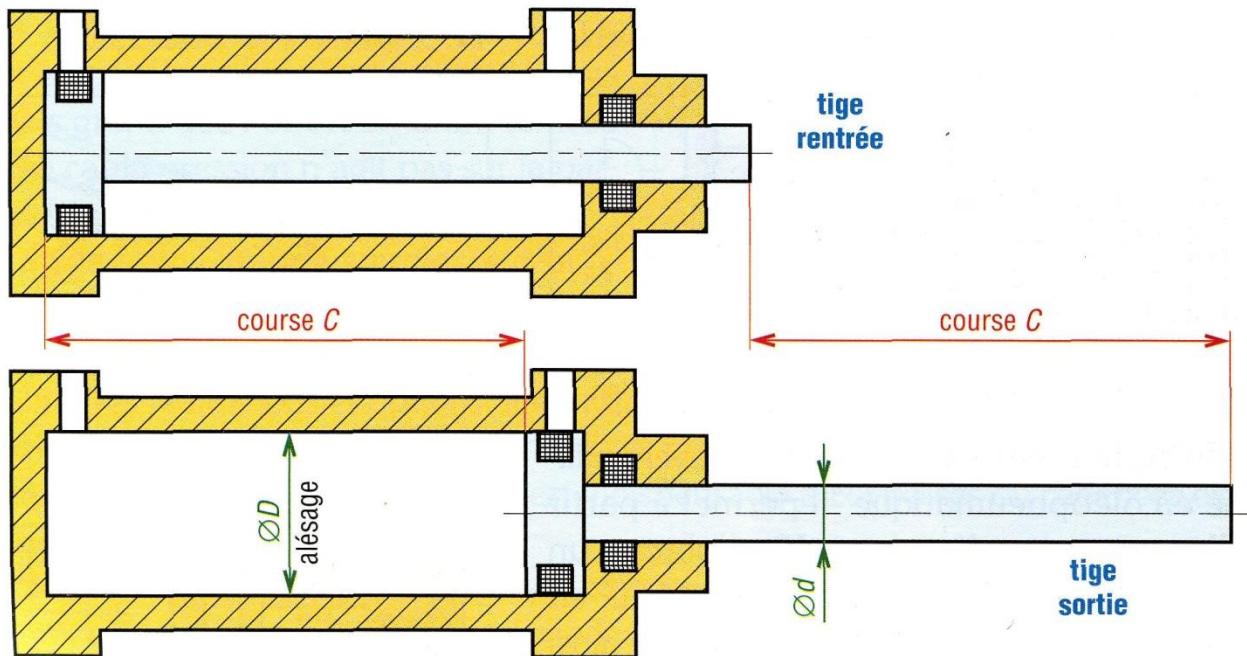


## Détermination d'un vérin

**a) Données nécessaires :** efforts exercés dans les deux sens, en poussant et en tirant, cadence ou vitesse de la tige, conditions de service : amortissement et énergie cinétique  $E_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$  à dissiper...

**b) Diamètres et course :** une fois le type choisi, à partir des données, il faut déterminer le diamètre D de l'alésage et la course C de la tige. Le diamètre de tige d dépend de D

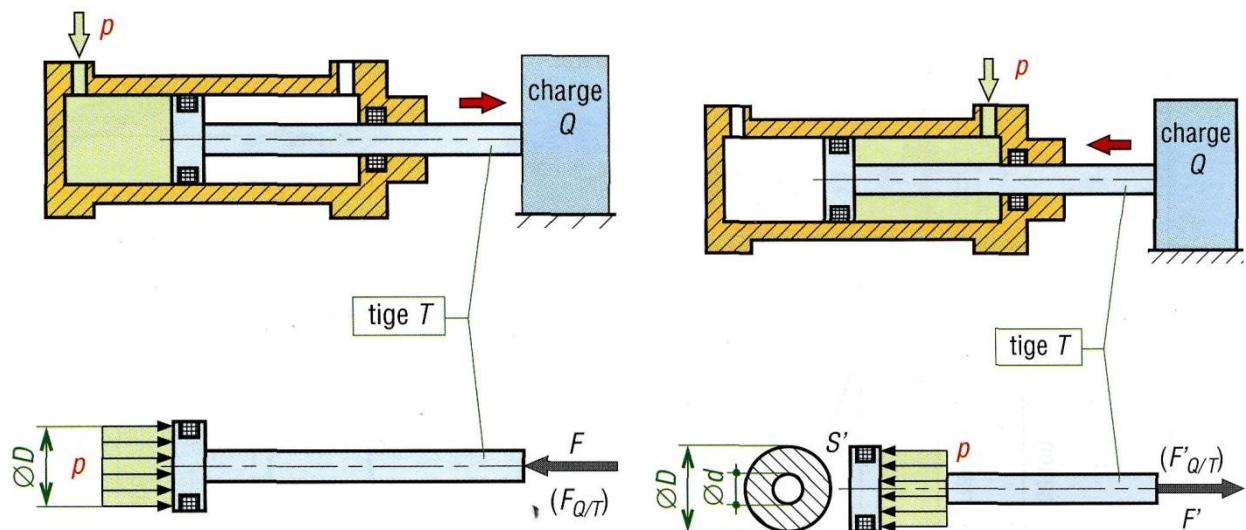


Normalisation ISO, AFNOR ET CNOMO – (NF ISO 3320...)	
diamètres D (mm)	8 - 10 - 12 - 16 - 20 - 25 - 32 - 40 - 50 - 63 - 80 - 100 - 125 - 160 - 200 - 250 - 320 - 400 - 500
diamètres d (tige) (mm)	4 - 5 - 6 - 8 - 10 - 12 - 14 - 16 - 18 - 20 - 22 - 25 - 28 - 32 - 36 - 40 - 45 - 50 - 56 - 63 - 70 - 80 - 90 - 100 - 110 - 125 - 140 - 160 - 180 - 200 - 220 - 250 - 280 - 320 - 360
pressions nominales usuelles (bars)	0,1 - 0,4 - 1 - 2 - 4 - 6 - 8 - 10 - 16 - 20 - 25 - 31,5 - 40 - 50 - 63 - 80 - 100 - 125 - 160 - 200 - 250 - 350 - 400 - 450 - 500 - 630 - 800 - 1000...

