



SYSTÈMES DE VENTILATION À DÉBIT D'AIR VARIABLE (VAV)

Principes d'installation et de fonctionnement

Sommaire

Principes de fonctionnement	04
Typologies des systèmes VAV	06
Commande du ventilateur dans les Installations avec contrôleurs de type VAV	10
Acoustique des systèmes VAV	12
Diffusion d'air des systèmes VAV	14
Gamme de produits VAV	15
Intégration des systèmes VAV dans le BMS /GTB	15

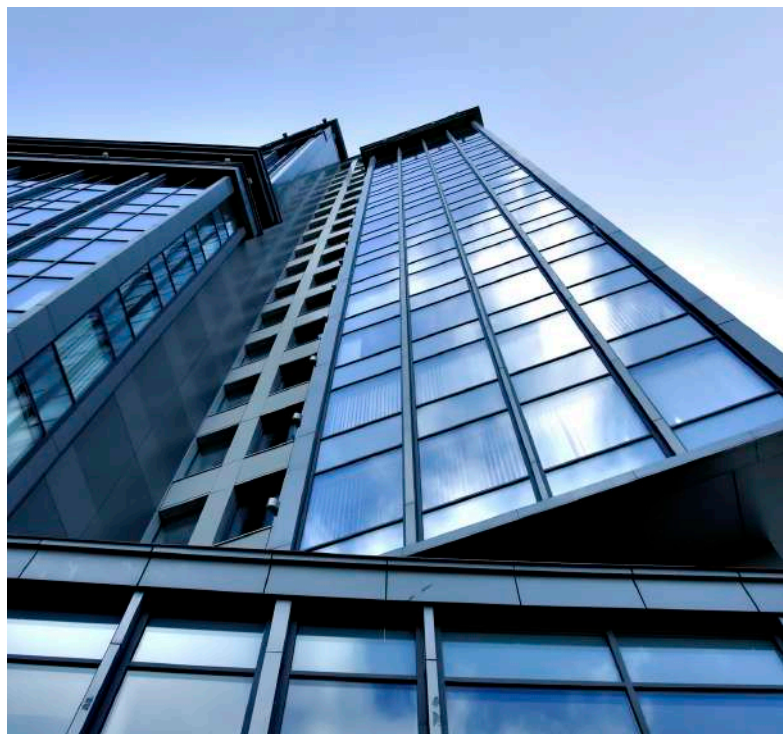
PRINCIPES DE FONCTIONNEMENT

Un régulateur à débit / volume d'air variable (VAV) est un composant essentiel dans les installations CVC. Sa fonction principale est de réguler le débit d'air fourni pour une zone spécifique, en s'ajustant aux besoins en température et ventilation de cette zone.

Ces régulateurs permettent un contrôle climatique très efficace car ils peuvent augmenter ou diminuer le débit d'air selon des facteurs tels que l'occupation, la température désirée et la qualité de l'air (CO2).

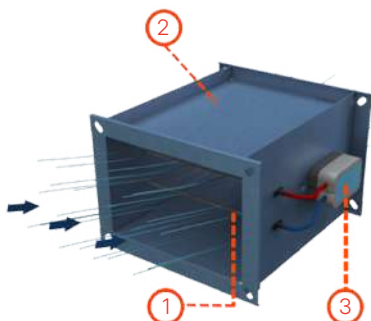
Un régulateur VAV intègre une prise de mesure de débit, un registre étanche de régulation et un actionneur proportionnel en un seul dispositif, permettant un contrôle précis du débit d'air passant à travers le régulateur.

Pour assurer un approvisionnement énergétique précis à chaque zone, les régulateurs VAV utilisent une régulation en double boucle entre la variable contrôlée (T°C, CO2, etc.) et le débit mesuré afin de satisfaire les conditions demandées, fournissant ainsi le débit nécessaire.



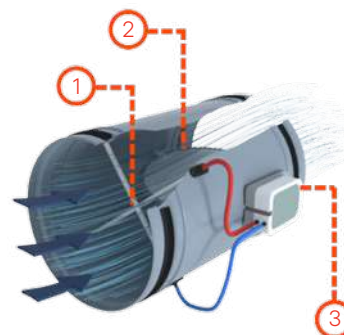
SVA-R

Registre de régulation VAV pour conduit rectangulaire.



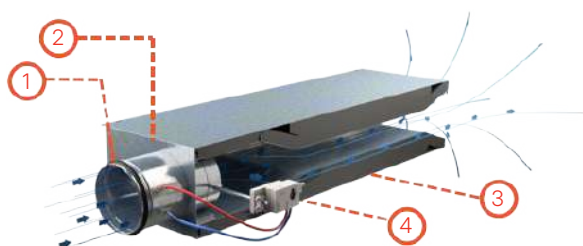
SVA-C

Registre de régulation VAV pour conduit circulaire.

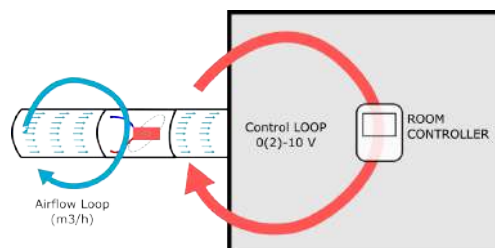


SHH

Unités terminales VAV pour systèmes à exigences acoustiques élevées.



1. Capteur de mesure de débit
2. Registre étanche de régulation
3. Actionneur-contrôleur compact
4. Caisson silencieux d'expansion



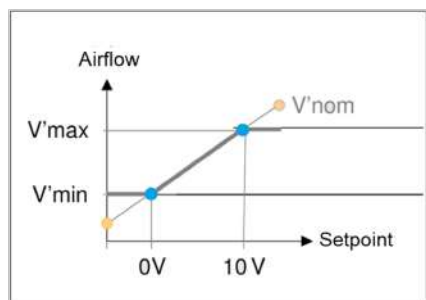
Les contrôleurs VAV fonctionnent **indépendamment de la pression en amont**.

La position du régulateur dépend non seulement du signal de la sonde / du contrôleur T°C/CO2 mais aussi de la pression d'entrée disponible. Même si le signal de la sonde / du contrôleur de la pièce ne change pas, la position du registre peut varier si d'autres régulateurs VAV d'autres zones s'ouvrent ou se ferment, ou si la variateur de fréquence (VFD) du ventilateur agit.

