

PRODUITS

◆ Solutions

● EFFET "POROSITE"

Concerne les fréquences aiguës

L'absorption se mesure en disposant au sol d'une salle réverbérante une certaine surface du matériau considéré, généralement 12 m². Les ondes acoustique traversent le matériau une première fois, se réfléchissent sur le sol, et traversent le matériau une seconde fois.

Cette méthode de mesure est représentative de la performance que l'on obtiendra in situ avec une pose collée sur les parois. Le matériau agit seul, sans effet de diaphragme, son efficacité est donc limitée aux aiguës.

Il doit y avoir des cellules ouvertes

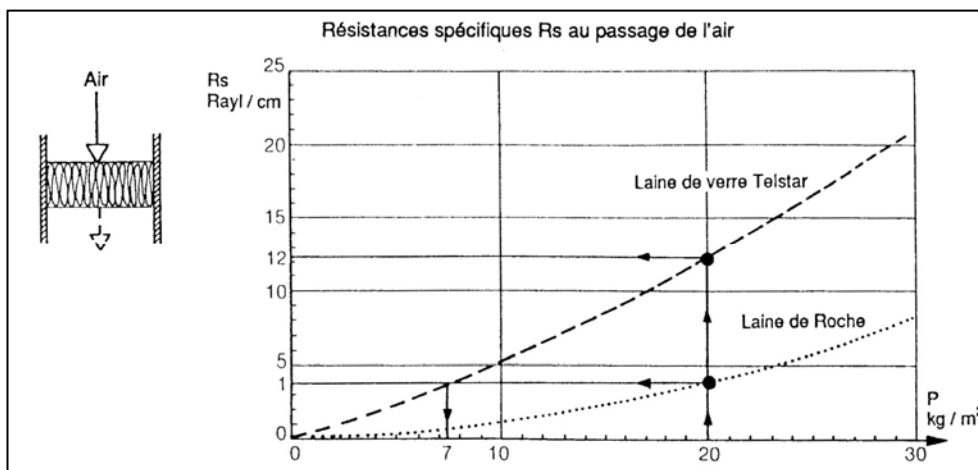
La caractéristique commune à tous les produits de cette famille est de constituer un labyrinthe ouvert que l'onde acoustique va parcourir en y dissipant son énergie. Le matériau doit offrir un cheminement à l'onde acoustique : les alvéoles doivent être intercommunicantes.

Les matériaux à structure fermée ne seront pas des matériaux absorbants : les polystyrènes et polyuréthannes rigides ne sont donc pas des absorbants acoustiques mais uniquement des isolants thermiques.

La résistance spécifique au flux d'air doit être élevée

Ces matériaux doivent offrir une résistance à la propagation de la vibration aérienne, sans pour autant être réfléchissants.

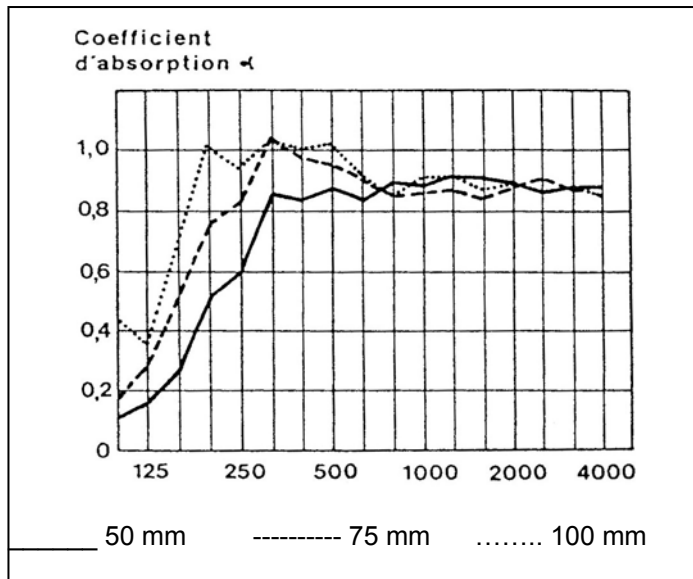
Cette propriété est caractérisée par la résistance spécifique au flux d'air qui s'exprime fréquemment en Rayl/cm ou, de façon légale et équivalente, en kNs/m⁴. Cette valeur doit être aussi forte que possible ; pour les matériaux fibreux elle croît avec la densité de la fibre utilisée.



