

LES SOLUTIONS POUR LE CHANGE-OVER

Les systèmes Change-Over permettent de basculer automatiquement du mode chaud au mode froid répondant à une demande de plus en plus importante de flexibilité de nos installations de chauffage et climatisation. Ce basculement peut être réalisé soit de façon centrale, soit par zone ou individuellement au niveau de chaque unité terminale.

Par Eric Bernadou, responsable Projets d'IMI Hydronic (Pneumatex, TA, Heimeier)

Sur ce type d'installation, la régulation et l'équilibrage hydraulique s'avèrent plus délicats à réaliser. La conception des installations fonctionnant en Change-Over devra prendre en compte cette contrainte.

Une attention particulière devra être également accordée au maintien de pression de l'installation pour tenir compte du transfert de fluide durant les transitions entre le mode chaud et le mode froid.

Dans cet article, nous aborderons la problématique de la régulation et de l'équilibrage ainsi que du maintien de pression des installations fonctionnant en Change-Over :

- Les divers systèmes de distribution hydraulique en Change-Over
- Le raccordement des bouteilles ou ballons alimentés soit en chaud soit en froid
- La régulation des régimes d'eau différenciés
- La gestion du transfert de fluide au niveau des maintiens de pression
- Les solutions pour la régulation et l'équilibrage des unités terminales

LE CHANGE-OVER CENTRALISÉ

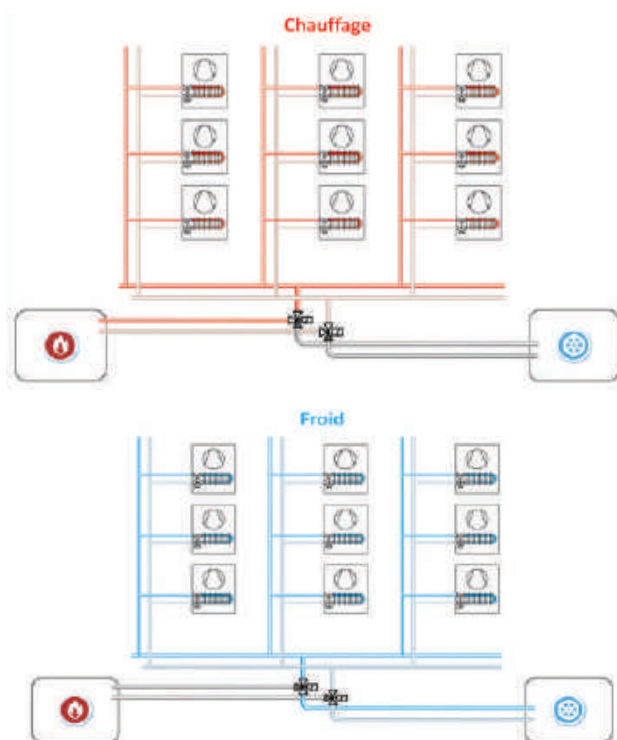


Fig.1 : Basculement centralisé de l'ensemble de l'installation en mode chaud ou froid



Dans un système dit centralisé, le basculement entre le mode chaud et le mode froid est réalisé pour l'ensemble de l'installation au niveau de la production (chaudière, groupe de froid). Ce basculement est généralement assuré par l'intermédiaire d'un jeu de vannes 3 voies (figure 1). Les unités terminales (plafonds froids, ventilo-convecteur) sont équipées d'une seule vanne de régulation et d'une seule vanne d'équilibrage. On pourra également utiliser une vanne multifonction assurant la régulation, l'équilibrage et la gestion de la pression différentielle pour les installations le nécessitant. Cette vanne devra être capable de gérer indifféremment le débit chaud et le débit froid, en garantissant la qualité de l'équilibrage hydraulique et de la régulation de la température des locaux.

LE CHANGE-OVER PAR ZONE

Les systèmes de Change-Over par zone (figure 2) permettent de faire fonctionner une partie du bâtiment en mode chauffage et une autre partie en mode refroidissement. La distribution principale est dite en 4 tubes, 2 pour le chaud et 2 pour le froid. La distribution vers les unités terminales, elle, est réalisée en 2 tubes alimentés alternativement en chaud et en froid. Comme précédemment, les unités terminales sont équipées d'une seule vanne devant gérer l'équilibrage et la régulation des débits chauds et froids.

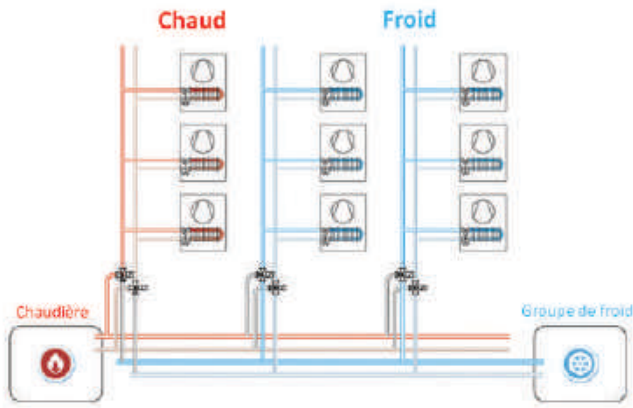


Fig. 2 : Basculement chaud/froid par zone

CHANGE-OVER INDIVIDUEL (SIMPLE BATTERIE)

