

1. Introduction

L'automatisation, grande utilisatrice de technologie pneumatique pour la partie puissance essentiellement, provoque une forte évolution en croissance de la consommation d'énergie pneumatique.

Toutes les industries manufacturières utilisent l'air comprimé très adapté dans les process discontinus pour l'obtention simple de mouvements sur les machines électropneumatiques.

La connaissance du mode de production de cette énergie et du dimensionnement des appareils de fonctionnement présents sur chaque machine est devenue indispensable.

L'air comprimé est l'une des formes les plus anciennes de l'énergie que l'homme su domestiquer pour organiser différents travaux et ajouter à ses forces les avantages issus de sa production.

Il y a plus de deux mille ans, un Grec, Ktésibios, développe un canon pneumatique pour augmenter la portée du tir.

En 1857, l'air comprimé sert au percement du tunnel de Mont-Cenis ; en 1880, Westinghouse invente les freins à air comprimé.

En 1888, près de 200 kilomètres de tuyaux sont installés dans les égouts de Paris pour créer la poste pneumatique qui permet, jusqu'en 1984, aux bureaux de poste d'échanger des courriers.

Désormais, toute entreprise industrielle est équipée d'un système central de production d'air comprimé et d'un réseau de distribution, afin de disposer dans tous ses ateliers de l'énergie pneumatique tout comme de l'électricité.

L'automatisation est, bien sûr, une activité industrielle grande consommatrice d'énergie pneumatique pour la partie puissance et quelquefois la partie commande.

Cette énergie est obtenue par compression de l'air ambiant à pression atmosphérique.

Néanmoins, l'air puisé ainsi à l'atmosphère contient deux constituants nuisibles : les poussières et la vapeur d'eau.

On verra un peu plus tard les moyens à mettre en oeuvre pour les éliminer

Remarque : si l'on compare la pneumatique à l'hydraulique, deux questions peuvent venir à l'esprit :

• ***Pourquoi la pneumatique utilise-t-elle des pressions de 6 à 8 bars et pas 50 à 250 bars comme en hydraulique ?***

Le travail de compression de l'air pour obtenir une pression significative entraîne un dégagement de chaleur qui constitue une perte d'énergie et altère le rendement de la production de cette énergie.

8 bars est donc un seuil où le rendement est économiquement acceptable.

• ***Pourquoi la pneumatique peut être une énergie distribuée alors qu'en hydraulique elle est produite au pied de la machine ?***

Cette différence est due aux pertes de charge du fluide dans les canalisations qui dépendent de la tuyauterie, du carré de la vitesse et de la masse spécifique du fluide.

Ainsi, tous facteurs égaux par ailleurs, les pertes de charge hydrauliques sont 100 fois supérieures à celles de la pneumatique.

Théorie de l'air comprimé

1. Propriétés physiques

L'air considéré comme gaz parfait répond aux lois régissant ces gaz : **lois de Boyle-Mariotte**, de **Gay-Lussac** et de **Laplace**.

Dans l'usage courant qui en est fait industriellement, seule la **Loi de Boyle-Mariotte** doit être rappelée.

2. Composition de l'air

Cet air, constitué à 78 % d'azote, 21 % d'oxygène et 1% d'hydrogène, de gaz carbonique et de gaz rares, est un fluide élastique qui se comporte comme un gaz parfait.

Composition en Volume

Azote	78.09% N ₂
Oxygène	20.95% O ₂
Argon	0.93% Ar
Autres	0.03%

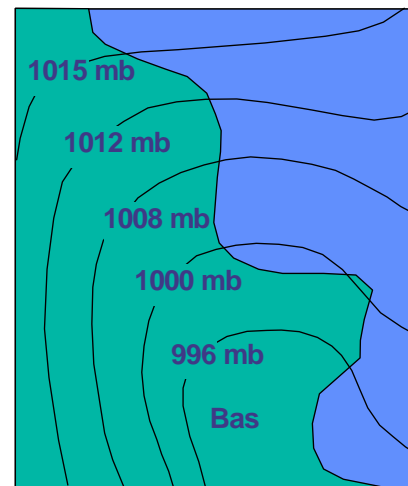
3. la pression atmosphérique

La pression atmosphérique est causée par le poids de l'air au dessus de nous. La pression diminue lorsque on gravit une montagne et augmente lorsque l'on descend dans une mine

Elle varie sous l'influence des conditions météorologiques

On voit les valeurs de la pression atmosphérique sur une carte météorologique
Les lignes appelées les isobares montrent les découpes des pressions en mbar.

Elles aident à prévoir la force et la direction du vent.



4. Atmosphère standard

Une atmosphère standard est définie par l'**Organisation Internationale de l'Aviation Civile**.

La pression et la température au niveau de la mer est de 1013.23 mbar à 15 °C (288K)



5. Atmosphère ISO

Recommandation ISO R 554

Atmosphère standard pour évaluer des composants ou les équipements

- 20°C, 65% d'humidité, 860 à 1060 mbar
- 27°C, 65% d'humidité, 860 à 1060 mbar
- 23°C, 50% d'humidité, 860 à 1060 mbar

Tolérances $\pm 2^{\circ}\text{C} \pm 5\%$ d'humidité
 Tolérances réduites $\pm 1^{\circ}\text{C} \pm 2\%$ RH
 La norme fait référence à l'atmosphère à laquelle les essais effectués à d'autres atmosphères peuvent être corrigés

- **20°C, 65% d'humidité, 1013 mbar**

6. Baromètre de mercure

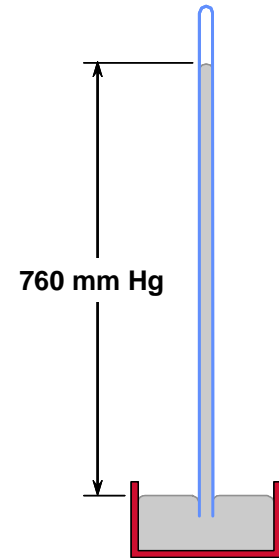
La pression atmosphérique peut être mesurée comme une colonne de fluide dans un tube vide

760 mm Hg = 1013.9 mbar approximativement

Pour un baromètre à eau la hauteur serait de 10 m.
 (Hg = 13.6 X densité de H₂O)

Le vide se mesure en Torr

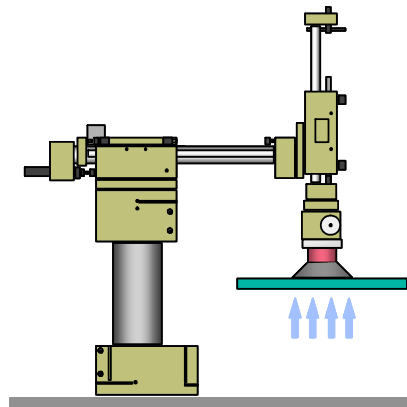
1 mm Hg = 1 Torr
 760 Torr = pression atmo.
 0 Torr = vide total



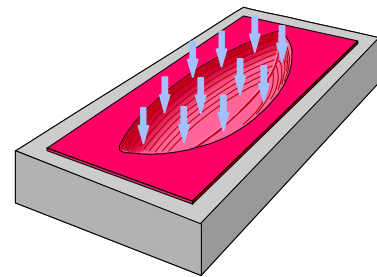
7. Le vide

L'utilité du vide est évidente dans les machines industrielles.

La préhension de pièces et le moulage sous vide en sont des exemples



Ventouses



Mise en forme de thermoplastiques

8. La pression

La pression constitue la première grandeur fondamentale de la pneumatique.

La mesure de la pression des fluides se fait souvent en relatif, c'est-à-dire en donnant la différence entre la pression du fluide et la pression atmosphérique.

Elle est appelée pression relative ou manométrique ; si l'on admet que la pression atmosphérique de référence est de 1 bar en absolu, alors on a la relation suivante :

$$P \text{ absolue} = P \text{ relative} + P \text{ atmosphérique}$$

$$P \text{ absolue} = P \text{ relative} + 1 \text{ avec } P \text{ en bars.}$$

Unités

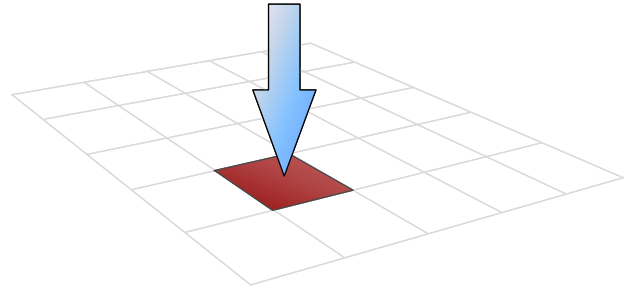
$$1 \text{ pascal} = 1 \text{ N/cm}^2$$

$$1 \text{ bar} = 100000 \text{ N/m}^2 \text{ (Newtons par mètre carré)}$$

$$1 \text{ bar} = 10 \text{ N/cm}^2$$

Pour des petites pressions on utilise le millibar mbar
 1000 mbar = 1 bar

Le système anglo-saxon utilise la livre par pouce carré
 1 psi = 68.95mbar
 14.5 psi = 1bar



Il y a beaucoup d'unités de mesure de pression.
 Certaines d'entre elles et leurs équivalents sont inscrits ci-dessous.

- 1 bar = 100000 N/m²
- 1 bar = 100 kPa
- 1 bar = 14.50 psi
- 1 bar = 10197 kgf/m²
- 1 mm Hg = 1.334 mbar approx.
- 1 mm H₂O = 0.0979 mbar approx.
- 1 Torr = 1mmHg abs (pour le vide)

Le tableau suivant donne les conversions pour toutes les autres unités usitées.
 Cela signifie que lorsque nous lisons 6 bars sur un manomètre, il faut comprendre que c'est une valeur de pression relative.
 En pression absolue, sa valeur est 6 + 1 = 7 bars

Figure 1. Tableau de conversion des unités de pression

bar	kg/cm ²	Atm	m d'eau	cm de mercure	PSI *
1	1,019	0,987	10,19	75	14,5
0,981	1	0,968	10	73,6	14,2
1,013	10,33	1	10,33	76	14,7
0,0981	0,10	0,0968	1	7,36	1,42
0,0133	0,0136	0,00132	0,136	1	0,193
0,0689	0,0703	0,0681	0,703	5,18	1
6,89	7,03	6,81	70,3	518	100

1 torr = 1,33 mbar * Utilisée aux États-Unis: Pound per Square Inch

9. Air comprimé pour l'industrie

Les pressions sont définies en pression relative (ou manométrique)

Le zéro sur cette échelle correspond à la pression atmosphérique

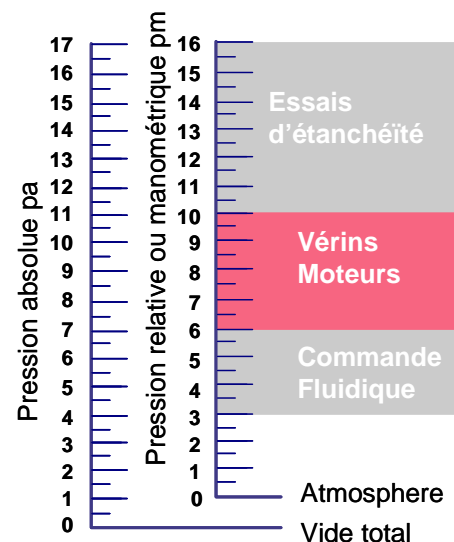
La pression relative = $p_a + p_{atm}$

Pour des calculs rapides on suppose

1 atmosphère = 1000 mbar

Pour des calculs précis

1 atmosphere = 1013 mbar

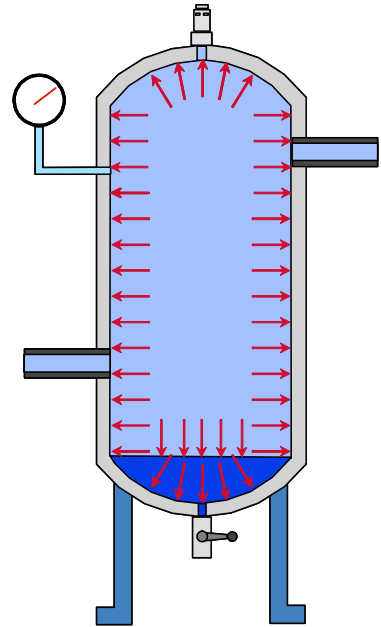


10. Pression et force

L'air comprimé génère une force de valeur constante sur chaque surface de contact interne d'un l'équipement

Le liquide dans un récipient sera pressurisé et transmettra cette force

Pour chaque bar de pression manométrique, 10 Newtons sont générés uniformément sur chaque centimètre carré.



La poussée développée par un piston sous l'action de la pression est la surface utile multipliée par la pression

$$Poussée = \frac{\pi D^2 \rho}{4} \text{ daN}$$

où

D = le diamètre du cylindre en cm

ρ = la pression en bar.

La force agissant latéralement sur un cylindre est la surface projetée multipliée par la pression

Cette force permet de dimensionner l'épaisseur du cylindre

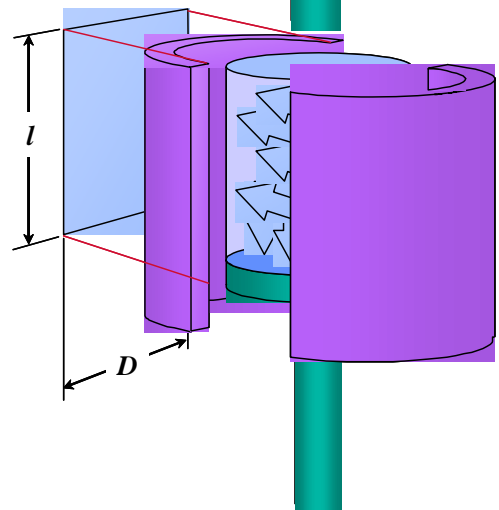
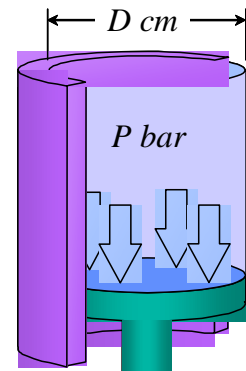
$$Force = D . l . \rho \text{ daN}$$

Où

D = diamètre du cylindre en cm

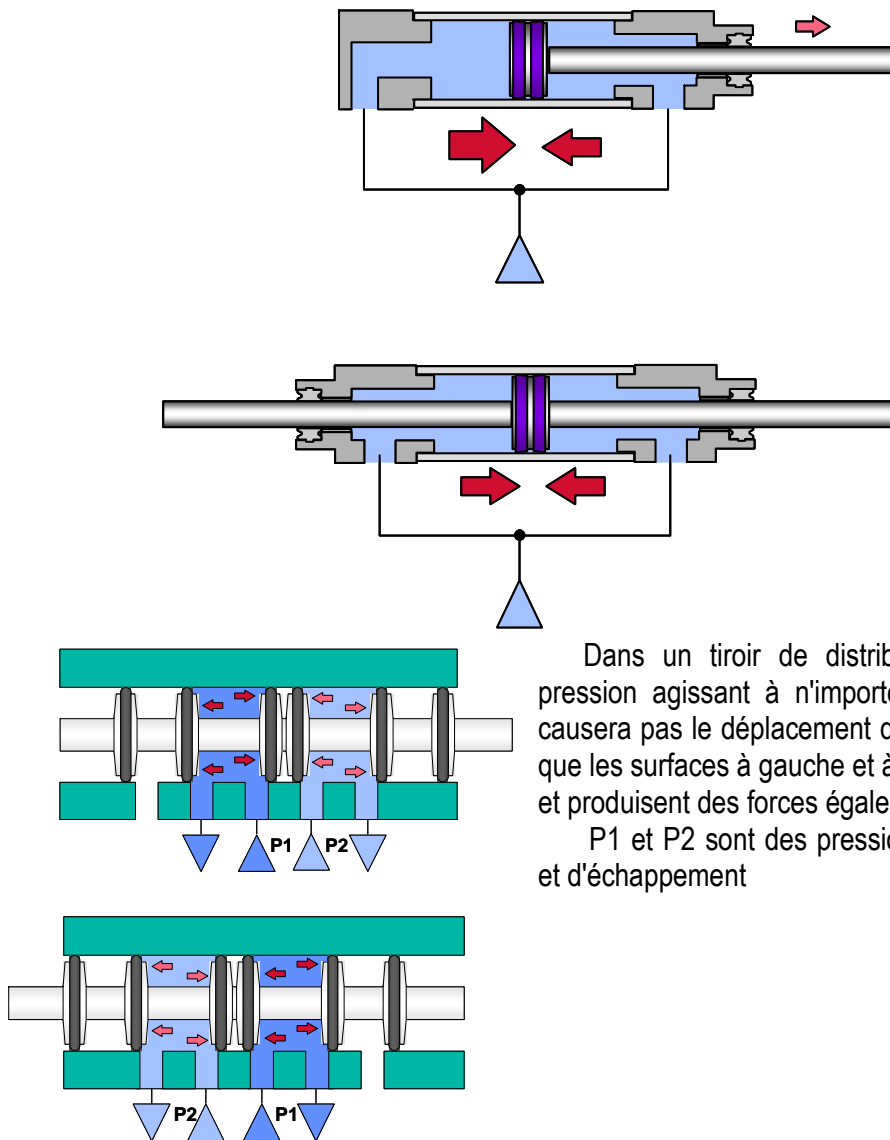
l = longueur de la chambre sous pression

ρ = pression en bar



Si les deux entrées d'un cylindre sont connectées à la même source de pression, la tige sortira en raison de la différence de surface de l'un ou de l'autre côté du piston

Si un par un vérin à double tige on applique la pression de cette façon il sera en l'équilibre et ne se déplacera dans aucune direction



Dans un tiroir de distributeur équilibré la pression agissant à n'importe quel orifice ne causera pas le déplacement de ce dernier parce que les surfaces à gauche et à droite sont égales et produisent des forces égales et opposées
P1 et P2 sont des pressions d'alimentation et d'échappement

11. Le volume

Les gaz étant compressibles, donner le volume d'une quantité d'air n'a aucun sens si l'on ne précise pas la pression et la température de ce volume.

Afin d'unifier cette valeur, on définit des conditions normales, à savoir une température de + 20°C et une pression atmosphérique.

Le volume se note alors Nm³ ou NI et se lit « normal mètre cube » ou « normal litre ».

On peut aussi trouver l'indication ANR qui signifie : « aux conditions de l'atmosphère normale de référence ».

Exemple : V (ANR) = 5 m³ (ANR).

12. Le débit volumique

La définition adoptée pour le volume normal s'étend aux débits.

Le débit est un volume d'air traversant une section par unité de temps.

On notera usuellement Nm³/h ou bien alors NI/min.

Exemple : Qv = 1300 NI/min (1300 normaux litres par minute).

13. Unités de débit

Le flux est mesuré comme un volume d'air libre par unité de temps

Les unités plus utilisées sont :

- Litres ou décimètres cubes par seconde L/s ou dm^3/s
- Mètres cubes par minutes : m^3/min
- Pied cubique par min. (anglo-saxon) $scfm$

$$1 m^3/mn = 35.31 scfm$$

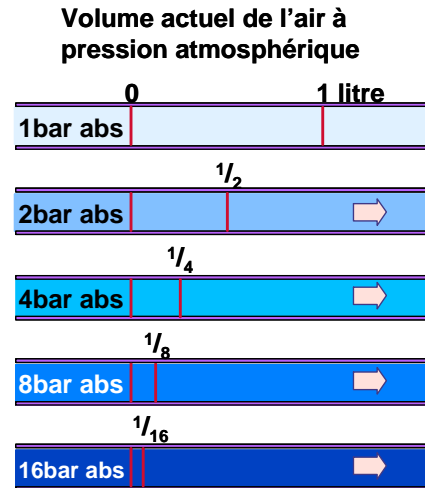
$$1 dm^3/s = 0.06 m^3/mn$$

14. Débit d'air

L'espace entre les traits représente le volume réel dans un cylindre occupé par 1 litre d'air ambiant aux pressions absolues respectives.

Le débit a lieu comme le résultat d'un différentiel de pression. A 1bar absolu (0 manométrique) il n'y a pas de débit

Si la vitesse reste la même à chaque cas, le volume qui s'écoulera sera proportionnel à la pression.

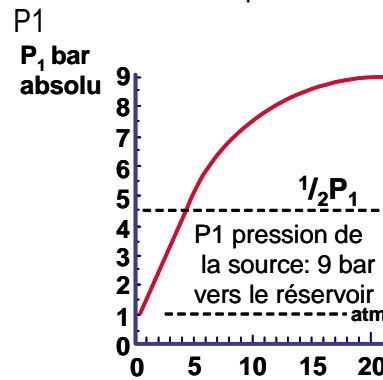
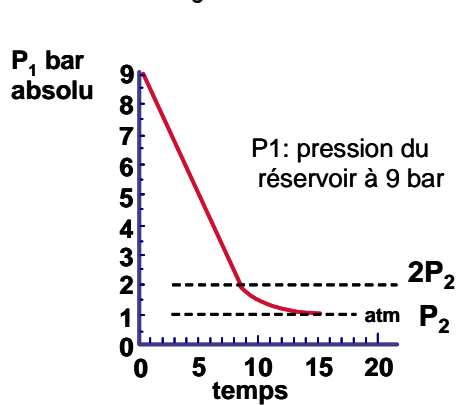


15. Débit sonique

La vitesse limite à laquelle l'air peut couler est la vitesse du son

Pour le débit sonique puisse exister, P_1 doit être approximativement 2 fois P_2 ou plus. Quand l'air sort d'un réservoir à haute pression, à l'atmosphère, le débit sera constant de P_1 à $2 P_2$

Quand on charge un réservoir le débit sera constant avant que P_2 ne soient à $1/2 P_1$



Lois sur les gaz

Lois sur les gaz

Pour n'importe quelle masse donnée d'air, les variables sont la pression, le volume et la température.

En immobilisant une des trois variables à une valeur constante, nous regarderons le rapport l'influence sur les deux autres variables pour chaque cas.

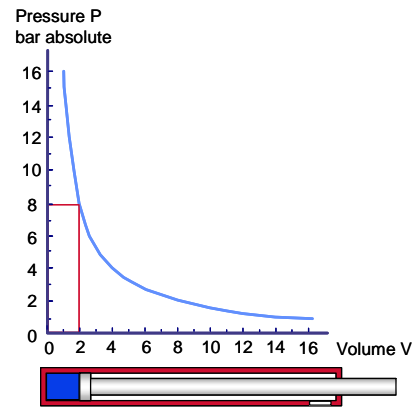
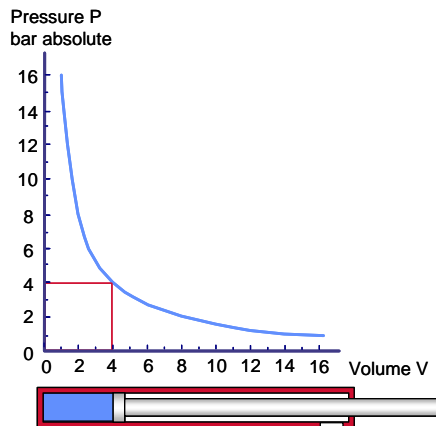
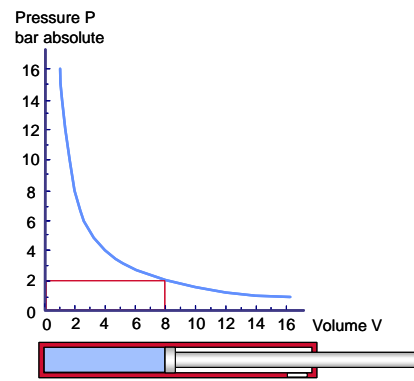
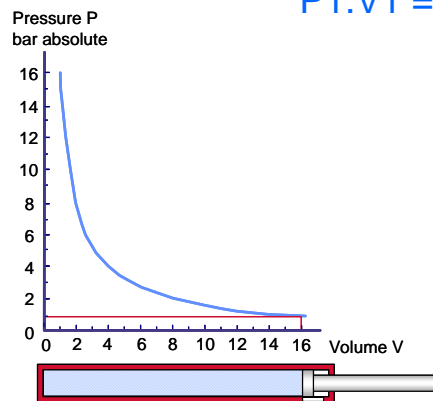
- Température constante
- Pression constante
- Volume constant

1.1. Température constante

Loi de Mariotte : le produit de la pression absolue par le volume d'une masse donnée de gaz, reste constant si la température du gaz reste constante.

Ce processus est appelé **isotherme** (à température constante). Il doit être assez lent pour que la chaleur puisse sortir.

$$P1.V1 = P2.V2 = \text{constant}$$



1.2. Pression constante

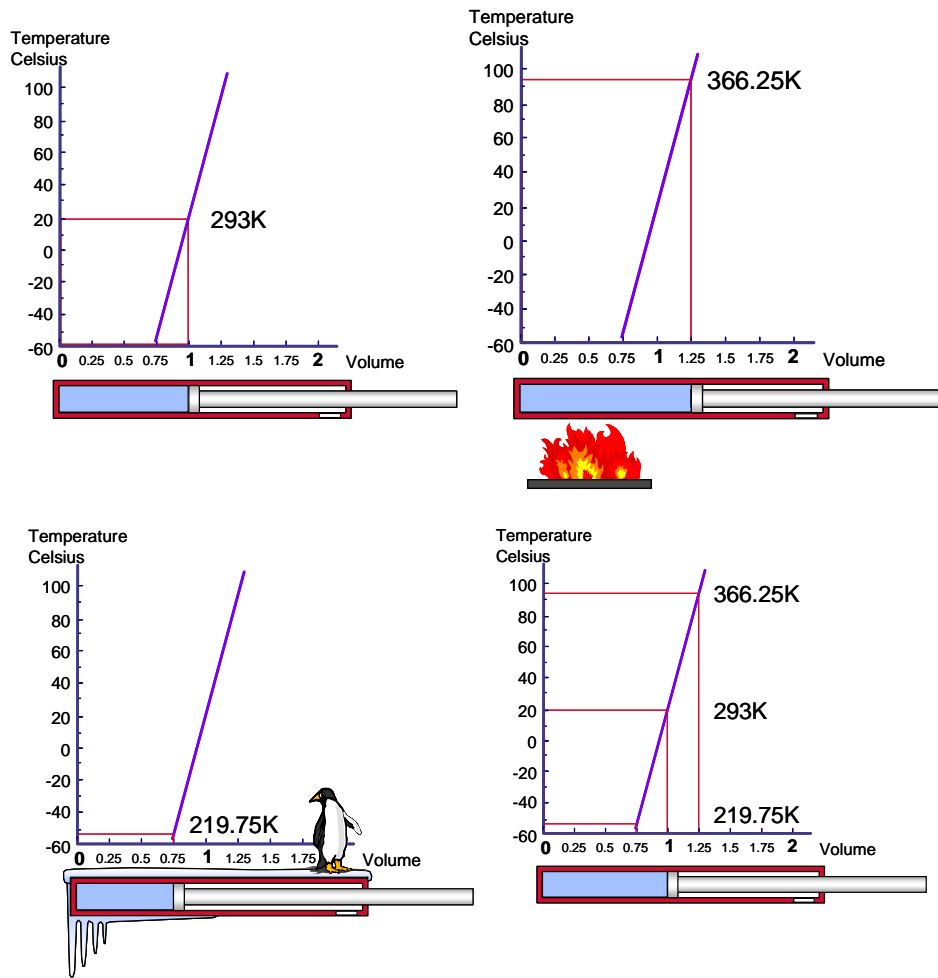
Loi de Gay Lussac : pour une masse donnée de gaz à la pression constante, le volume est proportionnel à la température absolue.

En cas de changement de T° , le volume varie pour garder la pression constante (pas de frottements)

Pour une variation de 20°C à 73.25°C il se produira un changement de 25 % de volume.

$$0^\circ \text{ Celsius} = 273\text{K}$$

$$\frac{V_1}{T_1(K)} = \frac{V_2}{T_2(K)} = c$$



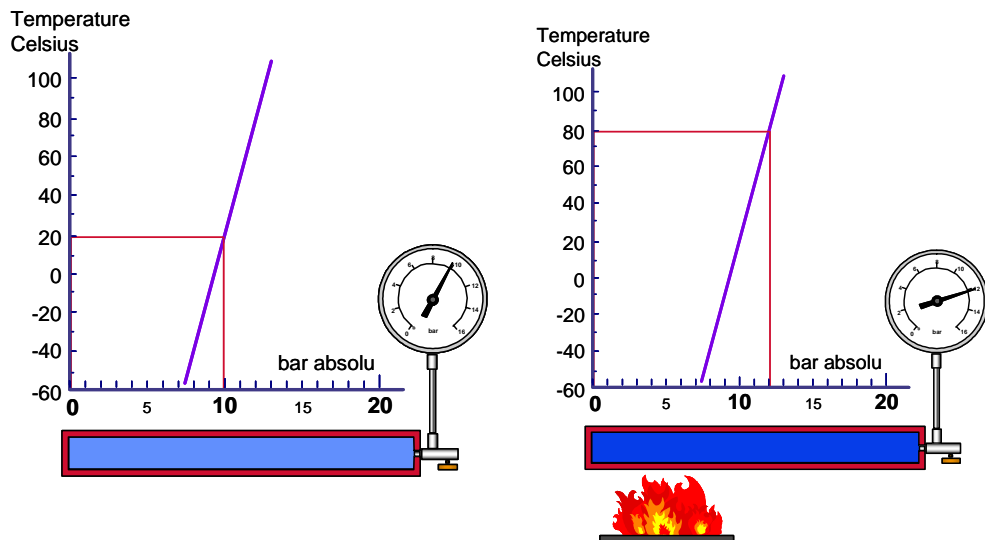
1.3. Volume constant

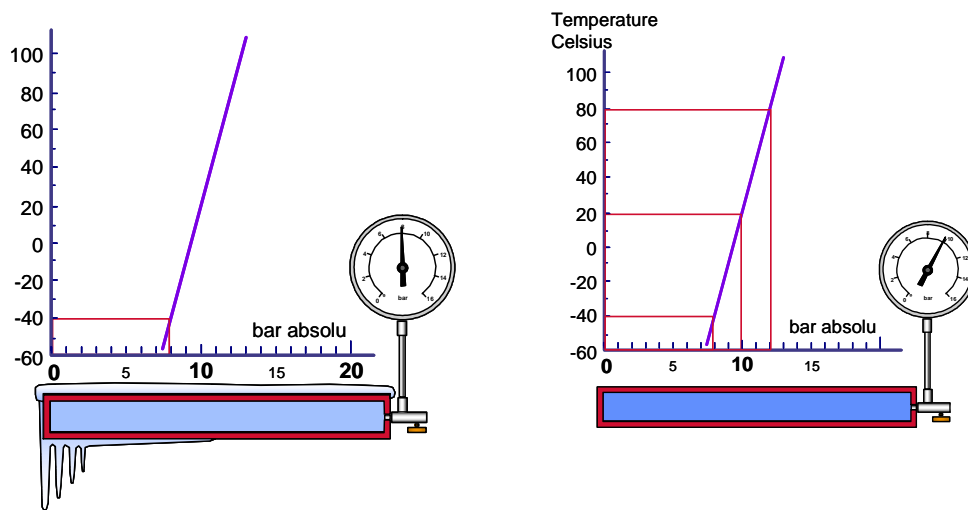
De la loi de **Boyle-Mariotte** nous pouvons aussi voir que si le volume d'une masse donnée d'air devait être tenu à une valeur constante, la pression sera proportionnelle à la température absolue K.

Pour un volume à 20°C et 10 bar de pression absolue, un changement de la température de 60°C produira un changement de la pression de 2.05 bar

0°C = 273K

$$\frac{P_1}{T_1(K)} = \frac{P_2}{T_2(K)}$$





2. loi générale sur les gaz

La loi générale sur les gaz est une combinaison de la loi de Boyle et la loi de Mariotte où la pression, le volume et la température peuvent tous varier pour une masse donnée de gaz, mais leur rapport aboutissent à une valeur constante.

$$\frac{P_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{P_2 \cdot V_2}{T_2} = \text{constant}$$

3. Compression adiabatique

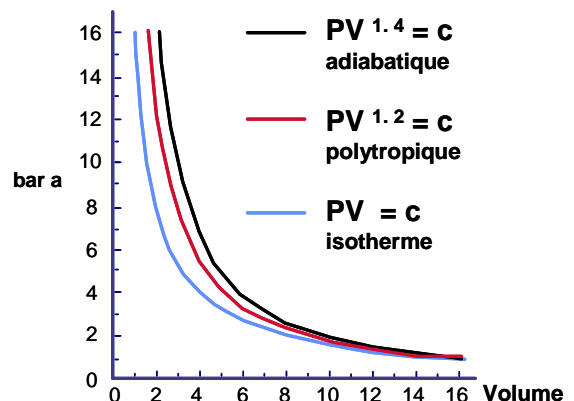
Dans la théorie, quand un volume d'air est comprimé subitement, le processus est adiabatique (aucun temps pour dissiper la chaleur par les parois du cylindre)

Pour une compression et détente adiabatique:

$$PV^n = c$$

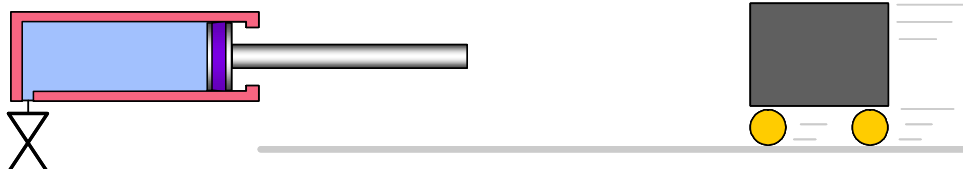
air $n = 1.4$

Dans le cylindre d'un compresseur d'air le processus est rapide, mais un peu de chaleur sera perdue par les parois du compresseur, donc la valeur de n sera approximativement de 1,3 pour un compresseur à vitesse élevée.



4. Compression polytropique

- En pratique comme dans un choc absorbant l'énergie, il y aura une petite perte de chaleur pendant la compression
- La caractéristique de compression sera quelque part entre adiabatique et isotherme.
- La valeur de n sera inférieure à 1.4 et dépend du taux de compression. Typiquement $PV^{1.2} = c$ peut être employé, mais est applicable seulement pendant le processus.



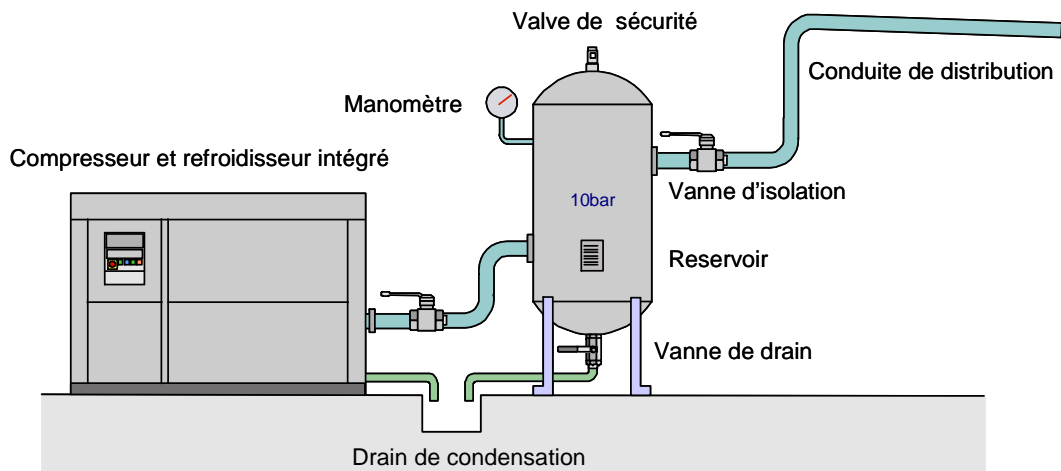
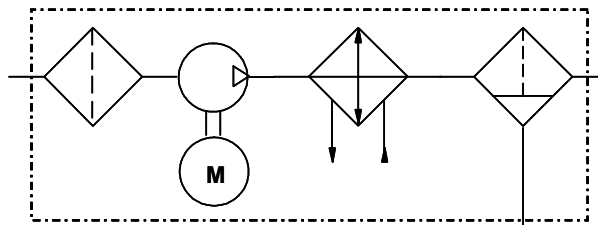
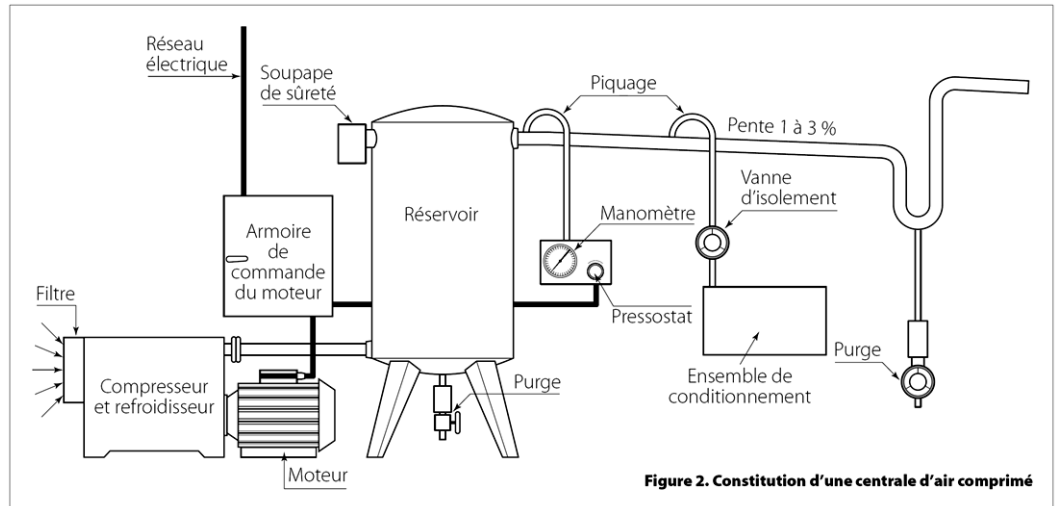
Production de l'air comprimé

1. Production de l'air comprimé

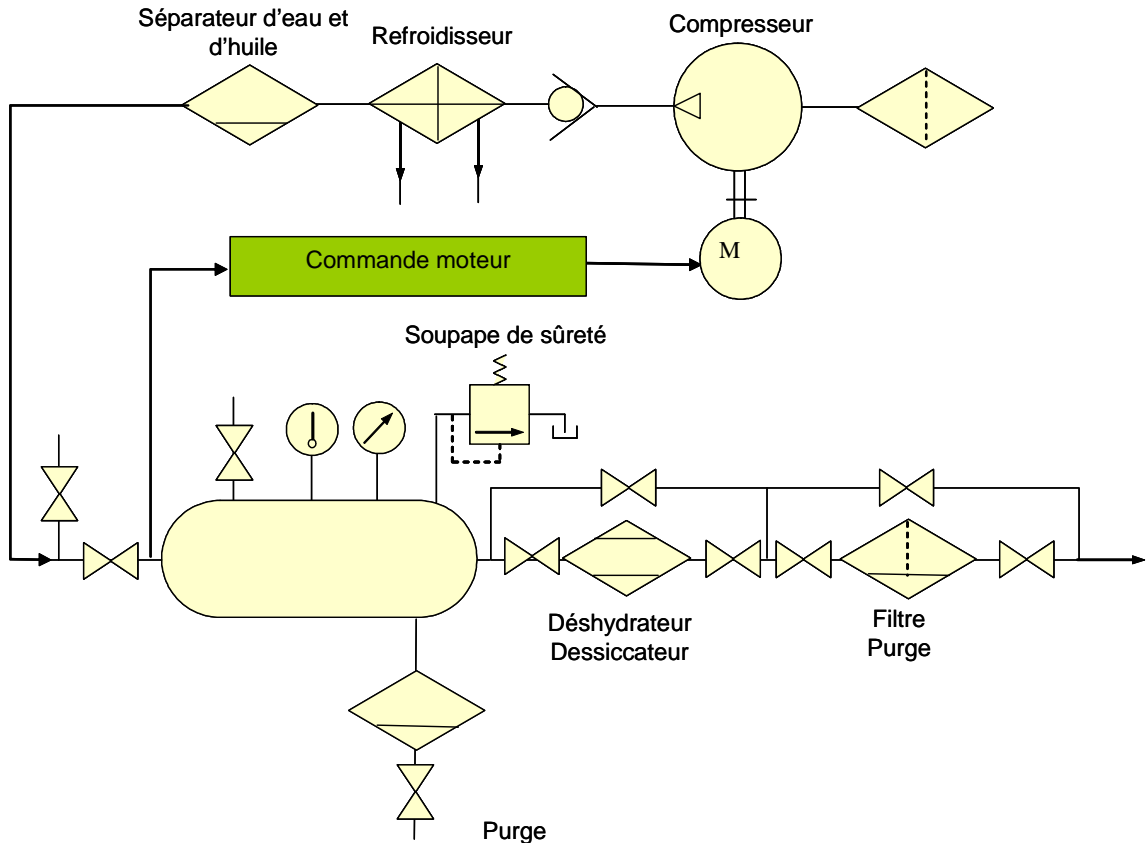
La production d'air comprimé est relativement aisée et nécessite principalement

- un compresseur,
- un filtre d'aspiration,
- un refroidisseur,
- un sécheur,
- un accumulateur,
- des purges
- et une armoire de contrôle pour réguler la production.

La figure 2 donne la constitution classique d'une centrale d'air comprimé.



Symbolisation détaillée d'une installation



2. le compresseur

2.1. Rôle

Augmenter la pression de l'air.

2.2. Technologie

Deux principes sont utilisés industriellement.

Compresseurs volumétriques

Une quantité d'air à pression P_1 est enfermée dans une enceinte à volume variable, on diminue le volume de l'enceinte: la pression augmente jusqu'à P_2 , cet air est alors dirigé vers le point d'utilisation.

Turbocompresseurs

Une vitesse élevée est communiquée à l'air basse pression. L'air acquiert une énergie cinétique, il est alors canalisé vers le point d'utilisation, son énergie cinétique se transformant en augmentation de pression.

3. Choix d'un compresseur

Aspects techniques

Le compresseur doit pouvoir fournir une pression supérieure à la pression maxi d'utilisation.

Son débit doit être supérieur à la somme des consommations des appareils susceptibles de fonctionner simultanément.

Il est souhaitable de prévoir les appareils qui seront installés ultérieurement.

Afin d'éviter une usure prématurée du compresseur, il faut lui ménager des temps d'arrêt permettant le refroidissement des pièces et de l'huile.

Aspects économiques

Le prix du compresseur est lié à sa pression et à son débit, il est donc souhaitable de choisir un compresseur juste suffisant pour l'installation considérée.

Ceci est en contradiction avec l'aspect technique et le choix sera compromis.

À titre documentaire, on peut proposer :

– pression compresseur = $1,2 \times$ pression maxi d'utilisation

– débit compresseur = $k \times \Sigma$ consommations simultanées avec $k = 1,5$ si l'installation est bien connue ou si son évolution est bien prévisible. $K = 2$ à 3 si l'évolution est mal connue.

4. Filtre d'aspiration du compresseur

Rôle

Arrêter les poussières en suspension dans l'air aspiré par le compresseur.

Technologie

Les filtres d'aspiration sont fréquemment incorporés au compresseur, ils sont constitués de couches de toile, feutre, matières synthétiques... ou par des systèmes de chicanes en tôle huilée.

Choix d'un filtre

Ce choix est généralement fait par le constructeur du compresseur.

Le filtre ne doit pas provoquer de résistance importante à l'aspiration.

5. Le refroidisseur

Rôle

L'élévation de pression de l'air dans le compresseur s'accompagne d'une élévation assez importante de température.

Cet air chaud peut être préjudiciable à la bonne tenue de certaines pièces (joints).

Si l'air se refroidit dans la ligne de distribution, il se produira des condensations de la vapeur d'eau qu'il contient et des baisses de pression (lois de Gay-Lussac). Il est donc nécessaire de refroidir l'air en sortie du compresseur.

Technologie

L'air sortant du compresseur traverse des tubes à ailettes facilitant l'échange de température, si nécessaire une ventilation forcée augmente les échanges de chaleur.

Choix d'un refroidisseur

Le constructeur du compresseur fournit ou préconise le refroidisseur convenant bien au compresseur choisi

6. Le réservoir

Rôle

Le compresseur a souvent un débit pulsé, la pression d'air est donc variable.

Un réservoir permet d'atténuer ces variations de pression jusqu'à les rendre négligeables. Le réservoir permet également de ménager des temps d'arrêt dans le fonctionnement du compresseur.

Technologie

Les réservoirs sont réalisés en tôle d'acier soudée. Ils sont cylindriques à fonds bombés. Ils doivent résister à deux fois la pression maxi de service.

Choix du réservoir

Le constructeur du compresseur préconise un réservoir adapté.

7. Purge de réservoir

Rôle

L'air introduit dans le réservoir est de l'air atmosphérique dont on a augmenté la pression. Cet air contient donc de la vapeur d'eau.

Une enceinte de volume déterminé ne peut contenir qu'une masse limitée d'eau sous forme de vapeur, si on ajoute de l'eau ou de la vapeur, il y a immédiatement condensation.

La masse maxi de vapeur que peut contenir une enceinte varie en fonction de la température

Technologie

On utilise parfois des purges manuelles, c'est-à-dire un simple robinet placé au fond du réservoir (point le plus bas).

Le plus souvent, on utilise des purgeurs automatiques.

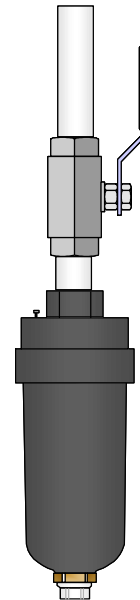
Dès que le niveau de l'eau de condensation est assez élevé, le flotteur se soulève et permet l'évacuation.

Choix d'une purge

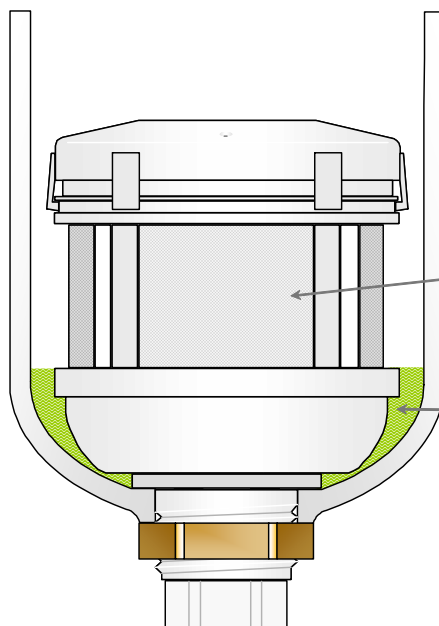
Elle ne représente aucune difficulté, doit être adaptée à la capacité du réservoir et surtout être placée au point le plus bas.

Techniques de fonctionnement : soupape de vidange

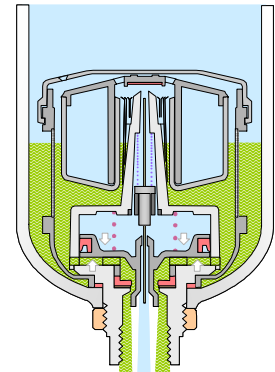
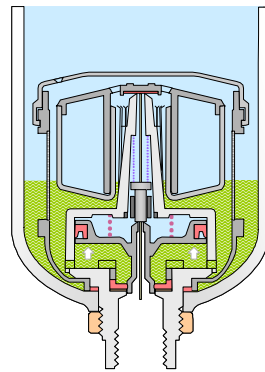
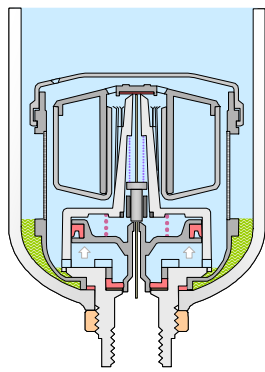
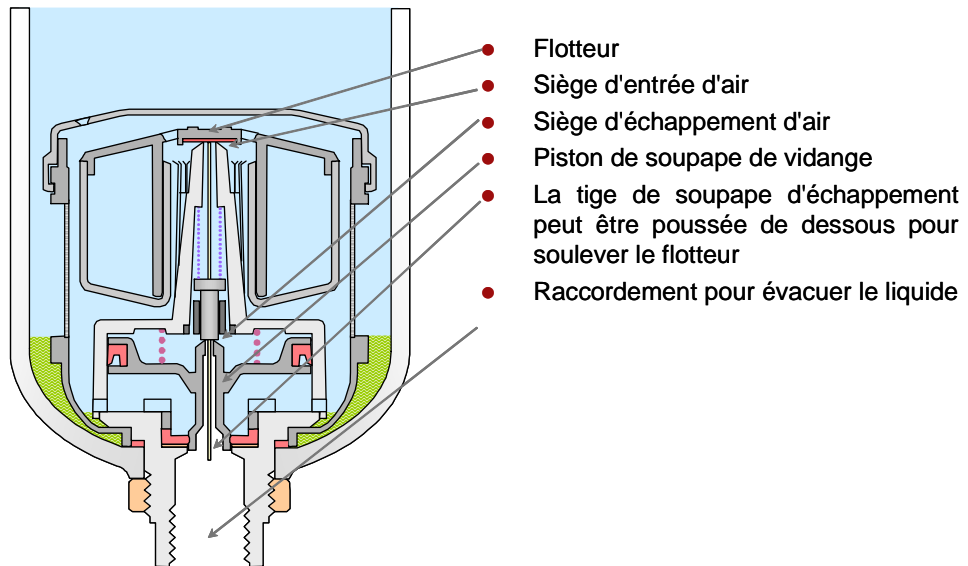
- Soupape de vidange automatique installée sur un point bas
- L'eau est automatiquement vidangée lorsque la pression est présente.
- Équipée d'une vanne d'isolement pour l'entretien
- Incorpore un filtre à mailles pour maintenir les grandes particules
- Construit avec clapet de purge pour dépressuriser l'unité avant l'entretien



Soupape de vidange automatique



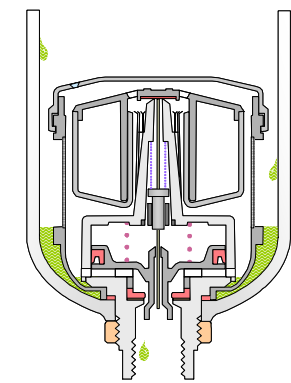
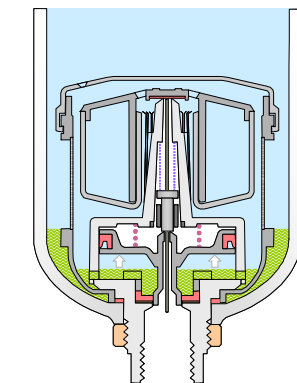
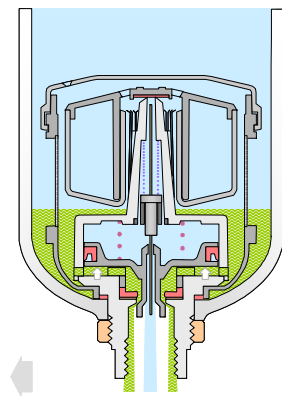
- Quand le niveau d'eau est atteint la soupape s'ouvre et libère l'eau
- Quand aucune pression n'est présente la soupape ne s'ouvre pas
- Maille en nylon de 500 μm pour empêcher de grandes particules pleines d'obstruer le canal de sortie
- Zone de rétention des grosses particules



- La pression d'abord appliquée à la cuvette soulève entièrement le piston et ainsi le drain est fermé
- Le piston est en équilibre sous l'action de la pression

- Le niveau d'eau monte mais pas assez pour soulever le flotteur

- L'eau monte suffisamment pour soulever le flotteur et permettre à l'air comprimé d'agir sur le piston et libérer le passage de sortie du liquide



- L'eau s'évacue jusqu'au moment où le flotteur redescend et bouche l'orifice de sortie.

- Le piston en position haute fermant entièrement la soupape
- Le cycle est répété toutes les fois qu'il y a la suffisamment d'eau pour soulever le flotteur

- Quand la pression de système est absente le ressort abaissera le piston pour ouvrir la soupape et le système se vidangera graduellement.

8. Asservissement d'un compresseur

Ces compresseurs sont entraînés par des moteurs électriques.

Une prise de pression existe sur le réservoir, un manostat ouvre le circuit électrique d'alimentation du moteur dès que la pression dans le réservoir atteint une valeur maximale réglée à l'avance.

Le manostat rétablit l'alimentation du moteur quand la pression dans le réservoir atteint un seuil inférieur.

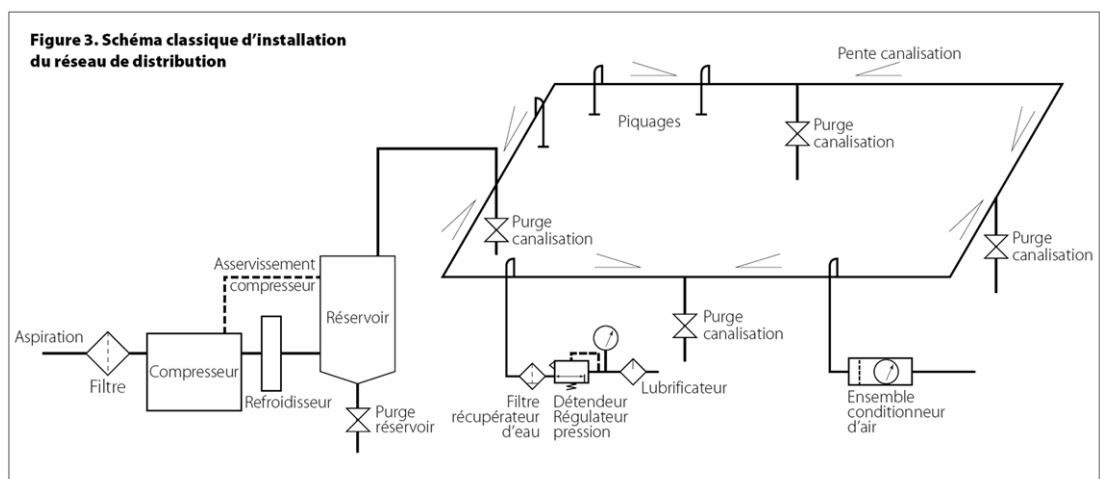
9. Distribution de l'énergie pneumatique

L'air comprimé produit par la centrale doit être amené à pied d'oeuvre au moyen d'un réseau de distribution judicieusement établi.

Rappelons, à ce sujet, quelques principes généraux à prendre en compte lors de l'étude d'une installation :

- concevoir un réseau évolutif capable d'extensions ou de branchements nouveaux et, de ce fait, prévoir pour le réseau principal une canalisation largement dimensionnée ;
- adopter la conduite principale en boucle fermée, qui permet d'obtenir une égalité des pressions à l'utilisation ;
- réaliser des circuits fermés par types d'atelier ou par niveaux de pression ;
- éviter d'enterrer les canalisations (difficultés de surveillance et d'entretien) ;
- rechercher le nombre minimal de restrictions brusques (raccords, té, coudes...), qui sont autant d'obstacles et de freins au débit du fluide. Elles génèrent des pertes de charges affaiblissant la pression d'utilisation ;
- éviter la condensation de l'humidité de l'air dans le réseau en assurant une légère pente aux canalisations (notamment le collecteur principal), en plaçant à chaque point bas un réservoir équipé d'un purgeur et en prévoyant tous les piquages de prises d'air sur la génératrice supérieure des canalisations ;
- utiliser une robinetterie et des outillages parfaitement étanches afin de réduire au minimum les risques de fuite et les pertes de puissance.