DÉBITS MINIMUM / MAXIMUM / NOMINAL

(Vmin – V max – Vnom)

Les régulateurs VAV régulent le débit d'air pour maintenir la température de consigne et/ou assurer une bonne qualité d'air intérieur.



Vnom utilisé pour mesurer le débit d'air à travers le régulateur via le signal de retour (U).

Vmin

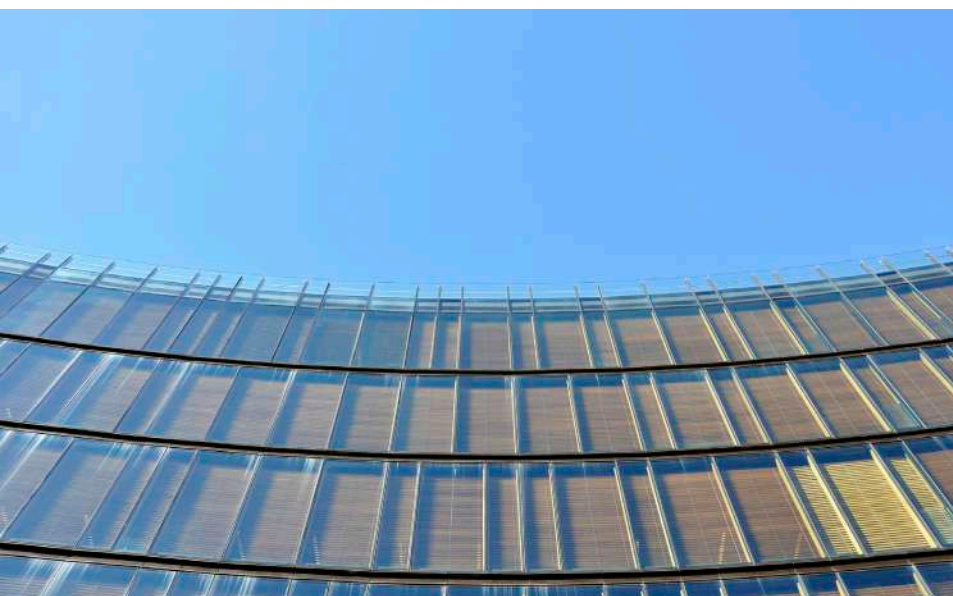
Généralement déterminé par la qualité de l'air requise dans la zone contrôlée. Correspond à un signal de commande 0 V.

Vmax

Défini typiquement par la charge thermique maximale, généralement pour le refroidissement. Correspond à un signal de commande 10 V.

Vnom

La capacité maximale de débit du régulateur, définie par le fabricant et non modifiable sur site.



RÉGLAGES DU DÉBIT ET RACCORDEMENT STANDARD

Les régulateurs peuvent être livrés avec des valeurs Vmin et Vmax pré-réglées en usine selon les spécifications du client. Ces valeurs peuvent être également ajustées après installation à l'aide d'un outil de réglage.

Il est essentiel que les débits de conception requis soient respectés dans les systèmes VAV. Si le débit minimum n'est pas assuré, le régulateur reste totalement ouvert et ne régulera jamais.

CONTACTS IMPÉRATIFS OU OVERRIDE

Les actionneurs des régulateurs de type VAV intègrent des contacts impératifs pour fermeture totale, ouverture totale, ou positionnement à Vmin/max (selon câblage), indépendamment du signal de la sonde de consigne 0-10 V.

Parmi les applications typiques de ces contacts figurent la fermeture totale de la vanne en l'absence d'occupation, l'ouverture totale pour atteindre plus rapidement le point de consigne, ou le déclenchement d'une ventilation maximale.



TYPES D'INSTALLATIONS VAV

Les régulateurs VAV sont utilisés dans deux types d'installations de base:

RÉGULATION DU DÉBIT

- Contrôle du soufflage et de la reprise en parallèle
- Contrôle du soufflage et de la reprise en mode Maître-Esclave
- Contrôle uniquement du soufflage
- Contrôle en débit constant

RÉGULATION DE LA PRESSION

- Contrôle de la pression dans les conduits
- Contrôle de la pression dans une salle

Il existe des types d'installations combinées de contrôle de la pression et du débit pour optimiser le nombre de dispositifs VAV dans des applications complexes.

CONTRÔLE COMBINÉ DÉBIT ET PRESSION

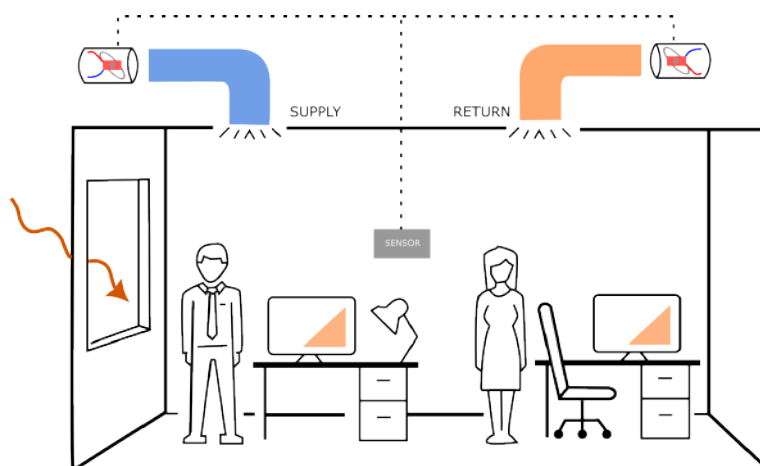
- Contrôle de pression dans le conduit de soufflage et contrôle du débit dans le conduit de reprise.

INSTALLATIONS VAV SOUFFLAGE-REPRISE EN PARALLÈLE

En contrôle parallèle, les deux régulateurs : soufflage et reprise reçoivent directement le signal de commande / consigne (0-10 V) du régulateur. Des réglages de débits indépendants pour le soufflage et la reprise sont possibles.

Utilisé dans:

- Installations avec tailles ou débits différents entre régulateurs de soufflage et reprise.
- Plusieurs unités de soufflage et de reprise.
- Préféré pour un dimensionnement et mise en service simplifiés.



