Spécialité : Sonorisation d'une salle de concert

Bac S 2017 Polynésie (ancien programme) · Exercice 4 **5 points** **Durée conseillée 50 min**

1 Montrer que, pour le haut-parleur utilisé, les sons les plus graves sont émis de façon omnidirectionnelle.

Les sons les plus graves sont ceux de plus basse fréquence : ici 500 Hz (et jusqu'à 2000 Hz, tracés ensemble).

Sur le diagramme de directivité, leur courbe est confondue avec le demi-cercle « 0 dB » pour tous les angles de -90° à 90° : l'atténuation est nulle dans toutes les directions.

À distance égale, le niveau d'intensité sonore reçu est donc le même quelle que soit la direction.

Les sons graves (500 Hz à 2000 Hz) sont émis de la même manière dans toutes les directions : la source est **omnidirectionnelle** pour ces sons.

COMPRENDRE

Grave signifie basse fréquence, aigu signifie haute fréquence. Sur ce diagramme, plus une courbe est proche du centre, plus le son est atténué dans la direction considérée.

2 Que signifie le terme « directif » ? Problème : l'orientation du haut-parleur permet-elle aux spectateurs du dernier rang de percevoir le même niveau sonore que ceux du premier rang, pour les sons graves comme pour les sons aigus ? Commenter le résultat.

Données utiles $I = \dfrac{K}{d^2}$; $L = 10\log\left(\dfrac{I}{I_0}\right)$; échelle du schéma : 2,0 m ; premier rang à 45° de l'axe ; différence réellement perçue : de l'ordre de 5 dB ; niveau moyen maximal : 105 dB

Question 2. Un haut-parleur directif n'émet pas de la même manière dans toutes les directions : le niveau reçu à une distance donnée est maximal dans l'axe et diminue quand on s'en écarte. À 8000 Hz, l'atténuation atteint environ 7,5 dB à 45° et environ 15 dB à 90°.

> Directif : le niveau d'intensité sonore émis dépend de la direction, il est le plus élevé dans l'axe.

Problème. Deux causes peuvent créer un écart de niveau entre les deux rangs : la distance au haut-parleur et la direction par rapport à son axe.

Distances. Sur le schéma imprimé, le segment d'échelle mesure 1,8 cm pour 2,0 m. On mesure 3,6 cm du haut-parleur au premier rang et 7,2 cm jusqu'au dernier rang :

$$d_1 = \frac{3{,}6}{1{,}8} \times 2{,}0 = 4{,}0\ \text{m} \qquad d_2 = \frac{7{,}2}{1{,}8} \times 2{,}0 = 8{,}0\ \text{m}$$

Effet de la distance. Dans une même direction, avec $I = \dfrac{K}{d^2}$:

$$L_1 - L_2 = 10\log\left(\frac{I_1}{I_2}\right) = 10\log\left(\frac{d_2^2}{d_1^2}\right) = 20\log\left(\frac{d_2}{d_1}\right)$$

$$L_1 - L_2 = 20\log\left(\frac{8{,}0}{4{,}0}\right) = 6{,}0\ \text{dB}$$

Sons graves. La source est omnidirectionnelle (question 1) : seul l'effet de la distance intervient. Le dernier rang reçoit un niveau inférieur de 6 dB à celui du premier rang. Cet écart dépasse 5 dB : il est perçu.

Sons aigus (8000 Hz). On note L_a le niveau dans l'axe à la distance d_1.

- Premier rang, à 45° de l'axe : le diagramme donne une atténuation d'environ 7,5 dB, soit $L_a - 7{,}5$ dB.
- Dernier rang, dans l'axe mais deux fois plus loin : $L_a - 6{,}0$ dB.

L'écart vaut $7{,}5 - 6{,}0 = 1{,}5$ dB, en faveur du dernier rang. Il est inférieur à 5 dB : il n'est pas perçu.

> L'objectif est atteint pour les sons aigus (écart de 1,5 dB, non perçu) mais pas pour les sons graves (écart de 6 dB, perçu).

Commentaire.

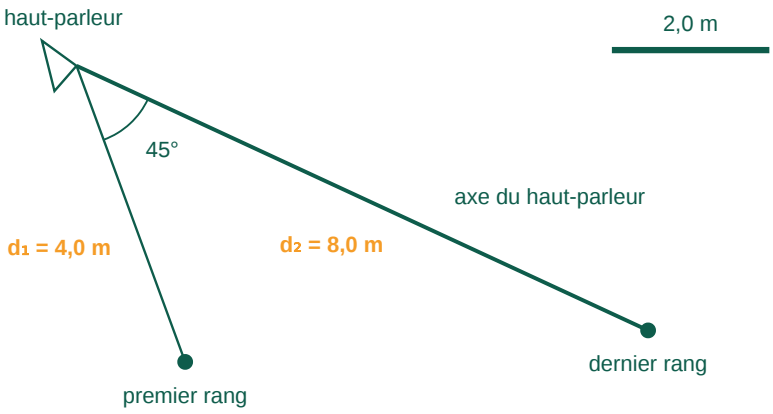
- L'équilibre entre graves et aigus n'est pas le même aux deux rangs : au premier rang, les aigus sont affaiblis par rapport aux graves ; le timbre perçu diffère.
- L'écart de 6 dB sur les graves est proche du seuil de 5 dB, et les distances sont lues sur un schéma : la gêne reste modérée.
- Le niveau le plus élevé est reçu au premier rang : c'est là que la limite de 105 dB doit être respectée, ce qui limite à 99 dB environ le niveau des graves au dernier rang.

PIÈGE
Ajouter ou soustraire des intensités à la place des niveaux, ou oublier le carré de la distance : doubler la distance fait perdre 6 dB, et non 3 dB.

COMPRENDRE
Deux chiffres significatifs, comme les distances lues sur le schéma. Le niveau sonore et l'atténuation géométrique restent au programme actuel ; le diagramme de directivité n'y figure plus, mais le document suffit pour le lire.

MÉTHODE
Pour comparer deux niveaux, calculer directement la différence $L_1 - L_2$: la constante K et I_0 s'éliminent, il ne reste que le rapport des distances. Les atténuations en décibels s'additionnent ensuite.

- Le modèle néglige l'absorption par l'air et les réflexions sur les parois de la salle.



2 · Distances mesurées sur le schéma du sujet, à l'échelle

À LA CALCULATRICE

rad CALCULS

$\frac{3.6}{1.8} \times 2.0$ ≈ 4

$\frac{7.2}{1.8} \times 2.0$ ≈ 8

$20 \times \log\left(\frac{8.0}{4.0}\right)$ ≈ 6.0206

$7.5 - 6.0$ ≈ 1.5