

Le procédé « plafond diffusant » utilise la lame d'air située : faux plafond perméable comme plénum de soufflage. L'air trait AIVC 12,490 d'abord un filtre disposé sur l'intégralité de la surface du local plafond constitué d'un tissu indémaillable (jersey) tendu ent... disposés en périphérie des locaux traités. Au transfert convectif dû au soufflage d'air se superpose un transfert radiatif entre les parois du local et le tissu de faux plafond qui est porté à la température de l'air diffusé. La diffusion d'air se fait à vitesse négligeable, compte tenu de la surface de soufflage. Le système se comporte comme un plafond rayonnant à composante convective fortement majorée en mode « chauffage ». En mode « froid » le procédé est du type « à déplacement » associé à un plafond rafraîchissant. La technique de diffusion utilisée supprime les contraintes associées aux jets d'air, portée, chute, zone d'influence.... De ce fait, elle apporte une réponse satisfaisante en terme de qualité de l'ambiance thermique à partir d'une installation simple de type ventilo-convecteur. Les pertes de charges infimes et les faibles vitesses de soufflage requises permettent de se satisfaire d'un ventilateur à très basse vitesse, donc peu bruyant. Le faux plafond constitue une gaine technique démontable et accessible, transparente aux signaux, toutes caractéristiques exigibles dans le cadre du futur bâtiment intelligent. Le développement du procédé s'est fait au sein du laboratoire GCET de l'Ensis, avec le soutien d'Electricité de France et d'Electricité de Strasbourg.

Un plafond diffusant perméable

Une réponse synthétique aux problèmes de la climatisation et de l'équipement technique dans les secteurs tertiaire et résidentiel

Yves LENAT, Alain TRIBOIX, Odile FUNFSCHILLING

Laboratoire de Génie climatique et Equipement technique (GCET) de l'Ecole nationale supérieure des Arts et Industries de Strasbourg (Ensis)

Les caractéristiques du système « plafond diffusant »

Les fonctions principales

Le système « plafond diffusant » peut tout d'abord être présenté comme le maillon final d'un équipement de clima-

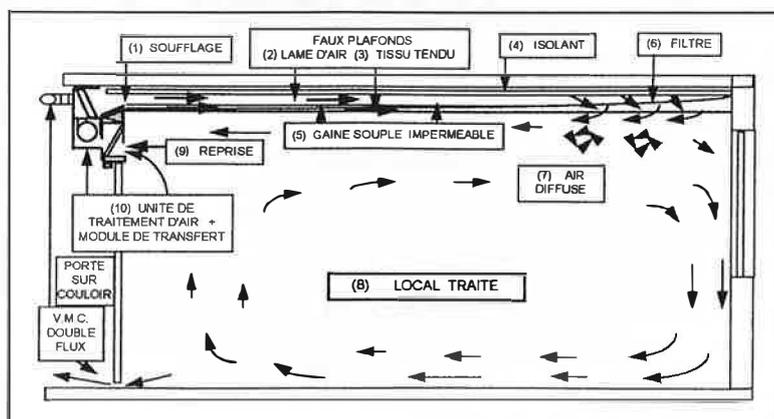


Fig. 1. Schéma de principe du procédé « plafond diffusant ».

tion destiné au résidentiel ou au petit tertiaire. En tant que tel, il a des fonctions d'émetteur en paroi et de diffuseur d'air. Il répond d'autre part à un certain nombre de préoccupations qui se font jour de façon de plus en plus pressante, et qui relèvent principalement des domaines du confort thermique, de l'acoustique, de la qualité de l'air particulièrement en terme de filtration, de l'esthétique.

Dans sa technique de réalisation, c'est un faux plafond accessible démontable de faible épaisseur sur l'intégralité du domaine traité.

Le coût du « faux plafond diffusant » ne saurait être imputé que pour partie au lot climatisation. Il remplace le revêtement de surface en plafond et se justifie sur des critères d'esthétique, d'acoustique et d'évolutivité des équipements.

La figure 1 présente une coupe schématique du dispositif, associé à un ventilo-convecteur monté en position murale verticale, coté extérieur de l'imposte de porte.

La géométrie du procédé

Dans une technologie d'installation de type « climatisation », en association avec un ventilo-convecteur « 2 tubes, 2 fils » standard, le procédé et la circulation d'air associée sont présentés sur la figure 1.

L'air traité, soufflé par un ventilateur-convecteur vertical monté en imposte de porte, est introduit, à travers une fente de soufflage (1) située à ras de la dalle dans une gaine souple (2) placée dans l'épaisseur d'un faux plafond mince, d'environ 7 cm d'épaisseur. Il débouche ensuite dans la lame d'air en faux plafond (4) dans lequel il se répartit. Une isolation sous dalle (3) limite les fuites thermiques vers le niveau supérieur. L'air traverse ensuite un filtre (5) disposé sur la totalité de la surface de la pièce, puis le tissu perméable (6) faisant office de faux plafond, pour être diffusé (7) dans le local (8).

L'air est ensuite repris au niveau de la fente de reprise (9) située au-dessus du cadre porte, en imposte, puis est repris par le ventilateur-convecteur (10) avant soufflage.

Le procédé se décompose en trois parties :

1) Le « faux plafond diffusant » proprement dit (fig. 2 et 3).

Un faux plafond en tissu perméable (6) assure les fonctions usuelles d'une telle paroi : masque optique relativement à une gaine technique de très faible épaisseur, pouvant être réduite à 7 cm. Il est complété par :

- un non tissé (5), utilisé en filtre, disposé sur toute la surface de tissu (6) et qui le protège de tout encrassement,
- un isolant fibreux (3) avec parement inférieur de type « non tissé », disposé en sous face de dalle (si celle-ci ne comporte pas d'isolation intégrée),
- une gaine souple (2), accrochée sous dalle, qui assure le guidage du jet d'air traité de la fente de soufflage (1) vers la paroi extérieure,
- la diffusion d'air se fait ensuite à travers le filtre (5) et le tissu (6).

L'ensemble constitue un diffuseur d'air à vitesse négligeable, à travers la totalité du plafond. Il confère au faux plafond une fonction d'émetteur thermique principalement par rayonnement en mode chauffage, par convection et rayonnement en mode froid. Ces propriétés constituent la véritable nouveauté du procédé sur le plan thermique.

