



Etudié et appliqué depuis une dizaine d'années en Suède, le système de ventilation à déplacement d'air innove en matière de distribution en mettant en œuvre des plénums avec façades à panneau perforé montés en partie basse des locaux.

Amélioration du confort tant en hiver qu'en été, diminution des teneurs en impuretés de l'air pour un coût inférieur à celui des installations classiques, ce système devrait percer rapidement sur le marché français.

Pour la qualité de l'air un autre système de climatisation

René DEGROTT

Directeur des relations de la VIM avec les prescripteurs

Dans les installations de ventilation de confort, on choisit, souvent en raison du coût, de ventiler sans installation de refroidissement terminal.

On ventile uniquement au regard de la pollution des locaux et en acceptant une température un peu élevée pendant la période chaude. La ventilation est dimensionnée en respect des débits d'air minimaux fixés par la réglementation.

Principes du système à déplacement d'air et comparaisons

Dans le cas exposé, qui pouvait être un double flux simple, la proposition est d'installer le diffuseur d'air en partie basse du local ; de ce fait l'air neuf de ventilation est diffusé directement dans la zone d'occupation et la chaleur comme les impuretés de l'air sont déplacées vers la partie haute sous plafond.

Le schéma de la figure 1 illustre la diffusion d'air du système conventionnel et le schéma de la figure 2, celle du système à déplacement d'air.

Les diagrammes des figures 3 et 4 montrent concurremment les gradients de température de l'air ambiant obtenus respectivement avec un système conventionnel et avec le système déplaçant l'air, ceci en saison intermédiaire.

Les diagrammes des figures 5 et 6 montrent concurremment les profils des teneurs en impuretés dans l'air, obtenus respectivement avec un système conventionnel et avec un système déplaçant l'air.

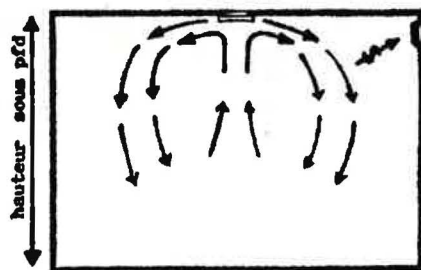


Fig. 1. Mouvement de l'air avec système conventionnel (mélange d'air).



Fig. 2. Mouvement de l'air avec système à déplacement d'air.

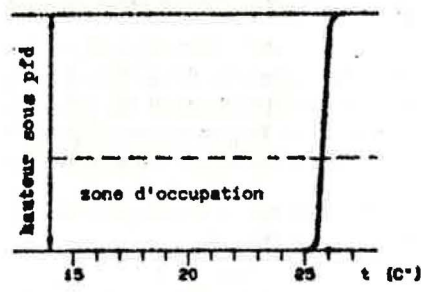


Fig. 3. Températures ambiantes avec système conventionnel (mélange d'air).

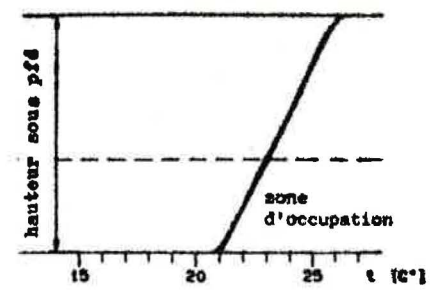


Fig. 4. Températures ambiantes avec système déplacement d'air.

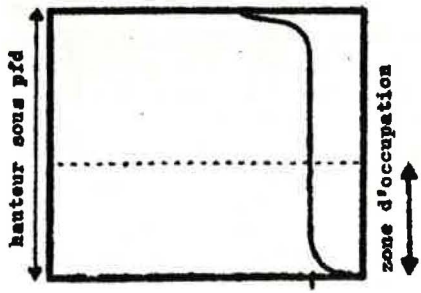


Fig. 5. Teneur en impuretés avec système conventionnel (mélange d'air).

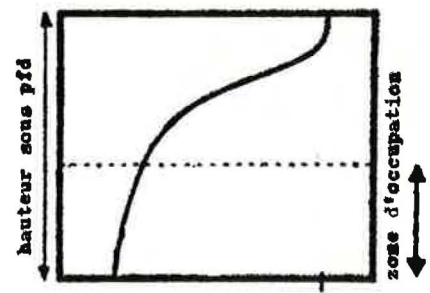


Fig. 6. Teneur en impuretés avec système à déplacement d'air.

De nombreux tests en chambre d'essais à échelle réelle ont confirmé les avantages du système déplaçant l'air comparativement aux systèmes habituels qui mélangent l'air pour la climatisation.

