

LA COMMUNICATION DIGITALE AU SERVICE DE L'OPTIMISATION HYDRAULIQUE

La communication digitale envahit notre quotidien, offrant des services que nous n'aurions pas imaginés il y a quelques années. Dans le domaine du CVC (Chauffage-Ventilation-Climatisation), de nombreuses innovations digitales contribuent à améliorer le contrôle et suivi du confort et des consommations d'énergie.

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

Un réseau de distribution hydraulique est par nature complexe. La possibilité offerte par la communication digitale des paramètres hydrauliques d'une installation de CVC ouvre de nouvelles perspectives, tant pour la qualité et la rapidité de la mise en service que pour l'exploitation optimisée dans le temps.

Avoir la possibilité de mesurer en permanence et de façon précise les débits, les températures et donc la puissance en divers points de l'installation est une gageure. Ces dernières années, les vannes de régulation et les servo-moteurs ont bénéficié de fortes évolutions techniques de mesure et de communication digitale.

Chaque vanne d'une installation devient potentiellement une «centrale» d'acquisition et de communication des paramètres hydrauliques de l'installation en dynamique de fonctionnement.

Pour les groupes de maintien de pression, il en va de même. La communication digitale offre des possibilités de redondance, de gestion optimisée des installations «Change-Over» ou de basculement d'un système à l'autre dans le cas de grandes installations utilisant des multi-chaufferies.

Dans cet article, nous aborderons les évolutions technologiques des vannes de régulation avec leurs avantages ainsi que les nouvelles fonctionnalités des groupes de maintien de pression :

- L'évolution des vannes de régulation ;
- Les nouvelles fonctions de régulation hydraulique offertes par la communication digitale :

- L'équilibrage hydraulique « Digital »
- La régulation en Change-Over
- Les vannes de régulation travaillant en cascade
- Les vannes avec débitmètre ultrason pour la mesure en



continu de la consommation d'énergie

- Les nouvelles fonctionnalités des groupes de maintien de pression.

INTRODUCTION

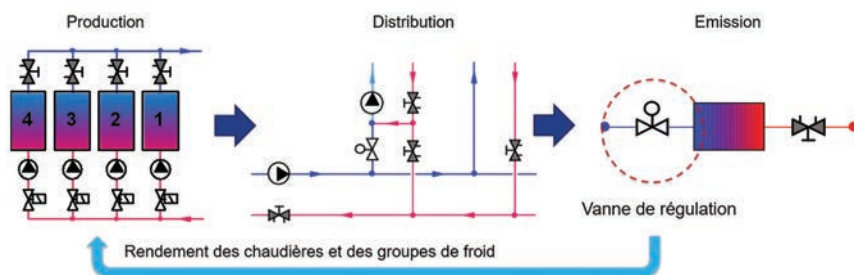


Figure 1 : Influence de la régulation sur le rendement des chaudières et des groupes de froid.

Le comportement des vannes de régulation d'une installation de CVC influence la température de retour et par

conséquent le rendement des chaudières à condensation et encore plus des groupes de froid.

Dans le graphe de la Figure 2, on constate que la température de retour d'une installation de froid est différente entre une régulation modulante en débit constant (vanne 3 voies) et une régulation modulante en débit variable (vanne 2 voies).

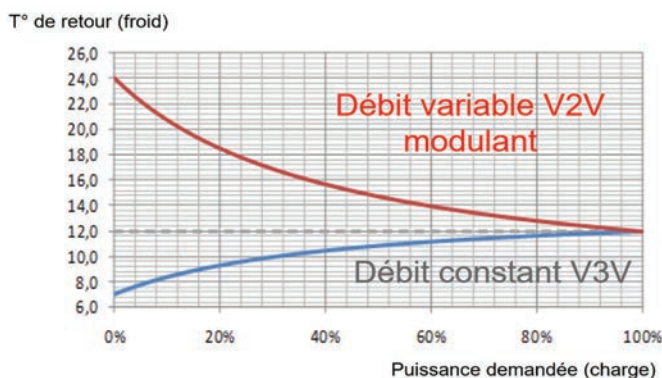


Figure 2 : Température de retour en fonction de la puissance demandée et du type de régulation.

