



Génie climatique :

Guide d'applications

Equilibrage des réseaux chauffage, clim et ECS

Les symboles utilisés dans la brochure



ASV-PV + ASV-M

ASV-PV : Régulateur de Δp en pied de colonne +

ASV-M : Vanne d'arrêt



ASV-PV + ASV-I

ASV-PV : Régulateur de Δp en pied de colonne +

ASV-I : Vanne d'arrêt et de réglage du débit



AB-QM

Limiteur automatique de débit.



RA-FN

Corps de robinet thermostatique sans préréglage (*).



AB-QM

Limiteur automatique de débit avec actionneur (vanne de régulation).



RLV

Coude de réglage classique ou robinet manuel.



VZL ou VRG

Vanne 3 voies de régulation.



Quitus 200

Té de réglage à lecture directe ou VDE 1400 vanne d'équilibrage de pied de colonne à lecture directe.



RA-N

Corps de robinet thermostatique à préréglage (*).



Quitus 1200

Organe d'isolement et de lecture directe.

* pour une simplification des schémas, la tête thermostatique est représentée verticalement. Bien entendu, ce montage est à proscrire sauf si l'on utilise une tête avec bulbe à distance.

Sommaire

Introduction	Pages 4 et 5
---------------------	---------------------

Les avantages de l'équilibrage automatique	Pages 6 et 7
---	---------------------

Les applications CHAUFFAGE

Radiateurs avec robinets thermostatiques	Pages 8 à 11 et 13
---	---------------------------

Radiateurs avec robinets manuels	Page 12
---	----------------

Radiateurs sur boucle monotube avec robinets thermostatiques	Pages 14 et 15
---	-----------------------

Boucles CIC	Page 16
--------------------	----------------

Collecteurs de plancher chauffant	Page 17
--	----------------

Aérothermes	Page 18
--------------------	----------------

Les applications CLIMATISATION

Ventilo-convecteurs	Pages 19 et 20
----------------------------	-----------------------

Centrale de traitement d'air (CTA)	Pages 21 et 22
---	-----------------------

Plafond rafraîchissant	Page 23
-------------------------------	----------------

Les applications GROSSES VANNES DE RÉSEAUX

Vannes de réseaux	Page 24
--------------------------	----------------

Les applications BOUCLAGE ECS

Lutte contre la légionellose	Pages 25 et 26
-------------------------------------	-----------------------

Les applications CHAUFFAGE URBAIN

Réseaux de chauffage urbain ou d'eau glacée	Pages 27
--	-----------------

VARIATEUR DE VITESSE

VLT 6000	Page 28
-----------------	----------------

APPAREIL DE MESURE

Mesureur électronique PFM 3000	Page 29
---------------------------------------	----------------

DESCRIPTIFS TYPES

Pages 30 à 32

Exemples de solutions Equilibrage

Pour les réseaux à débits variable ou constant et pour les applications chauffage et climatisation.

● Sur les ventilo-convecteurs

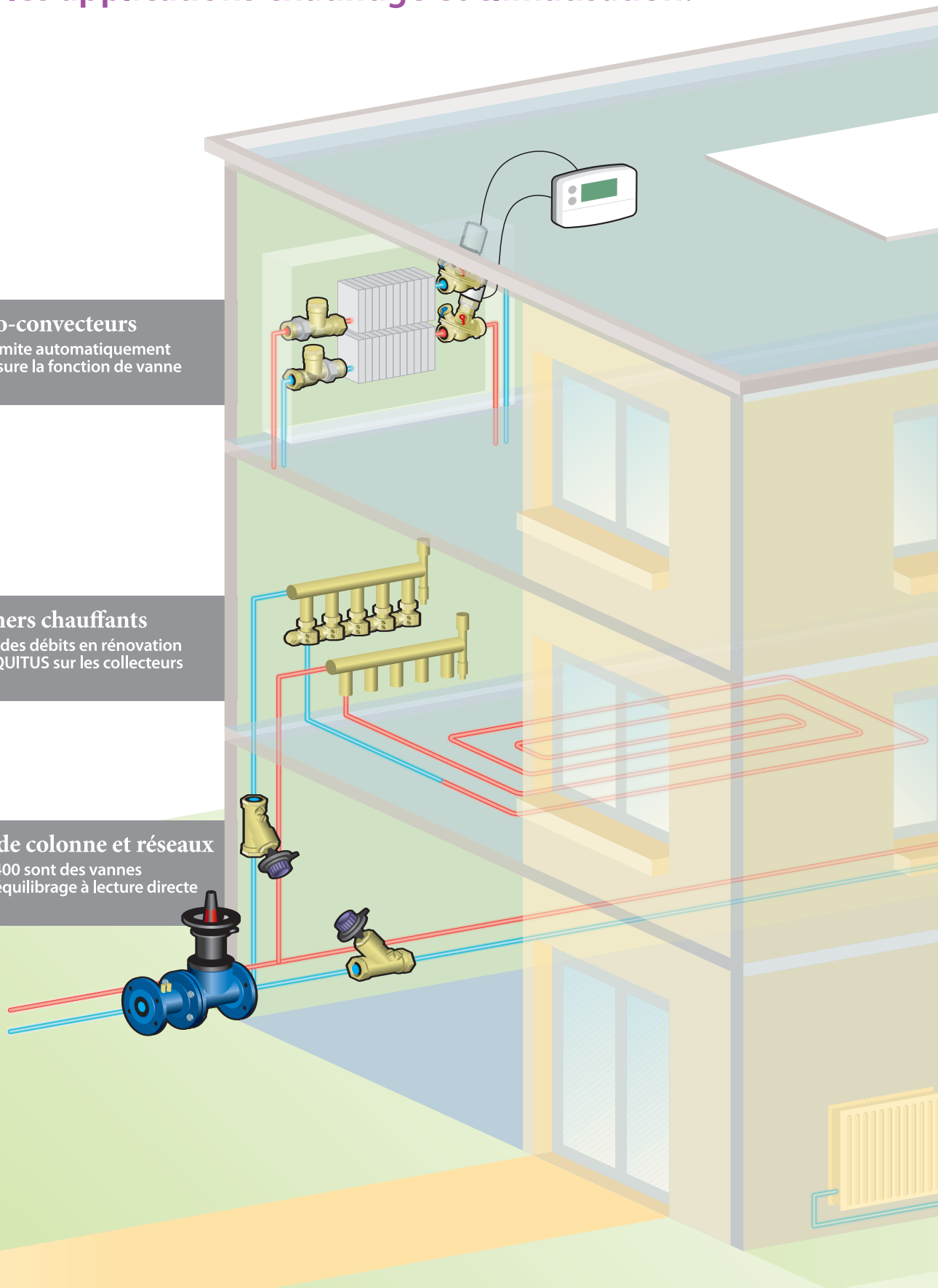
- La vanne AB-QM limite automatiquement le débit maxi et assure la fonction de vanne de régulation

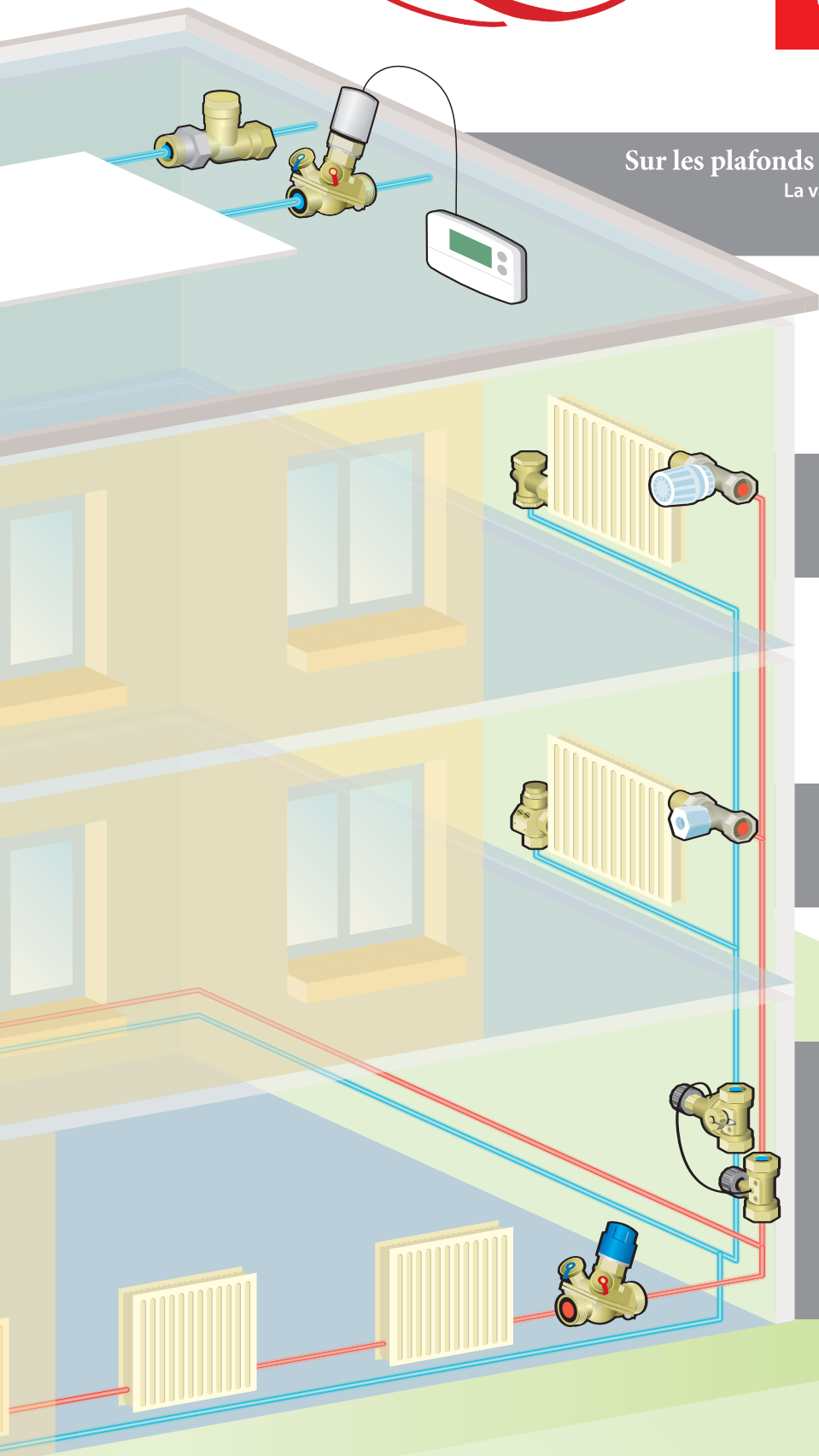
● Sur les planchers chauffants

- Redevenez maître des débits en rénovation avec les modules QUITUS sur les collecteurs

● Sur les pieds de colonne et réseaux

- Les VDE 1400 et 2400 sont des vannes débitmétriques d'équilibrage à lecture directe





Sur les plafonds rafraîchissants, poutres froides etc...

La vanne AB-QM limite automatiquement le débit maxi et assure la fonction de vanne de régulation

Sur les émetteurs terminaux

Le débit est maîtrisé en mesurant celui-ci sur le MESSQUITUS et en réglant sur le robinet à pré-réglage RA-N

Le débit est maîtrisé par mesure et réglage sur le module QUITUS

Dispositif d'inviolabilité protégeant le réglage

Sur les colonnes

La vanne ASP-PV assure automatiquement une limitation de pression différentielle en pied de colonne. Elle est destinée à toutes les colonnes à débit variable.

La vanne AB-QM assure automatiquement la limitation de débit. Elle est utilisée principalement sur les réseaux à débit constant.

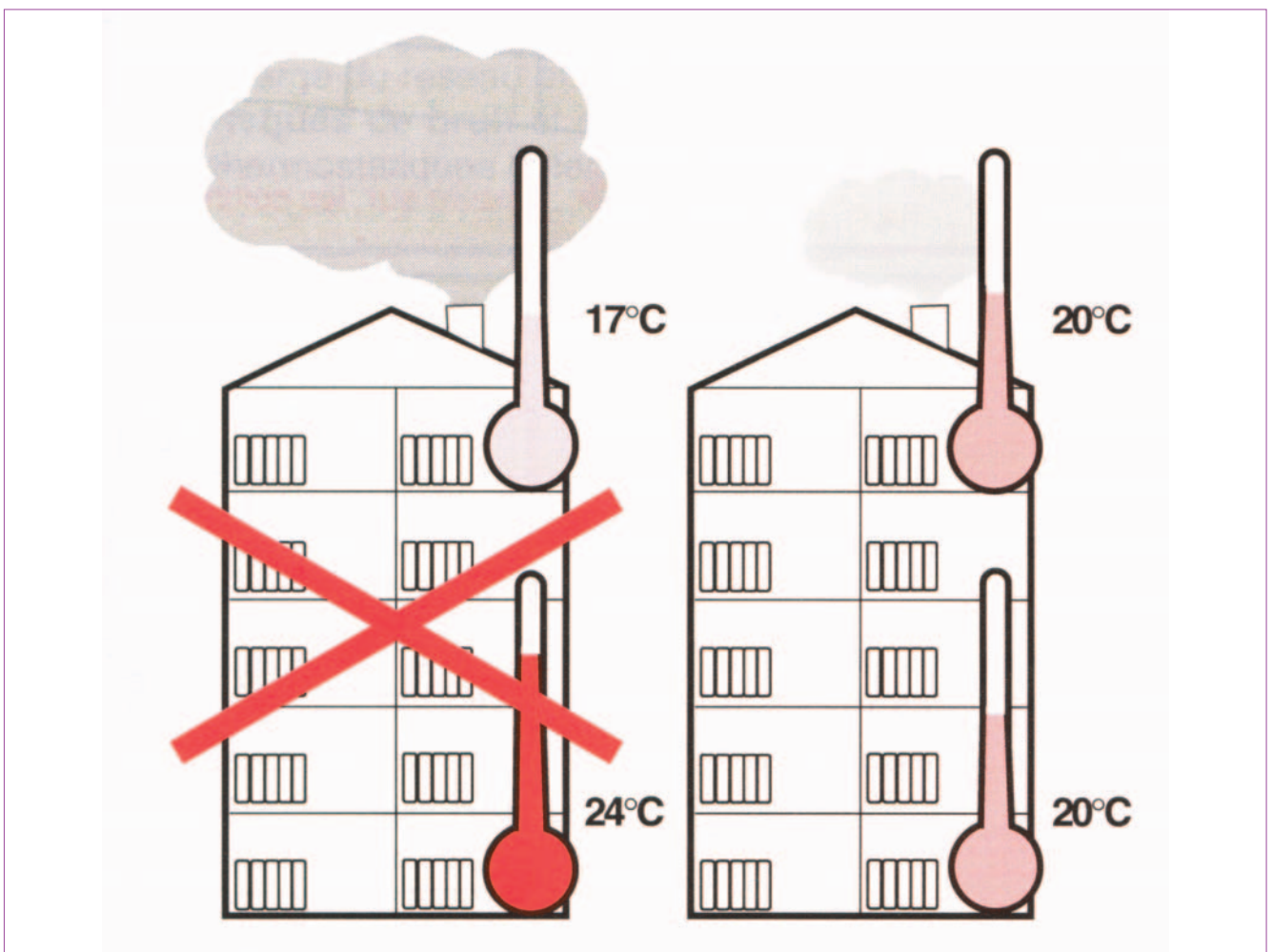
Pourquoi l'équilibrage ?

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 variable ou à débit constant ?

■ Débit constant :


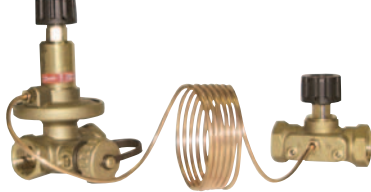

A priori, il est plus simple d'équilibrer un réseau à débit constant qu'un réseau à débit variable. L'explication tient au fait qu'un réseau à débit variable engendre des interactions entre les colonnes dûes aux variations de pertes de charge dans les tuyauteries, ce qui complique la procédure de réglage.

