

FORMATION BÂTIMENT DURABLE

RÉGULATION DES BÂTIMENTS

PRINTEMPS 2022

Régulation d'une installation de ventilation



Pierre GUSTIN
éCORCE
INGÉNIEUR CONSULTANT



- ▶ Obtenir une vue d'ensemble des capteurs, des actionneurs spécifiques à une installation de ventilation
- ▶ Comprendre des schémas de régulations simples



INTRODUCTION

SPÉCIFICITÉS D'UNE INSTALLATION DE VENTILATION EN PRATIQUE



Ventilation hygiénique

- ▶ Les normes permettent de déterminer les débits de dimensionnement hygiéniques et l'installation doit pouvoir fournir ces débits
 - ⇒ Ces débits ne doivent cependant pas être pulsés en continu car ils occasionnent des pertes thermiques et des consommations électriques pour les ventilateurs.

Chauffage / refroidissement par l'air

- ▶ L'installation est prévue pour assurer le confort dans des conditions extrêmes.
 - ⇒ La majorité du temps, l'installation est largement surdimensionnée.
- ⇒ **Une régulation est nécessaire afin d'ajuster les débits en fonction des besoins et de limiter ainsi la consommation globale.**



INTRODUCTION

SPÉCIFICITÉS D'UNE INSTALLATION DE VENTILATION

- ▶ **Capteurs**
- ▶ Actionneurs
- ▶ Régulation d'une centrale de traitement d'air (CTA)

EN PRATIQUE



Quels capteurs reconnaissez vous ?



Source : Siemens



Source : Esylux



Source : Niko



Source : Trox



Usage

- ▶ Mesurer la température de l'air ambiant, la température extérieure
 - ▶ Mesurer la température de l'air dans une gaine de ventilation
 - ▶ Mesurer les températures dans une centrale de traitement d'air
- ⇒ **Afin de réguler les différents actionneurs de régulation (clapets, batteries thermiques, échangeur, ventilateurs,...)**

De gaine antigel (capillaire rempli de vapeur - active)



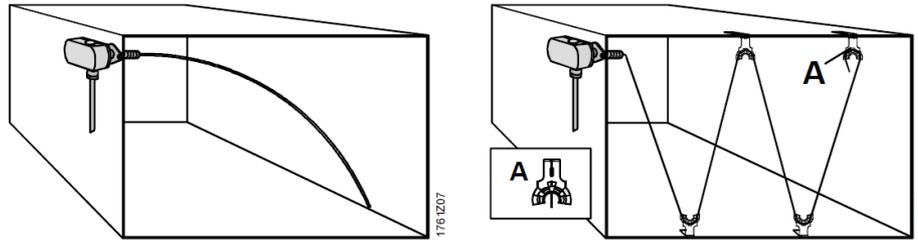
Source : Siemens



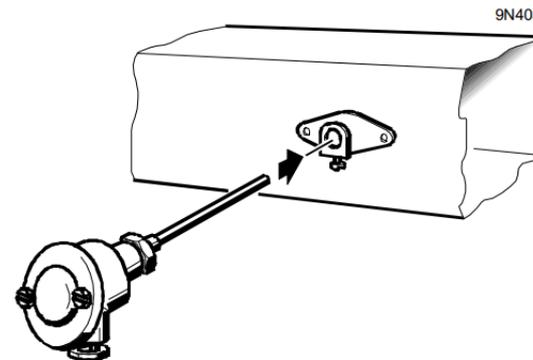
CAPTEURS : TEMPÉRATURE

Illustrations

De gaine (résistive - active
– valeur moyenne)



De gaine (résistive -
passive)



Source : Siemens



Usage

- ▶ Mesurer la pression relative de l'air dans les gaines (entre 2 points du réseau ou entre un point du réseau et l'ambiance) : pressostat ou sonde différentiels
 - ⇒ **Evaluer la vitesse de l'air (débit), l'encrassement des filtres, les conditions de fonctionnement des ventilateurs,...**

Caractéristiques

- ▶ **Unité** : bar (Pa)
- ▶ **Mesure** :
 - A membrane et ressort
- ▶ **Signal de sortie** : signal 0-10V, 4-20mA, modbus, contact, affichage (le signal de sortie peut être linéaire en fonction de la différence de pression ou relatif à la racine de celle-ci afin d'être linéaire en fonction de la vitesse ou du débit).
- ▶ **Points d'attention** : précision, plage de mesure



Illustrations

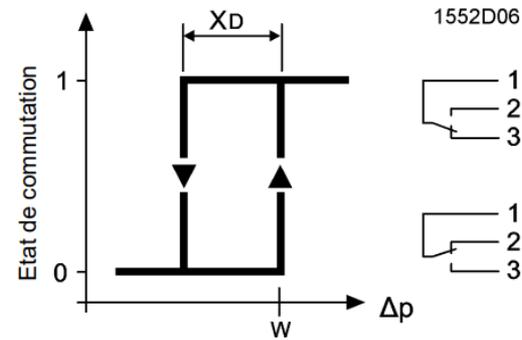
Pressostat différentiel (valeur de consigne – contact)



Sondes de pression différentielle (signal de sortie variable en fonction de la mesure + affichage)



Source : Siemens



X_D = différentiel de commutation
 Δp = pression différentielle
 W = point de commutation haut



Usage

- ▶ Mesurer l'humidité relative de l'air ambiant, l'air extérieure ou dans les gaines

Caractéristiques

- ▶ **Unité** : %
- ▶ **Type** : hygromètre (mesure continue) >< psychomètres (mesure instantanée) de gaine, à cellule hygroscopique (humidité absolue), à variation de capacité (humidité relative)
- ▶ **Mesure** :
 - Diélectrique d'un condenseur sensible à l'humidité relative de l'air ambiant.
- ▶ **Signal de sortie** : 4-20 mA, 0-10 V



Usage

- ▶ Mesurer la teneur en CO₂ de l'air ambiant

Caractéristiques

- ▶ **Unité** : ppm
- ▶ **Type** : de gaine, en applique
- ▶ **Mesure** :
 - Sonde avec microphone (procédé acoustique)
 - Sonde avec détecteur infrarouge (procédé photométrique)
- ▶ **Plage de mesure** : ~ 0-2000 ppm *Air extérieur : ~ 400 ppm*
- ▶ **Signal de sortie** : 4-20 mA, 0-10 V, tout ou rien, affichage



Source : Siemens

Points d'attention

- ▶ Temps de réponse 10-15 min
- ▶ Etalonnage tous les ans

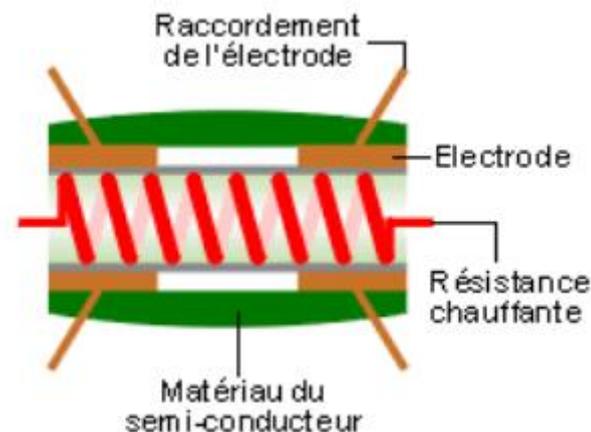


Usage

- ▶ Mesurer la teneur en COV de l'air ambiant, de l'air dans les gaines
 - ⇒ **Lieux pollués (tabac, odeurs ...)**

Caractéristiques

- ▶ **Unité** : %
- ▶ **Type** : de gaine, en applique,
- ▶ **Mesure** :
 - Semi-conducteur mis en température par une résistance chauffante, la résistance électrique varie en fonction de la quantité de COV
- ▶ **Signal de sortie** : 0-10 V



