

Distributeurs hydrauliques manuels

Un Guide de sélection proposé par Webtec

La société Webtec propose un guide sur le thème « Caractéristiques et configurations des distributeurs manuels utilisés dans les systèmes hydrauliques - Sélection de la vanne adéquate pour la tâche à accomplir ».

► « Les distributeurs sont probablement les composants hydrauliques les plus courants et servent à commander le démarrage, l'arrêt et l'inversion du sens de l'écoulement dans un système. Ils sont souvent associés à la commande d'un actionneur hydraulique tel qu'un vérin ou un moteur, afin de sélectionner la fonction « avant, arrière ou arrêt ». Mais ils peuvent aussi être utilisés n'importe où dans un système où il faut commuter l'écoulement entre des voies alternatives. Dans certains cas, le distributeur permet une restriction minimale du débit qui traverse la vanne, agissant ainsi simplement comme un « commutateur » de débit. Dans d'autres situations, la vanne peut aussi agir comme vanne de régulation pour restreindre le débit et ainsi régler la vitesse de fonctionnement d'un actionneur, par exemple. Dans bien des applications, la transition d'une situation à une autre, telle que la mise en marche, l'arrêt ou le changement de sens d'un actionneur et d'une charge, nécessitera une réflexion approfondie.

La sélection du distributeur adéquat n'est donc pas toujours un processus simple et il faut soigneusement étudier le type et la configuration de vanne utilisés. Bien que les vannes à commande solénoïde utilisées dans les systèmes industriels et les distributeurs sectionnels utilisés dans les systèmes mobiles soient les composants de commande directionnelle les plus fréquemment utilisés, il y a une foule de situations dans lesquelles un simple distributeur à commande manuelle est aussi utilisé. Il peut s'agir soit du distributeur principal dans les systèmes les plus simples, soit du distributeur chargé d'un fonctionnement d'appoint/d'urgence dans les systèmes plus complexes. Cet article passe en revue les choix et caractéristiques des distributeurs manuels les plus courants pour aider l'ingénieur d'application ou le concepteur de systèmes à choisir la vanne adéquate pour la tâche à accomplir.

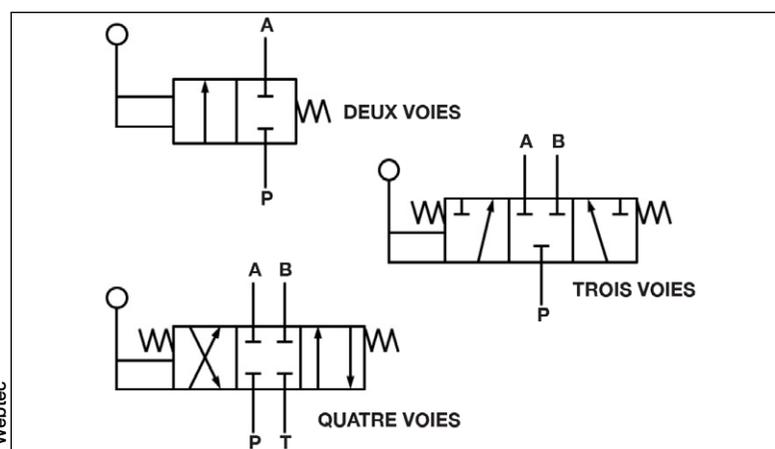


Fig. 1

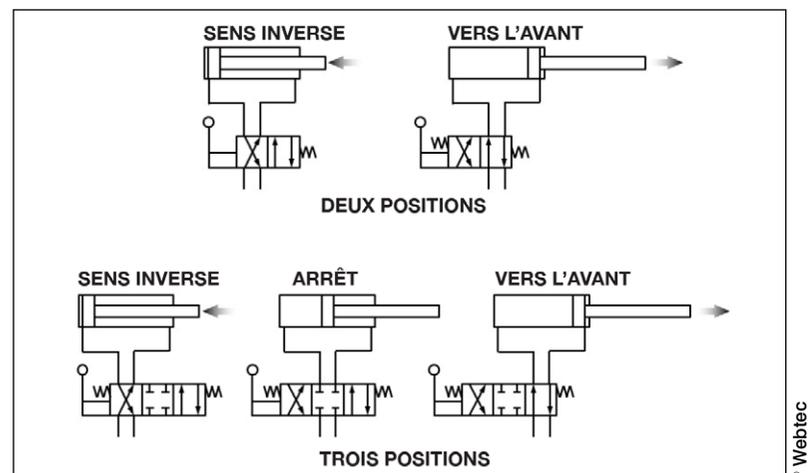


Fig. 2

Contexte

La première analyse à faire pour le choix du distributeur à utiliser dans un système hydraulique consiste à déterminer combien d'orifices ou de voies de passage sont requis. D'une manière générale, des vannes sont disponibles avec deux, trois ou quatre voies, comme illustré par la Figure 1.

