



PLANIFICATION ACOUSTIQUE DES BUREAUX

Focus sur un facteur de confort

Introduction

Le bruit est l'inconvénient le plus souvent dénoncé sur le lieu de travail, surtout dans les bureaux paysagers. Il doit être possible de communiquer et de se concentrer. L'objectif de la planification acoustique des locaux est d'instaurer de bonnes conditions acoustiques pour chaque poste de travail. Les tendances architecturales, par exemple les grandes fenêtres réverbérantes, rendent cet objectif difficile à atteindre. Les bureaux paysagers ouverts posent également des problèmes en termes de délimitation acoustique suffisante.

De nos jours, alors que les normes de construction prennent systématiquement en compte le confort thermique, le bien-être acoustique est, quant à lui, souvent laissé de côté. Pourtant, il contribue beaucoup au sentiment général de bien-être dans un local. Souvent, des mesures visant à améliorer l'acoustique des locaux doivent alors être prises à posteriori, quand les locaux sont déjà utilisés.

Ce livre blanc vous montrera quels sont les critères à respecter et les mesures à prendre pour obtenir une bonne acoustique dans un bureau. Nous évoquerons également le rôle important que jouent les surfaces à absorption acoustique au plafond.

Dans ce document d'information, nous nous penchons sur les questions suivantes :

- À quoi faut-il faire attention pour obtenir une bonne acoustique dans un bureau?
- À quoi faut-il faire attention pour les salles de conférence et de réunion?
- À quels endroits du local faut-il installer des absorbeurs acoustiques et comment fonctionnent-ils?
- Quels sont les avantages des plafonds à absorption acoustique?
- Quelles sont les caractéristiques des absorbeurs acoustiques et comment traiter ces informations?

Planification acoustique des bureaux

Focus sur un facteur de confort

Août 2024_V2

SOMMAIRE

Focus sur un facteur de confort

Les critères à respecter pour obtenir une bonne acoustique dans un local	4
Propagation divergente des ondes sonores dans un bureau.....	5
Cas particulier des salles de conférence et de réunion .	6
Absorbeurs fixes au plafond.....	7
Facteur d'influence de la distance par rapport au plafond.....	8
Facteur d'influence des plafonds perforés ou troués ...	9
Facteur d'influence des plaques activées au plafond ..	10
Facteur d'influence de la hauteur de suspen- te	10
Facteur d'influence des installations verticales	11
Des absorbeurs fixes qui ne se trouvent pas au plafond.....	12
Marquage des absorbeurs acoustiques.....	13
Laboratoire d'acoustique.....	14
Conclusion.....	15

Auteur



Bernd Rupflin

Responsable laboratoire, Barcol-Air Group AG

Les critères à respecter pour obtenir une bonne acoustique dans un local

Pour obtenir une bonne acoustique dans un bureau, il faut principalement veiller à respecter les critères suivants¹:

- **Faible réverbération**

Le temps de réverbération permet de mesurer la réverbération d'un local. Une faible réverbération se traduit par un court temps de réverbération. Le local doit pour ce faire être équipé de surfaces à absorption acoustique en suffisance. Dans les mêmes conditions (nuisances sonores liées à des sources extérieures et/ou intérieures de bruit identiques), un local à moindre réverbération est comparativement plus calme qu'un local à niveau de réverbération élevé. La réverbération a également une influence sur la propagation divergente des ondes sonores dans le local concerné.

- **Faible propagation divergente des ondes sonores**

Dans un bureau, il faut principalement veiller à une faible propagation divergente des ondes sonores. Pour ce faire, une faible réverbération est nécessaire. Il faut surtout tenir compte de la propagation divergente (indésirable) des ondes sonores entre les différents postes de travail (plus d'informations aux pages suivantes).

- **Réduction du bruit de fond**

Pour diminuer le bruit de fond, il est nécessaire d'installer une isolation phonique suffisante vers l'extérieur et vers les pièces voisines. Il faut également faire attention aux émissions sonores des installations techniques. Ceci relève de l'acoustique architecturale. Il faut aussi prendre en compte les sources de bruit provenant de l'intérieur même du bureau, les imprimantes notamment. Comme énoncé au paragraphe précédent, une faible réverbération entraîne également une diminution du bruit de fond.