CAPTEURS : PRÉSENCE / ABSENCE

Usage

- ▶ Détecter la présence / absence de personne dans un local

Caractéristiques

- ▶ **Unité** : /
- ▶ **Type** : en applique,
- ▶ **Mesure** :
 - Infra-rouge : mesure du rayonnement émis par le corps humain (chaleur)
 - Ultrasonique : onde sonore émise par le détecteur qui est ensuite réfléchi au contact des objets rencontrés et redétectée par la sonde.
 - Double technologie : Combinaison IR + US
 - Sonore : réaction au bruit
- ▶ **Signal de sortie** : contact



Source : Esylux



15 QUEL CAPTEUR UTILISER DANS QUEL CAS ?

Mode de régulation	Dispositif	Cas adaptés
Présence supposée	Horloge	Locaux à occupation très prévisible et répétitive (bureaux, réfectoire...)
Présence réelle (ON/OFF)	Sonde de présence (IR)	Locaux à occupation imprévisible et /ou variable (salles de réunions, salles polyvalentes, classes, séjour,...)
Présence réelle (Nbre de personnes)	Sonde CO ₂ ou comptage	Locaux à occupation imprévisible et /ou variable (salles de réunions, salles polyvalentes, classes, séjour,...)
Pollution de l'air	Sonde CO ₂ ou COV	Locaux dont l'activité implique l'émission variable de polluants : laboratoire, atelier, industrie...
Taux d'humidité	Sonde d'humidité	Locaux à production variable d'humidité : salle de bain, cuisine...
Température intérieure	Sonde de température	En complément à un autre dispositif pour permettre une ventilation intensive



16 QUEL CAPTEUR UTILISER DANS QUEL CAS ?

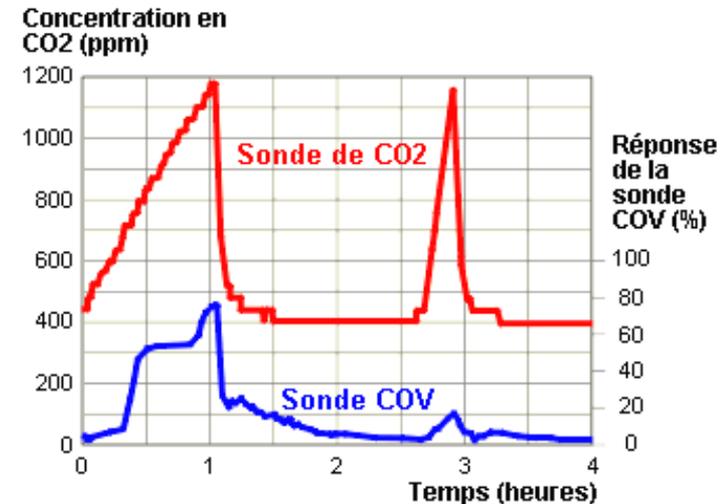
	+	-
Horloge	<ul style="list-style-type: none">✓ Régulation très simple✓ Cout réduit✓ Matériel robuste	<ul style="list-style-type: none">✓ Mauvaise adéquation avec les besoins
Sonde CO₂	<ul style="list-style-type: none">✓ Permet d'adapter le débit au besoin réel	<ul style="list-style-type: none">✓ Cout élevé✓ Matériel fragile
Sonde COV	<ul style="list-style-type: none">✓ Permet d'adapter le débit au besoin réel✓ Faible cout	<ul style="list-style-type: none">✓ Réglage en % > difficile à interpréter physiquement
Sonde de présence (IR)	<ul style="list-style-type: none">✓ Fonctionnement ON/OFF/ralenti✓ Fonctionnement selon horaire réel d'occupation✓ Faible cout✓ Matériel robuste	<ul style="list-style-type: none">✓ Ne tient pas compte du nombre de personnes présentes



17 QUEL CAPTEUR UTILISER DANS QUEL CAS ?

Comparaison entre sonde CO₂ et sonde COV

Heure 1 : 1 personne fume 2 cigarettes
Heure 2 : local vide
Heure 3 : 6 personnes ne fument pas
Heure 4 : local vide



- ⇒ Il est important de bien choisir son dispositif !
- ⇒ Pour bien réguler, il faut bien compartimenter. Parfois un groupe indépendant peut s'avérer nécessaire.

Exemples :

Pour une salle de sport, un bureau paysager,
une salle de réunion, un auditoire,...



INTRODUCTION

SPÉCIFICITÉS D'UNE INSTALLATION DE VENTILATION

- ▶ Capteurs
- ▶ **Actionneurs**
- ▶ Régulation d'une centrale de traitement d'air (CTA)

EN PRATIQUE



Quels actionneurs reconnaissez vous ?



Source: CIAT



Source : Cairox



Source : Trox



Source : Trox



Source : Trox

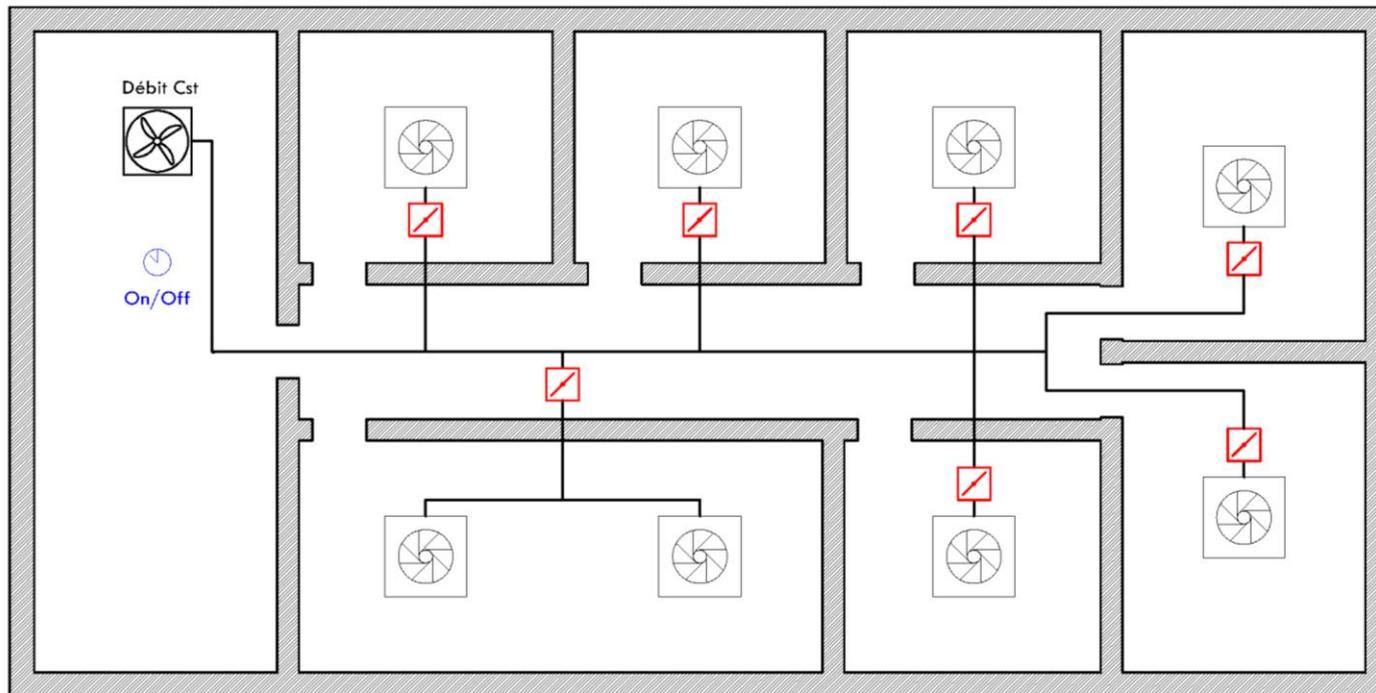


Source : Trox



SCHÉMA 1 - RÉGULATION MANUELLE À DÉBIT CONSTANT

- ▶ Ventilateur : débit constant, on-off, éventuellement sur horloge
- ▶ Réseau : équilibrage via registre (clapet) manuel
 - ⇒ **Nécessite un équilibrage manuel (assez long et laborieux...)**
 - ⇒ **Si ça se dérègle, on ne le sait pas ...**



