

Chapitre 6 :

Les machines hydrauliques & Pneumatiques

5- Types de compresseurs d'air :

Il existe en général deux types fondamentaux de compresseurs :

- **Les compresseurs volumétriques** (voir : A, B et C).
- **Les compresseurs dynamiques** (voir : D et E).

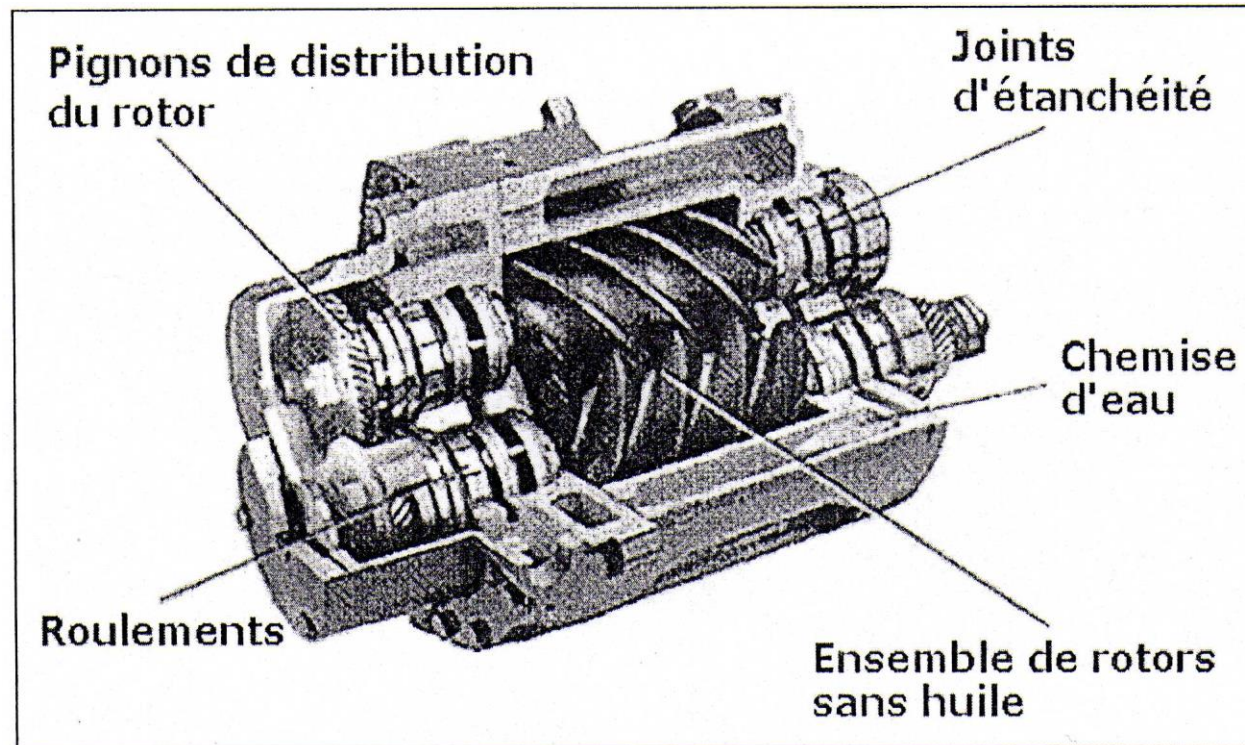
5.1)- Compresseurs volumétriques :

Dans le type volumétrique, une quantité donnée d'air est aspirée dans une chambre de compression puis le volume que l'air occupe est diminué, ce qui entraîne une augmentation correspondante de sa pression avant qu'il soit refoulé. **Les compresseurs d'air rotatifs à vis, les compresseurs à palettes et les compresseurs à pistons** sont les trois types les plus répandus de compresseurs volumétriques utilisés dans les petites et moyennes industries.

A- Compresseur rotatifs à vis :

Ils sont les plus répandus pour des puissances comprises entre 5 et 900 HP (1 HP = 745,7 Watt). Le type le plus courant de compresseur rotatif est le compresseur à vis à deux rotors hélicoïdaux.

l'air et réduisant son volume le long des rotors. Selon les exigences de pureté de l'air, les compresseurs rotatifs à vis sont du type lubrifié ou sec (sans huile).



A- Compresseur rotatifs à vis :



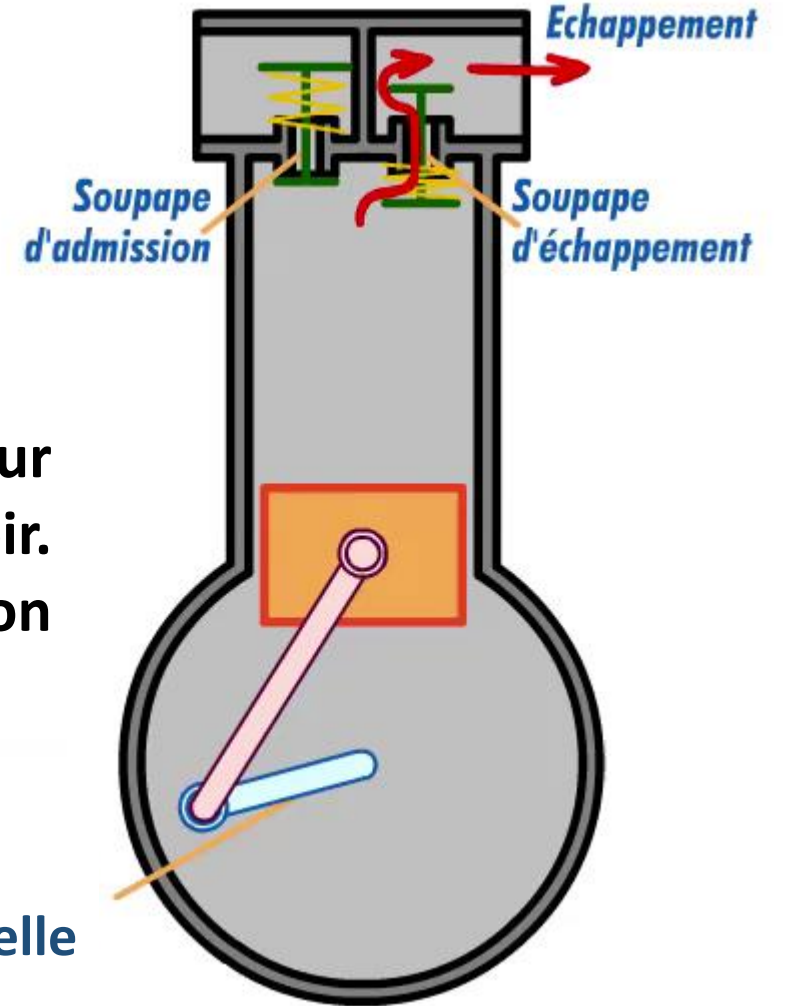
B. Compresseur à pistons :

Les compresseurs de ce type comportent un piston entraîné par un vilebrequin et un moteur électrique. Les compresseurs à piston à usage général sont disponibles sur le marché dans des puissances comprises entre moins de 1 HP et 30 HP environ. Ils sont souvent employés pour fournir de l'air à des dispositifs de régulation et d'automatisation dans les bâtiments.



Dans sa course descendante, le piston aspire l'air extérieur et dans sa course montante, il le refoule vers le réservoir. La pression dans le réservoir augmente à chaque expulsion d'air.

Systeme
Bielle-Manivelle

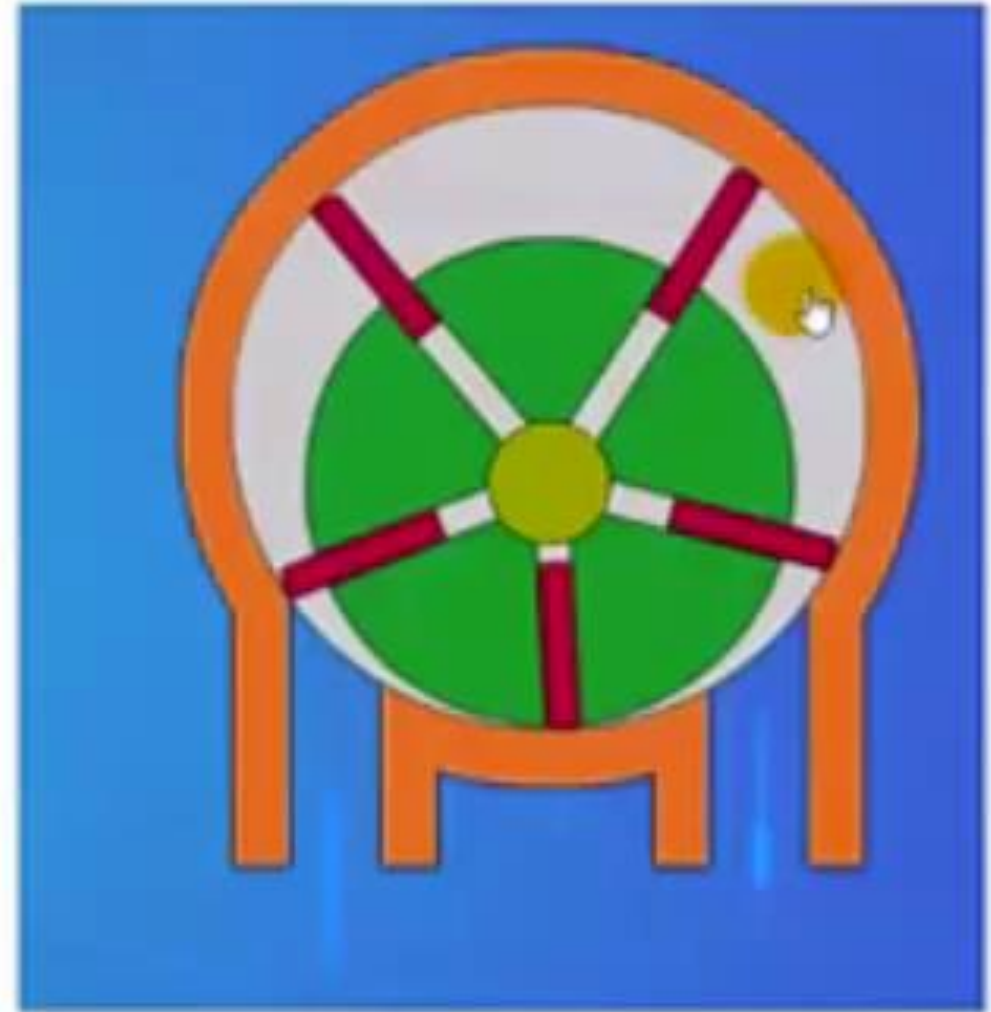


C. Compresseur à palettes

Le rotor tourne dans un stator cylindrique. Lors de la rotation, la force centrifuge fait sortir les palettes de leur emplacement : elles forment alors des cellules de compression individuelles. La rotation réduit le volume de la cellule et augmente ainsi la pression de l'air.

La chaleur générée par la compression est contrôlée grâce à une injection d'huile sous pression.

L'air sous haute pression est évacué par un orifice de sortie et les traces d'huiles restantes sont enlevées par le séparateur d'huile final.

