

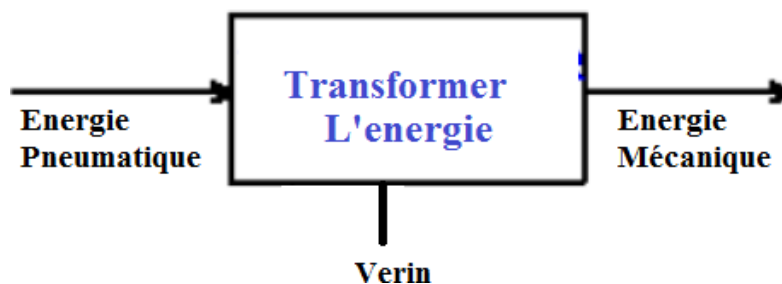
Chapitre 3 : LES VERINS PNEUMATIQUES

1. Introduction:

Le chapitre est de décrire les principaux types de vérins pneumatiques et les éléments de lignes pneumatiques que l'on peut rencontrer. Les systèmes automatisés qui mettent en œuvre des actionneurs pneumatiques sont nombreux dans les secteurs industriels automatisés. L'objet de ce chapitre est de se familiariser avec un système automatisé.

2. Définition:

Un vérin pneumatique est un actionneur qui permet de transformer l'énergie de l'air comprimé en un travail mécanique. Un vérin pneumatique est soumis à des pressions d'air comprimé qui permettent d'obtenir des mouvements dans un sens, puis dans l'autre. Les mouvements obtenus peuvent être linéaires ou rotatifs [13].



Les vérins sont constitués d'un cylindre, fermé aux deux extrémités, à l'intérieur duquel coulisse un ensemble tige piston. On distingue donc deux chambres:

- La chambre arrière est la partie du cylindre ne contenant pas la tige du vérin.
- La chambre avant est la partie du cylindre contenant la tige du vérin.

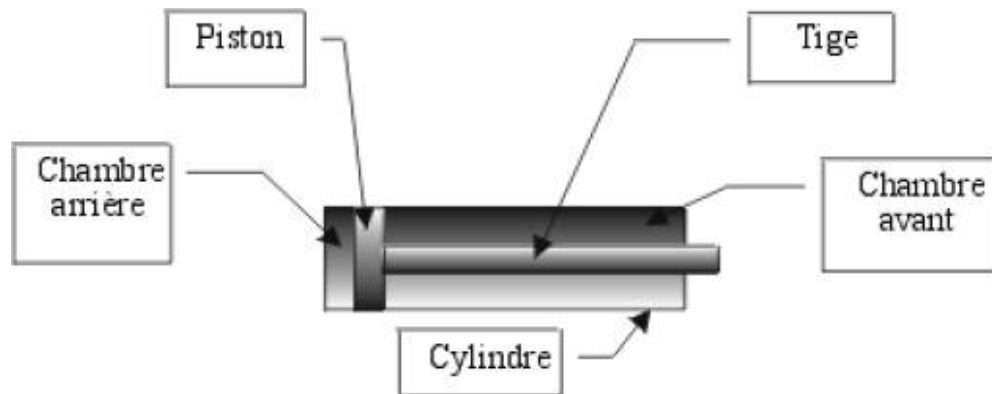


Figure (21) : constitution d'un vérin

3. Classification des vérins

On distingue les familles de vérins suivantes [13] :

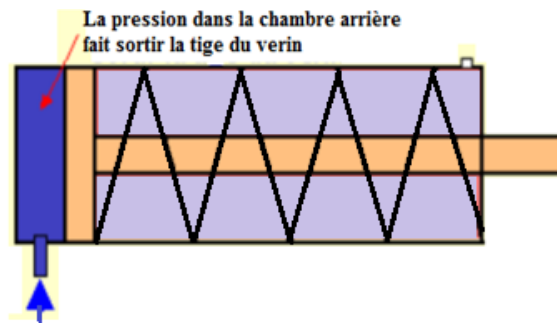
- **Les vérins simple effet:**
- **Les vérins double effets:**
- **les vérins télescopiques**
- **les vérins rotatifs**

