

BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

**Épreuve pratique de l'enseignement de spécialité physique-chimie
Évaluation des Compétences Expérimentales**

Cette situation d'évaluation fait partie de la banque nationale.

ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT

NOM :	Prénom :
Centre d'examen :	n° d'inscription :

Cette situation d'évaluation comporte **cinq** pages sur lesquelles le candidat doit consigner ses réponses.
Le candidat doit restituer ce document avant de sortir de la salle d'examen.

Le candidat doit agir en autonomie et faire preuve d'initiative tout au long de l'épreuve.

En cas de difficulté, le candidat peut solliciter l'examineur afin de lui permettre de continuer la tâche.

L'examineur peut intervenir à tout moment, s'il le juge utile.

L'usage de calculatrice avec mode examen actif est autorisé. L'usage de calculatrice sans mémoire « type collègue » est autorisé.

CONTEXTE DE LA SITUATION D'ÉVALUATION

Afin de garantir la protection des personnes exposées à de la musique amplifiée dans les lieux de loisirs (discothèques, salles de spectacle, concerts, etc..) le Haut Conseil de la santé publique propose des indicateurs de niveau de bruit, mesurés en décibels (dB).

En effet, l'exposition à un bruit intense peut provoquer des lésions graves du système auditif qui sont, dans certains cas, irréversibles. La dangerosité pour l'oreille dépend en particulier de la distance qui la sépare de la source sonore et de l'utilisation ou non de protections auditives.

Le but de cette épreuve est de déterminer les conditions dans lesquelles on peut assister à un concert sans danger pour l'audition.

INFORMATIONS MISES À DISPOSITION DU CANDIDAT

Pression acoustique

La pression acoustique décrit la variation de la pression en présence d'une onde acoustique. Son amplitude p en un point M du milieu de propagation est liée à l'intensité sonore I en ce point par la relation :

$$p = k_1 \cdot \sqrt{I}$$

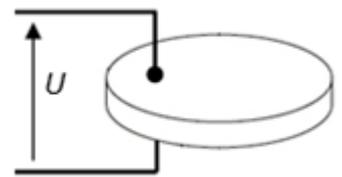
avec k_1 une constante liée au milieu de propagation

Capteur piézoélectrique

Les récepteurs d'ondes ultrasonores à capteur piézoélectrique délivrent une tension d'amplitude U proportionnelle à la pression acoustique p en un point M du milieu de propagation :

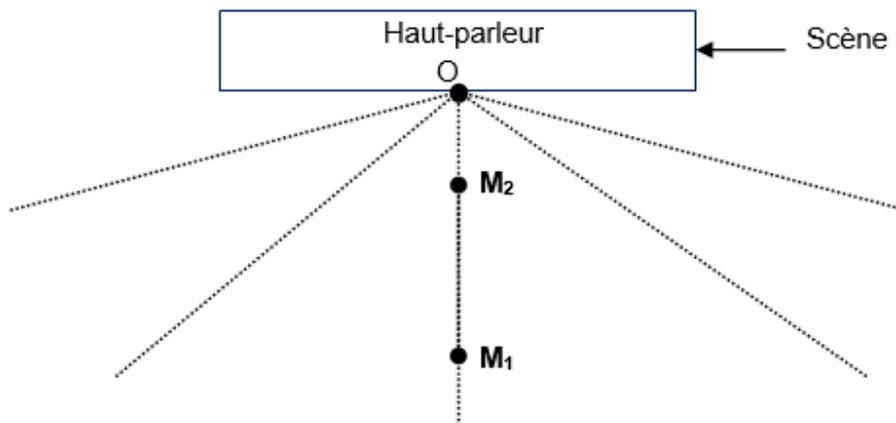
$$U = k_2 \cdot p$$

avec k_2 une constante liée au capteur



Schématisation de la salle de concert

Un haut-parleur est situé au milieu de la scène du concert, au point O.



Vue de dessus

Quand l'observateur est en position M_1 , il est à la distance $d_1 = OM_1$ du haut-parleur et l'intensité sonore est notée I_1 . De même, quand il est dans la position M_2 , $d_2 = OM_2$, et l'intensité sonore est notée I_2 .

Les niveaux d'intensités sonores en décibels (dB) et les intensités sonores sont liés par la relation :

$$L_2 = 10 \cdot \log \left(\frac{I_2}{I_1} \right) + L_1$$

Seuil de danger et de douleur



TRAVAIL À EFFECTUER

1. Influence de la géométrie sur l'atténuation d'une onde sonore (30 minutes conseillées)

1.1. Proposer un protocole permettant de vérifier que l'amplitude U de la tension sinusoïdale délivrée par un récepteur d'ultrasons est inversement proportionnelle à sa distance d par rapport à l'émetteur et qu'elle peut donc s'exprimer sous la forme $U = a \cdot \frac{1}{d}$ (où a est une constante).

Remarque : On s'appuiera sur 10 mesures réalisées pour des distances comprises entre 5 cm et 20 cm.

Protocole expérimental :

1. Dispositif de mesure :

- Installer l'émetteur d'ultrasons et le récepteur sur une surface plane et stable.
- Connecter le récepteur à un oscilloscope pour mesurer l'amplitude U de la tension sinusoïdale.

2. Prise des mesures :

- Placer le récepteur à des distances d comprises entre 5 cm et 20 cm par rapport à l'émetteur.
- Réaliser 10 mesures pour différentes valeurs de d (exemple : 5 cm, 7 cm, 9 cm, ..., 20 cm).
- Pour chaque position, relever l'amplitude U de la tension sinusoïdale affichée sur l'oscilloscope.

