

Dossier Vérins

Quand on veut réaliser un mouvement linéaire avec un actionneur électrique cela engendre généralement des coûts élevés et beaucoup d'entretiens.

Si on cherche des actionneurs moins cher et simple à l'utilisation, les actionneurs pneumatiques offrent une solution! Ces actionneurs linéaires sont également appelés "vérins pneumatiques" ou "vérins à air comprimé".

Dans ce dossier on décrira les vérins pneumatiques les plus utilisés.

Festo Belgium sa
Rue Colonel Bourg 101
BE-1030 Bruxelles

Tel.: +32 2 702 32 39
Info_be@festo.com
www.festo.com

Les types de vérins

Les vérins sont classés par type et par fonction.

La figure 1 ci-dessous, montre un aperçu de la classification d'actionneurs pneumatiques.

Les actionneurs les plus courants seront traités dans ce dossier

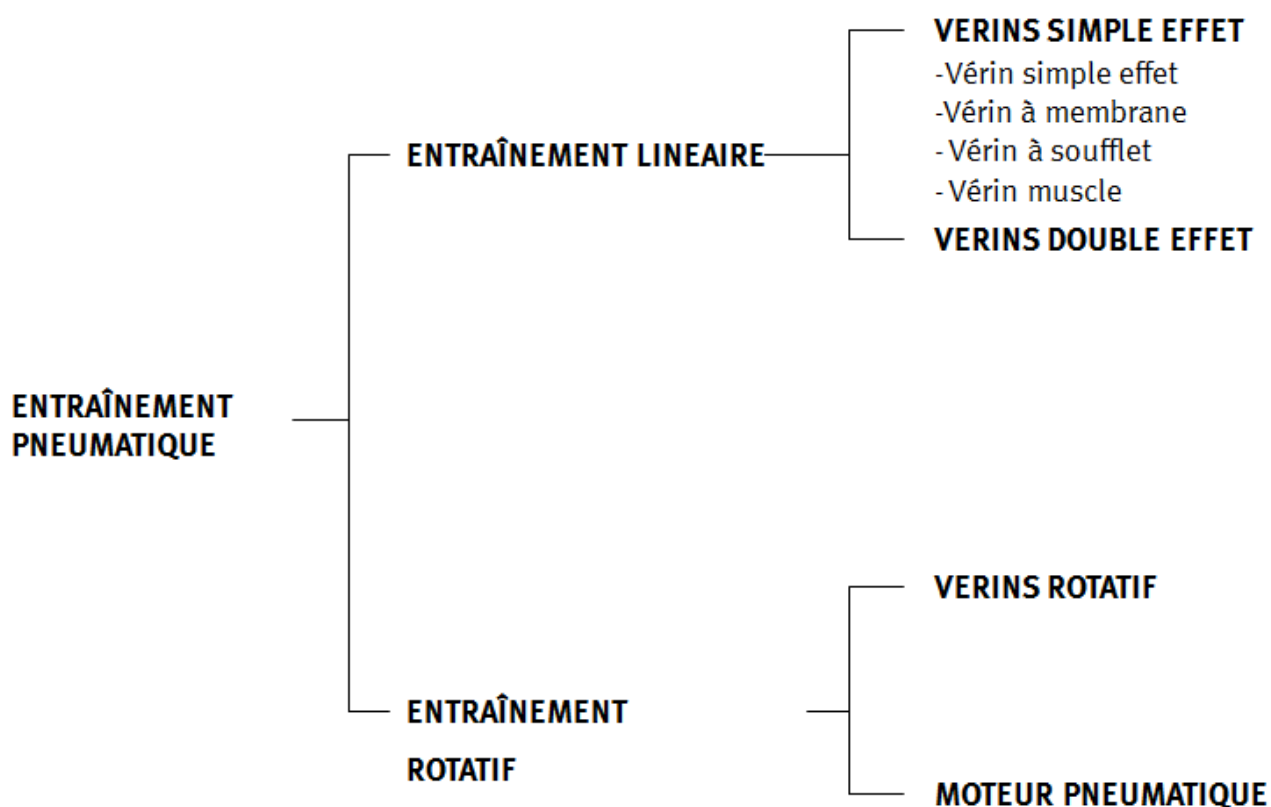


Fig. 1

Construction du vérin pneumatique

Comme exemple (fig. 2), vous trouverez ci-dessous la construction d'un vérin double effet standard.

Le vérin se compose d'un tube, d'une culasse arrière et avant, d'un piston avec joints, d'une tige de vérin, d'un coussinet et d'un joint racleur. A cela s'ajoutent des éléments de liaison et des joints statiques.

Le corps du vérin (1) est généralement constitué d'un tube en acier étiré sans soudure. Pour augmenter la longévité du joint du piston, la surface intérieure du tube est minutieusement finie. Le corps de vérin peut également être fabriqué en aluminium, en laiton ou en acier avec des surfaces de glissement chromées.

Les culasses avant (3) et arrière (2) sont d'ordinaire en matériau de fonderie (alliages légers coulés par injection). Leur fixation sur le cylindre se fait au moyen de tirants, de filetages ou de brides.

