

ENGINEERING
TOMORROW

Danfoss

Génie climatique

Equilibrage des réseaux chauffage, clim et ECS

100%
débit variable

www.chauffage.danfoss.fr

Sommaire

Panorama produits **pages 2 et 3**

Pourquoi l'équilibrage ? **pages 4 à 7**

TERTIAIRE

Panneaux rayonnants réversibles à 2 serpentins indépendants **page 8**

Panneaux rayonnants réversibles à 1 serpentin commun **page 9**

Ventilo-convecteurs 4 tubes **page 10**

Ventilo-convecteurs déjà équipés de V2V **page 11**

Aérothermes **page 12**

Centrale de traitement d'air **page 13**

Boutique centre commercial **page 14**

Groupe de production d'eau glacée **page 15**

RÉSIDENTIEL

Robinet thermostatique auto-équilibrant *Dynamic Valve*™ **page 16**

Robinets thermostatiques et équilibrage automatique **page 17**

Radiateurs monotube **page 18**

Plancher chauffant, rénovation anciens systèmes **page 19**

Plancher chauffant avec collecteurs et régulation par pièce **page 20**

Kit CIC pour radiateurs bitube **page 21**

Modules thermiques d'appartement **page 22 et 23**

BOUCLAGE ECS

Lutte contre la légionellose **pages 24 et 25**

DÉBIT MINI SUR POMPE

Vanne de bipasse **page 26**

Débit mini sur branche **page 27**

SOUS-STATION, ÉCHANGEUR À PLAQUES

Neuf et rénovation **page 28**

Gamme de vannes automatiques **page 29**

FOCUS PRODUITS

Vanne de régulation indépendante de la pression **page 30**

RA-DV : robinet thermostatique auto-équilibrant **page 31**

Corps réglable RA-N **page 32**

Vanne automatique ASV-PV : réglage **page 33**

EXPLICATIONS

Robinets thermostatiques **pages 34 et 35**

Appréhender un réseau hydraulique **page 36**

Pompe à vitesse variable **page 37**

ECONOMIES D'ÉNERGIE

Economies d'énergie – Retour sur investissement **pages 38 et 39**

Vannes de régulation indépendante de la pression AB-QM **page 40**

L'expérience Danfoss en matière d'économie d'énergie **page 41**

RÉFÉRENCES

pages 42 et 43

PRODUITS

Les outils **page 44**

Domaines de compétences

• Résidentiel rénovation



• Résidentiel neuf



Découvrez la nouvelle version du guide d'applications Débit Variable de Danfoss.

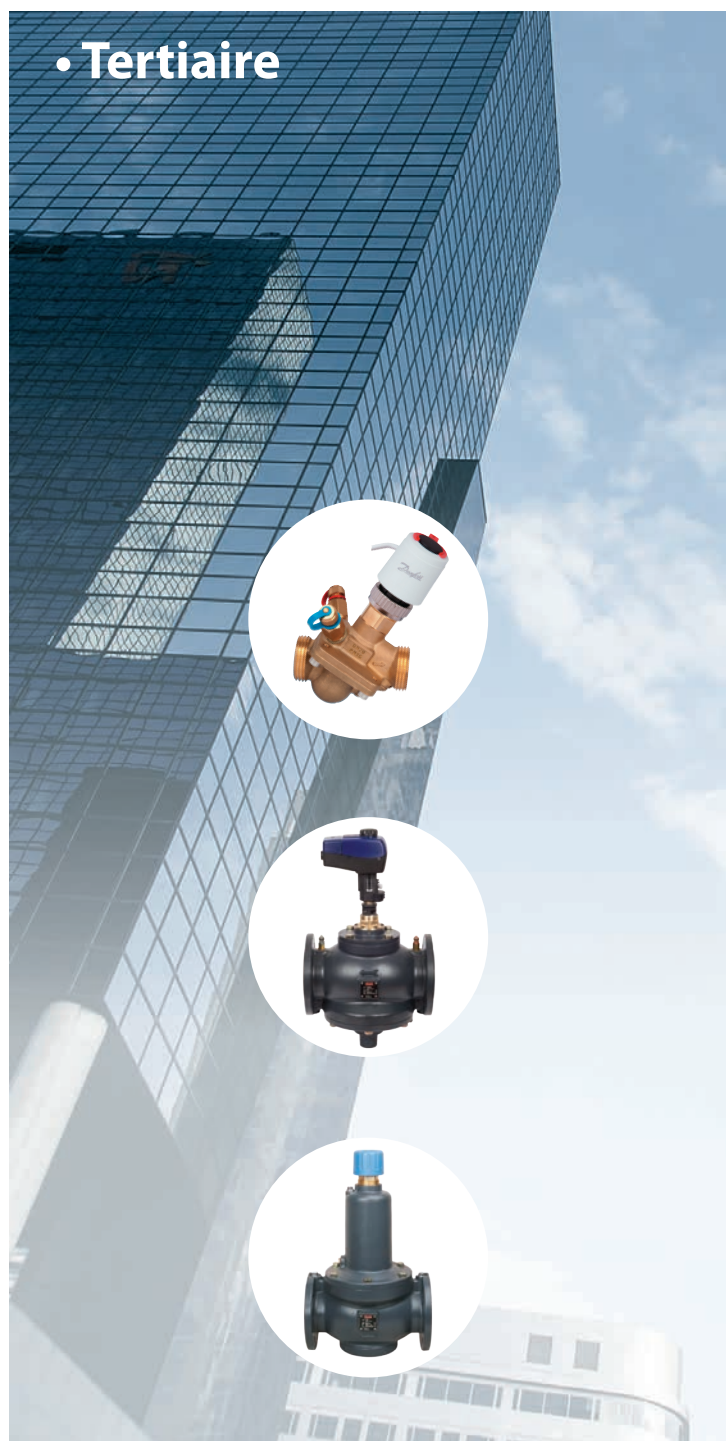
Du radiateur dans l'appartement ou de la poutre froide dans les bureaux jusqu'à la chaufferie ou la sous-station, la compréhension du débit variable met en évidence l'intérêt et la nécessité d'organes automatiques sur ces réseaux.

Ce guide est conçu pour vous apporter des solutions éprouvées en terme de simplicité et de performance. Il se veut aussi pédagogique tout en pointant quelques idées reçues.

L'équilibrage hydraulique est un des derniers gisements d'économies d'énergie à potentiel élevé.

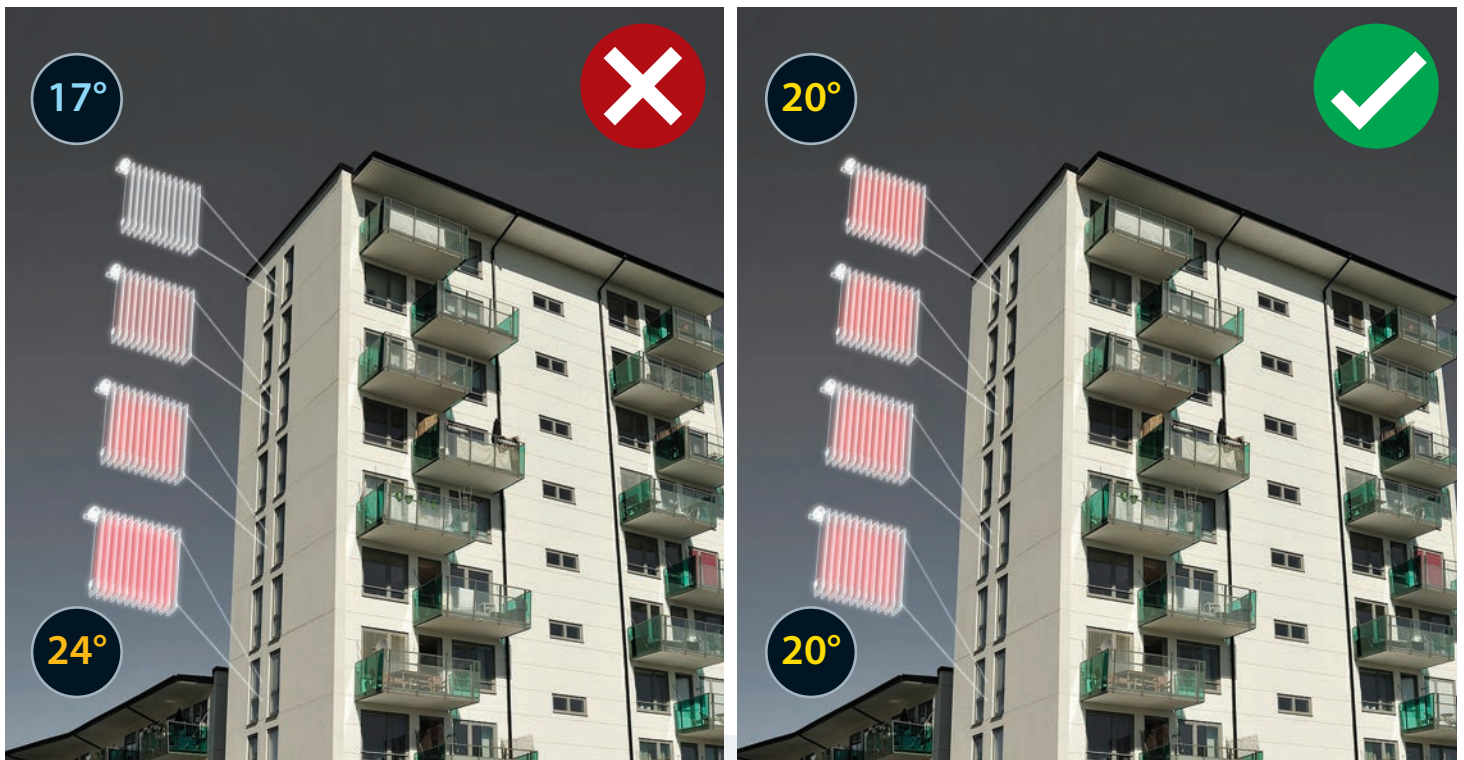
Depuis 25 ans, Danfoss prône l'usage de vannes automatiques :

- Plus simple pour le concepteur
- Plus simple pour l'installateur
- Plus performant



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 de 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).**

Danfoss et l'équilibrage dynamique

Débit variable

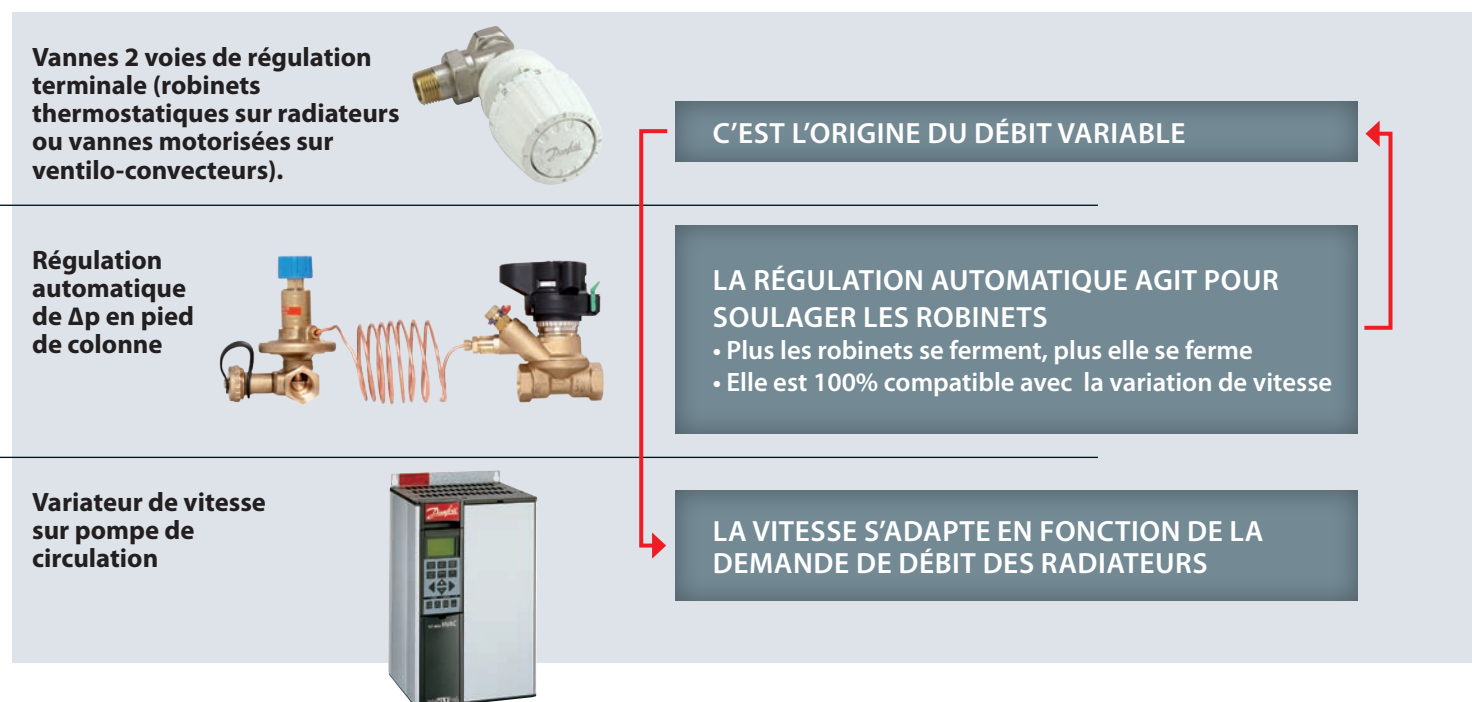
Par rapport au débit constant, une installation à débit variable engendre des économies d'énergies importantes.

Des vannes d'équilibrage manuelles ne peuvent pas apporter satisfaction sur un réseau à débit variable, parce qu'elles sont statiques. Elles sont réglées pour un débit maxi qui n'est atteint

que quelques jours dans l'année, le reste du temps elles ne jouent aucun rôle.

C'est pourquoi, Danfoss s'est lancé il y a 25 ans dans les solutions d'équilibrage dynamique.

Les 3 strates d'un système à débit variable



Les deux premières strates peuvent être regroupées dans un seul organe, il s'agit des **vannes de régulation indépendantes de la pression**.

En 2004, Danfoss a été le premier à introduire les vannes de régulation **AB-QM** à équilibrage automatique pour unités terminales.

Puis en 2013, Danfoss a naturellement lancé le robinet thermostatique auto-équilibrant *Dynamic Valve™* RA-DV.

D'où vient le débit variable ?

Ce n'est pas la pompe qui est en l'origine, c'est la seule vanne 2 voies qui engendre le débit variable.

La pompe adapte sa vitesse suivant une consigne de HMT constante le plus souvent.

Les vannes d'équilibrage automatique n'engendrent aucune variation de débit, elles accompagnent le fonctionnement des vannes 2 voies en absorbant les variations de pression.

(NB : sur ces applications, on ne devrait pas parler de pompe à débit variable mais de pompe à vitesse variable, voir p 36-37)



Un bon équilibrage = performances, économies d'énergie

RÉGULATION TERMINALE

10 à 20% sur l'énergie thermique



• Économies d'énergie en maîtrisant la température de consigne :

- elle permet de récupérer les apports gratuits
- elle permet de programmer des intermittences
- en assurant le confort des occupants, elle évite des comportements énergivores



• Économies d'énergie en maîtrisant la température de retour :

Sur un système à débit constant avec vannes 3 voies :

- l'eau retourne à la production soit :
- **trop chaude (chauffage), et donc dégrade le rendement de production (ex. chaudières à condensation),**
- **trop froide (climatisation), et donc dégrade le COP du groupe d'eau glacée**



C'est pourquoi les **vannes 2 voies** se sont imposées :

- elles engendrent le débit variable
- sur des vannes classiques, un calcul d'autorité (de kv) est nécessaire
- les déperditions thermiques sur les conduites de retour sont réduites

EQUILIBRAGE AUTOMATIQUE

5 à 15% sur l'énergie thermique



• Adaptation à toutes les charges de l'installation :

- 365 jours par an

• Maîtrise du débit maxi :

- assure un ΔT suffisant dans l'émetteur et par conséquent renvoie vers la production des températures de retour correctes pour un bon rendement
- les déperditions thermiques sur les conduites de retour sont réduites

• Excellente ou parfaite autorité des vannes de régulation.

- la régulation subit moins de pompage
- les actionneurs sont moins sollicités

• Suppression des bruits de circulation

- la pression différentielle est limitée

• Distribution équilibrée dans les branches / colonnes

- permet une remise en température plus tardive après une intermittence

POMPE À VITESSE VARIABLE

Economie sur l'énergie électrique



• Maintien d'une HMT

- constante (conseillée)
- proportionnelle

L'ÉQUILIBRAGE AUTOMATIQUE PERMET D'EXPLOITER UN GISEMENT D'ÉCONOMIES D'ÉNERGIE NON NÉGLIGEABLE. Par ses effets induits :

- **Il permet un meilleur rendement des chaudières à condensation ou des groupes d'eau glacée** (maîtrise des températures de retour)
- **Une moindre sollicitation des régulations électroniques et des actionneurs** (moins de pompage)
- **Une meilleure modulation de puissance des émetteurs** (autorité excellente voire de 100%)

Sélection produits, installation, mise en service

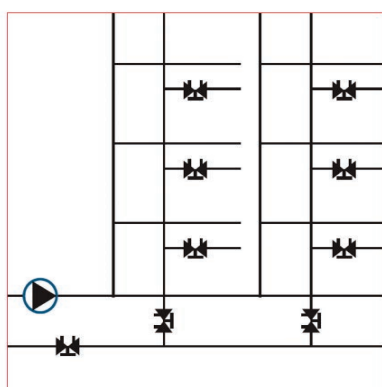
SÉLECTION

• Vannes de régulation AB-QM :

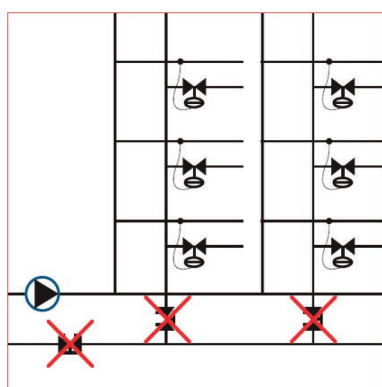
- plus besoin de calculer l'autorité ni de choisir un kv
- la sélection du DN ne se fait que par le débit nominal
- l'autorité est de 100% à tous les réglages
- la vanne supporte une Δp de 400 kPa

• Régulateur de pression différentielle ASV pour branche/colonne :

- en règle générale, on prend le même DN que la conduite
- la résistance de la branche/colonne donne la plage de réglage à choisir



Équilibrage avec vannes manuelles.

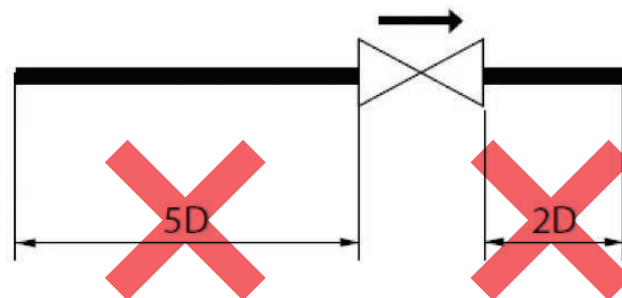


Équilibrage avec vannes automatiques.