Exemple de réseau



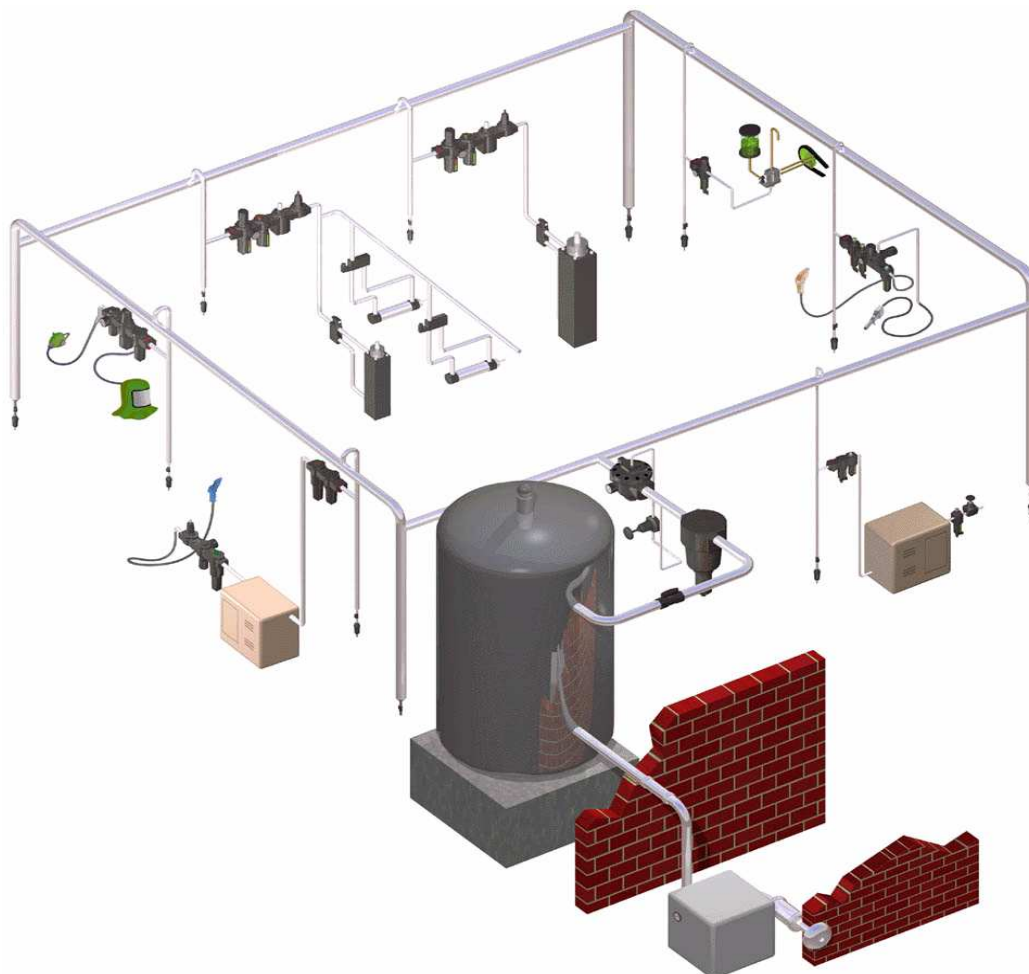
Sur chaque machine, cette fluctuation de la pression du réseau peut être accentuée par les variations de la demande en air des machines voisines.

Pour obtenir une constance de travail des machines, il est donc important de réguler cette pression et de l'ajuster à la valeur optimale pour chaque machine.

Enfin, il est recommandé de lubrifier l'air à l'entrée des machines : cela s'avère indispensable pour certains actionneurs tels les moteurs rotatifs pneumatiques.

La lubrification est toutefois moins nécessaire pour les vérins : ces derniers évoluent vers un fonctionnement n'exigeant plus d'apport d'huile.

Installation des éléments d'un réseau



1. Principe de fonctionnement

Compression statique

A chaque tour de l'arbre d'entraînement, on véhicule et on comprime le volume unitaire q_0 (l/tour)

Le volume unitaire (ou cylindrée) représente une constante pour chaque modèle de compresseur. On en déduit le débit volumique aspiré théorique.

$$Q_0 = \frac{N \cdot q_0}{1000} (m^3 / mn)$$

Le débit volumique effectif aspiré se déduit du débit volumétrique aspiré théorique diminué du débit de gaz Q_v revenant par les jeux.

$$Q_1 = Q_0 - Q_v (m^3/min)$$

La puissance nécessaire pour la compression du débit volumique d'aspiration Q_1 atteint théoriquement:

$$P_{th} = \frac{Q_0 \cdot \Delta p}{600}$$

Cette puissance s'accroît du frottement mécanique des paliers, des pignons de synchronisation et des garnitures d'étanchéité ainsi que des pertes dynamiques dans les tubulures et la chambre de compression. La puissance absorbée par le compresseur à l'accouplement est:

$$P_a = P_{th} + P_{pertes} (kW)$$

2. Les compresseurs à pistons

Compresseur à un ou deux pistons (un seul étage jusqu'à 4 bar, deux étages jusqu'à 15 bar et 3 étages au-dessus).

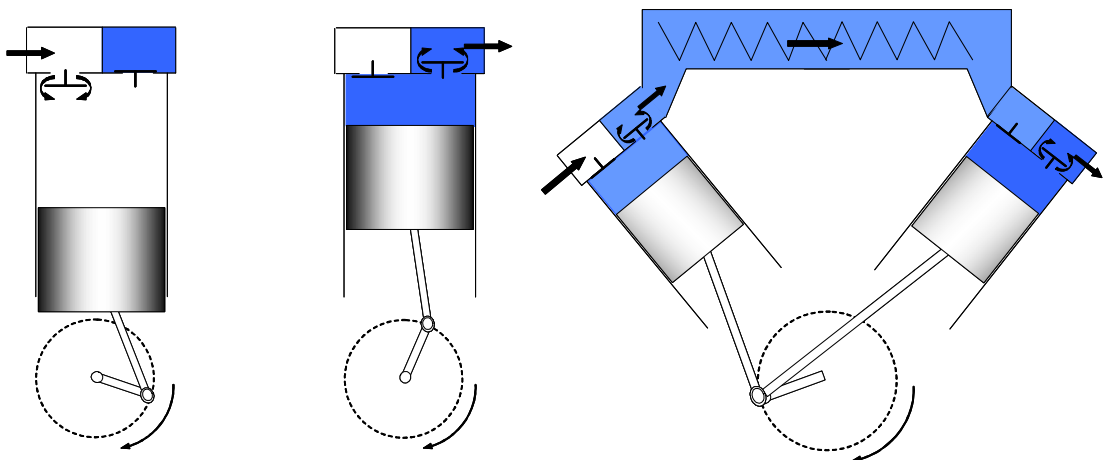
Ces compresseurs peuvent être refroidis par air ou par eau.

Ils ont l'inconvénient d'avoir des temps morts et, de ce fait, des réseaux instables, d'où la nécessité d'un réservoir.

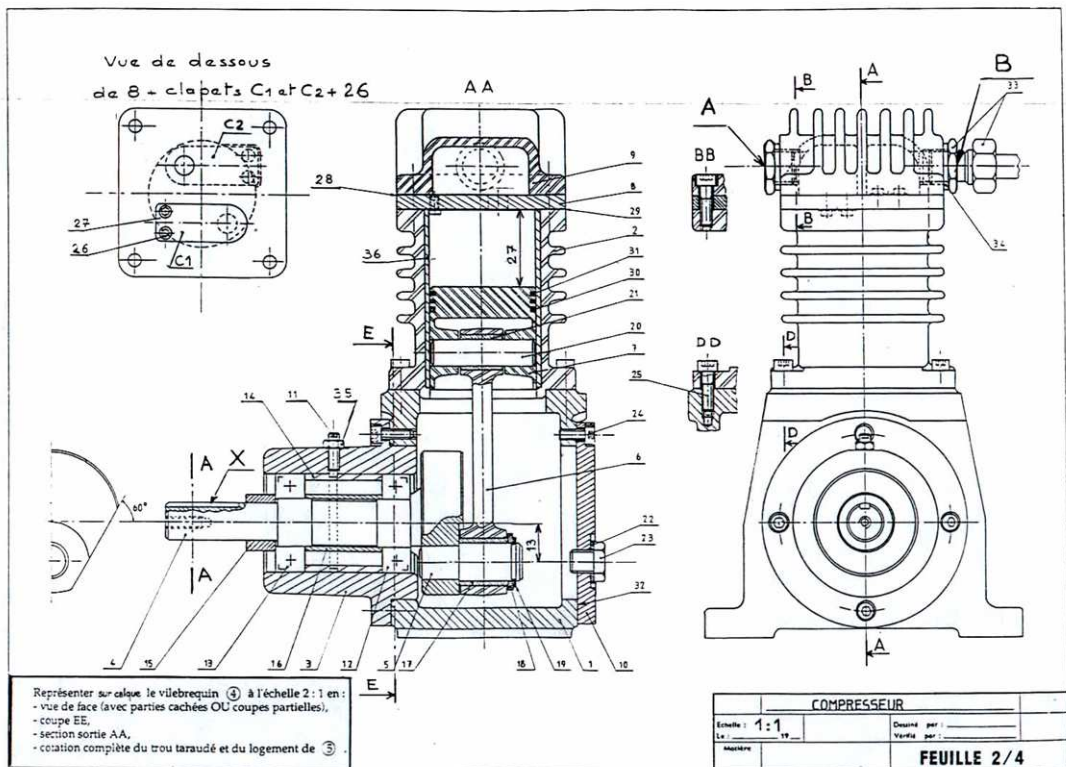
De plus la lubrification du compresseur entraîne des traces d'huile dégradées dans le circuit, détériorant les joints sur les appareils.

2.1. Piston simple effet

Le piston aspire et refoule l'air sur une seule de ses faces



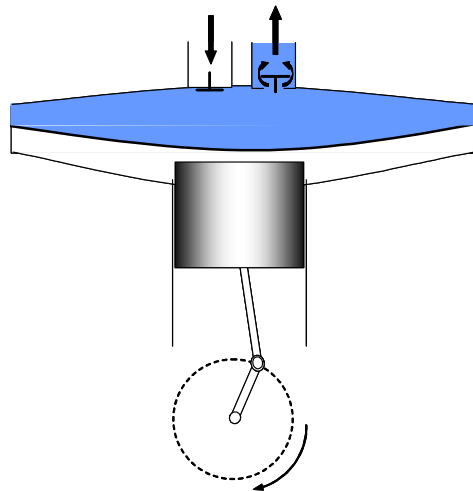
Compresseur à deux étages et refroidissement intermédiaire



Plan d'un compresseur

2.2. Compresseur à membrane

Ce compresseur a l'avantage de séparer l'huile moteur de la production de l'air comprimé. Il est surtout utilisé dans les industries alimentaires, pharmaceutiques et chimiques

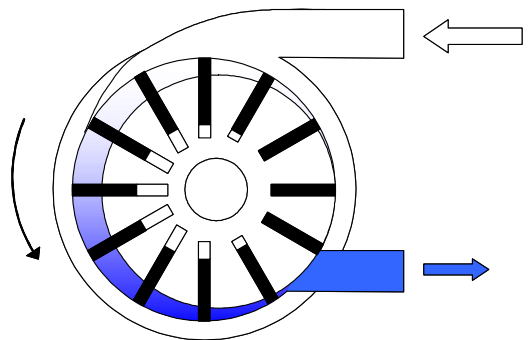


3. Compresseur à palette ou rotatif multicellulaire

Les machines à palettes appartiennent aux systèmes statiques dans lesquels l'augmentation de pression est obtenue par la réduction volumétrique d'un volume d'air clos.

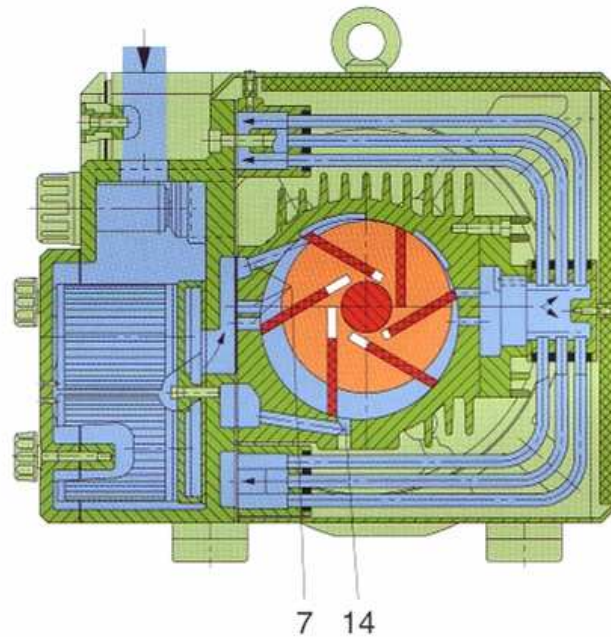
Dans tous les domaines d'application, ce principe offre de vastes possibilités, que ce soit en vide, en pression ou par leur combinaison.

Selon la taille et la construction, les machines atteignent des vides jusqu'à 0,1 mbar (abs.) et des débits de 3 à 1535 m³/h. En surpression, elles atteignent +2,0 bar et 3 à 610 m³/h. En combinaison pression vide, elles peuvent produire simultanément +0,7 et



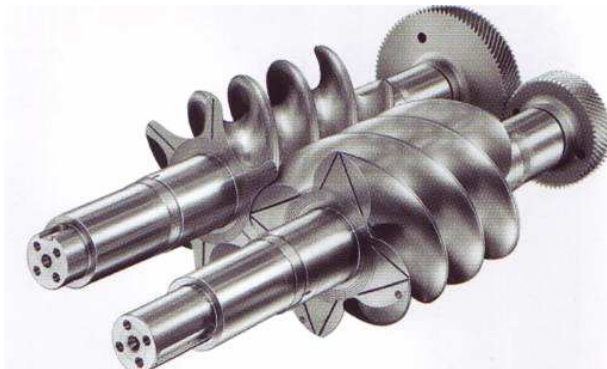
-0,6 bar.

C'est un compresseur à palettes. Son débit est presque constant. Peu d'entretien sur ce compresseur. Fonctionnement avec de l'air lubrifié



4. Compresseur à vis ou hélicoïdal bicellulaire

Les compresseurs à vis (screw compressor) sont du type volumétriques.



Domaine d'application:

- de 300 à 60000m³/h
- de 0,1 bar en pompe à vide à 40bars en plusieurs étages
- jusqu'à 7000cv de puissance

5. Principe

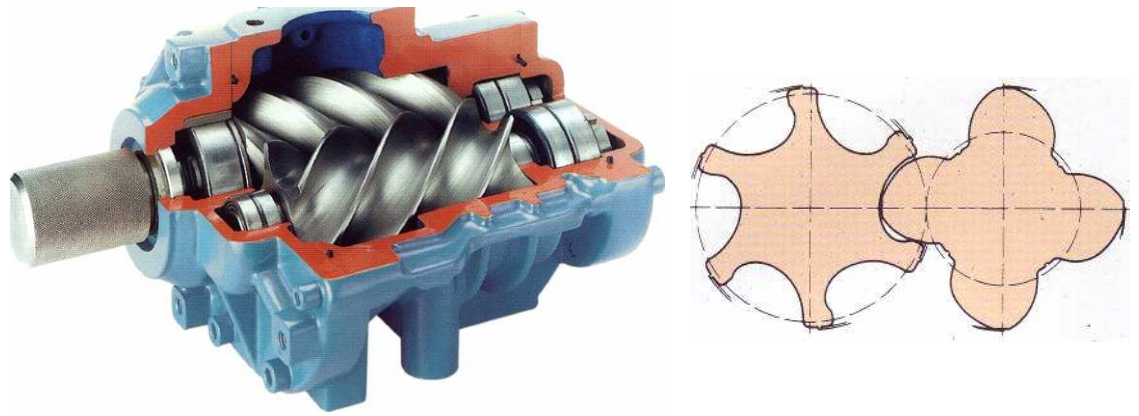
Deux vis de pas inverse, montées côte à côte, tournent en sens inverse. La vitesse périphérique des vis va de 40 à 120m/sec.

Elles enferment entre leurs filets, un volume gazeux qui est véhiculé d'une extrémité à l'autre de la vis.

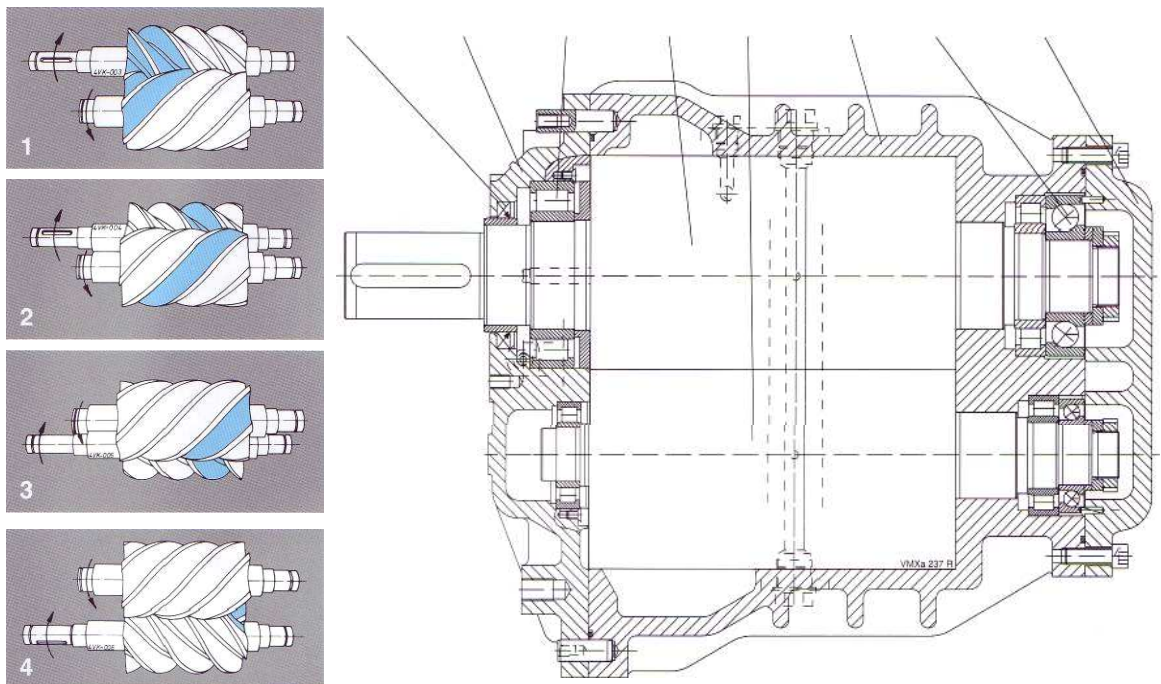
Dans certaines constructions, le pas de la vis n'est pas constant et le volume emprisonné est progressivement comprimé.

La position des lumières de sortie détermine le ratio volumique de construction de la machine





Architecture d'un compresseur à vis



Réglage du débit

Par variation de vitesse

La vitesse peut être réduite jusqu'à 50% de sa valeur maximum. La puissance absorbée sera réduite dans la même proportion.

Par recyclage à l'aspiration

Le gaz recyclé doit être refroidi avant de rejoindre l'aspiration.

Par étranglement de l'aspiration

Le débit massique de gaz et la puissance consommée sont réduits avec la diminution de la pression à l'aspiration

Avantages

- moins sensibles que les compresseurs centrifuges à la variation de masse molaire du gaz.
- peu sensibles à l'encrassement et acceptent des entraînements de liquides ou poussières.
- plus efficaces que les compresseurs à anneau liquide.
- plus petits et moins coûteux que les compresseurs alternatifs.

Inconvénients

- la température au refoulement est limitée
- les performances se dégradent rapidement en cas de corrosion ou usure des vis ou du stator.
- ils génèrent un bruit important et des vibrations.
- le choix des matériaux de construction est limité.
- le contrôle du débit est plus difficile qu'avec un compresseur centrifuge.

6. Compresseurs à lobes

Fonctionnement

Les pompes à pistons rotatifs appartiennent aux systèmes statiques malgré que la compression ne résulte pas de la réduction volumétrique des cellules déplacées.

En raison du fonctionnement sans contact aucune pollution de l'air ou des gaz aspirés n'intervient.

Les turbines à pistons rotatifs deux ou trois lobes peuvent fonctionner en dépression jusqu'à 0,5 bar (abs.) et en surpression jusqu'à 2 bar (abs.), avec des débits de 20 à 8580 m³/h.

Le vide final se situe à 0,01 mbar (abs.). Les débits vont de 500 à 4000 m³/h.

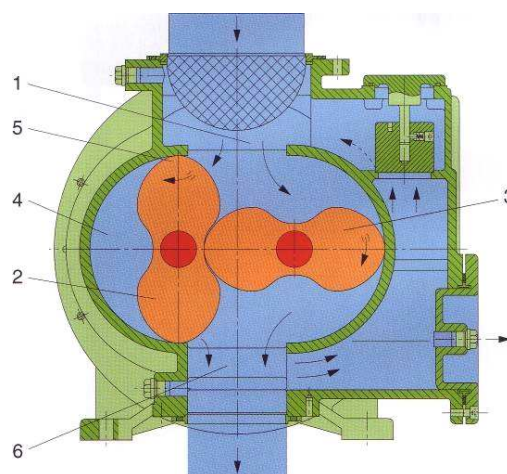
Ce compresseur est utilisé pour les atmosphères chargées de poussières.

Applications

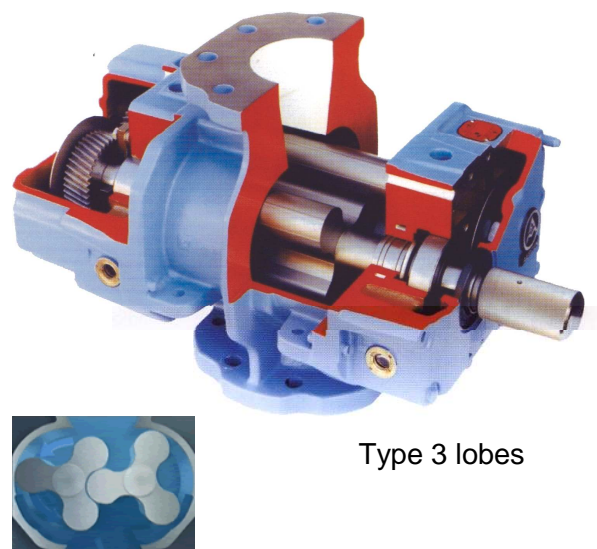
- Installations de transport pneumatique pour produits en vrac par dépression ou par surpression
- Installations d'aération sous pression de bassins de décantation d'eaux résiduaires.
- Surpresseurs de nettoyage de filtres dans les usines de traitement des eaux
- Groupes de pompage pour vide élevé
- Transport de gaz
- Recyclage de gaz sous haute pression



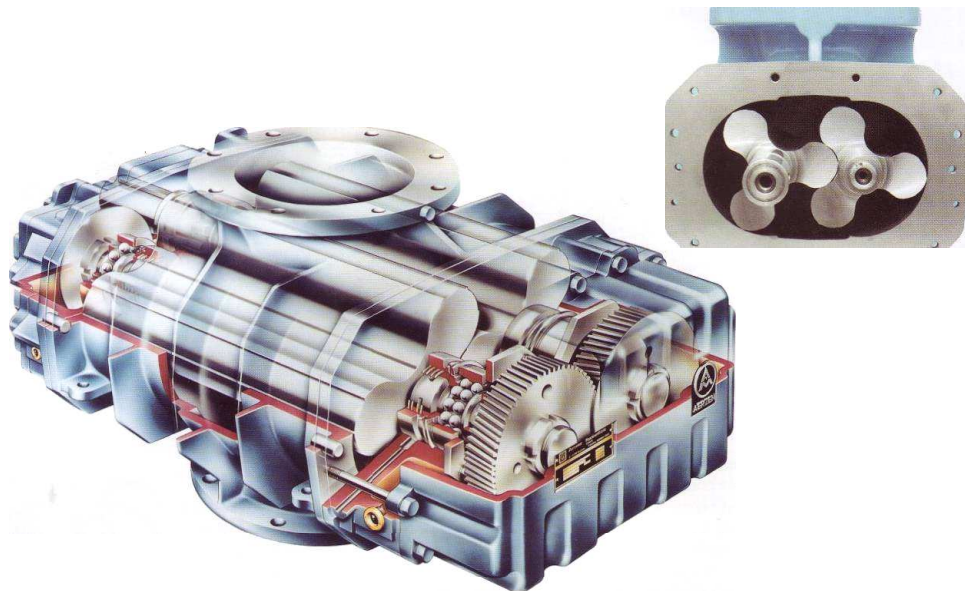
Piston rotatif 2 lobes



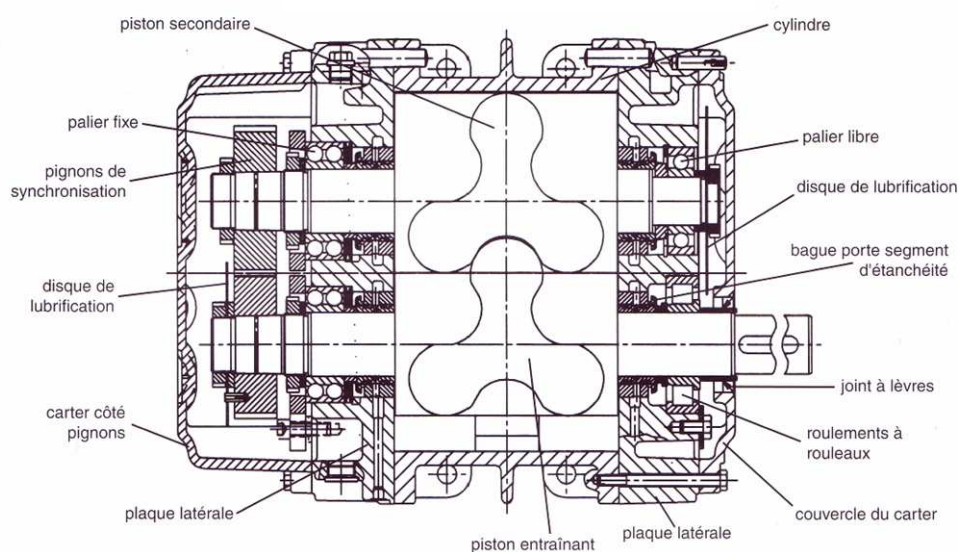
Type 2 lobes



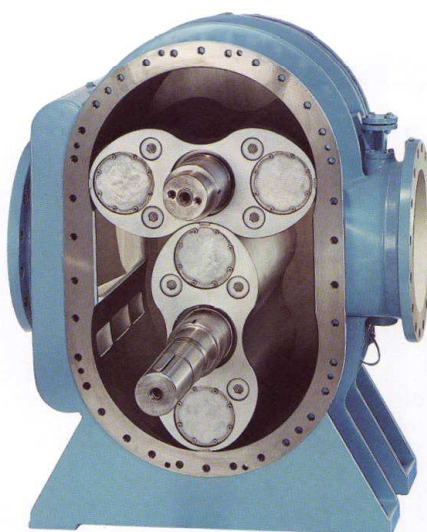
Type 3 lobes



Conception des compresseurs à vis



Vue en coupe



Compresseur très grosse capacité

7. Le turbo compresseur ou compresseur centrifuge

7.1. Le principe (simplifié):

Pour élever la pression du gaz de sortie d'un turbo-compresseur, on doit élever la vitesse de ce gaz et la faire chuter brutalement.

Le turbo-compresseur doit donc avoir une vitesse de rotation élevée, des multiplicateurs de vitesse (interne ou externe) sont donc employés à cette tâche (7000 à 14000 tours environ).

Pour faire chuter la vitesse différents artifices sont utilisés, l'augmentation rapide du volume dans des diffuseurs (escargot ou ailettes etc.).

Les turbines centrifuges à 1 ou 2 étages permettent d'atteindre des pressions différentielles jusqu'à +125 et -115 mbar. Les débits sont compris entre 130 et 3400 m³/h.

Ces machines fonctionnent sans contact, ne connaissent pratiquement pas d'usure et nécessitent peu d'entretien.

Les avantages de ce système:

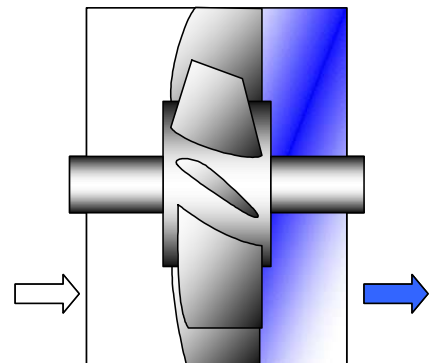
- Gamme de puissance élevée due à des débits véhiculés importants
- Un système de réduction de puissance très souple
- L'écoulement continu du fluide
- Un faible entraînement d'huile

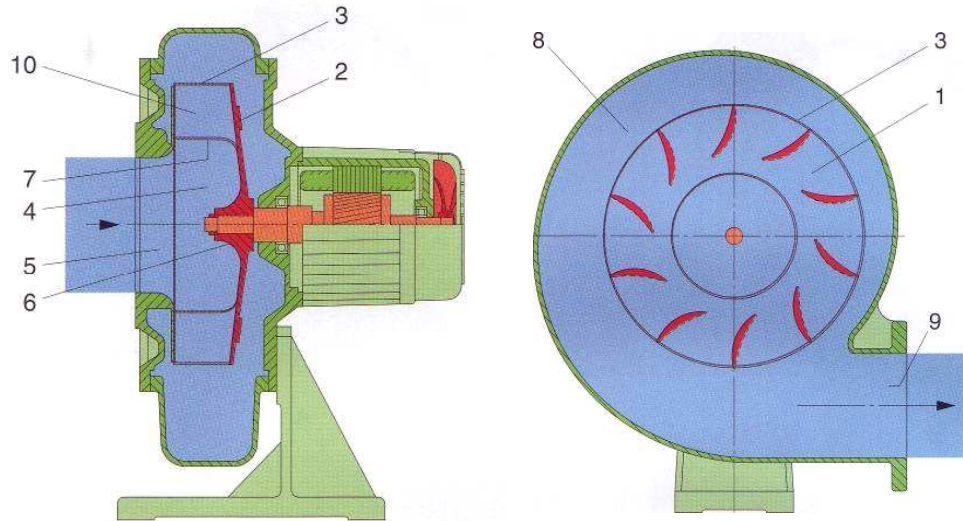
Les inconvénients de ce système:

- Risque de décrochage de la pression (pompage)
- Tolérances mécaniques très précises
- Variations de régimes limités
- Multiplicateur de vitesse nécessaire (interne ou externe)

7.2. Compresseur axial

C'est un ventilateur amélioré. Son débit est constant. Convient pour les grands débits et pour les faibles pressions. Très grande vitesse de rotation, 50 000 à 100 000 tr/min.

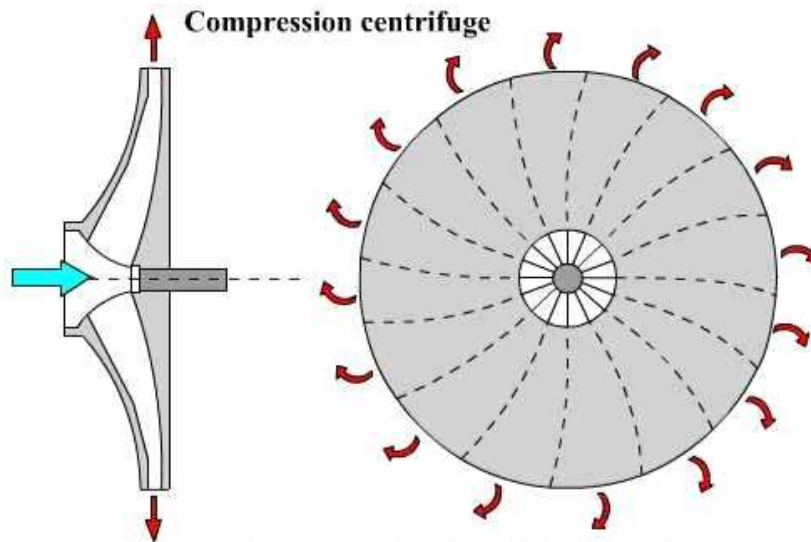
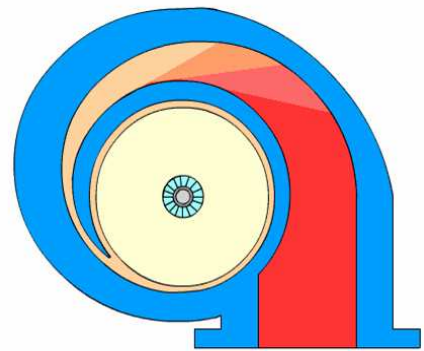




Le gaz est aspiré à P_0 et passe au travers du système de réduction de puissance qui règle son débit.

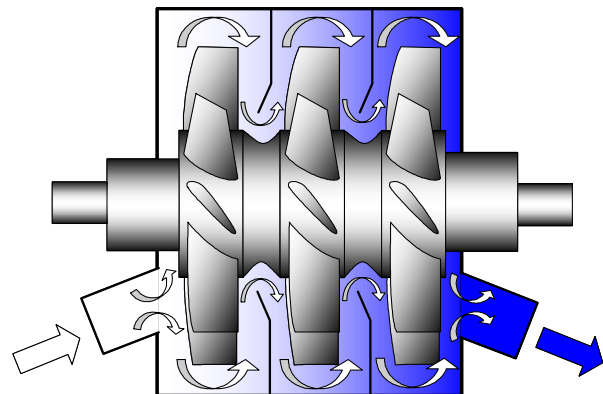
Ce gaz est accéléré (vitesse très élevées) et cette vitesse chute brutalement dans le système de réduction de vitesse (escargot ou autre).

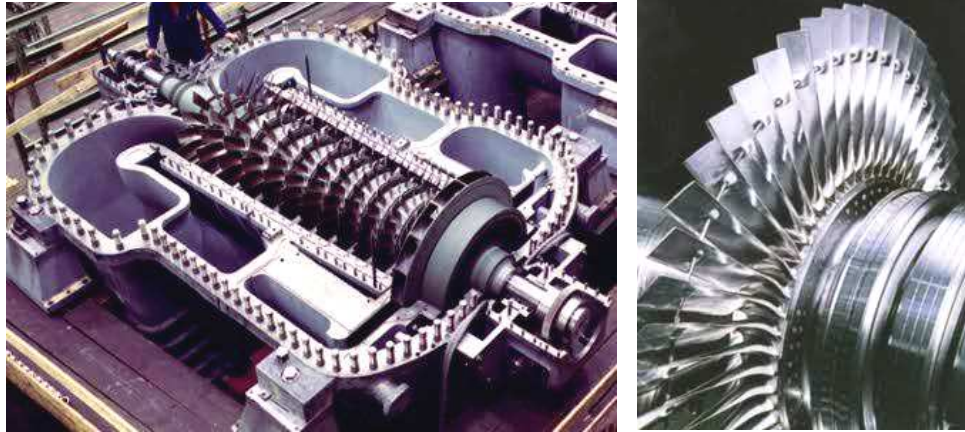
La chute brutale de vitesse engendre l'élévation de sa pression jusqu'à P_k



7.3. Compresseur radial

C'est un compresseur axial à plusieurs chambres. Il convient pour les grands débits et les moyennes pressions. Très grande vitesse de rotation.





7.4. Compresseurs à turbine latérale

C'est aussi un système dynamique dans lequel l'énergie née de la vitesse est transformée en pression.

Les turbines latérales se sont révélées très avantageuses dans de nombreuses applications pour la production du vide ou de la pression.

Selon la taille et la construction, on obtient des pressions différentielles atteignant -800 et +1000 mbar avec des débits compris entre 16 et 1850 m³/h.

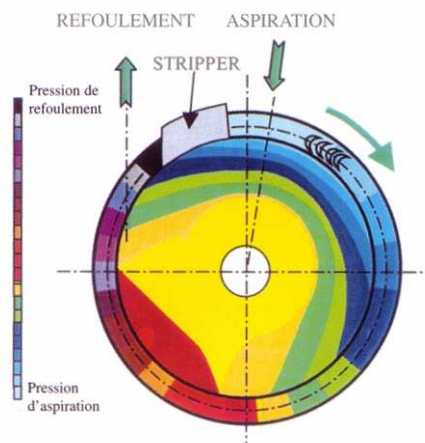
Etant donné leur fonctionnement sans contact, les turbines latérales ne connaissent pratiquement pas d'usure et nécessitent peu d'entretien.

Fonctionnement

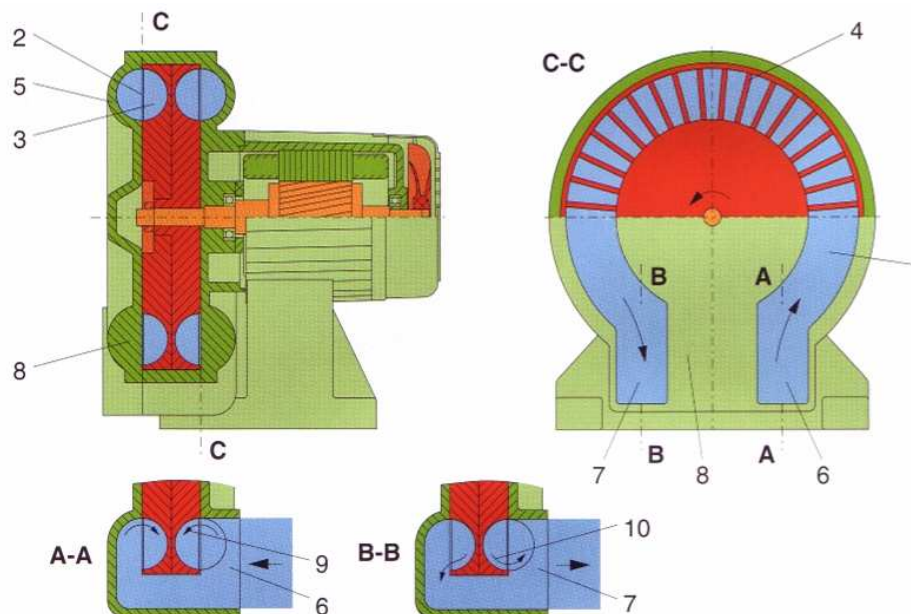
La roue est munie d'aubes régulièrement réparties sur le diamètre extérieur sur une ou deux faces, les aubes peuvent être droites ou profilées.

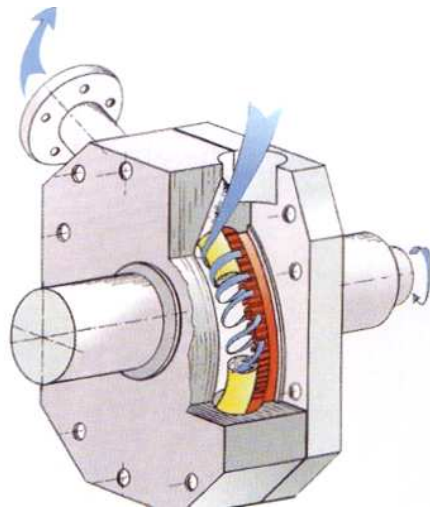
Avec la rotation de la roue, les aubes se déplacent face à un canal annulaire et entraînent un mouvement hélicoïdal du fluide.

Ce mouvement en spirale force le fluide à passer de nombreuses fois dans les aubes.



ÉTUDES & DÉVELOPPEMENT
Répartition des pressions sur la face avant





Type d'aubes



Aubes profilées

Aubes droites

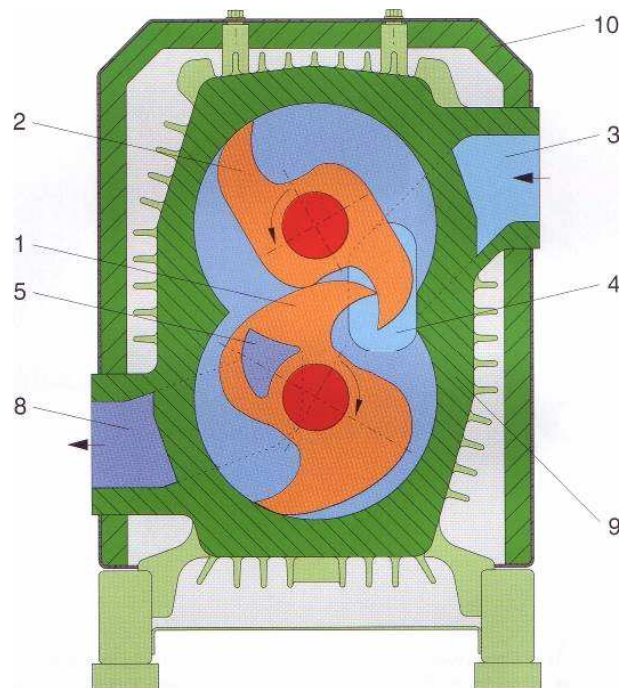
7.5. Compresseurs à becs

Les compresseurs à becs font partie de la famille des systèmes de compression statique. Cependant, à l'inverse des turbines à pistons rotatifs, la compression s'effectue par une réduction « interne » dans la chambre.

Quel que soit l'application; vide, pression ou les deux combinés, ce principe de construction statique est d'une utilisation optimale et variée.

En fonction de la taille, les taux de vide vont jusqu'à 100 mbar (abs.), avec des débits de 60 à 600 m³/h, et des surpressions jusqu'à +2,2 bar avec des débits de 100 à 600 m³/h.

En utilisation combinée vide et pression, on peut atteindre simultanément une dépression de -0,6 bar et une surpression de +1,0 bar.



L'eau dans l'air comprimé

1. Généralités

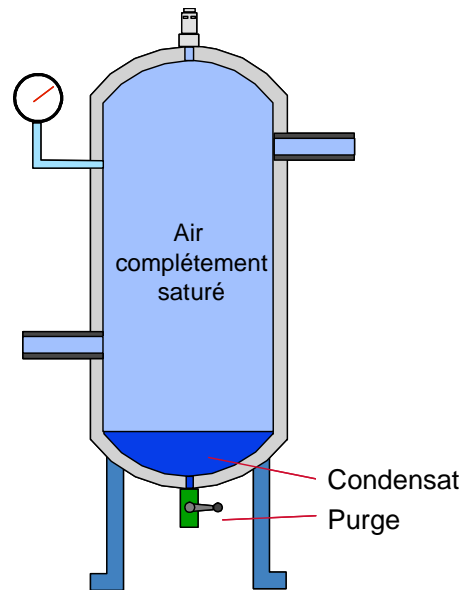
Les inconvénients de la présence d'eau dans l'air sont divers:

- incompatibilité de l'eau avec certaines substances
- elle peut en se condensant casser le film de lubrification
- elle peut agglomérer des poussières et créer des bouchages
- engendrer de la corrosion
- geler et former des bouchons de glace

Quand des grandes quantités d'air sont comprimées, des quantités considérables d'eau sont récupérées

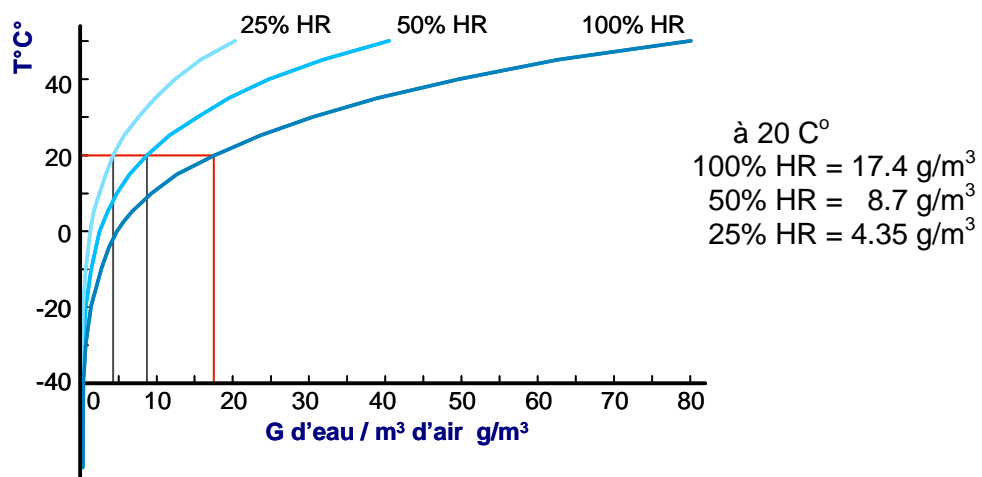
La vapeur d'humidité naturelle contenue dans l'atmosphère peut être considérée comme l'essorage d'une éponge humide.

L'air sera toujours entièrement saturé (100 % RH) dans le récepteur.



2. Humidité de l'air

La quantité (somme) de vapeur d'eau contenue dans un échantillon de l'atmosphère est mesurée comme l'humidité relative %HR. Ce pourcentage est la proportion de la quantité (somme) maximale qui peut être contenue à la température ambiante. C'est le point de rosée.



Le point de rosée de l'air caractérise son degré de séchage. C'est la température à laquelle il faut descendre pour provoquer le début de condensation de l'eau contenue.

Plus cette température est basse, plus l'air est sec. On distingue le point de rosée sous pression et le point de rosée en air libre. Le point de rosée sous pression représente la température réelle à laquelle l'eau commence à condenser à la pression réelle de l'air. Le point de rosée en air libre représente la quantité absolue d'eau contenue dans l'air quelle que soit la pression. Equivalence des points de rosée: pour un point de rosée sous pression de 20°C.

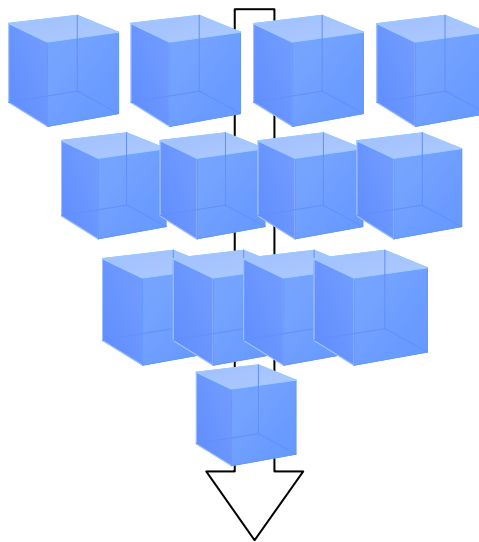
Pt de rosée		
Pression	en air libre	g eau/Nm ³
4 bars	-3°C	3,4
7 bars	-9°C	2,1
13 bars	-16°C	1,2

L'air ambiant contient environ:

- 10g d'eau par m³ en été
- 5g d'eau par m³ en hiver

Illustration

L'illustration montre à quatre cubes représentant 1 mètre cube d'air atmosphérique à 20°C. Chacun de ces volumes est à une humidité relative de 50 % (50%RH). Cela signifie qu'ils contiennent en réalité 8.7 grammes de vapeur d'eau, la moitié de 17.4 grammes possibles maximaux.



Quand le compresseur comprime ces quatre mètres cubes pour former un mètre cube il y aura 4 fois 8,7 grammes d'eau. Mais seulement deux d'entre eux peuvent être tenus sous forme de vapeur dans le nouvel espace de 1 mètre cube. Les deux autres vont se condenser sous forme de gouttelettes d'eau.

- 4 mètres cubes à 50% HR et 1000 mbar de pression atmosphérique contenue dans l'espace de 1 mètre cube produisent une pression de 3 bar
- 17.4 grammes d'eau restent sous forme de vapeur produisant 100 % HR (l'humidité relative) et 17.4 grammes se condensent en eau liquide

C'est un processus continu. Une fois que la pression manométrique est supérieure à 1 bar, et chaque fois qu'un mètre cube d'air est comprimé et ajouté, de nouveau 8.7 grammes d'eau sont condensés

2. Séchage de l'air

Procédés de séchage

- **Séchage par réfrigération ou basse température**

Les sècheurs frigorifiques:

Lorsque le refroidisseur intermédiaire et le refroidisseur final ne suffisent pas à l'obtention d'un air comprimé absolument sec, celui-ci doit être soumis à un processus de séchage.

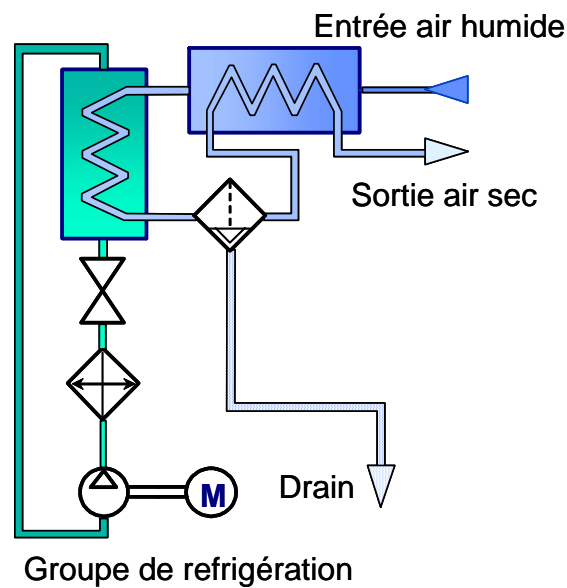
Ils refroidissent l'air comprimé jusqu'à une température de +2°C à +5°C. L'eau condensée est purgée. L'air ensuite réchauffé est relativement sec

Grâce à un tel processus, le taux d'humidité peut être réduit dans certains cas jusqu'à 0,001g/m³. Cette forte réduction est nécessaire que pour des cas tout à fait spéciaux.

- **Séchage par absorption**
- **Séchage par adsorption**

2.1. Séchage basse température

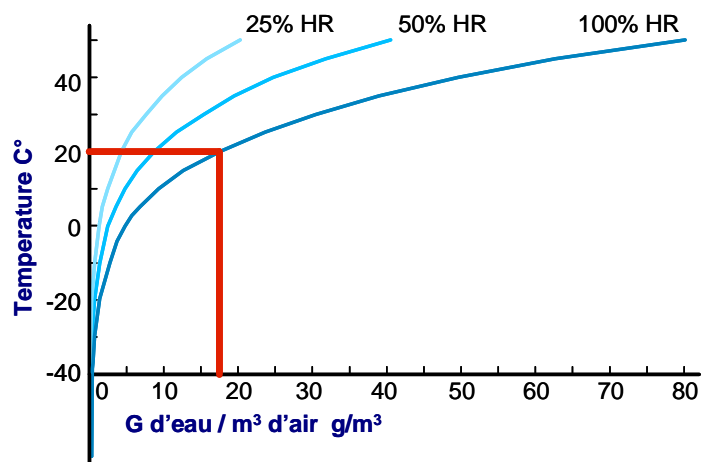
- L'air humide entre dans le premier échangeur thermique où il est rafraîchi par l'air sec sortant.
- L'air entre dans le deuxième échangeur thermique où il est réfrigéré
- Le condenseur rassemble l'eau et la dirige vers l'extérieur.
- Il est réchauffé par l'air humide rentrant.

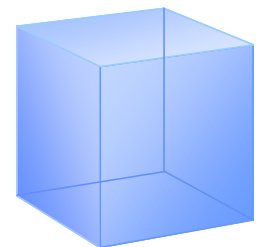
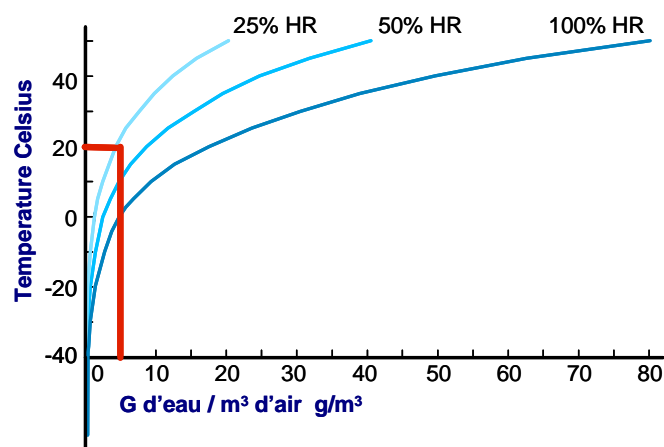
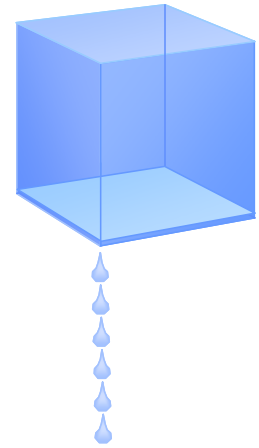
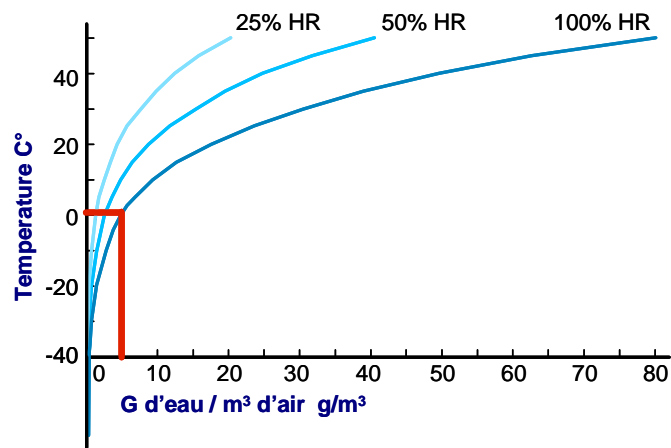


Pour un point de rosée sous pression de +2°C, la teneur en eau sera

Pression	Pt de rosée	
	en air libre	g eau/Nm ³
4 bars	-18°C	1,1
7 bars	-23°C	0,7
13 bars	-29°C	0,4

Si 1 mètre cube d'air comprimé entièrement saturé (100 % HR) est réfrigéré juste au-dessus du point de congélation, approximativement 75 % du contenu de vapeur seront condensés. Quand il est réchauffé de nouveau à 20°C il sera séché à presque 25 % HR





Ce type de sécheur convient pour l'alimentation d'outillages en intérieur.

La consommation énergétique du groupe frigorifique est de l'ordre de 4Wh/Nm³ d'air.

La perte de charge au travers du sécheur, de l'ordre de 0,3 bars, augmente l'énergie nécessaire au compresseur d'air de l'ordre de 3Wh/Nm³ d'air.

Sur de grosses installations on peut récupérer une partie importante de l'énergie du groupe frigorifique (jusqu'à 80%), pour chauffer des locaux par exemple.

2.2. Séchage par absorption

L'air comprimé passe au travers d'un lit de produit desséchant qui retient la vapeur d'eau par interaction moléculaire.

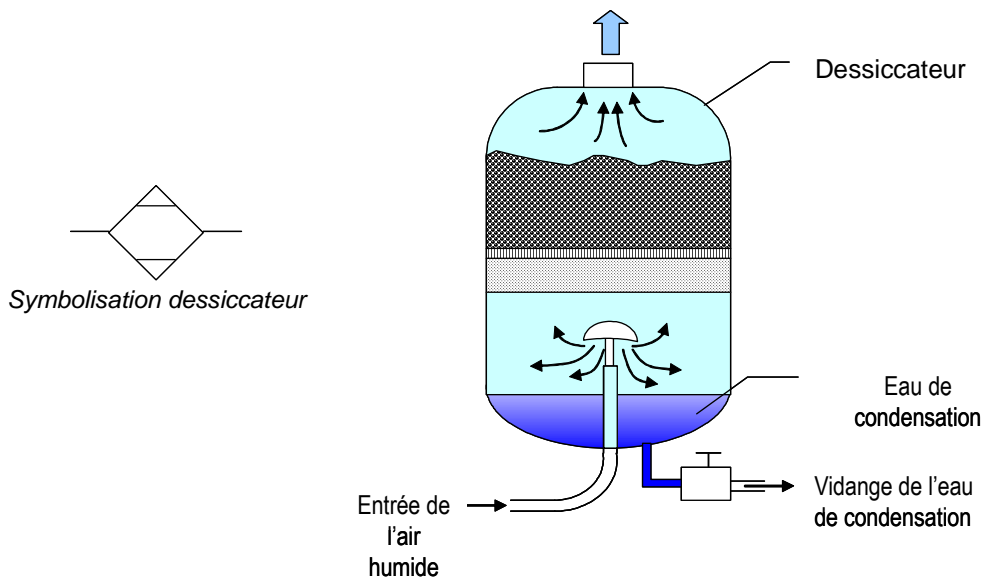
Le dessiccant est généralement de l'alumine activée ou du tamis moléculaire. Il se sature progressivement en eau et doit être régénéré périodiquement. Deux lits de dessiccant sont généralement disposés en parallèle, l'un étant en régénération pendant que l'autre effectue le séchage.

