

# UN NOUVEAU CONCEPT DE VENTILATION MÉCANIQUE INDUSTRIELLE

L. SCOTOT

Des recherches ont été entreprises par la société suédoise BAHCO pour améliorer la ventilation des locaux industriels et ont abouti à un nouveau concept de ventilation commercialisé en France sous le nom de Transfair. Ce dispositif permet de se

libérer de certains inconvénients classiques liés au type des locaux concernés: conception globale de la ventilation, stagnation de l'air chaud en partie haute, brassage des poussières, etc.

Depuis longtemps, le procédé le plus classique pour ventiler des locaux industriels ou de grande emprise au sol tels que: ateliers de soudure et de fabrication, halls de montage, grandes cuisines, blanchisseries d'hôpitaux, salle de conférences, etc. est d'insuffler de l'air frais en partie supérieure et de reprendre au niveau du sol de l'air ambiant pour recyclage partiel (pour réduction de la consommation d'énergie) et rejet à l'extérieur du débit restant.

L'expérience prouve en effet qu'entre + 20 et 23 °C, les accidents du travail augmentent; par contre à + 15 °C, le taux d'efficacité de l'activité professionnelle n'est plus que d'environ 75 % de celui relevé vers + 20 °C.

Le système simple précité, mis en œuvre depuis longtemps, assure une **ventilation moyenne** du volume traité avec des résultats inégaux; il s'assortit de contraintes non négligeables.

▷ **La ventilation est conçue globalement;** tous les apports calorifiques sont pris en compte et leur bilan sert à déterminer un débit minimal d'air, à souffler (qu'il soit refroidi mécaniquement ou non) alors qu'a priori, seule la zone de 1,80 à 2,50 m de hauteur par rapport au sol est exploitée et mérite une température intérieure de confort.

**La chaleur dégagée** par les équipements ou les occupants entraîne une moindre densité de l'air ambiant: celui-ci tend à s'élever.

▷ **L'air est insufflé en partie supérieure;** dans les locaux de grande hauteur, pour que la **portée** de cette émission soit efficace, il faut souffler de l'air à des vitesses comprises entre 2 et 5 m/s; cette relative grande vitesse de soufflage **entraîne par induction** une certaine quantité d'air ambiant échauffé arrivant à proximité.

▷ Les poussières et impuretés sont ainsi constamment brassées.

▷ Les mouvements d'air sont perceptibles et deviennent gênants notamment pour les personnes assises; des études précises ont montré que cette sensation était plus marquée au niveau de la nuque que sur les pieds.

Des recherches ont été poussées pour se libérer de ces sujétions et ont abouti depuis une dizaine d'années à un nouveau concept de ventilation mécanique mis au point par BAHCO VENTILATION en SUÈDE; il s'agit du système commercialisé en France sous le terme de TRANSFAIR (ce terme devient FLOORMASTER dans les pays scandinaves et anglophones).

## 1 Le système TRANSFAIR

### 1.1 CONCEPTION DE BASE

L'air neuf frais est soufflé en zone basse du volume à ventiler (hauteur de soufflage ≤ 2,50 m) et accélère la montée de l'air chaud et pollué auquel il se substitue d'où sa qualification de **ventilation par déplacement**.

Pour éviter un mélange des deux « qualités » d'air, l'insufflation de l'air frais est réalisée à faible vitesse d'émission ( $0,2 < V_0 < 0,5$  m/s) par des grilles spéciales assurant un soufflage homogène.

L'idée (simple) de départ de ce nouveau concept est de « remplir » la section basse du volume exploitée pour empêcher l'épandage de l'air vicié indésirable.

Par contre, l'extraction de cet air, maintenu au-dessus de la zone utilisée, est réalisée en partie supérieure du volume entraînant simultanément l'évacuation de la chaleur dégagée dans celle-ci.