21 SCHÉMA 1 - RÉGULATION À DÉBIT CONSTANT

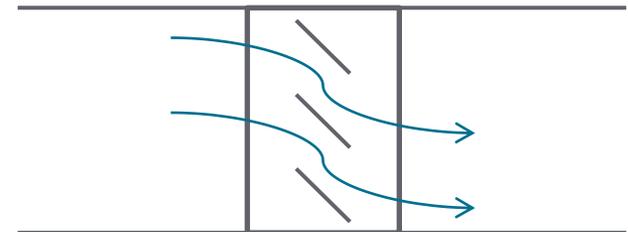
Registre de réglages manuels

► Usage

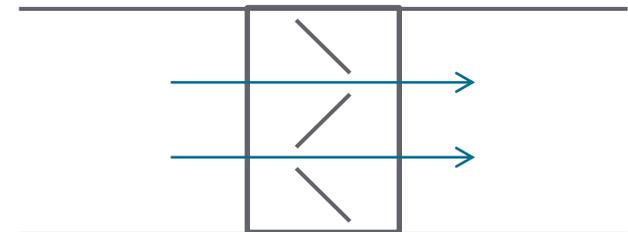
- pour la **régulation** du débit et de la pression d'air
- pour l'**isolement** de gaines (réseau ou CTA)

► Caractéristiques

- **Type** : parallèle / opposé – manuel / motorisé
- Autonome ou intégré à une diffuseur
- Régulation de proche en proche



Parallèle (très très peu utilisés...)



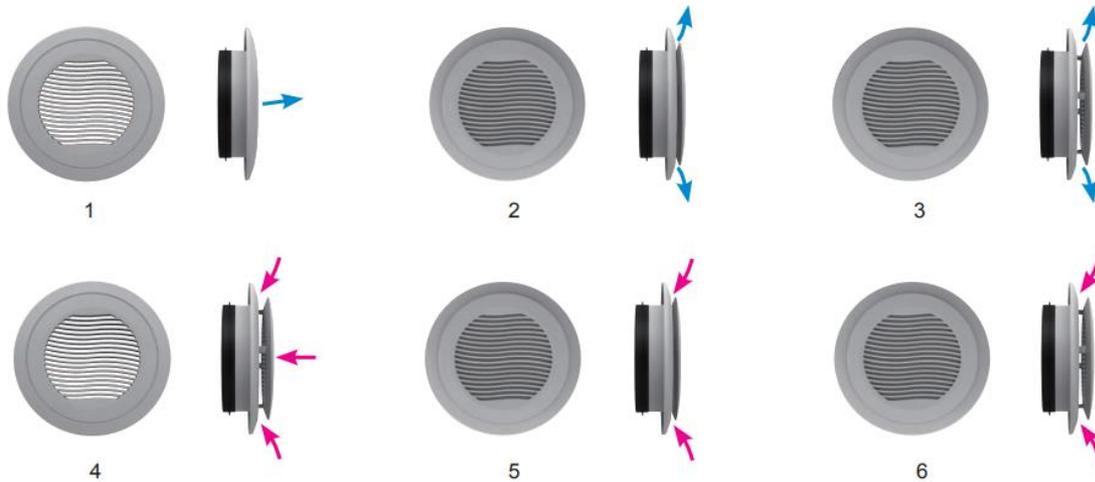
Opposé : Répartition du flux plus uniforme dans la gaine lors de la fermeture



22 SCHÉMA 1 - RÉGULATION À DÉBIT CONSTANT

Registre de réglages manuels

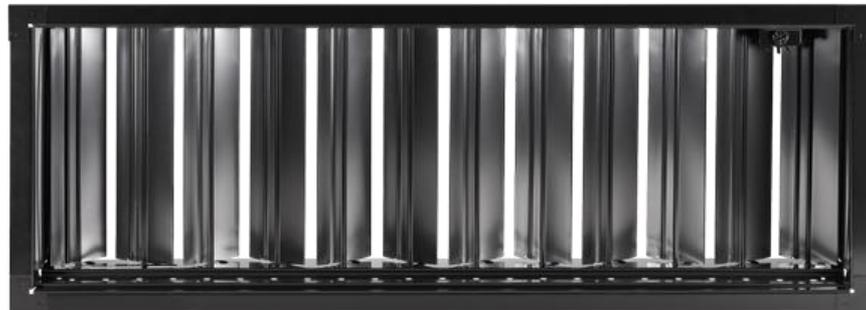
► Illustrations



Source : Cairox



Source : Cairox



Source : Trox



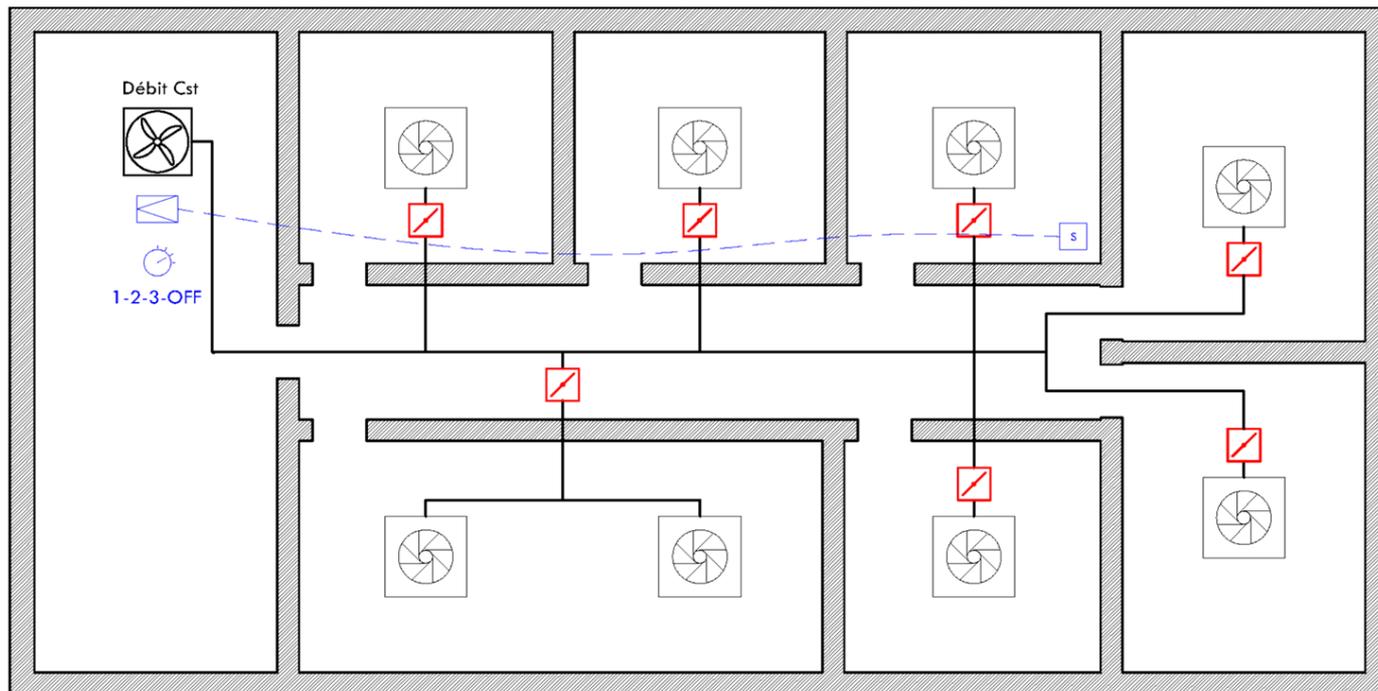
Source : Trox



23 SCHÉMA 2 - RÉGULATION À DÉBIT CONSTANT

- ▶ Ventilateur :
 - Modulant, réglage continu ou préprogrammé 1-2-3 / OFF
 - Débit défini suivant sonde CO₂, T°, RH, présence (1 sonde placée dans un local représentatif) et/ou horaire
- ▶ Réseau : Equilibrage via registre (clapet) manuel