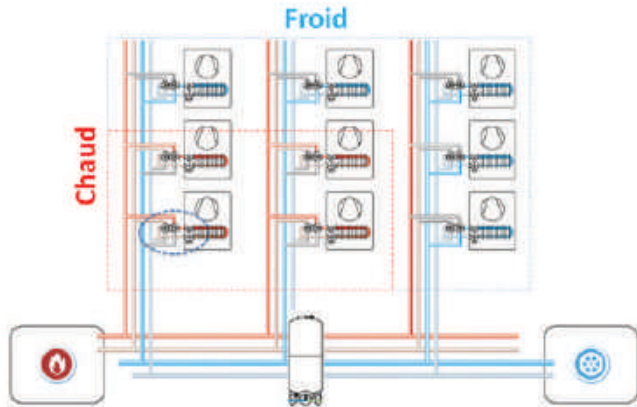


Fig. 3 : Change-Over individuel par simple batterie

Ce système de distribution est aujourd'hui couramment utilisé, il offre l'avantage d'une individualisation du mode chaud et froid pour les utilisateurs tout en n'utilisant qu'une seule batterie (panneau rayonnant, ventilo-convecteur...). La distribution est réalisée en 4 tubes jusqu'aux émetteurs, le basculement chaud/froid est généralement assuré par une vanne 6 voies (figure 3). On se devra d'apporter une attention particulière à la régulation et à l'équilibrage pour chaque mode de fonctionnement.

DÉCOUPLAGE HYDRAULIQUE POUR LES SYSTÈMES CHANGE-OVER CENTRALISÉS

Dans un système centralisé, les bouteilles casse-pression différentielle sont alimentées alternativement en chaud et en froid (figure 4).

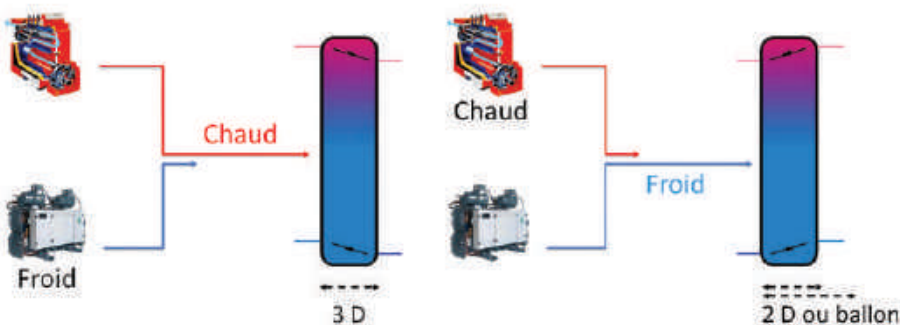


Fig. 4 : Découplage hydraulique alimenté alternativement en chaud et en froid

La règle dite des «3D» est généralement utilisée en chaud, et consiste à dimensionner le bypass à 3 fois le diamètre d'alimentation. Cette règle ne peut être utilisée en froid, car elle conduirait à un risque de bi-circulation dans la bouteille, avec pour conséquence une dégradation de la température de départ.

Dans l'exemple de la figure 5, la température de départ est de 10,3 °C au lieu de 7 °C comme cela devrait être le cas. La puissance fournie par les groupes de froid ne peut être transmise dans l'installation.

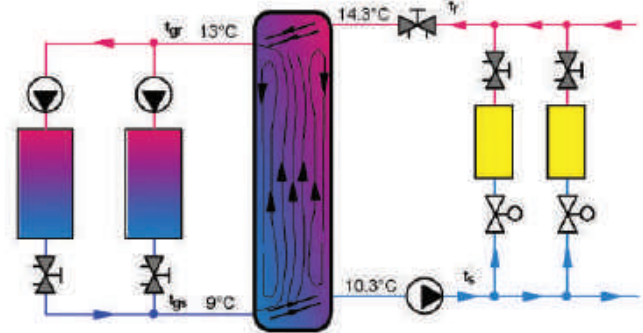


Fig. 5 : Circulation «parasite» dans la bouteille (ballon) casse-pression

Une solution consiste à réaliser un raccordement en 3 piquages sur la bouteille ou le ballon assurant le découplage hydraulique entre le primaire et le secondaire.

Dans la figure 6, le tuyau de retour de l'installation est raccordé directement sur le retour vers les groupes de froid. Le tronçon de tuyauterie entre ce raccordement et le piquage sur le bypass est du même diamètre que le tuyau principal (D) permettant d'annuler la circulation parasite. Dans ce montage, il n'y a que 3 piquages sur la bouteille au lieu des 4 généralement utilisés.

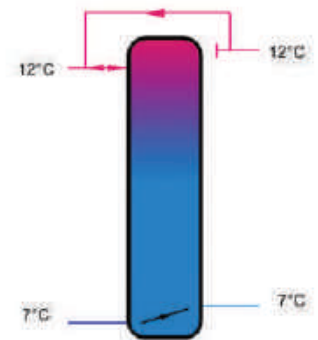


Fig. 6 : Raccordement 3 piquages de la bouteille ou ballon casse-pression différentielle

RÉGIME D'EAU DIFFÉRENCIÉ (PLAFOND FROID, CENTRALE DE TRAITEMENT D'AIR, VENTIL-CONVECTEURS)

Dans les systèmes Change-Over sur plafond froid, la température d'alimentation est différenciée de celle utilisée pour les centrales de traitement d'air ou les ventilo-convecteurs. Pour éviter la condensation de l'humidité de l'air sur les panneaux froids, la température d'alimentation est régulée pour ne pas descendre en dessous de 15 °C, voire au-dessus en fonction des conditions hygrométriques du lieu considéré.

