

Activité – Salle réfectoire

Correction acoustique (réverbération)

Problématique :

Evaluer par calcul le temps de réverbération de la salle n°3 du réfectoire avant puis après la correction acoustique préconisée par un bureau d'étude

Liaison avec le programme de seconde SI :

Prise en compte des dimensions normative et architecturale
Grandeurs physiques caractéristiques et unités en entrée et sortie d'un système
Prévision de l'ordre de grandeur des résultats

Pré-requis : AP Prédiction acoustique

Document : Enoncé de l'activité, Extraits sonores

Matériel : PC, Calculatrice, Internet

Durée : 2H

I. Confort acoustique et temps de réverbération

Lors de la rénovation du réfectoire du lycée Jean Henry Fabre un cabinet d'étude acoustique est venu mesurer le temps de réverbération.

Un temps de réverbération élevé correspond à un local très réverbérant qui **est acoustiquement très inconfortable**. En effet, les sons réfléchis par les surfaces du local (murs, plafonds, ...) et les sons directs vont se mélanger entre-eux, créant un brouhaha important.

Le temps de réverbération impacte directement l'intelligibilité de la parole. En effet, **plus le temps de réverbération est court, meilleure sera la compréhension de la parole**.

➔ Ecouter les extraits sonores :

Extrait sonore 1 : Salle de réfectoire peu réverbérante (Temps de réverbération de 0.8s)

Extrait sonore 2 : Salle de réfectoire très réverbérante (Temps de réverbération de 5s)

La réglementation acoustique impose que le temps de réverbération Tr d'un local, comme la salle n°3 du réfectoire, ne dépasse pas une valeur limite. Voici un **extrait de la réglementation acoustique** :

« Les valeurs de réverbération maximale sont indiquées suivant le volume de la pièce et l'activité pratiquée :

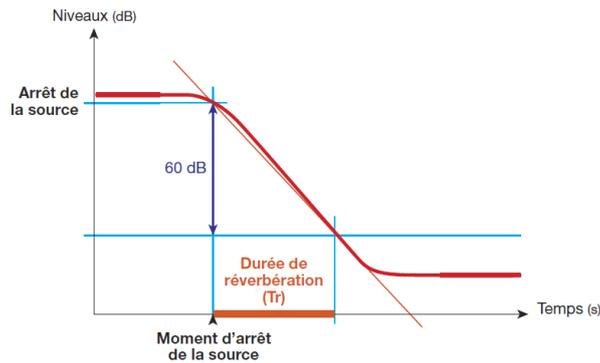
Salle de réfectoire de volume inférieur à 250 m³ : $Tr < 0,8$ s

Salle de détente : $Tr < 0,8$ s

Salle de réfectoire de volume compris entre 250 et 512 m³ : $Tr < 1,2$ s

Volume supérieur à 512 m³ : $Tr = 0,15.V^{1/3}$ »

Le **temps de réverbération** d'une salle correspond au **temps que met le niveau sonore pour diminuer de 60dB après extinction de la source sonore** (ce temps de réverbération est aussi appelé RT60 : Reverb Time 60dB)



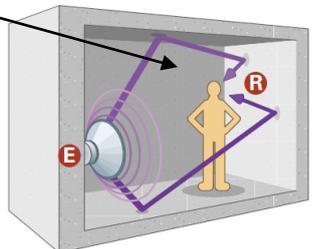
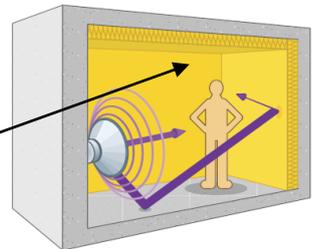
II. Correction acoustique et temps de réverbération

Le temps de réverbération T_r peut être corrigé en disposant dans le local des matériaux capables d'absorber les ondes sonores.

Ces matériaux sont caractérisés par un coefficient α .