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
Vanne 2 voies de régulation terminale (robinets thermostatiques sur radiateurs ou vannes motorisées sur ventilo-convecteurs). 	Régulation terminale (par émetteur) de température ambiante.	Confort et économie d'énergie.	Engendre le débit variable de l'installation.
Régulation automatique de Δp en pied de colonne. 	Maintient la Δp 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.
Variateur de vitesse sur pompe de circulation. 	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 plus compliqué et n'apporte pas 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, il existe depuis quelques temps 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.

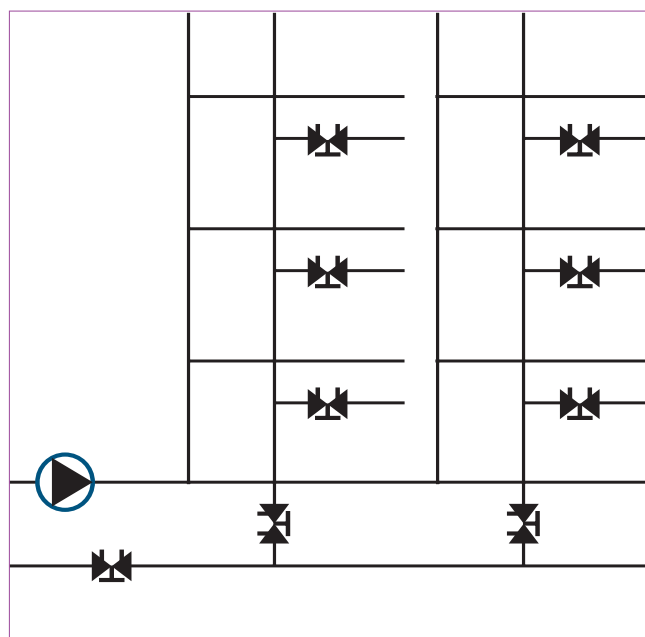
Elles sont réglées une fois pour toute lors de l'installation.

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

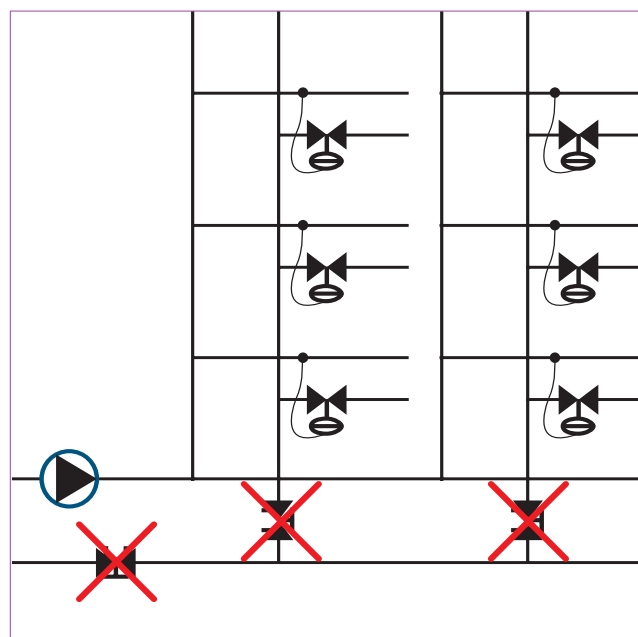
À l'inverse des vannes d'équilibrage manuelles traditionnelles, elles ne requièrent pas de longueurs droites en amont et en aval.

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 débit variable :

Une pompe à débit 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 Δp 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 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.

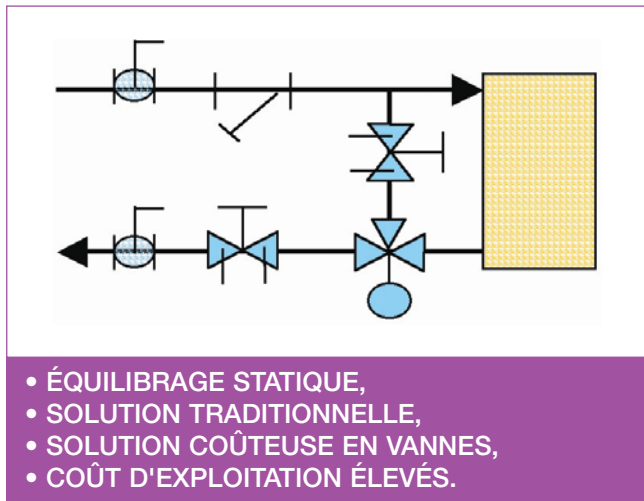
Un réseau à débit variable est dans ce cas fortement avantageux.

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

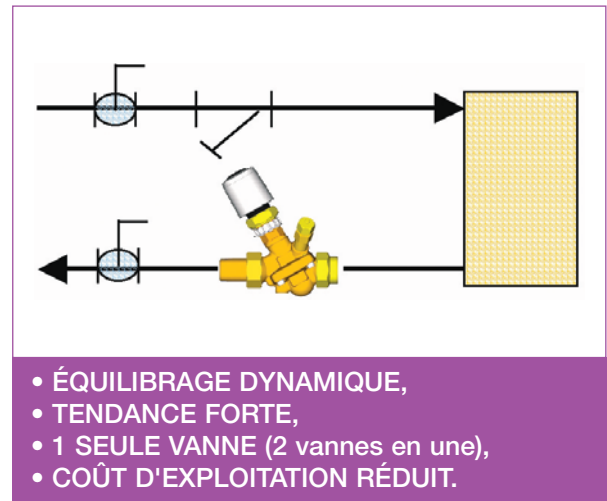
Le maintien d'une Δp constante sur les colonnes ou branches va permettre un fonctionnement optimal des vannes de régulation terminales.

Une autre solution innovante et 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.



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



Avantage de la vanne automatique AB-QM :

Grâce à son régulateur de Δp intégré, la vanne AB-QM est une vanne de régulation à autorité constante égale à 1.

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 1,5 bar de pression différentielle.

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

Le régulateur de Δp 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 :

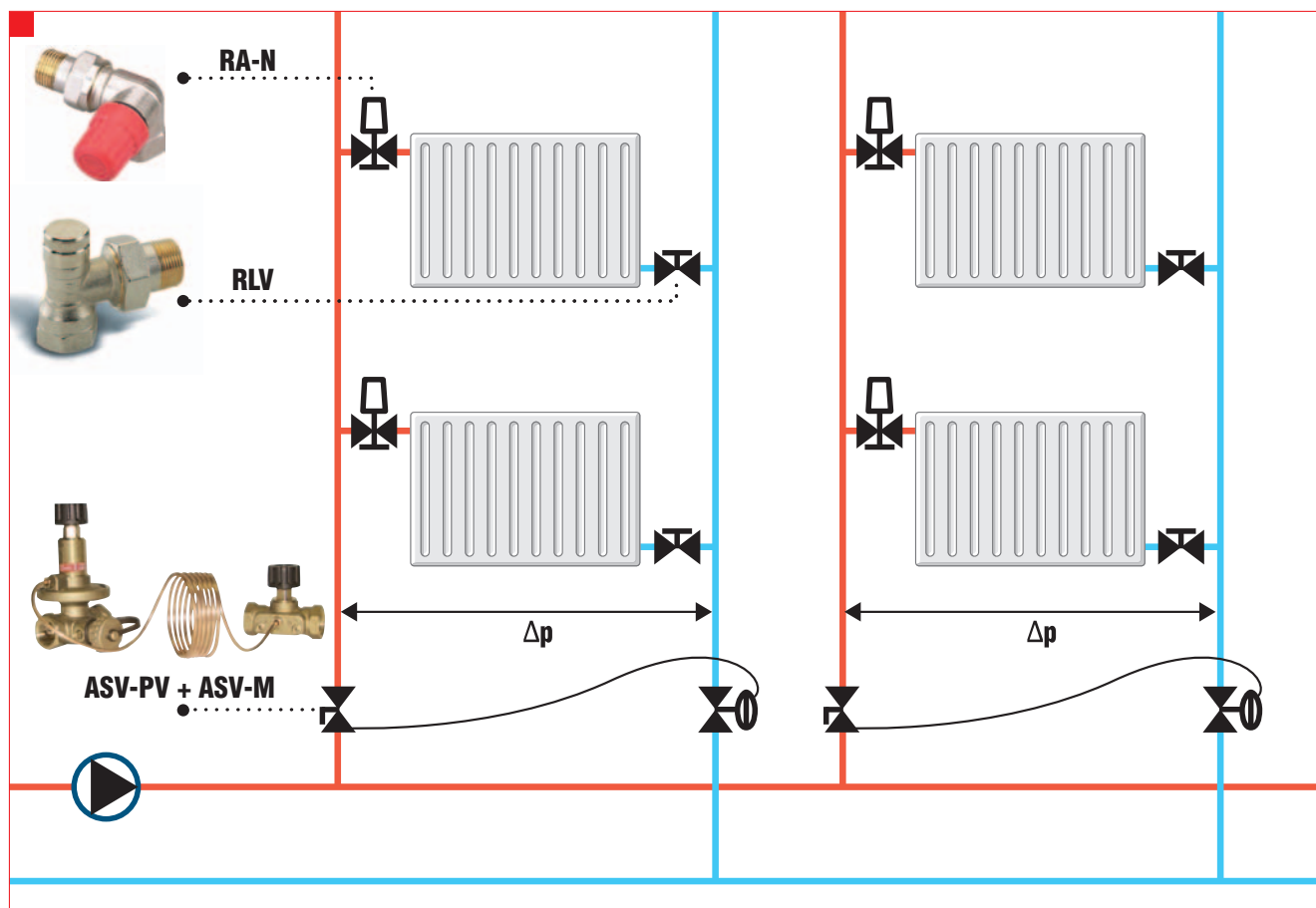
- plus d'interactions entre les émetteurs,
- pas de campagne de mesure longue et coûteuse,
- pas besoin de rééquilibrer après une modification de l'installation,
- pas besoin de longueurs droites en amont et en aval de la vanne.

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...).

Radiateurs avec robinets thermostatiques

Équilibrage automatique des colonnes

Limitation des débits de radiateur par pré-réglage



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 (Δp) 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 :

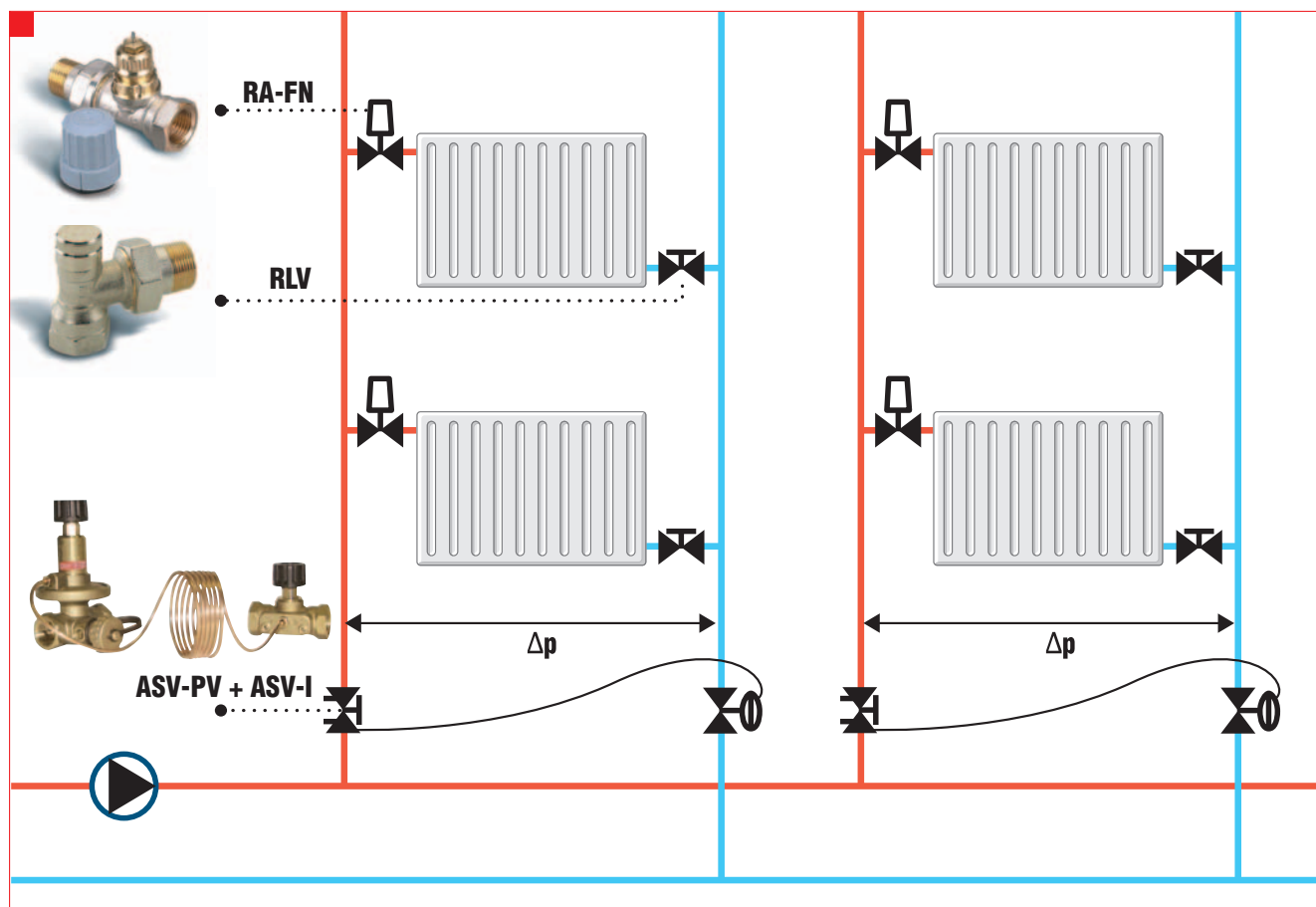
- limitation automatique de la pression différentielle sur la colonne,
- limitation automatique du débit par émetteur,
- limitation automatique du débit de la colonne.

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.

Radiateurs avec robinets thermostatiques

Équilibrage automatique des colonnes



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 (Δp) constante sur la colonne.

Ainsi, les interactions entre colonnes sont supprimées.

Le débit de chaque radiateur est ajusté par la tête thermostatique en fonction de la charge thermique. Puisque le débit maximum n'est pas limité par radiateur, on utilise une vanne ASV-I pour limiter le débit global de la colonne (mesure à l'aide d'un mesureur électronique).