4. Les vérins pneumatiques à simple effet

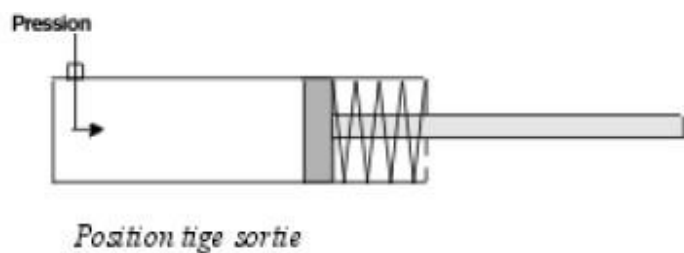
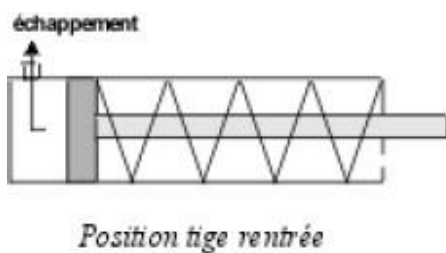
Ce sont des vérins qui effectuent un travail dans un seul sens. Ils permettent soit de pousser soit de tirer une charge, exclusivement. Seules les positions extrêmes sont utilisées avec ce type de vérin.

Un vérin pneumatique à simple effet n'a qu'une seule entrée d'air sous pression et ne développe un effort que dans une seule direction.

La course de retour à vide est réalisée par la détente d'un ressort de rappel incorporé dans le corps du vérin.

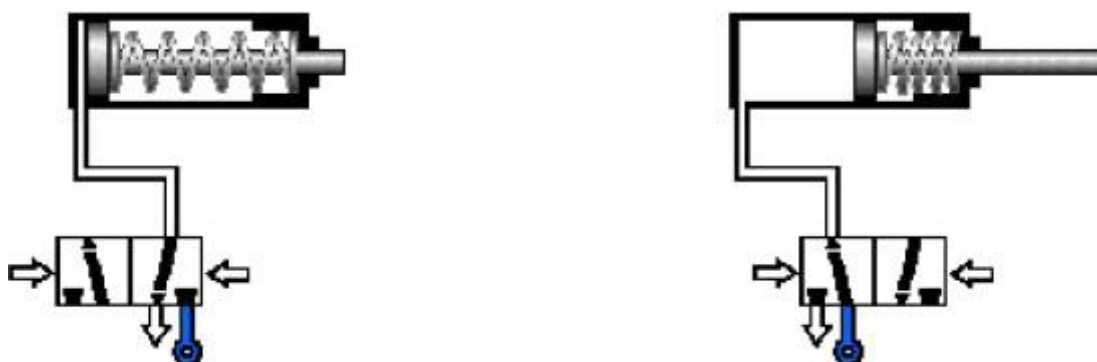


- Le vérin simple effet ne peut être alimenté que dans une seule chambre, c'est généralement la chambre arrière.
- Lorsque l'on cesse d'alimenter en pression cette chambre, le retour s'effectue sous l'action d'un ressort situé dans la chambre opposée.
- Celui-ci ne possède donc qu'une seule position stable.
- La chambre contenant le ressort est ouverte à l'air libre afin de ne pas contrarier le déplacement du piston.



Alimentation:

L'alimentation d'un vérin simple effet est obtenue à l'aide d'un distributeur 3/2.



5. Exemple d'utilisation d'un vérin simple effet:

Emballage de pièces arrivant sur un tapis roulant :