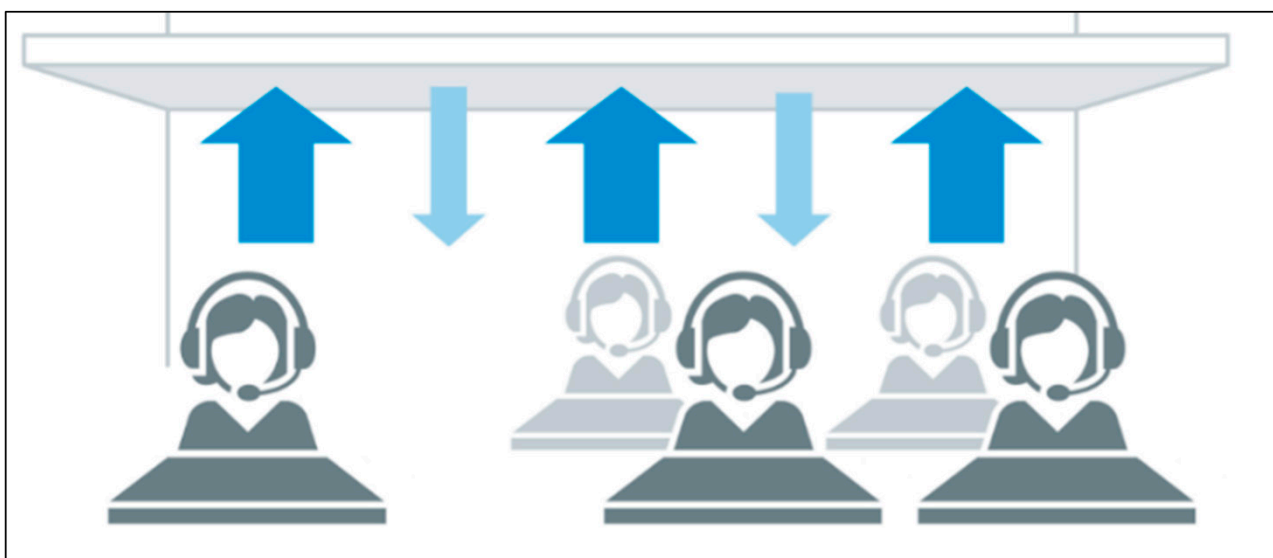


Fig. 0: Impact de la réflexion des ondes sonores à l'intérieur d'un local

¹ Pour l'examen approfondi: La directive VDI 2569, spécialement consacrée à la configuration acoustique des bureaux, se divise en deux parties. L'une porte sur les bureaux individuels, et l'autre sur les petits et les grands bureaux partagés. Vous trouverez également des informations sur les valeurs limite des différentes caractéristiques liées aux critères susmentionnés, afin de distinguer trois types différents d'acoustique dans les locaux.

Propagation divergente des ondes sonores dans un bureau

Sans cloison acoustique

L'illustration 1 représente la propagation divergente des ondes sonores entre des postes de travail voisins dans un bureau partagé. En plus des ondes sonores directes, on observe aussi et surtout une réflexion des ondes sonores et une diffusion de celles-ci sur le plafond.

Les ondes sonores peuvent également être réfléchies ou se diffuser sur des murs proches, sur une façade ou encore sur le sol. Les dispositifs de bureau sont généralement plus efficaces sur la propagation divergente des ondes sonores par les sols et les murs que sur celle par le plafond.

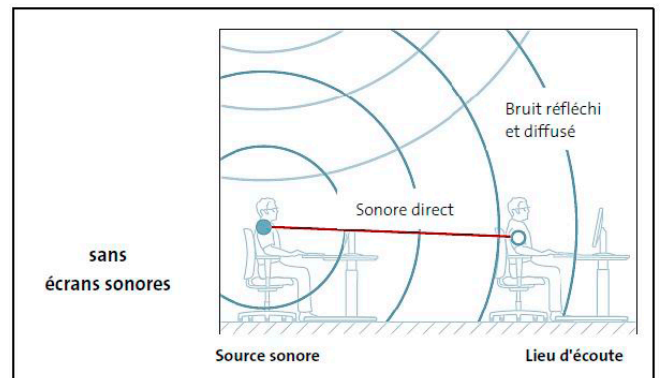


Fig. 1: Propagation divergente des ondes sonores dans un bureau partagé sans cloison acoustique (IBA)

Avec cloison acoustique

L'illustration 2 représente la propagation divergente des ondes sonores pour une même configuration, mais avec cloison acoustique.

À défaut de cloisons modulables spéciales, des armoires ou des bureaux peuvent notamment également faire office de cloisons acoustiques.

La cloison acoustique permet d'éviter les ondes sonores directes. On n'observe à présent plus qu'une diffraction d'ondes en haut de la cloison, dont la pression acoustique est toutefois nettement moins élevée que dans le cas d'une onde sonore directe.

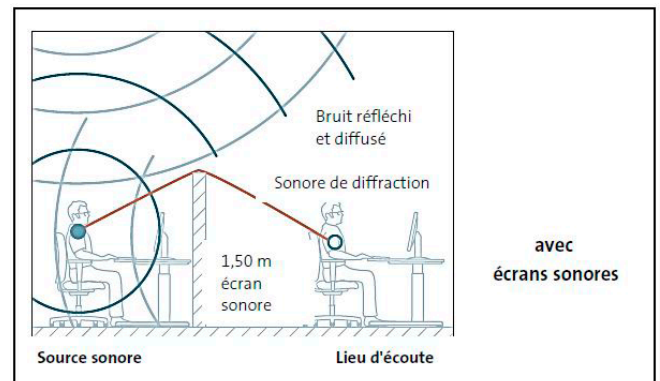


Fig. 2: Propagation divergente des ondes sonores dans un bureau partagé avec cloison acoustique (IBA)

Cas particulier des salles de conférence et de réunion

Les salles de conférence et de réunion doivent être planifiées autrement que les bureaux. Contrairement aux bureaux, ces pièces doivent être synonyme de bonne intelligibilité de la parole sur de longues distances. C'est la raison pour laquelle la réverbération doit y être nettement plus élevée quand dans un bureau.

Dans les **salles de conférence**, l'orateur doit être compris depuis n'importe quel endroit du local. Il doit donc y avoir des surfaces réfléchissantes audessus de lui et de ceux qui l'écoutent. L'illustration 3 montre en couleurs un agencement possible des différentes surfaces réfléchissantes au plafond. Les éléments à absorption acoustique doivent plutôt être placés dans le fond du local et sur le mur du fond.

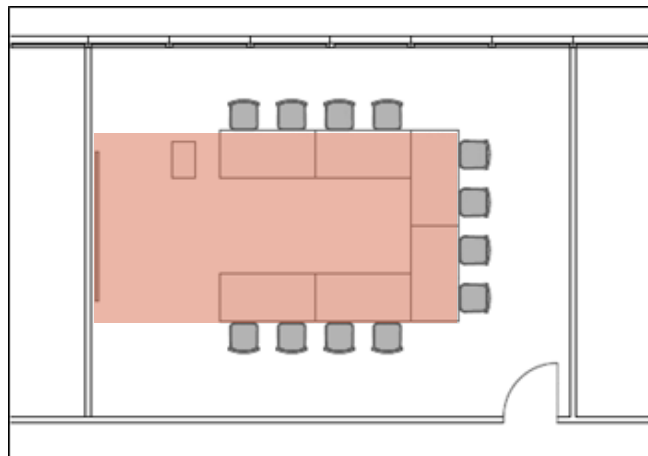


Fig. 3: Exemple de salle de conférence et position définie de l'orateur et de ceux qui l'écoutent. Les différentes surfaces réfléchissantes sont également indiquées (illustration IBA complétée)

Les **salles de réunion** avec une grande table ronde entourée de chaises devraient être équipées d'un plafond réfléchissant audessus de la table, afin que toutes les autres personnes présentes autour de la table puissent comprendre l'orateur. L'illustration 4 montre en couleurs un agencement possible des différentes surfaces réfléchissantes au plafond. Les éléments à absorption acoustique devraient être installés plus loin au plafond, à l'extérieur de la table, dans toutes les directions.