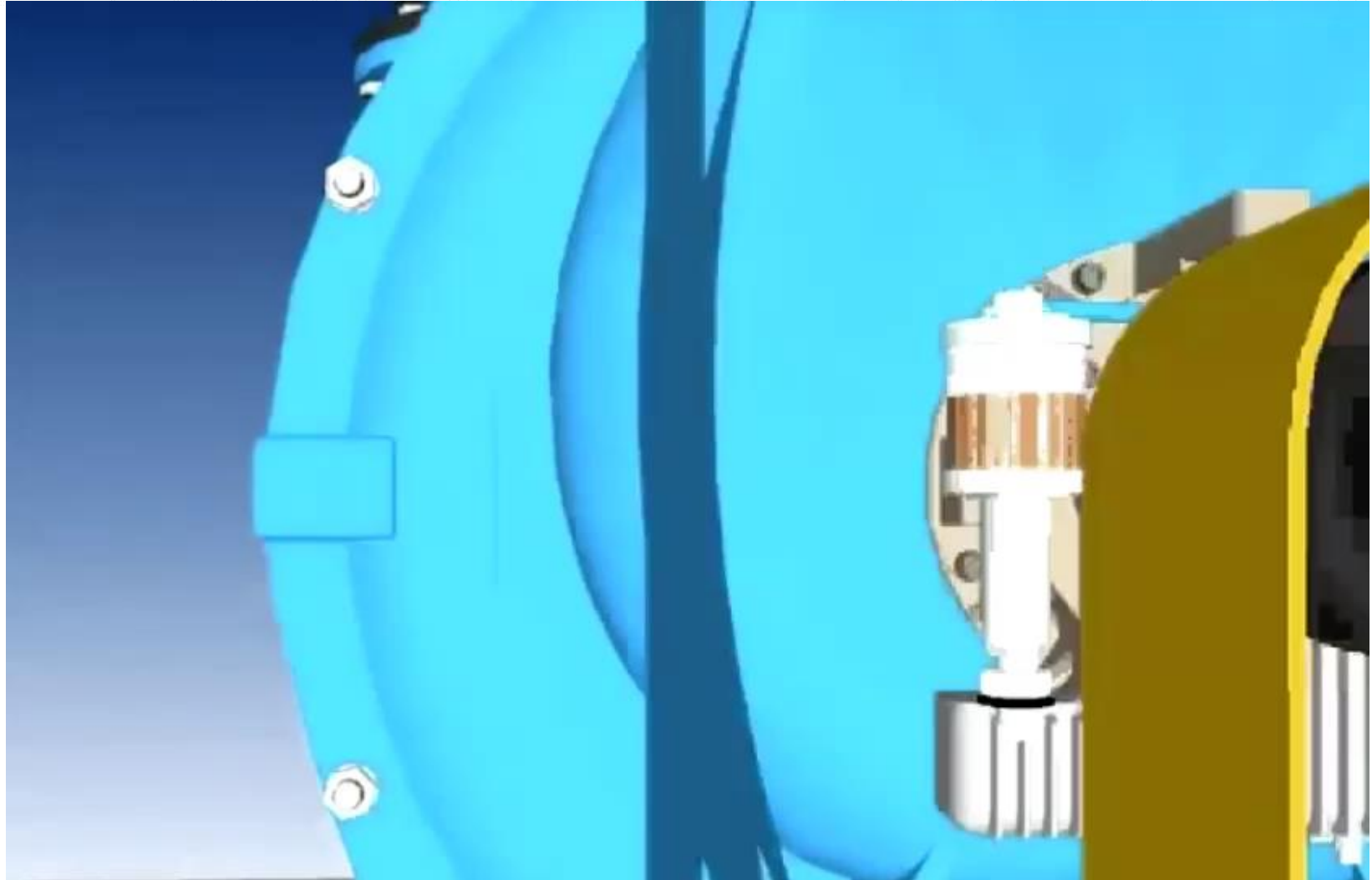


5.2)- Compresseurs dynamiques :

Les compresseurs d'air dynamiques, qui comprennent des machines centrifuges et des machines axiales, sont courants dans les très grosses installations de fabrication.

D. Compresseurs centrifuge :

Les compresseurs centrifuges agissent principalement par accélération centrifuge d'un flux de fluide, on les retrouve également dans les turbine à gaz, turboréacteurs, turbocompresseurs.

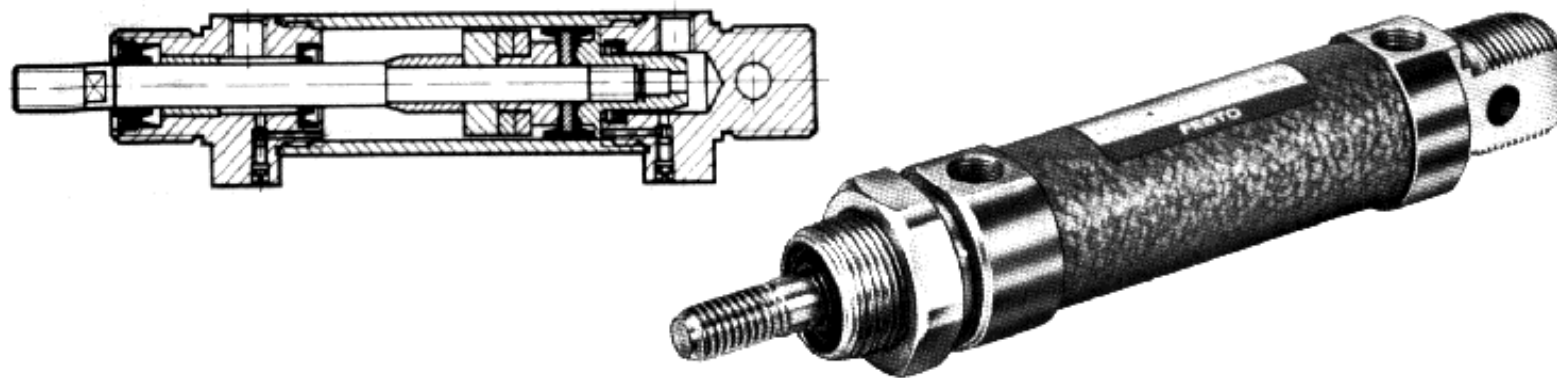


E. Compresseurs axiaux :

How does a CFM56-5B work

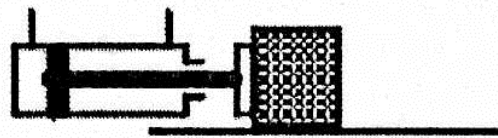


Vérins

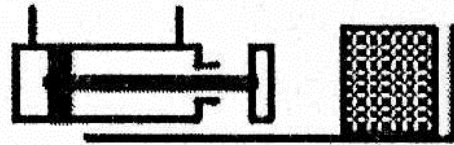


Les vérins : transforment l'énergie d'un fluide sous pression en énergie mécanique (mouvement avec effort). Ils peuvent : **soulever, pousser, tirer, serrer, tourner, bloquer, percuter, ...**

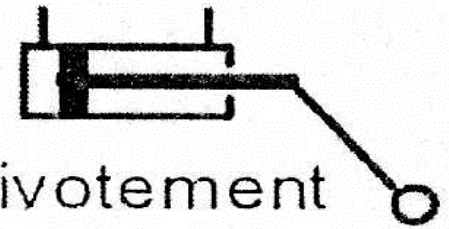
Les vérins pneumatiques utilisent l'air comprimé, **de 2 à 10 bars en usage courant**.
Leurs principales caractéristiques sont : la **cOURSE**, la **force** et la **vitesse**.



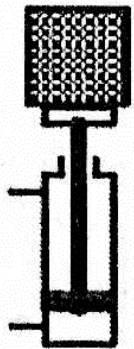
Transfert



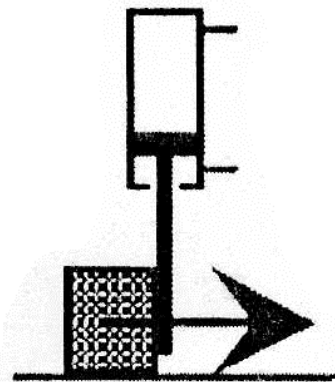
Serrage



Pivotement



Elevation



Arrêt

éjection



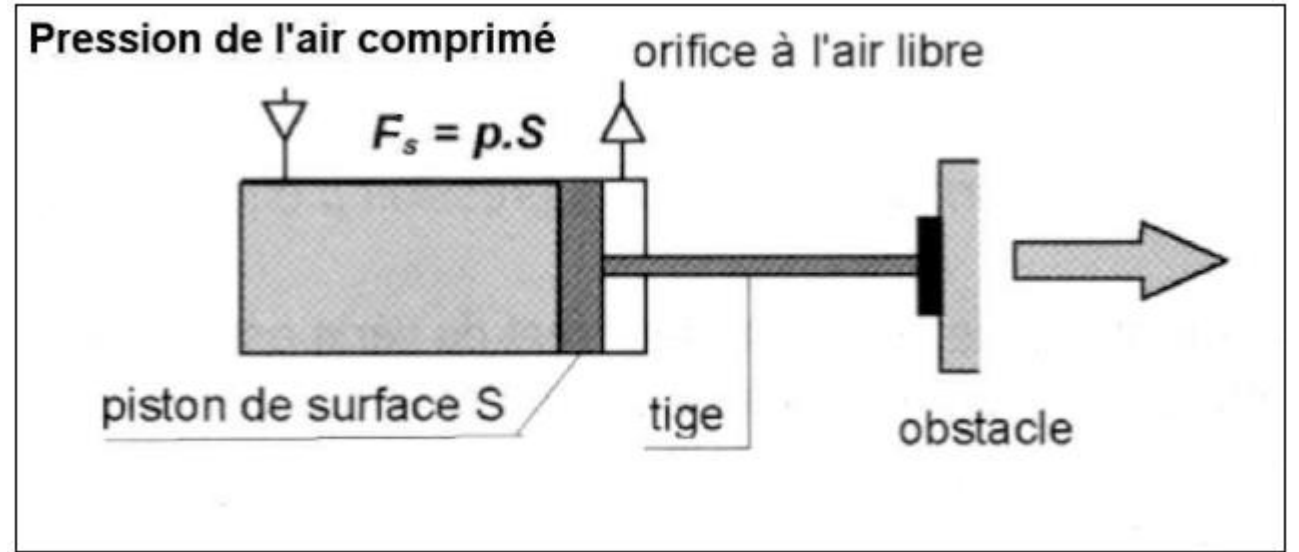
Marquage,
assemblage,
formage.