<b>D Vérin (mm)</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>12</b>	<b>16</b>	<b>20</b>	<b>25</b>	<b>32</b>	<b>40</b>
<b>D Tige (mm)</b>	4	4	6	6	10	12	12	18

<b>D Vérin (mm)</b>	<b>50</b>	<b>63</b>	<b>80</b>	<b>100</b>	<b>125</b>	<b>160</b>	<b>200</b>	<b>250</b>
<b>D Tige (mm)</b>	18	22	22	30	30	40	40	50

Diamètres normalisés des vérins [8]



$$p = \frac{F}{S}$$

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

$F$  en daN (ou N)  
 $D$  en cm (ou m)

$$F = p \cdot S$$

$$F = 0,7854 \cdot p \cdot D^2$$

$$F' = p \cdot S'$$

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

$$F' = 0,7854 p(D^2 - d^2)$$

17. Effort en poussant.

18. Effort en tirant.

c) **Efforts théoriques exercés** : efforts théoriquement développables en sortie ou en entrée de tige, calculés à partir de la pression d'utilisation.

**Exemple 1** : dans le cas d'un vérin pneumatique avec  $D = 100$  mm,  $d = 32$  mm, calculons les efforts théoriques exercés en poussant et en tirant si la pression d'alimentation est de 7 bars.

$$\begin{aligned} \text{En poussant : } F_{\text{théorique}} &= p \cdot S = p \cdot \pi \cdot R^2 \\ &= 7 \cdot \pi \cdot 5^2 = 550 \text{ daN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{En tirant : } F'_{\text{théorique}} &= p \cdot S' = p \cdot \pi \cdot (R^2 - r^2) \\ &= 7 \cdot \pi \cdot (5^2 - 1,6^2) = 493 \text{ daN} (\simeq 10\% \text{ en moins}) \end{aligned}$$

(10 % en moins)

Remarque : avec un vérin hydraulique de mêmes dimensions sous une pression d'alimentation de 240 bars,  $F = 18\ 850$  daN et  $F' = 16\ 920$  daN (34 fois plus).

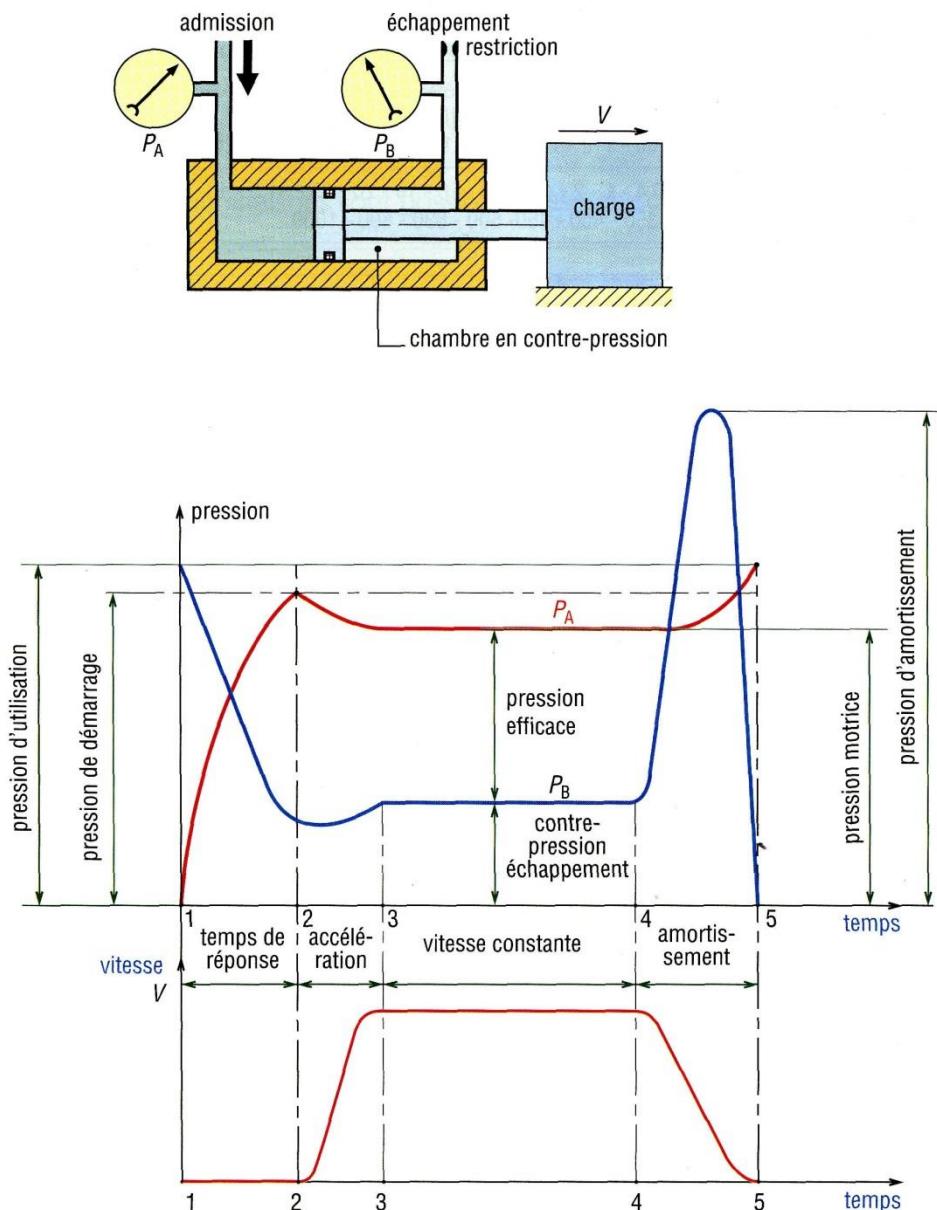
**d) Rendement :** les frottements internes au vérin (joints d'étanchéité et bagues de guidage) amènent une perte d'énergie et une baisse du rendement  $\eta$  (pertes de 10 ou 12 % pour les vérins pneumatiques de bonne construction).