2) Un module de transfert d'air situé en imposte de porte

Dans la configuration qui est présentée sur la figure 1, il assure la circulation d'air entre le local et un ventilateur-convecteur standard vertical monté contre l'imposte de porte coté couloir. Il comprend :

- une fente de soufflage (1) d'air, de 7 cm sur 82 cm, à travers la cloison. Située entre local et pièce de distribution, en volume caché, c'est aussi un piège à son ;
- une bouche de reprise (9) de 10 cm sur 82 cm, située immédiatement au dessus du cadre porte et donc faisant partie intégrante du dormant sur un plan esthétique. Elle est du type piège à son « double équerre » et comporte une préfiltration ;

3) Le ventilateur-convecteur (10) affecté à la pièce est ici un modèle classique en montage mural, habillé d'un coffre. Il est alimenté d'une part en air repris à travers la composante « reprise » (9) du module de transfert, d'autre part en air neuf par une gaine de VMC double flux, située en faux plafond de couloir.

Le procédé peut assurer le chauffage seul, avec un ventilateur-convecteur électrique qui s'intègre totalement dans le volume de l'imposte de porte. Les coûts de première installation sont alors inférieurs à ceux d'un plafond rayonnant électrique usuel. Le glissement vers une climatisation ultérieure est possible sans intervention sur le bâti.

Le développement d'un ventilateur-convecteur apte à la climatisation, à base de ventilateur tangentiel, est également en cours et permet son incorporation en imposte de porte, avec une surépaisseur d'environ 5 cm coté couloir dans le cas d'une paroi mince de type cloison.

Le faux plafond perméable et son filtre

Le système de diffusion d'air ainsi constitué exige du matériau monté en faux plafond un ensemble de caractéristiques rarement rencontré, aussi bien pour les faux plafonds en panneau que pour les textiles, films ou éléments divers que l'on utilise pour cette fonction.

Le matériau doit tout d'abord être perméable à l'air dans sa masse. Un matériau microperforé ou utilisé en panneaux sur structures porteuses ne conduirait absolument pas à des performances analogues. Mais sa perméance ne peut

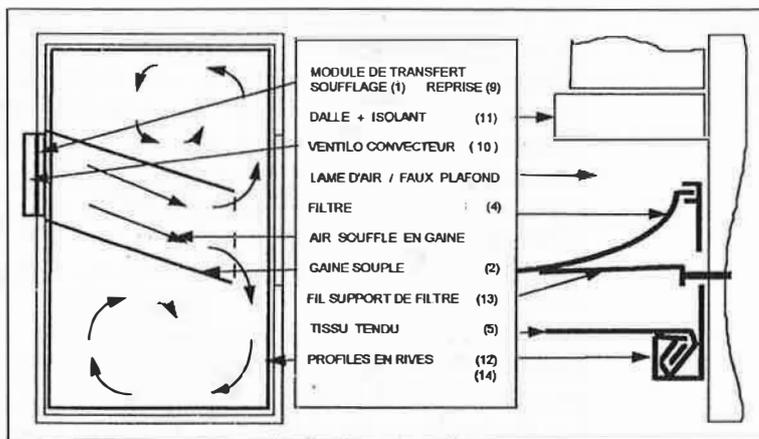


Fig. 2. Vue de dessus et coupe du faux plafond diffusant.

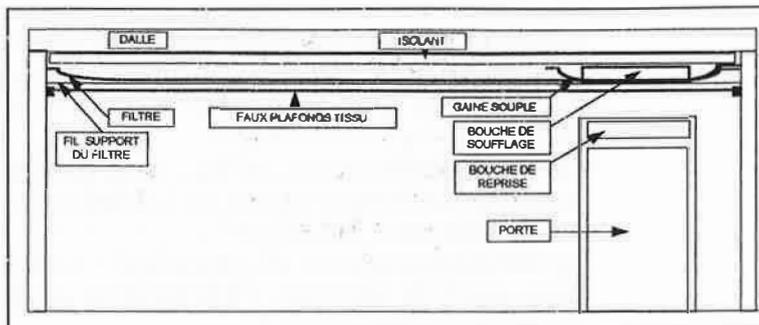


Fig. 3. Vue du faux plafond, des fentes de soufflage et reprise en imposte de porte.

être quelconque. Le tissu doit jouer un rôle de surface séparatrice entre une zone de distribution d'air soufflé en faux plafond et la zone intérieure du local traitée gérée par les mécanismes de convection naturelle. De ce fait, une perte de charge de l'ordre du Pascal doit être créée à la traversée du tissu par l'air soufflé. Une perte de charge plus importante donnerait une flèche peu esthétique au tissu,

A cette propriété de base, liée au principe de distribution d'air du procédé, doivent être associées des caractéristiques de pose et de maintenance aisées du produit.

Les panneaux et films ne pouvant convenir, restent les membranes poreuses textiles. Les tissages posent immédiatement les problèmes de découpe (ils filent) et présentent une perméance excessive dans la quasi totalité des cas. Il faut donc recourir à un maillage tel qu'un jersey et non à un tissage. Pour protéger ce tissu d'un encrassement rapide lié à sa perméabilité, il faut réaliser une sérieuse filtration immédiatement en amont du tissu, et sur l'intégralité de la surface traitée. Si ces précautions n'étaient pas prises, des encrassements différentiels liés aux mouvements d'air dans le local et le faux plafond seraient rapidement perceptibles. Il est donc nécessaire de pouvoir tendre au dessus du tissu un filtre continu, ce qui suppose un volume de faux plafond totalement dégagé et un ensemble tissu filtre accroché exclusivement en périphérie. Le tissu doit donc pouvoir être disponible en grande largeur. Le matériau retenu, un jersey indémaillable, est disponible en laize de 5 mètres. Des largeurs supérieures sont obtenues par des profilés permettant un assemblage à joints creux de l'ensemble tissu filtre.