Par exemple, pour une puissance demandée de 50 %, la température de retour est de 11 °C pour une installation régulée en débit constant sur les échangeurs. Elle est de 14,5 °C pour la même installation mais cette fois régulée en débit variable modulant. L'écart sera encore plus important pour une puissance inférieure à 50 % de la puissance nominale.

Le rendement des groupes de froid augmentera de 15 à 20 % grâce à la régulation en débit variable (vanne 2 voies) modulante. En chauffage, le débit variable permet de diminuer la température d'eau de retour de l'installation favorisant grandement le rendement des chaudières à condensation.

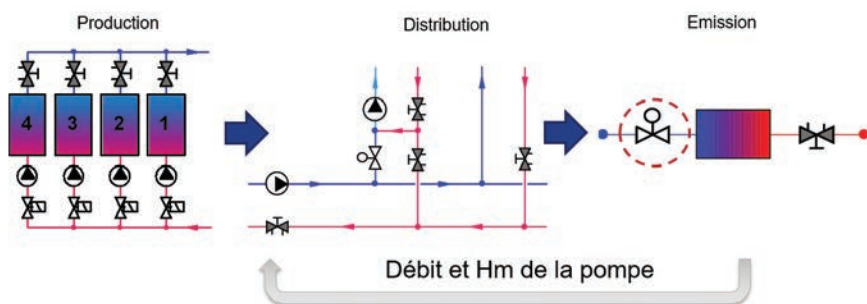


Figure 3 : Influence de la régulation sur la consommation électrique des pompes.

Les vannes de régulation équipant les unités terminales (centrales de traitement d'air, échangeurs, ventilo-convecteur, panneaux rayonnants) influencent également la consommation électrique des pompes (voir Figure 3).

$$\text{Coût de pompage} \approx C_0 + \frac{\text{Hm} \times \text{Débit}}{\text{Rendement}}$$

Figure 4 : Consommation électrique des pompes en fonction de la Hm et du débit.

Une régulation en débit variable modulant permet de limi-

ter en permanence le débit total utilisé dans les installations de CVC. À 50 % de puissance, on n'utilise que 20 % de débit, faisant chuter la consommation électrique annuelle des pompes suivant la formule de la Figure 4.

L'ÉVOLUTION DES VANNES DE RÉGULATION

Les nouveaux objectifs de performance énergétique ont conduit à une évolution technologique très importante des vannes de régulation équipant les divers échangeurs des installations CVC.

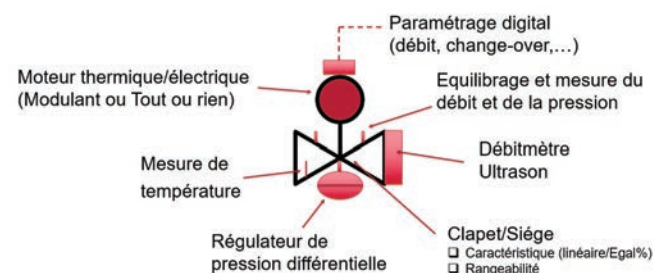


Figure 5 : Nouvelles fonctions intégrées aux vannes de régulation.

Les nouvelles générations de vannes de régulation intègrent des fonctionnalités telles que :

- Régulateurs de pression différentielle intégrés garantissant l'autorité de régulation et la simplification de l'équilibrage hydraulique ;
- Prise de pression pour la mesure des pressions, mais surtout des débits lors de la mise au point de l'installation ou pour le diagnostic hydraulique durant la vie de l'installation
- Clapet siège à caractéristique égal % et à forte rangeabilité garantissant le contrôle des débits même à faible charge ;
- Sonde de température et débitmètre ultrason intégrés permettant la mesure précise en continu de la puissance et donc de la consommation d'énergie du circuit contrôlé ;
- Moteur à programmation digitale permettant par exemple de gérer un double débit pour une même vanne (débit chaud, débit froid) dans le cas d'un fonctionnement en Change-Over.