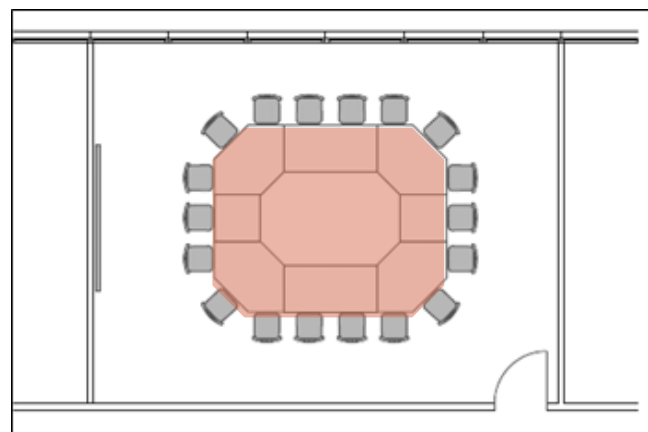


Fig. 4: Exemple de salle de réunion avec une grande table ronde entourée de chaises. Les surfaces réfléchissantes sont également indiquées (illustration IBA complétée)

Absorbeurs fixes au plafond

Des cloisons acoustiques, des cloisons amovibles, des garnitures de bureaux ou d'autres solutions du même style peuvent être intégrées en tant que dispositifs de bureaux flexibles et adaptés à la situation. Pour les absorbeurs fixes, c'est différent. Ils nécessitent une planification minutieuse.

En raison de la propagation divergente des ondes sonores dans les bureaux (voir fig. 1 et 2), il est recommandé d'installer absolument des absorbeurs acoustiques au plafond, surtout audessus des postes de travail et des sources de bruit.

En général, il y a assez d'espace libre au plafond pour y installer des absorbeurs acoustiques. Des couches

d'isolation plus épaisses peuvent également être installées, idéalement à une distance optimale du plafond (voir les pages suivantes pour plus d'informations). Les systèmes de plafond climatisé, comme dans l'illustration 5 vue d'en haut, assurent non seulement un confort thermique et une bonne qualité de l'air, mais ils jouent également un rôle important dans l'acoustique des locaux.

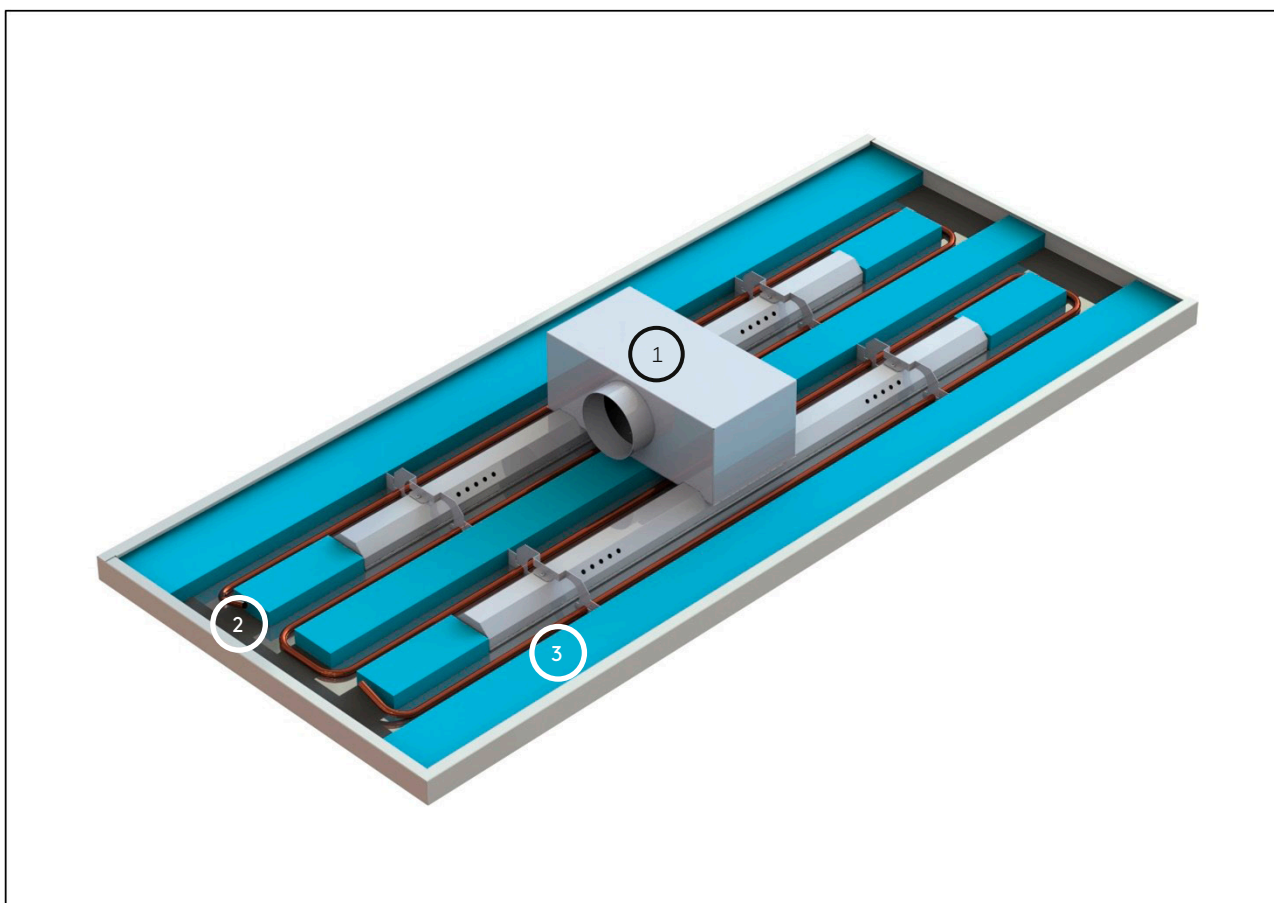


Fig. 5: Système de plafond climatisé avec élément d'air pulsé ①, non-tissé collé ② sur le panneau de plafond et bandes de laine minérale en film PE noir ③ (pour une meilleure visibilité, il est représenté en bleu et pas en noir sur l'illustration)