## Ventilation mécanique industrielle

En résumé, la conception intéressante de ce procédé est de **séparer hydrauliquement** :

- ▷ la section inférieure du local où se situent les postes de travail et où se tiennent les auditeurs ; seuls, sont pris en compte pour le calcul du débit d'air à souffler **Q** les **apports thermiques dégagés dans cette zone** ;
- ▷ la section complémentaire comprise entre celle-ci et la toiture où l'air (pollué et échauffé se maintient par tirage thermique) est évacué directement au-dessus du bâtiment.

Cet intérêt est accentué par une introduction d'air extérieur sans recyclage, donc **neuf** où l'hygiène trouve son compte.

L'air extrait passe sur un échangeur avant son rejet à l'atmosphère et transfère une partie de l'énergie qu'il supporte à l'air neuf admis.

En période de chauffage, le procédé demande quelques aménagements : maintien du gradient de température par chauffage statique le long des parois froides ou soufflage d'air chaud au-dessus de la zone d'insufflation d'air neuf par des aérothermes.

### 1.2 TECHNOLOGIE

Le matériel de base est le diffuseur TRANSFAIR de développement hémi-circulaire convexe et à génératrice verticale.

Cette forme de surface d'émission a été déterminée pour **assurer un soufflage homogène de l'air et éviter tout phénomène d'induction** ; compte tenu de sa très faible vitesse au plan d'émission de l'ordre de 0,2 à 0,5 m/s, **une résistance aéraulique** a été prévue à l'intérieur de ce diffuseur pour réaliser une bonne répartition du débit ; l'air est introduit en partie supérieure de ce diffuseur monté en plenum, par une gaine de section circulaire.

Les très faibles vitesses de sortie de ces bouches facilitent les problèmes d'atténuation acoustique pour les locaux courants (**diffuseur type 2**), le constructeur en a prévu une version plus performante au plan acoustique (**diffuseur type 1**).

Ces diffuseurs sont proposés respectivement en 1,00, 1,50, 2,00 et 2,50 m de hauteur et 8 grandeurs standard et peuvent assurer le soufflage d'air de 0,3 à 0,6 m/s.

Selon la grandeur et le type du diffuseur sélectionné, le débit unitaire soufflé s'étale de 500 à 18 000 m<sup>3</sup>/h et pour des niveaux acoustiques  $20 < L_A \text{ dB (A)} < 55$  ; la hauteur du diffuseur sélectionné doit être inférieure aux 2/3 de la hauteur sous plafond (**figure 1**). Les caissons de ventilation : filtrage et traitement placés en amont, ont été également mis au point par BAHCO VENTILATION qui

disposait déjà de la gamme d'appareils ABX ; cette gamme a été adaptée au système TRANSFAIR.

Les extractions d'air sont réalisées, pour les zones polluantes, par des hottes aspirantes (également mises au point par le même constructeur) au-dessus des plans de travail ou plus classiquement par des grilles d'aspiration ; ces extractions sont raccordées au caisson de ventilation qui assure leur rejet à l'extérieur après mise en pression suffisante et récupération d'énergie.

Les vitesses d'émission très faibles nécessitées par ce procédé favorisent l'utilisation de **soufflage d'air à volume variable** ; en effet, à ces vitesses, la notion habituelle de portée devient un non-sens et n'influe donc pas sur l'uniformité de la diffusion.

ce type de local, ceux-ci étaient conditionnés jusqu'à présent par un soufflage classique d'air réchauffé, refroidi, humidifié ou déshumidifié selon les conditions climatiques extérieures et filtré ; ce soufflage en partie haute et avec une température définie par la somme des apports thermiques, entraînait une sensation de courants d'air et une perception aiguë de la différence de température entre air soufflé et air ambiant.

Un système avec diffuseurs TRANSFAIR a été installé depuis peu à la satisfaction des chirurgiens et de leur équipe ; l'introduction d'air neuf près du sol et à une vitesse minimale n'entraîne plus les inconvénients précités ; en outre, la dispersion des poussières et bactéries est mieux maîtrisée puisque celles-ci sont immédiatement dirigées vers la partie sous plafond du bloc où se fait l'extraction d'air souillé.