Ils permettent d'atteindre des points de rosée sous pression de -40°C.

La régénération est généralement faite par un courant d'air chauffé électriquement ou par l'énergie dissipée par le compresseur.

La régénération peut aussi être faite par de l'air sec détendu. Dans ce cas il faut compter 10 à 15% de l'air séché pour régénérer le dessiccant.

Il est important que l'air entrant dans ce type de sécheur soit le plus froid possible afin de limiter au maximum la quantité d'eau contenue.



Pour des points de rosée sous pression de -20°C et -40°C , les teneurs en eau de l'air seront:

Pression	g eau/Nm ³	
	-20°C	-40°C
4 bars	0,2	0,03
7 bars	0,12	0,017
13 bars	0,07	0,01

La régénération consomme de 7 à 8 Wh/Nm³ d'air pour un séchage à -20°C de point de rosée.

La perte de charge au travers du lit, de l'ordre de 0,7 bars, augmente l'énergie nécessaire au compresseur de l'ordre de 6Wh/Nm³ d'air.

La chaleur dissipée par le compresseur d'air peut être utilisée pour la régénération.

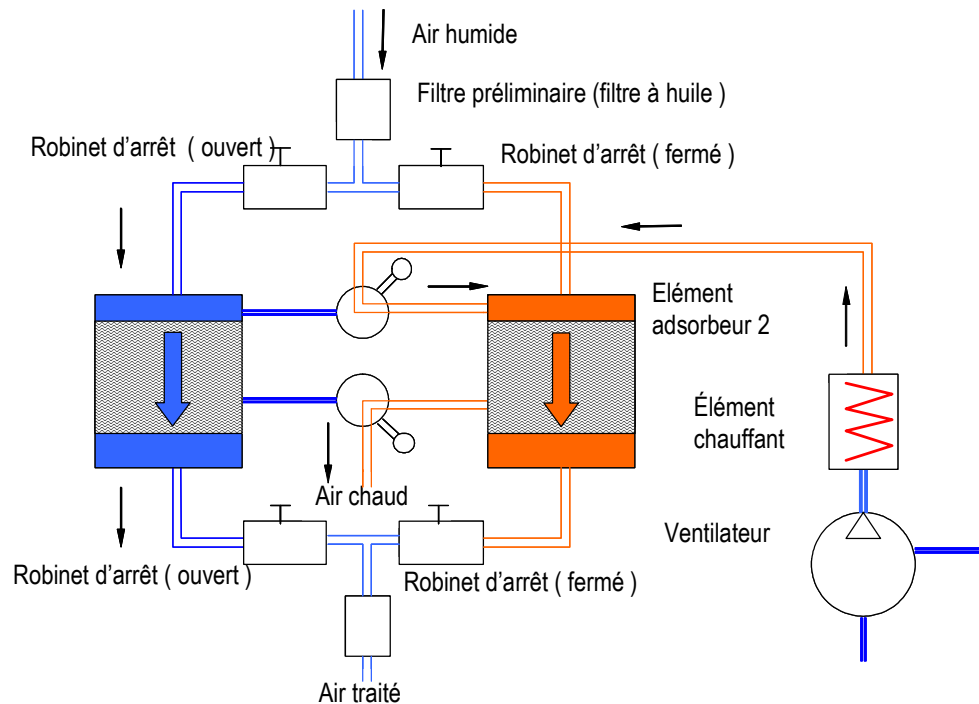
Dessiccants usuels

Gel de silice: masse volumique: 660kg/m³
 Température de régénération: 150 à 220°C
 Capacité d'absorption: 120g d'eau/kg
 Point de rosée: -40°C

Alumine activée:
 Masse volumique: 850kg/m³
 Température de régénération: > 180°C
 Capacité d'absorption: 80g d'eau/kg
 Point de rosée: -50°C

Chlorure de calcium sur charbon:
 Masse volumique: 360kg/m³
 Température de régénération: 120 à 150°C
 Capacité d'absorption: 250g d'eau/kg
 Point de rosée: -30°C

2.3. Séchage par adsorption



Le dessiccateur est dans ce cas un matériau spongieux qui, lorsque il est traversé par un courant d'air comprimé, recueille dans ces pores le liquide qui se trouve dans l'air.

L'élément adsorbant est régénéré en faisant passer de l'air chaud qui absorbe l'humidité.

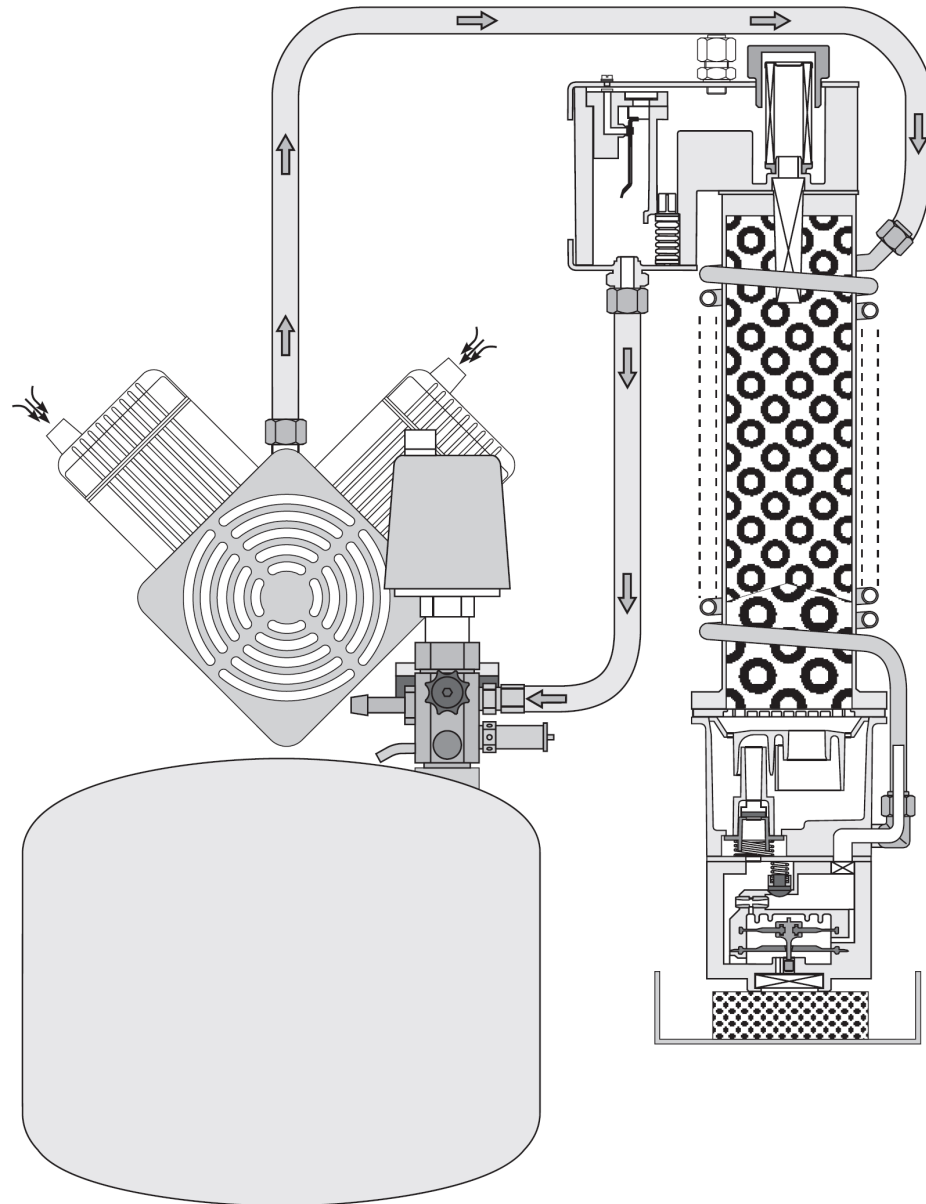
On utilise le plus souvent un système comportant 2 sècheurs montés en parallèle, l'un assurant l'extraction de l'humidité pendant que l'autre est soumis à une régénération

3. Qualité de l'air

ISO 8573-1

Classe	Solide		Eau	huile
	Tailles des particules μm	concentration maximum mg/m^3	Points de rosée	concentration mg/m^3
1	0.1	0.1	- 70	0.01
2	1	1	- 40	0.1
3	5	5	- 20	1
4	15	8	+ 3	5
5	40	10	+ 7	25
6	-	-	+ 10	-
7	-	-	Not Specified	-

4. Exemple de dessiccateur



- | | |
|------------------------------------|-------------------------|
| A Bouchon Vis d'obturation | R Pompe à jet d'air |
| B Filtre Élément filtrant | S Filtre |
| C Filtre en métal fritté | T Membrane avec tige |
| D Raccord du groupe compresseur | U Buse |
| E Indicateur d'humidité | V Membrane (inférieure) |
| F Hygrostat | W Orifices de purge |
| G Soupape | X Silencieux |
| H Clapet anti-retour | |
| I Raccord de la cuve | |
| K Serpentin de refroidissement | |
| L Granulés Matières hygroscopiques | |
| M Séparateur à cyclone | |
| N Chambre de captage de l'eau | |
| O Joint d'étanchéité | |
| P Soupape de régénération | |
| Q Clapet anti-retour | |

1. Traitement de l'air comprimé

La sécurité et la longévité des machines dépendent pour beaucoup du conditionnement de l'air comprimé en entrée de chacune d'elles.

L'air contient toujours de la vapeur d'eau. Lorsqu'il est comprimé, il s'échauffe, il se refroidit ensuite dans le réseau de distribution, ce qui entraîne la condensation sous forme de brouillard d'une partie de la vapeur d'eau. Cette eau se mélange à l'huile émise par le compresseur et aux poussières de rouille des tuyauteries du réseau.

Malgré les précautions prises en amont, une partie de ces impuretés liquides et solides atteint les machines. Dans tous les cas, il y a donc lieu de filtrer l'air en entrée de machine et de retenir les impuretés liquides.

Le compresseur de l'installation travaille entre une pression minimale (mise en marche) et une pression maximale (arrêt).

Les figures 4 et 5 montrent les ensembles qui, en entrée de machine, assurent ce traitement : filtrations des impuretés solides et liquides, régulation de pression et, si besoin est, lubrification de l'air comprimé.

L'unité de conditionnement d'air (UCA) présente sur chaque machine est composée d'éléments modulaires remplissant chacun une fonction, associés entre eux pour former un combiné adapté aux besoins de la machine.

Systématiquement, l'UCA comportera au minimum un filtre et un mano-détendeur. Leur dimensionnement se fait uniquement en fonction du débit instantané maximal consommé par la machine.

Ce débit va conditionner la taille de chaque module. Donc le débit de l'UCA = $K \times \Sigma$ des débits simultanés avec $K = 1,5$.

Par approximation, sur une machine automatisée on peut choisir une taille juste au-dessus de celle du plus gros distributeur.

La taille s'exprimant par le diamètre des orifices des composants (1/8, 1/4, 3/8, ...).

Le deuxième point à prendre en considération, et conditionnant le choix du filtre, est la classe de qualité exigée par la machine.

À titre indicatif, les tableaux des figures 6 et 7 définissent ces classes et le niveau d'exigence par catégorie de machines.

Rappelons que les filtres ont un degré de filtration variant entre 40 et 5 μm pour les standards, et compris entre 1 et 0,003 μm pour les fins.

Voir le rappel des symboles liés au traitement de l'air en figure 8.

Figure 6. Définition des classes de qualité selon Din Iso 8573-1

Classe	1. Particules solides		2. Teneur en eau	3. Teneur en huile
	Granulométrie max. des particules (μm)	Densité max. des particules (mg/m^3)	Point de rosée max. de pression ($^{\circ}\text{C}$)	Concentration max. d'huile (mg/m^3)
1	0,1	0,1	- 70	0,01
2	1	1	- 40	0,1
3	5	5	- 20	1
4	15	8	+ 3	5
5	40	10	+ 7	25
6	—	—	+ 10	—
7	—	—	non défini	—

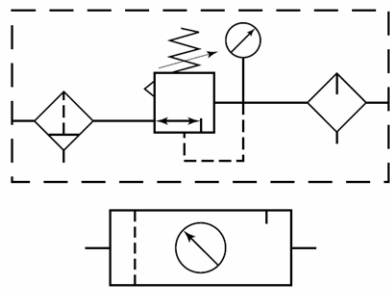
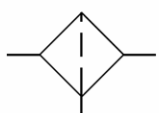
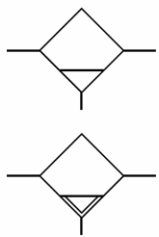
Figure 7. Définition des exigences de classes de qualité en fonction des applications						
Utilisation	Particules solides		Point de rosée de l'eau		Teneur en huile max.	
	Classe	(μm)	Classe	($^{\circ}\text{C}$)	Classe	(mg/m^3)
Industrie minière	5	40	7	-	5	25
Nettoyage	5	40	6	+ 10	4	5
Machines à souder	5	40	6	+ 10	5	25
Machines-outils	5	40	4	+ 3	5	25
Vérins à air comprimé	5	40	4	+ 3	5	25
Distributeurs d'air comprimé	3 à 5	5 à 40	4	+ 3	5	25
Emballages	5	40	4	+ 3	3	1
Régulateur de pression ultra-fins	3	5	4	+ 3	3	1
Air de mesure	2	1	4	+ 3	3	1
Jeu de coussinets	2	1	3	- 20	3	1
Technique sensorielle	2	1	2 à 3	- 40 à - 20	2	0,1
Denrées alimentaires	2	1	4	+ 3	1	0,01
Traitement photographique	1	0,01 à 0,1	2	- 40	1	0,01

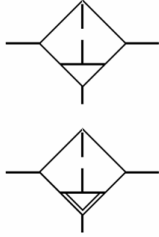
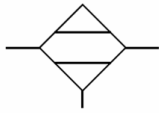
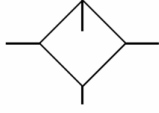
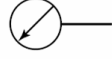
2. Conclusion

Dans la pratique, le travail de dimensionnement relatif à une alimentation pneumatique ne concerne que l'unité de traitement de l'air placée en amont de chaque machine.

Et ce dimensionnement est aisé. Notons malgré tout que l'unité de traitement peut intégrer d'autres modules liés aux fonctionnalités de la machine comme un sectionneur, un démarreur progressif, un pressostat, un régulateur de pression, un répartiteur, etc.

Symboles

Figure 8. Symboles suivant la norme Din Iso 1219		
Désignation	Explication	Symbole
Unité de conditionnement	Ensemble d'appareils constitué d'un filtre, d'un détendeur, d'un manomètre et d'un lubrificateur. Symbole simplifié.	
Filtre	Appareil servant à séparer des particules d'impuretés.	
Séparateur de condensats	À commande manuelle. À vidange automatique.	

<p>Filtre avec séparateur de condensats</p>	<p>Cet appareil est une combinaison de filtre et de séparateur de condensats. À commande manuelle.</p> <p>À vidange automatique.</p>	
<p>Sécheur d'air</p>	<p>Appareil dans lequel l'air est séché (par exemple au moyen de produits chimiques).</p>	
<p>Lubrificateur</p>	<p>Appareil dans lequel de l'air, qui le traverse, est additionné d'un faible courant d'huile, en vue de la lubrification d'appareils branchés à la suite.</p>	
<p>Manomètre</p>		

1. Le FRL

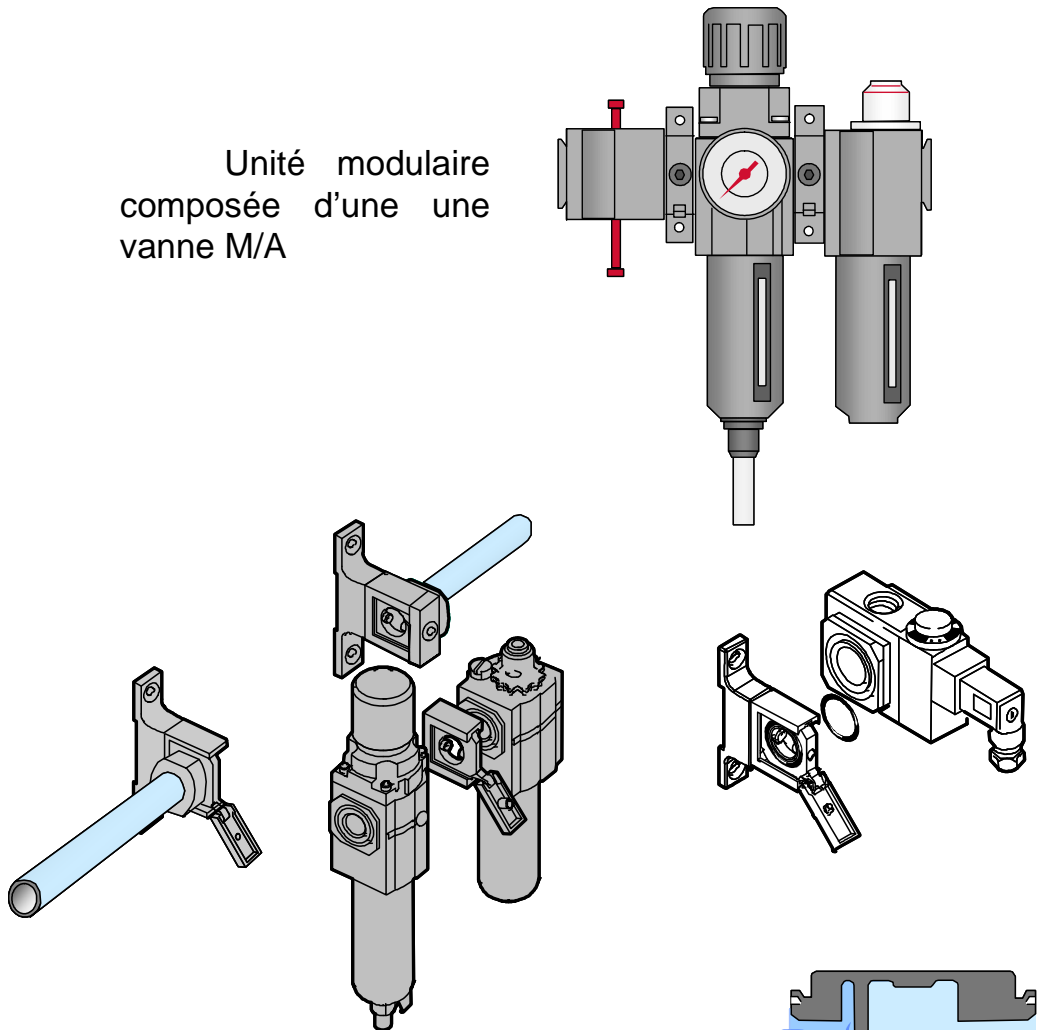
Le groupe FRL se compose d'un filtre, régulateur et lubrificateur.

Quand une unité FRL est mentionnée, cela signifie que une combinaison de ces trois dispositifs sont étroitement reliés ensemble et forment une unité qui conditionnera l'air comprimé juste avant le fournir à l'équipement pneumatique ou aux machines.

Le FRL assure de l'air propre et sèche, une pression au niveau correct et le présence d'un brouillard d'huile pour lubrifier les parties mobiles des distributeurs et vérins

On peut combiner ces éléments en utilisant des systèmes modulaires

Unité modulaire
composée d'une
vanne M/A

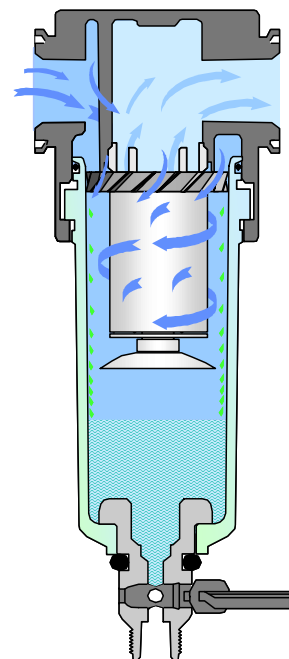


Système équipé d'attaches rapides destinées à remplacer facilement et rapidement l'unité FRL.

2. Le filtre

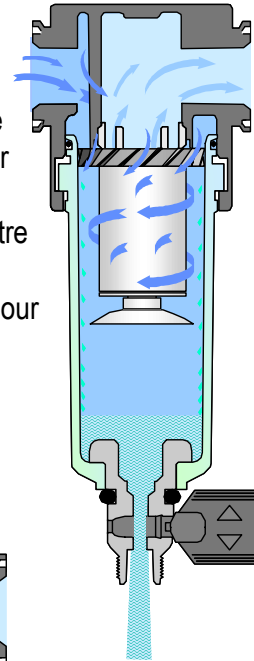
2.1. Principe général

- Sépare et rassemble les éléments contaminants
- L'entrée est équipée d'un déflecteur à aubes générant un courant centrifuge
- Les particules se déposent contre le bocal et chutent au fond
- Le déflecteur inférieur empêche le retour de liquide dans le filtre.
- L'élément filtrant emprisonne les particules



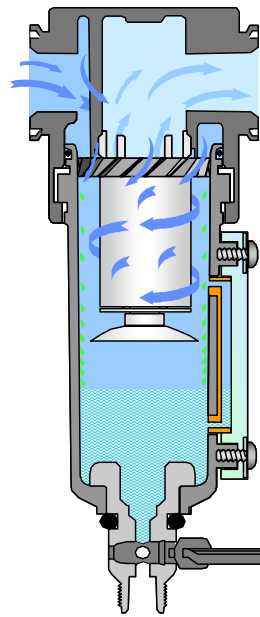
2.2. Purge manuelle

- L'inspection visuelle quotidienne est exigée afin de s'assurer du niveau de contaminant et l'empêcher d'être en contact avec le filtre
- Une vanne 1/4 de tour permet au contaminant d'être éjecté sous pression
- L'embout fileté permet un raccordement par tube pour vidanger dans un récipient approprié



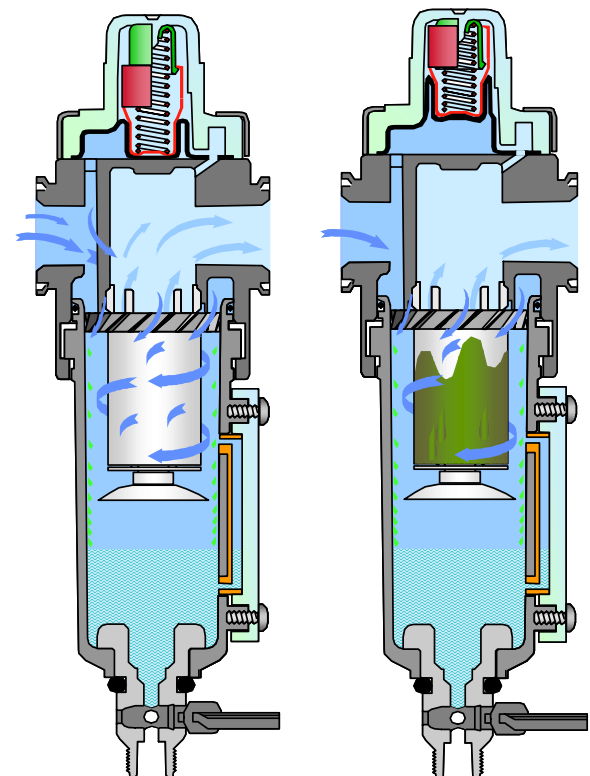
2.3. Cartouche en métal

- Utilisé pour des $T^{\circ} > 50^{\circ}\text{C}$, des pressions $> 10\text{bar}$ et présence de solvant dans le bocal
- Cuvette en métal équipée d'une jauge de niveau



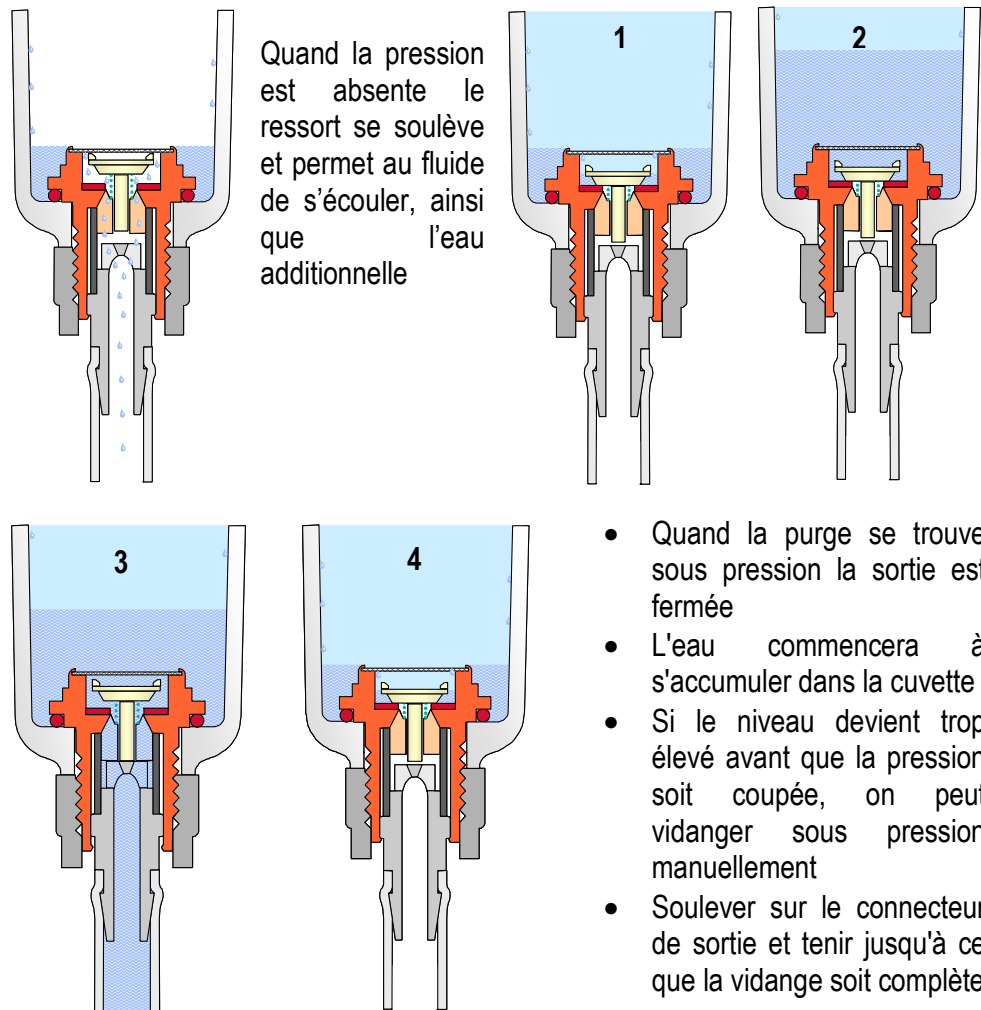
2.4. Détecteur de colmatage

- Quand un élément filtrant commence à se colmater il y a une diminution de l'écoulement.
- La différence de pression entre l'entrée et la sortie agit sur le diaphragme et soulève la douille rouge
- La première indication apparaît à 0.3 bar et couvre entièrement le vert pour 1 bar
- L'élément filtrant doit alors être remplacé



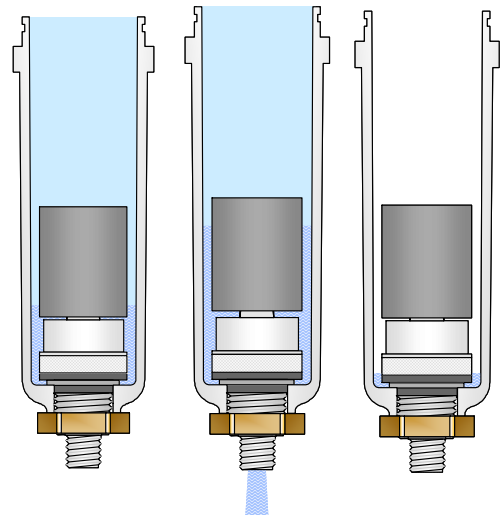
2.5. Purge semi-automatique

- Quand la pression est coupée en fin de service la soupape de vidange s'ouvrira automatiquement
- Dans la plupart des applications le cycle normal maintiendra la cuvette dégagée
- Si la cuvette a besoin de se vider sous pression ceci peut être réalisé manuellement en appuyant sur le connecteur.

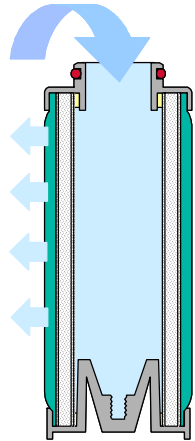


2.6. Purge automatique

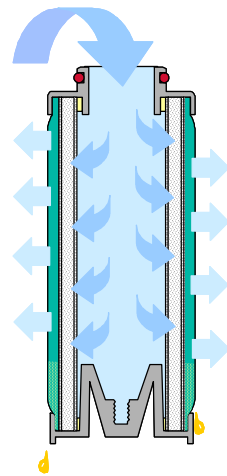
- Dans le fonctionnement normal sous pression, le flotteur se soulèvera quand le niveau d'eau monte
- Ceci fait ouvrir la vanne et l'eau est éjectée
- Le flotteur tombe et la vanne se ferme
- Quand la pression est arrêtée à la fin du service ou à n'importe quelle autre moment la soupape de vidange s'ouvrira automatiquement



2.7. Élément filtrant

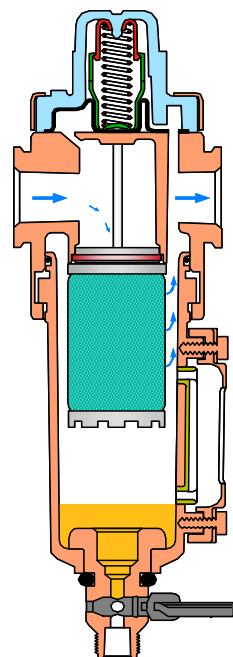


- L'air entre à l'intérieur de l'élément et traverse le filtre sur la surface externe
- Formé de supports perforés d'acier inoxydable pour une pression différentielle jusqu'à 10 bar
- Médias filtrants: micro-fibre de verre de borosilicate
- L'enveloppe de mousse atténue la circulation d'air à vitesse basse pour empêcher l'entraînement d'huile



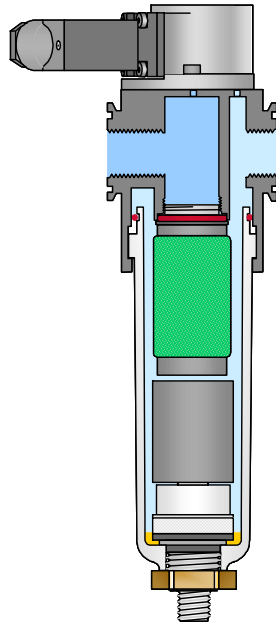
- Les particules d'aérosol d'huile fusionnent ensemble quand elles entrent en contact avec les médias filtrants
- L'huile imbibe l'enveloppe et s'écoule au fond d'où elle s'égoutte.

2.8. Filtre à fusion d'aérosol



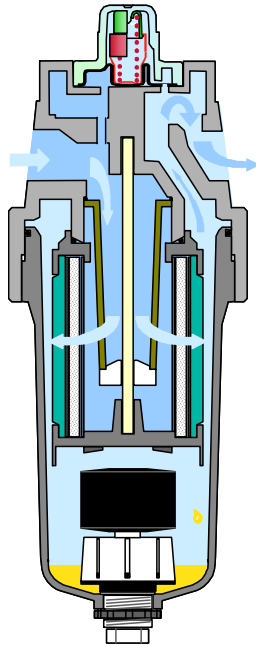
- Les capacités d'écoulement sont inférieures aux unités standard équivalentes par exemple 28 dm³/s comparés à 83 dm³/s pour G1/2 à 6.3 bar
- Filtre à grand secteur pour que l'écoulement d'air se fasse à basse vitesse et pour empêcher le re-entraînement d'huile
- L'indicateur de durée de vie surveille la chute de pression pour avertir quand l'élément exige le remplacement

Avec indicateur de durée de vie électrique



- Idéal pour l'information à distance du remplacement de l'élément filtrant
- Peut être employé pour donner un avertissement visuel et acoustique à distance
- Pour des applications sensibles, peut être employé pour arrêter automatiquement une machine ou un processus

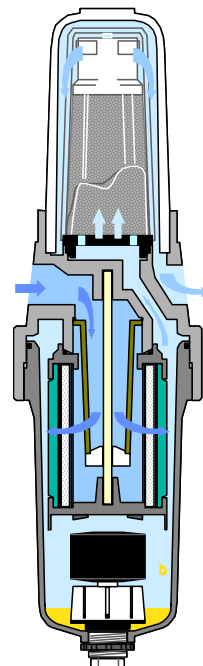
2.9. Filtre à huile à haut rendement



- Élément de filtration de rendement élevé
- Contenu restant d'huile 0.01 ppm maximum à 21°C
- Déplacement de particules vers le bas de 0.01 µm
- Pour filtrer à la qualité ISO 8573-1 classe 1.7.2

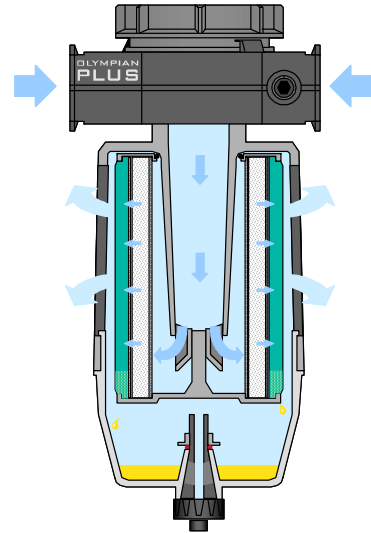
2.10. Filtre à huile à très haut rendement

- Cartouche de charbon actif pour la suppression de vapeur et d'odeur d'huile
- Colorant rose d'avertissement si l'huile passe en raison de l'échec de la filtration
- Contenu restant d'huile 0.003 ppm maximum à + 21°C
- Qualité d'air ISO 8573-1 à la classe 1.7.1



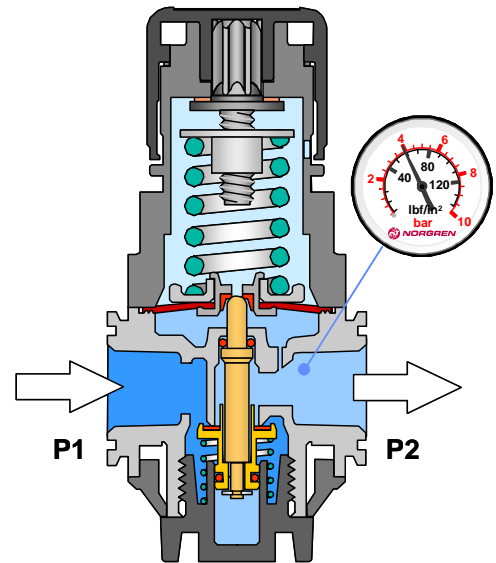
2.11. Silencieux avec filtre à huile

- Pour tous les échappements de systèmes pneumatiques
- Enlève des particules d'huile de graissage transportées à l'échappement
- Le grand diamètre du filtre maintient la vitesse d'échappement faible donc un bruit très bas

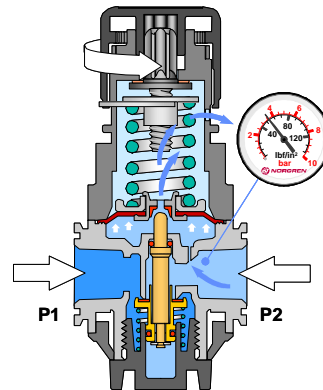
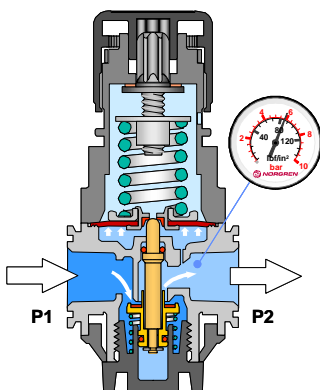
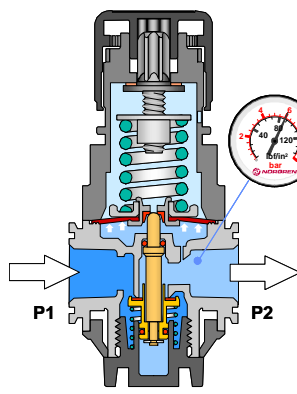
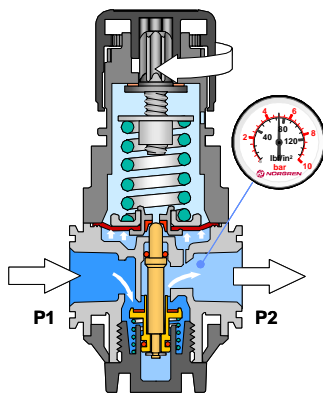


3. Régulateur de pression

- Ramène la pression P_1 d'approvisionnement à une pression d'utilisation appropriée P_2
- Quand la demande de débit est nulle le clapet se ferme
 - Pour maintenir la pression à P_2 , le clapet s'ouvre suffisamment pour satisfaire le débit à la pression P_2
 - P_2 peut être placé sur un manomètre adaptable



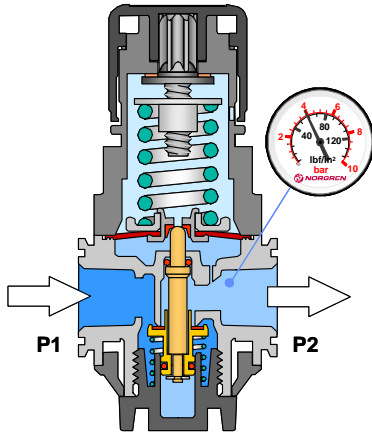
3.1. Fonctionnement



- Pour augmenter la pression P_2 , tirer le bouton de réglage
- Tourner dans le sens des aiguilles d'une montre jusqu'à ce que la nouvelle pression P_2 soit atteinte
- La poussée plus élevée de l'action du ressort ouvre le clapet
- La pression P_2 agit sous le diaphragme pour équilibrer le ressort et pour permettre au clapet de remonter pour fermer lorsque la pression est atteinte

- En fonction des demandes de débit, le clapet s'ouvre afin de suivre la demande d'écoulement comme les augmentations de débit
- Ainsi la pression sous le diaphragme diminue pour ouvrir le clapet plus ou moins pour maintenir

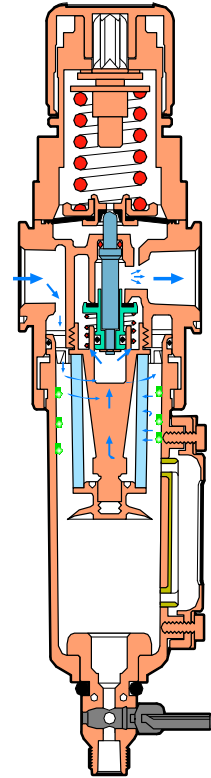
l'écoulement près de la pression d'ensemble



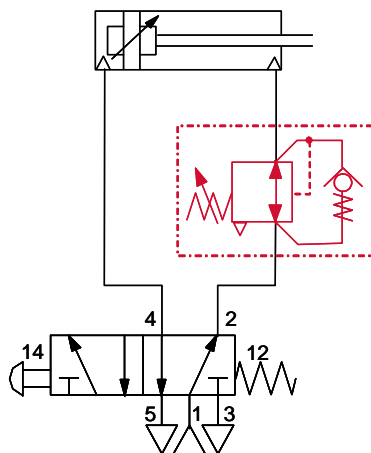
- Une fois que le réglage est effectué abaisser le bouton de réglage pour empêcher les changements négligents

3.2. Filtre régulateur

- Filtre et régulateur sont conçus en unité compacte
- De l'air est d'abord filtré puis dirigé vers le côté primaire du régulateur
- De la pression est alors réduite à une valeur de fonctionnement
- Seulement une unité à installer
- Économie de coût une fois comparé à deux unités séparées



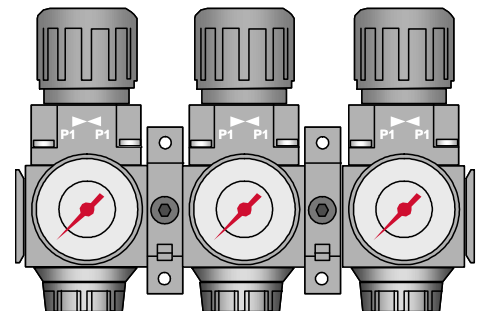
3.3. Régulateur de pression de transfert



- Pour des applications où la régulation se fait sur un seul mouvement
- Le régulateur de pression comporte un clapet anti-retour incorporé pour permettre le réglage que dans un sens

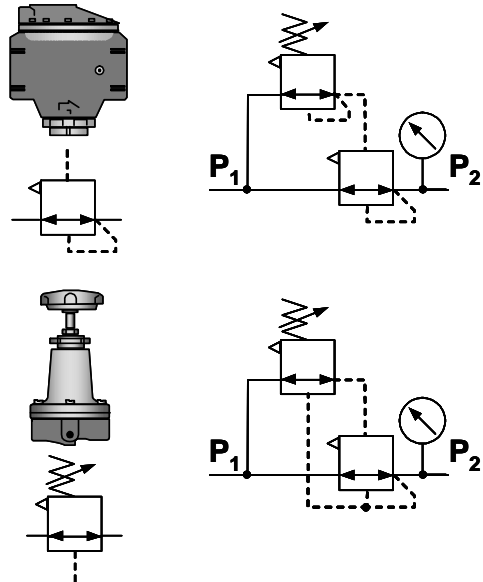
3.4. Régulateurs de pression compacts

- Permet l'alimentation de plusieurs pressions différentes
- Le raccordement de l'alimentation P1 peut être :
 - des deux directions (recommandées pour de grands ensembles)
 - par l'alimentation de l'une ou l'autre direction



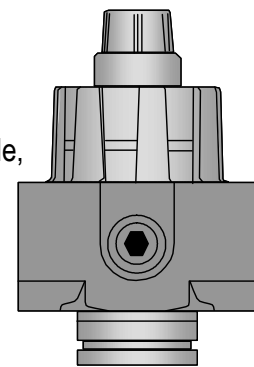
3.5. Régulateurs de pression pilotes

- Les gros régulateurs de pression produisent des forces élevées, peu convenables pour l'opération manuelle directe
- Souvent monté dans des sites éloignés difficiles à atteindre
- Un régulateur de pilotage est facile à utiliser et envoie un signal pour ajuster le régulateur pilote à distance



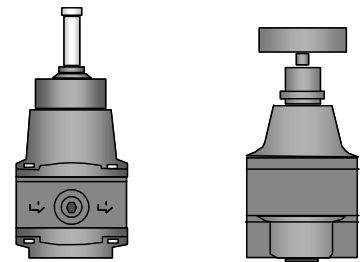
3.6. Micros régulateurs de pression

- Commande manuelle ou version pilotée
- Aucune action de la pression à la commande, ajustement facile du bout du doigt



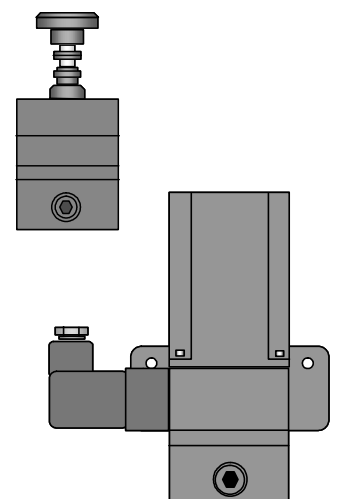
3.7. Régulateurs de pression de précision

- Pour le réglage et la maintien de précision de la pression
- Approprié aux processus, et à l'instrumentation
- Le choix de la gamme de pression s'étend par exemple 0.02 - 0.5 bar, 0.06 - 4 bar, 0.16 - 7 bar etc...
- Manoeuvre manuelle, mécanique et pilotée



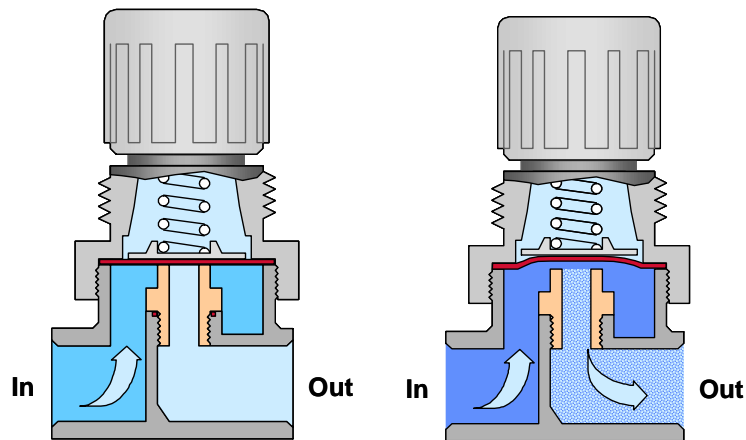
3.8. Régulateurs de pression à commande électrique

- Régulateur de pression commandé électroniquement
- Signaux de commande 4-20mA, 0-5V et 0-10V
- Valve de régulation de précision
- Plage réglable de 0-8bar à 0-4bar
- Protection IP65
- Écoulement maximum à 4bar 600l/min
- Alimentation nominale de 24V à 100mA



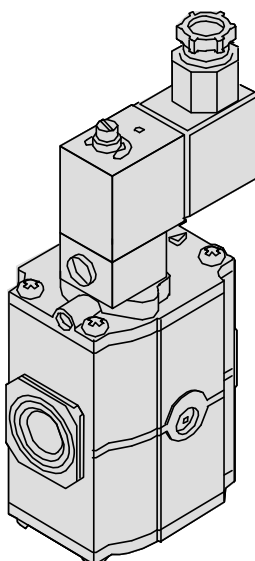
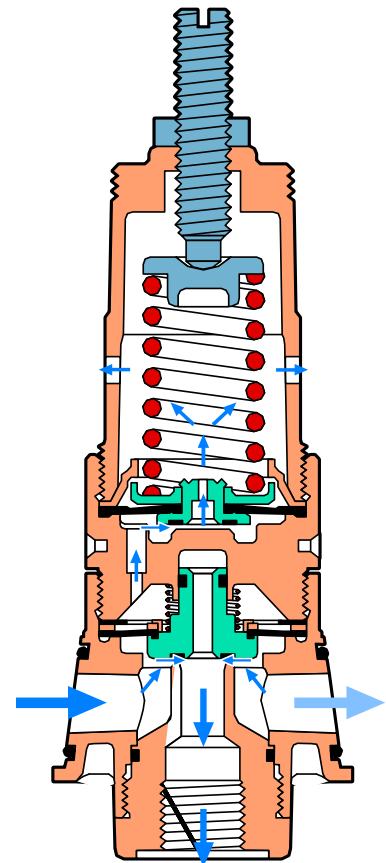
4. Soupape de sûreté

- La force de ressort empêche la pression atmosphérique normale de soulever le diaphragme
- Une pression excessive soulèvera le diaphragme pour ouvrir le clapet et pour libérer l'air vers la sortie



4.1. Soupape de sûreté sensible

- La soupape de sécurité pilote interne fournit une sensibilité très élevée
- Grande dépressurisation pour un petit changement au-dessus de la pression de réglage
- Zone pressurisée entre le diaphragme pilote supérieur et le diaphragme inférieur
- Installé pour un écoulement direct dans la ligne.

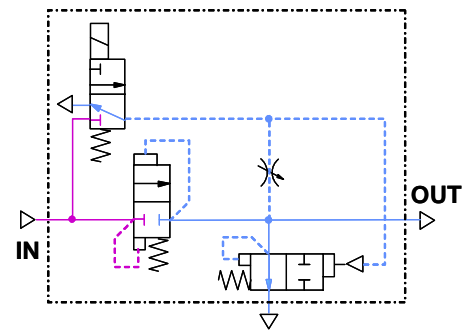


5. Soupape de mise en pression lente et de décharge

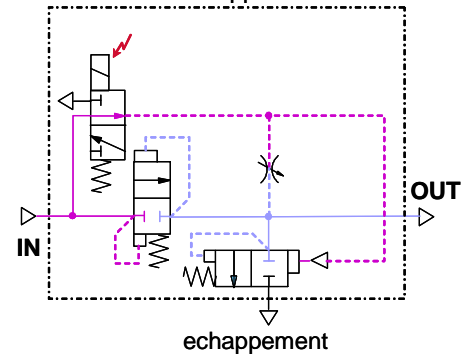
- Applique la pression doucement pour permettre aux pièces mobiles de se déplacer doucement
- À 50% de la pression le passage totalement ouvert
- Une fois le système coupe le circuit est rapidement purgé et isolé de l'admission
- Versions actionnées par solénoïde ou par air

5.1. Circuit équivalent

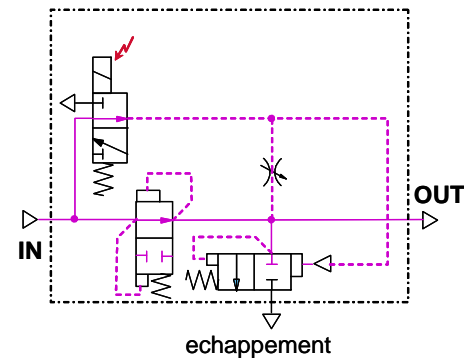
- Dans la POSITION DE REPOS les distributeurs à commande électrique et distributeurs différentiels bloquent l'admission et l'air coté sortie est évacué par la valve de décharge



- Quand le solénoïde est activé la valve de décharge se ferme et l'air comprimé entre dans le circuit



- À la 50% de la pression nominale le distributeur différentiel s'ouvre pour permettre un écoulement total



6. Lubrification

6.1. Introduction

Pour un fonctionnement efficace de l'équipement pneumatique et une durée de vie correcte des joints et des surfaces de frottement, une lubrification adéquate est essentielle.

Il y a des équipements en matériaux qui ne nécessitent aucune lubrification (cylindre de vérin en téflon). Il n'est pas nuisible cependant d'inclure à cet équipement de l'air lubrifié, cela est susceptible d'avoir comme conséquence une prolongation de la durée de vie de l'équipement

Pour de meilleurs résultats la lubrification est appliquée sans interruption à partir groupe de lubrification pneumatique.

C'est particulièrement approprié pour des applications où il peut y avoir à grande vitesse et le fonctionnement de haute température.

Les distributeurs, les actionneurs et les accessoires dans une application typique peuvent fonctionner à différents taux et fréquences et exiger une lubrification à la demande. Le lubrificateur pneumatique en ligne fournit une méthode très commode pour satisfaire cette demande

Dans un lubrificateur, les gouttes d'huile sont pulvérisées et les particules minuscules d'huile forment un brouillard très fin.

La quantité d'huile délivrée est automatiquement ajustée au débit d'air. La lubrification est donc constante en densité. Pour n'importe quel système la quantité de particules d'huile par mètre cube d'air sont identiques et ceci indépendamment du débit

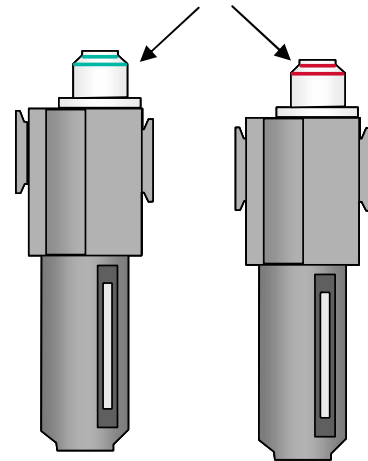
6.2. Lubrificateurs

Il y a deux types principaux de graisseur

Il y a la série conventionnelle pour brouillard d'huile (vert codé)

L'autre est système de brouillard micronisé et plus largement répandu (rouge codé)

Les deux types sont facilement ajustables pour régler le niveau de lubrification

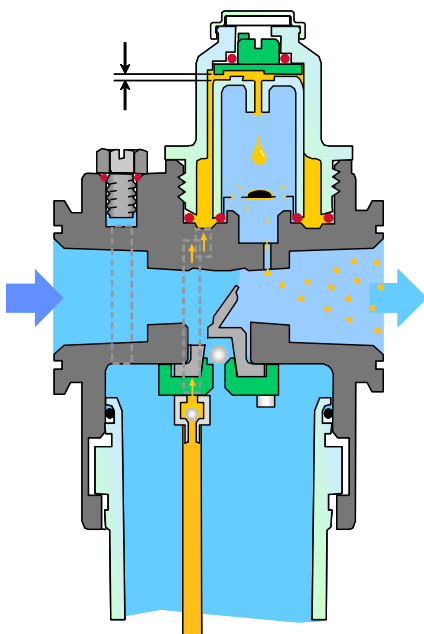
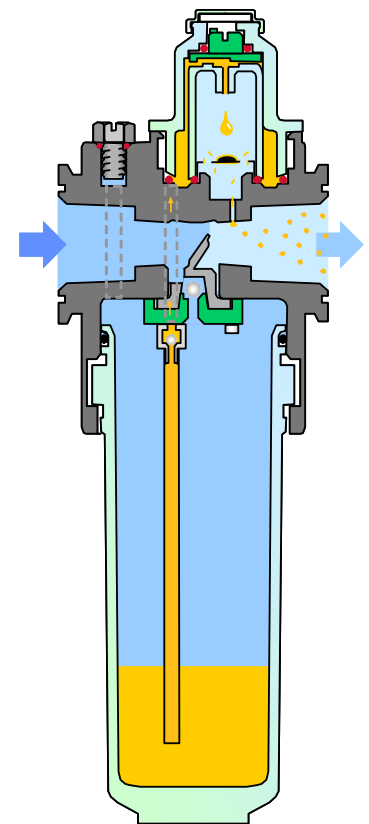


6.3. Lubrificateur à brouillard d'huile

- Pour des distances courtes où humides
- Adapté pour ; lubrifier les outils pneumatiques, les moteurs à air comprimé, les vérins etc...
- Les gouttes d'huile sont pulvérisées par le jet principal d'air et toutes les particules sont mélangées dans l'air
- Le goutte à goutte est réglable

6.3.1. Fonctionnement

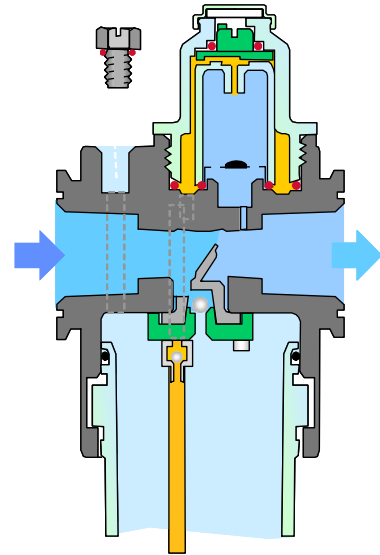
- Les gouttes sont visibles au travers de la chambre et sont poussées par la différence de pression entre P1 et P2
- Tube-siphon avec clapet anti-retour pour empêcher le retour d'huile quand le débit d'air est nul
- Cuvette transparente en polycarbonate pour inspecter le niveau d'huile
- Cuvette alternative en métal avec regard transparent



- Tourner la vis verte pour ajuster la section d'écoulement d'huile
- Observer le goutte à goutte et régler à 2 gouttes/min à 10 dm³/s. Ajuster selon des résultats
- La sonde de débit flexible, plie progressivement à mesure que l'écoulement augmente. Ceci commande la chute de pression locale pour générer un goutte à goutte d'huile proportionnel au débit d'air

6.3.2. Remplissage du bocal sous pression

- Vis de dépressurisation du bocal
- Enlever le bocal (montage en simple baïonnette), remplir et la remettre en place
- Clapet anti-retour pour empêcher la sortie d'air quand le bocal est enlevé



6.4. Lubrificateurs de micro-brouillard

6.4.1. Introduction

Les lubrificateurs de micro-brouillard sont le type le plus largement utilisés et peuvent être identifiés par la commande rouge du goutte à goutte

Les gouttes d'huile passant par la chambre sont pulvérisées dans le bocal, mais seulement un petit pourcentage des particules produites passent réellement dans le flux d'air

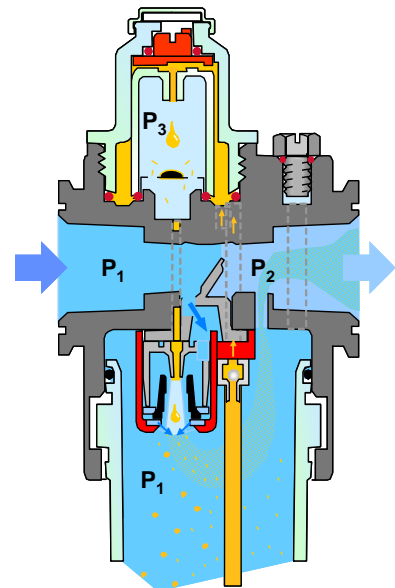
Composées d'environ 10% du taux d'égouttement, les particules sont plus petites, si fines qu'elles peuvent être comparées à de la fumée. Le taux de goutte à goutte est 10 fois supérieur aux des unités de brouillard d'huile pour la même quantité d'huile consommée.

