

# La ventilation asservie à la demande

Leif NORELL  
Flakt Indoor Climate

Jean-Pierre VAN DEN BOSSCHE et Bernard FLEURY  
Vim Aeroplast

Les systèmes de ventilation à la demande permettent de satisfaire le compromis consommation énergétique/qualité de l'air intérieur.

La ventilation asservie au gaz carbonique régule le débit en fonction de la concentration intérieure finale en CO<sub>2</sub>, la technique de régulation de débit variant selon la configuration et l'usage du bâtiment.

Ce système qui a aujourd'hui fait ses preuves, comme le montrent les deux exemples cités, préserve la santé et le confort des occupants tout en respectant la réglementation française.

La demande pour une qualité de l'air intérieur améliorée se fait sentir plus expressément dans de nombreux pays. La satisfaction de cette exigence impose en général une augmentation des débits d'air neuf. Cette tendance se traduit déjà dans les nouveaux textes réglementaires aux Etats-Unis, en Suède. Cependant, l'accroissement des taux de renouvellement d'air sans précautions particulières induit une consommation plus élevée, incompatible avec les politiques énergétiques. Les systèmes de récupération d'énergie limitent l'impact d'une ventilation accrue. D'autres approches intégrant la vie du bâtiment permettent aussi d'améliorer l'environnement intérieur sans incidence énergétique négative. En effet, de nombreux locaux du tertiaire présentent une occupation intermittente et variable et nous constatons que les systèmes de ventilation et de climatisation actuels intègrent peu cette fluctuation d'usage. Dès lors, les systèmes sont conçus pour une occupation maximale et ne réagissent pas aux variations de la demande en air neuf réduite lors d'occupation restreinte. Les systèmes de ventilation à la demande sont développés pour satisfaire le compromis consommation énergétique — qualité de l'air.

## Les sondes d'asservissement

Afin d'asservir le débit de ventilation à la demande, il convient d'évaluer cette demande à chaque instant. Pour des locaux à occupation tout ou rien, un indicateur de présence peut être utilisé pour diagnostiquer l'usage ou non de la salle.

Pour des locaux à occupation variable, le comptage du nombre d'occupants permet de moduler le débit en fonction de la demande liée aux individus. Cependant, d'autres sources de pollutions peuvent exister.

Le CO<sub>2</sub> est un indicateur du niveau d'impuretés de l'air intégrant aussi bien les pollutions d'origine humaine et non humaine que la qualité de l'air extérieur. La ventilation asservie à la concentration en CO<sub>2</sub> repose sur un critère fondamental et fiable de la qualité de l'air.

Les sondes CO<sub>2</sub> sont généralement munies d'une micropompe qui aspire de l'air intérieur et analyse par la technique de l'infrarouge non dispersif la concentration en CO<sub>2</sub>. Nous nous proposons d'exposer le principe de ventilation asservie au CO<sub>2</sub>, d'évaluer les performances sur 2 sites.

Sonde de qualité de l'air intérieur (doc. Flakt).



## La ventilation asservie au CO<sub>2</sub>

### Principe

A l'instar des ventilations des parkings asservies au CO, paramètre le plus significatif de l'activité automobile, la ventilation asservie au CO<sub>2</sub> régule le débit en fonction de la concentration intérieure finale en CO<sub>2</sub>, paramètre objectif de la qualité de l'air intérieur.

La concentration intérieure en CO<sub>2</sub> résulte du nombre de personnes, de l'activité, des productions d'origine non humaine et de la pureté de l'air extérieur. Le temps de réponse de la sonde est très faible, inférieur à une minute, et permet ainsi une modulation en temps réel du débit.

La sonde délivre un signal 0-10 V proportionnel à la concentration intérieure. Cette information est intégrée par les organes de régulation. Le principe de régulation peut être proportionnel, intégral ou/et différentiel tout comme pour les systèmes à débit variable contrôlé par la température. A l'instar des thermostats, le positionnement optimal de la sonde est fondamental. La sonde peut être située sur un mur ou dans la gaine de reprise.