FONCTIONS OBTENUES :

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

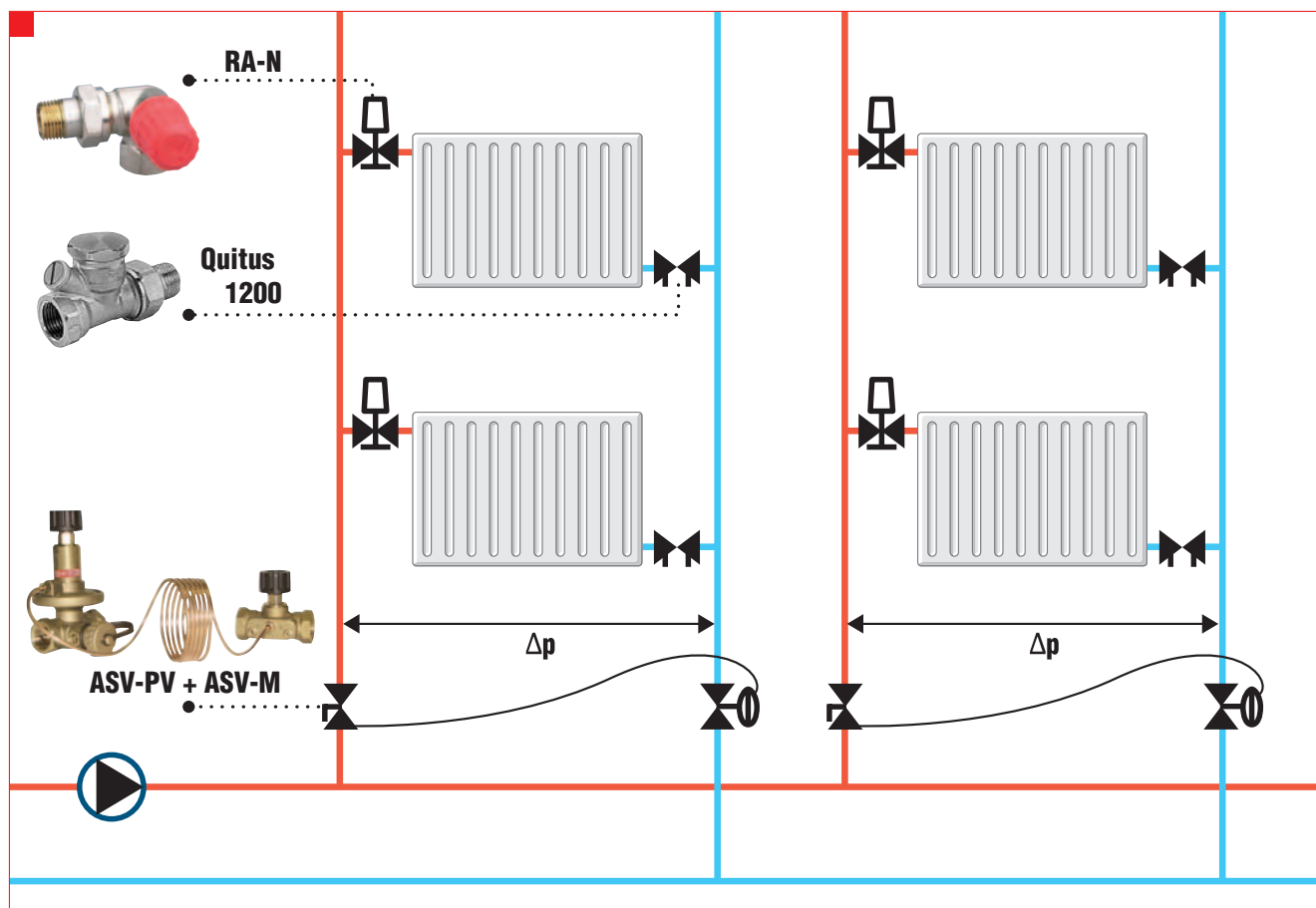
AVANTAGES :

- 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.

Radiateurs avec robinets thermostatiques

Équilibrage automatique des colonnes

Limitation des débits de radiateur par lecture directe du débit



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 (Δp) 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 Quitus 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.

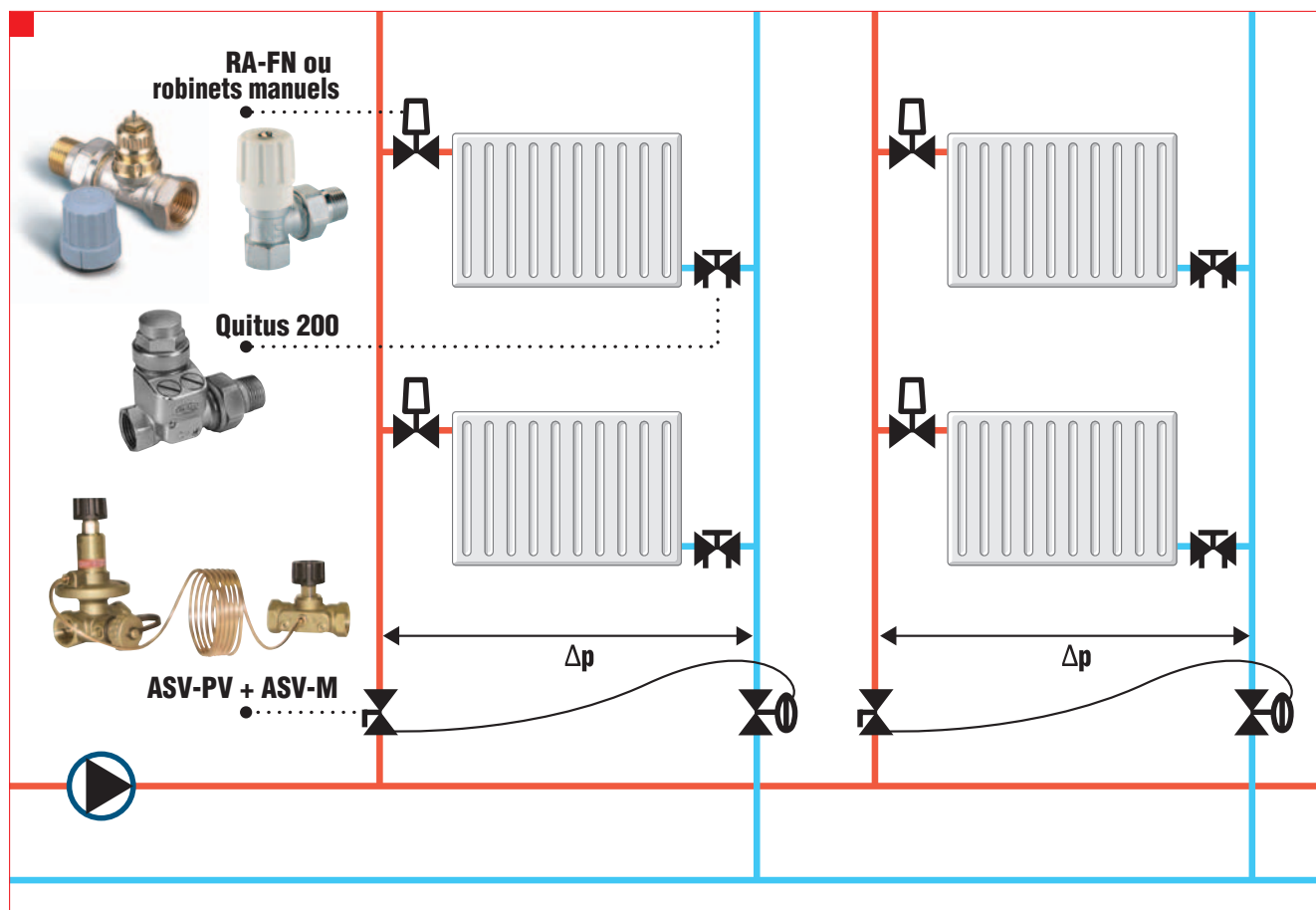
AVANTAGES :

- 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.

Radiateurs avec robinets thermostatiques

Équilibrage automatique des colonnes

Limitation des débits de radiateur par lecture directe du débit



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 (Δp) constante sur la colonne. Ainsi, les interactions entre colonnes sont supprimées.

Le débit de chaque radiateur se règle à l'aide d'un module Quitus 200 qui permet également la lecture directe du débit réel (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.

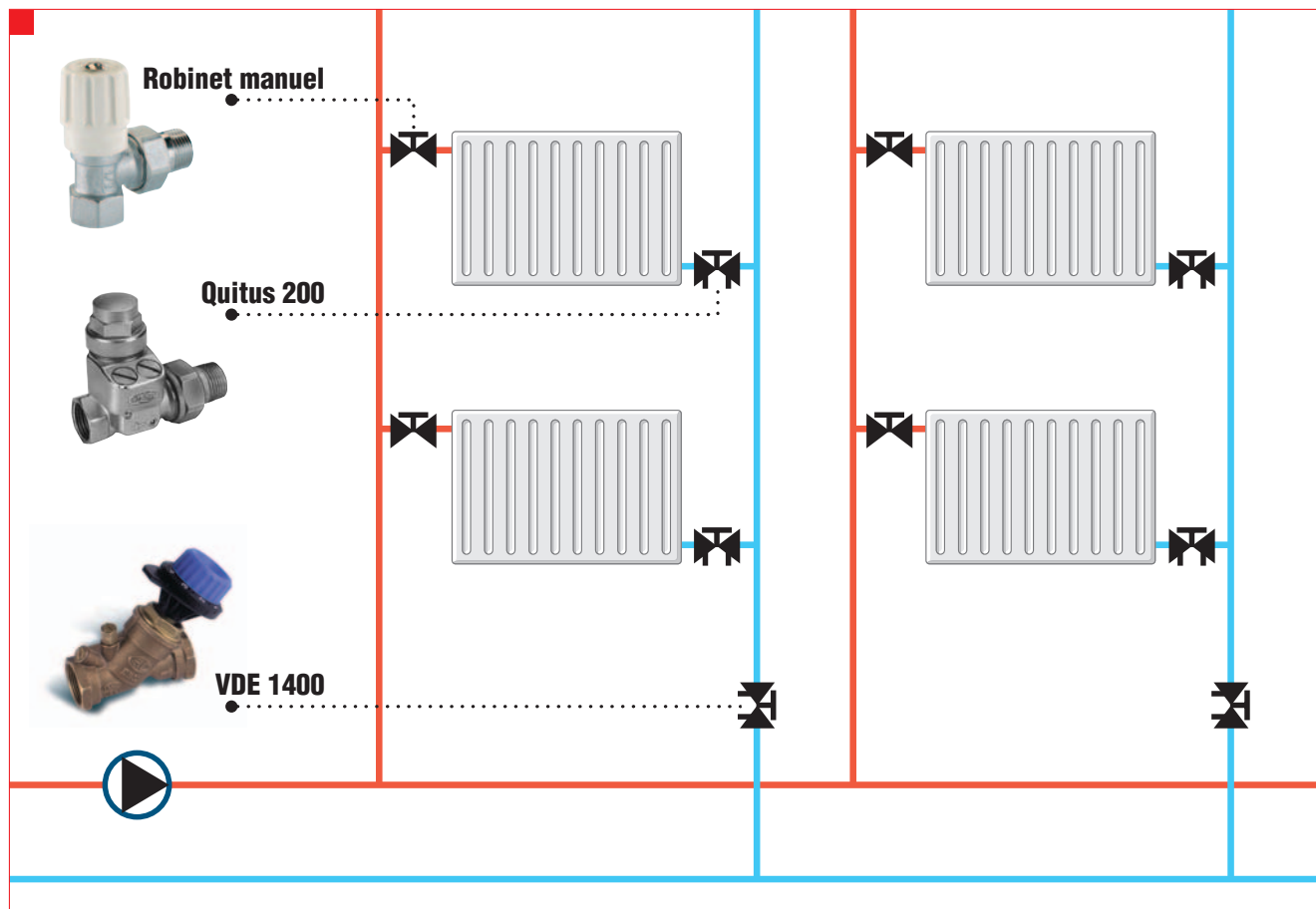
AVANTAGES :

- 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.

Radiateurs avec robinets manuels

Équilibrage manuel des colonnes

Limitation des débits de radiateur par lecture directe du débit



Le débit de chaque radiateur est ajusté et mesuré en lecture directe sur le module Quitus 200 (à l'aide de l'appareil PFM 3000).

Une vanne VDE 1400 permet le réglage et la lecture directe du débit pour chaque colonne. Cette vanne d'équilibrage manuelle ne nécessite pas de longueur droite en aval.

Elle se différencie des vannes d'équilibrage courantes du marché, par le fait qu'elle est à lecture directe du débit : on tourne le volant de réglage et on lit simultanément le débit sur l'appareil de mesure. Il n'est pas nécessaire d'entrer la position de la vanne en nombre de tour dans le mesureur électronique. Cette procédure permet un gain de temps appréciable lors de la campagne de mesure.

FONCTIONS OBTENUES :

- réglage à lecture directe du débit,
- contrôle réel du débit par radiateur.

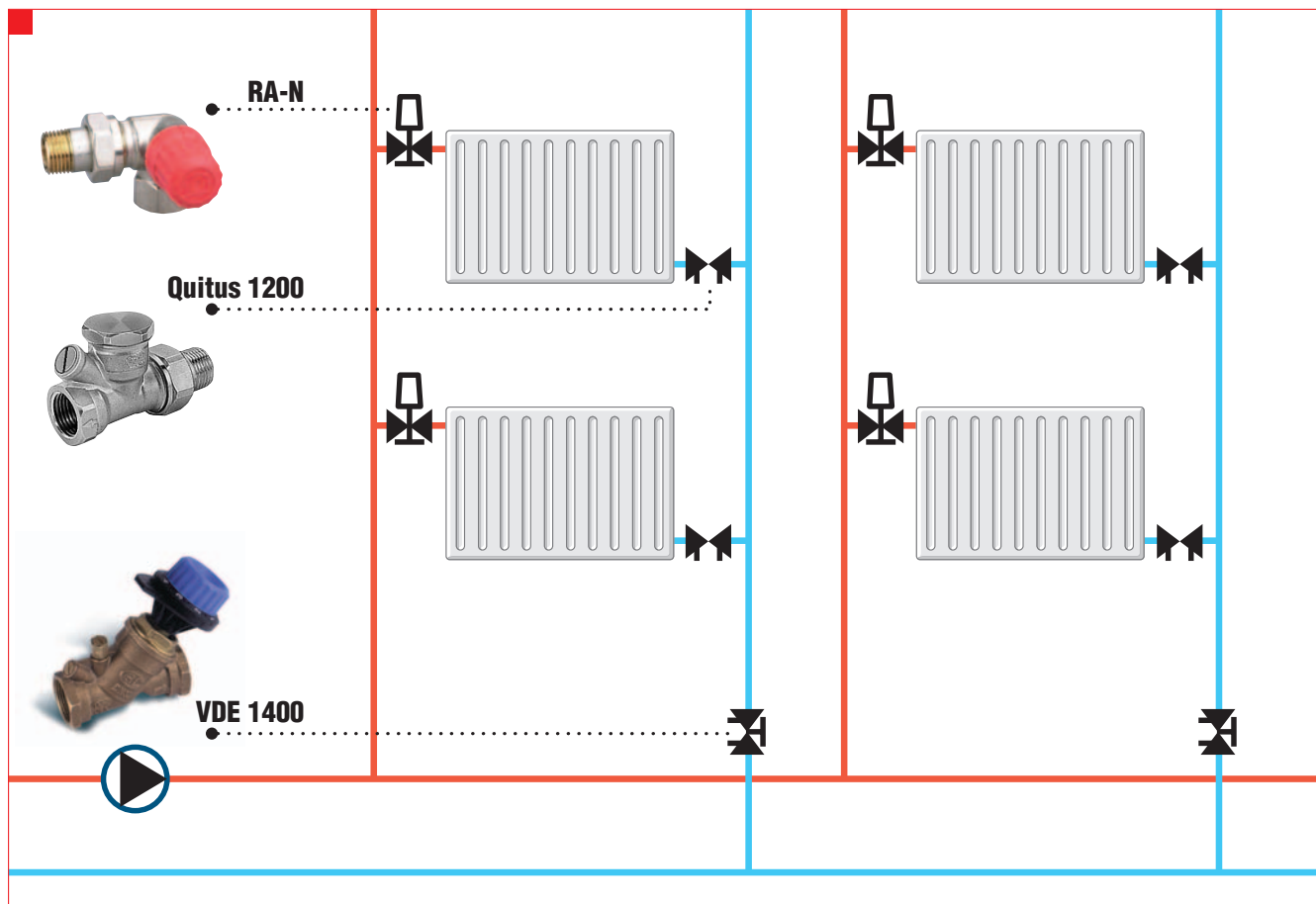
AVANTAGES :

- gain de temps lors de la campagne de mesure,
- pas besoin de longueur droite en aval.