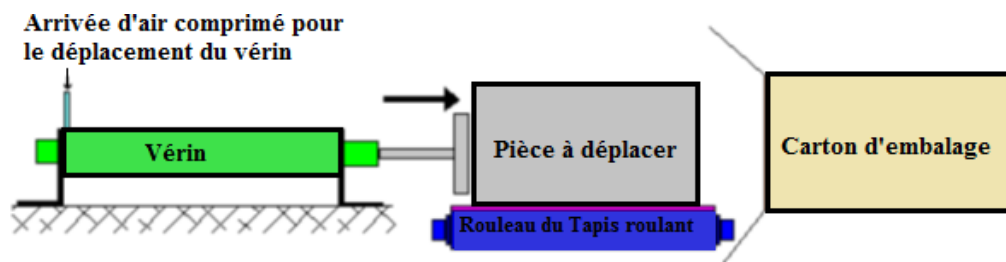
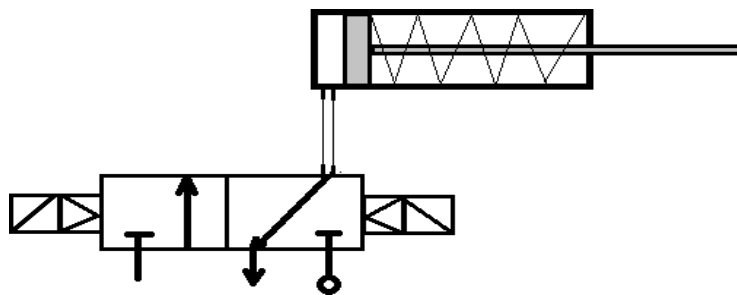
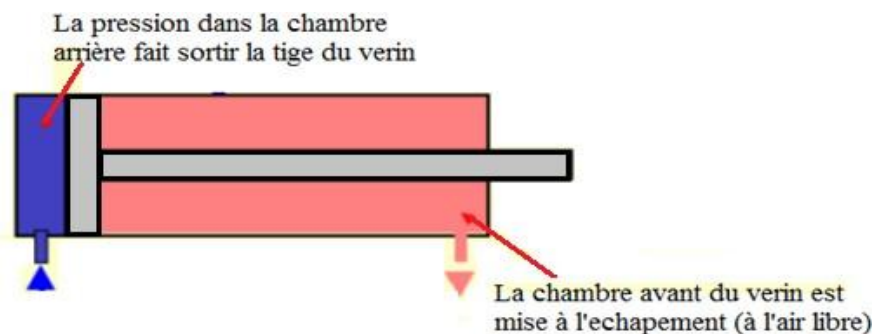


Figure (22) : application d'un vérin simple effet pour l'emballage des pièces

Vérin simple effet commandé par un distributeur 3/2



6. Les vérins pneumatiques doubles effets (V.D.E.)



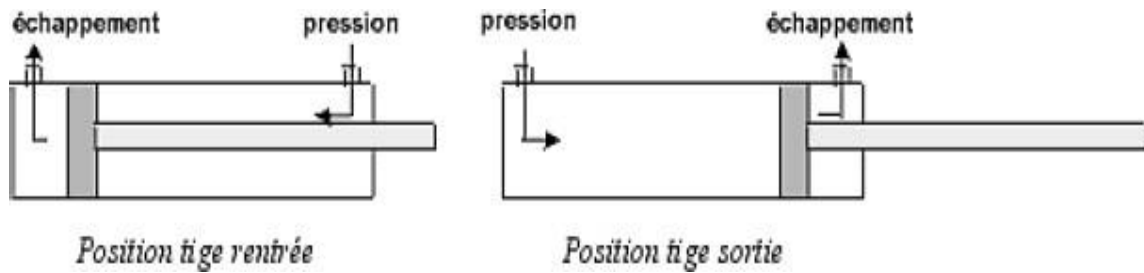
Les vérins doubles effets ont deux alimentations possibles: soit par la chambre arrière, soit par la chambre avant [14].

Lors de l'alimentation en pression de la chambre arrière le piston se déplace vers l'avant, celui-ci pousse l'air de la chambre avant.

Lors de l'alimentation en pression de la chambre avant le piston se déplace vers l'arrière, celui-ci pousse l'air de la chambre arrière.

L'air de la chambre à l'échappement doit pouvoir être évacué afin de ne pas s'opposer au déplacement du piston.

Dans un vérin double effet les chambres se trouvent donc alternativement mises à la pression et à l'échappement.