On pourrait néanmoins argumenter qu'une vanne à deux voies devrait être dénommée plus précisément comme une vanne de marche/arrêt, puisqu'elle ne commande pas le sens de l'écoulement mais simplement le libère ou le bloque. La vanne à trois voies a un orifice d'admission (P) qui peut être commuté entre deux sorties possibles (A ou B) en fonction de l'état d'actionnement de la vanne. La vanne à quatre voies ajoute une voie de retour vers un réservoir (T) et peut donc gérer à la fois l'écoulement d'admission et d'évacuation d'un vérin à double action ou d'un moteur.

Le second facteur de sélection d'une vanne est le nombre de positions de tiroir requises. Normalement, on choisira entre une vanne à deux ou trois positions en fonction des exigences du système. Si l'on considère une vanne à quatre voies gérant un vérin, comme illustré par la Figure 2, une vanne à deux positions sera en mesure de diriger l'écoulement du fluide de manière à, soit extraire entièrement, soit rétracter entièrement le piston en fonction de la position du tiroir. En revanche, avec la vanne à trois positions, il est aussi possible de centrer la vanne et ainsi d'arrêter le piston à tout point de sa course. La configuration des vannes à deux positions peut être soit déportée par ressort, soit détendue. Une vanne à tiroir déportée par ressort sera décalée par le biais d'un ressort vers une position ou une autre, si bien que lorsque le levier de commande ou le piston de la vanne est libéré, la vanne va automatiquement reprendre sa position décalée. Dans certaines applications, ce principe pourrait être adopté pour

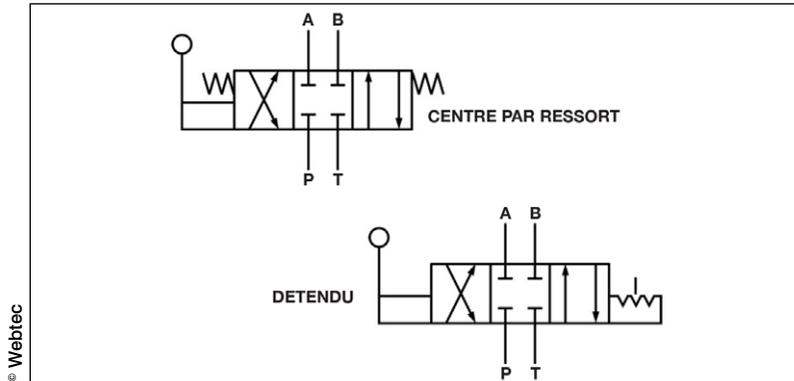


Fig. 3

ramener un actionneur à sa position normale ou « stationnée » quand l'opérateur relâche le levier ou pour empêcher le fonctionnement d'une machine sans que la vanne ne soit actionnée. Mais du point de vue de la sécurité, il faut tenir compte des conséquences d'une défaillance du ressort dans la vanne.

Une vanne détendue n'a pas de fonction de rappel ou de décalage par ressort, et après avoir déplacé le levier et le tiroir de la vanne, elle restera simplement en position lorsqu'elle est relâchée. Normalement, une certaine forme de mécanisme de détente ou de serrage par friction y sera incluse pour garantir que la vanne ne puisse pas bouger par inadvertance par la suite (en raison de vibrations, par exemple). Une vanne à trois positions peut aussi être détendue pour rester dans l'une de ses trois positions, ou bien être centrée par ressort, si bien que la vanne reviendra sur sa position centrale quand on relâche le levier. Des symboles graphiques typiques des deux types de vanne sont présentés dans la Figure 3.

La configuration d'écoulement de la vanne en position centrale est un point qui devra souvent être étudié de près. Pratiquement n'importe quelle configuration est possible, depuis tous les orifices bloqués jusqu'à tous les orifices raccordés ensemble : la Figure 4 illustre certains des agencements les plus courants.

Différentes configurations

Une configuration dans laquelle tous les orifices sont bloqués (a) bloquera l'écoulement de la pompe au niveau de l'orifice « P » (permettant ainsi d'utiliser le débit de la pompe dans d'autres parties du système), et bloquera en même temps l'écoulement vers un actionneur ou hors de lui, le bloquant ainsi en position. Néanmoins, il convient aussi de se rappeler qu'en fonction du type de vanne utilisé, une fuite d'un orifice vers l'autre peut toujours être possible quand elle est sur une position permettant un fluage de l'actionneur. Bien