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.

INSTALLATION

Les vannes automatiques Danfoss n'ont pas besoin de longueurs droites en amont ou en aval. Leur implantation en est largement facilitée.



MISE EN SERVICE

Le casse-tête bien connu du «réglage des vannes d'équilibrage manuelles» donne certainement l'explication au fait que moins de 10% des installations en France sont correctement équilibrées.

Sur des vannes automatiques, on ne vient pas régler un nombre de tours, on vient régler une consigne :

- débit sur les AB-QM
- Δp sur les ASV

Cette consigne ne dépend que de l'émetteur ou de la branche derrière la vanne.

Il n'y a plus le phénomène d'interaction entre les émetteurs/colonnes.

C'est pourquoi, ces vannes peuvent être réglées dans n'importe quel ordre et à tout stade du chantier.

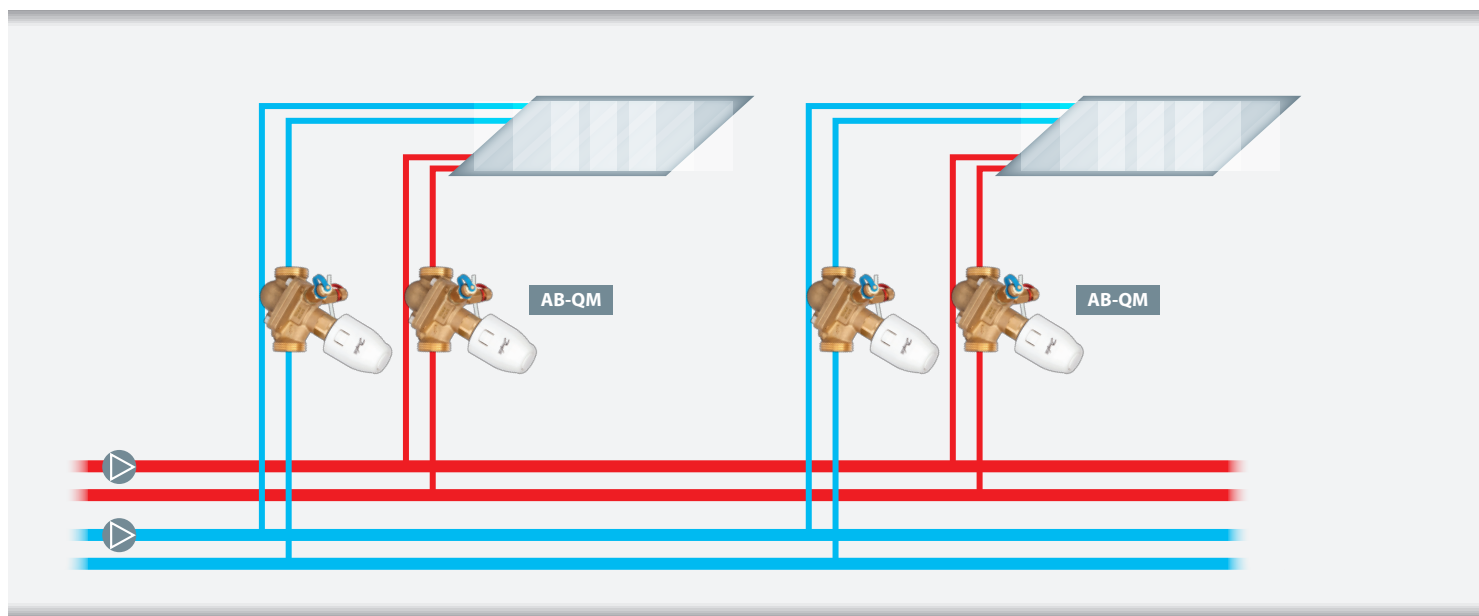
Par exemple, le débit peut être réglé lors du montage sur des vannes AB-QM montées en faux-plafond.

Il n'y a plus le souci de devoir repasser sur des vannes difficilement accessibles.

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.

PANNEAUX RAYONNANTS RÉVERSIBLES À 2 SERPENTINS INDÉPENDANTS



VANNE DE RÉGULATION
AB-QM



MOTORISATION
TWA-Z
On-Off chrono



MOTORISATION
ABNM
0-10 V

Vanne de régulation et équilibrage automatique combinés

FONCTIONS OBTENUES

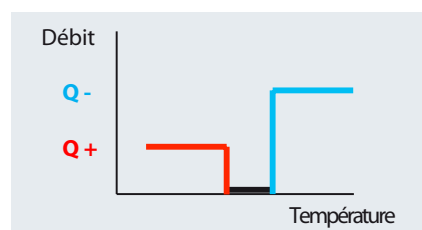
- Vanne de régulation tout-ou-rien ou modulante
- Limitation automatique du débit
- Débits différents dans le serpentin chaud et le serpentin froid
- Le débit nominal se règle directement sur la bague graduée en l/h.
- Le débit ne dépassera pas la valeur souhaitée quelles que soient les variations de pression du réseau.
- Aucune mesure n'est nécessaire pour le réglage.
- Sécurité avec actionneur à RàZ
 - NC vanne fermée par manque de courant

CARACTÉRISTIQUES

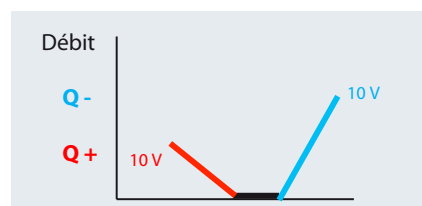
- Supporte une Δp de 400 kPa.
- Faible perte de charge :
 - seulement 16 kPa pour DN 10 à 20
 - moins de HMT demandée sur la pompe tout en procurant une autorité de 100%*
- Modèle petit débit pour des débits nominaux jusqu'à 30 l/h.
- Montage sur l'aller ou sur le retour.
- Avantage du système par rapport à la vanne directionnelle sur 1 serpentin :
 - Circuits totalement indépendants.
 - Pas de transfert de fluide entre les deux circuits.
 - Pas de contrainte d'égalisation des pressions :
 - pression statique
 - HMT pompe
 - vase d'expansion
 - Pas de contrainte sur l'égalisation des densités (concentration glycol).

RÉGULATION

- 2 sorties tout-ou-rien ou chrono-proportionnel avec TWA-Z

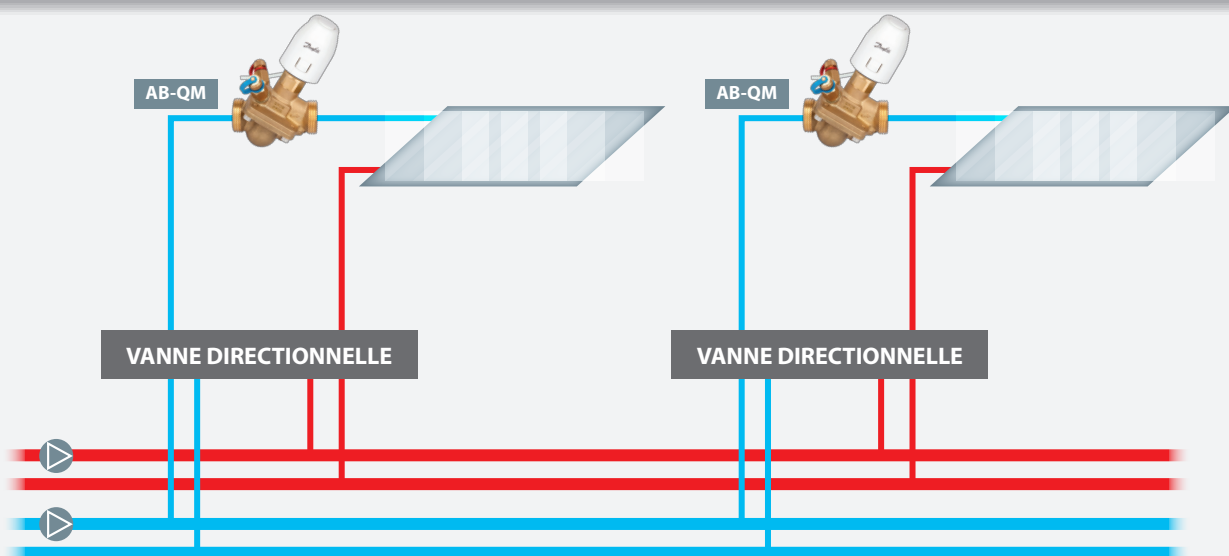


- 2 sorties modulantes avec ABNM



- Autorité de 100% à tous les réglages de l'AB-QM.
- Auto-calibration du 0-10 V sur la course réelle de la vanne.
- Caractéristique linéaire ou logarithmique suivant version ABNM.

■ PANNEAUX RAYONNANTS RÉVERSIBLES À 1 SERPENTIN COMMUN



VANNE DE RÉGULATION
AB-QM



MOTORISATION
ABNM
0-10 V

Vanne de régulation et équilibrage automatique combinés

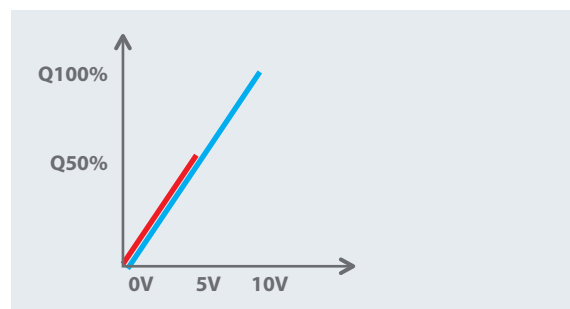
FONCTIONS OBTENUES

- Vanne de régulation modulante.
- Limitation automatique du débit.
- Débits maxi différents en limitant la tension
 - en froid 0-10 V
 - en chaud 0-5 V par exemple
- Le débit nominal froid se règle directement sur la bague graduée en l/h.
- Le débit ne dépassera pas la valeur souhaitée quelles que soient les variations de pression du réseau.
- Aucune mesure n'est nécessaire pour le réglage.
- Sécurité avec actionneur à RàZ
 - NC vanne fermée par manque de courant.

CARACTÉRISTIQUES

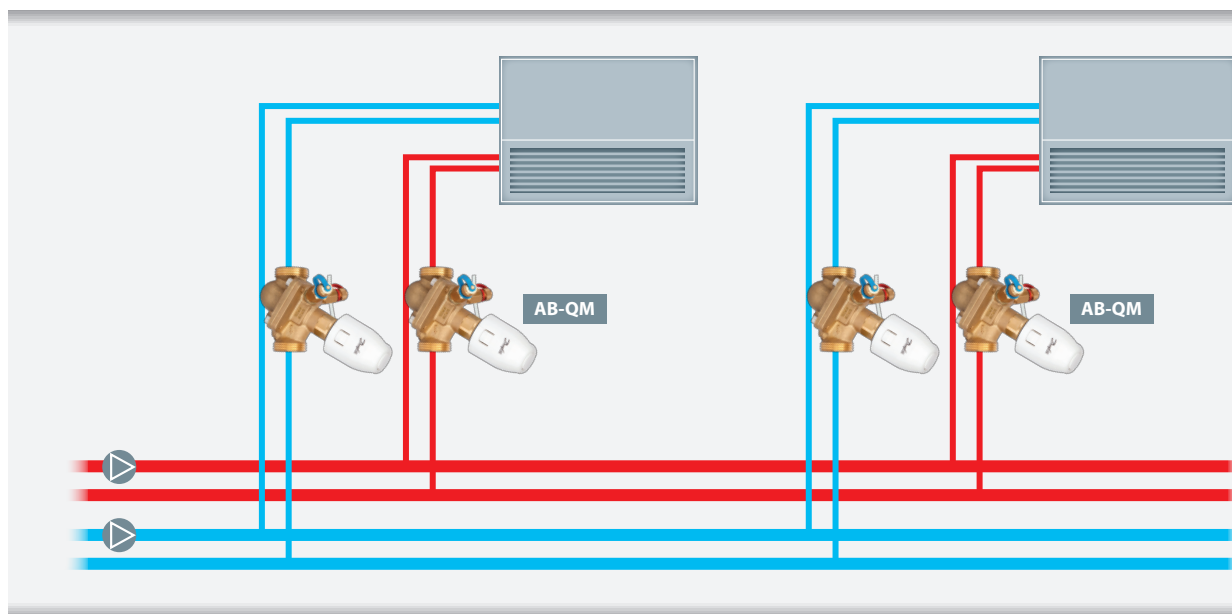
- Supporte une Δp de 400 kPa.
- Faible perte de charge :
 - seulement 16 kPa pour DN 10 à 20
 - Moins de HMT demandée sur la pompe tout en procurant une autorité de 100%*
- Modèle petit débit pour des débits nominaux jusqu'à 30 l/h.
- Montage sur l'aller ou sur le retour.

RÉGULATION



- 1 sortie modulante 0-10 V avec ABNM.
- Autorité de 100% à tous les réglages de l'AB-QM.
- Auto-calibration du 0-10 V sur la course réelle de la vanne.
- ABNM à caractéristique linéaire.
- La vanne directionnelle sera commandée en tout-ou-rien par un signal de mode chaud/froid.

VENTILO-CONVECTEURS 4 TUBES



VANNE DE RÉGULATION
AB-QM



ACTIONNEUR
TWA-Z
On-Off chrono

Vanne de régulation et équilibrage automatique combinés

FONCTIONS OBTENUES

- Vanne de régulation modulante.
- Limitation automatique du débit.
- Débits différents dans la batterie chaude et la batterie froide.

ASTUCES

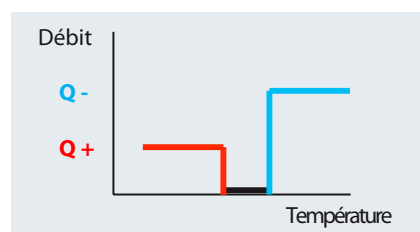
- **Le débit nominal se règle directement sur la bague graduée en l/h.**
- Le débit ne dépassera pas la valeur souhaitée quelles que soient les variations de pression du réseau.
- **Aucune mesure n'est nécessaire pour le réglage.**
- Sécurité avec actionneur à RàZ :
 - NC vanne fermée par manque de courant.

CARACTÉRISTIQUES

- Supporte une Δp de 400 kPa.
- Faible perte de charge :
 - seulement 16 kPa pour DN 10 à 20
 - moins de HMT demandée sur la pompe tout en procurant une autorité de 100%.*
- Modèle petit débit pour des débits nominaux jusqu'à 30 l/h.
- Montage sur l'aller ou sur le retour.

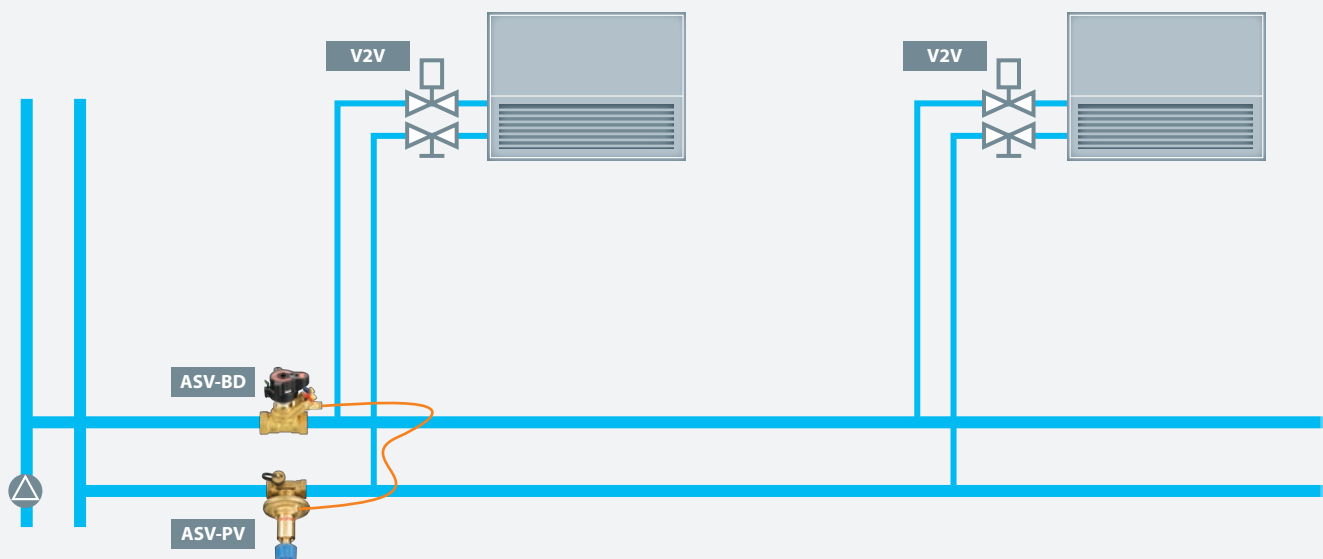
RÉGULATION

- 1 sortie tout-ou-rien ou chrono-proportionnelle.



- Autorité de 100% à tous les réglages de l'AB-QM.
- Caractéristique linéaire.

■ VENTILO-CONVECTEURS DÉJÀ ÉQUIPÉS DE V2V



VANNE
ASV-PV
Régulateur Δp



VANNE
ASV-BD
Limitation débit

Vanne d'équilibrage automatique par branche Limitation du débit et de la Δp

■ FONCTIONS OBTENUES

- Limitation automatique de la pression différentielle nécessaire à la branche.
- Limitation du débit de branche par la vanne ASV-BD.

■ ATTENTION !

Lorsque les ventilo-convecteurs n'ont pas pu être équipés de vannes AB-QM, les vannes ASV-PV permettent de rendre chaque branche indépendante les unes des autres.

■ ASTUCES

- 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.