INSTALLATIONS VAV SOUFFLAGE-REPRISE MAÎTRE-ESCLAVE

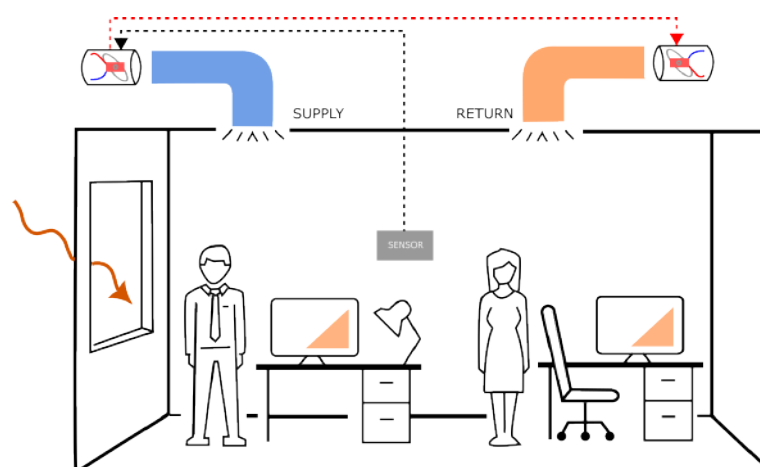
Dans cette configuration, la sonde ambiante envoie un signal de consigne (0-10 V) au régulateur de soufflage qui le transmet au régulateur de reprise agissant en esclave.

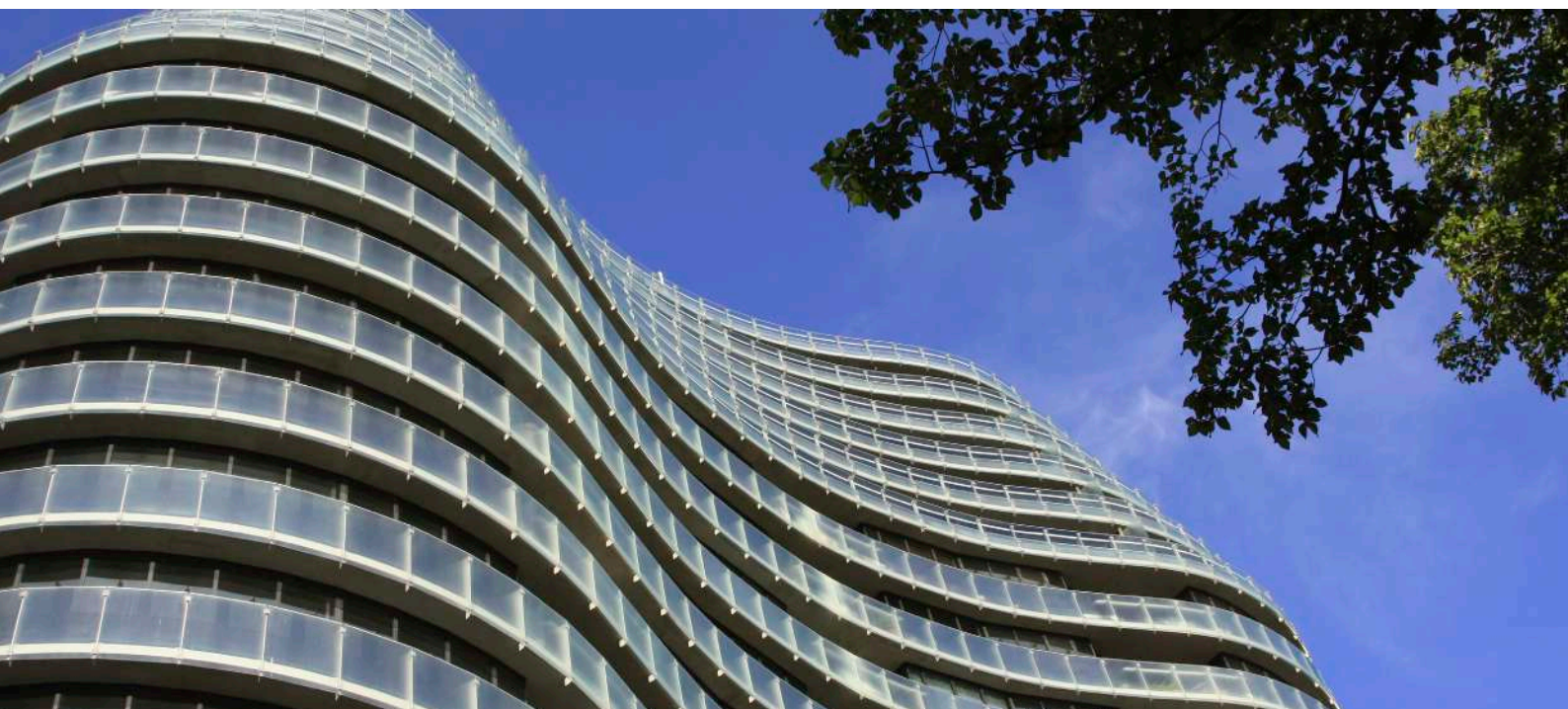
Utilisé dans:

- Installations avec reprise séquentielle par rapport au soufflage.
- Zones avec régulateurs de soufflage et reprise de tailles similaires.

Inconvénients

- Nécessite une identification correcte lors du dimensionnement, commande, installation et mise en service.



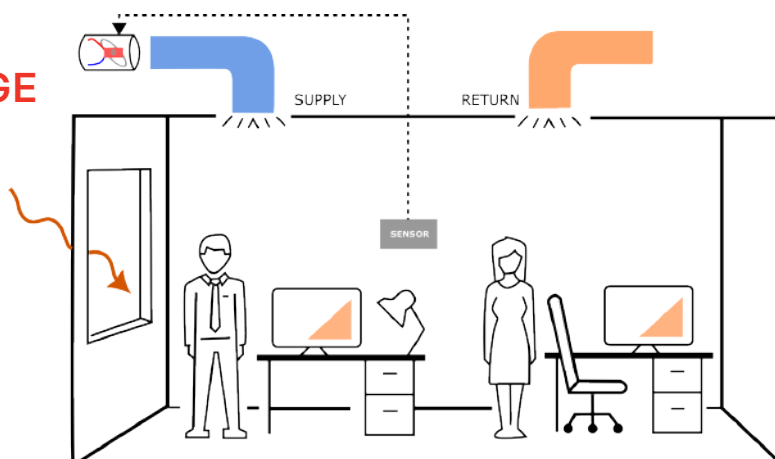


INSTALLATIONS CONTRÔLE UNIQUEMENT DU SOUFFLAGE

Seul le régulateur de soufflage reçoit un signal de consigne. Les reprises ne sont pas contrôlées.

