Spécialité : Installation d'un home cinéma

Bac S 2016 Amérique du Nord (ancien programme) · Exercice 4 **5 points** **Durée conseillée 50 min**

1 Montrer que la pièce ne correspond pas aux critères nécessaires pour avoir l'acoustique d'une salle de cinéma.

Données utiles pièce de $5{,}00\ \text{m} \times 4{,}00\ \text{m} \times 2{,}50\ \text{m}$; porte en bois $0{,}73\ \text{m} \times 2{,}00\ \text{m}$; fenêtre $1{,}20\ \text{m} \times 0{,}95\ \text{m}$; $T = \dfrac{0{,}163\,V}{A}$ avec $A = \sum_i \alpha_i S_i$; documents 1, 2 et 3

Critère. Le critère est le temps de réverbération T, qui doit se trouver dans l'intervalle conseillé par le document 2.

Volume de la pièce : $V = L \times \ell \times h = 5{,}00 \times 4{,}00 \times 2{,}50 = 50{,}0\ \text{m}^3$.

Sur le document 2, pour $V = 50\ \text{m}^3$, on lit : $0{,}15\ \text{s} \leqslant T \leqslant 0{,}25\ \text{s}$.

Choix de la fréquence. Les films sont en français, langue dont la plage principale est centrée sur 1500 Hz (document 1) : on prend les coefficients d'absorption de la colonne 1500 Hz du document 3.

Surfaces.

- Sol (parquet) et plafond (plâtre peint) : $5{,}00 \times 4{,}00 = 20{,}0\ \text{m}^2$ chacun.
- Porte (bois) : $0{,}73 \times 2{,}00 = 1{,}46\ \text{m}^2$; fenêtre (vitrage) : $1{,}20 \times 0{,}95 = 1{,}14\ \text{m}^2$.
- Quatre murs : $2 \times (5{,}00 + 4{,}00) \times 2{,}50 = 45{,}0\ \text{m}^2$, dont plâtre peint : $45{,}0 - 1{,}46 - 1{,}14 = 42{,}4\ \text{m}^2$.
- Plâtre peint au total (murs et plafond) : $42{,}4 + 20{,}0 = 62{,}4\ \text{m}^2$.

Aire d'absorption équivalente (les quatre spectateurs assis comptent pour $0{,}95\ \text{m}^2$ chacun) :

Élément	α_i	S_i (m^2)	$\alpha_i S_i$ (m^2)
Parquet (sol)	0,06	20,0	1,20
Plâtre peint (murs, plafond)	0,03	62,4	1,87
Bois (porte)	0,1	1,46	0,15
Vitrage (fenêtre)	0,9	1,14	1,03
4 personnes assises			$4 \times 0{,}95 = 3{,}80$
Total A			8,04

Temps de réverbération.

$$T = \frac{0{,}163\,V}{A} = \frac{0{,}163 \times 50{,}0}{8{,}04} = 1{,}0\ \text{s}$$

$T \approx 1{,}0\ \text{s}$, soit quatre fois plus que le maximum conseillé ($0{,}25\ \text{s}$) : la pièce réverbère trop, elle ne convient pas en l'état.

PIÈGE

Compter les murs entiers en plâtre : il faut retrancher la porte et la fenêtre, qui ont leur propre coefficient. Pour les spectateurs, le tableau donne directement une aire en m², à multiplier par 4 et non par une surface.

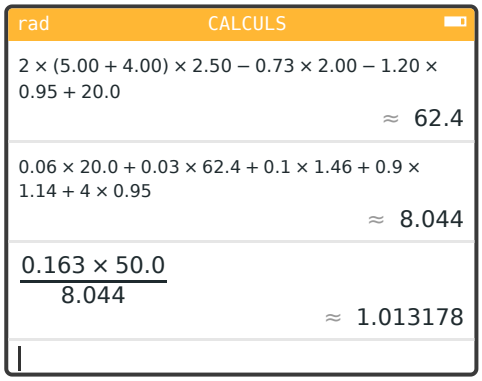
COMPRENDRE

Les coefficients n'ont qu'un ou deux chiffres significatifs : on garde deux chiffres pour T. Le vitrage à 0,9 est sans doute une coquille (0,09) ; avec 0,09 on trouverait $T \approx 1{,}1\ \text{s}$, la conclusion est la même.