Les avantages consistent en une meilleure qualité de l'air tant du point de vue de la température ambiante en été, que de celui de la teneur en impuretés de l'air dans la zone d'occupation.

Notations relatives à la qualité de l'air

Afin de pouvoir juger de l'efficacité des systèmes de ventilation, on a été amené à introduire différentes notations.

L'ensemble de ces notations a pour but de donner une mesure du climat dans le local et l'importance de l'engagement du point de vue de la ventilation.

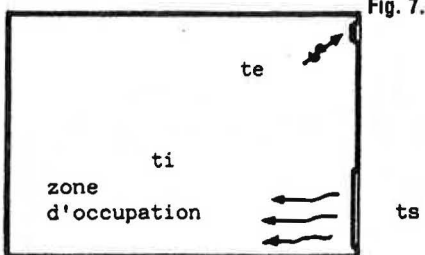
Voici quelques-unes des notations usuelles pour apprécier l'efficacité d'un système de ventilation.

Efficacité sur température

Une façon de comparer différents systèmes de ventilation connaissant les variations de température de l'air consiste à contrôler l'efficacité sur température E_t . L'efficacité sur température se définit comme suit :

$$E_t = \frac{t_e - t_s}{t_i - t_s}$$

où E_t est l'efficacité sur température
 t_e , la température de l'air extrait (°C)
 t_i , la température de l'air en un point considéré de la zone d'occupation (°C)
 t_s , la température de l'air soufflé (°C).



Pour un local ventilé avec un système déplaçant l'air ($t_e > t_i$), l'efficacité sur la température est ainsi plus élevée qu'avec un système mélangeant l'air où $t_i \approx t_e$.

Efficacité sur ventilation

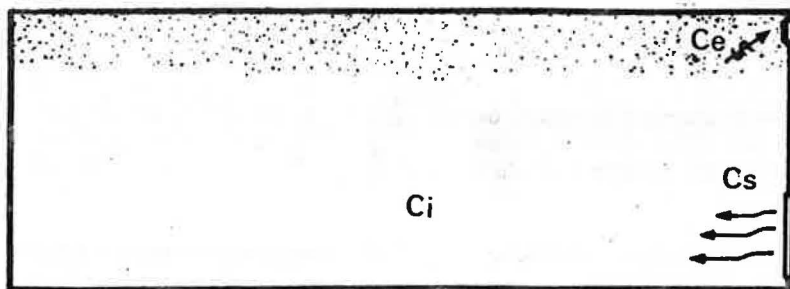
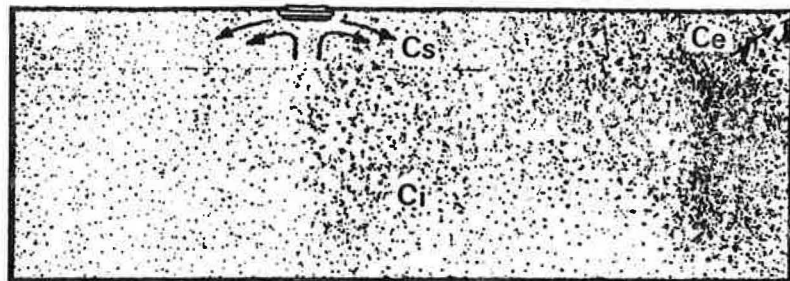
L'efficacité sur ventilation peut se définir de plusieurs façons mais toutes ont en commun de quantifier la pureté de l'air en comparant l'augmentation de concentration d'impuretés à partir

de l'air neuf, de la zone d'extraction à celle d'occupation. L'efficacité sur ventilation peut se définir comme suit :

$$E_v = \frac{C_e - C_s}{C_i - C_s}$$

où E_v est l'efficacité sur ventilation
 C_e , la concentration en impuretés de l'air extrait
 C_i , la concentration en impuretés de l'air en un point considéré de la zone d'occupation
 C_s , la concentration en impuretés de l'air soufflé.

Dans un système mélangeant l'air (fig. 8), E_v ne peut jamais être supérieur à 1 ($C_e \approx C_i$).



Dans un système déplaçant l'air (fig. 9), E_v est toujours supérieur à 1 ($C_e > C_i$).

La valeur de E_v dans un système dépend du débit d'air, de la hauteur sous plafond, de la chaleur et du froid apportés. C'est pourquoi une valeur générale valable ne peut être donnée.

Efficacité du renouvellement d'air et indice de ventilation

Un groupe d'experts de l'Europe du nord a été chargé d'une réflexion sur les définitions à établir pour caractériser l'efficacité d'un système de ventilation.

