

## EXERCICE C – Nuisances sonores au restaurant (10 points)

**Mots-clés :** niveau d'intensité sonore ; intensité sonore ; atténuation géométrique.

D'après l'Institut National de Recherche et de Sécurité (INRS), « le bruit constitue une nuisance majeure dans le milieu professionnel. Il peut provoquer des surdités mais aussi stress et fatigue qui, à la longue, ont des conséquences sur la santé du salarié et la qualité de son travail. »

Cet exercice porte sur une étude acoustique d'un restaurant d'entreprise. On souhaite réaliser un diagnostic acoustique de la salle, afin de déterminer s'il est nécessaire de mettre en place des actions de lutte contre les nuisances sonores.

### Présentation de la situation d'étude

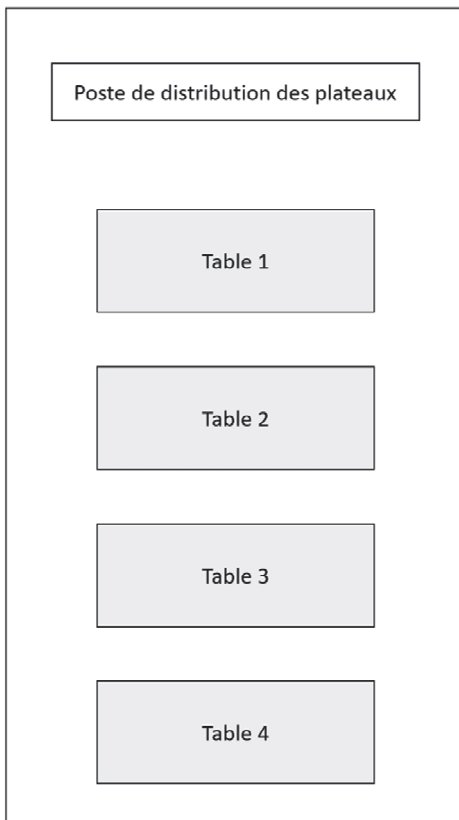


Figure1. Plan du restaurant

Lors d'un repas, les employés du restaurant se trouvent au poste de distribution des plateaux. Les personnes qui se restaurent sont accueillies sur 4 tables avec chacune 16 places.

On mesure la distance entre le poste de distribution des plateaux et le centre de chacune des tables :

Table 1	Table 2	Table 3	Table 4
$d_1 = 8,0 \text{ m}$	$d_2 = 12 \text{ m}$	$d_3 = 16 \text{ m}$	$d_4 = 20 \text{ m}$

En vue d'interroger l'effet des murs du restaurant, on réalise une expérience préliminaire en extérieur, loin de tout obstacle : 16 personnes sont réunies et discutent tandis que le niveau d'intensité sonore est mesuré à une distance  $d_1 = 8,0 \text{ m}$ . On obtient  $L = 53 \text{ dB}$ .

Dans la suite de l'exercice, on s'intéresse à ce qui se passe dans le restaurant.

### Données :

- seuil d'audibilité pris comme l'intensité sonore de référence :  $I_0 = 1,0 \times 10^{-12} \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$  ;
- dans le cadre du modèle d'atténuation géométrique de l'intensité sonore (source sonore qui émet de la même manière dans toutes les directions), on a la relation :

$$I = \frac{P}{4 \pi r^2} ;$$

avec  $I$ , l'intensité sonore mesurée à la distance  $r$  de la source et  $P$  la puissance sonore de la source.

- échelle simplifiée des nuisances en fonction du niveau d'intensité sonore (les seuils dépendent en fait de la fréquence et de la durée du bruit) :

$L$	0 dB	40 dB	60 dB	80 dB	90 dB	120 dB
Sensation	Seuil d'audibilité	Bruit calme	Bruit gênant	Bruit très gênant	Seuil de danger	Seuil de douleur

On considère dans un premier temps que seule la table 1 est totalement occupée tandis que les autres tables sont vides. On définit  $I_1$ , l'intensité sonore reçue au niveau du poste de distribution des plateaux dans cette situation et  $L_1$ , le niveau d'intensité sonore correspondant.

Dans un premier temps on ne prend pas en compte l'influence de la présence des murs et du plafond (questions Q1 à Q4).

**Q1.** En s'appuyant sur les mesures réalisées lors de l'expérience préliminaire en extérieur, déterminer la valeur attendue de l'intensité sonore  $I_1$ .

**Q2.** Dans le cadre du modèle d'atténuation géométrique et au moyen d'une approche énergétique, expliquer qualitativement à l'aide d'un schéma l'emploi du terme « géométrique » pour rendre compte de la baisse d'intensité sonore avec la distance à la source.

**Q3.** En déduire la valeur de l'intensité sonore  $I_2$  reçue au poste de distribution lorsque la table 2 est la seule à être totalement occupée, les autres tables étant vides.

Les mêmes calculs menés pour les tables 3 et 4 conduisent aux valeurs suivantes :

$$I_3 = 0,50 \times 10^{-7} \text{ W}\cdot\text{m}^{-2} \text{ et } I_4 = 0,32 \times 10^{-7} \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}.$$

**Q4.** Déterminer la valeur du niveau d'intensité sonore total  $L_{tot}$  qu'on peut attendre dans le cadre de ce modèle au niveau du poste de distribution lorsque les quatre tables sont occupées. Commenter.

On mesure désormais le niveau d'intensité sonore au poste de distribution des plateaux lorsque les quatre tables sont totalement occupées par les usagers. On obtient la valeur expérimentale  $L_{tot,exp} = 64 \text{ dB}$ .

**Q5.** Commenter cette valeur au regard des nuisances sonores. Proposer une explication quant à la différence entre  $L_{tot}$  et  $L_{tot,exp}$  en considérant que la puissance sonore de chaque table est la même qu'en extérieur (expérience préliminaire).

On décide de faire installer des panneaux en mousse sur les murs et le plafond afin de lutter contre les nuisances sonores. Après quelques recherches, l'équipe technique identifie les deux panneaux ci-après.

En % de la puissance acoustique incidente	Panneau 1			Panneau 2		
	BF <sup>1</sup>	MF <sup>2</sup>	HF <sup>3</sup>	BF <sup>1</sup>	MF <sup>2</sup>	HF <sup>3</sup>
Transmission	70	50	25	80	30	20
Absorption	20	30	60	10	40	70
Réflexion	10	20	15	10	30	10
Épaisseur	50 mm			30 mm		
Masse pour 5 m <sup>2</sup>	25 kg			15 kg		
Prix pour 5 m <sup>2</sup>	350 €			100 €		
Inflammabilité	Peu inflammable			Pas inflammable		

<sup>1</sup> BF : basses fréquences, de 100 Hz à 400 Hz

<sup>2</sup> MF : moyennes fréquences, de 400 Hz à 2 kHz

<sup>3</sup> HF : hautes fréquences, de 2 kHz à 10 kHz

Figure 2. Tableau réalisé sur la base d'une notice technique commerciale pour panneaux en mousse isolants. Lecture : avec le panneau 1 et pour une onde incidente de basse fréquence, 70 % de la puissance acoustique traverse le panneau, 20 % est absorbée par le panneau et 10 % est réfléchi par le panneau.

**Q6.** Déterminer le panneau le plus adapté pour protéger les employés de la cuisine des risques liés aux nuisances sonores. Justifier.