La tige de vérin (4) est pratiquement toujours en acier inoxydable.

Le coussinet (5), en bronze fritté ou en matériau synthétique, assure le guidage de la tige de vérin.

Devant le coussinet se trouve un joint racleur avec joint à lèvres intégré (6). Le joint racleur empêche la poussière et la saleté de s'infiltrer, le joint à lèvres assure l'étanchéité entre la tige du piston et la culasse avant.

Le piston (9) est également équipé d'un double joint à

lèvres (7), qui assure l'étanchéité entre les deux chambres du vérin, et une bague de guidage (8).

Les modèles des vérins varient selon les constructeurs. Cela signifie qu'il existe énormément de vérins différents. Cependant il existe également des vérins normalisés suivant la norme internationale ISO-VDMA. Ces normes définissent par exemple les cotes d'encombrements, le diamètre du vérin, tout comme le filetage sur la tige de vérin et le taraudage des raccords pneumatiques. Grâce à cela, les vérins normalisés des différents constructeurs sont interchangeables.

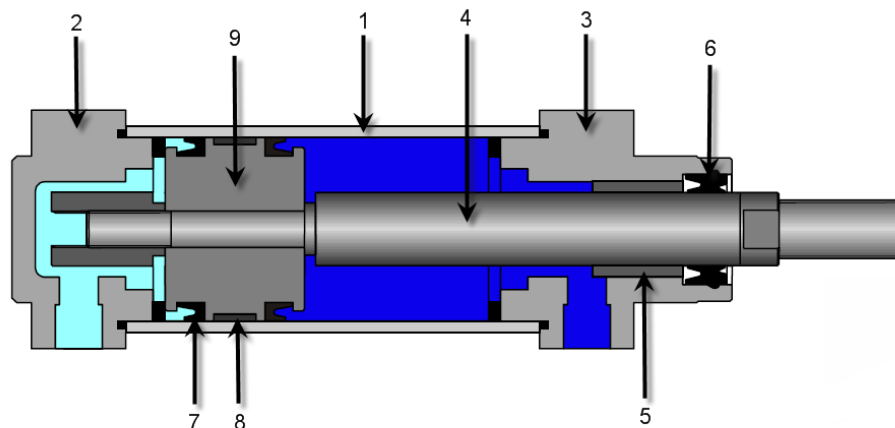


Fig. 2.

- 1- corps du vérin
- 2- culasse arrière
- 3- culasse avant
- 4- tige de vérin
- 5- coussinet
- 6- joint racleur avec joint à lèvres intégré
- 7- joint à lèvres
- 8- bague de guidage
- 9- piston

Le vérin simple effet

Les vérins à simple effet sont appelés de cette façon, parce que l'air comprimé n'effectue une pression que sur un côté du piston, qui se met alors en mouvement grâce à la force exercée par la pression sur le piston.

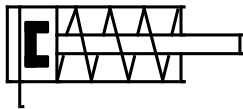


Fig. 3: Symbole d'un vérin simple effet à pousser doté d'un aimant permanent sur le piston.

Nous parlons d'un vérin à pousser (fig. 3) quand l'air

comprimé occasionne la course sortante et d'un vérin à traction (Fig. 4) quand l'air comprimé occasionne la course rentrante du vérin.

Le piston retourne à sa position initiale au moyen d'un ressort interne ou d'une force externe.

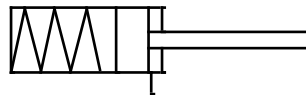


Fig. 4: Symbole du vérin à traction.

La course des vérins simple effet avec ressort de rappel incorporé est limitée par la longueur du

ressort. C'est pourquoi la course maximale disponible pour des vérins simple effet est généralement de 50 mm.

Nous utilisons principalement les vérins simple effet pour clamer, éjecter et comprimer des pièces.

Nous distinguons les vérins à simple effet suivants:

- A vérin à piston,
- B vérin à membrane,
- C vérin à soufflet,
- D muscle pneumatique.

A. Le vérin simple effet à piston

Le vérin à pousser (Fig. 5)

Le vérin à piston est l'exécution la plus courante des vérins à simple effet.

La pression exerce une force sur le piston.
Suite à cette force le piston fait sortir la tige du piston hors du vérin.
Quand la pression chute le ressort incorporé du vérin fait retourner le vérin en position de repos (Fig. 5).

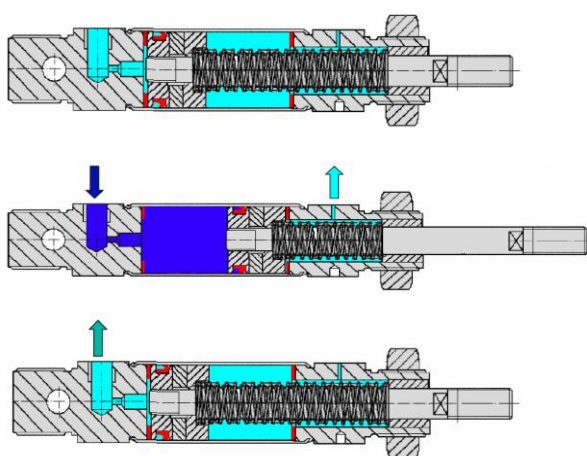



Fig. 5



[Animation ESNU](#)



Illustration vérin simple effet FESTO type **ESNU-20-50-P-A**

-  [Documentation](#)
-  [Fiche technique](#)
-  [Accessoires](#)
-  [CAO](#)

Le vérin à traction (Fig. 6)

Ce type de vérin est principalement utilisé sur les systèmes de freinage pour les camions. Lors de la chute de pression, les vérins de freinage agissent sous la pression du ressort, ce qui augmente la sécurité !