L'efficacité de la ventilation au plan de la concentration en particules indésirables peut s'exprimer comme :

$$\epsilon_c = \frac{C_e - C_n}{C_a - C_n}$$

où :

- C<sub>e</sub>** = concentration dans l'air extrait
- C<sub>n</sub>** = concentration dans l'air neuf
- C<sub>a</sub>** = concentration dans l'ambiance (0 à 2,00 m au-dessus du sol).

### 2.2 USINE DE BISCUITERIE

Cette usine, employant près de 500 ouvrières, assure le conditionnement de biscuits ; au niveau d'exploitation, les apports sont constitués par les dégagements de chaleur animale (100 W en chaleur sensible) et ceux dissipés par les machines et matériels de transport d'une chaîne à l'autre.

## 2 Applications

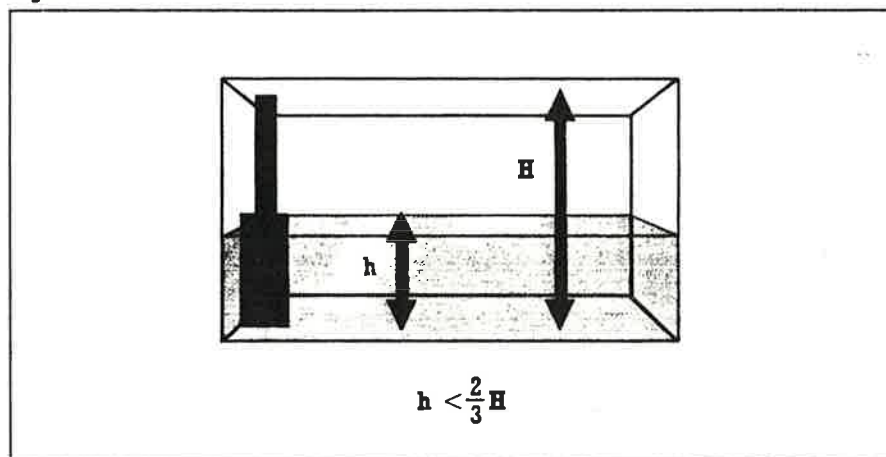
Ce système a été développé pendant la dernière décennie principalement en Suède et plusieurs installations sont en cours de réalisation en France ; il a comme corollaires :

- ▷ le développement de la recherche ;
- ▷ la réduction des frais de chauffage ;
- ▷ dans certains cas, moindre coût de police d'assurance (par réduction des risques d'incendie).

### 2.1 BLOCS OPÉRATOIRES DANS UNE CLINIQUE CHIRURGICALE

La réglementation locale imposant un renouvellement d'air d'au moins 17 volumes/h dans

Figure 1



## Ventilation mécanique industrielle

Un système de ventilation TRANSF'AIR assure un soufflage d'air extérieur, donc légèrement plus frais que l'air ambiant, dans la zone de travail et une évacuation de l'air échauffé en partie supérieure; une visite en mezzanine montre à l'évidence la différence des températures obtenues.

L'efficacité de cette ventilation au plan de la température sèche peut s'exprimer comme :

$$\epsilon_1 = \frac{t_e - t_n}{t_a - t_n}$$

où :

$t_e$  = température de l'air extrait

$t_n$  = température de l'air neuf

$t_a$  = température dans l'ambiance rafraîchie par soufflage d'air.

Sur le site, cette ventilation mécanique est appréciée par le personnel par rapport à la situation antérieure.

### 2.3 USINE VOLVO : FABRICATION DE CARROSSERIES POUR AUTOMOBILES TYPE 740 ET 760

Ce hall d'usine est traité par près de 200 unités de soufflage assurant une température appréciable le long des postes de travail; les fumées dégagées par les postes de soudure automatiques sont captées ponctuellement et immédiatement rejetées en partie haute, d'autant mieux qu'elles ne sont plus perturbées par des soufflages d'air à vitesses conventionnelles.

