

# Maîtriser le fonction aux faibles



La régulation d'une puissance thermique par une vanne laisse supposer que la puissance est nulle pour la vanne fermée. Pas si sûr ! Même pour une fuite très faible la puissance perdue peut être significative. La performance énergétique passe par des vannes capables d'interrompre effectivement le débit et de régler efficacement de très faibles débits. Ces qualités ne dépendent pas que des vannes elles-mêmes, mais aussi des quelques précautions que doivent prendre les professionnels.

Par René Cyssau, expert en régulation, ancien directeur technique du Costic.

Les éléments présentés ici s'appliquent aux réseaux hydroniques des installations de génie climatique à l'intérieur des bâtiments ; ils excluent des réseaux de ville ou des applications industrielles. Pour ces dernières applications, il faut ajouter des contraintes particulières pour choisir et dimensionner les vannes, des contraintes propres aux débits et aux pressions différentielles plus élevés que celles qui se rencontrent sur les distributions intérieures pour le confort.

## 1. La courbe caractéristique des vannes, le débit et la puissance qui en résultent

Pour réguler la puissance d'un échangeur, il faut suivre trois bonnes règles qui ont pour but de linéariser, même approximativement, la relation (figure 1) entre :

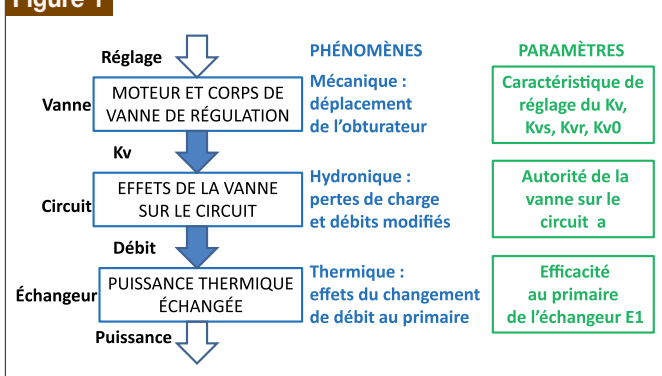
- le réglage de la position de la vanne (rotation ou translation de l'obturateur), généralement proportionnel au signal transmis au moteur de la vanne ;
- la puissance émise par l'échangeur, les températures au secondaire en dépendent linéairement.

### Les trois bonnes règles sont :

1. Choisir une vanne à caractéristique «égal pourcentage», autrement dit une forme exponentielle (figure 3a). Cette concavité permet de compenser les non-linéarités des deux phénomènes hydraulique et thermique. Ils augmentent en effet la concavité de la caractéristique globale (du réglage à la puissance émise), néfaste aux qualités de la régulation. Le choix d'une vanne à caractéristique «égal pourcentage» est particulièrement important pour les boucles de régulation aux temps de réponses réduits, comme les batteries eau-air.

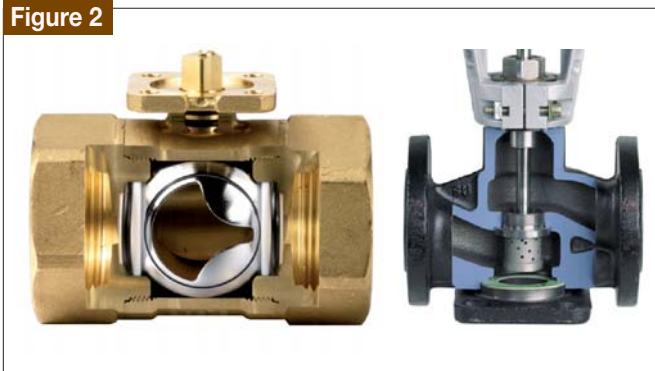
**Note :** une caractéristique «égal pourcentage» répond à la relation théorique :  $K_v/K_{vs} = e^{n(R-1)}$ , où  $e = 2,718$ ,  $R$  est le réglage de 0 à 1 et  $n$  est un exposant qui caractérise la concavité de la courbe. Il est généralement proche de 3. La figure 3a est donnée pour  $n = 3,5$ . Avec cette formule, l'ordonnée à l'origine ( $R = 0$ ) est égale à 3 % pour  $n = 3,5$ . Une telle «fuite» serait évidemment inacceptable. Une caractéristique «égal pourcentage modifié» pour une fuite nulle répond à la relation théorique :  $K_v/K_{vs} = (e^{nR} - 1)/(e^n - 1)$ .

Figure 1



Du signal de réglage de la vanne à la puissance réglée au secondaire de l'échangeur, il faut maîtriser trois paramètres pour assurer les qualités de la régulation. À savoir : stabilité et précision.

Figure 2



Coupes de vannes de régulation à boisseau et à soupape. La caractéristique de l'évolution du  $K_v$  est obtenue par une découpe du boisseau ou des percements dans la jupe de la soupape.