Radiateurs avec robinets thermostatiques

Équilibrage manuel des colonnes

Limitation des débits de radiateur par lecture directe du débit



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 Qitus 1200 (à l'aide de l'appareil PFM 3000).

Une vanne VDE 1400 permet le réglage et la lecture directe du débit global de chaque colonne. Cette vanne d'équilibrage manuelle ne nécessite pas de longueur droite en aval.

Elle se différencie des vannes d'équilibrage courantes du marché, par le fait qu'elle est à lecture directe du débit : on tourne le volant de réglage et on lit simultanément le débit sur l'appareil de mesure. Il n'est pas nécessaire d'entrer la position de la vanne en nombre de tour dans le mesureur électronique. Cette procédure permet un gain de temps appréciable lors de la campagne de mesure.

FONCTIONS OBTENUES :

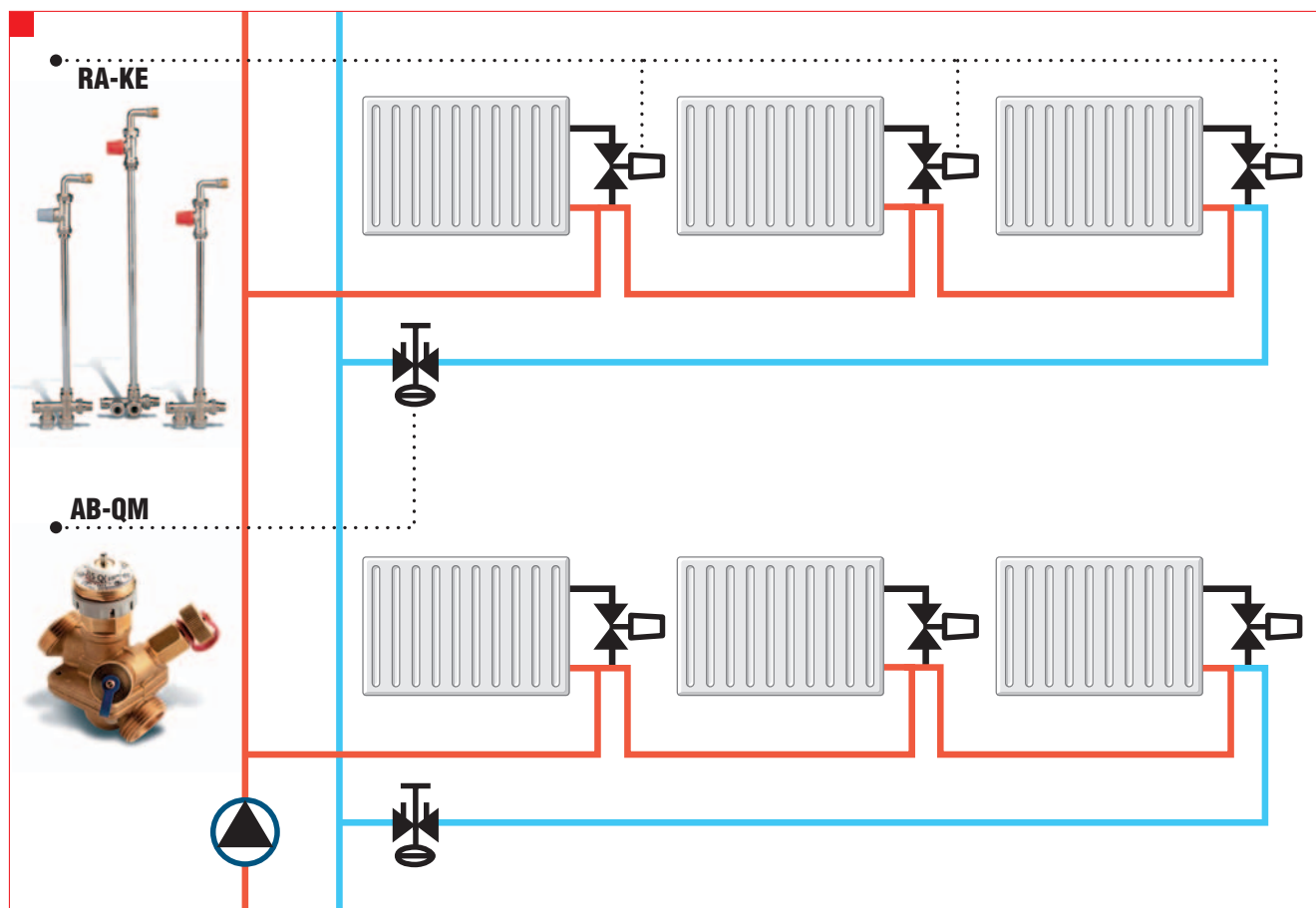
- réglage à lecture directe du débit,
- contrôle réel du débit par radiateur.

AVANTAGES :

- gain de temps lors de la campagne de mesure,
- pas besoin de longueur droite en aval.

Radiateurs sur boucle monotube avec robinets thermostatiques

Équilibrage automatique des boucles



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 quelque soient les variations de pression sur le réseau.

Aucune mesure n'est nécessaire pour le réglage.

Lors du calcul du réseau, il faut simplement prévoir une perte de charge minimale de 20 kPa sur l'AB-QM.

FONCTION OBTENUE :

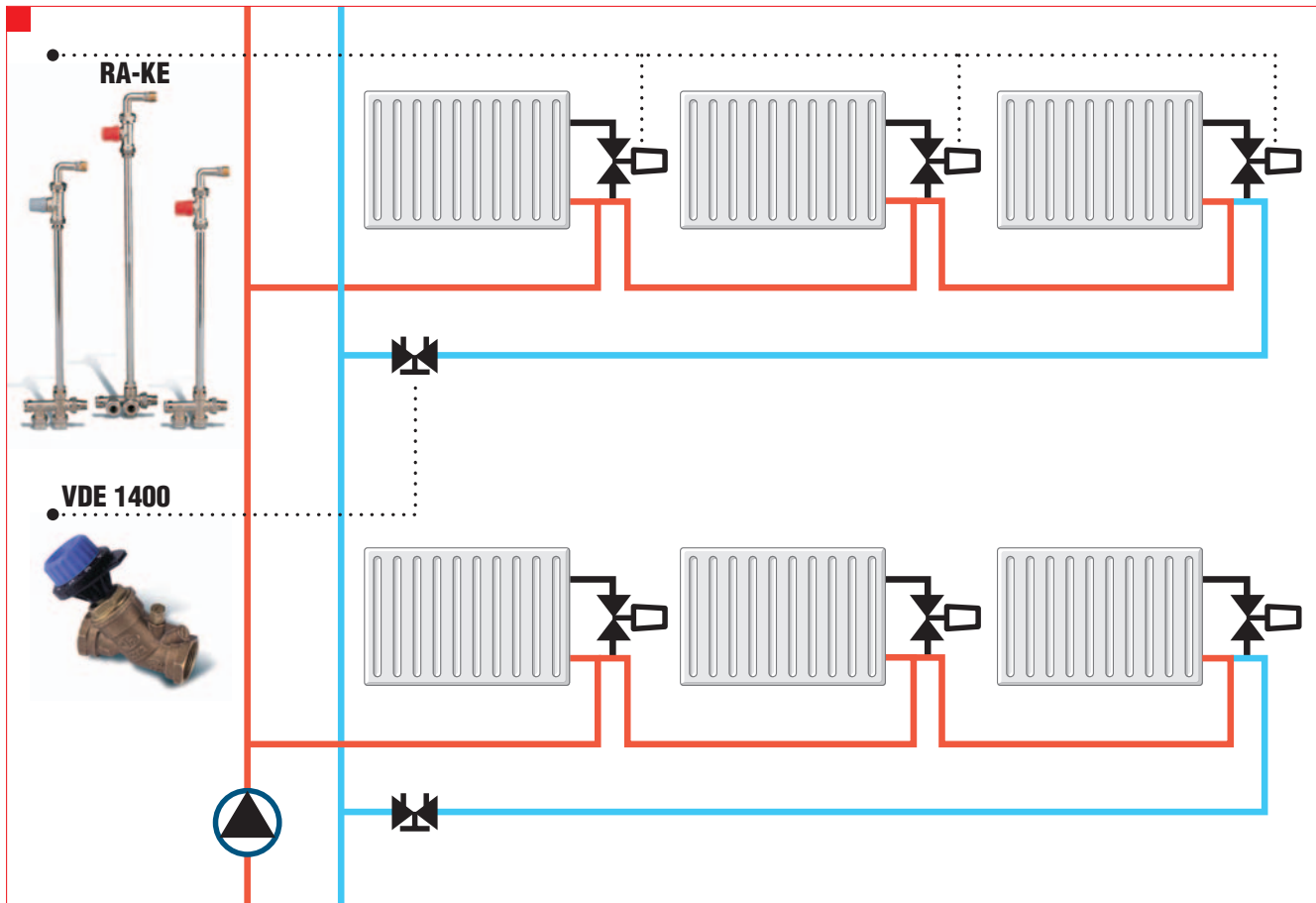
- limitation automatique du débit des boucles.

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 colonnes.

Radiateurs sur boucle monotube avec robinets thermostatiques

Équilibrage manuel des boucles par lecture directe du débit



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 VDE 1400 permet le réglage et la lecture directe du débit global de chaque colonne. Cette vanne d'équilibrage manuelle ne nécessite pas de longueur droite en aval.

Elle se différencie des vannes d'équilibrage courantes du marché, par le fait qu'elle est à lecture directe du débit : on tourne le volant de réglage et on lit simultanément le débit sur l'appareil de mesure. Il n'est pas nécessaire d'entrer la position de la vanne en nombre de tour dans le mesureur électronique. Cette procédure permet un gain de temps appréciable lors de la campagne de mesure.

FONCTION OBTENUE :

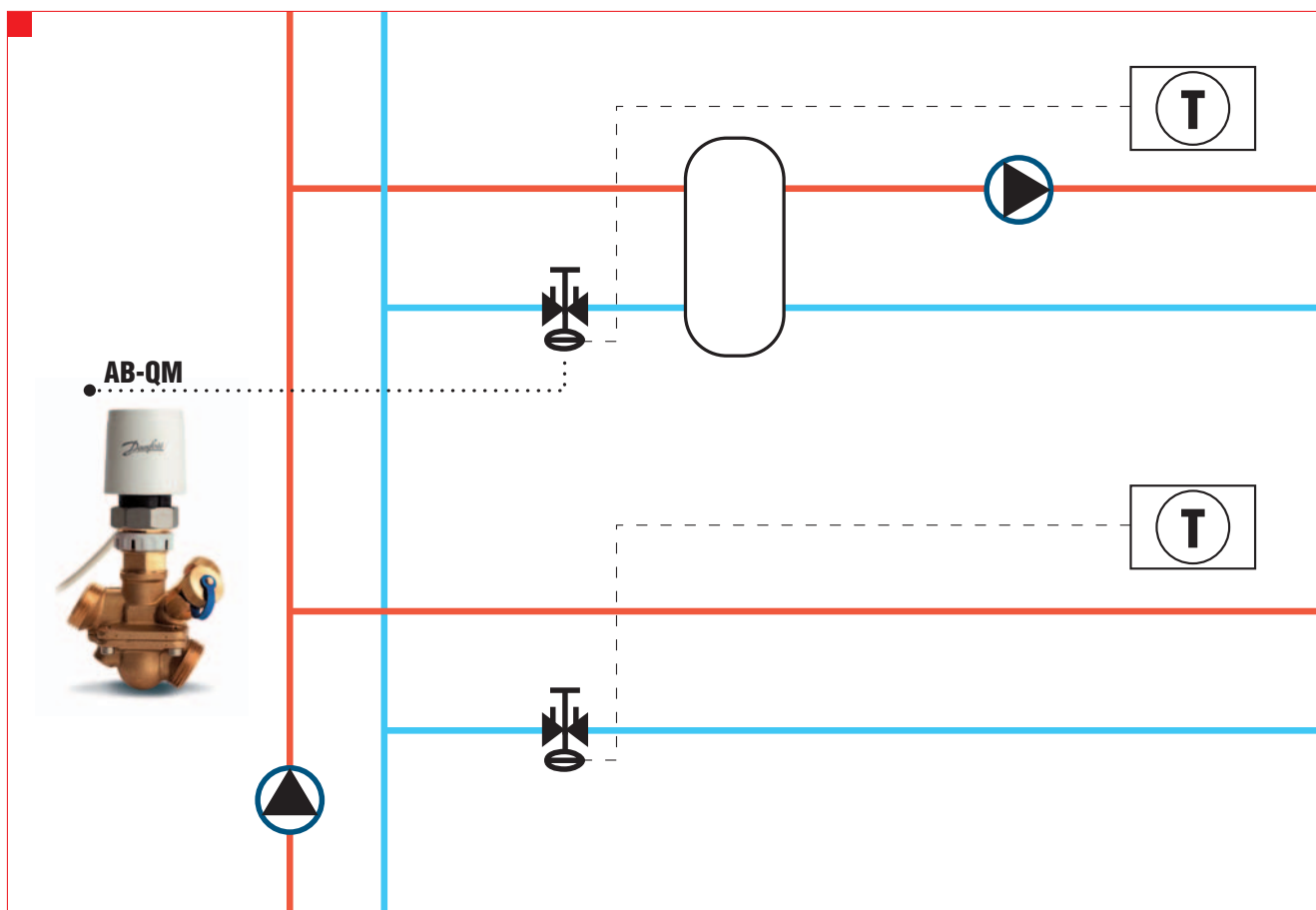
- réglage à lecture directe du débit.

AVANTAGES :

- gain de temps lors de la campagne de mesure,
- pas besoin de longueur droite en aval.

Boucles CIC

Vanne de régulation et équilibrage automatique des boucles



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.

Lors du calcul du réseau, il faut simplement prévoir une perte de charge minimale de 20 kPa sur l'AB-QM.

Solution A :

Le thermostat d'ambiance peut piloter le circulateur et/ou éventuellement le moteur de la vanne AB-QM. Ainsi on obtient un débit variable sur le réseau principal, permettant l'usage avantageux d'un circulateur principal à variation de vitesse.

Solution B :

Cette solution évite l'installation d'un circulateur par boucle et contribue à la diminution des consommations électriques des accessoires (très intéressant avec variation de vitesse sur le circulateur principal).

Le thermostat d'ambiance pilote le moteur de la vanne AB-QM.

