



**Génie climatique :**  
Guide d'applications  
Équilibrage des réseaux chauffage, clim et ECS





## **L'ÉQUILIBRAGE PAR DANFOSS**

pages 2 et 3

## **INTRODUCTION**

pages 4 à 7

## **LES APPLICATIONS TERTIAIRES**

Ventilo convecteurs

page 8

Aérothermes

page 9

Ventilo-convecteurs vannes deux voies

page 10

Panneaux rayonnants poutres climatiques

page 11

Centrale de traitement d'air (CTA)

page 12

Groupe de production d'eau glacée

page 13

## **LES APPLICATIONS DANS L'HABITAT**

Radiateurs avec robinets thermostatiques

pages 14 à 17

Radiateurs sur boucle monotube avec robinets thermostatiques

pages 18 et 19

Boucles CIC

page 20

Collecteur de plancher chauffant

page 21

## **LES APPLICATIONS BOUCLAGE ECS**

Lutte contre la légionellose

pages 22 à 23

Efficacité du traitement thermique sur bouclage ECS

page 24

## **LES APPLICATIONS VANNES PRESSOSTATIQUES**

Protection des pompes

page 25

## **LES APPLICATIONS CHAUFFERIE**

Réseau chauffage urbain et eau glacée

page 26

## **LES FOCUS PRODUITS**

Vannes d'équilibrage LENO MSV-BD

page 27

Vanne de régulation AB-QM

pages 28 et 29

Corps réglable RA-N

page 30

Vanne automatique ASV-PV

page 31

Mesureur universel PFM 4000

page 32

Vanne à pression différentielle montée en bippasse AVPA

page 33

## **DESCRIPTIFS TECHNIQUES**

pages 34 et 35

## **EXEMPLES D'APPLICATIONS**

page 36

## Pourquoi l'équilibrage ?

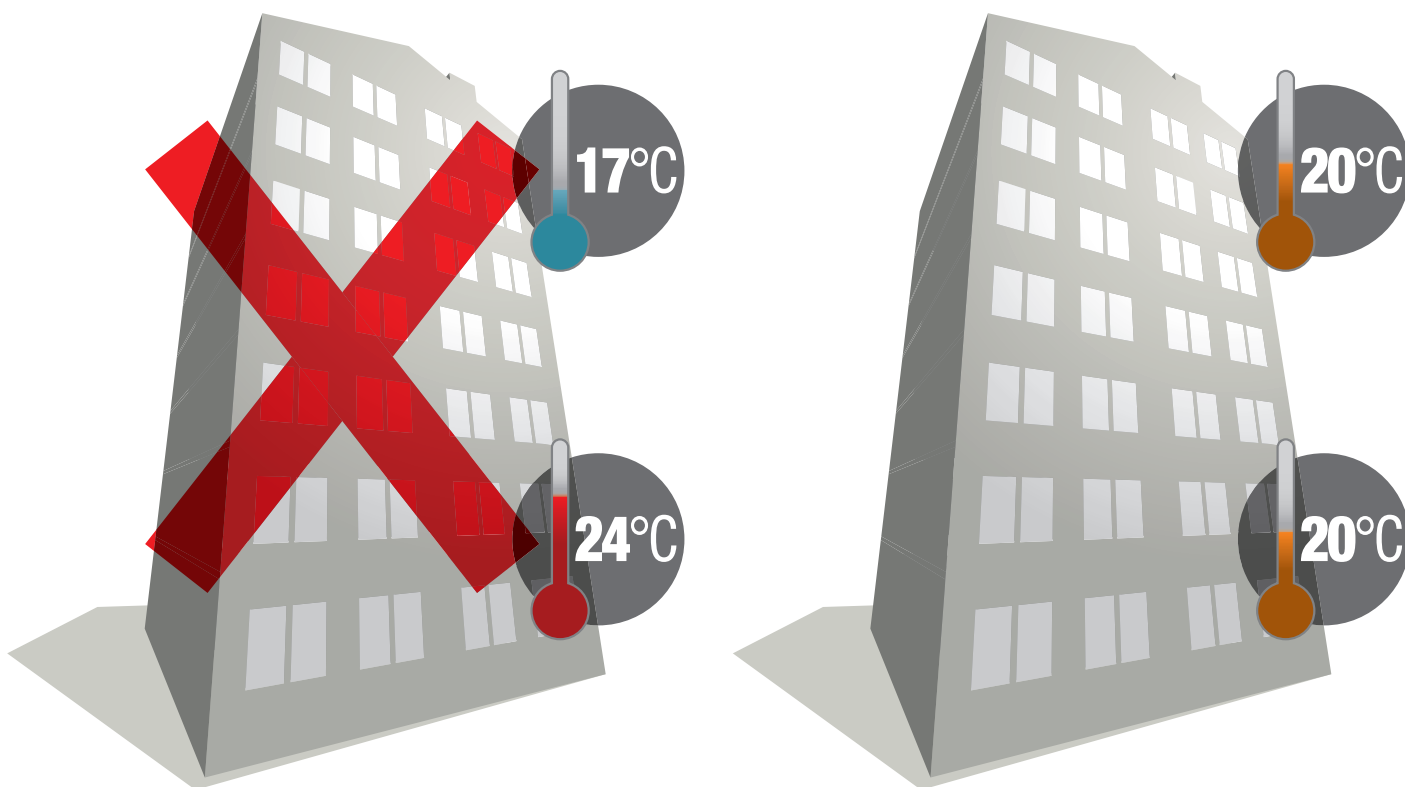
- L'équilibrage hydraulique consiste à répartir de manière équitable, selon les calculs ou les besoins, le débit global dans les différents émetteurs.

### Malheureusement, un bon équilibrage ne se remarquera pas !

En revanche, un mauvais équilibrage sera source de plaintes immédiates d'usagers et induira une sur-consommation d'énergie.

- En effet, un déséquilibre dans une installation engendrera des sous-débits dans une partie du bâtiment et un manque de chaleur pour les usagers. Les sur-débits sont rarement source de plaintes, sauf s'ils engendrent du bruit.
- Essayer de résoudre ce problème de manière centralisée en augmentant la température de départ (courbe de chauffe) risque ne pas apporter de satisfaction tout en augmentant la facture énergétique.

**C'est seulement en s'assurant d'une répartition correcte des débits, que l'on pourra chercher à optimiser la température de départ (courbe de chauffe).**



# Réseaux à débit constant ou à débit variable ?

## ■ Débit constant :

A priori, il est plus simple d'équilibrer un réseau à débit constant qu'un réseau à débit variable.


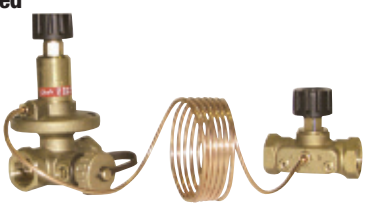

L'explication tient au fait qu'un réseau à débit variable engendre des interactions entre les colonnes dues aux variations de pertes de charge dans les tuyauteries, ce qui complique la procédure de réglage.

En pratique un réseau à débit constant peut être équilibré à l'aide de vannes d'équilibrage manuelles.

## ■ Débit variable :

De plus en plus, les concepteurs s'orientent vers les réseaux à débit variable qui sont source d'économies d'énergie.

### INTÉRÊTS D'UNE SOLUTION GLOBALE À TOUS LES NIVEAUX POUR L'ÉQUILIBRAGE DES RÉSEAUX À DÉBITS VARIABLES

	Fonction	Avantages	Effets
<p><b>Vanne 2 voies de régulation terminale (robinets thermostatiques sur radiateurs ou vannes motorisées sur ventilo-convecteurs).</b></p> 	Régulation terminale (par émetteur) de température ambiante.	Confort et économie d'énergie.	Engendre le débit variable de l'installation.
<p><b>Régulation automatique de <math>\Delta p</math> en pied de colonne.</b></p> 	Maintient la $\Delta p$ constante en pied de colonne.	Suppression du risque de bruits sur les vannes terminales. Assure une autorité optimale des vannes de régulation terminales.	Engendre une limitation automatique du débit total de la colonne.
<p><b>Variateur de vitesse sur pompe de circulation.</b></p> 	Ajuste la vitesse de pompe en fonction de la charge instantanée de l'installation.	Economie d'énergie importante (retour sur investissement souvent inférieur à 1 an).	Augmente la durée de vie de la pompe grâce à des sollicitations en douceur (rampe de démarrage progressive).

## ■ Equilibrer un système à débit variable avec des vannes d'équilibrage manuelles est très compliqué et ne peut pas apporter de satisfaction à tous les régimes de l'installation.

■ Sur un réseau à débit variable, des vannes d'équilibrage manuelles n'auront qu'une fonction de limitation maximale du débit mais ne sauront pas faire face à l'augmentation de pression différentielle sur les colonnes (source de bruit et d'interaction entre les colonnes).

■ Fort heureusement, Danfoss produit depuis des années des vannes d'équilibrage automatiques adaptées aux réseaux à débits variables puisqu'elles limitent automatiquement la pression différentielle en pied de colonne.

## Vannes manuelles ou vannes automatiques ?

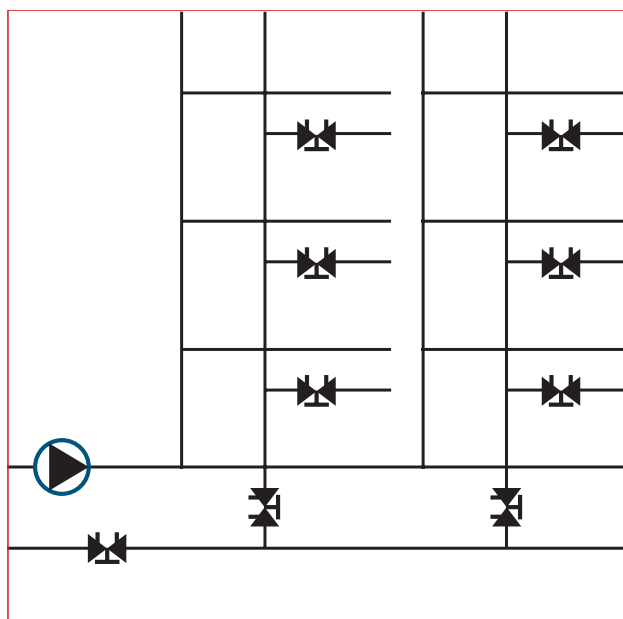
- Ces vannes automatiques suppriment l'effet d'interaction entre les colonnes, et permettent une autorité optimale des vannes de régulation sur les émetteurs (robinets thermostatiques ou vannes 2 voies motorisées). En cas de modification ou d'extension du réseau, il n'est pas nécessaire de refaire l'équilibrage total, elles s'adaptent automatiquement aux variations du réseau. Elles sont réglées une fois pour toute lors de l'installation.

**Ces vannes ne nécessitent ni de longue campagne de mesure ni d'appareil de mesure.**

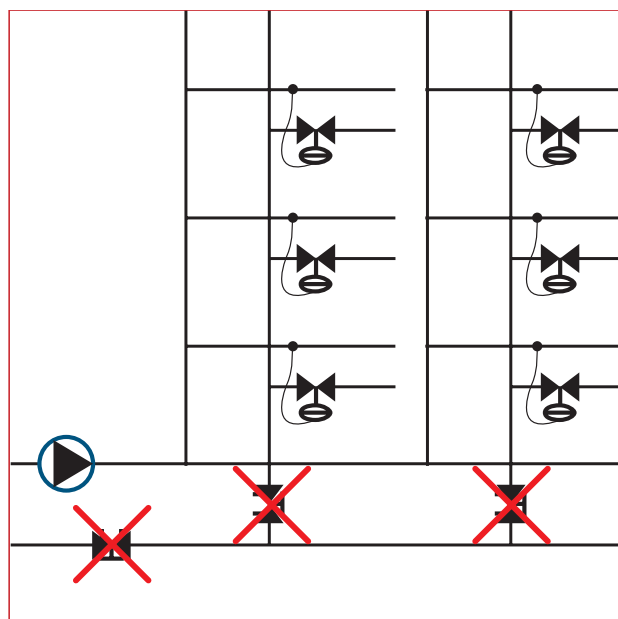
À l'inverse des vannes d'équilibrage manuelles traditionnelles, elles ne requièrent pas de longueurs droites en amont et en aval.

En équipant toutes les colonnes de vannes automatiques, **on peut faire l'économie des grosses vannes d'équilibrage montées en amont sur les gros tronçons du réseau.**

### Exemples d'application : réseau chauffage



Équilibrage avec vannes manuelles.



Équilibrage avec vannes automatiques.

#### ■ Complémentarité avec les pompes à vitesse variable :

Une pompe à vitesse variable va réduire le débit global en fonction de la demande des vannes 2 voies de régulation terminale (robinets thermostatiques sur radiateur ou vanne motorisée sur ventilo-convecteur).

Elle agit de manière centralisée alors que les vannes d'équilibrage automatiques agissent de manière décentralisée. Les vannes d'équilibrage automatiques basées sur le maintien de  $\Delta p$  n'ont pas d'action directe sur le débit, elles ne font qu'accompagner la fermeture des vannes 2 voies de régulation pour leur assurer un fonctionnement et une autorité de régulation idéales.

Ces deux équipements sont parfaitement complémentaires.

## Exemples d'application : réseau d'eau glacée.

- Comparés aux circuits de chauffage, les réseaux d'eau glacée sont plus exigeants en matière d'équilibrage. La chute de température étant bien plus faible, on doit répartir des débits beaucoup plus importants.

En tenant compte du coût énergétique de circulation et des déperditions, on a tout intérêt à opter pour des solutions d'équilibrage performantes.

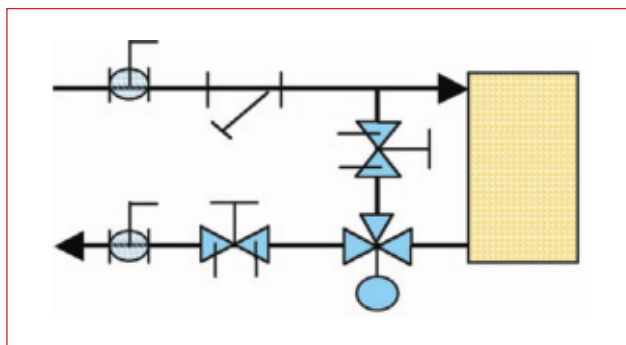
**Un réseau à débit variable est dans ce cas fortement avantageux.**

Comme on l'a vu précédemment pour les applications chauffage, les vannes d'équilibrage manuelles se prêtent mal au débit variable.

Le maintien d'une  $\Delta p$  constante sur les colonnes ou branches va permettre un fonctionnement optimal des vannes de régulation terminales.

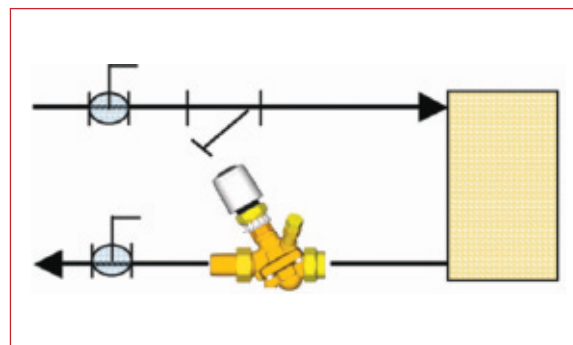
Une autre solution plus simple et plus performante consiste à équiper les terminaux de vannes combinant la fonction de régulation et d'équilibrage automatique.

**Ventilo-convecteur avec vannes 3 voies réseau à débit constant.**



- ÉQUILIBRAGE STATIQUE,
- SOLUTION TRADITIONNELLE,
- SOLUTION COÛTEUSE EN VANNES,
- COÛT D'EXPLOITATION ÉLEVÉS.

**Ventilo-convecteur avec vanne combinée AB-QM réseau à débit variable.**



- ÉQUILIBRAGE DYNAMIQUE,
- TENDANCE FORTE,
- 1 SEULE VANNE (2 vannes en une),
- COÛT D'EXPLOITATION RÉDUIT.

- **Avantage de la vanne automatique AB-QM :**

Grâce à son régulateur de  $\Delta p$  intégré, la vanne AB-QM est une vanne de régulation à autorité constante égale à 100% (quel que soit le réglage).

Les régulateurs électroniques de température apprécieront (à quoi bon installer une régulation sophistiquée sur une vanne de régulation qui n'a que peu d'autorité ?).

Elle accepte plusieurs types d'actionneurs (électrothermique, 0-10 V, 3 points)

Elle peut absorber jusqu'à 400 kPa de pression différentielle.