Utilisé dans:

- Configurations économiques sans régulateurs de reprise.
- Peut causer surpression ou dépression en zone faute de contrôle du débit de reprise.

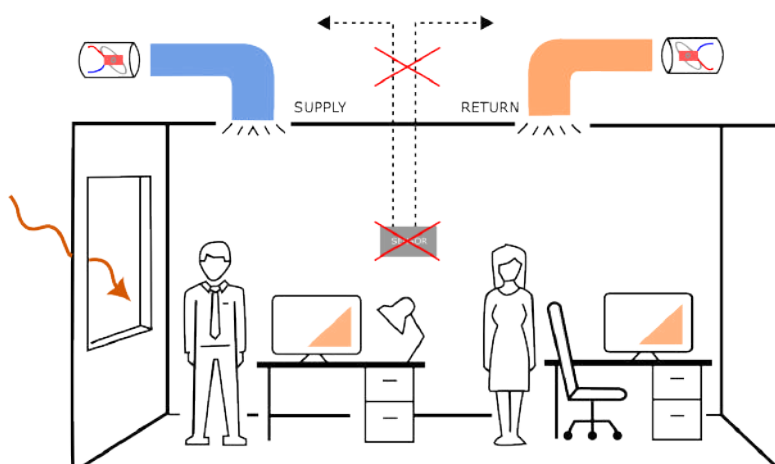


INSTALLATIONS À DÉBIT CONSTANT

Les régulateurs de soufflage et/ou reprise sont configurés pour un débit constant. Aucun signal de modulation 0-10 V n'est utilisé.

Utilisé dans:

- Espaces communs pour assurer le débit requis.
- Respect des normes de ventilation.

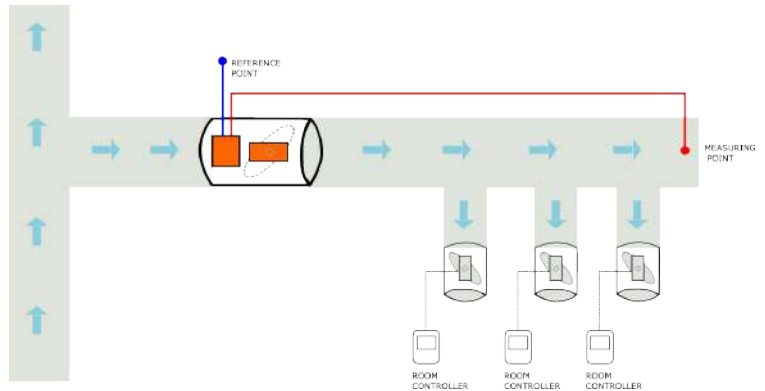


RÉGULATION DE LA PRESSION DANS LES CONDUITS

Le contrôleur VRU avec actionneur LM gère la pression dans les conduits pour équilibrer les branches de soufflage (ou de reprise).

Utilisé dans:

- Réduction de la pression dans la branche principale pour éviter un excès au niveau des VAV terminales, empêchant bruits et courants d'air.



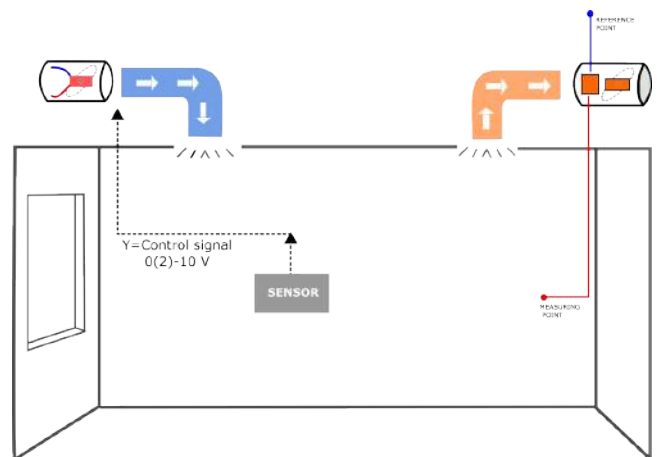
Controller:
Belimo VRU-D3-BAC or VRU-M1-BAC
Actuator:
Belimo LM(Q)24A-VST or NM(Q)24A-VST

RÉGULATION DE LA PRESSION DANS UNE SALLE

Le contrôleur VRU avec actionneur LM gère la pression en salle. Une sonde de pression différentielle mesure la surpression ou dépression et ajuste le registre en conséquence.

Utilisé dans:

- Salles propres, blocs opératoires, laboratoires.
- Contrôle simple de la pression en pièce indépendamment du débit.
- Peut inverser facilement la pressurisation d'une pièce.



Controller:
Belimo VRU-M1R-BAC
Actuator:
Belimo LM(Q)24A-VST
Belimo NM(Q)24A-VST

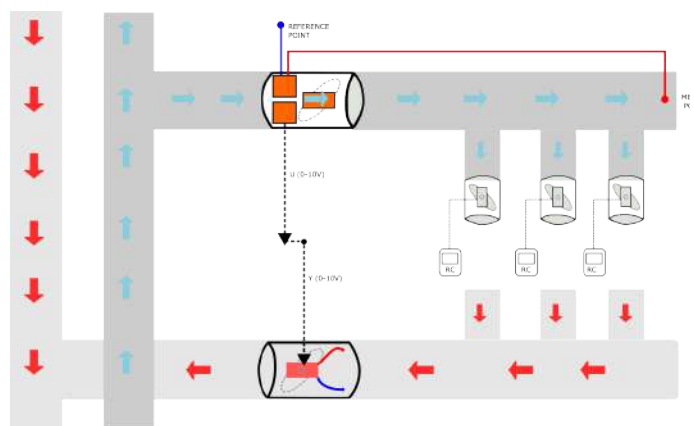
CONTRÔLE COMBINÉ DÉBIT ET PRESSION

Deux régulateurs universels avec actionneur compact permettent des applications intégrées.

