



Livre blanc
Les fondements des plafonds climatisés
– Technique / Domaines d'application / Avantages

Solutions individuelles pour le confort intérieur

BARCOL-AIR 
by Swegon

Livre blanc

Les fondements des plafonds climatisés

– Technique / Domaines d’application / Avantages

Au cours des dernières décennies, les plafonds climatisés sont devenus une norme en matière de climatisation des locaux. Il existe des systèmes multifonctionnels à eau (également appelés plafonds chauffants/rafraîchissants à rayonnement), et qui se trouvent aussi bien dans les immeubles de bureaux et les espaces de vente que dans les salles de production industrielle et les établissements de soins de santé.

Les fonctions des plafonds climatisés sont nombreuses et l’évolution technologique apporte de nouvelles connaissances et ouvre la voie à de nouveaux domaines d’application. L’objectif du présent livre blanc est de donner un aperçu des fondements des plafonds climatisés, et en particulier d’aider les jeunes spécialistes en planification à se lancer dans la réalisation pratique de projets de plafonds climatisés.

Ce livre blanc aborde les questions suivantes:

- Comment fonctionne le refroidissement/chauffage par rayonnement?
- Quels sont les différents systèmes de plafond?
- Quels sont les paramètres typiques de la climatisation?
- Quels sont les autres moyens qu’offrent les plafonds climatisés pour influencer le confort d’une pièce?

Rédacteur:



Thomas Burger, Directeur technique, Barcol-Air Group AG

Introduction

Pour que nos performances au bureau soient optimales, nous devons nous sentir à l'aise. Il est donc dans l'intérêt de chaque entreprise de mettre à la disposition de ses collaborateurs un lieu de travail irréprochable en termes de confort spatial. Parmi les facteurs de confort, il n'y a pas que la température et l'air ambiants, il y a aussi l'acoustique, le visuel et l'éclairage adapté. Parallèlement, les exigences en matière d'exploitation et d'efficacité énergétique deviennent de plus en plus strictes: l'installation doit pouvoir fonctionner pendant des décennies sans nécessiter d'entretien majeur, et les coûts énergétiques doivent être au plus bas.

Un plafond climatisé est en mesure de concilier tous ces facteurs, raison pour laquelle cette solution s'est imposée face aux autres systèmes de climatisation lors des dernières années.

Table des matières

Généralités sur la structure des plafonds climatisés.....	4
Le refroidissement et le chauffage par rayonnement.....	5
Rail thermoconducteur.....	6
Systèmes de plafonds.....	7
Paramètres typiques de la climatisation des locaux.....	8
Diffuseurs d'air pulsé.....	9
Absorption acoustique.....	10
Installations (éclairage, capteurs, etc.).....	11
Conclusion.....	12

Généralités sur la structure des plafonds climatisés

Contrairement aux systèmes d'activation du noyau de béton ou des systèmes de refroidissement encastrés, les plafonds climatisés sont accrochés à un faux plafond, lui-même suspendu au plafond.

Dans le cas des plafonds climatisés métalliques, le plafond suspendu est constitué de plaques d'acier ou d'aluminium d'une épaisseur comprise entre 0,7 et 1,0 mm, qui sont généralement perforées pour des raisons acoustiques et optiques. Ils sont aussi généralement thermolaqués, afin de protéger le matériau et d'améliorer le rayonnement thermique (voir page 5).

Un fin non-tissé acoustique est souvent collé sur le panneau de plafond sur lequel est fixé le système de circulation du fluide de refroidissement.

Le fluide de refroidissement (généralement de l'eau) est principalement acheminé par des tuyaux en cuivre. Ces derniers sont certes plus chers que les tuyaux en plastique ou en acier inoxydable, mais ils se corrodent beaucoup moins. De plus, la conductivité thermique du cuivre est dix fois supérieure à celle de l'acier inoxydable et cent fois supérieure à celle du plastique.

Depuis le tuyau, l'énergie est répartie sur le panneau de plafond au moyen de rails thermoconducteurs (page 6).