$$\eta = \frac{F_{\text{théorique}} - F_{\text{frottements}}}{F_{\text{théorique}}} = 1 - \frac{F_{\text{frottements}}}{F_{\text{théorique}}}$$

**Exemple 2 :** reprenons les données de l'exemple 1. Si le rendement est de 88 % (perte de 12 %), l'effort réellement disponible en poussant est :

$$\begin{aligned} \eta \cdot F_{\text{théorique}} &= \eta \cdot p \cdot S = 0,88 \cdot 550 = 484 \text{ daN} \\ &= F_{\text{théorique}} - F_{\text{frottements}} \end{aligned}$$

**e) Contre-pression d'échappement :** elle est employée pour régler et réguler (maintenir constante) la vitesse de la tige ; le réglage est obtenu par régleurs placés à l'échappement. Cette contre-pression, de 30 à 40 % de la valeur de la pression de démarrage en pneumatique, amène un effort antagoniste (négatif (-)) supplémentaire.



19. Les différentes pressions mises en jeu dans un vérin pneumatique.

### Bilan des efforts exercés

$$F_{\text{théorique}} \approx F_{\text{charge}} + F_{\text{frottements}} + F_{\text{contre-pressure}} \approx p.S \text{ (ou } p.S')$$

$F_{\text{charge}}$  = effort nécessaire pour déplacer la charge seule.

**Remarques :** la pression de démarrage est la pression nécessaire à la mise en mouvement de la charge ; elle est environ 10 % inférieure à la pression d'utilisation.

La pression motrice, plus petite, est celle qu'il faut pour maintenir le mouvement à vitesse constante.

La pression d'amortissement freine la charge en fin de course.

La pression efficace est la pression réellement utile pour déplacer la charge (donne  $F_{charge}$ ).

<i>La courbe <math>p_A</math></i>	<i>La courbe <math>p_B</math></i>
<i>Cette courbe représente l'évolution de la pression dans la chambre d'admission du côté opposé à la tige.</i>	<i>Sur la courbe <math>p_B</math> figure l'évolution de la contre-pressure dans la chambre à l'échappement du côté de la tige.</i>
La pression monte progressivement puis atteint le seuil maximal inférieur ou égal à la pression $p$ . La pression au moment du démarrage dépend de l'effort résistant à l'extrémité de la tige. Puis la sortie de tige a lieu. La pression chute alors dans la chambre A et sa valeur va dépendre de la vitesse du vérin. En fin de course, la pression remonte à la valeur $p$ .	La pression chute de la valeur $p$ à la valeur de la contre-pressure, se maintient à cette valeur pendant la course puis devient nulle très peu de temps après l'arrêt du vérin.

**f) Taux de charge :** c'est un paramètre qui tient compte à la fois des effets de la contre-pressure et des frottements internes ; son emploi élimine les risques de broutements.

$$\text{taux de charge} = \frac{F_{charge}}{F_{théorique}} = \frac{\text{effort à vaincre pour déplacer la charge}}{\text{poussée théorique (p.S)}}$$

En pratique :  $0,5 \leq \text{taux de charge} \leq 0,75$  ; le taux de 0,5 est usuel.

