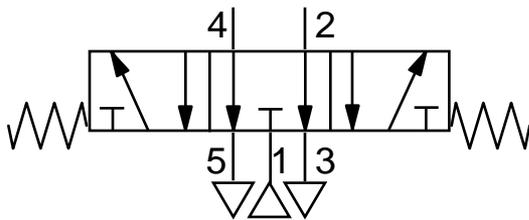
- Le tiroir étant en position médiane, (position normale), tous les orifices sont isolés.
- Le tiroir étant à droite, 1 est relié à 4 et 2 à 3.
- **Le tiroir étant à gauche, 1 est relié à 2 et 4 à 5.**



# Distributeur 5/3 (à centre ouvert)

## Orifices de sortie à l'échappement

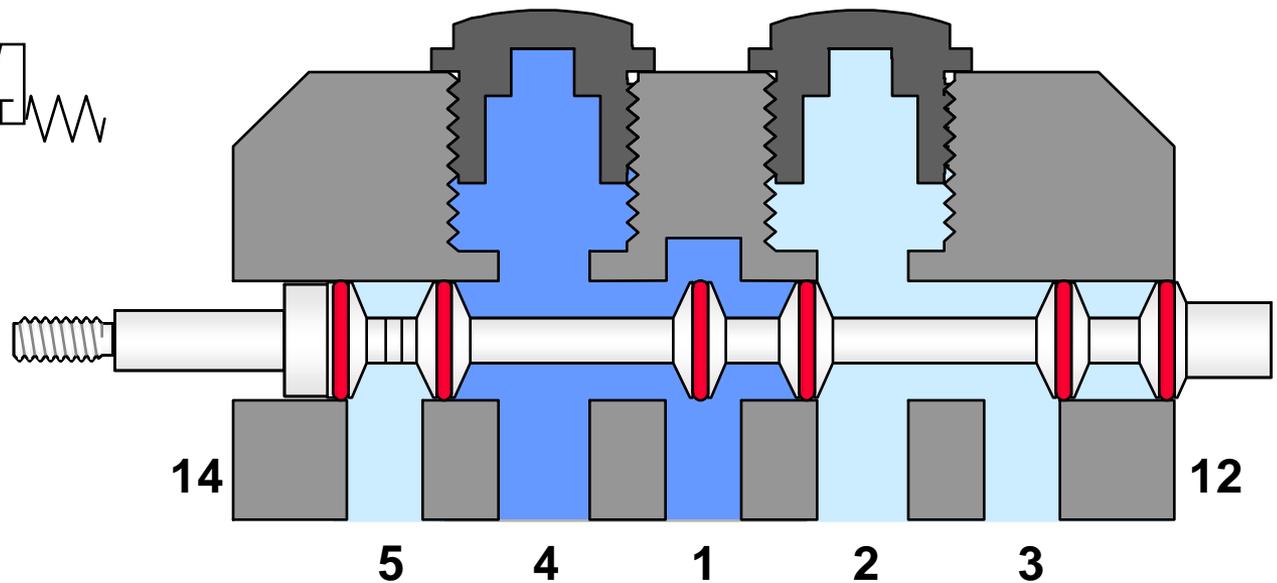
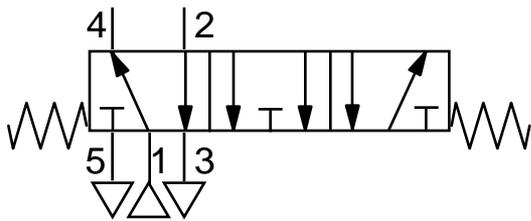
- Le tiroir étant en position médiane, (position normale), les orifices de sortie sont à l'échappement.
- Le tiroir étant à droite, 1 est relié à 4 et 2 à 3.
- Le tiroir étant à gauche, 1 est relié à 2 et 4 à 5.