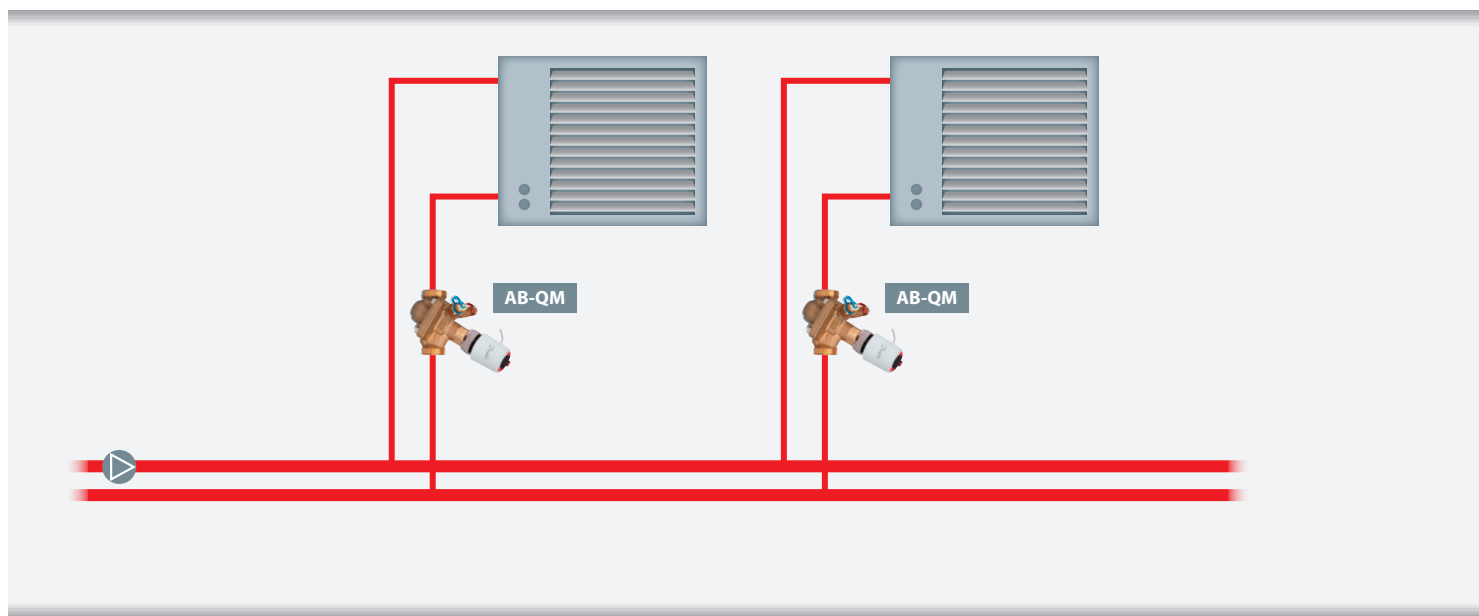
Le maintien de Δp résout ce problème et améliore l'autorité des vannes modulantes tout en limitant les risques de bruits.

- Les variations de pression différentielle du réseau sont absorbées automatiquement par la vanne ASV-PV.

■ CARACTÉRISTIQUES

- Supporte une Δp de 150 kPa à 250 kPa suivant DN.
- Existe du DN 15 au DN 100.

■ AÉROTHERMES



VANNE DE RÉGULATION
AB-QM



ACTIONNEUR
TWA-Z
On-Off 2 - 3 min



MOTEUR
AMI 140
20 - 50 s

Vanne tout-ou-rien et équilibrage automatique combinés

FONCTIONS OBTENUES

- Vanne tout-ou-rien.
- Limitation automatique du débit.

ASTUCES

- **Le débit nominal se règle directement sur la bague graduée en l/h.**
- **Le débit ne dépassera pas la valeur souhaitée** quelles que soient les variations de pression du réseau.
- **Aucune mesure n'est nécessaire pour le réglage.**
- En coupant le débit, la vanne AB-QM permet de tirer profit des pompes à vitesse variable.
- Sur ces équipements toujours montés en hauteur et difficile d'accès, **la limitation de débit peut être réglée une fois pour toute lors du montage de la vanne AB-QM.**

CARACTÉRISTIQUES

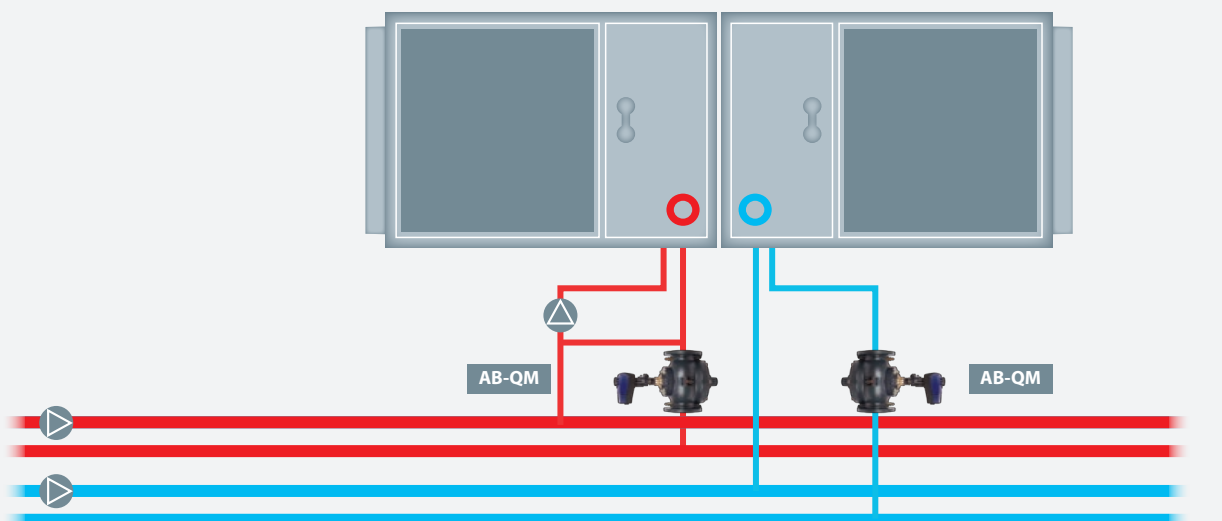
- Supporte une Δp de 400 kPa.
- Faible perte de charge :
 - 16 kPa pour DN 10 à 20
 - 20 kPa pour DN 25 à 32
- Montage sur l'aller ou sur le retour.

ACTIONNEURS TOUT-OU-RIEN

TWA-Z : électrothermique
Compact
Course en 2-3 minutes

AMI 140 : servomoteur
Course en 20 à 50 s suivant DN

CENTRALE DE TRAITEMENT D'AIR



VANNE
AB-QM



ACTIONNEUR
AME 435 QM
0-10 V

Vanne de régulation et équilibrage automatique combinés

FONCTIONS OBTENUES

- Vanne de régulation modulante à autorité de 100%.
- Limitation automatique du débit.

Montage hydraulique

- Débit variable sur batterie :
 - La vanne AB-QM est montée en direct sur les batteries froides et sur les batteries chaudes en recyclage sans risque de gel.
- Débit constant sur batterie :
 - La vanne AB-QM montée en injection remplace la traditionnelle vanne 3 voies utilisée sur les batteries chaudes en air neuf avec risque de gel.
- Le débit ne dépassera pas la valeur souhaitée quelles que soient les variations de pression du réseau.
- Aucune mesure n'est nécessaire pour le réglage.
- Sécurité avec actionneur à RàZ
 - type SU, vanne ouverte par manque de courant.
 - type SD, vanne fermée par manque de courant.

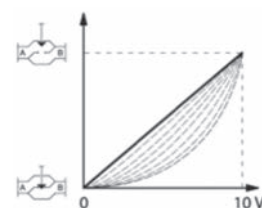
CARACTÉRISTIQUES

- Supporte une Δp de 400 kPa en fonctionnement.
- Faible perte de charge :
 - seulement 30 kPa pour DN 40 à 250.
 - moins de HMT demandée sur la pompe tout en procurant une autorité de 100%.
- Montage sur l'aller ou sur le retour.
- Pas besoin de longueur droite en amont.

RÉGULATION

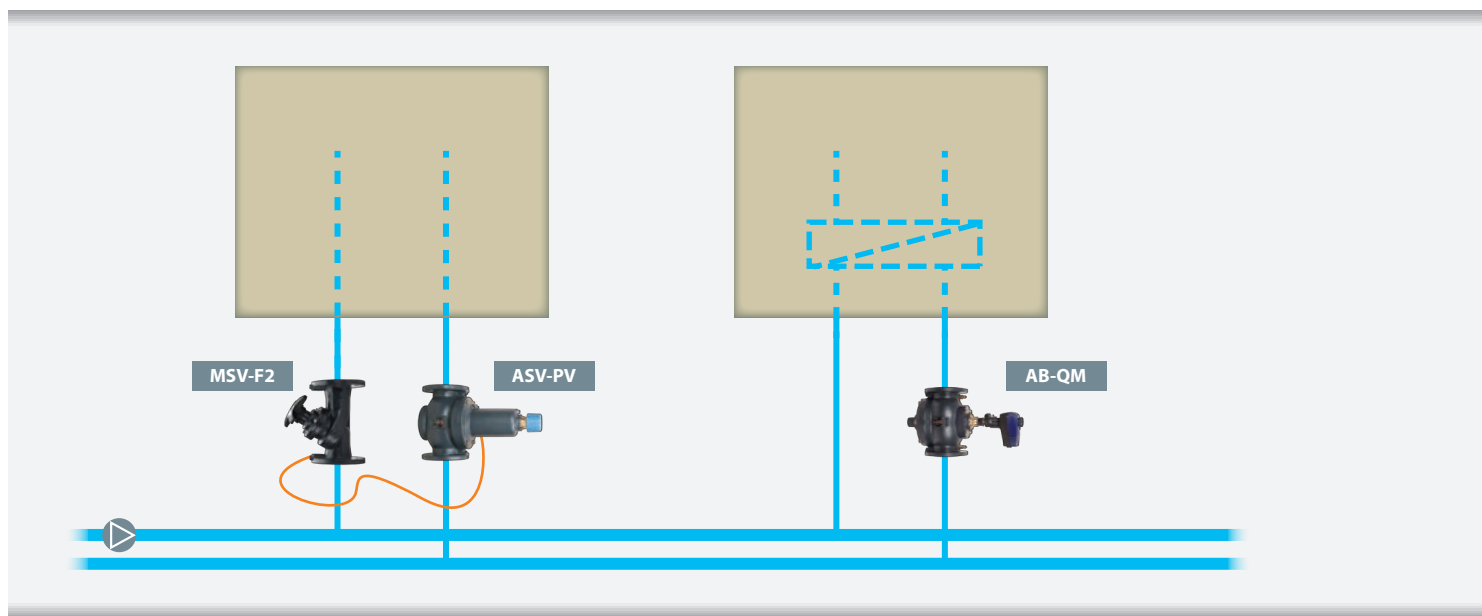
Actionneur AME 435 QM

- Auto-calibration du signal 0-10 V sur la course réelle de la vanne.
- Caractéristique linéaire ou égal pourcentage réglable.



- 2 vitesses réglables.
- Signal de recopie.

BOUTIQUE CENTRE COMMERCIAL



FONCTIONS OBTENUES

- Limitation automatique de la Δp disponible en entrée de boutique par le régulateur ASV-PV.
- Limitation du débit par la vanne de réglage MSV-F2.

Raccordement direct :

- Les unités de la boutique sont raccordées sur le même réseau.
- Elles peuvent être à débit constant ou à débit variable.

ASTUCES

- **Le débit ne dépassera pas la valeur souhaitée** quelles que soient les variations de pression du réseau.
- Les **variations de pression différentielle** du réseau sont **absorbées automatiquement par la vanne ASV-PV**.
- Le débit pourra être mesuré sur la vanne de réglage MSV-F2.
- **Le maintien de Δp améliore l'autorité des vannes modulantes dans la boutique tout en limitant les risques de bruits.**

CARACTÉRISTIQUES

Supporte une Δp de 250 kPa en fonctionnement du DN 50 à 100.

FONCTIONS OBTENUES

- Limitation automatique du débit par la vanne AB-QM.

Raccordement indirect :

- Les unités raccordées de la boutique sont sur un réseau séparé par un échangeur.

→ Vanne AB-QM non motorisée :

- Le débit est maintenu constant dans l'échangeur par la vanne automatique AB-QM.

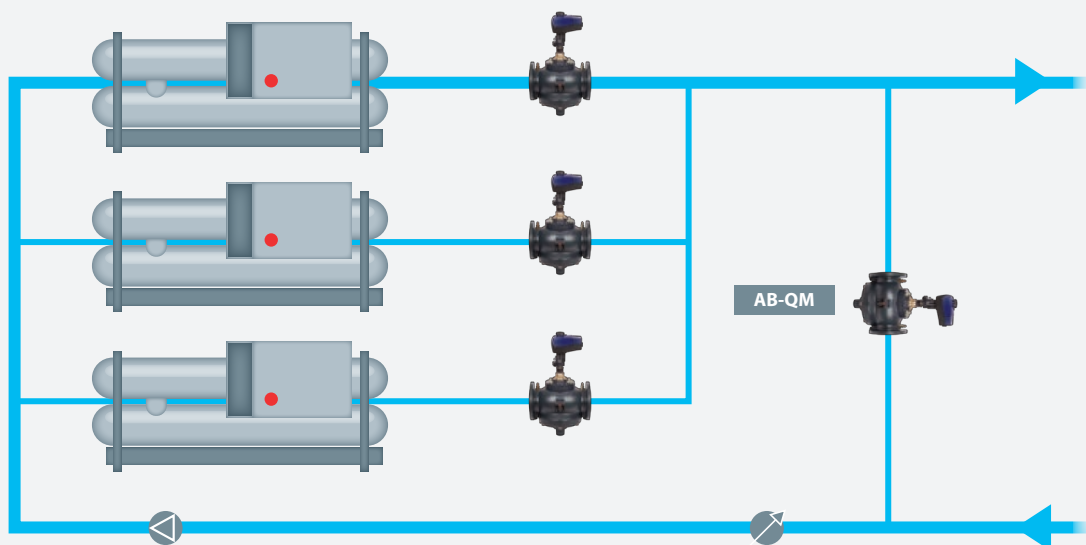
→ Vanne AB-QM motorisée :

- Le débit maxi est assuré par la vanne automatique AB-QM.
- La vanne peut réguler en fonction d'une régulation de température de retour pour assurer un meilleur rendement de l'installation.
- L'autorité est de 100% à tous les réglages.

CARACTÉRISTIQUES

- Supporte une Δp de 400 kPa en fonctionnement.
- Montage sur l'aller ou sur le retour.
- Pas besoin de longueur droite en amont et en aval.

■ GROUPE DE PRODUCTION D'EAU GLACÉE



VANNE
AB-QM



ACTIONNEUR
AME 85 QM
0-10 V

Vanne de régulation et équilibrage automatique combinés

FONCTIONS OBTENUES

- Maîtrise des débits dans toutes les unités.
- Maîtrise du débit mini par le bypass.

ASTUCES

- **Une installation performante est basée sur une installation à débit variable sur les terminaux.**
- Un équilibrage dynamique sur les terminaux assurera la maîtrise des débits et par conséquent un excellent ΔT .
- Les vannes de régulation AB-QM sont indépendantes de la pression, leur autorité est de 100%. Ceci permet d'élaborer aisément des stratégies de fonctionnement pour la cascade des groupes ainsi que pour le débit mini contrôlé par un débitmètre.
- On le sait, **les vannes manuelles ne sont pas appropriées au débit variable**, il est impossible de garantir le bon débit avec des vannes manuelles. **Les vannes AB-QM permettent de gérer le syndrome de bas deltaT.**

CARACTÉRISTIQUES

- Supporte une Δp de 400 kPa en fonctionnement.
- Faible perte de charge :
 - seulement 30 kPa pour DN 40 à 250.
 - moins de HMT demandée sur la pompe tout en procurant une autorité de 100%.
- Montage sur l'aller ou sur le retour.
- Pas besoin de longueur droite en amont et en aval.

RÉGULATION

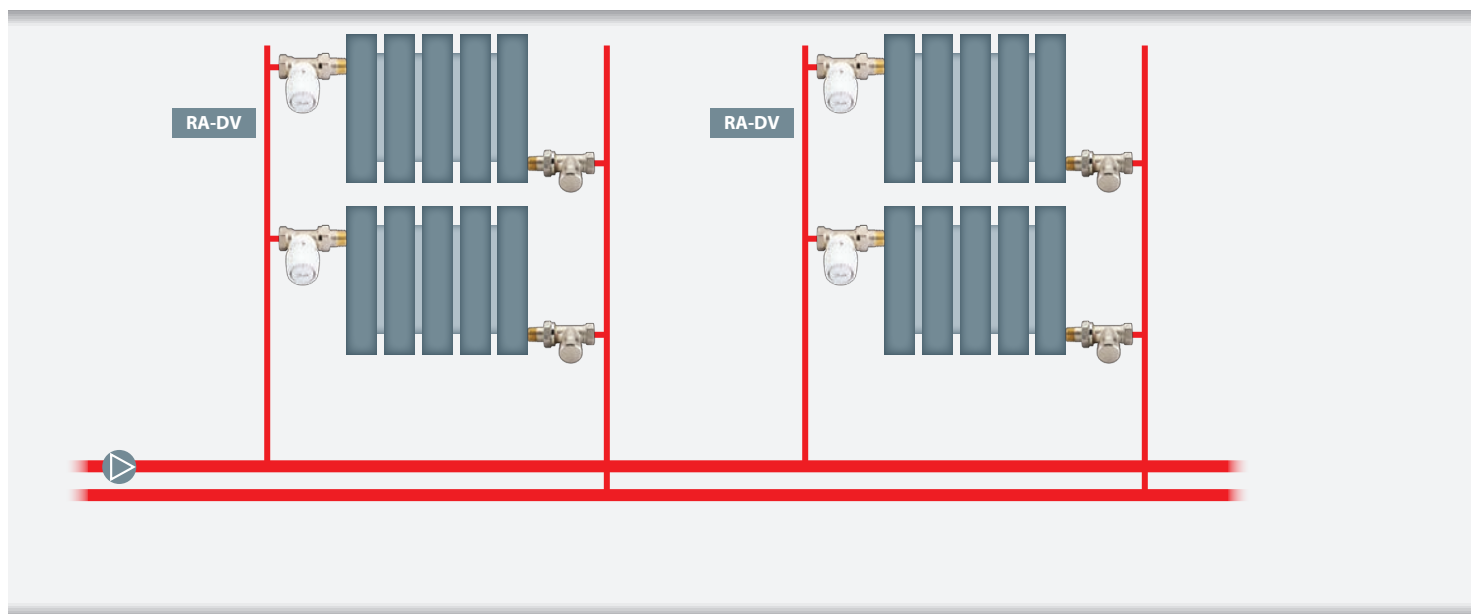
Actionneur AME 555 QM et AME 85 QM

- Auto-calibration du signal 0-10 V sur la course réelle de la vanne.
- Caractéristique linéaire ou égal pourcentage.
- Signal de recopie.

AB-QM à brides PN 16

- DN 50 à 250
- Jusqu'à 370 m³/h

ROBINET THERMOSTATIQUE AUTO-ÉQUILIBRANT *DYNAMIC VALVE™*



CORPS
RA-DV
Dynamic Valve™



TÊTE GAZ
RA 2990



TÊTE LIQUIDE
RAE

Conforme à la norme EN 215

Robinet thermostatique auto-équilibrant

FONCTIONS OBTENUES

- Régulation thermostatique **autorité de 100%**.
- Limitation automatique du débit par radiateur.

ASTUCES

- Le débit nominal se règle **directement sur la bague graduée du robinet.**
- Le débit ne dépassera pas la valeur souhaitée quelles que soient les variations de pression du réseau.
- **Aucune mesure n'est nécessaire pour le réglage.**
- **Aucune vanne d'équilibrage** n'est nécessaire en pied de colonne.