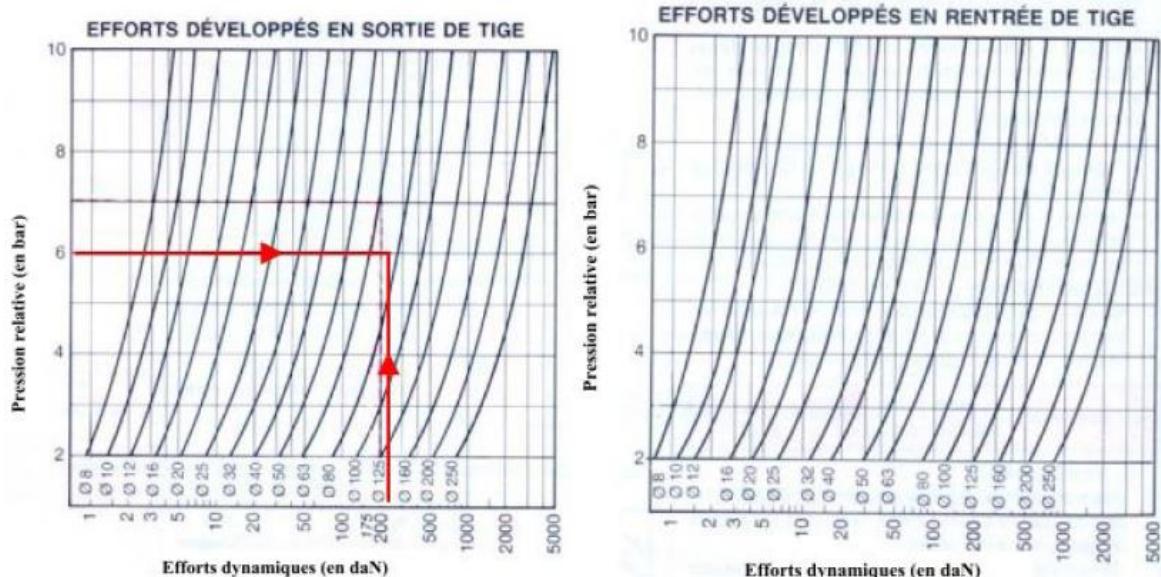
**Exemple 3 :** reprenons les données de l'exemple 1 avec un taux de charge de 0,6. La charge que peut réellement déplacer le vérin, en poussant, à la vitesse envisagée et dans de bonnes conditions est :

$$F_{charge} = 0,6 \cdot 550 = 330 \text{ daN} = F_{théorique} - F_{frottements} - F_{contre \, pression}.$$

Pertes dues aux frottements et à la contre pression :  $550 - 330 = 220 \text{ daN}$

## Deuxième méthode :

Une autre méthode pour déterminer le diamètre d'un vérin consiste à utiliser les abaques du constructeur donnant les efforts dynamiques développés par le vérin en fonction de son diamètre et de la pression relative.



Pour utiliser ces abaques, il faut choisir si le vérin travaille en « rentrée de tige » ou en « sortie de tige », et prendre l'abaque correspondant.

Il faut définir le point de rencontre entre l'effort dynamique calculé et la pression d'alimentation.

Le diamètre du vérin sera celui dont la courbe passe par ce point.

Si le point est entre deux courbes, il faudra faire un choix comme précédemment entre un vérin plus petit, moins cher et dont le taux de charge sera supérieur à 0,5, et un vérin plus gros, plus cher, dont le taux de charge sera inférieur à 0,5.

Il conviendra donc de recalculer le taux de charge.

Dans notre exemple, le vérin doit développer 236 daN en poussant (ce qui inclut un taux de charge de 0,5), sous une pression de 6 bars.

Nous allons donc choisir les abaques des efforts développés en sortie de tige.

Comme précédemment, nous avons le choix entre les diamètres 63 et 80 mm.

Si nous choisissons un diamètre  $D$  de 80 mm, le taux de charge  $t$  sera de 0,39.

## II - Distributeurs

Ils sont utilisés pour commuter et contrôler la circulation des fluides sous pression, comme des sortes d'aiguillage. Ils permettent de :

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

### 1. Symbolisation : norme NFISO1219-1 (E 04-056)

#### a) Principe

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

**Flèches** : à l'intérieur des boîtes, elles indiquent le sens de circulation ou les voies de passage du fluide entre les orifices.

**T** et **⊥** : symbolisent des orifices fermés pour la position décrite.

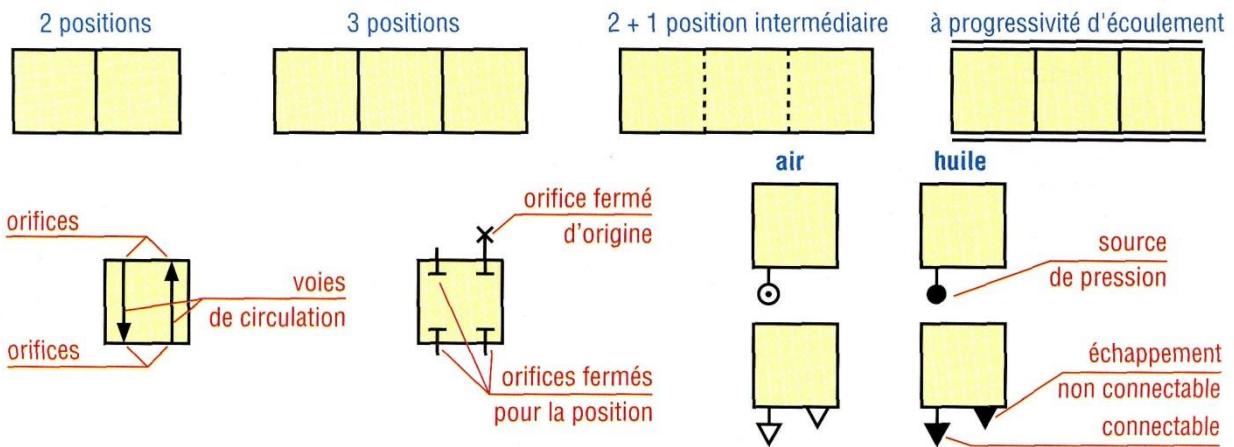
 : indique un orifice obstrué ou fermé d'origine.

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

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

Un triangle accolé à la boîte signifie que l'air est évacué dans l'ambiance.

Un triangle décalé, au bout d'un trait, précise une évacuation possible à partir d'une canalisation connectable.