α tend vers 1 : le matériau est acoustiquement très absorbant

α tend vers 0 : le matériau est acoustiquement très peu absorbant

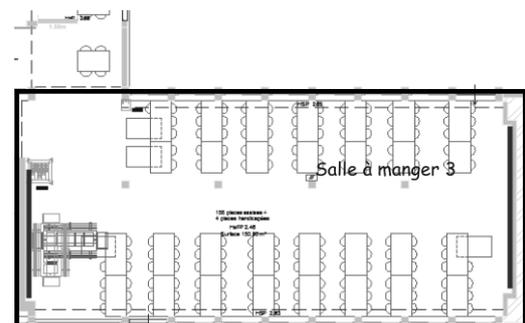
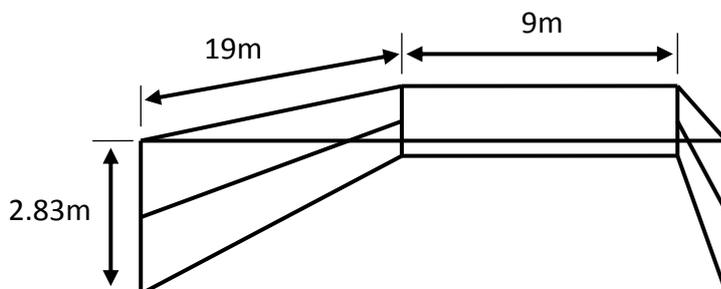


Pour corriger le temps de réverbération d'un local, comme la salle n°3 du réfectoire, il faut modifier la nature des matériaux utilisés.

III. Travail à réaliser

L'étude porte sur la salle n°3 du réfectoire que l'on considèrera comme entièrement close :

On considère que la salle n°3 du réfectoire a les dimensions suivantes :



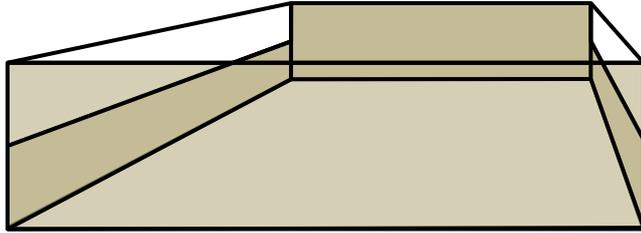
Q1. Calculer le volume de la salle n°3 du réfectoire.

Q2. En déduire le temps de réverbération T_r à ne pas dépasser d'après la réglementation acoustique.

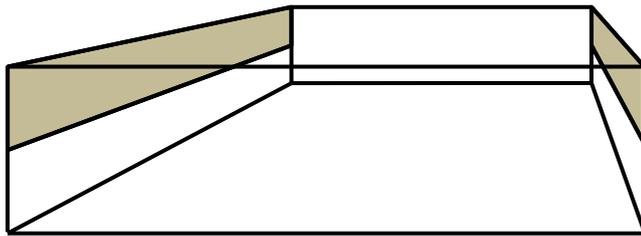
IV. Salle n°3 du réfectoire AVANT correction acoustique

Avant correction acoustique, les caractéristiques des surfaces verticales et horizontales sont les suivantes :

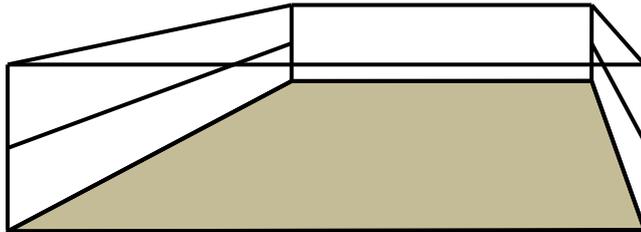
Surfaces verticales n°1 : Plâtre



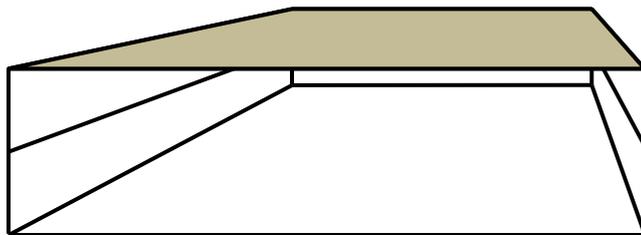
Surfaces verticales n°2 : Vitres



Surface horizontale n°1 : Carrelage



Surface horizontale n°2 : Plâtre



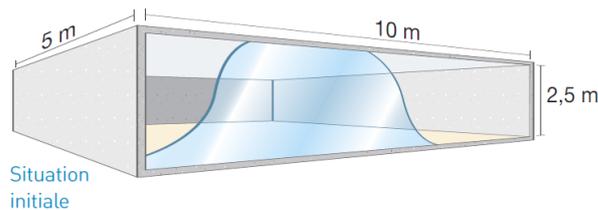
Q3. Calculer la surface des divers matériaux utilisés. A l'aide de l'annexe fourni en fin de document, rechercher les coefficients α d'absorption à 1000Hz des divers matériaux utilisés :

