



Analyse de documents scientifiques
Pratique expérimentale



Temps de réverbération

Les salles sourdes sont conçues pour supprimer les sons parasites dus aux réflexions multiples sur les murs. Comment mettre en évidence et quantifier cet effet ?

1. Analyse de documents scientifiques

Doc 1 Temps de réverbération T_{r60} et home cinéma

Le temps de réverbération T_{r60} est déterminant pour l'« ambiance acoustique » d'une pièce. Pour une salle home cinéma, le temps de réverbération idéal se situe aux environs de 0,5 à 0,6 s pour 1 000 Hz. Attention ! En dessous, la pièce deviendra trop mate, trop feutrée. Idéalement, il faudrait que cette valeur soit la même à toutes les fréquences.

Dans la salle de la **figure 1 a**, avec un temps de réverbération $T_{r60} = 6$ s, les paroles vont se mélanger et une impression de cacophonie va se créer. Dans la salle de la **figure 1 b**, les dialogues sont intelligibles. L'ambiance de la salle est agréable.

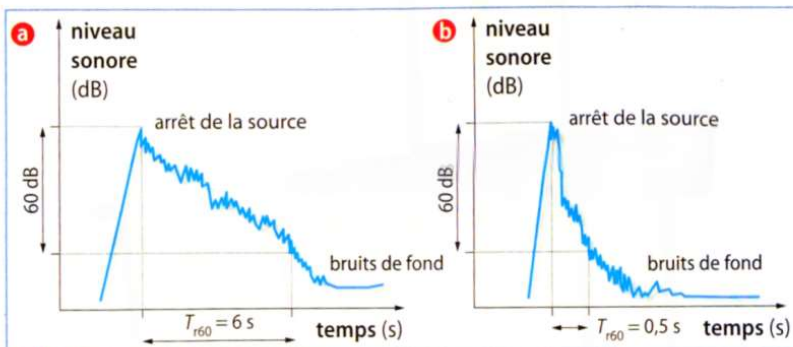


Fig. 1 Temps de réverbération pour : **a** une salle très réverbérante ; **b** une salle peu réverbérante.

Doc 2 Coefficient

d'absorption acoustique

L'aptitude d'un matériau à absorber est évaluée à l'aide du **coefficient d'absorption alpha Sabine (α)** par fréquence sur une échelle de 0 à 1 (absorption maximale).

$$\alpha = \frac{\text{énergie absorbée} + \text{transmise}}{\text{énergie émise}}$$

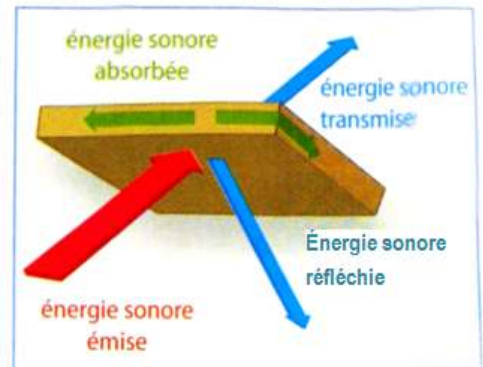


Fig. 2 Absorption acoustique d'un matériau.

Doc 3 Choix de matériaux pour une salle home cinéma

Prenons l'exemple d'une pièce présentant les dimensions suivantes : longueur 5 m, largeur 4 m et hauteur de plafond 3 m. On constate que, pour une pièce dont les murs, le plafond et le sol sont en béton brut, le temps de réverbération T_{r60} pour 1 000 Hz est beaucoup trop élevé. Les dialogues sont difficilement compréhensibles et la salle est bruyante.

Traitons maintenant la salle acoustiquement, en recouvrant le mur avant de laine de roche, le sol de moquette épaisse et les murs latéraux et arrière, ainsi que le plafond, de plâtre peint. Le temps de réverbération à 1 000 Hz est presque parfait, l'ambiance est devenue feutrée.

Fréquence	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 000 Hz	2 000 Hz	5 000 Hz
Matériaux						
Béton brut	0,010	0,010	0,015	0,020	0,050	0,070
Laine de roche	0,27	0,62	0,82	0,93	0,81	0,76
Moquette épaisse	0,12	0,20	0,25	0,45	0,40	0,35
Plâtre peint	0,010	0,010	0,020	0,030	0,040	0,050

Fig. 3 Coefficients de Sabine pour différentes fréquences et différents matériaux.

Doc 4 Temps de réverbération en fonction du volume d'une pièce

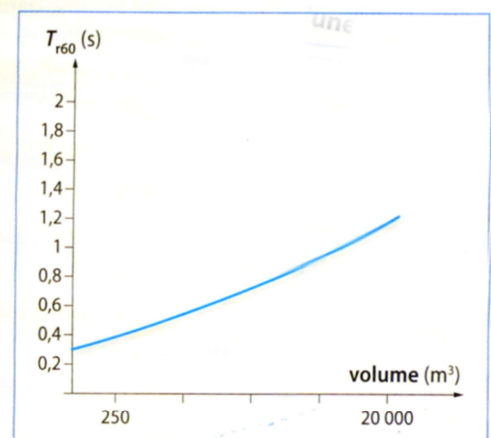


Fig. 4 Exemple de variation du temps de réverbération en fonction du volume, pour une salle de spectacle.