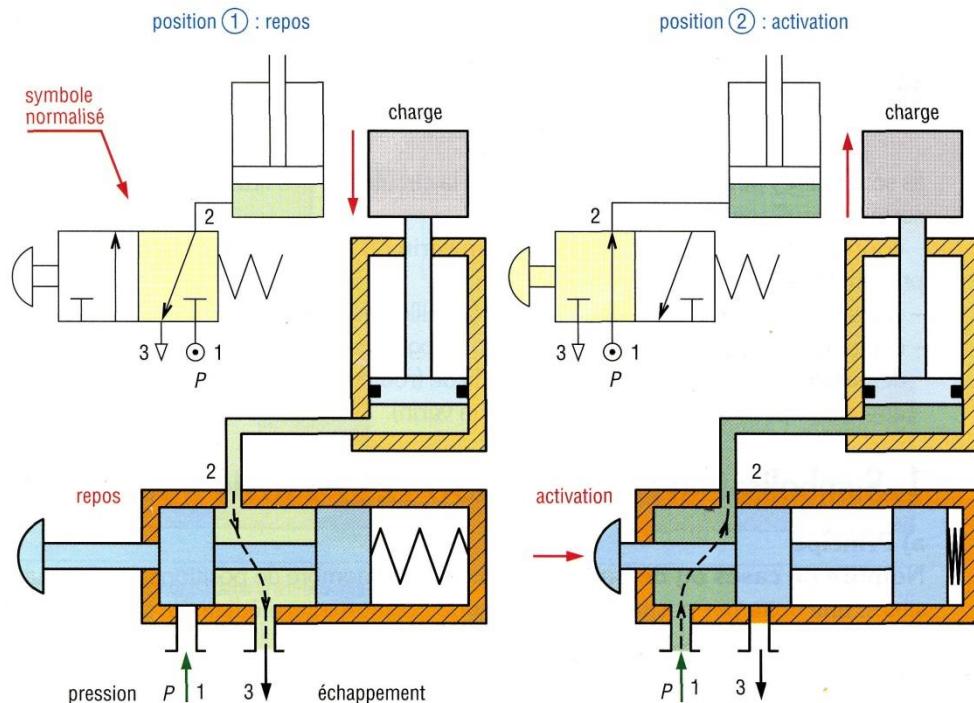


29. Principe de symbolisation des distributeurs.

**Position initiale :** les lignes de raccordement entre réseau et distributeur aboutissent toujours à la case symbolisant la position initiale ou repos ; cette case est placée à droite pour les distributeurs à deux positions, au milieu pour ceux à trois positions.

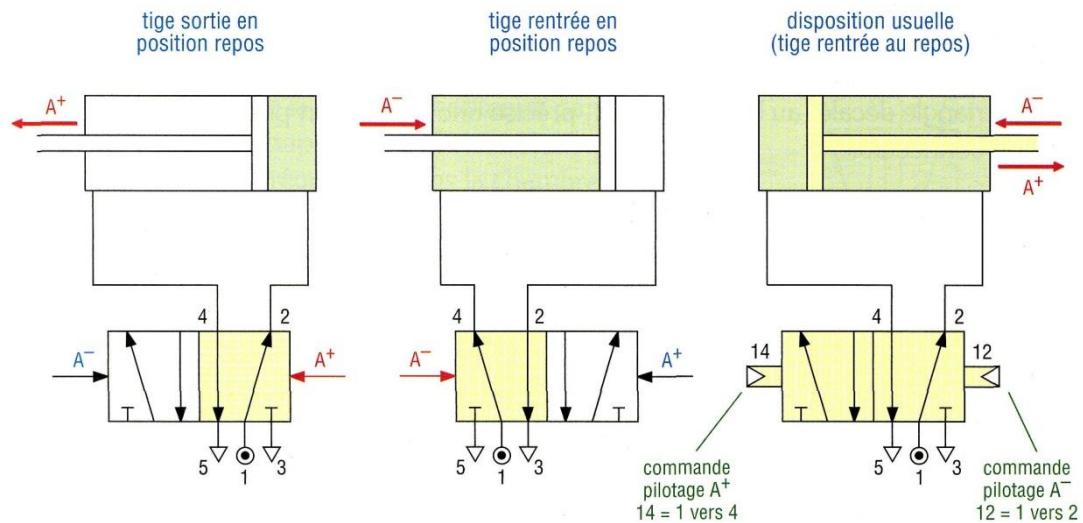
Le symbole de la pression ( cercle) est mis à droite de la case repos s'il n'y a qu'un échappement (triangle), au milieu s'il y a deux échappements.

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



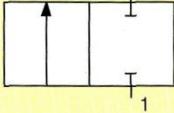
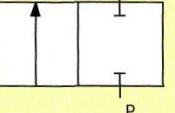
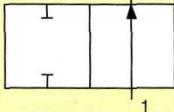
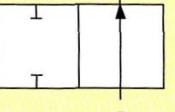
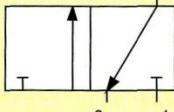
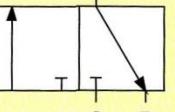
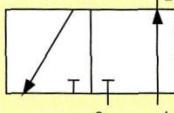
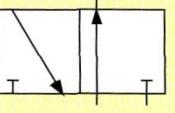
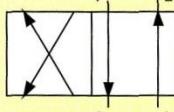
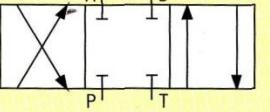
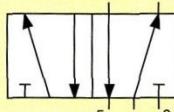
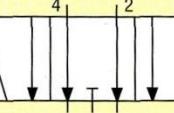
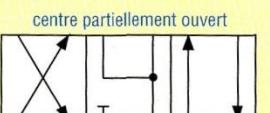
30. Exemple de représentation et symbolisation des positions repos et activation (distributeur 3/2).