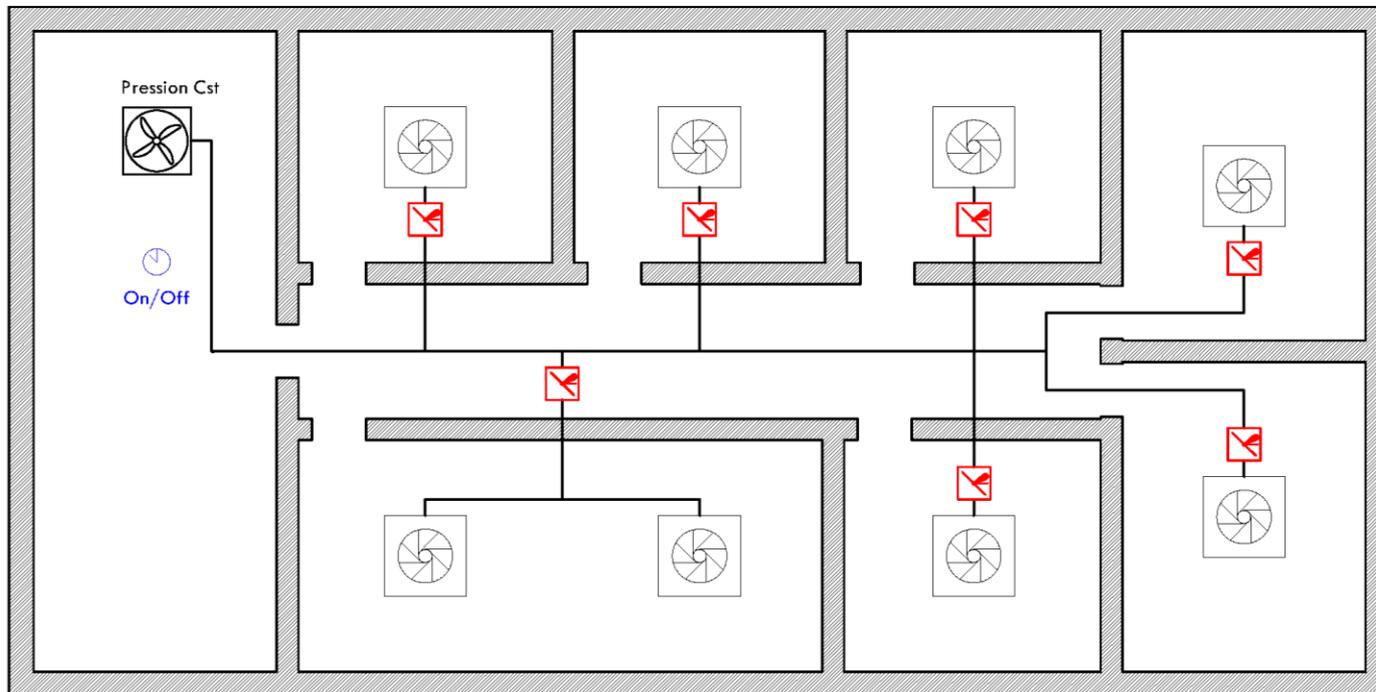
⇒ **Le débit de chaque bouche garde (presque) la même proportion du débit total, qui lui peut varier**



24 SCHÉMA 3 – RÉGULATION À DÉBIT CONSTANT

- ▶ Schéma 1 (Horloge programmée + Ventilateur on-off)
- ▶ + Ventilateur à pression constante
- ▶ + CAV (= **C**onstant **A**ir **V**olume) placés devant les diffuseurs

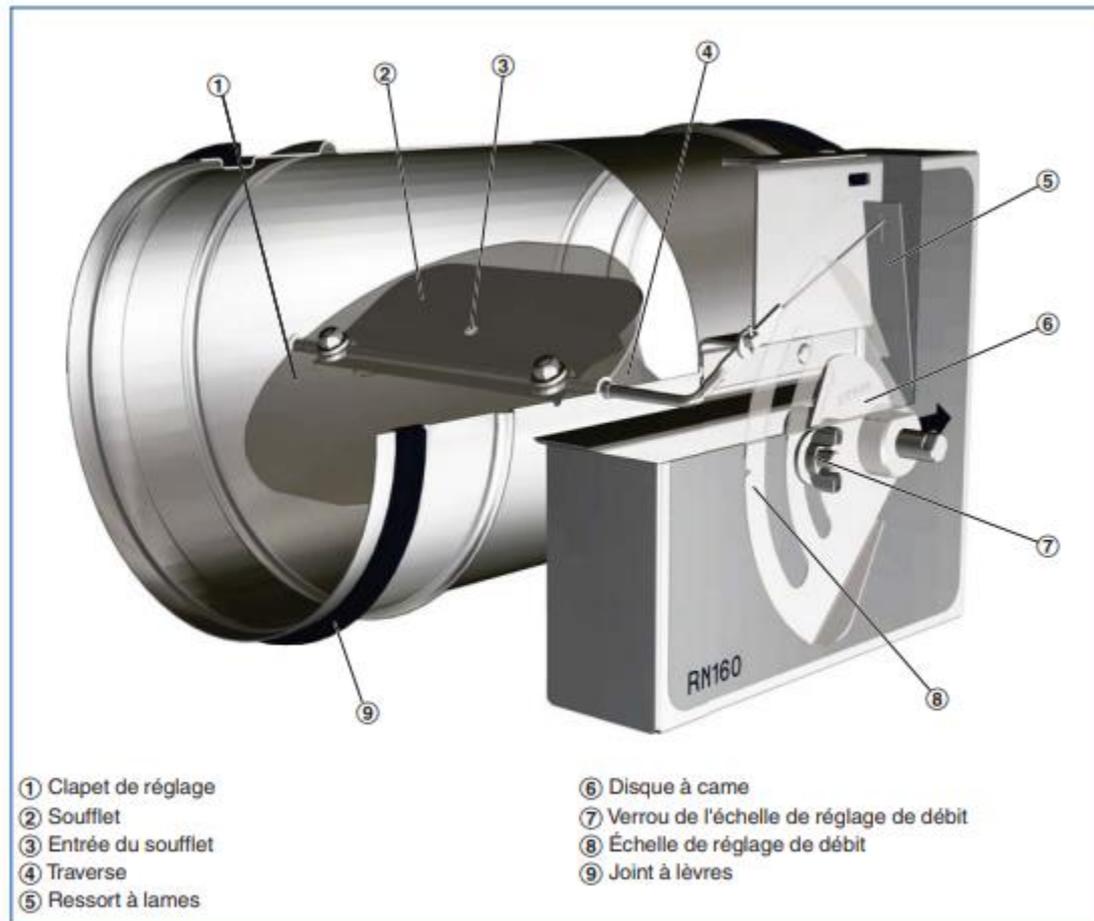
⇒ **Pas d'équilibrage manuel nécessaire ... mais le débit par bouche est fixe**



25 SCHÉMA 3 – RÉGULATION À DÉBIT CONSTANT

CAV (= Constant Air Volume)