# Distributeur 5/3 (à centre ouvert)

## Orifices de sortie à l'échappement

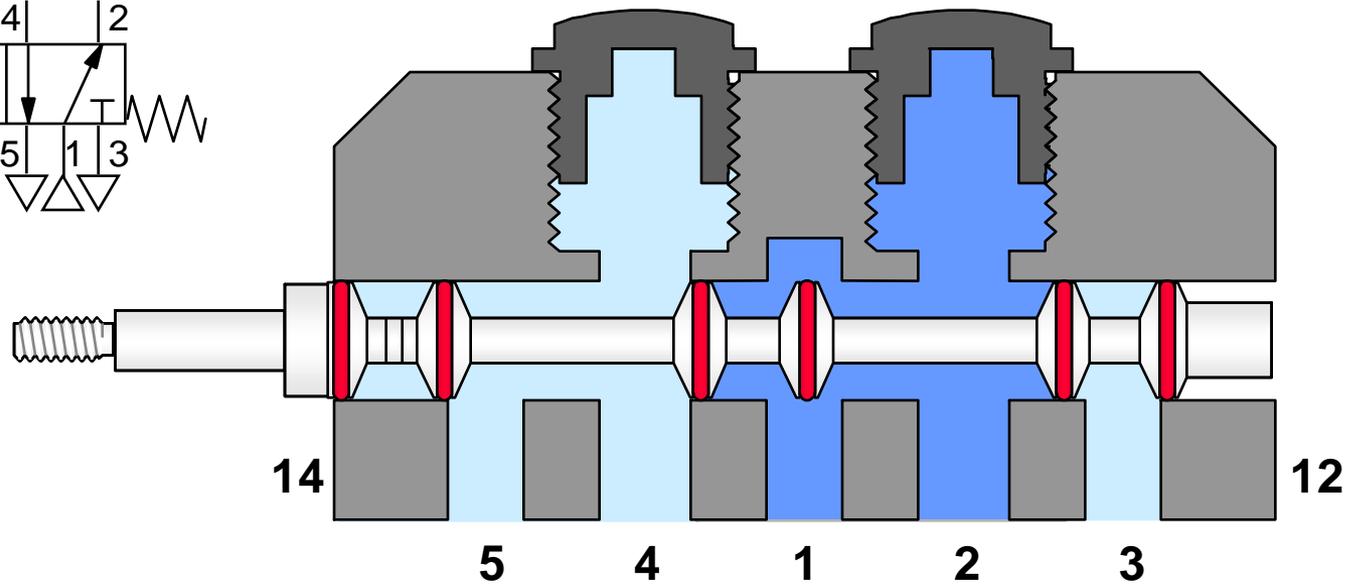
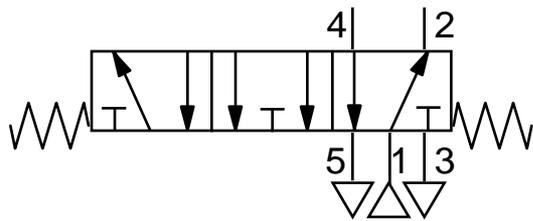
- Le tiroir étant en position médiane, (position normale), les orifices de sortie sont à l'échappement.
- **Le tiroir étant à droite, 1 est relié à 4 et 2 à 3.**
- Le tiroir étant à gauche, 1 est relié à 2 et 4 à 5.



# Distributeur 5/3 (à centre ouvert)

## Orifices de sortie à l'échappement

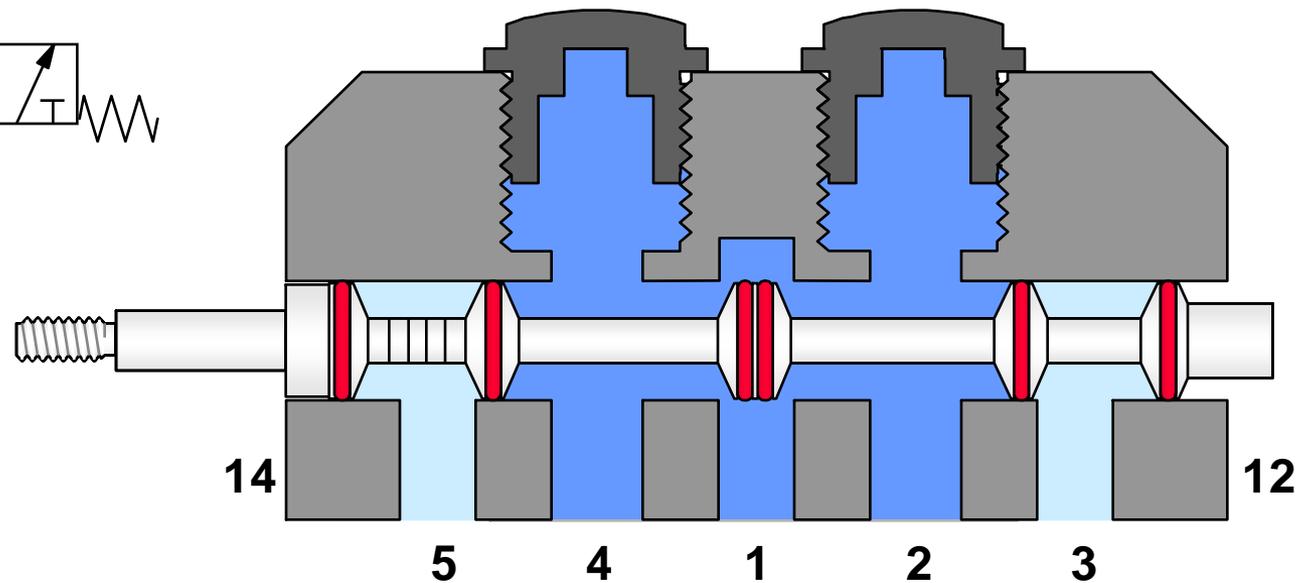
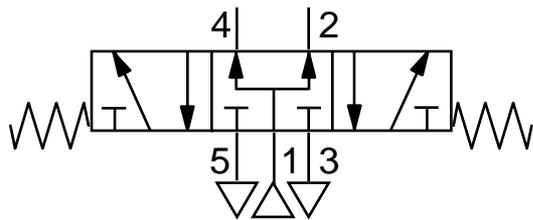
- Le tiroir étant en position médiane, (position normale), les orifices de sortie sont à l'échappement.
- Le tiroir étant à droite, 1 est relié à 4 et 2 à 3.
- **Le tiroir étant à gauche, 1 est relié à 2 et 4 à 5.**