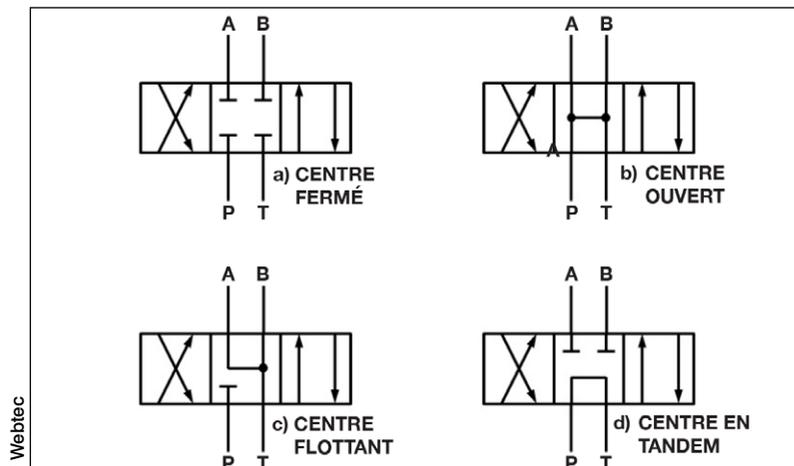


Fig. 4

sûr, avec un moteur hydraulique, il y aura inévitablement des fuites intérieures dans le moteur par les orifices et éventuellement vers son raccord de vidange extérieur ; donc même une vanne anti-fuites ne bloquera pas positivement un moteur en position. Dans certaines applications, une vanne anti-fuites sera néanmoins très avantageuse, par exemple dans les applications de serrage ou lorsque la pression sur un vérin est maintenue par le biais d'un accumulateur.

Une vanne à centre ouvert (b) déchargera librement le débit de la pompe vers un réservoir installé en position centrale, tout en permettant à l'actionneur de « flotter », donc de se déplacer quasiment librement sous l'effet d'une force extérieure. Le déchargement de la pompe peut réduire la quantité de chaleur perdue générée dans le système mais cela signifie également, bien entendu, que le débit de la pompe n'est pas disponible pour utiliser d'autres fonctions pendant que la vanne est centrée.

Pour permettre l'état de flottement des orifices A et B, mais continuer d'utiliser le débit de la pompe pour d'autres fonctions, la configuration illustrée par la Figure 4c pourrait être utilisée en bloquant l'orifice 'P' mais en conservant les orifices A et B ouverts vers le réservoir.

Autrement, s'il faut décharger la pompe mais empêcher tout mouvement de l'actionneur, l'état central « tandem » peut être adopté, comme illustré par la Figure 4d. Mais comme indiqué plus haut, en fonction du type de vanne utilisé, une fuite est toujours possible vers ou à partir des orifices A et B quand la vanne est centrée.

Comme indiqué plus haut, une foule de configurations différentes sont possibles en position centrale de la vanne, mais les quatre illustrées par la Figure 4 sont les plus courantes. La configuration qui convient le mieux dépendra donc de la nécessité ou pas de décharger le débit de la pompe, et des caractéristiques et exigences de l'actionneur et de sa charge associée.

Pressions et débits

Certains types de distributeurs manuels permettent l'ouverture ou la fermeture progressive de trajets d'écoulement, ce qui apporte un certain degré de réglage du débit en combinaison avec la fonction de base du distributeur. Cela peut fournir à l'opérateur un moyen de réglage de la vitesse d'un actionneur et ainsi de régler son rythme d'arrêt et de démarrage (accélération et décélération). Finalement, les pressions et débits nominaux de la vanne doivent être déterminés. Il s'agit là normalement d'un processus simple une fois que les paramètres de conception du système ont été calculés par rapport au débit et à la pression. Mais pour le réglage des vérins de zone différentielle, il faut se rappeler que la zone et le volume de chaque côté du piston différeront, si bien que les débits traversant les deux voies de passage du distributeur différeront eux aussi. Par exemple, si le vérin a un ratio « passage intégral à espace annulaire » de 2 à 1, le débit d'évacuation du côté de l'espace annulaire sera deux fois moindre que le débit d'admission vers le côté du passage intégral lorsqu'il s'étend. Mais le point le plus significatif est que le débit d'évacuation du côté du passage intégral pendant la rétractation sera le double du débit d'admission vers le côté de l'espace annulaire. C'est pourquoi le débit nominal du distributeur choisi devra peut-être être plus grand que le seul débit de la pompe. De même, quand on détermine la pression nominale d'une vanne gérant un vérin de zone différentielle, l'intensification potentielle de la pression doit être prise en considération. Cette intensification de la pression se produit souvent quand on restreint le débit d'évacuation du côté de l'espace annulaire d'un vérin, surtout quand ce vérin subit une charge négative (« entraînant »), ou décélère une charge d'inertie élevée. Ainsi, on est parfois obligé de choisir une vanne avec une pression nominale plus élevée que la pression de service normale du système à la sortie de la pompe.