# nement des vannes charges

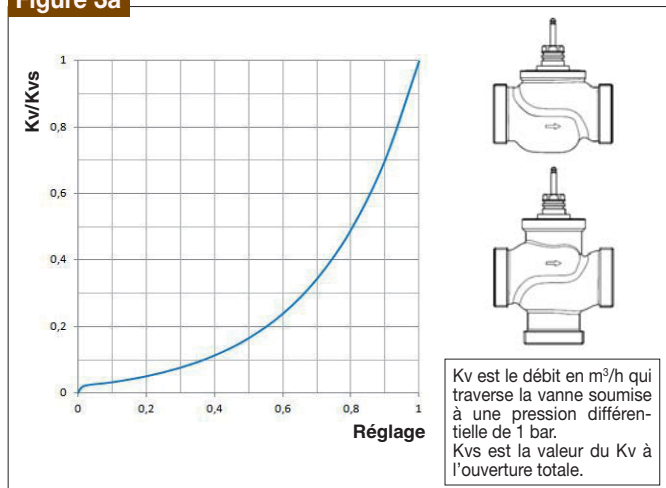
2. Conférer une autorité (a) suffisante à la vanne. L'évolution du débit dépend de la répartition des pressions différentielles sur la branche dont le débit est réglé par la vanne, c'est le phénomène de l'autorité de la vanne (figure 4a). L'autorité est choisie égale à 0,5 ou proche, jamais inférieure à 0,33.

3. Prévoir une efficacité suffisante à l'échangeur par le choix du débit nominal au primaire en relation avec la puissance nominale. L'évolution de la puissance en fonction du débit au primaire dépend de l'écart de température au primaire de l'échangeur, plus précisément du rapport entre cet écart au primaire et l'écart à l'entrée du primaire et du secondaire (figure 5a). Cette figure rend compte de l'évolution de la puissance pour une autorité de 0,5 et différentes valeurs de l'efficacité. L'efficacité nominale de l'échangeur est généralement choisie égale à 0,3 pour un moindre coût global : coût de l'échangeur/coût de circulation, mais jamais inférieure à 0,2.

**En plus de ces trois règles, il faut prendre des précautions pour maîtriser les faibles puissances, donc les débits très faibles pour la vanne aux positions proches de la fermeture.** Une courbe caractéristique adaptée n'est pas la seule condition pour obtenir des qualités de régulation satisfaisantes. Il faut aussi que la vanne fermée soit étanche, et que son Kv soit aussi bien maîtrisé aux positions très proches de sa fermeture que tout au long de sa course complète.

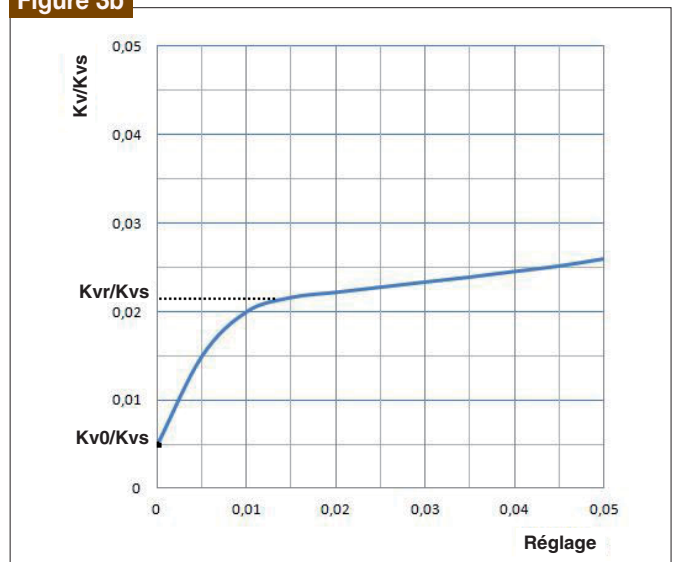
Les figures 4b et 5b montrent un agrandissement des figures 4a et 5a pour une vanne qui présente une caractéristique comme celle de la figure 3a : c'est-à-dire, une fuite et un saut du Kv aux positions proches de la fermeture. Les valeurs de fuite Kv0 et de saut de débit Kvr qui sont portées sur cette figure sont choisies pour illustrer les phénomènes, elles ne correspondent pas à une vanne spécifique du marché.

Figure 3a



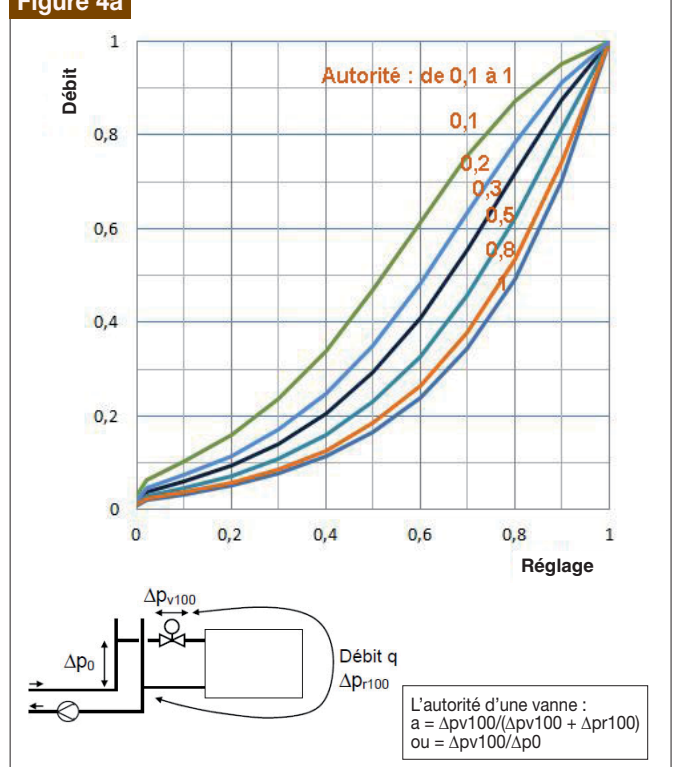
La caractéristique «égal pourcentage» des vannes de régulation à deux ou à trois voies. Elle est profilée pour régler la puissance thermique d'un échangeur.