7. Exemple d'utilisation d'un vérin double effet:

Porte manœuvrée par un vérin pneumatique:

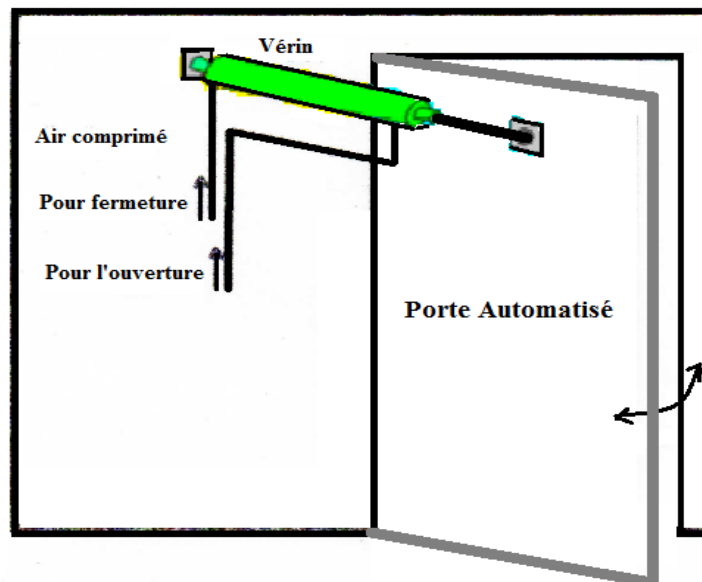
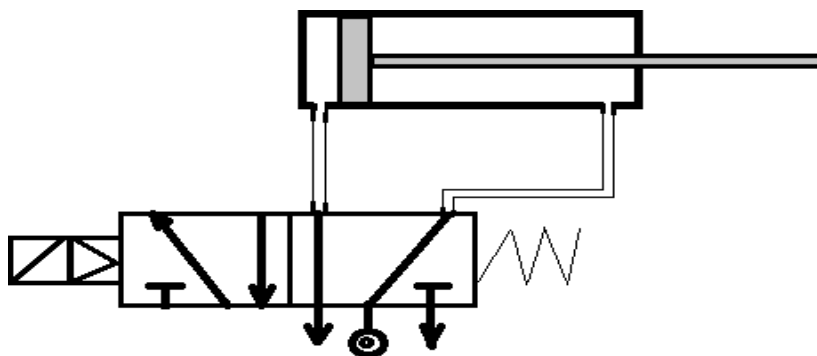


Figure (23) : Utilisation d'un vérin double effets pour la fermeture et l'ouverture des portes [15].

Vérin double effet commandé par un distributeur 5/2



8. Vérin double tige :

Ce type de vérin absorbe mieux les forces latérales grâce au double palier de la tige [16].



9. **Vérin à tige télescopique** : simple effet et généralement hydraulique, il permet des courses importantes tout en conservant une longueur repliée raisonnable.

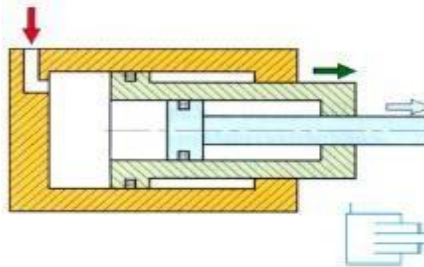


Figure (24) : Vérin simple effet à tige télescopique [16]

10. **Vérin rotatif** : l'énergie du fluide est transformée en mouvement de rotation; par exemple, vérin double effet entraînant un système pignon crémaillère.

L'angle de rotation peut varier entre 90 et 360°. Les amortissements sont possibles.

