

Grand marché de Vichy - L'air traité diffusé par quatre conduits perforés de 76 m de longueur

La nouvelle halle de 80 000 m³ du grand marché de Vichy est équipée d'une installation de chauffage et rafraîchissement aéraulique, qui utilise l'air de soufflage pour mettre en mouvement l'air ambiant à très basse vitesse, et assurer le traitement d'air de la halle avec seulement quatre conduits métalliques de grande longueur, installés à 12 m et 17 m de hauteur.

Le grand marché couvert de Vichy, construit en 1934, a fait l'objet d'importants travaux de rénovation. Le bâtiment présentait des dégradations de sa structure en béton armé et ne satisfaisait plus aux normes de sécurité et d'hygiène. Inauguré récemment, le nouveau marché est méconnaissable. Les murs ont été remplacés par des façades en verre (avec un traitement différent selon les expositions) et l'ancienne toiture par une couverture métallique légère. Les grands portiques en béton armé, qui franchissent d'un seul trait une emprise au sol de 50 m, ont par contre été conservés. Huit millions d'euros ont été consacrés à ce projet, dont les premières études ont commencé en 1994.

Le bâtiment s'étend aujourd'hui sur une surface au sol de 4000 m², où prennent place 50 commerçants, et une mezzanine sur deux étages de près de 2000 m², qui accueille 80 producteurs agricoles.

Pour chauffer cet espace de 80 000 m³, le BET LACLAUTRE de Montluçon (03), en charge du lot génie climatique, a prescrit



La rénovation du grand marché de Vichy a reçu le Prix Territoria 2006 récompensant la concertation mise en place autour du projet. Depuis les prémices de la réflexion, en mars 1994, jusqu'à la fin des travaux, tout a été mis en œuvre pour associer commerçants, clients et habitants du quartier à la réalisation de ce projet de 8 millions d'euros. Les conduits métalliques, préconisés par l'architecte pour des raisons esthétiques, s'intègrent parfaitement dans la halle.

une ventilation par "pulsion de l'air ambiant" ; une technique de diffusion de l'air qui utilise l'air de soufflage pour mettre en mouvement l'air ambiant à très basse vitesse. "Le maître d'ouvrage souhaitait dans un premier temps installer des émetteurs au gaz. Cette solution a vite été abandonnée pour différentes raisons techniques et nous avons prescrit une ventilation par pulsion de l'air ambiant à cause de la grande hauteur de plafond", indique Jacques DEPLEIGE, ingénieur au BE LACLAUTRE.

Quatre roof-top débitent 35 000 m³/h d'air

Cette solution associe une production classique par roof-top à une diffusion d'air par des conduits perforés à haute

induction. Quatre roof-tops LENNOX, d'un débit unitaire de 35 000 m³/h, ont été disposés sur des plots antivibratiles en toiture. Le soufflage est réalisé vers le bas, la reprise par l'arrière. Le chauffage est assuré par un appoint au gaz naturel. Chaque unité de toiture alimente, via un collecteur, un conduit métallique perforé à haute induction Mix-Ind, de la société italienne SINTRA. Cette technique a permis d'économiser la totalité du réseau de gaines de reprise qui a pu être simplifié en quatre plenums juste en-dessous des unités de toiture.

Quatre conduits suffisent à assurer le traitement d'air de la halle. "Une solution de diffusion d'air classique aurait nécessité un nombre de conduits beaucoup plus important, avec une régulation par zone pour tenir compte de l'orientation des

façades, ainsi que l'installation de déstratificateurs", indique Marco ZAMBOLIN. Pour comprendre comment la ventilation par "pulsion de l'air ambiant" permet de limiter le nombre de conduits nécessaires au chauffage du hall, il convient de présenter plus avant le principe de fonctionnement de cette technologie (pour approfondir, on pourra se référer à l'article paru dans CFP n° 682 de septembre 2005, page 62).

La diffusion de l'air est réalisée par des conduits perforés dont le calibrage permet à la fois d'assurer le recyclage, par induction, d'une partie de l'air ambiant et le soufflage de l'air suivant des caractéristiques très précises en termes de direction et de vitesse. Ces perforations sont différentes pour chaque installation et calculées à partir des données techniques spécifiques à chaque projet, selon un modèle mathématique développé et exploité par le fabricant.

D'un point de vue physique, l'air est soufflé à haute vitesse à travers les perforations, créant des micro-turbulences qui provoquent une dépression à proximité de l'orifice. Cette dépression aspire par induction, tout autour de la partie extérieure du conduit, un volume d'air ambiant 10 à 30 fois supérieur au débit d'air soufflé. Ces micro-turbulences mélagent la petite quantité d'air soufflé à cette grande quantité d'air ambiant, permettant ainsi d'atteindre une température proche de la

Seule la structure du bâtiment a été conservée. Les murs ont notamment été remplacés par des façades en verre.