Usage courant : mesurer la pression dans les branches secondaires de soufflage et équilibrer le débit de reprise.

Utilisé dans:

- Bâtiments à étages avec conduits principaux de soufflage en gaines..
- Contrôle de la pression à chaque étage et équilibrage avec mesures de reprise.



Pour configurations spécifiques, contactez notre support technique.

COMMANDE DU VENTILATEUR DANS LES INSTALLATIONS VAV

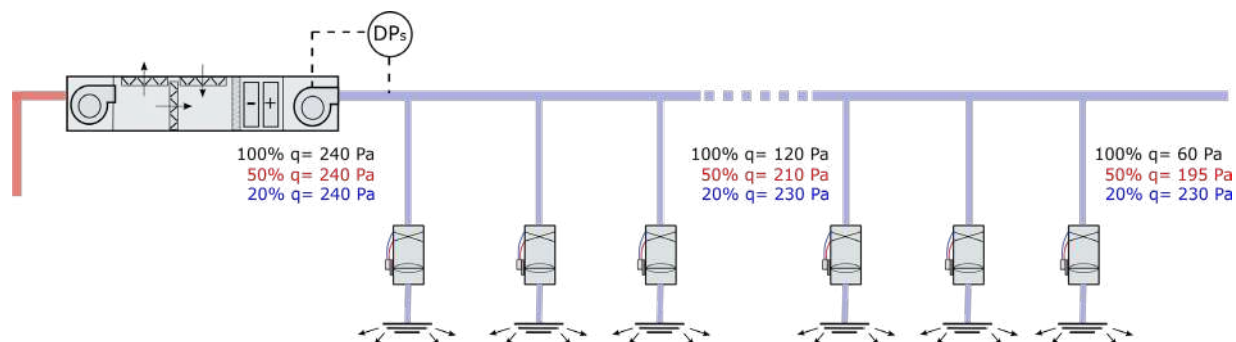
Les ajustements autonomes des registres VAV génèrent des variations de pression dans le système.
Il est essentiel que les ventilateurs de soufflage et de reprise de la CTA puissent ajuster la pression selon les besoins.

3 emplacements typiques pour les capteurs de pression:

1. À la sortie du ventilateur
2. Point le plus éloigné dans l'installation
3. Point intermédiaire (règle des 2/3)

À LA SORTIE DU VENTILATEUR

Emplacement traditionnel mais avec ses limites.

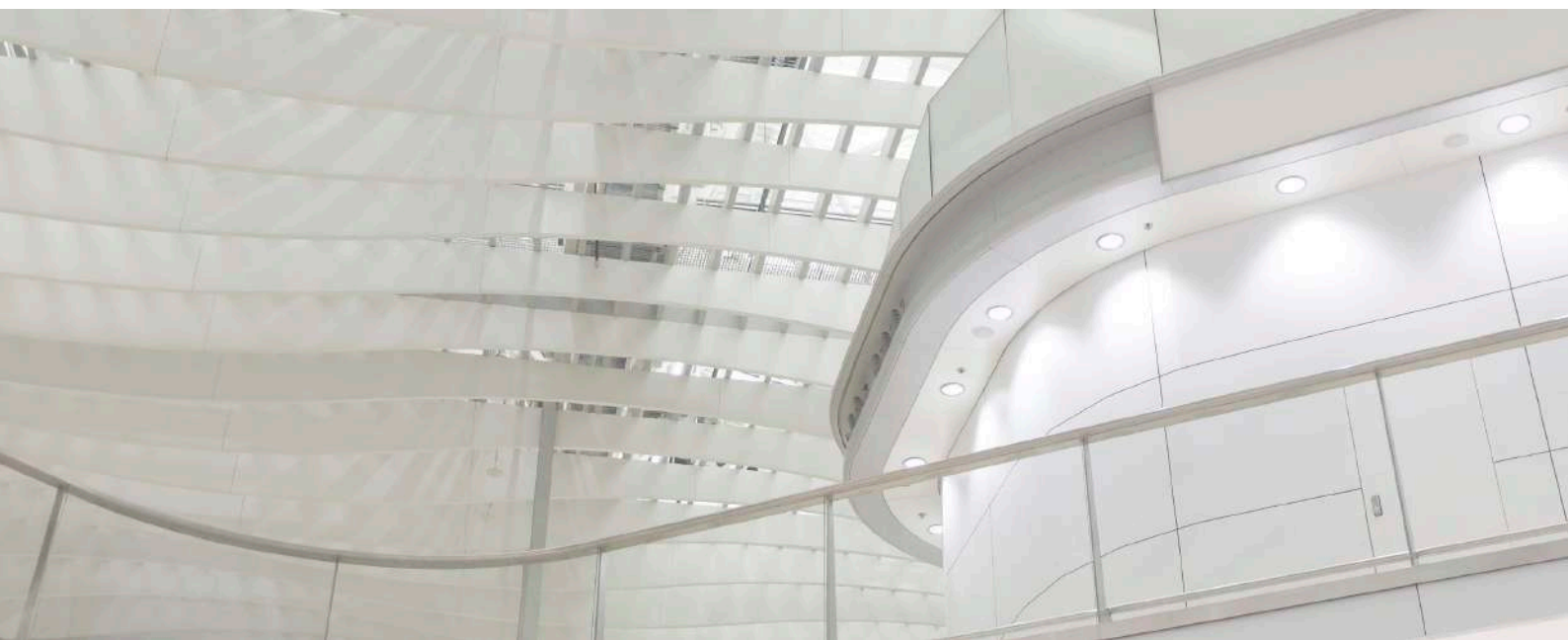


AVANTAGES

- Assure la pression disponible pour tous les circuits
- Installation facile du capteur