CARACTÉRISTIQUES

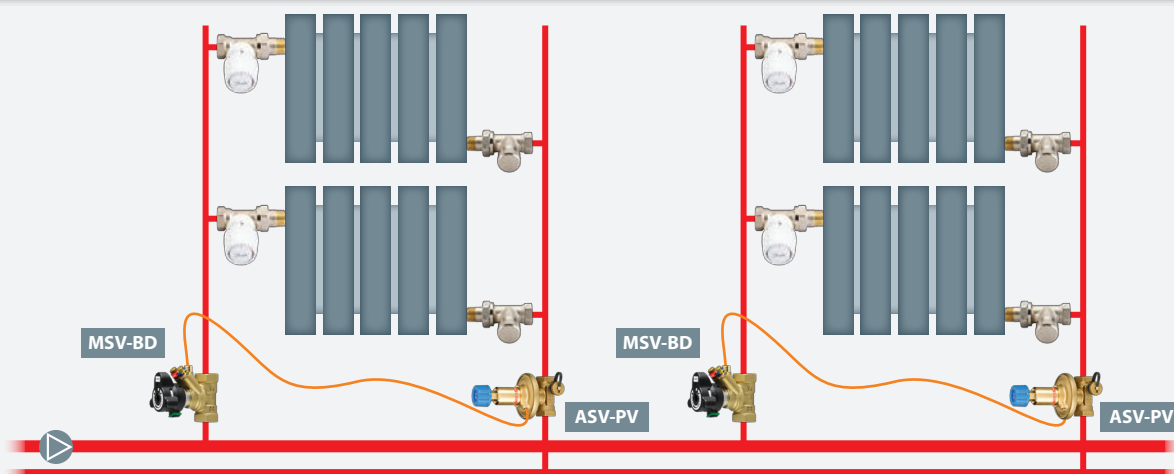
- Supporte une Δp de 60 kPa.
- Faible perte de charge :
 - seulement 10 kPa
 - moins de HMT demandée sur la pompe tout en procurant une autorité de 100%.*

APPLICATION

Radiateurs bitube

- **Idéal pour les rénovations** où la mise en place de vanne d'équilibrage en pied de colonne est compliquée voire impossible.
- Destiné aux réseaux **dont la perte de charge totale est inférieure à 60 kPa.**
- Tous les réseaux dont la **pompe ne dépasse pas 6 mCE** peuvent être équipés.
- Acceptent les têtes Danfoss :
 - **RA 2990** (gaz)
Les plus rapides, les plus performantes
 - **RA 2920** (gaz)
Les plus robustes (110 kg)
 - **RAE ou RAW** (liquide)
- **Complément idéal des systèmes de comptage d'énergie par radiateur.**

ROBINETS THERMOSTATIQUES ET ÉQUILIBRAGE AUTOMATIQUE



CORPS
RA-N



TÊTE GAZ
RA 2990



TÊTE LIQUIDE
RAE

Conforme à la norme EN 215

Robinet thermostatique à préréglage

FONCTIONS OBTENUES

- Régulation thermostatique **à autorité élevée**.
- Limitation automatique de la pression sur la colonne.
- Limitation automatique du débit de la colonne.
- Limitation automatique du débit par radiateur.

ASTUCES

- Le débit nominal se règle grâce à la bague graduée du robinet.
- La vanne ASV-PV limite la Δp sur la colonne à la valeur correspondant à la perte de charge de la colonne au débit nominal. Puisque la Δp est maîtrisée, le débit ne dépassera pas la valeur souhaitée quelles que soient les variations de pression du réseau. Les colonnes sont indépendantes les unes des autres, il n'y a pas d'interaction lorsque des robinets thermostatiques se ferment.
- Aucune mesure n'est nécessaire pour le réglage.
- Supprime les risques de bruits dans les robinets thermostatiques.

CARACTÉRISTIQUES

- Pas besoin de longueur droite en amont et en aval.

APPLICATION

- C'est la solution **universelle et performante** pour tous les **bâtiments avec radiateurs bitube**.
- Acceptent les têtes Danfoss :
 - **RA 2990** (gaz)
Les plus rapides, les plus performantes
 - **RA 2920** (gaz)
Les plus robustes (110 kg)
 - **RAE ou RAW** (liquide)

RADIATEURS MONOTUBE



VANNE
AB-QM

Équilibrage automatique des boucles

FONCTIONS OBTENUES

- Limitation automatique du débit des boucles.

ATTENTION !

- Avec ou sans robinets thermostatiques, le débit est pratiquement constant, par conséquent **une limitation du débit seul est appropriée.**
- **La vanne AB-QM fixe le débit de la branche au débit nominal.**

ASTUCE

- **Aucune mesure n'est nécessaire pour le réglage.**

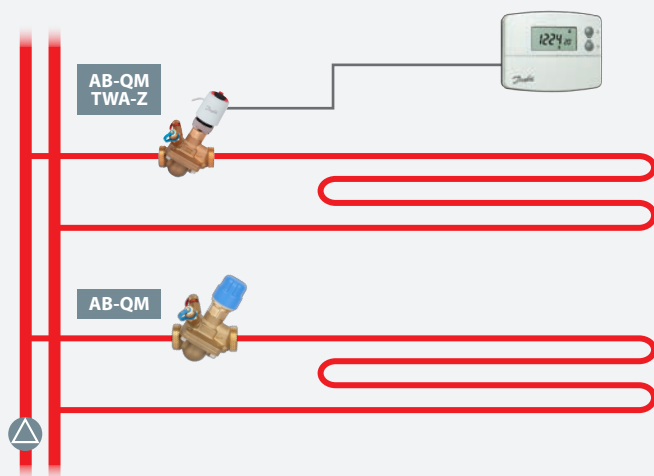
CARACTÉRISTIQUES

- Les vannes AB-QM supportent une Δp de 400 kPa.
- Pas besoin de longueur droite en amont et en aval.
- Montage sur l'aller ou le retour.

APPLICATION

- C'est la solution la plus simple et la plus rapide pour l'équilibrage des réseaux monotube en rénovation.

■ PLANCHER CHAUFFANT, RÉNOVATION ANCIENS SYSTÈMES



VANNE
AB-QM



THERMOSTAT
PROGRAMMABLE
TP 5001-M



THERMOSTAT
NON PROGRAMMABLE
RET 2000-M

Equilibrage automatique des boucles

FONCTIONS OBTENUES

- Limitation automatique du débit des boucles.

ATTENTION !

- Souvent sur les anciens systèmes, une seule boucle peut desservir un même appartement. Ces installations sont très rarement équilibrées et les plaintes sont nombreuses.

La vanne AB-QM permet de limiter automatiquement le débit par appartement.

La modification du réglage de débit sur une AB-QM n'a pas d'influence sur les autres branches.

ASTUCE

- Aucune mesure n'est nécessaire pour le réglage.

CARACTÉRISTIQUES

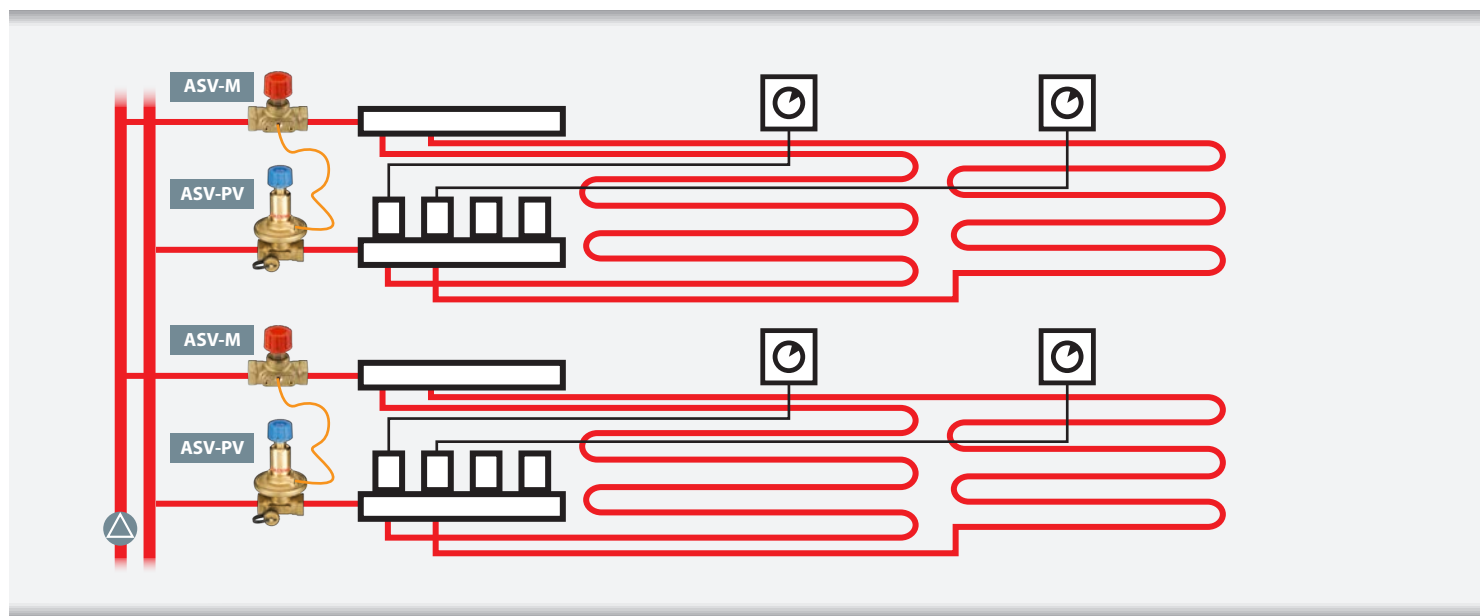
- Les vannes AB-QM supportent une Δp de 400 kPa.
- Pas besoin de longueur droite en amont et en aval.
- Montage sur l'aller ou le retour.

APPLICATION

- C'est la solution la plus simple et la plus rapide pour l'équilibrage des planchers chauffants à débit constant.
- Si la dalle n'est pas conçue pour chauffer le logement du dessous, il peut être envisagé un thermostat d'ambiance pour procurer aux occupants une action sur leur confort intérieur.
- Le mode chrono-proportionnel sera choisi pour anticiper l'inertie thermique.

TP 5001M programmable hebdo
RET 2000M non programmable

■ PLANCHER CHAUFFANT AVEC COLLECTEURS ET RÉGULATION PAR PIÈCE



VANNE
ASV-PV



THERMOSTAT
D'AMBIANCE SANS FIL
CF2+



THERMOSTAT
D'AMBIANCE FILAIRE
WT

Equilibrage automatique des appartements

■ FONCTIONS OBTENUES

- Limitation automatique de la pression sur le collecteur.
- Limitation automatique du débit par boucle de sol.
- La vanne ASV-PV limite la Δp sur le collecteur à la valeur correspondant à la perte de charge des collecteurs et des boucles au débit nominal.
Puisque la Δp est maîtrisée, **le débit des boucles ne dépassera pas la valeur souhaitée quelles que soient les variations de pression du réseau.**
- Les boucles sont indépendantes les unes des autres, il n'y a pas d'interaction lorsque des boucles se ferment.
La vanne ASV-M est une vanne d'arrêt simple sans limitation de débit puisque les débits sont limités sur les vannes du collecteur.

■ ASTUCE

- **Aucune mesure n'est nécessaire pour le réglage.**

■ CARACTÉRISTIQUES

- Les vannes ASV-PV supportent une Δp de 150 kPa.
- Pas besoin de longueur droite en amont et en aval.
- Fait office de vanne d'arrêt.

■ APPLICATION

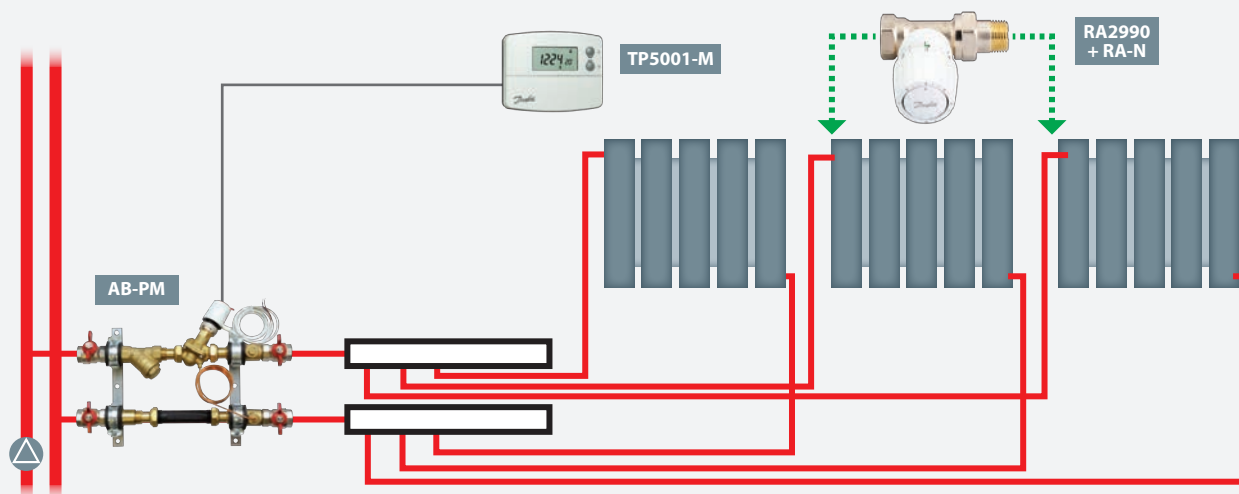
- La régulation pièce par pièce peut être existante, ou bien un système Danfoss peut être mis en place.

CF2+ : système sans fil
Régulation chrono-proportionnelle

WT : système filaire
Régulation tout rien

- Actionneur universel pour équiper la plupart des collecteurs du marché.
- Les économies d'énergie sont de l'ordre de 10 à 15%.

KIT CIC POUR RADIATEURS BITUBE



KIT
AB-PM



THERMOSTAT
D'AMBIANCE
TP 5001-M

Vanne de zone auto-équilibrante

FONCTIONS OBTENUES

- Vanne de zone pour l'appartement.
- Limitation automatique du débit total et par radiateur.
- Limitation automatique de la Δp .

ASTUCE

- **Le débit nominal se règle directement sur la bague graduée en l/h.**
- **Aucune mesure n'est nécessaire pour le réglage.**
Puisque la Δp est maîtrisée, le débit des radiateurs ne dépassera pas la valeur fixée sur les robinets à pré-réglage quelles que soient les variations de pression du réseau.
- Supprime les risques de bruits dans les robinets thermostatiques.

CARACTÉRISTIQUES

- Supporte une Δp de 400 kPa.
- Faible perte de charge :
 - seulement 16 kPa*moins de HMT demandée sur la pompe tout en procurant une autorité de 100%*

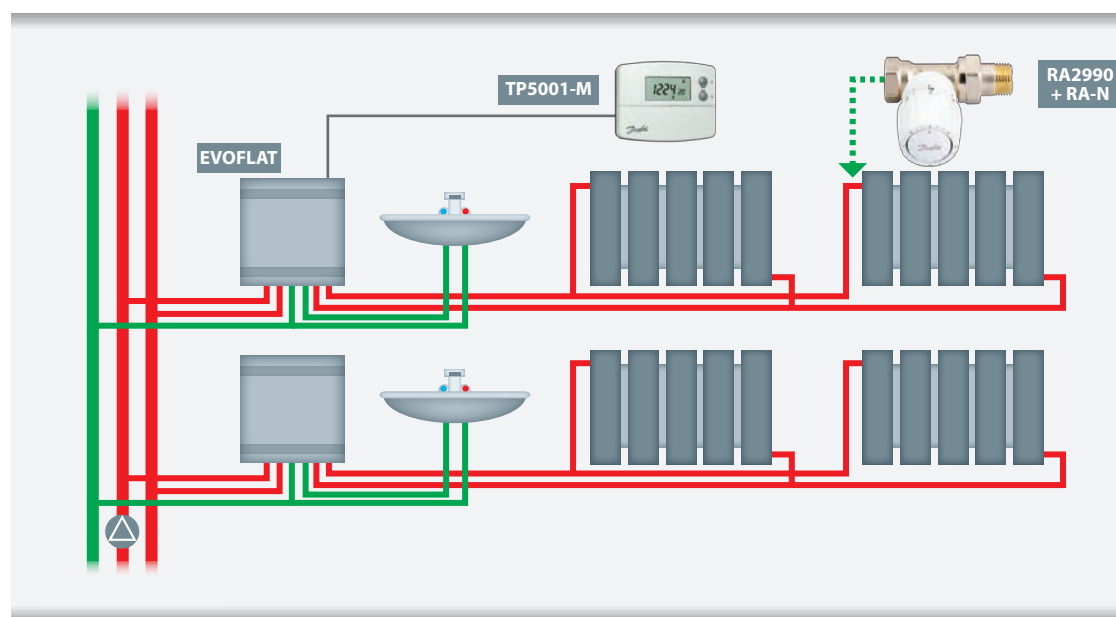
RÉGULATION

- TP5001-M :
Thermostat programmable hebdomadaire.
Régulation chrono-proportionnelle.
Alimentation 230 V.

COMPTAGE

- Un emplacement est prévu pour éventuellement y monter un compteur de chaleur.

MODULES THERMIQUES D'APPARTEMENT



Module thermique
EVOFLAT



THERMOSTAT
D'AMBIANCE
TP 5001-M

Chauffage et ECS instantanée

FONCTIONS OBTENUES

- Vanne de zone pour l'appartement.
- Limitation automatique de la Δp à 25 kPa.
- Production instantanée ECS par vanne de régulation indépendante de la pression.
- Suppression du délai d'attente lors de puisage ECS grâce à la vanne thermostatique de bouclage intégrée coté réseau.

ASTUCE

- **Ces modules sont auto-équilibrés.**
Puisque la Δp est maîtrisée, le débit des radiateurs ne dépassera pas la valeur fixée sur les robinets à pré-réglage quelles que soient les variations de pression du réseau.
- Supprime les risques de bruits dans les robinets thermostatiques.
- Echangeur ECS froid lorsque qu'il n'y a pas de puisage.

CARACTÉRISTIQUES

- Supporte une Δp de 400 kPa.
- Perte de charge moyenne d'un module : 30 kPa.

RÉGULATION

TP5001-M :

Thermostat programmable hebdomadaire.
Régulation chrono-proportionnelle.
Alimentation 230 V.

COMPTAGE

Des emplacements sont prévus pour y monter un compteur de chaleur et un compteur d'eau froide.

ISOLATION

De base, le dossier est isolé pour une réduction de 75% des émissions totales.