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 :

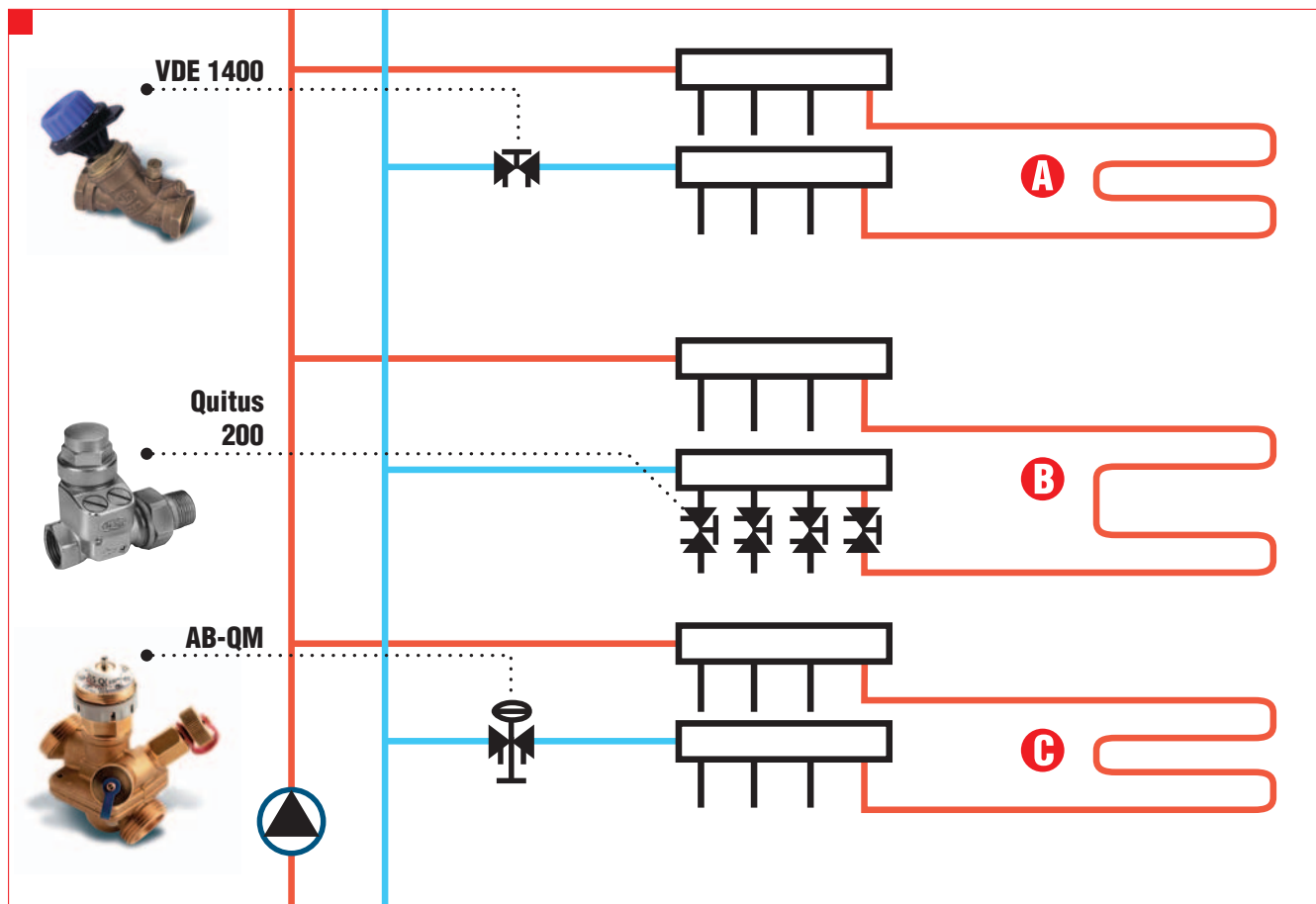
- limitation automatique du débit des boucles,
- vanne de régulation tout ou rien ou modulante.

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.

Collecteurs de plancher chauffant

Réglage individuel ou global des boucles



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 :

En cas d'absence ou d'impossibilité de vannes de réglage sur chaque boucle, il est avantageux de prévoir une vanne d'équilibrage à lecture directe type VDE 1400 en sortie du collecteur retour. Le débit se lit directement sur le mesureur électronique tout en tournant le volant de réglage.

AVANTAGES :

- gain de temps lors de la campagne de mesure,
- pas besoin de longueur droite en aval.

Solution B :

La mise en place de module Quitus 200 va permettre un réglage précis par boucle. Le débit se lit directement sur le mesureur électronique tout en tournant la vis de réglage.

AVANTAGES :

- gain de temps lors de la campagne de mesure,
- pas besoin de longueur droite en aval.

Solution C :

Le débit global des boucles est automatiquement limité par la vanne AB-QM. Il se règle directement sur la bague graduée en l/h de la vanne AB-QM.

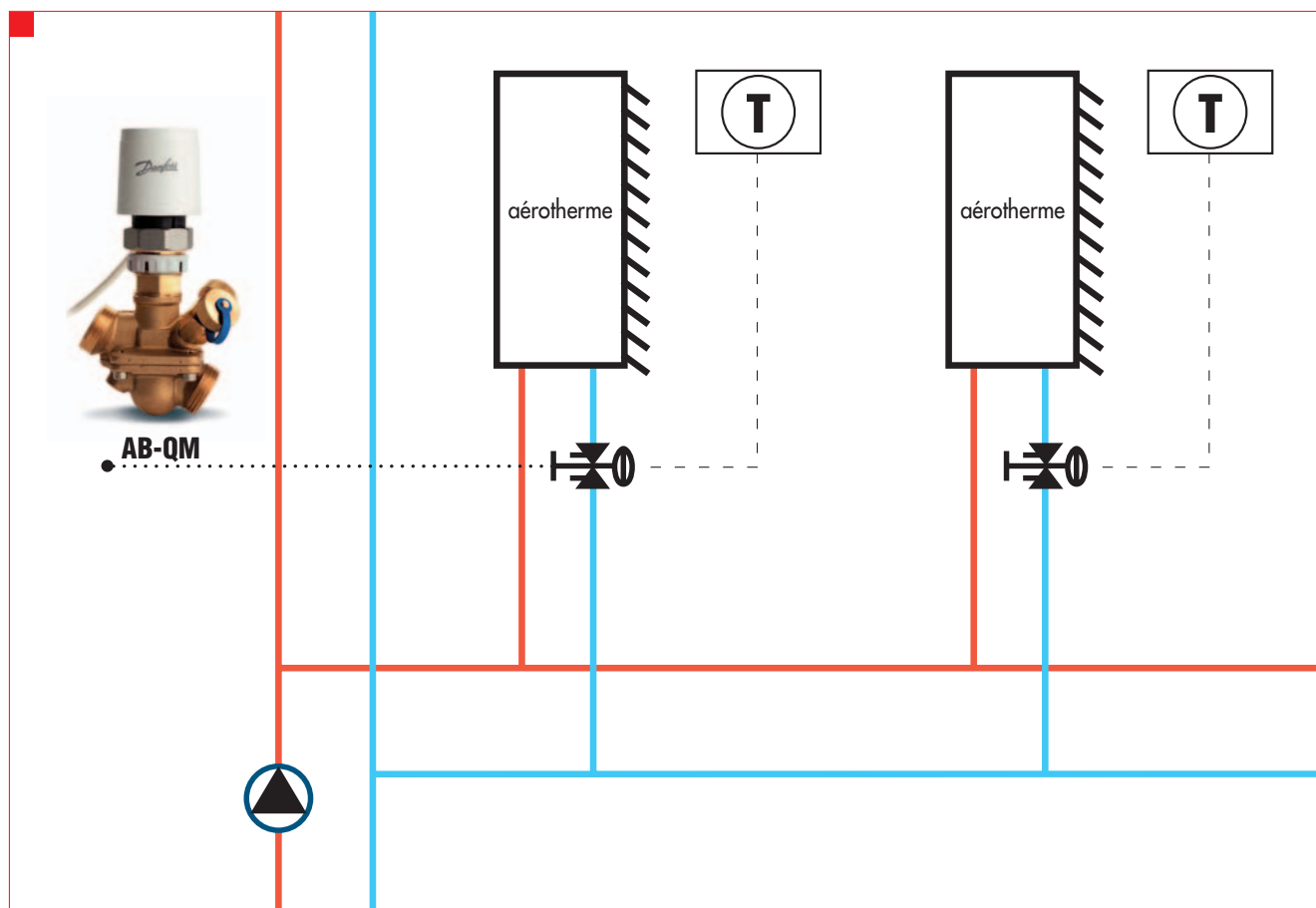
Le débit ne dépassera pas la valeur souhaitée quelles que soient les variations de pression sur le réseau. Lors du calcul du réseau, il faut simplement prévoir une perte de charge minimale de 20 kPa sur l'AB-QM.

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.

Aérothermes

Vanne de régulation et équilibrage automatique combinés



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.

Lors du calcul du réseau, il faut simplement prévoir une perte de charge minimale de 20 kPa sur l'AB-QM.

Cette solution de vannes deux voies automatiques rend très intéressant l'utilisation de circulateur à variation de débit (débit variable).

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 :

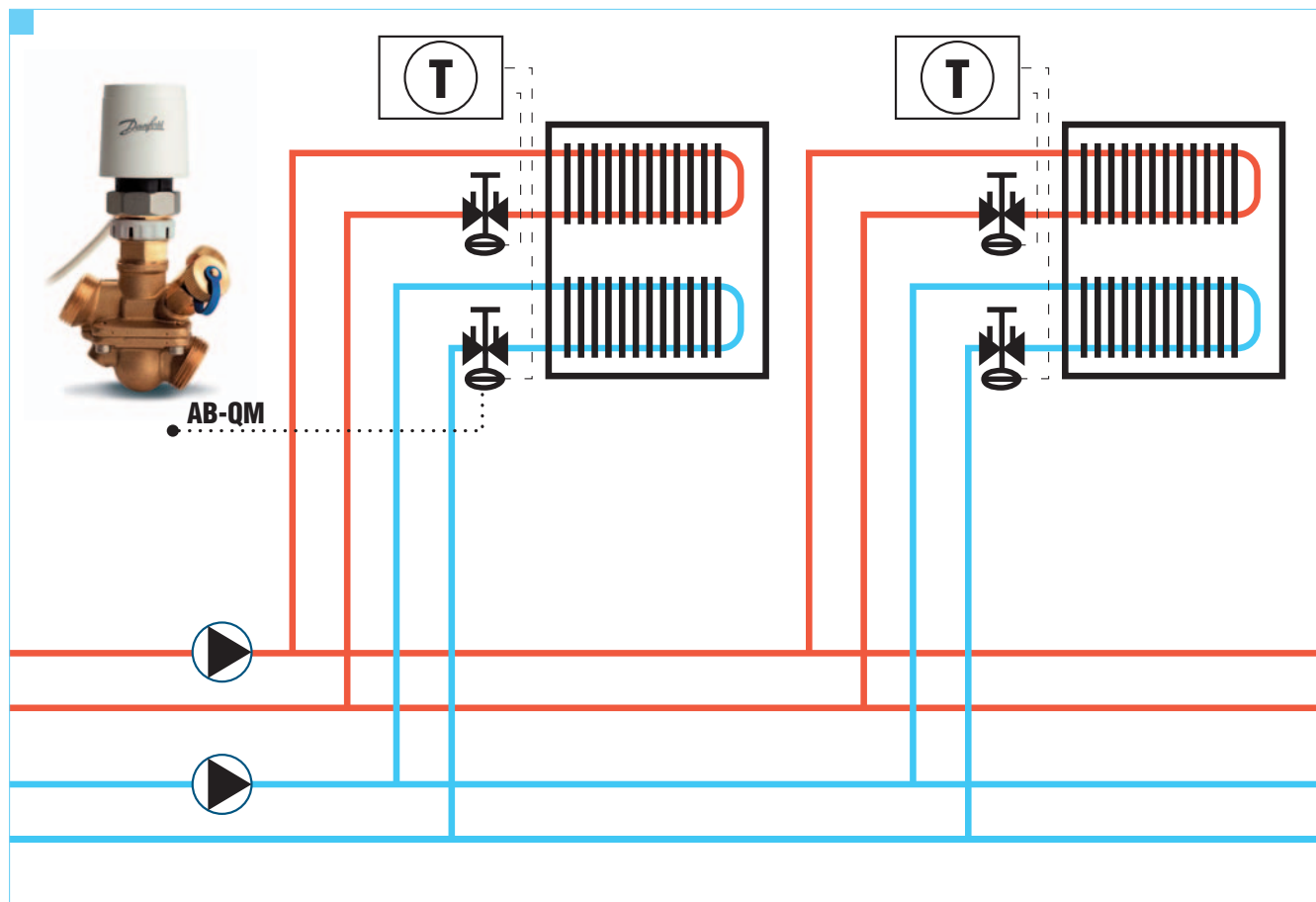
- vanne de régulation tout ou rien ou modulante,
- limitation automatique du débit.

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,
- faible encombrement.

Ventilo-convecteurs

Vanne de régulation et équilibrage automatique combinés



CLIMATISATION

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.

Lors du calcul du réseau, il faut simplement prévoir une perte de charge minimale de 20 kPa sur l'AB-QM.

Cette solution de vannes deux voies automatiques rend très intéressant l'utilisation de circulateur à variation de débit (débit variable).

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 :

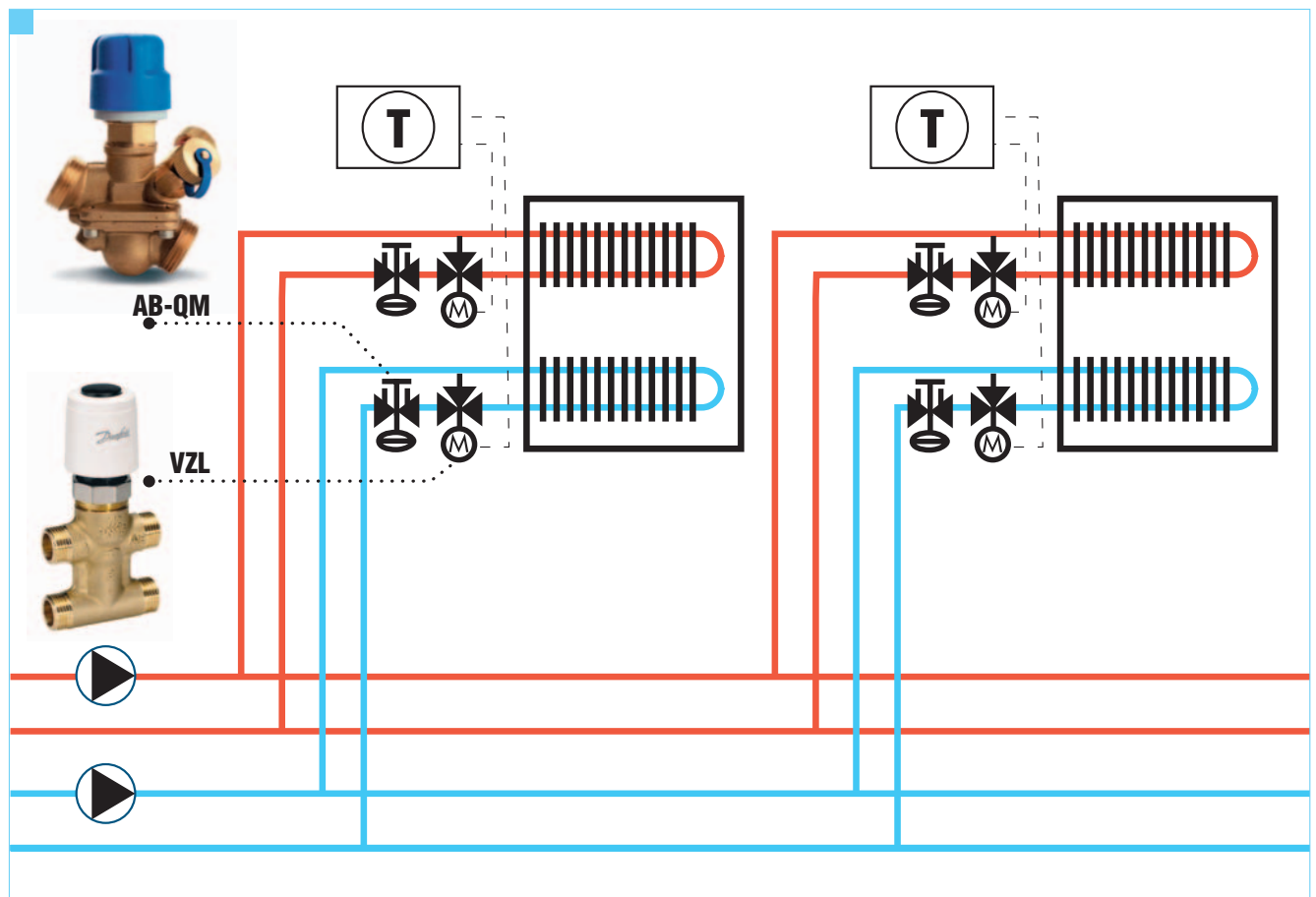
- vanne de régulation tout ou rien ou modulante,
- limitation automatique du débit.