Ci-dessous on peut voir la coupe d'un vérin à simple effet à traction (Fig. 6). Le fonctionnement est précisément à l'opposé de celui du vérin à pression à simple effet.

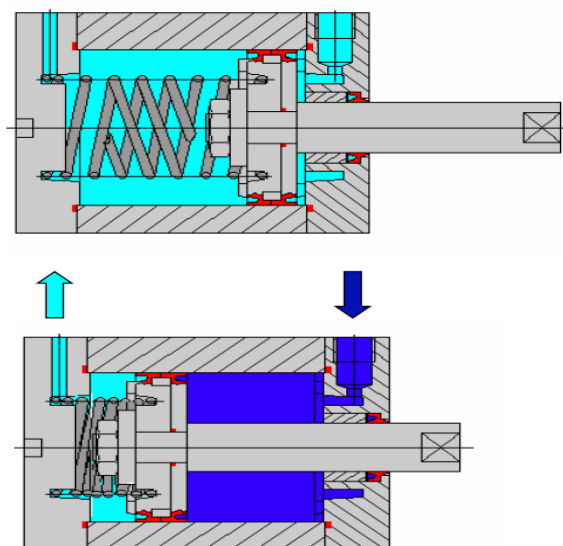




Fig. 6



Illustration vérin simple effet FESTO type
Vérin compact AEN-20- -

-  [Documentation](#)
-  [Fiche technique](#)
-  [Accessoires](#)
-  [CAO](#)

B. Le vérin à membrane

Dans ce type une membrane incorporée reprend la fonction du piston.

La course s'effectue grâce à la légère transformation de la membrane lors de la mise sous pression de celle-ci (Fig. 8).

Etant donné que la course ne dépasse pas quelques millimètres, ces modules sont presque uniquement utilisés pour des opérations de serrage.

L'avantage de ce type de vérin est son encombrement réduit.

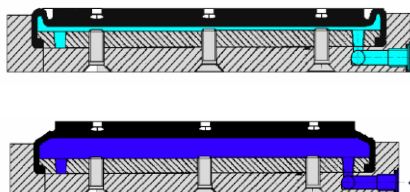
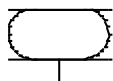


Fig. 8.

C. Le vérin à soufflet

Le vérin à soufflet ne fonctionne également que dans un sens. Ce vérin est surtout utilisé pour serrer, compresser et soulever des produits.

Grâce à la surface relativement grande et en l'absence de perte de frottement entre le piston et le tube du vérin, le vérin à soufflet peut fournir une grande force.



Symbole du vérin à soufflet

D. Le muscle pneumatique

En ce qui concerne sa fabrication, le muscle pneumatique ressemble beaucoup au vérin à soufflet. Il est cependant plus long et plus mince, ce qui rend son fonctionnement radicalement différent. En alimentant le vérin en air comprimé, les fibres de la paroi du vérin se contractent, ce qui crée une force de traction entre les deux extrémités (Fig. 9).

Le muscle pneumatique peut exercer une force très élevée, la force et le déplacement du vérin sont proportionnel à la pression.



Fig.-9.

Symbole du vérin à membrane

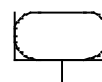


Illustration vérin à membrane FESTO type EV-20/75-5

[Documentation](#)

[Fiche technique](#)

[Accessoires](#)

[CAO](#)



Illustration vérin à soufflet FESTO type EB-250-185

[Documentation](#)

[Fiche technique](#)

[CAO](#)



[Animation MAS](#)

Symbole spiercylinder



Illustration muscle pneumatique FESTO type Muscle pneumatique DMSP-40- -

[Documentation](#)

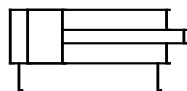
[Fiche technique](#)

[Accessoires](#)

[CAO](#)

Le vérin double effet

Dans un vérin double effet, le piston se déplace dans les deux sens grâce à la pression de l'air comprimé.



Symbole du vérin double effet

Tant lors de la course sortante que rentrante, le vérin développe une force proportionnelle à la pression de l'air et à la surface de fonctionnement du piston.

Les vérins à double effet sont utilisés là où une force est exercée dans les deux sens (Fig. 10).

