

Adapter une vanne à sa fonction

Comment sélectionner la vanne appropriée ?

Vannes à boisseau sphérique, à membrane, à soufflet, clapets anti-retour ou de sur-débit, vannes de réglage fin, robinets-vannes, vannes à orifices multiples, à pointeau, à boisseau cylindrique, soupapes, vannes d'arrêt à obturateur ascendant, de sûreté... **Choisir une vanne pour un système d'instrumentation peut sembler difficile. Sans parler de la diversité de dimensions, configurations, matériaux de fabrication et modes d'actionnement pour chacune d'entre elles ! Pour faire le bon choix, il faut se poser la question : à quelle fonction la vanne est-elle destinée ?**

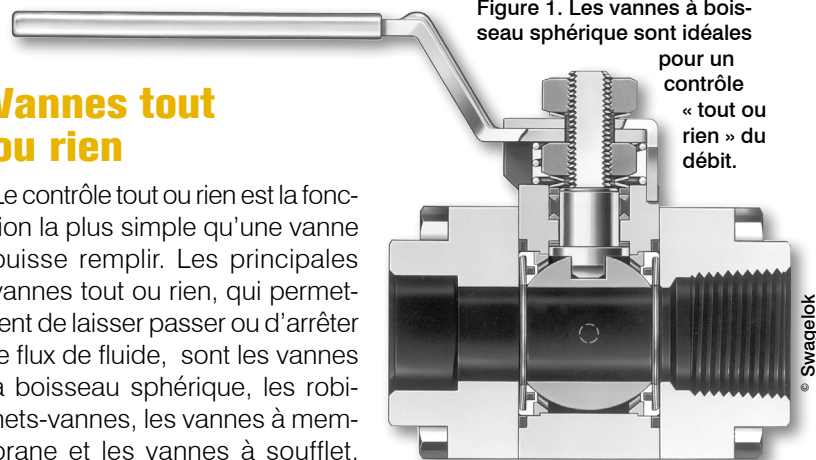
► « La plupart des vannes remplissent une des cinq fonctions suivantes : tout ou rien, contrôle du débit, contrôle directionnel, protection contre les surpressions, protection contre les sur-débites. Adapter la vanne à sa fonction est la plus importante étape de la sélection. Il n'est pas rare de constater des utilisations inappropriées, par exemple, une vanne à boisseau sphérique utilisée pour créer un étranglement de l'écoulement. Ces inadaptations peu-

vent s'avérer catastrophiques, comme par exemple utiliser une vanne à boisseau sphérique dans un système acheminant de l'oxygène sous haute pression. En présence d'une source d'ignition, le jaillissement soudain de l'oxygène causé par l'ouverture rapide de la vanne, peut entraîner un incendie. Le guide ci-après passe en revue les principaux types de vannes, leur fonctionnement, leurs fonctions et les critères de choix.

Vannes tout ou rien

Le contrôle tout ou rien est la fonction la plus simple qu'une vanne puisse remplir. Les principales vannes tout ou rien, qui permettent de laisser passer ou d'arrêter le flux de fluide, sont les vannes à boisseau sphérique, les robinets-vannes, les vannes à membrane et les vannes à soufflet.

Figure 1. Les vannes à boisseau sphérique sont idéales pour un contrôle « tout ou rien » du débit.



Vannes tout ou rien

Type de vanne	Passage d'écoulement	Indication visuelle de la fermeture ?	Vitesse de fermeture	Avec ou sans garniture ?	Utilisation habituelle
Boisseau sphérique	Droit	Oui	Rapide	Garniture	Utilisation très large dans de nombreuses applications. Pratique et économique
Robinet-vanne	Droit	Non	Progressive	Garniture	Usage industriel général, habituellement sur des lignes de process ou des canalisations de transport de diamètres importants
Membrane	Type vanne à soupape	Oui	Rapide	Sans garniture	Applications, souvent haute pureté, nécessitant une fermeture rapide, des vitesses d'actionnement précises, et une durée de vie élevée
Soufflet	Type vanne à soupape	Parfois	Progressive	Sans garniture	Applications dans lesquelles l'intégrité de l'étanchéité par rapport à l'atmosphère est essentielle, et présentant un accès limité pour les opérations de maintenance