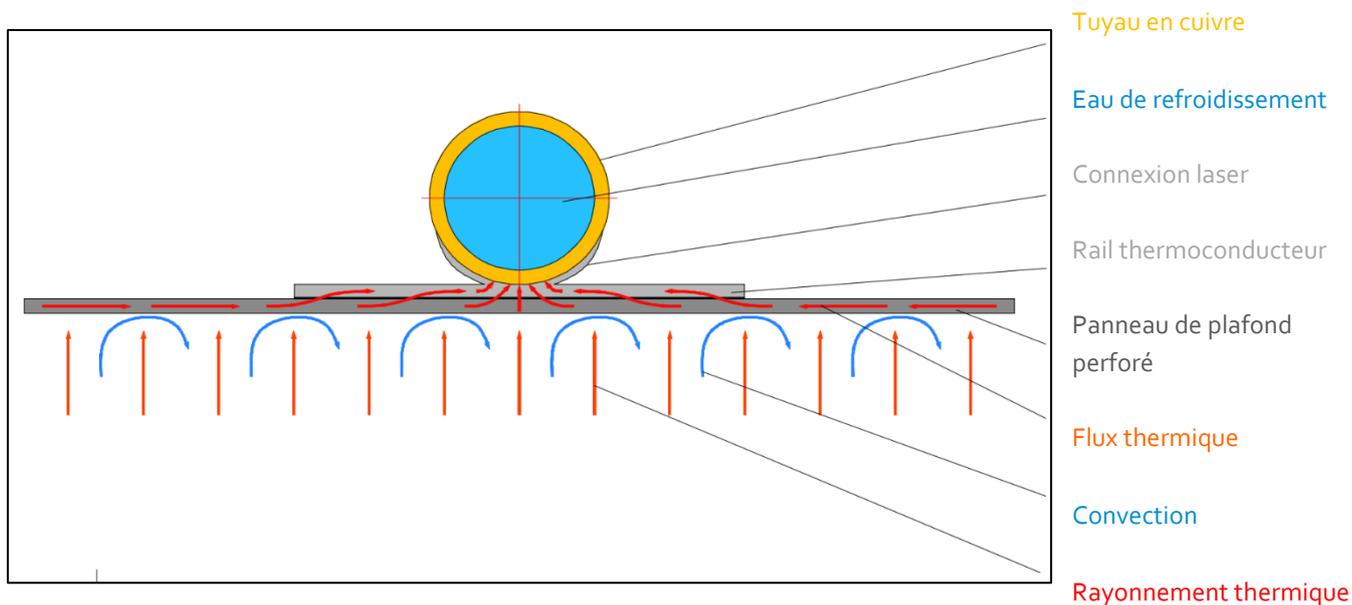


Fig. 1: Fonctionnement de base d'un plafond climatisé

Matériau du faux plafond

Outre le métal, le plâtre (hautement compressé au minimum, de préférence avec du graphite incorporé, pour une utilisation en tant que plafond climatisé) est un matériau fréquent pour les plaques de faux plafond. Parmi les autres matériaux, on retrouve les granulés de verre expansé, les panneaux alvéolaires en aluminium, etc.

Le refroidissement et le chauffage par rayonnement

Le plafond climatisé doit principalement son succès à son concept d'échangeur de chaleur. Environ 40 à 50 % du refroidissement seulement se traduit par un refroidissement direct de l'air ambiant. La pièce (et les personnes qui s'y trouvent) est principalement refroidie (ou réchauffée en hiver) par rayonnement thermique. Cette solution présente des avantages:

- Contrairement à l'air froid, le rayonnement thermique n'entraîne aucun mouvement de convection, et donc aucun risque de courant d'air.
- Les gens n'aiment pas l'air (frais) en mouvement, mais le fait d'être rafraîchi par rayonnement thermique est très agréable.

Imaginez-vous une nuit d'été sur la plage: l'air est encore chaud, mais le ciel rayonne de fraîcheur:

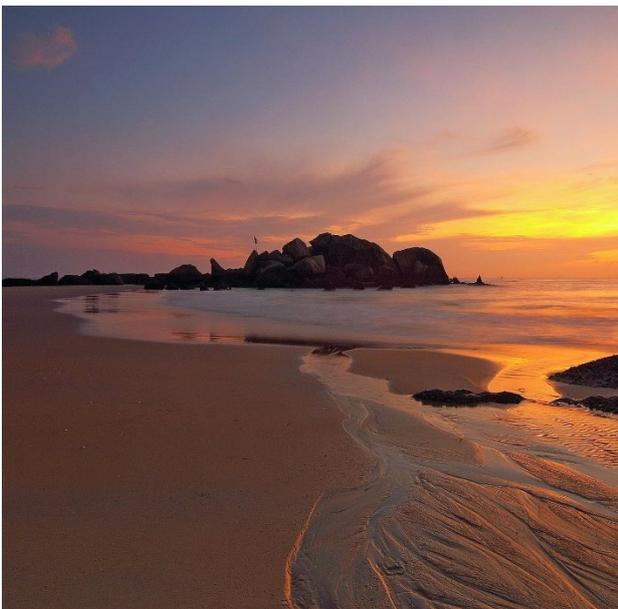


Fig. 2: Comme le ciel nocturne rayonne de fraîcheur, la température est perçue comme plus douce qu'elle ne l'est en réalité

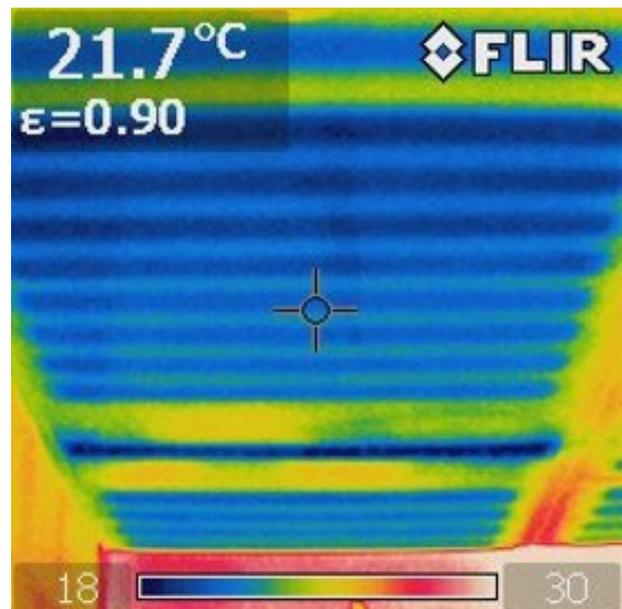


Fig. 3: Image infrarouge d'un plafond climatisé en mode refroidissement

- La fraîcheur du plafond donne l'impression que la pièce est plus fraîche qu'elle ne l'est en réalité. Ainsi, il n'est pas nécessaire de refroidir la pièce plus que de raison pour obtenir une sensation de confort.
- Le rayonnement thermique se propage en principe indéfiniment (comme celui du soleil), contrairement à l'air frais qui est, à un moment ou à un autre, évacué.

Rail thermoconducteur

Le rail thermoconducteur sert à répartir l'énergie du tuyau en cuivre sur une plus grande surface de la plaque de plafond métallique. Il existe d'innombrables variantes, mais le rail thermoconducteur est, de préférence, en aluminium (conduction thermique de l'aluminium: 200 W/m*K, de l'acier: 40 W/m*K, du plastique: 0,4 W/m*K).

Trois variantes de rails thermoconducteurs avec du tuyau en cuivre et l'aluminium que l'on retrouve couramment sur le marché:

- ▣ Profilé extrudé avec sertissure du tuyau en cuivre
- ▣ Profilé Omega
- ▣ Profilé soudé

Comparaison des variantes

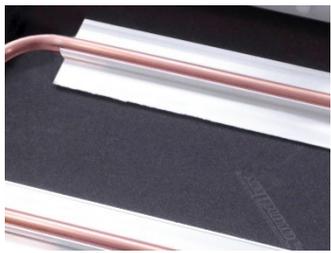
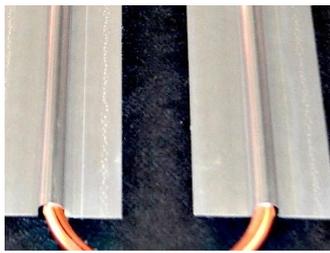
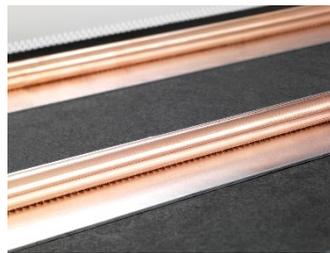
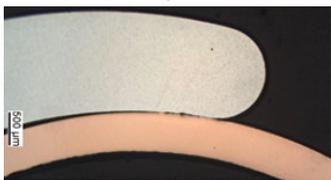
Variantes	Profilé extrudé ¹ avec sertissure du tuyau en cuivre	Profilé Omega	Profilé soudé
Schéma			
Raccord tube - rail thermoconducteur	- (Micro-espace d'air) 	- (Micro-espace d'air) 	++ (Fermeture du matériau) 
Conduite transversale	+ (Épaisseur de matériau importante)	- (Tôle fine)	- (Tôle fine)
Besoin en matériau	-- (très élevé)	+ (faible)	+ (faible)