Nous signalerons de plus que le jersey utilisé est classé au feu M1. Il est traité antistatique et ne présente pas d'émanation toxique même à température élevée. Son facteur de réflexion en terme d'éclairage est supérieur à celui du plâtre enduit, il se comporte comme un diffuseur parfait, ce qui est particulièrement intéressant en éclairage indirect de par l'élimination des réflexions spéculaires. Transparent aux signaux acoustiques, il permet de profiter de la correction acoustique apportée par une isolation sous dalle. Une transparence suffisante aux signaux électromagnétiques utilisés en télécommande permet la communication directe entre équipements en volume de faux plafond et l'ambiance tout en bénéficiant du masque optique.

La pose est facilitée par l'élasticité du jersey, offrant de

larges possibilités de réglage de la tension. Le démontage et remontage multiple du tissu est alors possible, d'autant plus que les profilés de fixation permettent de disposer d'une réserve de tissu. Son lavage en machine si nécessaire en est grandement facilité.

Pour les éclairages ou autres équipements nécessitant un percement du faux plafond, une simple découpe aux ciseaux permet le passage des câbles, sans précaution autre qu'esthétique du fait du caractère indémaillable du jersey.

Ce matériau est utilisé depuis plus de 10 ans comme faux plafond. Son domaine d'application était jusqu'ici principalement dû à son esthétique et ses propriétés en acoustique et éclairagisme. Il a pu montrer ses qualités en terme de vieillissement, en particulier par l'absence de fléchissement et la bonne tenue de son blanc satiné.

Le cahier de charge du filtre est singulièrement moins contraignant. Il est naturellement M1, existe en largeur de 5 mètres, et sa tenue mécanique permet son accrochage en périphérie. La qualité de filtration requise par la protection à l'encrassement lui assure des performances se rapprochant plus de celles des salles blanches que d'une filtration classique en climatisation de confort. Sa perméance est sensiblement moins élevée que celle d'un filtre classique de climatisation. Travaillant à vitesse (0,02 m/s) et débit spécifique très faibles, il génère des pertes de charge négligeables et obtient une grande durée de vie. Son remplacement, tous les cinq ans, associé au lavage du faux plafond en machine engendre moins de frais et de gênes dues aux travaux qu'une simple remise en peinture d'un plafond plâtre.

Domaine d'application et cahier des charges

Le petit tertiaire

Une technologie d'installation adaptée à un segment de marché tel que le petit tertiaire devra être telle que :

- les coûts soient parmi les plus bas de ceux que l'on peut obtenir en climatisation (ici, ces coûts ne sont pas induits par le seul lot « climatisation », mais relèvent également des lots « revêtements de surface », « isolation », « traitement acoustique »...),

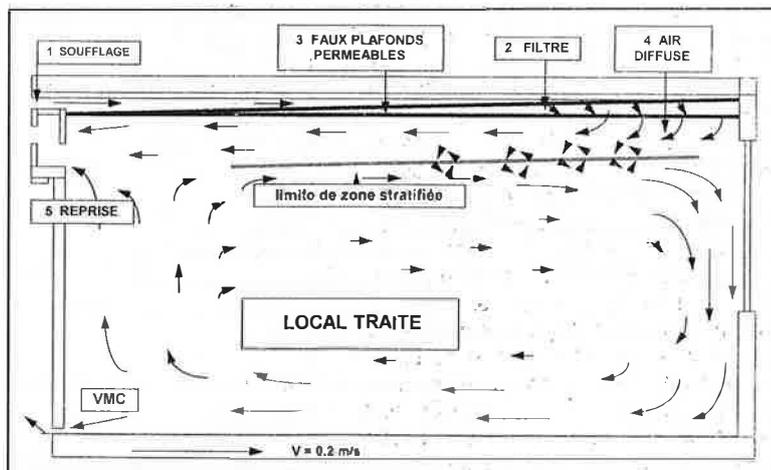


Fig. 4. Un exemple de mouvements d'air en mode « chauffage ».

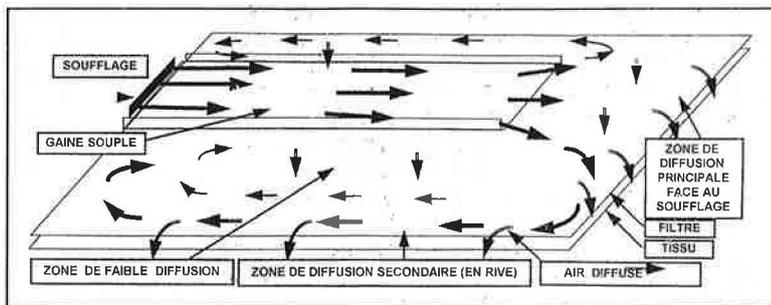


Fig. 5. Les mouvements d'air en faux plafond et la diffusion à travers le tissu.

- les contraintes architecturales soient réduites, notamment du fait de l'absence de gaines d'air à gros débits,
- l'emprise des équipements sur le volume utile soit faible,
- les problèmes sanitaires associés à la distribution d'air centralisés soient résolus.

La solution la plus couramment proposée pour satisfaire à ce cahier de charge est le système à ventilo-convecteur. La variante « 2 tuyaux 2 fils » est de mise en œuvre économique tout en permettant une grande souplesse d'adaptation au site. Dans ses réalisations actuelles, certains aspects sont encore perçus comme des vices rédhibitoires :

- la qualité de la diffusion d'air obtenue par un ventilo-convecteur est généralement considérée comme médiocre ;
- il ne permet pas d'assurer une qualité de l'air, en terme d'évacuation des polluants ou de filtration, analogue à celle d'un système à déplacement ;
- en général, il n'est pas associé au traitement de l'air neuf ;
- il est le plus souvent placé en volume utile ;
- le bruit généré peut être considéré comme excessif ;
- le déplacement éventuel du ventilo-convecteur d'allège lors d'un remodelage des surfaces de locaux est onéreux.

Les secteurs résidentiel, hôtelier, santé

Dans le secteur du résidentiel, comme de l'hôtellerie ou du secteur santé, il sera bien sûr nécessaire de satisfaire au cahier des charges précédent. Il faudra de plus apporter un soin tout particulier aux points suivants :

- le niveau des bruits d'équipements doit être compatible avec une utilisation en pièce de nuit, ce que ne permettent pas les appareils actuels ;
- l'esthétique des plafonds doit être proche des plafonds traditionnels, ou tout au moins, ne doit pas être empruntée au cadre professionnel ;
- la maintenance courante ne demande pas de compétence et peut être faite par l'utilisateur.