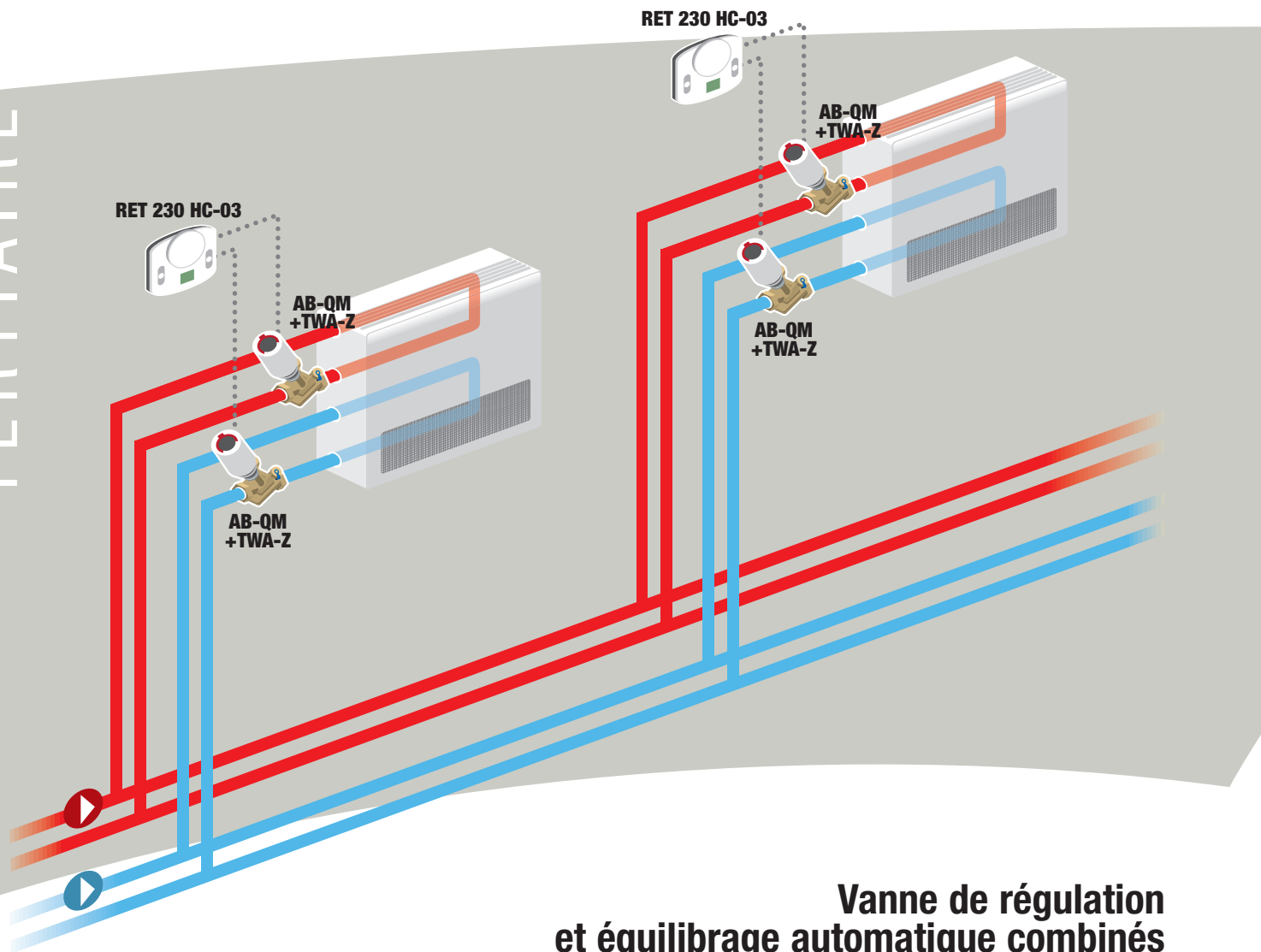
Le débit nominal est réglé directement sur une bague graduée en l/h.

- **Le régulateur de  $\Delta p$  intégré assure que le débit réglé ne sera jamais dépassé quelles que soient les variations de pression différentielle sur l'installation.**

**Il s'agit d'équilibrage automatique du débit :**

- plus d'interactions entre les émetteurs,
- pas de campagne de mesure longue et coûteuse,
- pas besoin de rééquilibrer après une modification de l'installation,
- pas besoin de longueurs droites en amont et en aval de la vanne.

Le réglage pouvant s'effectuer lors du montage, il n'y a plus le soucis de devoir repasser sur les vannes difficilement accessibles (montage en faux-plafond, dans un caisson, en vide-sanitaire, à grande hauteur...).



## Vanne de régulation et équilibrage automatés combinés



AB-QM



moteur TWA-Z



RET 230 HC-03

### ■ La vanne combinée AB-QM remplit deux fonctions :

- limitation automatique du débit,
- vanne de régulation tout ou rien ou modulante.

Le débit nominal se règle directement sur la bague graduée en l/h de la vanne AB-QM.

Le débit ne dépassera pas la valeur souhaitée quelles que soient les variations de pression sur le réseau.

Aucune mesure n'est nécessaire pour le réglage.

Cette solution de vannes deux voies automatiques rend très intéressant l'utilisation de circulateur à vitesse variable.

### Plusieurs types de moteurs sont disponibles :

- électrothermique tout ou rien,
- réversible 3 points,
- électrothermique à signal modulant (0-10 V),
- réversible pour régulation modulante (0-10 V).

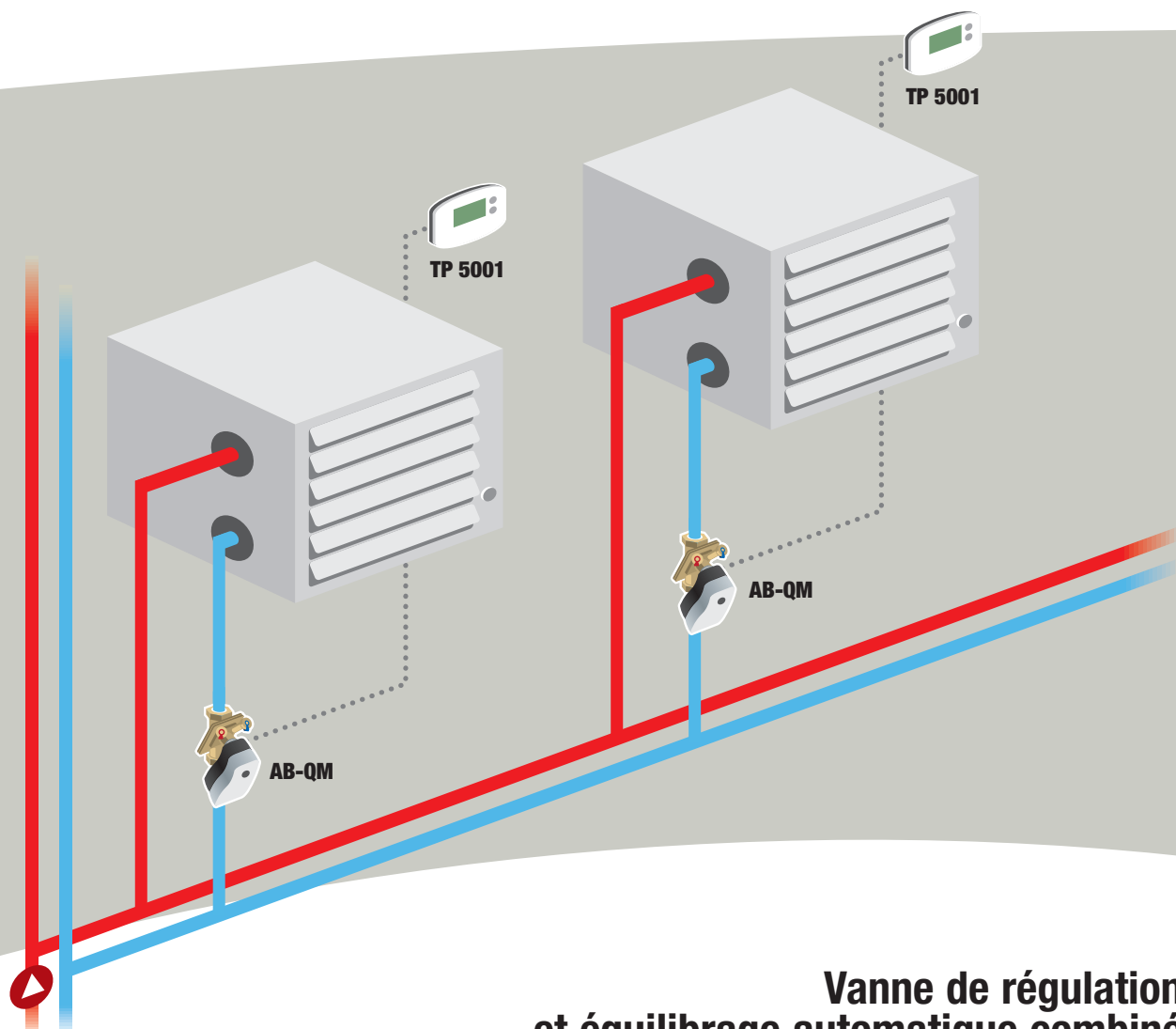
### FONCTIONS OBTENUES :

- vanne de régulation tout ou rien ou modulante,
- limitation automatique du débit.

### AVANTAGES :

- pas de besoin de mesure des débits,
- le réglage peut être fait au montage (intéressant lorsque la vanne est difficilement accessible),
- suppression des interactions entre les circuits,
- autorité de vanne de 100% (pression différentielle constante sur la vanne de régulation),
- plus besoin de fastidieux calcul de kv,
- économie d'énergie engendrée par le débit variable.





## Vanne de régulation et équilibrage automatique combiné



AB-QM



moteur AMV 110



TP 5001

■ **Les deux fonctions régulation et équilibrage sont réunies dans la seule vanne AB-QM.**

Le débit nominal se règle directement sur la bague graduée en l/h de la vanne AB-QM. Le débit ne dépassera pas la valeur souhaitée quelles que soient les variations de pression sur le réseau.

Aucune mesure n'est nécessaire pour le réglage. Cette solution de vannes deux voies automatiques rend très intéressant l'utilisation de circulateur à variation de vitesse.

Plusieurs types de moteurs sont disponibles :

- électrothermique tout ou rien,
- électrothermique à signal modulant (0-10 V),
- réversible 3 points,
- réversible pour régulation modulante (0-10 V).

### FONCTIONS OBTENUES :

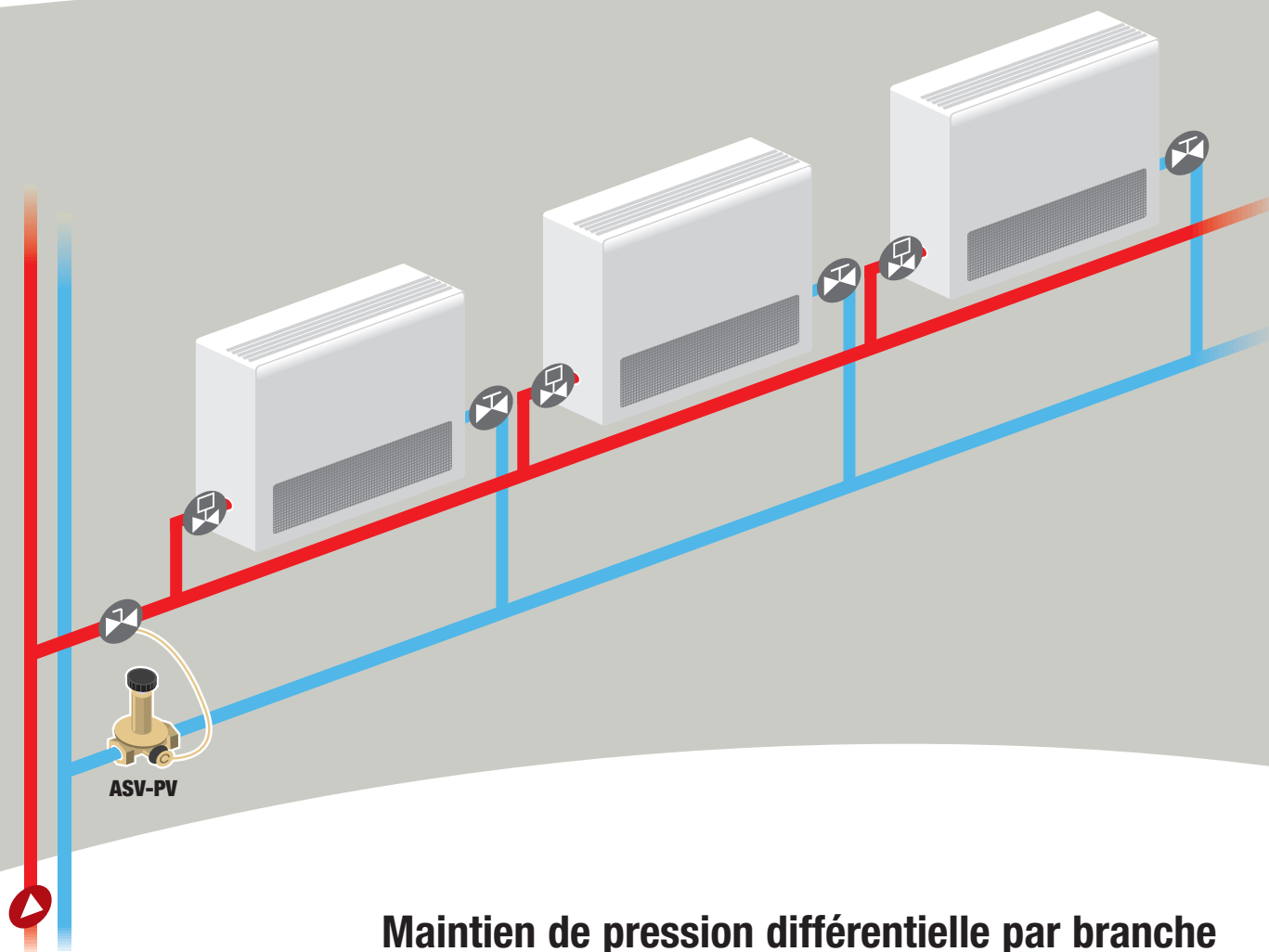
- vanne de régulation tout ou rien ou modulante,
- limitation automatique du débit.

### AVANTAGES :

- pas de besoin de mesure des débits,
- le réglage peut être fait lors du montage initial (intéressant lors d'un montage en hauteur),
- suppression des interactions entre les circuits,
- autorité de vanne de 100% (pression différentielle constante sur la vanne de régulation),
- économie d'énergie engendrée par le débit variable,
- pas besoin de longueur droite en amont ou en aval.

## Ventilo-convecteurs équipés en usine d'une vanne 2 voies classique

TERTIAIRE



### Maintien de pression différentielle par branche



ASV-PV



ASV-PV

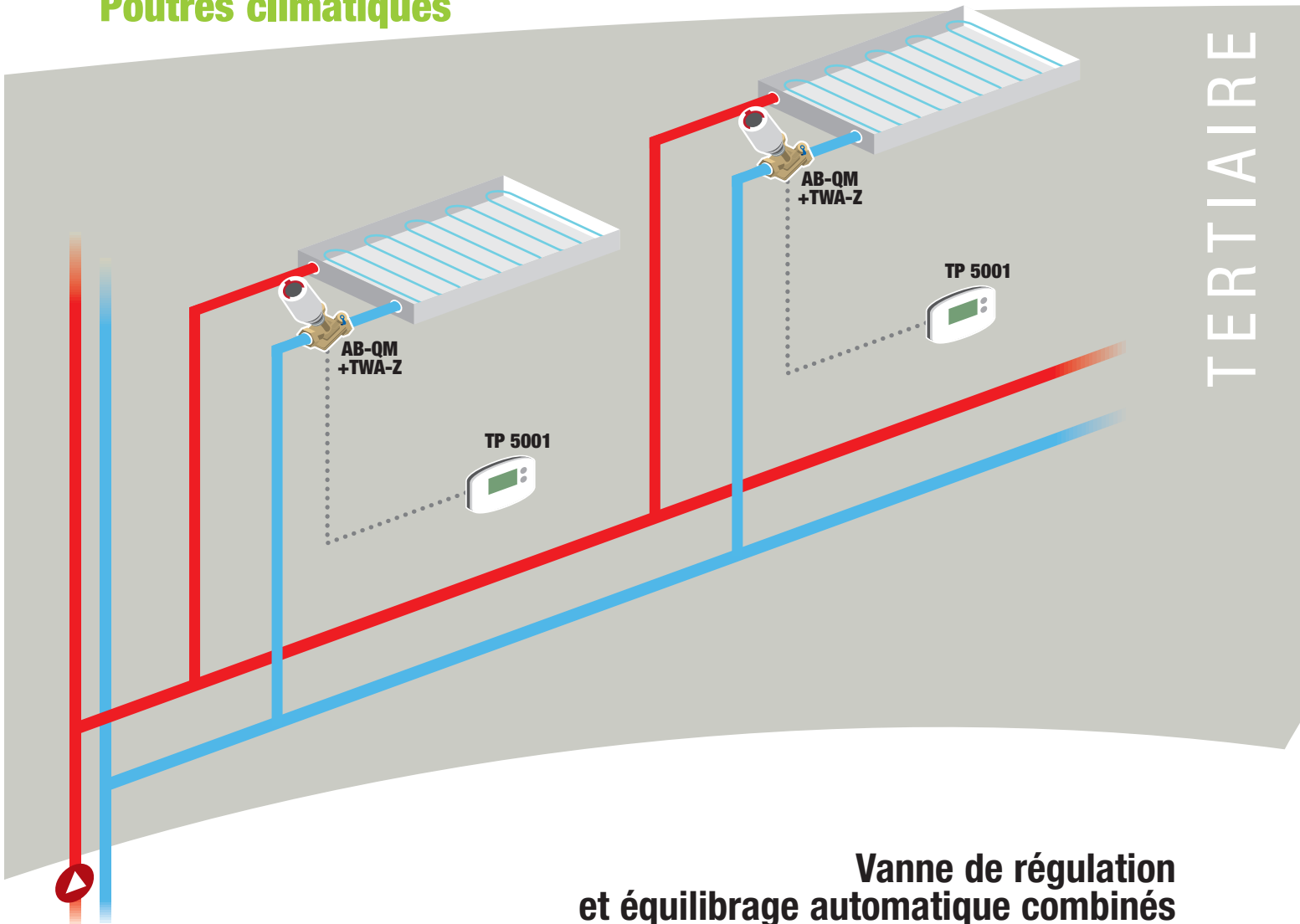
- Lorsque les ventilo-convecteurs n'ont pas pu être équipés de vannes AB-QM et sont livrés d'usine avec leur propre vanne deux voies, il convient de rendre chaque branche indépendante les unes des autres. Sur de grosses installations, avec des pompes à forte hauteur manométrique (HMT), il peut arriver que les petites vannes 2 voies en place ne supportent pas la pression différentielle et n'arrivent pas à fermer. Le maintien de  $\Delta p$  résout ce problème et améliore l'autorité des vannes modulantes. L'excédent de pression différentielle est absorbé automatiquement par la vanne ASV-PV. La consigne de la vanne ASV-PV sera égale à la perte de charge de la branche au débit nominal.

#### FONCTIONS OBTENUES :

- limitation automatique de la pression différentielle.

#### AVANTAGES :

- suppression des interactions entre les branches,
- limitation des risques de bruits,
- suppression du risque de non fermeture des vannes 2 voies en cas de forte HMT de la pompe,
- meilleure autorité sur des vannes 2 voies modulantes,
- pas besoin de longueurs droites,
- pas besoin de vannes de réseau.



## Vanne de régulation et équilibrage automatique combinés



AB-QM



moteur TWA-Z



TP 5001

■ **Les deux fonctions régulation et équilibrage sont réunies dans la seule vanne AB-QM.**

Le débit nominal se règle directement sur la bague graduée en l/h de la vanne AB-QM.