COMPRENDRE

L'acoustique des salles relevait du thème « Son et musique » de l'ancien enseignement de spécialité ; le temps de réverbération n'est plus au programme actuel. La démarche (extraire, modéliser, calculer, conclure) reste celle d'une résolution de problème.

À LA CALCULATRICE



2 Proposer une adaptation possible et réaliste de la pièce pour qu'elle réponde aux critères, en validant la proposition par un calcul.

Données utiles $V = 50{,}0\ \text{m}^3$ et intervalle $0{,}15\ \text{s} \leqslant T \leqslant 0{,}25\ \text{s}$ (Q1) ; à 1500 Hz : moquette $0{,}26$; dalle de plafond acoustique $0{,}95$; rideau lourd $0{,}53$

Objectif. Le volume ne change pas : pour diminuer $T = \dfrac{0{,}163\,V}{A}$, il faut augmenter A, donc couvrir les parois de matériaux plus absorbants.

Aire à atteindre : $A = \dfrac{0{,}163\,V}{T}$, d'où

$$\frac{0{,}163 \times 50{,}0}{0{,}25} \leqslant A \leqslant \frac{0{,}163 \times 50{,}0}{0{,}15} \quad \text{soit} \quad 33\ \text{m}^2 \leqslant A \leqslant 54\ \text{m}^2$$

Proposition.

- Sol : moquette posée sur le parquet ($20{,}0\ \text{m}^2$).
- Plafond : dalles acoustiques collées ($20{,}0\ \text{m}^2$).
- Mur de la fenêtre : rideau lourd sur toute sa surface, $5{,}00 \times 2{,}50 = 12{,}5\ \text{m}^2$; il cache la fenêtre et fait l'obscurité.
- Les trois autres murs restent en plâtre peint : $45{,}0 - 12{,}5 - 1{,}46 = 31{,}0\ \text{m}^2$; la porte reste dégagée.

Vérification.

Élément	α_i	S_i (m^2)	$\alpha_i S_i$ (m^2)
Moquette (sol)	0,26	20,0	5,20
Dalles acoustiques (plafond)	0,95	20,0	19,0
Rideau lourd (un mur)	0,53	12,5	6,63
Plâtre peint (trois murs)	0,03	31,0	0,93
Bois (porte)	0,1	1,46	0,15
4 personnes assises			3,80
Total A'			35,7

$$T' = \frac{0{,}163 \times 50{,}0}{35{,}7} = 0{,}23\ \text{s}$$

Avec moquette, dalles acoustiques au plafond et rideau lourd sur le mur de la fenêtre : $T' \approx 0{,}23$ s, compris entre $0{,}15$ s et $0{,}25$ s. La pièce répond alors aux critères.

PIÈGE
Additionner le rideau et la paroi qu'il recouvre : une surface cachée ne compte plus, seul le matériau apparent absorbe. Sans calcul final de T' comparé à l'intervalle, la proposition n'est pas validée.

COMPRENDRE
D'autres choix conviennent (rideaux sur plusieurs murs, par exemple), tant que A reste entre 33 et $54\ \text{m}^2$. Trop absorber serait aussi un défaut : en dessous de $0{,}15$ s, le son paraît étouffé.

MÉTHODE
Chiffrer d'abord l'aire A à atteindre (ici au moins $33\ \text{m}^2$), puis traiter en priorité les grandes surfaces : le plafond en dalles apporte à lui seul $19\ \text{m}^2$. On ajuste ensuite avec le sol et un mur.

À LA CALCULATRICE