Les voies de circulation à l'intérieur des cases dépendent de la position repos. Pour les schémas, choisir de préférence des tiges de vérins sortant de gauche à droite ou de bas en haut.

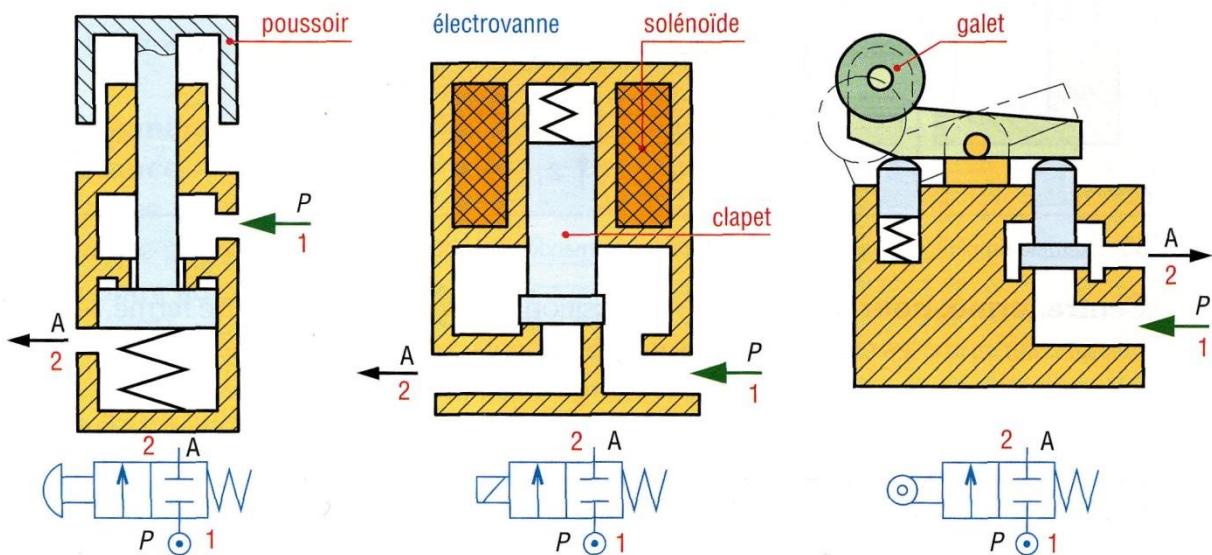


31. Les voies de circulation dans les cases dépendent de la position initiale.

**b) Pilotage ou système de commande :** ce dispositif réalise la commande du distributeur. Il doit être indiqué pour chaque position du distributeur et apparaître dans la symbolisation.

Principaux distributeurs et principaux dispositifs de pilotage		
symboles en pneumatique	symboles en hydraulique	symboles de pilotages
2/2 N.F. 	2/2 N.F. 	général
2/2 N.O. 	2/2 N.O. 	bouton poussoir
3/2 N.F. 	3/2 N.F. 	levier
3/2 N.O. 	3/2 N.O. 	pédale
4/2 	4/3 centre fermé  centre ouvert en H	ressort
5/2 	centre tandem 	galet
5/3 centre ouvert 	centre partiellement ouvert 	1 enroulement
N.F. : normalement fermé N.O. : normalement ouvert		2 enroulements inversés
		hydraulique
		pneumatique
		par détente
		électro-aimant + distributeur pilote
		électro-aimant ou distributeur pilote

32. Normalisation des principaux distributeurs et des dispositifs de pilotages correspondants.



33. Exemples de distributeurs 2/2 NF (normalement fermé) avec pilotages différents (P et A pour l'hydraulique).

## 2. Désignation des distributeurs

Elle tient compte des points suivants : nombre d'orifices et nombre de positions, les distributeurs sont désignés par leur nombre d'orifices suivi du nombre de positions.

Exemple : 5/2 signifie distributeur à 5 orifices et 2 positions.

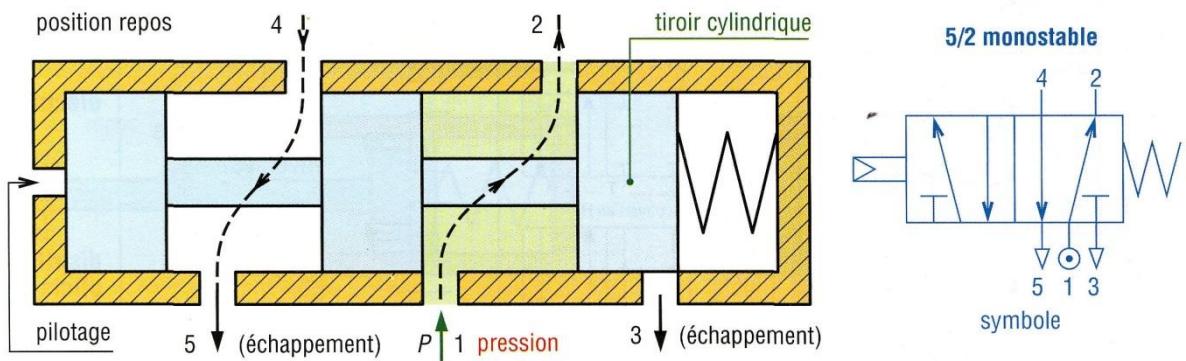
**Distributeur normalement fermé (NF)** : lorsqu'il n'y a pas de circulation du fluide à travers le distributeur en position repos (ou initiale), le distributeur est dit normalement fermé.