Le débit ne dépassera pas la valeur souhaitée quelles que soient les variations de pression sur le réseau.

Aucune mesure n'est nécessaire pour le réglage.

Cette solution de vannes deux voies automatiques rend très intéressant l'utilisation de circulateur à vitesse variable.

Plusieurs types de moteurs sont disponibles :

- électrothermique tout ou rien,
- réversible 3 points,
- électrothermique à signal modulant (0-10 V),
- réversible pour régulation modulante 0-10 V.

### FONCTIONS OBTENUES :

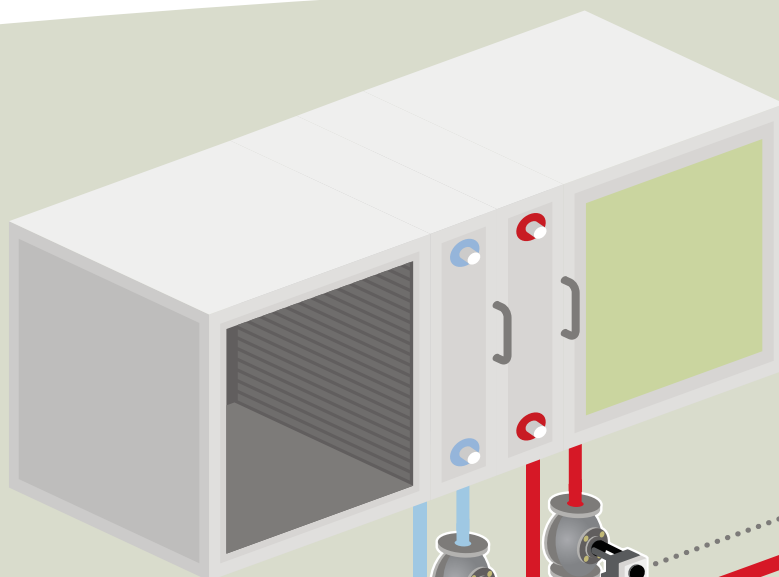
- vanne de régulation tout ou rien ou modulante,
- limitation automatique du débit.

### AVANTAGES :

- pas de besoin de mesure des débits,
- le réglage peut être fait au montage (intéressant lorsque la vanne est difficilement accessible),
- suppression des interactions entre les circuits,
- autorité de vanne de 100% (pression différentielle constante sur la vanne de régulation),
- plus besoin de fastidieux calcul de Kv,
- économie d'énergie engendrée par le débit variable,
- faible encombrement.

# Centrale de traitement d'air (CTA)

TERTIAIRE



RÉGULATEUR

## Vanne de régulation et d'équilibrage automatique indépendante de la pression



AB-QM + moteur AME 15QM

### ■ La vanne combinée AB-QM remplit deux fonctions :

- limitation automatique du débit,
- vanne de régulation tout ou rien ou modulante.

Le débit nominal se règle directement sur la bague graduée en l/h de la vanne AB-QM.

Le débit ne dépassera pas la valeur souhaitée quelles que soient les variations de pression sur le réseau.

Aucune mesure n'est nécessaire pour le réglage.

Cette solution de vannes deux voies automatiques rend très intéressante l'utilisation de circulateur à vitesse variable.

Plusieurs types de moteurs sont disponibles :

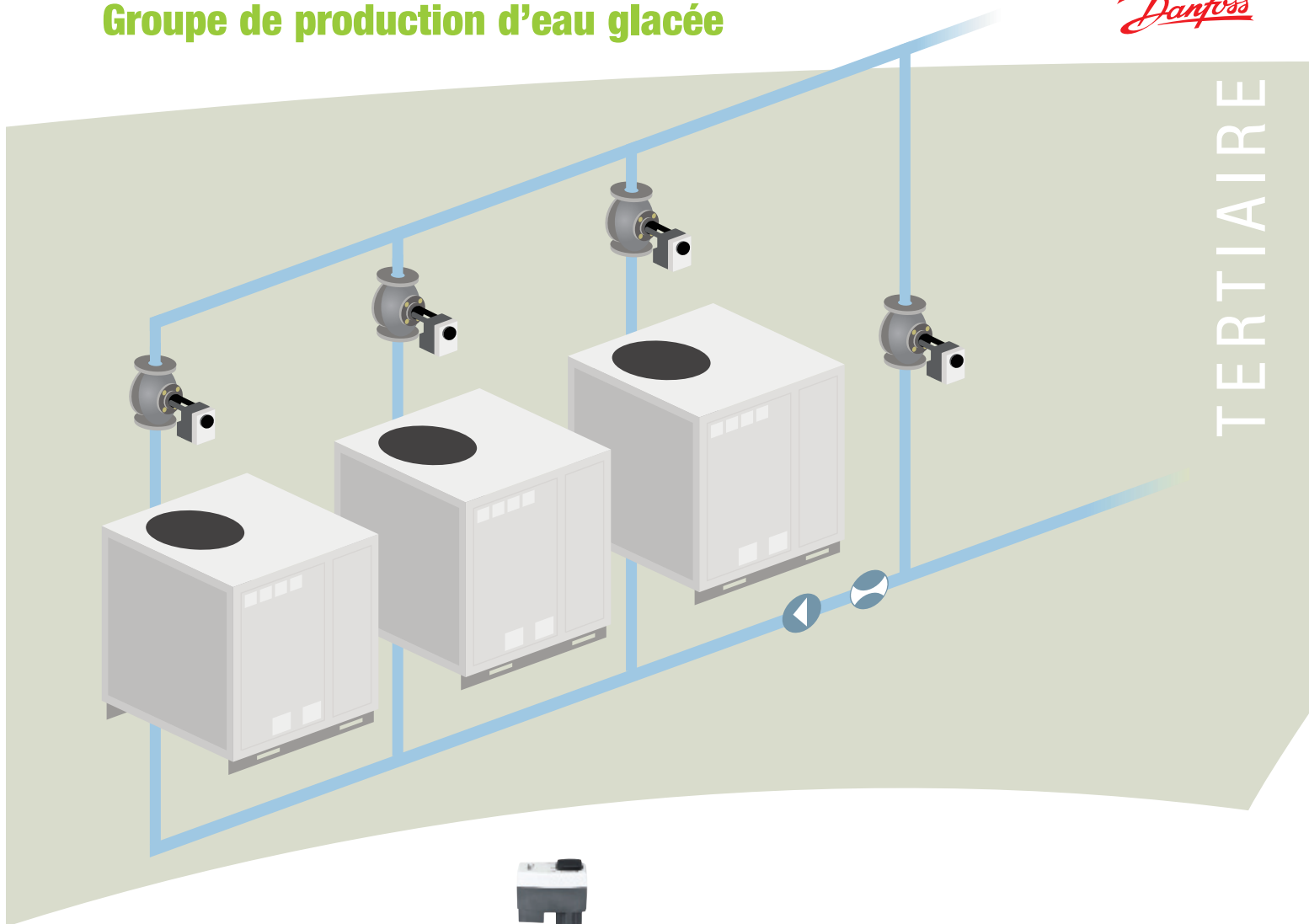
- réversible 3 points,
- réversible pour régulation modulante 0-10 V.

### FONCTIONS OBTENUES :

- vanne de régulation à autorité de 100%
- limitation automatique du débit.

### AVANTAGES :

- pas de besoin de mesure des débits,
- le réglage peut être fait au montage (intéressant lorsque la vanne est difficilement accessible),
- suppression des interactions entre les circuits,
- autorité de vanne de 100% (pression différentielle constante sur la vanne de régulation),
- plus besoin de calcul fastidieux de kv,
- économie d'énergie engendrée par le débit variable.



## Optimisation du $\Delta T$ de la production



**AB-QM + moteur AME 15QM**

- **Une mauvaise irrigation des groupes froid est la conséquence d'un mauvais équilibrage.** Dans le cas de groupes en cascade, l'équilibrage peut se révéler délicat et le rendement peut s'effondrer. Garantir un  $\Delta T$  suffisant sur les groupes froid est essentiel pour maintenir un bon rendement. On le sait, les vannes manuelles ne sont pas appropriées aux débits variables, il est impossible de garantir le bon débit sur les groupes en utilisant des vannes manuelles.

**La vanne AB-QM apporte une nouvelle solution en équilibrant automatiquement les débits de chaque groupe.** De plus le débit de bypass est lui aussi limité afin de ne pas faire chuter le  $\Delta T$ . Grâce à l'autorité de 100% des AB-QM, le débit de chaque groupe peut être modulé précisément par l'automate (ainsi que la pompe à vitesse variable).

### FONCTIONS OBTENUES :

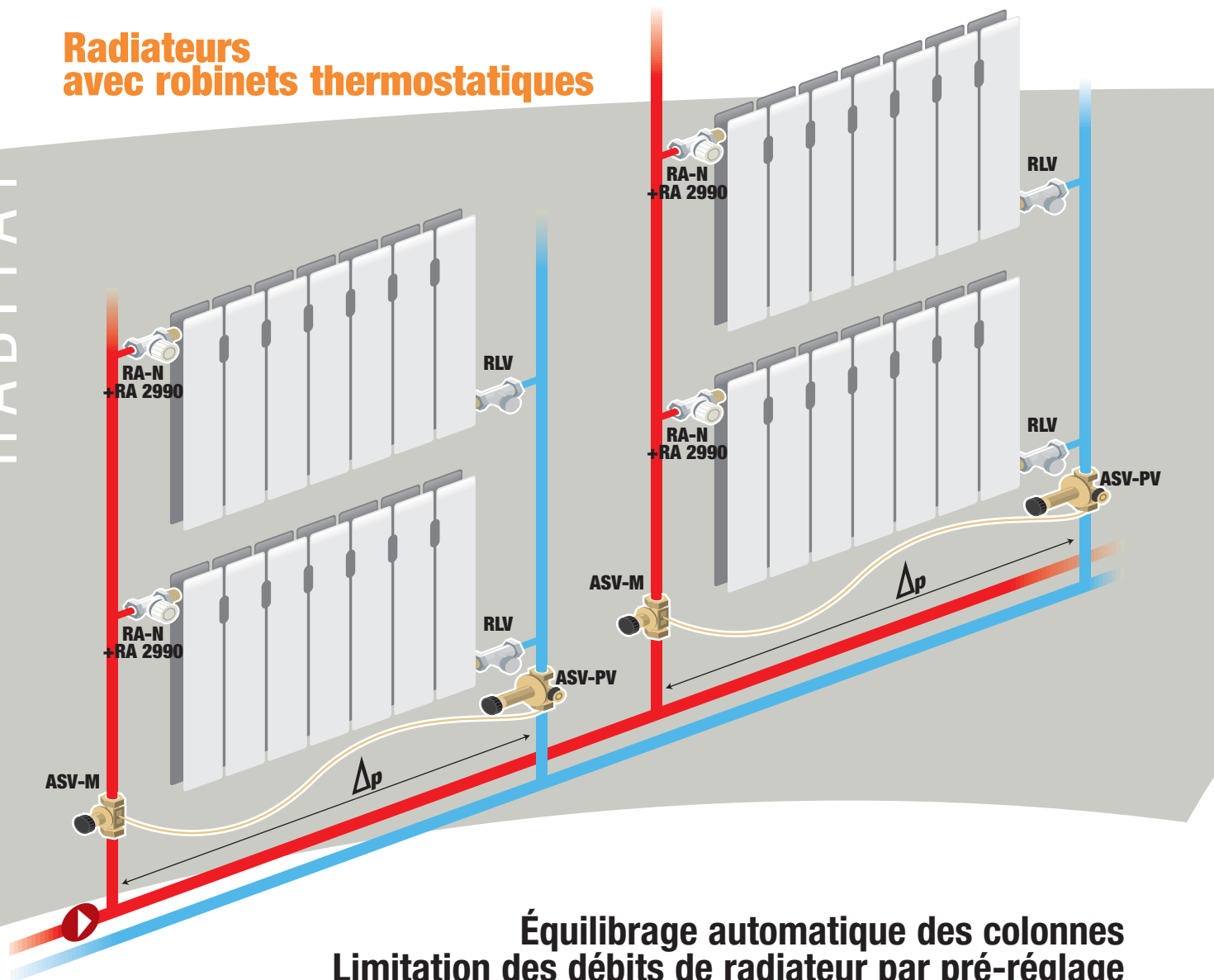
- réglage et maintien automatique du débit de chaque groupe et du bypass.

### AVANTAGES :

- augmentation du rendement des groupes grâce à une gestion optimale du  $\Delta T$ .
- suppression des interactions entre les groupes.
- autorité de 100% des vannes de régulation modulante AB-QM.
- pas besoin de longueurs droites.

# Radiateurs avec robinets thermostatiques

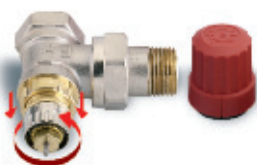
HABITAT



## Équilibrage automatique des colonnes Limitation des débits de radiateur par pré-réglage



RA 2990



RA-N



RLV



ASV-PV + ASV-M

- Les robinets thermostatiques vont engendrer des variations de débit plus ou moins importantes sur chaque colonne.

Une conséquence directe est que la perte de charge des tuyauteries de la colonne va chuter rapidement et la pression différentielle va se retrouver aux bornes des robinets thermostatiques. L'autorité de régulation du robinet thermostatique va être dégradée et surtout les risques de sifflements augmentent avec l'accroissement de pression différentielle.

Afin de remédier à ces problèmes, la solution idéale est une vanne automatique ASV-PV en pied de colonne dont la fonction est de maintenir une pression différentielle ( $\Delta p$ ) constante sur la colonne. Ainsi, les interactions entre colonnes sont supprimées. Le débit de chaque radiateur peut être limité à l'aide de la bague de pré-réglage des corps de robinets thermostatiques RA-N (les tés de réglage ne servent qu'en cas d'isolement du radiateur). Par conséquent, le débit de la colonne est globalement et automatiquement limité (somme des débits des radiateurs).

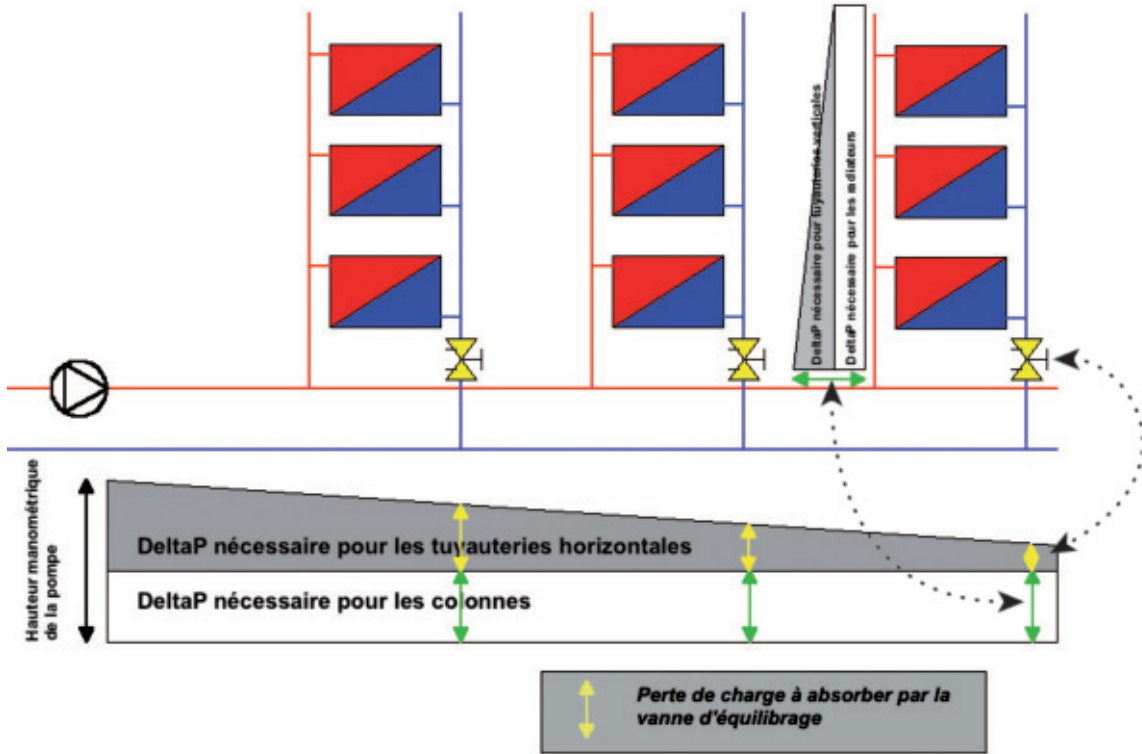
### FONCTIONS OBTENUES :

- limitation automatique de la pression différentielle sur la colonne,
- limitation automatique du débit par émetteur,
- limitation automatique du débit de la colonne.

### AVANTAGES :

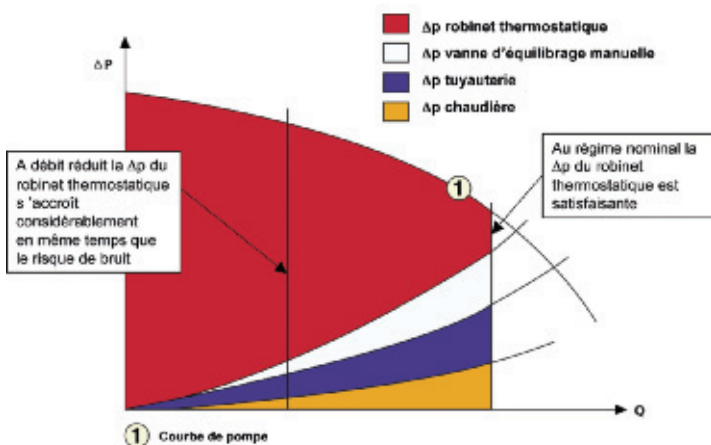
- pas de besoin de mesure des débits,
- le réglage peut être fait hors eau et ne nécessite pas l'achèvement des travaux,
- suppression des interactions entre les colonnes,
- suppression des risques de bruit sur les robinets thermostatiques,
- pas besoin de longueurs droites en amont et en aval.

