

## **TRAITEMENT D'AIR DES BATIMENTS CRYOGENIQUES**

C. Martel

### **Résumé**

Les bâtiments de type SH et SHM abritent les compresseurs cryogéniques de forte puissance, destinés à la préparation d'hélium pour les expériences du LHC. Ces compresseurs développent des niveaux sonores très élevés. L'enveloppe du bâtiment doit donc intégrer une isolation acoustique efficace, favorisant automatiquement l'isolation thermique. Ce type d'isolation est difficilement compatible avec des apports thermiques internes importants qui devraient être dégagés par les parois du bâtiment. Le système à déplacement d'air combat avec efficacité l'accumulation de tels apports et peut servir aussi au désenfumage. Il pourra être configuré pour maintenir l'installation en toute fiabilité. De plus, ce concept de traitement d'air présente une économie intéressante aux niveaux des investissements, de l'énergie et de l'exploitation. Le système à déplacement d'air peut être considéré, dans ce cas, comme une solution technico-économique satisfaisante.

## 1 INTRODUCTION

Le Large Hadron Collider (LHC) et sa technologie basée sur les aimants supraconducteurs, entraînera l'utilisation massive d'hélium liquide. Cela explique l'émergence des nouveaux bâtiments cryogéniques en surface de l'accélérateur, en plus de ceux existants qui seront réaménagés. Tous ces bâtiments devront être chauffés, ventilés, refroidis et désenfumés, selon un cahier des charges très exigeant, aussi, un système de traitement d'air performant a-t-il été étudié et confronté avec les utilisateurs.

## 2 LE CAHIER DES CHARGES

Le LHC comportera dix bâtiments cryogéniques répartis sur l'ensemble de ses points, soit : SH1, SHM18, SH2, SH4, SHM4 (voir Fig. 1), SH5, SH6, SHM6, SH8 et SHM8. Ces bâtiments contiendront des compresseurs cryogéniques de forte puissance. Ils dégageront dans l'ambiance une puissance calorifique nominale sur l'air de 400 kW et développeront un niveau sonore global approchant 110 dBA. L'objectif est de chauffer le bâtiment en hiver à 17°C, et d'évacuer les dissipations internes pour garantir une température ambiante de 26°C au droit des compresseurs.

Le système de traitement d'air devra aussi répondre aux exigences du projet LHC au niveau acoustique, à savoir que la limite sonore admissible le jour est de 50 dBA (6h à 22h) et de 40 dBA la nuit. Ce système devra être simple, efficace, et standard aux différents ouvrages, pour être maintenu en toute fiabilité.

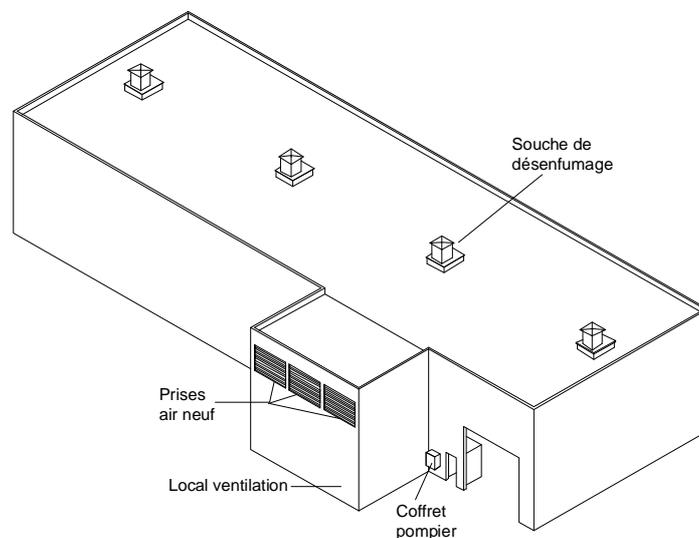


Figure 1 : Vue d'ensemble du bâtiment SHM4.

## 3 LE PRINCIPE RETENU

Le principe retenu est le système à déplacement d'air. Il repose sur l'une des lois les plus évidentes de la nature : l'air chaud, plus léger que l'air froid, a tendance à s'élever. Vous déversez lentement de l'air frais au niveau du sol. Comme sa température est légèrement inférieure à celle de l'air ambiant, il est maintenu au sol et s'y disperse par densité. En se réchauffant peu à peu au contact d'une source chaude, il prend une direction ascendante qui refoule la charge thermique et l'air pollué vers le haut, où ils seront évacués.