Options de vannes

Ayant déterminé la spécification de base pour le distributeur, l'étape suivante consiste à choisir le type de vanne qui répond le mieux à la spécification. Les options de construction de la vanne comprennent :

- . Distributeurs coulissants à tiroir cylindrique
- . Distributeurs rotatifs à tiroir cylindrique
- . Vannes à boisseau sphérique
- . Distributeurs à clapet
- . Vannes de cisaillement rotatives

Distributeurs coulissants à tiroir cylindrique

Les distributeurs coulissants à tiroir cylindrique fonctionnent en déplaçant un tiroir de manière linéaire dans un corps à ajustement très serré, afin de connecter ou de bloquer des orifices usinés dans ce corps, comme illustré par la figure 5.

Ce type de vanne est disponible dans beaucoup de configurations telles que : à deux ou trois positions, décalée par ressort, centrée par ressort et détendue. De nombreuses options sont également disponibles pour la position centrale du tiroir. Ces vannes peuvent être montées individuellement, normalement sur une interface de collecteur standard ISO 4401/CETOP/NFPA, ou montées ensemble comme segments de vanne quand deux vannes ou plus sont requises. Les vannes montées sur collecteur utilisent souvent des pièces communes aux vannes solénoïdes équivalentes qui sont fabriquées en très grande quantité par beaucoup de fabricants différents, et bénéficient ainsi des coûts de fabrication réduits découlant de la

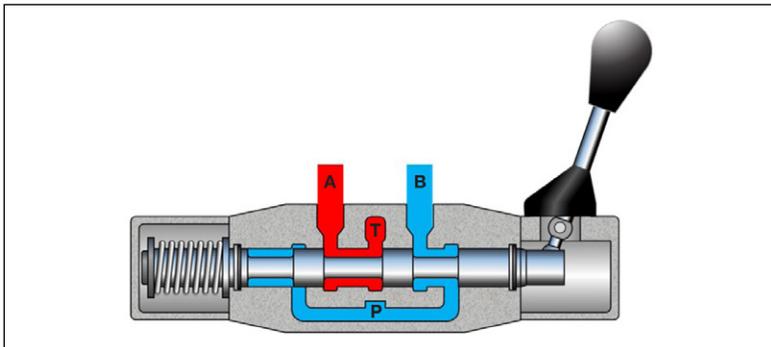


Fig. 5

fabrication à grande échelle. Elles constituent donc l'une des alternatives de distributeurs manuels qui coûte le moins cher. Typiquement, les tailles de vannes varient de 30 l/mn (8 gpm) à 120 l/mn (32 gpm) et davantage. Pour les vannes conçues pour être posées sur une interface standard, la pression nominale maximale sera déterminée par l'interface elle-même et correspondra à la gamme de 250 à 350 bar (3600 à 5000 psi).

Mais comme avec tout distributeur coulissant à tiroir cylindrique, l'étanchéité entre les orifices est obtenue par un ajustement serré du tiroir dans le corps. La taille du jeu entre le tiroir et le corps est toujours un compromis entre le fait de permettre au tiroir de coulisser librement sans se bloquer (c'est surtout important pour les tiroirs à ressort de rappel) et de réduire au maximum les fuites à travers ce jeu. Par conséquent, dans la pratique, pour une vanne à débit nominal de 75 l/mn (20 gpm), des débits de fuite (de l'orifice P à l'orifice T) de l'ordre de 150 – 200 ml/mn (10 – 12 in3/min) seraient typiques d'un fonctionnement à la pression maximale.

Le jeu entre tiroir et corps de ce type de vanne l'expose aussi aux particules de contamination qui sont introduites de force dans le jeu par la différence de pression, ce qui provoque une usure et un risque de dysfonctionnement (non-retour du ressort). Même des particules plus petites que le jeu entre tiroir et corps peuvent s'accumuler au

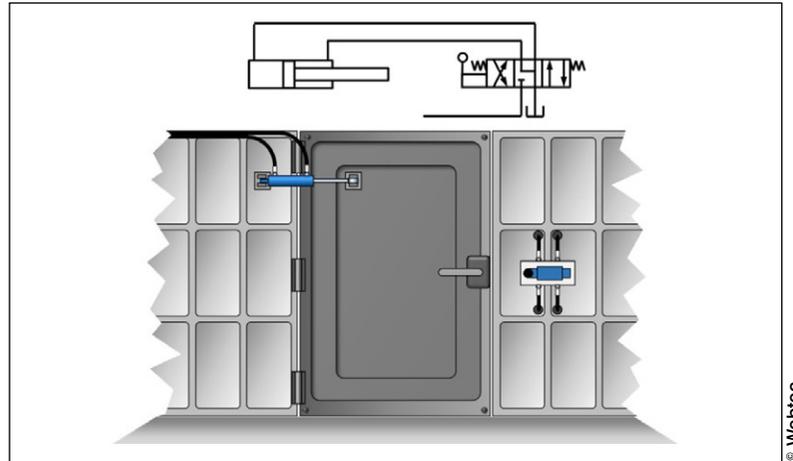


Fig. 6

fil du temps et bloquer le tiroir (un phénomène connu sous le nom d'« envasement »).