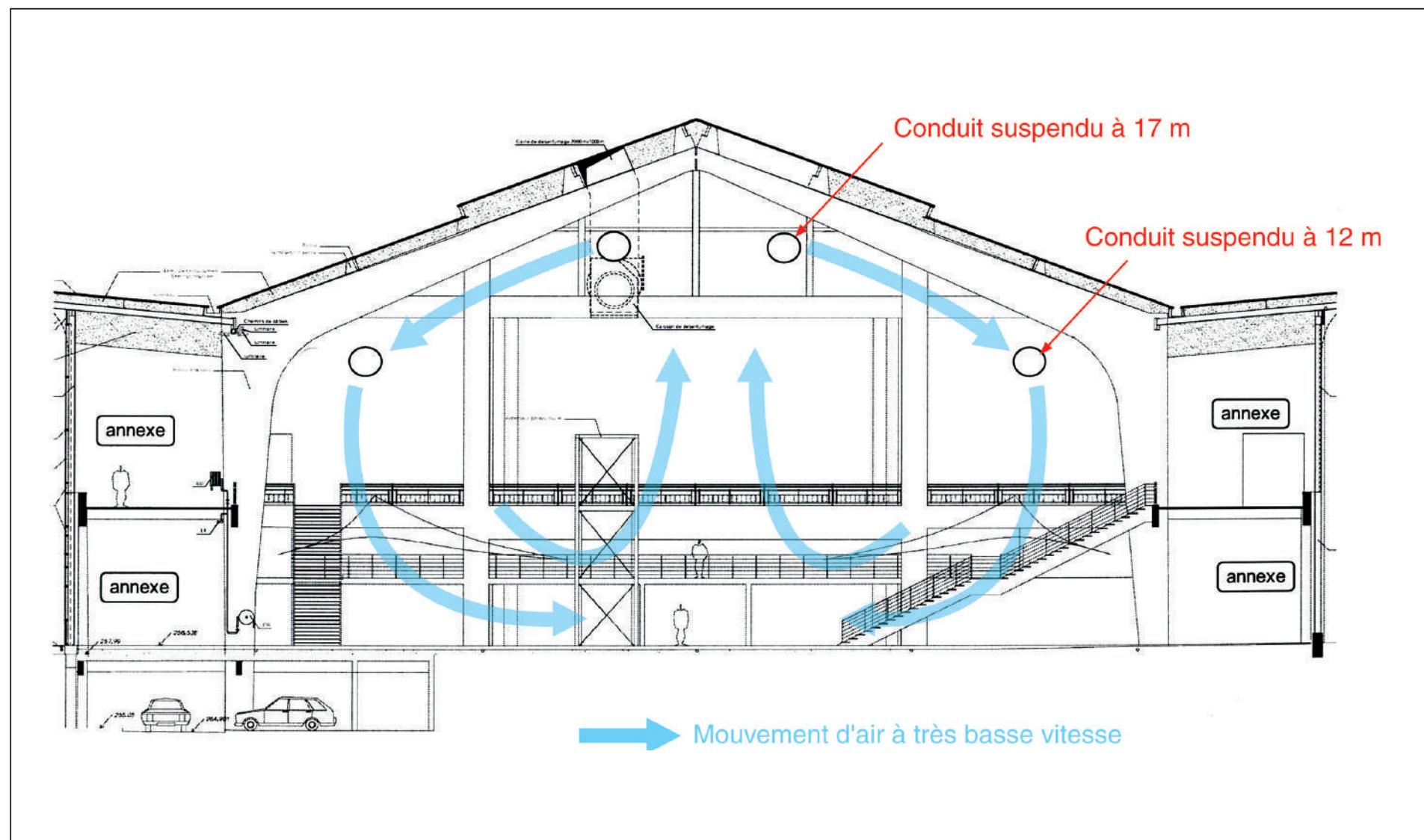
température ambiante à moins d'un mètre du conduit.

Ce mode de diffusion d'air permet ainsi de mettre rapidement le volume d'air de la halle en mouvement. On a donc une homogénéisation des températures, sans phénomène de stratification ni courants d'air.

Quatre conduits métalliques de 76 m de long chacun

Les quatre conduits métalliques équipant le marché couvert ont une même longueur unitaire de 76 m. Deux conduits

sont suspendus à une hauteur de 17 m, deux autres à une hauteur de 12 m. De forme cylindrique leur diamètre est néanmoins dégressif, les conduits les plus hauts ont un diamètre initial de 1250 mm et un diamètre final de 650 mm. L'air entre dans les conduits à une vitesse de 6,8 m/s. Les conduits les plus bas sont plus importants (diamètre initial de 1350 mm et final de 700 mm), la vitesse d'entrée d'air est plus grande (7,9 m/s). "Dans des conduits métalliques à haute induction correctement dimensionnés, la vitesse d'entrée d'air doit être comprise entre 5 et 10 m/s. À titre de comparaison,



Le "transport directionnel" permet de transférer de grandes masses d'air d'une zone à une autre et de mettre en mouvement la totalité du volume d'air de la halle.