. Les plus répandues sont les **vannes à boisseau sphérique** (figure 1). Un actionnement de la poignée d'un quart de tour laisse passer ou arrête le flux par le positionnement d'une bille métallique dans un passage traversant droit. La bille possède un large orifice en son centre. L'écoulement est possible lorsque l'orifice est aligné avec le passage d'écoulement. Il s'arrête lorsque l'orifice forme un angle droit avec lui. Une vanne à boisseau sphérique est un bon choix en cas de besoin d'une vanne tout ou rien à fermeture rapide capable de laisser passer un débit important. Par sécurité, les vannes à boisseau sphérique sont faciles à verrouiller et à étiqueter. Elles constituent un choix pratique et économique pour des dimensions comprises entre 6 et 50 mm (1/4 et 2 pouces).

. Habituellement utilisés pour le contrôle de process plutôt que dans les applications d'instrumentation, les **robinets-vannes** sont un choix courant pour un contrôle tout ou rien, particulièrement sur des conduites d'un diamètre supérieur à 50 mm (2 pouces). Ils sont aussi fréquemment utilisés comme première vanne entre la ligne de process et l'instrumentation, souvent dans une configuration double arrêt et purge. Les robinets-vannes sont habituellement utilisés dans des

applications industrielles impliquant des lignes de process ou des canalisations de diamètres importants (plus de 2,54 m/100 pouces).

La rotation de la poignée permet de relever ou d'abaisser un mécanisme d'étanchéité dans un passage d'écoulement droit. La fermeture est progressive. Une garniture entoure la tige, empêchant ainsi le fluide de s'échapper dans l'atmosphère lorsque la tige arrive au niveau du corps de la vanne. Les vannes dont l'étanchéité est assurée par un joint métal sur métal sont appelées « vannes sans garniture », car elles ne contiennent pas le matériau souple (joints divers, dont joints toriques) que l'on trouve normalement autour de la tige des autres vannes. La tige de la vanne est la partie cylindrique qui relie la poignée (ou le dispositif d'actionnement) au mécanisme interne de fermeture, de contrôle du débit ou de contrôle directionnel. Généralement, la tige tourne sur elle-même et/ou se déplace vers le haut et vers le bas.

Tous les joints de tige ainsi que les garnitures sont sujets à une usure qui peut entraîner des fuites. Les vannes avec garniture doivent être entretenues ou remplacées à intervalles réguliers, bien que certains types de garniture assurent une étanchéité plus efficace et plus durable, comme la garniture à deux pièces en chevrons.

. À l'inverse, les **vannes à membrane** (figure 2) ne possèdent pas de garniture, ont une fermeture rapide et offrent des vitesses d'actionnement précises. Dans certains cas, elles peuvent débiter des quantités constantes de fluide du process. Les vannes à membrane sont généralement utilisées dans les applications haute pureté (biopharmacie, semi-conducteurs). Leur durée de vie est la plus importante du fait d'une structure sophistiquée. Chaque vanne contient une fine

membrane en métal ou en plastique, qui s'incurve vers le haut ou vers le bas, créant un joint étanche au niveau de l'entrée. Cette vanne robuste est habituellement de petite taille, le plus large orifice, ou passage interne, faisant généralement moins de 50 mm (2 pouces).

. Comme les vannes à membrane, les **vannes à soufflet** ne possèdent pas de garniture, ce qui en fait un bon choix lorsque l'étanchéité par rapport à l'atmosphère est essentielle ou quand l'accès pour les opérations de maintenance est limité. Elles sont

fréquemment utilisées dans la partie confinée des centrales nucléaires. Un joint soudé sépare la moitié inférieure de la vanne, où se situe le fluide, des parties supérieures, où la vanne est actionnée. Entièrement enveloppée par un soufflet métallique, la tige se déplace vers le haut et vers le bas (sans tourner sur elle-même), créant un joint au niveau de l'entrée.

On dit des vannes à soufflet et des vannes à membrane qu'elles ont un passage d'écoulement de type vanne à soupape. Dans les **vannes à soupape**, le fluide ne s'écoule pas le long d'une ligne horizontale. L'entrée du passage d'écoulement se situe en dessous du siège tandis que la sortie est située au-dessus. Le débit d'une vanne à soupape est inférieur à celui d'une vanne à passage d'écoulement traversant droit de même diamètre.