(Doc. Saint Gobain – Crir)

Un matériau absorbant poreux doit être épais

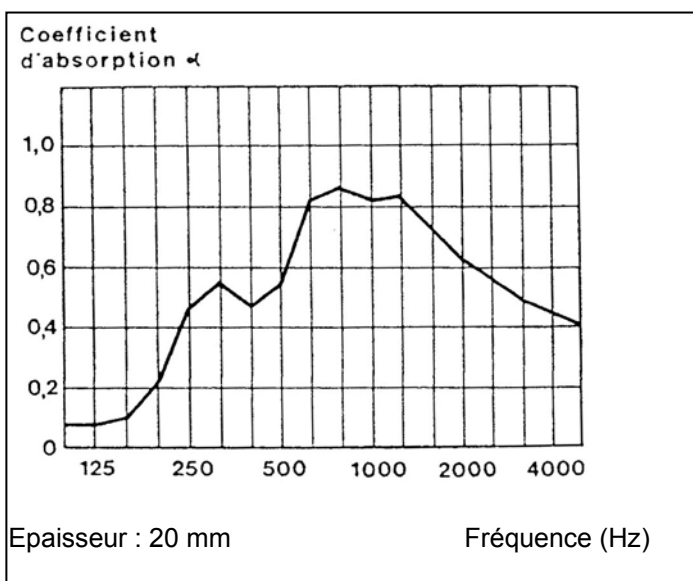
La dissipation d'énergie se faisant au contact entre l'onde acoustique et le matériau absorbant, l'échange sera d'autant plus important que ce matériau sera utilisé en forte épaisseur. En outre, plus son épaisseur est importante, plus l'absorption s'étend vers les fréquences basses.



Variation du coefficient α en fonction de l'épaisseur (Doc. Rockwool)

Le matériau absorbant ne doit pas être recouvert par un produit étanche à l'air

Pour que l'onde acoustique soit absorbée par le matériau poreux, il faut qu'elle pénètre à l'intérieur ; sa surface ne doit pas être réfléchissante, trop dense, recouverte d'un film ou d'une peinture étanche qui supprimerait la porosité. La mise en place d'un voile ou d'un tissu à mailles lâches est possible, tout autre revêtement de surface doit faire l'objet d'un essai comparatif en laboratoire.



Fibre minérale avec un voile de verre en face avant (Doc. LASA)

L'absorbant sera plus efficace s'il est posé en petites surfaces non jointives

Un matériau est absorbant par sa surface exposée aux sons mais également par son épaisseur. Si celle-ci est calfeutrée, il se produit néanmoins une diffraction sur le périmètre dit « effet de bord » qui s'ajoute à l'absorption du matériau. On a donc tout intérêt à mettre en place le matériau absorbant par petites surfaces non jointives.

L'efficacité des baffles suspendus dépend aussi de la pose

L'absorption totale d'une pièce est liée à la performance du matériau, son coefficient α , mais également à la surface mise en oeuvre. Lorsque le matériau est suspendu au plafond, cas des baffles par exemple, l'absorption est exprimée en fonction :

- du type de baffle,
- de la disposition,
- du nombre de baffles au m² de plafond.

Les principaux matériaux absorbants poreux sont énumérés ci-après :