LES VANNES À PRESSION INDÉPENDANTE ET LE RÉGLAGE «DIGITAL»

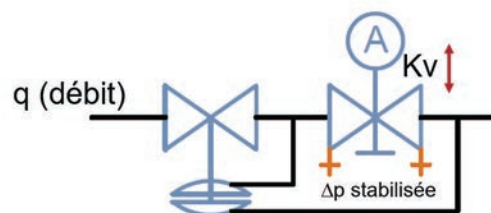


Figure 6 : Principe de fonctionnement d'une vanne indépendante de la pression.

Dans une vanne à pression indépendante, la pression différentielle D_p appliquée à la vanne de régulation est en permanence stabilisée quelle que soit l'ouverture ou la fermeture de la vanne ou les variations de pression du réseau (Figure 6).

Le débit traversant la vanne est fonction de la D_p et du K_v suivant la relation établie en Figure 7.

$$q = K_v \sqrt{\Delta p}$$

Figure 7 : Relation entre le débit et la différence de pression.

La Δp étant stabilisée, le débit ne dépend plus que du K_v , c'est-à-dire de l'ouverture du clapet de la vanne. Le réglage hydraulique de la vanne peut se faire de façon digitale via le moteur comme montré sur la Figure 8.



Figure 8 : Réglage digital du débit via le moteur.

Le réglage digital offre par exemple l'avantage de pouvoir régler deux débits différents sur une même vanne pour un fonctionnement en Change-Over (Figure 9).

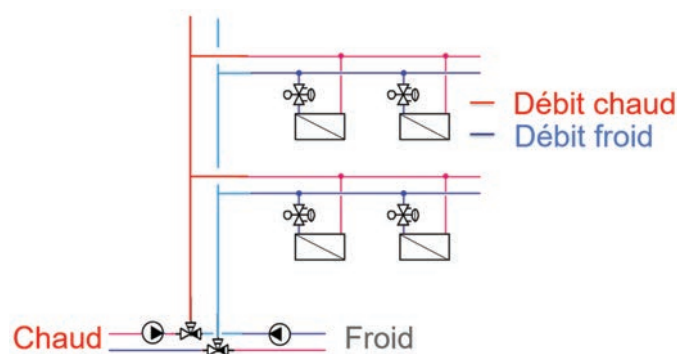


Figure 9 : Installation fonctionnant en Change-Over (chaud-froid).

Le basculement entre les modes chaud et froid est réalisé par l'ouverture ou la fermeture de l'entrée contact sec du moteur (Figure 10).

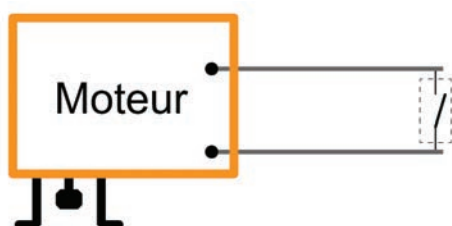


Figure 10 : Entrée contact sec pour le basculement «chaud-froid».

La commande du contact sec peut être réalisée par un thermostat d'inversion en contact avec la tuyauterie (Figure 11). Si la température de la tuyauterie est inférieure à 16 °C, on considère que l'installation est en mode froid et la vanne se positionnera automatiquement sur le débit froid. Si la température est supérieure à 20 °C, on considère que l'installation est en mode chaud et la vanne se positionnera sur le débit chaud automatiquement.

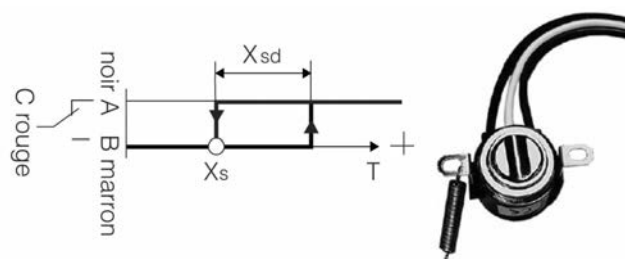


Figure 11 : Thermostat d'inversion de sens d'action.

On le voit ici, la programmation digitale du moteur permet de façon simple d'optimiser le fonctionnement de l'installation pour les deux modes de fonctionnement chaud ou froid.