# Distributeur 5/3 (à centre ouvert)

## Orifices de sortie alimentés

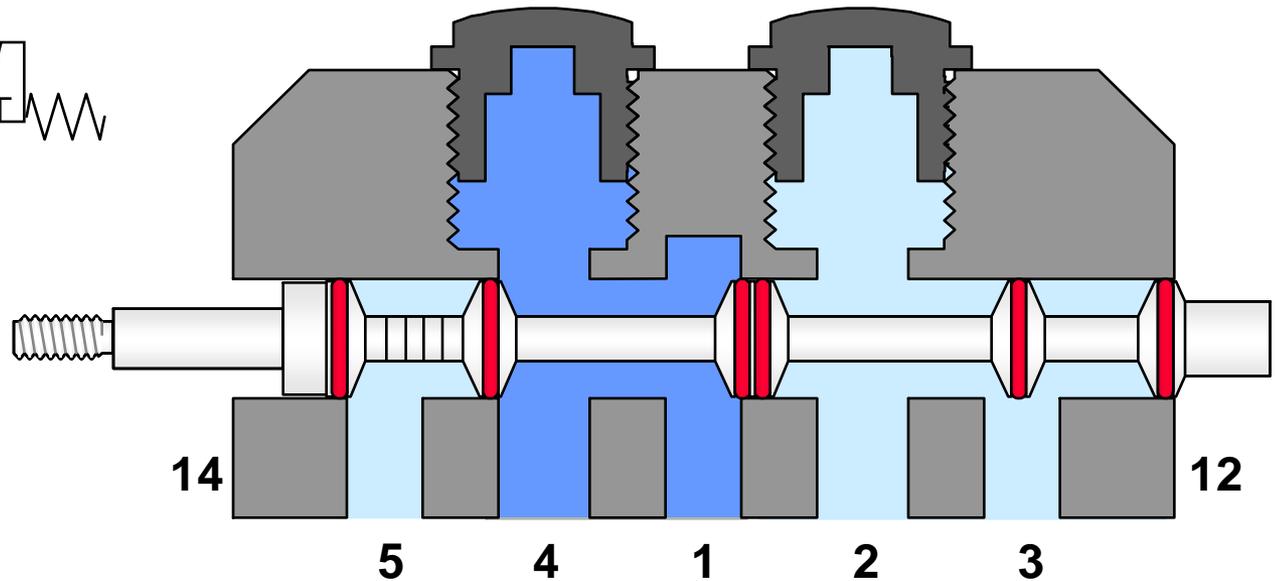
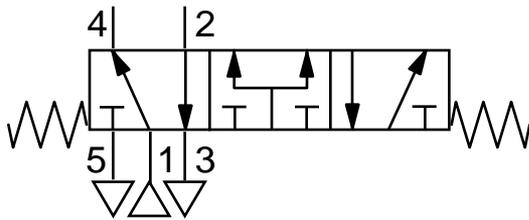
- Le tiroir étant en position médiane, (position normale), les orifices de sortie sont alimentés.
- Le tiroir étant à droite, 1 est relié à 4 et 2 à 3.
- Le tiroir étant à gauche, 1 est relié à 2 et 4 à 5.