Facteur d'influence de la distance par rapport au plafond

En plaçant votre absorbeur à une distance avantageuse par rapport au plafond (hauteur de suspente), vous améliorerez nettement l'absorption acoustique. À des épaisseurs normales d'isolation, un absorbeur poreux tel que la laine minérale, appliqué directement sur des surfaces dures (plafond en béton par ex.), absorbe ainsi surtout les fréquences hautes, et éventuellement les fréquences moyennes aussi.

L'illustration 6 montre le cours du degré d'absorption acoustique des plaques de fibre minérale avec des épaisseurs d'isolation allant de 15 à 40 mm sans distance, ainsi qu'à une distance de 300 mm par rapport aux surfaces dures.

Sur l'illustration 6, on constate une nette amélioration en ce qui concerne la plage des basses fréquences pour les deux épaisseurs d'isolation lorsque celles-ci sont situées à une distance comprise entre 0 et 300 mm. Cela s'explique par le fait que les ondes sonores réfléchies génèrent une «accumulation de pression» à une distance d'un quart de la longueur de l'onde (en acoustique, on parle de zone de célérité maximum du son). En posant une isolation dans cette zone, on atteint une absorption élevée (fig. 7).

Une distance de 300 mm correspond à un quart de la longueur d'onde d'une fréquence d'environ 280 Hz et permet donc d'améliorer l'absorption des basses fréquences.

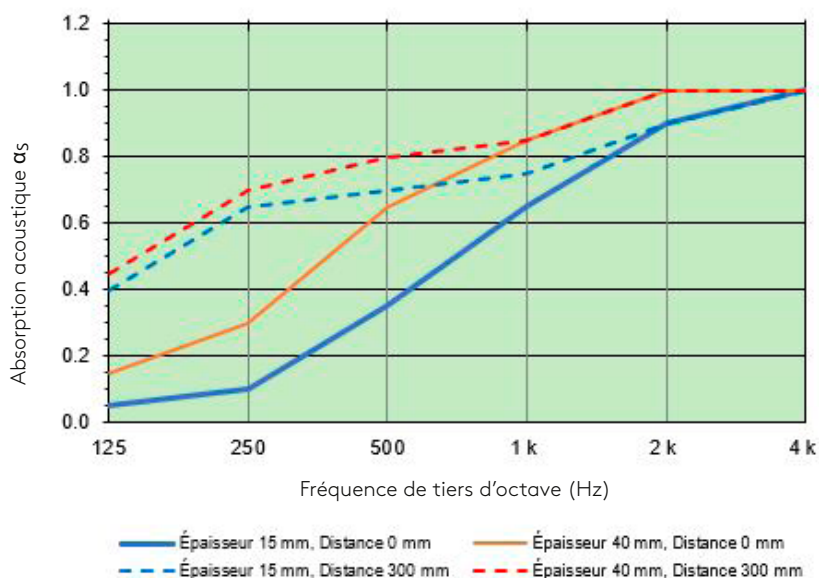


Fig. 6: Valeurs de Fasold/Veres, tableau 4.3

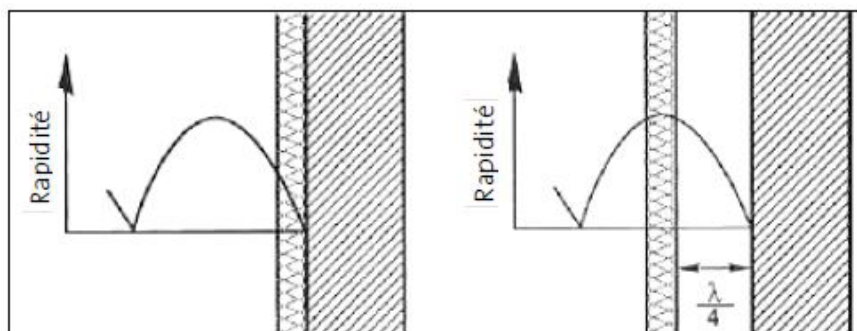


Fig. 7: Augmentation de l'efficacité des absorbeurs poreux grâce à la disposition d'installations dans la zone de célérité maximum (Fasold/Veres)

Facteur d'influence des plafonds perforés ou troués

Les plafonds perforés ou troués donnent également des résultats. Ils sont appelés vibrateurs de plaques trouées et permettent d'atteindre un degré élevé d'absorption. Les trous dans la plaque font l'effet d'une masse (ce qu'on appelle la masse trouée, qui dépend de la section transversale libre, de la forme et de la largeur du trou) et l'air présent dans le boîtier du plafond en béton fait, lui, l'effet d'un ressort.

