EXERCICE III. RÉNOVATION D'UNE SALLE DE CLASSE (5 points)

Avant la rénovation d'une salle de classe, on réalise une étude acoustique afin d'améliorer ses qualités sonores.
À la suite d'une telle étude, des travaux sont programmés pour diminuer le temps de réverbération. Le technicien, responsable de l'étude, préconise de diminuer le volume de la pièce en fabriquant un faux plafond constitué d'un matériau isolant acoustique. Cette rénovation se fera sans occulter les fenêtres de façon à conserver un maximum de clarté, tout en ramenant le temps de réverbération à sa limite inférieure préconisée par l'arrêté du 25 avril 2003.

L'objectif de cet exercice est de vérifier si ces travaux vont permettre de respecter les contraintes évoquées précédemment.

Document 1. Éléments d'acoustique

Noté *TR*, le temps de réverbération d'une salle est la durée, exprimée en seconde, au bout de laquelle le niveau sonore a diminué de 60 dB quand la source sonore est arrêtée.
On le calcule théoriquement à l'aide de la formule de Sabine :

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

avec : V : volume de la salle en m^3 ; A : surface d'absorption équivalente de la salle en m^2

La surface d'absorption équivalente d'une salle se détermine en faisant la somme des surfaces d'absorption équivalentes des différents éléments constitutifs et présents dans la salle :

$$A_{salle} = \sum A_i$$

La surface d'absorption équivalente d'un matériau i dépend de la surface S_i (en m^2) qu'il occupe et de son coefficient d'absorption acoustique du matériau α_i selon la relation :

$$A_i = \alpha_i . S_i$$

Document 2. Extrait de l'arrêté du 25 avril 2003

D'après l'arrêté du 25 avril 2003 relatif à la limitation du bruit dans les établissements d'enseignement pour un local dont le volume est inférieur à 250 m^3, le temps de réverbération doit être compris entre 0,4 s et 0,8 s. Pour un local dont le volume est supérieur, il sera compris entre 0,6 s et 1,2 s.

Document 3. Caractéristiques de la salle de classe

La salle étudiée est un parallélépipède rectangle de longueur 7,50 m et de largeur 7,30 m. Le plafond initial est à 4,10 m. Le haut des fenêtres est à 2,80 m du sol. Le temps de réverbération avant travaux est de 1,1 s.

Éléments architecturaux à prendre en compte	Caractéristiques			
	Matériau	Surface	Dimensions	Surface d'absorption équivalente A
Mur	plâtre	non communiquée	non communiquées	non communiquée
Sol	carrelage	54,8 m^2	7,30 m × 7,50 m	1,09 m^2
Plafond	plâtre	54,8 m^2	7,30 m × 7,50 m	1,64 m^2
Faux plafond	Isolant acoustique	54,8 m^2	7,30 m × 7,50 m	35,6 m^2
Deux fenêtres	verre	6,0 m^2 de surface totale	2 × (2,00 m × 1,50 m)	0,60 m^2
Une porte	bois	1,93 m^2	2,15 m × 0,90 m	0,39 m^2
Mobilier scolaire				25 m^2

Question préliminaire

Quels sont les paramètres qui permettent de réduire le temps de réverbération ? Préciser dans quel sens ils doivent varier.

Problème

À quels travaux est-il nécessaire de procéder, dans la salle de classe, sans pour autant occulter les fenêtres, afin de ramener ses caractéristiques acoustiques aux normes en vigueur ?

Le candidat répondra à l'aide d'un raisonnement clairement exposé en détaillant les calculs nécessaires à la résolution du problème. Il est invité à porter sur la copie toute démarche même si cette dernière n'est pas menée jusqu'au bout car elle sera évaluée.