AVANTAGES :

- pas de besoin de mesure des débits,
- le réglage peut être fait 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),
- économie d'énergie engendrée par le débit variable.

Ventilo-convecteurs

Vanne de régulation et équilibrage automatique



La vanne combinée AB-QM permet une limitation automatique du débit indépendamment des variations de pression.

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.

Lors du calcul du réseau, il faut simplement prévoir une perte de charge minimale de 20 kPa sur l'AB-QM.

Les vannes de régulation 3 voies VZL peuvent recevoir des moteurs :

- électrothermique tout ou rien,
- réversible 3 points,
- réversible pour régulation modulante 0-10 V.

FONCTIONS OBTENUES :

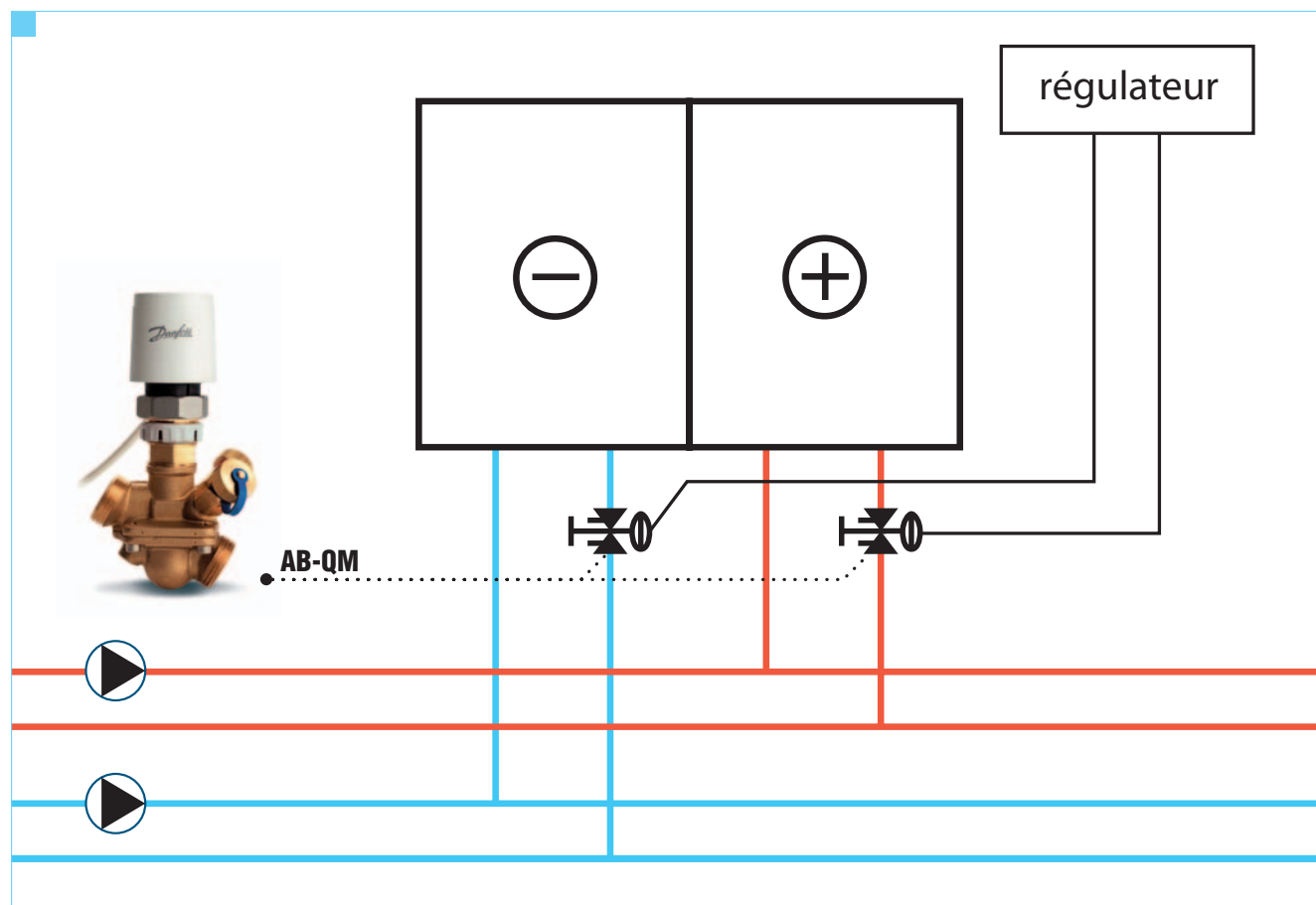
- vanne de régulation tout ou rien ou modulante,
- limitation automatique du débit.

AVANTAGES :

- pas de besoin de mesure des débits,
- le réglage peut être fait au montage (intéressant lorsque la vanne est difficilement accessible),
- suppression des interactions entre les circuits.

Centrale de traitement d'air (CTA)

Vanne de régulation et équilibrage automatique combinés



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.

Lors du calcul du réseau, il faut simplement prévoir une perte de charge minimale de 20 kPa sur l'AB-QM.

Cette solution de vannes deux voies automatiques rend très intéressante l'utilisation de circulateur à variation de débit (débit variable).

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 :

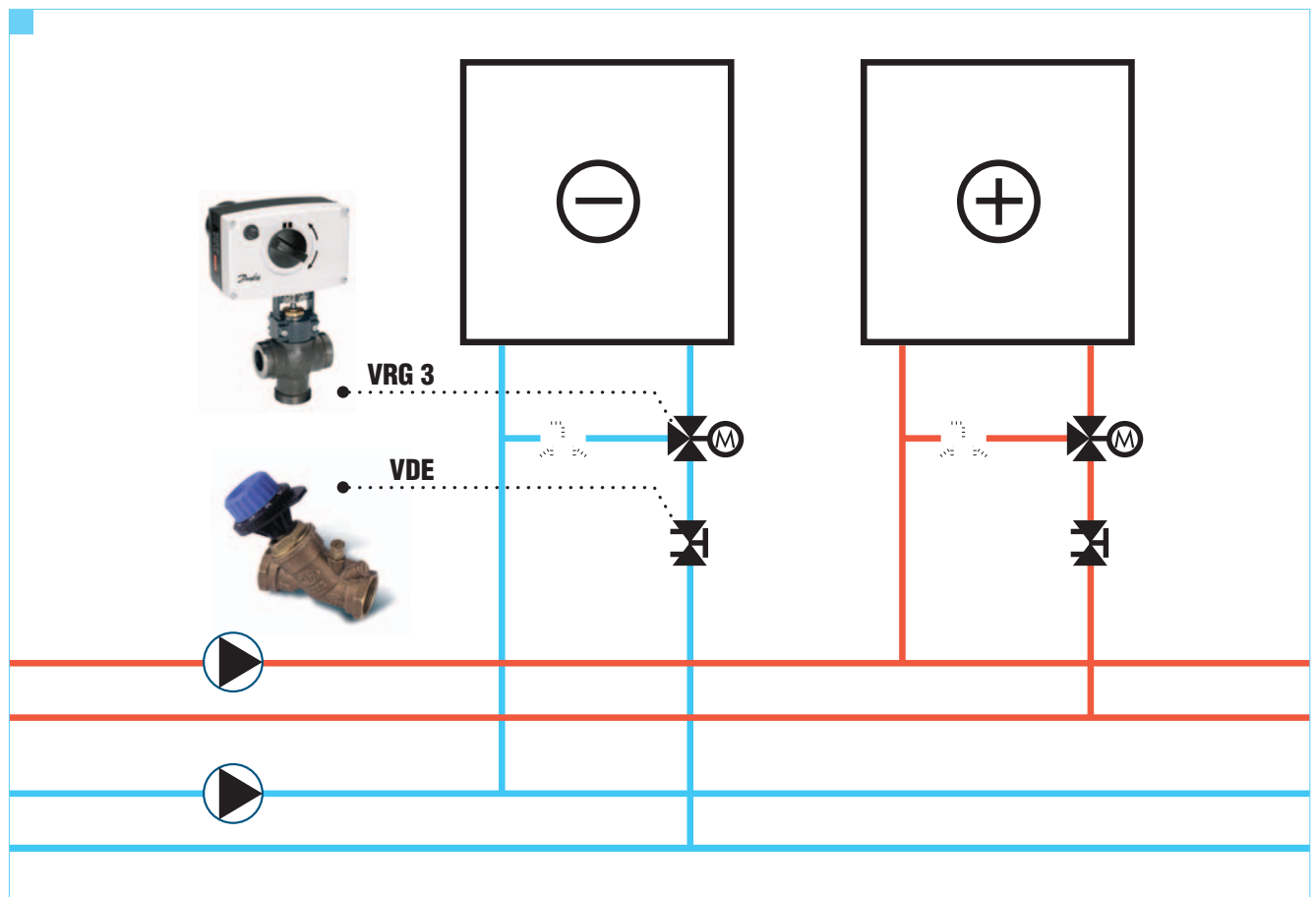
- vanne de régulation tout ou rien ou modulante,
- limitation automatique du débit.

AVANTAGES :

- pas de besoin de mesure des débits,
- le réglage peut être fait 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),
- économie d'énergie engendrée par le débit variable.

Centrale de traitement d'air (CTA)

Vanne de régulation et équilibrage manuel



Une vanne VDE 1400 permet le réglage et la lecture directe du débit global de chaque batterie. Cette vanne d'équilibrage manuelle ne nécessite pas de longueur droite en aval. Elle se différencie des vannes d'équilibrage courantes du marché, par le fait qu'elle est à lecture directe du débit : on tourne le volant de réglage et on lit simultanément le débit sur l'appareil de mesure.

Il n'est pas nécessaire d'entrer la position de la vanne en nombre de tour dans le mesureur électronique. Cette procédure permet un gain de temps appréciable lors de la campagne de mesure.

Les vannes de régulation 3 voies VRG peuvent recevoir des moteurs :

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

FONCTION OBTENUE :

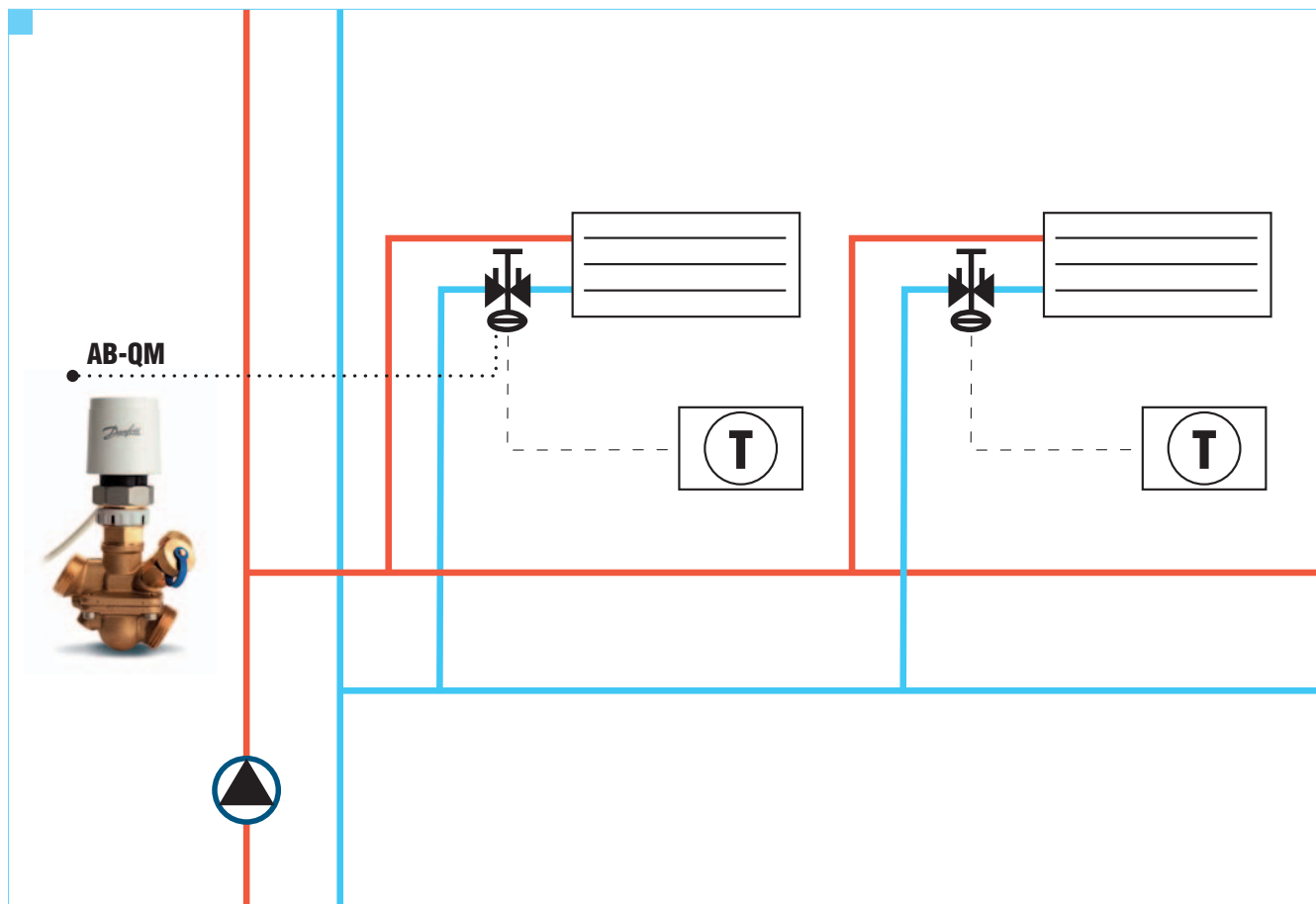
- réglage à lecture directe du débit.

AVANTAGES :

- pas besoin de longueur droite en aval,
- gain de temps lors de la campagne de mesure.

Plafond rafraîchissant

Vanne de régulation et équilibrage automatiques combinés



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.

Lors du calcul du réseau, il faut simplement prévoir une perte de charge minimale de 20 kPa sur l'AB-QM.