La programmation digitale permet également d'optimiser le fonctionnement des installations de plafond froid utilisant des vannes 6 voies pour le basculement du mode chaud au mode froid.

La vanne 6 voies est un «jeu» de 2 vannes ¼ de tour à boisseau sphérique. Cette technologie de vanne exclut une régulation progressive du débit et ne permet pas de réaliser l'équilibrage correct des débits chauds et froids impactant la performance énergétique de l'ensemble de l'installation. Pour assurer le bon fonctionnement, la vanne 6 voies est associée à une vanne de régulation à pression indépendante (Figure 12).

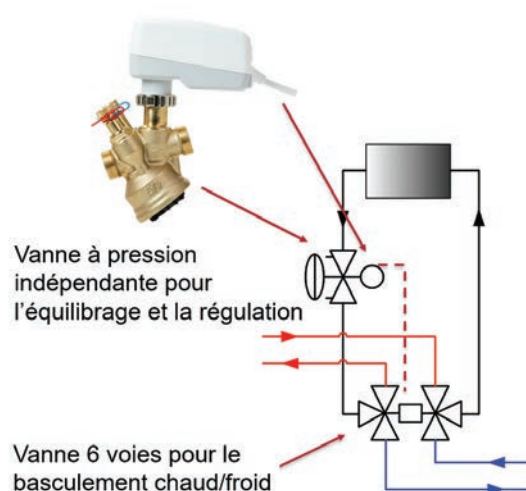


Figure 12 : Vanne 6 voies associée à une vanne à pression indépendante.

Dans ce montage, la régulation et l'équilibrage sont réalisés par la vanne à pression indépendante. La vanne 6 voies assure simplement le basculement entre le mode chaud et froid.

La programmation digitale du servo-moteur de la vanne à pression indépendante (Figure 13) permet de programmer

DOSSIER

GTB ET RÉGULATION

un débit chaud et un débit froid différenciés. Le signal de régulation est adapté automatiquement à la course nominale de la vanne correspondant à ces deux débits.

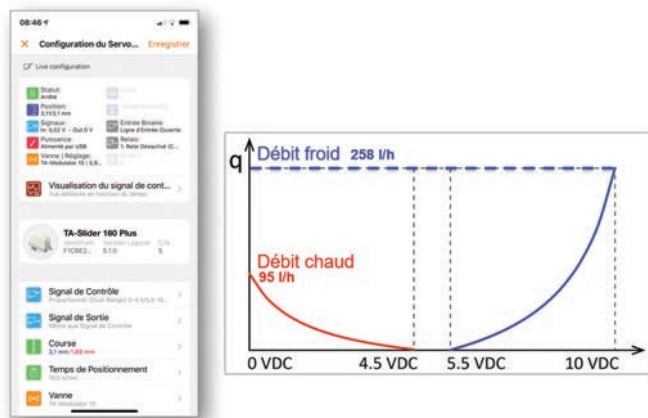


Figure 13 : Programmation digitale du servo-moteur pour un fonctionnement combiné avec une vanne 6 voies.

Le câblage électrique est également simplifié dans ce montage. L'alimentation 24 V et le signal de régulation 0-10 V sont amenés sur le moteur (TA-Slider 160 CO) de la vanne à pression indépendante. La vanne 6 voies est pilotée par l'intermédiaire du moteur TA-Slider, le raccordement électrique est simplement réalisé par un connecteur rapide de type « WAGO », voir Figure 14.

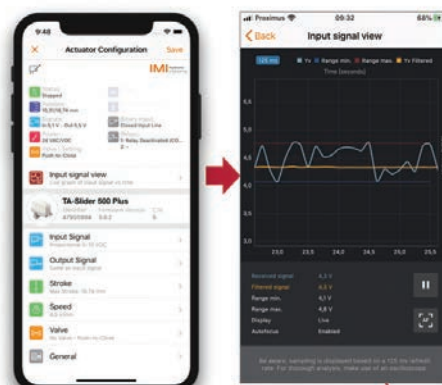


Figure 15 : Diagnostic électrique d'un moteur de vanne de régulation avec un smartphone utilisé en « Picoscope ».