Figure 3b



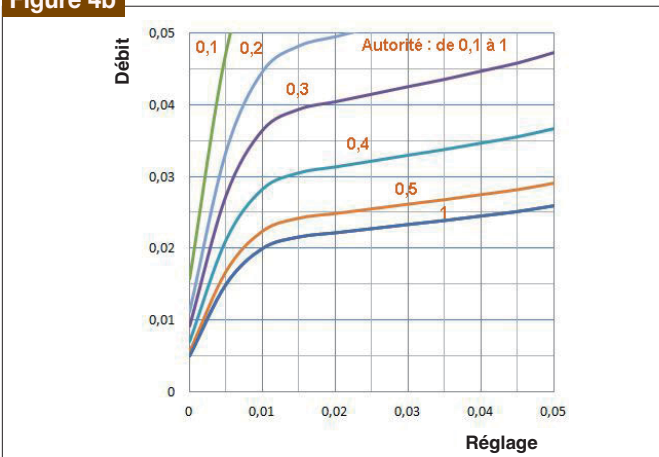
Agrandissement de la partie basse d'une caractéristique «égal pourcentage». Les valeurs de Kv0 (0,5 % de Kvs) et de Kvr (2,2 % de Kvs) sont données ici pour exemple.

Figure 4a



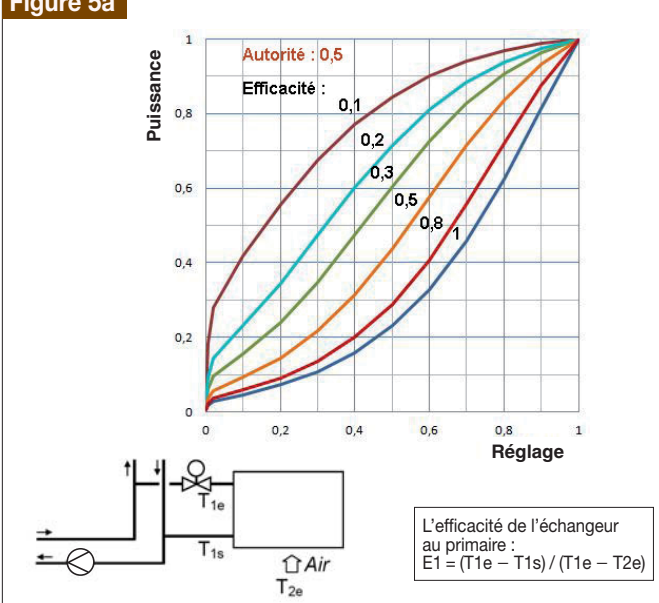
L'évolution du débit réglé par une vanne dans une branche dépend de son autorité, c'est-à-dire de sa perte de charge relative pour son ouverture totale (100 %). Pour les trop faibles valeurs de l'autorité, inférieures à 0,3, l'évolution du débit ne permet pas de compenser la non-linéarité de l'échangeur.

Figure 4b



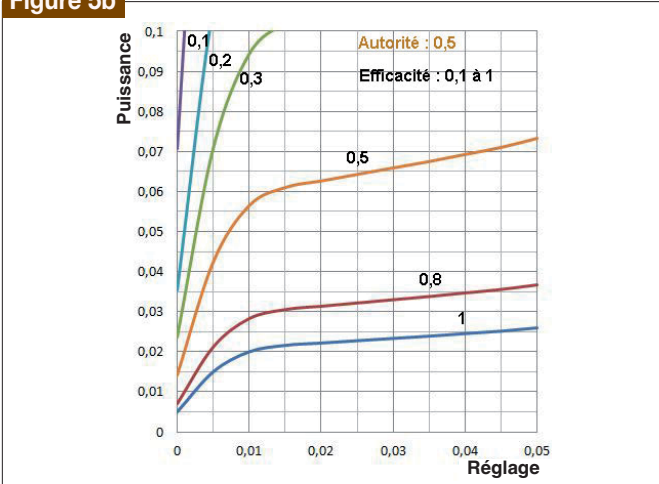
Agrandissement de la partie basse de la figure 4a : évolutions du débit réglé pour la caractéristique de Kv de la figure 3b.

Figure 5a



L'évolution de la puissance dépend de l'efficacité de l'échangeur. Ici, l'évolution résulte d'une vanne « égal pourcentage » (figure 3a), pour une autorité de 0,5 (figure 4a).

Figure 5b



Agrandissement de la partie basse de la figure 5a : évolution de la puissance pour la caractéristique de Kv de la figure 3 et pour une autorité de 0,5. La caractéristique qui résulte des faibles valeurs de l'efficacité (inférieures à 0,2) est trop sensible, la régulation risque d'être instable.

## 2. Les faibles Kv auprès de la fermeture : Kv0 et Kvr

Pour les vannes neuves, ces deux paramètres dépendent de la technologie et des tolérances mécaniques de la fabrication, à savoir :

- Le Kv de fuite ou Kv0 : c'est le débit en m<sup>3</sup>/h qui traverse la vanne fermée pour une pression de 1 bar. Il n'est pas toujours nul, il doit toujours être négligeable en fonction de l'application.
- Le Kv minimum de réglage ou Kvr : c'est la valeur de Kv au-dessus de laquelle la caractéristique de KV suit la courbe profilée pour laquelle la vanne est conçue. Au dessous du Kvr, la boucle de régulation a toutes les chances de « pomper ».