Les fumées, échappant à ces aspirations particulières, sont aspirées en partie haute du hall; leur ascension est facilitée par l'introduction d'air de remplacement au niveau du sol.

Pour ne pas perturber cette ventilation, des aérothermes sont prévus pour le chauffage et placés en élévation à 4 ou 5 m au-dessus du sol.

### 2.4 SALLE DE CONCERTS DE 1 300 PLACES

Ce type de salle est généralement un problème difficile à résoudre par les maîtres d'œuvre.

a) la concentration d'auditeurs entraîne un débit d'air important; le soufflage de celui-ci

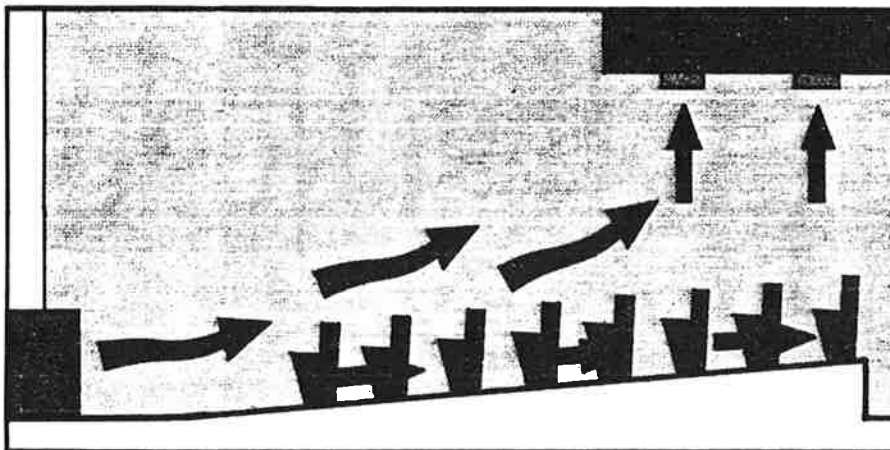


Figure 2

engendre des mouvements d'air au niveau des individus en position statique et qui y sont très sensibles en effet;

b) la zone d'utilisation en plan incliné contrarie l'homogénéité de la température ambiante;

c) les débits d'air mis en jeu et les équipements de distribution et de soufflage nécessitent des solutions onéreuses de réduction de bruits; dans le cas particulier de cette salle de concerts remarquable, le niveau sonore exigé par les promoteurs était de 25 dB (A).

En fait, une conception d'ensemble entre architecte, acousticiens et thermiciens a permis de réaliser une installation donnant satisfaction aux usagers.

Le soufflage d'air TRANSF'AIR est effectué par quatre grands diffuseurs dont la surface d'émission a été particulièrement dessinée pour des raisons d'architecture situés respectivement aux quatre angles de la salle au niveau du plancher; la différence d'altitude entre les deux bouches situées côté fosse d'orchestre et les deux autres situées côté accès, représentant un dénivelé d'environ 2,50 m a été corrigée thermiquement par des insufflations à température différente (de l'ordre de  $-1,5^{\circ}\text{C}$ ). Un complément de soufflage a été prévu par des bouches situées sous les sièges avec une vitesse d'émission de l'ordre de 0,15 m/s (figure 2).

L'extraction est réalisée en partie haute, d'une part pour évacuer l'air vicié sur la base de  $33 \text{ m}^3/\text{h}/\text{occupant}$  et l'air échauffé par les 150 kW d'éclairage de scène.

À noter que cette salle, ainsi que d'autres locaux de l'immeuble, sont traités par des caissons placés dans un local technique contigu mais dont le mur de séparation est constitué d'une paroi en béton de 0,25 m d'épaisseur pour amortir les bruits et vibrations.

Cette installation apparaît comme remarquable tant au plan de l'architecture intérieure que de la correction climatique. ■