Des définitions ont été élaborées qui peuvent se relier aux notions d'appréciation de l'efficacité précédemment considérées. Ces définitions sont formulées comme suit :

« L'efficacité du renouvellement d'air est la mesure de la rapidité avec laquelle l'air est changé.

Elle dépend du débit d'air, provenant de l'extérieur et soufflé après traitement, de la situation des bouches de soufflage et d'extraction, de la différence de température entre air soufflé

et air extrait, de la quantification des sources de chaleur ou de froid dans le local ».

« L'indice de ventilation (ponctuel) donne la concentration ponctuelle en rapport de la concentration dans l'air extrait ».

L'efficacité de renouvellement de l'air s'écrit :

$$E_a = \frac{T_n}{\langle T \rangle}$$

où E_a est l'efficacité sur le renouvellement d'air
 T_n , la constante de temps nominale du système de ventilation
 $\langle T \rangle$, l'ancienneté moyenne de l'air dans la salle.

Cette formule donne une valeur maximale pour E_a en système mélangeant l'air de 0,5 et en système déplaçant l'air de 0,5 à 1,0.

L'indice de ventilation (ponctuel) se désigne E_p et s'écrit

$$E_p = \frac{C_e}{C_p}$$

où E_p est l'indice de ventilation ponctuel
 C_e , la concentration en impuretés dans l'air extrait
 C_p , la concentration en impuretés au point p.

E_p peut ainsi varier en fonction de la position de p dans le local.

Si l'on choisit de placer le point de mesure p dans la zone d'occupation, on voit que la valeur de l'efficacité de ventilation E_v prise en compte auparavant est égale à l'indice de ventilation E_p .

La valeur de E_p peut ainsi varier pour les différents systèmes de ventilation et les charges internes de pollution ; elle est égale à E_v si p est choisi

en une position représentative dans la zone d'occupation.

Il existe ainsi de nombreuses façons d'évaluer l'efficacité d'un système de ventilation. Nous ne voulons, en quelque manière que ce soit, refuser ou recommander l'une d'elles car le but du concepteur est de rendre chaque installation de ventilation aussi efficace que possible des deux points de vue de la pollution et de la température.

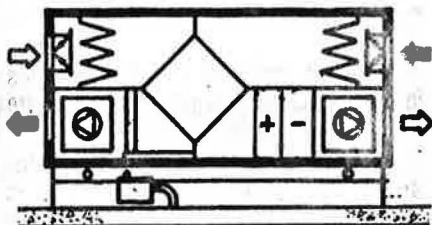
Quelques exemples de valeurs d'efficacité de la ventilation en système déplaçant l'air

Les exemples suivants (fig. 10 et 11) montrent les valeurs d'efficacité que l'on peut obtenir avec des diffuseurs convenables. La zone d'occupation couvre toute la surface du plancher jusqu'à un niveau de 1,80 m dans les applications industrielles et 1,10 m dans les applications concernant les bureaux. Le point p est positionné à la place de travail de l'occupant.

Description de l'installation nouvelle

Le traitement de l'air de ventilation est effectué suivant le schéma habituel du système double flux avec, par exemple, récupération de chaleur sur l'air extrait pour préchauffer l'air neuf : récupérateur à plaques ou à caloduc ou à deux batteries et circuit d'eau glycolée (cf. fig. 12).

Fig. 12. Groupe de traitement d'air.



Le réseau de distribution d'air traité est également de type conventionnel ainsi que le réseau d'extraction d'air (cf. fig. 13).

Fig. 13. Exemple de distribution et d'extraction d'air.