Le réglage du taux d'égouttement est 10 fois plus rapide trop car il y a moins de temps d'attente entre les gouttes

L'agglomération en fluide de ces particules d'huile se produit graduellement. Ceci leur permet d'être transportées sur des longues distances; labyrinthe de la canalisation, des jeux serrés et des garnitures qui font partie des systèmes pneumatiques industriels typiques

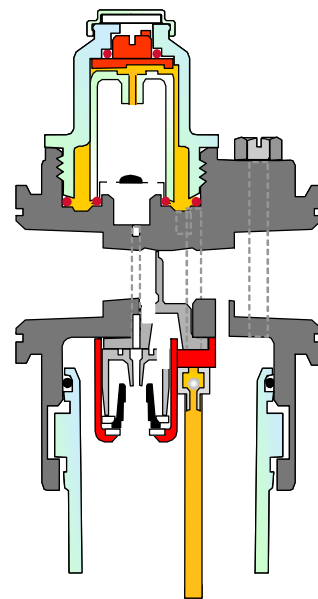
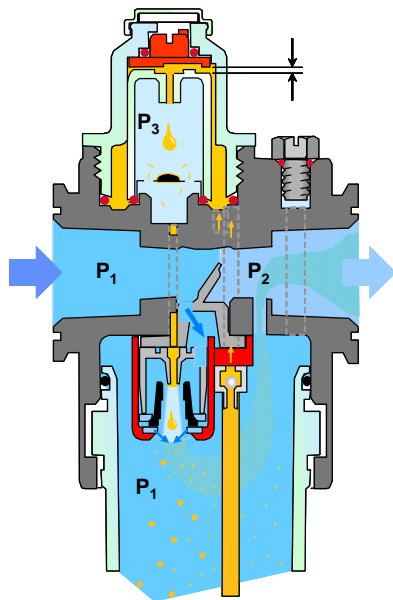
6.4.2. Fonctionnement

1. Les gouttes d'huile sont poussées par la différence de pression entre P_1 et P_3
2. Tout le passage d'égouttements par la tête de pulvérisation. Chute de pression P_3 créée par le venturi dans la tête de pulvérisation
3. Seulement les plus petites particules d'huile de 10% les plus légères peuvent faire le tour serré pour sortir la cuvette portée par la chute de pression $P_1 : P_2$



6.4.3. Réglage

Régler pour un goutte à goutte à 20 gouttes/min à $10 \text{ dm}^3/\text{s}$



6.4.4. Remplissage

- En raison de l'écoulement élevé de micro-brouillard dans le bocal, ne peut pas être rempli sous pression
- Couper l'air et remplir le bocal, puis rebrancher l'air

7. Combinaison d'unités de conditionnement

Conception

- Module de dérivation
- Distributeur de mise en pression progressive
- Manocontact
- Distributeur de mise en circuit
- Filtre-détendeur avec manomètre
- Lubrificateur standard à pulvérisation

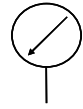


8. Manomètre

Fonction : Indiquer la pression existante en certains points du circuit.



SYMBOLE



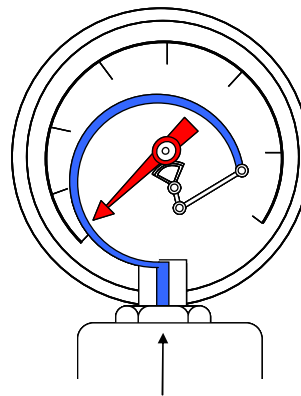
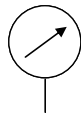
REPERE:

G

8.1. Fonctionnement.

La plupart des manomètres fonctionnent sur le principe du tube de Bourdon : Un tube courbé en spirale est fermé à une de ses extrémités.

Il a tendance à se déformer sous l'effet de la pression. Cette déformation, au moyen d'une transmission mécanique, agit sur une aiguille indiquant la valeur de la pression



Entrée de l'air comprimé

8.2. Remarque

Le manomètre se monte au moyen de tés sur les canalisations (en dérivation),
Il est souvent précédé par une vanne d'isolement qui permet sa protection lorsque l'indication de pression n'est pas nécessaire.

Introduction

Ce module montre les méthodes d'application des distributeurs pneumatiques et des composants pour la commande et l'automatisation

Les méthodes de commande séquentielle pneumatique pure sont confinées aux exemples simples

La majorité des systèmes actuels sont commandés électroniquement et le sont par l'intermédiaire de modules électropneumatiques

Pour concevoir des circuits pneumatiques :

- Employer les techniques de conception prouvées et fiables
- Produire des circuits et de la documentation clairs
- Prévoir la conception pour la sécurité des personnes et des matériels
- Ne pas essayer d'être trop complexe, il sera difficile à d'autres de comprendre et de maintenir le circuit

1. Symboles

La norme pour la symbolisation des circuits pneumatiques est l'**ISO 1219-1**. C'est un ensemble de règles de base pour la construction des symboles de puissance pneumatique

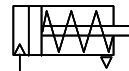
Les composants sont symbolisés à l'état repos

Les vérins peuvent être dessinés pour montrer leurs positions de course extrêmes

Les distributeurs montrent tous les états dans un seul symbole. L'état repos est celui avec les raccordements.

1.1. Vérins simple effet

- Simple effet, retour par ressort



- Simple effet, sortie par ressort



- Simple effet, retour par ressort, piston magnétique

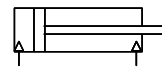


- Simple effet, sortie par ressort, piston magnétique

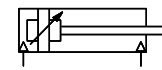


1.2. Vérins double effet

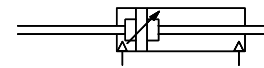
- Double effet, non amorti



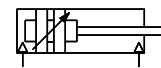
- Double effet, amortissement réglable



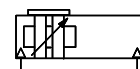
- Double effet, double tiges amortissement réglable



- Double effet, piston magnétique amortissement réglable



- Double effet, sans tige, piston magnétique amortissement réglable



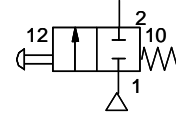
1.3. Actionneurs rotatifs

- Vérins rotatifs double effet
- Moteur pneumatique 1 sens de rotation
- Moteur pneumatique 2 sens de rotation

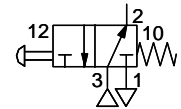


1.4. Distributeurs

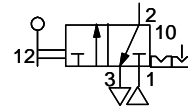
- Distributeur 2/2, NF commande manuelle, rappel par ressort



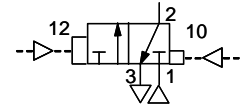
- Distributeur 3/2, NO commande manuelle, rappel par ressort



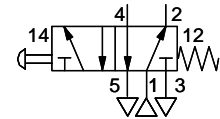
- Distributeur 3/2, NF commande par levier, action maintenue (bistable)



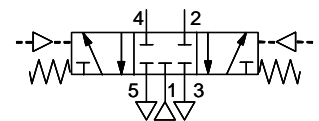
- Distributeur 3/2, NF commande par pression différentielle



- Distributeur 5/2, commande manuelle, rappel par ressort



- Distributeur 5/3, commande pneumatique, rappel par ressort, centre fermé

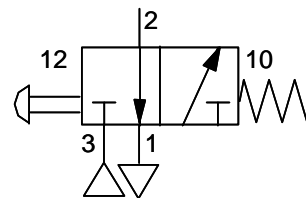
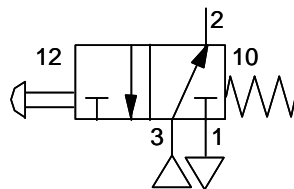


La fonction d'un distributeur est indiquée par une paire de nombres par exemple 3/2. Ceci indique que le distributeur a 3 entrées principales et 2 positions

Le symbole du distributeur montre les **deux positions**

La numérotation est normalisée suivant les règles **CETOP RP68P** :

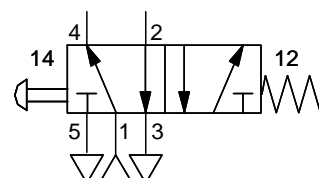
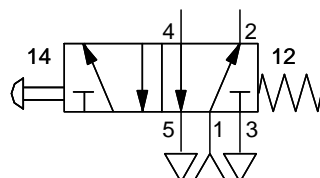
- quand le distributeur est activé en 12 l'entrée 1 est reliée à 2
- une fois à l'état repos ; 10 activé par ressort, 3 est bouché, et 2 est relié à 1 (à l'échappement)



Exemple pour un distributeur 5/2

Il possède 5 entrées principales et 2 positions

- Quand le distributeur est activé en 14, il y a communication de 1 vers 4 et 2 vers 3
- A l'état repos, activation de 12 par le ressort



1.5. Symboles commandes manuelles

Manuelle générale		Levier	
Bouton poussoir		Pédale	
Bouton tirant		Pédale deux sens	
Bouton en tandem		Bouton rotatif	

1.6. Symboles commandes mécaniques

Tige		Pression	
Ressort pour rappel		Pression pilote	
Galet		Pression différentielle	
Galet escamotable 1 sens de detection		Commande 3 positions	

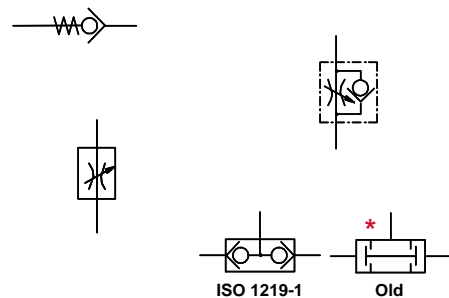
1.7. Symboles distributeurs 5/3

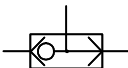

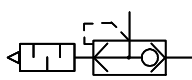
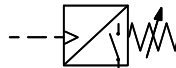
Tous les types de distributeurs sont représentés dans la position repos

- Type 1. Cylindres fermés
- Type 2. Cylindres ouverts
- Type 3. Cylindres en communication

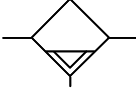
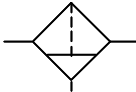
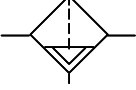
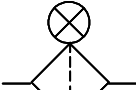
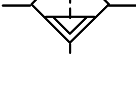
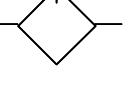

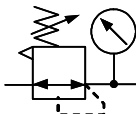
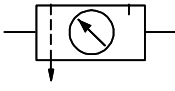
1.8. Composants

- Clapet de anti-retour
- Réducteur de débit unidirectionnel
- Réducteur de débit bidirectionnel
- Fonction 'ET'



- Fonction 'OU', sélecteur de circuit 
- Silencieux 
- Soupape d'échappement rapide avec silencieux 
- Pressostat réglable 

1.9. Composants traitement de l'air

- Séparateur d'eau avec purge automatique 
- 
- Filtre avec purge manuelle 
- Filtre avec purge automatique 
- Filtre avec l'indicateur de colmatage et purge automatique 
- 
- Lubrificateur 
- Régulateur de pression avec manomètre 
- F.R.L. filtre, régulateur, lubrificateur symbole simplifié 

2. Représentation des circuits

La norme pour les schémas de circuit est l'ISO 1219-2

Peut être sur plusieurs feuilles au besoin avec identification des lignes de raccordement avec des croisements de lignes minimum.

Terminer les sorties des distributeurs par un code de référence ou symbole de l'actionneur

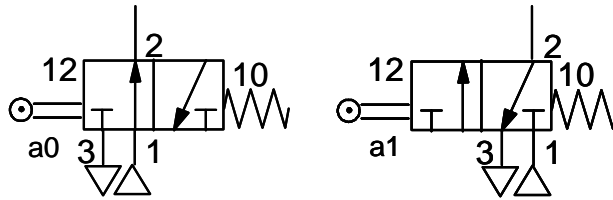
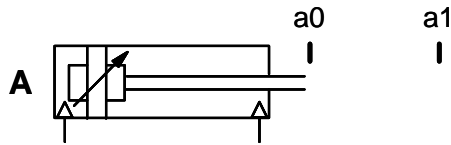
Les circuits doivent être dessinés avec tous les actionneurs au dessus de la page par ordre d'opération séquentielle. Le circuit doit montrer le système à l'état repos et prêt pour démarrer

2.1. Identification des composants

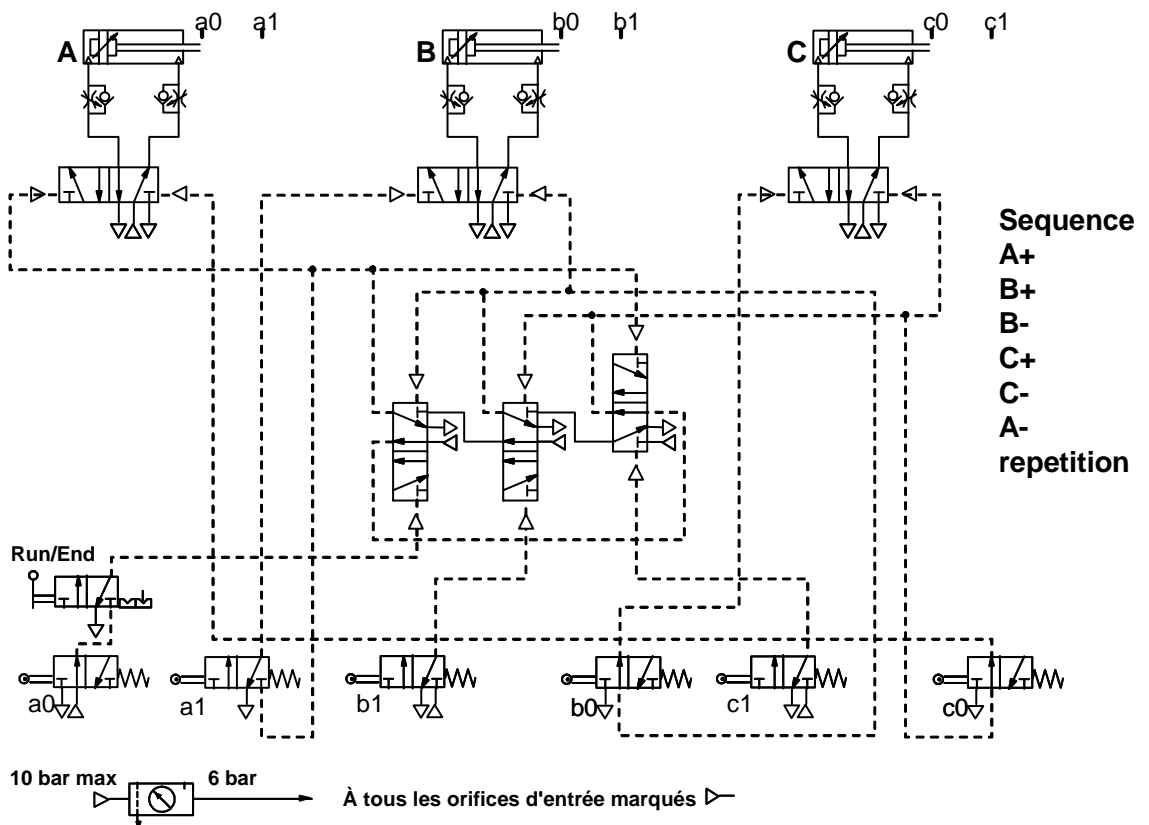
L'ISO suggère que le système d'identification des composants soit approprié aux circuits principaux et à ceux dessinés sur plusieurs pages. Pour cette représentation un code simple est employé

- Pour les vérins: A,B,C etc.
- Pour les capteurs associés aux mouvements : code alphanumérique 'a0 'pour la détection de la rentrée, 'a1 'pour la détection de la rentrée
- Pour vérin B: b0 et b1
-

Note : le symbole du distributeur a0 est dessiné en position actionnée parce que l'actionneur A est rentré

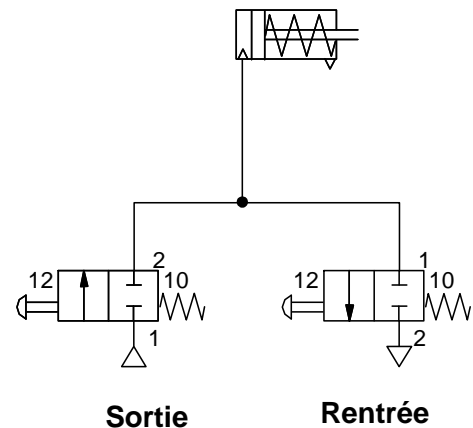


2.2. Exemple de circuit

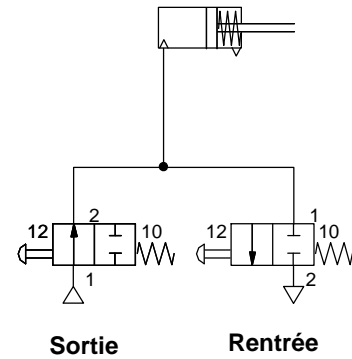


3. Utilisation du distributeur 2/2

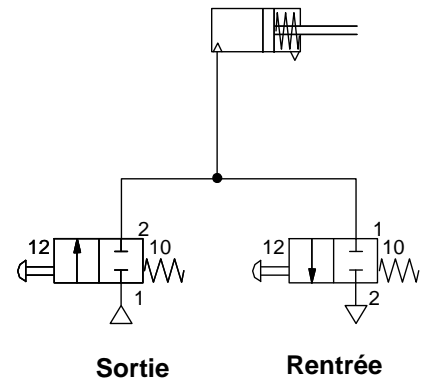
- Une paire de distributeur 2/2 peut être employée pour commander un vérin simple effet
- La position normalement fermée du distributeur est produite par le ressort
- La position actionnée est produite par le bouton poussoir
- Un distributeur alimente le vérin pendant que l'autre bloque l'air



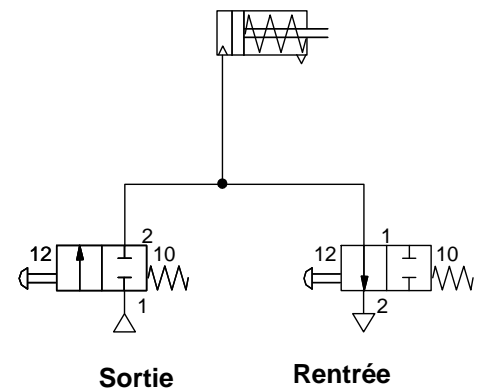
- Le bouton marqué SORTIE est poussé pour actionner le distributeur
- De l'air alimente le vérin pour le faire sortir
- L'air ne peut pas s'échapper à l'atmosphère par le distributeur RENTREE pendant que c'est fermé
- L'air coté tige s'échappe à l'atmosphère par l'échappement du vérin



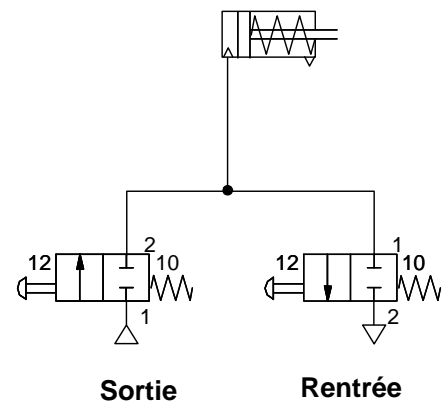
- Le bouton poussoir du distributeur est relâché et revient à une position normale fermée
- De l'air est maintenant emprisonné dans le système et s'il n'y a aucune fuite la tige de piston restera dans la position sortie
- Si la charge augmente au delà de la force exercée par l'air, la tige de piston commencera à se déplacer dans le cylindre



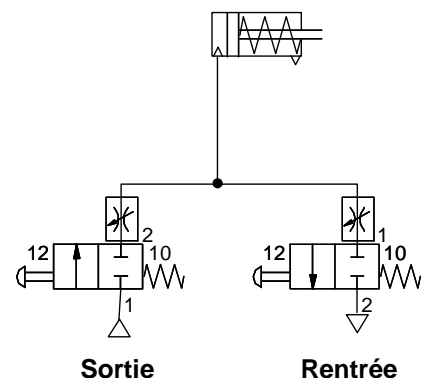
- Le bouton marqué RENTREE est poussé pour actionner le distributeur
- L'air s'échappe le piston rentre grâce à l'action du ressort
- Le bouton poussoir doit être actionné jusqu'à ce que la tige de piston soit entièrement rentrée
- De l'air atmosphérique rentre dans le vérin coté tige par l'échappement



- Si le bouton marqué RENTREE est libéré la tige de piston restera dans la position rentrée
- Toutes les fuites dans l'installation peuvent faire mouvoir la tige de piston

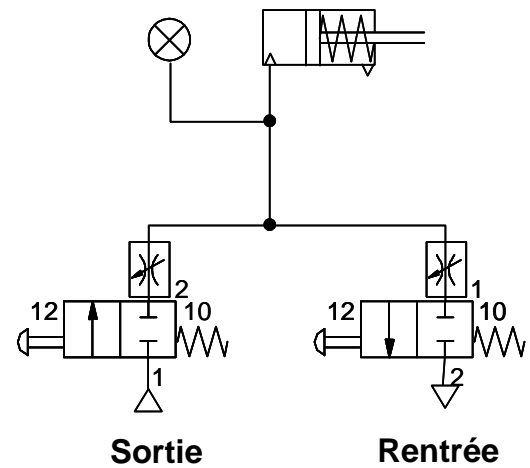


- Pour commander la vitesse de la tige de piston, des réducteurs de débit sont placés en sortie de chacun des distributeurs
- L'ajustement des réducteurs ralentira le débit, donnant de ce fait une vitesse indépendante de rentrée et de sortie



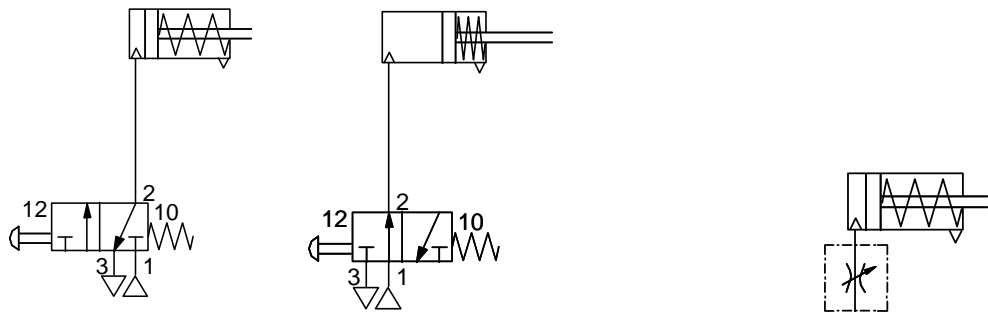
- Par fonctionnement répété de l'un ou de l'autre bouton pendant le mouvement, la tige de piston peut être déplacée par petites étapes pour le positionnement approximatif
- Ce sera seulement faisable sous des vitesses réduites

- Avec n'importe quel système d'air comprimé, les risques doivent être identifiés
- Le dégagement ou l'application fortuite de la pression peut provoquer un mouvement inattendu de la tige de piston
- Un manomètre ou une indicateur doit être installé pour avertir de la présence de la pression



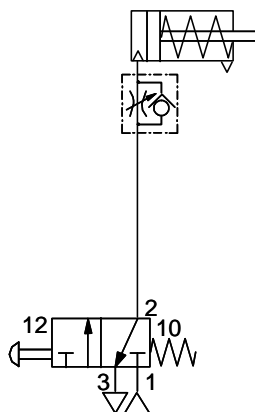
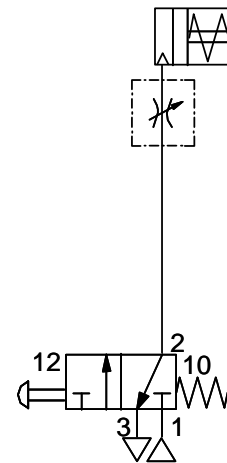
4. Distributeur 3/2

- Un distributeur 3/2 est le choix normal pour la commande d'un vérin simple effet
- En position repos, activé par le ressort, le distributeur est NF
- En position actionné, activé par le bouton poussoir le distributeur est ouvert
- Le bouton poussoir doit être maintenu tant que vérin est sorti



Pour ralentir le vérin on installe **un réducteur de débit bidirectionnel** réglable ou fixe.

Le montage de ce type de réducteur de débit sera un compromis car la vitesse idéale de sortie peut ne pas produire les résultats désirés pour la vitesse de rentrée



Pour commander la vitesse de sortie d'un vérin simple effet commander la vitesse de sortie, un réducteur unidirectionnel (RDU) est employé

L'écoulement dans le vérin ferme le clapet de non retour et peut seulement passer par la restriction réglable

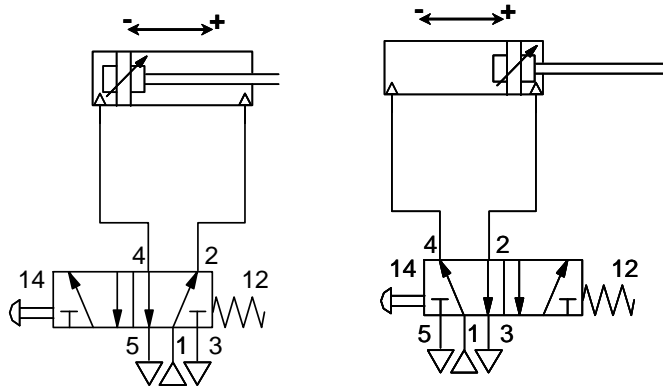
En ajustant la restriction on varie la vitesse de sortie du vérin

5. Distributeur 5/2

Pour un vérin double effet les voies de puissance et d'échappement sont commutées simultanément

Quand le bouton est poussé l'alimentation 1 est reliée a 4 et à l'orifice de sortie 2 relié à l'échappement 3. Le vérin ne se déplace plus

Quand le bouton est libéré ,1 est relié au port 2 et 4 est relié à 5.



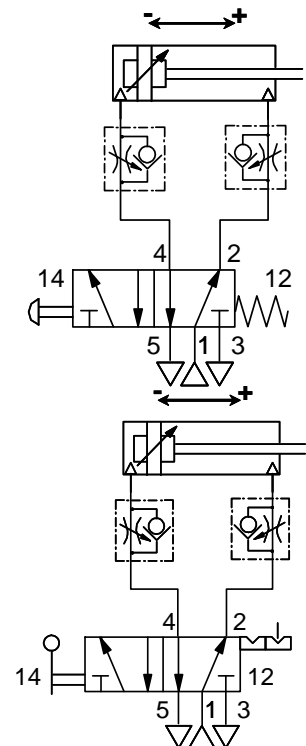
Commande indépendante de la vitesse des mouvements

Dans la plupart des applications la vitesse est commandée en limitant l'air sortant du vérin, on crée ainsi une contre pression

Les distributeurs avec un retour par ressort sont monostables et ont besoin de l'opérateur pour être maintenu afin de garder la tige du vérin sortie

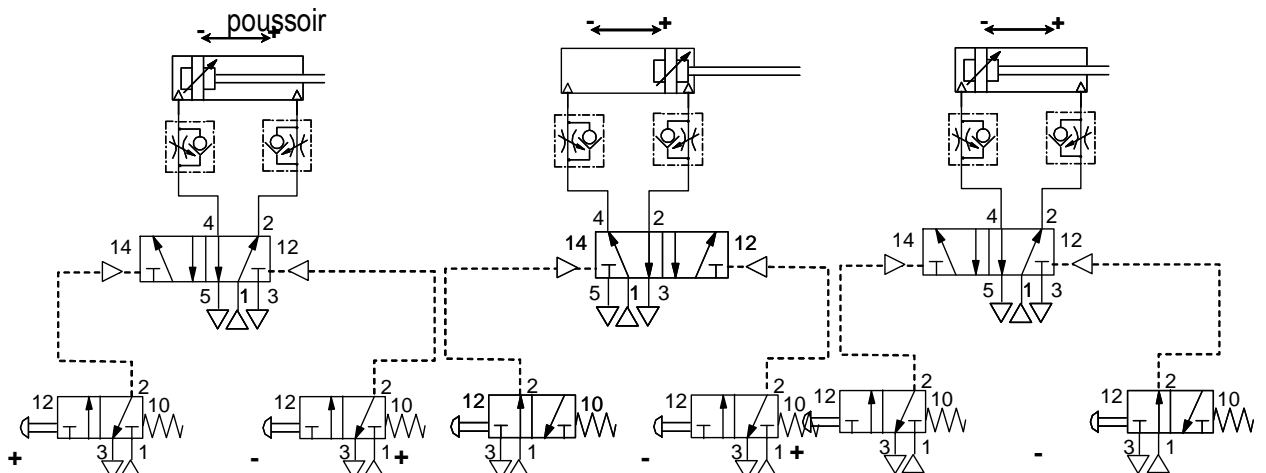
Les distributeurs bistables resteront en position initiale

L'exemple du distributeur à levier illustré, indique un mécanisme d'indexage. Le levier n'a pas besoin d'être maintenu une fois que la nouvelle position a été établie



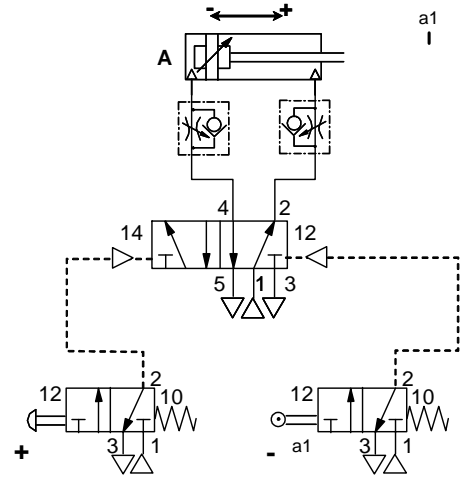
6. Commande manuelle

- Commande manuelle à distance d'un vérin double effet
- Le distributeur marqué + activera la sortie de la tige
- Le distributeur marqué - activera la rentrée de la tige
- Le distributeur de commande 5/2 est bistable, donc une impulsion suffit sur les boutons



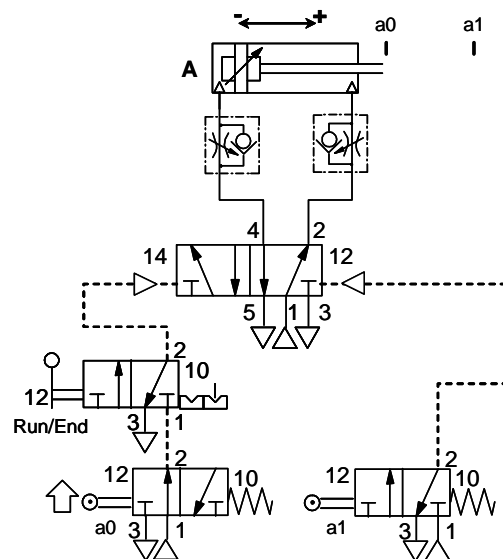
7. Commande semi-automatique

- Commande à distance manuelle d'un vérin double effet avec retour automatique
- Vérin identifié "A"
- Le distributeur 3/2 a1 (capteur) a détecté la fin de course du vérin



8. Commande complètement automatique

- Le cycle automatique continu avec capteurs de fin de course
- Le vérin sera rentré en position finale
- Noter la position repos des distributeurs a1 et a0

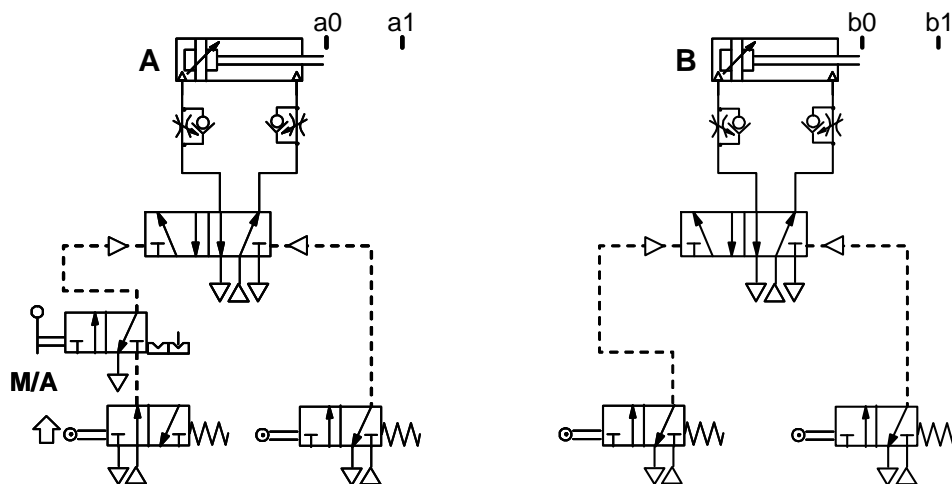


9. Commande séquentielle

9.1. Modèles de circuit

Ces circuits peuvent être considérés comme modèles de séquences pour de plus grands circuits séquentiels se composant de deux vérins ou plus.

Chaque vérin se compose d'un distributeur de puissance et de 2 capteurs de rétroaction. Le premier capteur est en série avec le bouton M/A



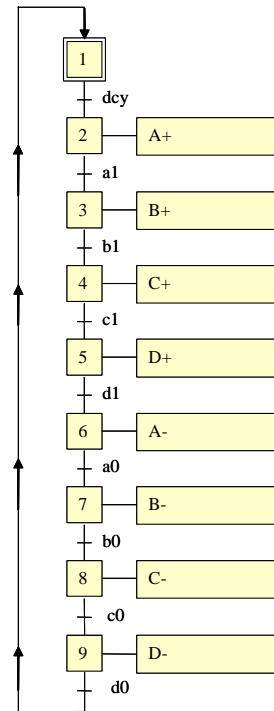
9.2. Suites de séquences

Une suite de séquences est un enchaînement où l'ordre des mouvements dans la première moitié de cycle est répété dans la deuxième moitié

Chaque vérin a un mouvement de sortie et de rentrée dans le cycle

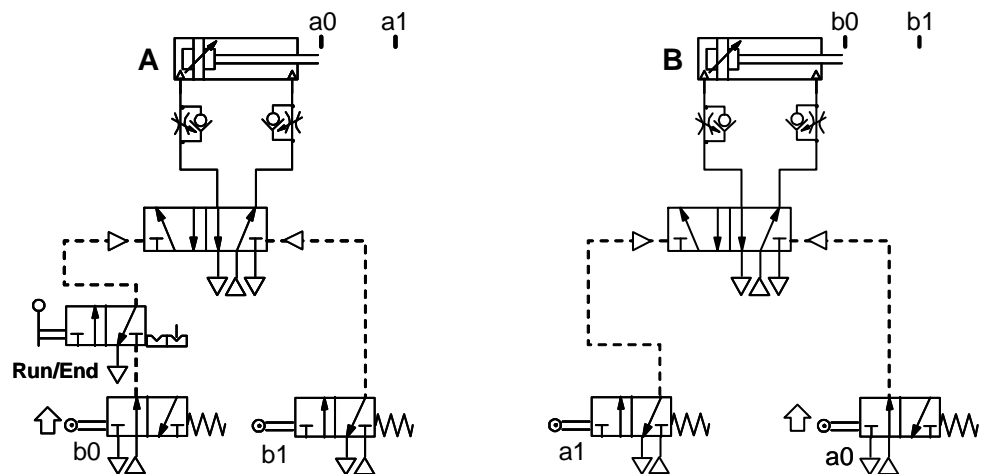
Il peut y avoir un nombre indéfini de vérin

- Le départ du cycle est commandé par le distributeur M/A
- On a seulement besoin des blocs fonctionnels de base pour résoudre le problème
- Exemples de modèles: cycles carrés, rectangles..
- A+ B+ C+ D+ A- B- C- D-
- B+ C- A+ B- C+
- C+ A+ B- C- A- B+

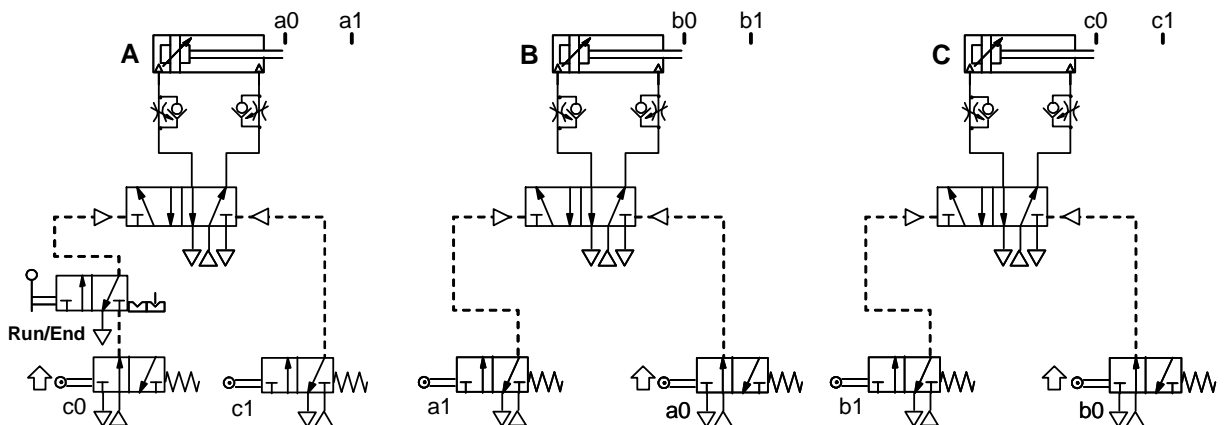


9.3. Application

- Les deux vérins A et B doivent exécuter un séquence simple comme suit: A+ B+ A- B-
- Appliquer la règle " le signal donné par l'accomplissement de chaque mouvement lance le prochain mouvement"
- De cette façon les capteurs de position peuvent être identifiés et marqués



9.4. Application 2



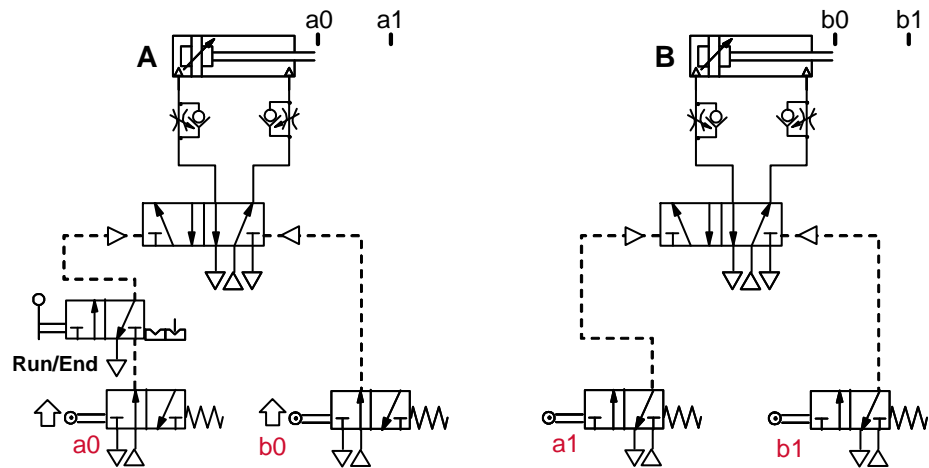
- Pour trois vérins A, B et C qui doivent exécuter une séquence comme suit: A+ B+ C+ A- B- C-
- Appliquer la règle " le signal donné par l'accomplissement de chaque mouvement lancer le prochain mouvement

9.5. Non fonctionnement du modèle

Si la règle précédente est appliquée à n'importe quelle autre séquence, il y aura les signaux opposés sur un ou plusieurs des distributeurs 5/2 empêchant l'opération

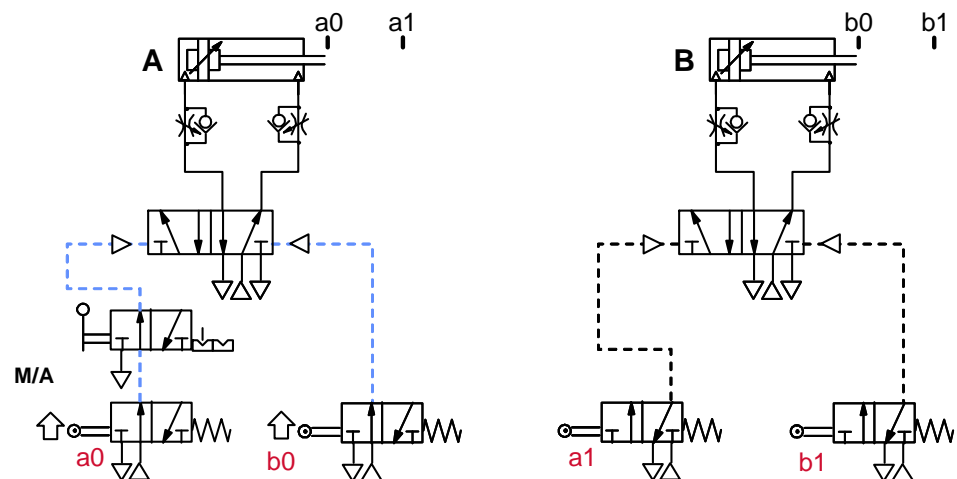
Ce circuit démontre le problème

La séquence est A+ B+ B- A- (cycle en L)



Signaux opposés

Quand on appuie sur le bouton M/A, le vérin A ne se déplacera pas car que le distributeur 5/2 a un signal opposé ; le capteur de fin de course b0, est passant et envoie un ordre de rentrée A-



9.6. Méthodes et solutions

Les solutions principales sont:

- Montage en cascade (pneumatique)
- Séquenceur (pneumatique)
- Montage electro-pneumatique
- PLC (Automate programmable)

Les circuits en cascade fournissent une méthode standard pour résoudre n'importe quel type de séquences. Ils utilisent un minimum de fonctions logiques (une fonction logique par groupe d'étapes séquentielles)

Les circuits de registre à décalage (séquenceurs) sont identiques pour gérer le cycle en cascade mais utilisent une fonction logique pour chaque étape

Les circuits électropneumatiques utilisent des distributeurs avec solénoïde et des relais électromécaniques

PLC. La solution idéale pour les systèmes séquentiels complexes (excepté où l'appareillage électrique ne peut pas être utilisé)

10. Méthode en cascade 2 groupes

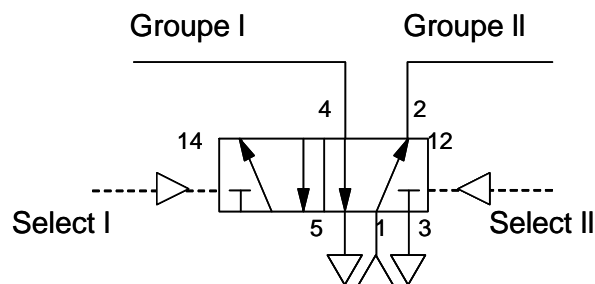
Le circuit en A+ B+ B- A- est résolu par la méthode en cascade avec deux groupes
Le cycle est divisé au point où B rentre (B-)

Aux deux parties sont assignés les groupes I et II : GI A+ B+ / GII B- A-

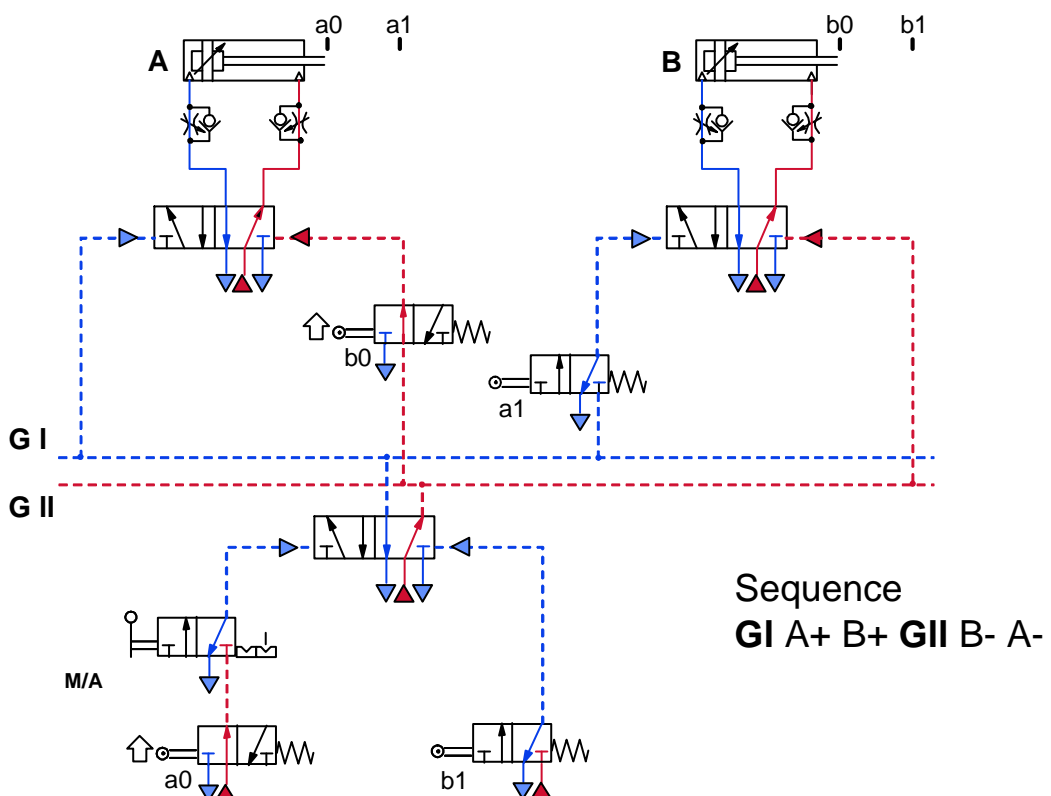
Deux alimentations de signal sont fournies par un distributeur 5/2 qui fournit seulement dans le groupe I ou le groupe II quand il est disponible.

Puisque seulement un seul groupe est disponible à la fois il n'est pas possible d'avoir des signaux opposés

Un distributeur 5/2 actionné par pression double standard est un distributeur en cascade

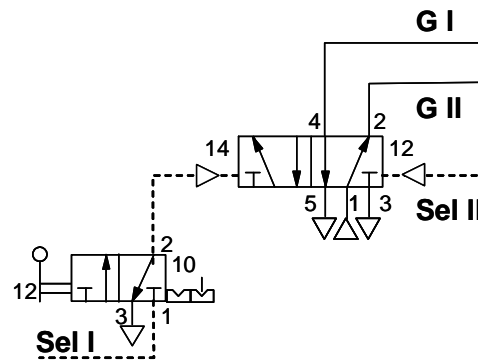


Cascade 2 groupes

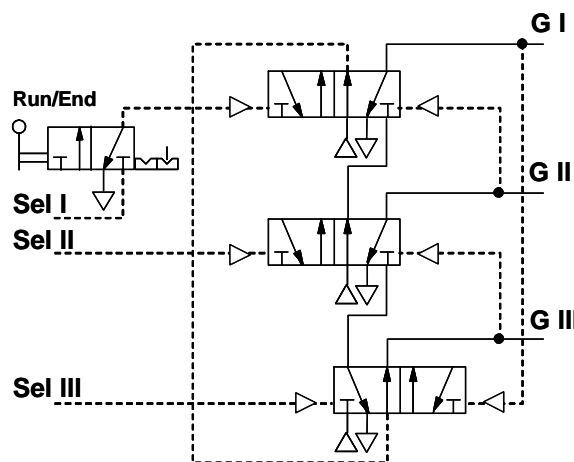


10.1. Modules en cascade

Un module de deux groupes se compose d'un bouton M/A avec un distributeur 5/2 bistable.



Ce module de trois groupes établit un modèle qui peut être prolongé à tout nombre de groupes



11. Distributeur 5/3

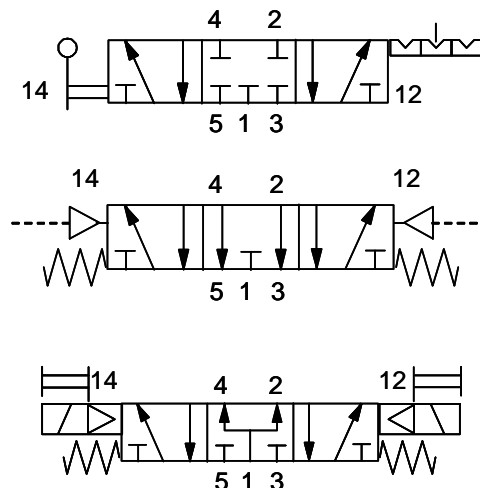
Les distributeurs 5/3 ont une troisième position

La valve peut être tri-stable; commande par levier, monostable; commande par air ou par solénoïde avec rappel par ressort

Il y a trois configurations communes pour la mi position :

- Tous les voies sont fermée (cylindres et centre fermés)
- Centre fermé et cylindres ouvert
- Cylindres en communication

La majorité des applications nécessitent un blocage de l'actionneur



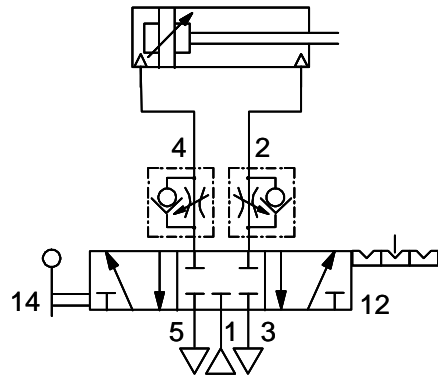
11.1. Contrôle des distributeurs 5/3

La distributeur ci-contre est à centre et cylindres fermés.

Toutes les fois que la mi position est choisie, les conditions de pression dans le cylindre sont figées

Ceci peut être employé pour arrêter le piston sur une partie de la course pour applications de positionnement

Les RDU sont montés près du vérin pour réduire au minimum l'inertie

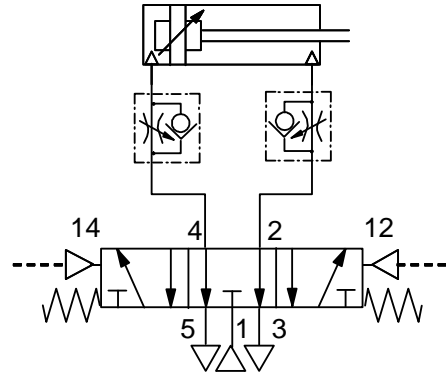


Cette version 5/3 est à centre fermé et cylindres ouverts.

L'alimentation en 1 est coupée dans cette position repos

Cette version est monostable, commande pneumatique, rappel par ressort

Le vérin sera à l'atmosphère en position repos du distributeur

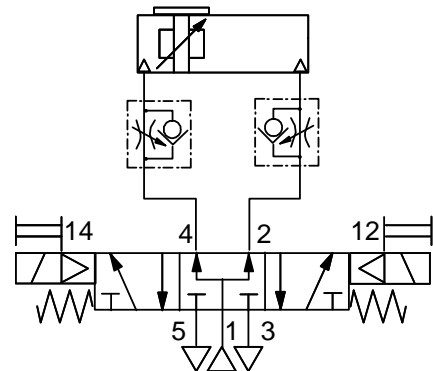


Cette version 5/3 est en cylindres en communication

Le vérin est alimenté en position repos

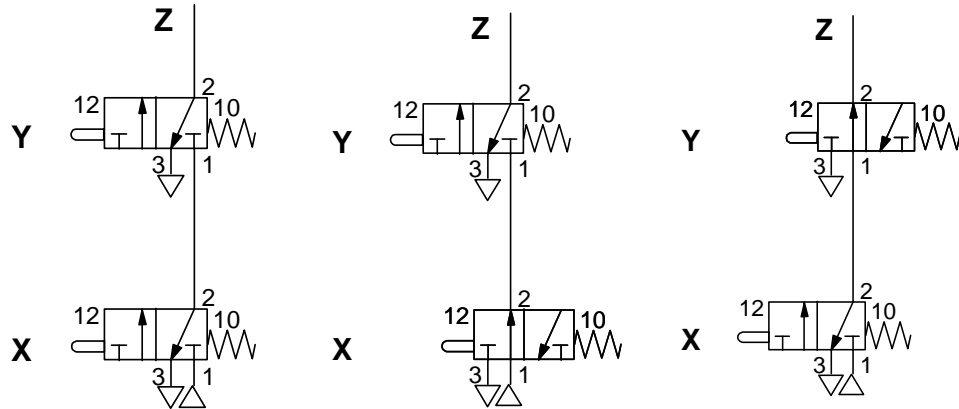
Peut être employé pour immobiliser un actionneur

Cette version est à commande électropneumatique et rappel par ressort.



1. Fonction ET

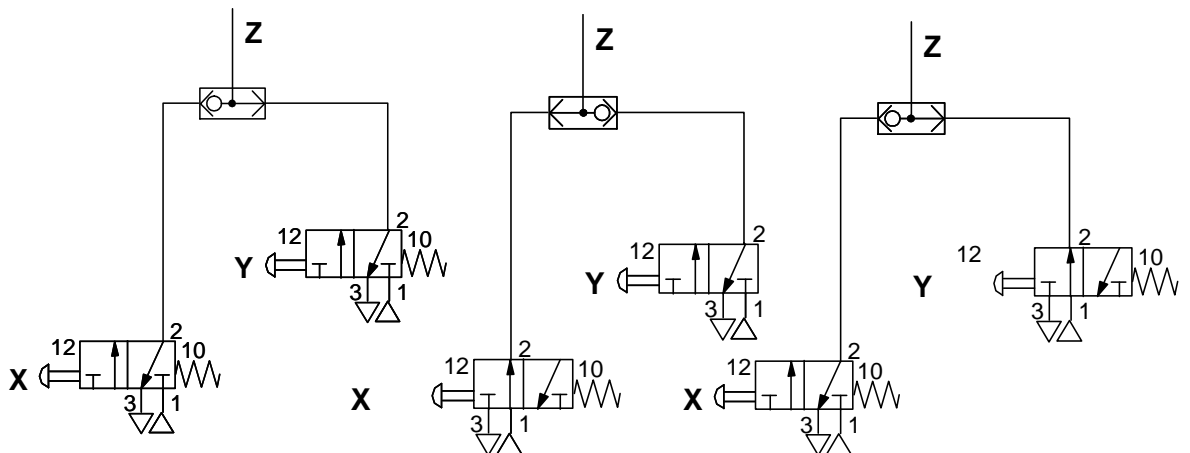
- Pour obtenir une action en Z, X ET Y doivent être actionnés et tenus
- Si X seulement est actionné l'air sera bloqué au port 1 dans le distributeur Y
- Si Y seulement est actionné il n'y aura aucune pression disponible au port 1
- Si X ou Y est libéré le signal de sortie Z sera nul



Cette méthode ne doit pas être employée en tant que double commande de sécurité. Il est trop facile d'endommager par exemple un des boutons qui pourrait être de manière permanente actionné, et le système activé à partir de l'autre bouton seulement. Employer pour cela une commande de sécurité appropriée.