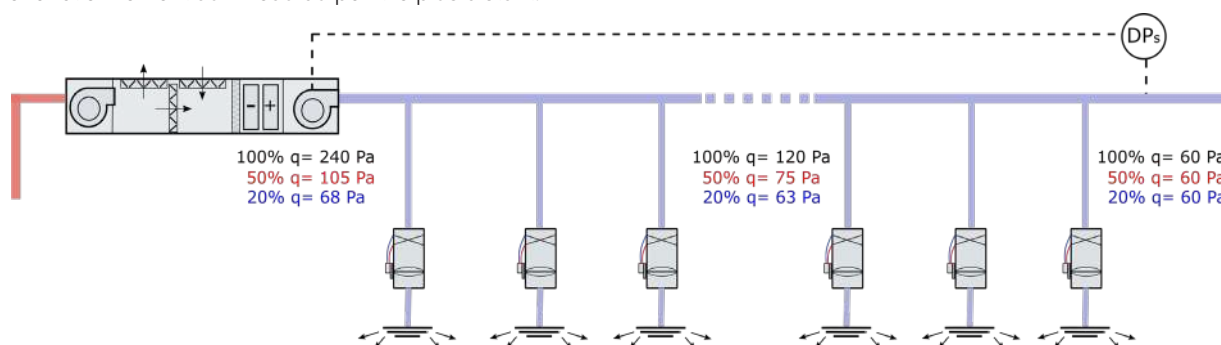
INCONVÉNIENTS

- Consommation élevée du ventilateur
- Suppression et bruit dus aux régulateurs souvent fermés



POINT LE PLUS ÉLOIGNÉ DANS L'INSTALLATION

Assure le fonctionnement au niveau du point le plus distant.



AVANTAGES

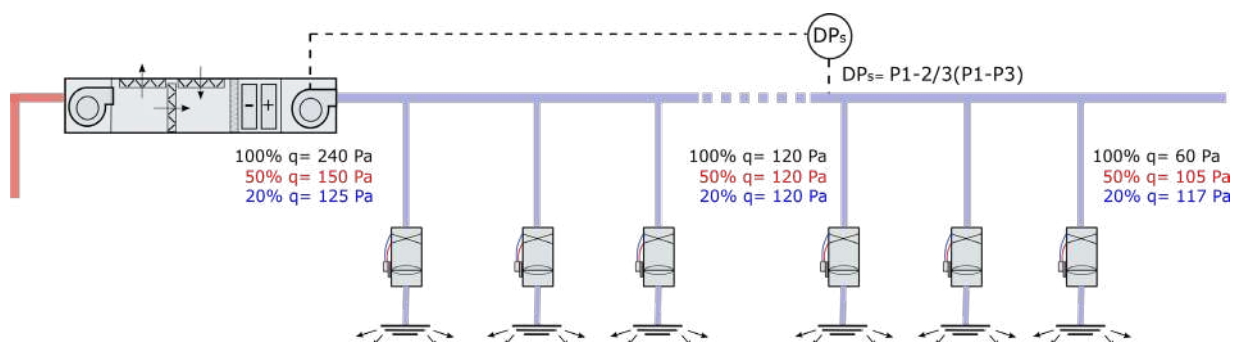
- Faible consommation du ventilateur
- Faible bruit
- Idéal si tous les régulateurs VAV nécessitent une pression similaire

INCONVÉNIENTS

- Risque de faible débit sur certaines branches
- Capteur difficile à positionner

POINT INTERMÉDIAIRE (RÈGLE DES 2/3)

Approche équilibrée.



AVANTAGES

- Performance intermédiaire entre les deux options précédentes

INCONVÉNIENTS

- Emplacement du capteur compliqué dans les réseaux de gaines complexes



ACOUSTIQUE DANS LES SYSTÈMES VAV

L'acoustique est cruciale pour le confort dans les systèmes VAV.

GÉNÉRATION DE BRUIT

La vibration d'un objet génère une onde mécanique qui se propage dans le milieu.

L_w: La puissance acoustique est la quantité d'énergie acoustique émise par une source sonore, indépendamment de son emplacement. Elle fait référence au bruit produit par la source.

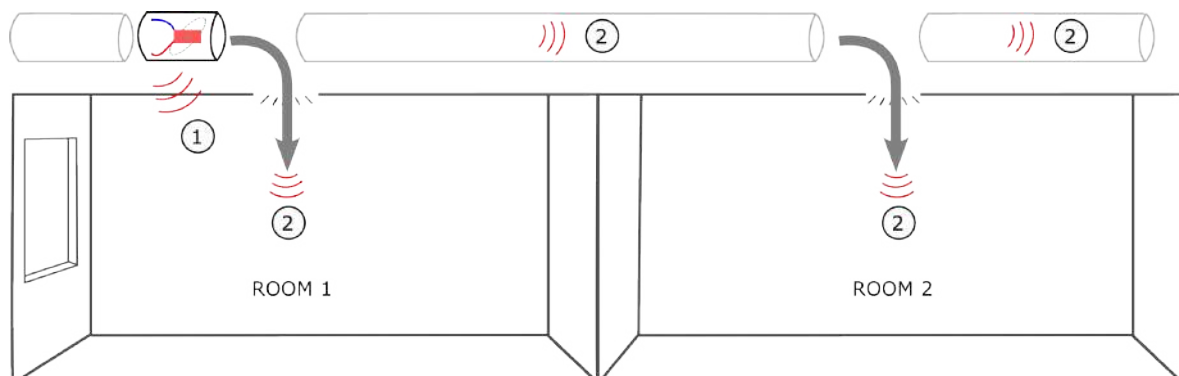
L_p: Le niveau de pression acoustique est une mesure qui quantifie l'intensité du son perçue en un point spécifique. Il fait référence au bruit que nous entendons avec nos oreilles.