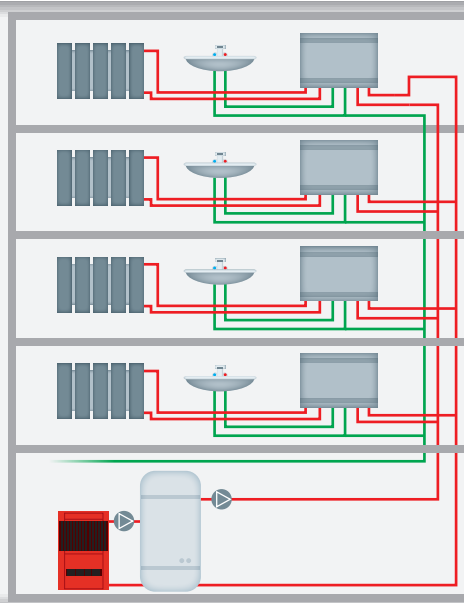
■ MODULES THERMIQUES D'APPARTEMENT



ECHANGEUR XB
BREVETÉ DANFOSS



VANNE
DE RÉGULATION MULTIFONCTIONS



■ CONCEPT

Seules 3 conduites sont nécessaires en gaine technique. (réduction de gaine).

Avec une production ECS centralisée, il faut compter 5 conduites avec le bouclage ECS.

Les déperditions de la distribution sont moins élevées avec 3 conduites.

La production alimente la boucle d'eau chaude qui sert au chauffage et à la production ECS instantanée et locale.

Le taux de récupération d'énergie gratuite est plus élevée.

Toute source d'énergie peut être utilisée et valorisée, car l'énergie est stockée dans le volume de la distribution éventuellement augmentée par un ballon tampon.

Par exemple avec des panneaux solaires et un stockage ECS centralisée, on doit arrêter la récupération d'énergie lorsque le ballon atteint 60°C (risque d'entartrage).

Avec une production locale par des modules d'appartement, on peut créer un stockage jusqu'à 90°C (eau de chauffage) dans la distribution.

La température de retour est très basse.

Avec des radiateurs basse température, la température de retour ne dépasse jamais 50°C au plus froid de l'hiver.

Ces 50°C se mélangent au cours de la journée aux retours des échangeurs ECS des modules, qui sont à 30°C maximum.

Bien entendu cela favorise le rendement des chaudières à condensation et PAC et diminue les déperditions sur la distribution retour.

Vanne de zone pour l'appartement :

- Limitation automatique de la Δp à 25 kPa.
- Production instantanée ECS par vanne de régulation indépendante de la pression.
- Suppression du délai d'attente lors de puisage ECS grâce à la vanne thermostatique de bouclage intégrée coté réseau.

Ces modules sont auto-équilibrés.

Puisque la Δp est maîtrisée, le débit des radiateurs ne dépassera pas la valeur fixée sur les robinets à pré-réglage quelles que soient les variations de pression du réseau.

Supprime les risques de bruits dans les robinets thermostatiques. Echangeur ECS froid lorsque qu'il n'y a pas de puisage.

■ CARACTÉRISTIQUES

- Supporte une Δp de 400 kPa.

■ CRITÈRES IMPORTANTS

Faible perte de charge du module

La technologie Microplate développée par Danfoss sur ces échangeurs permet de passer la puissance nécessaire avec une perte de charge inférieure de 35% par rapport à d'autres échangeurs à plaque.

C'est un gain immédiat sur le choix et la consommation électrique de la pompe.

Précision et rapidité de la production ECS.

La vanne de régulation thermostatique intégrée est à Δp constante ce qui lui confère une autorité de 100%.

Mais c'est aussi l'assurance que la température de puisage n'est pas influencée par le puisage d'autres appartements. La sonde de température est placée dans l'échangeur au plus près, son temps de réaction est très faible (3 à 5 s).

En été un bipasse thermostatique assure un débit minimal dans la distribution et donc un maintien en température pour supprimer le délai d'attente. C'est le même principe qu'un bouclage ECS mais réalisé sur l'eau de «chauffage». Ainsi, le temps mort d'appel ECS est très faible.

Echangeur froid hors puisage

Il ne serait pas économique de laisser un échangeur chaud toute l'année. C'est pourquoi un détecteur de puisage ECS est intégré à la vanne de régulation, et ferme le primaire de l'échangeur hors puisage.

Les risques de brûlure de l'utilisateur sont réduits et les précipitations calcaires supprimées.

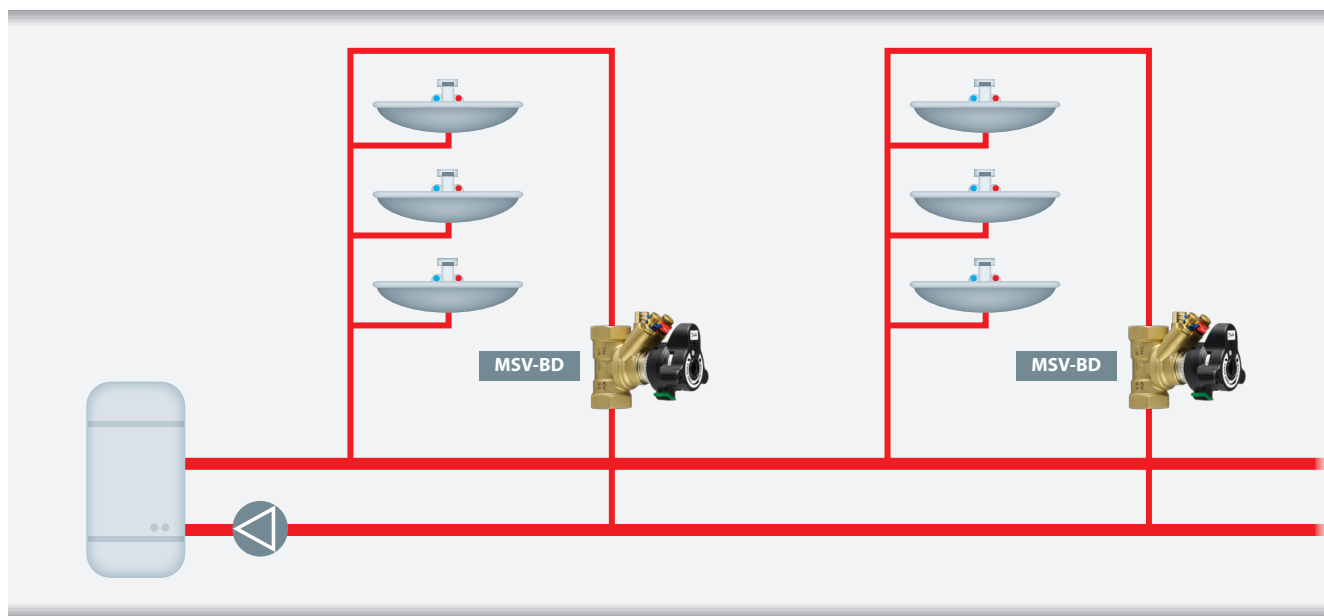
Équilibrage automatique

Le régulateur de Δp intégré assure l'équilibrage automatique du circuit de chauffage de l'appartement.

En optant pour des robinets thermostatiques Danfoss à pré-réglage RA-N, on obtient une limitation automatique des débits par radiateur.

Une seule pompe primaire est nécessaire.

LUTTE CONTRE LA LÉGIONELLOSE



VANNE
MSV-BD



VALISE DE MESURE
PFM 5000

Equilibrage manuel basé sur le débit

PRÉVENTION

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 20 l/h.

Le mesureur électronique PFM 5000 permet de régler rapidement les vannes MSV-BD.

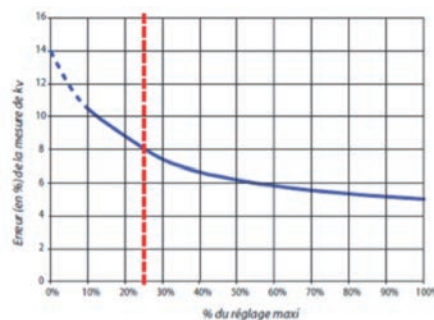
Il fonctionne avec application gratuite pour smartphone Android.

FONCTIONS OBTENUES

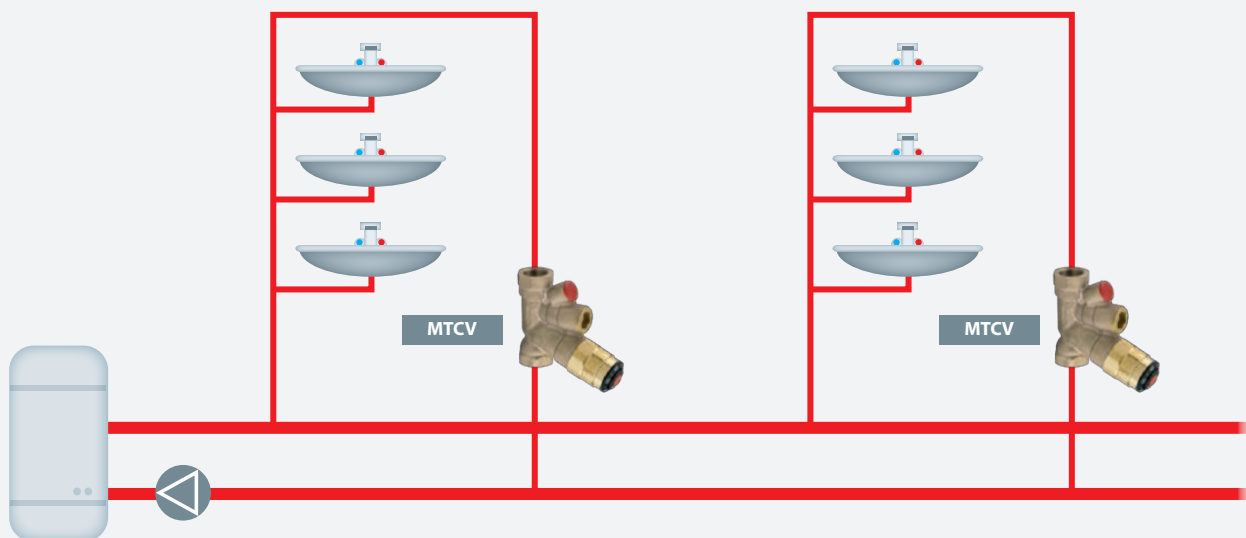
- Lutte contre la légionellose.
- Réglage précis et contrôle des débits.
- Respect de vitesse minimale dans les tronçons.

AVANTAGES

- Mesure de débits très faibles.
- Prises de pression orientables.
- Isolement total par vanne à boisseau sphérique intégrée indépendante du réglage.
- Pas besoin de longueurs droites en amont et en aval.
- Précision excellente même montée à l'envers !



■ LUTTE CONTRE LA LÉGIIONELLOSE



VANNE THERMOSTATIQUE
MTCV

Equilibrage automatique basé sur la température

■ PRÉVENTION

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 5 K, on règle 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-débites 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.

■ FONCTIONS OBTENUES

- Lutte contre la légionellose.
- Réglage précis et contrôle des températures.

■ AVANTAGES

- Equilibrage instantané et automatique.
- Economies d'énergie : déperditions et électricité (retour sur investissement souvent inférieur à un an).
- Pas besoin de longueurs droites en amont et en aval.
- Moins de risque d'entartrage car limitation de la température et clapet non statique.

VANNE DE BIPASSE

En cas de débit variable sur l'installation (vannes 2 voies, robinets thermostatiques), il peut être nécessaire d'assurer un débit minimum sur la pompe.

Une vanne de bypass pressostatique s'ouvre lorsque la Δp augmente. La vanne de bypass doit être fermée au débit nominal Q 100% et doit être ouverte au débit réduit que l'on souhaite bypasser. La vanne de bypass ne mesurant pas le débit mais une Δp , il doit y avoir une augmentation de la Δp lorsque le débit diminue. C'est pourquoi une courbe de pompe plate sera problématique si l'on garde la vanne de bypass juste après la pompe. Avec une courbe plate ou avec une pompe à vitesse variable, la vanne de bypass doit être installée en bout de réseau et non pas en production.

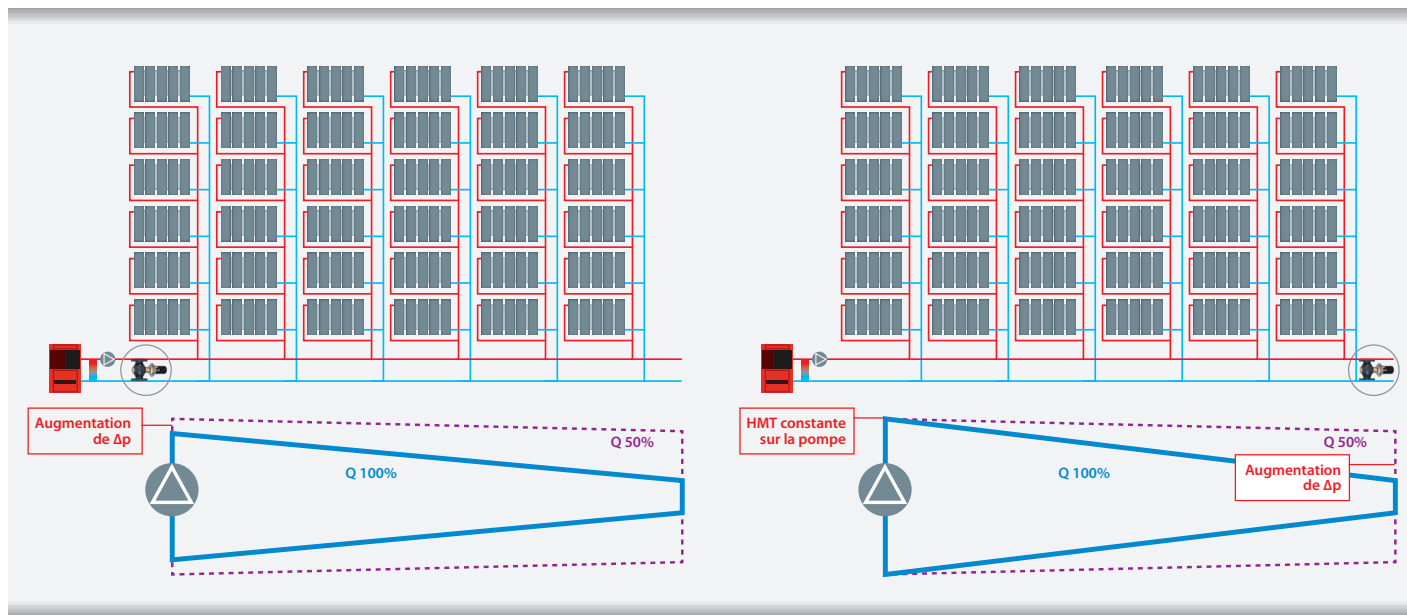
Peut-on bypasser 100% du débit ?

Non, car on resterait sur le même point de fonctionnement donc sans augmentation de la HMT. On ne peut avoir une vanne à la fois ouverte ET fermée à Δp 100% !

~~Pompe à débit variable~~ ❌

Pompe à vitesse variable ✅

On devrait éviter d'utiliser le terme pompe à débit variable, car c'est sa vitesse que l'on fait varier. Le débit est toujours donné par les vannes 2 voies sur les émetteurs. La pompe ne fait qu'adapter sa vitesse en fonction de la Δp du réseau le plus souvent.



Pompe à vitesse constante

CARACTÉRISTIQUES

Si la courbe de pompe n'est pas plate, on observe une augmentation de la Δp sur la pompe, mais elle est encore plus importante en bout de réseau (car les pertes de charge du réseau chutent à débit réduit).

La vanne de bypass peut être montée juste après la pompe. Mais elle peut aussi être mise en bout de réseau.

Nota :

Si la courbe de pompe est plate, la vanne de bypass doit être montée en bout de réseau.

Pompe à vitesse variable

CARACTÉRISTIQUES

Ici la pompe est à vitesse variable avec une Δp constante au niveau de la pompe, (capteurs de pression intégrés à la pompe).

La vanne de bypass ne peut pas fonctionner si elle est installée juste après la pompe, car il n'y a pas d'augmentation de la Δp .

Elle sera installée en bout de réseau, là où il y a toujours une augmentation de la Δp (car les pertes de charge du réseau chutent à débit réduit).

■ DÉBIT MINI SUR BRANCHE

Installer des vannes 3 voies sur les derniers émetteurs est une idée répandue pour assurer :

- La réduction du délai d'attente après une période de charge nulle sur la branche.

Et/ou

- Un débit minimum pour la pompe.

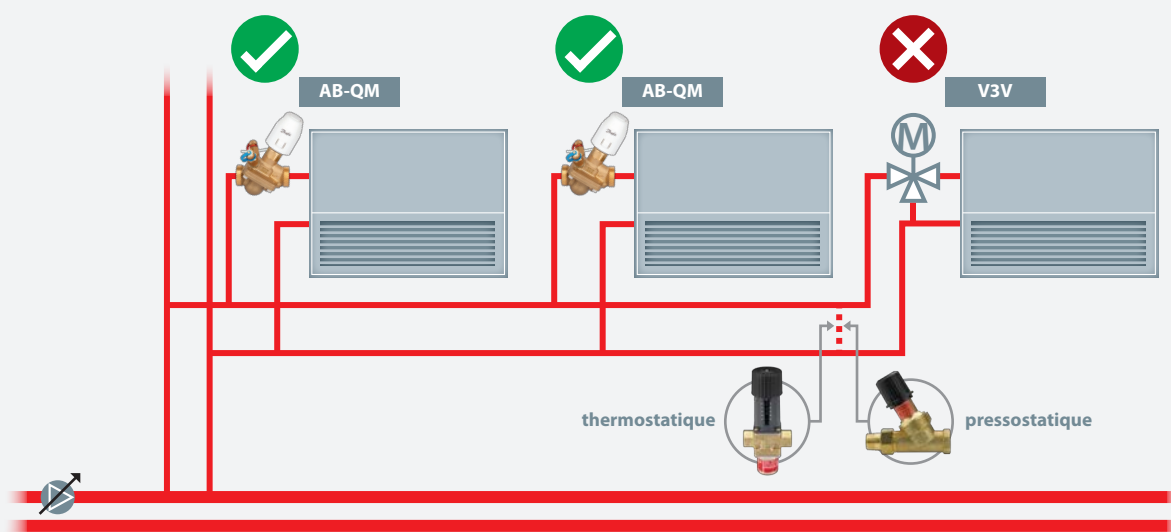
Or cette vanne 3 voies va renvoyer toute l'année sur le réseau une eau très proche de la température de départ (dégradation du rendement de production).

Alors qu'il est plus judicieux de n'ouvrir qu'un bypass si nécessaire (charge nulle ou très faible).

De plus la sélection de la V3V nécessite un calcul de kv et très souvent l'autorité ne dépassera pas 50%.

Prévoir des AB-QM indépendantes de la pression permet de garder une autorité de 100% sur tous les terminaux, sans avoir à calculer de kv.

La question du débit mini sur la branche peut s'envisager de deux manières.



Vanne pressostatique AVDO

■ CARACTÉRISTIQUES

- L'ouverture de la vanne sera provoquée par l'augmentation de pression différentielle en bout de branche engendrée par la diminution de débit.
- Le réglage de son point d'ouverture doit être légèrement supérieure à la Δp nominale en bout de branche.