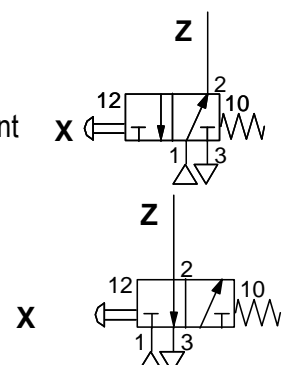
2. Fonction OU

- Utilisation d'une fonction OU en sélecteur
- Les commandes X et Y peuvent être éloignées l'une l'autre et de la destination de Z
- Quand X ou Y est actionné le clapet anti-retour se déplace pour empêcher le signal Z d'être perdu par l'échappement de l'autre distributeur



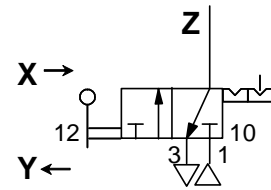
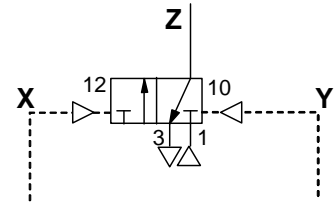
3. Fonction NON

- Une fonction NON inverse le signal (le résultat est simplement une inversion du signal de d'entrée)
- Le distributeur est du type normalement ouvert
- Quand le signal X est présent il n'y a pas de sortie Z
- Quand X est absent le résultat Z est actif

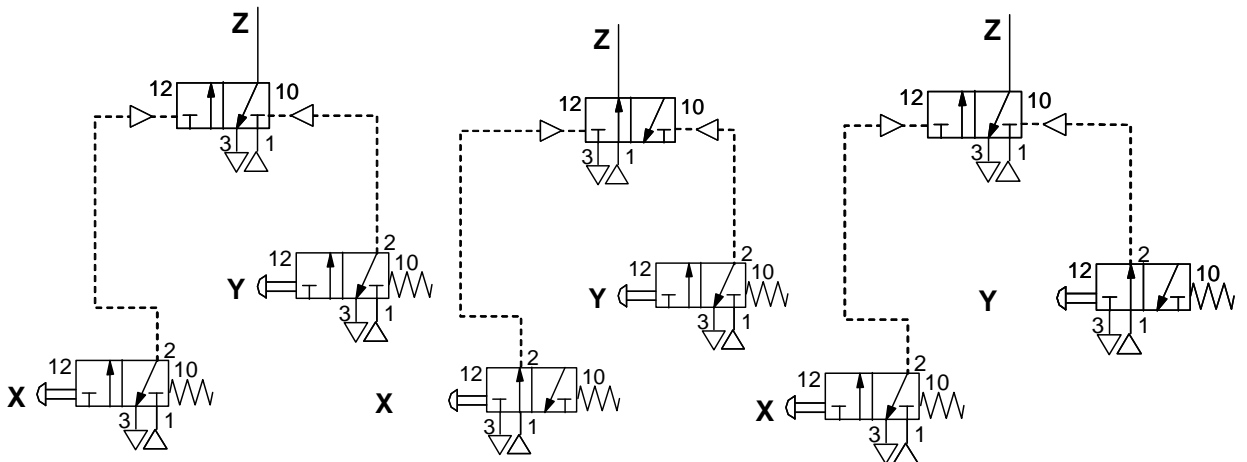


4. Fonction Mémoire

Une fonction logique MÉMOIRE permet au signal de sortie d'être maintenu après que le signal d'entrée ait disparu. N'importe quel distributeur bistable est une MÉMOIRE logique. Avec ce distributeur, une fois que le levier est en X ou en Y il ne peut être libéré et restera dans cette position

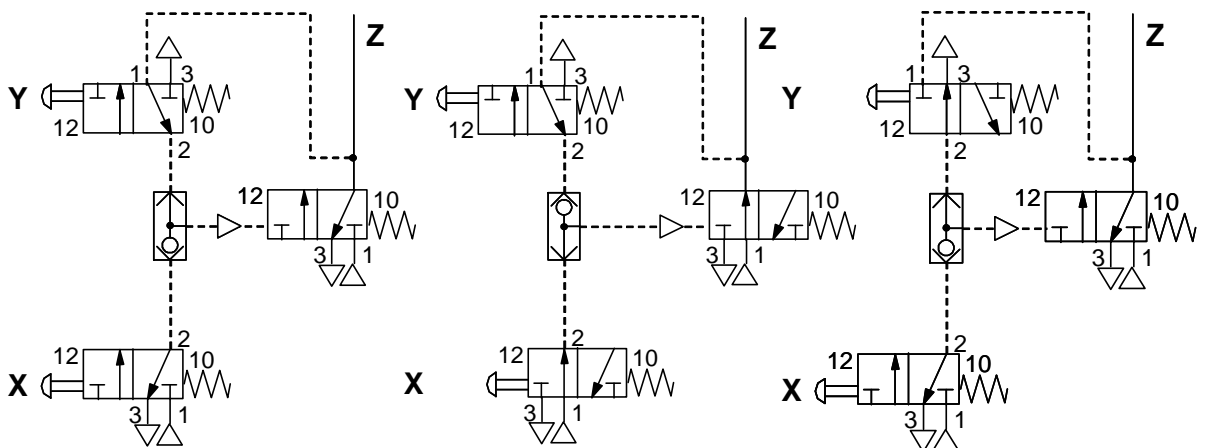


- Une commande bistable peut être activée ou remise à 0 par une impulsion sur des boutons X ou Y



Fonction Mémoire: va et vient

- Une application de la mémoire est le va et vient (latch)
- Une impulsion sur X active le distributeur de pilotage pour obtenir un signal Z
- Une impulsion sur Y coupe le signal Z

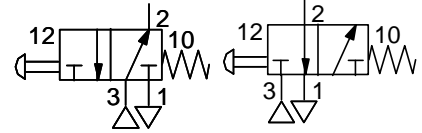
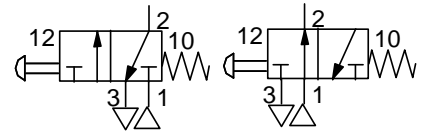


5. Circuits logiques avec 3/2

5.1. 3/2 NO / NF

Un distributeur 3/2 le passage de la pression sur n'importe quel orifice ou combinaison d'orifices. Un distributeur 3/2 simple peut être normalement ouvert (NO) ou normalement fermé (NF)

- Pour la position NO la pression d'alimentation est reliée à 1
- Pour la position NF la pression d'alimentation est reliée à 3



5.2. 3/2 selection / deviation

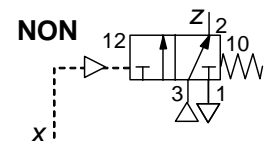
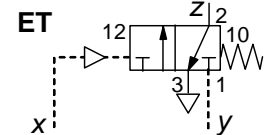
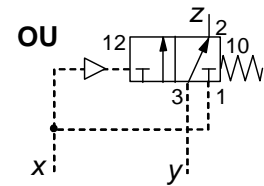
- On alimente les orifices 1 et 3 avec différentes pressions
- Déviation d'une alimentation sur deux sorties
- Si on veut libérer l'air en aval on prend un distributeur 5/2



5.3. OU/ET/NON

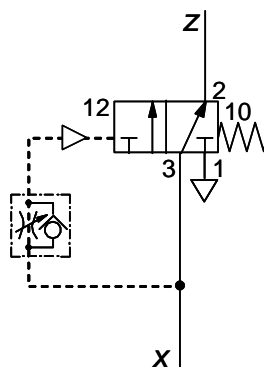
Un distributeur 3/2 simple effet peut être utilisé pour n'importe laquelle de ces fonctions logiques

- X OU y donne z
- X ET y donne z
- X donne PAS z



5.4. Conversion de signal

- Convertit un signal prolongé X en impulsion z
- Le signal z doit être enlevé pour permettre au distributeur de se remettre à zéro, alors x peut encore être appliqué
- La durée de l'impulsion peut être ajustée avec le RDU

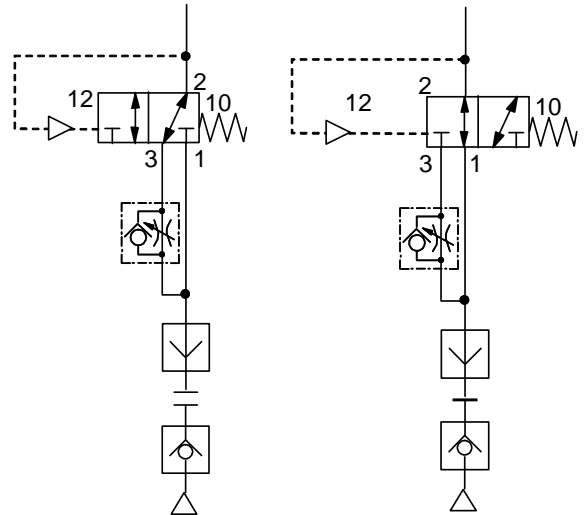


6. Mise en pression progressive

Choisir un distributeur 3/2 avec ressort de force relativement élevée.

Quand les coupleurs rapides sont connectés la montée en pression se fait lentement de 3 vers 2

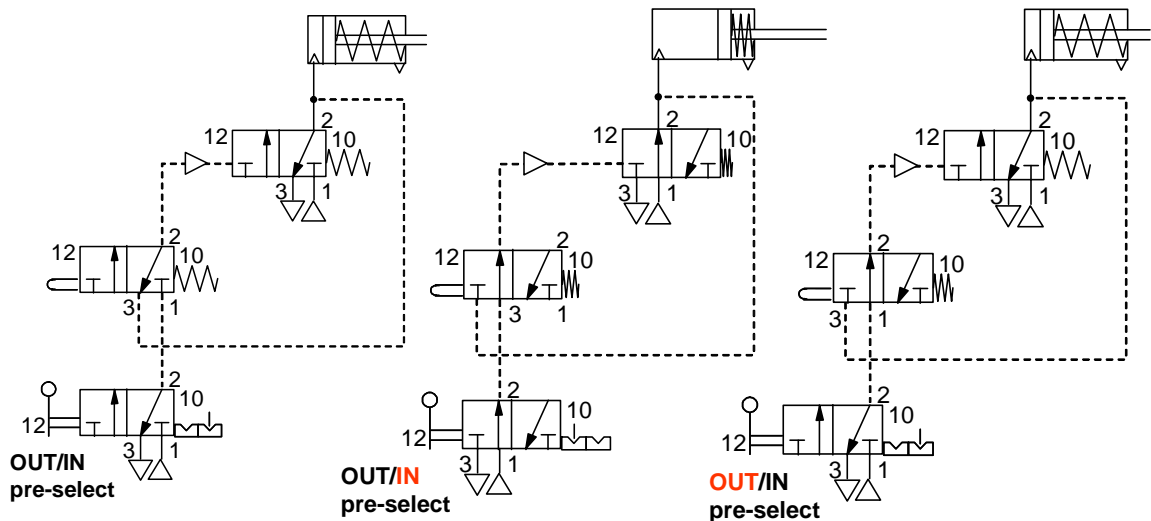
Quand la pression est assez haute l'écoulement sera complet



7. Pré-sélection

Le distributeur à levier peut pré-sélectionner le mouvement du vérin; sortie ou entrée

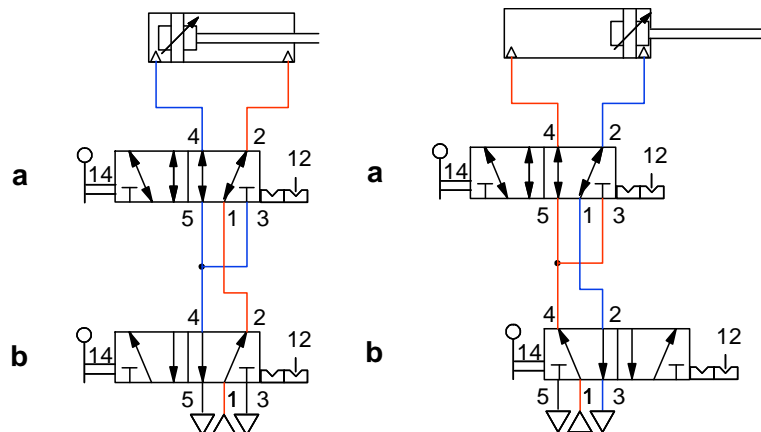
Le mouvement se produira le prochain cycle où 12 est actionné



8. Circuits avec distributeurs 5/2

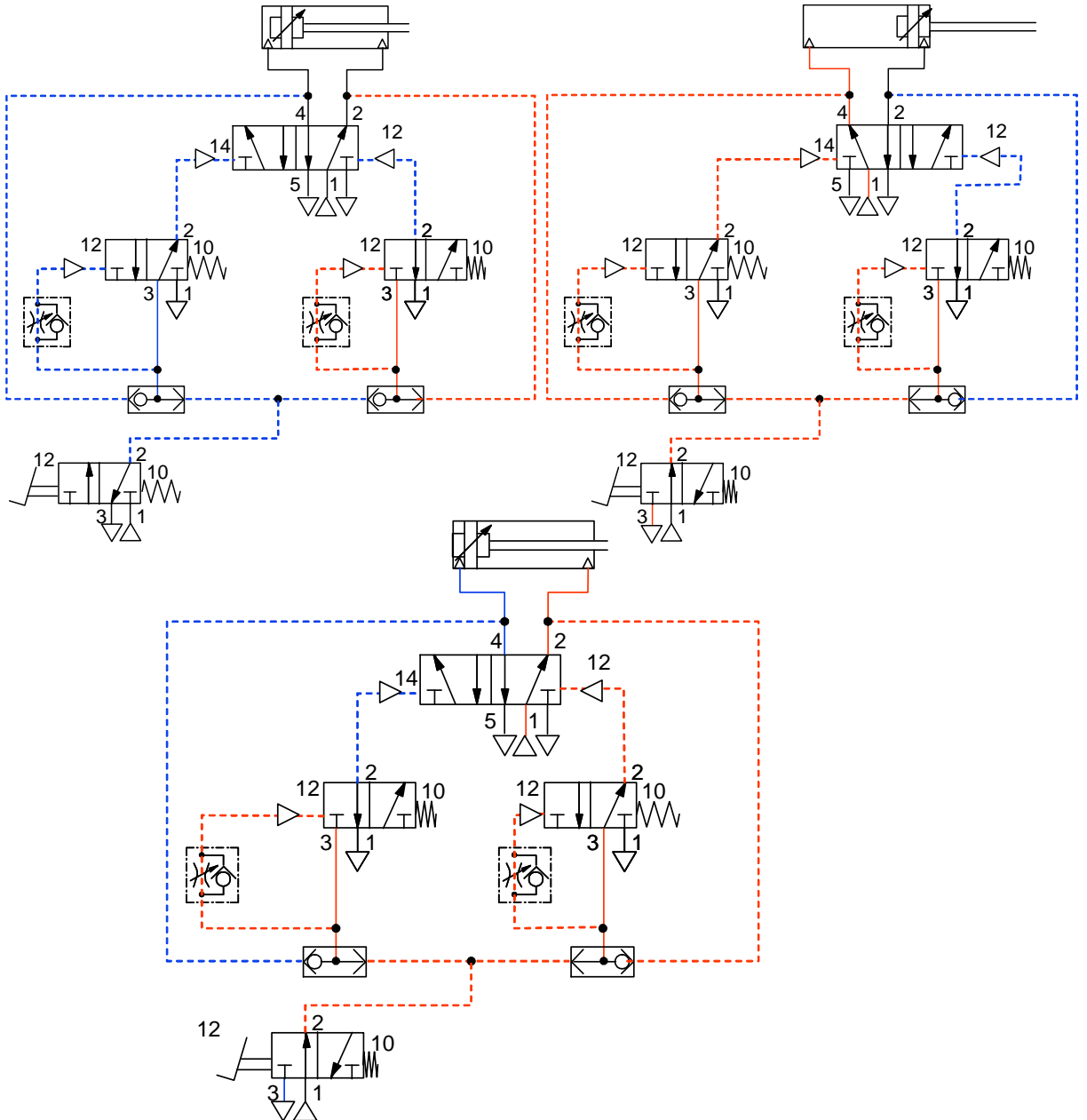
8.1. 5/2 fonction OU

Le vérin peut être commandé de l'une ou l'autre des position a OU b



9. Commande simple impulsion

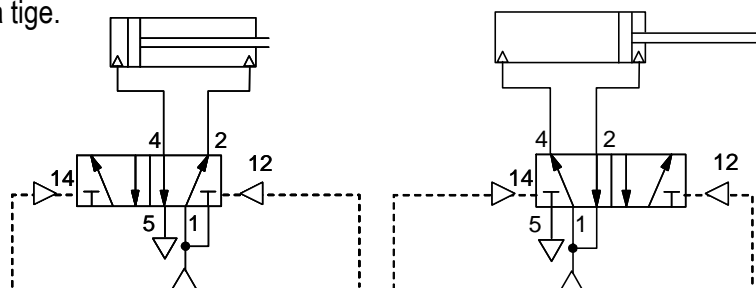
- Chaque fois que la commande au pied est activée le vérin choisira la course + et - alternativement
- Première action de pied que le vérin sort
- Deuxième opération de pied le vérin rentre
- Troisième..... sortie et ainsi de suite



10. Montage en différentiel

La vitesse de la sortie est égale à la vitesse de rentrée, grâce à la récupération de l'air coté tige

La force de sortie est équivalente à la pression exercée sur une surface équivalente à celle de la tige.

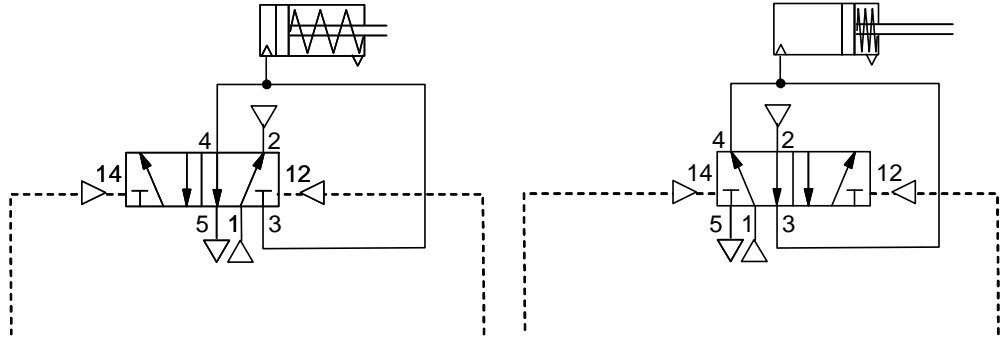


11. Double flux

Là où un plus distributeur 5/2 n'est pas disponible

Deux voies d'écoulement séparées dans un distributeur 5/2 peuvent être additionnées pour donner un écoulement double ou pour alimenter des dispositifs séparés

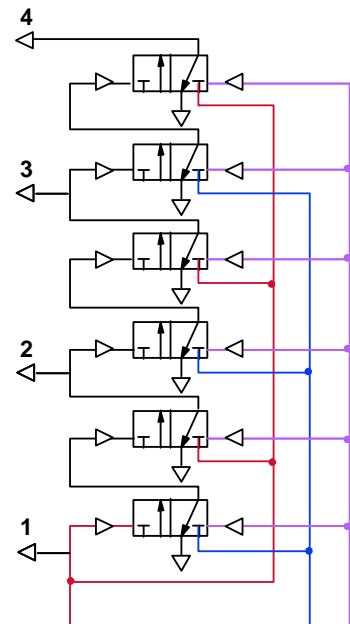
S'assurer que la taille du tube du vérin est assez grande pour assimiler le double écoulement



12. Comptage

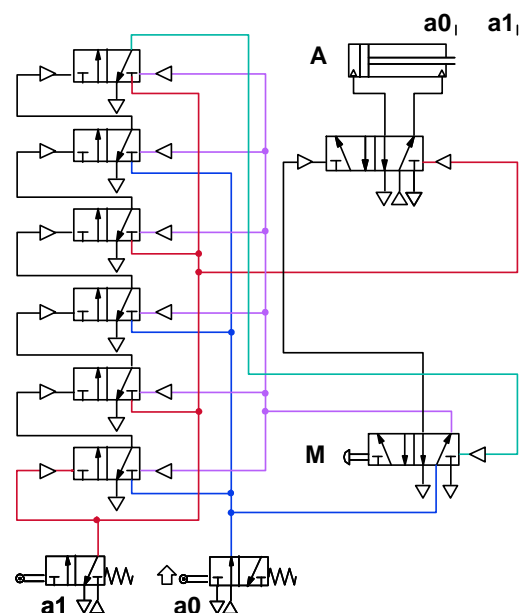
Le comptage est généralement effectué avec les compteurs électroniques ou programmables

Le rouge et le bleu sont des impulsions alternatives non maintenues, le violet est la ligne de remise à zéro



Application du comptage

- Le circuit de comptage est conçu pour compter 4 courses d'un vérin
- Au repos toutes les distributeurs sont remis à 0 par par le distributeur M
- Les signaux alternatifs a1 et a0 progressent vers le haut de la chaîne
- Sur la 4ème opération a1 le signal vert remet à zéro le distributeur M et arrêter le vérin

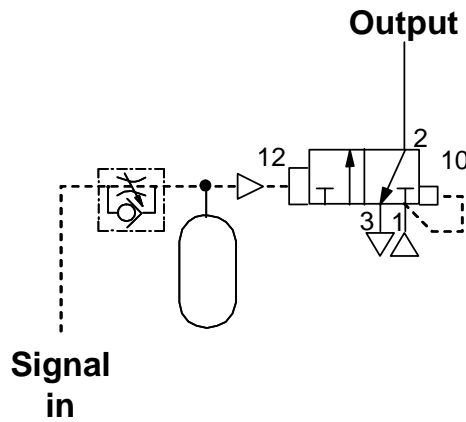


13. Méthodes de commande

13.1. Temporisation

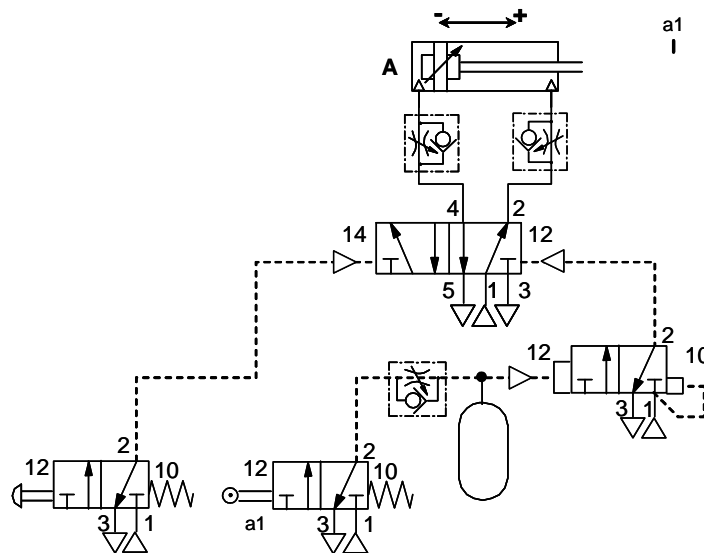
Le signal est réduit pour ralentir le taux d'accumulation de pression sur un manocontact (distributeur 3/2 actionné par différence de pression)

Un réservoir fournit la capacité pour permettre des réglages plus fins de la temporisation



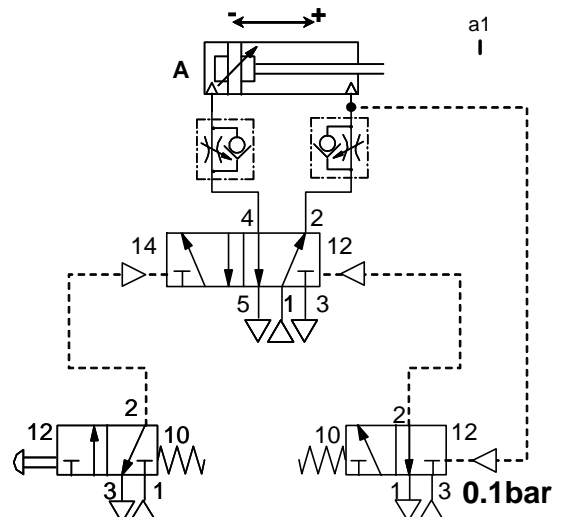
13.2. Temporisation de cycle

Le retour automatisé de la tige de vérin est temporisé et réglable grâce au RDU



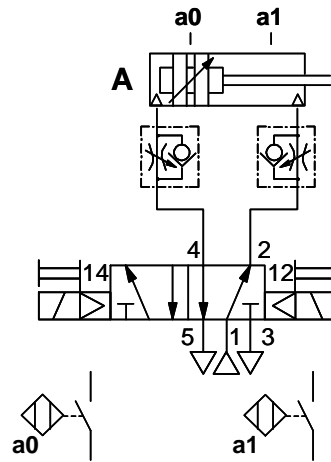
13.3. Détection de chute de pression

- Quand la contre-pression coté tige du vérin tombe en-dessous de 0.1 bar le signal de retour est donné
- Raccordement pris entre le cylindre et le régulateur d'écoulement
- Utile pour serrer des pièces de tailles variables



13.4. Commande electro-pneumatique

- La majorité des systèmes emploient la commande électrique, car rapide et flexible
- Les capteurs sont des éléments électroniques (capteurs magnétiques, inductifs..)



1. Introduction

Les actionneurs pneumatiques incluent les vérins linéaires et rotatifs. Ils sont des dispositifs fournissant la puissance et le mouvement aux systèmes automatisés, aux machines et aux processus. Un vérin pneumatique est simple, bon marché, facile à installer et idéal pour produire un mouvement linéaire puissant

La vitesse peut être ajustée facilement. Un vérin peut être installé ou remplacé sans dommages.

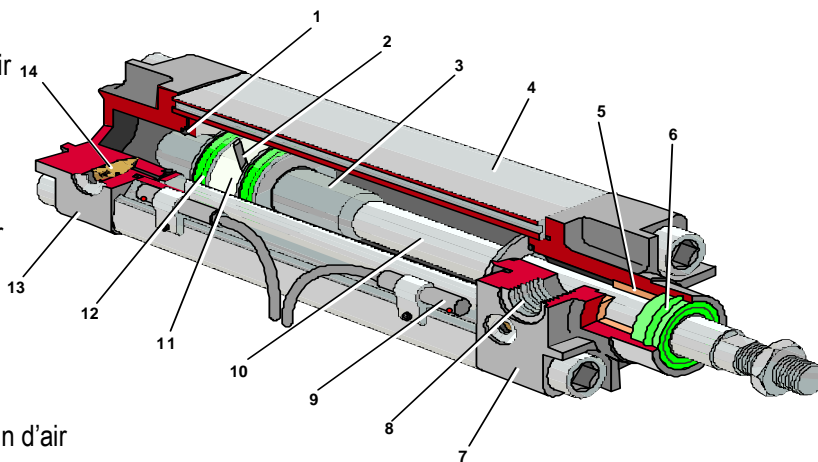
Des conditions défavorables peuvent être facilement tolérées comme l'humidité, des environnements secs et poussiéreux ou le nettoyage avec un jet d'eau.

Le diamètre du vérin détermine la force maximale qu'il peut générer. La longueur du vérin détermine le mouvement linéaire maximal qu'il peut produire.

La pression maximum de travail dépend de la conception de cylindre. (jusqu'à 16 bar en général). La poussée est contrôlable par un régulateur de pression.

2. Construction de base

- 1 : joint de coussin d'air
- 2 : aimant
- 3 : bague de coussin d'air
- 4 : cylindre
- 5 : bague de guidage
- 6 : joint racler
- 7 : flasque avant
- 8 : alimentation de retour
- 9 : capteur
- 10 : tige de piston
- 11 : bague d'usure
- 12 : joint de piston
- 13 : flasque arrière
- 14 : vis de réglage coussin d'air



3. Conception fondamentale

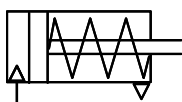
Les actionneurs pneumatiques sont conçus dans une large variété de tailles, des styles et des types :

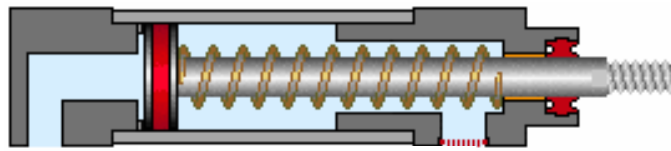
- Simple effet avec et sans retour par ressort
- Double effet
 - Amorti ou non amorti
 - Amorti réglable
 - Magnétique
- Sans tige
- Rotatifs
- Avec soufflets

4. Simple effet rappel par ressort

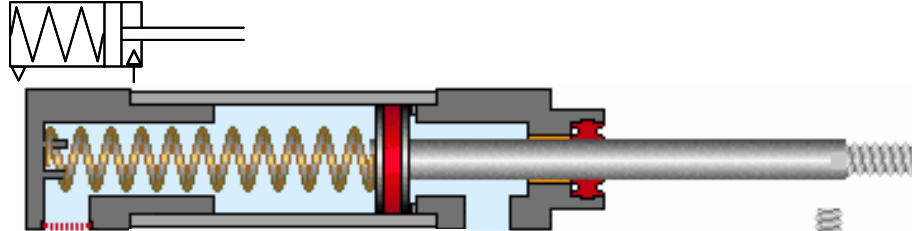
Les vérins simple effet ont un sens de travail.

- Normalement rentré
- Normalement sorti



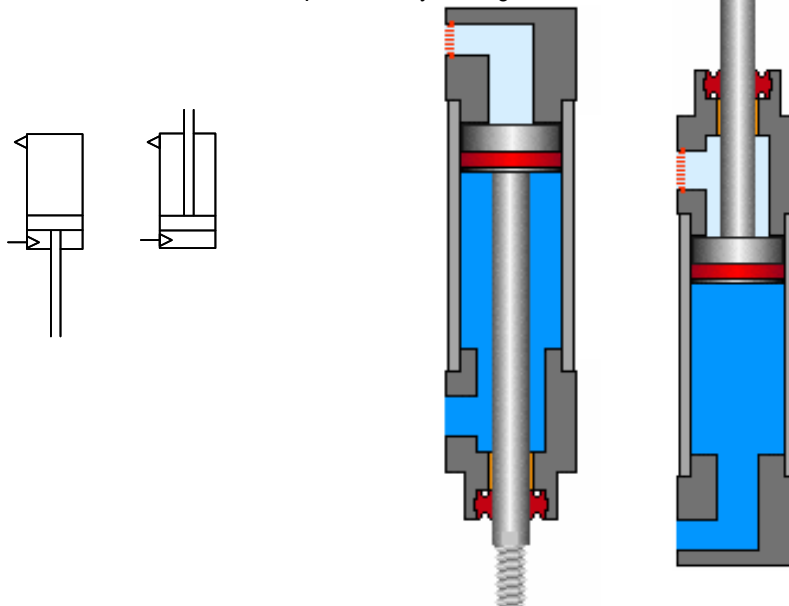


Normalement sorti



5. Simple effet sans ressort

Pesanteur ou toute autre force externe pour renvoyer la tige



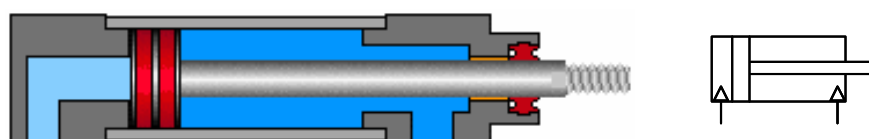
6. Double effet

Double action sur le piston de l'air comprimé pour la sortie et la rentrée de la tige. Commande de vitesse possible

Différents types :

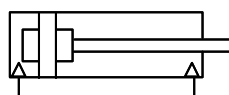
- Non amorti
- Amorti fixe
- Amorti réglable

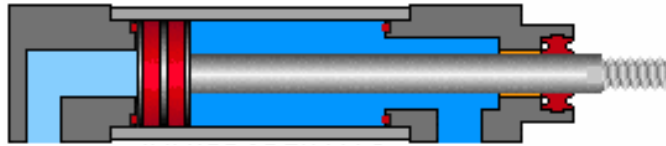
Les vérins non amortis conviennent pour des vitesses lentes. Pour les vitesses rapides utilisation de coussins d'amortisseurs



6.1. Verins double effet avec amortissement

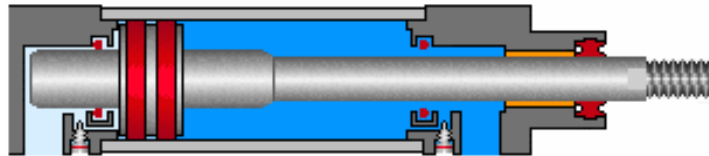
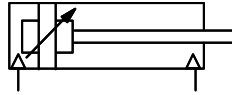
Sur les petits vérins on fixe des joints de caoutchouc servant d'amortisseurs





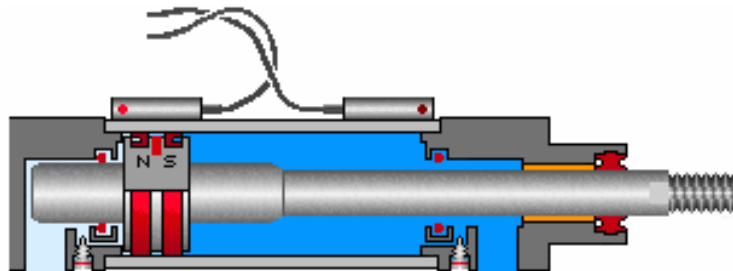
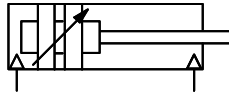
6.2. Double effet avec coussin d'air ajustable

La tige du piston est ralentie progressivement sur la dernière partie de sa course



6.3. Double effet magnétique

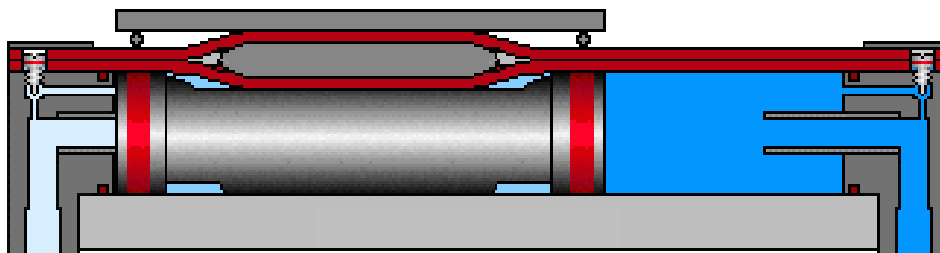
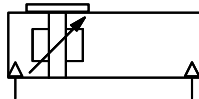
Un noyau magnétique autour de la circonférence du piston actionne les capteurs pour indiquer des positions de course.



7. Vérins sans tige

Le mouvement produit est contenu dans la taille de l'actionneur. Par exemple, action à travers une bande de convoyeur, ou pour le levage vertical dans les espaces à géométrie restreinte. Le mouvement s'effectue à l'aide d'une platine extérieure. Une fente permet à la platine d'être reliée au piston. Les bandes d'étanchéité évitent la sortie d'air du vérin.

Double action avec coussin d'air ajustable



8. Actionneurs rotatifs

Utilisés pour tourner des composants: vannes de contrôle, rotations de poignée dans les applications robotiques

- Rotation jusqu'à 360°

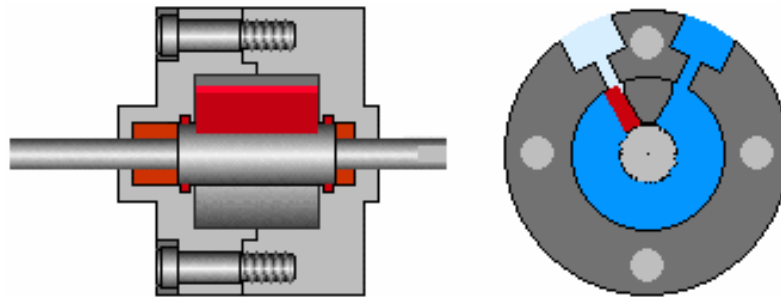
Types

- Rotatifs à clapets
- Rotatifs à pignons

8.1. Rotatif à clapet

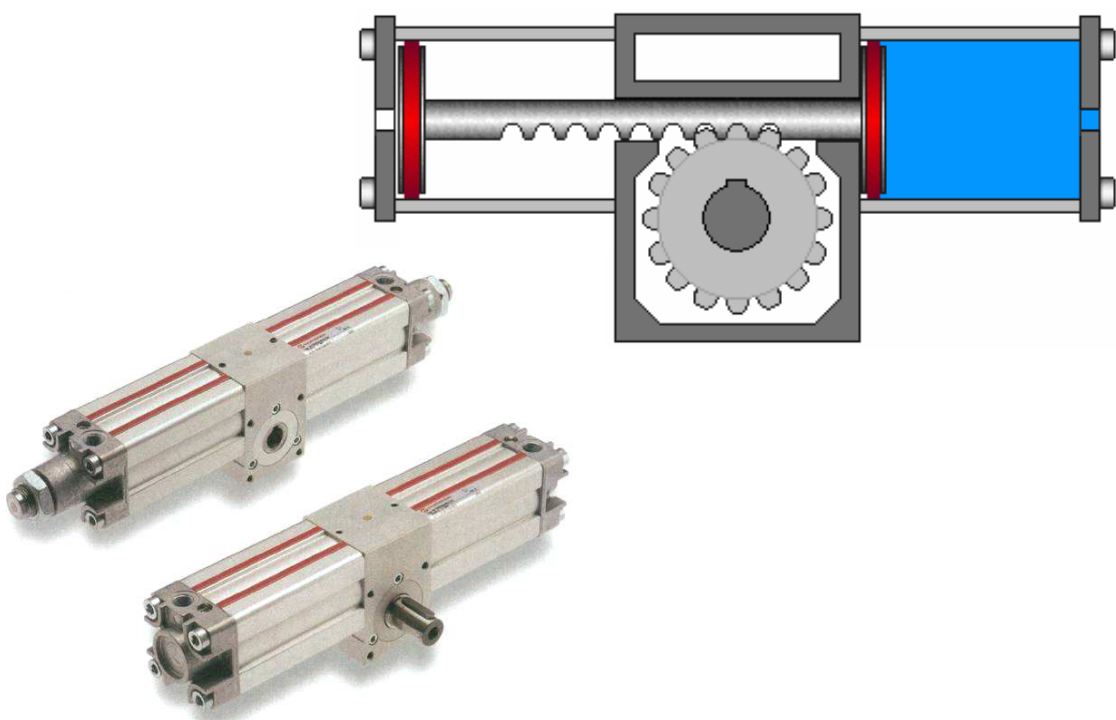


Double action, course de 270°

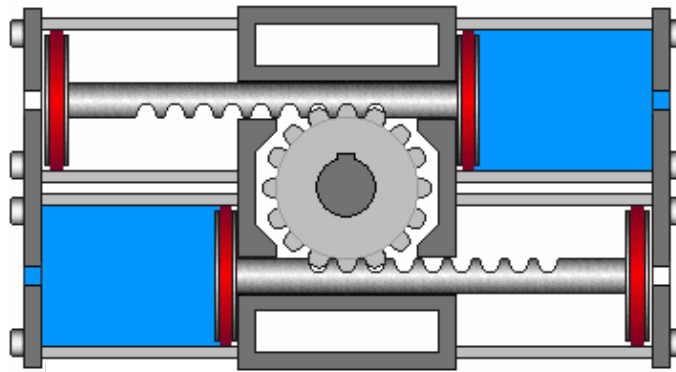


8.2. Rotatif à pignons

Double action à pignons



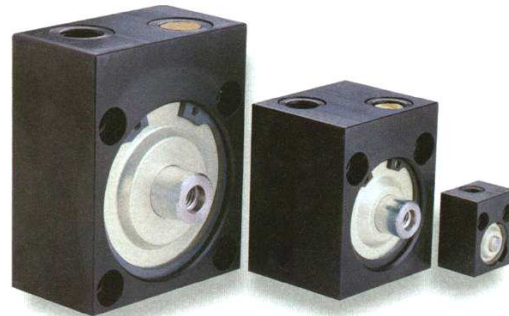
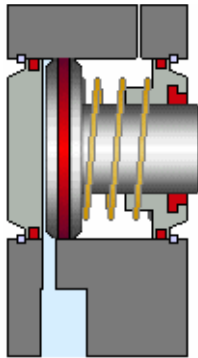
Double action à double pistons



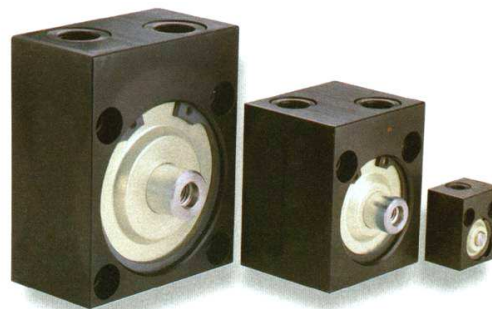
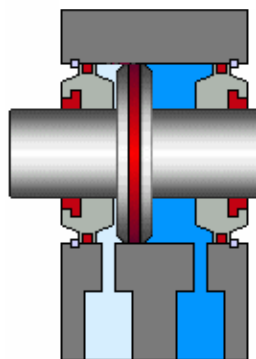
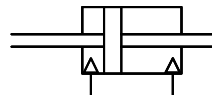
9. Vérins à faible course

- Pour l'usage dans les espaces confinés où seulement une course courte est exigée.
- Dimensions très courtes en regard de leur alésage.
- Généralement utilisés pour le blocage d'éléments

A tige normalement rentrée



A double effet, double tige



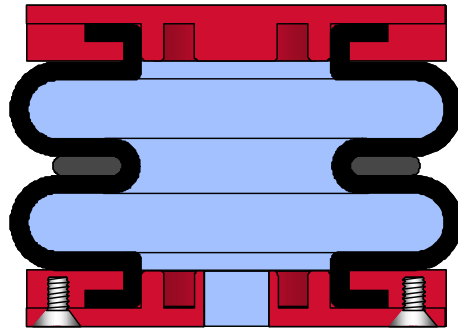
10. Verins à soufflets

Les soufflets agissent comme un accordéon. Ils fournissent des courses courtes et puissantes. De part sa géométrie ils peuvent se plier dans tout les sens. Peuvent être utilisés comme des ressorts, idéal pour amortir une vibration

Attention : L'allongement et la compression maximum du soufflet doivent être limitées par les contraintes externes. Le soufflet doit ne jamais être pressurisé quand il est non sollicité car il se

détend et la plaque d'extrémité est susceptible d'être soufflée brusquement et peut causer des dommages sérieux.

Type à double boudin



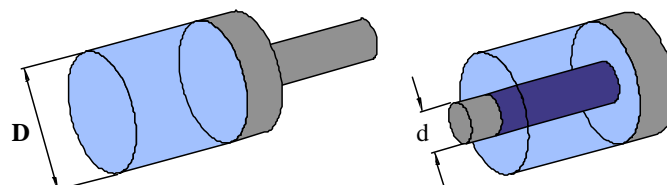
Type à soufflets compacts



11. Force dans les vérins

11.1. Vérins utilisés pour la poussée

- La poussée théorique (outstroke) ou la traction (instroke) d'un vérin est calculée en multipliant le secteur efficace du piston par la pression d'utilisation.
- Le secteur efficace pour la poussée est le plein secteur du cylindre "D".
- Le secteur efficace pour la traction est réduit du secteur du diamètre "d" de tige de piston



Dans cette formule, P est en bar (unité pratique utilisée en pneumatique et hydraulique) 1 bar = 1daN/cm²)

$$\text{Poussée: } F = p \cdot S \text{ daN}$$

où

S = Surface en cm²
 P = Pression en bar
 F = en daN

La traction de la force F sera moins importante que la poussée à cause du secteur perdu par la tige de piston

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

Où

D = Diamètre du cylindre en cm²
 d = Diamètre du piston en cm²
 P = Pression en bar
 F = Force en daN

Exemple ; trouver la poussée et la traction théoriques d'un cylindre d'alésage de 50 millimètres alimenté avec de la pression à 8 bar.

$$\begin{aligned} \text{Poussée } F &= \frac{\pi}{4} \cdot 8 \\ &= 157,1 \text{ daN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Traction } F &= \frac{\pi(5^2 - 2^2)}{4} \cdot 8 \\ &= 131,9 \text{ daN} \end{aligned}$$

11.2. Force d'opposition du ressort

Le calcul de la poussée ou de la traction des vérins simple effet avec un ressort est plus compliqué. La force de ressort s'opposant à la poussée ou à la traction augmentera progressivement en fonction de la course. Celle-ci doit être soustraite pour trouver la force théorique

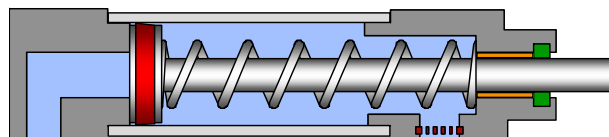


Tableau des poussée et des tractions pour vérin simple effet

Les tableaux des dimensions de vérins peuvent être trouvés dans les catalogues constructeurs. Les valeurs montrées ici sont pour une pression d'utilisation de 6 bars.

Pour une autre pression en bar, multiplier la valeur de poussée dans la table par cette pression puis diviser par 6

Diamètre piston mm	Force daN pour 6 bar	Traction minimum du ressort N
10	3,7	3
12	5,9	4
16	10,5	7
20	16,5	14
25	25,8	23
32	43,8	27
40	69,9	39
50	110,2	48
63	176,0	67
80	289,2	86
100	458,3	99

Tableau de la poussée et des tractions vérin double effet

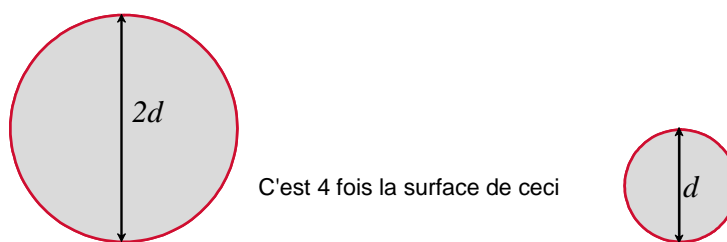
Les valeurs de traction sont plus basses et dues au secteur annulaire de la tige de piston
Les valeurs montrées ici sont pour une pression d'utilisation de 6 bar

Pour une autre pression dans la barre, multiplier les valeurs de poussée dans la table par cette pression puis diviser par 6

Øvérin mm (inches)	Ø tige de piston mm (inches)	Poussée en N pour 6 bar	Traction en N pour 6 bar
8	3	30	25
10	4	47	39
12	6	67	50
16	6	120	103
20	8	188	158
25	10	294	246
32	12	482	414
40	16	753	633
44.45 (1.75)	16	931	810
50	20	1178	989
63	20	1870	1681
76.2 (3)	25	2736	2441
80	25	3015	2721
100	25	4712	4418
125	32	7363	6881
152.4 (6)	(1 1/2)	10944	10260
160	40	12063	11309
200	40	18849	18095
250	50	29452	28274
304.8 (12)	(2 1/4)	43779	42240
320	63	48254	46384
355.6 (14)	(2/14)	59588	58049

11.3. Force

En estimant les poussées relatives des vérins avec différentes tailles d'alésage, il peut être utile de se rappeler que la poussée augmente avec la taille du diamètre. En d'autres termes si vous doublez le diamètre, vous quadruplez la poussée



11.4. Poussée utilisable

En choisissant une taille de vérin et une pression de fonctionnement appropriée, une évaluation doit être faite de la poussée réelle en sortie de tige.

Cette valeur est alors un pourcentage de la poussée théorique d'un vérin convenablement choisi. Ce pourcentage choisi dépendra si l'application exige de la poussée statique ou dynamique.

- La poussée statique est celle utilisée à la fin du mouvement.
- La poussée dynamique est celle réalisée pendant le mouvement pour le levage.

Il faut donc inclure les effets dynamiques dus à la charge

11.5. Applications pour serrage

Dans une application de serrage la force est développée pendant que le piston s'arrête. C'est quand la pression sur le piston atteint un maximum. Les seules pertes de la poussée théorique seront celles provoquées par frottement.

En règle générale, on enlève 10% pour le frottement. Ceci peut être plus pour les vérins très petits et moins pour les très grands.

11.6. Applications dynamiques

La poussée ou la traction développée dans des applications dynamiques est divisée en deux composantes

- Une pour déplacer la charge
- L'autre pour créer une contre-pression pour expulser l'air du côté opposé au piston

Pour un cylindre légèrement chargé, la majeure partie de la poussée est employée pour expulser la contre-pression. En règle générale, la poussée estimée devrait se situer entre 50% et 75% de la poussée théorique

11.7. Calcul au flambage des tiges de piston

11.7.1. Flambage

Quelques applications exigent des vérins à course très longues. S'il y a une charge axiale compressive appliquée à la tige de piston, le soin doit être pris pour s'assurer que les paramètres de longueur, de diamètre et de la charge de tige sont dans les limites de sûreté pour empêcher le flambage.

La formule d'EULER a pour expression

$$F = \frac{\pi^2 E I}{s \cdot l_K^2}$$

Où

F = Charge maximale admissible ou charge critique d'EULER

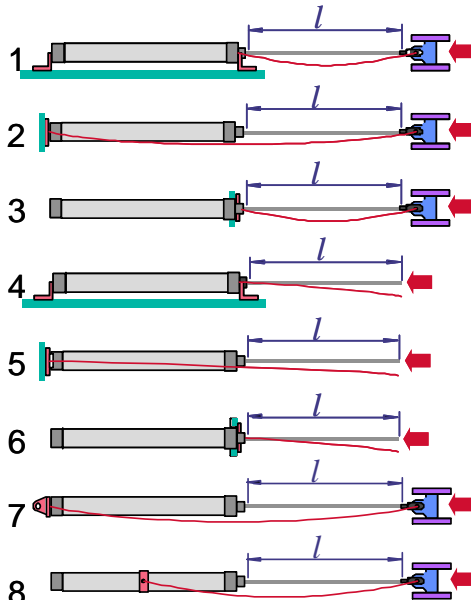
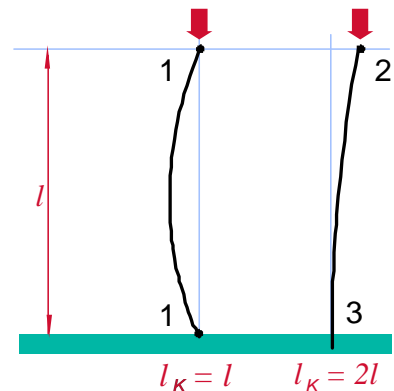
E = Module de YOUNG (≈ 200000 Mpa pour l'acier)

I = Moment d'inertie ou moment quadratique en flexion ($I = \pi \cdot d^4 / 64$) en mm⁴

l_K = Longueur libre de flambage

s = coefficient de sécurité (valeur usuelle; 3,5 pour les vérins)

- Le l_K de flambage libre équivalent de longueur utilisé dans la formule est déterminé par l'installation.
- Pour une tige mince comme ci-contre (cas 2) la longueur l_K est identique que la longueur l.
- Pour une tige mince avec une extrémité libre et l'autre fixée (encastrement) (cas 1) = l_K 2l



Valeurs de L_K en fonction des montages

- Vérins 4-5-6 cas 1 L_K= 2l
- Vérin 7 cas 2 L_K= l
- Vérins 1-2-3 cas 3 L_K= l/√2
- Vérin 8 cas 4 L_K= l/2

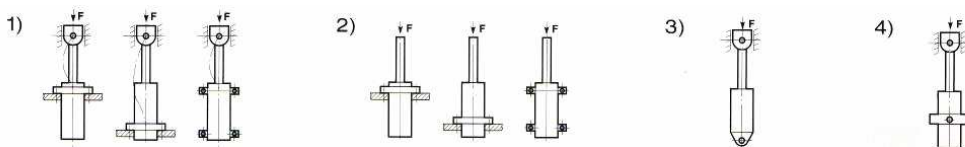
11.7.2. Charge et flambage

Les vérins pneumatiques standard ne sont pas conçus pour supporter des charges latérales importantes. Dans la mesure du possible, elles sont à éviter considération

Il est recommandé dans ce cas d'utiliser des unités de guidages ou des modules de translation

Quand la longueur de course est importante, il faut prendre en considération le flambage de la tige du piston.

Le tableau ci-après donne les valeurs de courses maxima permises suivant l'application.



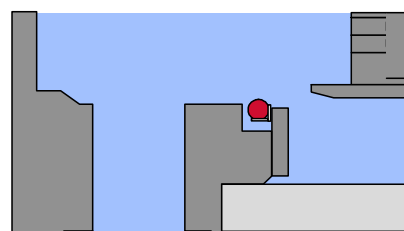
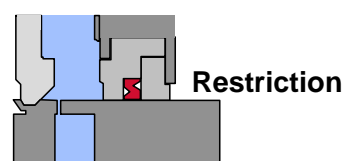
Ø Vérin mm (inch)	Tige du piston Ø mm (inch)	Charge cas 1 Pression (bar)				Charge cas 2 Pression (bar)				Charge cas 3 Pression (bar)				Charge cas 4 Pression (bar)			
		4	6	10	16	4	6	10	16	4	6	10	16	4	6	10	16
8	3	270	220	170	130	130	100	80	60	170	130	100	80	190	160	120	90
10	4	380	300	230	170	170	140	100	70	230	180	130	100	260	210	160	120
12	4	310	250	180	140	140	110	80	50	180	140	100	80	220	170	120	90
	6	730	590	450	350	350	280	210	160	450	360	270	210	520	420	320	240
16	6	540	440	330	250	250	200	150	110	330	260	190	150	380	300	230	240
	8	980	790	600	470	470	370	280	210	600	480	360	280	700	560	430	330
20	8	780	620	470	370	370	290	220	160	470	380	280	210	550	440	330	250
	10	1200	1000	760	590	590	470	350	270	760	610	460	350	880	710	540	410
25	10	970	790	600	460	460	370	270	200	600	480	360	270	690	560	420	320
	12	1400	1100	880	680	680	550	410	310	870	700	530	410	1000	820	620	480
31,75 (1,25)	12	1100	890	680	520	520	420	310	230	680	540	410	310	790	630	480	360
32	12	1100	860	650	500	500	390	290	210	650	520	380	290	760	600	450	340
	16	2000	1600	1200	960	960	770	580	450	1200	990	750	580	1400	1100	870	680
40	14	1200	960	730	570	570	450	340	250	730	580	440	330	850	680	510	390
	16	1600	1200	950	730	730	580	430	320	940	750	560	430	1100	880	660	500
44,45 (1,75)	16	1400	1100	870	670	670	540	400	300	860	690	520	400	1000	810	610	470
50	20	2000	1600	1200	930	930	740	550	420	1200	960	720	550	1400	1100	840	640
50,8 (2)	20	1900	1600	1200	930	930	740	550	420	1200	960	720	550	1400	1100	840	640
63	20	1500	1200	930	720	720	570	420	310	930	740	550	420	1100	860	650	490
63,5 (2,5)	25	2400	2000	1500	1200	1200	930	700	530	1500	1200	900	690	1700	1400	1100	810
76,2 (3)	25	2000	1600	1200	950	950	760	560	420	1200	980	740	560	1400	1100	860	660
80	25	1900	1500	1100	880	880	700	510	380	1100	910	680	510	1300	1100	800	600
100	25	1500	1200	880	670	670	520	380	270	880	690	510	370	1000	820	600	450
101,6 (4')	32	2400	2000	1500	1100	1100	910	670	500	1500	1200	890	670	1700	1400	1000	790
125	32	2000	1600	1200	910	910	710	520	380	1200	940	690	520	1400	1100	820	620
127 (5)	38,1 (1,5)	2800	2200	1700	1300	1300	1000	760	570	1700	1300	1000	760	2000	1600	1200	900
152,4 (6')	38,1 (1,5)	2300	1800	1400	1100	1100	830	610	440	1400	1100	810	600	1600	1300	950	720
160	40	2400	1900	1500	1100	1100	880	640	480	1400	1200	860	640	1700	1400	1000	760
200	40	1900	1500	1100	860	860	670	480	350	1100	890	650	480	1300	1000	770	580
203,2 (8)	44,45 (1,75)	2300	1900	1400	1100	1100	840	610	440	1400	1100	810	600	1600	1300	960	720
250	50	2400	1900	1400	1100	1100	850	620	440	1400	1100	830	610	1700	1300	980	730
254 (10)	57,15 (2,25)	3100	2500	1900	1400	1400	1100	840	620	1900	1500	1100	830	2200	1700	1300	990
304,8 (12)	57,15 (2,25)	2500	2000	1500	1200	1200	920	660	480	1500	1200	890	660	1800	1400	1100	790
320	63	3000	2400	1800	1400	1400	1100	780	570	1800	1400	1000	780	2100	1700	1200	930
355,6(14)	57,15 (2,25)	2100	1700	1300	970	970	760	540	380	1300	1000	730	540	1500	1200	870	650

12. Contrôle de la vitesse

La vitesse normale maximum d'un vérin est déterminée par :

- Le diamètre du piston
- Le débit
- longueur des tuyaux,
- La charge contre laquelle le vérin fonctionne.

