EXERCICE III – LA RÉHABILITATION D'UNE SALLE (5 points)

Dans le cadre de la réhabilitation du bâtiment d'un établissement scolaire, une pièce rectangulaire de volume suffisant doit être aménagée en salle de classe. Le responsable du chantier souhaite coller un matériau acoustique absorbant sur le plafond actuel, car un revêtement de plafond non adapté peut entraîner une acoustique médiocre dans les locaux destinés à l'enseignement, et donc une mauvaise qualité sonore qui rendra la parole non intelligible.

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

Hypothèses de travail :

- dans le domaine du bâtiment et pour cette étude, la fréquence f du son de référence est de 1000 Hz ;

- la répartition des matériaux absorbants est homogène.

L'analyse des données ainsi que la démarche suivie seront évaluées et nécessitent d'être correctement présentées. Les calculs numériques seront menés à leur terme. Il est aussi nécessaire d'apporter un regard critique sur le résultat et de discuter de la validité des hypothèses de travail formulées.

Données sur la pièce à réhabiliter

Caractéristiques initiales de la pièce

- Dimensions: Longueur L = 8,60 m largeur ℓ = 6,80 m hauteur h = 3,00 m

- Sol : Carrelage de surface totale S_S

- Murs : Plâtre peint de surface totale S_m = 79,4 m^2

- Plafond : Plâtre peint de surface totale $S_{plafond}$

- Fenêtres : surface totale des 3 vitrages S_f = 9,0 m^2

- Ouvertures : surface totale des 2 portes en bois S_p = 4,0 m^2

- Équipement : 1 bureau professeur, 25 tables d'écoliers et 26 chaises en bois

Coefficients d'absorption de quelques matériaux à f = 1000 Hz	
Désignation des surfaces	**Coefficients d'absorption α_j**
Plâtre peint	0,030
Carrelage	0,010
Vitres	0,030
Portes en bois	0,50

Aires d'absorption équivalentes de quelques mobiliers à f = 1000 Hz	
Désignation des éléments	**Aire d'absorption équivalente A_k (m^2)**
Une table de bureau	0,050
Une table d'écolier	0,025
Une chaise en bois	0,020

Durée de réverbération d'une pièce

On appelle durée de réverbération d'une pièce notée *Tr*, la durée mise par un son pour décroître de 60 dB après l'arrêt de la source émettrice. *Tr* représente le critère principal pour l'évaluation de la propriété acoustique d'une pièce. La durée de réverbération se calcule par la formule de Sabine :

$$Tr = 0{,}16.\frac{V}{A}$$

Tr : durée de réverbération en s
V : volume de la pièce en m^3
A : aire d'absorption équivalente des équipements en m^2

Durée de réverbération maximale de différents lieux

Types de locaux meublés non-occupés	Durée de réverbération maximale
Salle de sport	Tr = 1,5 s
Salle d'enseignement de volume $V \leq 250$ m^3	Tr = 0,60 s
Salle d'enseignement de volume $V > 250$ m^3	Tr = 0,90 s
Bureau individuel	Tr = 0,60 s

Aire d'absorption équivalente d'une pièce

L'aire d'absorption équivalente notée *A* (m^2) est la valeur de l'aire d'une paroi parfaitement absorbante ayant la même absorption que les divers matériaux, meubles ou occupants considérés.

$$A = \sum_{j=1}^{m} \alpha_j \times S_j = \sum_{k=1}^{n} A_k$$

S_j : surface des matériaux dans la pièce en m^2
α_j : coefficients d'absorption des matériaux composant les surfaces de la pièce
A_k : aire d'absorption équivalente des équipements en m^2

Coefficients d'absorption de matériaux acoustiques pour plafond et prix au m^2

Type de matériau	α_j	Prix
Laine de verre 50 mm recouverte de toile	0,80	8 € / m^2
Panneaux bois isorel 15 mm	0,65	10 € / m^2
Panneaux de bois rainurés	0,55	7 € / m^2
Dalles fibres minérales	0,70	15 € / m^2