Produits fibreux

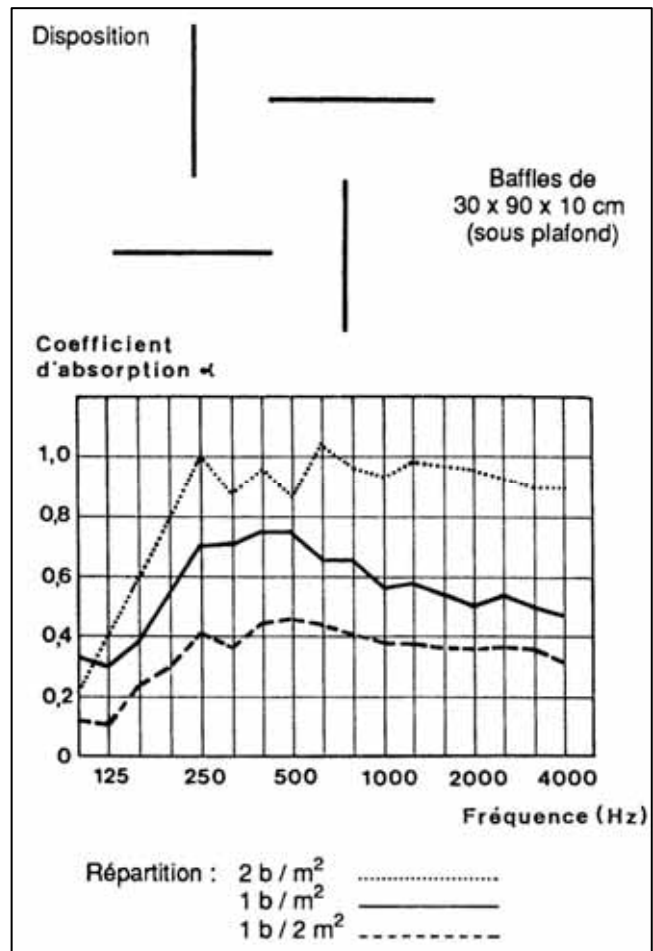
- laine de verre ou de roche,
- fibre de verre ou de roche comprimée (dalles de plafond), fibre de bois,
- fibragglo,
- molletons de coton,
- flocages de fibre.

Revêtements de sol textiles

- moquette à velours rasé ou à bouclettes, moquette, floquée ou tuffetée,
- toutes les surfaces présentant un enchevêtrement de fibres, dont les tapis-brosses,
- dans une moindre mesure les aiguilletés.

Produits cellulaires

- mousse d'argile expansé,
- mousse polyuréthane à cellules ouvertes, liège aggloméré,
- projections de nodules micacés ou autres.



(Doc. Rockwool)

● **EFFET « DIAPHRAGME »**

Le panneau diaphragme ne concerne que les fréquences basses

Lorsque l'onde acoustique se développe sur une large surface, ce qui est le cas des fréquences basses, la porosité du matériau sur lequel s'effectue la réflexion est sans effet. Par contre l'énergie met en vibration le réflecteur lui-même s'il est fixé de façon à pouvoir vibrer.

Le panneau diaphragme n'est performant que sur une étroite bande de fréquences

Pour que le principe soit mis en application, il suffit que le panneau réflecteur soit espacé de la structure porteuse et que son mode de fixation au périmètre soit souple. On constate alors qu'un tel montage vibre librement sur une fréquence qui dépend uniquement de sa masse surfacique et de l'espace arrière.

Rappelons que la libre vibration est la fréquence à laquelle vibre un système élastique cherchant à revenir à sa position d'équilibre après en avoir été écarté.

Cette fréquence, encore appelée fréquence propre, est donnée par la relation :

$$f_0 = (60 \text{ à } 84) / \sqrt{(md)}$$

avec m = masse surfacique du panneau en kg /m²

d = espace arrière en m.

Ainsi, un panneau composite constitué d'un plâtre cartonné de 13 mm et d'une fibre minérale de 90 mm aura une fréquence propre de l'ordre de

$$(60 \text{ à } 84) / \sqrt{(10 \times 0,09)} = 63 \text{ à } 88 \text{ Hz.}$$

Un résultat voisin sera obtenu avec une tôle de 75/100 espacée de 150 mm de la structure et remplissage partiel de l'espace arrière par un absorbant