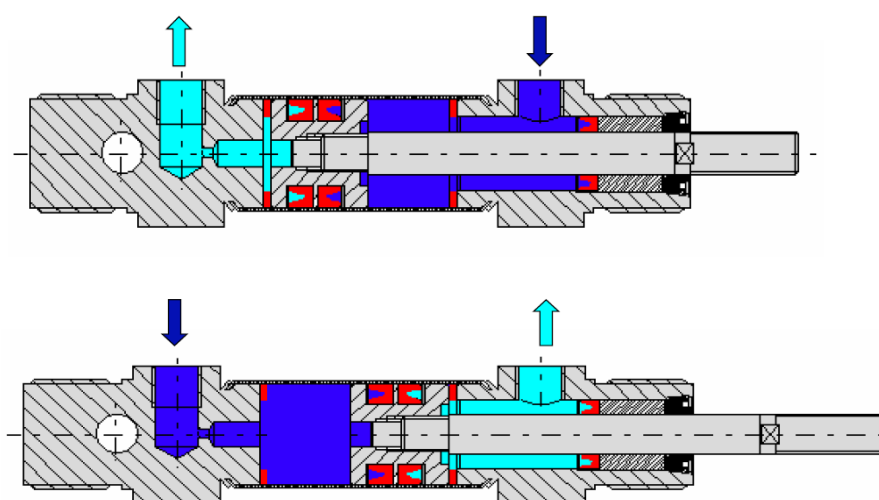


Fig. 10.



[Animation DSNU](#)

En principe, la longueur de course du piston est illimitée.

Il faut cependant tenir compte, en cas de longues courses, que la tige de vérin ne fléchisse ou ne se courbe pas.

Comme déjà souligné les vérins peuvent suivre la norme ISO-VDMA.

Illustration vérin normalisé suivant la norme ISO-VDMA, Festo
type : **DSBC-32-100-PPVA-N3**

Documentation

Fiche technique

Accessoires

CAO



Le vérin double effet avec amortisseurs de fin de course réglable

Un piston qui bute contre une des culasses avec une vitesse trop élevée peut endommager le vérin. C'est pourquoi il est préférable de freiner la vitesse du piston avant que celui-ci n'atteigne la fin de sa course.

Pour cela il est à conseiller d'utiliser des vérins avec amortisseurs de fin de courses réglables (Fig. 11).

Ce type est équipé d'un "piston d'amortissement" (1) qui, avant la fin de la course du piston, bloque la sortie normale de l'air comprimé (Fig. 12).

L'air qui se trouve encore emprisonné dans la chambre du vérin (Fig. 13) doit s'échapper par un limiteur de débit (2). Si le limiteur est bien réglé un coussin d'air effectue une force sur le piston qui ralentit sa vitesse.

Lorsque le piston se déplace en sens contraire, (Fig. 14) l'air peut affluer librement dans l'espace du vérin via un clapet anti-retour (3), de ce fait l'air peut remplir la chambre du vérin à plein débit sans devoir passer par l'étrangleur et le vérin accéléré normalement.

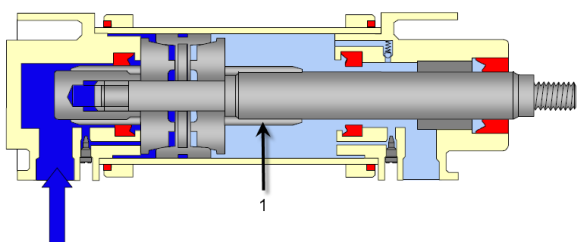


Fig. 11.

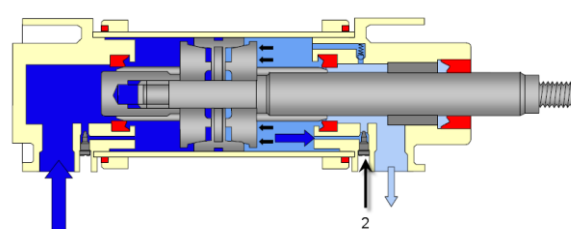


Fig. 13.

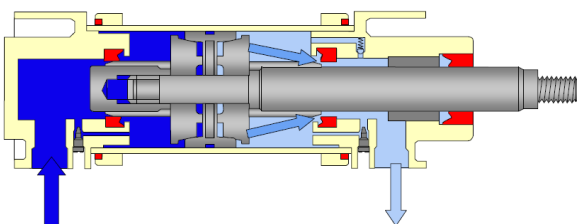


Fig. 12.

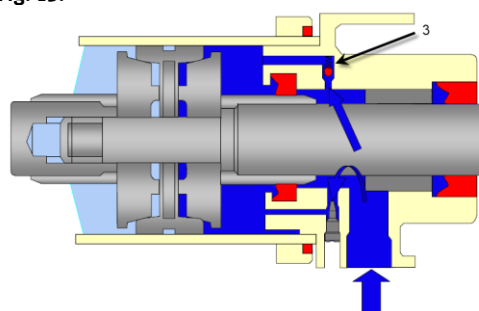
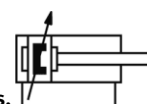


Fig. 14.



[Animation PPV](#)

Symbole d'un vérin avec amortisseurs de fin de courses réglables.



Le vérin avec amortissement de fin course pneumatique auto-ajustable

Le réglage de l'amortissement de fin de course est fonction de l'inertie de la masse qui doit être amortie. De ce fait les amortisseurs sont souvent mal réglés et les réglages doivent être rectifiés.