**Applications
des vérins**

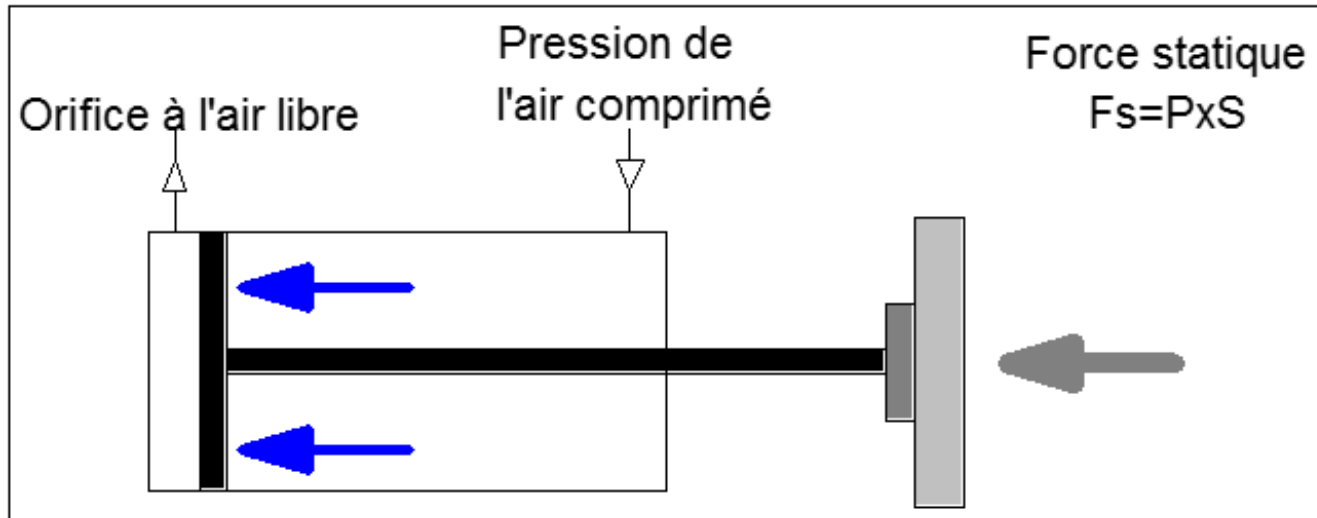
Forces disponibles :

1. Force statique

En faisant agir l'air comprimé sur une face immobile, on obtient une force statique F_s proportionnelle à la pression p et à sa surface d'action S :



$$F_s = P \times S$$



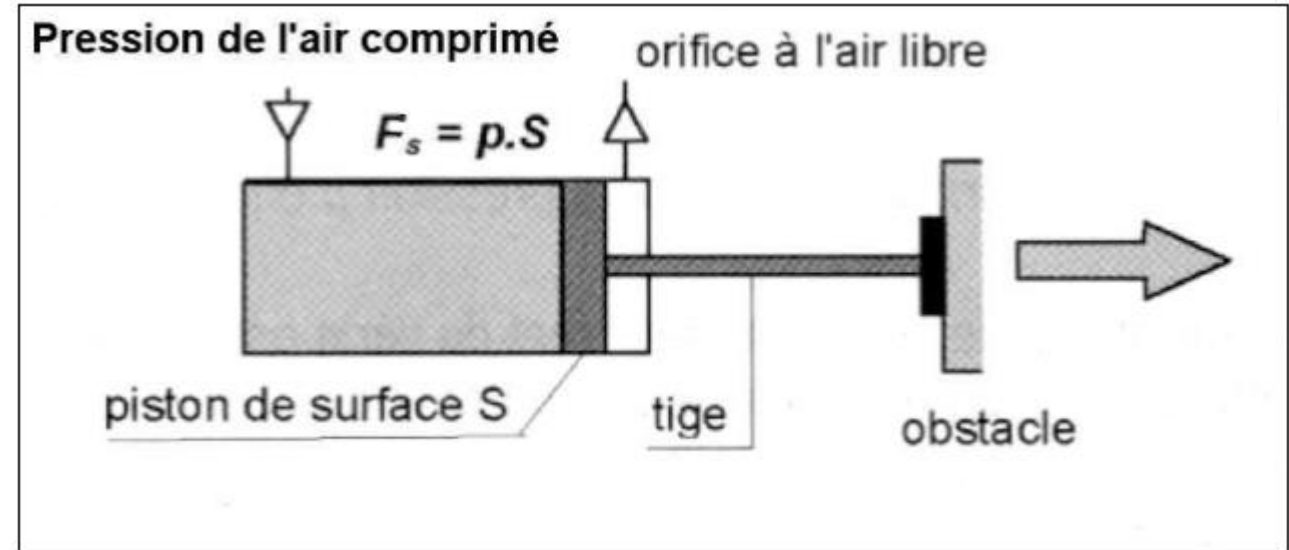
Exemple :

Soit un vérin double effet de **diamètre intérieur** 50 mm et de **diamètre de tige** 20 mm, avec une pression de 6 bars.

a) Tige sortie :

La force statique tige sortie vaut :

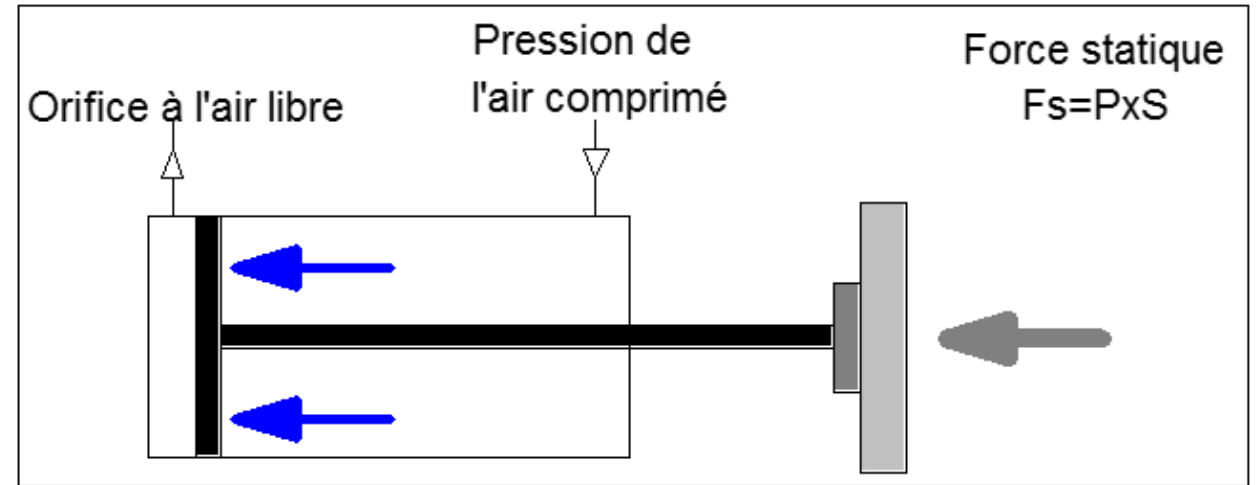
$$F_s = P \times S = P \times \pi \times \frac{D^2}{4} \approx 119,28 \text{ daN}$$



Exemple :

Soit un vérin double effet de **diamètre intérieur** 50 mm et de **diamètre de tige** 20 mm, avec une pression de 6 bars.

b) Tige d'entrée :



En rentrée de tige la section est égale à $(S_{vérin} - S_{tige})$:

$$S = \frac{\pi}{4} \times (D_{vérin}^2 - d_{tige}^2) = \frac{\pi}{4} \times (5^2 - 2^2) \approx 16,485 \text{ cm}^2$$

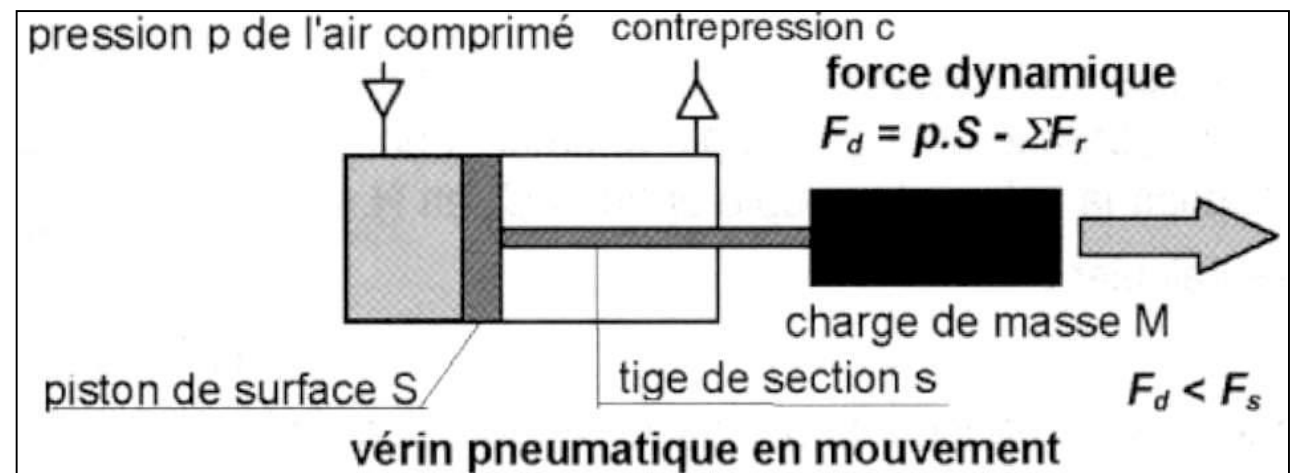
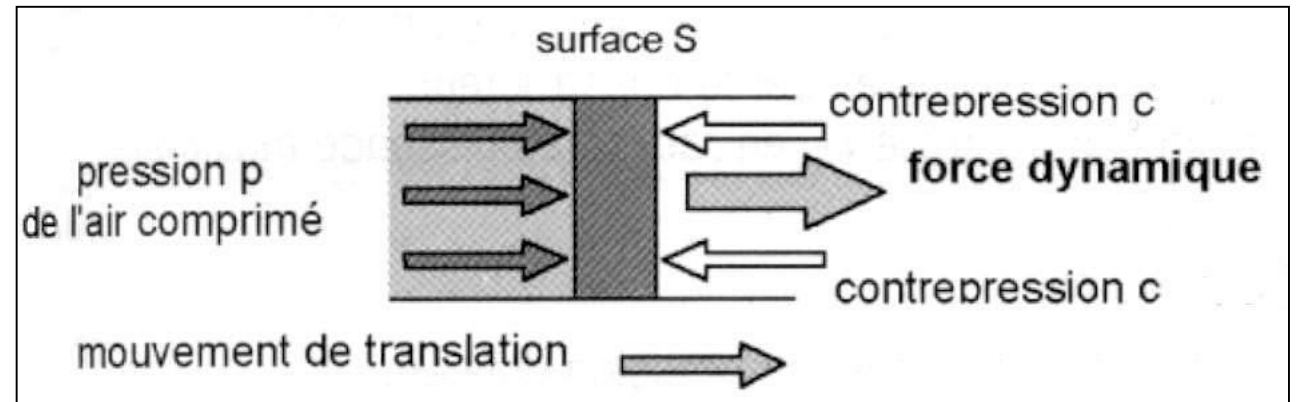
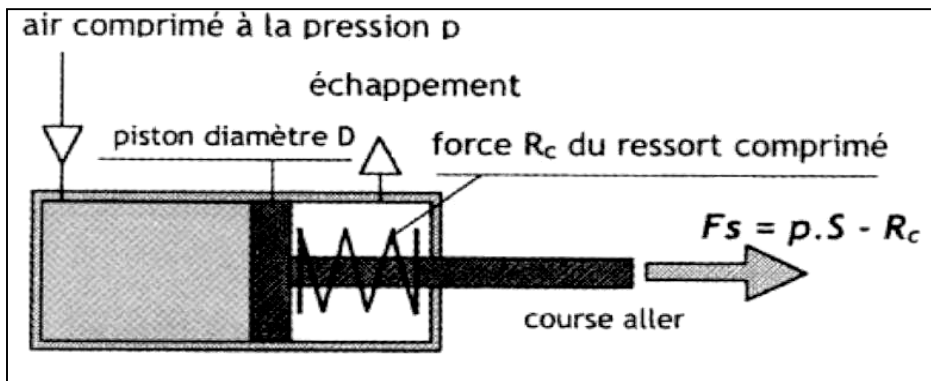
d'où la force statique tige rentrée : $F_s = P \times S \approx 100,19 \text{ daN}$