Le procédé « plafond diffusant » s'attache à apporter une réponse satisfaisante à chacun de ces points.

Les modes chauffage et rafraîchissement

Le mode « chauffage »

Une schématisation des mouvements d'air, élaborée à partir d'une simulation numérique est présentée sur les figures 4, 5, 6.

En mode chauffage, l'air chaud soufflé à travers le faux plafond perméable porte le tissu à la température de l'air diffusé. Le système se comporte comme un émetteur radiatif de paroi, technique assurant les meilleures conditions de confort à puissance spécifique modérée. La composante convective associée à la diffusion à très basse vitesse de l'air sur toute la surface du tissu d'une part et la prise en charge du bilan de renouvellement d'air avant soufflage, lui permettent de satisfaire à des bilans nettement plus élevés que ceux d'un plafond rayonnant classique tout en diminuant l'asymétrie de température radiante verticale.

La figure 4 donne une idée des mouvements d'air dans un local de type habitat ou bureau en période de chauffage. La paroi froide (vitrage) induit un rouleau convectif qui se développe sur toute la zone d'occupation. Ce rouleau est à basse vitesse, mais les flux massiques sont importants et, en période froide, supérieurs au flux soufflé.

En partie haute, un air stratifié et chaud est repris par la grille de reprise, qui de par sa position interdit à la zone stratifiée de pénétrer en zone d'occupation.

À l'interface entre ces deux zones se développe une zone de mélange permettant de récupérer une partie de l'énergie potentiellement disponible au niveau de l'air stratifié ainsi transféré au rouleau convectif.

En rive opposée au soufflage, la zone de diffusion principale réaliment partiellement le rouleau convectif et diminue ainsi les gradients de température d'air verticaux et horizontaux d'une part, limite les vitesses de chute d'air au niveau de la paroi froide d'autre part.

Les mouvements d'air en volume de faux plafond sont présentés en figure 5, et sont quasiment identiques en

chauffage ou rafraîchissement, du fait que l'ensemble filtre plus tissu rend négligeable les effets de chute en froid. On retrouve donc ici un phénomène de jet classique, mais limité entre deux plans et associé à une diffusion par le plan inférieur. Les phénomènes de recirculation assurent une alimentation en air traité sur la totalité du plafond.

L'estimation des flux décrits ci-dessous et résumés à la figure 6 a été réalisée à l'aide d'un modèle multizone qui fait l'objet d'une publication spécifique :

- en prenant pour référence l'énergie utile « intérieure » communiquée par le plafond (par rayonnement et par l'air après diffusion sous forme convective) : rayonnement : environ 68 % ; convection / diffusion : 32 % ;

- si le bilan est fait relativement à la puissance totale dissipée après soufflage dans le volume de faux plafond : fuites thermiques en dalle supérieure : 12 % ; convection / diffusion : 29 % ; rayonnement : 59 % ;

- si le bilan « utile » est fait en prenant pour référence la totalité de la puissance utile, y compris le renouvellement d'air : renouvellement d'air : 25 % ; rayonnement : 50 % ; convection / diffusion : 25 % ;

- si le bilan « total » est fait en prenant pour référence la totalité des puissances consommées : fuites thermiques : 10 % ; rayonnement : 45 % ; convection : 23 % ; renouvellement d'air : 22 %. Il faut noter que la puissance introduite dans le local n'est pas : $P = q_m \cdot c_p \cdot (T_s - T_{aa})$, mais $P = q_m \cdot c_p \cdot (T_s - T_r)$. Il faut tenir compte du fait que la température de reprise est différente de la température d'air moyenne en zone utile. Ceci a deux conséquences principales :

- la sonde d'ambiance ne peut être mise sur la reprise sans précautions particulières.

- le dimensionnement en puissance se fait sur la base $P = q_m \cdot c_p \cdot (T_s - T_{aa}) \cdot 0,75$ (voir fig. 6). Le coefficient 0,75 valable pour un taux de brassage de 4, est approximativement constant quel que soit le régime de fonctionnement. Il traduit le fait que l'air est en partie repris dans le matelas stratifié à la température T_r et non à la température T_{aa} .

La figure 7 représente les transferts thermiques essentiels participant au fonctionnement du « plafond diffusant » en mode chauffage. Ils ont été représentés sous forme de leurs équivalents électriques. La représentation donnée est évidemment bidimensionnelle pour des raisons de lisibilité. Il faut cependant garder en mémoire le fait que les températures sont variables au fur et à mesure que l'on se déplace en suivant la circulation d'air.

Les notations font correspondre Rcd à une résistance de type « conduction », Rc à de la convection, Rr pour le rayonnement et $q_m \cdot c_p$ à une conductance fluide associée à un flux de masse.

Le mode climatisation d'été ou mode « froid »

En mode « froid », le comportement du faux plafond en terme de diffusion d'air est radicalement différent. Ceci est dû tout d'abord aux écarts importants entre coefficients de transfert convectif en flux ascendant et descendant. Le transfert convectif et radiatif est ici important au niveau du faux plafond en tissu. Un refroidissement se fait dans la couche supérieure d'air chaud stratifiée et par rayonnement vers le sol. Ici aussi le procédé utilise le transfert en paroi avant diffusion afin de réduire l'écart de température entre air diffusé et air ambiant. Le mélange entre air ambiant et air diffusé peut ainsi se faire dans de bien meilleures conditions.

Ensuite, l'absence de jet ou d'impulsion à la diffusion, l'utilisation des seuls mécanismes de convection naturelle avec des écarts de soufflage très faibles lors de l'entrée en volume utile, assure une diffusion de l'air homogène en température et sans « vitesse résiduelle ». Le procédé appartient à la famille des systèmes à déplacement dans son fonctionnement « froid », tout en étant apte au chauffage.

La figure 8 schématise, à partir des résultats d'une simulation numérique, les mouvements d'air dans un local type.

