

Quel matériau acoustique doit-il coller au plafond afin d'obtenir une salle de classe adaptée aux conditions d'apprentissage ?

Il faut déterminer la durée de réverbération T_r de la pièce, puis la comparer avec la valeur maximale admissible.

La formule de Sabine donne $T_r = 0,16 \cdot \frac{V}{A}$.

- Déterminons le volume V de la pièce :

$$V = L \cdot h \cdot \ell$$

$$V = 8,60 \times 3,00 \times 6,80 = 175,44 \text{ m}^3 \text{ soit environ } 175 \text{ m}^3.$$

Il s'agit d'une salle d'enseignement de volume inférieur à 250 m^3 .

- Déterminons l'aire d'absorption équivalente de la salle :

La salle comporte :	Surface (en m^2) S_j	Coefficient d'absorption α_j	Aire équivalente A (en m^2)
un plafond en plâtre peint	$S_{\text{plafond}} = L \cdot \ell$ $S_{\text{plafond}} = 8,60 \times 6,80$ $= 58,48 \text{ m}^2$	0,030	$58,48 \times 0,030 =$ 1,7544
un sol en carrelage	$S_S = S_{\text{plafond}} =$ $58,48 \text{ m}^2$	0,010	$58,48 \times 0,010 =$ 0,5848
des murs en plâtre peint	$S_m = 79,4 \text{ m}^2$	0,030	$79,4 \times 0,030 =$ 2,382
des fenêtres	$S_f = 9,0 \text{ m}^2$	0,030	$9,0 \times 0,030 =$ 0,27
deux portes en bois	$S_p = 4,0 \text{ m}^2$	0,50	$4,0 \times 0,50 =$ 2,0
une table de bureau			0,050
25 tables d'écolier			$25 \times 0,025 =$ 0,625
26 chaises en bois			$26 \times 0,020 =$ 0,52
Aire équivalente totale			$1,7544 + 0,5848 +$ $2,382 + 0,27 + 2,0$ $+ 0,050 + 0,625 +$ $0,52 =$ $8,1862 = \mathbf{8,19 \text{ m}^2}$

- Calculons la durée de réverbération :

$$T_r = 0,16 \cdot \frac{V}{A}$$

$$T_r = 0,16 \times \frac{175}{8,19} = 3,41 \text{ s.}$$

Cette durée est bien supérieure à ce qui est recommandé pour une telle salle puisqu'il faudrait une durée de réverbération égale à 0,60 s.

Pour diminuer T_r ($T_r = 0,16 \cdot \frac{V}{A}$) avec $V = \text{Cte}$, il faut augmenter A .

Comme $A = \sum_{j=1}^m \alpha_j \times S_j$ avec $S = \text{Cte}$, alors il faut choisir un matériau avec un coefficient d'absorption α le plus élevé possible.

On choisit la laine de verre 50 mm recouverte de toile avec $\alpha = 0,80$.

On calcule la nouvelle aire équivalente totale A_1 :

$$A_1 = 58,48 \times 0,80 + 0,5848 + 2,382 + 0,27 + 2,0 + 0,050 + 0,625 + 0,52 = 53,2158 = \mathbf{53,22 \text{ m}^2}$$

Déterminons alors la nouvelle durée de réverbération :

$$T_{r1} = 0,16 \cdot \frac{V}{A_1}$$

$$T_{r1} = 0,16 \times \frac{175}{53,22} = 0,53 \text{ s}$$

$T_{r1} < 0,60 \text{ s}$ donc cette durée est conforme aux recommandations.

Le coût de l'installation est tout à fait acceptable, en effet la laine de verre recouverte de toile fait partie des matériaux acoustiques les moins chers.

Regard critique :

On a négligé l'aire d'absorption équivalente des élèves, ainsi l'aire réelle est sans doute plus élevée. Cela ne modifie pas nos conclusions.

À propos des hypothèses de travail :

- la voix humaine possède une fréquence moyenne proche de 1000 Hz donc le choix de la fréquence de référence est bon ;
- La répartition des matériaux absorbants est plutôt homogène, sauf pour les portes.

Autre résolution possible :

Calcul V

$$T_r \leq 0,60 \text{ s}$$

Utilisation formule de Sabine : $0,16 \cdot \frac{V}{A} \leq 0,60 \text{ s}$ alors $A \geq 0,16 \cdot \frac{V}{0,60}$ donc $A \geq 46,784 \text{ m}^2$

Il faut augmenter A , on choisit le matériau avec le plus fort coefficient d'absorption, donc la laine de verre.

On calcule A avec la laine de verre ($=53,22 \text{ m}^2$).

On la compare avec $46,784 \text{ m}^2$.

On valide ce choix.