Spécialité : Isolation acoustique d'un réfectoire

Bac S 2014 Antilles-Guyane (ancien programme) · Exercice 4 **5 points** **Durée conseillée 50 min**

1 Pourquoi est-il nécessaire de diminuer le temps de réverbération de la salle du réfectoire ?

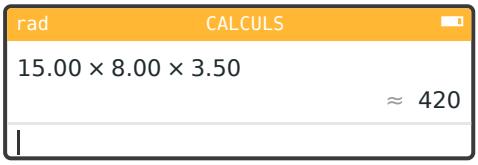
Données utiles $T_R = 2{,}0$ s ; salle de $15{,}00$ m $\times$ $8{,}00$ m, hauteur $3{,}50$ m ; document 1

Volume du réfectoire : $V = L \times \ell \times h = 15{,}00 \times 8{,}00 \times 3{,}50 = 420\ \text{m}^3$.

C'est une salle de restauration de volume supérieur à $250\ \text{m}^3$: l'arrêté (document 1) impose $T_R \leqslant 1{,}2$ s.

Le temps mesuré, $T_R = 2{,}0\ \text{s} > 1{,}2\ \text{s}$, dépasse la limite légale : il faut le diminuer.

À LA CALCULATRICE



PIÈGE
Répondre sans calculer le volume. Le document 1 donne deux lignes pour les salles de restauration : c'est $V > 250\ \text{m}^3$ qui désigne la bonne limite.

COMPRENDRE
Un temps de réverbération long signifie que les sons persistent et se superposent : le niveau sonore monte et les conversations deviennent difficiles à suivre.

2 Compléter le tableau de l'annexe en indiquant la surface des différentes structures de la salle et le matériau utilisé.

Données utiles document 3 : 6 fenêtres de $6{,}00\ \text{m}^2$; 2 portes en bois de $2{,}00$ m $\times$ $3{,}00$ m ; sol en carrelage ; murs et plafond en plâtre

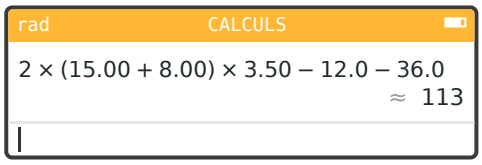
Plafond et sol : $S = L \times \ell = 15{,}00 \times 8{,}00 = 120\ \text{m}^2$ chacun.

Portes : $S_{\text{portes}} = 2 \times 2{,}00 \times 3{,}00 = 12{,}0\ \text{m}^2$. Fenêtres : $S_{\text{fen}} = 6 \times 6{,}00 = 36{,}0\ \text{m}^2$.

Murs : les quatre parois ont pour aire totale $2 \times (L + \ell) \times h = 2 \times (15{,}00 + 8{,}00) \times 3{,}50 = 161\ \text{m}^2$, dont on retire les ouvertures :

$S_{\text{murs}} = 161 - 12{,}0 - 36{,}0 = 113\ \text{m}^2$ (tableau complété ci-dessous)

À LA CALCULATRICE



PIÈGE
Oublier de retrancher les portes et les fenêtres de la surface des murs, ou ne compter que deux murs sur quatre.

	Surface (m²)	Matériau
Plafond	15,00 × 8,00 = 120 m²	Plâtre
Sol	15,00 × 8,00 = 120 m²	Carrelage
Portes	2 × 2,00 × 3,00 = 12,0 m²	Bois
Fenêtres	6 × 6,00 = 36,0 m²	Verre
Murs (hors ouvertures)	161 − 12,0 − 36,0 = 113 m²	Plâtre

2 · Annexe à rendre avec la copie, complétée

3 Des plaques isolantes sont posées sur tout le plafond, sans modifier les murs ni le sol. Parmi les cinq isolants proposés, lequel serait-il judicieux de choisir ?

Données utiles $V = 420\ \text{m}^3$ (Q1) ; surfaces (Q2) ; α : plâtre 0,030, carrelage 0,020, bois 0,15, verre 0,18 ; $A_M = 12{,}5\ \text{m}^2$; isolants n°1 à n°5 : $\alpha = 0{,}15$; 0,25 ; 0,30 ; 0,50 ; 0,80 pour 20 ; 40 ; 70 ; 100 ; 180 € par m²

Objectif. Obtenir $T_R \leqslant 1{,}2$ s au moindre coût. D'après la formule de Sabine, $T_R = 0{,}16 \times \dfrac{V}{A}$: il faut augmenter A, donc le coefficient α_p du plafond.

Surface d'absorption minimale.

$$A_{\min} = 0{,}16 \times \frac{V}{T_{R,\max}} = 0{,}16 \times \frac{420}{1{,}2} = 56\ \text{m}^2$$

Ce qui ne change pas (sol, portes, fenêtres, murs, mobilier) : $A_0 = \alpha_{\text{sol}} S_{\text{sol}} + \alpha_{\text{bois}} S_{\text{portes}} + \alpha_{\text{verre}} S_{\text{fen}} + \alpha_{\text{plâtre}} S_{\text{murs}} + A_M$

$A_0 = 0{,}020 \times 120 + 0{,}15 \times 12{,}0 + 0{,}18 \times 36{,}0 + 0{,}030 \times 113 + 12{,}5 = 26{,}6\ \text{m}^2$

Coefficient minimal du plafond. $A = A_0 + \alpha_p \times S_{\text{plafond}} \geqslant A_{\min}$, soit

$$\alpha_p \geqslant \frac{A_{\min} - A_0}{S_{\text{plafond}}} = \frac{56 - 26{,}6}{120} = 0{,}245$$

Choix. L'isolant n°1 (0,15) est insuffisant ; les n°2 à n°5 conviennent. Le moins cher d'entre eux est le n°2 (40 € par m², soit $120 \times 40 = 4\,800$ €).

Vérification et regard critique. Avec le n°2 : $A = 26{,}6 + 0{,}25 \times 120 = 56{,}6\ \text{m}^2$ et $T_R = 0{,}16 \times \dfrac{420}{56{,}6} = 1{,}19$ s : la norme est respectée, mais de très peu. Le n°3 donnerait $T_R = 1{,}07$ s pour $120 \times 70 = 8\,400$ €, soit $3\,600$ € de plus.

Isolant n°2 : $\alpha = 0{,}25 \geqslant 0{,}245$, $T_R \approx 1{,}2$ s, le moins coûteux des isolants conformes.

PIÈGE
Arrondir trop tôt α_p à 0,25 : on ne sait plus si l'isolant n°2 suffit. Garder 0,245 ou vérifier directement T_R. Ne pas oublier A_M dans la somme.

COMPRENDRE
Avec le plafond actuel en plâtre, le modèle donne $A = 30{,}2\ \text{m}^2$ et $T_R = 2{,}2$ s, pour 2,0 s mesurés : la formule surestime un peu T_R, ce qui rassure sur la faible marge du n°2.

MÉTHODE
Résolution de problème : traduire l'objectif en inégalité ($T_R \leqslant 1{,}2$ s), isoler la seule grandeur modifiable (α_p), calculer sa valeur limite, puis départager les solutions avec le second critère (le prix).

À LA CALCULATRICE