AVDO : DN 15 à 25, réglable de 5 à 50 kPa



Vanne thermostatique FJV

■ CARACTÉRISTIQUES

L'ouverture de la vanne sera provoquée par l'augmentation ou la diminution de température en bout de branche.

Circuit chauffage (par ex. 60°C mini) :

Une vanne FJV réglée à 50°C va s'ouvrir lorsque les vannes 2 voies se ferment et que la branche commence à refroidir.

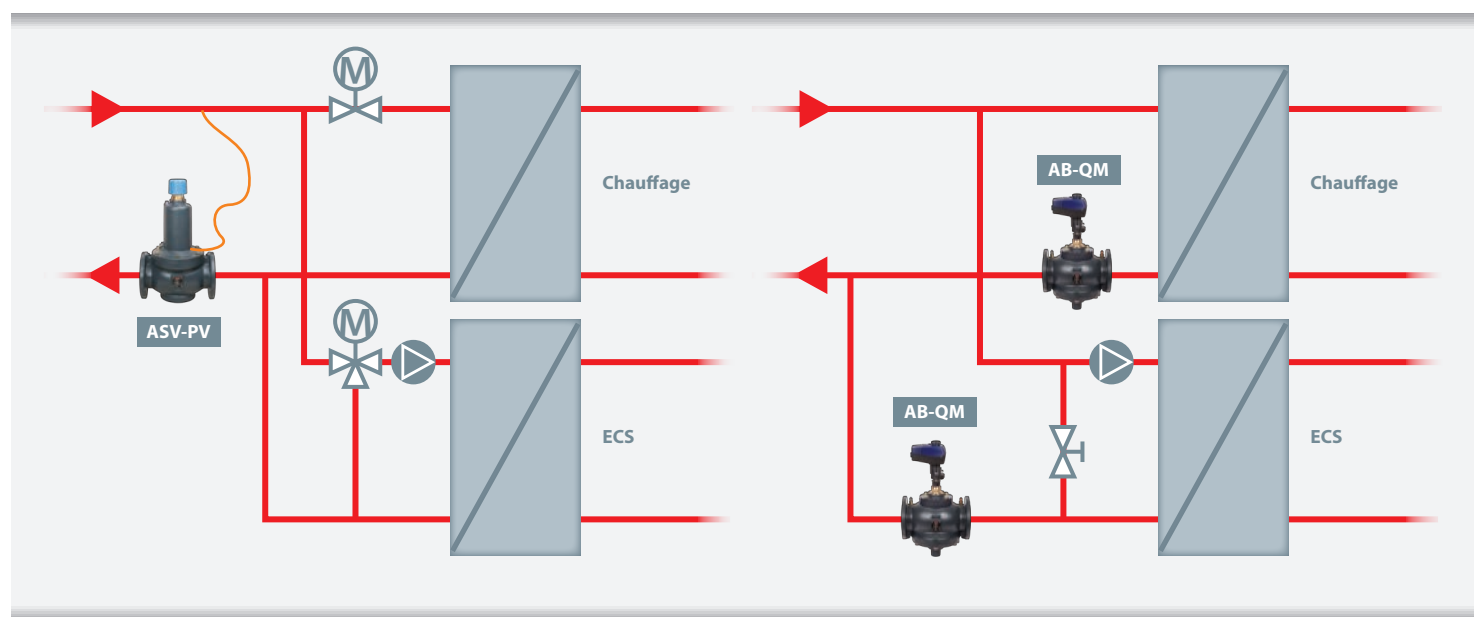
FJV : DN 15 à 25, réglable de 20 à 60°C

Circuit rafraîchissement (par ex. 12°C maxi) :

Une vanne FJVA réglée à 12°C va s'ouvrir lorsque les vannes 2 voies se ferment et que la branche commence à remonter en température.

FJVA : DN 15 à 25, réglable de 0 à 30°C

NEUF ET RÉNOVATION



Vannes 2V et 3V classiques

CARACTÉRISTIQUES

Cette sous-station classique est équipée de manière rationnelle d'un seul régulateur de pression différentielle monté en amont des deux vannes de régulation.

AVANTAGES

- Moins d'interventions sur site car :
 - Suppression de la cavitation sur les vannes de régulation :
 - moins de bruit
 - moins d'usure des vannes
- Meilleure régulation de température car l'autorité des vannes de régulation est améliorée.
- Sous-station complètement indépendante de la charge du réseau (variation de pression du réseau).
- Equilibrage automatique et dynamique.
- Pas besoin de longueurs droites en amont et en aval.

Plusieurs gammes

PN 16 : DN 15 à DN 250
 PN 25 : DN 15 à DN 125
 PN 40 : DN 15 à DN 250

Vannes 2V indépendantes de la pression

CARACTÉRISTIQUES

Chaque échangeur est équipé de sa propre vanne de régulation indépendante de la pression.

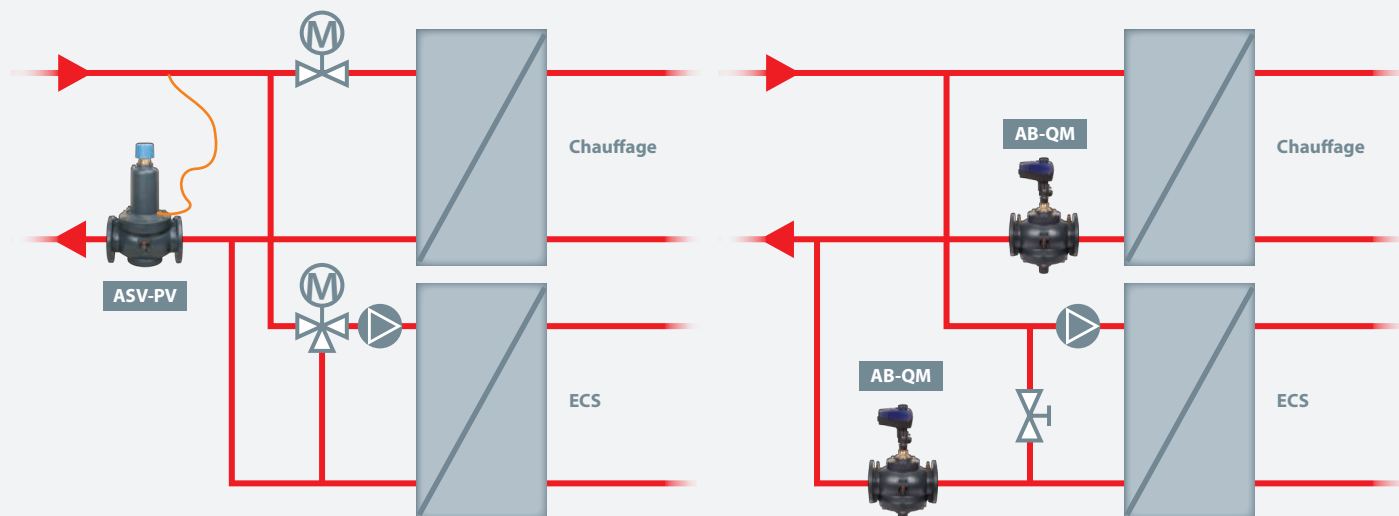
AVANTAGES

- Très bonne régulation de température car l'autorité des vannes de régulation est de 100%.
- Sélection et réglage très simples de la vanne par le débit nominal, pas besoin de calculer de kv.
- Moins d'intervention sur site car :
 - Suppression de la cavitation sur les vannes de régulation :
 - moins de bruit
 - moins d'usure des vannes
- Résistance à la Δp très élevée.
- Sous-station complètement indépendante de la charge du réseau (variation de pression du réseau).
- Equilibrage automatique et dynamique.
- Pas besoin de longueurs droites en amont et en aval.

Plusieurs gammes

PN 16 : DN 15 à DN 250
 PN 25 : DN 15 à DN 125

GAMMES DE VANNES AUTOMATIQUES



Régulateurs de pression différentielle



ASV-PV Δp maxi : 2,5 bar

PN 16 DN 15 à DN 100

Plages de réglages

- 5 à 25 kPa
- 20 à 60 kPa
- 35 à 75 kPa
- 60 à 100 kPa



AVP Δp maxi : 20 bar

PN 16 DN 15 à 32

Plages de réglages

- 5 à 50 kPa
- 20 à 100 kPa
- 80 à 160 kPa

PN 25 DN 15 à 50

Plages de réglages

- 20 à 100 kPa
- 30 à 200 kPa



AFP Δp maxi : 20 bar

Plusieurs gammes :

DN 15 à DN 125

Plages de réglages

- 5 à 35 kPa
- 10 à 70 kPa
- 15 à 150 kPa
- 50 à 300 kPa
- 100 à 600 kPa

DN 150 à 250

Plages de réglages

- 5 à 35 kPa
- 10 à 70 kPa
- 15 à 150 kPa

Vannes 2V de régulation indépendantes de la pression



AB-QM Δp maxi : 4 bar

PN 16 DN 15 à DN 250

Débits 90 l/h à 370 m³/h



AVQM Δp maxi : 20 bar

PN 16 DN 15 à 32

Débits 15 l/h à 5,5 m³/h

PN 25 DN 15 à 50

Débits 15 l/h à 12 m³/h



AFQM Δp maxi : 20 bar

DN 40 à DN 250

Débits 2,2 m³/h à 420 m³/h

La Δp maxi peut varier suivant le DN

VANNE DE RÉGULATION INDÉPENDANTE DE LA PRESSION

ASTUCE

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.

CARACTÉRISTIQUES

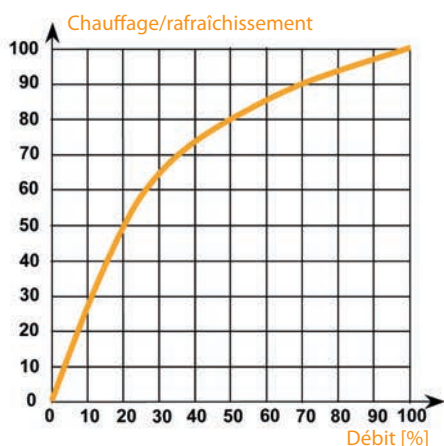
La vanne de régulation AB-QM a une autorité de 100% à tous les réglages, fini les calculs de kv et d'autorité.

C'est une vanne 2 voies automatique, favorisant les économies d'énergie :

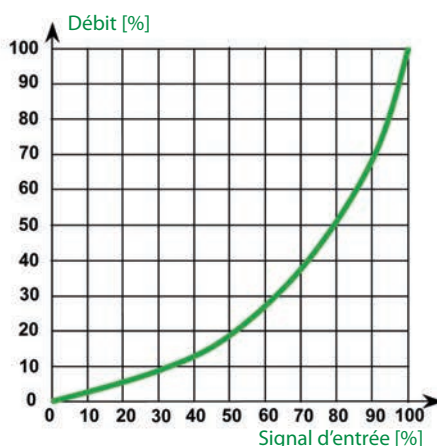
- équilibrage automatique
- autorité 100%
- partenaire idéale des pompes à vitesse variable
- pas besoin de longueurs droites en amont et en aval



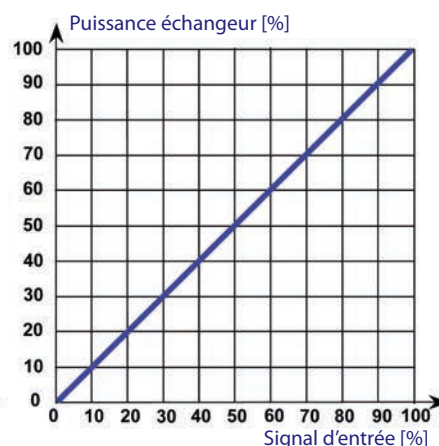
VANNE DE RÉGULATION INDÉPENDANTE DE LA PRESSION, AUTORITÉ DE 100%, LINÉARITÉ ENTRE LA PUISSANCE ÉMISE ET LE SIGNAL D'ENTRÉE



Echangeur de CTA



AB-QM + AME 435 QM avec réglage sur logarithmique



Résultante

LA VANNE AB-QM COUVRE LES DÉBITS DE 30 l/h à 370 m³/h

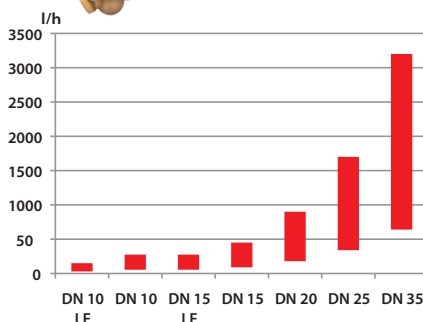
Les actionneurs AME s'auto-calibrent à la mise en service sur la course réelle de la vanne
0V : vanne fermée,
10V : vanne ouverte au débit nominal réglé.

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

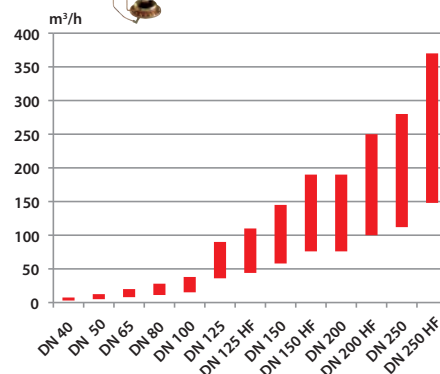
Les gammes disponibles sont :



DN 10 à 32



DN 40 à 250



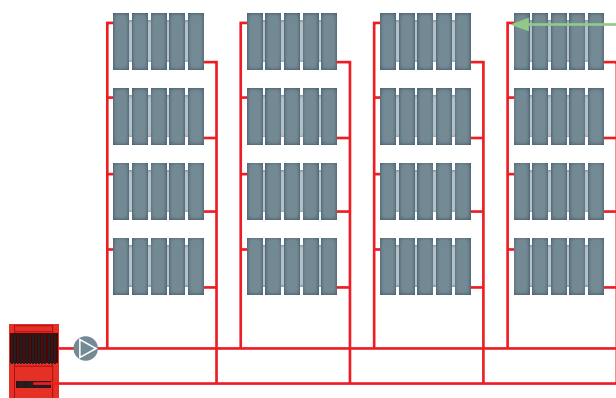
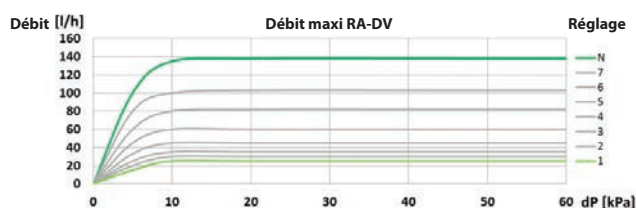
■ *Dynamic Valve*™ RA-DV : ROBINET THERMOSTATIQUE AUTO-ÉQUILIBRANT



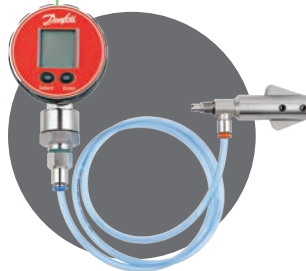
■ Le robinet thermostatique *Dynamic Valve*™ RA-DV est auto-équilibrant car il possède un régulateur de Δp intégré.

Par conséquent, c'est une vanne de régulation indépendante de la pression.

Le débit est limité dès que la Δp sur le robinet dépasse 10 kPa, c'est sa perte de charge minimale pour le dimensionnement.



L'équilibrage automatique est réalisé par radiateur. Il n'y a plus besoin de vannes d'équilibrage en pied de colonne.



■ Le *dP tool*™ est un outil permettant d'optimiser le réglage de la pompe en minimisant sa consommation.

Cet outil s'utilise sur les radiateurs les moins favorisés, en général les plus éloignés de la pompe.

Si la Δp mesurée est supérieure à 10 kPa, la HMT de la pompe peut être réduite.

Cette mesure s'effectue bien sûr sans vidange, il suffit d'ôter la tête thermostatique.

■ LE CORPS RA-DV ACCEPTE TOUTES LES TECHNOLOGIES DE TÊTES THERMOSTATIQUES DANFOSS



RA 2990
la plus rapide du marché

Technologie gaz
Temps de réaction inférieur à 10 minutes
C'est la plus performante



RA 2920
la plus résistante

Technologie gaz
Montage et butées de limitations Inviolables
Résistance à la flexion > 110 kg



RAE ou RAW
la plus économique

Technologie liquide
Encliquetage très robuste pour un gain de temps au montage

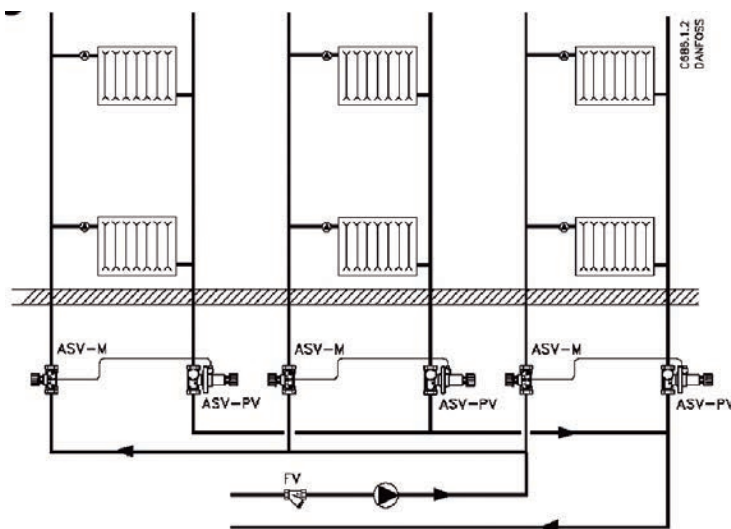
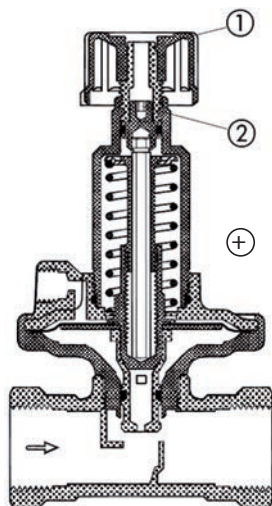
VANNE AUTOMATIQUE ASV-PV : RÉGLAGE

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 d'impulsion (+) 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.



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.

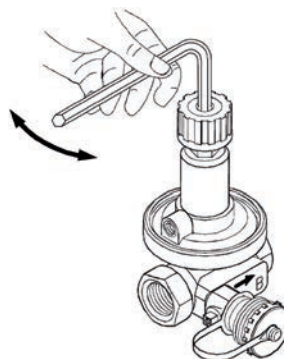


QUELLE VALEUR RÉGLER ?

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.



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.

N (tours)	RÉGLAGE D'USINE																				
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
0,20 - 0,40 (bar)	0,40	0,39	0,38	0,37	0,36	0,35	0,34	0,33	0,32	0,31	0,30	0,29	0,28	0,27	0,26	0,25	0,24	0,23	0,22	0,21	0,20

ROBINETS THERMOSTATIQUES

Lorsque Danfoss a commercialisé son premier robinet thermostatique en 1952, qui aurait pensé que cette régulation de température ambiante soit encore massivement choisie en équipement de radiateurs ? Même si des solutions électroniques sont apparues, le robinet thermostatique garde tous ses avantages :

- Pas de piles à changer
- Pas de câblage
- Robustesse, longévité de 20 à 30 ans

Un robinet thermostatique est constitué d'une tête et d'un corps de vanne. Ces deux composants ont chacun une influence sur l'installation.