2. Force dynamique

Si la face est mobile en translation, **la force dynamique F_d** obtenue pendant le mouvement est plus faible car elle dépend des forces qui s'opposent à son déplacement : force liée à la **pression opposée (dite contre-pression)**, **force de frottement**, **force d'inertie** et **la force de rappel du ressort comprimé** dans VSE.

$$F_d = P \times S - \sum F_r$$

$\sum F_r$: Forces résistantes



Rendement η

Les mesures montrent que η est compris entre **0,8** et **0,95** suivant le type de vérin, ses dimensions, la pression et le fonctionnement à sec ou lubrifié.

$$\eta = \frac{\textit{Force dynamique } (F_d)}{\textit{Force statique } (F_s)}$$

Taux de charge t :

Pour être certain d'utiliser le vérin dans de bonnes conditions, on définit le **taux de charge t** . C'est un paramètre qui tient compte à la fois des effets de la contre-pression et des frottements internes.

$$\text{Taux de charge } t = \frac{F_{charge}}{F_s}$$

F_{charge} : Effort à vaincre pour déplacer la charge ;
 F_s : Force théorique ($F_s = P.S$)

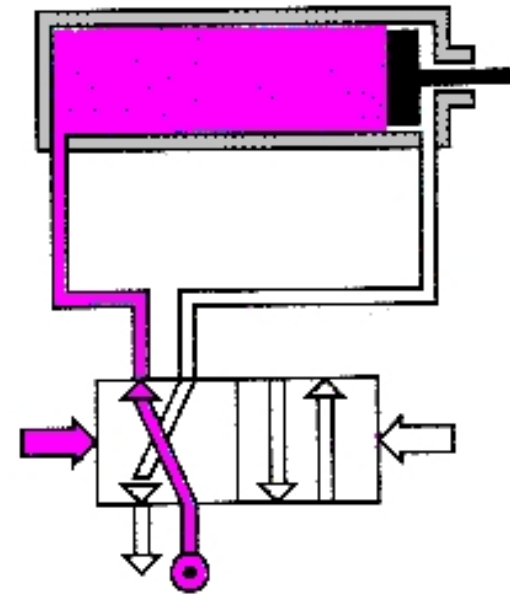
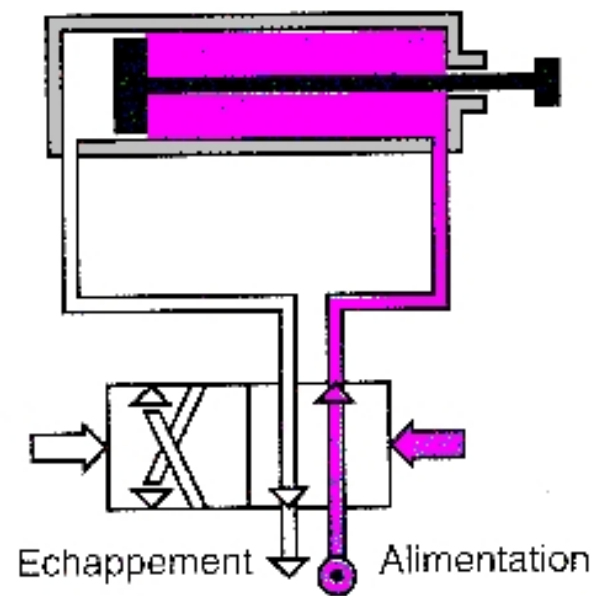
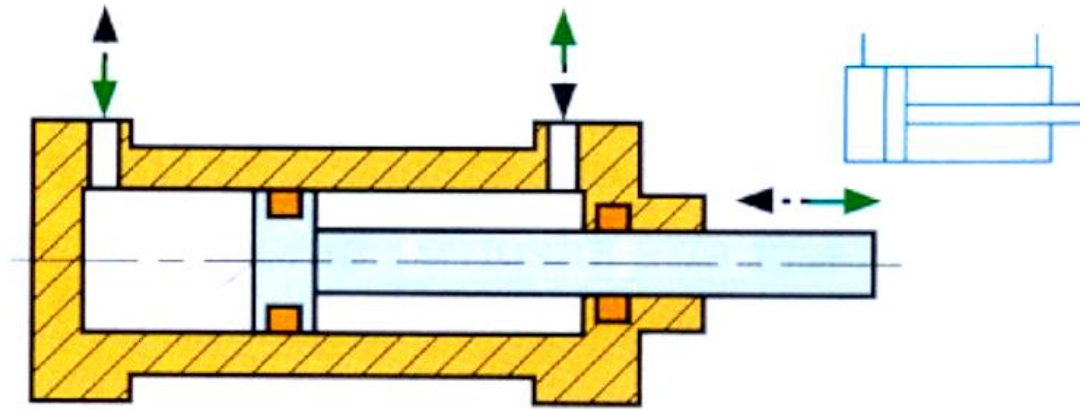
L'essentiel $\leq 0,75$

En pratique : $0,5 \leq \text{taux de charge } t \leq 0,75$.

Le taux de charge usuel est de 0,5, c'est à dire que le vérin va travailler à **50 % de ses capacités**.

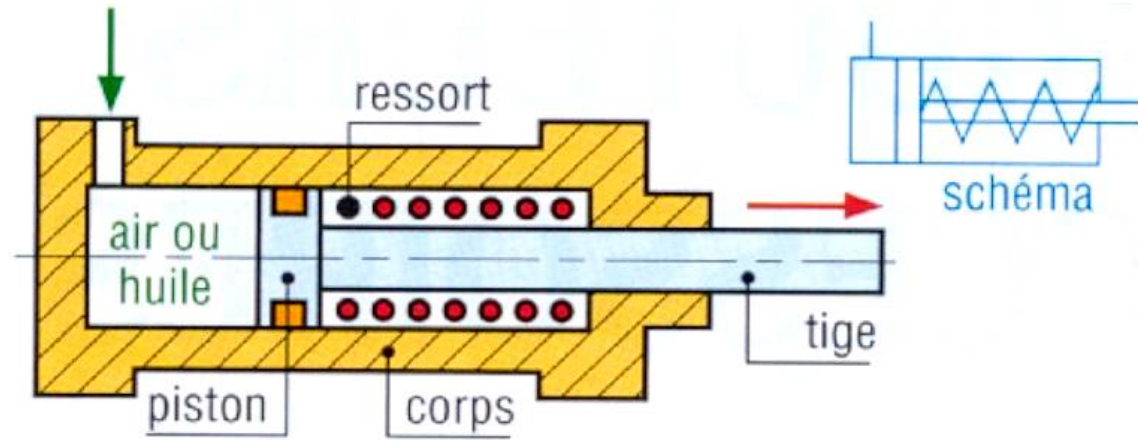
Types de vérins :

1. Vérins Double Effet (VDE)



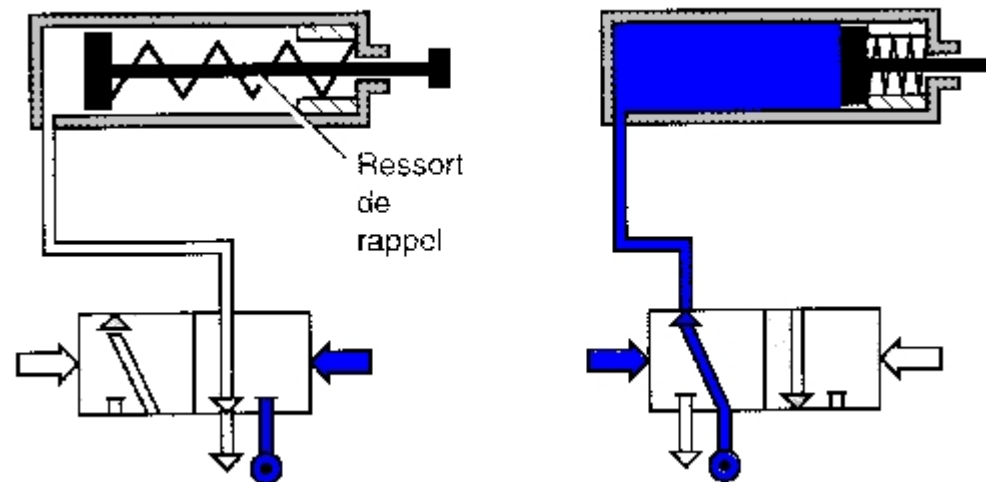
Types de vérins :

2. Vérins Simple Effet (VSE)

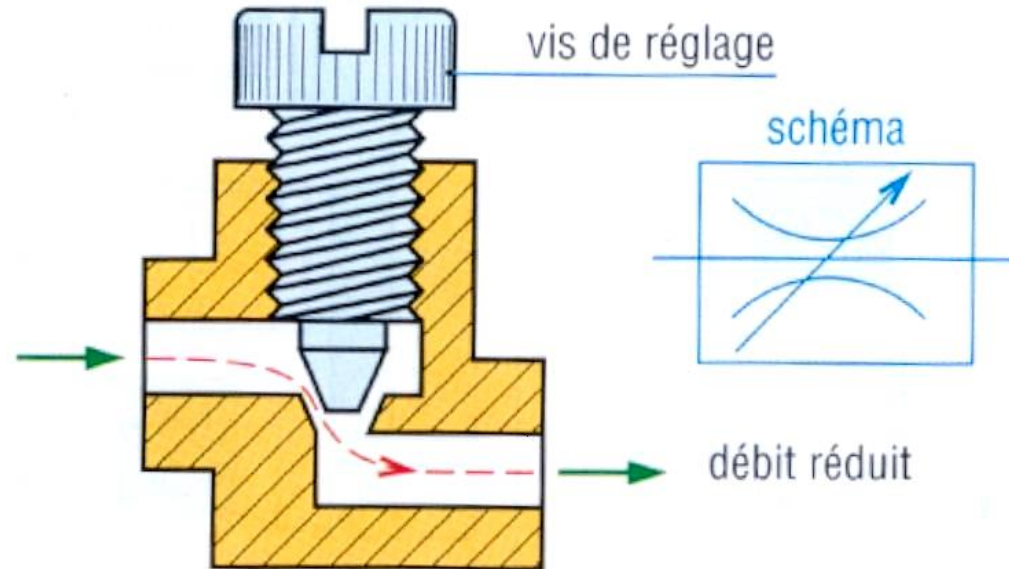


Force statique développée : il faut tenir compte de la force R_c du ressort comprimé, d'où :