$$(60 \text{ à } 84) / \sqrt{(5,3 \times 0,15)} = 67 \text{ à } 94 \text{ Hz.}$$

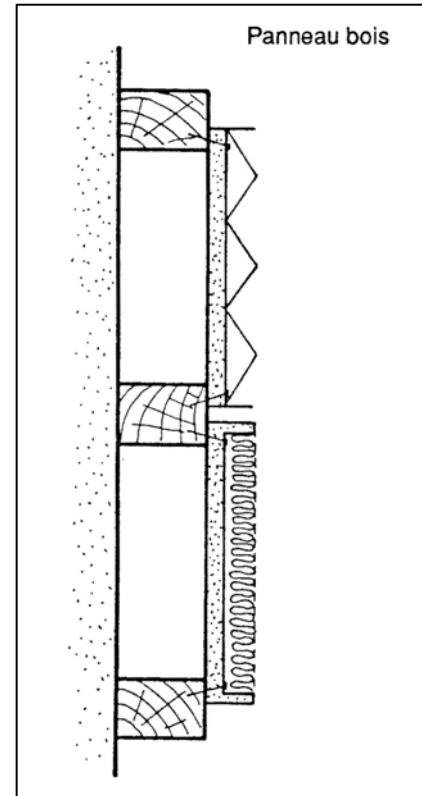
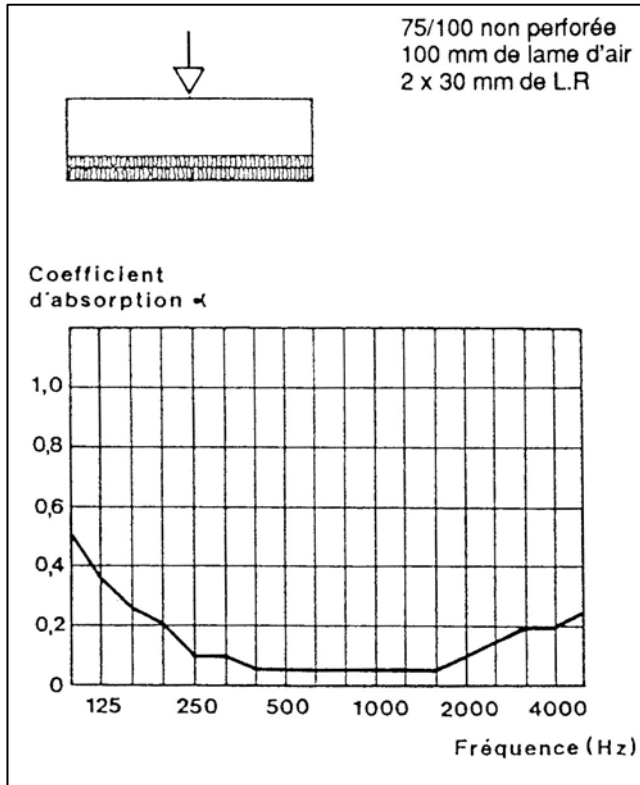
Quand une onde acoustique, dont la fréquence est proche de la fréquence propre du panneau, vient frapper un tel montage, le panneau se met à vibrer. Cette vibration est d'autant plus accentuée que la coïncidence entre les deux fréquences est précise : l'énergie acoustique aérienne se transmet au panneau sous forme d'une énergie mécanique.

Le panneau diaphragme peut être recouvert ou masqué sans perdre ses caractéristiques.

Si on dispose un matériau absorbant dans l'espace arrière, le système perd en efficacité à la coïncidence mais gagne en largeur de bande : il devient moins sélectif.

Il est possible de peindre le panneau diaphragme, de le vernir et de lui ajouter des facettes pour diffuser les aiguës sans modifier son comportement de base. Il est également possible de le recouvrir par un matériau absorbant (fibre minérale par exemple) pour ajouter à son efficacité aux fréquences basses, une efficacité aux aiguës. Dans tous les cas, la masse surfacique à prendre en compte pour les calculs sera celle du panneau complet et fini.

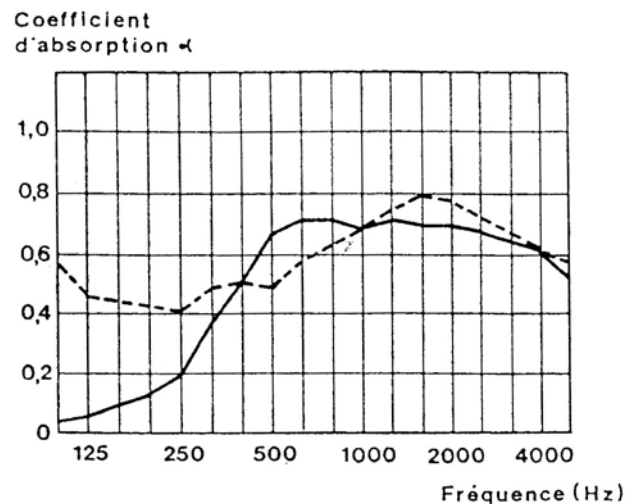
Il est également possible de le masquer par un voilage ou une tenture.