### Plage de modulation des débits

Suivant la configuration et l'usage du bâtiment (monozone, multizone, occupation, pertes de charges, niveau acoustique), la technique de régulation du débit diffère (fig. 1). Ainsi, pour des locaux monozones, l'action directe sur le ventilateur par l'intermédiaire d'un variateur de fréquence ou d'un Réglavent (compensateur de pression) motorisé sont des réponses appropriées. Par contre dans un bâtiment multizone, le contrôle doit être local et est effectué grâce à un registre motorisé. Les débits maximaux définis lors de la conception peuvent être corrigés par un réglage du seuil haut des organes régulateurs. Les débits minimaux peuvent de même être ajustés in situ. Il convient toutefois de limiter la modulation débit maxi/débit mini à un rapport inférieur à 6 avant d'éviter les problèmes acoustiques et les perturbations aérodynamiques dans le reste du réseau. De plus, pour supprimer les fluctuations de débits trop rapides, la rampe d'accélération des organes doit être réglable.

### Avantages du système

- Bénéfice de la dilution

Avant d'atteindre un seuil de concentration limite, l'air intérieur peut absorber un dégagement de polluant. Le temps de dilution est bénéfique pour réduire la consommation énergétique tout en assurant une qualité de l'air. Cette particularité pourra être mise au maximum à profit dans les grands volumes munis de ventilateurs de brassage.

- Purge du bâtiment

Après le départ des occupants, le système de ventilation continue à fonctionner jusqu'à ce que la concentration intérieure soit en deçà du seuil prescrit. Ainsi, le bâtiment est purgé de ses contaminants et lors de la prochaine occupation, l'air sera sain et pur.



Salle de réunion dont la ventilation est asservie à la demande.

• Une qualité de l'air intérieur

Le débit de ventilation est dépendant de la concentration finale résultante, incluant donc la qualité de l'air neuf et la production intérieure de contaminants. Ainsi, les débits d'infiltration seront intégrés dans la mesure de la sonde. Ils pourront même être évalués par un simple arrêt du ventilateur et par l'analyse de l'évolution de la concentration intérieure.

• Une modulation des débits continue

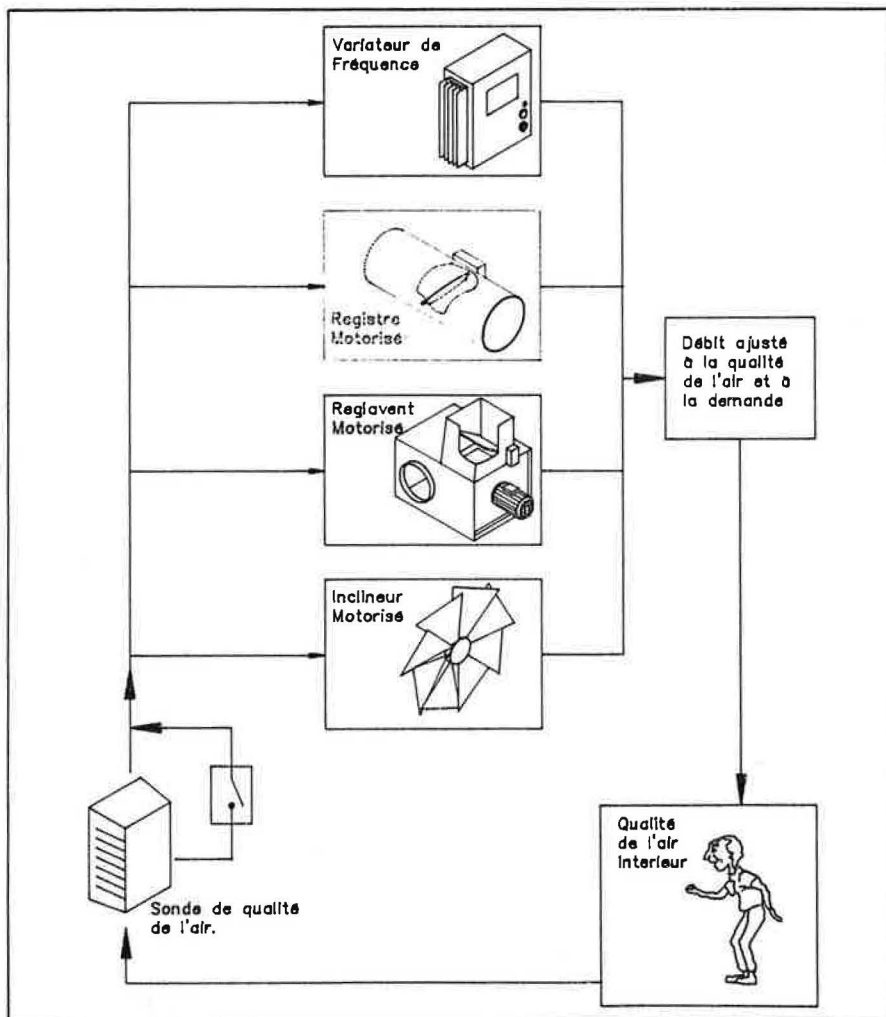
A l'inverse des systèmes classiques qui ne disposent que de 2 niveaux de débits figés, le système CO<sub>2</sub> offre une modulation continue de la plage des débits, permettant ainsi une économie d'énergie significative.