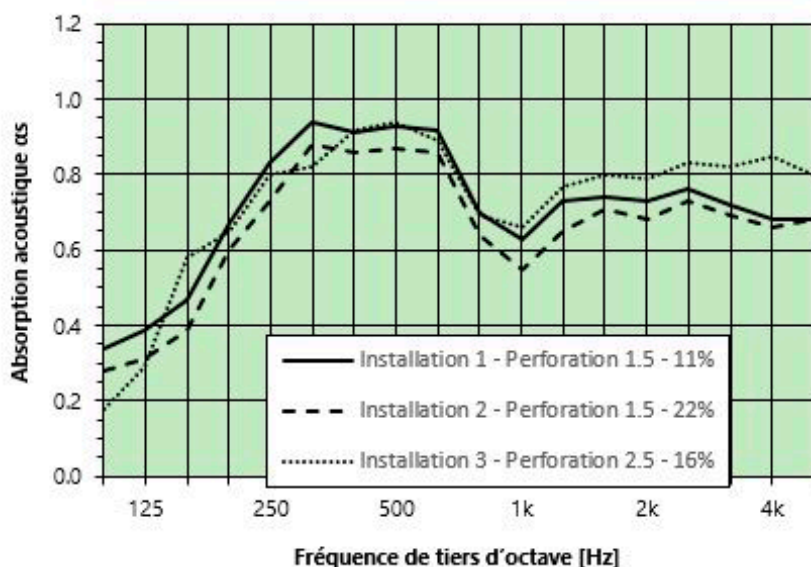
Un plafond métallique perforé sous pression en non-tissé acoustique permet déjà d'atteindre des degrés considérables d'absorption acoustique. L'illustration 8 montre les valeurs mesurées sur des installations avec différentes perforations et les valeurs α_w dans une zone de 0,70 à 0,80.

Degré d'absorption acoustique de trois installations pour plafonds métalliques sans activation

Installation 1: Plafonds métalliques en acier, sous pression, non-tissé acoustique, perforation ronde d'un diamètre de 1,5 avec un pourcentage de perforation de 11 %, hauteur de suspen- te 200 mm, sans activation

Installation 2: même installation que 1, mais avec perforation ronde d'un diamètre de 1,5 avec un pourcentage de perforation de 22 %

Installation 3: même installation que 1, mais avec perforation ronde d'un diamètre de 2,5 avec un pourcentage de perforation de 16 %



Installation 1 - Perforation 1.5 - 11%					
Évaluation par EN ISO 11'654 (1997): α_w : 0.75 (L)					
α_p : 250 Hz:	0.80	500 Hz:	0.90	1000 Hz:	0.70
2000 Hz:	0.75	4000 Hz:	0.70		

Installation 2 - Perforation 1.5 - 22%					
Évaluation par EN ISO 11'654 (1997): α_w : 0.70 (L)					
α_p : 250 Hz:	0.75	500 Hz:	0.85	1000 Hz:	0.60
2000 Hz:	0.70	4000 Hz:	0.70		

Installation 3 - Perforation 2.5 - 16%					
Évaluation par EN ISO 11'654 (1997): α_w : 0.80					
α_p : 250 Hz:	0.75	500 Hz:	0.90	1000 Hz:	0.75
2000 Hz:	0.80	4000 Hz:	0.80		

Fig. 8: Plafonds métalliques sous pression en non-tissé avec différentes perforations (chiffres issus de la documentation produit de Fural)

Facteur d'influence des plaques activées au plafond

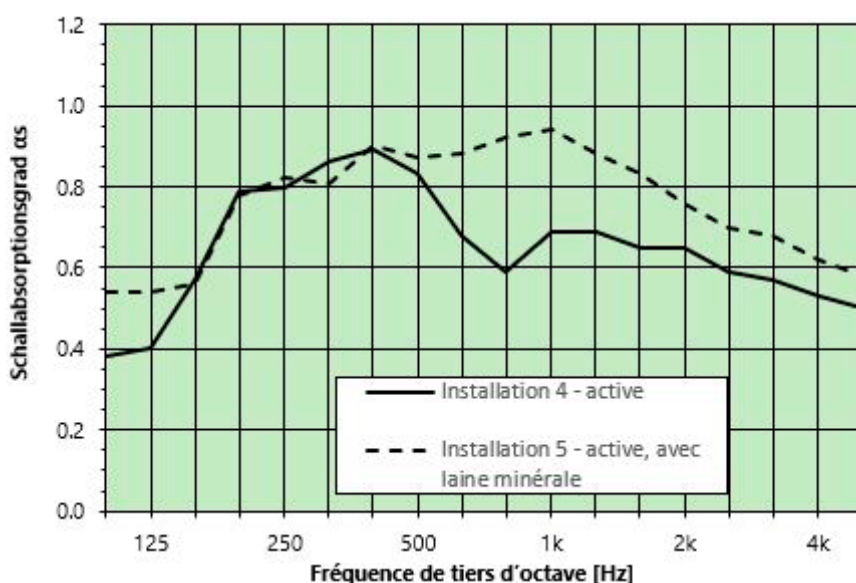
L'activation des plaques métalliques rafraîchissantes entraîne une légère réduction du degré d'absorption, car une partie de la surface des plaques est recouverte.

L'ajout d'une isolation supplémentaire, par ex. de la laine minérale, permet d'obtenir une augmentation significative du degré d'absorption (Fig. 9).

Degré d'absorption de deux installations pour plafonds de chauffage/de rafraîchissement (activés)

Installation 4: même installation que 1, mais avec élément rafraîchissant activé

Installation 5: même installation que 1, mais avec élément rafraîchissant activé et laine minérale supplémentaire 20 mm



Installation 4 - active					
Évaluation par EN ISO 11'654 (1997): α_w : 0.65 (L)					
α_s : 250 Hz:	0.80	500 Hz:	0.80	1000 Hz:	0.65
2000 Hz:	0.65	4000 Hz:	0.55		

Installation 5 - active, avec laine minérale					
Évaluation par EN ISO 11'654 (1997): α_w : 0.80					
α_s : 250 Hz:	0.80	500 Hz:	0.90	1000 Hz:	0.90
2000 Hz:	0.75	4000 Hz:	0.65		

Fig. 9: Plafond métallique sous pression rafraîchissant/chauffant en non-tissé (Installation 4) et avec laine minérale supplémentaire (Installation 5)

Facteur d'influence de la hauteur de suspente

Quand l'installation d'un boîtier sur le plafond en béton est également nécessaire pour l'effet de vibration des plaques trouées, la hauteur de suspente (et par conséquent la hauteur du boîtier) n'est pas, dans une certaine plage, un facteur important. Sur les plafonds métalliques avec les perforations de l'illustration 8, les degrés α_w atteints dans la plage allant de 100 à 400 mm

de hauteur de suspente sont fort identiques entre eux, même si les degrés α_w les plus élevés sont surtout observés à une hauteur de suspente d'environ 200 mm. Les hauteurs de suspente de 100 mm sont efficaces pour l'absorption des fréquences basses, et celles de 400 mm le sont pour l'absorption des fréquences moyennes.