La tête :

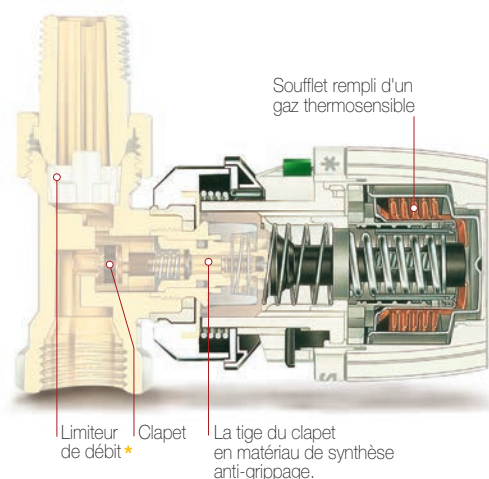
C'est le capteur et l'actionneur. En fonction de sa réactivité, la tête va réagir plus ou moins vite aux changements de température.

Plus elle est rapide, plus on pourra « récupérer » les apports gratuits.



Le corps :

C'est lui qui agit sur le débit. Il doit assurer un débit nécessaire et suffisant dans le radiateur. Sans limiteur de débit, il va laisser passer des sur-débits très néfastes pour le reste de l'installation.

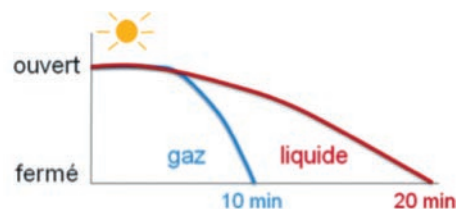


TECHNOLOGIE DES ÉLÉMENTS THERMOSTATIQUES

Technologie :	Avantage :	Désavantage :	Commentaires :
Gaz (isobutanes)	Réglage stable Réaction rapide < 10 min		Une partie du gaz est condensée sous forme d'une goutte liquide à l'endroit le plus froid de la tête. C'est pourquoi on l'appelle aussi « tête à tension de vapeur ».
Liquide Ethyl acétate $C_4H_8O_2$	Réglage stable Bon hystérésis	Course nominale plus petite.	Mesure la température moyenne de la tête.
Solide (cire)	Prix	Hystérésis élevé (60% supérieur aux gaz ou liquide). Réaction lente (récupération moindre des apports gratuits). Déviation du réglage avec le temps.	Durée de vie limitée.

PERFORMANCE

Technologie :	Temps de réaction :	Récupération des apports gratuits :
Gaz	< 10 minutes	85%
Liquide	18 à 23 minutes	80%
Cire	> 25 minutes	75%



COURSE NOMINALE DE LA VANNE THERMOSTATIQUE :

Le gaz ayant un coefficient de dilation supérieur au liquide, une tête gaz donne une course nominale plus importante qu'une tête liquide (environ 50% de plus).

Course nominale pour la bande proportionnelle normalisée de 2 K ($X_p = 2 K$) selon EN 215 :

- Gaz > 0,8 mm
- Liquide > 0,5 mm

Une conséquence évidente : pour un degré d'écart, la levée du clapet sera plus importante sur une tête gaz (0,4 mm) que sur une tête liquide (0,25 mm). En pratique, il faut plutôt considérer la précision de régulation qui en découle, ce que l'on appelle la bande proportionnelle.

BANDE PROPORTIONNELLE

Le robinet thermostatique n'est pas un régulateur tout-ou-rien, c'est un régulateur proportionnel : plus la température monte, plus il se ferme. Plus il se ferme, plus la température moyenne du radiateur baisse (donc sa puissance) et plus la température de retour baisse. Le passage hydraulique de la vanne est caractérisé par la valeur kv. Même si la norme EN 215 précise une valeur kv à Xp = 2K (bande proportionnelle de 2 degrés), en pratique un robinet thermostatique fonctionne à une bande proportionnelle bien plus étroite.

Exemple :

Pour un radiateur de 1000 W avec une ΔT de 15 K, le débit est de :

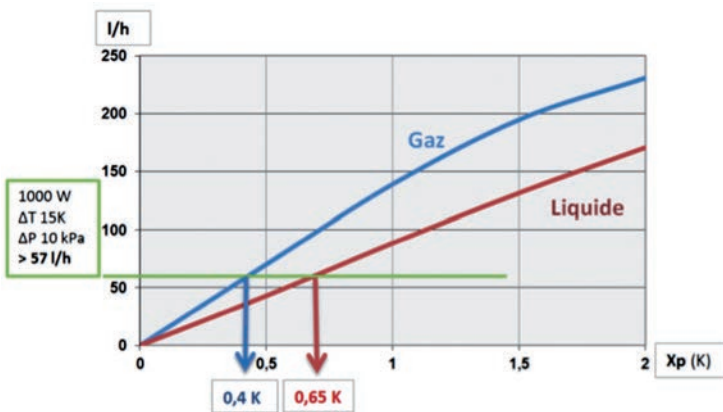
$$Q = \frac{1000}{1,16 \times 15} = 57 \text{ l/h}$$

Si l'on considère une perte de charge de 10 kPa (1 mCE) dans un corps de vanne DN 15, on obtient les courbes suivantes :

On voit que la puissance nécessaire (1000 W) sera obtenue :

- à Xp = 0,4 K pour la tête gaz
- à Xp = 0,65 K pour la tête liquide

La bande proportionnelle d'une tête liquide est de 50% plus élevée que celle de la tête gaz.



Le même graphe exprimé en température ambiante donne ceci : Il faudra attendre 19,3°C pour avoir la puissance de 1000 W pour la tête liquide.

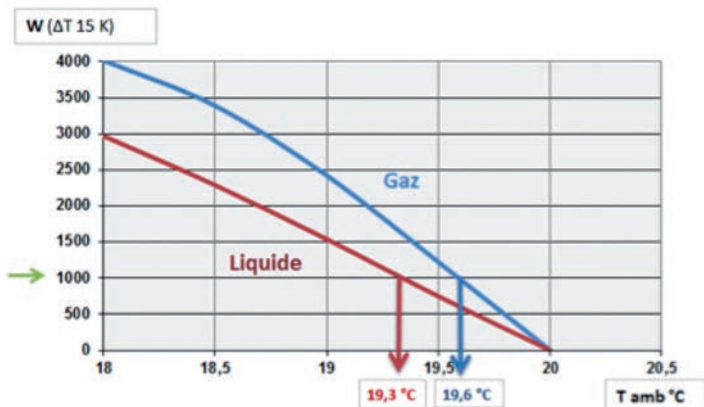
Alors que la tête gaz donne la même puissance dès 19,6°C.

La bande proportionnelle réelle sera de 0,4 K dans ce cas.

C'est pourquoi la tête gaz offre un meilleur confort.

Elle ferme plus vite la vanne de par sa plus grande dilatation et de par son temps de réaction plus court.

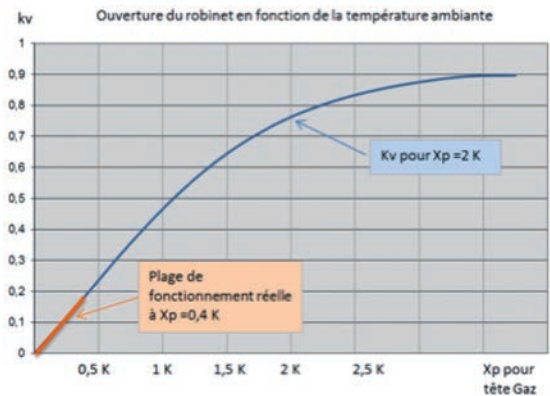
Ses performances permettent de récupérer environ 85% des apports gratuits.



CORPS DE ROBINET SANS LIMITATION DE DÉBIT

La plage de fonctionnement réelle est étroite dans la journée, mais le débit n'est pas maîtrisé la nuit et lors du redémarrage matinal.

En effet, si la température ambiante est réduite de 2 K la nuit, la vanne est ouverte sur le kv correspondant à Xp=2K. Il y a un sur-débit non contrôlé.



CORPS DE ROBINET AVEC LIMITATION DE DÉBIT

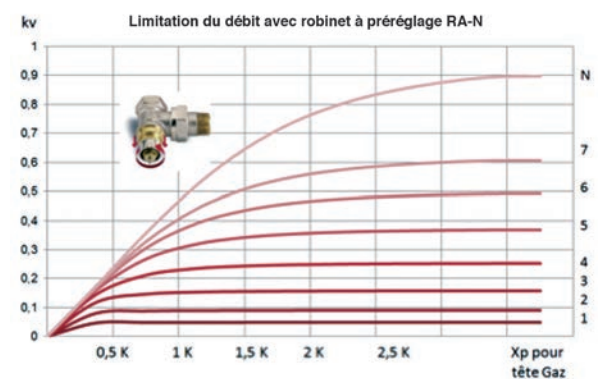
Sur un corps de robinet à pré réglage, on supprime les sur-débts.

Même si l'utilisateur augmente la consigne de la tête thermostatique, la puissance sera limitée et par conséquent la température ambiante.

La limitation intégrée empêche les sur-débts néfastes à l'installation :

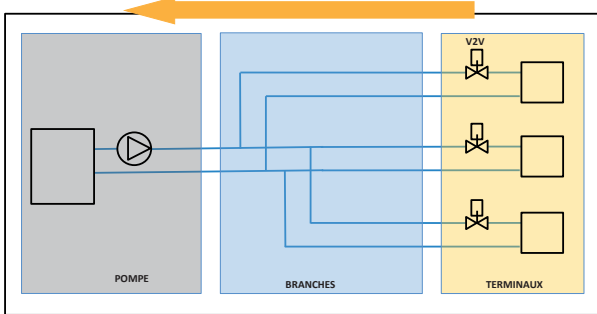
- Meilleur équilibrage
- Meilleur DeltaT sur le radiateur :

température de retour plus basse favorisant un meilleur rendement de la chaudière.



■ APPRÉHENDER UN RÉSEAU HYDRAULIQUE

La logique d'appréhension d'un réseau doit toujours partir des terminaux et remonter vers la production.

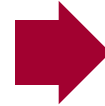


Déperditions thermiques

- > Choix émetteur et ΔT
- > Débit émetteur
- > Choix des DN conduites
- > Pertes de charges

Σ débits

Σp_{dc}

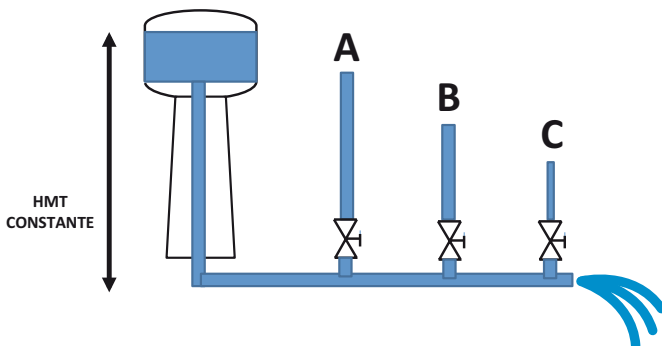


Choix de la pompe
 Q nominal
 HMT nominale

■ IDÉES REÇUES

On dit pompe à débit variable.	FAUX	On doit dire pompe à vitesse variable.
C'est la pompe qui fait varier son débit en fonction de la demande des terminaux.	FAUX	La pompe fait varier sa vitesse pour fournir une HMT constante la plupart du temps. Ce sont toujours les vannes 2 voies des terminaux qui déterminent le débit global.
La pompe à vitesse variable permet l'équilibrage.	FAUX	La pompe n'a qu'une vue générale du réseau, elle ne sait pas ce qui se passe localement sur les branches. L'équilibrage consiste obligatoirement en des solutions locales sur les branches ou colonnes voire même sur les terminaux.
La pompe à vitesse variable n'est pas compatible avec des vannes d'équilibrage automatiques.	FAUX	La pompe ne peut pas voir si l'installation est équipée de vannes d'équilibrage (manuelles ou automatiques). Il ne faut pas oublier que la pompe ne voit que les variations engendrées par les vannes 2 voies. Les vannes d'équilibrage automatiques n'ont pas d'action sur le débit, elles ne s'occupent que du maintien d'une Δp constante sur les vannes deux voies.
Une vanne d'équilibrage manuelle permet de régler le débit d'une branche.	FAUX	Une vanne d'équilibrage manuelle absorbe une Δp pour limiter le débit des branches lorsque l'installation est à 100% (toutes les vannes 2 voies ouvertes). A débit variable, elle ne limite plus rien du tout. Exemples : - si d'autres branches se ferment et que la Δp disponible double sur la branche, le débit augmente de 41% dans la vanne manuelle. - à 50 % de débit, la perte de charge de la vanne manuelle est divisée par 4, toute la pression se retrouve sur la vanne 2 voies qui tente de se fermer.

■ UNE POMPE, C'EST UN COMME UN CHÂTEAU D'EAU ? OUI



Un château d'eau ne fournit pas un débit, il fournit avant tout une HMT, c'est à dire une pression due à la hauteur. Plus il est haut, plus la pression (HMT) est élevée. A débit nul, la HMT est toujours là.

Le débit ne provient que de l'ouverture de A, B et C. Son importance dépend du diamètre des conduites, c'est-à-dire des pertes de charge. Plus on s'éloigne, moins il y a de pression disponible.

C'est pareil avec une pompe de circulation ; sauf qu'une pompe ne supporte pas de fonctionner à débit nul.

Il faut considérer la pompe avant tout comme un générateur de HMT.

Les débits dans A, B et C dépendent de la pression disponible à leur endroit.

Cette pression disponible dépend des pertes de charge en amont.

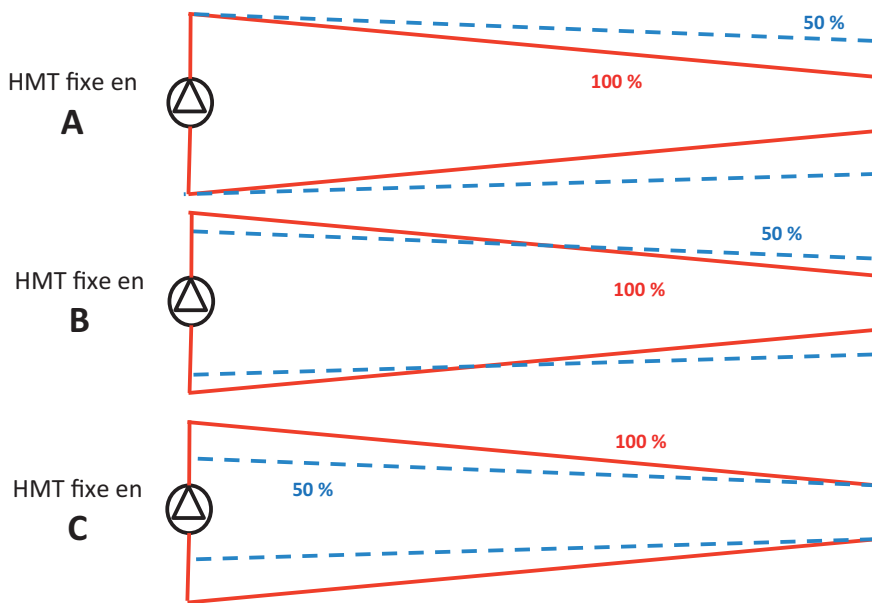
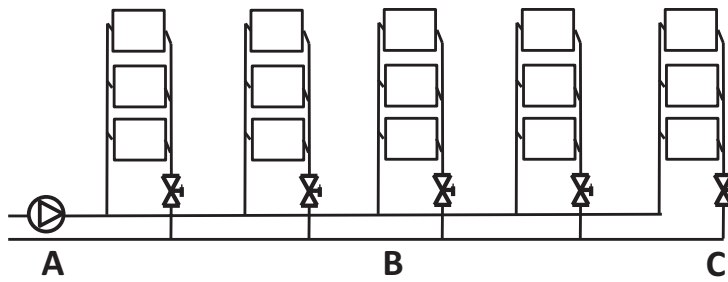
Si elle est trop forte, le débit risque d'être trop élevé et on pourra le réduire avec une vanne qui va absorber la pression excédentaire.

C'est le principe de l'équilibrage, on crée des pertes de charge pour limiter le débit. Sur cette installation, la HMT est constante en effet, mais seulement au niveau du château d'eau.

Plus on s'éloigne, plus les variations de pression sont importantes. C'est pourquoi une pompe à vitesse variable ne peut pas traiter l'équilibrage.

POMPES À VITESSE VARIABLE

HMT CONSTANTE OUI MAIS OÙ ?



HMT constante en A.

C'est le cas le plus fréquent avec les pompes à variateurs intégrés. Avec des vannes d'équilibrage manuelles, il y aura des sur-débites sur tout le réseau.

HMT constante en B.

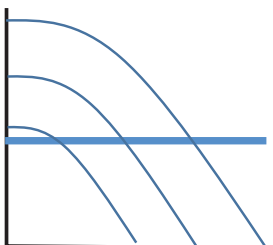
Avec des capteurs de pression en milieu de réseau, les variations sont moindres mais avec des vannes d'équilibrage manuelles, il y aura des sur-débites en bout de réseau et sous débit en tête.

HMT constante en C.

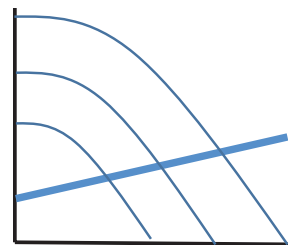
Avec des capteurs de pression en bout de réseau, l'économie d'énergie de pompage sera maximale mais il y aura des sous-débites sur tout le réseau avec des vannes d'équilibrage manuelles.

Dans tous les cas, avec des vannes d'équilibrage manuelles, la variation de charge va conduire à des sur-débites ou des sous-débites. Des vannes d'équilibrage automatiques compensent ces variations, quel que soit l'emplacement des capteurs de pression de la pompe.

HMT CONSTANTE OU PROPORTIONNELLE ?



C'est le mode conseillé par Danfoss car il fonctionne sur 100% des installations.



Le mode HMT proportionnelle est censé apporter un très léger gain sur la consommation mais il est destiné à certaines typologies de réseaux.

Il peut y avoir un risque de sous-débites sur certaines branches.