Surfaces	Nature	Surface en m ²	Coefficient d'absorption α
Surfaces verticales n°1	Plâtre		
Surfaces verticales n°2	Vitre		
Surface horizontale n°1	Carrelage		
Surface horizontale n°2	Plâtre		

Q4. A partir de l'exemple fourni ci-dessous, calculer l'aire d'absorption équivalente A de la salle n°3 du réfectoire avant correction :

Surfaces	Nature	Surface	Coefficient d'absorption α	Aire d'absorption
Surfaces verticales n°1	Plâtre			
Surfaces verticales n°2	Vitre			
Surface horizontale n°1	Carrelage			
Surface horizontale n°2	Plâtre			
Aire d'absorption équivalente				

Exemple :



L'aire équivalente d'absorption A définit le pouvoir absorbant d'un local. Plus cette valeur est grande, plus les parois du local absorbent l'énergie sonore.

L'aire équivalente d'absorption A correspond à la somme des différentes surfaces affectées de leur coefficient d'absorption α :

	Surface (m ²)	Nature	$\alpha_{s(1)}$	Aire d'absorption A (m ²) ⁽²⁾
Sol	50	carrelage	0,02	1,0
Parois verticales opaques	50	plaque de plâtre	0,03	1,5
Parois vitrées	25	verre	0,02	0,5
Plafond	50	plaque de plâtre	0,03	1,5
				4,5 m²

$$A_{\text{sol}} = 50 \times 0.02 = 1\text{m}^2$$

$$A_{\text{parois opaques}} = 50 \times 0.03 = 1.5\text{m}^2$$

$$A_{\text{parois vitrées}} = 25 \times 0.02 = 0.5\text{m}^2$$

$$A_{\text{plafond}} = 50 \times 0.03 = 1.5\text{m}^2$$

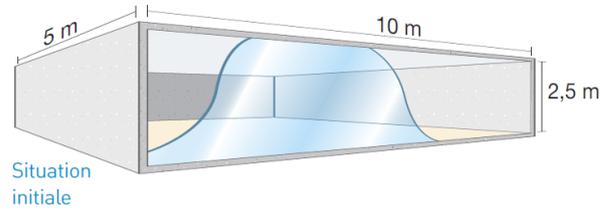
$$A = 1 + 1.5 + 0.5 + 1.5 = 4.5\text{m}^2$$

L'aire équivalente d'absorption A est de 4.5m² pour ce local.

Q5. A partir de l'exemple fourni ci-dessous, calculer le temps de réverbération Tr de la salle n°3 du réfectoire avant correction :

Temps de réverbération

Exemple :



Le temps de réverbération Tr se calcule grâce à la relation suivante :

$$Tr = 0.16 \times V / A$$

V : Volume du local

A : Aire équivalente d'absorption du local

Pour le local :

$$V = 5 \times 10 \times 2.5 = 125\text{m}^3$$

$$A = 4.5\text{m}^2$$

$$Tr = 0.16 \times 125 / 4.5 = 4.4\text{s}$$

Le temps de réverbération Tr du local est de 4.4s

Q6. Vérifier votre estimation sur le temps de réverbération en utilisant le site : http://www.rt60.net/calc_rt60.htm.

Q7. La réglementation acoustique est-elle respectée ? Justifier.

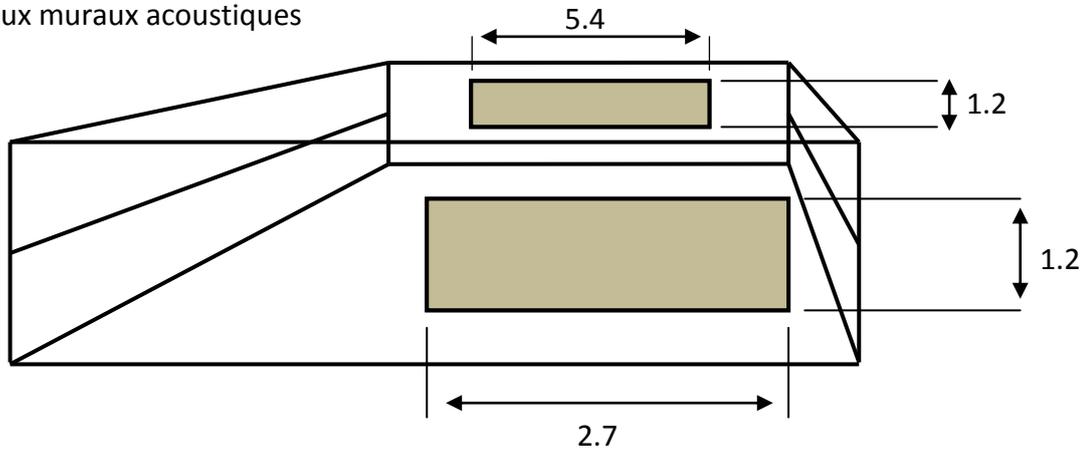
Q8. Que préconisez-vous ? Expliquez.