**Exemple**

**Auditorium**

Le bâtiment possède un système de ventilation à débit variable par insufflation. L'auditorium de 100 m<sup>2</sup> est limité à 60 personnes et le débit peut varier entre 750 m<sup>3</sup>/h et 1 800 m<sup>3</sup>/h, la modulation s'effectue par registre, l'introduction d'air s'effectue par des diffuseurs à faible portée. L'asservissement d'origine à la température a été substitué par la sonde de CO<sub>2</sub>. Dès que la concentration excède 600 ppm, le débit insufflé est augmenté. Dans cette installation, nous constatons que la concentration n'a jamais excédé 800 ppm et que la modulation des débits est nettement plus rapide qu'avec une

Fig. 1. Les quatre solutions techniques possibles suivant la configuration du bâtiment et le réseau aéraitique.



sonde de température. De plus, la qualité de l'air a été améliorée sans augmentation de la consommation énergétique.

**Salle de réunion**

D'un point de vue ventilation, la salle de réunion est traitée indépendamment. La modulation du débit extrait est effectuée par action directe sur la ventilation grâce à un variateur de fréquence asservie proportionnellement à la réponse de la sonde. Les bouches d'extraction sont à faibles pertes de charge. Afin d'augmenter la sensibilisation des usagers vis-à-vis du rôle essentiel de la ventilation, un bouton de commande marche normale/marche forcée/arrêt, ainsi qu'un indicateur de la qualité de l'air est proposé. Afin de mieux appréhender la pertinence du système, un suivi est réalisé. Nous constatons la forte sensibilité du système à toute variation d'occupation et au niveau de pollution extérieure. Ainsi, en des sites pollués, tels que zones industrielles, le système peut conduire à une surventilation par rapport à des systèmes conventionnels. Cependant, la qualité de l'air, la santé et le confort des usagers ne doivent pas limiter le concepteur à la considération de l'unique paramètre énergétique.

**Le système proposé et la réglementation française**

Les débits de renouvellement d'air des réglementations françaises et étrangères sont calculés à partir de la limite de 1000 ppm de concentration intérieure en CO<sub>2</sub>.

En France, le document de référence est la circulaire du 9 mai 1985, reprise dans un fascicule édité par le ministère du Travail et l'INRS.

Jusqu'à présent, faute de disposer d'appareils fiables et peu onéreux, les débits d'air de renouvellement étaient fixés à partir d'une valeur forfaitaire de CO<sub>2</sub> déjà contenu dans l'air extérieur de 300 ppm et ne tenaient pas compte du dégagement d'origine non humaine.

La teneur en CO<sub>2</sub> contenu dans l'air extérieur peut varier, par exemple entre 100 ppm à proximité de notre usine de Saint-Maixent-l'École (79) et 600 ppm dans des zones en forte concentration urbaine et industrielle. De plus, sur un même site, la concentration extérieure évolue temporellement. La ventilation asservie en CO<sub>2</sub> permet de ne plus se contenter de valeurs forfaitaires et de préserver la santé et le confort des occupants respectant la circulaire citée ci-dessus.

Le dimensionnement de l'installation restera inchangé conformément aux arrêtés publiés en 1988 relatifs aux équipements et aux caractéristiques thermiques dans les bâtiments autres que l'habitation.

**Conclusion**

La satisfaction du client est l'indice fondamental pour juger de l'échec ou du succès d'une installation. Notre expérience permet aujourd'hui de garantir la qualité de l'ambiance intérieure et la satisfaction des usagers et des gestionnaires.