Facteur d'influence des installations verticales

Les résultats décrits ci-dessus, obtenus grâce à l'effet de vibration des plaques trouées et à la célérité maximum, ne s'appliquent pas aux absorbeurs verticaux fixés au plafond (appelés baffles). C'est la raison pou

laquelle ces installations permettent d'atteindre un degré d'absorption moins élevé. Cependant, il est possible de pallier ce problème en installant un grand nombre de baffles.



Fig. 10: Les baffles sont une autre forme d'absorbeurs au plafond. Sur l'image, on voit des baffles chauffants/rafraîchissants avec des installations supplémentaires en matériel d'absorption acoustique (non-tissé acoustique et matelas en laine minérale).

Des absorbeurs fixes qui ne se trouvent pas au plafond

Dans les bureaux, les absorbeurs placés au **mur** sont plutôt utilisés en complément des absorbeurs placés au plafond. Les absorbeurs muraux peuvent contribuer à éviter les échos quand deux surfaces réfléchissantes de la pièce se trouvent l'une en face de l'autre, par exemple la façade et un mur «nu».

Le plus souvent, les absorbeurs muraux ne sont plus nécessaires quand il y a déjà des absorbeurs au plafond, car les bureaux sont généralement équipés de nombreuses armoires.

Des revêtements textiles peuvent être placés au **sol** afin d'optimiser l'acoustique des locaux. En raison de l'épaisseur réduite des revêtements de sol, en ajouter peut s'avérer particulièrement efficace sur les hautes fréquences, voire dans une moindre mesure sur les moyennes fréquences.

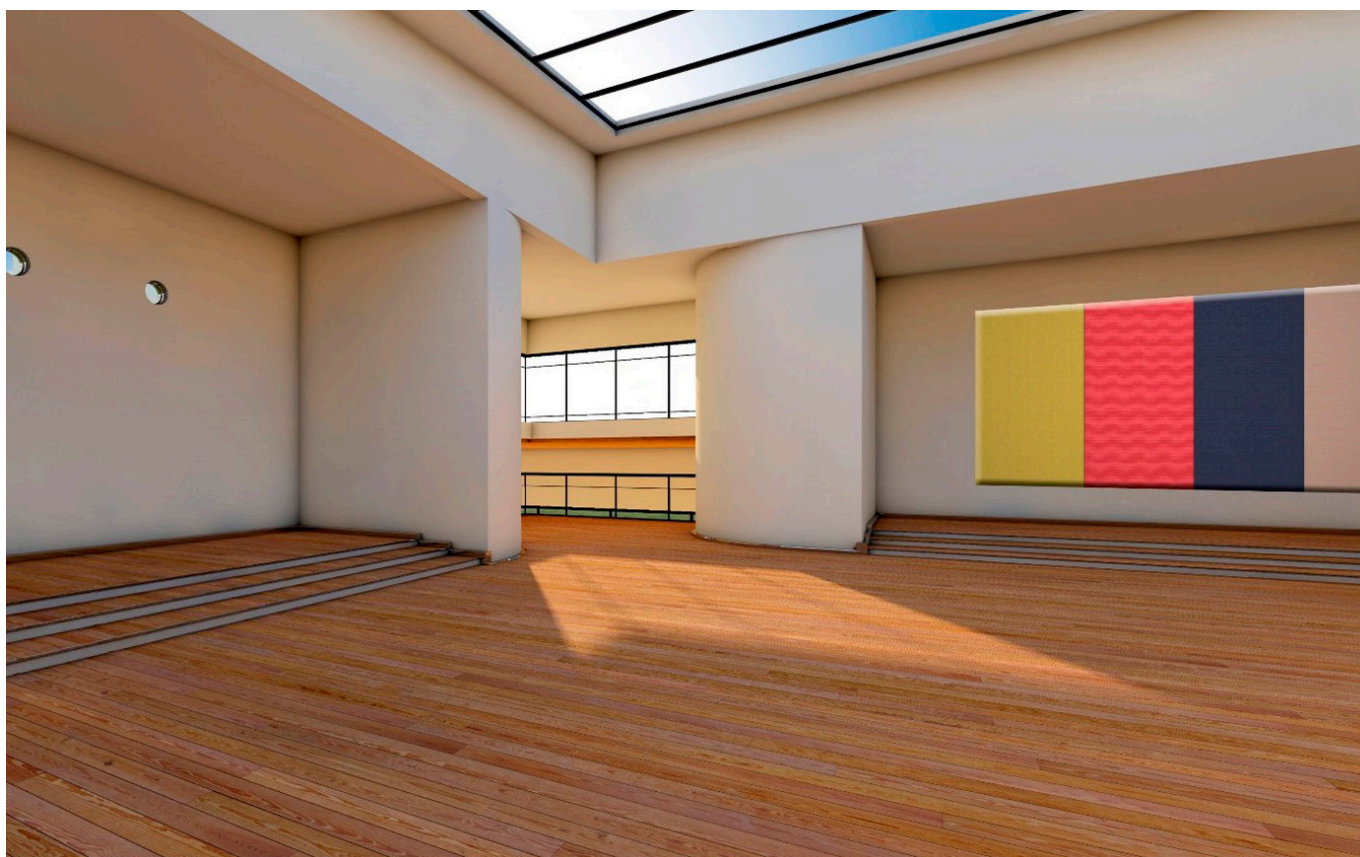


Fig. 11: Il existe un large choix de panneaux acoustiques muraux.

Marquage des absorbeurs acoustiques

Le degré d'absorption acoustique α est l'indice décisif de l'absorbeur de surface. Cet indice montre le degré d'absorption du son entrant. Pour une surface d'absorption idéale absorbant 100 % du son entrant, $\alpha = 1$. Pour une surface 100 % réfléchissante, $\alpha = 0$. Les absorbeurs existants permettent d'obtenir des valeurs qui se situent entre 0 et 1.