Toutefois, lorsqu'une vanne anti-fuites n'est pas requise (par ex. dans des applications d'entraînement par moteur) et pour des pressions allant jusqu'à environ 350 bar (5000 psi), le distributeur coulissant à tiroir cylindrique peut constituer une solution à faible coût et il est disponible dans une gamme relativement large de tailles. Les applications typiques incluent la commande de direction de trappes, portes, rampes, etc. où un maintien de la charge n'est pas requis ou où des vannes supplémentaires sont incluses pour assurer le maintien de la charge (Figure 6).

Distributeurs rotatifs à tiroir cylindrique

Les distributeurs rotatifs à tiroir cylindrique utilisent aussi un tiroir installé dans une gaine, mais dans ce cas on fait tourner le tiroir pour sélectionner les trajets d'écoulement plutôt que le coulisement (figure 7).

L'écoulement d'admission s'effectue normalement à la fin du tiroir et traverse une voie de passage le long du centre du tiroir. Les trous et les fentes du tiroir sont ensuite soit ouverts soit bloqués face aux

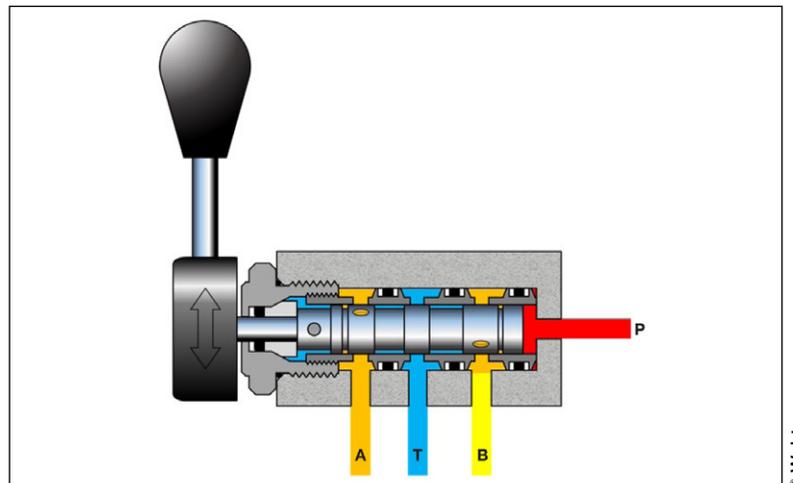


Fig. 7

orifices du corps, tandis que le levier manuel fait tourner le tiroir pour créer les trajets d'écoulement requis.

Les distributeurs rotatifs à tiroir cylindrique sont fréquemment fabriqués en tant que vannes « à cartouche à visser », ce qui leur permet d'être, soit intégrés dans des blocs de collecteur avec d'autres vannes de commande, soit montés dans leur propre corps individuel. Dans certaines applications, un levier rotatif est moins susceptible d'être actionné par inadvertance ou quand la vanne est montée sur

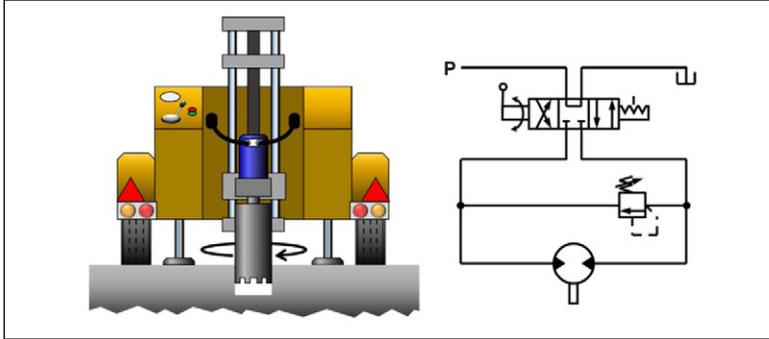


Fig. 8

un panneau, les raccords de tuyaux et le corps de la vanne peuvent être montés derrière le panneau en laissant simplement le levier de commande à l'avant du panneau.