Le cas retenu suppose une tache solaire, correspondant à la fenêtre, en partie centrale. Les remontées d'air chaud et le fait que le soufflage se fasse prioritairement en zone

périphérique définissent une circulation des flux d'air que l'on peut simplifier sous la forme suivante :

- pas d'impulsion donc climatisation du type « déplacement » ;

- large prise en compte des bilans sous forme radiative, accessoirement sous forme convective en partie haute du local, avant la chute de l'air frais, donc écart de température faible entre air diffusé et ambiance avant mise en mouvement de l'air par « déplacement » ;

- l'écoulement d'air frais se fait le long des parois du fait de la répartition généralement en zone centrale des apports d'été d'une part, du soufflage préférentiel en rive d'autre part ;

- l'air frais ayant coulé le long des parois remplit la partie basse du local puis se comporte comme un système à déplacement usuel possédant un grand nombre de diffuseurs périphériques.

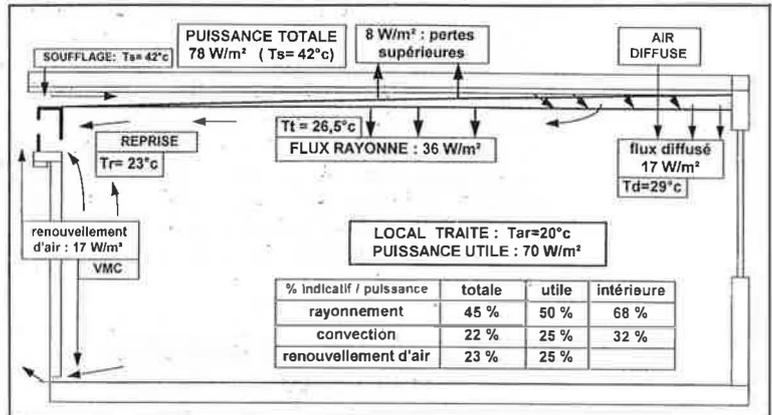


Fig. 6. Les flux thermiques en mode « chauffage ».

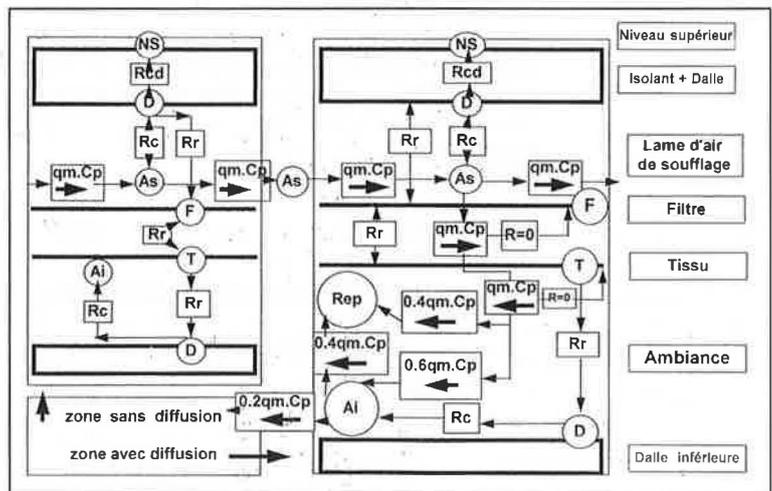


Fig. 7. Schéma électrique équivalent en mode « chauffage ».

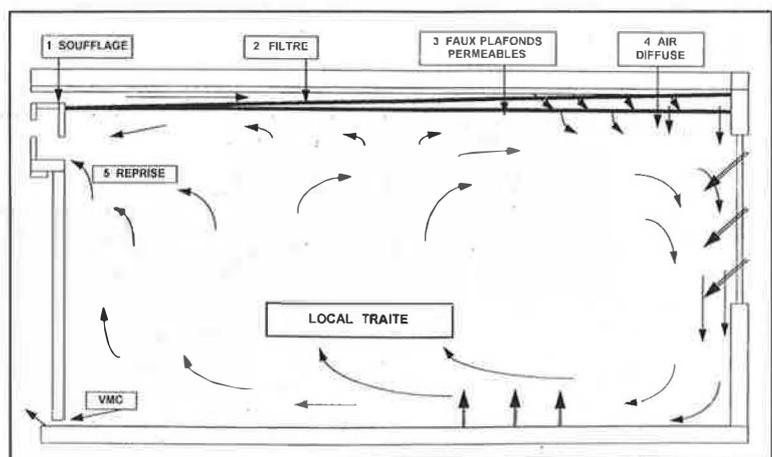


Fig. 8. Un exemple de mouvements d'air en mode « rafraîchissement ».

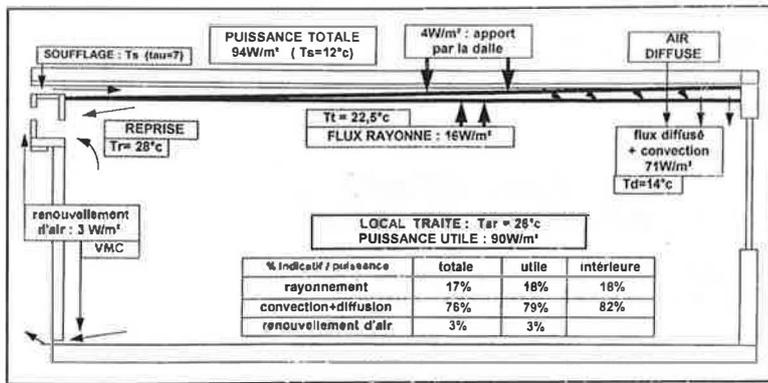


Fig. 9. Les flux thermiques en mode « rafraîchissement ».

Comme pour le mode chauffage, une schématisation des mouvements d'air est proposée à partir de simulations numériques, et présentée dans les figures 8 et 9. Cette distribution n'est évidemment pas constante. Elle dépend de la charge d'une part, de la géométrie du local et de la répartition au sein du local de ces charges. La simulation a toutefois mis en évidence le fait que si les mouvements d'air associés aux panaches étaient bien évidemment dépendants des données géométriques, les gradients de températures comme les vitesses en zone d'occupation restaient toujours très inférieurs à ceux obtenus par les systèmes en mélange, l'effet de stratification étant cependant moins bien utilisé que dans un système à déplacement classique (qui lui ne saurait pas faire de chauffage).