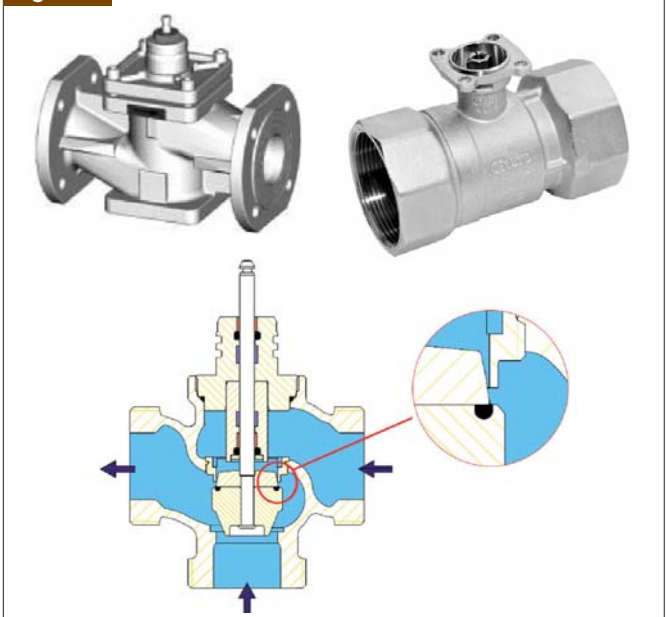
La figure 3b illustre ces deux paramètres qui se trouvent normalement dans les notices techniques des vannes de régulation, comme des valeurs tolérables maximales.

- Le Kv de fuite est donné en pourcentage du Kvs : Kv0/Kvs ou par une classe d'étanchéité.
- Le Kvr est lui aussi donné comme un pourcentage : Kvr/Kvs. La «plage de réglage» d'une vanne est l'inverse de cette valeur. Une plage de réglage de 100 correspond donc à un Kvr égal à 1 % de Kvs.

Ces deux paramètres sont des valeurs limites pour des vannes neuves. Ils dépendent de la technologie et de la précision mécanique de la fabrication. L'absence de ces informations dans les notices peut laisser penser à un manque de qualité de la vanne.

**Note :** Les vannes sont des organes mécaniques de précision : le moteur accouplé doit régler des positions parfois au centième de millimètre ou au dixième de degré d'angle près. C'est dans la partie basse des courbes caractéristiques que les défauts causés par les tolérances mécaniques - inévitables à ces très petites dimensions - se manifestent. Ils peuvent dégrader les qualités des régulations. Ces défauts viennent donc des tolérances mécaniques pour la fabrication des vannes neuves puis, ensuite, de l'usure des pièces en frottement.

Figure 6

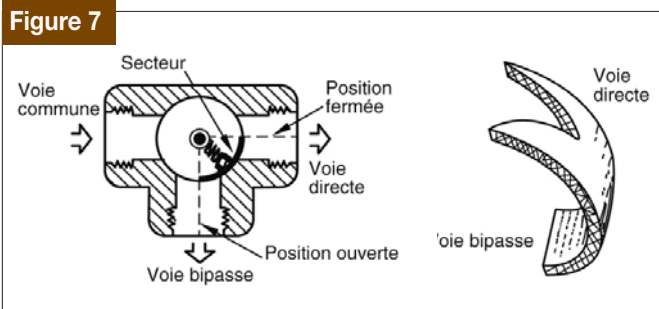


Les vannes à trois voies à soupape, comme les vannes à boisseau, sont équipées d'un joint d'étanchéité.

(Suite page 56)



Figure 7



Les vannes à trois voies à secteur présentent une fuite à la fermeture. La valeur de  $Kv0$  dépend du sens de la pression exercée sur le secteur : sens de circulation convergent ou divergent comme sur cette figure.

### Les effets néfastes de la fuite des vannes

Un défaut d'étanchéité a pour conséquence de voir l'échangeur continuer à émettre une puissance. Même pour une fuite qui peut apparaître faible, comme 1 % ou même 0,1 %, une quantité d'énergie thermique conséquente peut être gaspillée au long des saisons. Ce phénomène est quantifié dans les chapitres suivants.

### Les effets néfastes des $Kv$ mal maîtrisés auprès de la fermeture

Pour les positions inférieures à  $Kvr$ , la courbe caractéristique n'est plus maîtrisée, elle s'apparente à une discontinuité, l'évolution du  $Kv$  ne correspond pas à la courbe caractéristique qui désigne la vanne «égal pourcentage».

Il faut donc s'attendre à des imprécisions de la régulation et/ou à un fonctionnement oscillant entre «peu ou rien» ou «peu ou pas grand-chose» à cause de la fuite  $Kv0$ .

Les  $Kv0$  et  $Kvr$  sont donc des paramètres importants. La précision des régulations des puissances thermiques en dépend, surtout aux très bas régimes, là où les installations économes en énergie sont appelées fréquemment à travailler. La nécessaire efficacité énergétique en dépend.

## 3. Les puissances qui résultent des effets de $Kv0$ et $Kvr$

Comme le montrent les figures 4b et 5b, les effets hydrauliques (par l'autorité de la vanne) et les effets d'échanges thermiques (par l'efficacité de l'échangeur) sont très sensibles aux faibles ouvertures.

### L'hydraulique

Le débit  $q$  dépend de la valeur du  $Kv$  par la relation :

$$q = 1 / (1 - a + a / Kv^2)^{0,5} \quad (1)$$

où  $a$  est l'autorité,  $q$ ,  $Kv$  et  $P$  sont les valeurs relatives du débit, du  $Kv$  et de la puissance, toutes ces grandeurs étant comprises entre 0 et 1 ou 100 %.