BRUIT RADIANT VS BRUIT RÉGÉNÉRÉ (CONDUIT)

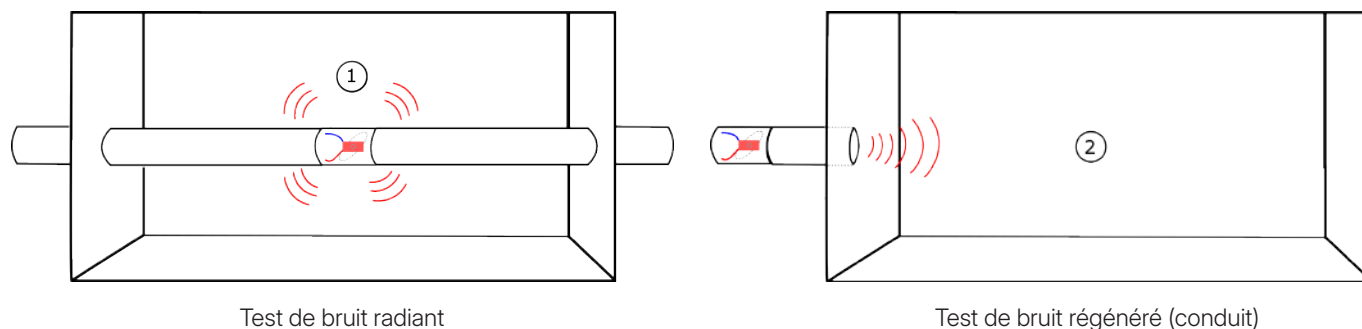
Le bruit rayonné (1), en revanche, fait référence au son transmis des composants du système CVC vers l'espace occupé. Ce bruit peut être causé par la vibration des parois des conduits ou des équipements CVC, tels que les ventilateurs et les unités terminales. Contrairement au bruit régénéré, le bruit rayonné se propage à travers la structure du bâtiment et peut être entendu dans les pièces adjacentes.

Le bruit régénéré (2) est produit à l'intérieur des conduits d'air et est généré par le passage de l'air à travers les composants du système, tels que les registres, les diffuseurs et les silencieux. Ce type de bruit se produit lorsque l'air en mouvement interagit avec les surfaces internes de ces composants, créant des turbulences et des vibrations qui génèrent du son. Le bruit régénéré se propage à l'intérieur des conduits et peut également être perçu dans les pièces voisines.



DONNÉES ACOUSTIQUES DES REGULATEURS

Les données acoustiques présentées dans les documents techniques et le logiciel de sélection de Madel sont déterminées par des essais en chambre réverbérante (EN 3741) et en conformité avec la norme EN 5135.



ATTÉNUATION ACOUSTIQUE

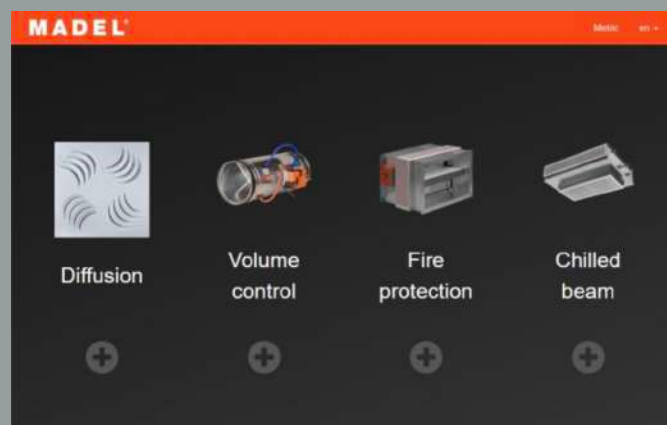
Les données de puissance acoustique L_w (rayonnée / régénérée) obtenues en laboratoire représentent des valeurs exclusivement attribuables à la source de bruit qui les génère (registre).

En revanche, le niveau de pression acoustique (L_p) que nous percevons avec nos oreilles est le résultat de la puissance sonore générée (L_w), diminuée par l'atténuation due à la distance et à la position de la source, à l'absorption des matériaux, aux dérivations de conduits, aux réflexions terminales, etc.

La norme VDI 2081 (Génération et réduction du bruit dans la climatisation) détaille l'atténuation pour chaque bande d'octave. Essentially, the elements that cause attenuation in VAV systems include:

- Les conduits
- Les coudes
- Les dérivations/séparations dans les conduits
- Les plénums et les éléments terminaux (diffuseurs)

Pour simplifier les calculs, il est courant dans le secteur CVC d'utiliser une atténuation moyenne de -8 dB, tant pour le bruit rayonné que pour le bruit régénéré.



Pour un calcul acoustique détaillé, aussi bien du bruit rayonné que conduit, MADEL propose un logiciel de calcul acoustique avancé:

<https://application.madel.com/en/home/index/1>

Cet outil permet de calculer le niveau sonore à différentes pressions disponibles dans le registre, d'ajuster l'atténuation acoustique (de manière générique), ou encore d'exporter les données au format Excel afin que le consultant acoustique puisse appliquer les valeurs d'atténuation précises requises pour chaque projet.

DIFFUSION DE L'AIR

Une mauvaise diffusion de l'air dans les systèmes VAV résulte des débits incontrôlés.

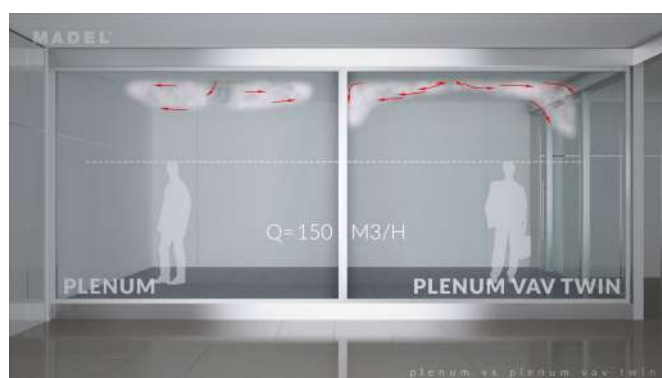
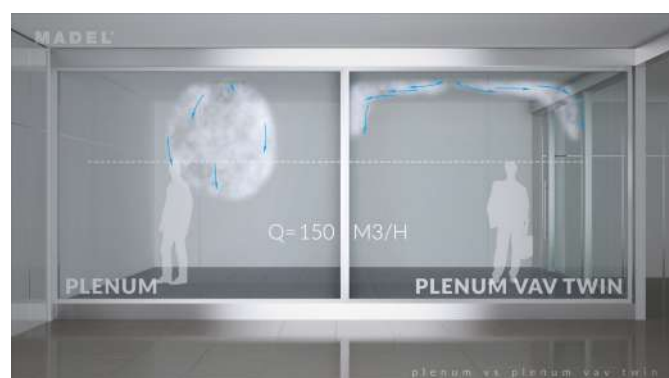
Débits faibles:

- Rafraîchissement: Perte de l'effet Coanda ; la veine d'air chute.
- Chauffage: Stratification de l'air chaud réduisant l'efficacité.

