

Tous les systèmes de ventilation peuvent être associés aux plafonds KaRo: ventilation classique par brassage d'air, VMC, ventilation par déplacement, ou même, c'est souvent le cas en rénovation, ventilation par simple ouverture des fenêtres.

SOMMAIRE

1	Plafond KaRo associé à un traitement de l'air soufflé.....	1
2	Ventilation par brassage d'air.....	2
3	Ventilation par déplacement	2
4	Ventilation par déplacement ou par brassage	6
5	Ventilation par les fenêtres ou VMC : une solution en habitat et petit tertiaire.....	6

1 Plafond KaRo associé à un traitement de l'air soufflé

Les plafonds KaRo sont généralement associés à un système de traitement d'air assurant la mise en température de l'air soufflé, ainsi que sa filtration. La plupart du temps, il est également prévu une déshumidification de l'air soufflé, ce qui (voir chapitre 7) permet une amélioration tout à la fois de l'émission du plafond et des conditions de confort.

Le débit d'air neuf est uniquement fonction des normes d'hygiène qui sont principalement fixées par le Code du Travail et le règlement sanitaire (voir aussi Cahier du CSTB n° 2286). En bureau, le débit d'air est généralement de 25 m³/h par personne.

Dans son esprit, la réglementation française ne vise qu'à traiter la pollution de l'air par les occupants. Or, une part importante de la pollution intérieure provient des matériaux présents dans le bâtiment. Il est donc important, pour obtenir une qualité d'air suffisante, de ne pas se limiter à la pollution par les occupants mais aussi de veiller à utiliser des matériaux et des équipements sains.

Fenêtres

Les plafonds KaRo sont parfaitement compatibles avec l'ouverture des fenêtres car les sondes de point de rosée empêchent la formation éventuelle de buée.

De plus, l'expérience montre que les utilisateurs adaptent spontanément leur comportement: en hiver, lorsqu'il fait froid, personne n'a tendance à ouvrir les fenêtres; il en va de même en climatisation l'été, car alors, l'air ambiant est plus agréable que l'air extérieur humide.

2 Ventilation par brassage d'air

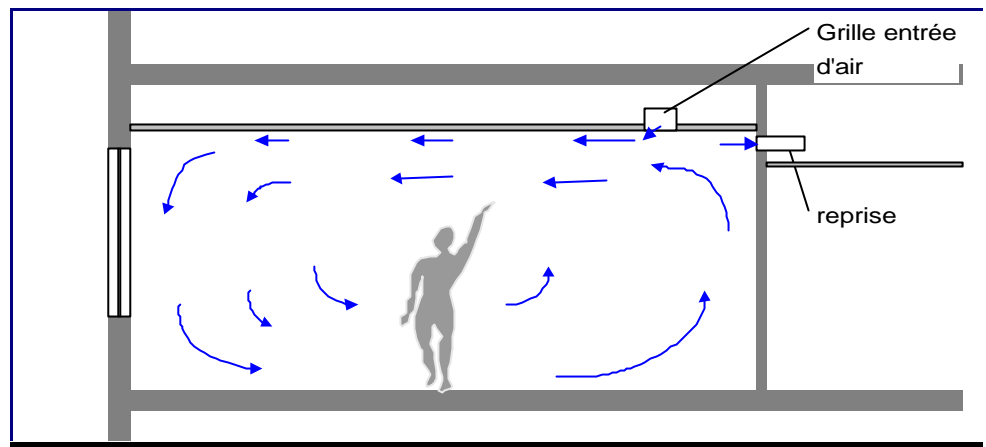


Figure 1: schéma classique de circulation d'air dans le cas d'une ventilation par brassage d'air.

La ventilation par brassage d'air constitue la solution traditionnelle. Elle ne pose pas de problème particulier si ce n'est qu'il faut prévoir une réservation dans le cas de grilles plafonnères.

On préférera donc, si cela est possible, la mise en place de grilles murales. Dans tous les cas, il est souhaitable (voir figure 1) de veiller à ce que le jet d'air soit dirigé en sous face de la surface plafonnière. On améliore ainsi (voir chapitre 8) les échanges thermiques de façon notable.

3 Ventilation par déplacement

Caractéristiques

Jusqu'à la fin des années 80 la climatisation par plafond froid était associée uniquement à la ventilation par déplacement, ce qui était le garant d'un confort absolu.

Effectivement, la ventilation par déplacement ne crée aucun courant d'air gênant (voir appendice 1), il n'y a pas de gêne acoustique, et (voir ci-après) l'évacuation de l'air vicié s'effectue avec une meilleure efficacité.