Doc 5 Formule de Sabine

La **formule de Sabine** permet d'estimer simplement le comportement d'un local par calcul du temps de réverbération pour différentes fréquences. Plus l'aire d'absorption équivalente augmente, plus le temps de réverbération diminue.

$$T_{r60} = \frac{0,16 V}{A}$$

T_{r60} , temps de réverbération en seconde ;
 V , volume du local en m^3 ;
 A , aire d'absorption équivalente en m^2 , égale à la surface des matériaux composant les parois multiplié par leur coefficient alpha Sabine.

Doc 6 Limitation du bruit dans les établissements d'enseignement

Arrêté du 25 avril 2003, extrait de l'article 5 :

Les valeurs des durées de réverbération exprimées en secondes à respecter dans les locaux sont données dans le tableau ci-après. Elles correspondent à la moyenne arithmétique des durées de réverbération dans les intervalles d'octaves centrés sur 500, 1 000, et 2 000 Hz. *Ces valeurs s'entendent pour les locaux normalement meublés et non occupés.*

Locaux meublés non occupés	Durées de réverbération moyennes (exprimées en secondes)
Salle de restauration d'un volume > 250 m ³	$T_{r60} \leq 1,2 s$
Local d'enseignement d'un volume > 250 m ³	$0,6 s \leq T_{r60} \leq 1,2 s$

Doc 7 Traitement acoustique d'une salle de sport

Depuis 2003, la durée de réverbération est réglementée dans les salles de sport.

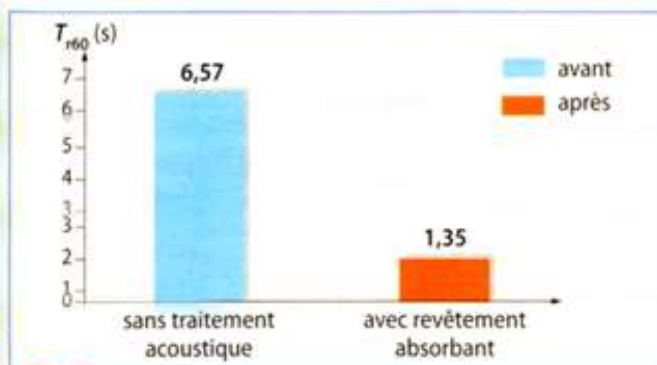


Fig. 5 Exemples de temps de réverbération dans une salle de sport de 1 000 m³.

QUESTIONS

- 1) À partir de la figure 1, proposer une définition du temps de réverbération.
- 2) Quels sont les effets d'un temps de réverbération trop grand ? Quels sont ceux d'un temps de réverbération trop petit ?
- 3) Le temps de réverbération d'une salle peut-il être réglementé ?
- 4) Quels sont les facteurs influençant le temps de réverbération ?
- 5) Quelle est la valeur du coefficient d'absorption d'un matériau :
 - a. qui absorbe toute l'énergie qu'il reçoit ?
 - b. qui réfléchit tout l'énergie qu'il reçoit ?
- 6) Temps de réverbération et aire d'absorption équivalente.
 - a. Justifier que dans la formule du document 5, le coefficient A soit au dénominateur.
 - b. Quelles sont les aires équivalentes à 1000 Hz pour la salle du document 3 avant et après traitement ?
 - c. En déduire les temps de réverbération théoriques pour ces deux situations à 1000 Hz.
- 7) Commenter la phrase en italique à la fin du document 6.
- 8) Concrètement, quel aspect doit posséder selon vous un matériau pour abaisser le temps de réverbération ?

2. Pratique expérimentale :

Modélisation de l'isolation d'une salle

Avant de construire une salle de concert, il est nécessaire de réaliser des maquettes afin d'étudier les propriétés acoustiques de la salle.

1. Rédiger un protocole permettant de comparer qualitativement les coefficients d'absorption acoustiques du carton, de la mousse, du polystyrène et des boîtes d'œufs. Faire le schéma de l'expérience envisagée.

2. Après accord, réaliser les expériences, faire une présentation de votre démarche, de vos résultats expérimentaux... et conclure !

Exemple de matériel disponible :

Émetteur et récepteur d'ultrasons - GBF (signal sinusoïdal – f de l'ordre de 40 kHz – amplitude moyenne) – fils électriques – bouton poussoir – haut-parleur
Microphones branchés à un ordinateur
Carte d'acquisition SYSAM

boîte de ramettes A3 en carton

plaques de mousse

boîte de ramettes A3 tapissée à l'intérieur de polystyrène

boîte de ramettes A3 tapissée à l'intérieur de boîtes d'œuf