3. Traitement des données :

- Calculer l'inverse des distances mesurées : $1/d$
- Tracer le graphique de U en fonction de $1/d$

4. Conclusion :

- Si la courbe obtenue est une droite passant par l'origine, cela confirme que U est inversement proportionnelle à la distance d .

APPEL n°1		
	Appeler le professeur pour lui présenter le protocole ou en cas de difficulté	

1.2. Mettre en œuvre le protocole.

A faire expérimentalement.

APPEL n°2		
	Appeler le professeur pour lui présenter les mesures ou en cas de difficulté	

1.3. Tracer la courbe de l'amplitude U de la tension délivrée par le récepteur d'ultrasons en fonction de $\frac{1}{d}$, où d est la distance par rapport à l'émetteur. La modélisation par une fonction linéaire donne-t-elle une répartition des points expérimentaux en accord avec la courbe obtenue ?

Lorsqu'on fait l'expérience, on obtient une droite passant par l'origine, cela confirme que U est inversement proportionnelle à la distance d par rapport à l'émetteur.

APPEL n°3		
	Appeler le professeur pour lui présenter les résultats ou en cas de difficulté	

2. Relation entre l'intensité sonore et la distance (10 minutes conseillées)

À l'aide des relations fournies dans les informations mises à disposition et des résultats expérimentaux obtenus, montrer que l'intensité sonore I en un point M est inversement proportionnelle au carré de la distance d entre ce point et la source sonore et peut donc se mettre sous la forme :

$$I = a' \cdot \frac{1}{d^2} \quad \text{où } a' \text{ est une constante dont on donnera l'expression.}$$

D'après les données : $U = k_2 \cdot p = k_2 \cdot k_1 \cdot \sqrt{I}$

D'après le résultat de la question précédente U est inversement proportionnelle à la distance d par rapport à l'émetteur : $U = a \times \frac{1}{d}$

D'où

$$k_2 \cdot k_1 \cdot \sqrt{I} = a \times \frac{1}{d}$$

$$\sqrt{I} = \frac{a}{k_2 \cdot k_1} \times \frac{1}{d}$$

$$I = \left(\frac{a}{k_2 \cdot k_1} \times \frac{1}{d} \right)^2$$

$$I = \left(\frac{a}{k_2 \cdot k_1} \right)^2 \times \frac{1}{d^2}$$

$$I = a' \times \frac{1}{d^2}$$

I est proportionnel à $1/d^2$

Ainsi l'intensité sonore en un point M est inversement proportionnelle au carré de la distance entre ce point et la source sonore.

3. Exploitation des résultats expérimentaux (20 minutes conseillées)

Au début d'un concert, un spectateur se situe à une distance $d_1 = 50$ m d'un haut-parleur. À cette distance, le niveau sonore est de 80 dB. Pour avoir une meilleure visibilité des artistes, le spectateur se rapproche de la scène en se plaçant à $d_2 = 2$ m du haut-parleur.

3.1. À l'aide des informations mises à disposition et des résultats expérimentaux obtenus, montrer que le niveau sonore en M₂ obéit à la relation :

$$L_2 = 20 \cdot \log \left(\frac{d_1}{d_2} \right) + L_1$$

Calculer sa valeur.

$$L_2 = 10 \log \left(\frac{I_2}{I_1} \right) + L_1$$

$$\text{Or } I = K \times \frac{1}{d^2}$$

$$L_2 = 10 \log \left(\frac{K \times \frac{1}{d_2^2}}{K \times \frac{1}{d_1^2}} \right) + L_1$$

$$L_2 = 10 \log \left(\frac{\frac{1}{d_2^2}}{\frac{1}{d_1^2}} \right) + L_1$$

$$L_2 = 10 \log \left(\frac{1}{d_2^2} \times \frac{d_1^2}{1} \right) + L_1$$

$$L_2 = 10 \log \left(\frac{d_1}{d_2} \right)^2 + L_1$$

$$L_2 = 20 \log \left(\frac{d_1}{d_2} \right) + L_1$$

$$L_2 = 20 \log \left(\frac{50}{2} \right) + 80$$

$$L_2 = 108 \text{ dB}$$

APPEL FACULTATIF		
	Appeler le professeur pour lui présenter les résultats ou en cas de difficulté	

3.2. Commenter le résultat.

Le niveau sonore est supérieur au seuil de danger mais inférieur au seuil de douleur.

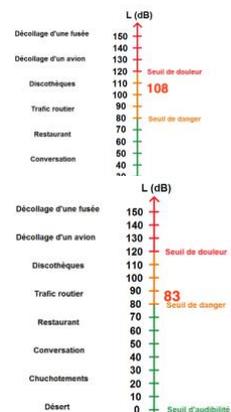
3.3. Pour se protéger, le spectateur ne dispose que de bouchons d'oreilles permettant une atténuation aux sons de 25 dB. La protection est-elle suffisante ? Sinon que pourrait-on lui conseiller ?

$$108 - 25 = 83 \text{ dB}$$

Avec ces bouchons d'oreille, le niveau sonore est de 83 dB.

Le niveau sonore est supérieur au seuil de danger mais inférieur au seuil de douleur.

On pourrait lui conseiller de s'éloigner de la source sonore.



APPEL FACULTATIF		
	Appeler le professeur en cas de difficulté	

Défaire le montage et ranger la pailleasse avant de quitter la salle.