

COMMENT CHOISIR UN PLAFOND ACOUSTIQUE

L'utilisation de matériaux absorbants dans une pièce est indispensable à la **maîtrise de son acoustique interne**.

La mise en œuvre d'un **plafond absorbant** offre une option intéressante car elle permet une **répartition homogène du traitement** acoustique sur cette surface qui est de généralement la plus grande des **parois disponibles** de la pièce. Par ailleurs, les éléments techniques de ventilation et d'éclairage peuvent facilement être intégrés dans les plafonds démontables.

Le choix du plafond et de sa performance acoustique d'absorption α_w dépend de différents paramètres.

Tout d'abord, le maître d'ouvrage généralement assisté dans cette tâche par un acousticien doit déterminer le **temps de réverbération** à rechercher dans la salle, en fonction des textes réglementaires ou normatifs sinon sur l'expertise lorsque aucun texte n'est applicable.

Dans la majorité des cas (salle de classe, bureaux...), le **temps de réverbération T_r** à rechercher correspond à la **moyenne des temps de réverbération à 500 Hz, 1 kHz et 2 kHz** (bande passante de la voix). Toutefois, dans certains cas spécifiques nécessitant un traitement acoustique plus précis (auditorium, salle de spectacle, studio...), les temps de réverbération peuvent être évalués par **bandes d'octave de 125 Hz à 8 kHz**.

Ensuite, le concepteur définira les **surfaces à traiter**, le type de plafond et sa **performance acoustique d'absorption** à mettre en œuvre pour atteindre l'objectif défini pour le local, en fonction des caractéristiques dimensionnelles et géométriques de la pièce. **L'architecture intérieure** et les **contraintes techniques** (accessibilité, passage de gaines...) guideront également le choix du plafond.

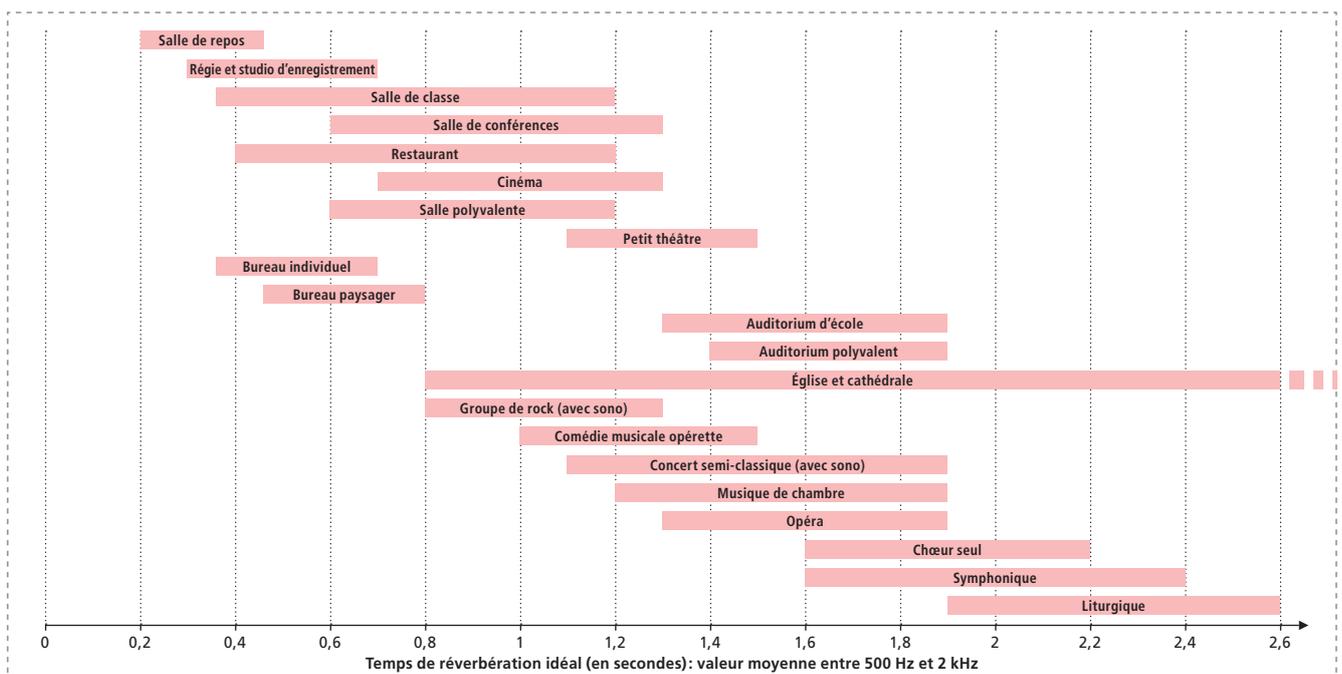
Par exemple, si la surface disponible pour mettre un plafond absorbant est restreinte, un plafond très performant sera privilégié (avec $\alpha_w \geq 0,8$) et des traitements absorbants sur les murs pourront être envisagés. A contrario, si la surface disponible est grande, un plafond moins absorbant peut être choisi.