Vannes de contrôle du débit

Les vannes de contrôle du débit permettent à l'opérateur d'augmenter ou de diminuer le débit en tournant la poignée. L'opérateur peut régler la vanne pour le débit souhaité et celle-ci maintiendra constamment ce débit. Certaines vannes de contrôle du débit assurent également une fermeture

fiable, mais le passage d'une position complètement ouverte à une position complètement fermée nécessite de nombreuses rotations de la poignée.

Les vannes de contrôle du débit les plus courantes sont les vannes à pointeau, les vannes de réglage fin, les vannes à boisseau cylindrique quart de tour et les vannes d'arrêt à obturateur ascendant.

. Les **vannes à pointeau** (figure 3) offrent un excellent contrôle du débit et, selon leur conception, une fermeture étanche. Elles sont constituées d'une longue tige dont l'embout est très travaillé (en forme de V ou d'aiguille, par exemple) s'adaptant exactement à un siège situé au niveau de l'entrée de la vanne. Le filetage fin de la tige permet un contrôle précis du débit. La garniture de la tige assure l'étanchéité par rapport à l'atmosphère.

Certains modèles sont dotés d'un joint de siège de type métal sur métal. Les vannes à pointeau conviennent donc parfaitement aux applications à températures élevées. Comme cela a été mentionné précédemment, le débit est limité par le passage d'écoulement de type vanne à soupape. Les vannes à pointeau sont un bon choix pour des fluides relativement peu denses et peu visqueux.

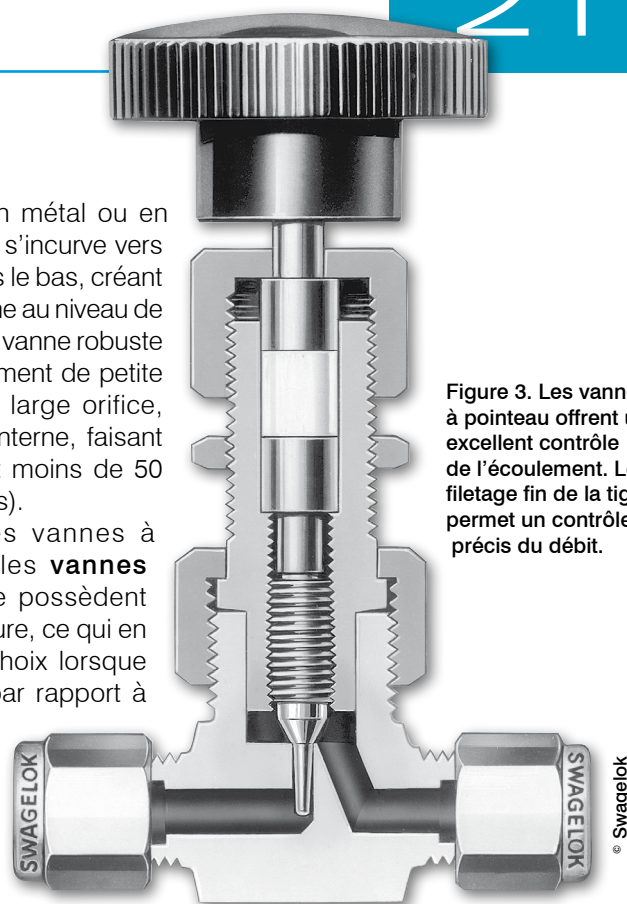


Figure 3. Les vannes à pointeau offrent un excellent contrôle de l'écoulement. Le filetage fin de la tige permet un contrôle précis du débit.