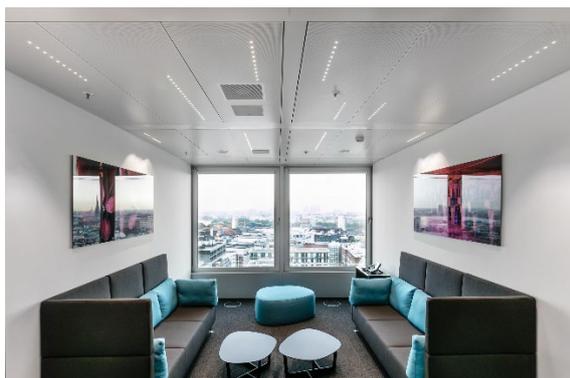
Fig. 4: Aperçu des variantes de rails thermoconducteurs (images: © Barcol-Air et Ostschweizer Fachhochschule OST).
Légende des symboles d'évaluation: ++ très bon, + bon, - mauvais, -- très mauvais

¹ Le profilé magnétique est une forme spéciale de profilé extrudé. Celui-ci ne se colle pas, mais tient par bande magnétique dans les panneaux de plafond (en acier). Cette solution réduit considérablement le volume de transport et est idéale pour le post-équipement des plafonds existants.

Systèmes de plafonds

Depuis quelques années, outre les exigences fonctionnelles imposées à un plafond climatisé, ce sont les souhaits et les tendances en matière d'architecture qui influencent de plus en plus les variantes choisies.

Alors qu'au début des années 2000, le **plafond métallique fermé** représentait encore la norme, on trouve aujourd'hui plus souvent **des îles et des modules de plafond** ainsi que des systèmes ouverts avec lesquels le plafond en béton est visible.

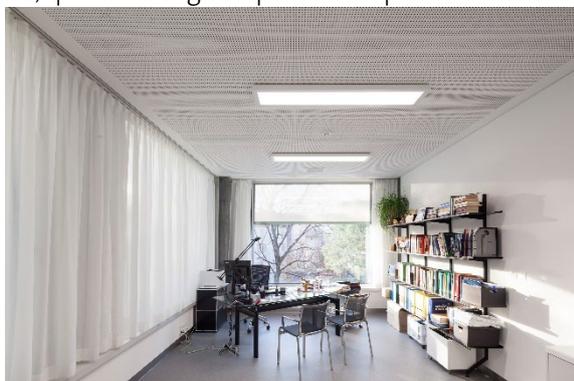


Plafond métallique fermé (système «bandraaster»)



Voile

S'il ne doit pas y avoir d'aspect métallique, il est possible d'utiliser un **système de plafond encastré sans joints**, qui se distingue à peine d'un plafond traditionnel.



Plaques de plâtre perforées



Plaques de plâtre non perforées

Les systèmes de plafonds ouverts se composent, par exemple, de baffles ou de lamelles de formes et matériaux de diverses natures.