L'ameublement (tables, chaises, fauteuils...) influence aussi la **réverbération**, en apportant une meilleure diffusion ou une absorption complémentaire dans la pièce.

La conception acoustique et le choix des matériaux jouent un rôle essentiel dans la réussite du projet architectural et de son adéquation à l'usage des locaux.

OBJECTIF DE TEMPS DE RÉVERBÉRATION

Durées de réverbération usuellement utilisées en fonction du type de pièce :



Les valeurs ci-dessus sont données à titre indicatif. Les volumes et spécificités des espaces doivent être pris en compte en réalisant une étude acoustique définissant les objectifs.

► HALLS ET CIRCULATIONS

L'objectif acoustique, dans ce type d'espace, consiste à **diminuer les effets de la réverbération** et de **l'amplification des bruits** occasionnés par les événements sonores qui peuvent avoir lieu : conversations, bruits de pas, ascenseurs, portes qui claquent...

Les traitements absorbants sont généralement mis en plafond et les exigences sont souvent exprimées en termes d'Aire d'Absorption Equivalente (AAE).

► SALLES DE CLASSE ET SALLES DE RÉUNION

Le message sonore délivré par le locuteur doit pouvoir être **intelligible par le public**. La salle doit donc favoriser la propagation de ce message, sans que les mots soient "brouillés" ou perdus dans le bruit de fond.

La mise en œuvre d'un traitement absorbant permet de **contrôler les temps de réverbération**. Le plafond est généralement traité en priorité.

Des traitements acoustiques peuvent être mis en œuvre en fond de salle ou sur les murs pour apporter un complément d'absorption ou pour **neutraliser les échos flottants**.

► PLATEAUX DE BUREAUX À AMÉNAGER

Pour **limiter les niveaux sonores ambiants** des plateaux de bureaux et favoriser la **discrétion acoustique** entre **postes de travail**, des plafonds avec un haut pouvoir absorbant sont généralement mis en place. La combinaison du plafond avec un sol absorbant (type moquette par exemple) et avec des aménagements judicieux apporte généralement un confort satisfaisant.

Les exigences sont exprimées en termes de temps de réverbération T_r dans la norme NFS 31-080 et d'Aire d'Absorption Equivalente dans les référentiels HQE.

► SALLES DE CONFÉRENCES

Les principes énoncés pour les salles de réunions sont également valables. Il faut néanmoins tenir compte d'un aspect supplémentaire : le système de sonorisation. Celui-ci devra être dimensionné en fonction de la réponse acoustique (mesurée ou prévisioennelle) de la salle.

► THÉÂTRES ET SALLES DE SPECTACLE

Une salle de spectacle doit :

- **Présenter un temps de réverbération adapté à son usage**, ce qui peut produire, suivant les cas, une impression de vie, de chaleur, d'intimité, de brillance, de clarté, de présence.
- **Favoriser le message sonore** (musical ou parlé) parvenant à l'auditeur, c'est-à-dire favoriser le niveau du son direct et celui des premières réflexions.
- **Assurer une bonne répartition du son** dans la salle par une bonne diffusion.
- **Limiter les perturbations internes** par la maîtrise des échos, des **échos flottants** (flutter) et des focalisations du son. Le niveau sonore des équipements joue aussi un rôle important.
- **Réduire les perturbations extérieures** (isolations aérienne et solidienne suffisantes).

Le volume et la géométrie de la salle influencent fortement sa réponse acoustique.

La disposition des auditeurs en gradins favorise l'absorption, ce qui permet généralement de concentrer les zones d'absorption ou le mur du fond et éventuellement, dans la zone de plafond la plus éloignée de l'orateur. Le plafond situé au-dessus de lui est disposé de manière à ce que les ondes sonores, en s'y réfléchissant, soient distribuées au milieu et au fond de la salle.

Le volume optimal d'une salle dépend de l'usage qui en est fait.

Pour une salle de concert, le volume par auditeur doit être d'environ 10 m^3 , sans toutefois descendre en deçà de 7 m^3 . Pour une salle de théâtre, 5 à 6 m^3 par spectateur sont recommandés.