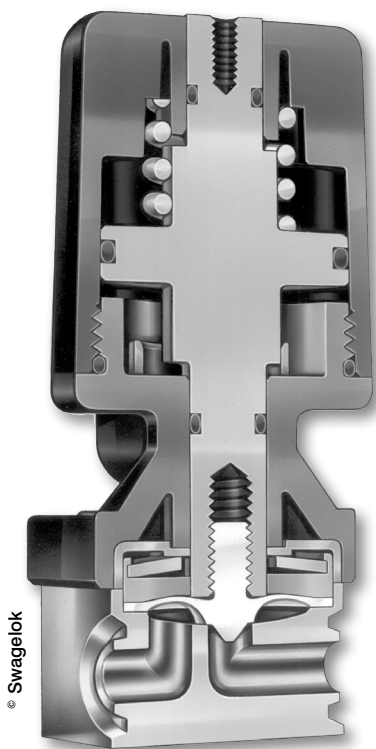


Figure 2. Les vannes à membrane ont des vitesses de fermeture élevées et des vitesses d'actionnement précises. De toutes les vannes, les vannes à membrane sont celles dont la durée de vie est la plus importante, du fait de leur structure hautement sophistiquée.

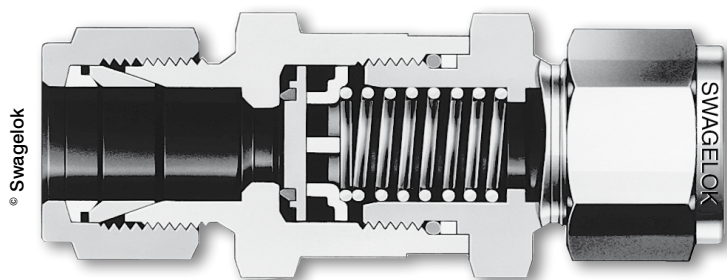


Figure 4. Les clapets anti-retour garantissent qu'un fluide ne s'écoule que dans un sens. Ils sont disponibles avec des pressions de tarage fixes ou réglables.

. Un contrôle plus précis du débit requiert l'utilisation de **vannes de réglage fin**, que l'on trouve généralement dans les laboratoires. Il s'agit de vannes à pointeau dont la tige, longue et fine, se déplace à l'intérieur d'un passage long et étroit. Cette structure induit une configuration de type vanne à soupape, idéale pour appliquer de légères variations au débit. Certaines vannes de réglage fin ne sont pas conçues pour l'obturation.

. Les **vannes à boisseau cylindrique quart de tour** sont des vannes à usage général, peu onéreuses. L'actionnement quart de tour fait tourner un obturateur cylindrique dans un passage d'écoulement traversant droit. L'obturateur comporte un orifice pour l'écoulement du fluide. Les vannes à boisseau cylindrique sont couramment utilisées dans des applications d'étranglement à basse pression, en plus de l'obturation.

. La **vanne d'arrêt à obturateur ascendant** est un autre type de vanne à boisseau cylindrique. Comme dans une vanne à pointeau, un obturateur conique

descend dans un orifice pour réduire le débit. La différence par rapport à une vanne à pointeau réside dans le passage d'écoulement traversant, qui est ici droit et non de type vanne à soupape. À cause de ce passage droit, la vanne n'est pas aussi efficace pour assurer un réglage fin du débit. L'obturateur ascendant est nettoyable par curage, ce qui constitue un avantage si le fluide du système vient à obstruer la vanne.

Distributeurs

Un troisième type de vanne sert à diriger l'écoulement du fluide.

. Les **clapets anti-retour** (figure 4) sont conçus pour qu'un fluide ne s'écoule que dans un sens. Dans la plupart des modèles, la force du fluide en amont appuie sur un clapet comprimé par un ressort, qui, en s'ouvrant, permet au fluide de s'écouler. En cas d'augmentation de la force engendrée par la pression aval ou contre-pression, le clapet reprend sa position contre le siège, bloquant ainsi l'écoulement. Les clapets anti-retour sont dispo-

nibles avec des pressions de tarage fixes ou réglables.

. Certaines vannes à boisseau sphérique et vannes à membrane sont conçues avec des orifices multiples. Dans la plupart des **vannes à orifices multiples**, le fluide entre par un seul orifice et ressort par l'une des nombreuses sorties, en fonction de la position de l'actionneur. Les vannes à orifices multiples ne possèdent pas nécessairement de position d'obturation (figure 5).

Vannes de protection contre les surpressions

Les vannes de cette catégorie empêchent la pression du système d'augmenter au-delà d'une certaine valeur fixée. Il en existe deux types : les soupapes et les vannes avec disques de rupture.