Les figures 4a et 4b appliquent cette formule. Pour les très faibles valeurs de  $Kv$ , cette relation se simplifie :

$$q \approx Kv/a^{0,5}$$

### La thermique

Dans le cas d'un réglage par variation de débit au primaire, la puissance  $P$  dépend du débit par cette relation :

$$P = q (1 - (1 - E1)^{1/q}) / E1 \quad (2)$$

Elle utilise la formule d'échange en fonction de l'écart moyen logarithmique.

$E1$  est l'efficacité au primaire de l'échangeur. Les figures 5a et 5b appliquent les formules (1) et (2).

Dans le cas d'un réglage par variation de la température au primaire par mélange, l'efficacité reste constante tout au long de la course de réglage, la relation est alors :

$$P = 1 / (1 + E1((1 / q) - 1)) \quad (3)$$

Pour les très faibles débits, les relations (2) et (3) se simplifient par la même relation :

$$P \approx q / E1 \quad (4)$$

### La combinaison des effets de l'hydraulique et de la thermique

Finalement, pour connaître la puissance qui dépend des valeurs faibles de  $Kv$ , on peut utiliser l'approximation :  $P \approx Kv/(E1 \cdot \sqrt{a})$  (5). Le **tableau 1** applique cette formule pour estimer la puissance qui résulte des faibles ouvertures. Attention, il n'est utilisable que pour les valeurs faibles de  $Kv$  : pas plus de quelques pourcents.

Tableau 1

Réglage de puissance par variation de débit ou de température par mélange	Efficacité $E1 = 0,05$	$E1 = 0,1$	$E1 = 0,2$	$E1 = 0,3$	$E1 = 0,4$
Autorité $a = 0,7$	× 24	× 12	× 6,0	× 4,0	× 3,0
$a = 0,5$	× 28	× 14	× 7,0	× 4,7	× 3,5
$a = 0,3$	× 35	× 17	× 8,7	× 5,8	× 4,3
$a = 0,2$	× 45	× 22	× 11	× 7,5	× 5,6

Exemple : pour une autorité  $a = 0,2$ , une efficacité  $E1 = 0,2$  et un  $Kv/Kvs$  de 1 %, la puissance est aussi élevée que 11 % de la puissance maximale.

L'amplification de l'effet des faibles valeurs du  $Kv$  sur la puissance relative pour quelques valeurs de l'autorité et de l'efficacité. Les valeurs préconisées se trouvent dans l'encadré au fond bleu. Des valeurs supérieures de  $a$  et de  $E1$  sur fond gris ne sont généralement pas pratiquées pour des raisons de coûts mais ne peuvent qu'améliorer les qualités fonctionnelles de la régulation.

Par exemple, pour une vanne qui présente une plage de réglage de 200 ( $Kvs/Kvr = 0,5$  %), placée sur un circuit qui lui confère une autorité de 0,3 pour régler la puissance d'un échangeur d'une efficacité de 0,1 (valeur qui correspond à un débit nominal surdimensionné mais pourtant souvent réel), la puissance relative  $P/Pmax$  est de  $0,5 \times 17$  % = 8,5 %. Ainsi, durant toutes les périodes où la puissance doit être inférieure à 8,5 % de la puissance maximale (de longues périodes pour des installations conduites de façon économe), la régulation sera peu performante. Il est même probable que la régulation pompera durant ces périodes, ce qui aggravera les phénomènes d'usure, augmentant la fuite et le  $Kvr$ .

Si cette vanne présente une fuite de 0,1 %, la puissance résiduelle pour la vanne fermée restera de 1,7 % de la puissance maximale. Cette puissance sera inutilement émise durant toutes les périodes où la vanne sera fermée.

Si cette vanne règle la batterie de chauffage d'une centrale de traitement d'air, alors la batterie de refroidissement sera sollicitée pour compenser cette émission. C'est donc le double de la puissance thermique qui sera perdue.

Cet exemple montre l'importance sur les consommations des caractéristiques de la vanne :

- Un débit de fuite nul.
- Une faible valeur de  $Kvr$ , c'est-à-dire une plage de réglage élevée.

## 4. Maintenir les performances des vannes

Que se passe-t-il en cours de la vie des vannes sur les installations ? La situation ne peut pas s'améliorer :

**La fuite Kv0** d'une vanne augmente avec l'usure par frottement. Elle est d'autant plus importante que les mouvements sont fréquents, surtout si l'eau transporte des particules solides qui peuvent se loger entre le siège et l'obturateur.

**Le Kv minimum de réglage Kvr** augmente lui aussi avec l'usure, pour les mêmes raisons. Le saut de débit dans les premières positions est provoqué par un profil donné à l'organe en mouvement, ce profil s'érode.

Pour limiter les usures qui dégradent les qualités de fonctionnement des vannes, il faut surveiller pour éventuellement remédier.

#### Filter l'eau

Les vannes, souvent placées auprès de la fermeture pour des raisons d'économies d'énergie, présentent de très faibles dimensions au passage de l'eau : elles retiennent les particules en suspension. Elles font donc office de filtre s'il n'en existe pas ou si celui en place présente des dimensions des mailles plus élevées que celles de l'espace de passage dans la vanne proche de la fermeture.

Ces particules peuvent créer des criques ou fissures sur le joint d'étanchéité de la fermeture. Pour les vannes sans joint plastique en contact avec l'eau, comme les vannes qui obturent par des portées métal-métal, ces particules peuvent endommager les surfaces et donc dégrader l'étanchéité et la plage de réglage.

