

# SERIE D'EXERCICES N°2

## Exercice N°1

1- Pour chaque salle, calculer le temps de réverbération  $T_r$  en utilisant la formule de sabine :

Dimensions en (m)	Coefficient d'absorption moyen $\alpha$
Salle <sub>1</sub> : 8m x 8m x 2,7m	$\alpha_1 = 0,04$
Salle <sub>2</sub> : 5m x 5m x 2,7m	$\alpha_2 = 0,04$
Salle <sub>3</sub> : 15m x 12m x 3m	$\alpha_3 = 0,06$

2- On attribue un temps de réverbération important à un local de grandes dimensions. Est-ce judicieux ?

## Exercice 2 :

On désire corriger le niveau acoustique dans un local de dimensions 10m x 6m x 3m. Le local contient quatre portes en bois de surface 3,00m<sup>2</sup> chacune et six fenêtres de surface 4,50m<sup>2</sup> chacune. Le son est étudié à la fréquence de 1000 Hz.

La vitesse de propagation du son dans l'air à 20°C est égale à 340m/s.

Les coefficients d'absorption  $\alpha$  à la fréquence de 1000Hz des matériaux revêtant les surfaces de ce local sont donnés dans le tableau suivant :

Revêtements	Coefficient d'absorption moyen $\alpha$
Mur en béton	$\alpha = 0,03$
Porte en bois	$\alpha = 0,09$
Plafond en plâtre	$\alpha = 0,04$
Sol en bois	$\alpha = 0,07$
Fenêtre à simple vitrage	$\alpha = 0,12$

1- Calculer la période et la longueur d'onde du son.

2- Donner l'équation et la définition du temps de réverbération d'après la formule de Sabine.

3- Calculer la surface d'absorption équivalente  $A$  et déduire le temps de réverbération du local.

4- Ce temps de réverbération est trop grand. On va le corriger en le ramenant à  $T_r' = 0,5s$ .

a- Déterminer la nouvelle valeur de l'aire d'absorption équivalente  $A'$ .

b- On effectue cette correction en recouvrant la totalité du plafond d'un matériau absorbant. Quel matériau faut-il choisir d'après le tableau suivant pour obtenir cette correction ?

Matériaux	Coefficient d'absorption $\alpha$ à 1000 Hz
Soundalle	$\alpha = 0,54$
Dall'nat	$\alpha = 0,59$
Spanglass	$\alpha = 0,62$
Parmacoustic	$\alpha = 0,75$
Sonrex	$\alpha = 0,80$

### **Exercice 3 :**

On désire construire un petit auditorium dont les caractéristiques sont les suivantes :

Le volume  $V = 200 \text{ m}^3$ , la hauteur sous plafond est  $h = 4 \text{ m}$  et la profondeur est  $10 \text{ m}$ .

Les murs de surface totale  $120 \text{ m}^2$ , sont recouverts d'un matériau absorbant de coefficient  $\alpha_m$  qui doit permettre d'obtenir un temps de réverbération  $T_r$  compris entre  $0,3s$  et  $0,5s$ . Le plafond est déjà recouvert de dalles dont le coefficient d'absorption est  $\alpha_p = 0,05$ .

Le coefficient d'absorption du plancher est  $\alpha_s = 0,08$ . Les sièges, au nombre de  $n = 25$ , occupés ou non, ont un air d'absorption équivalente  $A_{\text{siège}} = 0,5 \text{ m}^2$  chacun.

1- Établir l'expression latérale de l'aire d'absorption équivalente  $A$  en fonction des différentes données de l'énoncé (coefficients d'absorption, surfaces, aire d'absorption équivalente par siège,...).

2- En utilisant le tableau suivant, indiquer quel matériau vous choisiriez afin de favoriser la qualité acoustique de l'auditorium tout en respectant le temps de réverbération.

3- Indiquer maintenant quel serait votre choix toujours en respectant le temps de réverbération.

Isolant n° :	Coefficient d'absorption $\alpha$	Longueur (m) des rouleaux de même largeur	Prix par rouleau (DT)
1	$\alpha = 0,54$	12,5	250
2	$\alpha = 0,59$	12,5	425
3	$\alpha = 0,62$	25	900
4	$\alpha = 0,75$	25	850

### **Exercice 4 :**

On considère une salle de restaurant meublée. Les coefficients d'absorption  $\alpha_i$  à la fréquence 1 KHz des matériaux revêtant les surfaces sont les suivants :

Revêtements	Coefficient d'absorption $\alpha$ à 1KHz
Murs recouverts de moquette murale	$\alpha_1 = 0,30$
Sol en dalles thermoplastiques	$\alpha_2 = 0,04$
Plafond en plâtre peint	$\alpha_3 = 0,03$
Portes et baies vitrées	$\alpha_4 = 0,12$

L'aire d'absorption équivalente  $A_m$  du mobilier est égale à 5 m<sup>2</sup>.