Une autre remarque s'impose. Si en chauffage, la puissance spécifique du procédé est limitée par l'asymétrie verticale de température radiante, à des valeurs toutefois suffisantes pour la plupart des dimensionnements, en froid, la puissance installée dépend essentiellement du débit d'air soufflé. Les ratios que nous proposons ici correspondent à des taux de brassage limités à 7, mais il est tout à fait concevable de travailler avec des taux de brassage plus élevés si la géométrie de la bouche de soufflage et l'épaisseur du faux plafond sont modifiés.

La puissance utile sensible est : $P = q_m \cdot c_p \cdot (T_r - T_s)$. Le taux de brassage prévu pour le dimensionnement standard du procédé est de 7 en froid

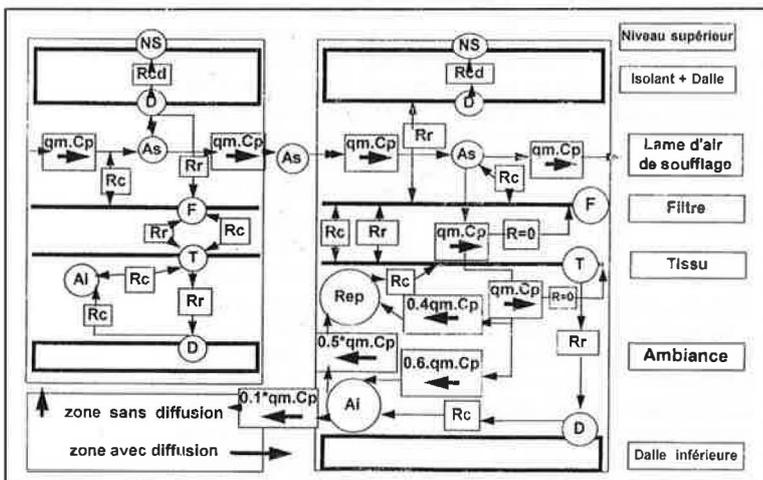


Fig. 10. Schéma électrique équivalent en mode « rafraîchissement ».

Comme pour le mode « chauffage », nous proposons un schéma électrique équivalent aux transferts thermiques principaux définissant le fonctionnement du procédé « plafond diffusant » dans la zone de faux plafond.

Expérimentation et simulation numérique

Il est bien connu qu'en matière de diffusion d'air, et plus généralement en matière de paramètres de confort, il est très difficile de pouvoir définir, de façon prédictive, les champs de températures et vitesses dans l'ambiance, les

champs de températures radiantes aux parois. En général, les différents procédés de climatisation s'attachent à définir des règles empiriques, en fonction de paramètres tels que les charges des locaux et leurs géométries. Ces règles sont plus des « gardes fous » que des assurances précises, et ne peuvent garantir à elles seules la qualité de la prestation. De plus, ces règles ne sont généralement élaborées qu'après « expérimentation » sur le terrain et analyse de nombreux échecs. Cette incertitude sur les résultats est d'autant plus grande que le procédé est sensible aux caractéristiques géométriques du local traité, au positionnement des diffuseurs et à la qualité de la gestion des mouvements d'air dans l'ensemble de l'enceinte associés à des jets localisés.

Le procédé « plafond diffusant » est, par son principe d'émission par une paroi de grande extension, peu sensible à la géométrie du local. Encore fallait-il confirmer cette règle générale. Ceci a été fait lors d'une étude en laboratoire et « in situ » s'étendant sur deux années et relevant du protocole suivant :

- le procédé a été mis en œuvre sur un ensemble de trois pièces « laboratoires », dont l'une a bénéficié d'un suivi expérimental lourd, donnant accès aux champs de températures ainsi qu'aux champs de vitesses pour des charges variées et contrôlées ;

- une expérimentation portant sur des géométries variées ne pouvant être envisagée, il a été fait appel à un code de simulation numérique qui permet cette étude paramétrique. Le logiciel retenu, « phoenics », est l'un des logiciels les plus puissants en dynamique des fluides ;

- les codes de CFD (calcul en dynamique des fluides) sont peu adaptés aux simulations en génie climatique car ils ne traitent pas (ou de façons simplifiées) les échanges radiatifs entre parois. Le laboratoire a développé à cette occasion, une extension du code « phoenics » répondant à cette problématique. Le modèle ainsi élaboré fait l'objet d'une publication spécifique ;

- un modèle du local expérimental a alors été développé et comparé dans ses résultats aux données expérimentales. Après validation du modèle et de l'analyse phénoménologique sous-jacente, des modèles analogues ont été développés pour un certain nombre de géométries ;

- l'exploitation de ces modèles a conduit aux résultats proposés plus hauts en terme de comportement thermique et de conditions de confort associées. La faible sensibilité du procédé aux paramètres géométriques des locaux est alors mise en évidence ;

- parallèlement à cette étude en laboratoire, une expérimentation « in situ » a été conduite dans un appartement, utilisé comme tel.

Cette étude, relativement lourde, n'a pu être menée à bien dans notre laboratoire que grâce aux concours d'EDF et d'Electricité de Strasbourg, partenaire contractuel dans le cadre de ce développement.

Etude acoustique

Une étude acoustique a également été menée. Mettant en œuvre des techniques intensométriques de haut niveau, elle a permis de contrôler les performances du procédé en terme de bruit d'équipement, d'isolement entre pièces et de correction des locaux. Cette étude est aussi à la base du développement d'un ventilo-convecteur plat, monté en imposte de porte, que nous poursuivons actuellement.

Au stade actuel, il est montré que :

- l'isolant fibreux sous dalle, protégé par un non tissé acoustiquement transparent, assure une correction acoustique du local et conduit à des temps de réverbération optimaux ;

- le module de transfert, associé à un ventilo-convecteur standard du marché, génère un bruit d'équipement de niveau de pression acoustique L inférieur à 26 dBA, dans un local de 50 m³ de temps de réverbération 0,5 seconde. Ces performances sont supérieures à ce que l'on peut obtenir avec un système à ventilo-convecteur usuel, et satisfont largement aux normes acoustiques les plus strictes, en par-

ticulier à la future « nouvelle » réglementation acoustique, et ceci même pour les pièces de nuit ;
— le niveau d'isolement entre pièces n'est pas affecté par le procédé, il ne dépend en fait que des caractéristiques des éléments de parois traditionnellement les plus faibles : les portes.