# Distributeur 5/3 (à centre ouvert)

## Orifices de sortie alimentés

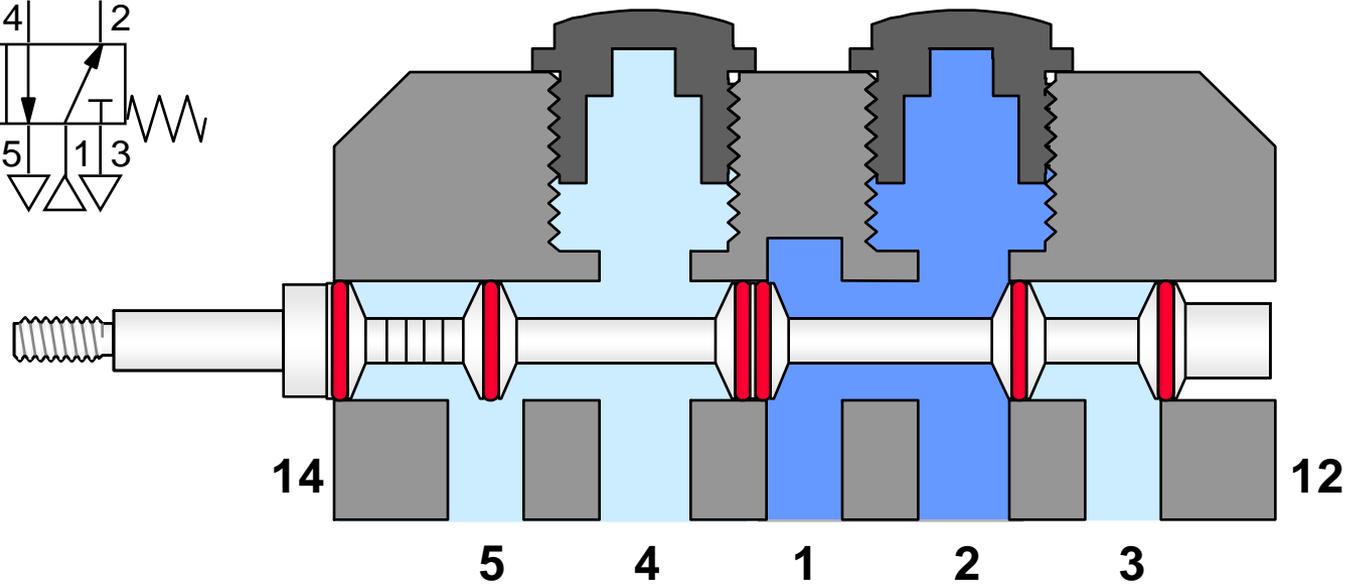
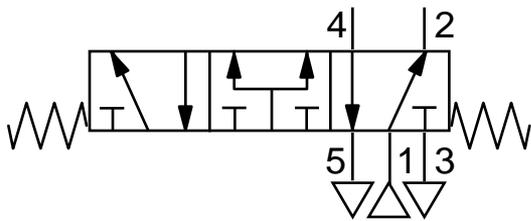
- Le tiroir étant en position médiane, (position normale), les orifices de sortie sont alimentés.
- **Le tiroir étant à droite, 1 est relié à 4 et 2 à 3.**
- Le tiroir étant à gauche, 1 est relié à 2 et 4 à 5.



# Distributeur 5/3 (à centre ouvert)

## Orifices de sortie alimentés

- Le tiroir étant en position médiane, (position normale), les orifices de sortie sont alimentés.
- Le tiroir étant à droite, 1 est relié à 4 et 2 à 3.
- **Le tiroir étant à gauche, 1 est relié à 2 et 4 à 5.**



# Circuits pneumatiques

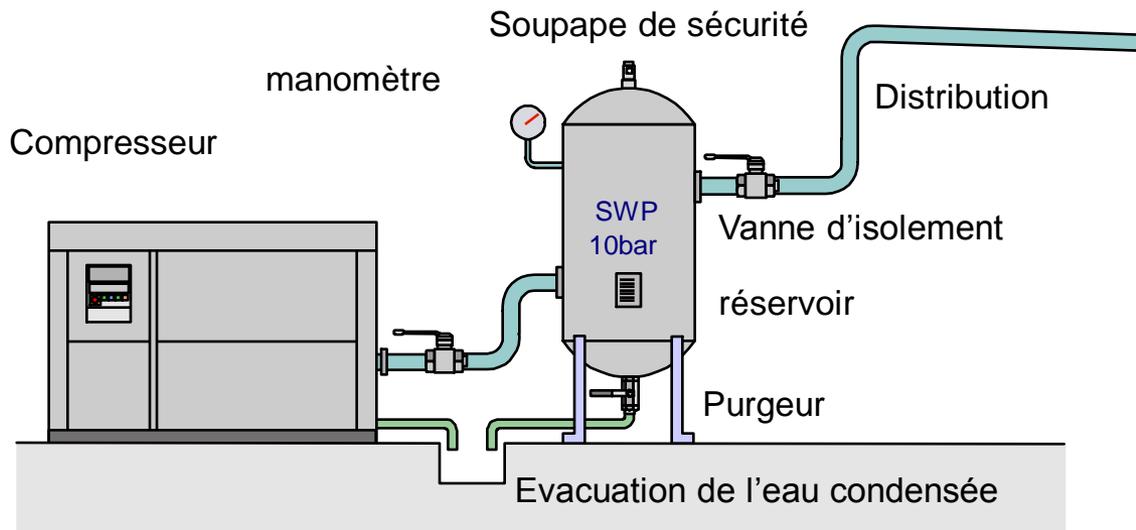
- **Alimentation en air comprimé**
- **Groupe de conditionnement**
- **Régulation de vitesse**



# Circuits pneumatiques

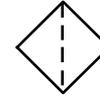
Une alimentation en air comprimé est constituée:

- d'un compresseur qui en général transforme une énergie électrique en énergie mécanique puis pneumatique.
- D'un réservoir qui stocke l'air sous pression (entre 5 et 10 bar)