► Principe de fonctionnement



Source : Trox



SCHÉMA 3 – RÉGULATION À DÉBIT CONSTANT

CAV

- ▶ **Usage** : locaux avec besoins constants

- ▶ **Caractéristiques**
 - Garanti un débit constant - débit directement réglé sur le clapet via une échelle graduée
 - Fonctionnement sans énergie extérieure ou motorisé (on-off – deux positions pré-enregistrées)
 - Précision du débit : ~10%
 - Pas de fermeture totale possible
 - Peut être intégré directement dans une gaine (pas d'accès au réglage une fois inséré) ou en série sur le gainage avec réglage extérieur (peut-être modifié par après si accessible)
 - Peut-être intégré directement à une bouche : bouche auto-régulante



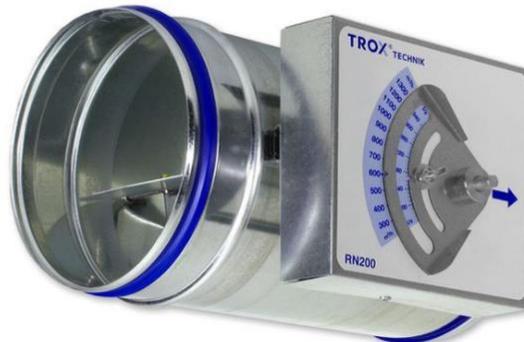
RÉGULATION À DÉBIT CONSTANT

CAV

► Illustrations



Source : Cairox



Source : Trox

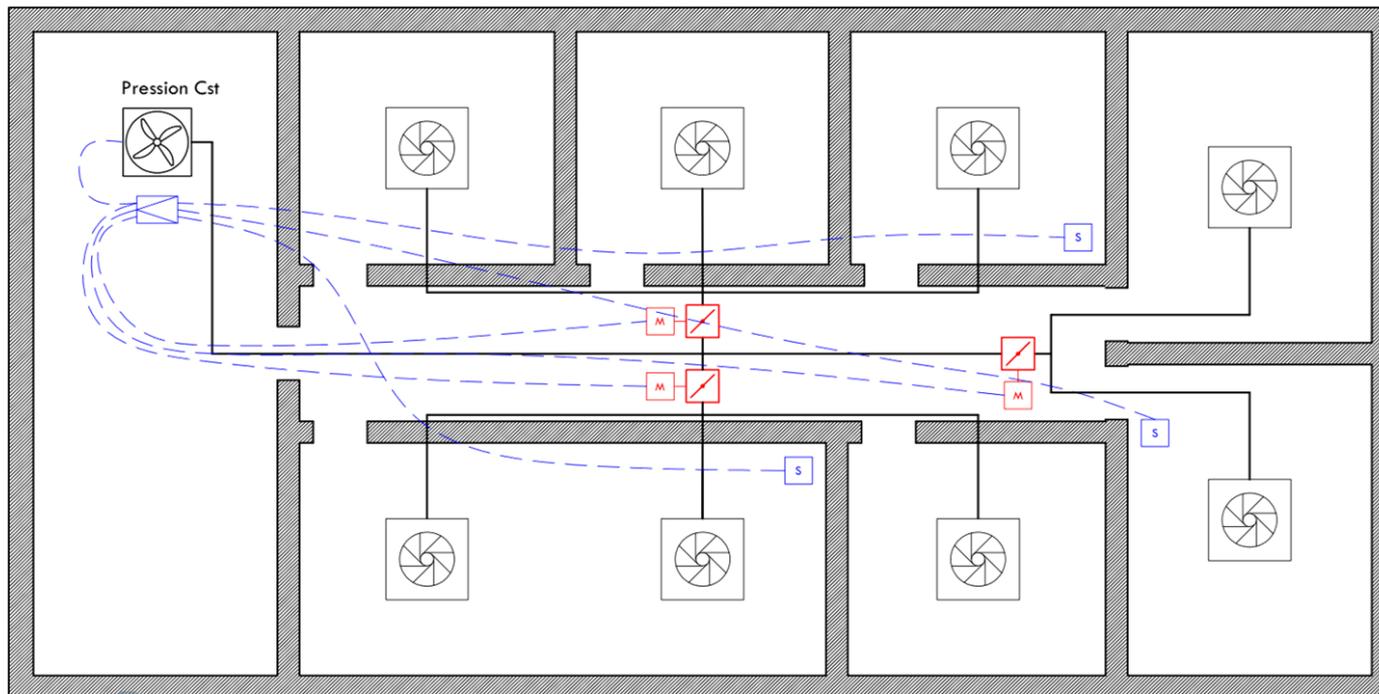


28 SCHÉMA 4 – RÉGULATION À DÉBIT VARIABLE

Régulation à débit variable (et température constante)

- ▶ Ventilateur : à pression constante
- ▶ Réseau : chaque partie du réseau précédée d'un clapet de réglage à débit variable (VAV) peut être régulée indépendamment du reste du réseau en terme de débit

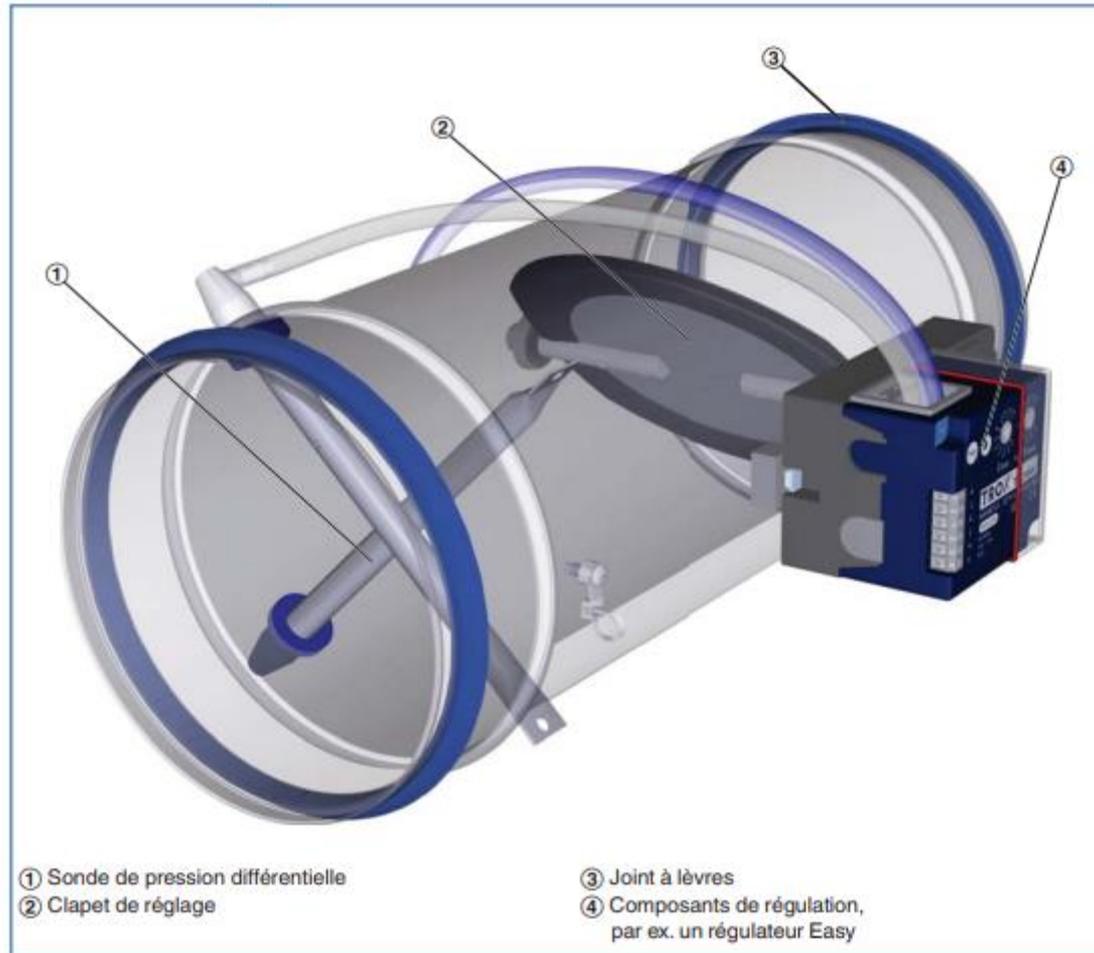
⇒ **Chaque zone reçoit un débit correspondant à ses propres besoins (hygiéniques ou thermiques)**