#### **A- Étude de la réverbération**

La salle du restaurant étudié est située à l'angle d'un immeuble. Elle a la forme d'un parallépipède rectangle de longueur  $L = 15\text{m}$ , de largeur  $l = 10\text{m}$  et de hauteur  $h = 3\text{m}$ . La grande face (de longueur  $L = 15\text{m}$ ) donnant sur l'extérieur, est équipé de deux baies vitrées rectangulaires de dimensions 5 m x 1,8 m chacune et d'une porte en verre épais de dimensions 0,9 m x 2m. La petite face, (de longueur  $l = 10\text{m}$ ), donnant aussi sur l'extérieur, est équipé d'une baie vitrée rectangulaire qui a pour dimensions 5m x 1,8m. Les deux autres faces sont à l'intérieur de l'immeuble.

1- Calculer l'aire d'absorption équivalente  $A_0$  de cette salle de restaurant meublée en complétant le tableau suivant :

Paroi	S (m <sup>2</sup> )	Coefficient d'absorption $\alpha$ à 1KHz	A (m <sup>2</sup> )
Porte			
Baies vitrées			
Murs			
Sol			

Plafond			
		Total $A_0 = \dots\dots\dots$	

2- En appliquant la formule de Sabine, déterminer le temps de réverbération  $T_{r0}$  à 1 KHz de cette salle de restaurant meublée.

3- Le temps de réverbération  $T_{r0}$  étant jugé trop important, on désire le corriger pour obtenir une valeur proche de  $T_r = 0,7s$  en appliquant sur le plafond des dalles acoustiques décoratives. Calculer la valeur minimale  $\alpha'_3$  du coefficient d'absorption acoustique que doivent présenter ces dalles.

## B- Sonorisation

La diffusion d'une musique d'ambiance est assurée par quatre haut-parleurs disposés aux quatre angles de la salle à 2,5m de hauteur, ces haut- parleurs étant dirigés vers le centre du local.

On se propose de calculer le niveau d'intensité sonore  $L_i$  du son reçu par un client assis à une table au centre de la salle à une distance  $d=9.11$  m séparant un haut-parleur et l'oreille du client.

1- La puissance acoustique de chaque haut-parleur étant  $P = 5.10^{-7}$  W et en admettant d'autre part que l'émission est uniforme dans le demi-espace avant (le son se répartit sur des demi-sphères centrées sur le haut-parleur), calculer l'intensité sonore directe  $I_1$  due à un seul haut-parleur.

2- En réalité, une mesure faite avec un seul haut-parleur en fonctionnement indique  $I'_1 = 9,8.10^{-10}$  W/m<sup>2</sup>. Calculer l'intensité sonore  $I$  puis le niveau d'intensité sonore  $L_i$  du son reçu par le client lorsque les quatre haut-parleurs fonctionnent.

3- Le son reçu des haut-parleurs va-t-il gêner la conversation entre les deux personnes assises à la table au centre de la salle ? Justifier votre réponse.

Le niveau sonore d'une conversation entre deux personnes est d'environ 50dB.

## **Exercice 5 :**

Dans une salle de classe, un enseignant donne cours à 40 élèves. Après une heure de cours, certains élèves se déconcentrent et commencent à bavarder. Au départ ce ne sont que des murmures qui passent progressivement à des conversations.

1- Sachant que l'intensité sonore produite par un murmure est à peu près  $2.10^{-10}$  W/m<sup>2</sup>, quel est le niveau d'intensité sonore (dB) correspondant ?

2- Quel est le niveau sonore (dB) produit dans la salle par 5 élèves qui murmurent ? On suppose ici que les élèves émettent la même intensité sonore lorsqu'ils murmurent.

3- L'intensité est multipliée par 100 lorsque le bavardage d'un élève passe du murmure à la conversation. Quel bruit (dB) produisent les 5 élèves durant leur conversation ?

4- Le niveau de bruit atteint devient insupportable pour l'enseignant qui ne parvient plus à se faire entendre. Il réclame alors le silence et les bavardages s'arrêtent aussi net.

a- Le temps de réverbération du local étant de 8,4 s, combien de temps s'écoule avant que le bruit ne cesse complètement ?

b- Sachant que le local fait 8 m de long, 5 m de large et 3 m de haut et sachant que toutes les cloisons sont composées du même matériau, quel est leur coefficient d'absorption.

La réglementation sur la durée de réverbération impose pour les locaux d'enseignement une valeur comprise entre 0,8 s et 1,2 s. La réglementation n'étant pas respectée, il faut corriger ce défaut.

Parmi les solutions qui s'offrent à nous, celle qui consiste à revêtir d'un matériau absorbant les 3 murs faisant face à l'enseignant paraît la plus rapide et la moins coûteuse. Il reste alors à calculer la valeur du coefficient d'absorption adaptée à la correction acoustique adéquate.

On a besoin, pour cela, de connaître les dimensions du local et la valeur du coefficient d'absorption de chacune des parois le délimitant.

c- Le coefficient trouvé, en b, correspond à des murs en béton peint. On se propose donc de recouvrir les 3 murs verticaux faisant face à l'enseignant par des parements perforés associés à une laine de verre. Quelle doit être la valeur du coefficient d'absorption des parements pour que la réglementation soit respectée ? On calculera les deux valeurs du coefficient associées à chacune des bornes de la réglementation 0,8 s et 1,2 s.