# Circuits pneumatiques

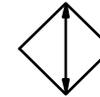
- **Filtre, crépine:**



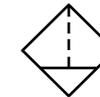
- **Compresseur:**



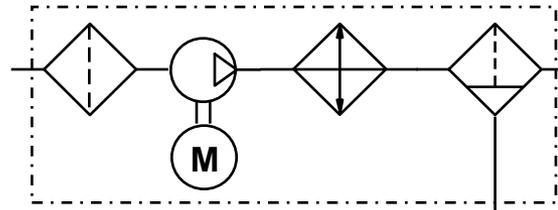
- **Refroidisseur ou réfrigérant:**



- **Purgeur à commande manuelle:**

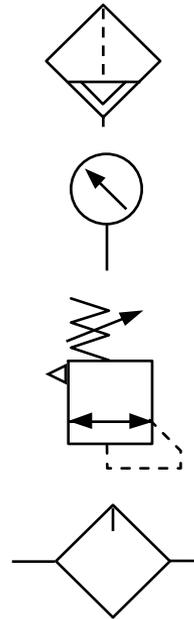


## Alimentation en air comprimé



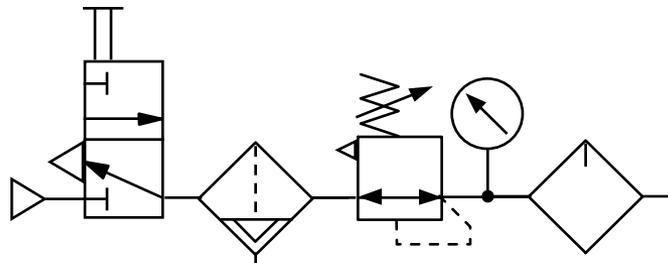
# Circuits pneumatiques

- **Filtre avec purgeur automatique**
- **Manomètre**
- **Régulateur de pression réglable**
- **Lubrificateur**



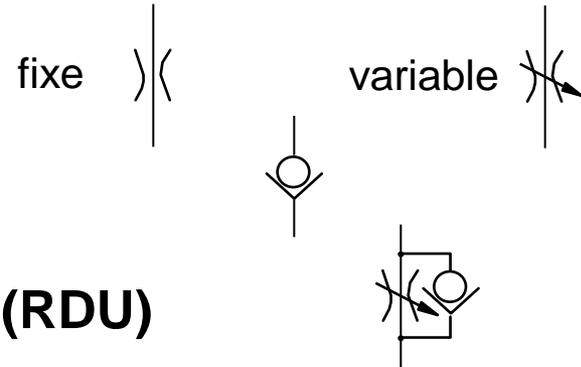
**exemple**

## Groupe de conditionnement (source de pression)

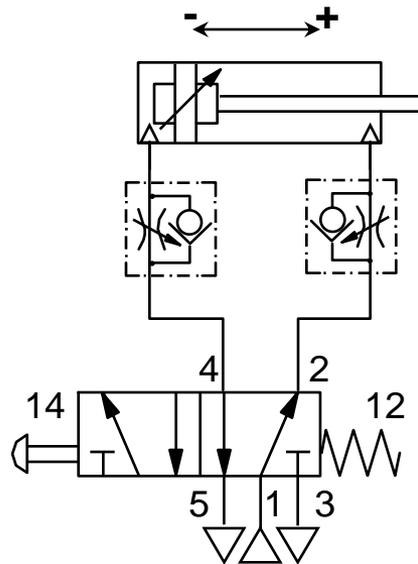


# Circuits pneumatiques

- Réducteur de débit
- Clapet de non retour
- Réducteur de débit unidirectionnel (RDU)

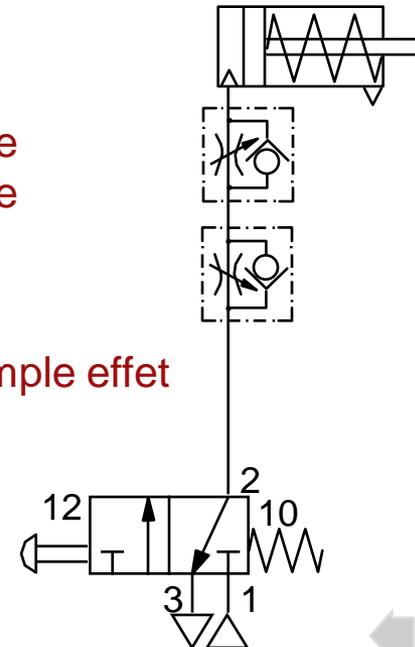


## Contrôle de la vitesse



double effet  
(Le contrôle se fait sur l'échappement)