## Pression différentielle d'un réseau



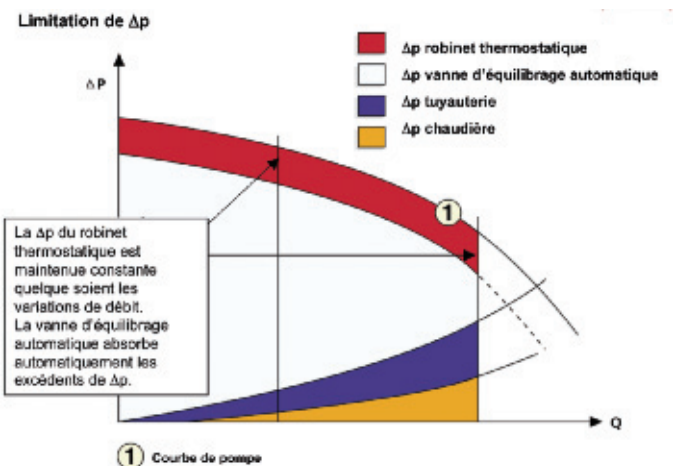
- Le rôle des vannes d'équilibrage au pied de ces colonnes est bien de créer une perte de charge afin de limiter le débit maximal. Sur un tel circuit à débit variable (robinets thermostatiques), la pression différentielle disponible au pied de chaque colonne va varier. Des vannes d'équilibrages manuelles ne peuvent pas répondre à ces variations puisque qu'elles sont statiques toute leur vie une fois qu'elles ont été réglées.

### Vanne d'équilibrage manuelle



- Ici, la pression différentielle se retrouve aux bornes du robinet thermostatique lorsqu'il se ferme. Le risque de sifflement augmente et la régulation est dégradée.

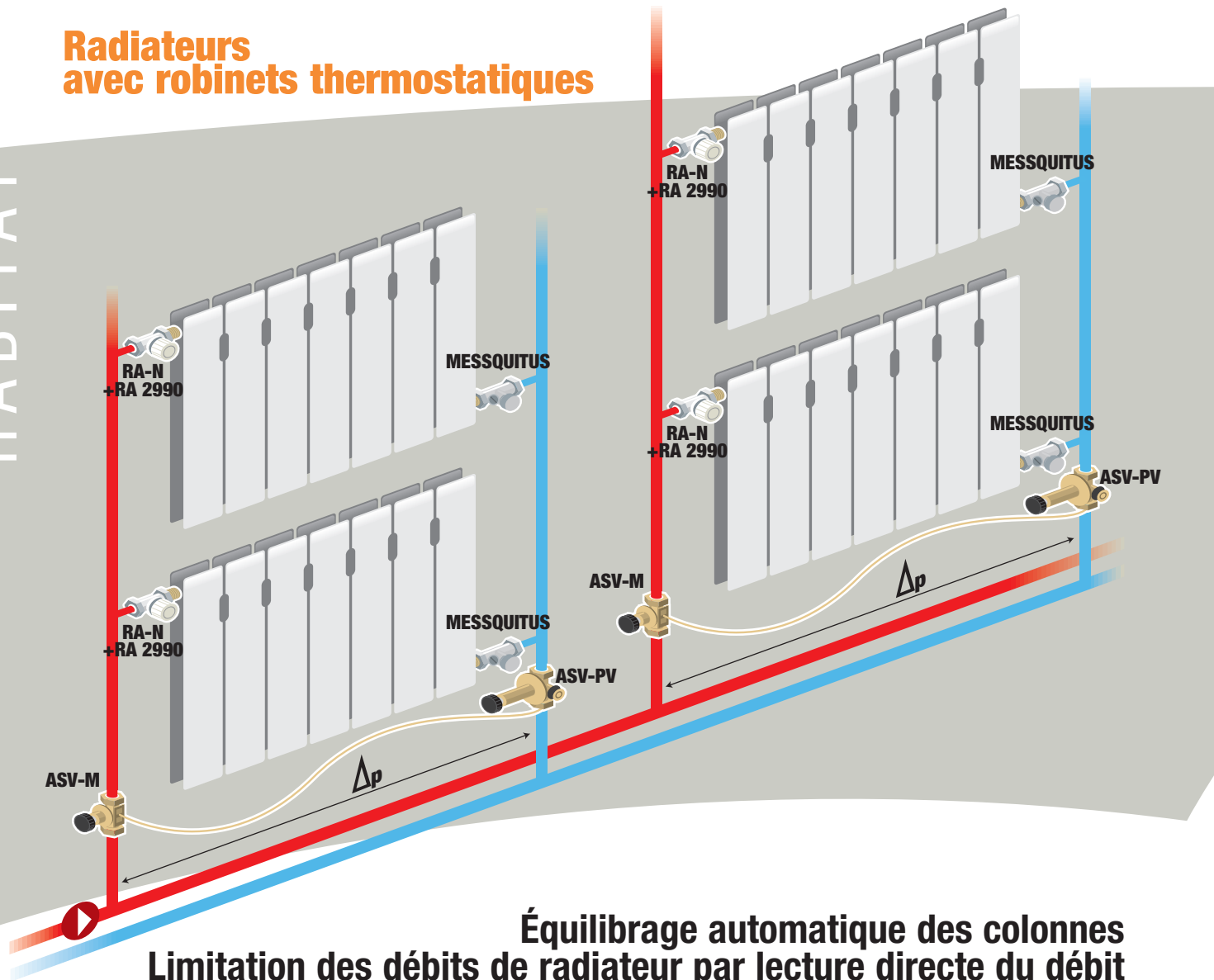
### Vanne automatique d'équilibrage



- Avec une vanne automatique ASV-PV, la perte de charge de la vanne automatique s'adapte en absorbant l'excédent de pression. Plus le débit sur la colonne diminue, plus la vanne se ferme, offrant ainsi une pression différentielle constante aux robinets thermostatiques. **La vanne ASV-PV est idéale pour des réseaux à débit variable.**

# Radiateurs avec robinets thermostatiques

HABITAT



## Équilibrage automatique des colonnes Limitation des débits de radiateur par lecture directe du débit



RA 2990



RA-N



MESSQUITUS 1200



ASV-PV + ASV-M

- Les robinets thermostatiques vont engendrer des variations de débit plus ou moins importantes sur chaque colonne.

Une conséquence directe est que la perte de charge des tuyauteries de la colonne va chuter rapidement et la pression différentielle va se retrouver aux bornes des robinets thermostatiques.

L'autorité de régulation du robinet thermostatique va être dégradée et surtout les risques de sifflements augmentent avec l'accroissement de pression différentielle.

**Afin de remédier à ces problèmes, la solution idéale est une vanne automatique ASV-PV en pied de colonne dont la fonction est de maintenir une pression différentielle ( $\Delta p$ ) constante sur la colonne.**

Ainsi, les interactions entre colonnes sont supprimées. Le débit de chaque radiateur s'ajuste à l'aide du corps à pré-réglage RA-N et la mesure du débit réel s'effectue sur le Messquitus 1200 (à l'aide d'un mesureur électronique).

Par conséquent, le débit de la colonne est globalement et automatiquement limité (somme des débits des radiateurs).

### FONCTIONS OBTENUES :

- limitation automatique de la pression différentielle sur la colonne,
- limitation automatique et lecture directe du débit par émetteur,
- limitation automatique du débit de la colonne.

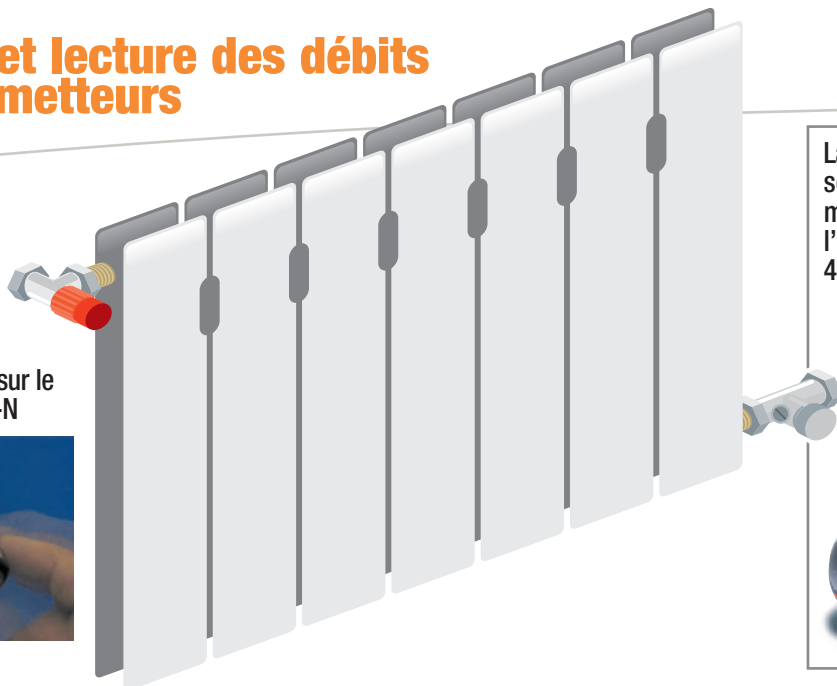
### AVANTAGES :

- suppression des interactions entre les colonnes,
- suppression des risques de bruit sur les robinets thermostatiques,
- pas besoin de longueurs droites en amont et en aval.



# Réglage et lecture des débits sur les émetteurs

Le réglage se fait sur le corps réglable RA-N



La lecture directe du débit se fait sur le raccord de mesure Messquitus à l'aide du mesureur PFM 4000.



- Avec une vanne automatique ASV-PV en pied de colonne, on s'assure que la pression différentielle de la colonne est limitée. Ainsi, chaque radiateur est alimenté à pression différentielle quasi constante.

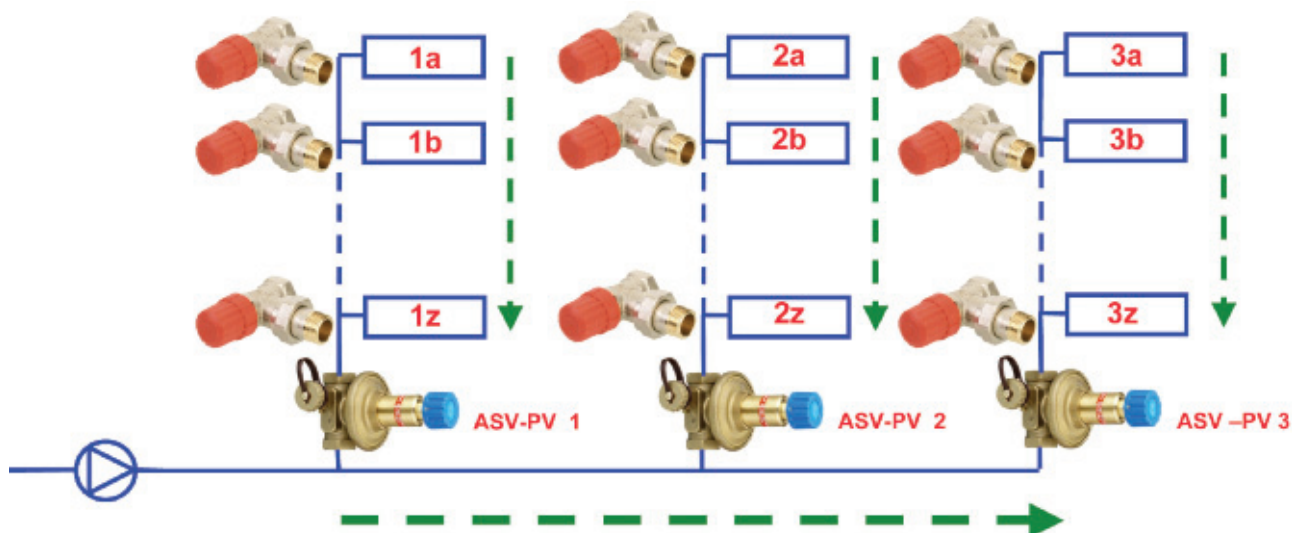
### Il est facile de limiter le débit de l'émetteur :

- s'assurer que la pompe est à vitesse nominale
- retirer toutes les têtes thermostatiques de la colonne et vérifier que les corps RA-N sont réglés sur N (réglage d'usine)
- commencer par la colonne la plus favorisée (N°1 proche de la pompe de circulation)

### Réglage colonne

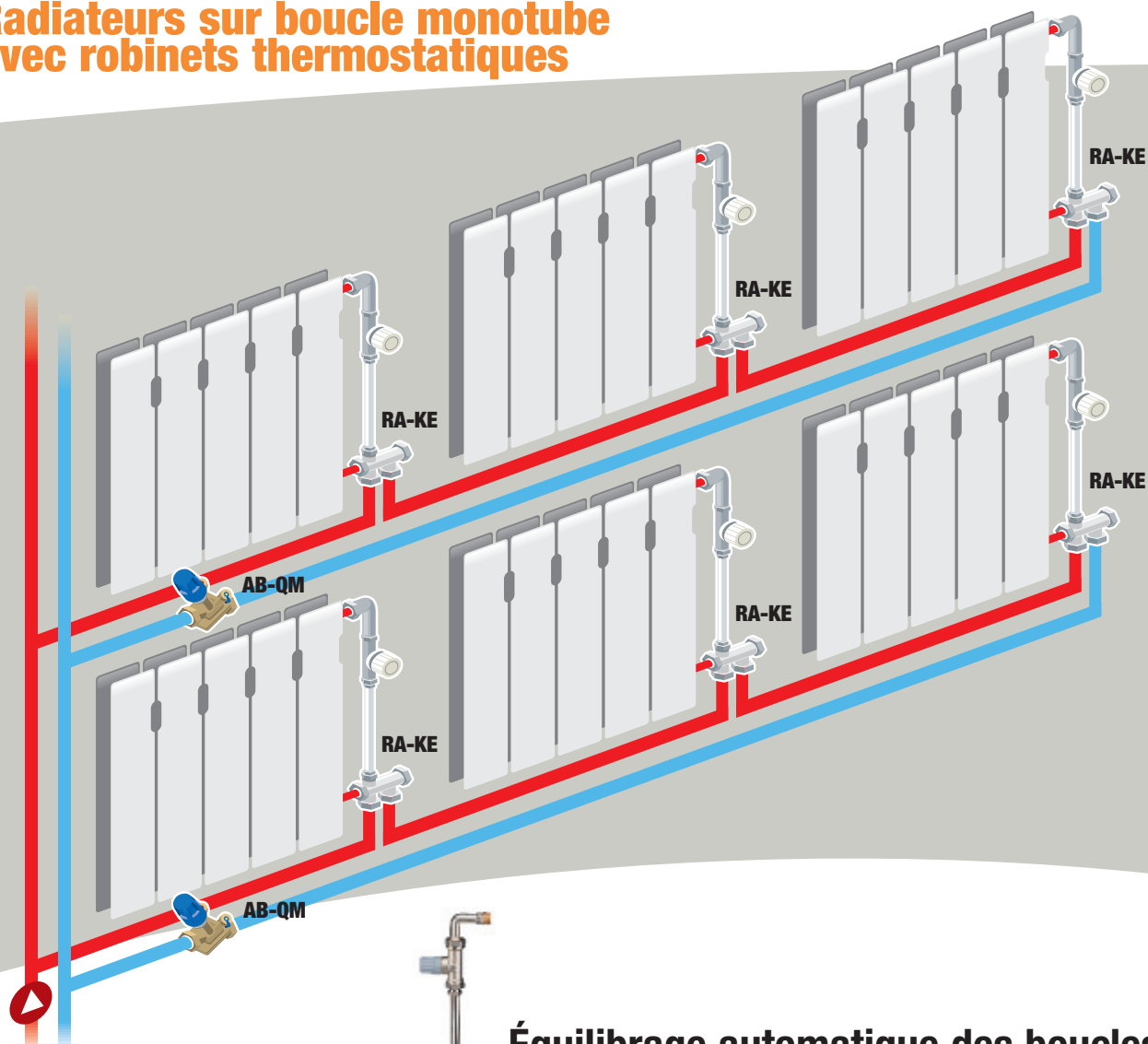
- commencer la mesure par l'émetteur le plus éloigné de la colonne (1a)
- mesurer le débit sur le Messquitus à l'aide de l'appareil PFM 4000.
- régler la  $\Delta P$  sur ASV-PV (ASV 1) jusqu'à l'obtention du débit sur ce dernier émetteur (1a)
- ne plus toucher au réglage de l'ASV-PV
- régler les débits des autres émetteurs à l'aide de la bague de réglage des RA-N en se rapprochant du pied de colonne (1b... 1z)

Continuer les réglages des colonnes en s'éloignant de la pompe (ASV 1... ASV 3)



# Radiateurs sur boucle monotube avec robinets thermostatiques

HABITAT



## Équilibrage automatique des boucles



RA 2990



RA-KE



AB-QM

- Le combiné RA-KE répartit les débits comme suit :
  - 33% du débit dans le radiateur (robinet thermostatique ouvert),
  - 66 % du débit dans la boucle (bipasse fixe intégré).Il n'y a aucun risque de bruit sur les robinets thermostatiques et le débit de la boucle est relativement constant.

Par conséquent un limiteur de débit automatique AB-QM est très approprié. Le débit de la boucle se règle directement sur la bague graduée en l/h de la vanne AB-QM. Le débit ne dépassera pas la valeur souhaitée quelles que soient les variations de pression sur le réseau. Aucune mesure n'est nécessaire pour le réglage.

### FONCTION OBTENUE :

- limitation automatique du débit des boucles.