Cette solution de vannes deux voies automatiques rend très intéressant l'utilisation de circulateur à variation de vitesse (débit 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 :

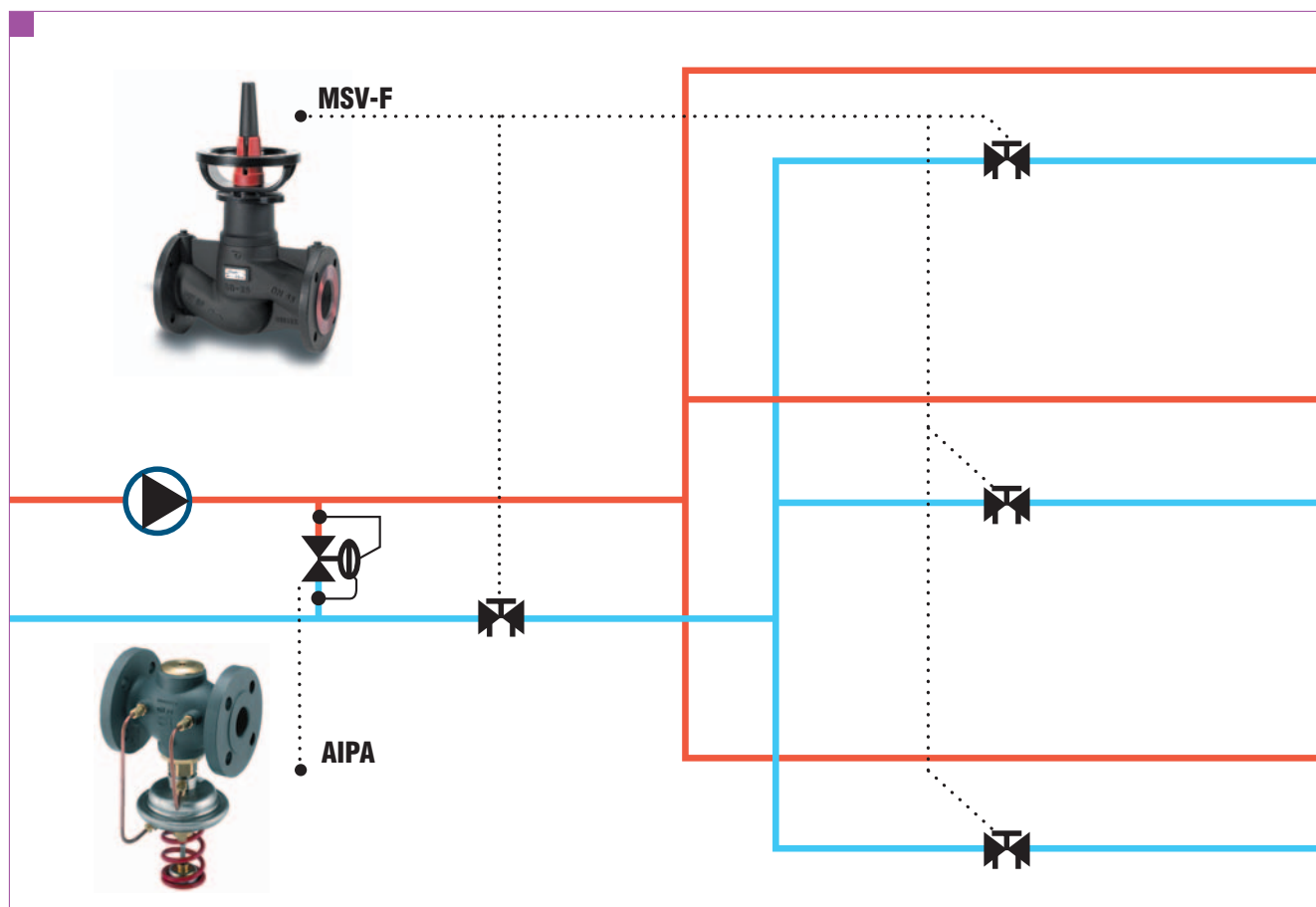
- vanne de régulation tout ou rien ou modulante,
- limitation automatique du débit.

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),
- économie d'énergie engendrée par le débit variable,
- faible encombrement.

Grosses vannes de réseaux

Vanne d'équilibrage manuel



Les vannes MSV-F permettent un ajustement et un contrôle des débits sur les grosses sections. Elles vont jusqu'au DN 400 et acceptent des températures de fluide de -10 à 110°C.

Elles viennent en complément des vannes d'équilibrage manuel sur les colonnes car elles permettent un découpage des réseaux nécessaires lors des campagnes d'équilibrage.

En cas de débit variable, une vanne de décharge AIPA montée en bypass permet d'assurer une limitation de la pression différentielle et un débit minimum sur la pompe, la chaudière ou le groupe d'eau glacée.

Nos vannes de pression différentielle montées en décharge existent jusqu'au DN 250 et jusqu'à une Δp réglable de 5 bar.

FONCTIONS OBTENUES :

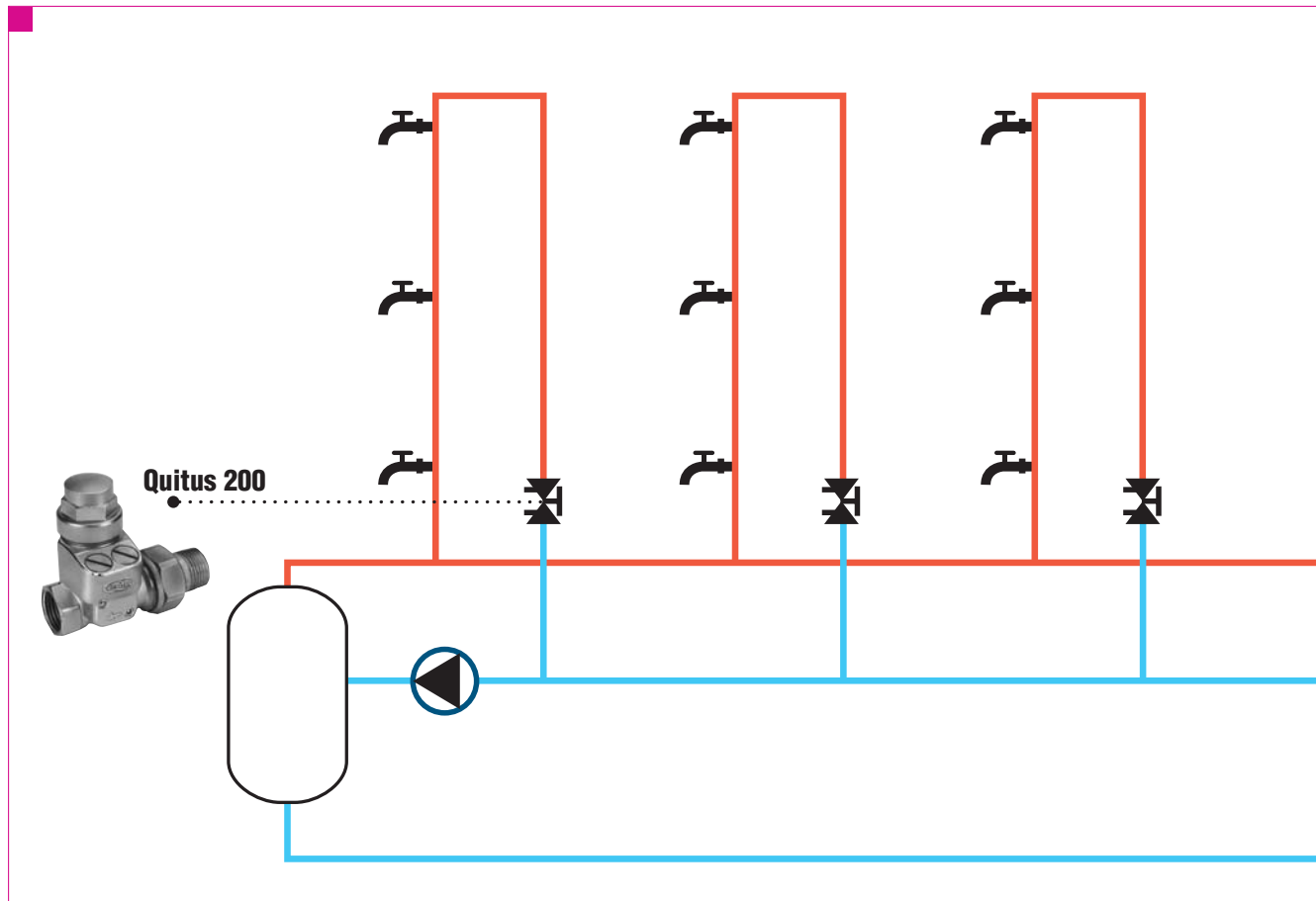
- réglage et contrôle des débits,
- débit minimum sur la production.

AVANTAGE :

- vanne de décharge adaptée aux pompes à vitesse fixe.

Bouclage ECS - Lutte contre la légionellose

Équilibrage basé sur le débit par vannes à lecture directe



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.

Les vannes d'équilibrage Quitus sont des vannes à lecture directe du débit (à l'aide du mesureur PFM 3000).

Leur kv réduit permet de régler de très faibles débits.

Nous tenons à votre disposition un programme de calcul et de dimensionnement des boucles retour et la sélection des organes de réglage Quitus ainsi que leur pré-réglage.

Dans ce programme, la chute de température est fixée à 5K mais peut être modifiée, la vitesse minimale est fixée à 0,2 m/s mais peut être modifiée.

FONCTIONS OBTENUES :

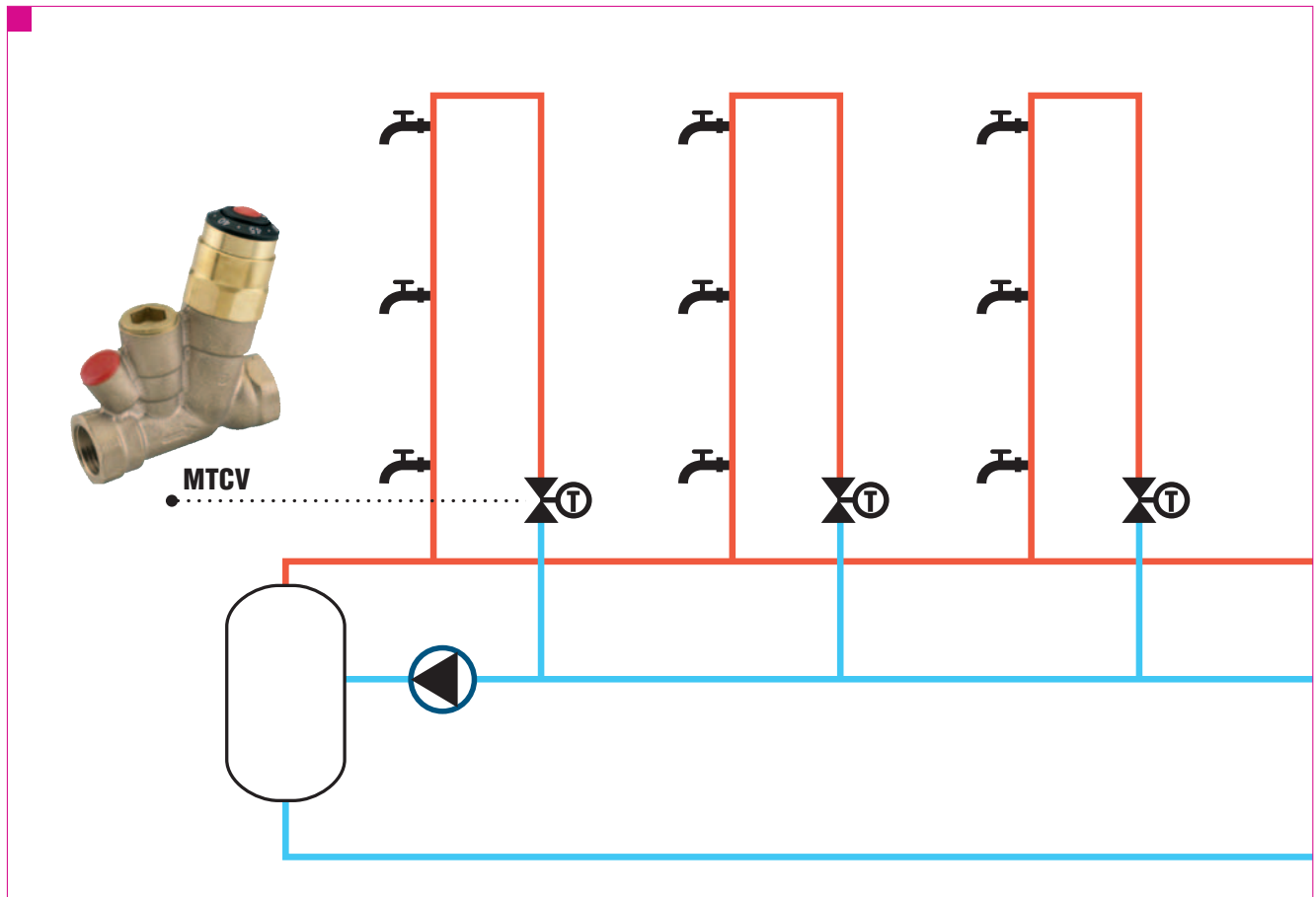
- lutte contre la légionellose,
- réglage précis et contrôle des débits,
- respect de vitesse minimale dans les tronçons.

AVANTAGES :

- lecture directe du débit,
- mesure de très faibles débits.

Bouclage ECS - Lutte contre la légionellose

Équilibrage 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 règlera 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 :

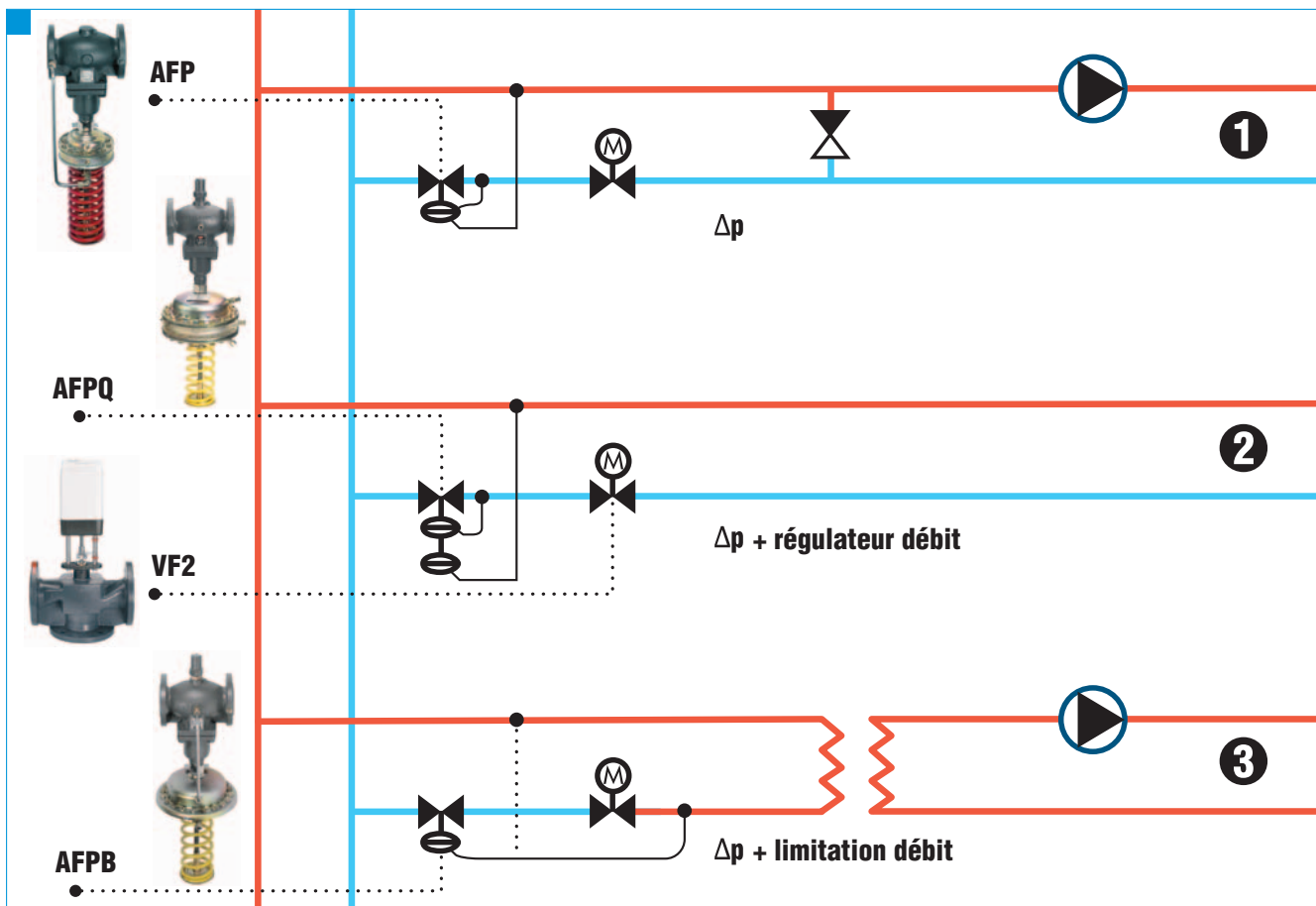
- lutte contre la légionellose,
- réglage précis de la température.

AVANTAGES :

- équilibrage instantané et automatique,
- économie d'énergie : déperditions et électricité (retour sur investissement très rapide).