Il faut donc placer des filtres sur les circuits, en amont, au plus proche des vannes à protéger.

Pour protéger les circuits, il faut rincer les installations neuves, et vérifier que les filtres restent propres après nettoyage. Après cette opération, il faut s'assurer que les filtres ne constituent pas une perte de charge qui peut être inutilement coûteuse en énergie de circulation.

Pour surveiller la rétention des filtres et l'éventuel embouage, une mesure périodique des débits aux conditions nominales, vannes ouvertes, constitue un bon indicateur.

**Note** : L'effet des particules solides dans l'eau sur l'étanchéité d'une vanne dépend beaucoup de sa technologie. Les fournisseurs peuvent donner plus de détails pour assurer ces protections.

#### Surveiller le pompage des boucles de régulation

Une oscillation entretenue de la boucle provoque les mouvements ininterrompus de va-et-vient des vannes. Le phénomène du pompage est la cause la plus fréquente de leur usure.

Ce phénomène néfaste peut résulter d'une boucle de régulation mal dimensionnée : un échangeur surpuissant vis-à-vis de la charge nominale (surtout aux faibles charges), un débit d'eau trop élevé, un régulateur électronique mal choisi (le choix du régulateur doit dépendre en premier lieu de la vanne qu'il actionne), ou un régulateur mal réglé.

Ce phénomène est redouté sur les installations de climatisation qui présentent des temps de réponse courts ; il est alors identifiable car il provoque de réels inconforts.

Mais il existe aussi des cas où ces mouvements continus de la vanne ne se détectent pas aisément, comme des cas de régulations de température d'eau en tête de distributions, l'inertie thermique de la distribution ne créant pas toujours un inconfort ressenti.

Il faut donc surveiller l'absence de pompage. Ce phénomène s'observe par les oscillations de la position de la vanne. Elles sont relativement rapides – de quelques dizaines de secondes – pour les boucles de régulation qui présentent une faible inertie, comme les échangeurs eau-air des CTA. Elles peuvent être bien plus lentes pour la régulation des systèmes qui présentent des plus grandes inerties, comme des boucles de régulation des températures ambiantes.

Ce phénomène est difficile à observer visuellement - il peut réclamer une grande patience. Il convient plus sûrement d'enregistrer la température régulée avec un pas de temps réduit, par exemple de quelques secondes. Il existe aussi des vannes équipées d'un moteur qui détecte le phénomène de pompage et adapte son comportement pour supprimer l'oscillation.

#### Surveiller les fuites

Si le circulateur n'est pas mis à l'arrêt au moment des fermetures de la vanne et si la technologie ou l'âge de la vanne laisse redouter des fuites, il est possible de les détecter en mesurant l'évolution de la température en un point, au départ du tronçon dont le débit doit être interrompu. Sa température doit rejoindre celle de l'ambiance après l'atténuation des effets d'inertie de la canalisation. Un enregistrement est utile, mais une évaluation manuelle de la température de la canalisation peut souvent suffire.

#### Vannes fermées, arrêter le circulateur

Si cela est possible, il est toujours économique de mettre à l'arrêt les circulateurs aux moments où les vannes sont fermées. Cela permet d'annuler les pertes thermiques par les fuites éventuelles et, dans tous les cas, de réduire la consommation des circulateurs.

## 5. Concevoir les circuits hydroniques : quelques recommandations

#### Des circuits équipés de vannes à deux voies

La nécessité de réduire la consommation des circulateurs et les bénéfices des circulateurs à vitesse variable (nous devrions dire : à pression différentielle régulée en fonction du débit) conduisent à préférer les réseaux à débit variable, donc équipés systématiquement de vannes à deux voies.

De plus, en excluant les vannes à trois voies des circuits, la température de retour des distributions est la plus faible en chauffage, la plus élevée en refroidissement, ce qui a pour effet de favoriser le rendement des générateurs de chauffage ou de refroidissement.

Il faut cependant constater que les conséquences de Kv0 et de Kvr sont plus sensibles avec des vannes à deux voies qu'avec des vannes à trois voies. La pression différentielle appliquée sur une vanne à trois voies reste approximativement constante pour toute sa course. Par contre, cette pression s'élève sur une vanne à deux voies qui se ferme : les débits du Kv0 et du Kvr sur le débit réglé sont de fait plus élevés.

Le choix des vannes à deux voies plutôt que des vannes à trois voies doit donc être accompagné de plus d'attentions sur les qualités des vannes : caractéristiques de Kv à égal pourcentage, autorité suffisante, Kvr très réduit, Kv0 négligeable ou mieux : vanne étanche.

#### Les circuits de réglage à privilégier

À la conception, il est préférable de privilégier les circuits hydroniques qui permettent d'interrompre les débits par arrêt du circulateur en même temps que la fermeture des vannes. De plus, comme indiqué ci-dessus, il est préférable de choisir des réglages au moyen de vannes à 2 voies.