(Suite au dos)

CONCEPTION HYDRAULIQUE DE LA BOUCLE À EAU CHAUDE

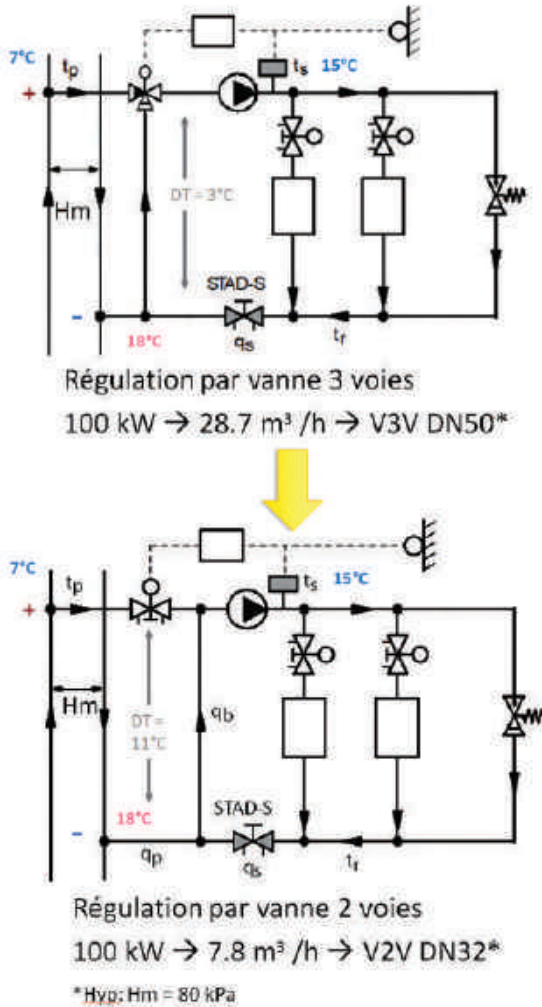


Fig. 7 : Régulation de la température d'alimentation des plafonds froids

Bien souvent, la régulation de température est réalisée par une vanne 3 voies (schéma de gauche de la figure 7) mélangeant l'eau de retour à 18 °C avec de l'eau de départ à 7 °C pour obtenir une température minimale de 15 °C. Cela implique que la vanne 3 voies travaille en permanence sur une faible ouverture d'environ 30 % de sa course totale. De plus, la pression primaire délivrée par la pompe afin d'alimenter les autres circuits (CTA, ventilo-convecteur) s'applique sur la vanne 3 voies en opposition de la pression fournie par la pompe secondaire. Pour la pompe primaire, la vanne 3 voies est diviseuse et non mélangeuse, affectant son fonctionnement.

Une évolution avantageuse consiste à utiliser une vanne 2 voies à la place de la vanne 3 voies. La vanne 2 voies injecte le débit d'eau à température primaire (7 °C) nécessaire pour obtenir la température de 15 °C sur le secondaire par remélange avec la température de retour (18 °C) par l'intermédiaire du bypass.

Cette vanne 2 voies sera dimensionnée pour la puissance nécessaire pour les plafonds froids et pour un DT de 18-7, soit 11 °C. Par comparaison, la vanne 3 voies est dimensionnée pour un DT de 18-15 (3 °C) donc pour un débit 3 fois plus important que pour la vanne 2 voies. Dans ce montage, la vanne 2 voies a un diamètre 2 à 3 fois plus petit que la vanne 3 voies.

On obtient finalement un meilleur fonctionnement de la

vanne de régulation, travaillant sur 100 % de sa course, pour un coût d'achat moindre.

MAINTIEN DE PRESSION DES SYSTÈMES CHANGE-OVER

Dans les systèmes Change-Over individualisés, le volume d'eau des panneaux des plafonds froids ou des ventilo-convecteurs est en permanence chauffé à 45 °C et refroidi à 15 °C (figure 8). Chaque variation de température provoque une dilatation ou une contraction du fluide. Le vase d'expansion du maintien de pression du réseau froid se vide progressivement pour compenser la rétraction du fluide, tandis que la dilatation est absorbée par le vase du maintien de pression du réseau chaud. Dans ces systèmes, il est impératif de gérer correctement le transfert de fluide entre les 2 maintiens de pression.