La sensibilité aux fuites et à la contamination sera similaire à celle des distributeurs coulissants à tiroir cylindrique, si bien que ces vannes ne conviennent pas en soi pour des applications nécessitant une fonction anti-fuites. Les valeurs de pression seront aussi similaires à celles des distributeurs coulissants à tiroir cylindrique, mais les débits nominaux ont tendance à être dans la plage de 50 l/mn (13 gpm) au maximum, bien que certains puissent avoir des tailles plus grandes. La Figure 8 illustre une application typique d'un distributeur rotatif à tiroir cylindrique utilisé pour commander le sens de rotation

d'un moteur hydraulique alimentant un foret à noyau en béton. Cette vanne sera typiquement une vanne à trois positions (pour fournir les fonctions de marche avant, marche arrière et arrêt du moteur) et sera détendue pour éviter que l'opérateur ne soit constamment obligé de la maintenir en position.

Vannes à boisseau sphérique

Une vanne à boisseau sphérique est aussi une vanne rotative, mais dans ce cas les voies de passage passent par une bille sphérique qu'on peut faire tourner à l'intérieur d'un siège de bille par le biais d'une poignée (figure 9).

Les vannes à boisseau sphérique sont normalement des vannes à deux ou trois voies qui permettent l'écoulement quand les voies de passage à travers la bille sont alignées sur les orifices dans le corps et le siège de la vanne. Ce sont des composants très simples et disponibles dans une très large gamme de tailles, configurations et pressions nominales (jusqu'à 1000 bar ou 15000 psi). Bien que la vanne puisse être partiellement ouverte pour fournir une fonction d'étranglement de base du débit, l'un des principaux avantages d'une vanne à boisseau sphérique est que lorsqu'elle est entièrement ouverte, elle offre très peu de restriction du débit, donc le trajet d'écoulement est pratiquement un raccordement direct. Elle est donc idéale pour être utilisée dans des zones telles que des conduites d'aspiration d'une pompe où elle peut isoler la pompe à des fins

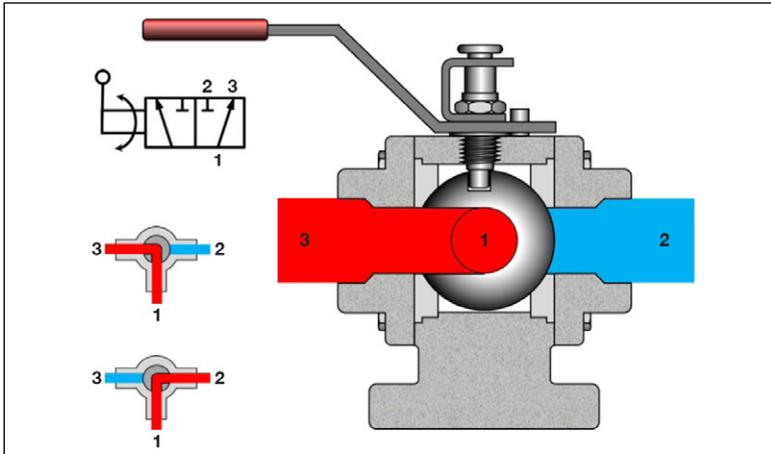


Fig. 9

de maintenance tout en exerçant une très faible résistance au débit d'admission de la pompe quand elle est ouverte, et donc réduire le risque de cavitation de la pompe (Figure 10).

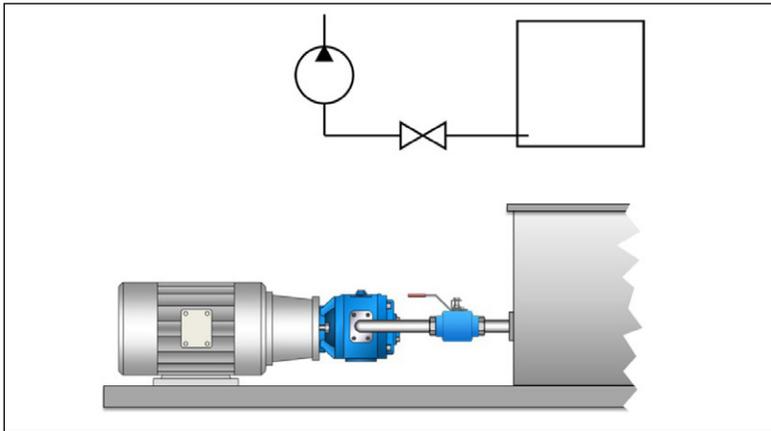


Fig. 10

Distributeurs à clapet

L'écoulement par un distributeur à clapet est commandé par une bille ou un clapet conique qui est poussé contre un siège, ou soulevé d'un siège comme illustré par la Figure 11.