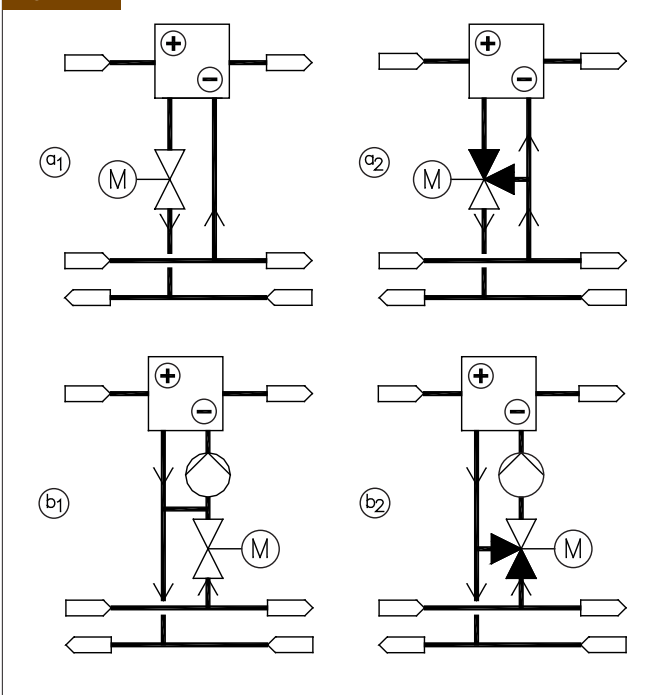
La **figure 8** présente les quatre circuits qui peuvent être choisis pour régler la puissance d'une batterie de chauffage ou de refroidissement d'air en conduit.

Les indications suivantes permettent de guider ce choix :

- Pour les batteries froides en déshumidification, un réglage par variation de débit (a1 ou a2) est préconisé (préférer a1 avec une vanne à 2 voies).
- Pour tous les autres cas d'application des batteries, la solution de réglage par variation de température au moyen d'un mélange

(b1 ou b2) est préconisée (préférer b1 avec une vanne à 2 voies). Elle conduit à de meilleures performances de la régulation et permet de mettre à l'arrêt le circulateur lorsque la vanne est fermée.

Figure 8



La puissance d'une batterie peut être réglée par variation de son débit (circuits a1 ou a2) ou de sa température au moyen d'un mélange (circuits b1 ou b2). Cette deuxième solution présente beaucoup d'avantages.

**Dimensionner les circulateurs et les vannes, sans surdébits**

Les facteurs du tableau 1 (p. 56) montrent l'importance des bons dimensionnements au cours des études de réalisation en observant ces bonnes règles :

- Une efficacité des échangeurs adaptée. La valeur indicative est de 0,3 (celle qui optimise le coût de l'échangeur et les dépenses pour la circulation), cette efficacité ne devant pas descendre au-dessous de 0,2 dans tous les cas.

- Une autorité de la vanne de 0,5 sans descendre dans tous les cas au-dessous de 0,3.

Ainsi, les cases encadrées dans le tableau indiquent des installations correctement dimensionnées. Les cases au fond grisé sont très acceptables, car une efficacité plus élevée que 0,3 et une autorité supérieure à 0,5 sont des conditions encore plus favorables au bon fonctionnement des régulations et à la réduction des pertes d'énergie par des fuites dans les vannes.

Ce tableau montre aussi que des faibles efficacités sont préjudiciables. Pourtant, beaucoup d'installations fonctionnent avec des efficacités plus faibles à cause des débits bien supérieurs à ceux qui suffisent.

**Sur les installations existantes, il n'est pas rare de voir des débits 5, voire même 10 fois plus élevés que nécessaire. L'efficacité est alors bien plus faible que la valeur recommandée de 0,3.**

En règle générale, les réductions des débits nominaux améliorent l'efficacité énergétique sur plusieurs plans : meilleures performances de la régulation, réduction de l'effet de la fuite et du Kv minimum de réglage. De plus, des réductions des consommations des circulateurs sont au rendez-vous.

Mais il faut que ces réductions des débits ne soient pas faites par n'importe quel moyen. La solution de prédilection consiste à placer des vannes de régulation de plus faible Kvs, plus résistantes au passage de l'eau ; leur autorité y gagne.

*Un exemple de l'effet bénéfique du remplacement d'une vanne par une nouvelle d'un Kvs plus faible :*

- Un débit trop élevé dans un échangeur conduit à une efficacité faible :  $E1 = 0,15$ , la vanne présente une autorité  $a = 0,2$ . Le facteur d'amplification selon le tableau 1 ou la formule (5) est de 15.

- En changeant la vanne de régulation par une vanne de Kvs trois fois plus faible, le débit nominal est réduit de 39 %, l'efficacité devient 0,24, l'autorité de la vanne devient 0,7 et le facteur d'amplification passe de 15 à 4,9. Ce changement réduit la puissance thermique de 8 %.

*De fait, la surpuissance causée par le débit trop élevé était supérieure à cette réduction. De plus, la consommation électrique du circulateur s'en trouve aussi réduite.*

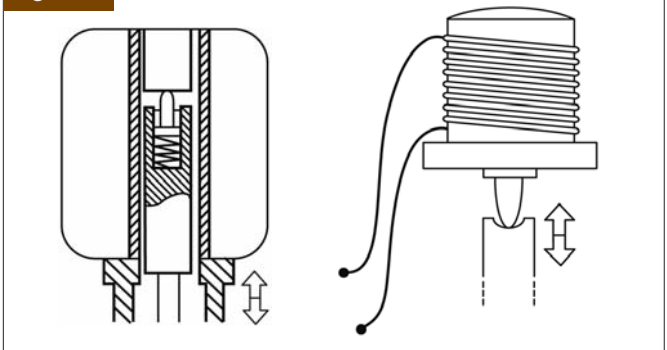
**Le choix des moteurs des vannes pour leur consommation**

Les exigences de réduction de tous les postes consommateurs d'énergie conduisent à considérer aussi la consommation d'électricité des moteurs des vannes.

Il existe plusieurs technologies pour actionner les vannes par un mouvement de rotation ou de translation.