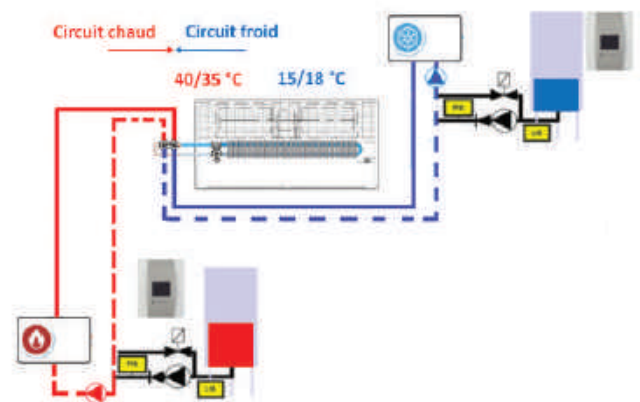
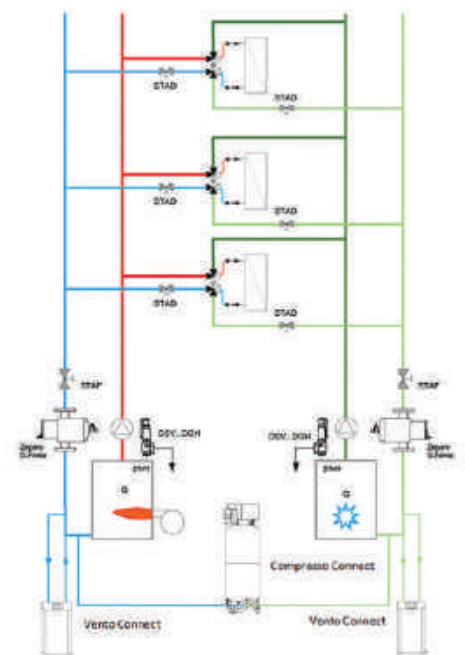


Fig. 8 : Transfert de fluide entre les maintiens de pression du circuit froid et du circuit chaud

L'utilisation d'un seul maintien de pression raccordé sur une conduite commune aux réseaux chaud et froid, comme représenté sur la figure 9, met en communication permanente les fluides des 2 circuits sans aucune maîtrise du volume échangé. Si une seule vanne 6 voies de l'installation n'est pas étanche, il y aura un transfert de fluide permanent d'un circuit à l'autre à travers la conduite d'expansion commune, provoquant un coût énergétique important et une maintenance du site compliquée.

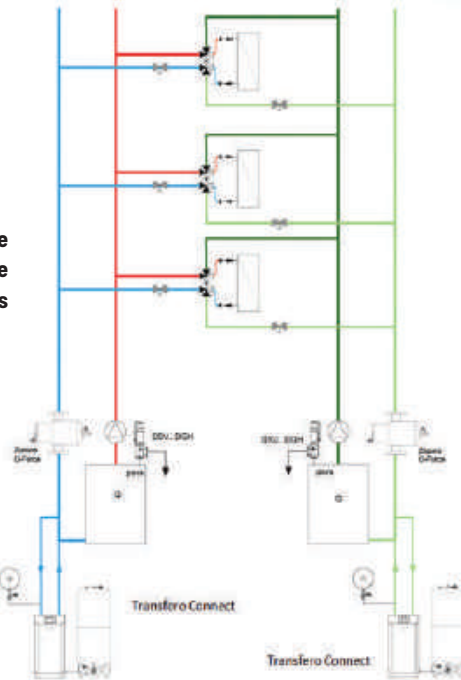
Fig. 9 : Utilisation d'un seul maintien de pression pour le réseau chaud et froid

L'utilisation de deux maintiens de pression séparés comme représentée à la figure 10 demande une véri-



fication quotidienne du niveau de remplissage des vases et une intervention manuelle pour rééquilibrer les volumes d'expansion chaud et froid. Sans cette intervention régulière, le vase du circuit froid se videra et deviendra inopérant, provoquant d'importants désordres de fonctionnement.

Fig. 10 : Utilisation de deux maintiens de pression séparés



Le montage de la figure 11 utilise deux maintiens de pression raccordés par une conduite équipée d'une vanne motorisée. Cette vanne permet de contrôler le transfert du fluide, assurant le rééquilibrage des volumes d'expansion chaud et froid.

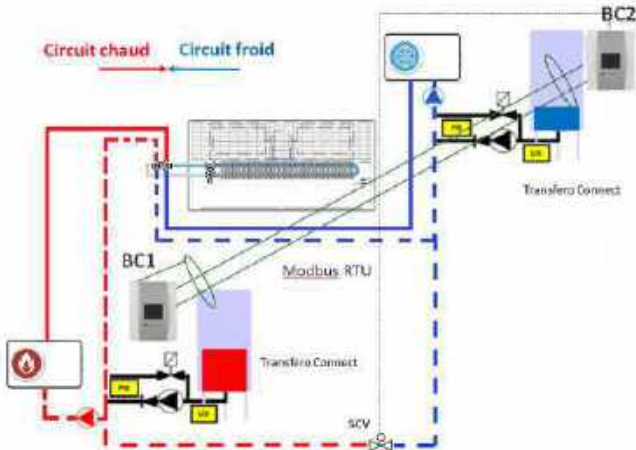


Fig. 11 : Utilisation de deux maintiens de pression et d'une conduite d'équilibrage des volumes

Les deux unités de contrôle (BC1 et BC2) des maintiens de pression communiquent en mode « Maître-Esclave » par l'intermédiaire d'un bus de communication. La vanne SCV de la conduite d'équilibrage s'ouvre automatiquement pour rééquilibrer le volume d'eau des vases des deux maintiens de pression. Le volume transféré entre les deux vases est maîtrisé. Dans le cas éventuel d'un manque d'eau, le système d'appoint automatique se mettra en marche avec une surveil-

lance en temps réel de la quantité d'appoint. Un appoint d'eau excessif, qui serait nuisible à l'installation, déclenchera une alarme.