Typiquement, il existe des vannes à deux ou trois voies, même si deux vannes peuvent être intégrées dans un corps commun pour exercer une pleine fonction à quatre voies. Étant donné que la vanne bloque l'écou-

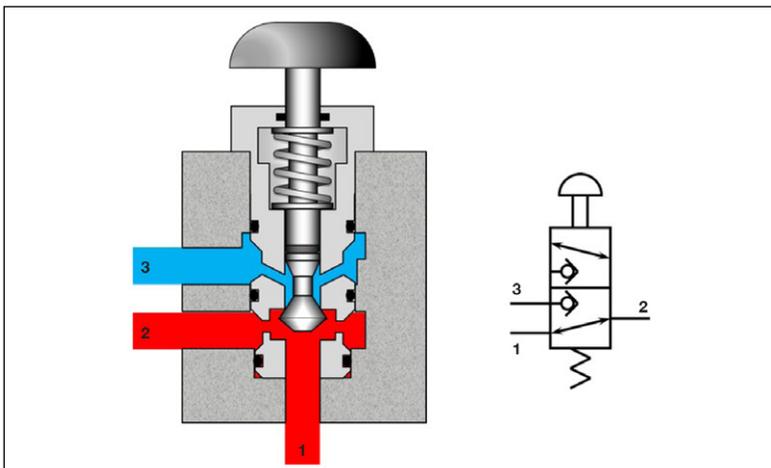


Fig. 11

lement par l'action d'un clapet logé sur un siège, ce qui crée un contact de métal à métal, ces distributeurs à clapet sont quasiment étanches aux fuites et donc des vannes de maintien de la charge séparées (par exemple pour empêcher le fluage sur un vérin à charge verticale) ne sont généralement pas requises. En l'absence de jeu entre des composants mobiles, les distributeurs à clapet sont aussi moins exposés à des problèmes de contamination du fluide, bien que de grandes particules polluantes puissent toujours empêcher la pose correcte de la vanne sur son siège ou même provoquer des dégâts sur le clapet ou le siège. Puisque l'ouverture du distributeur nécessite souvent l'exercice d'une force relativement grande sur la tige de vanne (pour surmonter la force de pression déséquilibrée), les débits nominaux des distributeurs à clapet sont relativement faibles, bien que des pressions nominales jusqu'à 350 bar (5000 psi) et plus puissent être atteintes.

La Figure 12 présente un distributeur à clapet à 2 voies utilisé pour l'abaissement d'urgence d'une table élévatrice (utilisée par exemple en cas de coupure de courant électrique).

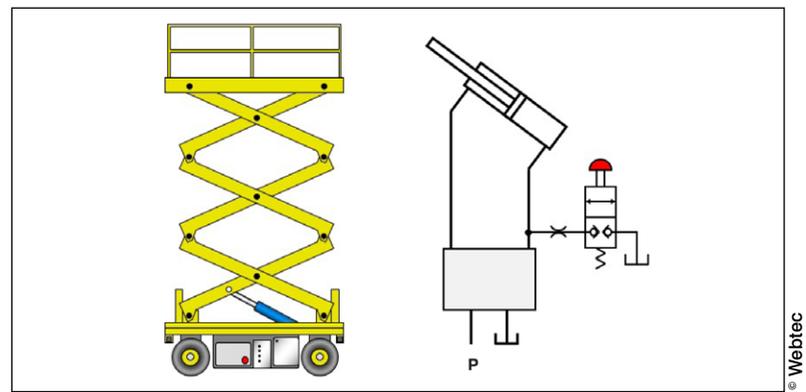


Fig. 12

Dans cette application, il est évidemment important d'utiliser une vanne aux caractéristiques pratiquement étanches aux fuites pour empêcher les fuites du vérin de levage en fonctionnement normal. Néanmoins, les distributeurs à clapet ont tendance à être soit ouverts soit fermés, donc on n'a guère de contrôle sur la quantité de débit possible pour régler la vitesse d'abaissement. Par conséquent, si ce contrôle est requis, un restricteur supplémentaire ou une soupape à pointeau peut s'avérer nécessaire dans le système.

Vannes de cisaillement rotatives

Les vannes de cisaillement rotatives utilisent des raccords par une plaque plate pour transmettre un écoulement d'un orifice vers un autre, comme illustré par la figure 13.

Un siège installé sur chaque orifice est poussé de manière hydraulique contre la plaque plate et un raccordement visuellement plat entre les deux composants peut être obtenu par une fabrication soignée. Bien qu'il