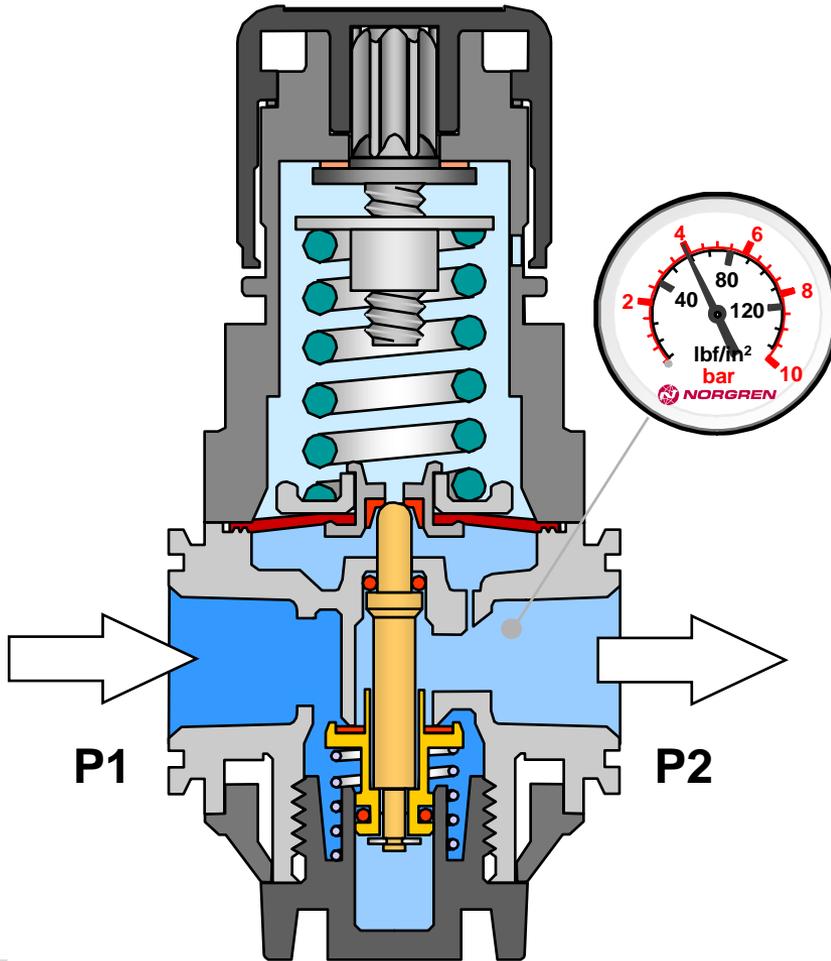
Contrôles de la vitesse de rentrée et de sortie indépendants



simple effet

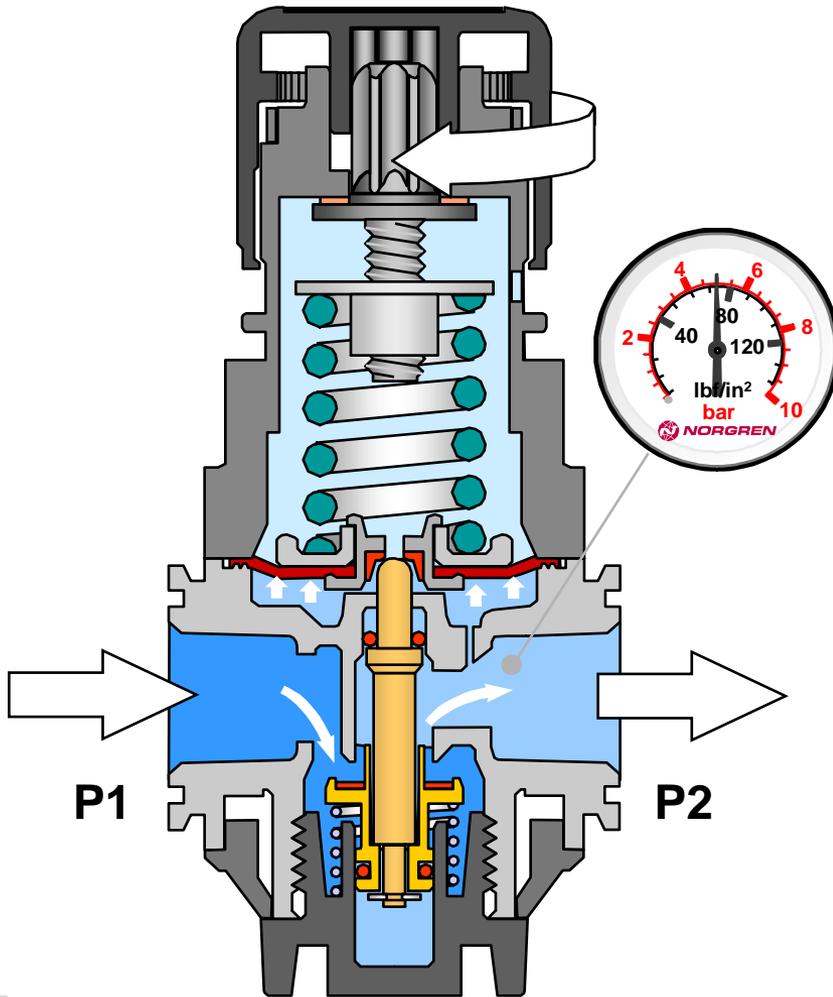


# Régulateur de pression



- Réduit la pression d'alimentation P1 à la pression de travail souhaitée P2.
- Quand il n'y a pas de consommation d'air, le clapet est fermé.
- Une demande d'air commande l'ouverture du clapet.
- La pression P2 peut être ajustée à une valeur donnée.