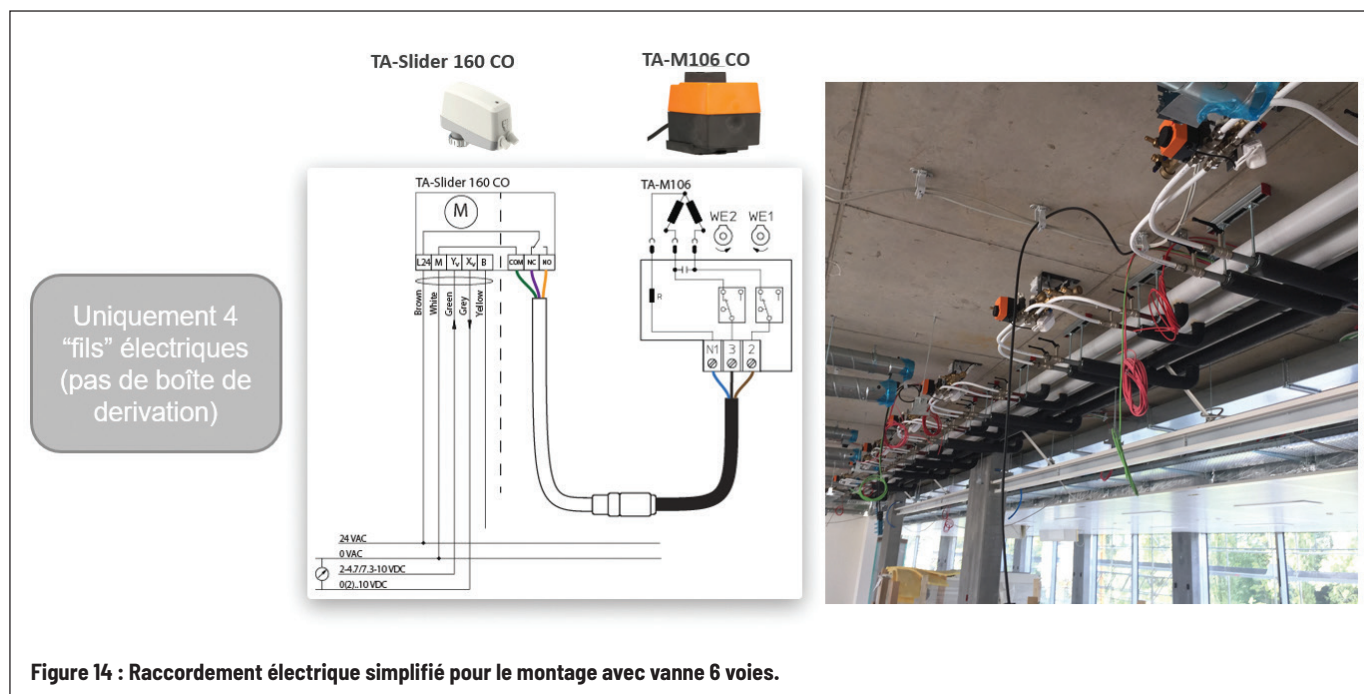


Figure 14 : Raccordement électrique simplifié pour le montage avec vanne 6 voies.

Les nouvelles fonctionnalités digitales amènent également une facilité pour le diagnostic hydraulique et électrique des vannes de régulation. Pour les metteurs au point et les techniciens en charge de la maintenance, ces fonctions sont primordiales. Le smartphone se transforme en multimètre électrique (Picoscope) permettant d'analyser la qualité du signal d'alimentation ou de régulation (Figure 15).

LES VANNES DE RÉGULATION AVEC DÉBITMÈTRE ULTRASON

La maîtrise et la mesure de l'énergie deviennent prépondérantes dans la conception des installations CVC. Les nouvelles technologies de vannes de régulation (Figure 16) équipant les centrales de traitement d'air, les échangeurs ou des zones de régulation sont équipées de sondes « ultrason » pour la mesure précise et en continu du débit.

Un « jeu » de sondes de température appareillées permet de mesurer la différence de température (DT) entre l'entrée et le retour du circuit. Ces mesures permettent de déterminer précisément la consommation d'énergie de chacun des circuits de l'installation.