La diffusion de l'air est réalisée par quatre conduits métalliques perforés.

avec des conduits textiles, cette vitesse aurait dû être maintenue dans une fourchette de 3 à 6 m/s", précise Marco ZAMBOLIN.

Les conduits préconisés sont en tôle galvanisée, avec un revêtement époxy. Leur longueur est telle qu'elle nécessite une pression de 250 Pa, de manière à compenser les pertes de charge. "La pression dans les conduits textiles ne doit pas dépasser 150 Pa, pour minimiser les risques d'usure. Pour installer des conduits de la longueur de ceux-ci, il fallait donc installer des conduits métalliques capables de supporter cette haute pression", explique Jacques DEPLEIGE.

Par ailleurs, l'architecte souhaitait, pour des raisons esthétiques (les conduits devaient à l'origine être peints, mais ils ont finalement été conservés bruts), que soient installés des conduits métalliques.

Soufflage par "transport directionné"

Un problème de taille se posait cependant à la maîtrise d'ouvrage. Comme l'explique Marco ZAMBOLIN, "les conduits métalliques perforés à haute induction ne peuvent normalement être installés qu'à une hauteur maximale de 12 m sous plafond.

Plus le conduit est placé en hauteur, plus il faut augmenter la vitesse d'entrée d'air. Cela n'est pas possible avec un conduit métallique au-delà d'une certaine hauteur pour des raisons de nuisances sonores et de pertes de charge, et donc de performance". Pour ces hauteurs supérieures à 12 m, il aurait fallu installer des conduits perforés textiles à haute induction, dont l'industriel rappelle qu'ils peuvent être suspendus à partir d'une hauteur de 2 m jusqu'à 10 m sans précautions particulières, de 10 à 20 m en contrôlant la température maximale de soufflage et jusqu'à 40 m en utilisant des critères particuliers de régulation.

La hauteur sous plafond de la halle de Vichy excédant cette hauteur critique, il n'était pas a priori possible d'y installer des conduits métalliques. C'est pourtant ce qui a été fait : il s'agit d'ailleurs de la première installation de ce type pour le fabricant italien.

Pour pallier la hauteur des conduits, il a été imaginé une solution originale. "Les deux conduits installés à 17 m de hauteur sont utilisés en cascade", explique Marco ZAMBOLIN. Ces conduits soufflent l'air vers les conduits situés à 12 m de hauteur, qui soufflent à leur tour dans le local (voir schéma). "Cette configuration de souf-

flage, que l'on nomme "transport directionné", permet de transférer de grandes masses d'air d'une zone à une autre et de mettre ainsi en mouvement la totalité du volume d'air de la halle", explique Marco ZAMBOLIN.

Une capacité de 140 000 m³/h

La portée des conduits hauts est de 10 m, celle des conduits bas de 15 m. La dépression créée par le soufflage permet également de mettre en mouvement l'air hors de la portée des conduits. Cette zone est qualifiée par l'industriel de "zone d'influence passive". C'est le cas, notamment, de la mezzanine, que les conduits suffisent à chauffer.

L'installation a été conçue pour un taux de brassage global de l'air de 1,8. Le volume du grand marché s'élevant à 80 000 m³, les roof-tops ont donc été dimensionnés pour souffler un volume d'air de 140 000 m³/h.

Les caractéristiques générales de l'installation sont les suivantes :

- En hiver, pour une température ambiante de 7 °C, la température maximale de soufflage est de 24 °C. "Le ΔT entre la température ambiante et la température de soufflage ne doit pas excéder 17 °C", indique ainsi Marco ZAMBOLIN
- En été, pour une température ambiante de 28 °C, la température de soufflage minimale est de 16 °C, soit un ΔT de 12 °C.

L'installation fonctionne à la satisfaction du maître d'ouvrage depuis le début de l'hiver. ■

LES INTERVENANTS

Maître d'ouvrage :
Ville de Vichy

Maîtrise d'œuvre :
Architecte :

LINEAIRE A (Jean-Guilhem de CASTELBAJAC)

Coordination du chantier :
Bertrand DEBOST

BET Structure :
Christian LECHELLE

BET Fluides :
Bernard LACLAUTRE

Lot chauffage - rafraîchissement - ventilation - désenfumage :
ARIZZOLI