# Régulateur de pression

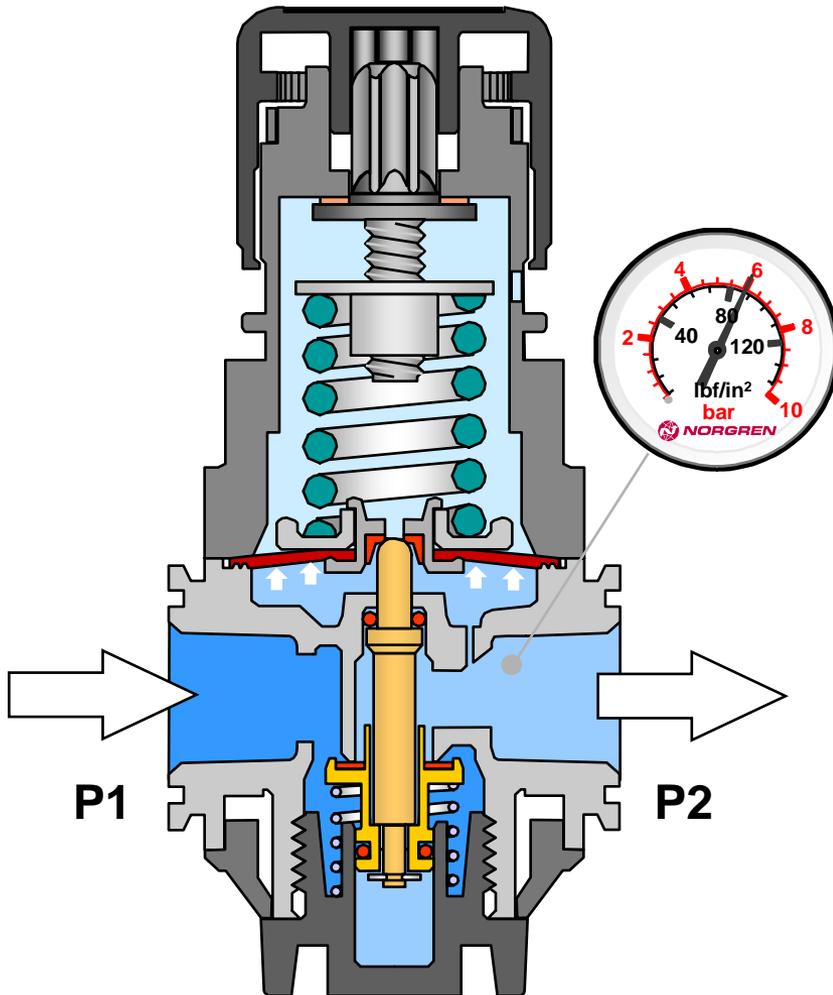


- Pour augmenter la pression  $P_2$ , on tourne le bouton de réglage jusqu'à ce que cette pression soit atteinte.
- L'effort sur le ressort augmentant, le clapet s'ouvre.
- La pression  $P_2$  augmente sous le diaphragme et crée un effort opposé à l'action du ressort; le clapet remonte.