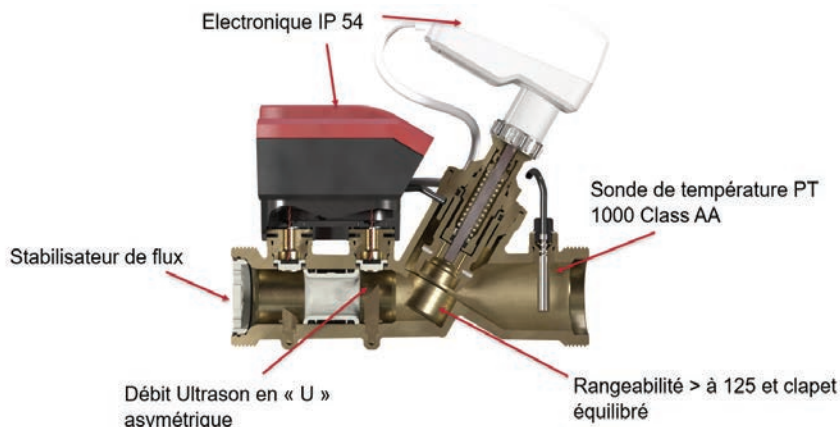


Figure 16 : Vanne de régulation avec débitmètre ultrason intégré.

L'ensemble des données mesurées (débit, différence de température, puissance et consommation énergétique) est mis à disposition des utilisateurs, soit localement via Bluetooth sur un smartphone ou tablette, soit sur le système de GTB via les protocoles de communication BacNet ou Modbus séries ou IP, soit vers une plateforme Cloud sécurisée (Figure 17). L'historique de ces informations est également mémorisé dans l'électronique embarquée de la vanne sur une période de 13 mois.

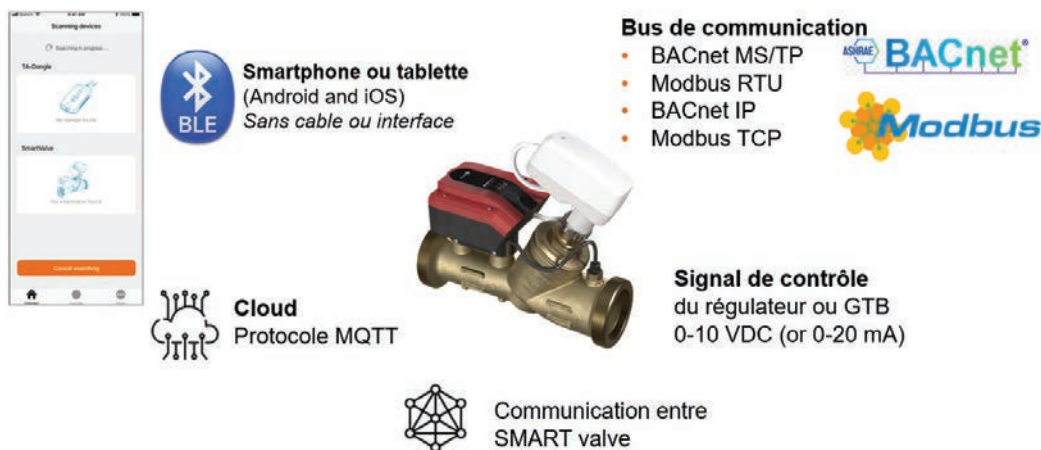


Figure 17 : Communication des données de la vanne TA Smart.

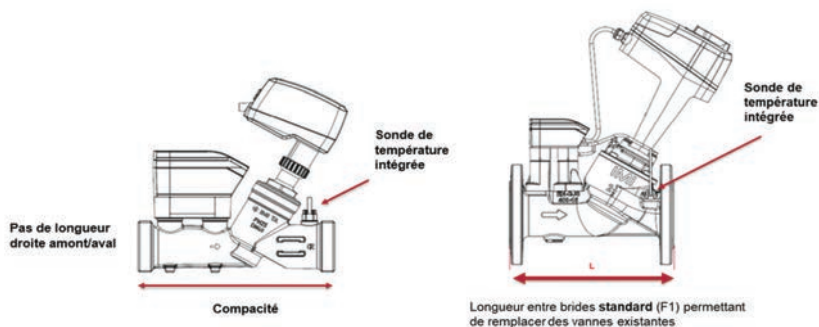


Figure 18 : Débitmètre ultrason intégré dans le corps de la vanne de régulation.