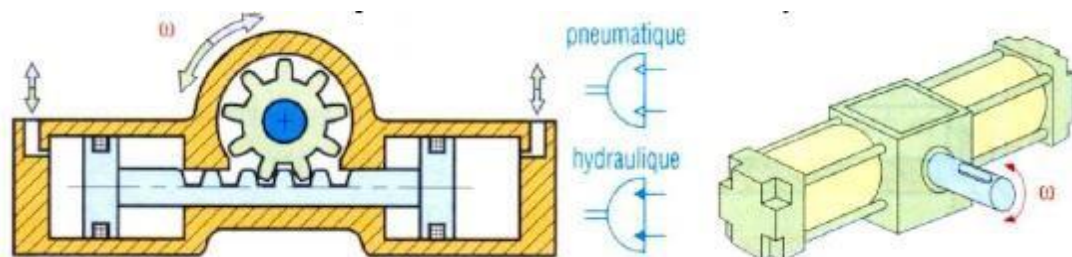
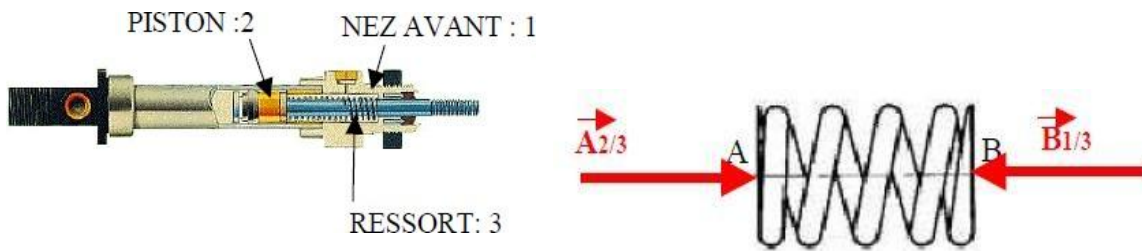


Figure (25) : Exemple de réalisation d'un vérin rotatif [16]

11. La raideur d'un vérin

L'effort du piston sur le ressort en A et celui du nez avant sur le ressort en B; lors de la sortie du piston [17].



Connaissant la course du vérin (écrasement du ressort), la longueur du ressort libre L_0 et la force de rappel max F , on détermine la raideur k de ce ressort par la formule suivante :

$$k = \frac{F}{f}$$

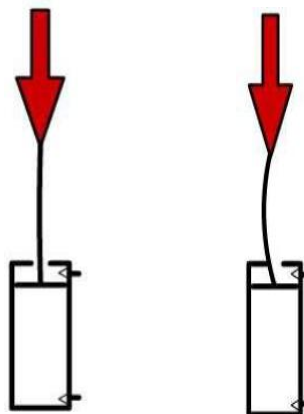
avec : $f = L_0 - L$ et $F = P \cdot S$

L : La longueur du ressort après écrasement

P : La pression à la tête du piston

S : La section du piston

12. **Résistance au flambage** : Sous l'action d'une charge axiale, la tige du vérin est sollicitée au flambage. Plus la course est longue et le diamètre de tige petit, plus le flambage est élevé [18].



Le diagramme de la page suivante permet de déterminer les limites de course admissibles en fonction de la charge axiale.