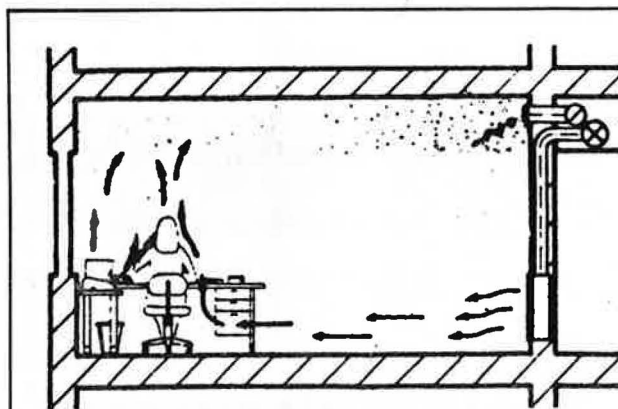
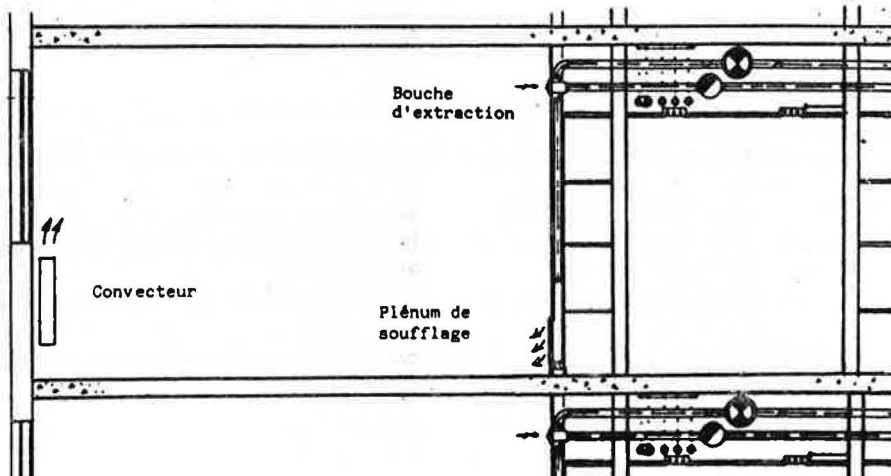


Fig. 10. Bureau
Et ≈ 1,3-1,9
Ev ≈ 2-10
Ea ≈ 0,6-1,0
Ep ≈ 2-10

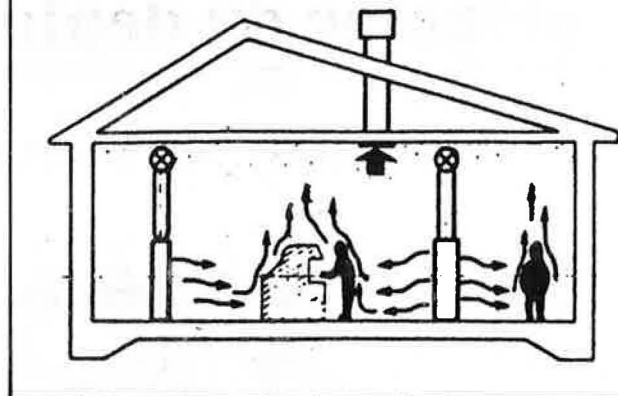


Fig. 11. Atelier
Et ≈ 2-5
Ev ≈ 2-15
Ea ≈ 0,5-1,0
Ep ≈ 2-25

L'innovation concerne les diffuseurs d'air qui se présentent sous la forme de plénums avec façade à panneau perforé montés à la partie basse des locaux. La conception particulière de ces plénums, assurant une égale répartition d'air sur les panneaux perforés, permet d'obtenir une vitesse d'air près du diffuseur ne dépassant pas 0,20 m/s, vitesse considérée comme critère de bien-être. Une gamme convenable de grandeurs autorise la sélection des diffuseurs répondant aux caractéristiques requises.

En saison froide, l'air neuf est réchauffé à une température légèrement inférieure à celle recherchée dans le local. La couverture des déperditions par les parois est assurée par des convecteurs électriques, ou tout autre type de chauffage statique.

En saison chaude, l'air neuf est introduit à la température extérieure ou mieux à une température inférieure en faisant un double flux rafraîchi.

Dans ce cas, l'air neuf est refroidi à une température équivalente à celle utilisée en saison froide ou légèrement au-dessous, jamais en tout cas inférieure à 16°C.

Dans les conditions ainsi décrites, la température dans la zone d'occupation est de l'ordre de 21°C en hiver, de 24°C en été, et la température de l'air extrait sous plafond est de l'ordre de 22°C en hiver et de 28°C en été.

Conclusion

Ce système de climatisation à déplacement d'air autorise, à moindre coût que les installations de climatisation habituelles, de réaliser des conditions de confort convenables en été (surtout avec double flux rafraîchi) comme en hiver du point de vue de la température, et plus performantes du point de vue de la pollution.

Lancé il y a 10 ans en Suède, il y a connu un développement remarquable qui a gagné toute la Scandinavie. Cela n'est pas étonnant quand on sait l'importance accordée dans les pays nordiques aux conditions d'ambiance dans l'habitation, au bureau ou à l'atelier.

A l'heure où notre pays connaît une croissance dans la construction et la réhabilitation d'immeuble de bureaux, cet autre système de ventilation à déplacement d'air est intéressant à étudier par les maîtres d'ouvrage, les maîtres d'œuvre et les bureaux d'études techniques.