Il est possible d'augmenter ou de réduire la vitesse de déplacement de la tige. Normalement une plus petite section réduit la vitesse du vérin. Une plus grande section pourrait augmenter la vitesse du vérin. Un facteur limiteur sera le diamètre de passage dans le distributeur

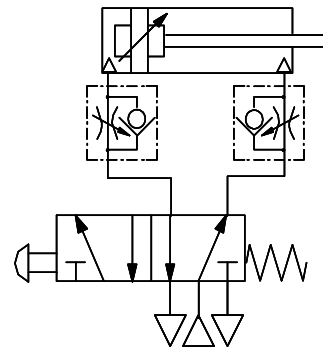


Pas de restriction

Une fois que un distributeur, un vérin, une pression et une charge sont choisis, un contrôle réglable de la vitesse est effectué avec des réducteurs de débit.

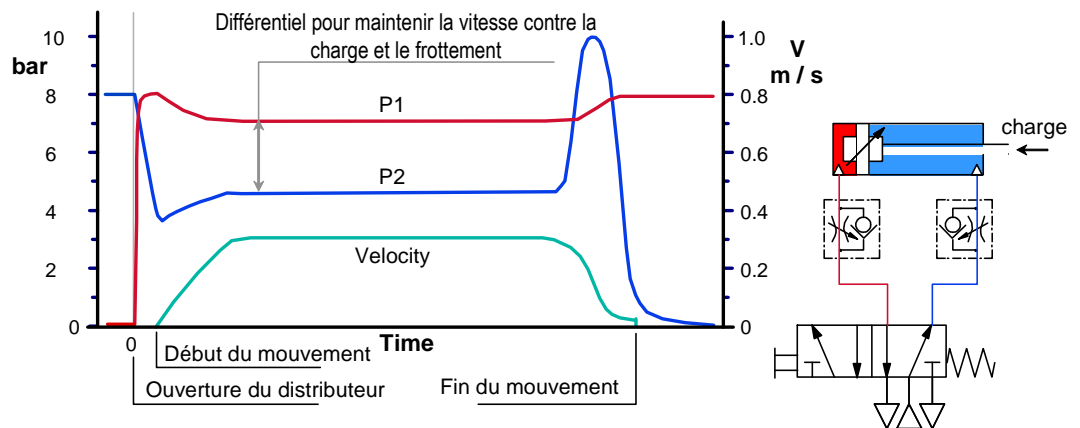
La vitesse est réglée en réglant le débit d'air sortant du vérin

On utilise un réducteur de débit pour contrôler la vitesse de sortie et la vitesse de rentrée.



12.1. Graphe pression / vitesse

Comportement de la pression et de la vitesse pendant la course d'un vérin amorti typique équipé de réducteurs de débit.

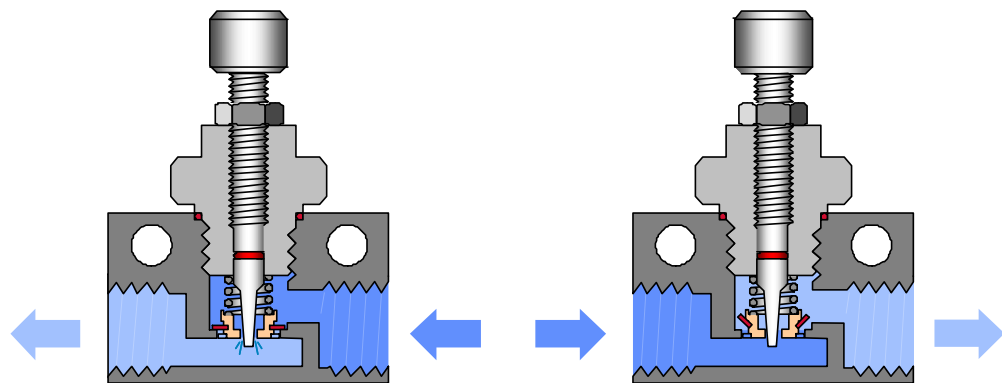


P1 pression conduisant le piston en avant

P2 contre-pression du côté tige

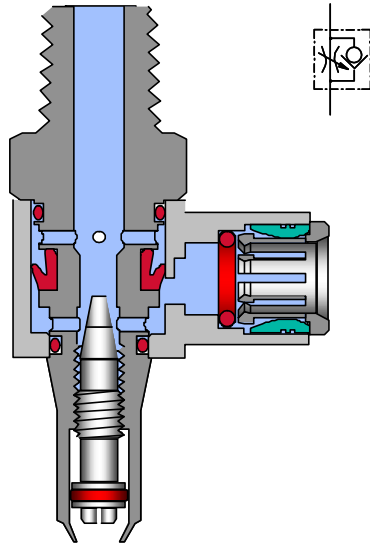
12.2. Réducteur de débit

- RDU: Réducteur de débit unidirectionnel
 - Passage libre dans une direction
 - Débit réglable dans l'autre direction



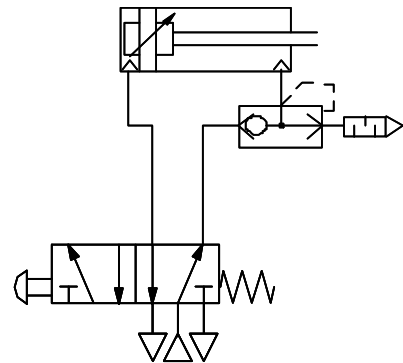
12.3. Réducteur de débit BANJO

- Conçu pour s'adapter directement sur les orifices des vérins, en vissant l'extrémité fileté sur le corps du vérin de cylindre.
- Choisir le type pour donner la restriction voulue et l'endroit pour entrer librement.



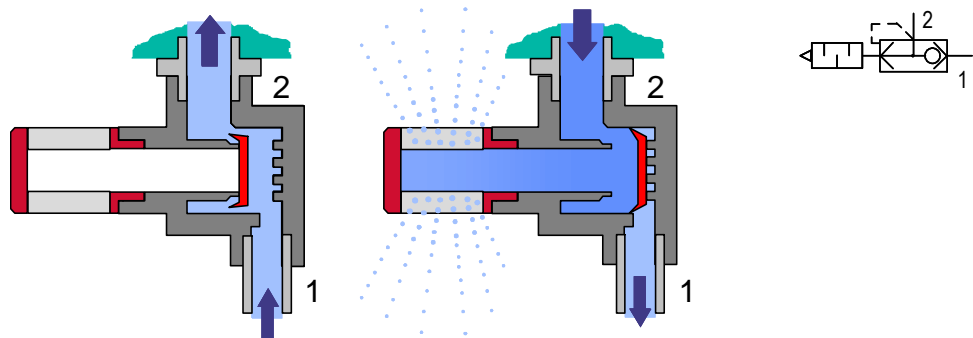
12.4. Vitesse croissante

Pour certaines applications la vitesse de déplacement de tige peut être augmentée de 50% à l'aide d'une soupape d'échappement rapide. En fonctionnement l'air s'échappe directement par la soupape d'échappement rapide. (pas de contre-pression) . Les constructions avec amortissements sont moins efficaces.



13. Soupape d'échappement rapide

Circulations d'air de la soupape de commande au vérin contre un joint en forme de cuvette. Quand la soupape de commande est activée la pression en retour permet au joint de se déplacer. L'air du vérin s'échappe rapidement par le grand trou des silencieux d'échappement.



14. Blocage des vérins

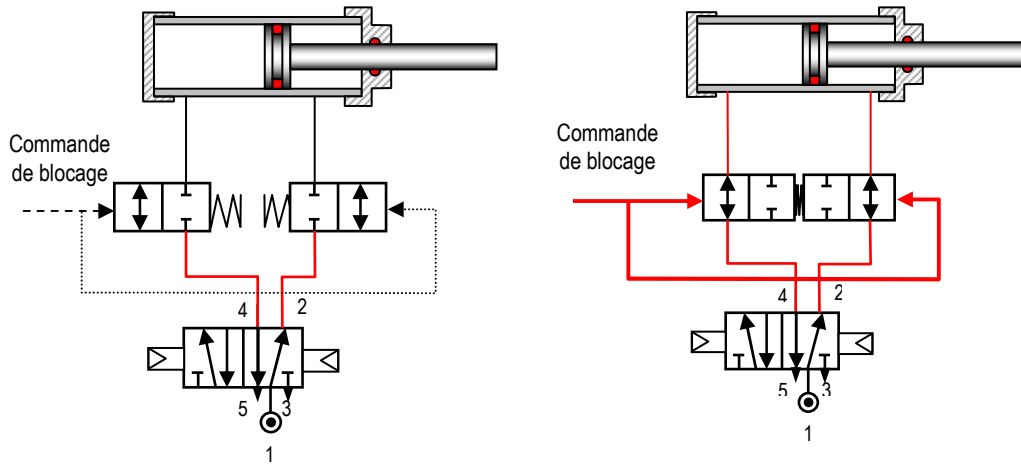
Dans les systèmes automatisés, il arrive pour des raisons propres au fonctionnement, que le vérin doit être arrêté dans sa course (exemple : trois positions différentes sur une même course ou arrêt d'urgence).

Principe

Le blocage en position du vérin s'obtient en interposant entre le distributeur et le vérin (sur l'admission ou sur l'échappement), un distributeur 2/2 NF appelé « bloqueur ».

La particularité de ce composant réside dans le fait qu'il se fixe sur le vérin en lieu et place du raccord fileté.

Technique de blocage des vérins



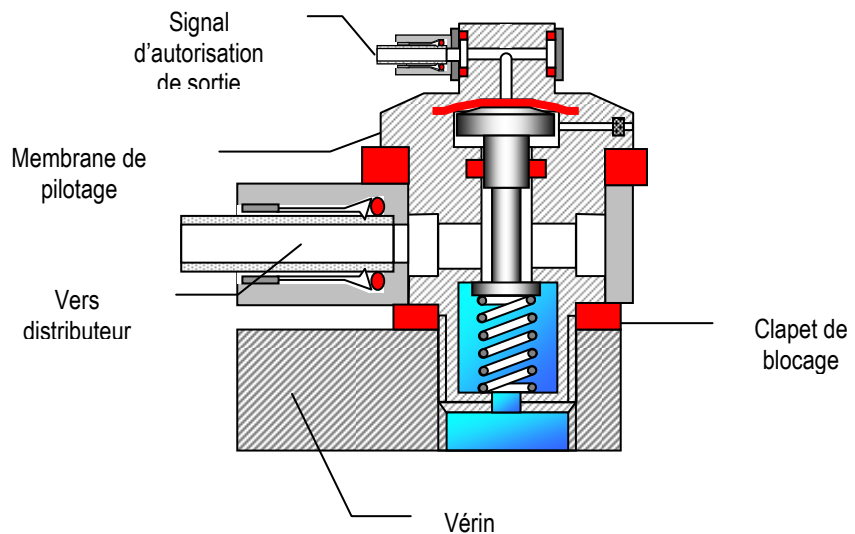
Les bloqueurs 2/2

Ce genre de composant peut être considéré comme un distributeur 2/2. Toutefois, à la différence d'un distributeur 2/2, il se fixe sur le vérin à la place du raccord fileté.

Blocage par distributeur 2/2

Dans ce cas on utilise deux distributeurs 2/2. Il est préférable de les placer au plus près du vérin. Le blocage est efficace uniquement dans ce cas.

En pratique cette solution n'est pas souvent utilisée car l'implantation des distributeurs n'est pas toujours évidente.



15. Temps de réponse

- temps probable d'un cycle.
 - temps de réponse global du distributeur et du vérin.
- Tableau des temps de guide pour des vérins doubles effets.
 - Course de 150 millimètres.
 - un cycle sortie - entrée
 - Distributeur 5/2 rappel par ressort.
 - 6 bar de pression.
 - 1m de tuyauterie entre distributeur et vérin
 - aucune charge sur la tige de piston

Alésage	diam ports	Cv	Temps m secs
20	1/8	0.3	225
50	1/8	0.4	700
63	1/4	1.0	525
100	1/4	1.0	1100
160	1/2	3.5	950
200	1/2	3.5	1560
200	1	7.8	650
320	1	7.8	1280

16. Consommation d'air

Il y a deux parties à la consommation d'air d'un vérin.

- Il y a le volume déplacé par le piston multiplié par la pression d'utilisation absolue.
- Il y a le volume supplémentaire tel que des cavités dans le couvercle d'embout et le piston, les orifices d'alimentation, tuyauterie et cavités du distributeur, tout multipliées par la pression indiquée.

La partie supplémentaire est susceptible d'être un petit pourcentage et changera avec différentes installations. Une allocation générale environ de 5% peut être additionnée pour couvrir celle-ci

Pour un vérin double effet le volume d'air libre déplacé par le piston en un cycle complet est:

○ Course de sortie
$$V = \frac{\pi D^2}{4} \cdot S \cdot (P_s + P_a) \cdot 10^{-6}$$

○ Course de rentrée
$$V = \frac{\pi (D^2 - d^2)}{4} \cdot S \cdot (P_s + P_a) \cdot 10^{-6}$$

où

- D = diamètre du cylindre mm
- d = diamètre de la tige mm
- V = volume en dm³ air
- S = course mm
- P_s = pression de service bar
- P_a = pression atmosphérique (environ 1 bar)

Pour estimer la consommation moyenne totale d'air d'un système pneumatique effectuer un calcul pour chaque vérin du système. Ajouter ces derniers ensemble et additionner 5%.

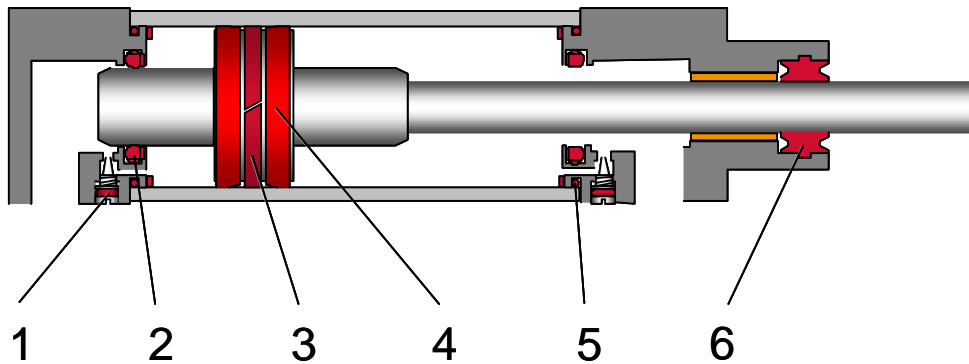
Tableau de calcul

Tube mm	Tige mm	Consommation tige sortante en dm ³ /mm à 6bar	Consommation tige rentrante en dm ³ /mm à 6bar	Consommation combinée en dm ³ /mm par cycle
10	4	0.00054	0.00046	0.00100
12	6	0.00079	0.00065	0.00144
16	6	0.00141	0.00121	0.00262
20	8	0.00220	0.00185	0.00405
25	10	0.00344	0.00289	0.00633
32	12	0.00563	0.00484	0.01047
40	16	0.00880	0.00739	0.01619
50	20	0.01374	0.01155	0.02529
63	20	0.02182	0.01962	0.04144
80	25	0.03519	0.03175	0.06694
100	25	0.05498	0.05154	0.10652
125	32	0.0859	0.08027	0.16617
160	40	0.14074	0.13195	0.27269
200	40	0.21991	0.21112	0.43103
250	50	0.34361	0.32987	0.67348

- Prendre chaque figure et se multiplier par la course en millimètre.

17. Etanchéité

Identification des joints dans un vérin amorti réglable double effet

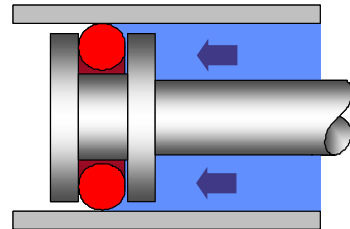


- 1 Joint de vis de réglage coussin d'air
- 2 Joint de coussin d'air
- 3 Anneau de guidage
- 4 Joint de piston
- 5 Joint de cylindre
- 6 Joint racleur

17.1. Joints de piston toriques

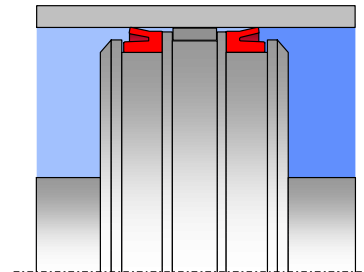
Un joint torique est ajusté avec jeu dans la cannelure, avec le diamètre extérieur juste en contact avec le cylindre.

Quand la pression est appliquée le joint torique est plaqué et vient sceller le dégagement entre le diamètre extérieur du piston et le cylindre.



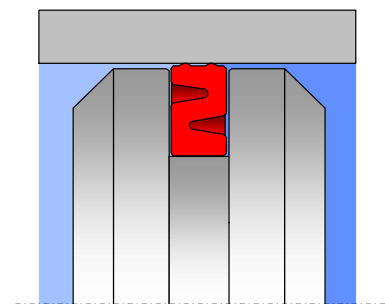
17.2. Joints de piston

- Utilisé sur les vérins de moyens et grands alésage.
- Joint dans une direction seulement.
- Un pour l'action simple
- Deux pour la double action
- La pression active le plaquage du joint contre le cylindre
- Etanchéité élevée



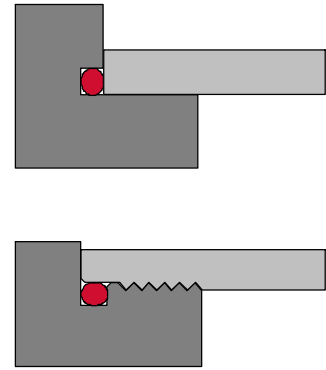
17.2.1. Joints Z

- Utilisé pour des joints de piston sur de petits diamètres d'alésage
- Joints dans les deux directions
- Prends moins d'espace
- la forme Z agit en tant que ressort radial léger fournissant l'effort radial et l'étanchéité.



17.3. Joints toriques de cylindre

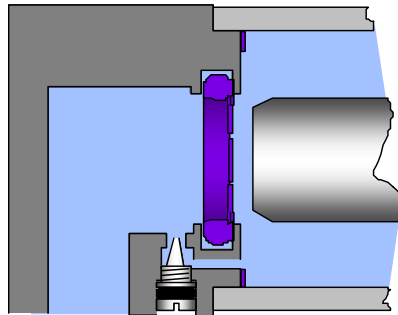
Ce sont les joints statiques et sont montés avec ajustement serré dans leur logement ou épaulement



17.4. Joints de coussin d'air

Ces joints exécutent un double rôle; de joint et de clapet anti-retour.

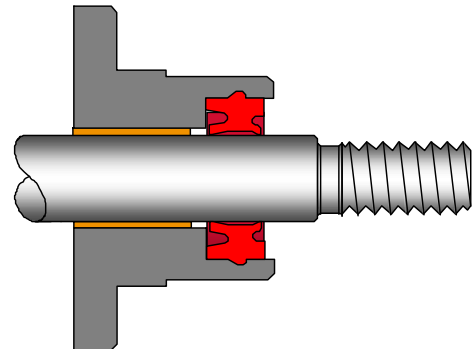
Circulations d'air librement autour du diamètre extérieur et des cannelures quand le piston sort



17.5. Joints racleur

Le joint d'une seule pièce a un double rôle de joint d'étanchéité et de joint de nettoyage.

Le corps externe du joint est monté en force dans le logement du flasque. L'action de nettoyage enlève les particules abrasives qui peuvent se déposer sur la tige quand elle rentre. Joint spécial pour les environnements agressifs

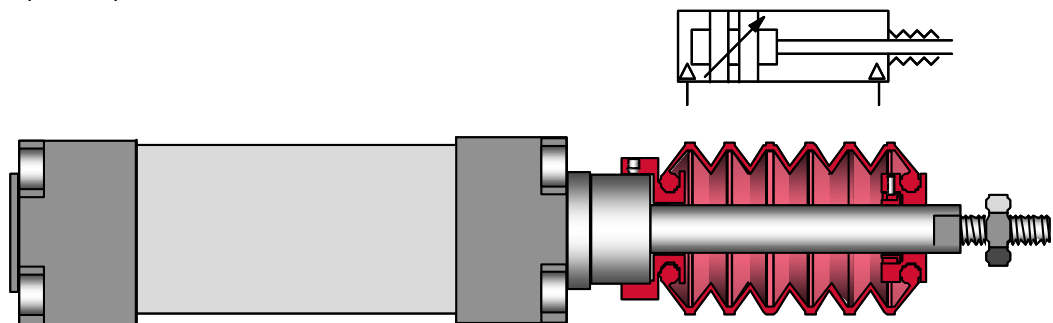


18. Soufflet de tige de piston

Alternative aux joints racleurs spéciaux, également désignés sous le nom des manchettes.

Indique en tant qu'équipement spécifique, le vérin exigeant une tige de piston légèrement plus longue que standard.

Solution idéale où en rentrant la tige de piston est susceptible d'être rayée ou rodée par les dépôts ou poussières.



19. Températures de fonctionnement extrêmes

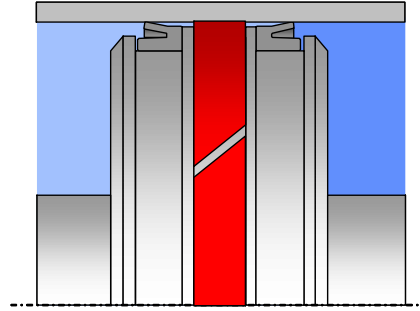
Des joints standard sont généralement recommandés pour le fonctionnement continu dans la gamme +0°C à + 80°C.

Les températures plus élevées ramolliront les joints de sorte qu'ils portent moins efficacement et produisent moins de frottement. De plus basses températures durciront les joints les rendant fragiles et augmentant leur probabilité de fissuration

Pour les applications à hautes températures avec un fonctionnement continu ou une ambiance jusqu'à 150°C, des vérins équipés de joints en "Viton" doivent être indiqués.

20. Anneau de guidage

- Un anneau de guidage à coupure biaisée est posée autour du piston.
- Il est fait à partir d'une matière plastique dure.
- En cas d'une charge latérale élevée, joue le rôle de bague et empêche la déformation excessive des joints.
- Protège le cylindre contre le marquage du piston.



21. Coussin d'air

21.1. Conception du coussin d'air

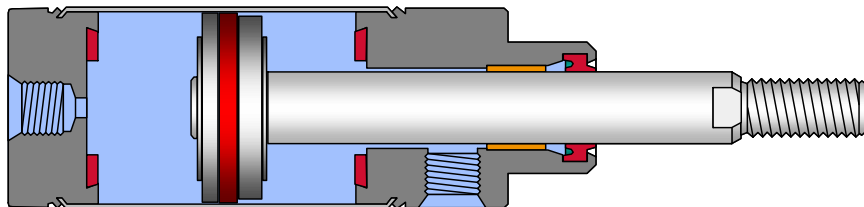
Amortir, c'est protéger un vérin chargé en absorbant l'énergie à l'extrémité de la course. Ceci a comme conséquence une décélération progressive. Le contact entre le piston et le flasque latéral est adouci.

L'amortissement fixe avec les garnitures absorbantes de choc est appliqué aux petits vérins légers qui ont une faible masse (piston, tige et charge.)

Les gros vérins ont des coussins pneumatiques réglables qui fonctionnent sur les 2 centimètres finaux de la course

21.2. Conception garniture fixe

Les garnitures absorbants les chocs sont placés dans les flasques latéraux et amortissent l'impact du piston

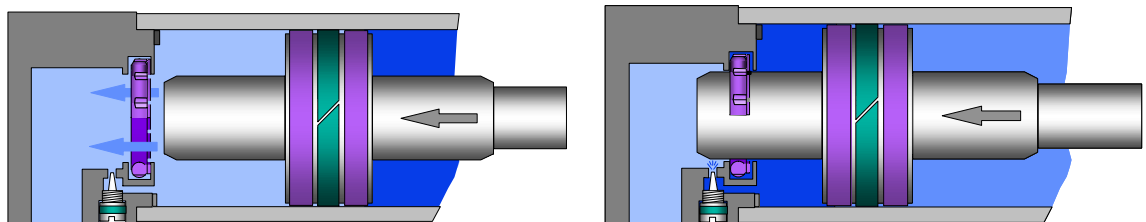


21.3. Coussin d'air réglable

Le piston se déplace vers la gauche à la vitesse nominale.

L'air sort par le centre du joint. Le joint de coussin d'air est poussé vers la gauche et se plaque contre sa joue gauche sur l'épaule du flasque empêchant la sortie d'air.

L'air peut seulement s'échapper par la vis pointeau. La pression s'accumule et amortit le piston.



22. Amortisseurs

- Pour la décélération douce avec masses et vitesses élevées.
- Vérin utilisé en amortisseur
- Il existe des amortisseurs non réglables
- Réglables dans deux tailles

Gammes

0.9 à 10 Kg
2.3 à 25 Kg
9 à 136 Kg
105 à 1130 Kg

Réglables

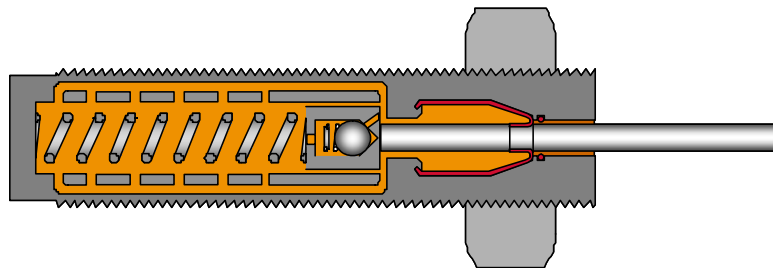
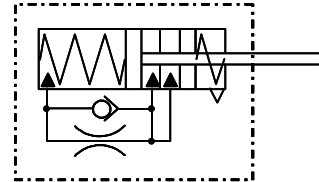
5 à 450 Kg
10 à 810 Kg

22.1. Amortisseurs non réglables

Le principe de fonctionnement est basé sur la restriction progressive de l'écoulement.

Le piston est enfoncé facilement au début, l'huile est évacuée par un grand nombre d'orifices réguliers calibrés.

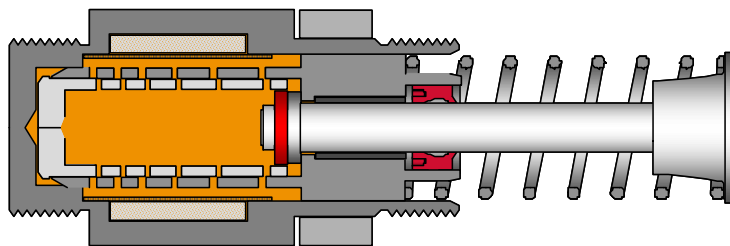
Plus la course progresse moins d'orifices réguliers sont disponibles et permettent de ralentir et d'immobiliser la tige



22.2. Amortisseurs réglables

Accumulateur interne formé de mousse d'élastomère jouant le rôle de réservoir pour le liquide déplacé.

Les tailles des orifices peuvent être réglées en actionnant un anneau d'ajustement. Ceci permet à la décélération d'être réalisée précisément sur un éventail de caractéristiques en fonction de la masse et de la vitesse.



22.3. Calcul

Calculer la masse équivalente en utilisant cette formule

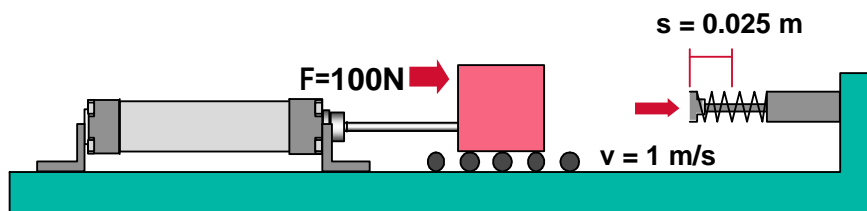
$$m_e = \frac{2 W_3}{v^2}$$

où

- W_3 = énergie totale $W_1 + W_2$ (J)
- m_e = masse équivalente (kg)
- W_1 = énergie cinétique = $\frac{1}{2}m.v^2$ (J)
- W_2 = énergie de vitesse = $F.d$ (J)
- m = masse (Kg)
- v = vitesse (m/s)
- F = force propre (N)
- d = course d'amortissement (m)

Exemple

- La masse de 10 kilogrammes, force 100 N, entrera en contact avec l'amortisseur avec une vitesse de 1 m/s. La course de la charge est 0.025m.
 - $W1 = (10 \times 12)/2 = 5 \text{ J}$
 - $W2 = 100 \times 0.025 = 2.5 \text{ J}$
 - $W3 = 5 + 2.5 = 7,5 \text{ J}$
 - $m_e = 2 \times 7.5 \div 12 = 15 \text{ kg}$



23. Normes

Les normes **ISO 6431** et **ISO 6432** normalisent les dimensions d'installation des vérins pneumatiques ainsi que leurs supports qui y sont adaptés. Les supports d'un fabricant peuvent ne pas pouvoir équiper les vérins des autres.

La norme **VDMA 24562** est une amélioration de la norme ci-dessus en définissant des dimensions supplémentaires, en particulier sur les tiges de renfort et sur l'attachement des supports de vérins.

L'ISO 6009 se réfère aux codes des dimensions utilisés sur les fiches techniques des fabricants Il y a des éléments additionnels au delà de la portée de cette norme.

23.1. Dimensions non normalisées

Il y a beaucoup de gammes de conception de vérins non liées par les restrictions dimensionnelles d'une norme.

Ces vérins incorporent des innovations dans la technique de fabrication pour fournir des conceptions rationnelles et compactes ayant pour résultat de plus petites tailles globales.

24. Types de construction

Les facteurs influant le type de construction d'un vérin sont

- Taille, service, coût, modèle, normes et compatibilité des matériaux

Types: Scellé pour la durée de vie

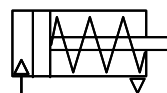
- À prix réduit, service léger, vérins petits à moyens diamètre d'alésage. Le piston est pre-graissé pendant la durée de vie de l'assemblage et peut être actionné avec de l'air non lubrifié ou lubrifié.
- Types : cylindres micro, corps ronde, petit diamètres

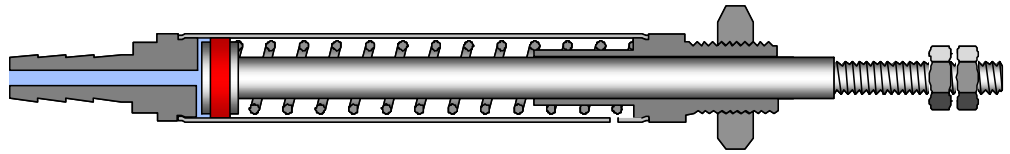
Types démontables

- Il est économique que l'utilisateur prolonge leur vie par le remplacement des joints usés et des racleurs. En outre le remplacement des pièces accidentellement endommagées peut être possible.
- Types : ISO petits diamètre, grandes tailles, ensembles d'ISO/VDMA,

24.1. Micro vérins

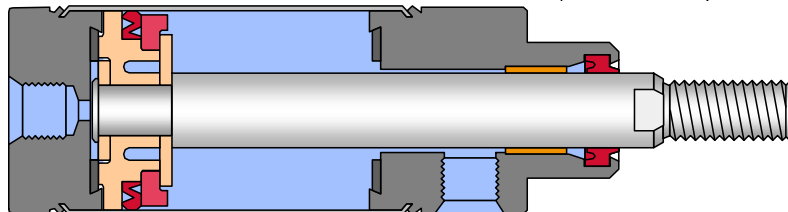
- Alésage très petit diamètre de 2.5 millimètres à de 6 millimètres, principalement à action simple effet .
- Pour l'usage d'applications miniaturisées et dédiés à des tâches légères
- Avec une gamme de pression de 2,5 à 7 bars.
- Scellé à vie





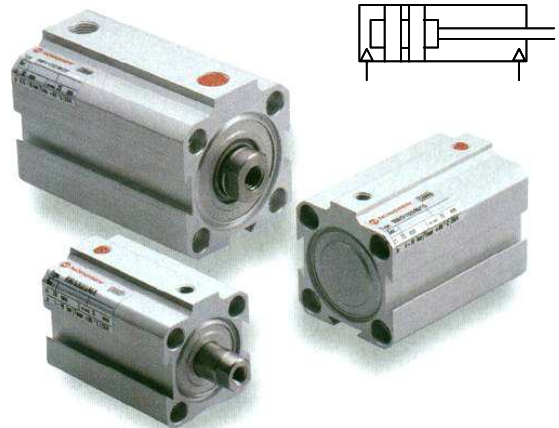
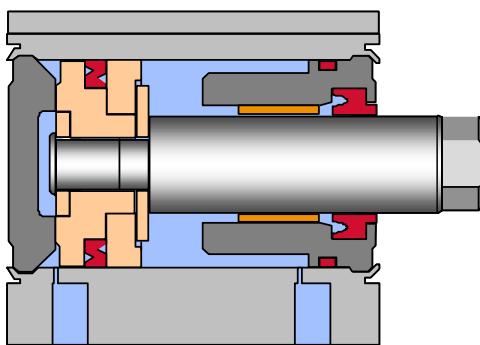
24.2. Vérins à corps ronds

- À prix réduit, service léger, vérins petits à moyens diamètres dans la gamme de 8mm à 63mm.
- Les vérins sont scellés à la vie en sertissant les extrémités de cylindre et les flasques
- Utilisés dans la gamme de pression de 1 à 10 bar



24.3. Vérins compact 12 - 40 mm

- Dimension réduite d'approximativement un tiers de la longueur de course d'une conception comparable.
- Piston magnétique standard pour contrôle de position
- Vérin en simple et double effet, protégé contre la corrosion
- Gamme de pression de 1 à 10 bar. Scellé à la vie.



24.4. Types démontables

Ces conceptions peuvent être démontées et montées par l'utilisateur. Il peut être économique d'entretenir ces vérins et de prolonger leur vie en remplaçant les joints de portée et d'étanchéité

Les types de construction sont :

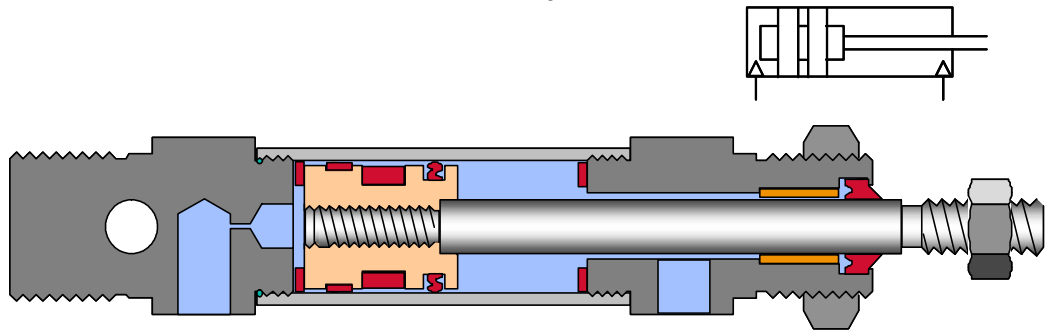
- Flasques maintenus par les cylindres vissés
- Flasques maintenus par des tiges de renfort

24.4.1. ISO Petit diamètre

Cylindres dimensionnés selon dans la gamme de construction ISO d'action simple et double de diamètre de 10 millimètres à de 25 millimètres.

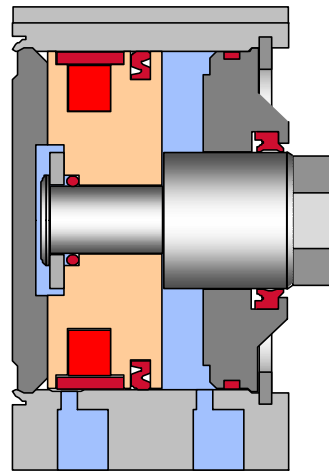
Une Cylindre fileté à l'extrémité avant et arrière fournit un choix du montage par l'écrou de bride ou par pivot dans l'oeil arrière.

Utilisé avec de l'air non lubrifié ou lubrifié dans la gamme de pression de 1 à 10 bar.



24.4.2. Vérins compacts 50 - 63 mm

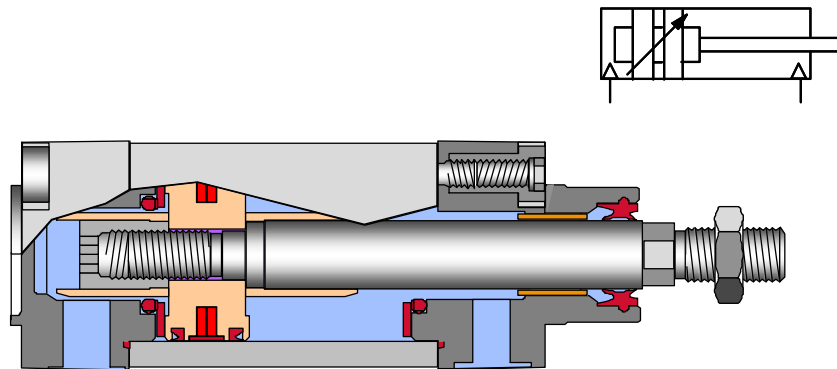
- Conception démontable Flasque avant maintenu par un circlips.
- Remplacement des joints facile



24.5. Vérins ISO / VDMA

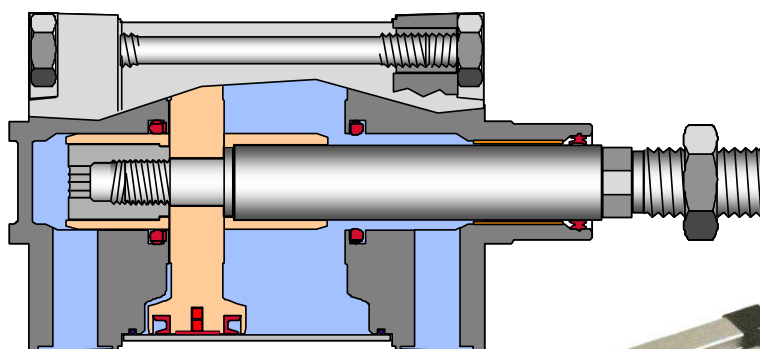
Conformément aux dimensions d'ISO et de VDMA et avec un éventail d'options de support. Profil léger, doubles effets avec la construction intégrale de tige de renfort dans des versions magnétiques et non magnétiques.

Les tailles de piston s'étendent de 32mm de diamètre à 125 millimètres.



24.6. Vérins compacts

- Conception externe avec tirant de renfort double effet
- diamètre de 125 millimètres à 320 millimètres
- Version magnétique jusqu'à 200 millimètres et non magnétique dans toutes les tailles.
- Éventail de supports.
- 1 à 16 bar (jusqu'à 200 millimètres) 1 à 10 bar (alésage de 250 à 320 millimètres).

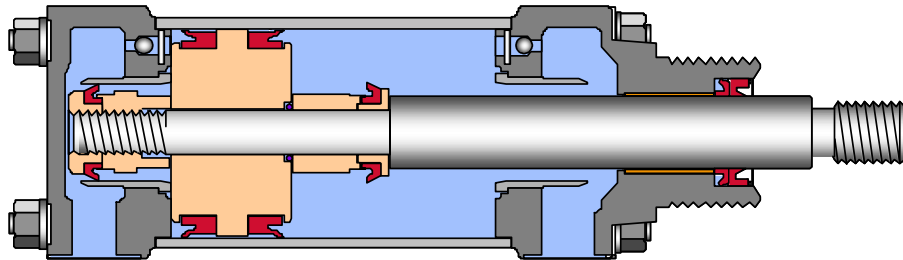


24.7. Vérins résistants

Extrêmement robuste, portée dure, construction de tige de renfort renforcée. Diamètre de 50 mm à 300mm

Tige de piston de gros diamètre et amortissement réglable.

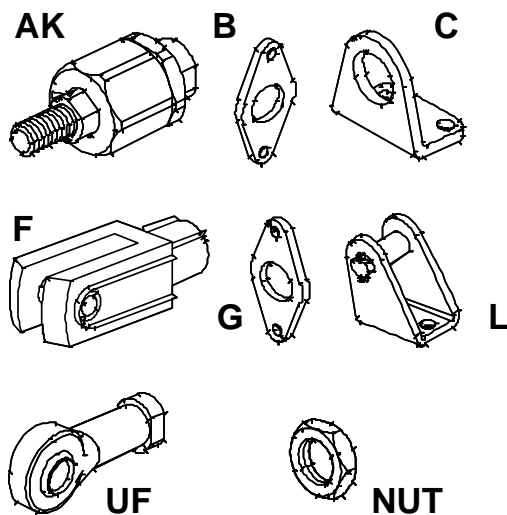
Travail exigeant dans les mines, les carrières, les usines sidérurgiques, les fonderies et autres applications exigeantes.



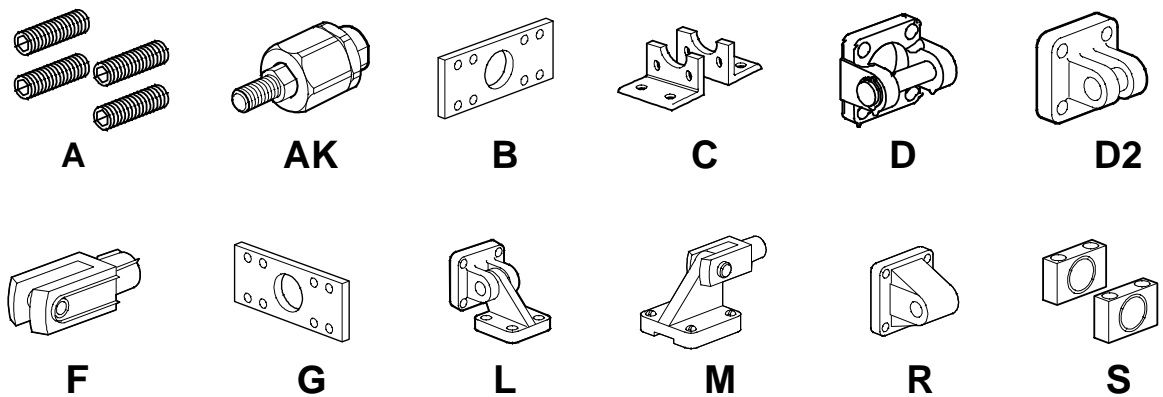
25. Fixations

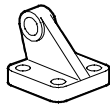
- Cylindre rigidement fixé à la machine ou permission de pivoter en tant qu'élément d'une tringlerie dans une ou plusieurs directions.
- Les points de fixations seront l'extrémité de tige ou de corps de vérin

Supports pour les petits diamètres

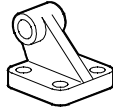


Supports pour les vérins avec tirant de renfort

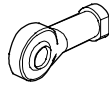




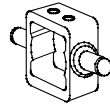
SS



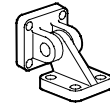
SW



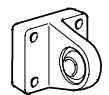
UF



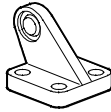
UH



UL



UR



US



NUT

Supports rigides



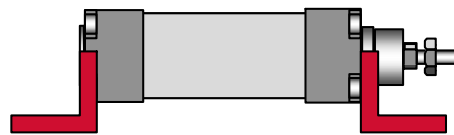
A Prolongation des tirants de renfort



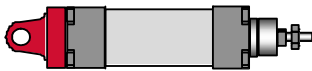
G Bride avant



B Bride arrière



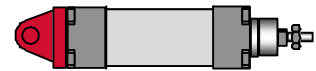
C Pied



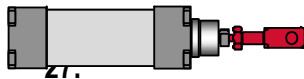
D Chape Arrière



H Tourillon central



R Oeil arrière



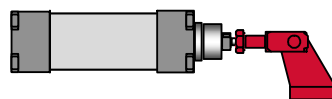
F Chape de tige



L articulation arrière



UF rotule de tige



M Articulation avant



UR rotule arrière

28. Installation

Un vérin doit être installé de sorte que des charges latérales sur les guidages de tige et de piston soient réduites à un minimum ou éliminées.

Une charge radiale est un composante de force agissant perpendiculairement à l'axe du de la tige.

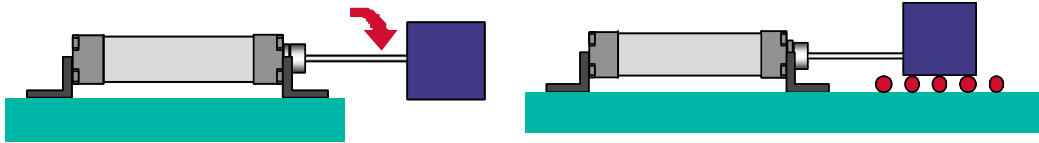
Cinq installations typiques qui produisent une charge radiale suivies de leurs solutions possibles.

On peut rarement éliminer complètement les charges radiales, mais en utilisant la bonne pratique en matière de technologie elles peuvent être réduites à un niveau acceptable.

Charge radiale à une direction

Éviter de fixer une charge non soutenue à la tige de piston.

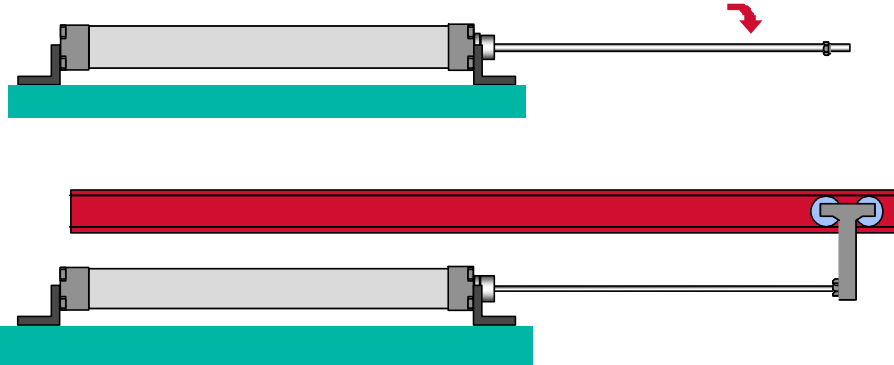
Soutenir dans la mesure du possible la charge avec des guides, glissière, ou éléments roulants



Charge latérale à deux directions

Le poids sur une tige longue peut produire un moment de flexion élevé.

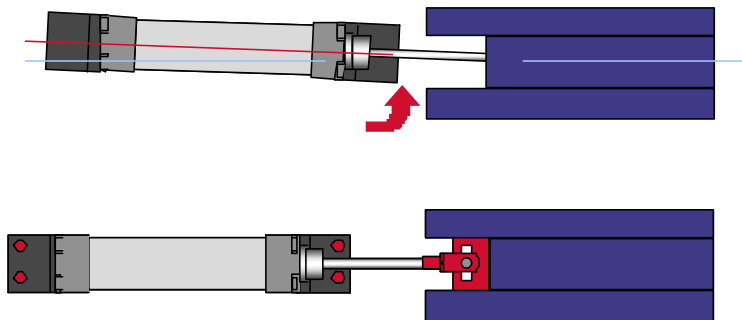
Il peut être possible d'accrocher à l'extrémité de tige une glissière à rouleaux.



Charge radiale quelconque

Un défaut d'alignement du vérin et d'un guide rend le montage hyperstatique et crée un moment de flexion dans le vérin

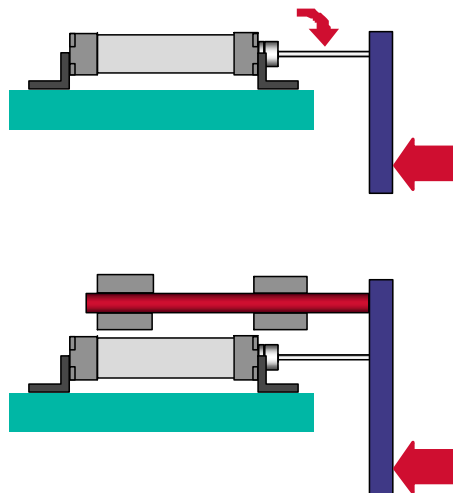
L'installation d'un module avec articulation et fente avant éliminera ce type de contrainte (augmentation des degrés de liberté).



Charge radiale + moment

Une charge excentrée est une source commune de moment de flexion agissant sur l'extrémité d'une tige de piston.

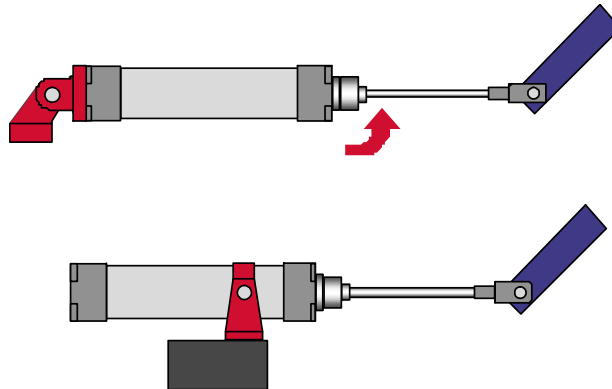
- Installer des douilles externes pour soulager la charge latérale sur le guidage du vérin



Charge de direction quelconque

Sur le vérin articulé arrière horizontalement viendra s'ajouter le poids du corps du vérin créant un moment de flexion.

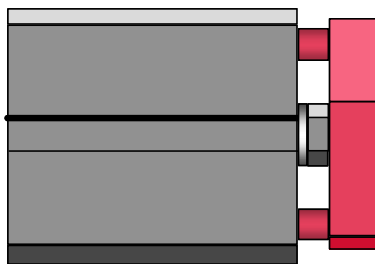
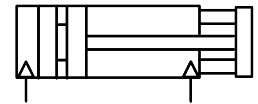
- Adapter un tourillon central au centre de gravité



29. Guidage anti rotation

Pour des applications où les charges appliquées induisent un moment de flexion, et un guidage précis est demandé

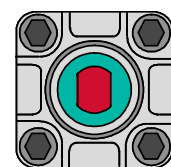
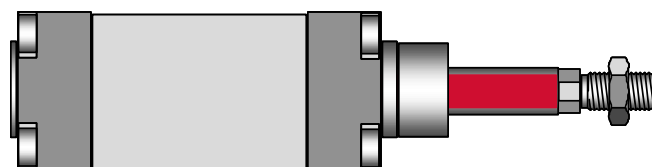
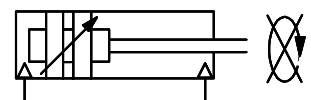
Les vérins compacts guidés incorporent des barres de guide jumelles coulissant dans des paliers



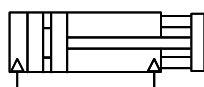
- Précision de guidage +/- 0,02 mm
- Supporte des lourdes charges latérales
- Amortissement élastique pour diminution du bruit

30. Vérin à tige non tournante

- ISO 32 à 100 diamètre d'alésage avec la tige de piston non tournante.
- Comporte deux méplats continus sur la longueur de la tige qui coulisent dans un logement assorti.
- Pour résister aux charges de torsion légères seulement.



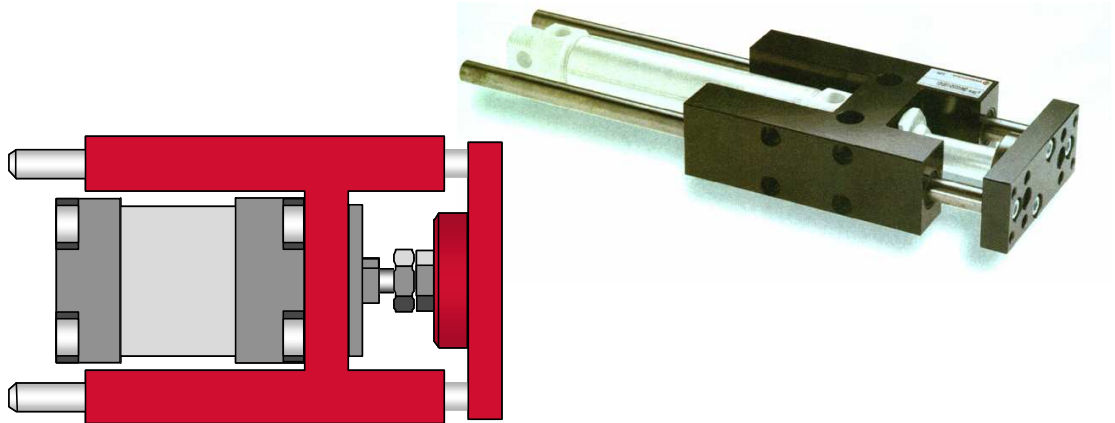
31. Unité de guidage par douilles à billes



Liaison avec douille à bille.

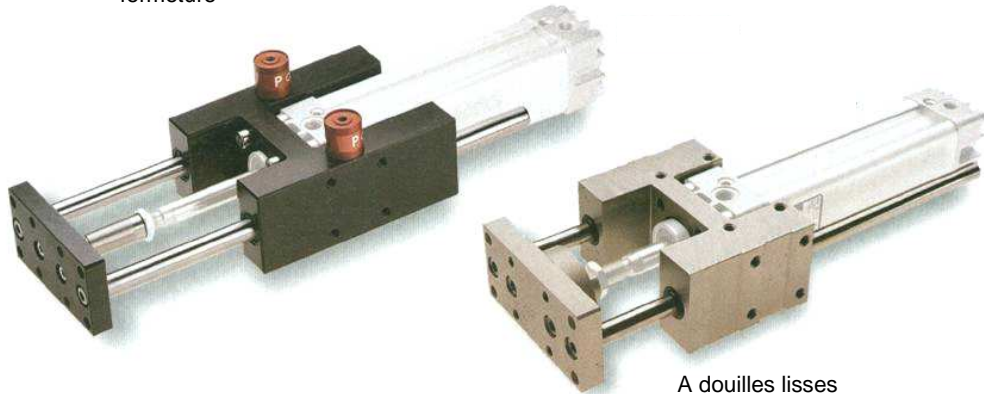
Fournir un guidage sans rotation et le plus grand appui contre des charges élevées.

Ces unités peuvent être équipées de blocs de fermeture passifs ou actifs jumeaux.