Des vérins avec amortissement de fin course pneumatique auto-ajustable (Fig. 15) offrent l'avantage que l'amortissement ne doit jamais être rectifié.

Dans ces vérins le "piston d'amortissement" est pourvu de rainures (1) qui garantissent un freinage progressif du vérin quand il se déplace dans sa zone d'amortissement.

La seule limitation du vérin avec amortissement de fin course pneumatique auto-ajustable est qu'il absorbe moins d'énergie cinétique qu'un vérin avec amortissements réglables.

Dans des applications avec des vérins à faible diamètre de piston ce type d'amortissement suffit dans la plupart des cas.

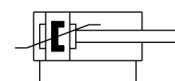


Fig. 15.

Le vérin à tige traversante

Chez un vérin à tige traversante, la tige du vérin traverse les deux culasses.

De ce fait, ce type de vérin dispose de deux culasses avant (Fig. 16) et est guidée par deux coussinets, le guidage est plus efficace que chez un vérin double effet traditionnel.

La force exercée par l'air comprimé est aussi grande dans les deux sens de déplacement étant donné que la surface de travail du piston est la même des deux cotés chez ce type de vérin double effet.

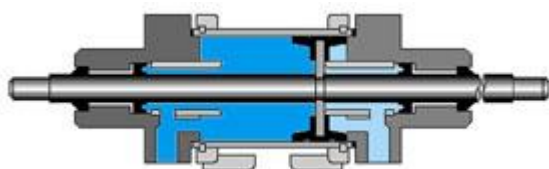


Fig. 16.

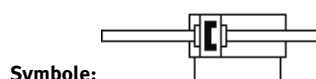





Illustration vérin à tige traversante FESTO type
Vérin compact ADN-32- -

-  Documentation
-  Fiche technique
-  Accessoires
-  CAO

Le vérin sans tige

Le vérin sans tige est doté d'une buse ou d'un profilé dans lequel un piston est entraîné par la pression pneumatique.

Le piston entraîne un chariot qui se trouve à l'extérieur de la buse ou du profilé.

Chez les vérins sans tige ce n'est pas un piston mais le chariot qui effectue la force mécanique.

Ce type d'entraînement permet de fabriquer des vérins avec des grandes courses et des encombrements réduits.

En fonction de la manière dont le chariot est accouplé au piston, on différencie les vérins sans tige avec accouplement magnétique (Fig. 17) ou mécanique (Fig. 18).

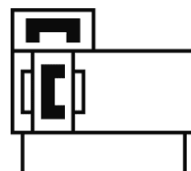


Fig. 17.

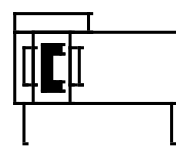


Fig. 18.

A. Vérin sans tige à accouplement magnétique

Chez ce type de vérins le chariot est accouplé au piston par une force magnétique (Fig. 19).

Une buse (1) est dotée d'un piston (2).

Le piston est pourvu de plusieurs bagues magnétiques (3).

A l'extérieur de la buse on retrouve un chariot (4) qui est également pourvu de plusieurs bagues magnétiques (5).

Le chariot est accouplé au piston par force magnétique et suit le mouvement du piston.

L'avantage de ce type de vérins sans tige est qu'il n'y a pas de fuites à travers la buse étant donné qu'il n'y a pas d'accouplement mécanique entre le piston et le chariot.

L'inconvénient de ce type de vérins est que le chariot peut se désaccoupler du piston.