La mise en œuvre et les corps d'état

Une réservation est prévue sur la totalité de l'imposte de porte.

La mise en œuvre de l'installation de climatisation proprement dite est identique à celle utilisée pour une installation à ventilo-convecteur. On notera simplement l'importante simplification en terme d'organisation de chantier comme de maintenance due à la disposition dans un volume unique accessible, de tous les composants situés dans le volume habitable.

Dans la version utilisant un ventilo-convecteur standard, le module de transfert, conforme au schéma de la figure 4 est mis en place en même temps que le ventilo-convecteur par l'entreprise climatique. Le ventilo-convecteur d'imposte spécifique élimine cette composante.

Le plafond diffusant proprement dit (voir fig. 2, 3) est posé par une entreprise spécialisée en faux plafonds ou par l'entreprise climatique. Elle traite la totalité du lot, isolation éventuelle, gaine souple, profilés de type (12) pour le filtre, profilés de type (14), mise en place des fils tendus supports de filtre, pose du filtre, pose du tissu, encastrement des éclairages éventuellement.

Une équipe de deux ouvriers pose 1 ou 2 faux plafonds par demi-journée selon la géométrie du local.

Les coûts d'installation et de maintenance

A la première pose

Il est tout d'abord à noter que les prix sont décomposés en deux parties :

1) *L'installation thermique proprement dite, relevant du seul corps d'état du génie climatique.* Ces prix sont inférieurs à ceux d'une installation à ventilo-convecteur de type « deux tubes, deux fils » du fait essentiellement des simplifications de mise en œuvre dues à la topologie du procédé ;

2) *le « plafond diffusant » porte en fait sur le lot revêtement de surface, faux plafond.* Le prix actuellement pratiqué pour la fourniture et pose du faux plafond en tissu tendu seul est d'environ 250 F/m². L'entreprise qui commercialise les tissus annonce un prix prévisionnel de 320 F/m² pour la pose et la fourniture du lot gaine souple, filtre et tissu de faux plafonds.

A la maintenance

1) *L'équipement thermique proprement dit étant celui de la référence ventilo-convecteur, on retrouvera les coûts de maintenance usuels d'une telle installation, minorés par le fait que les équipements situés en volume habitable sont tous situés en gaine technique accessible démontable de faux plafond couloir.*

2) *Le « faux plafond » ne nécessite comme maintenance qu'un nettoyage périodique en machine, pour la composante tissu. La périodicité des nettoyages ne peut encore actuellement être donnée avec les garanties qu'apporte une base installée importante. Les deux sites équipés fonctionnent depuis deux ans sans préfiltration. Aucune trace d'encrassement des tissus ne peut être relevée et les filtres ne sont pas saturés. Le prix prévisionnel d'une opération de nettoyage, comprenant le démontage des tissus, le passage en machine à laver, l'enlèvement des anciens filtres et leur remplacement, le remontage des tissus lavés, est estimé à 50 F/m² soit moins qu'une remise en peinture d'un plafond plâtre, sans les gênes suscitées par ce type de travaux. La périodicité de cette opération devrait dépasser les cinq ans sur la base de notre expérimentation actuelle. Le*

nettoyage des préfiltres montés en module de transfert est opéré par l'utilisateur lui-même, la fréquence de ces interventions étant plus faible que pour des ventilo-convecteurs usuels compte tenu de la grande surface du préfiltre et de la double filtration.

Le « plafond diffusant » et l'équipement technique

Indépendamment de ses fonctions thermiques, le procédé permet une bonne intégration du système climatique au bâti.

L'épaisseur du faux plafond nécessaire, en local traité, peut être réduite à 10 centimètres, isolation comprise. Il y a donc peu de perte de volume associé à cette technique, car le volume de faux plafond utilisé en plénum de soufflage est également disponible comme gaine technique accessible démontable sur la totalité de la surface traitée. La mise en œuvre du procédé peut se faire pour de faibles hauteurs disponibles sous dalle.

Le tissu, perméable à l'air, est également transparent aux ondes de pressions comme aux signaux électromagnétiques. Le volume technique ainsi constitué est idéal pour placer en volume masqué tout capteur ou émetteur surveillant ou communiquant avec l'espace traité. Ces propriétés en font un partenaire privilégié du futur bâtiment intelligent.

Le coefficient de réflexion élevé du tissu, sa texture à maille fine qui lui donne un pouvoir de diffusion de la lumière très élevé et son excellent rendu de couleur en font un revêtement particulièrement apte à l'éclairage indirect.

Le tissu utilisé, fixé exclusivement en rive, sur profilé, est entièrement et facilement démontable sans main d'œuvre spécialisée. Il peut également être découpé pour réaliser des passages ou des encastresments d'éclairage sans risque de « filer » car il s'agit d'une maille et non d'un tissage. Utilisé depuis une dizaine d'années comme faux plafond, il est classé M1 et se pose dans des locaux recevant du public. Disponible en grande largeur (laize de 5 mètres) il couvre les locaux usuels sans raccords. Une technique de « joint creux » autorise le traitement des grandes surfaces.

Conclusion

De par le cahier des charges ayant servi à son élaboration, le procédé « plafond diffusant » est conçu pour éliminer les insuffisances en matière de bruit d'équipement, de confort thermique et de qualité d'air, d'un système à ventilo-convecteur dont il diminue les coûts d'installation et de maintenance. Ces atouts, complétés par ses propriétés de correction acoustique des locaux, l'absence d'emprise sur le volume utile et le regroupement de tous les composants techniques dans un faux plafond de pièce de circulation, doivent lui permettre d'élargir le marché de la climatisation dans des secteurs tels que hôtellerie, santé, résidentiel.

Pour affronter le secteur du petit tertiaire, il utilise un volume de faux plafond de faible épaisseur qui reste disponible comme gaine technique accessible démontable. La perméabilité des faux plafonds d'une part, leur transparence aux signaux acoustiques ou électromagnétique d'autre part, permet l'implantation de tout capteur ou transmetteur en volume caché, assurant ainsi l'évolutivité des locaux en terme d'équipement technique et son adaptation aux exigences des futurs bâtiments intelligents.