Baffles



Lamelles

Paramètres typiques de la climatisation des locaux

Été	Hiver
<p>Charge frigorifique Doit être déterminée par le bureau d'études en fonction du projet. Dans ce contexte, des charges comprises entre 40 et 60 W/m² s'avèrent réalistes (aux largeurs moyennes).</p> <p>Température ambiante Aucune restriction de performance n'est attendue, pour l'être humain, jusqu'à une température ressentie de 26 °C. Il convient de noter qu'avec un plafond climatisé, une température ambiante de 26 °C est perçue comme nettement plus fraîche.</p> <p>Température de départ de l'eau En général, les systèmes de chauffage/refroidissement au sol peuvent fonctionner avec des températures de départ de l'eau proches de la température ambiante, ce qui permet d'économiser beaucoup d'énergie. Tandis qu'auparavant, une température comprise entre 14 et 16 °C était courante (risque de descendre en dessous du point de rosée), les plafonds climatisés techniquement optimisés permettent d'atteindre des températures de départ de 18 ou 19 °C. Pendant une grande partie de l'année, le bâtiment peut ainsi être refroidi par freecooling, c'est-à-dire sans machine refroidissante ou sans dépenses électriques liées à son exploitation. Dans ce cas, la masse du bâtiment est également prise en compte dans la climatisation. (Recommandation: Livre blanc «Plafonds climatisés et inclusion de la masse»)</p> <p>Puissance frigorifique (plaques de plafond en acier, sous-température environ 8 K) Plafond fermé: autour de 70 - 80 W/m² Voile de plafond: autour de 80 - 100 W/m²</p>	<p>Charge calorifique Doit être déterminée par le bureau d'études en fonction du projet. Des charges de l'ordre de 25 W/m² sont réalistes (dans les bâtiments modernes).</p> <p>Température ambiante La plupart du temps, 21 °C. En France, par exemple, la norme est de 19 °C, ce qui permet d'économiser beaucoup d'énergie.</p> <p>Température de départ de l'eau En raison des faibles charges calorifiques, des températures de départ d'environ 32 °C sont généralement suffisantes.</p> <p>L'être humain n'aime pas avoir la tête trop chaude. C'est la raison pour laquelle des températures de départ supérieures à 35 °C ne sont pas recommandées.</p> <p>Puissance calorifique (plaques de plafond en acier, surtempérature environ 10 K) Plafond fermé: autour de 70 - 80 W/m² Voile de plafond: autour de 80 - 100 W/m²</p>

Perte de charge

La perte de charge dépend de l'écart entre la température de départ et la température de retour (généralement 2 - 3 K). Elle ne doit pas dépasser 25 kPa dans un circuit d'eau.

Diffuseurs d'air pulsé

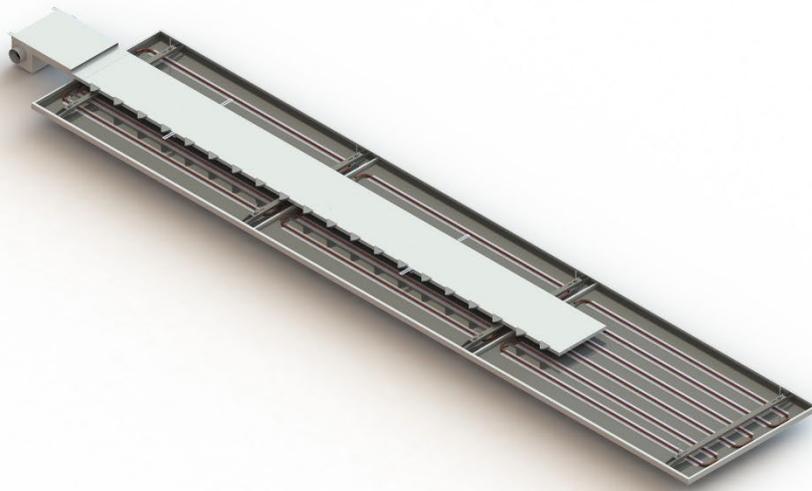
Les faux plafonds sont idéaux pour installer des diffuseurs d'entrée et de sortie d'air et pour dissimuler les conduites correspondantes. De plus, depuis le plafond, l'air se répartit très bien dans la pièce. En effet, aucune exigence n'est imposée en matière de vitesse de l'air ambiant. L'air peut ainsi être réparti largement et à grande vitesse au niveau du plafond, avant de descendre dans la zone de séjour.

Au cours des dernières années, les exigences en matière d'efficacité de la climatisation des locaux sont devenues plus strictes. C'est surtout la masse du bâtiment (béton, briques) qui joue un rôle essentiel. Si de l'énergie est stockée dans cette masse pendant la

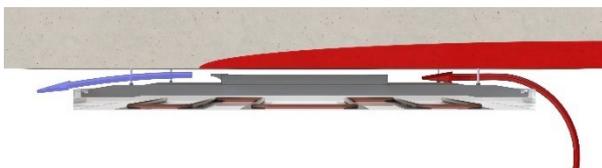
journée et qu'elle ne doit pas être évacuée immédiatement, elle peut être extraite de la masse pendant la nuit lorsque les températures extérieures sont plus basses.