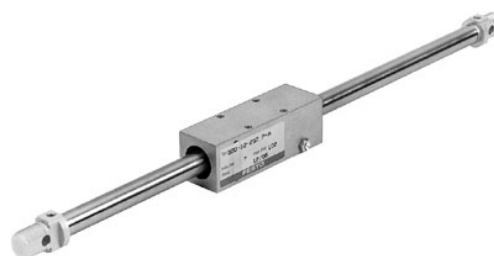


Illustration vérin sans tige à accouplement magnétique
FESTO type DGO-25-PPV-A-B

 Documentation

 Fiche technique

 Accessoires

 CAO

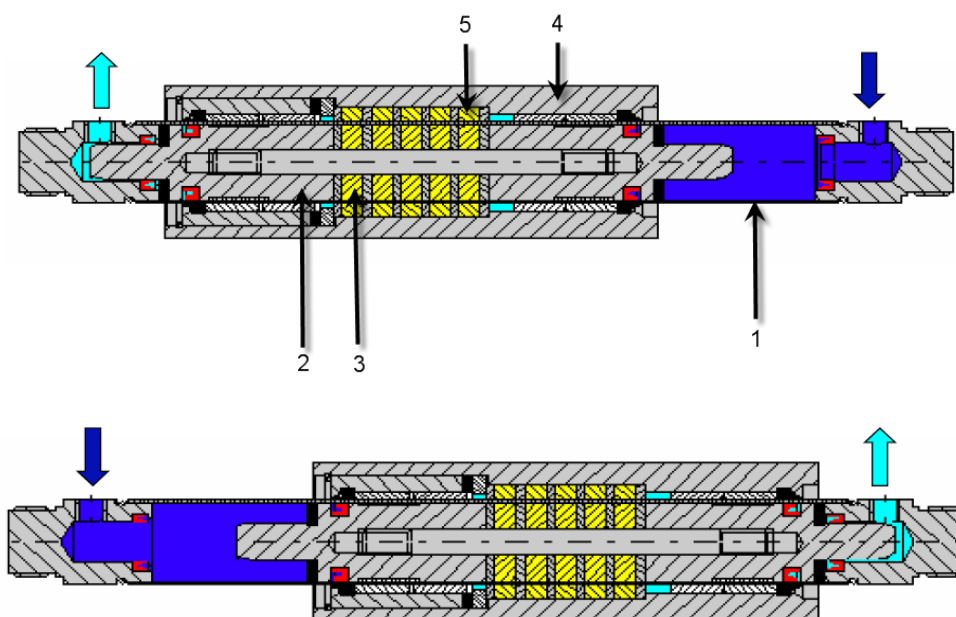


Fig. 19.

B. Vérin sans tige à accouplement mécanique et chariot d'entraînement

Avec ce type de vérins le chariot est accouplé mécaniquement au piston (Fig. 20)

Avec un accouplement mécanique le piston (1) est logé dans un profilé (2) et est accouplé au chariot (4) à l'aide d'un accouplement mécanique (3).

Ce type de construction a pour conséquence, qu'il y a une fente sur toute la longueur du profilé. Cette fente est rendue étanche lors du déplacement du piston à l'aide d'une bande d'étanchéité (5) qui est tendue entre les deux culasses (6). Une bande de protection externe (7) maintient les impuretés externes hors du vérin.

Le piston est pourvu de deux joints à lèvres (8) qui empêchent la fuite d'air au niveau de l'accouplement mécanique.

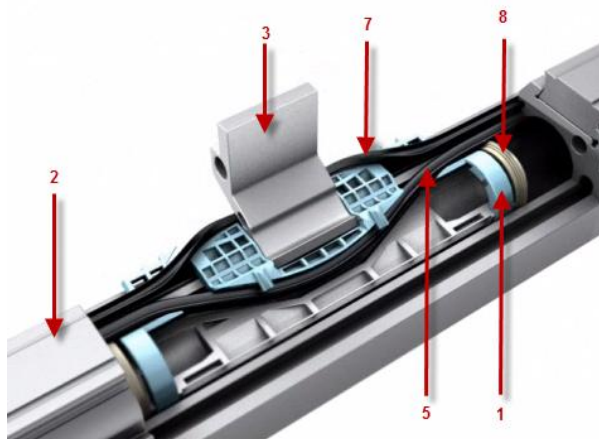


Fig. 20a

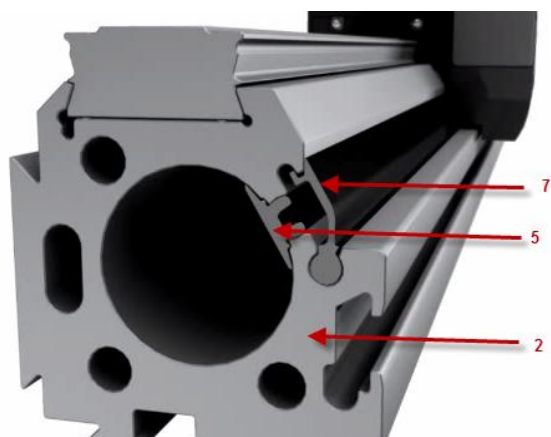


Fig. 20b

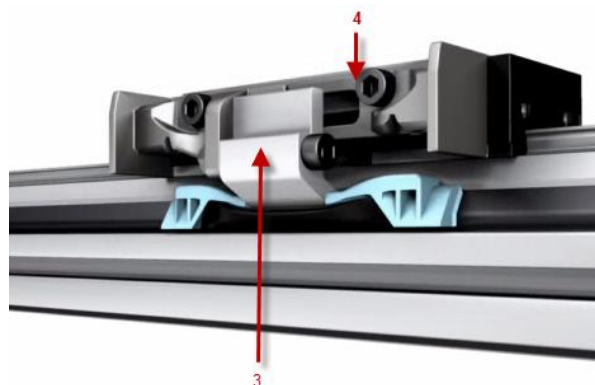


Fig. 20c

L'avantage de ce type de construction est qu'il y a un accouplement mécanique entre le piston et le chariot.

L'inconvénient est que des fuites d'air peuvent se produire au niveau de la bande d'étanchéité.

En fonction de l'application le chariot peut être exécuté avec un guidage de base, un guidage à pallier lisse ou un guidage à patin à billes.