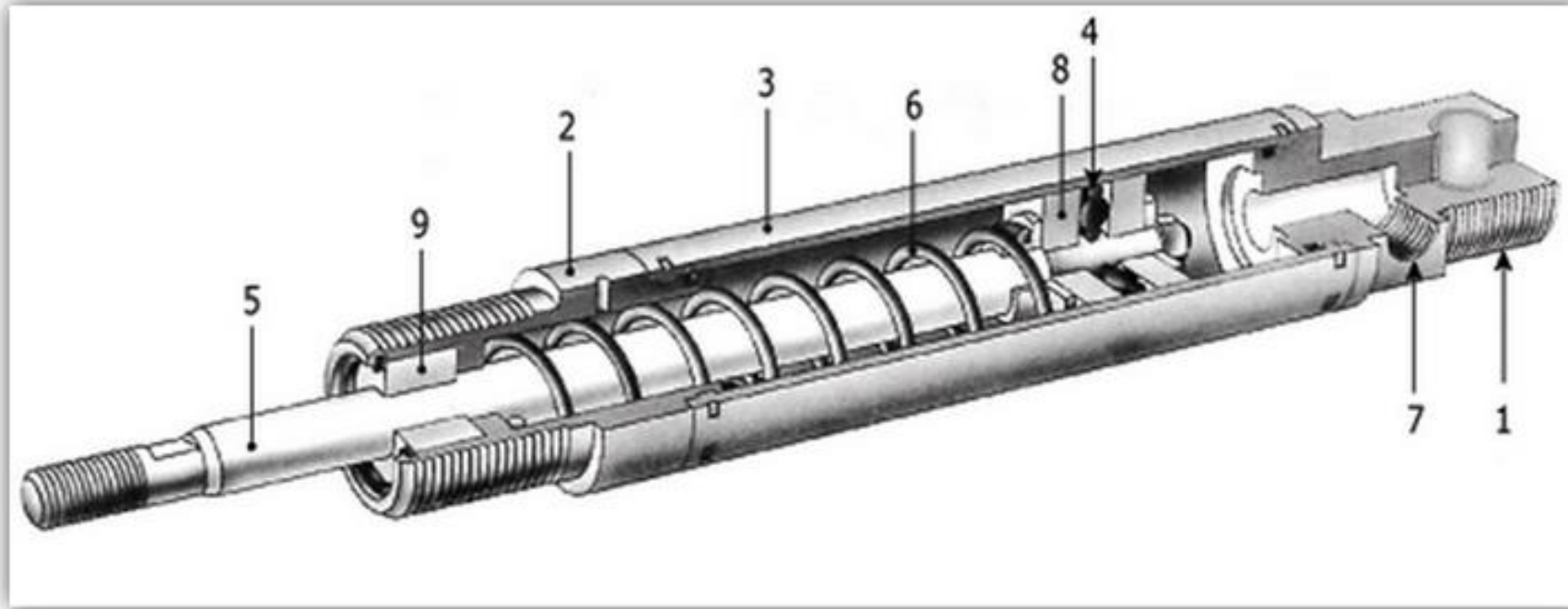
$$F_s = p \times S - R_c$$



Principe du réglage de débit



Constitution d'un vérin pneumatique simple effet



1. Flasque ou fond arrière (ou fond)

2. Flasque ou fond avant (ou nez)

3. Tube

4. Joint de piston

5. Tige

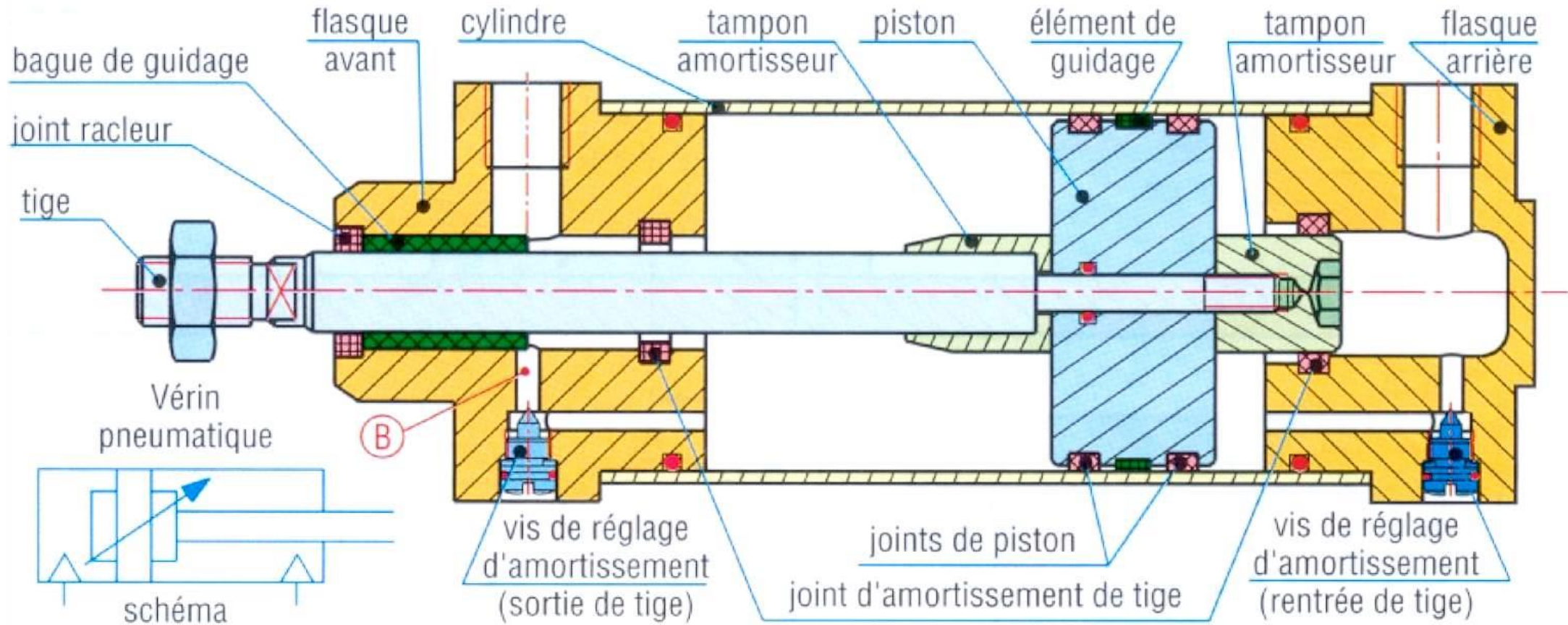
6. Ressort de rappel

7. Entrée d'air

8. Piston

9. Douille

Constitution d'un vérin pneumatique double effet

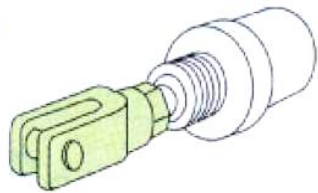


Fixations et montage des vérins

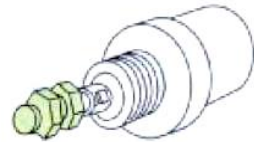
A rotule



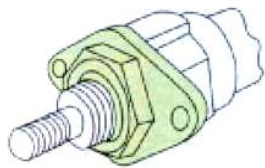
B chape



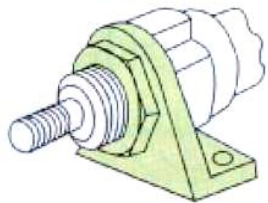
C écrou contre-écrou



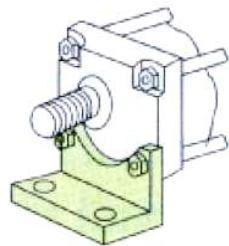
D bride ou plaque avant



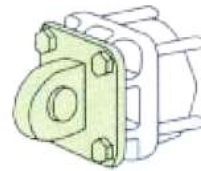
E patte de fixation



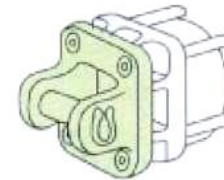
F équerre avant



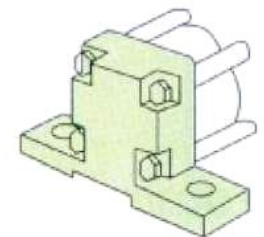
G rotule arrière



H tourillon ou pivot

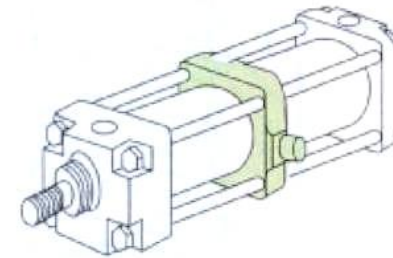
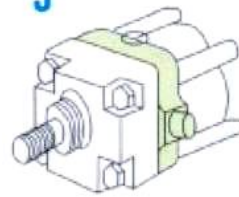


I patte arrière

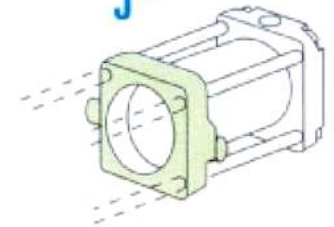


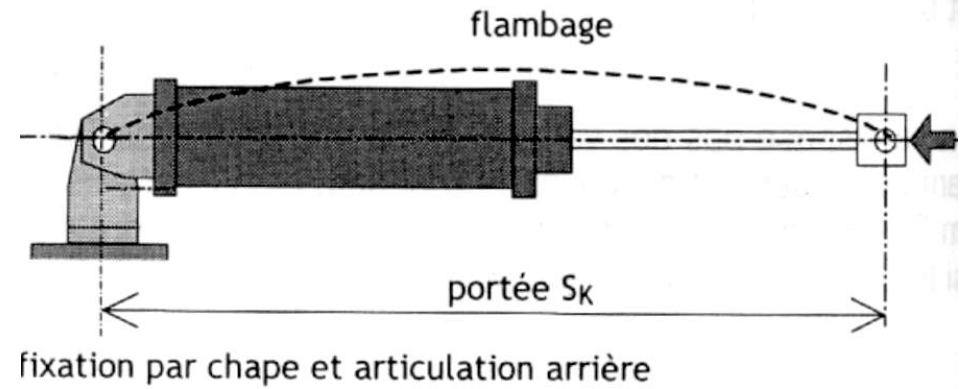
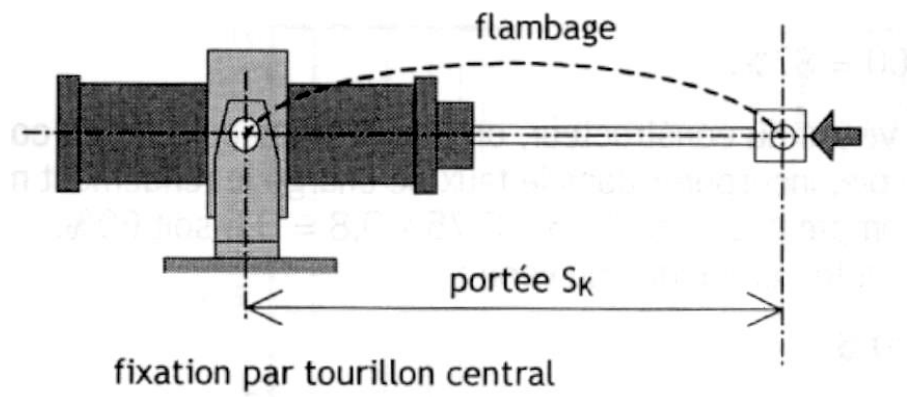
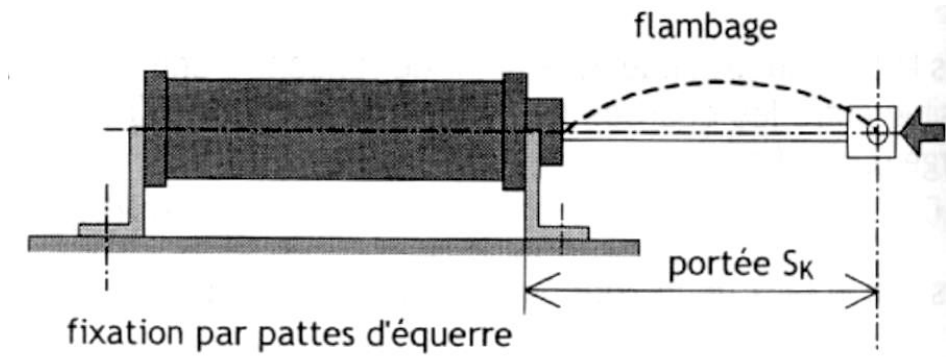
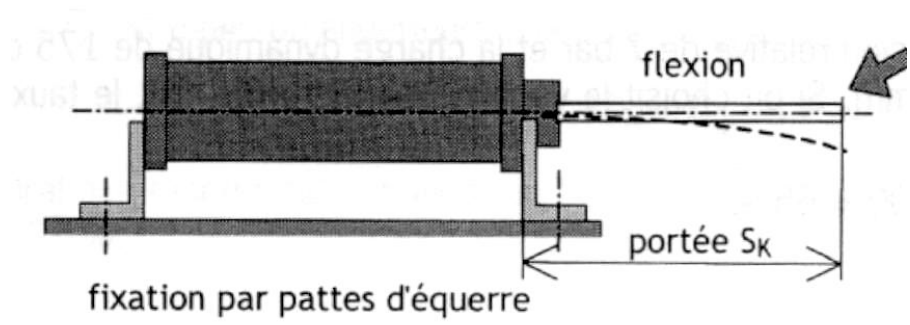
J tourillon ventral réglable