(Recommandation: Livre blanc «Plafonds climatisés et inclusion de la masse» et Livre blanc «Refroidissement économe en énergie»).

C'est la raison pour laquelle la dernière génération de diffuseurs d'air pulsé de Barcol-Air est conçue de manière à ce que l'air chaud de la pièce soit, pendant la journée, transmis au béton (masse du bâtiment), que le béton se réchauffe et que l'énergie puisse être à nouveau extraite pendant la nuit.



Jour: le débit d'air hygiéniquement nécessaire sort des buses d'induction haute performance. Est alors induit de l'air ambiant chaud depuis l'arrière du voile. Une partie de l'énergie est directement évacuée, une autre réchauffe le béton. La température ambiante reste toujours confortable.



Nuit: la nuit, le bâtiment n'a pas besoin d'air neuf. L'eau peut être refroidie par freecooling (sans utilisation de la machine refroidissante). L'échange par rayonnement entre le béton chaud et les rails thermoconducteurs froids permet d'extraire l'énergie du béton et de préparer ce dernier à absorber l'énergie excédentaire le jour suivant.



Fig. 5: Fonctionnement du canal de buses Barcol-Air

Absorption acoustique

Outre la température et l'air ambiants, l'acoustique exerce particulièrement une grande influence sur le bien-être de l'être humain au travail.

Et l'acoustique architecturale est un vaste domaine. En collaboration avec un organisme de contrôle accrédité en Suisse, Barcol-Air a mené les études les plus diverses sur ce thème, de l'absorption et de l'isolation acoustiques des plafonds à la puissance acoustique des diffuseurs d'air pulsé. Dans ce contexte, l'absorption acoustique reste l'aspect le plus important.

Les plafonds représentent la plus grande surface libre de la pièce, ils sont donc idéaux pour absorber les bruits de conversations, d'imprimantes ou de sonneries de téléphone. Les plus de 200 mesures similaires effectuées au sein de configurations les plus diverses permettent de se prononcer sur l'absorption acoustique de tous les plafonds imaginables.

(Recommandation: Livre blanc [«Planification acoustique des bureaux»](#))