. Un exemple de soupape est la **soupape proportionnelle** (figure 6). Elle contient un évent vers l'atmosphère qui s'ouvre lorsque la pression dans le système dépasse une valeur fixée par l'opérateur. Un clapet comprimé par un ressort permet d'évacuer le fluide nécessaire. L'évent se ferme lorsque la pression redevient inférieure à la valeur fixée.

. Une **soupape de sécurité** est

conçue pour s'ouvrir très rapidement et évacuer une grande quantité de fluide du système. La réglementation impose l'usage de soupapes de sécurité dans certaines applications. Les soupapes de sécurité et les soupapes proportionnelles ne sont pas interchangeables avec des clapets anti-retour, dans la mesure où ces dispositifs ont des fonctions différentes.

. Les **disques de rupture** sont utilisés principalement sur les cylindres d'échantillonnage afin de les protéger contre les surpressions qui peuvent se produire, par exemple, lors d'augmentations de la température pendant leur transport. Comme les soupapes, les disques de rupture évacuent le fluide dans l'atmosphère. Une membrane métallique cède lorsque la pression dépasse une valeur fixée (préréglée par le fabricant). Une fois déclenché, un disque de rupture doit être remplacé. Les

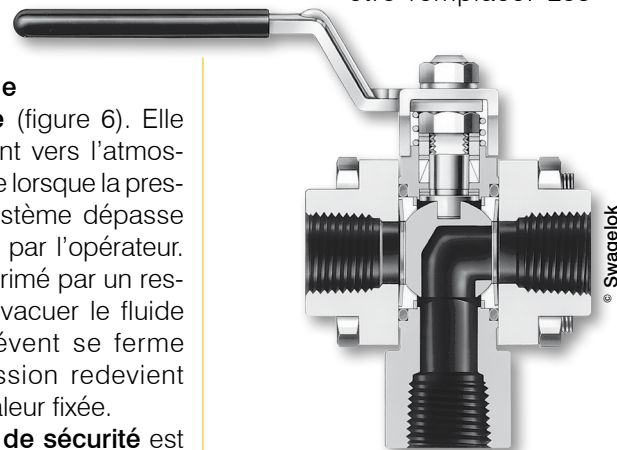


Figure 5. Certaines vannes à boisseau sphérique et vannes à membrane sont conçues avec des orifices multiples.

Vannes de contrôle du débit

Type de vanne	Passage d'écoulement	Précision du contrôle du débit	Capacité de fermeture ?	Usage habituel
Pointeau	Type vanne à soupape	Excellente	Oui	Applications exigeant un contrôle précis du débit et une fermeture étanche. Souvent utilisée dans des applications aux températures élevées et avec des fluides relativement peu denses et peu visqueux
Réglage fin	Type vanne à soupape	Excellente	Parfois	Applications, souvent dans des laboratoires, nécessitant un contrôle extrêmement précis du débit
Boisseau cylindrique quart de tour	Droit	Satisfaisante	Oui	Vannes à usage général, habituellement choisies pour des applications d'étranglement à basse pression
Obturateur ascendant	Droit	Satisfaisante	Oui	Applications dans lesquelles il est nécessaire de nettoyer la vanne lorsque le fluide obstrue le système ou coagule

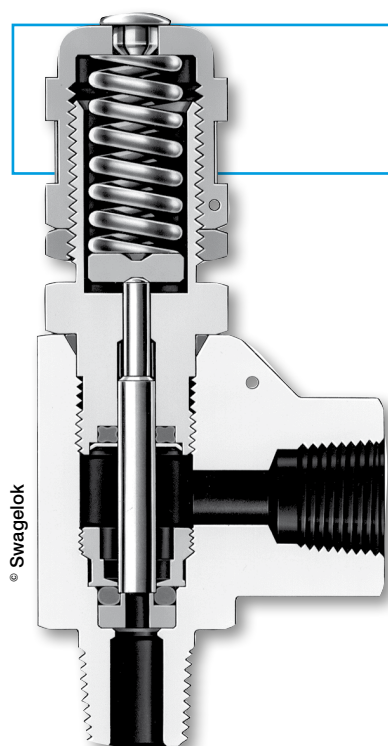


Figure 6. Une soupape proportionnelle est une vanne de protection contre les surpressions. Elle contient un évent vers l'atmosphère, qui s'ouvre lorsque la pression dans un système dépasse une valeur fixée par l'opérateur.

réglementations sur les transports exigent que les cylindres contenant des gaz comprimés soient équipés de limiteurs de pression. Un disque de rupture constitue une option économique pour une telle application.