■ ÉCONOMIES D'ÉNERGIE - RETOUR SUR INVESTISSEMENT

Type de bâtiment	Nom du projet	Données	Photo du bâtiment
 Tour d'habitation	Bailleur social	<ul style="list-style-type: none"> • 16 étages • 2 cages d'escalier • 128 appartements • Surface chauffée 19500 m² • 576 radiateurs • 40 colonnes 	

LE PROJET

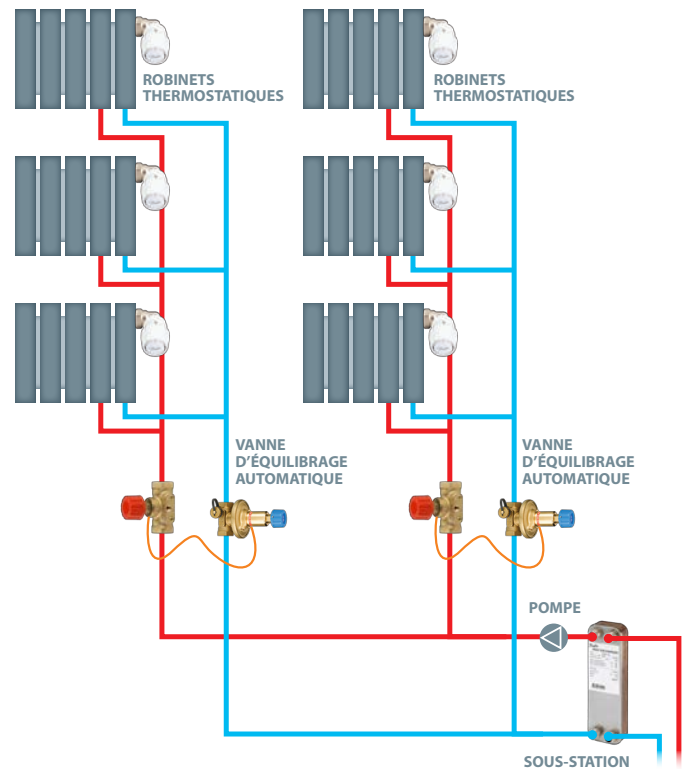
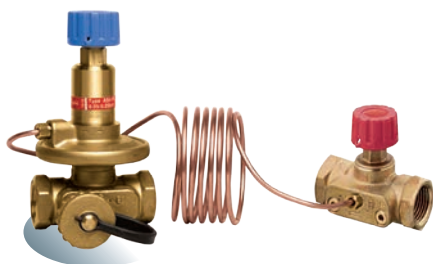
Ce bâtiment date de 1983, la construction est en panneaux de béton armés. La rénovation a été faite en plusieurs étapes. En 1995 sont installés des robinets thermostatiques, puis en 1996 des répartiteurs de chaleur sur les radiateurs. En 1999, les murs ont été isolés. En 2005 des vannes automatiques d'équilibrage (régulateur de ΔP) sont installées en pied de chaque colonne. Sur la période de relevés, la température extérieure moyenne a présenté de larges variations. C'est pourquoi un facteur de correction a été utilisé pour la comparaison.

MATÉRIEL DANFOSS UTILISÉ DANS CETTE RÉNOVATION

A - Robinets thermostatiques à pré-réglage de débit
 Dimension : DN 10 à 20 (576 au total)



B - Régulateurs de pression différentielle en pied de colonne :
 ASV-PV et ASV-M
 Dimension : DN 10 à 32 (2, 4, 14, 20 pcs)



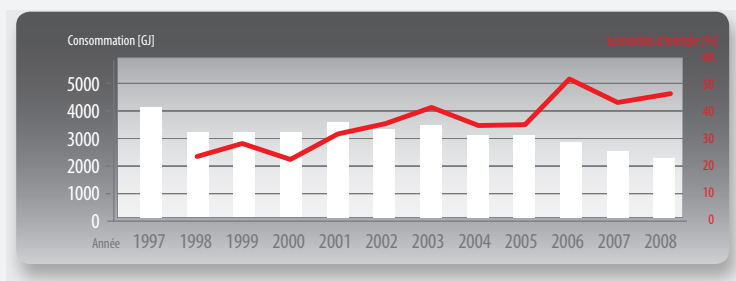
Type d'investissement | Installation ASV

Investissement (€)	6631
Economies d'énergie moyenne (GJ)	740,4
Prix énergie (chauffage urbain) (€/GJ)	8,79

Temps de retour sur investissement (an)

1,0

Les calculs portent sur la période 2006-2008 comparée à 1997-2004



COÛTS D'INVESTISSEMENT

Equipement	Nb vannes	Prix [€]	Coûts installation [€]	Total
Régulateur de Δp en pied de colonne	40	5597	1034	6631

CONSOMMATIONS ET ÉCONOMIES D'ÉNERGIE DU BÂTIMENT

Année	Consom. (chauffage) relevée [GJ]	Consom. (chauffage) rapportée à 5,2°C	Economies comparées à 1997	Economies supplémentaires apportées par les ASV seules (2005)	Température extérieure moyenne (°C)	Economie annuelle moyenne (GJ)	Opération
1997	4194	4194			5,2		1995 robinets thermostatiques 1996 répartiteurs de chaleur
1998	3167	3697	24,5%		6,2		
1999	3358	2999	28,5%		4,4		Isolation bâtiment
2000	3066	3264	22,2%		5,6		-
2001	3607	2873	31,5%		3,5		
2002	3328	2715	35,3%		3,7		-
2003	3488	2486	40,7%		2,5		
2004	3184	2661	36,5%		3,9		
2005	3026	2706	35,5%	9,8%	4,4		Installation ASV
2006	2863	2075	50,5%	30,8%	2,7	740,44	
2007	2493	2411	42,5%	19,6%	5,0		
2008	2292	2161	48,5%	27,9%	4,8		

CONCLUSION

L'installation de vannes d'équilibrage automatique en pied de colonne a engendré une économie annuelle de 26 % (valeurs en rouge dans le tableau).

Les vannes ASV ont été installées en milieu d'année 1995, c'est pourquoi les économies ne sont que de moitié.

Sur ce bâtiment, l'isolation n'a pas apporté de gain très significatif (sur ce type de hauts bâtiments, seuls quelques appartements bénéficient de cette action). Le retour sur investissement des vannes ASV est excellent (seulement 1 an).

VANNES DE RÉGULATION INDÉPENDANTE DE LA PRESSION AB-QM

Type de bâtiment	Nom du projet	Données	Photo du bâtiment
 Hôtel	Hôtel Sunway Lagoon à Kuala Lumpur	<ul style="list-style-type: none"> • 500 ventilo-convecteurs • 2 tubes rafraîchissement • 441 chambres • 5 restaurants • Surface utile 10 000 m² • Période relevée : 2007 à 2011 	

LE PROJET

Le Sunway Resort Hotel & Spa de Kuala Lumpur souhaitait rénover toutes ses chambres. Bien que le propriétaire fût convaincu du bienfait des vannes de régulation indépendantes de la pression de type AB-QM, il souhaitait avoir la preuve des améliorations de confort et d'efficacité énergétique.

Sur 500 ventilo-convecteurs, 150 ont été équipés de vannes automatiques AB-QM alors que les autres conservaient leurs vannes 2 voies de régulation existante et classique. Le but étant de prouver les performances des vannes AB-QM. Pour cela, Danfoss a mis en place un enregistreur doté de 4 sondes de température : entrée et sortie sur l'eau et l'air. Les mesures ont duré 4 ans (2007 à 2011).

Les résultats ont montré d'impressionnantes économies sur l'énergie de pompage et sur la consommation de la production d'eau glacée. Sur cette base, le remplacement de la totalité des 500 vannes entraînerait **une réduction de 60% sur la consommation d'énergie**.

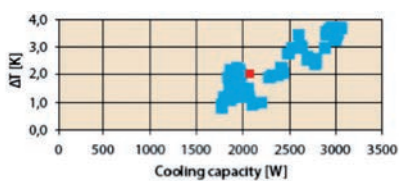


Figure 1

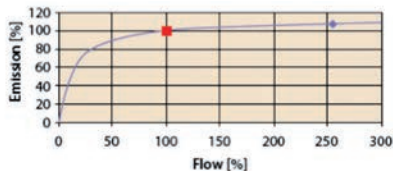


Figure 2

La figure 1 montre la relation entre la puissance de rafraîchissement et la chute de température d'eau. La vanne 2 voies classique est représentée à gauche. La vanne AB-QM indépendante la pression est représentée à droite.

Résultats :

La vanne classique montre une puissance moyenne de 2,2 kW pour un ΔT de seulement 2 K. La vanne AB-QM montre une puissance moyenne de 2,1 kW pour un ΔT de 5 K. On peut en conclure que pour une même puissance émise, la vanne AB-QM offre un bien meilleur ΔT . Ceci améliore très nettement le coefficient de performance de la production d'eau glacée comme on le voit en figure 3.

MATÉRIEL DANFOSS UTILISÉ

Vanne AB-QM

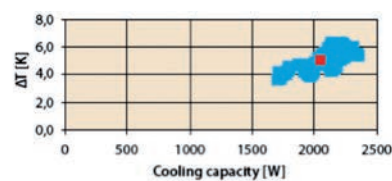


Figure 3

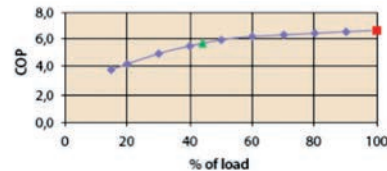


Figure 3

La figure 2 montre clairement que le sur-débit de 150 % (250%-100%) des vannes classiques n'engendre que 10% de surpuissance. Or c'est ce sur-débit qui fait chuter le ΔT et par conséquent dégrade le COP. De plus ces sur-débites appellent une surpuissance de pompage.

Les vannes AB-QM permettent :

- Un équilibrage parfait et dynamique de chaque émetteur.
- Un plus grand ΔT et donc un meilleur COP de la production.
- Un débit contrôlé qui optimise le fonctionnement des pompes à variation de vitesse.

■ L'EXPÉRIENCE DANFOSS EN MATIÈRE D'ÉCONOMIE D'ÉNERGIE

Depuis plus de 50 ans, Danfoss apporte des solutions pour réduire la consommation d'énergie dans les bâtiments. Notre expérience nous a permis de classer la pertinence de différentes opérations d'amélioration et de rénovation.

Rénovation énergétique	Estimation des économies	Retour sur investissement	Estimation des investissements
Remplacement de robinets manuels par des robinets thermostatiques sur les radiateurs	20 – 25%	2 – 3 ans	67 € par radiateur*
Vannes d'équilibrage automatique	5 – 15%	2 – 3 ans	27 € par radiateur**
Remplacement des chaudières fioul ou gaz par des pompes à chaleur (pompe à chaleur air - eau)	50 – 75%	10 – 15 ans	14 k€ - 18 k€*
Nouveaux vitrages peu émissifs	20 – 25%	20 – 25 ans	20 k€***
Isolation des murs extérieurs et du toit	10 – 12%	15 – 25 ans	20 k€ - 27 k €***

* Les calculs sont basés sur une maison moyenne danoise d'env. 130 m² qui équivaut à la moyenne des 1,6 millions de foyers gérés par la société danoise de chauffage urbain

** Basés sur des immeubles avec plusieurs appartements – l'investissement varie en fonction du nombre d'appartements

*** Chiffres issus du portail Danois Bolius - centre de référence pour les propriétaires

Bien entendu, ces chiffres sont hors aides fiscales qui diffèrent d'un pays à l'autre.

En France, le gisement d'économies d'énergie lié à la limitation de température ambiante des logements et à l'équilibrage hydraulique des installations de chauffage collectif est considérable.

Encore environ 75 % des radiateurs sont équipés de robinets manuels.

En France, le taux d'équipement des robinets thermostatiques est très faible par rapport à certains pays européens. Il est clair que certains intervenants du monde du chauffage ont l'esprit marqué par des robinets thermostatiques qui restaient grippés et qui nécessitaient des interventions dans les logements.

Depuis plus de 20 ans, les robinets Danfoss sont équipés d'un guidage interne en matériau de synthèse pour prévenir tout risque de grippage.

Il ne devrait plus y avoir de frein à la mise en place de ces équipements simples et durables.

Il est bon d'évoquer aussi que les robinets thermostatiques s'inscrivent naturellement dans le décret relatif à la répartition des frais de chauffage.

Dans beaucoup de pays, l'association Répartiteur de chaleur / Robinet thermostatique a démontré sa pertinence.

Moins de 10 % des installations sont correctement équilibrées.

On peut expliquer cette réalité par le coût et la difficulté de réaliser des opérations d'équilibrage avec des solutions manuelles. Dans les années 90, Danfoss a été un des premiers à prôner les solutions d'équilibrage automatique. Là aussi la France connaît une pénétration retardée. Or les solutions automatiques sont beaucoup plus simples à régler et surtout sont les seules à s'adapter aux réseaux à débits variables.

■ Rénovation Faculté de Jussieu à Paris

Plus de 4000 vannes de régulation automatiques AB-QM sur :

- panneaux rayonnants
- ventilo-convecteurs
- CTA



■ Musée des Confluences à Lyon

Régulation des terminaux et des centrales

AB-QM, ASV

■ Plastic Omnium à Lyon

Régulation des terminaux

AB-QM

■ Tour Incity à Lyon

Régulation des terminaux

AB-QM

■ Archive départementale du Rhône

Régulation des terminaux

AB-QM

■ Tour Odéon à Monaco

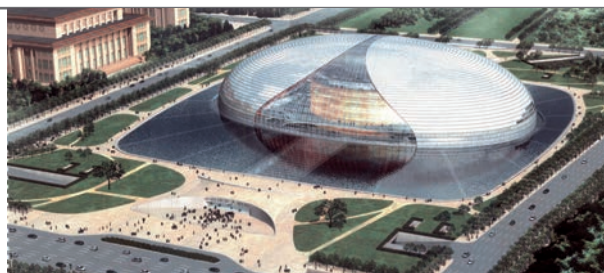
Régulation des terminaux

AB-QM

■ Grand Théâtre National Pékin

180.000 m²

Vannes automatiques AB-QM sur les terminaux de chauffage et de climatisation.



■ Immeuble BALTAZAR à Marseille

Régulation des terminaux

AB-QM

■ Château Margaux

Equilibrage du réseau des chais

MSV-F2

■ Hôtel MAJESTIC à Cannes

Equilibrage du réseau des chais

MSV-F2

■ Inergy Automotive à Compiègne

Régulation des terminaux

AB-QM

■ Bureaux Daimler Chrysler à Varsovie

Vannes manuelles MSV sur le réseau de chauffage et de climatisation.

■ Ministère de la Défense Ballard à Paris

Régulation des terminaux et des centrales

AB-QM

■ Bâtiment CBC B4E à Boulogne Billancourt

Régulation des terminaux

AB-QM

■ Bassins à flot à Bordeaux

Kit CIC

AB-QM

■ Université Sorbonne à Paris

Régulation des terminaux, centrales et production

AB-QM et robinets thermostatiques

■ Bâtiment Lagardère à Paris

Régulation des terminaux

AB-QM

■ Siège Nexity à Paris

Equilibrage du réseau des chais

MSV-F2

■ Bureaux Coca Cola à Anderlecht

Vannes automatiques sur les réseaux de poutres climatiques.

■ Tour Carpe Diem à La Défense

Régulation des terminaux

AB-QM

■ Disney hôtel Newport à Marne la Vallée

Régulation des terminaux

AB-QM

■ Hangar Airbus A380 à Toulouse

490 mètres de long, 250 mètres de large pour une hauteur de 46 mètres.

Vannes manuelles MSV sur le réseau de chauffage.

■ Siège Google à Paris

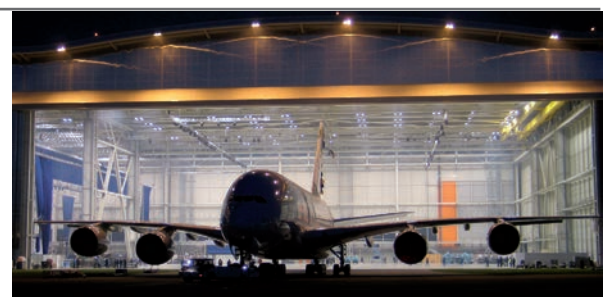
Régulation des terminaux

AB-QM

■ Bâtiment Hermes à Pantin

Régulation des terminaux

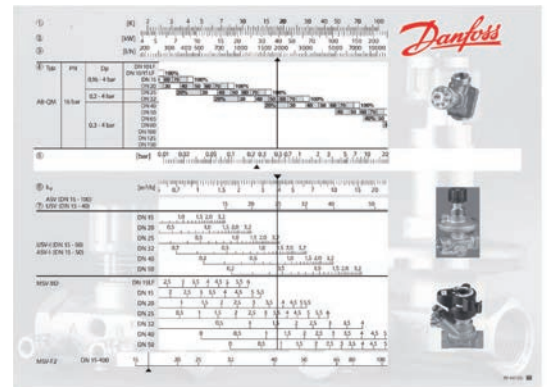
AB-QM



Danfoss vous propose un panel d'outils pour vous aider à vous former, à sélectionner les bons produits avec des informations immédiates.

La règle de calcul

C'est une aide précieuse au dimensionnement et au réglage de toutes nos vannes d'équilibrage. Elle sert aussi à la détermination du réglage de nos corps RA-N. Cette règle existe aussi sous forme physique mais aussi sous forme virtuelle pour PC.



La formation

Via notre site de formation en ligne www.learning.danfoss.fr, vous pouvez participer au module de formations introduction à l'équilibrage hydraulique. Ce site s'adresse aux installateurs, distributeurs, chefs de projets, bureaux d'études et formateurs.

Gratuit, il permet d'accéder à des cours clairs et de développer vos connaissances pour mieux conseiller vos clients. Vous pouvez choisir de participer à des formations en salle dans un de nos lieux de formation, de suivre des cours virtuels ou encore de prendre part à un module d'auto-formation. Pour vérifier vos connaissances acquises à la fin de chaque module, vous remplirez un test de connaissance.



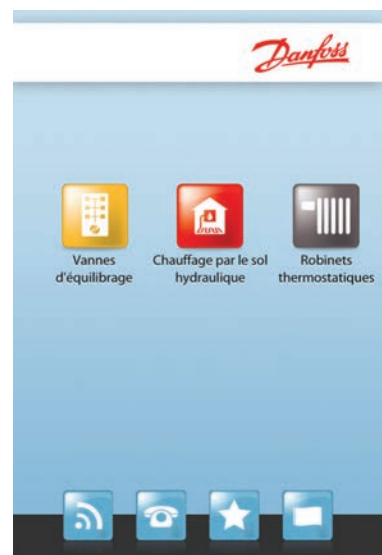
Vidéos sur Youtube

Retrouvez toutes nos vidéos sur l'équilibrage en tapant simplement Danfoss sur Youtube.



Application mobile : Danfoss Heating Solutions

Nous avons développé une application mobile gratuite téléchargeable depuis votre smartphone ou votre tablette avec Google Play ou Apple Store. En 1 clic accédez à toutes les informations sur les vannes d'équilibrage.



ENGINEERING
TOMORROW

Danfoss

D'autres brochures techniques sont à votre disposition sur notre site internet :
www.chauffage.danfoss.fr

Danfoss

Siège Social : 1bis Avenue Jean d'Alembert - 78996 Elancourt CEDEX - Tél. : 01 30 62 50 00
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.