J'



J''



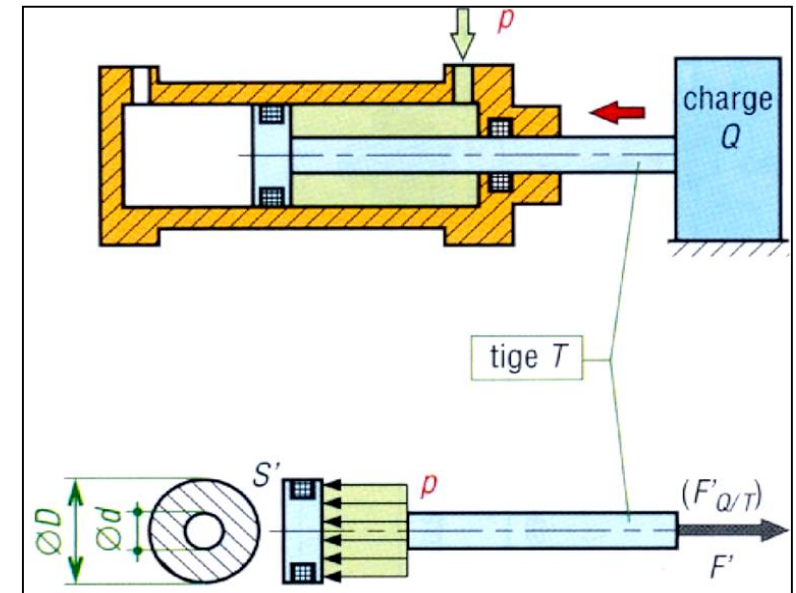
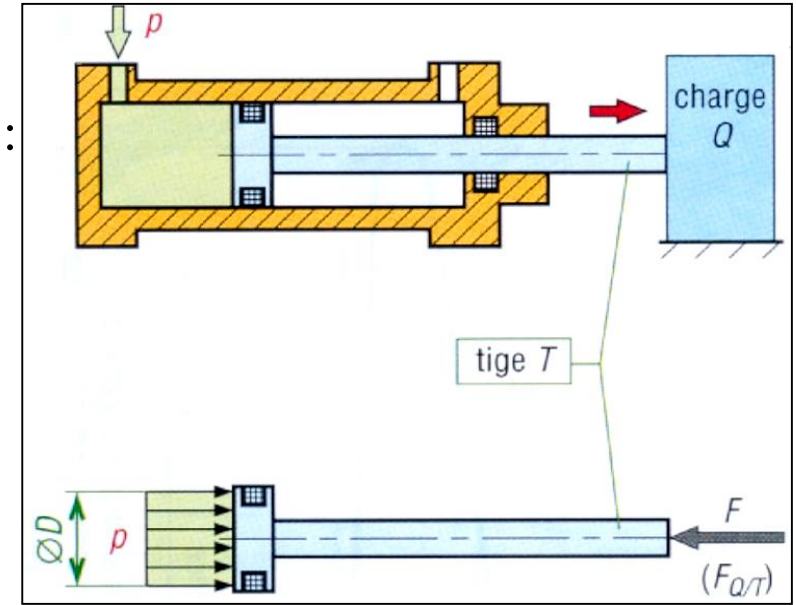


Tiges de vérins soumises aux efforts de flexion et au flambage

Détermination d'un vérin

On commence toujours notre étude par un taux de charge de 0,5 (cas usuel) :

- 1- Pression d'emploi,
- 2- Effort de charge (F_d) et la force statique (F_s) **En sortie de la tige,**
- 3- Calculer le diamètre du cylindre (D) puis on choisit le diamètre du vérin normalisé (D) à partir de deux méthodes,
- 4- Tirer le diamètre de la tige (d),
- 5- Taux de charge réel,
- 6- Effort de charge (F_d) et la force statique (F_s) **En entrée de la tige,**
- 7- Course du vérin à partir de la vitesse et le temps,

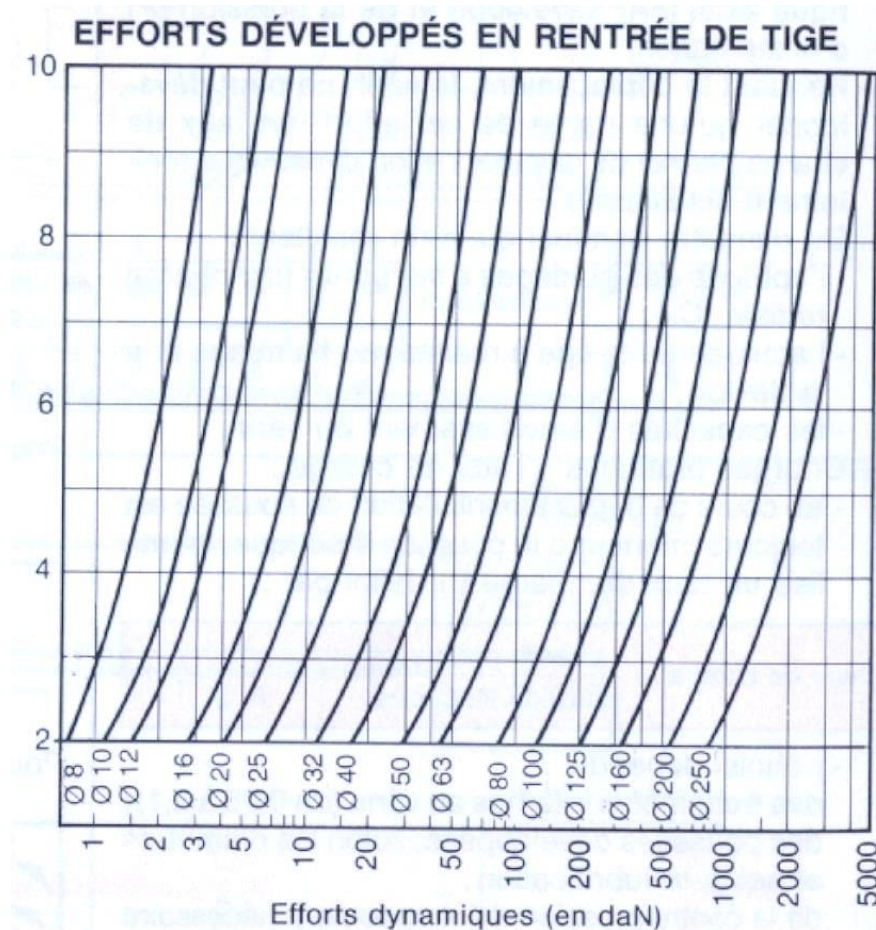
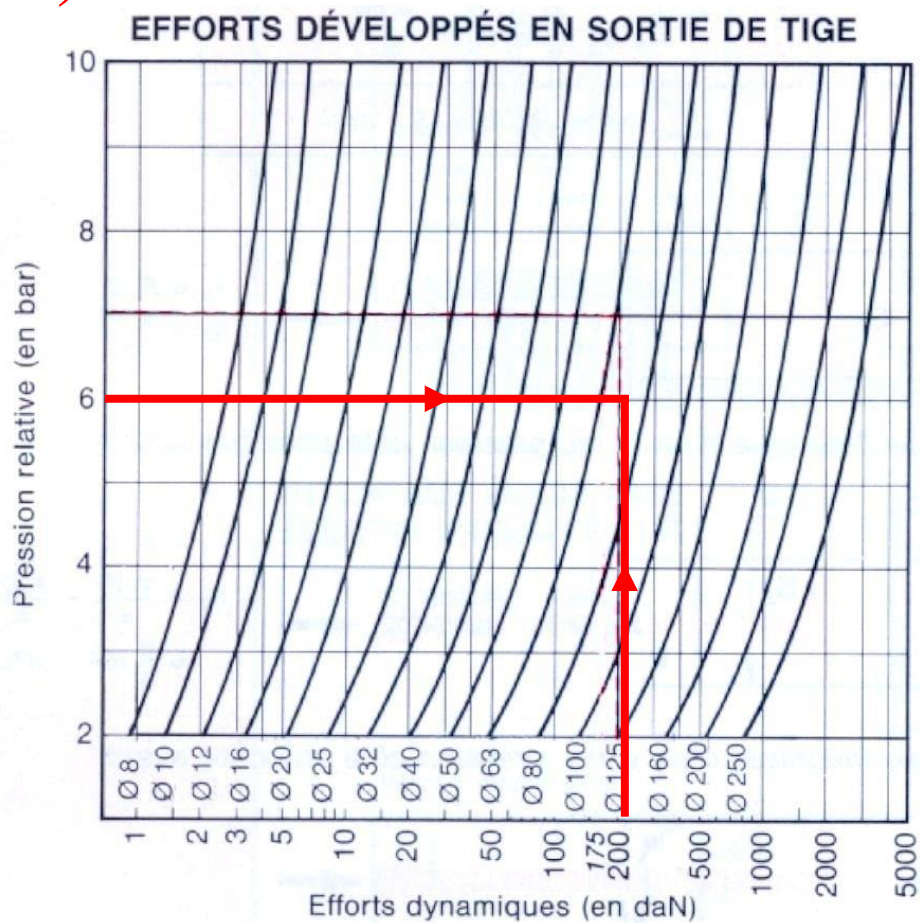


Diamètres normalisés des vérins

2)

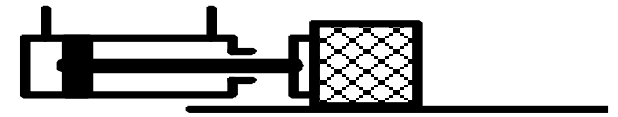
| | | | | | | | | |
|--------------|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|
| D Vérin (mm) | 8 | 10 | 12 | 16 | 20 | 25 | 32 | 40 |
| d Tige (mm) | 4 | 4 | 6 | 6 | 10 | 12 | 12 | 18 |
| D Vérin (mm) | 50 | 63 | 80 | 100 | 125 | 160 | 200 | 250 |
| d Tige (mm) | 18 | 22 | 22 | 30 | 30 | 40 | 40 | 50 |

1)



Exemple 1 :

Soit un vérin servant au transfert de pièces, sous une pression de 6 bars. A l'issue des calculs de statique et de dynamique, l'effort que doit développer le vérin est de **118 daN** en poussant.