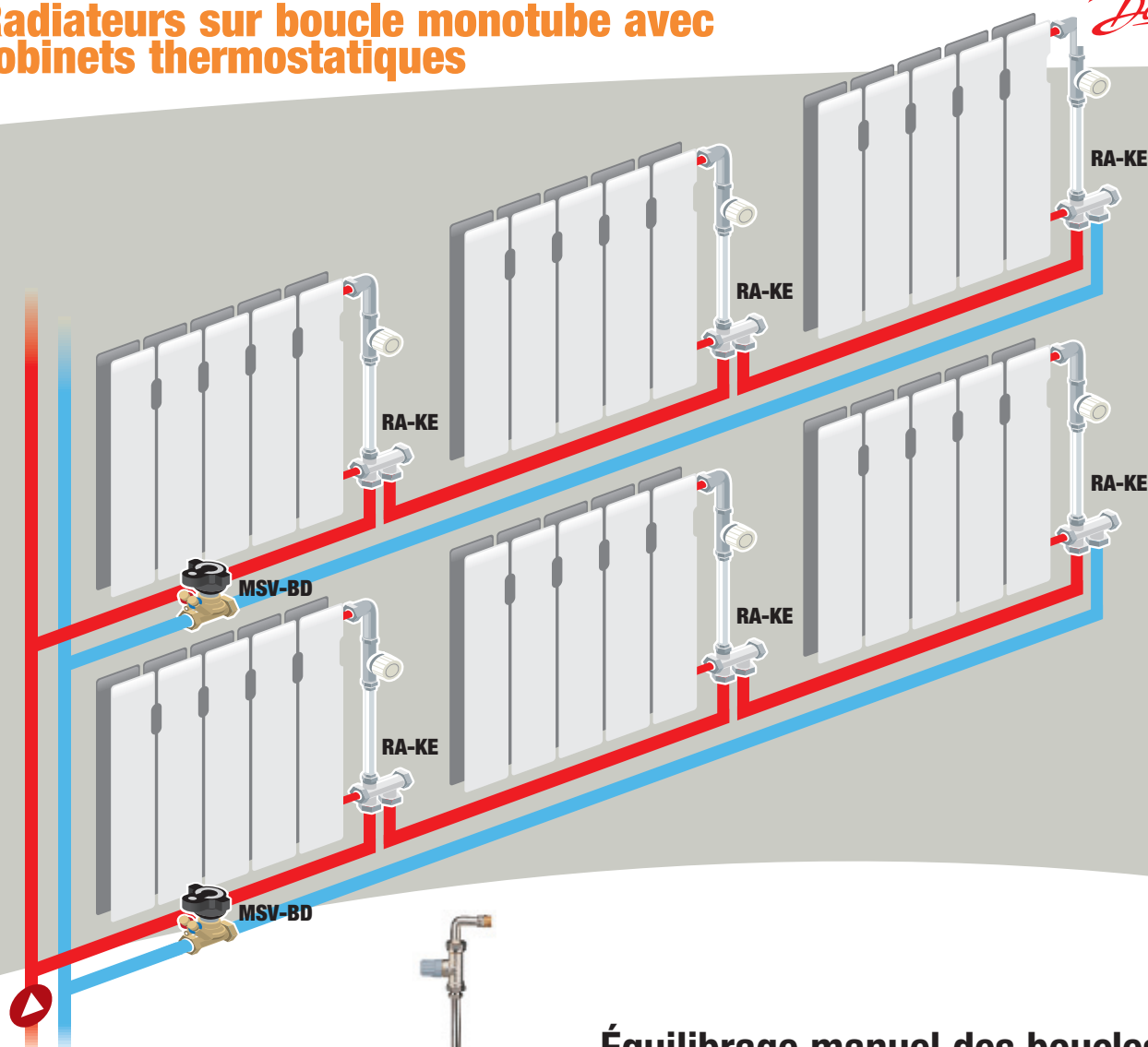
### AVANTAGES :

- pas de besoin de mesure des débits,
- pas besoin de longueurs droites en amont et en aval,
- le réglage peut être fait hors eau et ne nécessite pas l'achèvement des travaux,
- suppression des interactions entre les branches.

# Radiateurs sur boucle monotube avec robinets thermostatiques

Danfoss

HABITAT



## Équilibrage manuel des boucles



RA 2990



RA-KE



MSV-BD femelle

- Le combiné RA-KE répartit les débits comme suit :
  - 33% du débit dans le radiateur (robinet thermostatique ouvert),
  - 66% du débit dans la boucle (bipasse fixe intégré).Il n'y a aucun risque de bruit sur les robinets thermostatiques et le débit de la boucle est relativement constant.

Une vanne MSV-BD permet le réglage et la fermeture de chaque branche. Cette vanne d'équilibrage manuelle ne nécessite pas de longueur droite en aval ou en amont.

Elle se différencie des autres vannes du marché par une fonction réglage indépendante de la fonction fermeture. La fermeture est obtenue par un boisseau sphérique assurant une étanchéité de 100%. Le réglage est lui obtenu par la descente d'un piston. Ainsi, on peut fermer la vanne sans toucher au réglage.

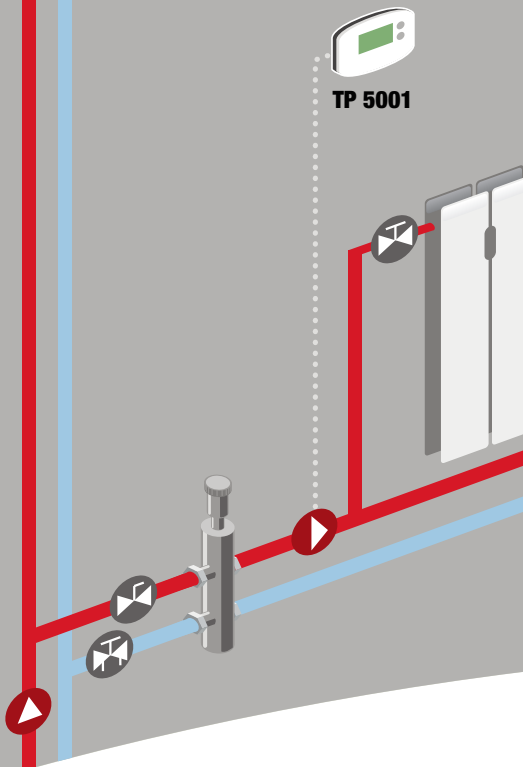
### FONCTION OBTENUE :

- réglage du débit précis (pas de longueur droite).

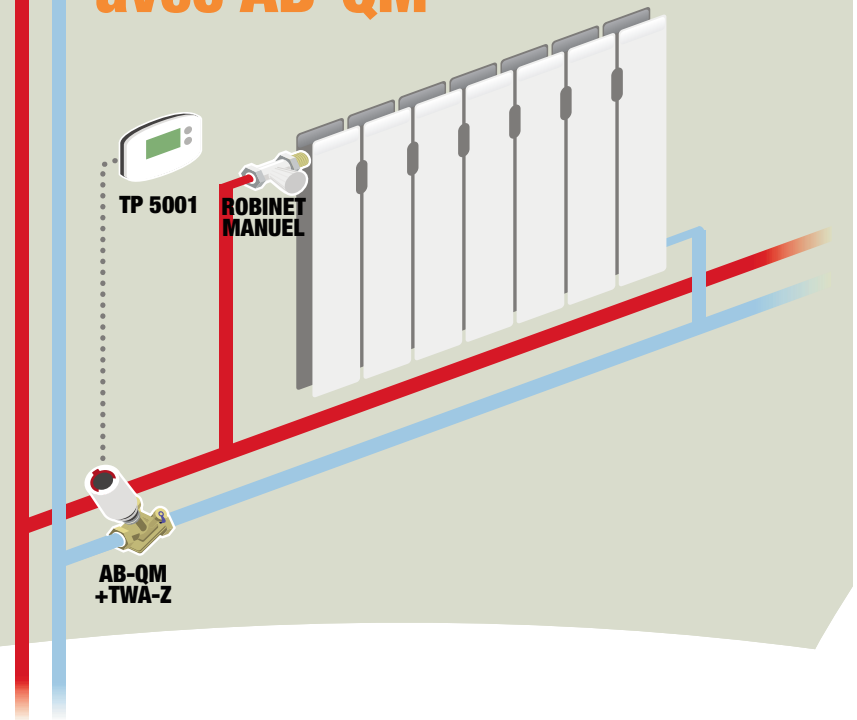
### AVANTAGES :

- choix de l'emplacement très libre de la vanne d'équilibrage (pas de longueur droite).
- fermeture de la colonne sans toucher au réglage.

### Solution CIC Classique



### Solution CIC avec AB-QM



## Vanne de régulation et équilibrage automatique des boucles



AB-QM



moteur TWA-Z



TP 5001

- Le débit nominal de la boucle se règle directement sur la bague graduée en l/h de la vanne AB-QM. Le débit ne dépassera pas la valeur souhaitée quelque soient les variations de pression sur le réseau. Aucune mesure n'est nécessaire pour le réglage.

#### SOLUTION CLASSIQUE :

C'est une solution non économique, car il faut prévoir des circulateurs par appartements et des bouteilles casse pression.

C'est une solution gloutonne en énergie, car il faut compter la consommation électrique de tous les circulateurs individuels et considérer que le circulateur principal fonctionne à débit constant.

#### SOLUTION AB-QM :

La simplicité d'une limitation automatique du débit par appartement.

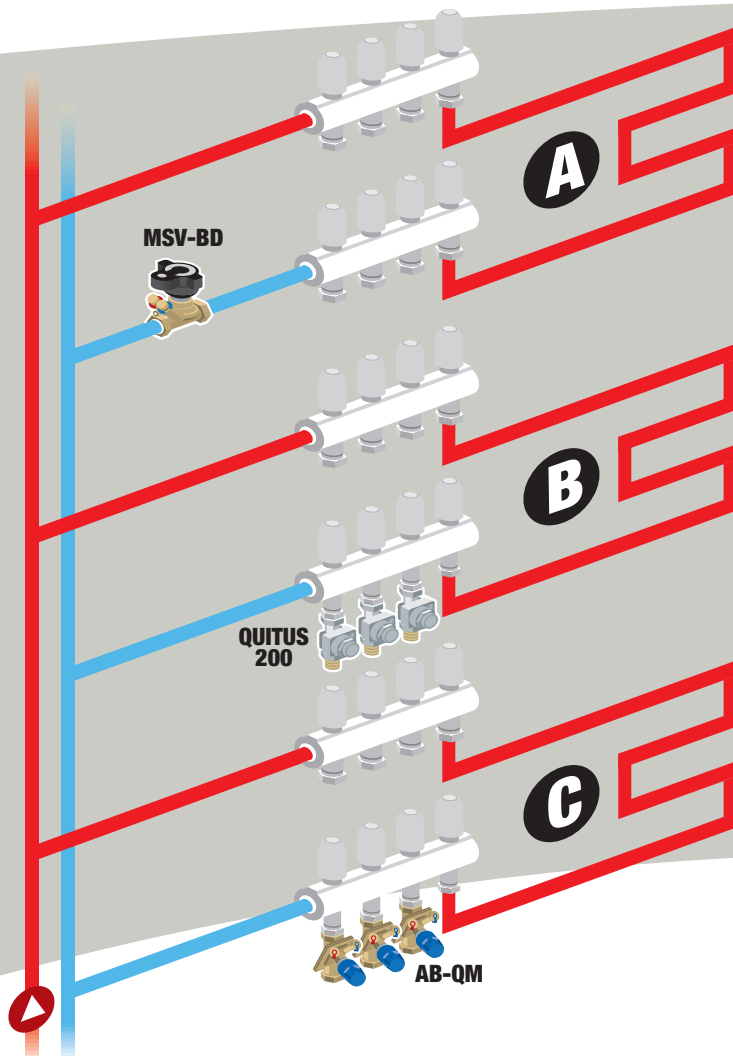
- pas d'interaction des débits entre les modules
- La diminution conséquente des consommations électriques.
- suppression des circulateurs individuels
- amortissement très rapide d'une pompe à vitesse variable sur cette installation réellement à débit variable .

#### FONCTIONS OBTENUES :

- limitation automatique du débit des boucles,
- vanne de régulation tout ou rien ou chrono proportionnelle.

#### AVANTAGES :

- pas de besoin de mesure des débits,
- pas besoin de longueurs droites en amont et en aval,
- le réglage peut être fait hors eau et ne nécessite pas l'achèvement des travaux,
- suppression des interactions entre les colonnes.



## Réglage individuel ou global des boucles



QUITUS 200



AB-QM



MSV-BD femelle

- Le réglage des débits sur des boucles de plancher chauffant, est primordial. Plusieurs solutions existent en fonction de la configuration de l'installation :

### Solution A

Vanne d'équilibrage manuelle  
MSV-BD en amont collecteur.

#### AVANTAGES :

- peut être logé dans de petits espaces
- pas de longueur droite requise en amont et en aval
- volant démontable

### Solution B

Modules Quitus sur chaque retour de boucle

#### AVANTAGE :

- lecture directe du débit réglé sur chaque boucle

### Solution C

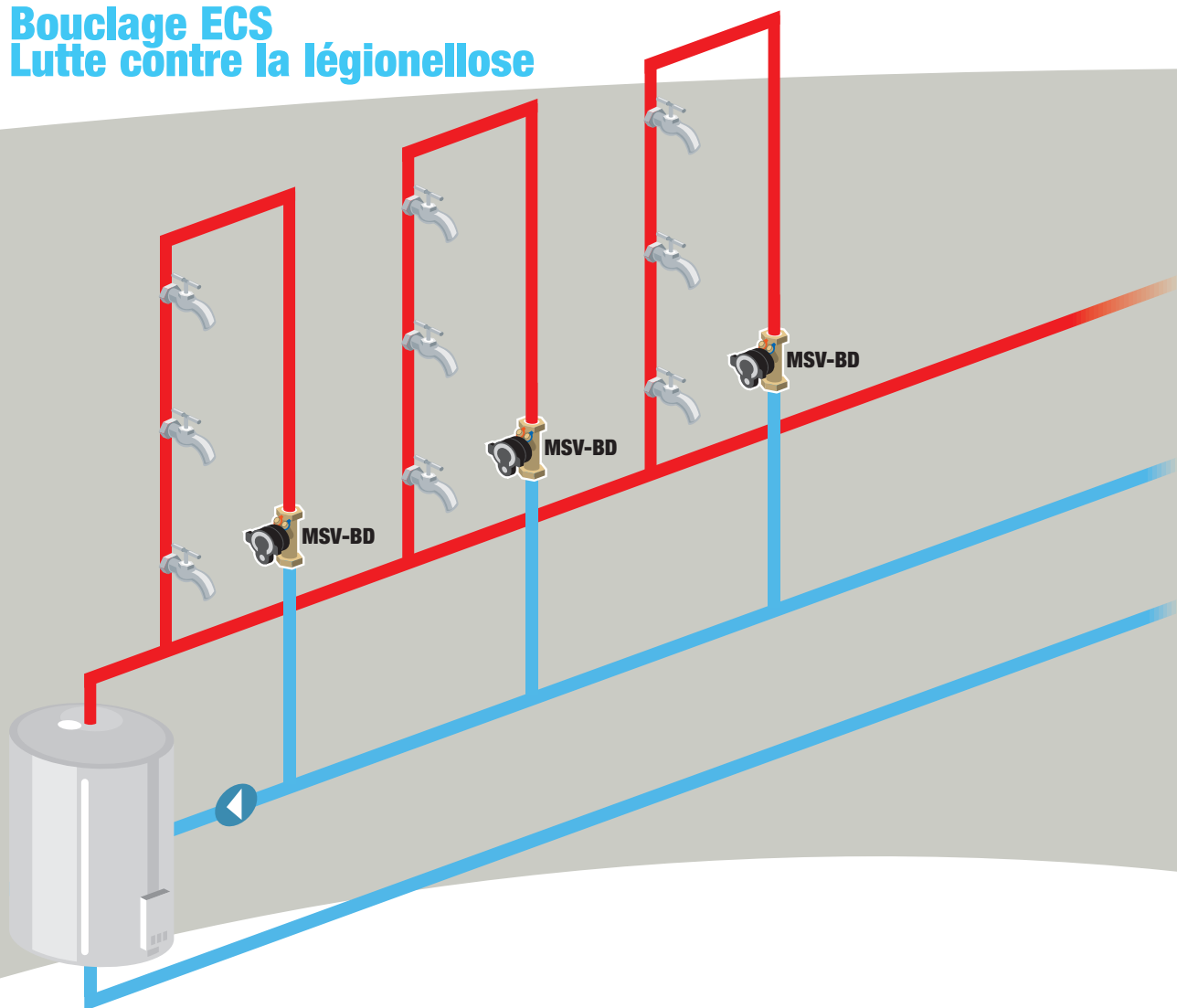
Vannes d'équilibrage automatique AB-QM

#### AVANTAGES :

- limite automatiquement le débit
- réglage direct du débit
- pas besoin de mesure

# Bouclage ECS Lutte contre la légionellose

APPLICATIONS ECS



## Equilibrage basé sur le débit



MSV-BD femelle

- Pour prévenir les risques de légionellose dans les circuits de distribution d'ECS, il existe des solutions curatives telles que les traitements thermiques et chimiques.

Ces solutions ne seront efficaces que si le traitement atteint tous les points du réseau. Ceci ne peut être garanti que par un équilibrage irréprochable du réseau. L'équilibrage des boucles ECS est une solution préventive indispensable à tout traitement curatif.

L'équilibrage des débits permet de satisfaire certaines recommandations indiquant des vitesses minimales de circulation dans les différents tronçons.

La gamme de vannes MSV-BD s'étend du DN 15 au DN 50.