29 SCHÉMA 4 – RÉGULATION À DÉBIT VARIABLE

VAV (Variable Air Volume)

▶ Principe de fonctionnement



Source : Trox



30 SCHÉMA 4 – RÉGULATION À DÉBIT VARIABLE

VAV

- ▶ **Usage** : grands bâtiments, zones avec des besoins différents, locaux avec des besoins variables dans le temps

- ▶ **Caractéristiques**
 - Réglage précis
 - Possibilité de fermeture complète
 - Sonde de pression intégrée >  à l'emplacement et à la vitesse d'air !
 - Nécessite alimentation électrique
 - En option : batterie – silencieux



31 SCHÉMA 4 – RÉGULATION À DÉBIT VARIABLE

VAV

► Illustrations



RÉGULATION À DÉBIT CONSTANT >< DÉBIT VARIABLE

CAV

- + Mise en œuvre facile et rapide
- + Peu couteux à l'installation

- Confort peu optimisé (pas de zonage)
- Energivore
- Peu adaptable si l'usage change
- Perte de charge supplémentaire
- Bruyant (surtout les formats rectangulaires) > silencieux supplémentaire
- Pas de feedback : on ne sait pas quel débit passe
- Pas de régulation horaire (sauf si motorisé)

VAV

- + Zonage possible
- + Optimisation énergétique
- + Moins couteux à l'exploitation
- + Régulation évolutive
- + Réglage précis en continu
- + Communication possible avec GTC

- Plus couteux à l'installation
- Bruyant, nécessite un silencieux supplémentaire



SCHÉMA 5

- ▶ Schéma 3 + Schéma 4
 - Ventilateur : à pression constante
 - Réseau : selon les besoins les différentes parties du réseau sont régulées à débit variable ou constant

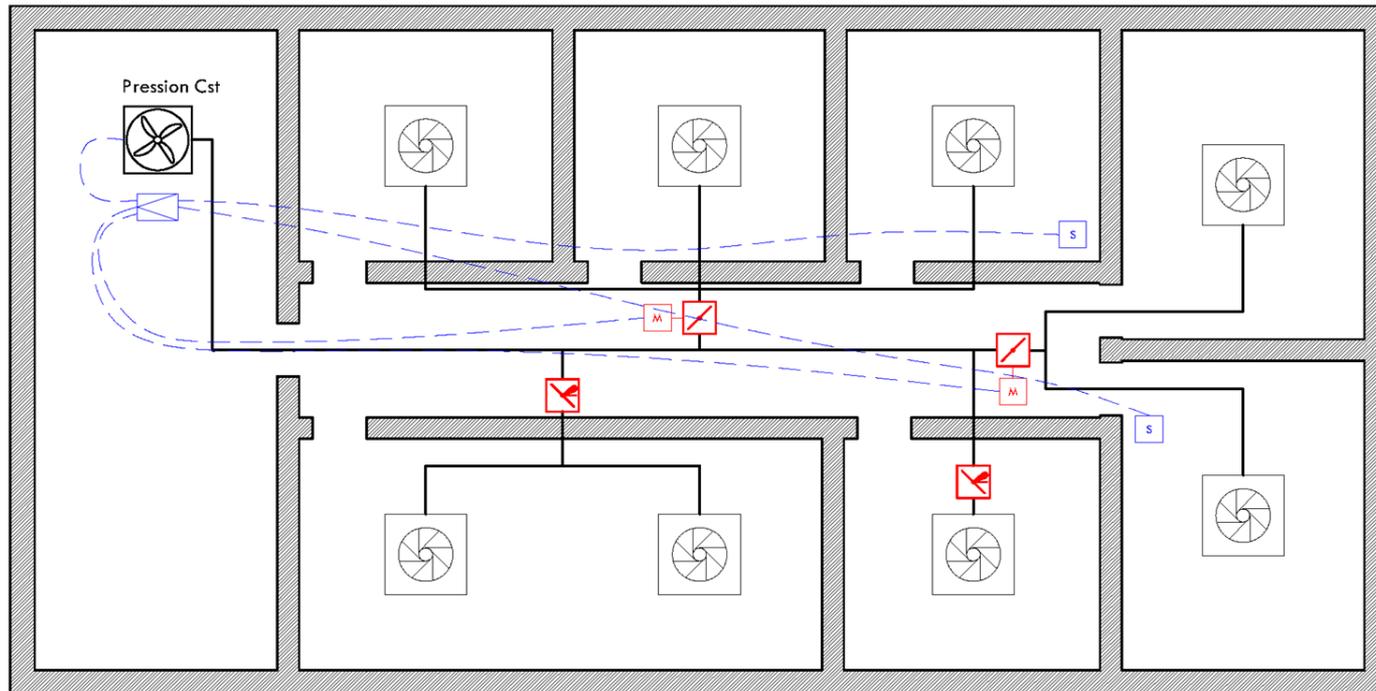
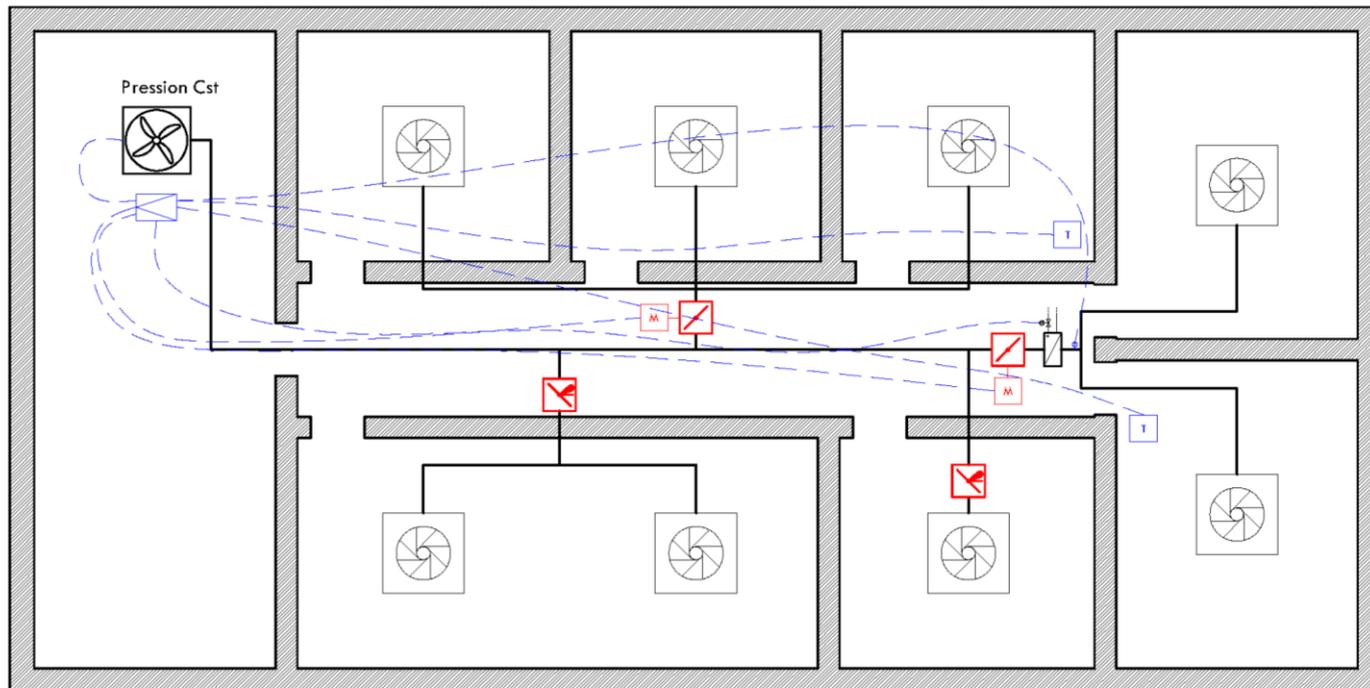


SCHÉMA 6

► Schéma 5 + batteries terminales

⇒ L'ajout de batteries terminales permet de réguler la température de l'air pulsé sur la partie de réseau concernée.