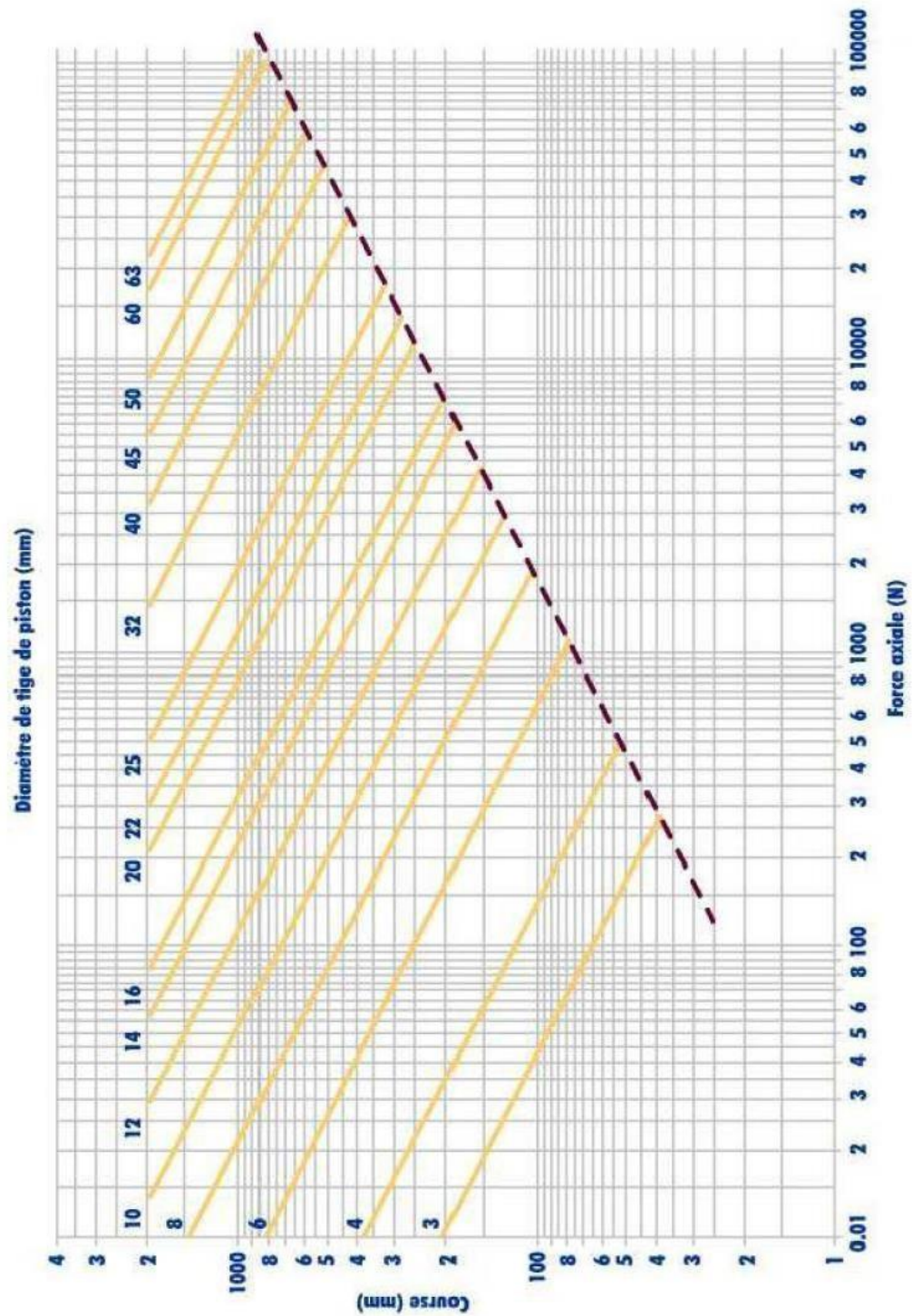


Figure (26) : Diagramme permettant de déterminer les limites de la course admissibles du piston en fonction de la charge axiale [18].

13. L'amortissement pneumatique

L'amortissement est réalisé par le travail de la force d'une contre-pression s'appliquant sur le côté du piston situé à l'échappement. Il est intégré au vérin et est réglable.

En fin de mouvement, le piston emprisonne un volume d'air qui doit s'échapper par un trou calibré réglable.

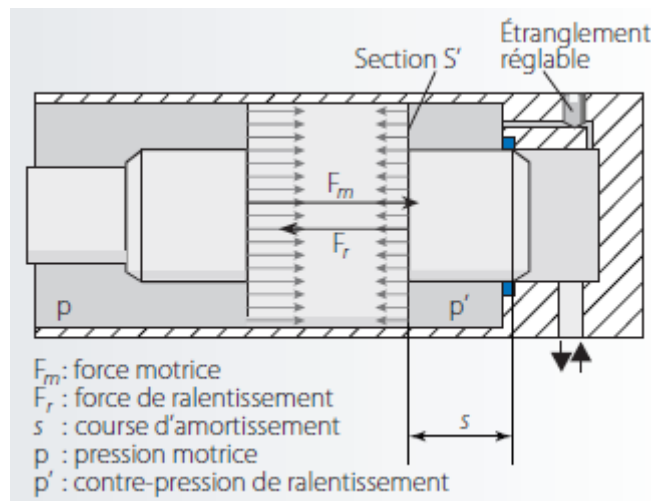


Figure (27) : Principe de l'amortissement pneumatique réglable [19]

La pression augmente donc et provoque ainsi le ralentissement du piston. Ce dispositif fournit initialement une grande force de ralentissement qui diminue rapidement au fur et à mesure que la vitesse diminue.