De nombreux pièges à éviter !

- **Connaître son application.** Lors du choix d'une vanne, il faut s'assurer que l'on dispose de certaines informations telles que la composition chimique des fluides avec lesquels la vanne sera en contact, ainsi que les plages de températures et de pressions auxquelles elle sera soumise. L'intuition ou les approximations ne sont pas de mise.
- **Vérifier la compatibilité des matériaux.** Les vannes sont souvent proposées dans des matériaux standard, mais il existe des alternatives. Il faut toujours consulter le catalogue produit afin de vérifier les plages de températures et de pressions ainsi que la compatibilité des matériaux avec les différents fluides du système (produits chimiques).
- **Connaître son calendrier de maintenance.** Chaque type de vanne a son propre calendrier de maintenance, lequel peut être affecté par les paramètres du système, notamment le nombre de cycles de la vanne. L'équipe de maintenance doit être en mesure de gérer ce calendrier et être prête, par exemple, à assurer l'entretien de la vanne tous les 20 jours alors que celle-ci est située à 30 mètres au-dessus du sol !
- **Comprendre les pertes de charge.** Presque toutes les vannes génèrent des pertes de charge qui peuvent se traduire par une pression insuffisante à certains points sur la ligne. Chaque vanne est caractérisée par un coefficient de débit (C_v) définissant la relation entre la perte de charge de part et d'autre d'un orifice, d'une vanne ou d'un assemblage, et le débit correspondant. Plus le C_v est élevé, moins la perte de charge est importante. Une vanne à boisseau sphérique aura une perte de charge très faible, alors qu'une vanne à pointeau (ou toute autre vanne à soupape) de taille identique génèrera une perte de charge importante.
- **Considérer le coût global.** Le véritable coût d'une vanne, c'est le prix d'achat auquel s'ajoutent les frais de propriété, d'entretien et de remplacement de la vanne dans le temps. Pour calculer le coût global, il faut savoir combien de temps une vanne fonctionnera entre les opérations de maintenance. Les frais de maintenance doivent prendre en compte le prix des pièces de rechange, mais également les coûts de main d'œuvre et ceux liés à l'immobilisation du système. Certaines vannes sont beaucoup plus faciles à entretenir que d'autres : leur entretien peut être effectué avec la vanne en place. D'autres vannes, en revanche, doivent d'abord être retirées de la ligne de process. Enfin, en fonction de la vanne choisie, il faut s'interroger sur les risques d'avoir à faire face à des opérations de maintenance ou à des temps d'arrêt imprévus.

Clapets de sur-débit

Les clapets de sur-débit permettent de stopper l'écoulement incontrôlé du fluide en cas de rupture en aval du système. Dans des conditions normales, un ressort maintient un clapet en position ouverte. En cas de sur-débit en aval, le clapet se déclenche, arrêtant presque totalement l'écoulement du fluide. Une fois le problème résolu, le clapet reprend sa position ouverte. Ces clapets sont disponibles avec des valeurs de déclenchement fixes.

Affiner son choix

Une fois la vanne correctement identifiée par rapport à sa fonction, il reste de nombreux détails à examiner, comme les problèmes liés à l'installation, la planification de l'entretien et l'accès

au système ; les exigences en matière de sécurité et de réglementation ; et les paramètres du système (pression, température, débits, fluide acheminé).

Il faudra enfin déterminer la dimension de la vanne et les types d'actionnement ainsi que les matériaux de fabrication (y compris ceux des joints), qui doivent être compatibles avec la composition chimique du fluide du système et avec les températures et pressions mises en œuvre.

Le représentant du fabricant vous guidera dans ce processus. Les catalogues de produits et les rapports de tests constituent des ressources précieuses qui permettent d'affiner son choix ». ■

*Michael D. Adkins
Field Engineering Manager,
chargé des vannes à usage
industriel chez Swagelok*