Les moteurs électriques à translation (moteurs thermiques ou à solénoïdes) agissent sur des corps de vanne par un bulbe à dilatation ou par un électroaimant (figure 9). Ils consomment donc continûment une énergie électrique, sauf en position repos.

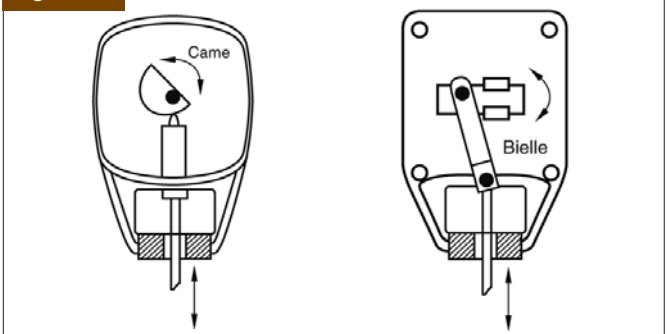
Figure 9



Un moteur à solénoïde ou un moteur thermique agissent directement sur les vannes à soupape par translation.

Les moteurs électromécaniques incorporent un petit moteur à vitesse fixe de quelques watts, ils s'accouplent directement aux corps de vannes à rotation. Pour les vannes à soupape, ils agissent en translation par bielle-manivelle ou crémaillère (figure 10). Ils ne consomment leurs quelques watts qu'aux moments des changements de position. Ils sont donc préférables pour cette raison.

Figure 10



Les moteurs électromécaniques à rotation agissent sur les vannes à soupape par une came ou un accouplement bielle-manivelle. Ils agissent directement sur les vannes à boisseau sphérique ou à secteur.

La consommation des moteurs est un poste qui peut s'avérer important pour des installations qui comportent un grand nombre de terminaux, comme des systèmes de climatisation par ventilos-convecteurs. L'appel simultané de tous les moteurs au moment de la remise en marche matinale peut conduire à dépasser des limites d'alimentation électrique prévues : il faut alors diviser les réseaux électriques et les enclencher en séquence aux moments de l'ouverture simultanée des vannes.

## 6. Le choix des vannes selon leurs caractéristiques aux faibles Kv

### La fuite

Pour spécifier la fuite à la fermeture, il existe plusieurs normes, comme l'EN 12266-1. Les essais consistent à observer la fuite en appliquant, dans le sens normal de circulation, une pression égale à 110 % de la pression différentielle maximale d'utilisation. C'est la pression différentielle maximale pour laquelle toutes les fonctionnalités de la vanne sont préservées, comme le mouvement de l'obturateur par le moteur. Cette pression spécifiée par le fabricant atteint quelques bars, elle dépend de la technologie du corps et du moteur de la vanne.

La classe A s'applique aux produits pour lesquels aucune fuite n'est décelable. C'est généralement le cas pour les vannes à fermeture par joint.

Pour les vannes qui n'en sont pas équipées, comme les vannes à secteur, le fournisseur indique une valeur du Kv de fuite en valeur absolue (en m<sup>3</sup>/h pour 1 bar) ou en valeur relative Kv0/Kvs.

### Le Kvr

La valeur du Kv minimum de réglage est normalement précisée dans les spécifications techniques des vannes, soit sous la forme du rapport Kvr/Kvs, soit comme l'inverse : Kvs/Kvr. Dans ce dernier cas, ce rapport est désigné plage de réglage ou encore rapport de réglage ou dynamique de réglage («rangeability» en anglais). C'est le rapport entre la plus grande et la plus petite fraction de la plage de Kv maîtrisable pour la précision

de la régulation. Exemple : une plage de réglage de 500 correspond à un Kvr égal à 0,2 % de Kvs. Le Kvr est plus élevé pour des vannes de petites dimensions car il dépend des tolérances dimensionnelles de la fabrication.

Le Kvr et l'étanchéité d'une vanne neuve peuvent se dégrader par usure des pièces au long de sa durée de vie ; le joint d'étanchéité peut être endommagé par une eau chargée en particules solides. Nous ne disposons pas d'information sur le nombre de manœuvres susceptible de dégrader le Kvr et la fuite. Les vannes ne sont pas soumises à des essais de vieillissement, comme ceux que mène un fabricant de meubles suédois sur ses fauteuils dont j'ai oublié le nom. L'usure peut dépendre des particules métalliques entraînées par l'eau dont l'effet dépend aussi de la technologie de la vanne.

## 7. Conclusions

Le choix des circuits équipés de vannes à deux voies doit maintenant être privilégié, mais les éventuels défauts de qualité de ces vannes sont plus conséquents que ceux des vannes à trois voies. Il faut donc porter plus d'attention aux qualités des vannes à deux voies, en particulier à leur étanchéité, caractérisée par le débit de fuite Kv0 ou la classe de la fuite selon des normes comme EN 12266-1. Un «Kv minimum de réglage» réduit ou une plage de réglage élevée permettent d'éviter le risque de pompage aux faibles charges.

Le choix des circuits et le bon dimensionnement des systèmes hydroniques sont aussi très importants pour les consommations par les qualités des régulations. Les débits surdimensionnés, fréquents sur les installations anciennes, dégradent les qualités des régulations, l'efficacité des échangeurs se réduit, l'effet d'amplification des défauts des vannes devient très élevé. De trop faibles valeurs d'autorité provoquent le même effet.

*Crédits photos et illustrations :*

*Figure 2 : Siemens. Figure 6 : Belimo, Danfoss, Johnson.*

*Figures 7, 8, 9, 10 : Manuel de la régulation, R. Cyssau et ACR.*