LA PROBLÉMATIQUE DE L'ÉQUILIBRAGE ET DE LA RÉGULATION POUR LES SYSTÈMES CHANGE-OVER

Dans un système Change-over, les unités terminales doivent délivrer alternativement la puissance froide ou chaude pour lesquelles elles ont été dimensionnées. Par rapport à un système traditionnel, la vanne d'équilibrage manuelle ou automatique (figure 25) devra être capable de régler indifféremment les deux débits correspondant à la puissance chaude ou froide. Ce réglage devra être conservé en dynamique de fonctionnement indépendamment des variations de pression différentielle du réseau générées par la fermeture ou l'ouverture des vannes de régulation de toute l'installation.

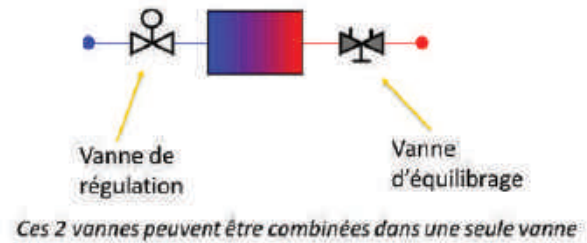


Fig. 12 : Vanne de régulation et vanne d'équilibrage

EQUILIBRAGE ET RÉGULATION DES SYSTÈMES CHANGE-OVER CENTRALISÉS OU PAR ZONE (DISTRIBUTION 2 TUBES)

Dans un système Change-over centralisé ou par zone (figures 1 et 2), toutes ou un ensemble de batteries basculent du mode chaud au mode froid. Si le rapport de débit chaud par rapport au débit froid est identique pour toutes les batteries, on pourra appliquer un équilibrage proportionnel.

Dans l'exemple de la figure 13, le débit de chaque batterie a été ajusté pour la puissance nécessaire en chaud. Le débit total est de 1 000 L/h.

Au basculement en mode froid, le débit total pour cette partie d'installation est de 1 500 L/h. Le débit de chaque batterie augmentera dans la même proportion que l'augmentation du débit total, soit 50 % de débit supplémentaire. L'équilibrage hydraulique est conservé quel que soit le mode de fonctionnement en chaud ou en froid.

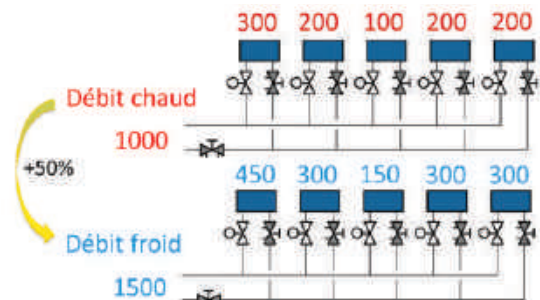


Fig. 13 : La loi de proportionnalité hydraulique

Si le rapport de débit entre le mode chaud et froid n'est pas identique, on ne pourra pas s'appuyer sur la loi de propor-

CONCEPTION HYDRAULIQUE DE LA BOUCLE À EAU CHAUDE

tionnalité hydraulique pour réaliser l'équilibrage de l'installation.

Dans ce cas, seul un équilibrage «digital» par l'intermédiaire du moteur de la vanne de régulation à pression indépendante permettra de garantir le débit chaud ou froid sur chaque batterie de l'installation (figure 14).

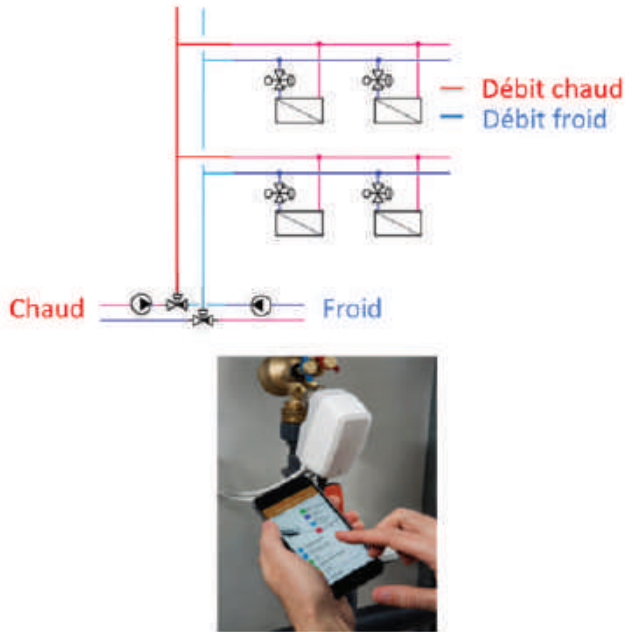


Fig. 14 : Programmation du débit chaud et du débit froid sur le moteur de la vanne à pression indépendante

L'information de basculement du chaud au froid est réalisée par une entrée binaire (contact sec) sur le moteur (figure 15).

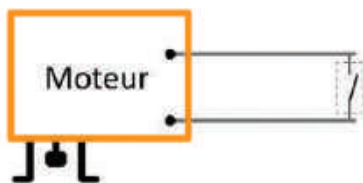


Fig. 15 : Contact « sec » pour le basculement débit chaud/débit froid

La fermeture du contact «sec» peut être générée par le régulateur ou par un thermostat d'inversion de sens d'action (Change-Over) placé en contact sur la tuyauterie d'alimentation (figure 16).