Le degré d'absorption acoustique dépend de la fréquence et est calculé selon la norme EN ISO 354 pour une bande de 18 tiers d'octaves avec des fréquences moyennes de 100 à 5000 Hz. Les degrés d'absorption acoustique des tiers d'octave sont exprimés en α_s .

Coefficient α_w (indice)

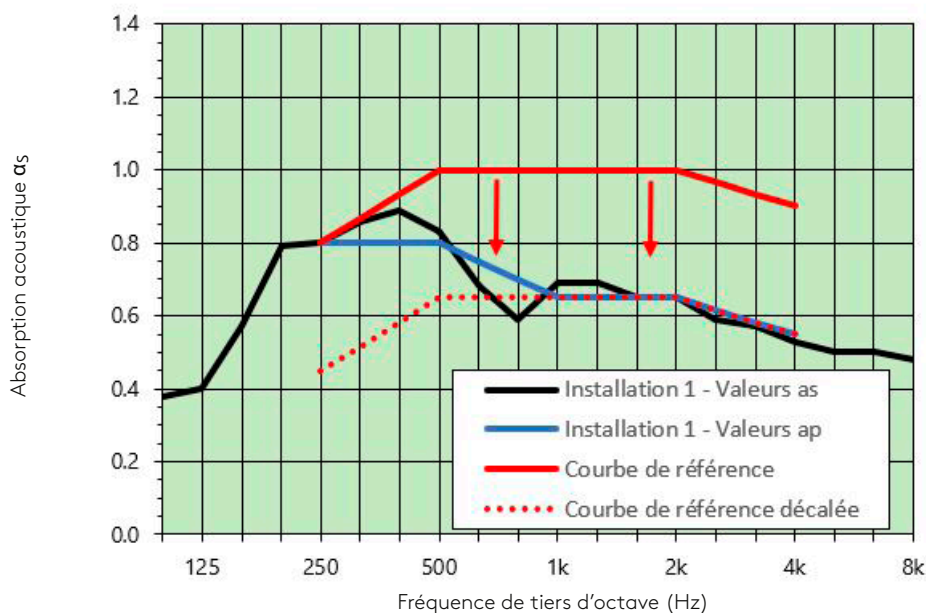
Le coefficient α_w permet d'établir une comparaison générale de différents absorbeurs. Le coefficient α_w correspond à la moyenne des 15 valeurs α_s mesurées par fréquences pour des fréquences moyennes comprises entre 200 et 5000 Hz. Pour ce faire, on transforme d'abord les valeurs α_s en valeurs de bande d'octaves α_p moyennes, c'est-à-dire qu'à chaque valeur α_p correspondent trois valeurs α_s . Les valeurs α_p sont données par tranches de 0,05 et leur valeur maximum est de 1. Les valeurs α_p sont ensuite comparées à la courbe de référence. La valeur α_w est la valeur de la courbe de référence reportée d'après certains critères à 500 Hz. La valeur α_w est également donnée par tranches de 0,05.

Si l'absorbeur est nettement meilleur dans certaines zones que la courbe de référence, les indicateurs de forme sont attribués. Si cet écart survient à de basses

fréquences, l'indicateur L est attribué. C'est le cas de l'absorbeur de l'illustration 12. Les indicateurs M et H sont attribués aux écarts des plages de moyennes et de basses fréquences. (Nous vous renvoyons à la norme EN ISO 11654 pour le calcul complet).

Valeur NRC (indice)

Dans l'espace anglo-saxon, on utilise généralement comme indice la valeur NRC (Noise Reduction Coefficient) d'après l'ASTM (American Society for Testing and Materials) C423. La valeur NRC se détermine assez facilement: Les valeurs α_s des tiers d'octave sont moyennées arithmétiquement sur les quatre fréquences 250, 500, 1000 et 2000 Hz et arrondies à 0,05.

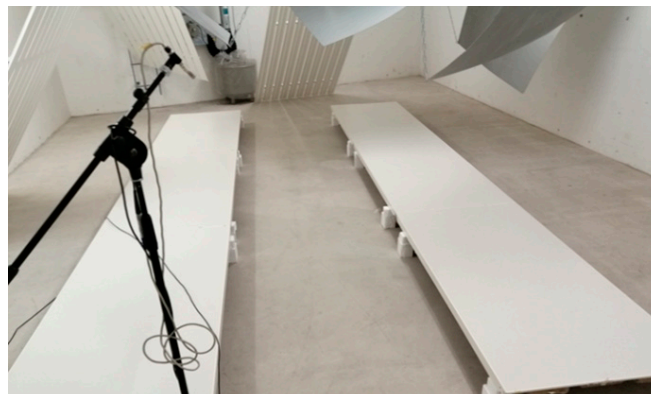
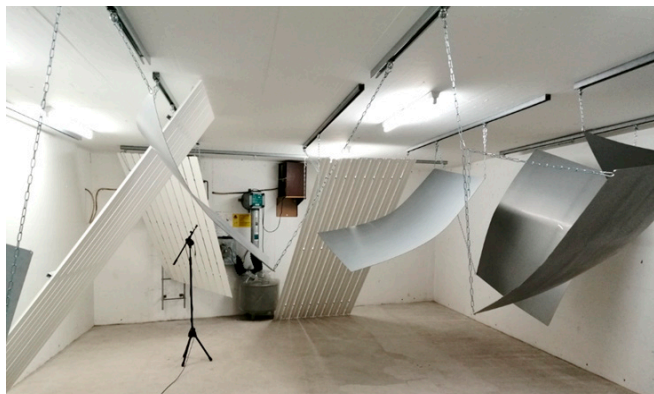


Installation 1				
Évaluation par EN ISO 11'654 (1997): α_w : 0.65 (L)				
α_p : 250 Hz: 0.80	500 Hz: 0.80	1000 Hz: 0.65	2000 Hz: 0.65	4000 Hz: 0.55