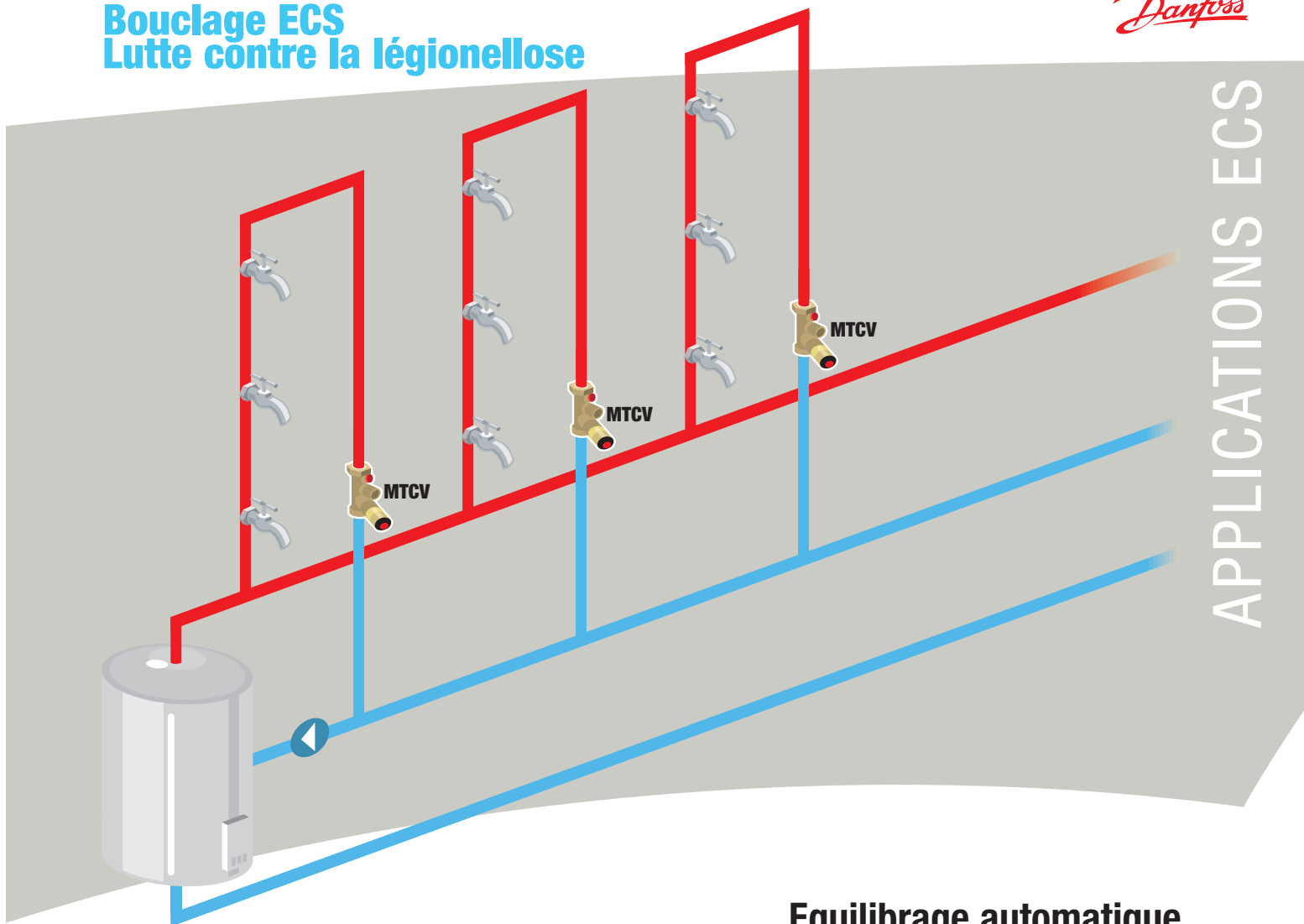
Elle comporte même une DN 15 version bas débit, permettant de régler un débit de 20l/h. Le mesureur électronique PFM 4000 est un appareil qui permet de régler rapidement les vannes MSV-BD.

### FONCTION OBTENUE :

- lutte contre la légionellose,
- réglage précis et contrôle des débits,
- respect de vitesse minimale dans les tronçons.

### AVANTAGES :

- pas besoin de longueur droite en amont ou en aval,
- mesure de débits très faibles,
- isolement par vanne à boisseau sphérique indépendant du réglage.



## Equilibrage automatique basé sur la température par vanne thermostatique

- Pour prévenir les risques de légionellose dans les circuits de distribution d'ECS, il existe des solutions curatives telles que les traitements thermiques et chimiques.

Ces solutions ne seront efficaces que si le traitement atteint tous les points du réseau. Ceci ne peut être garanti que par un équilibrage irréprochable du réseau. L'équilibrage des boucles ECS est une solution préventive indispensable à tout traitement curatif. En contrôlant la température en tout point du réseau, on peut éviter la prolifération des bactéries de légionellose.

La vanne thermostatique MTCV permet un équilibrage automatique des colonnes basé sur la température.

Ici, on ne cherche pas à régler un débit mais plutôt la température de chaque colonne. Par exemple, si la production est à 60°C et en optant pour une chute de température de 5K, on réglerait les vannes automatiques MTCV sur 55°C.

Le débit de chaque colonne est variable mais jamais nul. Il dépend de la position de la colonne dans le réseau ; une vanne proche de la production aura un débit plus faible que la plus éloignée car elle reçoit de l'eau plus chaude. Les sur-débits étant évités, on obtient un débit global optimisé, plus faible qu'avec les solutions basées sur un contrôle des débits.

Ceci est intéressant lorsque la pompe de bouclage est dimensionnée au plus juste. Cette vanne est compatible avec les traitements thermiques à 70°C grâce à l'ajout d'une cartouche thermostatique secondaire.



MTCV

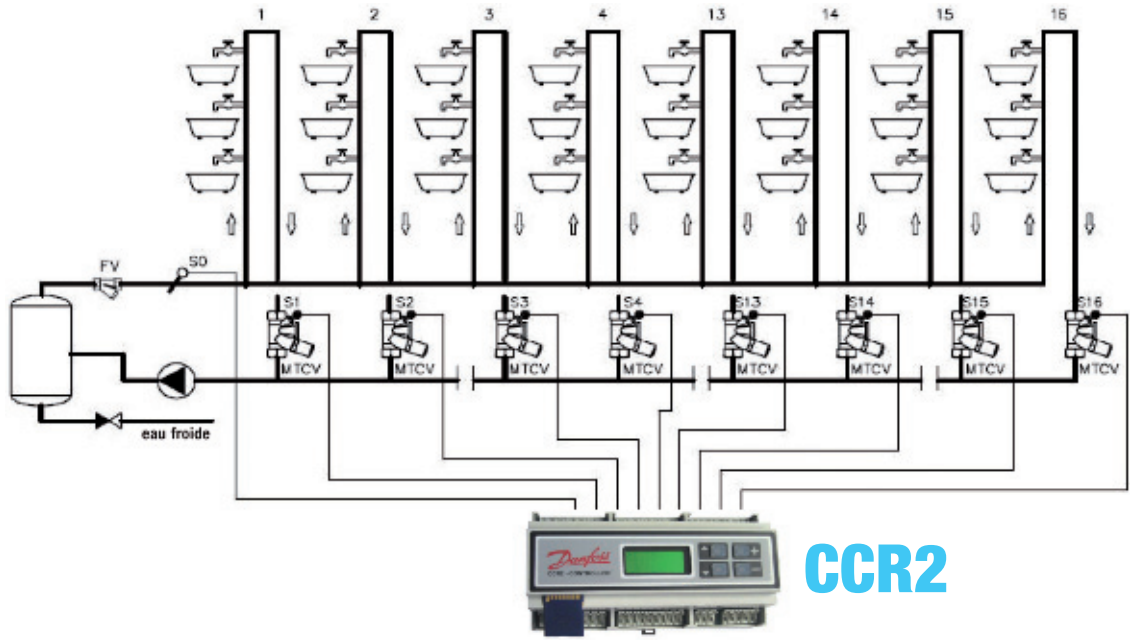
### FONCTIONS OBTENUES :

- lutte contre la légionellose,
- réglage précis de la température.

### AVANTAGES :

- équilibrage instantané et automatique,
- économie d'énergie : déperditions et électricité (retour sur investissement très rapide).
- pas besoin de longueurs droites en amont ou en aval.

# Traitement thermique sur bouclage ECS Comment s'assurer de son efficacité ?



Chaque vanne MTCV est équipée d'un actionneur qui va ouvrir un bypass lorsque l'ordre de traitement thermique de la colonne sera envoyé par le CCR2.

Sonde de température Pt 1000Ω pour mesurer et vérifier l'efficacité du traitement thermique

Réglage de température normale (par ex. : 55°C)



■ Les traitements thermiques appliqués à des réseaux ECS sont-ils réellement efficaces ?

**NON**, si :

- l'équilibrage du réseau de bouclage n'a pas été réalisé
- la pompe de bouclage est trop faible pour irriguer tout le réseau à 70°C

**Or, ces deux conditions sont rarement remplies.**

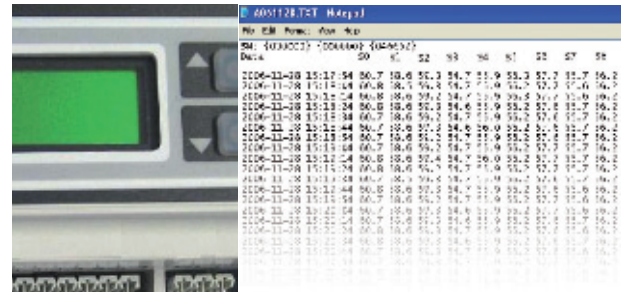
■ Solution Danfoss

*Régime normal (par ex. : 55°C)*

Les vannes automatiques MTCV permettent un maintien en température de toutes les colonnes, tout en ne demandant que le débit nécessaire et suffisant pour chaque colonne. Cette solution est celle qui va demander le moins de débit global de bouclage; les économies d'énergie et les pompes de bouclage "un peu juste" apprécieront.

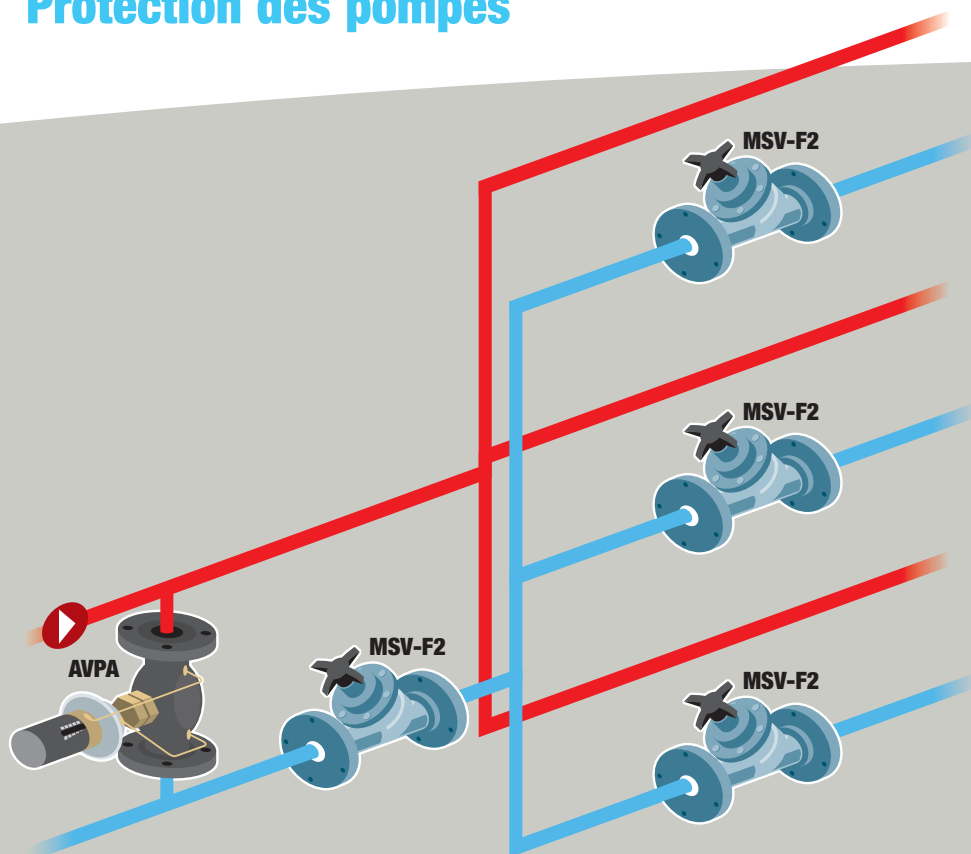
*Traitement thermique (70°C)*

Sur certaines installations, il est impossible d'assurer ce traitement thermique simultanément sur toutes les colonnes (déperditions trop importantes, pompe de bouclage insuffisante, déséquilibre hydraulique). Seul un traitement par colonne ou par groupe de colonne permettra d'envoyer toute la puissance sur une zone. Le régulateur CCR2 permet de gérer ce traitement séquentiel.



- Enregistrement des températures (sauvegarde sur carte SD)
- Garantit un meilleur traitement thermique (séquentiel)
- Economie d'énergie en réduisant le temps global de traitement thermique
- Réduit les effets d'entartrage
- Alarmes





## Vanne de bypasse pour pompes à vitesse fixe



AVPA



MSV-F2

- Sur une installation à débit variable (vannes deux voies sur les émetteurs), le débit peut chuter et générer un risque pour la pompe de circulation.

Pour éviter que la pompe ne sorte de sa courbe de fonctionnement, une vanne automatique de limitation de pression différentielle est montée en bypasse en aval de la pompe. En cas de chute de débit, la hauteur manométrique de la pompe va augmenter et la vanne AVPA va s'ouvrir.

La sélection est déterminée par :

- le débit minimum souhaité qui donne la taille de la vanne (DN)
- la hauteur manométrique de la pompe à ce débit qui donne le type d'actionneur (plage de  $\Delta P$ )

Ces vannes de bypasse sont réparties en 3 familles :

- jusqu'à 3 m<sup>3</sup>/h et 0,5 bar AVDO du DN 15 au DN 25
- jusqu'à 25 m<sup>3</sup>/h et 2 bar AVPA du DN 15 au DN 50
- jusqu'à 130 m<sup>3</sup>/h et 5 bar VFG2 + AFPA du DN 50 au DN 250

**Les vannes d'équilibrage manuelles MSV-F2 se rencontreront sur les grosses et moyennes installations.**

Elles existent du DN 50 au DN 300.

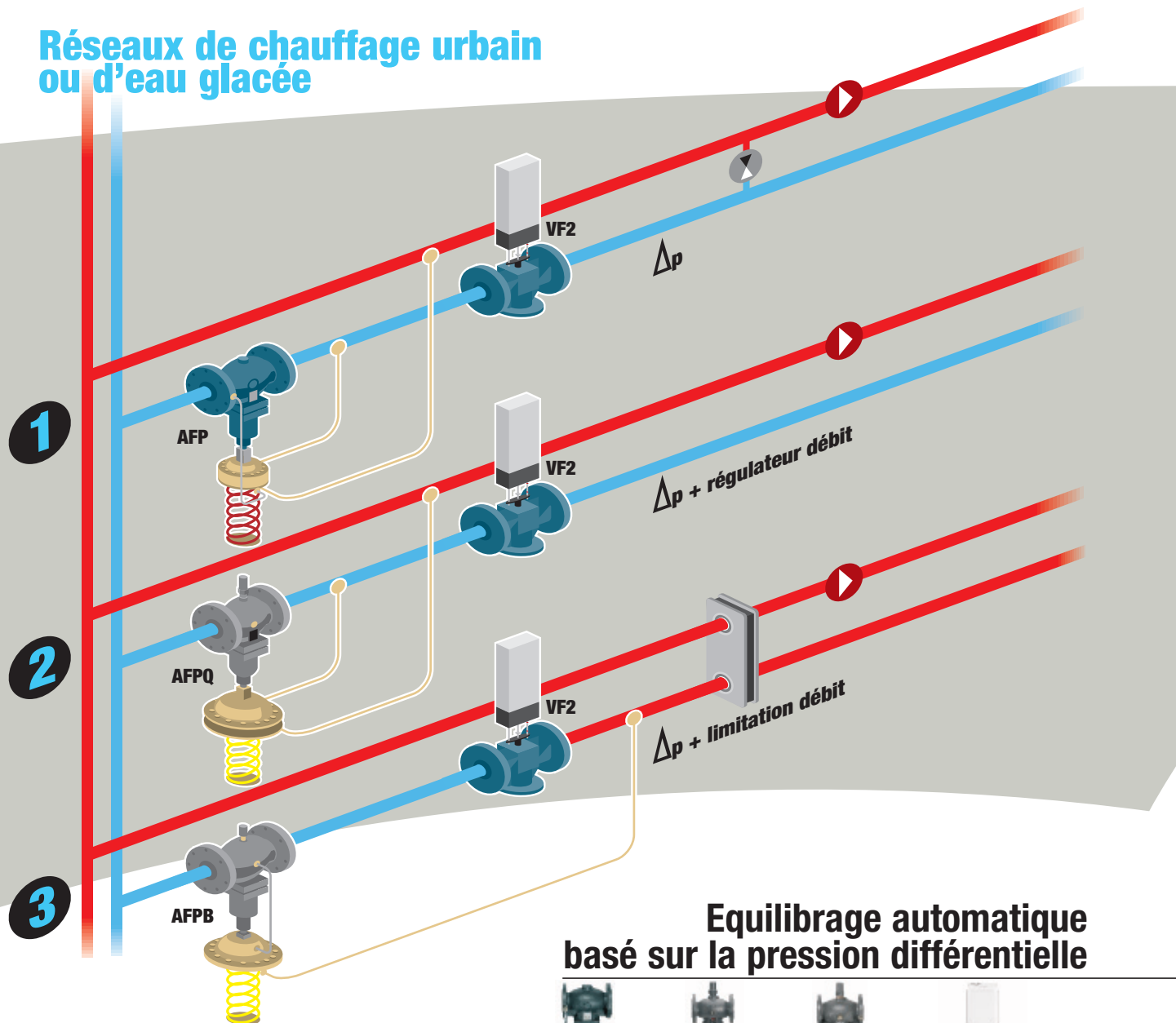
### FONCTIONS OBTENUES :

- débit mini de la production,
- mesure de débit.

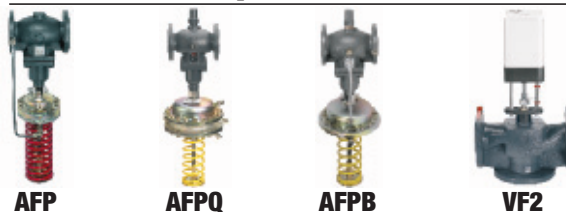
### AVANTAGES :

- protection de la pompe.

# Réseaux de chauffage urbain ou d'eau glacée



## Equilibrage automatique basé sur la pression différentielle



- De part leur taille, les grands réseaux de chauffage urbain ou d'eau glacée sont soumis à des débits et des pressions différentielle ( $\Delta p$ ) élevés.

Concevoir un réseau à débit variable permet d'importantes économies d'énergie par rapport à un réseau à débit constant. Il s'agit d'économies d'énergie électrique engendrées par des variateurs de vitesse sur les pompes de circulation et de moindres déperditions thermiques dues au débit variable. Cela impose toutefois de maîtriser les variations de  $\Delta p$  induites par ces variations de débit.

### Exemple 1 :

En raccordement direct, on souhaite limiter la  $\Delta p$  sur le circuit aval et assurer un fonctionnement optimal de la vanne de régulation motorisée. La vanne automatique AFP va maintenir la  $\Delta p$  aval en se fermant plus ou moins en fonction des variations de pression sur le circuit amont.