L'intégration du débitmètre ultrason dans le corps de vanne (Figure 18) permet d'optimiser l'encombrement, ce qui facilite l'installation et permet dans le cadre de la rénovation de remplacer facilement les anciennes vannes existantes.

LA COMMUNICATION DIGITALE AU SERVICE DES SYSTÈMES DE MAINTIEN DE PRESSION

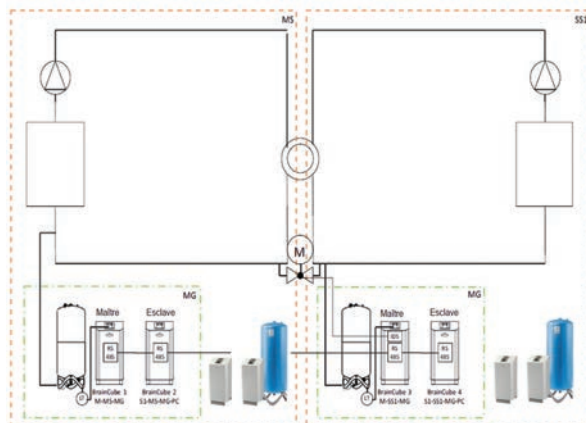


Figure 19 : Système de maintien de pression optimisé pour une installation Change-Over avec vanne 6 voies.

Les systèmes de maintien de pression fermés bénéficient grandement de l'évolution vers la communication digitale. La communication, en Modbus ou Ethernet vers une plateforme Web dédiée, offre de nouvelles fonctionnalités telles que :

- Redondance pour les sites sensibles (data center, industrie...) ;
- Répartition des maintiens de pression pour les sites à très fortes puissances (réseaux de chauffage urbain) ;
- Maîtrise des transferts de fluide pour les systèmes Change-Over utilisant des vannes 6 voies (Figure 19) ;
- Adaptation du maintien de pression pour les réseaux interconnectés.

Dans l'exemple d'un système Change-Over par vannes 6 voies, il y a un transfert de fluide entre le vase froid et le vase chaud, nécessitant un rééquilibrage contrôlé du volume de fluide dans chacun des vases de maintien de pression. Les centrales de commande (Brain Cube) sont en communication via un bus série Modbus RTU permettant le rééquilibrage des volumes automatiquement (Figure 20).

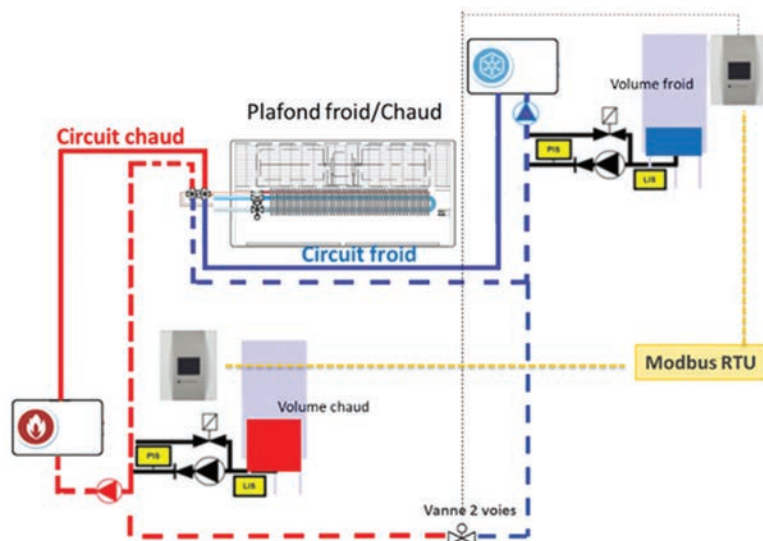


Figure 20 : Communication Modbus RTU entre les centrales de commande des maintiens de pression.