Panneau diaphragme avec éléments de diffraction en partie supérieure et matelas fibreux en partie inférieure

Un plafond collé ne peut pas avoir la même performance qu'un plafond suspendu

Les panneaux diaphragme sont généralement réalisés à la demande pour répondre à un besoin précis. Il n'existe donc pas de fabrication standard commercialisée. On notera toutefois que les doubles cloisons de distribution ainsi que les doublages thermiques des façades peuvent, dans une certaine mesure, assurer un tel rôle. Les constructions réalisées à l'aide de plâtre cartonné sur ossature métallique bénéficient de cet état de fait, la fréquence propre est généralement très basse, de 30 à 100 Hz, mais cela peut être bénéfique lors de la réalisation de salles de musique.



Avec plenum de :

_____ 0 cm : produit collé

----- 30 cm : produit suspendu

Les plafonds suspendus réalisés avec des suspentes souples agissent comme des diaphragmes et assurent ainsi une certaine absorption aux fréquences basses. Si l'espace arrière est bien amorti, cette absorption n'est pas trop sélective, elle vient s'ajouter à la performance du matériau constituant le plafond lui-même. Dans le cas du plafond suspendu l'espace arrière est représenté par la hauteur du plenum : la performance aux fréquences basses va donc en dépendre.

● **RESONATEURS ACCORDES**

Ce sont des dispositifs élaborés dont la fonction consiste à retourner une onde réfléchiée en opposition de phase avec l'onde incidente. Ce principe est particulièrement efficace pour agir sur les modes propres d'une salle qu'il permet d'éliminer. Répondent à ce principe le résonateur d'Helmholtz, et le résonateur de Schroeder.

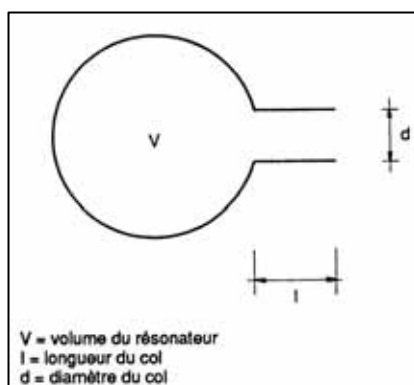
Résonateur d'Helmholtz

Il est constitué d'un volume d'air raccordé au local à traiter par un tube appelé "col". Les caractéristiques d'absorption, dont la fréquence propre du résonateur, dépendent du volume et de la géométrie du col ; la mise au point d'un tel résonateur est essentiellement expérimentale.

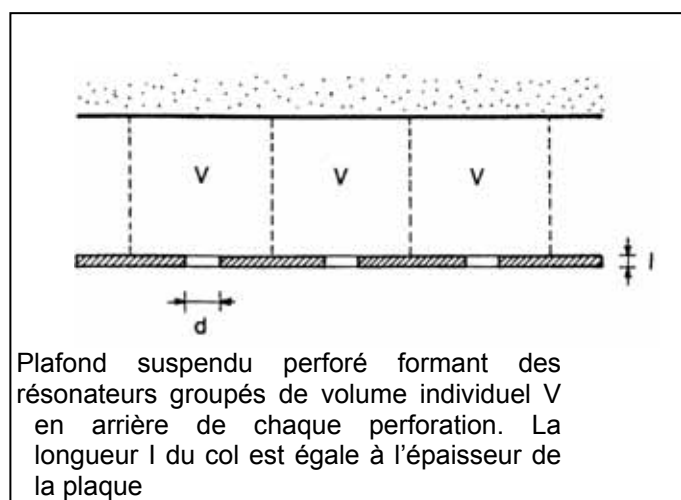
Lorsque le résonateur reçoit une onde, dont la fréquence est accordée à la sienne, il se comporte comme une source auxiliaire et rayonne une onde en opposition de phase sur approximativement une demi-sphère centrée sur l'orifice du col.

Cette répartition de l'énergie sur un demie-sphère fait que l'énergie réfléchiée suivant la loi de l'acoustique géométrique est faible : la décroissance du niveau sonore à cette fréquence est alors extrêmement rapide.

Ce système, qui est de type réactif, n'agit que pendant une durée courte : celle qui suit l'attaque du résonateur par l'onde acoustique ; il ne modifie donc pas la durée de la réverbération de la salle où il est installé, car sa durée d'intervention est trop brève. Par contre il provoque une décroissance rapide du son dans les premiers Instants de son existence: il impose une faible valeur à l'Early Decay Time (EDT).



Résonateur d'Helmholtz



Résonateurs d'Helmholtz groupés