Transfert

Détermination d'un vérin

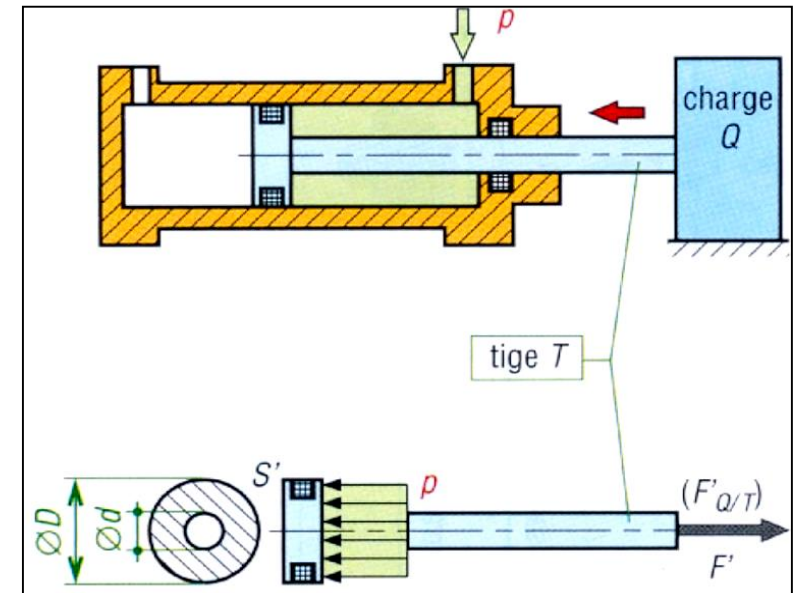
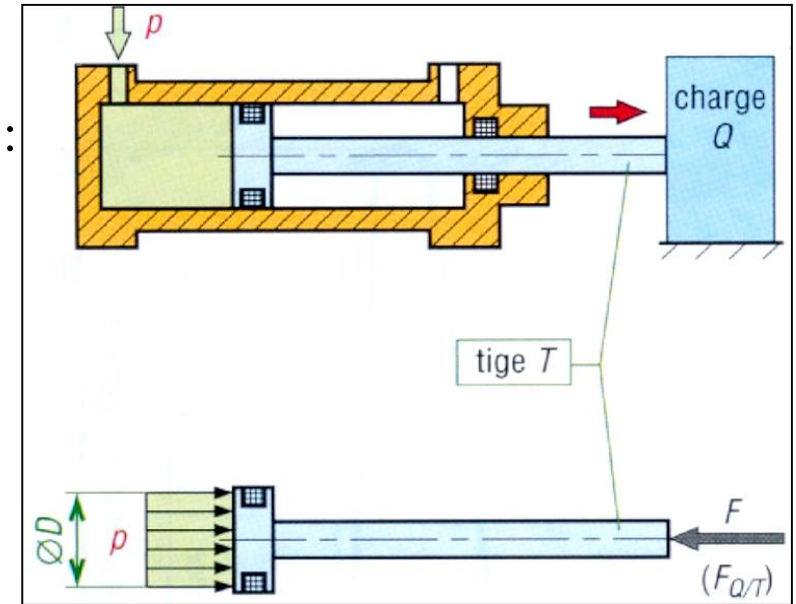
On commence toujours notre étude par un taux de charge de 0,5 (cas usuel) :

- 1- Pression d'emploi,
- 2- Effort de charge (F_d) et la force statique (F_s) En sortie de la tige,
- 3- Calculer le diamètre du cylindre (D) puis on choisit le diamètre du vérin normalisé (D) à partir de deux méthodes,
- 4- Tirer le diamètre de la tige (d),
- 5- Taux de charge réel,
- 6- Effort de charge (F_d) et la force statique (F_s) En entrée de la tige,
- 7- Course du vérin à partir de la vitesse et le temps,

Exemple 1 :

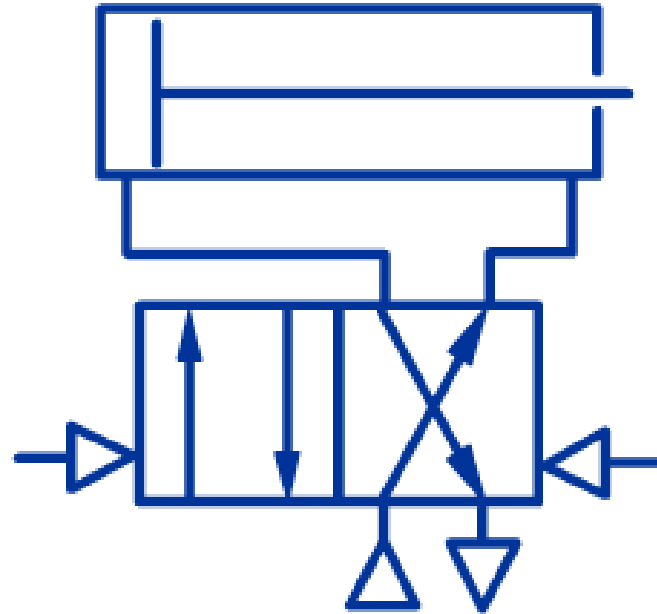
Soit un vérin servant au transfert de pièces, sous une pression de 6 bars.

A l'issue des calculs de statique et de dynamique, l'effort que doit développer le vérin est de **118 daN** en poussant.

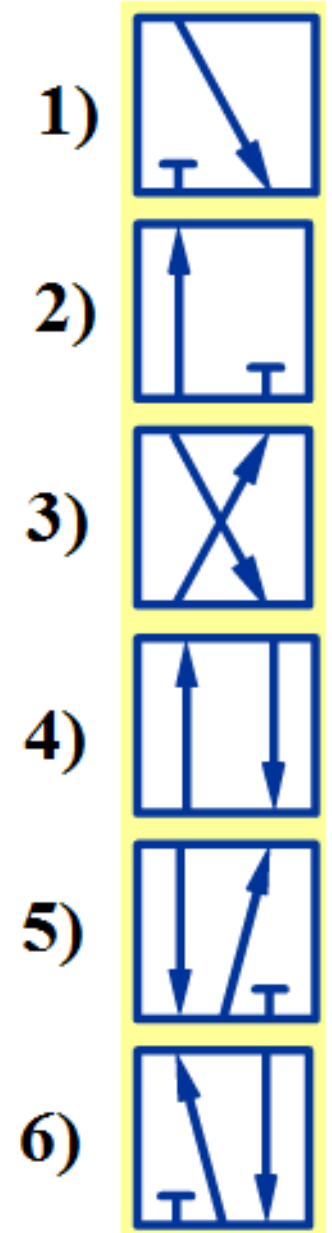


Applications

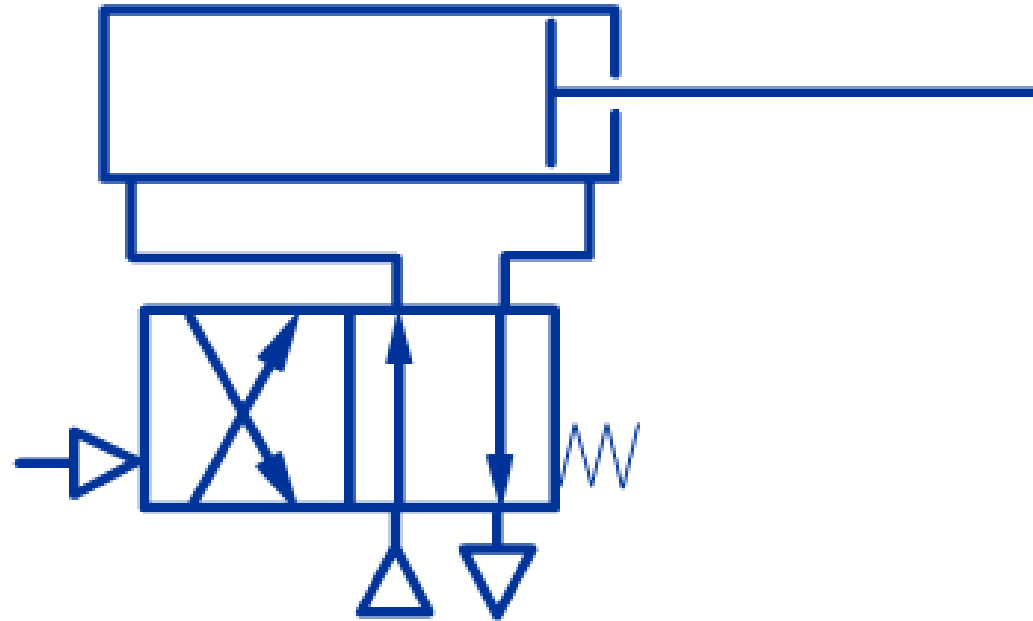
Application 01



Distributeur 4/2, Bistable, avec un pilotage pneumatique



Application 02



1)



2)



3)



4)



5)

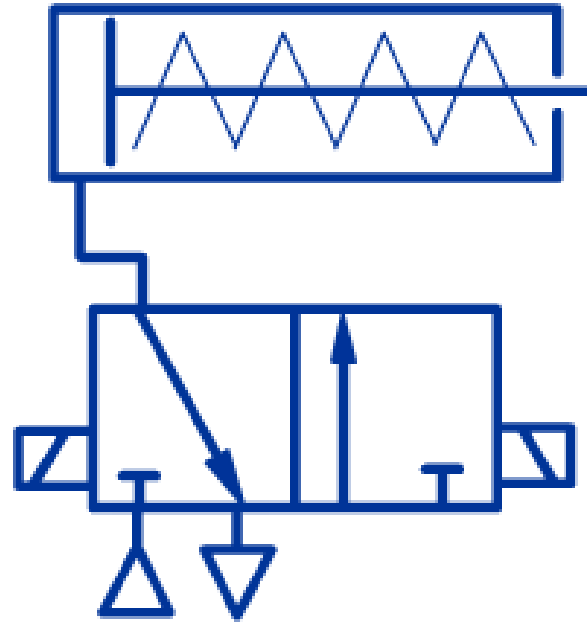


6)