INTRODUCTION

SPÉCIFICITÉS D'UNE INSTALLATION DE VENTILATION

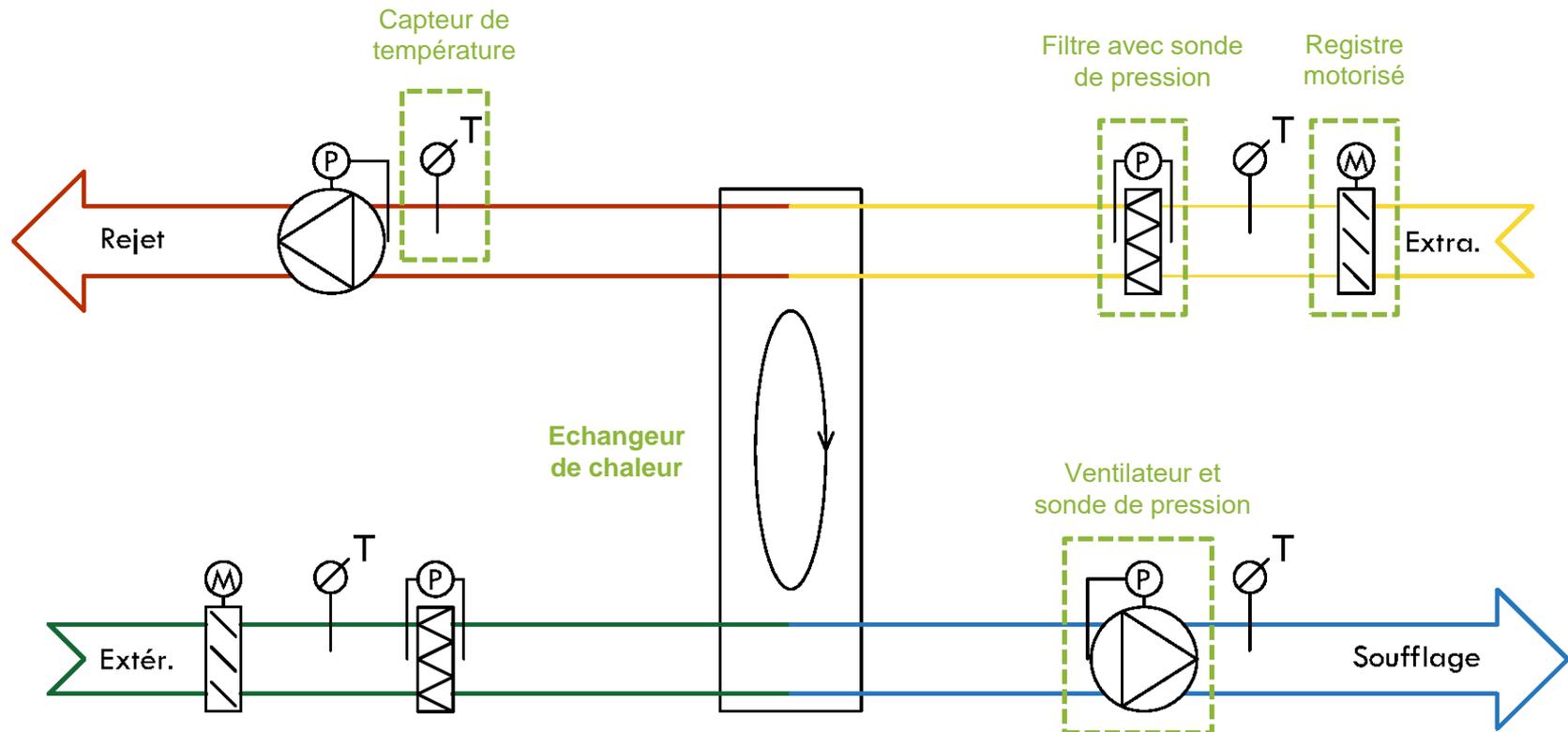
- ▶ Capteurs
- ▶ Actionneurs
- ▶ **Régulation d'une CTA (Centrale de Traitement d'Air)**

EN PRATIQUE



36 CENTRALE DE TRAITEMENT D'AIR : SCHÉMA 1

Composants d'une centrale de traitement d'air



37 CENTRALE DE TRAITEMENT D'AIR : SCHÉMA 1

Echangeur de chaleur

► A plaques



Source : Tuvaco

- Nécessite sondes T partout
- Tout ou rien via bypass : clapet d'isolement motorisé

⇒ **Pour réguler la température de pulsion**

► A roue



Source : Tuvaco

- Moteur à vitesse variable
- Variation de la vitesse de la roue : si $v = 0$, pas d'échange...

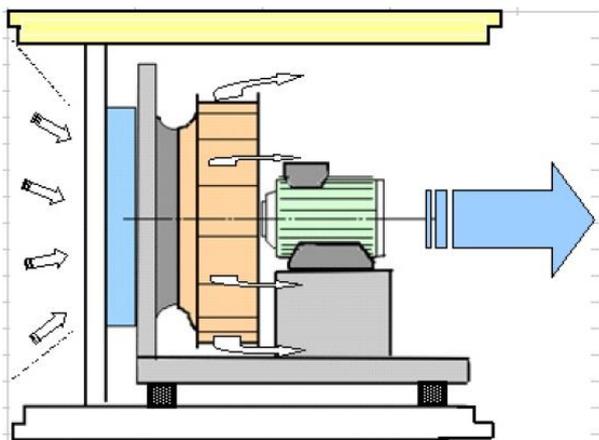
⇒ **Pour réguler la température de pulsion et maintenir le rendement**



38 CENTRALE DE TRAITEMENT D'AIR : SCHÉMA 1

Moteurs de ventilateurs

► Asynchrone



Source : CIAT

- Courant alternatif
- Variation de la vitesse du moteur proportionnellement avec la variation de la fréquence

⇒ **Nécessite un variateur de fréquence**

► A moteur EC (commutation électronique)