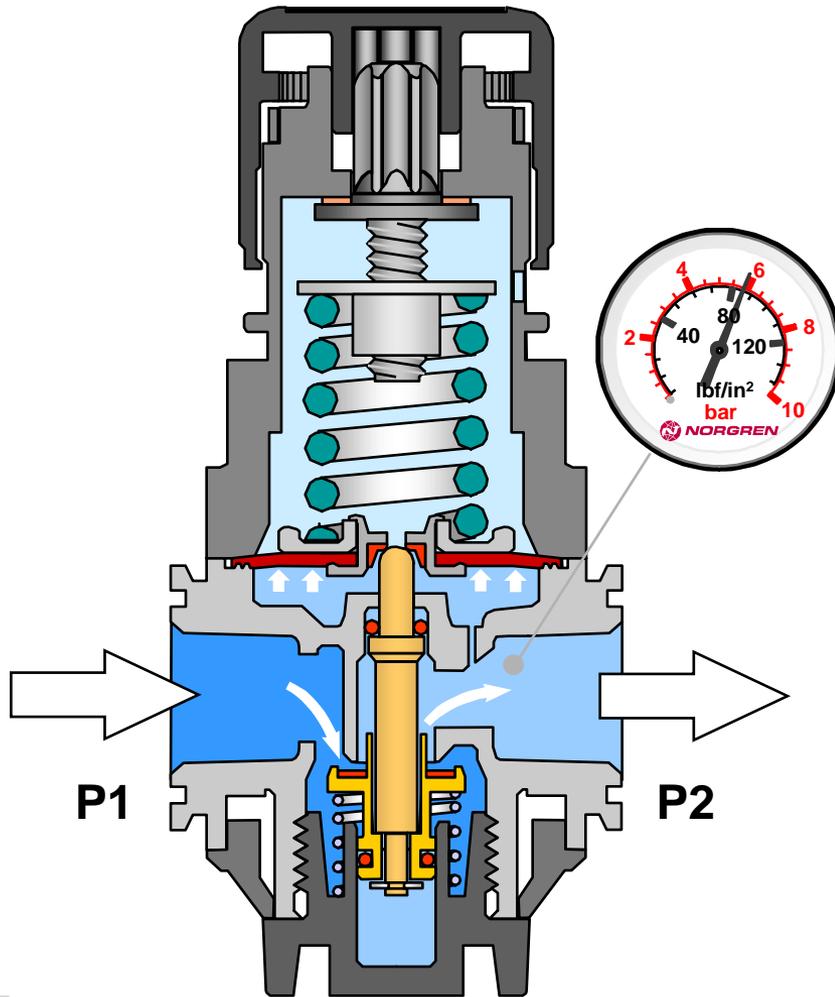


# Régulateur de pression

- Quand la pression désirée est atteinte, le clapet est fermé.

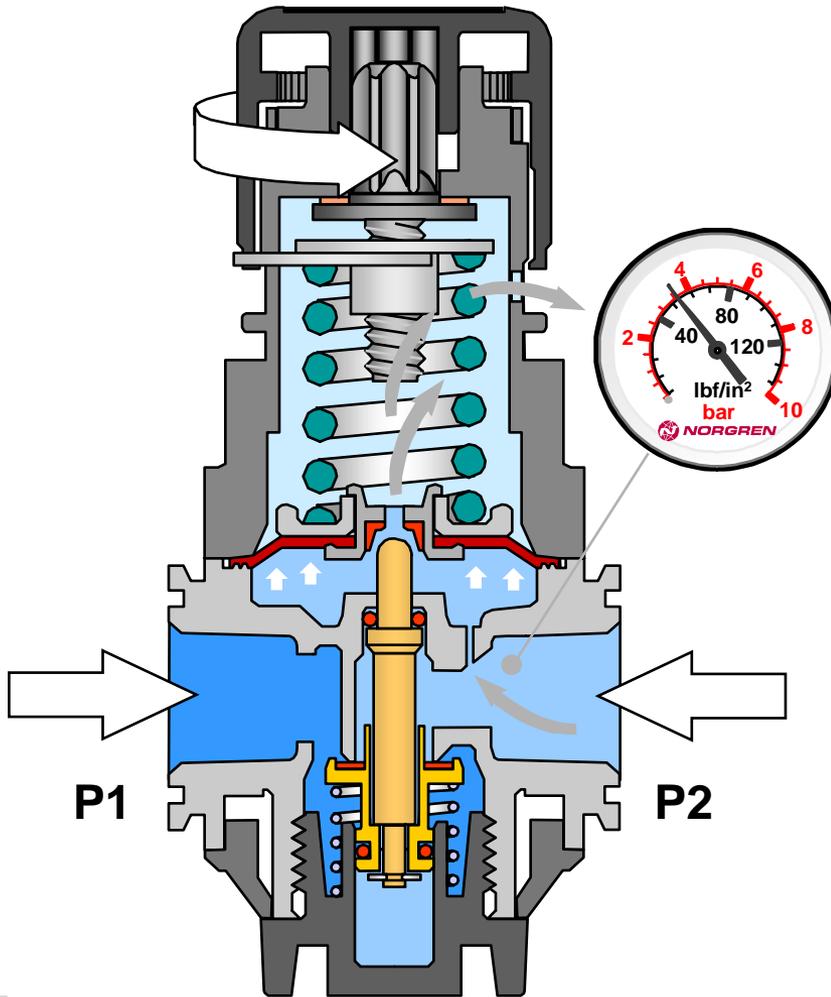


# Régulateur de pression



- Quand le débit d'air augmente, la pression sous le diaphragme diminue, le clapet s'ouvre davantage.
- Le clapet va prendre une position d'équilibre permettant un débit d'air à la pression voulue

# Régulateur de pression



- Pour réduire la pression, on tourne le bouton de réglage pour diminuer l'action du ressort.
- La pression P2 appliquée sous le diaphragme va le faire remonter alors que le clapet est fermé, mettant ainsi à l'échappement la chambre située sous le diaphragme.
- La pression P2 va diminuer jusqu'à ce que le diaphragme soit suffisamment redescendu pour fermer l'échappement.