Fig. 16 : Thermostat d'inversion de sens d'action (Change-Over)

Si la température du tuyau d'alimentation est inférieure à 15 °C, le contact se ferme et le moteur se positionne sur le débit froid. Si la température est supérieure à 30 °C, le contact s'ouvre et le moteur se positionne sur le débit chaud.

EQUILIBRAGE ET RÉGULATION DES SYSTÈMES CHANGE-OVER INDIVIDUALISÉS (DISTRIBUTION 4 TUBES)

La vanne 6 voies est couramment utilisée pour les systèmes Change-Over individualisés. Elle remplace avantageusement un jeu de 4 vannes 2 voies motorisées qui serait nécessaire pour faire le basculement entre le mode chaud et le mode froid (figure 17).

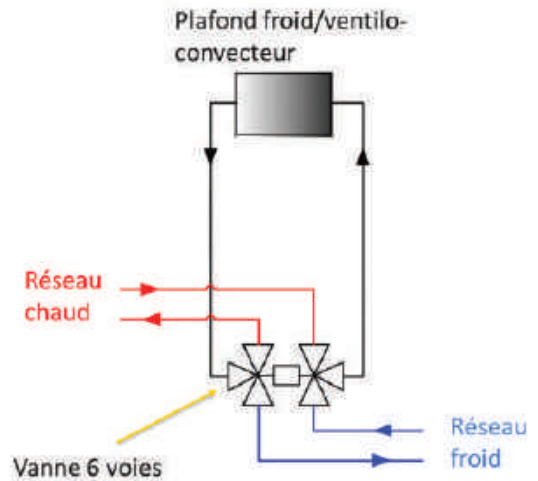


Fig. 17 : Vanne 6 voies pour Change-Over individualisé

Une vanne 6 voies est une vanne intégrant deux vannes à boisseau $\frac{1}{4}$ de tour travaillant en séquence (fig. 18).

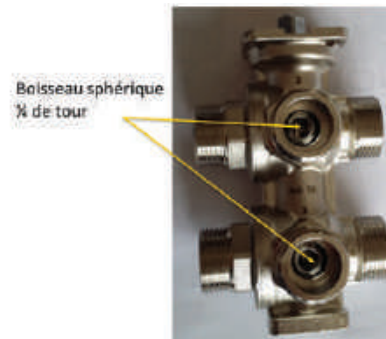


Fig. 18 : Technologie des vannes 6 voies

La vanne 6 voies est équipée d'un moteur rotatif contrôlé par un signal modulant 0-10v ou 2-10v. Une partie du signal est utilisée pour le contrôle du débit chaud, une partie pour le débit froid et entre les deux pour la zone neutre (figure 19).

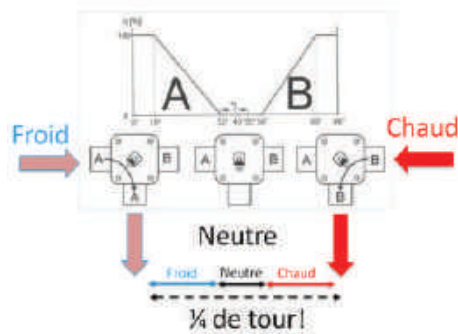


Fig. 19 : Régulation du débit chaud, froid et zone neutre par une vanne 6 voies

Le $\frac{1}{4}$ de tour est divisé en 3 parties, soit $\frac{1}{12}^\circ$ de tour disponible pour la régulation et l'équilibrage du débit chaud ou du débit froid.

La plage de contrôle d'une vanne de régulation 6 voies est très faible. Dans l'exemple ci-dessous, on considère une puissance froide de 900 W pour un régime d'eau de 16 °C à l'entrée du panneau et de 19 °C au retour, soit un DT de 3 °C. Le débit froid est de 258 L/h. Une puissance de

1 100 W en chaud pour un régime d'eau de 33 °C à l'entrée et de 23 °C à la sortie du panneau conduit à un débit chaud de 95 L/h.

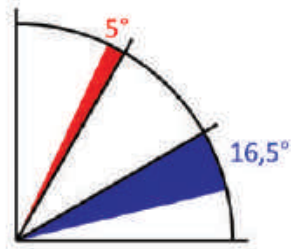


Fig. 20 : Plage de régulation réelle d'une vanne 6 voies

Pour ces débits, l'ouverture de la vanne 6 voies ne sera que de 16,5° en froid et de 5° en chaud (figure 20). Si on prend en compte les variations de pression qui seront engendrées en charge intermédiaire (fermeture de certaines vannes), la course de régulation des vannes 6 voies sera encore plus faible !

Une vanne 6 voies (quelle que soit la marque) ne permet pas d'assurer l'équilibrage hydraulique correct de l'installation et encore moins d'assurer une régulation du débit chaud et froid.

Pour répondre à cette problématique, quatre solutions s'offrent à nous.

Dans le schéma de la figure 21, les retours chaud et froid de la vanne 6 voies sont équilibrés par une vanne d'équilibrage manuelle de type STAD.

La stabilisation de la pression différentielle est assurée par un régulateur de pression différentielle placé entre l'entrée et le retour d'un ensemble de vannes 6 voies, par exemple à chaque étage de l'installation.