En ventilation par déplacement, l'air froid est "versé" dans le local. Il se forme en partie basse un lac d'air frais qui s'épanche vers le haut, et ce, exclusivement par réchauffement au contact des sources de chaleur du local, donc par poussée naturelle. Les flux d'air induits sont en effet relativement élevés. Ainsi, le débit d'air horaire induit par un occupant est-il approximativement égal à son poids. Cela représente donc un flux d'environ 75 kg/h ou 62 m³/h pour un homme d'un poids moyen.

Lorsque ce débit est supérieur au débit de ventilation, une partie de l'air induit par les occupants redescend vers le bas. Il se crée alors, comme cela est représenté à la figure 2, des rouleaux d'air localisés à proximité des occupants. Si au contraire le débit de ventilation est supérieur au débit induit, c'est la ventilation par déplacement qui prédomine et emporte la totalité des émanations (chaleur, odeur) des occupants.

La ventilation par ouverture de fenêtre est comparable à la ventilation par déplacement: il n'y a aucune production de bruit, et si la température extérieure est de l'ordre de 15 ou 20°C pas de courant d'air gênant.

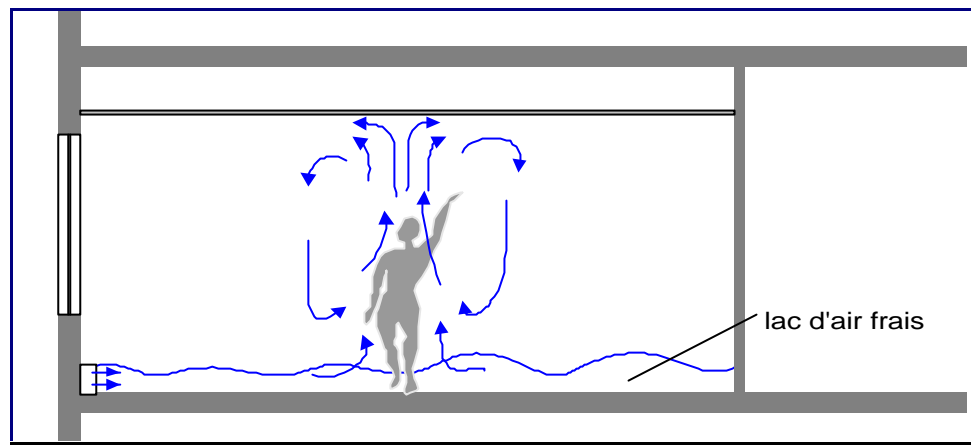


Figure 2: Mouvements d'air induits par la chaleur humaine en cas de ventilation par déplacement.

Conception des bouches de diffusion

Les grilles de ventilation ordinaires doivent répondre à des règles strictes d'implantation. Il faut en effet assurer une bonne diffusion sans créer de courants d'air gênants.

Avec les systèmes de ventilation par déplacement, cette contrainte disparaît: en raison de l'effet de lac froid et de la diffusion basse vitesse (environ 20 cm/s) la disposition des bouches dans le local peut être choisie librement.

Les bouches sont d'une conception extrêmement simple puisqu'il s'agit en général d'une simple enveloppe perforée. Les exigences essentielles sont:

1. Bonne répartition du flux d'air à travers les orifices: cela nécessite une conception aéraulique élaborée avec par exemple chambre de tranquillisation et conduit donc à un encombrement relativement important des bouches (qui peuvent toutefois être facilement intégrées dans des éléments ou des meubles)
2. Obtention de flux d'air laminaires à faible vitesse pour éviter les turbulences qui dégraderaient le confort aéraulique et l'effet de déplacement. Le caractère laminaire est généralement obtenu par interposition d'un matériau

laminarisateur (feutre fin), et la vitesse du flux d'air (rapportée à la section totale de la bouche) est de l'ordre de 20 cm/s.

3. Confort acoustique: la vitesse dans les gaines d'amenée d'air faible doit rester faible (environ 4 m/s) . En effet, la ventilation par déplacement et les plafonds froids étant des équipements parfaitement silencieux, il convient de ne pas dégrader l'acoustique, et pour cela de maintenir des vitesses d'air modérées dans les conduits d'amenée.

