Spécialité : Réhabilitation d'une salle

Bac S 2015 Amérique du Sud (ancien programme) · Exercice 4 **5 points** **Durée conseillée 50 min**

P Quel matériau acoustique faut-il coller au plafond pour obtenir une salle de classe adaptée aux conditions d'apprentissage ? Porter un regard critique sur le résultat et discuter les hypothèses de travail.

Données utiles $L = 8{,}60$ m ; $\ell = 6{,}80$ m ; $h = 3{,}00$ m ; $S_m = 79{,}4\ \text{m}^2$; $S_f = 9{,}0\ \text{m}^2$; $S_p = 4{,}0\ \text{m}^2$; 1 bureau, 25 tables, 26 chaises ; tableaux des coefficients α_j, des aires A_k, des durées maximales et des matériaux de plafond ; $T_r = 0{,}16\,\dfrac{V}{A}$

1. Durée de réverbération à ne pas dépasser.

$$V = L \times \ell \times h = 8{,}60 \times 6{,}80 \times 3{,}00 = 175\ \text{m}^3$$

$V \leqslant 250\ \text{m}^3$: pour une salle d'enseignement, il faut $T_r \leqslant 0{,}60$ s.

2. État initial de la pièce. Le sol et le plafond ont la même surface : $S_S = S_{\text{plafond}} = L \times \ell = 8{,}60 \times 6{,}80 = 58{,}5\ \text{m}^2$.

Aire d'absorption équivalente de tout ce qui ne sera pas modifié (sol, murs, vitres, portes, mobilier) :

Parois : $0{,}010 \times 58{,}5 + 0{,}030 \times 79{,}4 + 0{,}030 \times 9{,}0 + 0{,}50 \times 4{,}0 = 5{,}237\ \text{m}^2$

Mobilier : $0{,}050 + 25 \times 0{,}025 + 26 \times 0{,}020 = 1{,}195\ \text{m}^2$

$$A_{\text{fixe}} = 5{,}237 + 1{,}195 = 6{,}43\ \text{m}^2$$

Avec le plafond actuel en plâtre peint : $A_0 = A_{\text{fixe}} + 0{,}030 \times 58{,}5 = 8{,}19\ \text{m}^2$.

$$T_{r0} = 0{,}16 \times \frac{V}{A_0} = 0{,}16 \times \frac{175}{8{,}19} = 3{,}4\ \text{s}$$

Cette durée est près de six fois trop grande : la parole est inintelligible, le plafond doit être traité.

3. Aire d'absorption nécessaire. V est fixé, donc T_r ne diminue que si A augmente :

$$T_r \leqslant 0{,}60\ \text{s} \iff A \geqslant \frac{0{,}16 \times V}{0{,}60} = \frac{0{,}16 \times 175}{0{,}60} = 46{,}8\ \text{m}^2$$

Le matériau collé au plafond, de coefficient α, doit donc vérifier $A_{\text{fixe}} + \alpha\, S_{\text{plafond}} \geqslant 46{,}8\ \text{m}^2$:

$$\alpha \geqslant \frac{46{,}8 - 6{,}43}{58{,}5} = 0{,}69$$

4. Choix du matériau. Vérification pour les quatre matériaux, avec $A = A_{\text{fixe}} + \alpha\, S_{\text{plafond}}$:

Matériau	α	A (m²)	T_r (s)	Coût
Laine de verre	0,80	53,2	0,53	468 €
Dalles fibres minérales	0,70	47,4	0,59	877 €
Panneaux isorel	0,65	44,4	0,63	585 €
Panneaux rainurés	0,55	38,6	0,73	409 €

Deux matériaux conviennent : la laine de verre et les dalles de fibres minérales. Les dalles sont à la limite (0,59 s) et coûtent presque deux fois plus cher (15 contre 8 € par m²).

5. Regard critique.

- Résultat : 0,53 s laisse une marge d'environ 12 % sous la limite. Les durées maximales concernent un local meublé non occupé, ce qui

PIÈGE
Dans le sujet, le signe « = » entre les deux sommes de la formule de A est une coquille : les aires des parois et celles du mobilier s'additionnent. Ne pas oublier le sol, ni compter le plafond deux fois après les travaux.

COMPRENDRE
Le coefficient $0{,}16$ n'a que deux chiffres significatifs : T_r s'écrit avec deux chiffres. L'acoustique des salles relevait de l'ancien enseignement de spécialité ; toutes les relations utiles sont fournies par l'énoncé.

MÉTHODE
Résolution de problème : fixer le critère (T_r maximal), calculer l'état initial, en déduire la condition sur la grandeur à choisir (α), trancher avec un second critère (le prix), puis critiquer. Garder les valeurs non arrondies en mémoire entre deux étapes.

correspond au calcul ; les élèves ajoutent de l'absorption, donc T_r sera encore plus faible en classe.

- Fréquence : les coefficients ne sont donnés qu'à 1000 Hz. La voix contient des fréquences plus graves et plus aiguës, pour lesquelles l'absorption est différente : la conclusion n'est établie que pour cette fréquence.
- Homogénéité : après les travaux, le plafond représente à lui seul $46{,}8$ des $53{,}2\ \text{m}^2$ d'absorption (88 %), alors que le sol et les murs restent très réfléchissants. L'hypothèse d'une répartition homogène est donc discutable et la valeur calculée est un ordre de grandeur.

Il faut coller la laine de verre de 50 mm recouverte de toile ($\alpha = 0{,}80$) : $T_r = 0{,}53\ \text{s} \leqslant 0{,}60\ \text{s}$, pour environ 468 €.

À LA CALCULATRICE