Les avantages du déplacement d'air :

- une aptitude à évacuer des charges calorifiques importantes,
- une applicabilité aux bâtiments existants à forte isolation (historique du système),
- une hauteur importante sous plafond permet de maximiser les taux d'efficacité,
- un gain sensible sur la puissance de refroidissement,
- une très grande portée d'action malgré une faible vitesse initiale des diffuseurs,
- une meilleure efficacité de réfrigération,
- une concentration des particules de l'air plus efficace [1],
- l'impulsion d'un diffuseur, définie par le produit de son débit et de sa vitesse, est trente fois moindre que dans le cas d'un système classique (action directe sur le ventilateur) [2],
- les grands espaces libres peuvent être desservis par un nombre réduit de diffuseurs [3], le traitement exclusif de la zone critique par réduction sensible de la température des atmosphères exactement là où les dégagements de chaleur sont importants (voir Fig. 2),
- une réduction des coûts d'investissement et de fonctionnement.

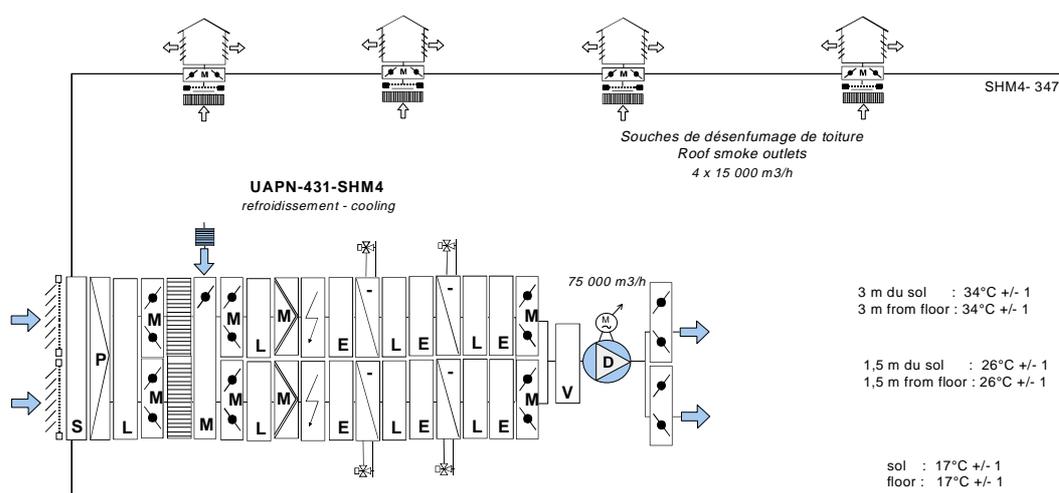


Figure 2 : Schéma de principe du bâtiment SHM4.

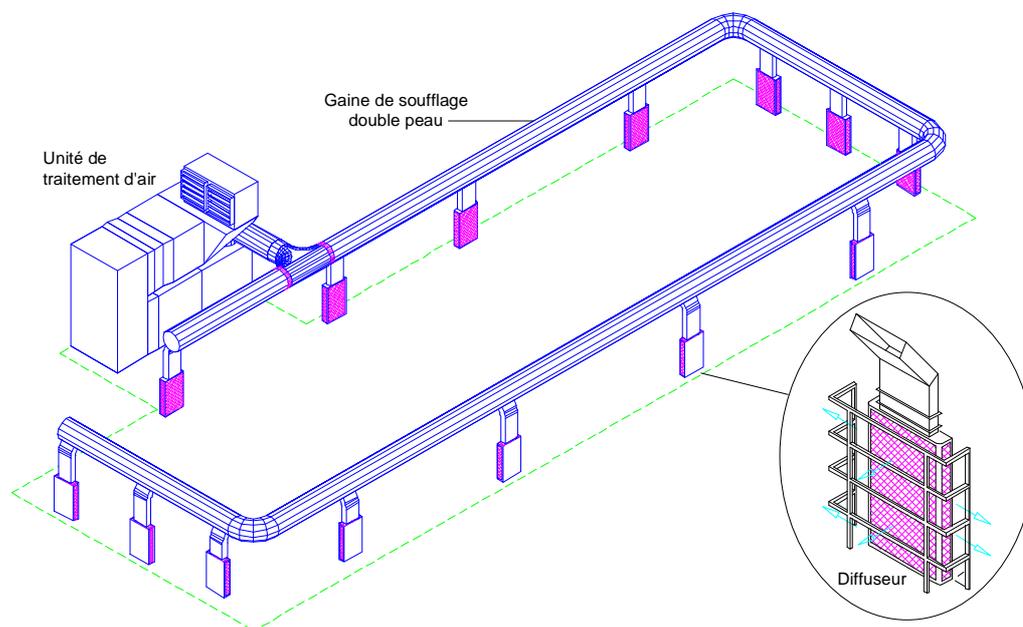
#### 4 LA SOLUTION TECHNIQUE

Le système à déplacement d'air a été adapté aux bâtiments cryogéniques et dimensionné en fonction de la géométrie des locaux pour ne traiter que la zone critique, située entre 0,6 et 3 m du sol.