Il propose, de plus, une esthétique dont la pureté et le classicisme justifient déjà la pose de sa composante essentielle : les faux plafonds en tissus tendus.

Enfin, par sa topologie, il se prête fort bien à une mise en œuvre progressive. En premier niveau, il peut utiliser en chauffage seul, un ventilo-convecteur électrique et propose alors une solution à bas coût d'investissement. Il peut évoluer ensuite vers le ventilo-convecteur « 2 tubes, 2 fils » et la climatisation, sans autres interventions dans le volume traité qu'un remplacement des ventilo-convecteurs et la réalisation du réseau « 2 tubes » en faux plafond technique accessible démontable de couloir. ■

Dernière heure

• Les 6 et 7 mai, au Cnit PARIS-LA DÉFENSE, 1^{er} forum du Conseil national des ingénieurs et des scientifiques de France : les nouveaux métiers de l'ingénieur, les différentes façons de pratiquer le métier d'ingénieur, l'innovation et la création d'entreprise, l'expatriation des ingénieurs.

CNISF, 7, rue Lammenais, 75008 Paris, tél. (1) 44.13.66.88.

• Du 25 au 27 mai, à MARSEILLE, 45^e Journées nationales des Ingénieurs des villes de France (IVF) et Citexpo, Salon national des techniques et des équipements des collectivités territoriales.

IVF Provence, Le Grand Pavois, 330, av. du Prado, 13008 Marseille, tél. 91.55.29.15.

UN NOUVEAU SERVICE AICVF à l'attention de ses adhérents

Depuis le 1^{er} mars 1994
Une messagerie sur Minitel
Taper : 36 12 AICVF

et
laisser votre message
en précisant vos nom et prénom
et, si possible, votre n° d'adhérent
(cf. n° figurant sur l'appel de cotisation)

L'AICVF vous répondra dans les meilleurs délais

la mesure à portée de main

COMBUSTION

O₂ CO₂ CO SO₂ NO_x NO₂
NO C° qA hPa λ

TEMPÉRATURE

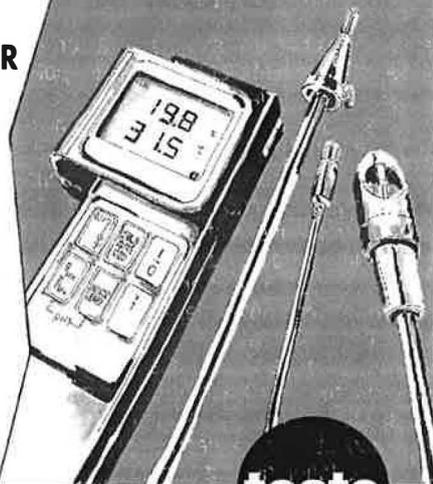
VITESSE DE L'AIR

HUMIDITÉ

BRUIT

PH

CONDUCTIVITÉ



testoterm

BP 100 - 57602 FORBACH
Tél. 87 29 29 00 - Fax 87 87 40 79

SUMMARIES

24. ENVIRONMENTAL QUALITY OF BUILDINGS AND EUROPEAN STANDARDIZATION, by Paul Brejon.

The first of November 1993 was no ordinary All Saints' day celebration... This was the day of the coming into effect of the Maastricht Treaty on European Unity ten months after the enforcement of the single market which followed from 1986 Single Act.

Air conditioning specialists chose this day for their Clima 2000 international congress in London which gathered that week some 500 delegates from fifty countries.

At the request of the CIBSE organisation committee Paul Brejon delivered an opening address which presented the environmental quality of buildings and european standardisation based on lessons drawn from surveys carried out mostly in Europe.

28. CLEANER HOSPITAL WARDS : TOWARDS A CONTROL OF THE MICROBIAL ENVIRONMENT, by Doctor Fabien Squinazi.

A pragmatic approach to the microbial environment has been set up in order to avoid nosocomial infections.

It first consists in defining risk areas in order to protect weak patients on the one hand and hospital personnel on the other. Critical points are then defined. After determining them a joint team of specialists has to establish biocontamination levels which are not to be exceeded. Furthermore, a hospital quality system can apply to the equipment which controls the environment of the patient.

31. LIGHTING, AIR CONDITIONING AND ENERGY SAVING, by Emmanuel Fleury.

Whether it is natural, electric or both, lighting is an important component of comfort and efficiency. Electric lighting must be effective in terms of surroundings and costs.

In order to achieve this, the CSTB has conceived a thermo-optical behaviour model of a window pane. From this model, light transmission factors of direct radiation or diffused radiation can be calculated according to the features of each component of the window. The objective is to determine the influence of panes on the need to provide permanent or removable solar protection, or artificial light and to measure their impact on energy.

36. A PERVIOUS DIFFUSING CEILING, by Yves Lennat, Alain Tribois and Odile Funfschilling.

The « diffusing ceiling » process uses the air layer located above the pervious dropped ceiling as a blowing plenum. The treated air flows first through a filter layed above the whole surface of the place, then through a dropped ceiling made of ladder proof fabric which is fixed to steel sections set all around the treated area.

The convection transfer due to air blowing superpose the radiation transfer between the partitions of the place and the dropped ceiling material, the temperature of which rises to the level of the diffused air.

Air diffusion speed is negligible when taking into account the blowing surface of the flow.

The system behaves like a radiant ceiling with a highly increased convective component in « heating » mode. In « cold » mode the process acts like a transfer associated to a cooling ceiling.

47. THERMAL GRAPHIC SYMBOLS AND AIR CONDITIONING, by Roger Cadiergues.

During the preparation work for the AICVF guides, we realised that we lacked unity regarding graphic symbols. This is quite common place in our sector where every one chooses his own personal set of symbols. After an attempt towards unification, the AICVF Technical Commission decided to entrust one of its members with the draft of a detailed proposal. This proposal which required extensive work is published from today in CVC magazine.

*Tout le génie climatique avec les ouvrages de Pyc Edition
cf. bon de commande p. 12*