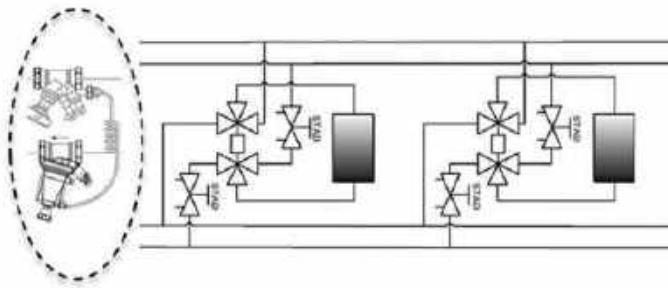


Fig. 21 : Équilibrage statique des retours chaud et froid de la vanne 6 voies et régulateur de Dp

L'équilibrage du débit chaud et froid peut être réalisé par des vannes à pression indépendante (figure 22). Dans ce cas, l'équilibrage hydraulique est simplifié et il n'est pas nécessaire d'installer un régulateur de pression différentielle entre l'entrée et la sortie du réseau.

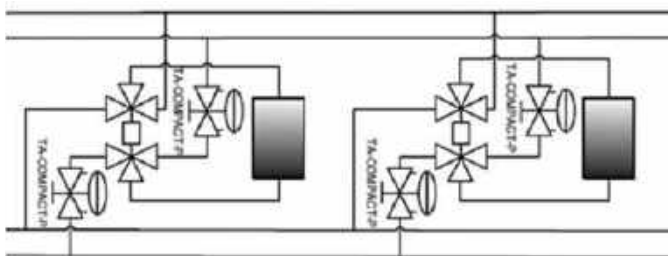


Fig. 22 : Équilibrage dynamique des retours chaud et froid de la vanne 6 voies

Une autre solution consiste à installer un débitmètre ultrason permettant de mesurer le débit à la sortie de la vanne 6 voies vers les panneaux de plafond froid (figure 23). L'équilibrage hydraulique est réalisé par la limitation de l'ouverture de la vanne 6 voies qui devra également compenser les variations de pression différentielle en dynamique de fonctionnement, affectant la qualité de la régulation (figure 20). Pour améliorer le fonctionnement, un régulateur de Dp (pression différentielle) devra être installé sur chaque branche du réseau.

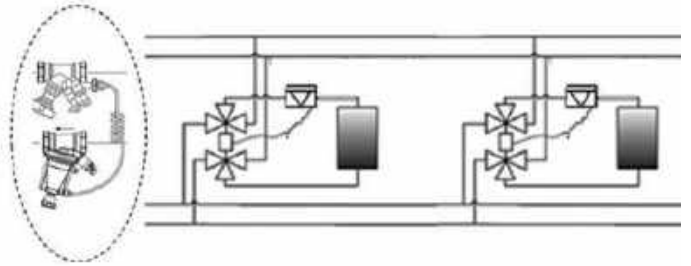


Fig. 23 : Mesure du débit par débitmètre ultrason

La quatrième solution (figure 24) consiste à utiliser une vanne de régulation à pression indépendante pour réaliser à la fois l'équilibrage du débit chaud et froid, ainsi qu'une réelle régulation du débit.

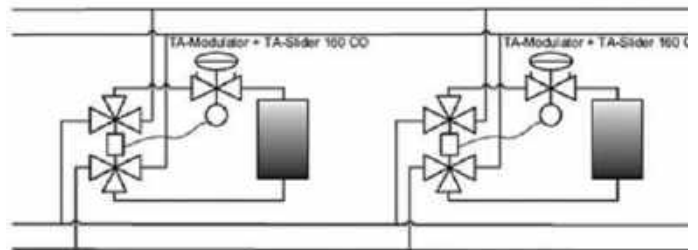


Fig. 24 : Régulation et équilibrage par une vanne à pression indépendante

Dans ce montage, la vanne 6 voies est uniquement utilisée pour faire le basculement vers le réseau chaud ou vers le réseau froid. Le moteur de la vanne de régulation modulante indépendante de la pression est raccordé électriquement au moteur de la vanne 6 voies (figure 25).

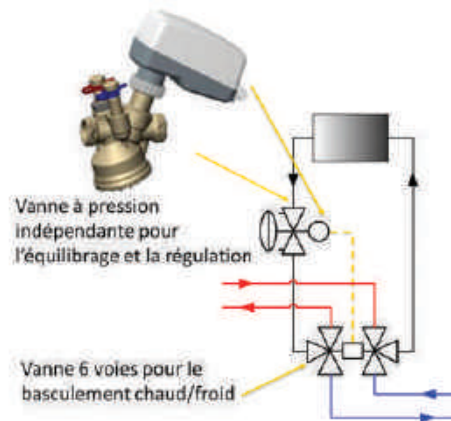


Fig. 25 : Pilotage de la vanne 6 voies par le moteur de la vanne à pression indépendante

Le paramétrage du moteur «pilote» est réalisé de façon digitale par l'intermédiaire d'un smartphone. Dans l'exemple de la figure 26, le débit chaud est paramétré à 95 L/h et le débit froid à 258 L/h. En fonction du signal 0-10v provenant du régulateur, le moteur assurera la régulation modulante du débit tout en garantissant les débits d'équilibrage chaud et froid. Entre 4,5 et 5,5 volts, l'enclenchement d'un relais permet de basculer la vanne 6 voies vers le réseau chaud ou le réseau froid.