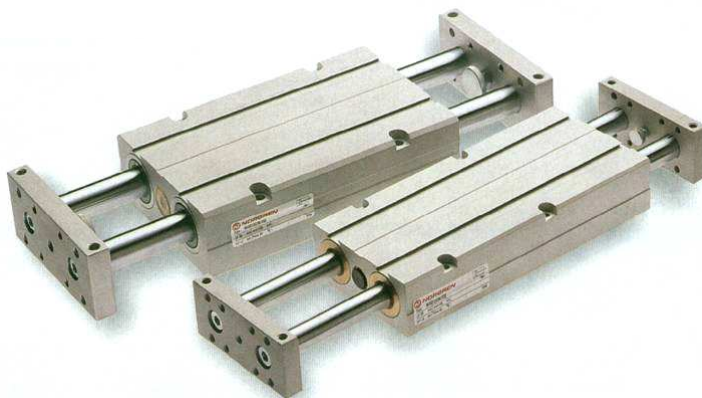
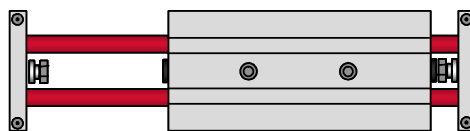
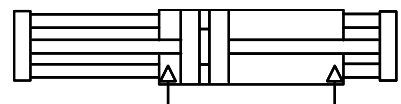
Unité de guidage

A douilles à billes avec blocs de fermeture



A douilles lisses

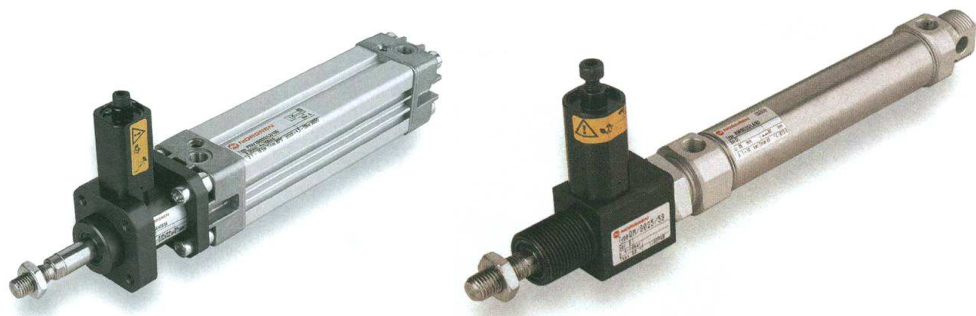
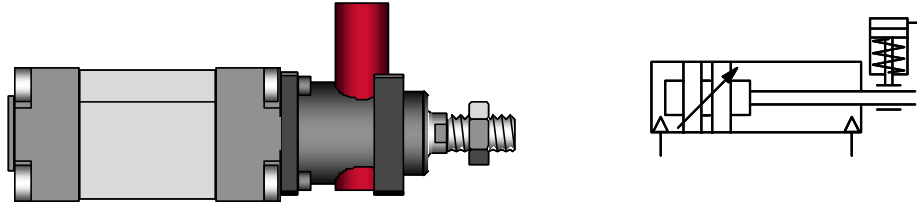
- Pour la mise en action de mouvements précis
- roulements de glissière de haute qualité
- Bonne rigidité de torsion
- piston magnétique



32. Fermeture et freinage

32.1. Bloqueur de tige

- Blocage de sécurité de la tige de piston à n'importe quel endroit de la course
- Blocage de type passif.
- Aide à la mise en conformité des machines
- Action rapide et fiable
- Un vérin avec bloqueur de tige nécessite une surlongueur de tige



33. Vérins sans tige

Utilisés pour:

- Les espaces limités
- Installation simple
- Longues courses
- Grandes vitesses
- Positionnement de précision

Gamme étendue:

- Variantes dans la résistance de la structure
- Course jumelle
- Freinage actif
- Freinage passif
- Conception incurvée
- Commande électrique
- Résistance à la corrosion

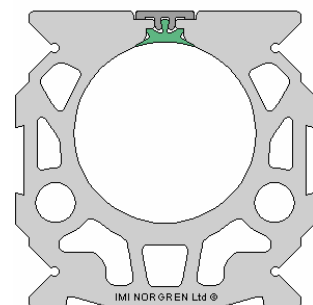
33.1. Principe de fonctionnement

Une fente sur la longueur du cylindre joint le piston et le chariot externe

La fente est étanche de la pression et la poussière grâce au contact du joint intérieur et des bandes externes de couverture

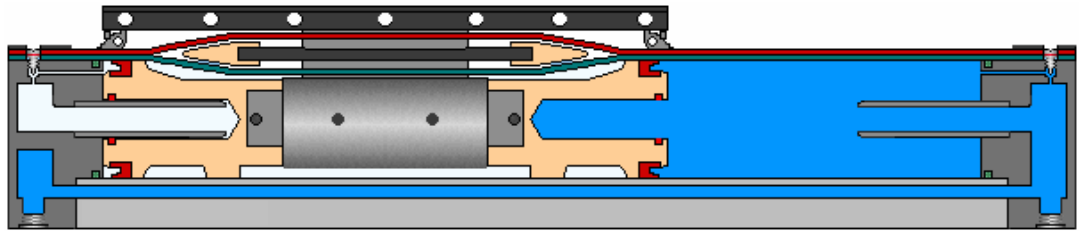
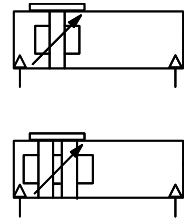
Les bandes sont sans interruption séparées et rescellées par le piston

La fente est seulement non scellée dans l'espace non pressurisé entre les joints de piston



Les bandes de cachetage sont séparées et fermées pendant que le piston se déplace par la course

- Coussins d'air réglables
- Double entrée de raccordement à l'extrémité gauche

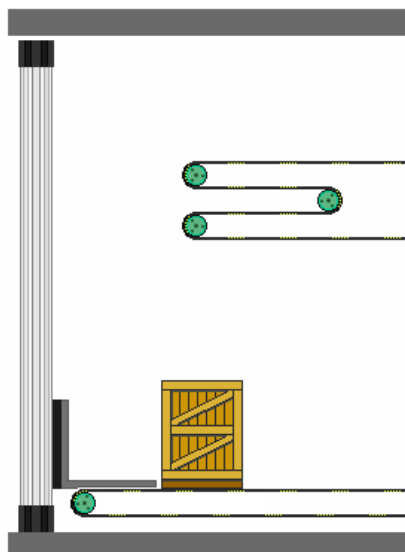


Exemples d'applications

- Pour l'action à travers un processus de bande
- L'application montre un couteau de vol typique utilisé dans l'industrie de production de papier
- Pour la précision de la coupe bien synchroniser les vitesses de déplacement



- Levage dans les endroits avec espace libre limité
- Action contenue dans la longueur du corps de cylindre



33.2. Caractéristiques générales

- Cylindre et guides de roulement en alliage d'aluminium extrudé
- Chariot intérieurement ou extérieurement guidé
- Chariot guidé par roulements
- Doubles chariots
- Option avec distributeur intégré
- Alésage diamètre 16 à 80mm
- Courses jusqu'à 8.5 m
- Coussin d'air réglable
- Raccords d'extrémité simples
- Option piston magnétique
- Cannelures doubles sur la longueur pour la fixation des capteurs



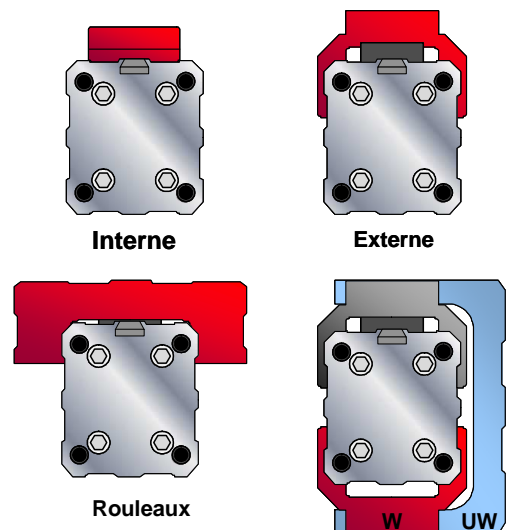
33.3. Variantes de guidage

Le chariot intérieurement guidé convient aux applications pour service léger

Le chariot extérieurement guidé utilise les surfaces de guidage sur les deux bords d'extrusion

Pour des applications de précision, des guides avec roulements peuvent être employés

Le chariot libre secondaire est relié au chariot actionné pour guider sur chacun des quatre bords d'extrusion



Modèle résistant

- Pour les mouvements de précision des charges lourdes
- Jusqu'à 4.5 mètres de course
- Emploi d'un profil rigide du corps comme guide et utilisation d'éléments roulants pour la translation
- Les d'extrémité sont munies d'amortisseur réglables
- Disposition pour ajouter deux paires d'amortisseurs au chariot



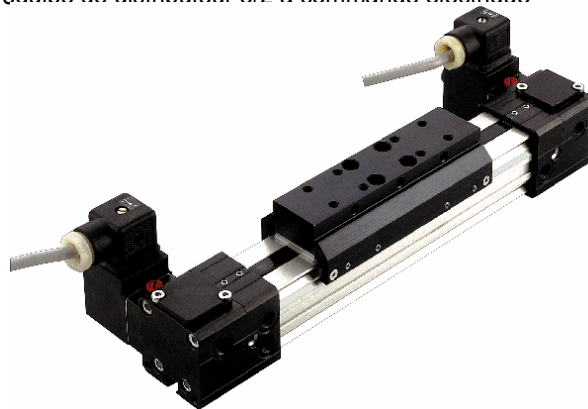
33.4. Vérins freinés

Chariot fermement maintenu en position contre n'importe quelle charge fixe ou variable
Le frein passif est tenu par pression du ressort appliquée et dessous
Le frein actif est maintenu par l'application de la pression



33.5. Distributeurs intégrés

Simplicité, disposition compacte et réponse rapide
Le kit d'adaptation de distributeur s'adapte directement aux flasques d'embout
Peut être équipé de distributeur 3/2 à commande électrique



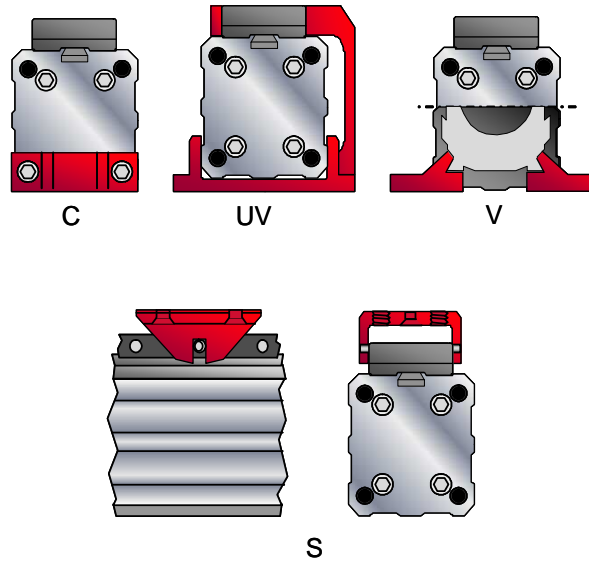
33.6. Résistance à la corrosion

- Pour applications dans les environnements hostiles
- Approprié pour l'usage dans des industries alimentaires et pharmaceutiques
- Résistant aux jets d'eau salée
- Résistance climatique pour des applications extérieures



33.7. Supports

- Variété de modèles de supports pour fixer le corps et la charge des vérins
- Modèle 'C' pour fixation
- Modèle UV pour rigidifier la platine externe
- Modèle 'V' de soutien pour fixer le corps de vérin à la mi course
- La chape S permet une oscillation



33.8. Combinaisons de vérins

Fournir le mouvement dans des deux axes
A le modèle 'X' de système de fixation en angle droit permet aux chariots de deux vérins d'être joints
Les modèles 'X1' et 'X2' permettent la combinaison des cylindres avec différentes tailles d'alésage



33.9. Variantes

- Conception compacte donnant un plus petit volume d'occupation
- Option piston magnétique et non magnétique
- Amortisseur par coussin d'air, options réglables de coussin d'air
- Rails intégrés pour la fixation des capteurs
- Support de fixation horizontaux intégrés



33.10. Vérins sans tige incurvés

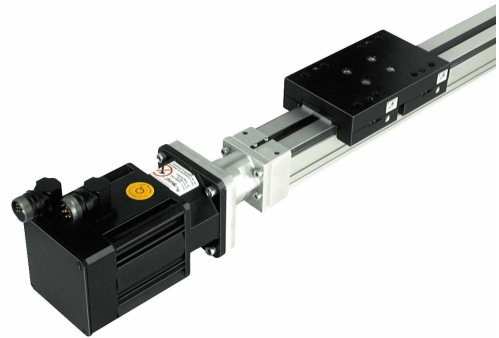
Pour des applications spéciales circulaires comprenant la manutention de produits, la sélection et l'endroit de dépose (automatismes à plateaux tournants, fonctionnement en multitâches), fermeture de portes circulaires.

- Alésages diamètres 25mm, 32mm et 40mm
- Rotation jusqu'à 180°
- Longueurs 800, 1000, 1200, 1400, 1600mm



33.11. Commande électrique

- Poussée élevée
- Positionnement précis
- Répétabilité élevée
- Vitesse réglable
- Interchangeable avec les vérins pneumatiques de

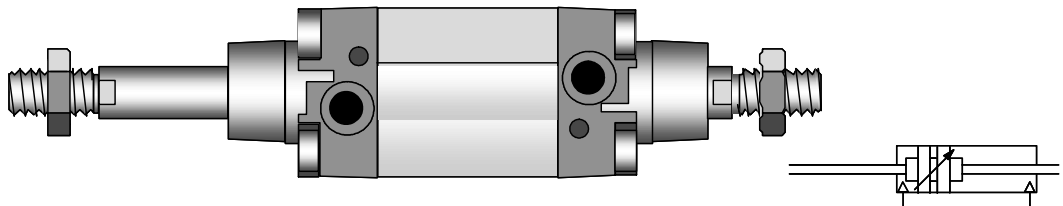


34. Variantes

34.1. Vérins double tiges

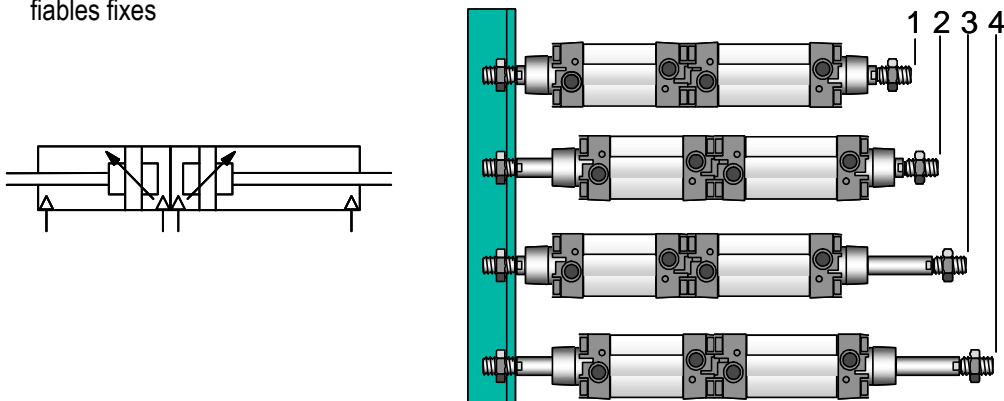
Caractéristiques.

Guidages de tige largement espacés donnant une construction plus rigide et une meilleure stabilité contre les charges latérales. Le secteur efficace du piston est le même des deux côtés. L'égalité des pressions crée un équilibre des forces à travers le piston. Une extrémité fonctionnelle, l'autre peut activer des commutateurs de fin de course.



Montage multi position

En fixant deux vérins ou plus ensemble, entièrement sortis ou rentrés dans toutes les combinaisons possibles, la charge jointe peut être déplacée à un certain nombre de positions fiables fixes

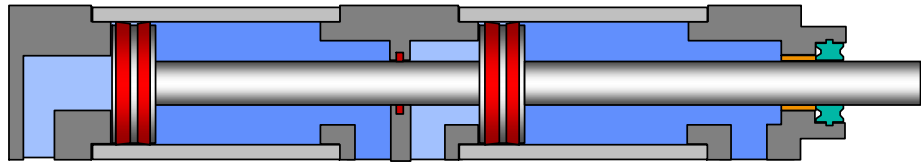


34.2. Vérins tandems

Double la traction et la poussée pour un alésage donné.

Il convient comme alternative à un plus gros vérin en \varnothing quand il y a l'espace disponible pour la longueur mais quand la largeur et la taille sont restreintes.

S'assurer que la poussée maximum soit dans les limites pour le calcul au flambage de la tige

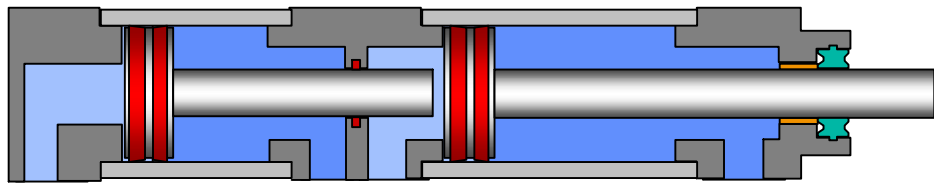


34.3. Vérins duplex

Les tiges de piston ne sont pas jointes et la course du vérin arrière est plus courte

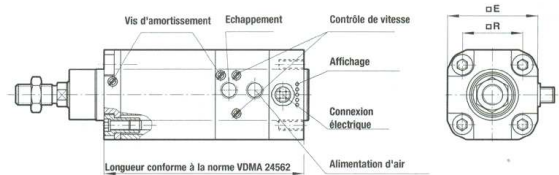
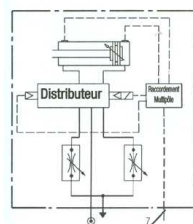
L'action maximum est réalisée et maintenue dans toute la course du vérin le plus court

La position intermédiaire peut être obtenue par le vérin le plus court seulement.



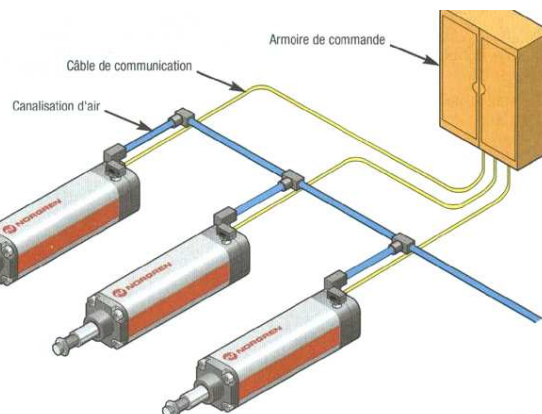
35. Vérin intégral

- Vérin intégrant le distributeur et le capteur de position
- Distributeur 5/2 ou 5/3
- Régulateur de débit intégré



Entrée "R" et dimensions extérieures "E"
Conforme à l'ISO 6431, VDMA 24562 et NFE49003

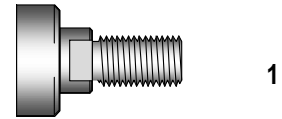
Une configuration classique



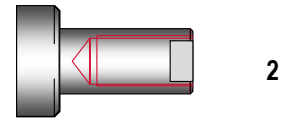
36. Extrémités

Pour s'adapter à un dispositif ou à un mécanisme qui a une géométrie non adaptée à une extrémité de tige standard.

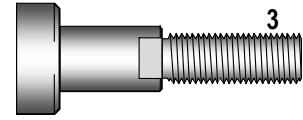
Les arrangements typiques incluent les formes spéciales de filet, les longueurs spéciales de filetage et les filetages internes



1



2



3

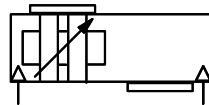
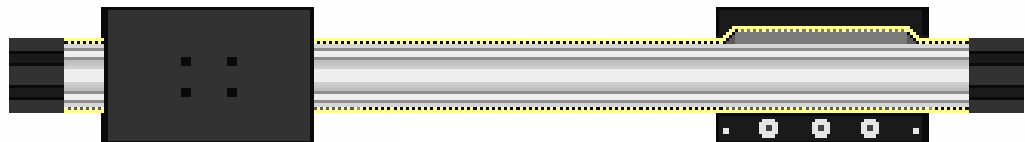
37. Actionneurs particuliers

Pour des applications spéciales il y a des types et des gammes de vérins particulièrement conçus pour satisfaire ces besoins.

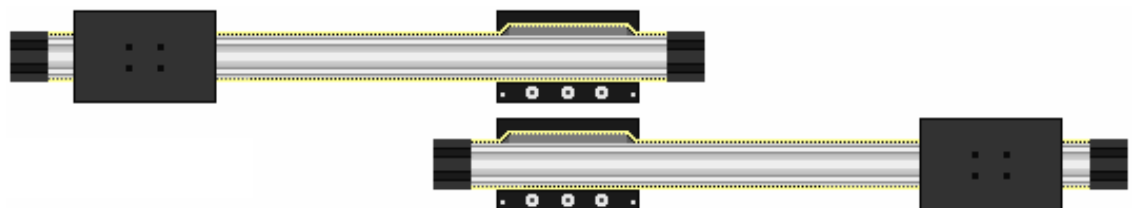
- Vérins à course jumelle
- Vérins proportionnels
- vérins d'impact

37.1. Vérins à course jumelle

Pour satisfaire des applications où une longue trajectoire ou un double mouvement est exigé. Les vérins de course jumelle ont deux chariots qui se déplacent dans des directions opposées. Le chariot actionné est relié par une courroie au chariot libre.



- Fixer le chariot primaire dans une position de montage externe
- Le chariot secondaire avancera par deux fois la course nominale
- En outre une version avec les raccords d'air gauches dans le chariot pour éviter de traîner les fils d'alimentation d'air



38. Positionnement et vérins proportionnels

Un vérin proportionnel est commandé d'une servovalve et peut se déplacer à n'importe quelle position de course.

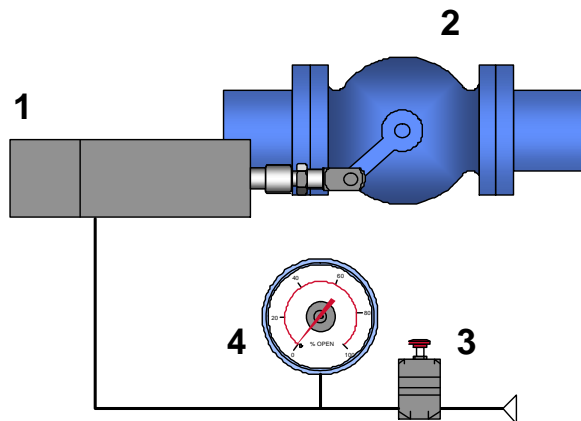
Cette position est maintenue même dans des conditions de charge changeantes.

La servovalve reçoit un signal de commande analogique dans une gamme 0,2 à 2 bar (4 à 20mA en électronique) ce qui détermine le pourcentage de la course de tige de piston proportionnellement au signal.

Si la charge appliquée à la tige de piston change, la servovalve changera les conditions de pression dans le vérin pour s'assurer que la position est maintenue.

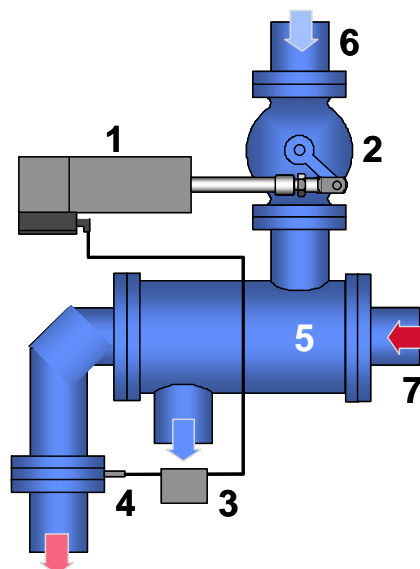
38.1. Positionneurs et vérins proportionnels

- Application en boucle ouverte
- Signal de commande dérivé indépendamment



1. Positionneur Intégré
2. Vanne papillon
3. Régulateur de pression de précision
4. Indicateur de pression calibré pour montrer l'angle de l'ouverture

- Processus fonctionnant en boucle fermée appliqué à un échangeur thermique
- La vanne 2 fournit l'eau de refroidissement entrant en 6 à un échangeur 5.
- Le gaz chaud entrant en 7 est refroidi et mesuré en 4
- Le signal est traité en 3 et transmis pour ajuster la position du vérin proportionnel 1
- Comme la température en 4 subit des changements que le vérin s'ajuste pour la corriger

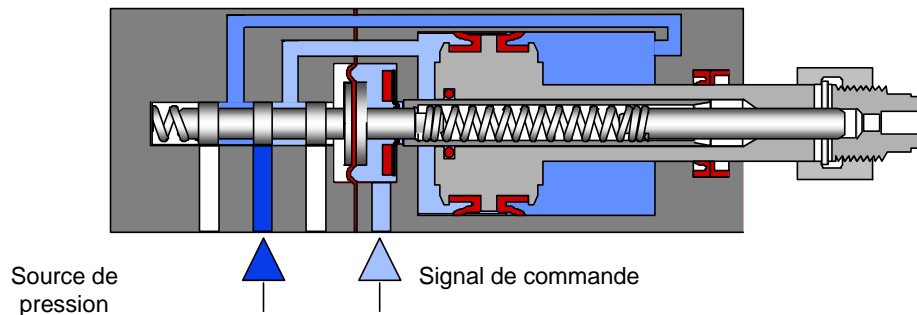


38.2. Positionneurs

intégrés

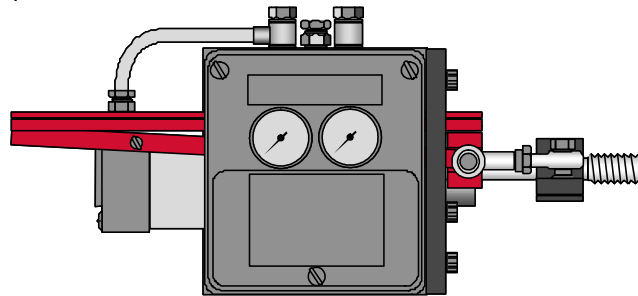
Servovalve et vérin intégrés. Le signal de commande croissant déplace la bobine à la gauche et permet d'alimenter le vérin en sortie. La force croissante du ressort tire la bobine de nouveau à la droite afin d'arrêter le piston

Chaque signal de commande a une position de piston pour équilibrer des forces



38.3. Servo-vérin

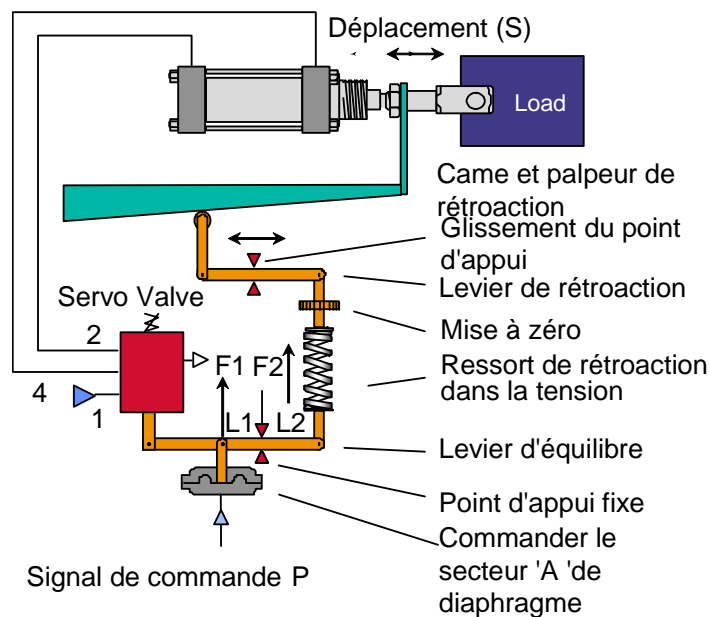
- Pour \varnothing 63-80mm
- Course de 50 à 1000 mm
- Commande avec positionneur universel 0.2-2 bar ou 0.2-1 bar.
- La rétroaction de position est réalisée par un galet roulant sur une cale coulissante liée à la tige de piston.



Si le signal de commande P est augmenté, la bobine de valve est enfoncée par la force F1 pour conduire le cylindre dehors

La came de rétroaction abaisse le rouleau pour augmenter la tension au printemps F2

Quand les forces F1 et F2 sont équilibrées la bobine sera centralisée et arrêter le cylindre. Pour chaque valeur de P il y aura une position proportionnelle S



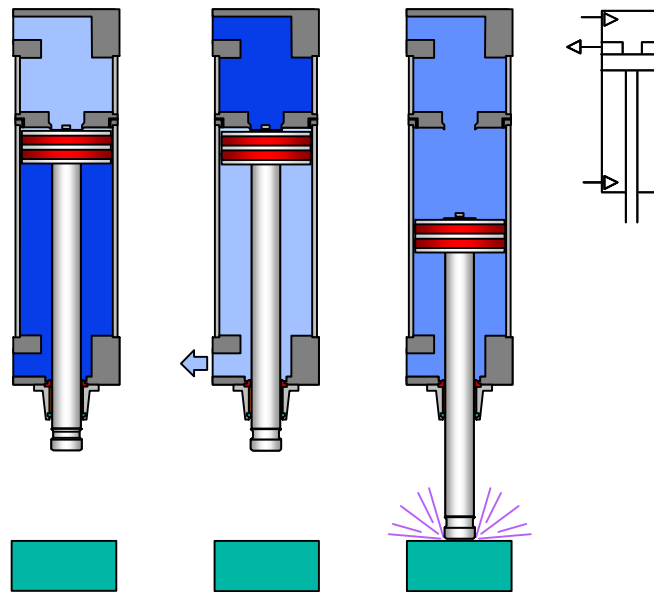
39. Vérins d'impact

Solution adaptée pour les problèmes de formage, marquage, découpe.. Le piston et la tige accélèrent très rapidement pour livrer un coup de marteau. En adaptant l'outillage approprié à la tige de piston, le vérin d'impact peut effectuer certains types de travaux qui exigeraient autrement de plus grandes et plus coûteuses installations de puissances.

Les tailles de \varnothing s'étendent de 2" au diamètre 6" qui peut donner un impact moyen équivalent de 250 J à 2530 J, à la pression d'utilisation de 5.5 bar.

Fonctionnement en 3 étapes:

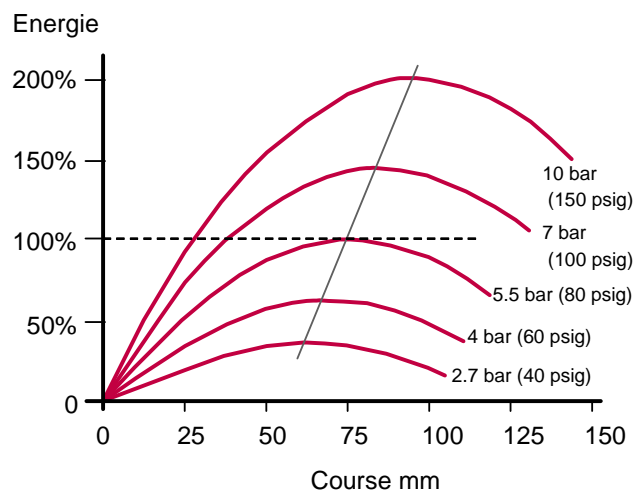
- Le piston est tenu dans la position rentrée.
- Le réservoir au-dessus du piston est mis sous pression. Le piston est maintenu en équilibre par une contre pression
- Libération rapide de la pression coté tige et accélération de la tige.



Graphique des énergies développées

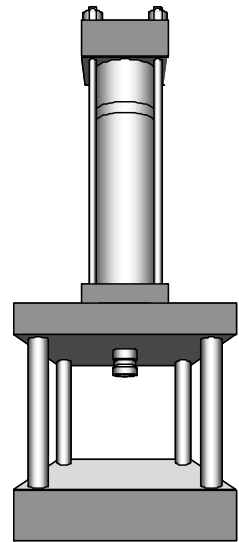
Caractéristiques typiques d'énergie cinétique du piston et de la tige en fonction de la pression et de la course

- L'énergie maximum est développée approximativement à 75mm de la course qui doit être le point d'impact
- l'énergie à 100% représente la valeur nominale pour le vérin d'impact choisi.



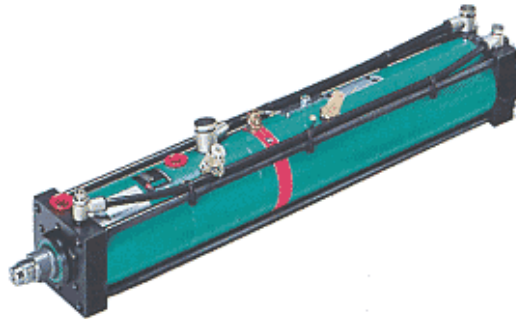
Installation

- Impact verticalement vers le haut ou verticalement vers le bas.
- Le châssis doit être assez rigide pour encaisser la force de recul à l'instant du démarrage.
- Construction composée de quatre piliers. Un plat supérieur relativement épais pour résister aux contraintes dues à l'impact
- Attention: prévoir des dispositifs de sécurité destinés à sécuriser le poste pour les utilisateurs ainsi que des capteurs pour avertir de la mise sous pression du réservoir supérieur

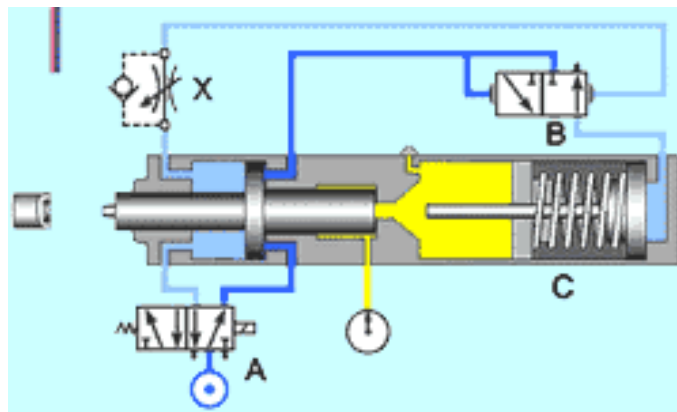


40. Vérin oleo-pneumatique

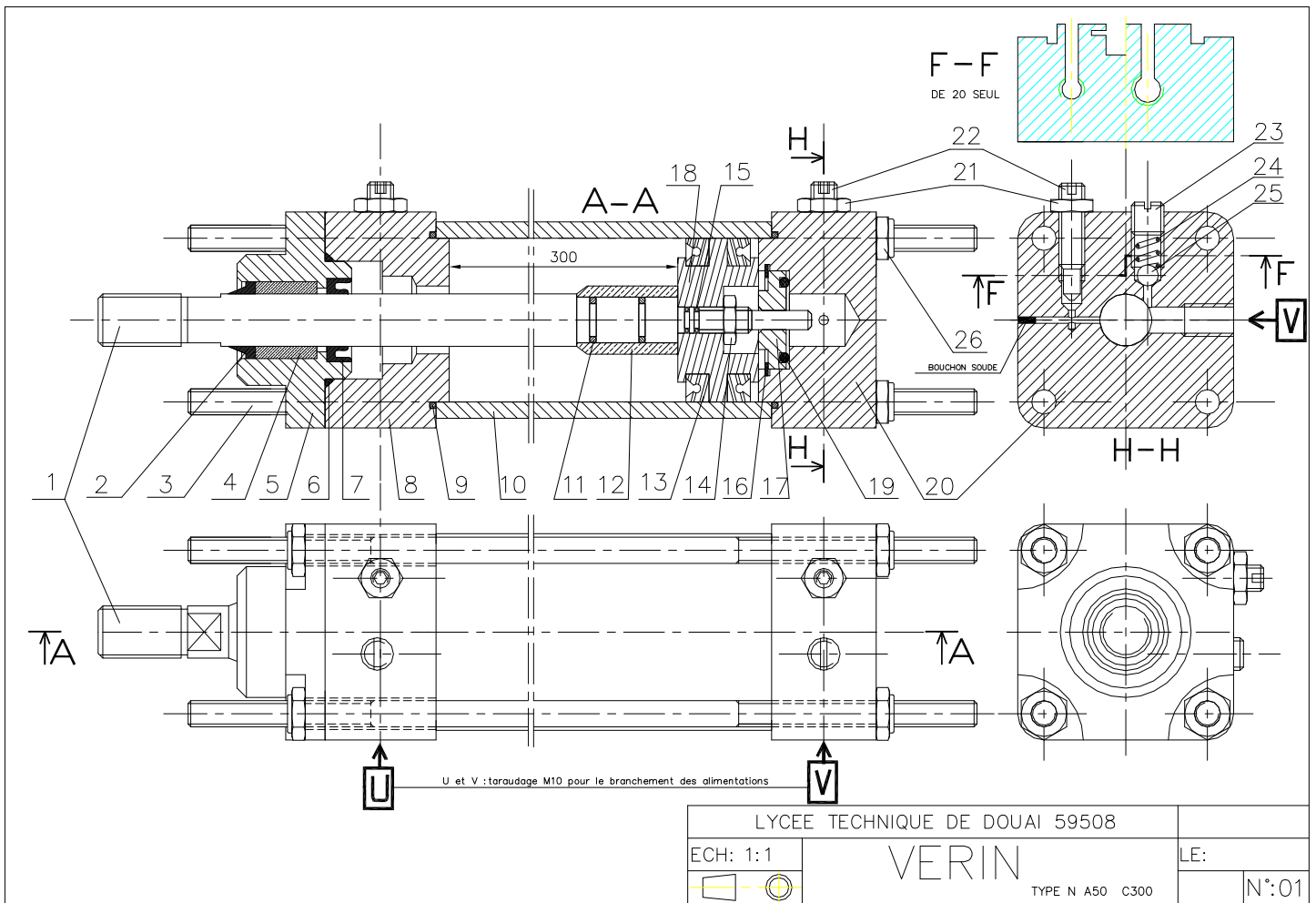
- Transformation de l'énergie pneumatique en énergie hydraulique
- Adapté pour les travaux de rivetage, bouterollage



- **Course d'approche** : Dès que le distributeur principal A est actionné, la tige du vérin sort jusqu'à ce qu'elle rencontre une résistance à un endroit quelconque de la course. Cette résistance provoque le déclenchement de la valve de séquence intégrée.
- **Course de travail** : Le piston plongeur ferme la chambre haute pression et comprime l'huile dans la chambre hydraulique jusqu'à 400 bars. Cette pression d'huile agit sur la tige du vérin et entraîne la course de travail.
- **Course de retour** : Après inversion du distributeur principal, la valve de séquence se met à l'échappement automatiquement. Le piston tige et le piston plongeur retournent alors en position initiale.



41. Exemples de constructions



42. Les moteurs pneumatiques

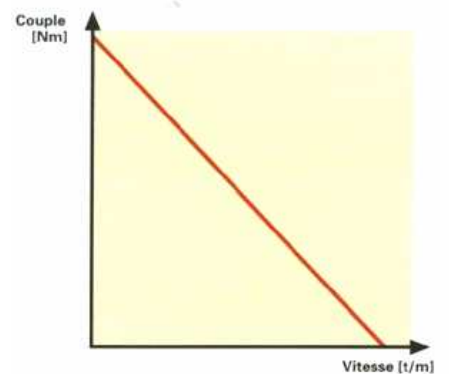


Généralités

- Equipement résistant et souple d'emploi
- Vitesse contrôlable facilement
- Couple maximal au démarrage

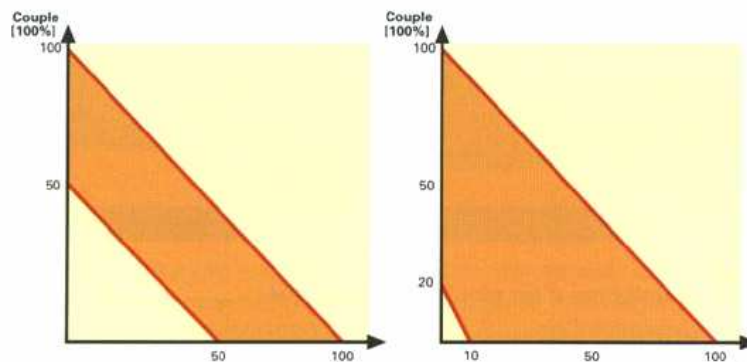
Couple Vitesse

- Performances en relation avec la pression d'entrée
- Relation linéaire pour vitesse/couple
- Modification simple de la puissance en agissant sur l'alimentation en air, avec des composants d'étranglement et de régulation



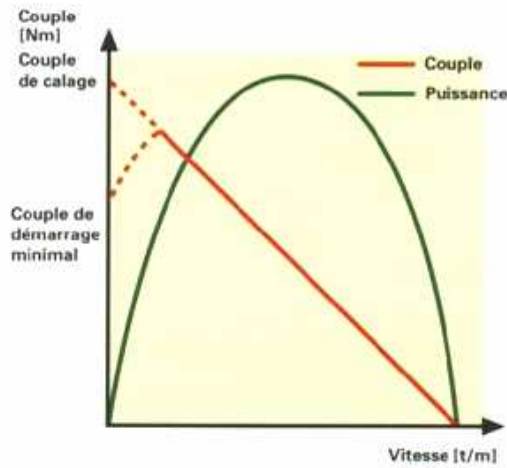
Modification de la puissance

- Suivant les modèles de moteur on peut abaisser de 50% la puissance
- Abaissement jusqu'à 10% de la vitesse et jusqu'à 20% du couple pour certains modèles de moteurs



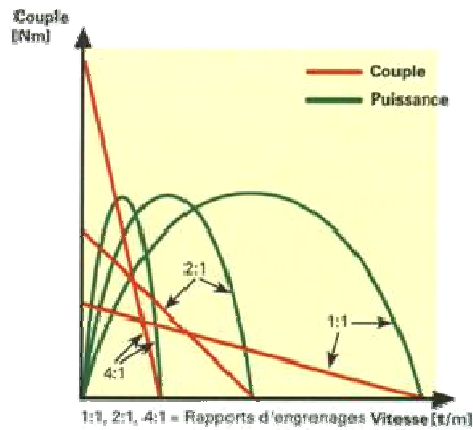
Puissance développée par les moteurs

- Puissance en fonction du couple et de la vitesse
- Tous les moteurs présentent une courbe de puissance caractéristique avec un pic de puissance à environ 50% de la vitesse à vide



Utilisation des engrenages

- Vitesse de sortie inadaptée (fortes vitesses, couple insuffisant)
- L'utilisation des engrenages permet de diminuer la vitesse et d'augmenter proportionnellement le couple
- La puissance reste la même (inclure le rendement des engrenages)



Modification de la vitesse

- Pour modifier la vitesse on agit sur le débit en incluant un étranglement sur l'admission, ceci ne modifie pas le couple
- Pour agir sur le couple on modifie la valeur de la pression, cela n'a pas d'influence sur la vitesse

puissance d'un

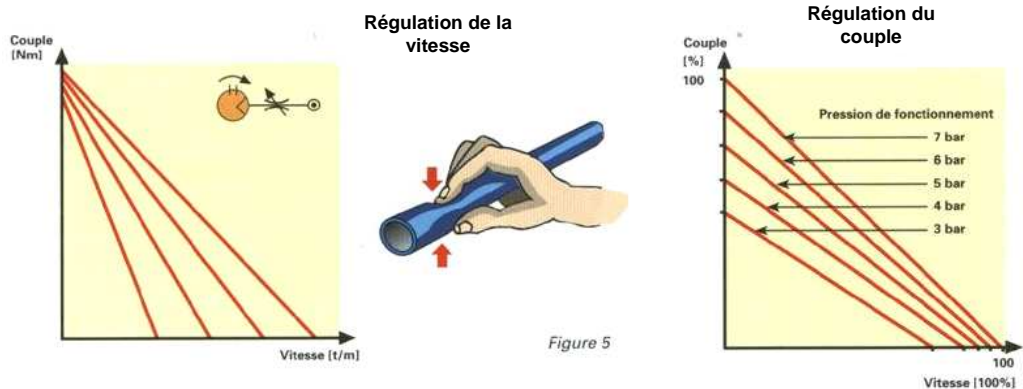
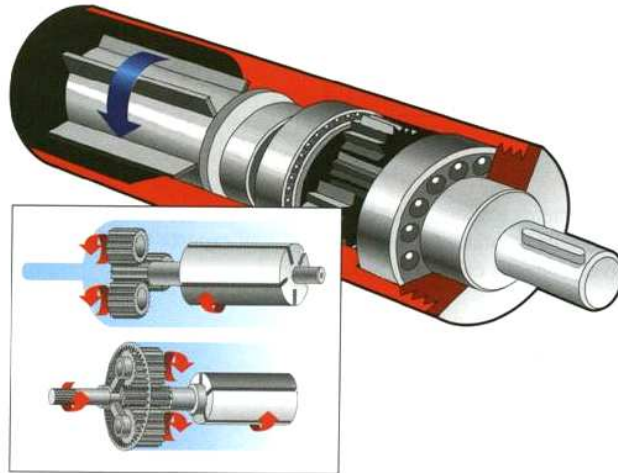


Figure 5

43. Les moteurs à palettes

Caractéristiques

- Moteurs compacts, avec réducteurs planétaires
- Puissance développée: de 0,1 à 1,2 kW
- Convient aux outils manuels ou pour les équipements industriels

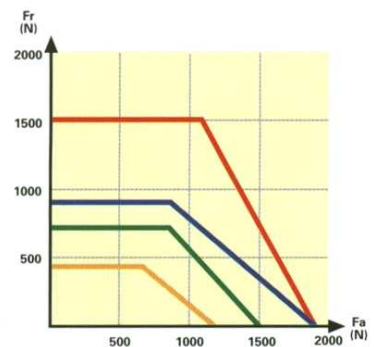
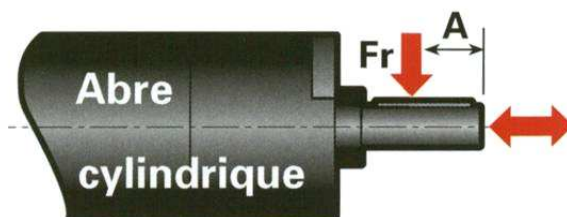


- Pour les rapports de réduction et pour des couples élevés on utilise des trains planétaires à deux étages



Charges sur l'arbre

- Les charges sur l'arbre sont limitées par le dimensionnement des composants
- Certains constructeurs donnent des charges maxi pour une durée de vie de 10 millions de tours
- pour 100 millions de tours, il faut diviser par deux le facteur de charge



Courbe d $A = 20$ mm
Courbe c $A = 15$ mm
Courbe b $A = 9$ mm
Courbe a $A = 8$ mm

Facteur de conversion
1N = 0.225 lbf

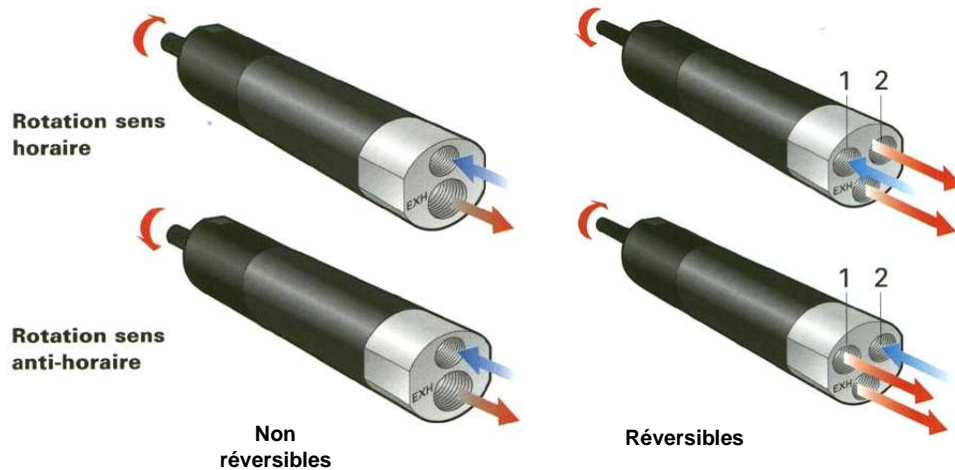
Montage

- Les moteurs à palette peuvent être montés dans n'importe quelle position
- Montés sur brides ou semelles



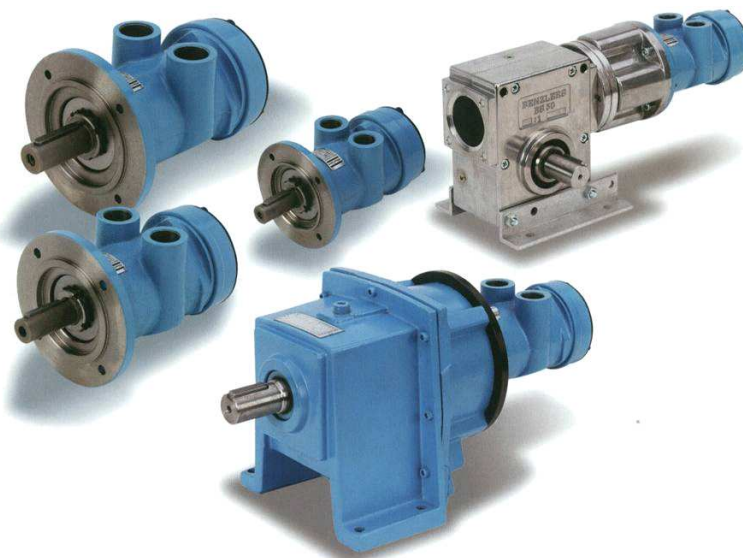
Raccordements

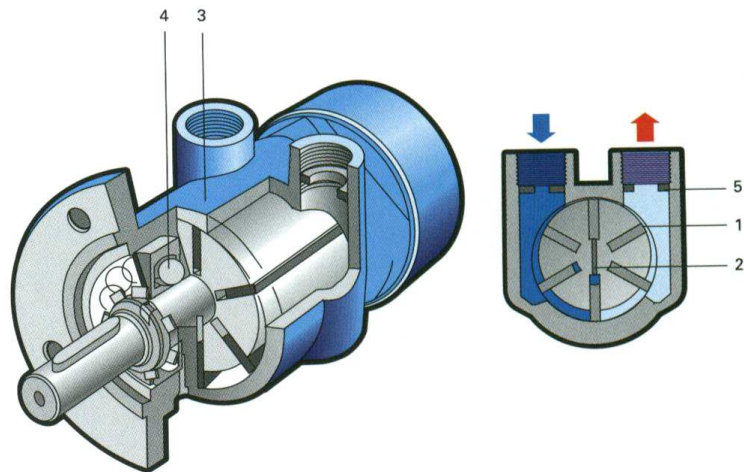
- Moteurs non réversibles
- Moteurs réversibles



Moteurs à puissance élevée

- Moteurs avec réducteurs à engrenages hélicoïdaux
- Puissance développée: de 1,6 à 3,7 kW
- Moteurs raccordés à des arbres par des accouplements élastiques





Description

1. Six palettes pour un couple de démarrage élevé.
2. Poussoirs pour forcer les palettes à sortir du rotor et conférer au moteur une bonne fiabilité au démarrage.
3. Carter en fonte.
4. Roulements à longue durée de vie utile.
5. Réduction sur les orifices d'admission et de sortie

Construction

- A engrenages hélicoïdaux; vitesses de 10 à 500 tr/min et couples jusqu'à 4000 Nm
- Engrenages à vis sans fin ; vitesse de 45 à 450 tr/min et couples jusqu'à 650 Nm

ples (Figure 12).

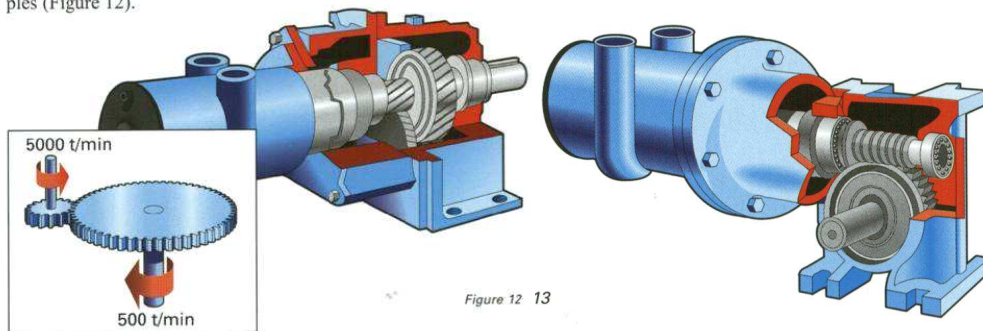


Figure 12 13

44. Choix d'un moteur pneumatique

Point de fonctionnement

- Pour choisir un moteur il faut d'abord définir le point de fonctionnement
- Point caractérisé par la vitesse de fonctionnement recherchée et par le couple de fonctionnement à cette vitesse
- Plusieurs moteurs peuvent avoir le même point de fonctionnement
- On choisi le moteur qui produit la puissance maximale au plus près du point de fonctionnement, le cas échéant adapter une régulateur de pression ou réducteur de débit

Puissance requise au point de fonctionnement:

$$p = 2\pi.M.N$$

Avec: M = couple au point de fonctionnement (Nm)

N = vitesse au point de fonctionnement (tr/min)

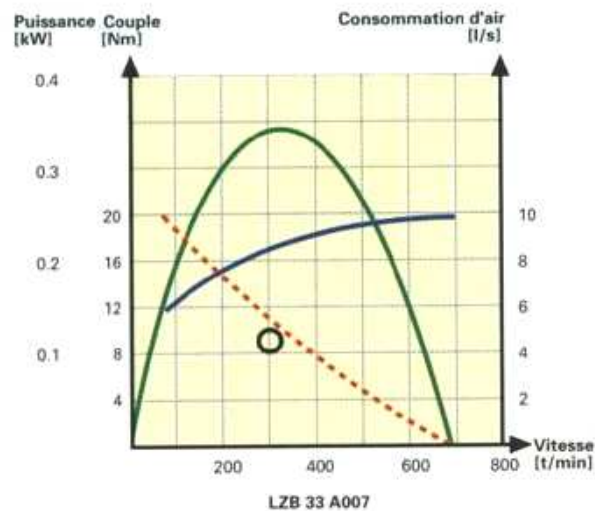
Exemple

Un moteur non réversible doit fonctionner à 300 tours/minute et produire un couple de 10 Nm. Le choix de la taille correcte du moteur se fait comme suit:

Puissance demandée (Watts)

$$= 3,14 \times 10 \times 300/30 = 314$$

On voit, sur le tableau constructeur (ATLAS COPCO), que le moteur non réversible approprié à cette application est le moteur LZB 33. Lorsque la taille du moteur a été sélectionnée, il suffit d'analyser les courbes de performances de chaque version de ce moteur et de choisir celle qui est la plus proche du point de fonctionnement. Pour l'exemple ci- dessus, le choix se portera sur LZB 33 A007



Régulation de la pression

Ces moteurs fonctionnent parfois avec des pressions d'alimentation différentes de 6,3 bar. Dans de tels cas, les performances des moteurs doivent être recalculées pour s'assurer que le point de fonctionnement est bien respecté. Pour calculer les performances à des pressions d'alimentation autres que 6,3 bar, il faut multiplier les données correspondant à 6,3 bar par les facteurs de correction indiqués sur le tableau suivant.

Facteurs de correction					
Pression d'air (bar)	(psi)	Puissance de sortie	Vitesse	Couple	Consommation d'air
7	101	1.13	1.01	1.09	1.11
6	87	0.94	0.99	0.95	0.96
5	73	0.71	0.93	0.79	0.77
4	58	0.51	0.85	0.63	0.61
3	44	0.33	0.73	0.48	0.44

On peut facilement calculer la pression d'admission requise pour obtenir le point de fonctionnement recherché.