L'installation est composée d'une prise d'air neuf acoustique, d'un plénum, et d'une unité de traitement d'air constituée de deux veines d'air avec section filtration, de jeux de registres modulants air neuf et reprise, d'une section batterie de chauffage électrique, et de deux batteries d'eau glacée, en amont d'un compartiment ventilateur de 75 000 m<sup>3</sup>/h, avec moteur à vitesse variable.

L'air traité est distribué en périphérie des locaux, dans un réseau de gaines double peau par l'intermédiaire d'une manchette souple et de registres manuels de réglages pour alimenter des diffuseurs à déplacement (voir Fig. 3).

L'air vicié est extrait en partie haute par les registres de toiture. Chaque registre est équipé d'un thermostat qui commande son ouverture quand la température au plafond atteint un certain seuil.



**Figure 3** : Plan de l'installation du bâtiment SHM4.

## 5 DESENFUMAGE

Le désenfumage est assuré par extraction naturelle au travers de souches de désenfumage équipées des registres servant également à l'extraction, disposées sur la toiture du bâtiment, et commandées manuellement et individuellement depuis un coffret de commande pompiers, accessible depuis l'extérieur du bâtiment.

Ce coffret de commande pompiers est prévu également pour arrêter la ventilation. Certaines commissions de sécurité acceptent même la mise en marche du système à déplacement en phase de désenfumage, dans la mesure où il accélère sensiblement l'extraction des fumées froides par les ouvertures de toiture.

## 6 ACOUSTIQUE

Les compresseurs développent un niveau sonore avoisinant 110 dBA, avec une crête dans les basses fréquences proches de 250 Hz. L'enveloppe du bâtiment est constituée de 300 mm de béton avec isolation intérieure de type schichtex 100 mm. Il n'est pas prévu d'isolation acoustique à la source des compresseurs. Il convenait donc de prendre des précautions au niveau des ouvertures extérieures qui servent à la ventilation, à savoir les prises d'air neuf en façade et les ouvertures en toiture que constituent les souches de désenfumage. L'ensemble des protections acoustiques prévues sont les suivantes :

- locaux ventilation : pièges à son, isolation acoustique des parois, portes et trappes d'accès ;

- équipements de ventilation : manchette souple, désolidarisation des gaines et de diffuseurs avec les parois du bâtiment ;
- prises d'air neuf : positionnées en hauteur pour permettre l'insertion de pièges à sons de longueur suffisante, équipées de grilles pare-pluie acoustiques et de baffles acoustiques supplémentaires ;
- souches de désenfumage de toiture : équipées de pièges à son en partie inférieure, et de capotages insonorisés composés de baffles acoustiques en partie supérieure.

Si les dispositions acoustiques prévues diminuent la transmission du bruit vers l'extérieur des bâtiments, le niveau de bruit à l'intérieur restera très élevé et le port des protections auditives par le personnel entrant sera obligatoire.

## **7 GESTION TECHNIQUE DES INSTALLATIONS**

Le principe du système à déplacement a été standardisé à l'ensemble des bâtiments cryogéniques du LHC (dimensionnement et nature des équipements mis en œuvre). Cela permet incontestablement une sécurité au niveau de la garantie de résultat, de la fiabilité du processus, de la gestion du stock des pièces de rechanges, et donc, de la maintenabilité.

Le traitement exclusif de la zone d'occupation, un système qui recherche l'utilisation maximale de l'air neuf frais comme fluide rafraîchissant (free-cooling), la faible impulsion des diffuseurs, le gain sur la puissance de réfrigération et la forte efficacité de ce système, permettront l'économie d'énergie par rapport au système classique.

## **8 CONCLUSION**

La conception des installations de traitement d'air pour les bâtiments cryogéniques, basée sur l'expérience du LEP, a été conduite dans le contexte d'une étude globale LHC, tant au niveau des ressources que des moyens. Elle a permis de déterminer une solution qui minimise les risques, les coûts d'investissement et surtout les coûts d'exploitation. Le système à déplacement apporte une amélioration décisive aux performances des systèmes de ventilation tout en réduisant les coûts. On peut admettre, dans ce cas, que le système à déplacement est une solution technico-économique satisfaisante.

### **Remerciements**

Je tiens à remercier pour leurs précieux conseils, Jean Roche, plus particulièrement pour son expérience acquise avec le LEP, et Francisco Josa, pour son travail de sélection sur l'instrumentation des unités de traitement d'air pour le LHC.

### **Références**

- [1] Le système TRANSF' AIR, Manuel de détermination, BAHCO SA (1988).
- [2] La ventilation par déplacement d'air, Promoclim, tome 20 N°7, HESCO France (1989).
- [3] Expérience L3 au point 2 du LEP : le débit d'air traité de 45 000 m<sup>3</sup>/h, est distribué par l'intermédiaire d'un nombre réduit à cinq de diffuseurs.