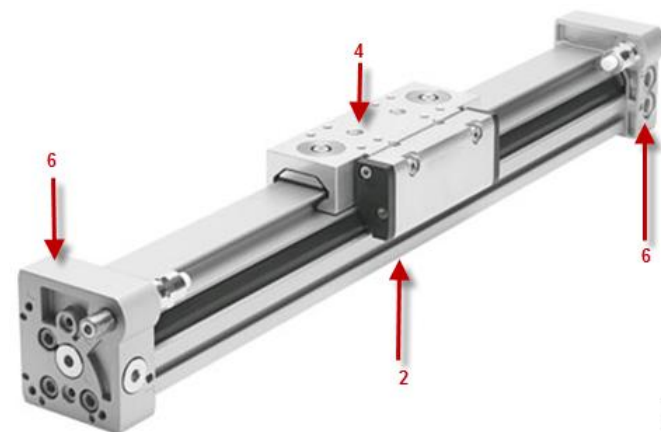


Illustration Vérin sans tige à accouplement mécanique et chariot d'entraînement FESTO type **Vérin linéaire DGC-25** - [Animation et coupe du produit](#)

[Documentation](#)

[Fiche technique](#)

[Accessoires](#)

[CAO](#)

Le vérin oscillant

A. Le vérin oscillant à pignon/crémaillère

Le vérin oscillant à pignon/crémaillère est une exécution spéciale du vérin à double effet (Fig.21).

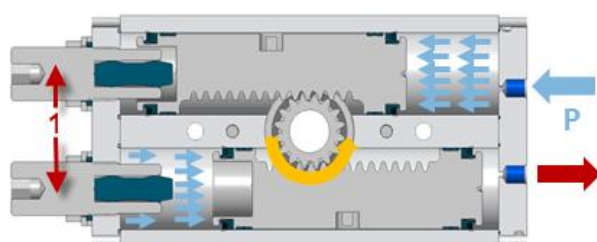
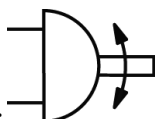


Fig. 21:

Deux tiges de vérin sont réalisées en tant que crémaillère qui entraîne un pignon. De ce fait, le déplacement rectiligne de la tige de vérin est transformé en un déplacement rotatif. L'exécution standard à un angle de rotation qui peut être réglé à l'aide de deux vis de réglages (1) entre 0-200°.



Symbole d'un vérin oscillant:

B. Le vérin oscillant à palette

Chez ce type de vérin oscillant la pression d'air agit sur une palette (Fig. 22) qui engendre un mouvement rotatif.

L'angle de rotation est réglable à l'aide de butées mécaniques et limité à environ 270°.

L'avantage de ce type de vérin oscillant est sa petite dimension et sa construction simple et peu onéreuse.

L'inconvénient du vérin oscillant à palettes est que son couple est dans la plupart des cas, limité à 20 Nm.

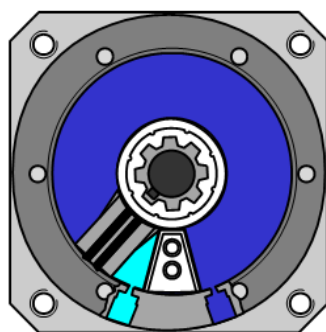


Fig. 22:

Le couple dépend de la pression, de la surface du piston et du rapport de réduction entre le pignon et la crémaillère.

Le vérin oscillant à pignon / crémaillère est utilisé sur des applications qui nécessitent de mouvements oscillants avec des couples élevés.



Illustration vérin oscillant à pignon/crémaillère FESTO type DRRD-20-180-FH-PA

[Animation et coupe du produit](#)

Documentation

Fiche technique

Accessoires

CAO

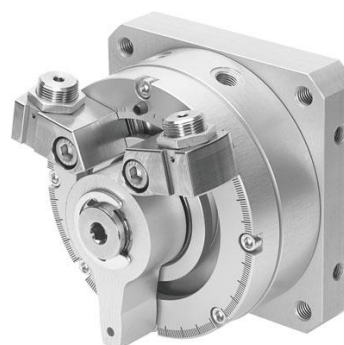


Illustration vérin oscillant à palette FESTO type

DSM-25-270-P-A-B

[Animation et coupe du produit](#)

Documentation

Fiche technique

Accessoires

CAO

Le montage du vérin

La manière dont nous fixons les vérins est déterminée par la machine ou l'installation.

A l'aide de plusieurs types d'accessoires de montage standards il est possible de monter un vérin d'une manière simple.

Il est important de choisir un vérin qui offre l'accessoire de montage souhaité étant donné que tous les vérins n'offrent pas les mêmes possibilités de montage.

La figure 23 donne un aperçu des types de montages pour un vérin normalisé.

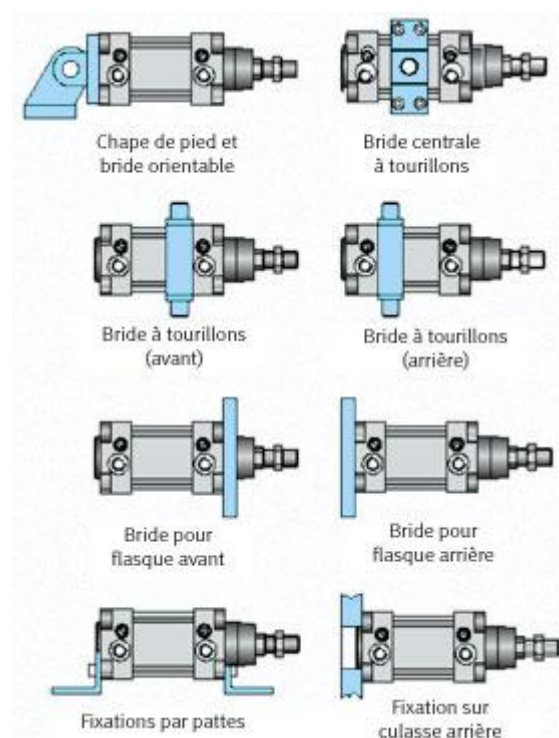


Fig. 23.