Régulation de la pression : exemple

Un moteur LZB 22 A036 (ATLAS COPCO) doit fonctionner à 1155 tours/minute et produire 1,2 Nm. Calculer la pression d'admission requise pour atteindre ce régime. Pour ce moteur qui fonctionne à la puissance de sortie maximale, le couple est de 1,5 Nm et la vitesse de 1650 tours/minute.

Par conséquent, $M_1/M_2 = 0,8$ et $n_1/n_2 = 0,7$

La pression d'admission requise est de 4,2 bar

M_1 = couple recherché

n_1 = vitesse recherchée

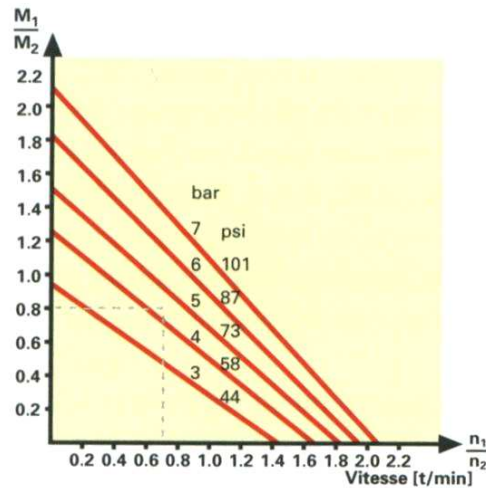
M_2 = couple à la puissance de sortie maximale

n_2 = vitesse à la puissance de sortie maximale

Calculer les rapports M_1 et n_1

M_2 et n_2


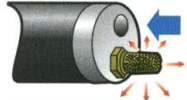


Appliquer ces valeurs au diagramme de la figure suivante et lire la valeur de la pression au point d'intersection.



Silencieux

- Le bruit est pour l'essentiel provoqué par l'échappement d'air du moteur
- le niveau acoustique augmente avec la vitesse
- Niveau maximum lorsque le moteur travaille à vide

Différentes possibilités de réduction du bruit et leurs effets

Moteur 0,36 kW Vitesse sans charge Salle anéchoïque Intervalle d'1 mètre	Mesure	Niveau dB (A)
	Aucune	94
	Silencieux seul	77
	Flexible seul	84
	Flexible avec silencieux	75

45. Installation d'un moteur pneumatique

Conduites d'air

Le diamètre des flexibles d'échappement doit être supérieur à celui des flexibles d'admission. Les catalogues constructeurs donnent des recommandations de diamètre de flexibles de 3 mètres. Entre 3 et 15 mètres, il faut choisir un diamètre de flexible d'une taille au-dessus entre 15 et 30 mètres, il faut choisir un flexible de deux tailles au-dessus. Il est important de noter que la puissance de sortie du moteur se trouve réduite si ces conseils ne sont pas suivis.

Traitement de l'air comprimé

Pour assurer un service fiable, il faut monter à l'entrée de la conduite d'air, à moins de 5 mètres du moteur, un filtre à air et un graisseur. Il est également recommandé d'incorporer un régulateur de pression dans l'ensemble de préparation de l'air. Ce régulateur a pour fonction de maintenir la pression de fonctionnement recherchée ; il peut également être utilisé pour modifier la puissance de sortie du moteur pour satisfaire les conditions de l'application.

Lorsque l'on choisit un ensemble de traitement de l'air, il faut s'assurer que tous les composants peuvent assurer un débit suffisant pour répondre aux exigences du moteur..

Graissage

Pour optimiser la durée de vie utile et les performances des moteurs pneumatiques lubrifiés, ils doivent être graissés à raison de 50 mm³ d'huile pour chaque mètre cube (1000 litres) d'air consommé. Un graissage insuffisant se traduit par une usure accélérée des palettes et une diminution des performances.

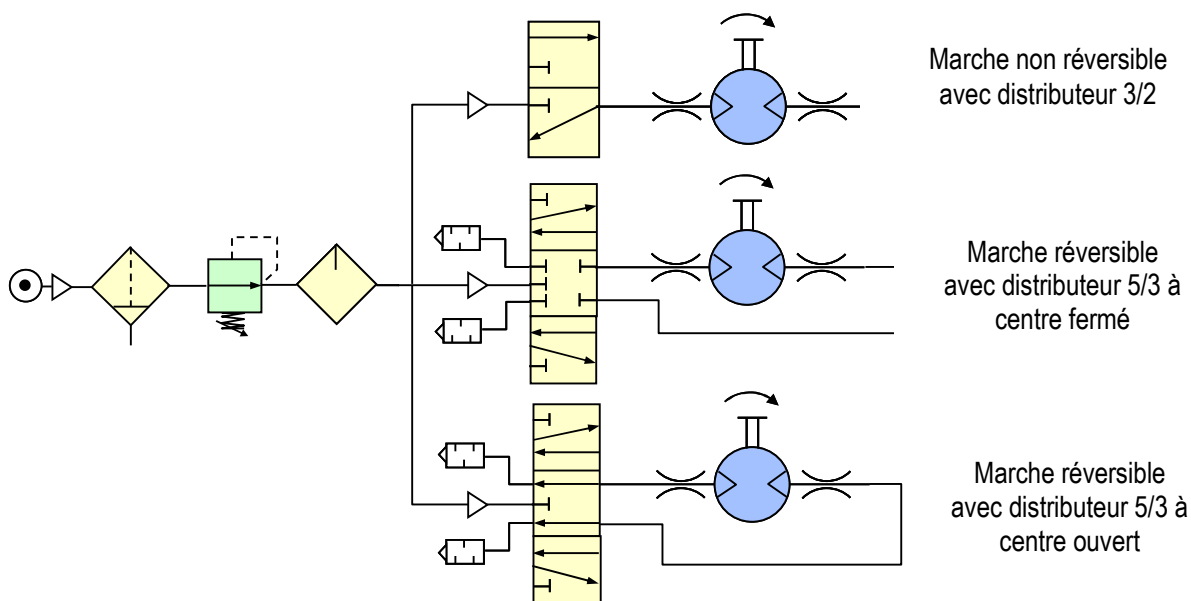
Exemple

Un moteur LZB 44 non réversible fonctionnant à la puissance de sortie maximale consomme 14,5 litres d'air par seconde. En une minute, il consomme 870 litres d'air et doit donc être lubrifié comme suit:

$$870 \times 50 = 44 \text{ mm}^3/\text{min}$$

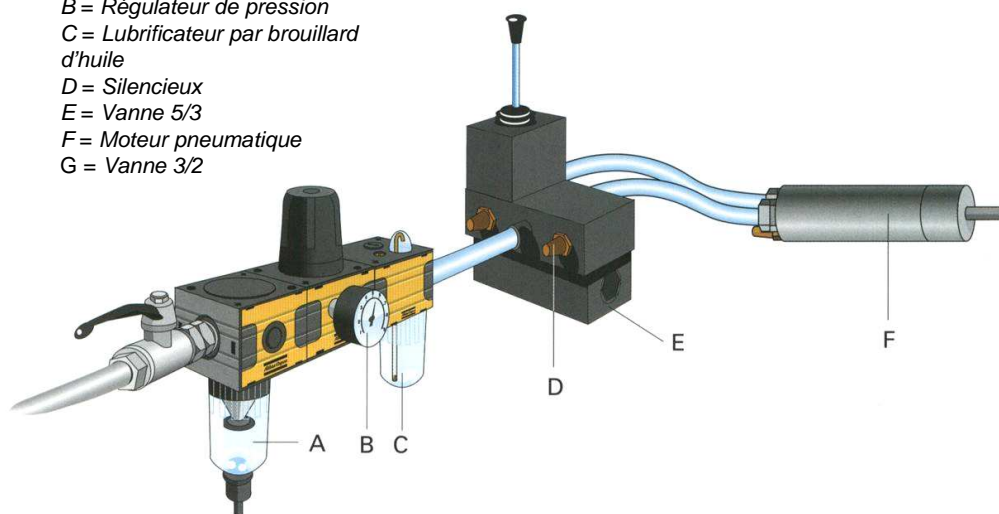
Si l'on devait utiliser un lubrificateur par brouillard d'huile, il faudrait le régler pour qu'il fournisse 3 gouttes d'huile par minute. (1 goutte = 15 mm³)

Exemples d'installation

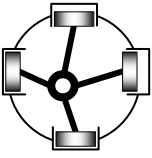

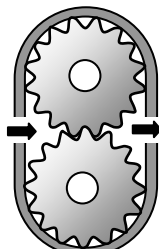
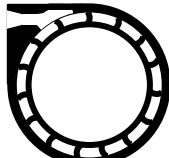


Le sens de rotation est commandé à la main au moyen d'une distributeur 5/3 à levier. L'unité de traitement d'air veille à ce que le moteur soit alimenté en air propre et graissé. Le régulateur de pression intégré peut également être utilisé pour modifier la puissance de sortie du moteur.

- A = Filtre
- B = Régulateur de pression
- C = Lubrificateur par brouillard d'huile
- D = Silencieux
- E = Vanne 5/3
- F = Moteur pneumatique
- G = Vanne 3/2



Caractéristiques générales des moteurs pneumatiques

Type	Moteurs volumétriques			Moteurs dynamiques
Caractéristique	Moteur en étoile	Moteur à palettes	Moteur à engrenage	Moteur à turbine
				
Pression de service maxi en bars	10	8	10	8
Puissance en Kw	1,5 à 30	1 à 6	0,1 à 18	0,5 à 5
Vitesse maxi en tr/mn	6 000	30 000	15 000	120 000
Consommation d'air spécifique l/Kj	15 à 23	20 à 50	30 à 50	10 à 60
Nombre de cylindres ou de compartiments par rotation	4 à 6	1 à 10	10 à 25	à un étage
Variation du couple pendant une rotation en % de la valeur moyenne	30 à 15	60 à 40	20 à 10	-
Étanchéité	Segment/jeu soupape	Fente	Fente	Fente
Lubrification	Par air de travail	Par air de travail	Par air de travail	Par air de travail

Mécanisme de moteur pneumatique

50
Symbole permettant de déterminer le rapport de réduction du document

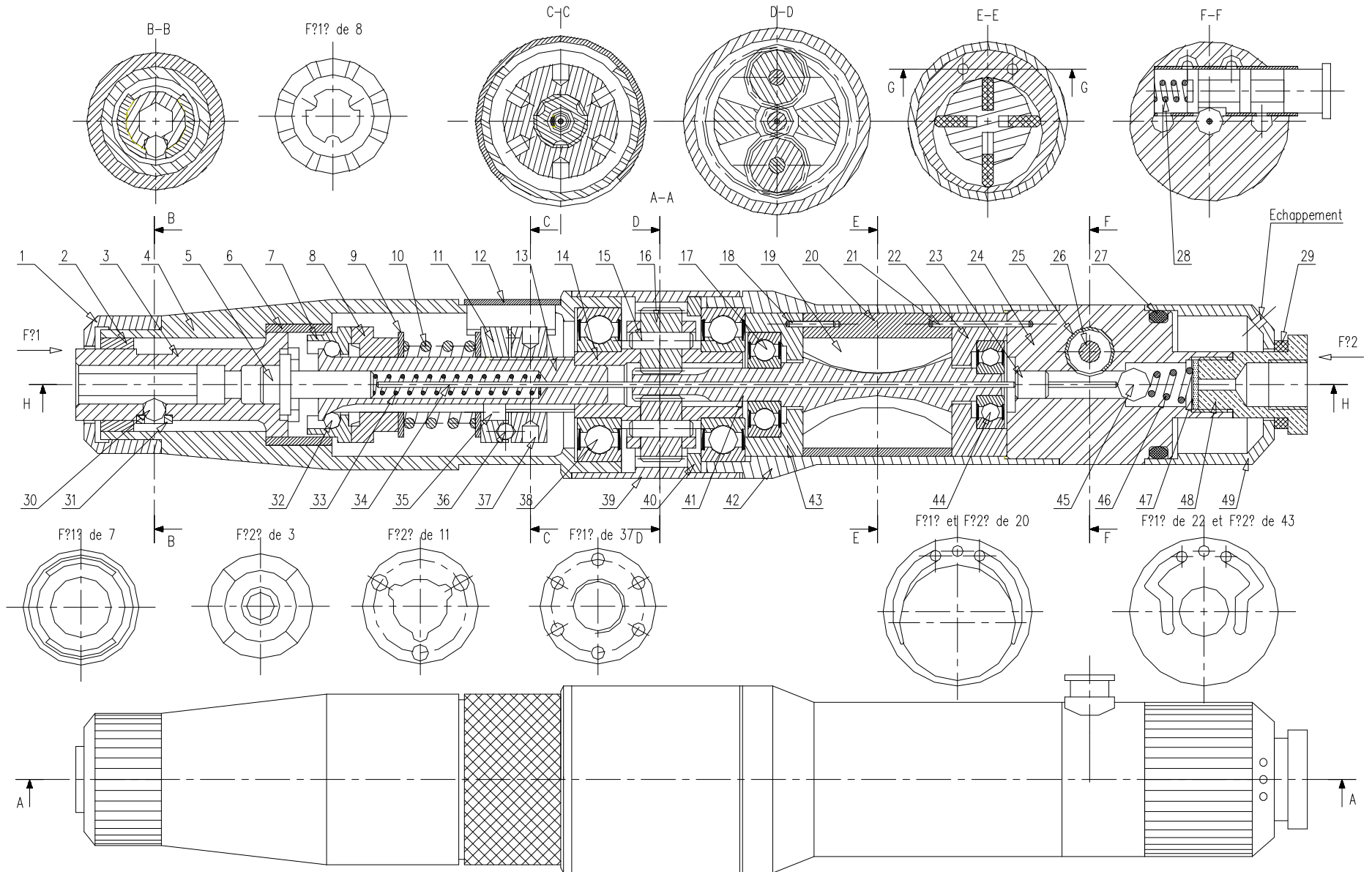
FORMAT : A3 ECHELLE : 1,6 Dessiné par : SOULE René

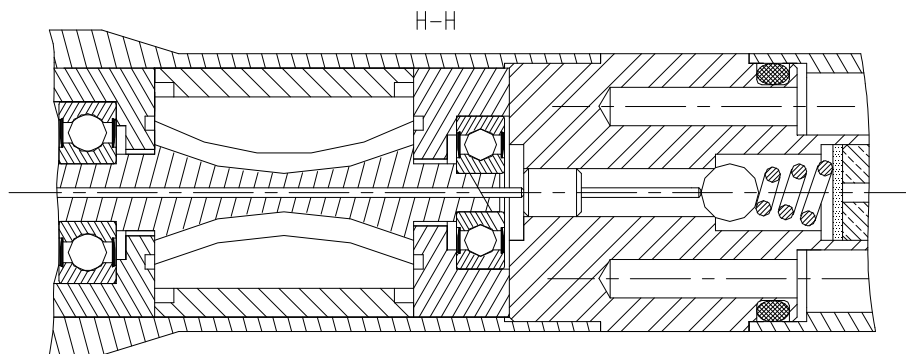
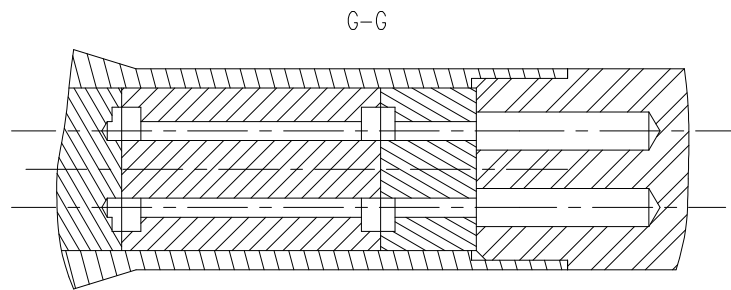
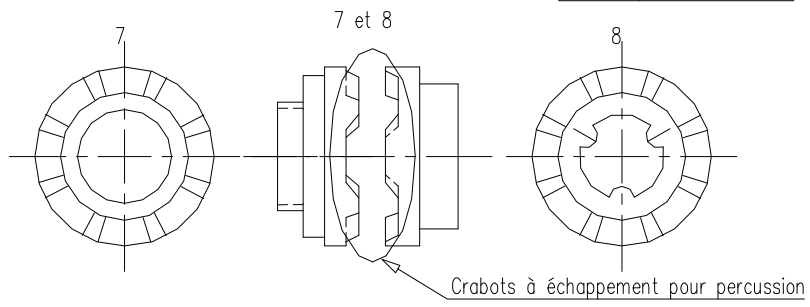
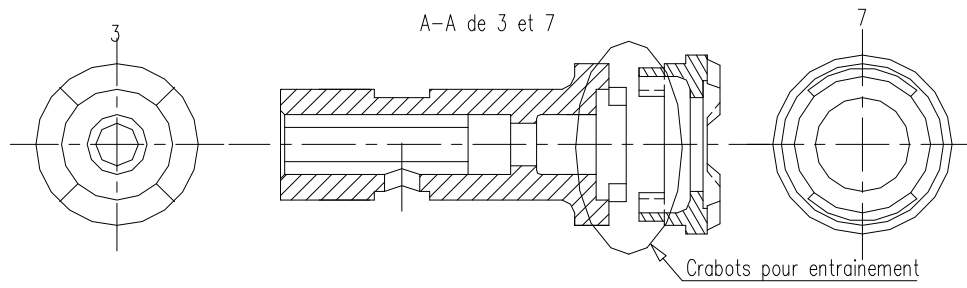
DOSSIER TECHNIQUE

NOM DU THEME : VISSEUSE PNEUMATIQUE SD4
PRESENTATION DU MECANISME

T 1 /

REALISE PAR : SOULE René - LYCEE DU PAYS DE SOULE - 64130 CHERAUTE





<i>REPERE</i>	<i>NOMBRE</i>	<i>DESIGNATION</i>	<i>MATIERE</i>	<i>OBSERVATIONS</i>
1	1	Bouchon	Acier	Moleté
2	1	Bague de guidage	Bronze	Fritté
3	1	Douille porte-embouts	Acier	
4	1	Nez	Aluminium	
5	1	Butée	Acier	
6	1	Bague de guidage	Bronze	Fritté
7	1	Douille à crabots pour entraînement et percussion	Acier	Traité
8	1	Douilles à crabots pour percussion	Acier	Traité
9	2	Rondelle plate	Acier	Traité
10	1	Ressort de compression	Acier	
11	1	Butée réglable	Acier	
12	1	Capot permettant l'accès au réglage du couple de serrage	Matière Pl.	Moleté
13	1	Arbre de sortie de réducteur	Acier	
14	1	Porte-satellites	Acier	
15	2	Axe de satellite	Acier	
16	2	Satellite : m=0,5 mm ; Z=22 dents	Acier	Traité
17	1	Roulement à billes : 6 BC 02 EE		6 x 19 x 6
18	1	Goupille de positionnement	Acier	
19	4	Palette	Matière Pl.	
20	1	Stator du moteur à palettes	Acier	Traité
21	1	Goupille de positionnement	Acier	
22	1	Flasque côté obturateur	Acier	
23	1	Poussoir	Acier	
24	1	Corps du distributeur d'air	Aluminium	
25	1	Tube du distributeur	Acier	
26	1	Tiroir d'inversion du sens de rotation	Aluminium	
27	1	Joint torique 21,76 x 2.62		
28	1	Ressort de compression	Acier	
29	1	Bague	Matière Pl.	
30	1	Bille de verrouillage	Acier	
31	1	Collier ouvert	Acier	
32	13	Billes	Acier	
33	1	Ressort de compression	Acier	
34	1	Tige poussoir	Acier	
35	3	Galet	Acier	

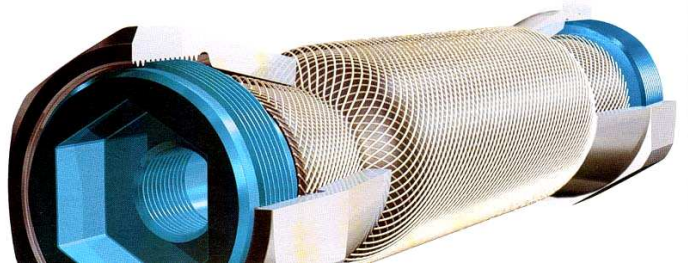
NOMENCLATURE

<i>REPERE</i>	<i>NOMBRE</i>	<i>DESIGNATION</i>	<i>MATIERE</i>	<i>OBSERVATIONS</i>
36	3	Bille	Acier	
37	1	Ecrou de réglage	Acier	
38	2	Roulements à billes : 12 BC 10 EE		12 x 28 x 8
39	1	Couronne du train épicycloïdal : m=0,5 mm ; Z=54 dents	Acier	
40	1	Entretoise	Acier	
41	1	Rotor avec planétaire : m=0,5 mm ; Z=10 dents	Acier	
42	1	Corps du moteur à palettes	Acier	
43	1	Flasque côté réducteur	Acier	
44	1	Roulement à billes : 4 BC 03 EE		4 x 16 x 5
45	1	Bille obturatrice	Acier	
46	1	Ressort de compression	Acier	
47	1	Filtre à poussières	Bronze	Fritté
48	1	Raccord	Laiton	
49	1	Défecteur d'air d'échappement	Acier	

46. Le muscle pneumatique

Le muscle pneumatique se compose d'un tuyau de contraction et de raccords appropriés.

La mise sous pression provoque la dilatation radiale et par conséquent la contraction axiale du tuyau qui engendre une force de traction.



La force de traction est maximale en début de contraction et tend vers zéro de façon linéaire en fonction de la course.

Le muscle pneumatique permet d'obtenir une course de travail égale à 25% de la longueur nominale du muscle.



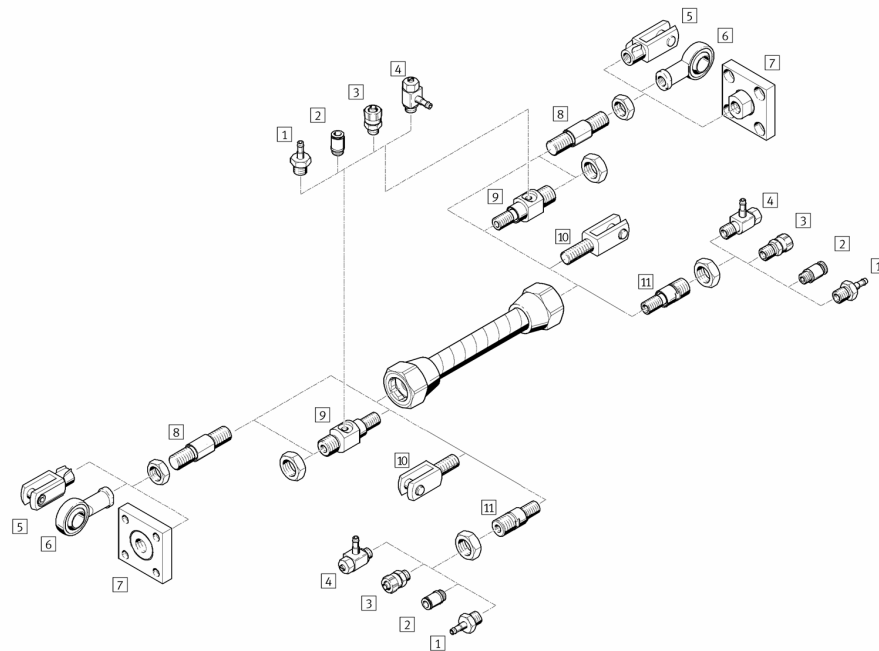
Variantes et fonctions :

- Muscles sur catalogue de 10, 20 et 40 mm de diamètre intérieur et de longueurs de 40 à 9000 mm

Atouts techniques :

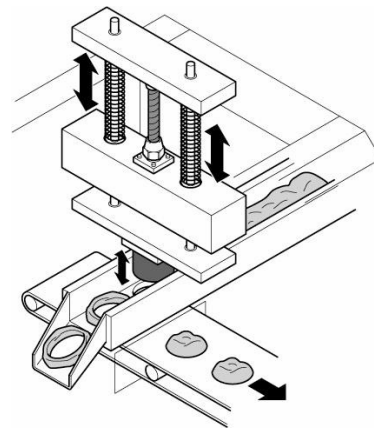
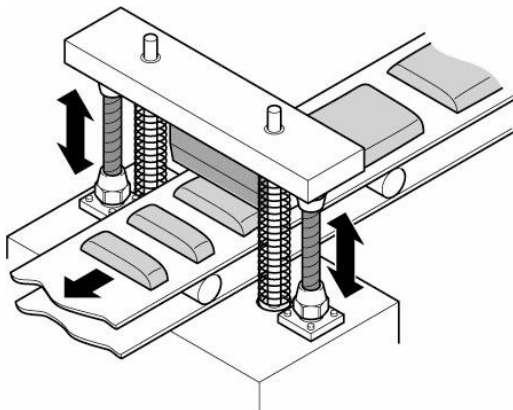
- Rapport poids-puissance avantageux
- Dynamique élevée
- Flexible, variable précis
- Bien adapté à un environnement pollué
- Pas d'effet de broutage (uniquement friction interne)
- Pas d'usure mécanique
- Facile à transporter, le tuyau pouvant être enroulé
- Convient à une utilisation mobile
- Avantages par rapport à un vérin :
 - Force nettement plus importante à diamètre égal
 - Meilleure résistance aux fluides
 - Poids nettement plus faible par unité de force
 - Positionnement simple par variation de pression
 - Absence de fuites
 - Faible consommation d'air pour de nombreuses applications
 - Réalisation de longueurs X très simple

Eléments périphériques



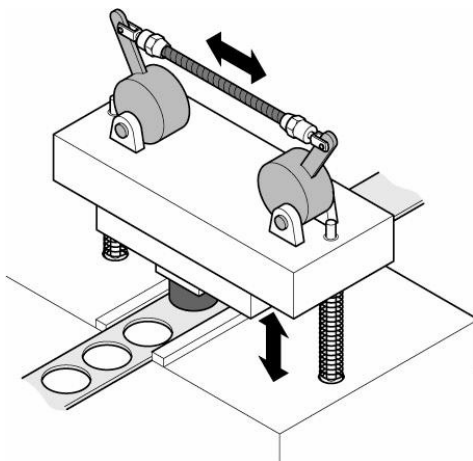
Applications muscle pneumatique

Découpe

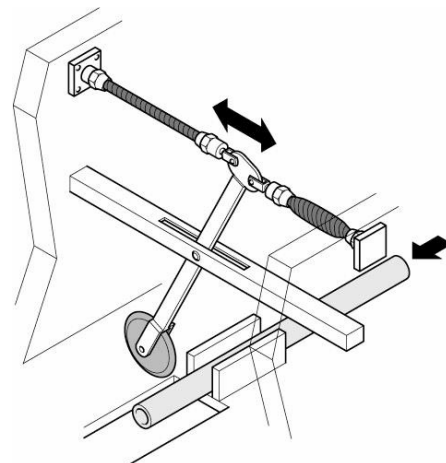


Emboutissage dans l'aéroalimentaire

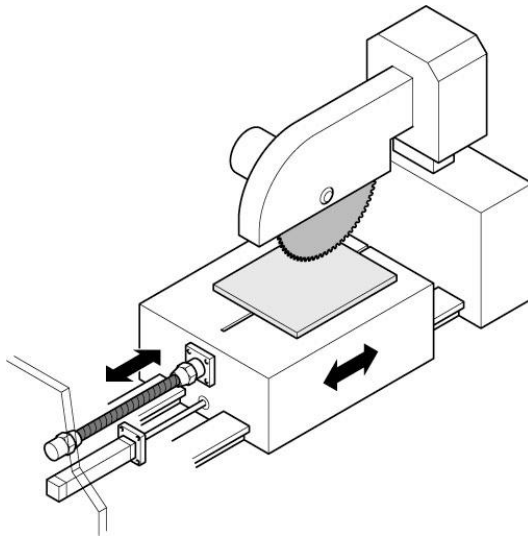
Emboutissage



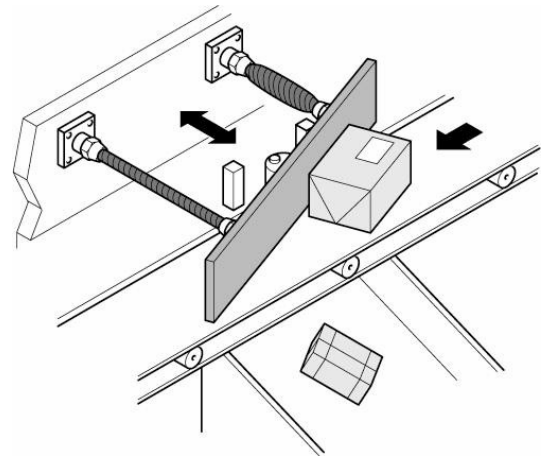
Découpe de tubes plastiques



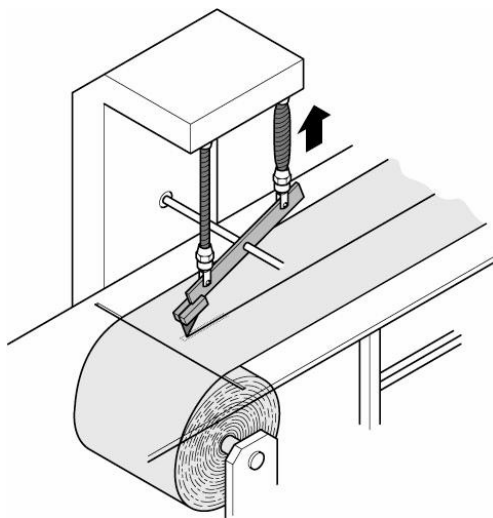
Actionnement de support pour scie



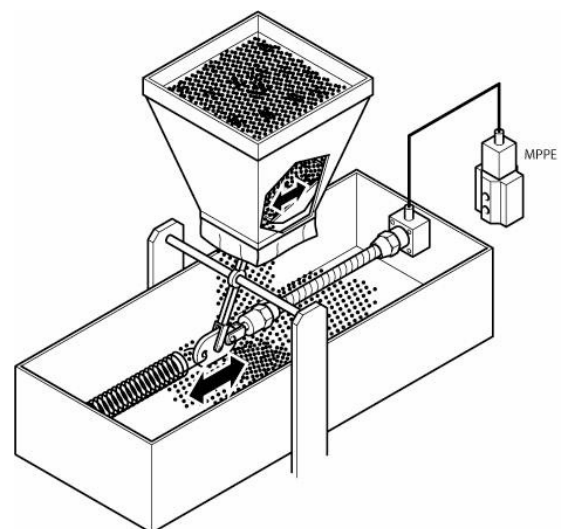
Actionnement d'aiquillage



Découpage



Dosage



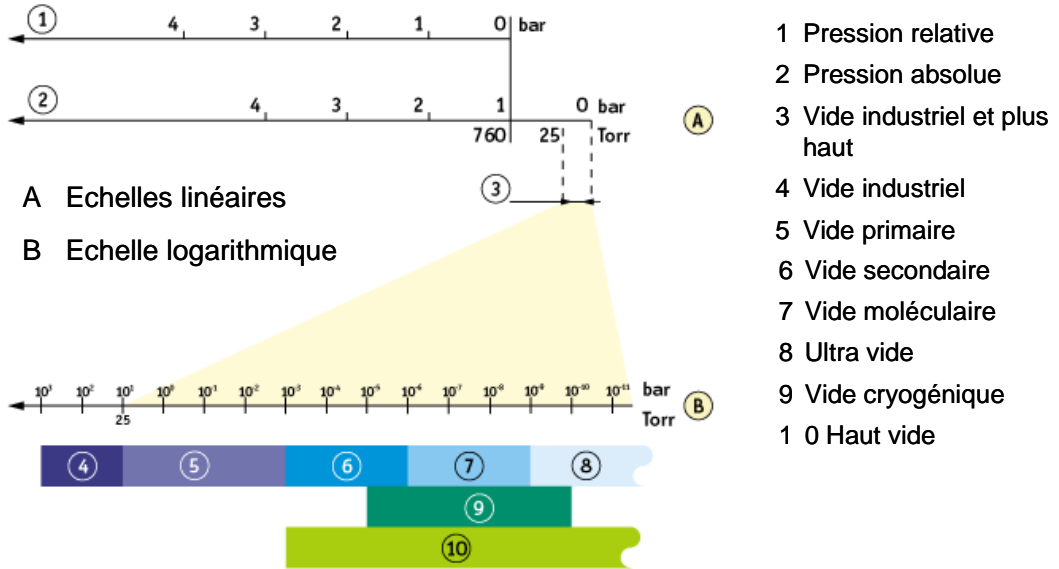
47. Préhension par le vide

47.1. le vide

Les pressions indiquées dans les catalogues sont mesurées par rapport à la pression atmosphérique (pression relative), elles s'expriment en [kg/cm²] ou [bar].

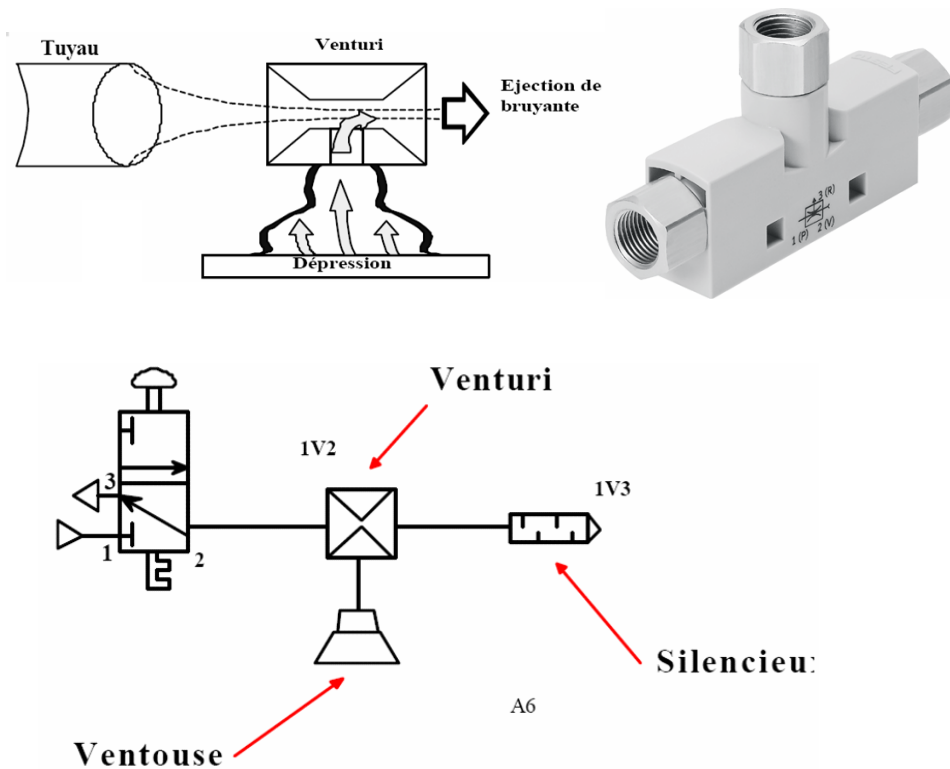
Dans le cas du vide, la pression est une valeur absolue exprimée en [Torr].

Echelle de vide



47.2. Effet venturi

L'air du tuyau d'alimentation passe par un entonnoir, celui-ci étant plus étroit au milieu, ceci provoque une accélération au passage de l'air qui crée une dépression (aspiration) dans la ventouse



Le venturi est dimensionné par rapport au nombre de ventouses et la taille de celle-ci

47.3. Les ventouses

S'il y a des fuites au niveau de la zone de contact, celles-ci entraînent une perte d'efficacité. C'est pourquoi les ventouses sont en matériau souple (néoprène, nitrile..)



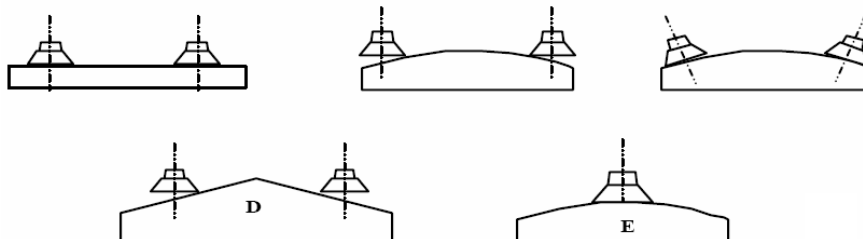
47.4. Mise en œuvre des ventouses

Avec le temps elles se dégradent et deviennent moins étanches; il faut donc prévoir leur changement

Les formes de l'objet manipulé peuvent être source de dysfonctionnement

Il faut:

- choisir des ventouses avec soufflet
- les orienter
- mieux les positionner
- les surdimensionner
- en rajouter

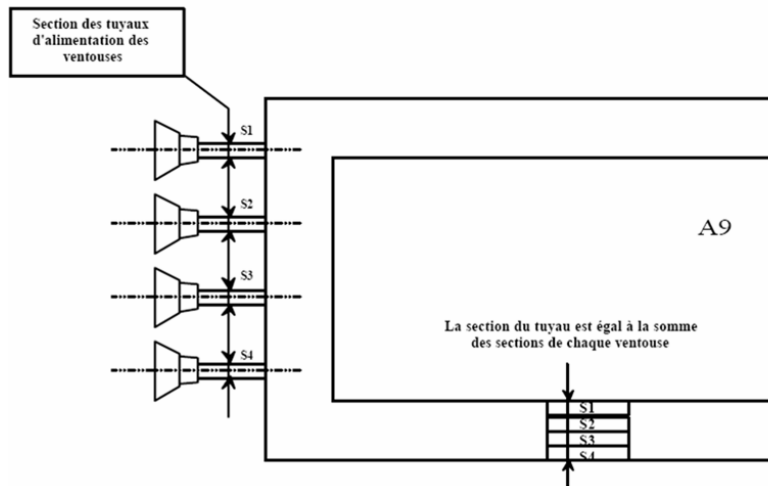


Le milieu peut être source de pannes:

- poussières (scieries, fonderies..), dans ce cas prévoir un filtre. On retrouve alors les inconvénients du filtre: perte de charge et de puissance, colmatage. Rajouter dans ce cas des ventouses, sur dimensionner et surveiller le colmatage du filtre
- l'altitude: (raréfaction de l'air) joue à hauteur de 20% sur la performance de la ventouse
- le produit à manipuler: s'il est poreux il entraîne une diminution jusqu'à 50% de la performance. S'il est déformable mettre la position de la ventouse à la déformation extrême.

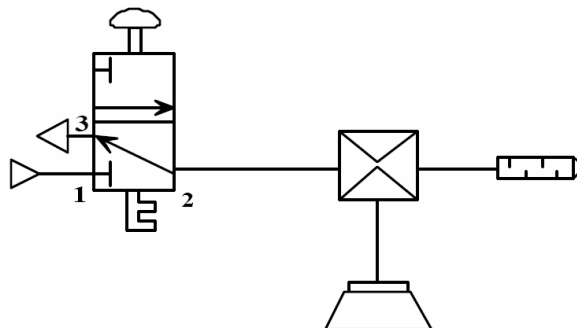
Les tuyaux de raccordement de plusieurs ventouses doivent être correctement dimensionnés.

Le temps de réponse peut être long



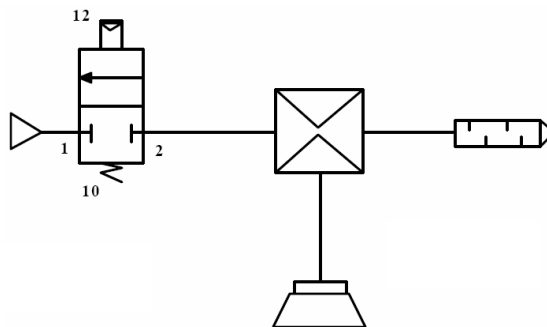
47.5. Câblage des ventouses

47.5.1. Par établissement de la pression

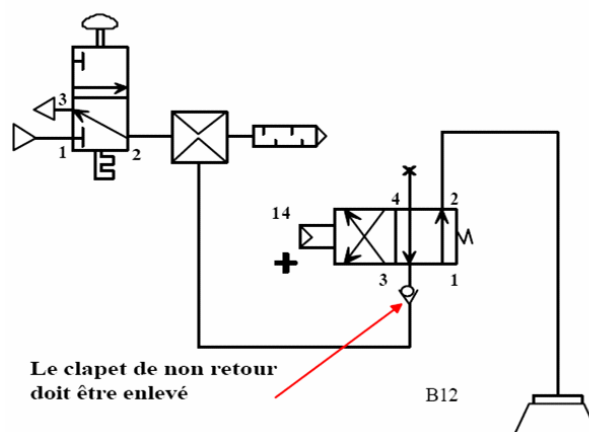


Solution économique en air, mais temps de réponse rallongé

47.5.2. Par coupure de la pression



Temps de réaction très faible. Sortie du venturi bruyante; mise en place d'un silencieux

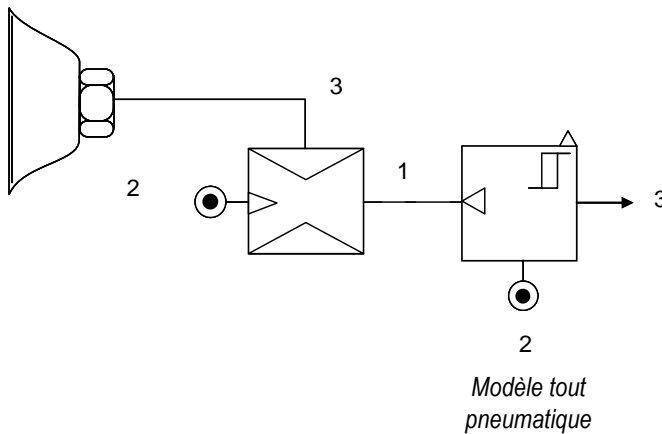


47.5.3. Montage avec 4/2

L'emploi d'un 4/2 avec alimentation commune et échappement commun comporte un clapet anti-retour, il convient de l'enlever ou d'utiliser un distributeur indépendant

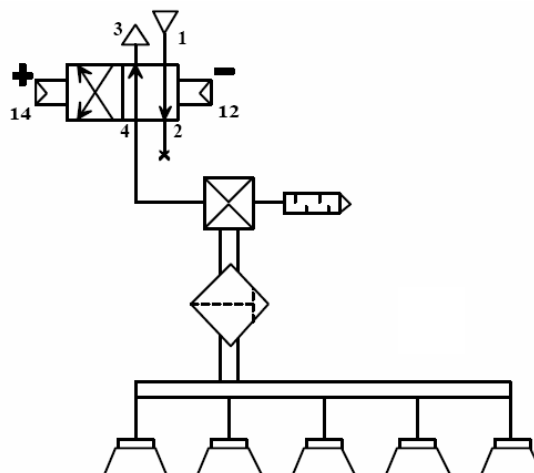
47.5.4. Montage avec vacuostat

Ce montage est nécessaire pour s'assurer que le niveau de vide est atteint, ce qui permet de travailler en boucle fermée et en sécurité



Ce montage est nécessaire pour s'assurer que le niveau de vide est atteint, ce qui permet de travailler en boucle fermée et en sécurité

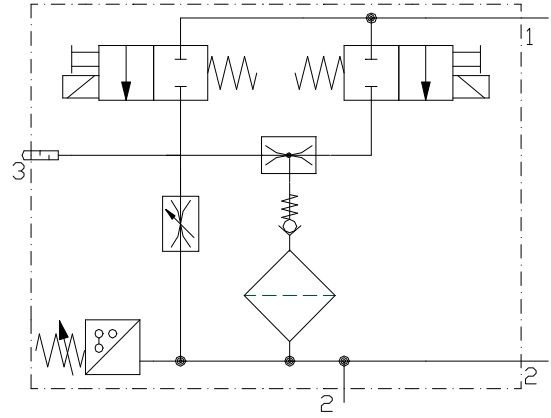
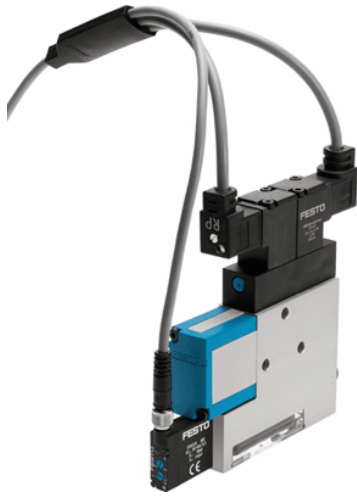
47.5.5. Montage en ambiance poussiéreuse



47.5.6. Modules pour vide

Dans le cas de ces venturis, l'alimentation en air comprimé est commandée par l'électrodistributeur intégré. Lors de la mise sous pression, le distributeur est commuté et l'air comprimé qui le traverse, crée un vide suivant le principe de l'éjecteur.

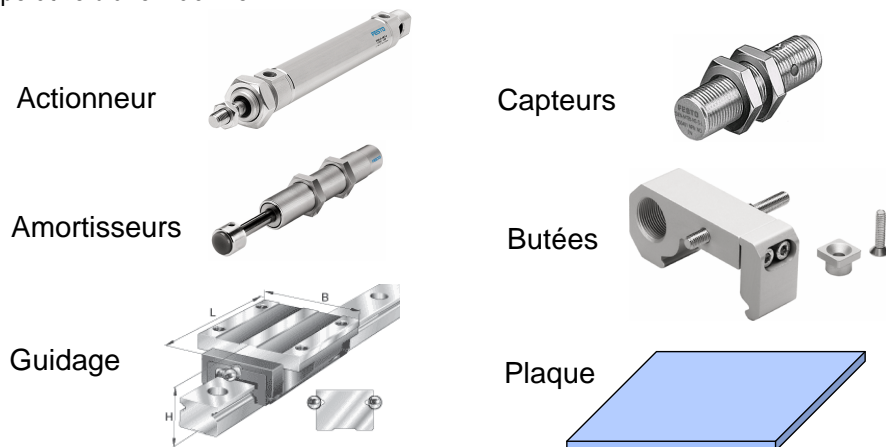
Le processus d'aspiration cesse lorsque la pression est coupée. Le silencieux intégré atténue à son minimum le bruit d'échappement



48. Évolutions des technologies

48.1. Évolution technologique des actionneurs dans le domaine de la manipulation

Tous ces composants sont nécessaires pour créer une fonction complète pour la partie opérative d'une machine



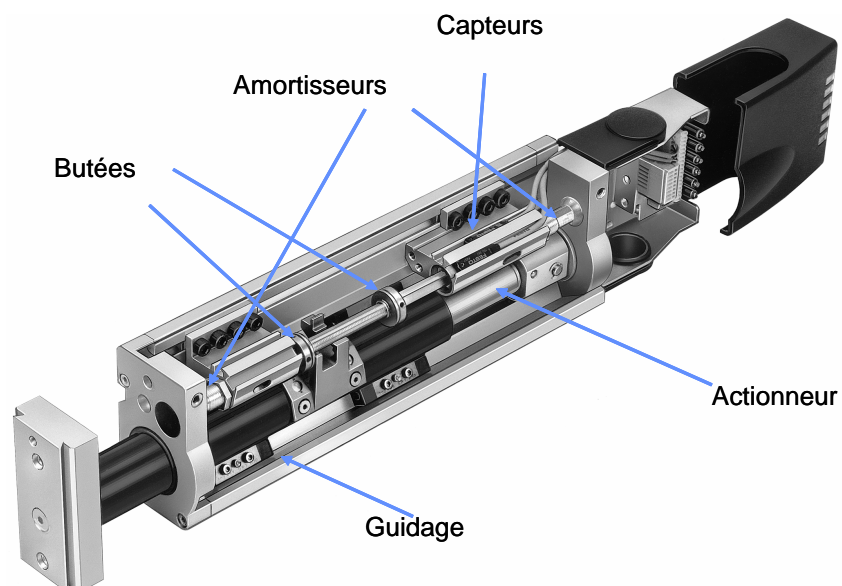
L'évolution tends à rassembler ces composants en un seul, pour faciliter l'étude et la conception, ou plutôt pour la réduire à ce qui est intéressant pour le concepteur, c'est-à-dire le processus de la machine

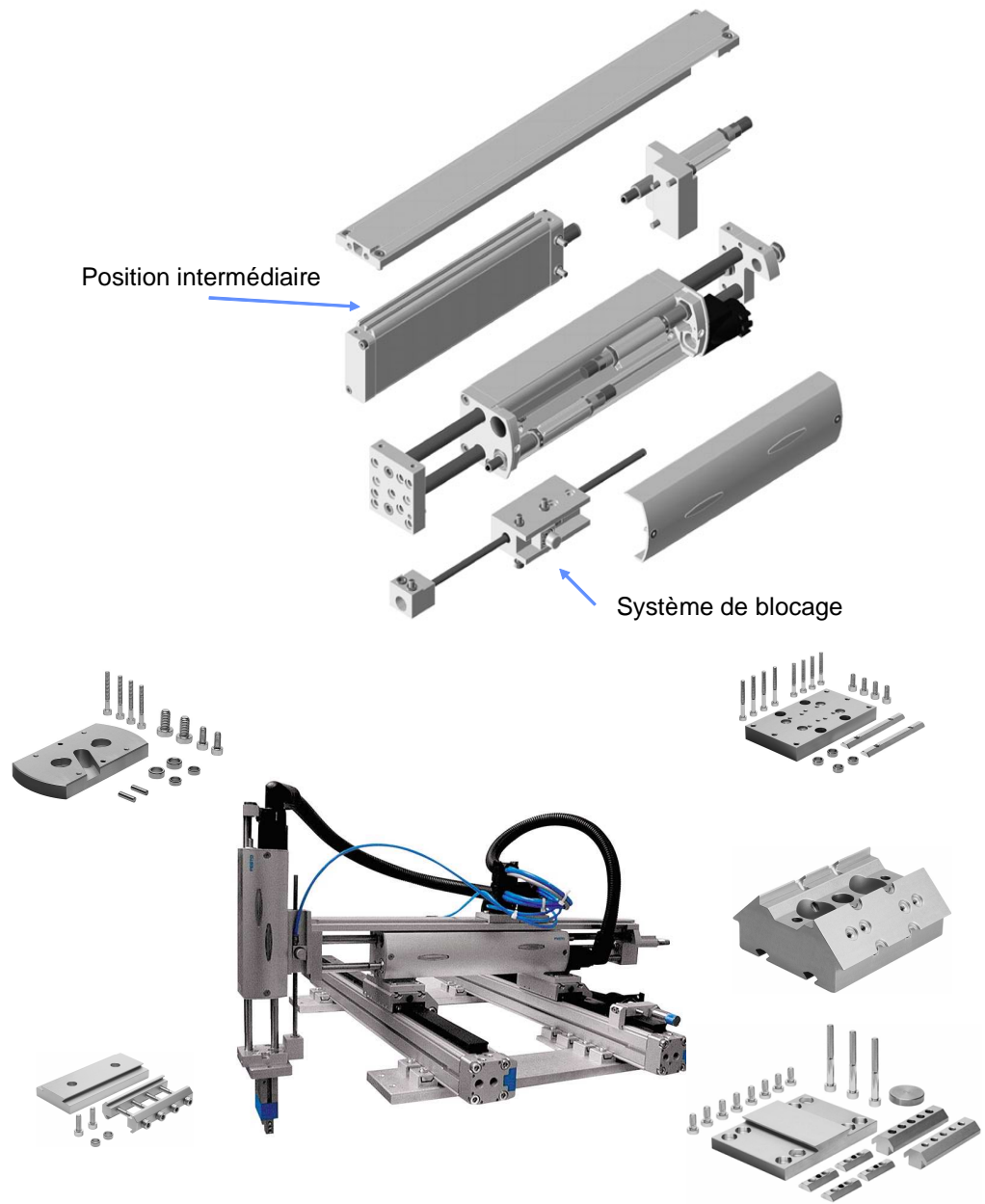


Bras manipulateur type HMP

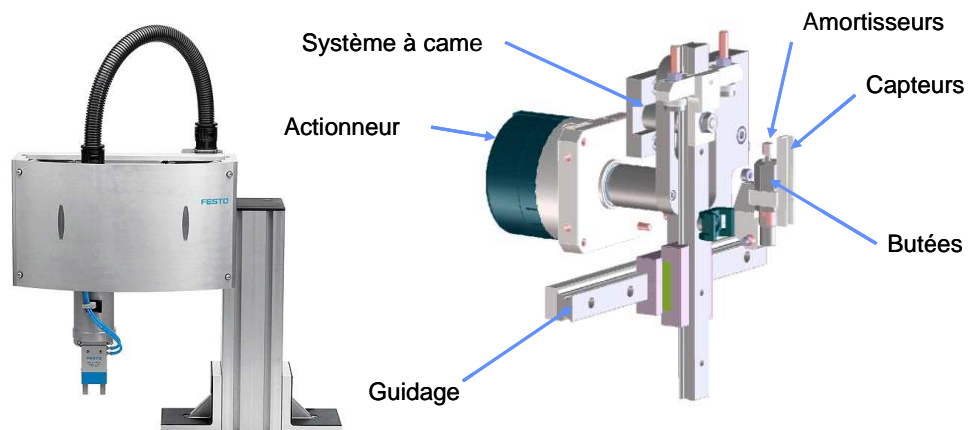


Bras manipulateur type HMPL



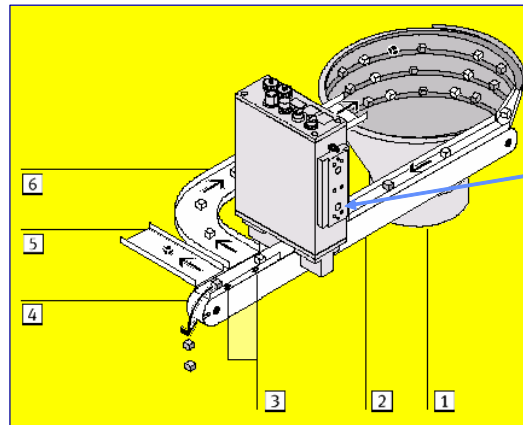


Aujourd'hui, certains composants sont même conçus de manière à répondre à une fonction complète. Par ex. HSP = cycle en U :



48.2. Évolution technologique pour les fonctions de tri

Le tri de pièce est une opération essentielle dans les processus d'assemblages. Le tri mécanique de pièce, très répandu, est suffisant dans la plupart des cas, mais il provoque parfois des usures non souhaitées. Le tri optique est alors une solution intéressante.

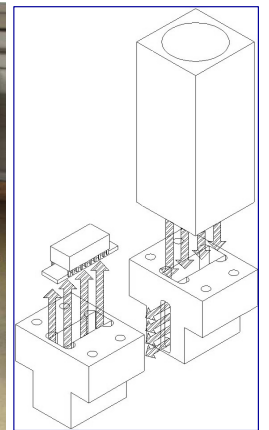
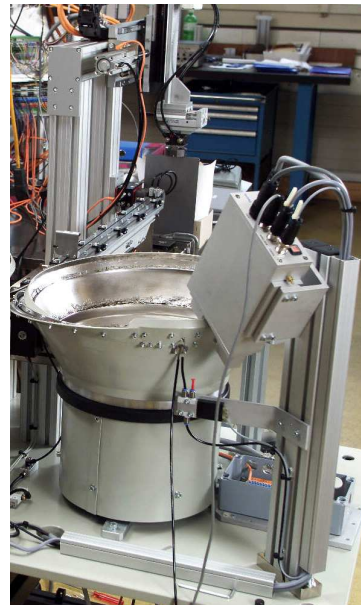


Checkbox

- Bol vibrant
- Tapis d'amenage des pièces
- Buses de soufflage
- Bonnes pièces
- Mauvaises pièces
- Pièces mal orientées

Les avantages sont conséquents :

- Productivité : max. 100 pc/s
- Orientation et contrôle dans un même système, le tout sans contact
- Qualité : Vérification de l'orientation et mesures de différentes caractéristiques (résolution = 6/100 mm)



48.3. Évolution technologique générale : rapprochement entre parties opératives et commande

La tendance actuelle est de rapprocher de plus en plus la partie automatisme ou commande de la partie opérative.

Cette tendance est très marquée là où les lignes de production sont divisées en cellules, ou dans le domaine du process (traitement des eaux, ...)