V. Salle n°3 du réfectoire APRES correction acoustique

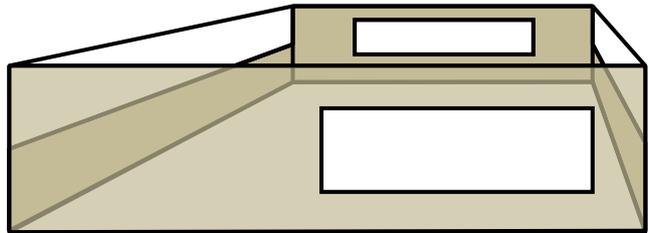
Pour réduire le temps de réverbération de la salle n°3 du réfectoire, le bureau d'étude acoustique a préconisé l'utilisation de :

- panneaux muraux acoustiques ;
- laine minérale au plafond.

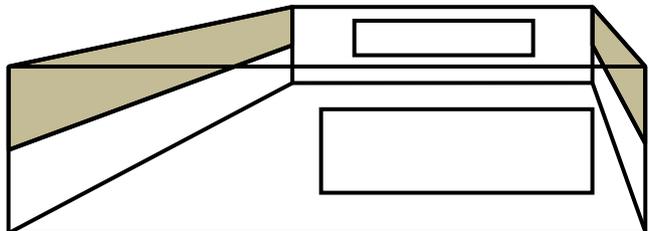
Surfaces verticales n°1 : Panneaux muraux acoustiques



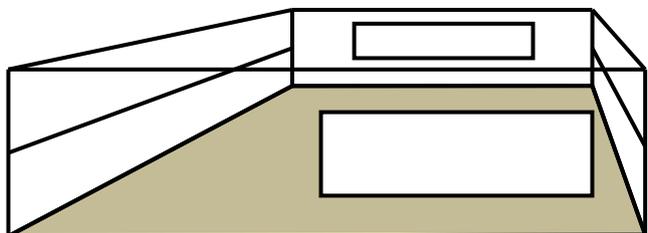
Surfaces verticales n°2 : Pâtre



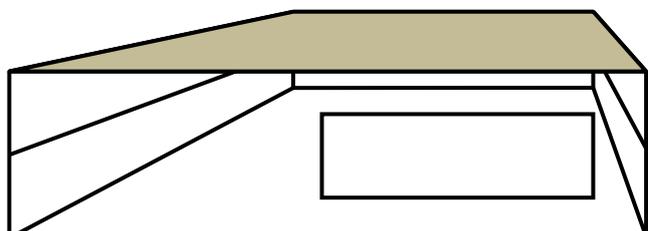
Surfaces verticales n°3 : Vitre



Surface horizontale n°1 : Carrelage



Surface horizontale n°2 : Laine minérale 50mm



Q9. Compléter le tableau puis calculer le temps de réverbération de la salle n°3 du réfectoire après correction :

Surfaces	Nature	Surface	Coefficient d'absorption α	Aire d'absorption
Surfaces verticales n°1	Panneau acoustique			
Surfaces verticales n°2	Plâtre			
Surfaces verticales n°3	Vitre			
Surface horizontale n°1	Carrelage			
Surface horizontale n°2	Laine minérale			
Aire d'absorption équivalente				
Temps de réverbération				

Q10. Vérifier votre estimation sur le temps de réverbération en utilisant le site : http://www.rt60.net/calc_rt60.htm.

Q11. La réglementation acoustique est-elle respectée ? Justifier.

ANNEXE Coefficient d'absorption de divers matériaux à 1000Hz

Plâtre	0.03
Vitre	0.02
Laine minérale	0.85
Panneau acoustique	0.9
Carrelage	0.02