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

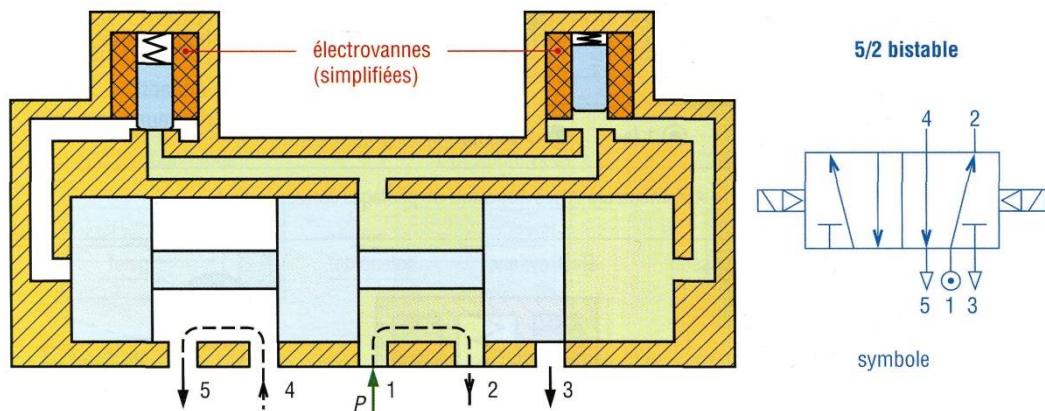
**Distributeur monostable** : distributeur ayant une seule position stable. Dans ce type de construction, un ressort de rappel ramène systématiquement le dispositif dans sa position initiale, ou repos, dès que le signal de commande ou d'activation est interrompu.

**Distributeur bistable** : admet deux positions stables ou d'équilibre. Pour passer d'une position à une autre, une impulsion de commande ou de pilotage suffit pour provoquer le changement. Le maintien en position est assuré par aimantation.

(Si le distributeur possède **deux pilotages de même nature**, il est **bistable** (ou à double pilotage). Les deux positions sont des positions **stables** : en **l'absence d'un signal** de commande extérieur, **le tiroir ne bouge pas** et reste dans la position qu'il occupe.)

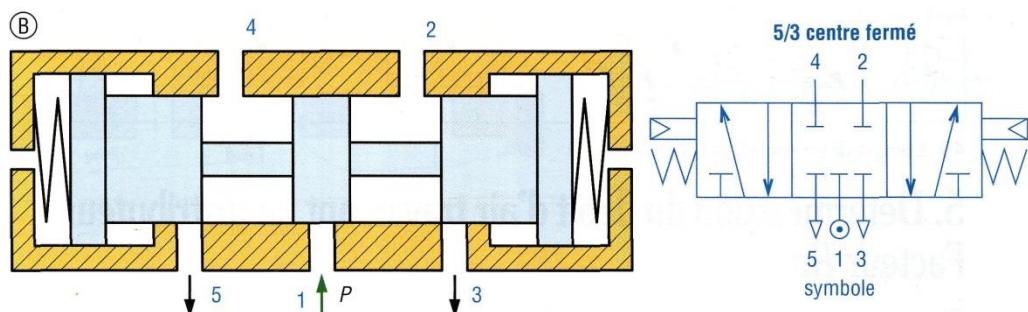


34. Exemple de réalisation simplifiée d'un distributeur 5/2 monostable  
(pression et pilotage : air comprimé).



35. Exemple simplifié d'un distributeur 5/2 bistable commandé par électrovannes (air comprimé).

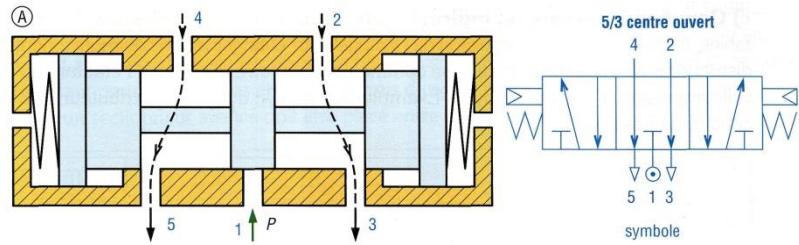
**Centre fermé, pour 4/3 et 5/3 :** en position neutre ou repos à centre fermé, le fluide ne peut pas circuler entre les chambres et les échappements, ce qui bloque la tige ou l'arbre moteur.



37. Dessin simplifié d'un distributeur 5/3 à centre fermé.

**Centre ouvert, pour 4/3 et 5/3 :** en position neutre, à centre ouvert, le fluide peut circuler librement. La purge des chambres et la libre translation de la tige (libre rotation de l'arbre moteur) sont ainsi possibles.