Débits élevés:

- Vitesse d'air accrue, provoquant bruit et courants d'air.

Les images suivantes illustrent ces phénomènes (à faibles débits d'air), là où les problèmes les plus importants surviennent généralement : chute d'air froid en mode refroidissement et stratification en mode chauffage.

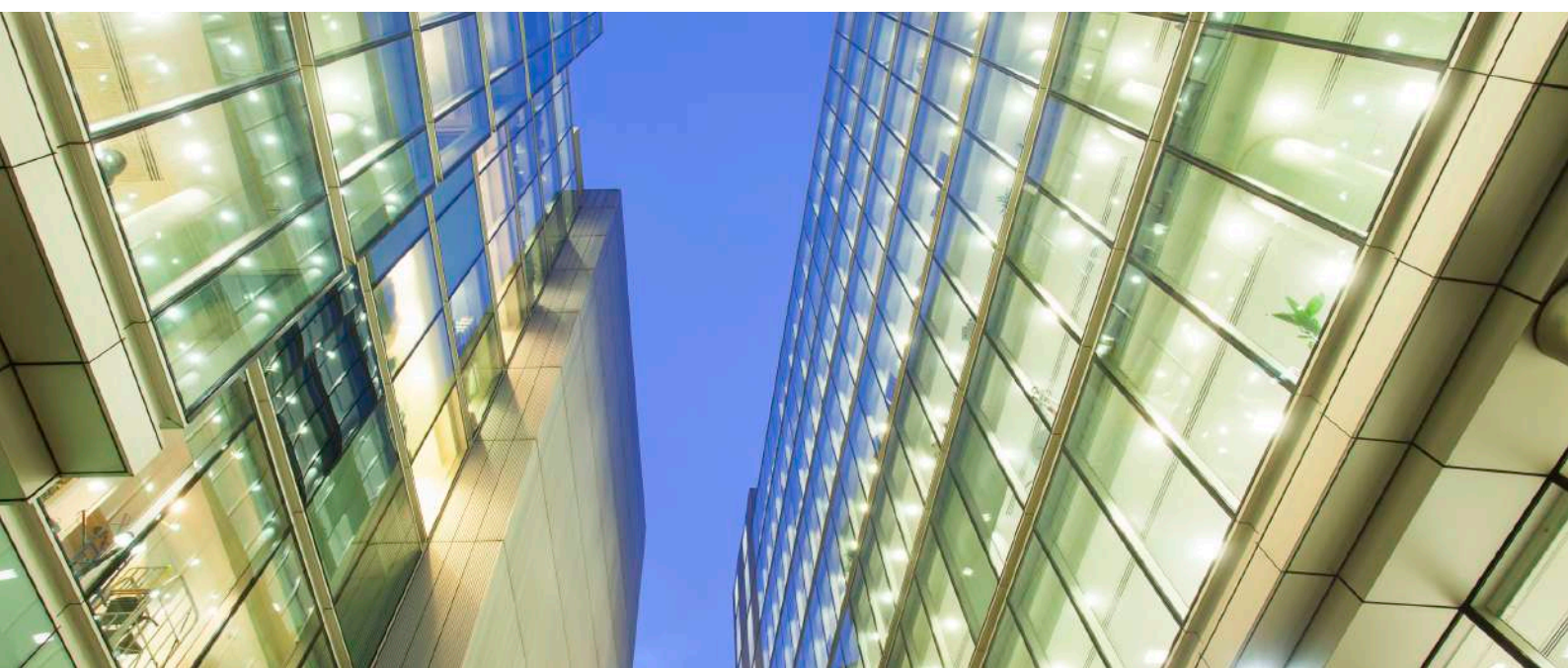
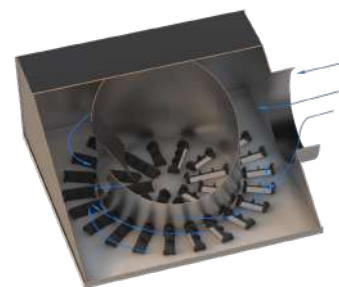


AXO-TWIN. Innovation en diffusion d'air

Le système AXO-TWIN utilise un plenum équipé de deux chambres de distribution d'air reliées par une membrane autorégulatrice.

La chambre principale reçoit l'air à la bonne pression. L'augmentation du débit fait ouvrir la membrane vers la seconde chambre, maintenant la pression interne et la vitesse au diffuseur pour préserver l'effet Coanda.

Assure une diffusion efficace sous débits variables, améliorant confort et performance du système.



GAMME DE PRODUITS VAV

MADEL propose une large gamme de produits pour les installations à volume d'air variable (VAV), incluant des modèles circulaires et rectangulaires, ainsi que des solutions spécialement conçues pour les systèmes avec de fortes exigences acoustiques.

En complément des régulateurs VAV, une gamme complète de régulateurs à débit constant (CAV) est également disponible. Ces dispositifs permettent de limiter et de contrôler un débit fixe dans chaque branche, contribuant ainsi à l'équilibrage efficace de l'ensemble du système.

SVA-C

Régulateurs VAV pour conduits circulaires



- Débits: 45–5500 m³/h
- Pression: 50–1000 Pa
- Tailles: 100–400 mm
- Versions standard ou isolées

SVA-CXL

Régulateurs VAV circulaires de grande taille



- Débits: 850–13500 m³/h
- Pression: 50–1000 Pa
- Tailles: 450–630 mm

SVA-R

Régulateurs VAV pour conduits rectangulaires



- Débits: 100–25000 m³/h
- Pression: 50–1000 Pa
- Tailles: 200×100 à 1200×1000 mm
- Versions standard ou isolées

SHH

Unités terminales VAV à haute exigence acoustique



- Débits: 45–5500 m³/h
- Pression: 50–1000 Pa
- Tailles: 100–400 mm
- Versions standard ou isolées (/PLUS)
- Bobines de réchauffage optionnelles

INTÉGRATION DES SYSTÈMES VAV DANS LE BMS/GTC

Tous les régulateurs VAV de MADEL sont également disponibles avec actionneurs communicants, permettant une intégration complète dans les systèmes de gestion technique du bâtiment (BMS/GTC).





MADEL®
we shape the air