En plus des fonctions avancées décrites ci-dessus, la communication digitale permet de visualiser le bon fonctionnement des maintiens de pression avec des niveaux d'alertes en cas de dysfonctionnement. La pression et le niveau d'eau peuvent être visualisés à tout moment comme sur le graphe, Figure 21.

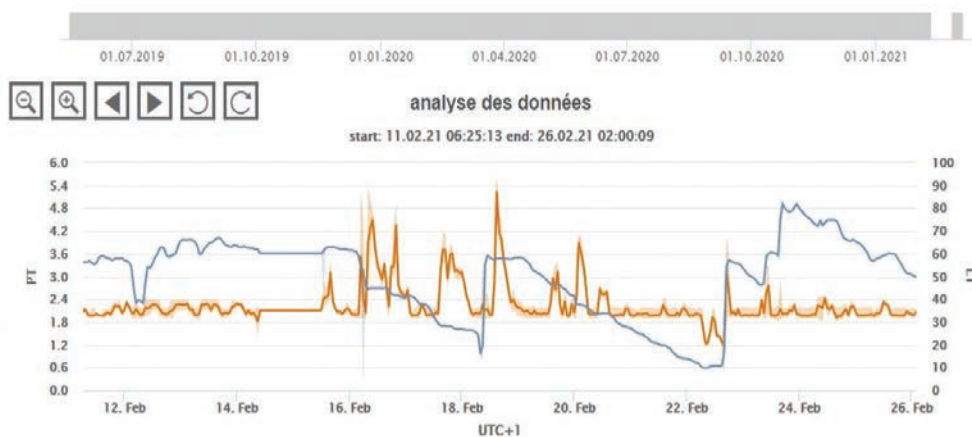


Figure 21 : Analyse de la pression et du niveau d'eau sur une période choisie

CONCLUSION

La communication digitale offre des avantages tant à la mise en service que pour l'optimisation énergétique des systèmes de CVC.

L'équilibrage hydraulique « Digital » permet entre autres de gérer un double débit sur une même vanne (débit chaud/débit froid, petite puissance/grande puissance, débit nominal/débit minimal...). Pour les systèmes Change-Over utilisant des vannes 6 voies, le réglage digital via le moteur de la vanne à pression indépendante permet de simplifier grandement la mise en service, le montage et le câblage électrique, tout en assurant une grande qualité de régulation et d'équilibrage que l'on ne peut pas obtenir avec une vanne 6 voies seule.

Les nouvelles générations de vannes de régulation intégrant un débitmètre ultrason permettent de contrôler et de mesurer la puissance consommée sur chacun des circuits de l'installation.

Enfin, la communication entre les systèmes de maintien de pression permet d'assurer une redondance pour les sites sensibles ou une optimisation de fonctionnement, comme par exemple pour les systèmes Change-Over. De plus, les paramètres principaux de fonctionnement peuvent être suivis à distance avec des seuils d'alertes définis par l'utilisateur.

L'ensemble de ces nouvelles fonctions digitales permet d'améliorer grandement la performance énergétique de nos installations de CVC sans investissement supplémentaire. ●

POUR ALLER PLUS LOIN

Retrouvez cet article sous forme de webinaire en replay vidéo :

#1 - La communication digitale au service de l'optimisation hydraulique

<https://youtu.be/NAP9ls-zuvQ0>

Plus d'informations sur www.imi-hydronic.com

www.librairietechnique.com 01 45 40 30 60



45 € TTC

Hors frais de livraison

| Frais de livraison* | |
|---------------------|--------|
| 1 ouvrage | 5 € |
| 2 ouvrages | 9 € |
| 3 ouvrages | 0,01 € |

* France Métropolitaine uniquement. Autres pays nous consulter.

GÉNIE ÉLECTRIQUE

Circuits et composants, installations électriques, énergie et sécurité, automatismes, régulation et systèmes d'information

Cet ouvrage est une base de données techniques réunissant tous les savoirs utiles dans le domaine du Génie Électrique : formules, tableaux de valeurs, schémas d'installation, abaques, conventions graphiques, unités et symboles, normes, etc. Ces connaissances sont rassemblées et présentées de manière à être rapidement comprises et assimilées efficacement.