Avec ce montage, la mise en service, incluant l'équilibrage hydraulique, est grandement facilitée.

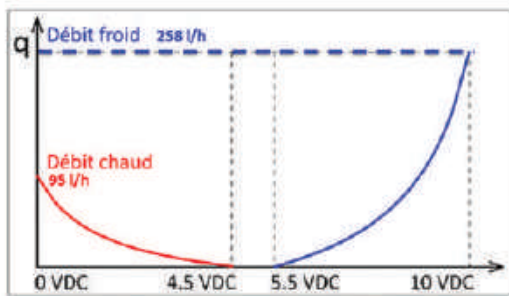


Fig. 26 : Paramétrage du moteur pilote

Le câblage électrique est également simplifié, car seul le moteur «pilote» (TA-Slider) est alimenté et raccordé au régulateur. La connexion entre les 2 moteurs se fait par un connecteur rapide (figure 27).

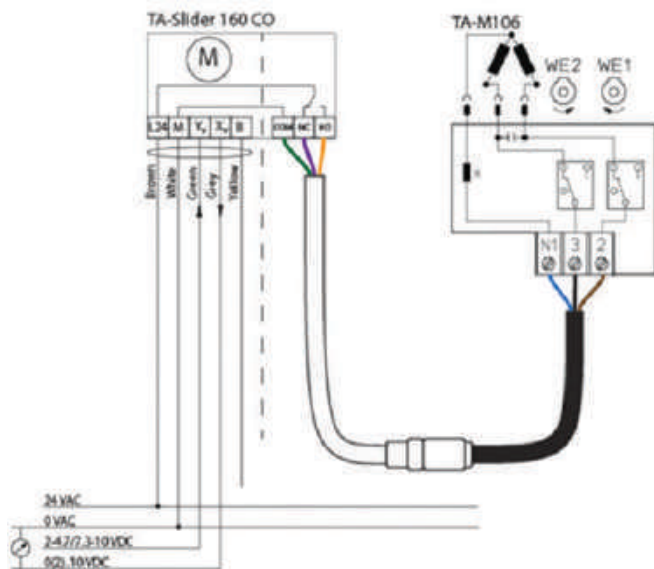


Fig. 27 : Câblage électrique simplifié

CONCLUSION

Les systèmes Change-Over demandent certains points d'attention pour garantir un fonctionnement optimal.

Les bipasses ou ballons casse-pression différentielle devront être conçus et raccordés pour un fonctionnement soit en mode chaud, soit en mode froid, sans dégradation de la température de départ vers l'installation.

La régulation du régime d'eau différencié pour les circuits de plafonds froids sera réalisée avantagusement par une

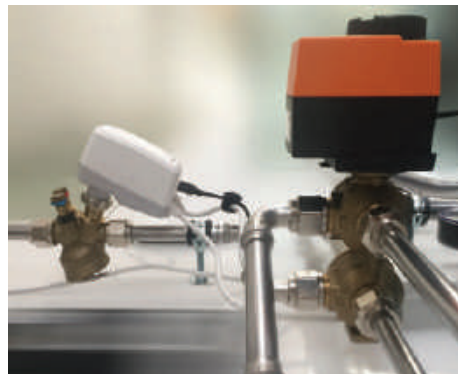
vanne 2 voies en injection à la place d'une vanne 3 voies. Le système de maintien de pression fera l'objet d'une attention particulière pour gérer correctement le transfert de fluide du vase froid vers le vase chaud.

Enfin, la vanne 6 voies ne sera utilisée que pour le basculement entre le mode chaud et le mode froid. Elle ne pourra pas assurer la fonction d'équilibrage et de régulation. La régulation et l'équilibrage hydraulique seront idéalement assurés par une vanne à pression indépendante.

Le concepteur devra prendre en compte la facilité d'installation, du câblage électrique et de la mise en service (réglages des débits chaud et froid) dans le choix de la technologie équipant les panneaux de plafond froid. ●

SOLUTIONS VANNE 6 VOIES ET SERVOMOTEUR IMI TA

Les vannes 6 voies sont utilisées dans les systèmes combinés de chauffage et de refroidissement à quatre tubes pour permettre le basculement entre le réseau chaud et le réseau froid. La solution TA 6 Voies + servomoteur TA-Slider de IMI TA remplace quatre vannes et les servomoteurs conventionnels, et permet donc un gain de place et une réduction du temps de mise en service. Elle est entièrement paramétrable par smartphone. Les atouts : régulation stable et précise de la température ambiante, efficacité énergétique, installation et configuration simplifiées. Pour systèmes avec ou sans communication Bus ; disponible en DN 15-20.



REPLAY ET WEBINAIRES À VENIR

- Retrouvez le replay vidéo du webinaire « Les solutions pour le Change-Over » : <https://youtu.be/5Tb5tCeUBNs>

Programme des webinaires 2021 :

- Jeudi 22 avril : La communication digitale au service de l'optimisation hydraulique
- Jeudi 20 mai : Les points clés de l'expansion, de l'air et des boues dans les circuits CVC ; problèmes et solutions
- Jeudi 24 juin : comment bien dimensionner un système d'expansion selon NF EN 12828 ?

S'inscrire aux prochains webinaires :

<https://www.imi-hydronic.com/sites/fr/fr-fr/Savoir-faire-technique/Webinar/Pages/default.aspx>