Les fixations des tiges du piston

Afin de permettre le montage de la tige du piston sur la machine, il existe plusieurs types d'accessoires de montage.

Les accessoires les plus courants sont la chape à rotule (Fig. 24), la chape de tige (Fig. 25), l'accouplement articulé (Fig. 26) et la flasque d'accouplement (Fig. 27).



Fig. 24.



Fig. 25.



Fig. 26.



Fig. 27.

Le guidage des vérins

Les vérins pneumatiques sont conçus pour exercer des forces axiales.

Des forces radiales sur les tiges de pistons ont, pour conséquence, que les joints sur le piston et le coussinet s'usent prématurément ce qui engendre une usure rapide du vérin.

Si toutefois des forces transversales sont à prévoir, il est conseillé d'équiper le vérin d'un guidage externe avec des roulements à billes ou patin lisse.

Pareils guidages existent en exécution standard pour tous les vérins normalisés.



Illustration unité de guidage FESTO type FENG-32--

Calcul de la force d'un vérin

La force qu'exerce le piston d'un vérin dépend de la surface du piston et de la pression de travail. La force théorique du piston peut être calculée de la manière suivante :

$$F_{th} = p \times A$$

Plus importante est la force réelle obtenue à la tige du piston. Pour obtenir la force réelle, il faut tenir compte des forces de frottement et déduire ces forces de la force théorique. En temps normal (pression de travail 0,4 à 0,8 MPa), on peut considérer que la force de frottement équivaut environ 10% de la force théorique.

La force réelle obtenue à la tige du piston d'un vérin double effet peut être calculée de la manière suivante :

$$F = F_{th} - F_w = p \times A - F_w$$

La surface effective de travail lors de la sortie du piston $A = \pi \times D^2 / 4$
La surface effective de travail lors de la rentrée du piston est plus petite du à la surface de la tige du piston $A = \pi \times (D^2 - d^2) / 4$

Description des grandeurs physiques utilisées:

F = force réelle obtenue à la tige du piston
 F_{th} = la force théorique du piston
 F_w = la force de frottement = 10% de F_{th}
 p = la pression de travail
 A = la surface effective de travail
 D = le diamètre du piston
 d = le diamètre de la tige de vérin

La vitesse du piston

Pour les vérins standard, la vitesse moyenne du piston se trouve entre 0,1 m/s et 1,5 m/s (6,0 m/min . . . 90 m/min). Un vérin pneumatique atteint sa vitesse maximale en situation exempte de charges. La vitesse du vérin diminue, au fur et à mesure que la charge augmente (Fig. 28). A charge maximale le vérin est à l'arrêt et on obtient une force statique.

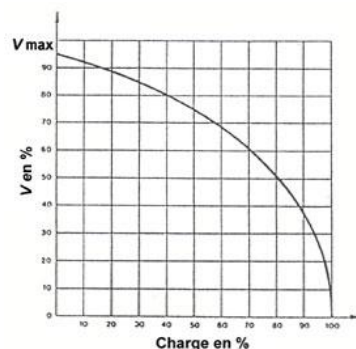


Fig. 28.

A titre indicatif, on considère que la charge maximum appliquée sur un vérin ne peut dépasser 70 % de la force que le vérin peut fournir.

$$F_{dyn} = F_{statique} / 0,7$$

En cas d'une charge de 70%, nous atteignons une vitesse d'environ 60% de la vitesse maximale du vérin.

La vitesse du vérin peut-être calculé par un [outil d'ingénierie](#).

Sélectionner "Outils d'ingénierie" au dessus des icones produits et sélectionner « Simulation pneumatique »

La consommation en air

Pour nous permettre de pouvoir déterminer le débit nécessaire à alimenter un vérin, il est important de pouvoir déterminer la consommation d'air de ce vérin.

La consommation d'air peut être trouvée à l'aide d'un [outil d'ingénierie](#). Sélectionner "Outils d'ingénierie" au dessus des icones produits et sélectionner « Consommation d'air ».

La consommation d'air d'un vérin double effet peut également être calculée de la manière suivante.

$$Q = A \times l \times (n \times 2) \times (p + 1)$$

Q = débit (cm³/min)
 A = la surface de piston (cm²)
 l = course du vérin (cm)
 p = la pression de travail (kg/cm² = bar)
 n = le nombre de cycles par unité de temps

Il est possible de recalculer le débit vers des l/min.
(1 l/min = 1.000 cm³/min)