**Remarque :** pour les 4/3 et 5/3 il existe d'autres types de centre : tandem...



36. Dessin simplifié d'un distributeur 5/3 à centre ouvert (pression P et pilotage : air comprimé).

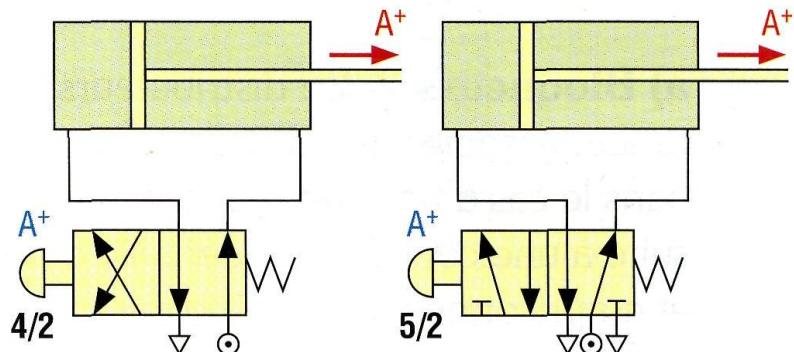
### 3. Choix d'un type de distributeur

Avec un vérin simple effet, on peut utiliser un 3/2 en pneumatique, un 4/3 avec un orifice fermé en hydraulique. Les 5/3 sont employés avec les moteurs pneumatiques...

Avec un vérin double effet pneumatique, on peut utiliser un 4/2, un 5/2 ou un 5/3. En hydraulique les 4/3 sont les plus utilisés. Il en existe de très nombreuses variantes.

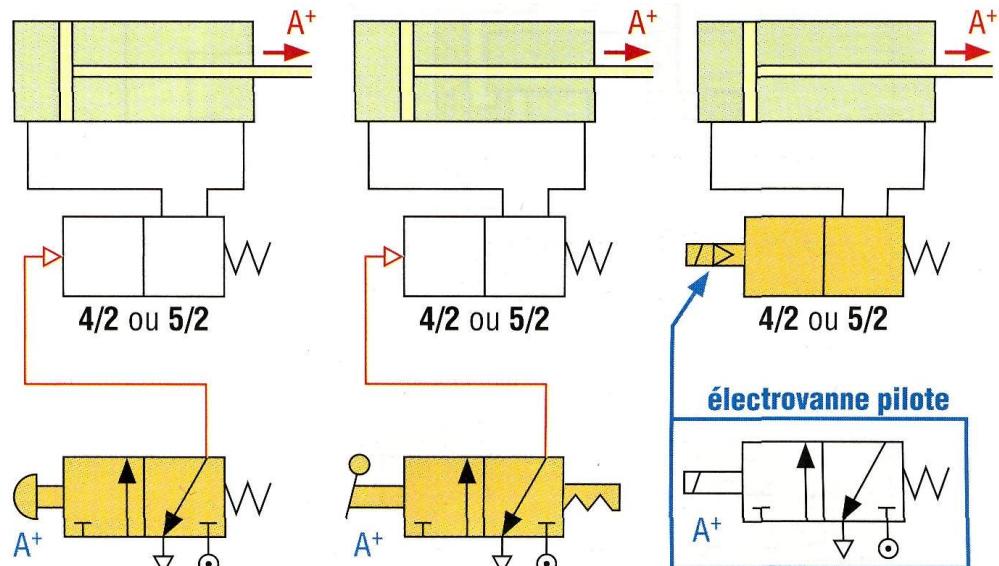
### 4. Choix de la commande ou du pilotage

**a) Commande directe :** la commande est implantée sur le distributeur de puissance. La figure 38 donne un exemple avec distributeurs monostables. L'activation manuelle du poussoir entraîne la sortie de la tige. Dès que le poussoir est relâché, le ressort remet aussitôt le distributeur en position initiale, entraînant le retour de la tige.



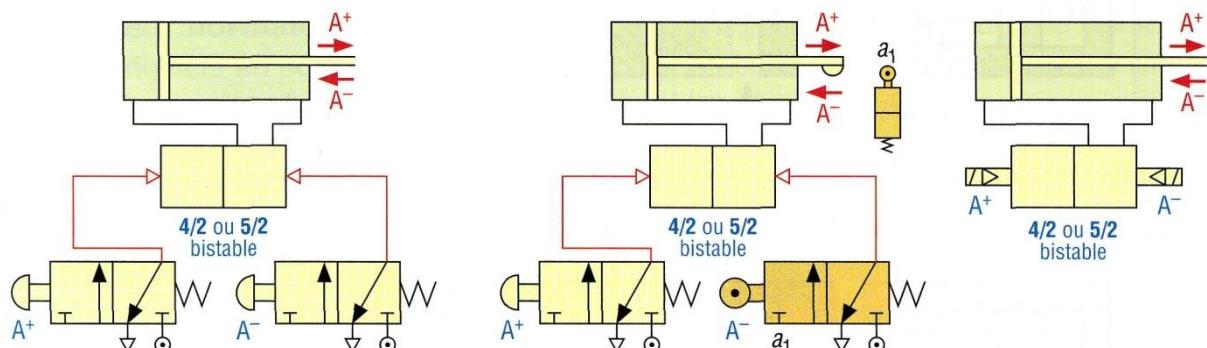
38. Exemple de commandes directes.

**b) Commande indirecte ou à distance :** la commande est implantée à distance du distributeur de puissance. La figure 39 montre un exemple. La sortie complète de la tige exige un signal toujours maintenu : poussoir constamment appuyé, levier enclenché et verrouillé, électrovanne toujours alimentée. Dès que le signal est interrompu on revient en position initiale.



39. Exemples de commandes à distance.

**c) Commande directe ou indirecte par impulsion :** lorsque les distributeurs sont bistables, il suffit d'une seule impulsion de pilotage pour changer le sens du mouvement. Chaque distributeur de puissance fonctionne comme une mémoire et reste en l'état tant qu'une nouvelle impulsion n'est pas envoyée. Exemples figure 40 : ai est un distributeur 3/2 utilisé en capteur de position.



40. Exemple de commande par impulsion.