### Exemple 2 :

En raccordement direct, on souhaite limiter la  $\Delta p$  sur le circuit aval et assurer une limitation du débit sur cette branche. La vanne automatique AFPQ remplit deux fonctions :

- maintien de la  $\Delta p$  aval en se fermant plus ou moins en fonction des variations de pression sur le circuit amont,
- limitation automatique du débit sur cette branche.

### Exemple 3 :

En raccordement indirect, on souhaite limiter la  $\Delta p$  sur le circuit aval et maintenir une  $\Delta p$  constante sur la vanne de régulation motorisée (pour une parfaite autorité). La vanne automatique AFPB remplit deux fonctions :

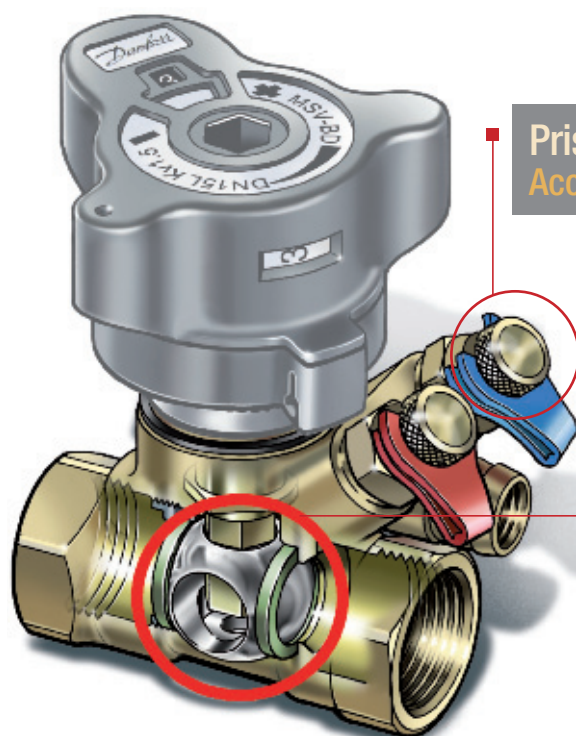
- maintien de la  $\Delta p$  sur la vanne en se fermant plus ou moins en fonction des variations de pression sur le circuit amont,
- limitation automatique du débit sur l'échangeur.

**Nota :** ces vannes automatiques se règlent à l'aide des manomètres et débitmètres présents sur l'installation. Elle peuvent aller jusqu'au DN 250 et PN 40.

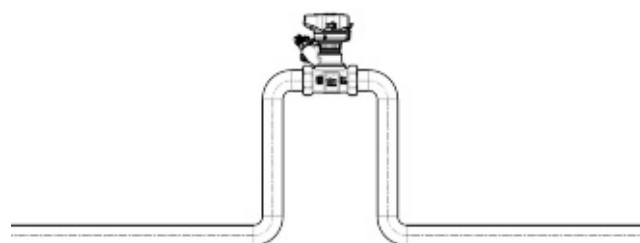
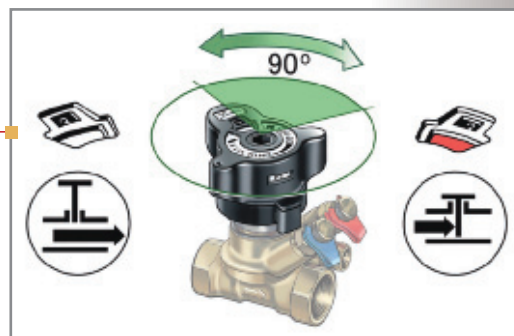
# Vanne d'équilibrage LENO™ MSV-BD

## La précision sans contrainte

FOCUS PRODUITS

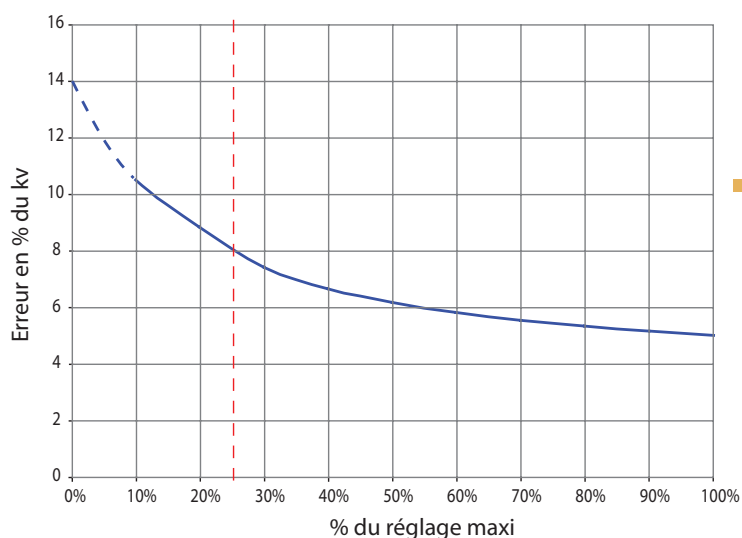


Prises de pression orientables sur 360°  
Accessibles en toutes circonstances.



Cette vanne d'équilibrage comprend un boisseau sphérique qui permet une fermeture étanche à 100%. Cette fonction de fermeture est indépendante de la fonction réglage.

- La vanne LENO™ MSV-BD n'exige aucune longueur droite (amont et aval).  
Coudes, raccords, pompes de circulation à proximité ne la perturbent pas.



- Le profil du piston et la conception symétrique lui confère une précision remarquable.  
A noter que cette précision est peu altérée par une circulation du fluide inversée.

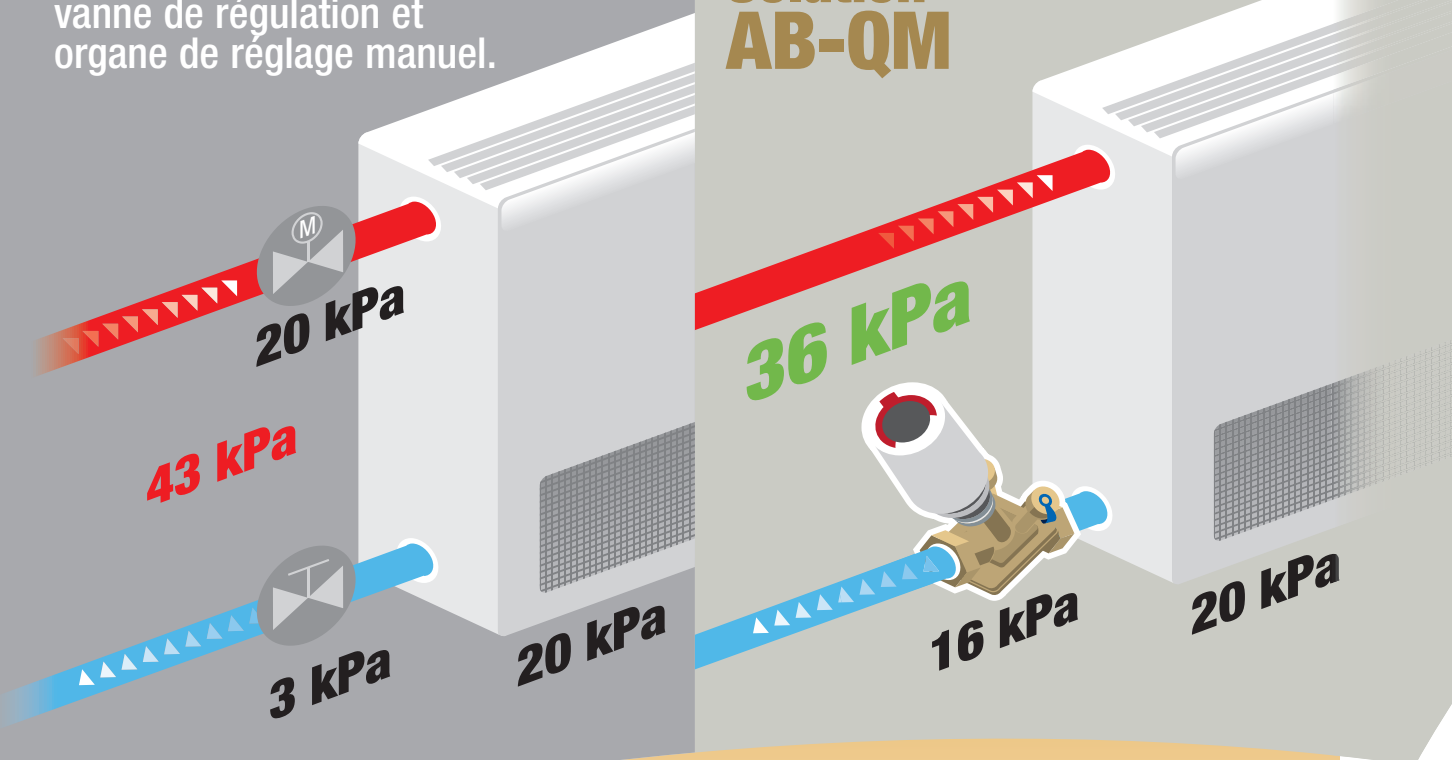
# AB-QM : Une vanne de régulation très économe en énergie

FOCUS PRODUITS

## CAS DES UNITÉS TERMINALES

**Solution classique,**  
vanne de régulation et  
organe de réglage manuel.

**Solution  
AB-QM**



- Pour une autorité acceptable (ici 45%), il faut choisir une vanne de régulation dont la perte de charge est au minimum celle de l'échangeur. Dans cet exemple la branche a besoin de 43 kPa pour assurer le bon débit. La sélection de la vanne est toujours fastidieuse puisqu'elle dépend de la perte de charge de l'échangeur et de l'emplacement de la branche dans l'installation.

- La vanne de régulation indépendante de la pression AB-QM ne nécessite que 16 kPa pour garantir le bon débit et une autorité de 100%. Dans cet exemple la branche a besoin de 36 kPa pour assurer le bon débit.

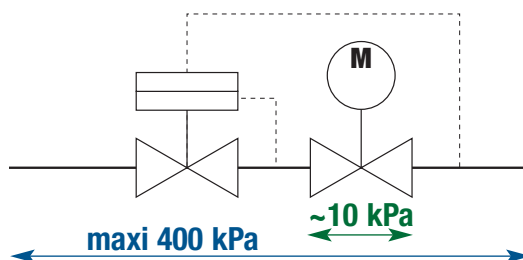
**Le choix de la vanne est extrêmement simple : il dépend uniquement du débit nécessaire.**

**Plus besoin de fastidieux calcul de kv.**



## AB-QM : une autorité de 100% à tous les réglages

- Le clapet interne est soumis à très peu de pression différentielle (environ 10 kPa), c'est pourquoi un moteur électrothermique peut être utilisé et tenir jusqu'à une pression différentielle de 400 kPa sur la vanne AB-QM. Sur de petits débits, les vannes 2 voies traditionnelles ont un kvs très réduit et par conséquent une ouverture de clapet très faible. La course de la vanne AB-QM est plus élevée que sur des vannes deux voies traditionnelles, ceci réduit considérablement les risques de colmatage. La limitation de débit est obtenue en limitant la course du clapet et en maintenant constante la pression différentielle aux bornes de ce clapet. C'est pourquoi la vanne AB-QM a une autorité de 100% à tous les réglages.



# Vanne de régulation indépendante de la pression : Autorité de 100% à tous les réglages

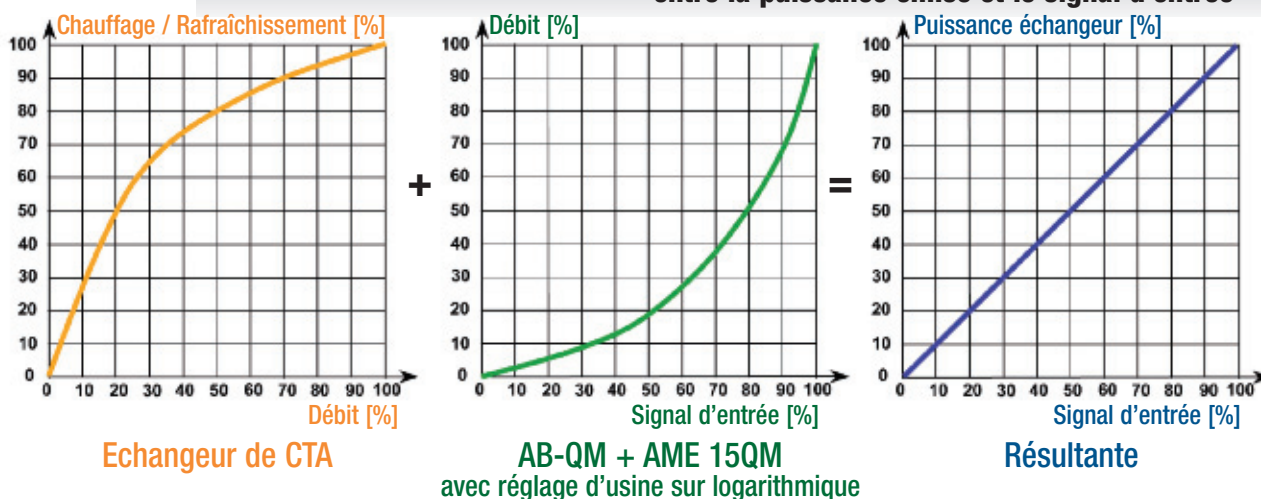
- Il n'est pas rare de voir des CTA équipées de régulation performante de type PI ou PID, et de constater que la température à faible charge n'est pas stable (phénomène de pompage). Quand on sait que la charge maximale n'est demandée que quelques jours dans l'année, le fonctionnement à charge réduite est primordial, et l'autorité de réglage de la vanne cruciale.
- La vanne de régulation AB-QM a une autorité de 100% à tous les réglages, fini les calculs de kv et d'autorité. C'est une vanne 2 voies automatique, favorisant les économies d'énergie :
  - équilibrage automatique
  - autorité 100%
  - partenaire idéale des pompes à vitesse variable



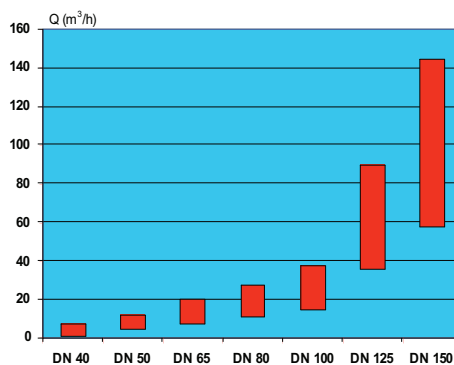
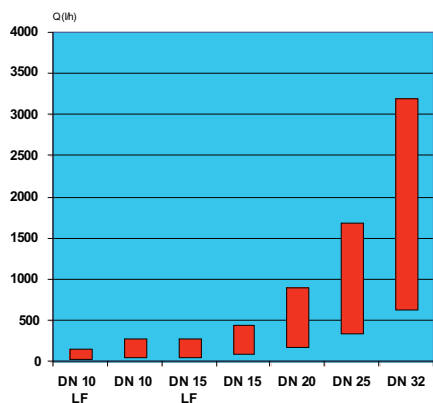
FOCUS PRODUITS

## Caractéristiques idéales pour les CTA

Vanne de régulation indépendante de la pression, autorité de 100%, linéarité entre la puissance émise et le signal d'entrée



### La vanne AB-QM couvre les débits de 30 l/h à 145 m<sup>3</sup>/h



Les servomoteurs disponibles sont :

**AMV :**  
pour régulation 24 V 3 points.

**AME :**  
pour régulation modulante 0-10 V.

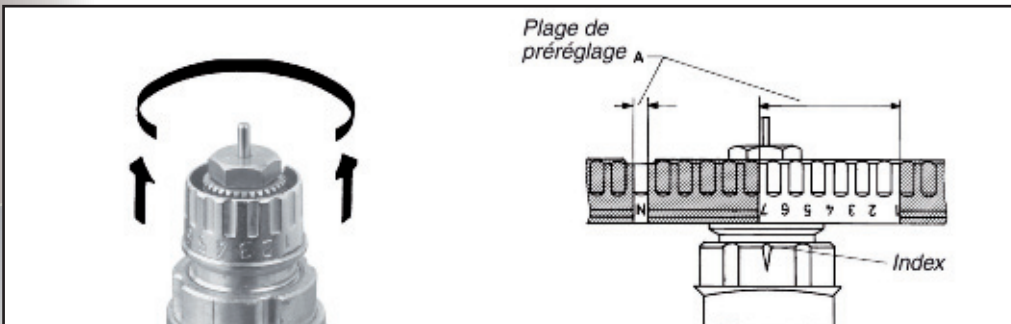
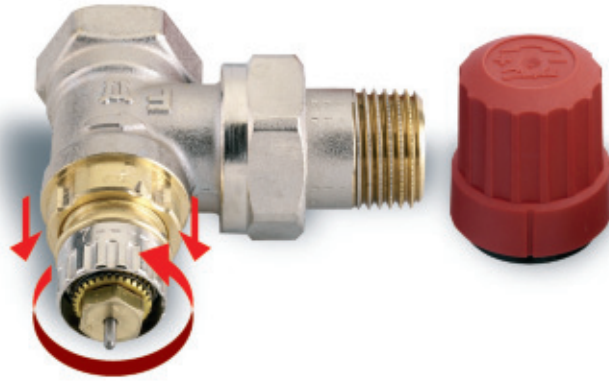
Les actionneurs AME s'auto-calibrent à la mise en service sur la course réelle de la vanne  
0V: vanne fermée, 10V: vanne ouverte au débit nominal réglé.