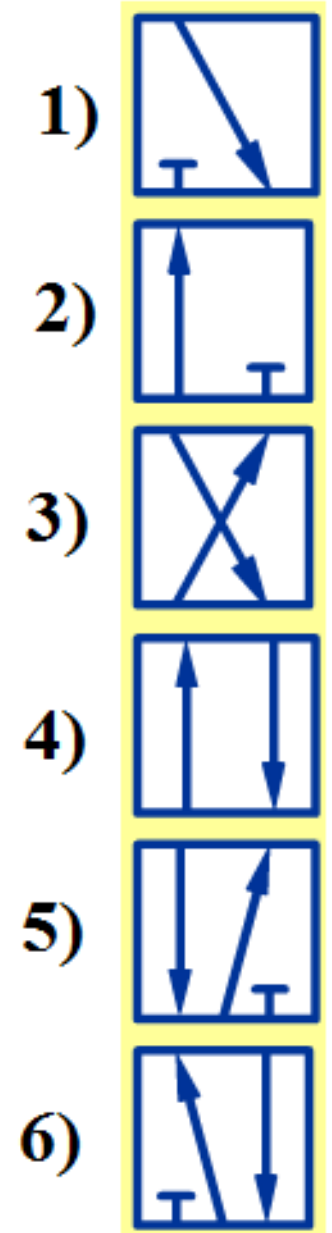


Distributeur 4/2, Monostable, avec un pilotage pneumatique

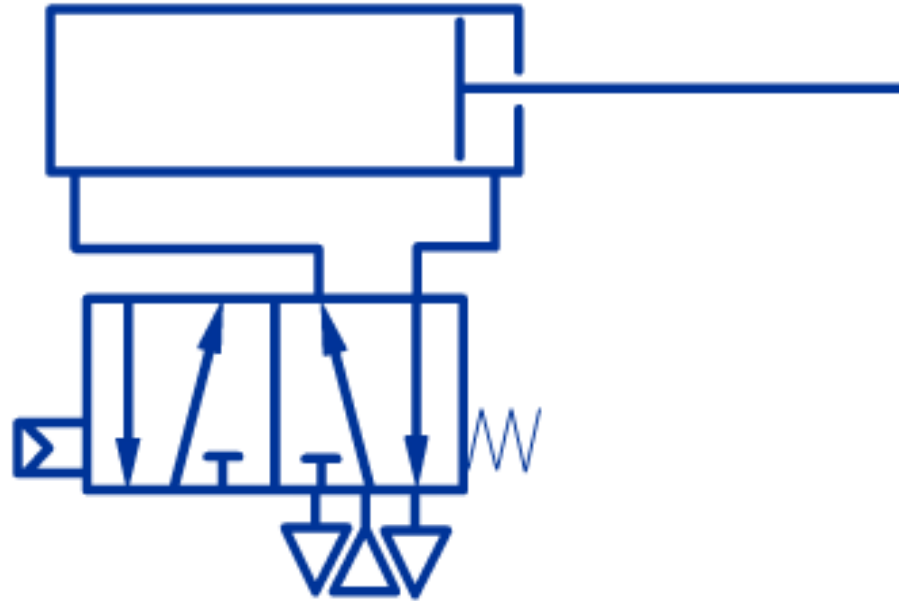
Application 03



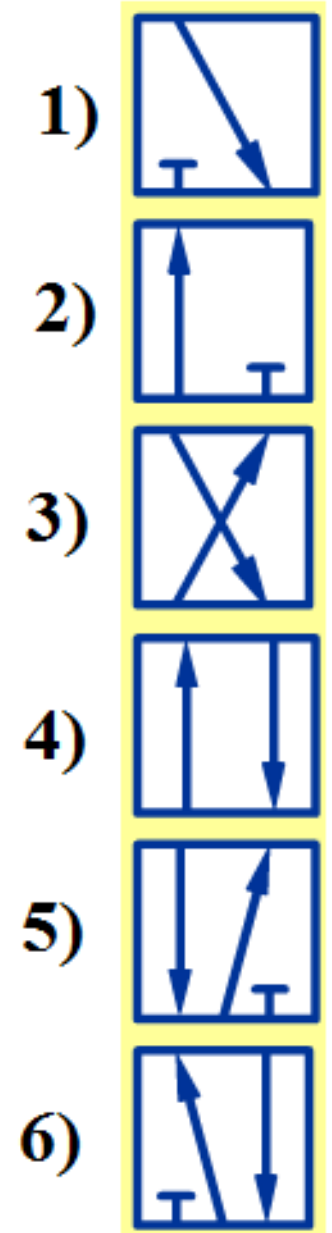
Distributeur 3/2, Bistable, avec un pilotage électrique



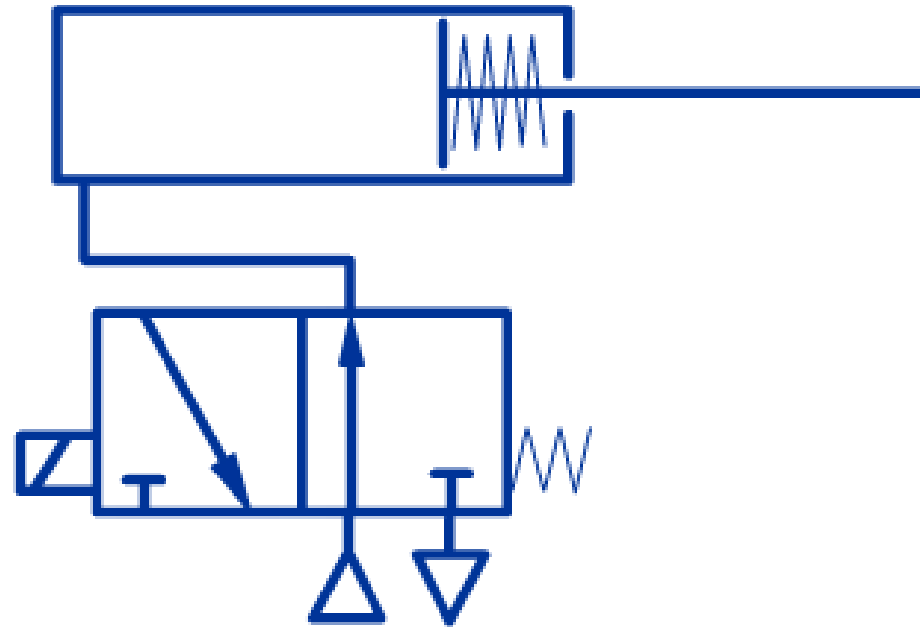
Application 04



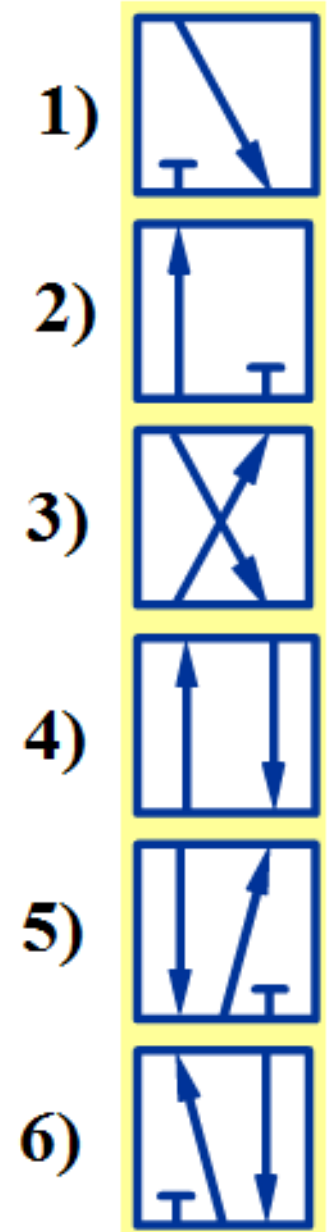
Distributeur 5/2, Monostable, avec un pilotage pneumatique



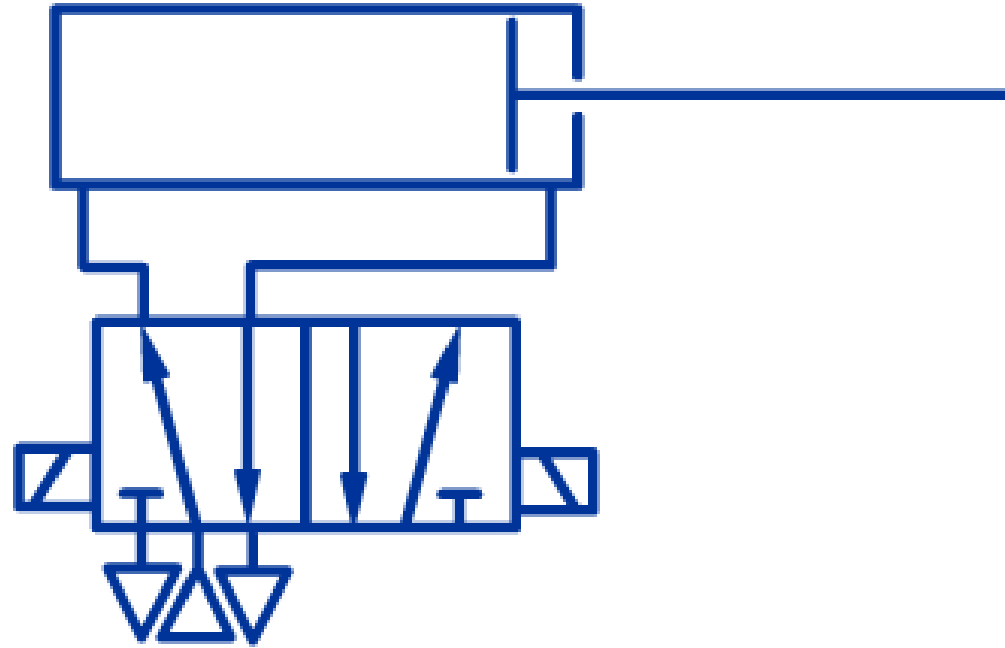
Application 05



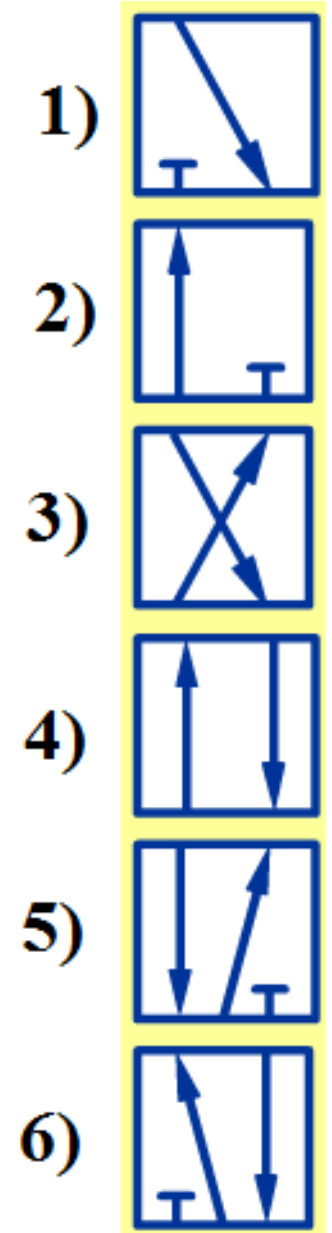
Distributeur 3/2, Monostable, avec un pilotage électrique



Application 06



Distributeur 5/2, Bistable, avec un pilotage électrique



Détermination d'un vérin

On commence toujours notre étude par un taux de charge de 0,5 (cas usuel) :

- 1- Pression d'emploi,
- 2- Effort de charge (F_d) et la force statique (F_s) En sortie de la tige,
- 3- Calculer le diamètre du cylindre (D) puis on choisit le diamètre du vérin normalisé (D) à partir de deux méthodes,
- 4- Tirer le diamètre de la tige (d),
- 5- Taux de charge réel,
- 6- Effort de charge (F_d) et la force statique (F_s)
- 7- Course du vérin à partir de la vitesse et le temps,

Exemple 1 :

Soit un vérin servant au transfert de pièces, sous une pression de 6 bars.

A l'issue des calculs de statique et de dynamique, l'effort que doit développer le vérin est de **118 daN** en poussant.