Source : CIAT

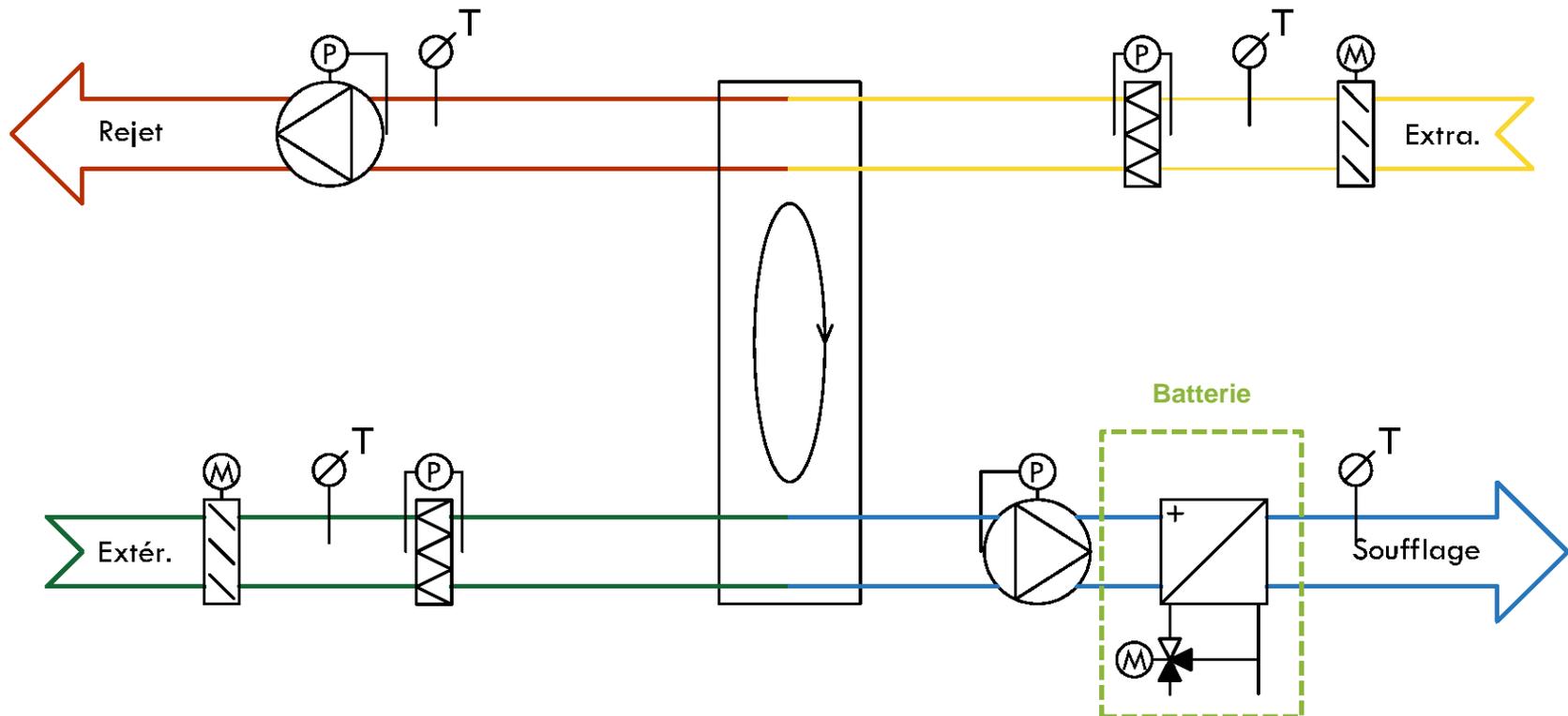
- Courant continu
- Système de variation de vitesse intégré (directement via signal 0-10V)



39 CENTRALE DE TRAITEMENT D'AIR : SCHÉMA 2

Composants d'une centrale de traitement d'air

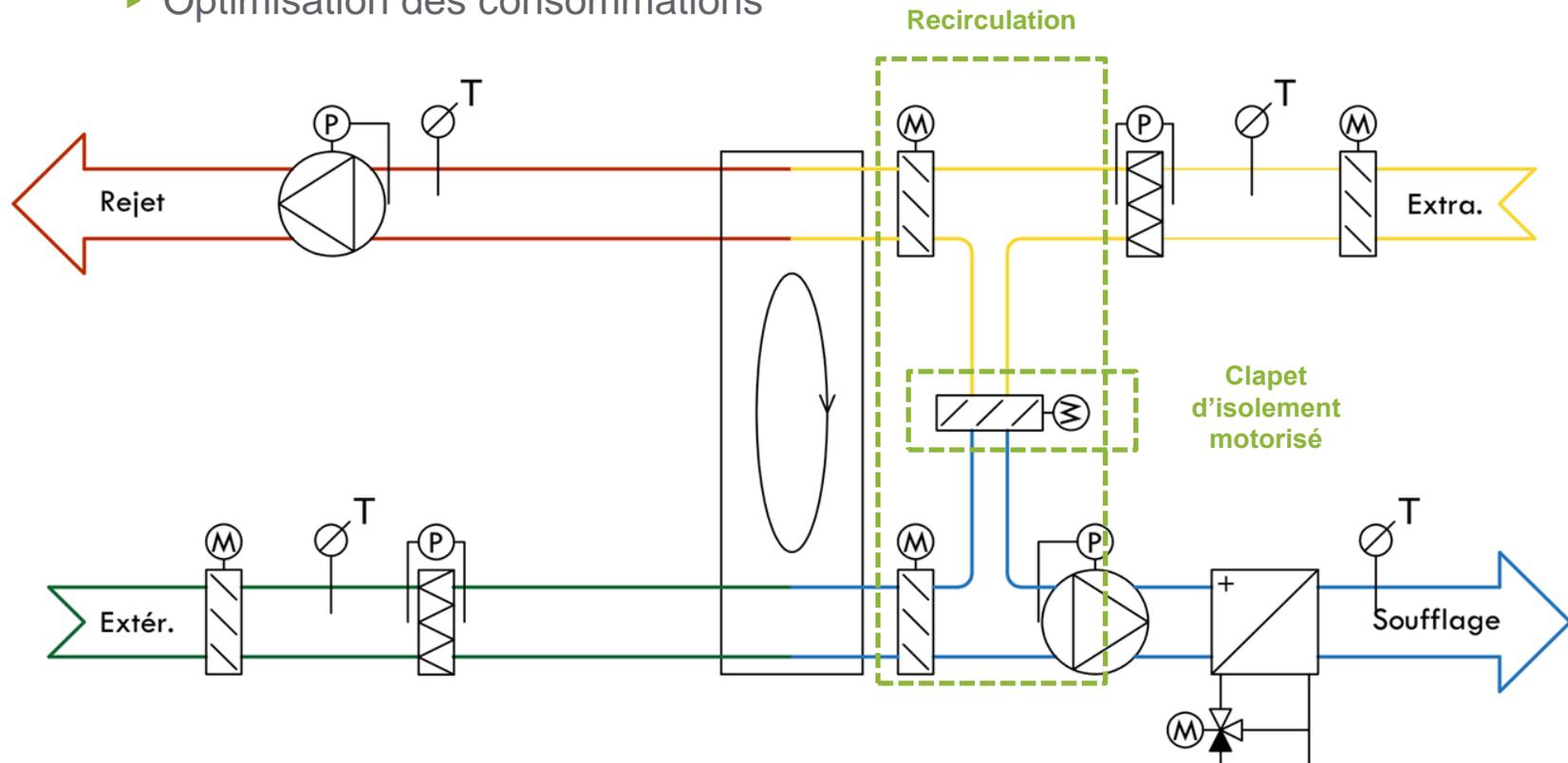
- Ajout d'une batterie à eau pour le préchauffage/refroidissement de l'air pulsé



40 CENTRALE DE TRAITEMENT D'AIR : SCHÉMA 3

Centrale de traitement d'air avec recirculation

- ▶ Utilisée dans le cas de chauffage par l'air
- ▶ Permet de dissocier le besoin en air neuf hygiénique du besoin d'air pour le chauffage/refroidissement des locaux
- ▶ Optimisation des consommations





- ▶ Il existe deux grands modes de régulation des systèmes de ventilation : à débit constant ou à pression constante
- ▶ Il est possible de réguler très finement chaque partie d'un réseau en fonction des besoins en utilisant le matériel adéquat
- ▶ Il est cependant nécessaire de trouver le bon équilibre entre complexité/coût de la régulation et les gains réels engendrés au niveau du confort et des économies d'énergie
- ▶ La régulation d'un système de ventilation suit des principes relativement simples mais l'ensemble peut devenir vite complexe si on n'y prend garde.





Guide bâtiment durable

www.guidebatimentdurable.brussels

- ▶ Energie

Dossier | [Concevoir un système de ventilation énergétiquement efficace](#)

Dossier | [Assurer le confort respiratoire](#)



Sites internet

- ▶ Plateforme HIT de chez Siemens : [matériel et schéma de régulation type](#)

- ▶ Energie plus : [Techniques de régulation](#)



Pierre GUSTIN

Ingénieur projet
écorce sa

☎ + 32 4 226 91 60

✉ info@ecorce.be



MERCI POUR VOTRE ATTENTION