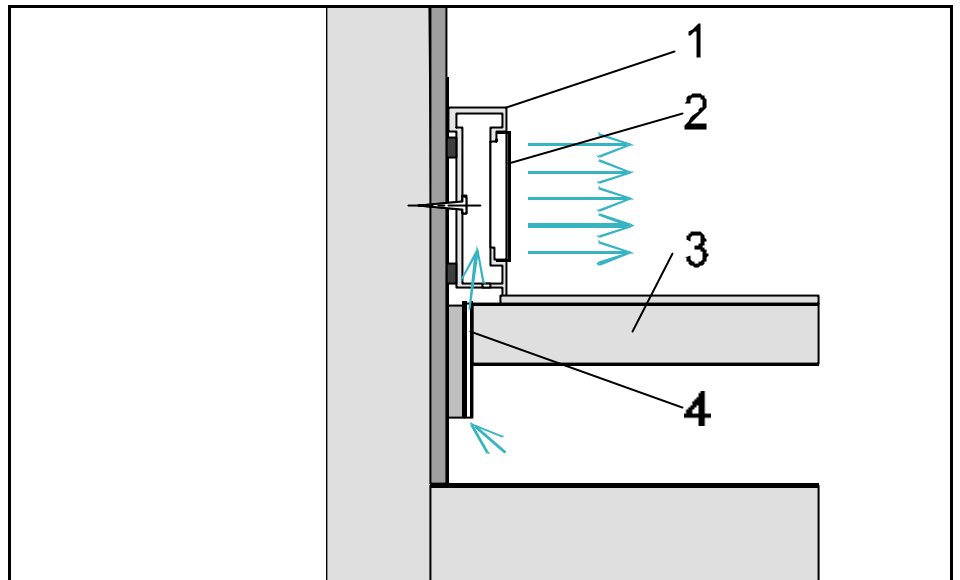


Figure 3 : Exemple de bouche (2) à déplacement d'air: Liteau de plancher (1) (développeur : HeKa KaRo)
La bonne répartition d'air est assurée par une double enveloppe (3) avec interposition d'un profil (4) perforé au niveau du joint de dilatation du mur.

Efficacité de la ventilation

L'efficacité E d'un système de ventilation est donnée par l'expression:

$$E = \frac{e_s - e_0}{e - e_0}$$

où:

ε est la concentration en polluant au niveau des occupants,

ε_0 est la concentration en polluants de l'air entrant,

ε_s est la concentration en polluant de l'air extrait.

En ventilation par brassage d'air, il y a uniformisation de la concentration de polluants: ε et ε_s prennent la même valeur; l'efficacité de la ventilation est $E = 1$.

En ventilation par déplacement, les polluants ont tendance à se localiser dans la partie haute de la pièce et sont donc plus rapidement évacués par le système

de ventilation. On traduit cela en disant que l'efficacité de la ventilation par déplacement est supérieure à celle de la ventilation ordinaire par brassage d'air. En ventilation par déplacement les polluants restent principalement localisés en partie haute de la pièce et dans les "rouleaux" convectifs. L'efficacité étant plus élevée, on obtient donc, pour un même débit, une meilleure qualité d'air.

Ce résultat, amplement confirmé par de nombreuses expérimentations est en grande partie à l'origine du succès de la ventilation par déplacement dans les pays germaniques ou scandinaves. Il faut cependant ajouter que la présence de plafonds froids joue à contresens de cet avantage.

En effet, les mouvements convectifs descendants peuvent entraîner une recirculation de l'air vicié du haut vers le bas où il est à nouveau entraîné par l'air de déplacement: des mesures (projet F&E /1/ dans les usines pharmaceutiques Henning - 1988) ont clairement mis en évidence ce phénomène qui se manifeste dès que la part des plafonds froids dans le bilan climatique excède environ 20%.

Ainsi, contrairement à ce que pourrait laisser penser un raisonnement trop rapide, l'association d'un plafond froid avec une ventilation par déplacement ne conduit pas forcément à une qualité d'air comparable avec celle qui serait obtenue avec une climatisation assurée uniquement par une ventilation par déplacement.

Ainsi, la ventilation par déplacement, si elle est préférable sur le plan de l'acoustique et du confort à celle par brassage d'air, n'est, lorsqu'elle est associée à des plafonds froids, pas forcément meilleure en termes de qualité d'air intérieur.

Ventilation par déplacement à partir du plafond

En raison de l'encombrement des bouches de ventilation, il n'est pas toujours possible de mettre en œuvre les systèmes de ventilation par déplacement. Il est alors parfaitement possible de disposer les bouches... en plafond:

L'air est versé laminairement dans les locaux à travers les grilles du plafond, (projet Lichtwer Pharma. /2/). Si les bouches sont à proximité du mur, l'air circule près du mur vers le bas et est dévié au sol vers le lac d'air frais. Tout se passe alors comme si l'air provenait d'une véritable bouche de ventilation par déplacement. Le seul inconvénient est un léger risque d'inconfort dû à la chute d'air frais au droit de la bouche plafonnière, mais cet inconfort reste localisé et peu gênant en pratique.