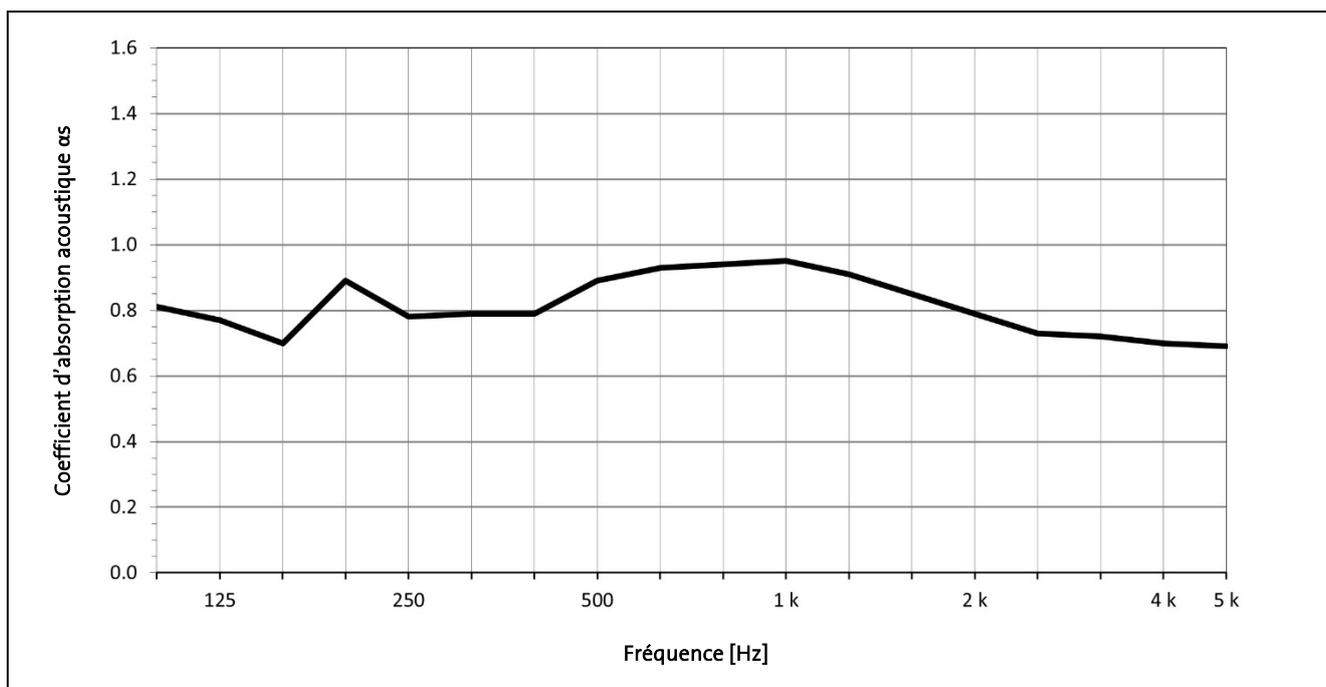


Fig. 6: Courbe d'absorption acoustique sur différentes fréquences, exemple d'un plafond climatisé en métal avec non-tissé acoustique et matelas en laine minérale

Installations (éclairage, capteurs, etc.)

La technicité croissante des immeubles de bureaux exige des endroits où installer des capteurs. Étant donné que les capteurs ont une bonne «vue d'ensemble» depuis le plafond, ce dernier se prête à l'installation de détecteurs d'incendie et de mouvement, de capteurs de CO₂ et de température, etc.

Les dispositifs techniques de sécurité, tels que les sprinklers, sont également intégrés directement dans

le faux plafond, au même titre que l'éclairage, dont la chaleur résiduelle est d'ailleurs évacuée, de manière très directe et efficace, au moyen d'un plafond climatisé.

Comme toutes ces installations nécessitent des câbles, des tuyauteries et une alimentation électrique en conséquence, il arrive que, pour des raisons architecturales, le tout doive être dissimulé derrière un faux plafond.



Fig. 7: Plafond climatisé avec plaques de plâtre perforées et diverses installations (lumière, air, sprinkler, détecteur de fumée)

Conclusion

Les nombreuses possibilités d'utilisation des plafonds climatisés, qu'il s'agisse de plafonds métalliques suspendus ou de plafonds en plaques de plâtre sans joints, en font le support idéal pour répondre aux différentes exigences des immeubles de bureaux modernes.

Les plafonds climatisés permettent de répondre facilement aux questions du chauffage et du refroidissement, de l'installation de diffuseurs d'air pulsé, de l'absorption acoustique et de l'installation de l'éclairage et des détecteurs.

Enfin, le plafond est extrêmement séduisant d'un point de vue architectural. En effet, il vient couronner chaque pièce.

Riche de plus de 40 ans d'expérience dans le domaine des plafonds climatisés et du confort intérieur, Barcol-Air se fera un plaisir de vous aider dans vos projets. Contactez-nous!

Suisse



Barcol-Air Group AG
Wiesenstrasse 5
8603 Schwerzenbach
T +41 58 219 40 00
F +41 58 218 40 01
info@barcolair.com

Barcol-Air AG
Wiesenstrasse 5
8603 Schwerzenbach
T +41 58 219 40 00
F +41 58 218 40 01
info@barcolair.com

Barcol-Air AG
Via Bagutti 14
6900 Lugano
T +41 58 219 45 00
F +41 58 219 45 01
ticino@barcolair.com

Allemagne

Barcol-Air GmbH
Bahnhofstrasse 39
21614 Buxtehude
T +49 4161 800 28 0
F +49 4161 800 28 20
verkauf-deutschland@barcolair.com

France

Barcol-Air France SAS
Parc Saint Christophe
10, avenue de l'Entreprise
95861 Cergy-Pontoise Cedex
T +33 134 24 35 26
F +33 134 24 35 21
france@barcolair.com

Italie

Barcol-Air Italia S.r.l.
Via Leone XIII n. 14
20145 Milano
T +41 58 219 45 40
F +41 58 219 45 01
italia@barcolair.com

barcolair.com

compétent, complet, flexible, efficace