14. Détermination et calculs de dimensionnement

Effort théorique disponible sur la tige, à sa sortie:

$$F = P.S$$

Avec F : l'effort (daN), P : la pression (bar), et S la surface du piston (cm²).

Rappel: 1 bar = 1 daN/cm²

15. Effort pratique utilisable

Avec cette formule de calcul, les frottements dus aux joints du piston et aux joints de tige sont négligés.

Ainsi, afin d'évaluer l'effort réel obtenu, nous utilisons un coefficient appelé Taux de charge t .

1er cas: L'effort est obtenu lors d'un déplacement (effort dynamique):



Le taux de charge utilisé dans cette configuration est de 0.6 [14].

2ème Cas: L'effort est obtenu sans déplacement (effort statique):



Le taux de charge utilisé dans cette configuration est de 0,8 [14].

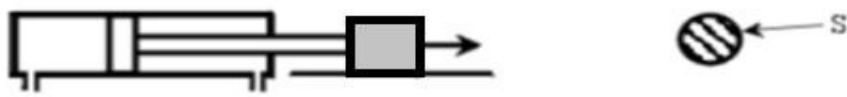
Voyons maintenant des applications de ces calculs dans deux cas où l'on désire connaître l'effort fourni par un vérin:

16. Application n°1 :

Soit un vérin de déplacement, la course est de 200mm, la pression est de 6bar, le diamètre du piston D est 32mm, le diamètre de la tige d est de 10mm.

1- Calculer l'effort fourni lors de la sortie de la tige ?

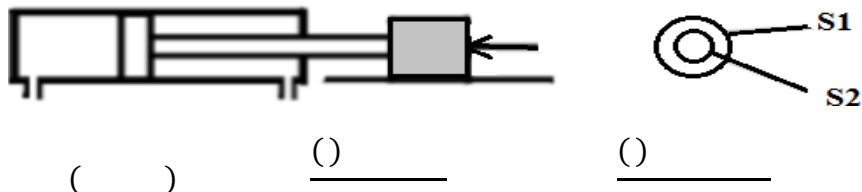
2- Calculer l'effort fourni lors de la rentrée de la tige ?



Solution

1- Calcul de l'effort fourni lors de la sortie de la tige.

2- Calcul de l'effort fourni lors de la rentrée de la tige.



17. Application n°2:

Un vérin se déplace avec une course de 100mm, la pression est de 6bar, le diamètre du piston D est 50mm, le diamètre de la tige d est de 20mm.

1-Calculer l'effort fourni lors du serrage comme le montre la figure.



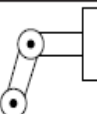
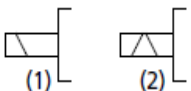
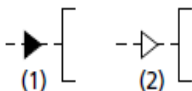
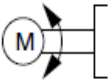
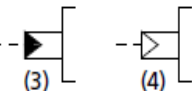
Solution

Calcul de l'effort fourni lors du serrage :

18. **Distributeurs** : Le tableau suivant regroupe les distributeurs les plus utilisés [20].

	Distributeur 2/2 (2 orifices, 2 positions) à commande manuelle		Distributeur 3/3 (3 orifices, 3 positions) à commande électromagnétique avec rappel par ressort
	Distributeur 2/2 (2 orifices, 2 positions) à commande par pression avec rappel par ressort		Distributeur 4/2 (4 orifices, 2 positions) à commande par pression accouplée à un distributeur pilote avec rappel par ressort
	Distributeur 3/2 (3 orifices, 2 positions) à commande par pression des deux côtés		Distributeur 5/2 (5 orifices, 2 positions) à commande par pression des deux côtés