Réseaux de chauffage urbain ou d'eau glacée

Équilibrage 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 (Δp) 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 dûes au débit variable.

Cela impose toutefois de maîtriser les variations de Δp induites par ces variations de débit.

Exemple 1 :

En raccordement direct, on souhaite limiter la Δp sur le circuit aval et assurer un fonctionnement optimal de la vanne de régulation motorisée. La vanne automatique AFP va maintenir la Δp 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 Δp sur le circuit aval et assurer une limitation du débit sur cette branche. La vanne automatique AFPQ remplit deux fonctions :

- maintient de la Δp aval en se fermant plus ou moins en fonction des variations de pression sur le circuit amont,
- limitation automatique du débit sur cette branche.

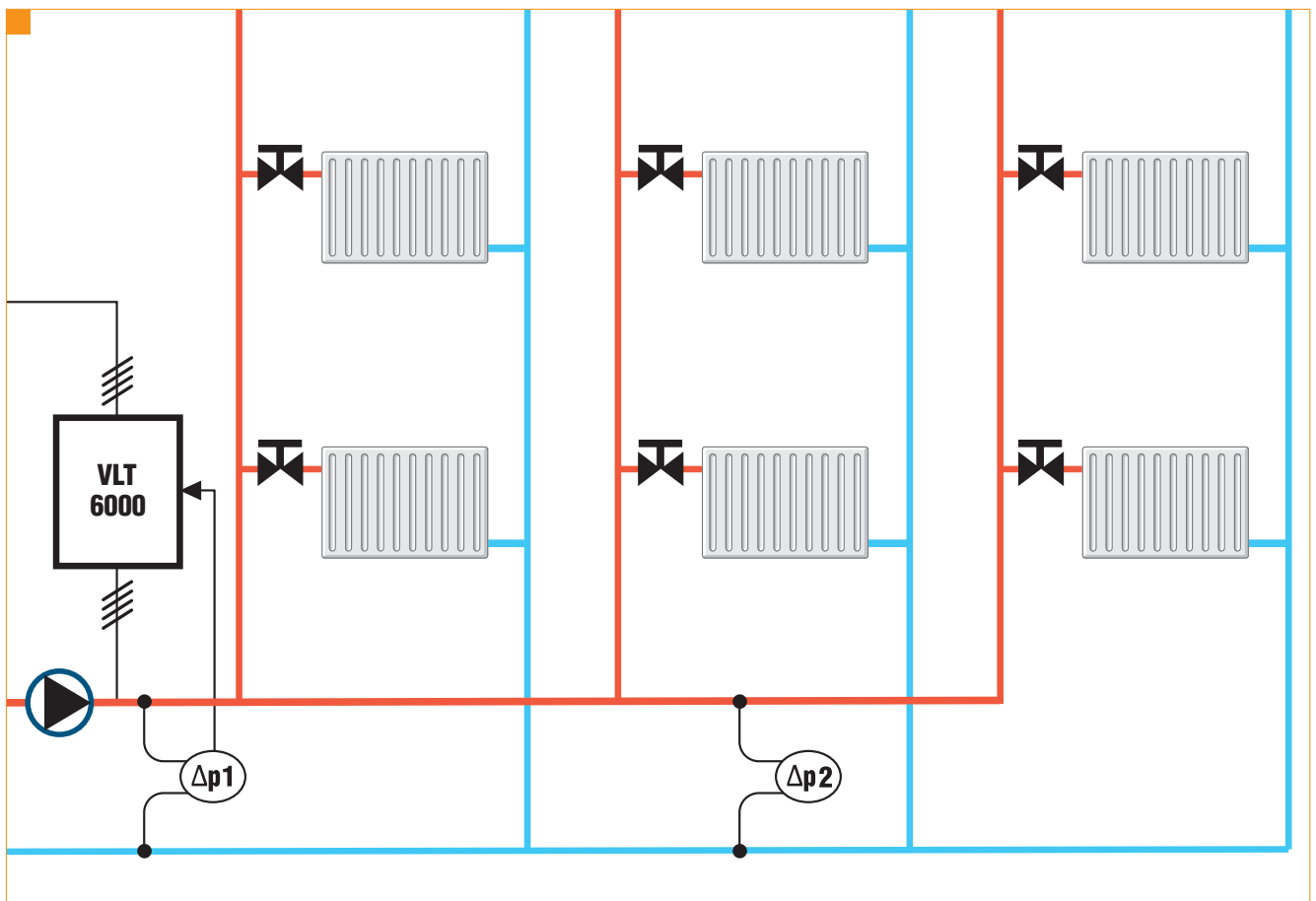
Exemple 3 :

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

- maintient de la Δp 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.

VLT 6000



Avec les vannes d'équilibrage automatiques, une installation à débit variable n'est plus le casse-tête d'autrefois.

Le réglage peut se faire instantanément lors du montage, sans attendre la fin du chantier.

On peut enfin concevoir des réseaux à débits variables, source d'économies d'énergie en termes de déperdition thermique dans les tuyauteries. Mais on peut encore gagner plus en adaptant la vitesse de la pompe en fonction de la demande.

En effet la consommation électrique des pompes n'est pas négligeable tout au long de l'année.

Dans la plupart des cas, le coût d'installation d'un variateur de fréquence VLT 6000 sur une pompe existante est amortie en moins d'un an.

Ceci est d'autant plus vrai que la puissance électrique de la pompe est importante.

Notre département Variation de Vitesse tient à votre disposition un logiciel de calcul permettant d'estimer les économies engendrées et le temps de retour escompté.

La plupart du temps, le variateur de fréquence est asservi à un capteur de pression différentielle (0-10 V) détectant les variations induites par le débit variable.

Idéalement, la pression différentielle devrait être mesurée environ au 2/3 de l'installation en s'éloignant de la pompe. À cet endroit les variations de pression différentielle engendrées par le débit variable sont amplifiées. En pratique, on constate qu'il est plus simple d'installer ce capteur près de la pompe et du variateur de fréquence. Le résultat est toutefois très satisfaisant grâce à l'utilisation de capteurs très sensibles.

FUNCTION OBTENUE :

- modulation de la vitesse de pompe selon la charge.

AVANTAGES :

- économie d'énergie,
- complément idéal aux vannes d'équilibrage automatiques,
- retour sur investissement très court.

Mesureur électronique PFM 3000

Vanne d'équilibrage manuel



Le mesureur électronique **PFM 3000**

permet le contrôle et le diagnostic des installations de chauffage et de rafraîchissement.

Il est compatible avec la plupart des vannes d'équilibrage du marché :

- la valise de mesure contient différents types de connecteurs suivant la marque de la vanne,
- les caractéristiques hydrauliques de la plupart des vannes sont contenues dans une base de données mémorisée dans le PFM 3000.

Il permet plusieurs types de mesure :

- débit instantané,
- pression différentielle instantanée,
- pression statique,
- température instantanée (sonde fournie),
- enregistrement des débits et température sur une période choisie.

Le PFM 3000 est le compagnon idéal du metteur au point de par sa polyvalence.

Equilibrage des colonnes, réseaux de distribution et des boucles de sol

Chaque colonne ou réseau sera équipé d'une vanne débitmétrique d'équilibrage VDE-QUITUS permettant :

- la mesure et le réglage du débit en simultané,
- l'isolement de la colonne ou du réseau,
- la mémorisation du réglage, et sa protection,
- le raccordement direct en aval d'un coude ou d'un piquage sans longueur droite.

Diamètres disponibles :

DN : 15-20-25-32-40-50 sous la référence 1400,

DN : 65-80-100-125-150-200 sous la référence 2400 Ter.

Chaque boucle de sol sera équipée d'une vanne débitmétrique d'équilibrage VDE-QUITUS permettant :

- la mesure et le réglage du débit en simultané,
- l'isolement de la boucle de sol,
- la mémorisation du réglage, et sa protection,
- le raccordement direct en aval d'un coude ou d'un piquage sans longueur droite.

Diamètres disponibles : DN 15-20-25-32-40-50 sous la référence 1400.

le chauffage et la climatisation.

Equilibrage des émetteurs terminaux

Chaque radiateur sera équipé sur le retour d'un module débitmétrique d'équilibrage QUITUS permettant :

- la mesure et le réglage électronique du débit en simultané,
- l'isolement du radiateur,
- la mémorisation du réglage, et sa protection,
- le raccordement direct d'un coude ou d'un piquage sans longueur droite.

Diamètres disponibles : DN 10-15-20 équerre et droit sous la référence 200 E ou D et 200X3 E ou D.

Domaines d'applications :

- le chauffage (radiateur, boucle de sol, aérotherme, batterie chaude...),
- la climatisation (batterie chaude et froide, ventilo-convecteur...),
- l'eau chaude sanitaire (l'équilibrage des pieds de colonnes ECS).

Chaque radiateur sera équipé de l'ensemble d'équilibrage comprenant un robinet thermostatique DANFOSS type RA-N sur l'aller et un raccord de mesure de débit incorporé de type MESSQUITUS sur le retour permettant :

SUR L'ALLER :

- le réglage du débit sur la bague graduée du robinet,
- l'inviolabilité du réglage (tout en restant accessible aux professionnels),
- la régulation thermostatique individuelle du corps de chauffe.

Diamètres disponibles : DN 10-15-20 équerre ou droit sous la référence RA-N 10, RA-N15, RA-N 20.

SUR LE RETOUR :

- la mesure électronique du débit pour le réglage du robinet,
- l'isolement du radiateur,
- la vidange.

Diamètres disponibles : DN 12-15 équerre ou droit sous la référence 1200 E ou D.

Équilibrage automatique

Équilibrage automatique des colonnes (régulation de Δp pour réseau à débit variable) :

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

La vanne montée sur le retour se ferme progressivement à augmentation de pression différentielle. Le réglage du point de consigne peut être réalisé et modifié en charge et ne nécessite pas d'outil spécial. La prise de pression amont s'effectue sur une vanne ASV-I montée sur l'aller (une vanne ASV-M peut être utilisée si les émetteurs possèdent une limitation de débit intégrée). Les fonctions arrêt et vidange sont accessibles sans outil spécial ni démontage.

Équilibrage automatique des colonnes (régulation de débit pour réseau à débit constant) :

Chaque colonne sera équipée d'une vanne d'équilibrage automatique Danfoss AB-QM assurant la limitation de débit.

La vanne montée sur le retour limite automatiquement le débit à une valeur maximale réglée sur une échelle graduée en % de débit. Le réglage du point de consigne peut être réalisé et modifié en charge et ne nécessite pas d'outil spécial.

Une fonction arrêt est disponible sans modification du préréglage.

Une perte de charge nominale de 20 kPa sera prévue dans la vanne pour le dimensionnement de la pompe de circulation.

Équilibrage automatique et régulation des unités terminales :

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 limite automatiquement le débit à une valeur maximale réglée sur une échelle graduée en % de débit. Le réglage du point de consigne peut être réalisé et modifié en charge et ne nécessite pas d'outil spécial.

Une perte de charge nominale de 20 kPa sera prévue dans la vanne pour le dimensionnement de la pompe de circulation.

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.

La perte de charge sur la vanne de régulation sera maintenue constante de manière interne afin de lui garantir une autorité maximale.

Équilibrage des boucles ECS

Équilibrage des boucles ECS par module débitmétrique à lecture directe :

Chaque boucle sera équipée sur le retour d'un module d'équilibrage de type Quitus 200 permettant :

- simultanément le réglage et la lecture directe du débit à l'aide du mesureur PFM 3000,
- l'isolement de la colonne,
- la mémorisation du réglage et sa protection,
- le raccordement direct d'un coude ou d'un piquage sans longueur droite.

Par construction, la plage de mesure devra s'étendre de 30 à 250 l/h.

Ce module devra bénéficier de l'attestation ACS (Attestation de Conformité Sanitaire).

Équilibrage des boucles ECS par vanne thermostatique :

Chaque boucle sera équipée sur le retour d'une vanne thermostatique MTCV assurant l'équilibrage automatique des débits en fonction de la température.

La vanne sera en bronze en DN 15 ou 20 et aura une plage de réglage de 35 à 60°C.

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

Un thermomètre, fourni en accessoire, pourra être prévu et monté sur la vanne afin de permettre une vérification instantanée de la température réelle de chaque boucle.

En cas de traitement thermique à 70°C, une cartouche secondaire sera prévue et montée sur la vanne MTCV.

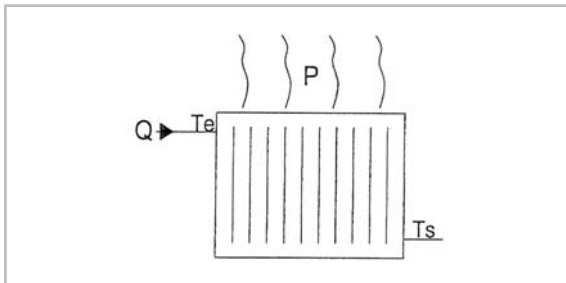
CALCUL DE DÉBIT DANS UN RADIATEUR

Formule simplifiée pour un radiateur alimenté en eau

$$Q(l/h) = \frac{P(kcal/h)}{T_e - T_s}$$

ou

$$Q(l/h) = \frac{P(W) \times 0,86}{T_e - T_s}$$



- **Q** : débit en l/h
- **P** : puissance thermique
- **Te - Ts** : chute de température dans le radiateur (T entrée - T sortie)

Exemple :

Un radiateur de **1500 W** avec un régime d'eau de **80/60° C** (soit **Te - Ts = 20**) doit recevoir un débit de :

$$\frac{(1500 (W) \times 0,86)}{20} = 64,5 \text{ l/h}$$

PERTE DE CHARGE

C'est la chute de pression statique engendrée par le frottement de l'eau dans l'organe de réglage, la conduite, le radiateur, etc...

Elle se note généralement ΔP et s'exprime en bar, mbar, mCE ou mmCE.

DÉFINITION DU kv

Tout organe de réglage hydraulique est caractérisé par son orifice de passage qui autorise un certain débit pour une perte de charge donnée.

$$kv = \frac{Q(m^3/h)}{\sqrt{\Delta (bar)}}$$

On peut aussi dire que le kv est le débit d'eau $Q(m^3/h)$ qui traverse la vanne sous une perte de charge (ΔP) de 1 bar.

Une vanne de réglage a un kv variable en fonction de l'ouverture de celle-ci.

En ouverture totale, la valeur est notée kvs.

Exemple :

trouver le débit passant dans un robinet thermostatique RA-FN 15

Soit **0,1 bar (1mCE)** la perte de charge nominale absorbée par le robinet :

Soit **0,73** le kv nominal (noté kv à $Xp = 2K$) d'un RA-FN 15

c'est la valeur kv lorsque la vanne thermostatique s'est ouverte de **2K** (ou **2° C**).

$$Q(m^3/h) = kv \times \sqrt{\Delta P(bar)}$$

$$Q(m^3/h) = 0,73 \times \sqrt{0,1(bar)}$$

$$= 0,230 \text{ m}^3/h$$

$$= 230 \text{ l/h}$$

Exemple :

trouver la perte de charge d'un combiné thermostatique monotube RA-KE

Soit **300 l/h (0,3 m³/h)** le débit de la boucle monotube :

Soit **2,5** le kv nominal (noté kv à $Xp = 2K$) d'un RA-KE

c'est la valeur kv lorsque la vanne thermostatique s'est ouverte de **2K** (ou **2° C**).

$$\Delta P(bar) = \left(\frac{Q(m^3/h)}{kv} \right)^2$$

$$\Delta P(bar) = \left(\frac{0,3(m^3/h)}{2,5} \right)^2$$

$$= 0,014 \text{ bar}$$

$$= 140 \text{ mmCE}$$



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

www.chauffage.danfoss.fr



Danfoss

Siège Social : 7, av. Roger Hennequin - 78190 TRAPPES - 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.