Un moyen simple d'assurer une ventilation par déplacement au départ du plafond consiste à utiliser comme bouche une plaque perforée d'un plafond suspendu, cette plaque devant, comme les bouches en partie basse, être équipée du feutre laminarisateur.

Naturellement, il faut faire attention à la température de soufflage d'air d'admission. Si elle est trop basse, il y a accélération par gravité de l'écoulement d'air et apparition d'inconfort du au courant d'air froid. Si elle est trop élevée (c'est le cas lorsque la différence de température avec la partie haute du local est de 2 ou 3°C), l'air a tendance à rester collé au plafond.

4 Ventilation par déplacement ou par brassage.

Avec les plafonds KaRo, la seule fonction impartie à la ventilation est le renouvellement d'air hygiénique. Cette ventilation qui nécessite des débits d'air relativement faibles ne peut être à l'origine de phénomènes d'inconfort thermique.

La ventilation par déplacement ne constitue donc pas un avantage décisif, même si elle permet d'améliorer l'efficacité de la ventilation et, à débit égal d'apporter un peu plus de frigories que la ventilation par brassage.

Elle permet la réduction de la ventilation en hiver.

On retiendra donc que les plafonds KaRo peuvent être combinés avec chaque système de ventilation. Le critère déterminant est en définitive les contraintes de site: possibilités de montage et coût des systèmes aérauliques.

5 Ventilation par les fenêtres ou VMC : une solution en habitat et petit tertiaire.

Les plafonds KaRo ne nécessitant pas de ventilation mécanique, il est envisageable d'assurer la ventilation par simple ouverture des fenêtres.

On notera cependant que par temps chaud et humide ce mode de ventilation conduit à une diminution de l'émission du plafond. En effet, il n'est alors plus possible de déshumidifier l'air intérieur, et, pour éviter les risques de condensation, il faut (voir ch.3) maintenir la température d'entrée d'eau à une valeur supérieure d'environ 2°C à la température de rosée de l'air extérieur.

La limite en température d'eau permet d'éviter les condensations lors de l'ouverture des fenêtres. Toutefois, en cas de fermeture prolongée des fenêtres, la température de rosée de l'air du local est susceptible d'excéder la valeur ainsi fixée. Il est donc nécessaire (voir ch.3) de prévoir une sécurité complémentaire par sonde à point de rosée disposée au plafond.

Avec une ventilation par fenêtre, il est (comme avec tout autre système de climatisation) nécessaire de dimensionner plus largement le plafond froid. En effet, en l'absence de traitement d'air, le plafond doit en plus chauffer ou refroidir l'air extérieur, ce qui nécessite la mise en œuvre de puissances plus importantes: de l'ordre de 30% de puissance frigorifique supplémentaire dans le cas d'un bureau.

Limitation réglementaire

L'association d'un système de climatisation avec une ventilation par ouverture des fenêtres, si elle est parfaitement admise en bâtiments d'habitation, fait, pour les bâtiments tertiaires neufs, l'objet de certaines restrictions.

En effet, l'arrêté du 13 avril 1988, applicable aux constructions neuves de bureaux ou de commerces, impose soit une régulation en fonction de la température extérieure, soit, lorsque la surface climatisée est supérieure à 400 m², la mise en place d'un dispositif (contacts de feuillure) arrêtant automatiquement la climatisation du local en cas d'ouverture des ouvrants.

La pertinence de cette disposition réglementaire a été largement discutée (pourquoi une telle exigence en climatisation et pas en chauffage où l'impact énergétique est plus fort). Elle est en outre moins adaptée aux systèmes de climatisation par rayonnement pour lesquels la température d'air est plus élevée.

On retiendra en définitive que cette disposition réglementaire ne concerne que les immeubles tertiaires neufs avec plus de 400 m² de surface climatisée. Elle ne s'oppose donc absolument pas au marché principal des installations avec ventilation traditionnelle par fenêtre: les petites et moyennes surfaces, et, quelle que soit leur taille, les opérations de réhabilitation.

VMC

L'installation d'une VMC avec grilles d'entrée d'air constitue naturellement une amélioration par rapport à la ventilation par ouverture des fenêtres et doit lui être préférée dans la mesure où la disposition des lieux le permet.

/1/ Herbst, D., Cousin, R.: Production pharmaceutique avec plafond climatisé et ventilation 1987

/2/ Herbst, D., Cousin, R.: Ventilation par bouche plafonnière. 1986