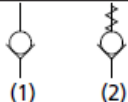
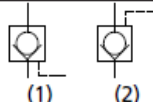
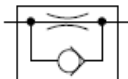
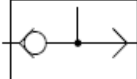
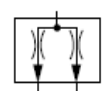
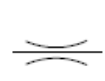
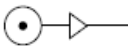
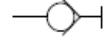
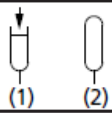
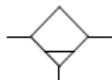
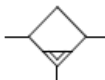
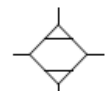
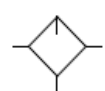
19. **Les commandes** : Les commandes les plus reconnues sont : [20]

	Commande musculaire		Commande mécanique poussoir
	Commande bouton-poussoir		Commande mécanique ressort
	Commande levier		Commande mécanique galet
	Commande pédale		Commande mécanique galet escamotable
	Commande électrique (1) à un enroulement (2) à deux enroulements		Commande directe par augmentation de pression (1) hydr. (2) pneum.
	Commande électrique moteur électrique		Commande indirecte par augmentation de pression (3) hydr. (4) pneum.

20. **Les types de pilotage les plus courants** [20]

commande manuelle	commande mécanique	Commande pneumatique	Commande électrique
 BP	 Galet	 Pression	 Bobine
 Levier	 Ressort		 Electrovanne

21. **Les accessoires** : Le tableau suivant expose les différents types d'accessoires les plus reconnus [20].

	Clapet de non retour (1) sans ressort (2) avec ressort		Clapet de non retour (1) piloté pour ouvrir (2) piloté pour fermer
	Clapet de non retour avec étranglement		Sélecteur de circuit
	Réducteur de pression ou détendeur		Diviseur de débit
	Réducteur de débit réglable		Réducteur de débit non réglable
	Robinet d'isolement		Purge d'air
	Source de pression pneumatique		Source de pression hydraulique
	Orifice d'évacuation d'air non connectable		Orifice d'évacuation d'air connectable
	Prise bouchée		Prise avec conduite branchée
	Raccordement rapide sans clapet		Raccordement rapide avec clapet
	Silencieux		Réservoir sous pression
	Accumulateur (1) à ressort à poids (2) hydropneumatique		Filtre, crépine
	Purgeur à commande manuelle		Purgeur automatique
	Déshydrateur		Lubrificateur

Exemple de circuit complet

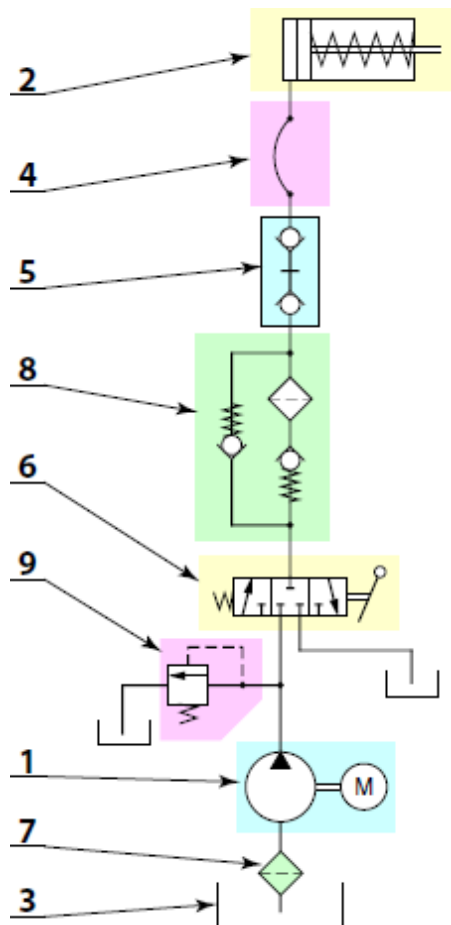


Figure (28) : Exemple d'un circuit pneumatique

- 1 : Groupe motopompe : Pompe hydraulique à cylindrée fixe à un sens de flux et moteur électrique
- 2 : Vérin simple effet à rappel par ressort
- 3 : Réservoir à l'air libre
- 4 : Conduite flexible
- 5 : Raccord rapide avec clapet de non-retour
- 6 : Distributeur 3/3 à commande par levier et rappel par ressort
- 7 : Crépine
- 8 : Filtre monodirectionnel au retour
- 9 : Régulateur de pression