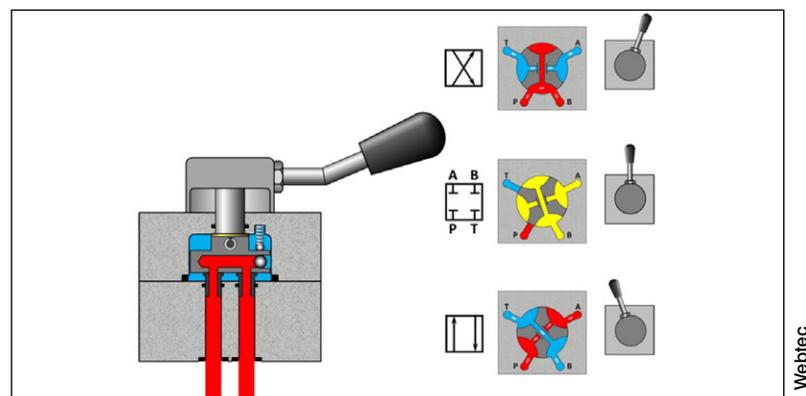


Fig. 13

CARACTÉRISTIQUE	TYPE DE VANNE				
	TIROIR COULISSANT	TIROIR ROTATIF	BILLE ROTATIVE	CLAPET	CISAILLE ROTATIVE
Fuite interne					
Sensibilité à la contamination					
Capacité d'étranglement du débit					
Prix					
Commentaire	Très courant, large gamme	Capacité de débit relativement faible	Faible chute de pression si elle est entièrement ouverte	Faible capacité de débit, très faible fuite	Extrêmement configurable, capacité de fuite nulle

Valeur relative
Bonne
Moyenne
Mauvaise

© Webtec

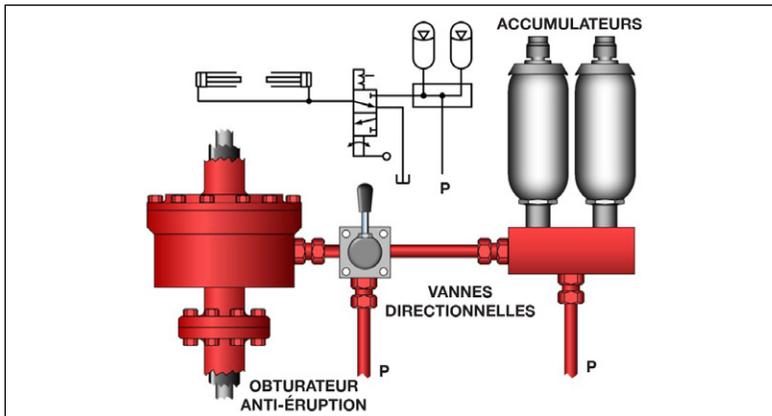
Fig. 15

soit techniquement incorrect de décrire tout type de distributeur comme « anti-fuites », une vanne de cisaillement rotative est probablement aussi proche que possible de garantir un fonctionnement anti-fuites. On cite comme débit de fuite maximum une goutte toutes les dix minutes, même pour des vannes plus grandes allant jusqu'à un débit nominal d'environ 40 l/mn (10 gpm), voire moins avec des vannes plus petites. Des gammes de pression allant jusqu'à 700 bar (10 000 psi) sont aussi possibles en fonction de la taille de la vanne. Combiné avec une sensibilité relativement faible aux dégâts de contamination, ce type de vanne est par conséquent un choix très populaire lorsque zéro fuites combiné avec

on l'a déjà décrit, ces caractéristiques peuvent inclure : configuration du débit, pression nominale, débit nominal, compatibilité du fluide, sensibilité à la contamination, fuite interne, agencements et options de montage, capacité d'étranglement du débit, aptitude environnementale. Bien entendu, le coût doit être la considération finale ; mais il ne doit véritablement être pris en compte uniquement une fois que les exigences techniques ont été satisfaites.

Le tableau présenté dans la Figure 15 récapitule les caractéristiques des différentes vannes évoquées dans cet article ».

Steve Skinner, Webtec



© Webtec

Fig. 14

une capacité de pression élevée sont des exigences essentielles. Un exemple d'application est illustré par la figure 14 où la vanne est utilisée pour gérer le fonctionnement d'un obturateur anti-éruption (blow-out preventer, BOP) sur une plate-forme de forage pétrolier.

L'alimentation du BOP est fournie par des accumulateurs hydrauliques, afin que la caractéristique anti-fuites de la vanne garantisse que la charge de l'accumulateur ne fuie pas sur des laps de temps relativement longs. La commande manuelle de la vanne évite aussi le recours à des vannes solénoïdes coûteuses homologuées ATEX.

Certaines de ces vannes de cisaillement rotatives peuvent étrangler le débit par l'ouverture partielle de la vanne (souvent désignée par « inter-flux »), ce qui fournit une fonction utile quand on l'utilise comme vanne d'abaissement d'urgence, par exemple pour que la vitesse d'abaissement sous gravité puisse être réglée par le distributeur lui-même au lieu de faire appel à des composants supplémentaires.

Conclusion

Comme pour tous les composants hydrauliques, aucun type de distributeur manuel ne conviendra pour toutes les applications. Il est donc nécessaire que les concepteurs de systèmes et les ingénieurs d'application définissent les caractéristiques cruciales requises d'un distributeur et choisissent ensuite le type le plus approprié pour la tâche. Comme