Fig. 12: Installation 4 de l'illustration 9 avec courbe de référence de la détermination de la valeur α_w

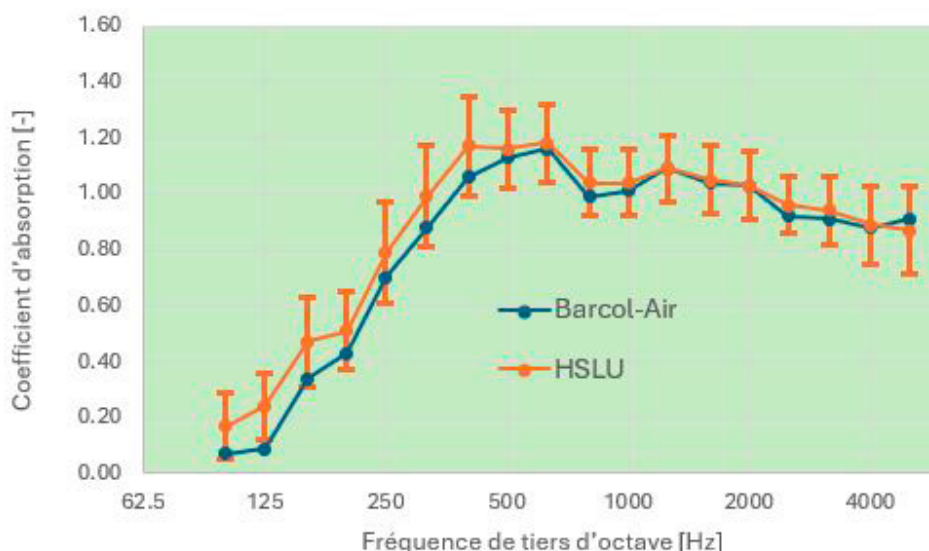
Laboratoire d'acoustique

En plus des laboratoires de mesure pour les performances de rafraîchissement et de chauffage des plafonds climatisés et la détermination de la vitesse de l'air ambiant ainsi que d'autres critères de confort de ses diffuseurs d'air pulsé, Barcol-Air a installé un autre laboratoire sur son site de Schwerzenbach pour mesurer l'absorption acoustique des plafonds rafraîchissants métalliques.



En disposant de sa propre chambre réverbérante, l'entreprise peut effectuer des mesures spécifiques au client de manière très flexible et rapide. Grâce à une modélisation approfondie, le faible écart des mesures par rapport à la Haute école spécialisée de Lucerne et au Laboratoire fédéral d'essai des matériaux et de recherche (EMPA) a d'abord pu être minimisé, puis déterminé avec précision.

Comparaison de la chambre réverbérante Barcol-Air avec la HSLU
Îlot de plafond, hauteur de montage 200 mm



Outre des mesures flexibles, la chambre réverbérante permet aussi de réaliser un très grand nombre de mesures, et donc d'obtenir un niveau de détail élevé. Barcol-Air est ainsi en mesure de développer des outils de conception offrant des résultats précis.

Conclusion

L'acoustique intérieure fait partie intégrante des considérations de bien-être intérieur. Différentes solutions s'offrent à vous si vous voulez atteindre le bien-être acoustique optimal. Toutefois, ces solutions ne sont utiles et efficaces que si les facteurs prédominants, les utilisations prévues et les bases scientifiques sont pris en compte lors de leur installation. Il est particulièrement pertinent d'inclure le plafond dans la planification acoustique des locaux. Ce dernier occupe une place stratégique pour l'absorption acoustique, il dispose de beaucoup d'espace et il contribue grandement à l'obtention d'une bonne acoustique intérieure.

En tant que fournisseur de systèmes de plafonds climatisés et en tant que spécialiste du bien-être intérieur, Barcol-Air voit dans l'acoustique un facteur clef de bien-être intérieur. C'est la raison pour laquelle il existe des paramètres définis par des centres de tests certifiés, et correspondant aux différents systèmes de plafonds climatisés, pour la planification de l'acoustique intérieure.

Autres documents intéressants

Les fondements des plafonds climatisés Tecnologia / Campi di applicazione / Vantaggi



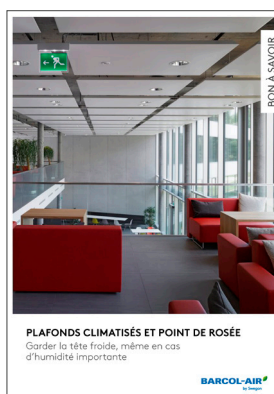
Refroidissement économe en énergie Augmentation de la température de départ de l'eau



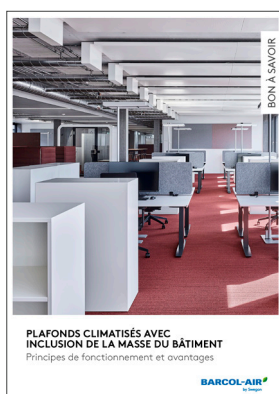
Facteurs d'augmentation des performances Différence entre la EN 14240 et la réalité



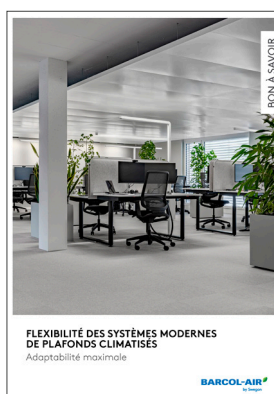
Plafonds climatisés et point de rosée Garder la tête froide, même en cas d'humidité importante



Plafonds climatisés avec inclusion de la masse du bâtiment Principes de fonctionnement et avantages



Flexibilité des systèmes modernes de plafonds climatisés Adaptabilité maximale



Contacts

International

Barcol-Air Group AG

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

Suisse



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

Swegon Klimadecken GmbH

Schwarzwaldstrasse 2
64646 Heppenheim
T : +49 6252 7907-0
F : +49 6252 7907-31
klimadecken@swegon.de
swegon.de/klimadecken

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
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

Feel good **inside**