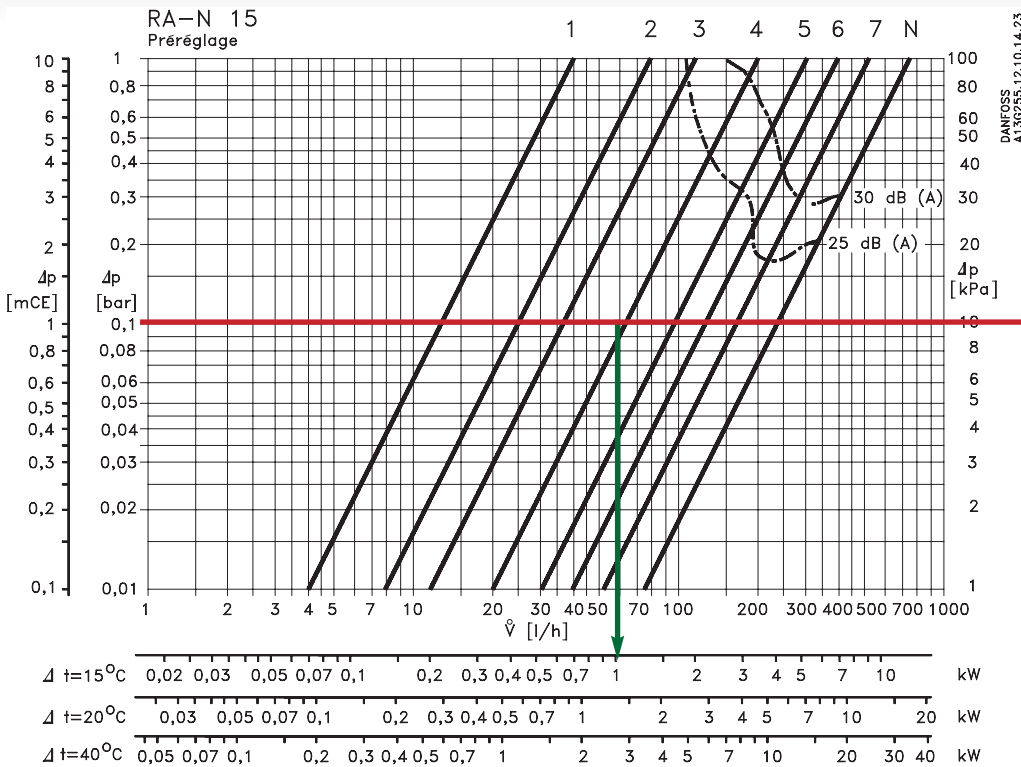
**La vanne AB-QM ouvre la voie à la simplification des installations à débit variable.**

## Corps réglable RA-N

- Ce corps de robinet thermostatique RA-N devient le nouveau standard chez Danfoss. Sa molette graduée permet un réglage précis et sans outil du kv. Son réglage est protégé par le montage de la tête thermostatique. Le té de réglage, toujours difficile à régler, perd sa fonction de limitation de débit pour ne garder qu'une fonction d'isolement du radiateur.



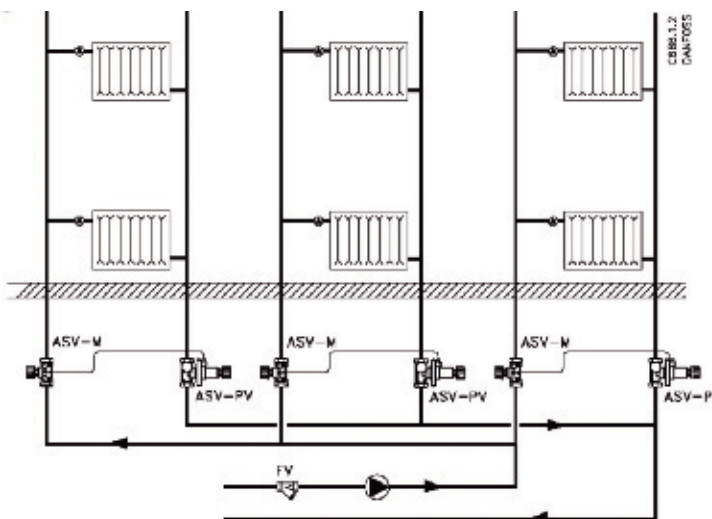
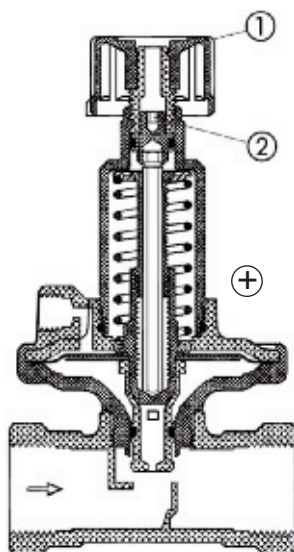
- Associé à une vanne automatique ASV-PV en pied de colonne, il permet une limitation du débit par radiateur.



**ΔP limitée à 10 kPa par la vanne automatique ASV-PV**

**Sur position 4, le RA-N ne dépassera jamais 62 l/h, soit 1080 W à ΔT de 15K**

# Vanne automatique ASV-PV : Réglage



Le réglage de pression différentielle se règle par l'intermédiaire de la vis ②. Le volant ① sert à fermer la vanne pour isoler la colonne retour.

■ La vanne d'équilibrage automatique ASV-PV est un régulateur de pression monté sur le retour d'un circuit.

Elle limite la pression différentielle du circuit en absorbant les excédents de pression. Un tube capillaire (+) transmet la pression de la conduite aller vers la partie supérieure de la membrane. La partie inférieure de la membrane est reliée de manière interne à la pression du circuit retour.



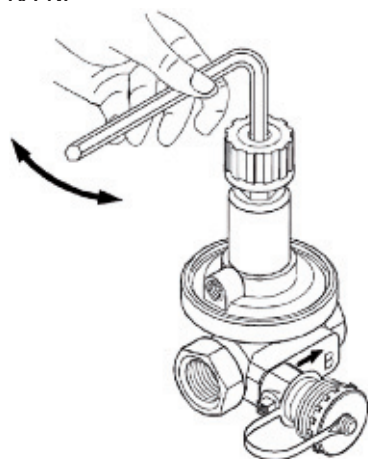
■ **Quelle valeur régler ?**

Prendre la perte de charge du circuit jusqu'à l'émetteur le plus défavorisé de la colonne.

■ **Le débit de la colonne sera-t-il limité ?**

Oui, surtout si les radiateurs sont équipés de vannes thermostatiques réglables type RA-N.

n (tours)	0.20 - 0.40 (bar)	
0	0.40	
1	0.39	
2	0.38	
3	0.37	
4	0.36	
5	0.35	
6	0.34	
7	0.33	
8	0.32	
9	0.31	
<b>Réglage d'usine</b>	<b>10</b>	<b>0.30</b>
11	0.29	
12	0.28	
13	0.27	
14	0.26	
15	0.25	
16	0.24	
17	0.23	
18	0.22	
19	0.21	
20	0.20	



Dans cet exemple, en tournant dans le sens horaire la vis centrale jusqu'en butée, on atteint le réglage maxi. (0,40 bar). Chaque tour dans le sens anti-horaire diminue la consigne de 0,01 bar.

## Le mesureur universel PFM 4000 standard

FOCUS PRODUITS



### Mesurer les débits sur la plupart des vannes d'équilibrage

- Il comprend une base de données avec les vannes des fabricants suivants :

*ARI, Cimberio, Comap, Danfoss, ESBE, Heimeier, Herz, Honeywell, LRI, Oventrop, Qitrus, TA hydronics.*

#### Il comprend un PDA de type HP iPack et un capteur de pression différentielle.

Ces deux appareils communiquent entre eux par liaison Bluetooth, il n'y a pas de liaison filaire entre eux.

Un jeu de flexible et des prises de pression à aiguille 3 mm sont intégrés à la valise.

Un kit d'adaptateurs pour vannes Qitrus est disponible en option.

Le programme PFM 4000 en français offre une grande convivialité. Des messages en clair permettent de guider l'utilisateur.

- En plus de la mesure, des fonctions d'enregistrement sont présentes.

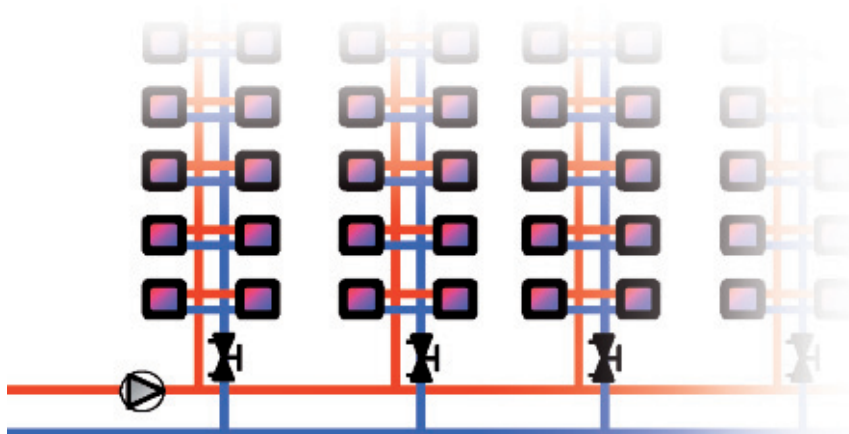
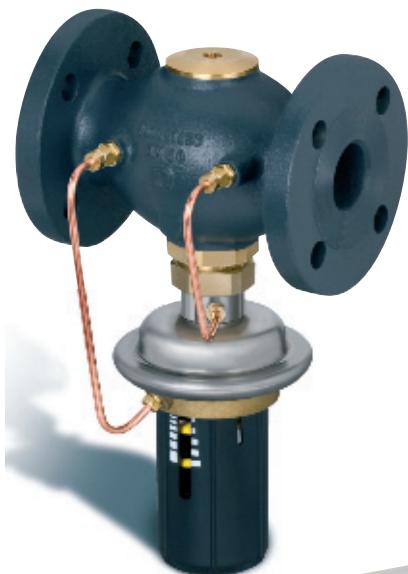
La liaison sans fil s'avère particulièrement utile puisqu'elle permet de mettre en place les prises de pression et de pouvoir éloigner l'appareil.

La valise est fournie avec plusieurs accessoires dont :

- adaptateurs pour prise de vidange
- flexible souple noir
- sonde de température



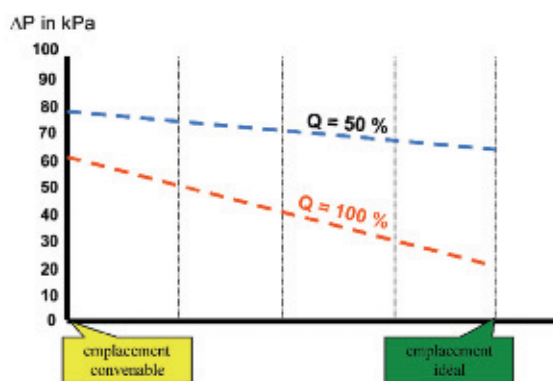
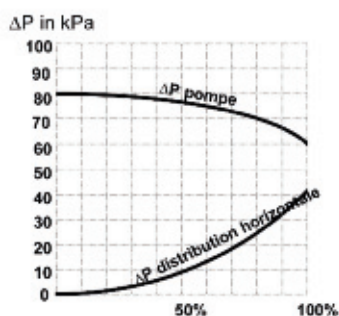
# Maintien de débit minimum Vanne de pression différentielle AVPA montée en bipasse



- L'emplacement de cette vanne de bipasse AVPA ne doit pas être fait au hasard ou au plus pratique car, selon les cas, elle peut très bien ne pas remplir son rôle. Il ne faut pas oublier qu'elle s'ouvre à augmentation de pression différentielle.

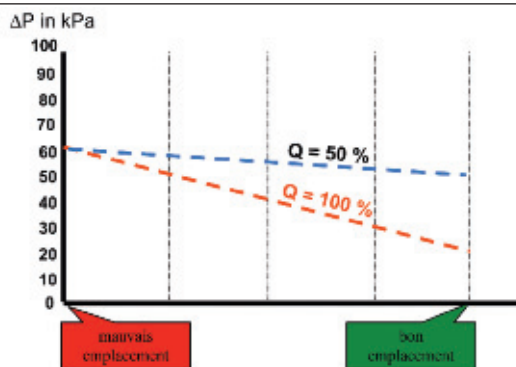
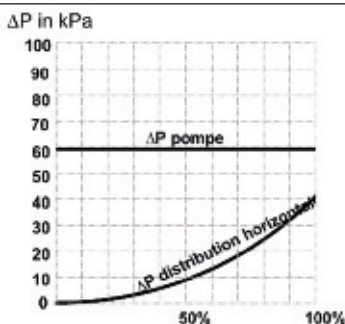
## Pompe à vitesse fixe

Montage en chaufferie possible



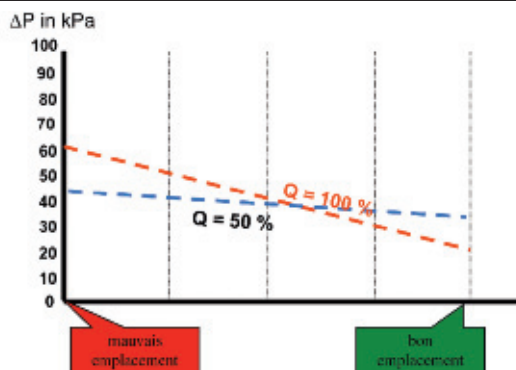
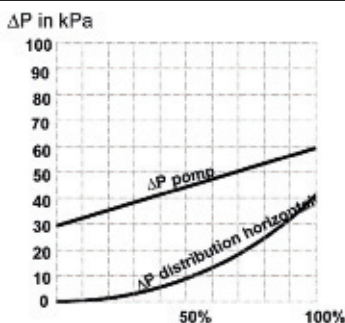
## Pompe à ΔP constant

Montage en chaufferie = ERREUR



## Pompe à ΔP proportionnel

Montage en chaufferie = ERREUR



## Installation avec radiateurs et robinets thermostatiques :

### ■ Version standard tête RA 2990 et corps RA-N (70 kg):

La régulation pièce par pièce sera assurée par un robinet thermostatique à réaction rapide. Le temps de réponse de la tête thermostatique sera inférieur à 10 minutes. La tête aura des butées mini et maxi réglables. La tête résistera à une flexion maximale de 70 kg. La limitation de débit par radiateur sera obtenue par un réglage situé sur le corps de robinet. Ce réglage sera protégé par le montage de la tête thermostatique.

### ■ Version renforcée pour collectivité tête RA 2920 et corps RA-N (110 kg):

La régulation pièce par pièce sera assurée par un robinet thermostatique à réaction rapide. Le temps de réponse de la tête thermostatique sera inférieur à 10 minutes. La tête aura des butées mini et maxi réglables. La tête, renforcée par une coque de renfort monobloc montée d'usine, résistera à une flexion maximale de 110 kg. La limitation de débit par radiateur sera obtenue par un réglage situé sur le corps de robinet. Ce réglage sera protégé par le montage de la tête thermostatique.

Chaque pied de colonne sera équipé d'une vanne d'équilibrage automatique Danfoss type ASV-PV assurant la limitation de la pression différentielle.

Le réglage du point de consigne pourra être réalisé et modifié en charge et ne nécessitera pas d'outil spécial. Chaque tour de la vis de réglage modifiera de 1 kPa la consigne. Un volant indépendant du réglage permettra la fermeture de la vanne.

## Installation avec unités terminales :

### ■ ventilo-convecteurs , poutres climatiques , panneaux rayonnants

Chaque unité terminale fonctionnera à débit variable.

La régulation sera assurée par une vanne combinée Danfoss type AB-QM assurant les fonctions de :

- vanne de régulation motorisée.
- vanne d'équilibrage automatique.

La vanne montée sur le retour limitera automatiquement le débit à une valeur maximale réglée sur une échelle graduée en % de débit. Le réglage du point de consigne pourra être réalisé et modifié en charge sans outil spécial. Cette vanne pourra résister à une pression différentielle de 400 kPa. L'autorité de cette vanne sera de 100% à tous les réglages.

Suivant le type de régulateur, l'actionneur choisi sera :

- une tête électrothermique tout ou rien (pour DN 15 et 20),
- une tête électrothermique 0-10 V (pour DN 15 et 20),
- un servo-moteur 3 points,
- un servo-moteur 0-10 V.

## Installation avec centrale de traitement d'air (CTA) :

Chaque CTA fonctionnera à débit variable.

La régulation sera assurée par une vanne combinée Danfoss type AB-QM assurant les fonctions de :

- vanne de régulation motorisée.
- vanne d'équilibrage automatique.

La vanne montée sur le retour limitera automatiquement le débit à une valeur maximale réglée sur une échelle graduée en % de débit. Le réglage du point de consigne pourra être réalisé et modifié en charge sans outil spécial. Cette vanne pourra résister à une pression différentielle de 400 kPa. L'autorité de cette vanne sera de 100% à tous les réglages.

Suivant le type de régulateur, l'actionneur choisi sera :

- un servo-moteur 3 points,
- un servo-moteur 0-10 V.

## Installation avec vannes d'équilibrage :

### ■ Vannes d'équilibrage manuelles pour réseau de bouclage ECS

L'équilibrage sera assuré par des vannes Danfoss type MSV-BD. La vanne aura une excellente précision même à faible ouverture (au plus 8% d'erreur maxi à 25% d'ouverture).

Cette précision sera garantie même sans longueurs droites en amont et en aval.

Les prises de pression seront orientables sur 360°.

Elle comportera une fonction isolement assurée par une vanne à boisseau sphérique indépendante du réglage.

### ■ Vannes d'équilibrage automatique pour réseau de bouclage ECS

Les colonnes seront équilibrées en température par une vanne thermostatique Danfoss type MTCV.

La vanne ne laissera passer que le débit nécessaire et suffisant pour respecter la température réglée (de 35 à 65°C).

Elle sera réglée suivant la réglementation en vigueur (en principe >50°C).

La fonction traitement thermique sera assurée soit par une seconde cartouche thermostatique à 70°C, soit par un actionneur électrique commandé par une centrale.

Le corps de vanne sera en bronze Rg5.



D'autres brochures  
techniques sont à votre disposition  
sur notre site Internet ...

[www.chauffage.danfoss.fr](http://www.chauffage.danfoss.fr)

**Danfoss**

**Danfoss**

Siège Social : 1bis Avenue Jean d'Alembert - 78996 Elancourt CEDEX - Tél. : 01 30 62 51 50 - Fax : 01 30 62 50 08 - <http://www.chauffage.danfoss.fr>

**Danfoss** décline toute responsabilité en cas d'erreurs d'impression dans ses catalogues, brochures ou autres supports imprimés. **Danfoss** se réserve le droit de modifier ses produits sans avis préalable. Ces conditions s'appliquent également à des produits en cours de livraison, à condition toutefois que les modifications éventuelles n'affectent pas les spécifications antérieurement convenues par écrit. Les noms et les marques de produits figurant dans ce document sont la propriété des sociétés respectives. Le nom **Danfoss** et le logo de **Danfoss** sont des marques déposées de la société **Danfoss A/S**. Tous droits réservés.