COMMENT CHOISIR UN PLAFOND ACOUSTIQUE

En ce qui concerne les formes, **il faut éviter** :

- **Les formes concaves**, que ce soit en fond de salle ou en plafond, car elles présentent des risques de focalisation.
- **Les grandes surfaces réfléchissantes parallèles** : elles doivent être absorbantes ou diffusantes.
- **Les grandes surfaces plates réfléchissantes éloignées**, qui peuvent donner naissance à des échos indésirables.
- **Les zones d'ombre acoustique**, notamment sous les balcons : la longueur du balcon doit être inférieure ou au plus égale à une fois et demie la distance séparant sa sous-face du sol.

Par ailleurs, **il convient de respecter les points suivants** :

- Faire en sorte que les sons directs ne soient pas absorbés par le public. Aucun auditeur ne doit masquer la tête de l'auditeur placé derrière lui, principe permettant aussi d'assurer une bonne visibilité.
- Mettre en place des réflecteurs proches de l'orchestre.
- Favoriser la diffusion par un relief de parois très accentué.

Les objectifs de temps de réverbération peuvent varier en fonction des **fréquences aiguës / médiums / graves**. Ils sont **définis en fonction du programme de l'opération**. Dans une salle de concert, il est généralement préférable que la présence ou l'absence de public influence peu le temps de réverbération. Les sièges peuvent donc être très absorbants. Ils constituent un élément essentiel permettant de rendre l'acoustique de la salle peu dépendante de son taux d'occupation.

D'autres paramètres acoustiques peuvent aussi caractériser un projet : l'EDT (Early Decay Time), la force sonore, l'efficacité latérale, la clarté C80, l'intelligibilité...

PERFORMANCES D'ABSORPTION SELON LES FRÉQUENCES

Quelques exemples pour montrer que les performances absorbantes recherchées ne sont pas toujours les mêmes :

- ▶ **L'absorption dans les fréquences élevées** est obtenue facilement avec les matériaux à porosité ouverte, fibreux, textiles.
- ▶ **L'absorption dans les fréquences moyennes** est réalisée par des matériaux poreux épais, des petits résonateurs ou des plaques.
- ▶ **L'absorption dans les fréquences basses** nécessite de l'espace pour installer des membranes ou des résonateurs dont l'encombrement est rarement négligeable lorsque l'on recherche un T_r petit.

Un traitement acoustique complet appelle donc **plusieurs modes d'absorption, donc plusieurs matériaux** :

- Une solution pour réaliser une absorption équilibrée consiste donc à utiliser un **assemblage ou un panachage** de différents matériaux dans un même espace.
- Le choix des matériaux doit également tenir compte des conditions de mise en œuvre, de l'esthétique, de la résistance mécanique, des conditions d'entretien et des exigences de sécurité incendie.

● Les différentes classes de matériaux absorbants

Classe d'absorption acoustique (selon EN ISO 11654)	Coefficient d'absorption	Performance
A	0,90 à 1,00	Extrêmement performant
B	0,80 à 0,85	Très performant
C	0,60 à 0,75	Performant
D	0,30 à 0,55	Peu performant
E	0,15 à 0,25	Très peu performant
Non classé	0,05 à 0,1	Non performant

● Exemples de coefficients d'absorption de matériaux traditionnels

Matériau	Fréquence (Hz)						
	125	250	500	1000	2000	4000	α_w
Briques	0,05	0,04	0,02	0,04	0,05	0,05	0,05
Béton	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,00
Vitre (jusqu'à 4 mm)	0,35	0,25	0,20	0,10	0,05	0,05	0,10
Rideaux plissés sur mur plein	0,05	0,15	0,35	0,40	0,50	0,50	0,40
Moquette bouclée	0,05	0,05	0,10	0,20	0,45	0,65	0,40
Revêtement de dalles souples	0,05	0,05	0,10	0,10	0,05	0,05	0,10
Carrelage fixé directement sur le mur ou au plafond ou avec un espace minimum	0,10	0,25	0,50	0,60	0,60	0,45	0,50
Auditoire, par personne sur siège entièrement tapissé	0,20	0,40	0,45	0,45	0,50	0,45	0,50
Bois vernis	0,05	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,05
Laine minérale (100 kg/m ³)	0,27	0,62	0,88	0,93	0,81	0,76	0,85
Marbre	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00
Carrelage	0,01	0,05	0,09	0,10	0,10	0,10	0,10
Parquet	0,04	0,04	0,07	0,07	0,07	0,07	0,05
Linoleum	0,04	0,06	0,08	0,12	0,04	0,04	0,10
Moquette bureaux	0,09	0,08	0,21	0,26	0,27	0,37	0,25

● Comparaison entre un plafond en plâtre perforé absorbant et une plaque de plâtre lisse

