

Baisse le son !!

CONTEXTE DU SUJET

Tonton Robert a décidé de se mettre à la batterie mais Monique, sa femme, lui reproche de faire trop de bruit dans leur salon. Elle mesure le niveau sonore L égal à 80 dB lorsqu'elle est assise sur son fauteuil placé à 2 m de Robert. Les nuisances sonores peuvent entraîner des conséquences sur sa santé, notamment si elles sont prolongées, c'est pourquoi, Tonton Robert, bien décidé à ne pas arrêter la musique dit à sa femme de se déplacer à l'autre bout du salon ou lui propose de monter une cloison entre eux deux afin d'atténuer le son.

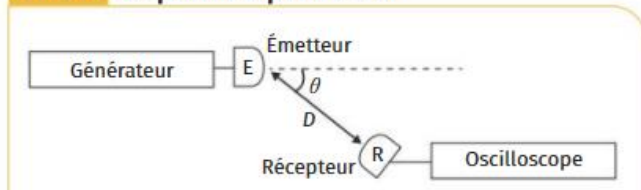


Dans ce contexte électrique, Monique vous demande d'étudier d'une part l'influence de la distance entre une source sonore et un récepteur, et d'autre part l'atténuation par absorption d'un signal sonore émis.

Dépêchez-vous, elle est à bout de nerfs !

QUELQUES DOCUMENTS

Doc. 1 Dispositif expérimental



*

Doc. 2 Niveau sonore et atténuation

Pour faciliter les échanges dans le cadre de l'acoustique, on définit le niveau d'intensité sonore L par :

$$L = 10 \log \left(\frac{I}{I_0} \right)$$

L : niveau d'intensité sonore (dB)

I : intensité sonore ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$)

I_0 : intensité sonore de référence

égale à $I_0 = 10^{-12} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$

On définit également l'atténuation A comme la différence entre les niveaux d'intensité sonore de deux points de propagation de l'onde.

Document 3 : 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.

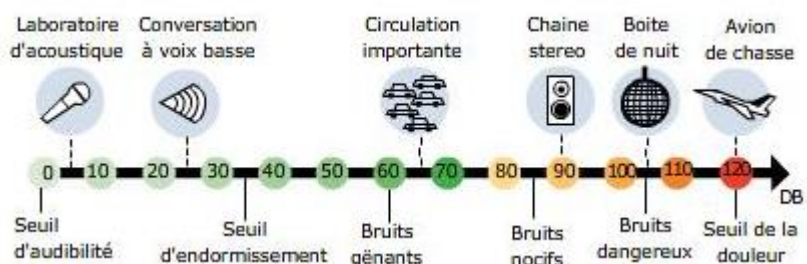
Document 4 : Capteur piézoélectrique

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 :

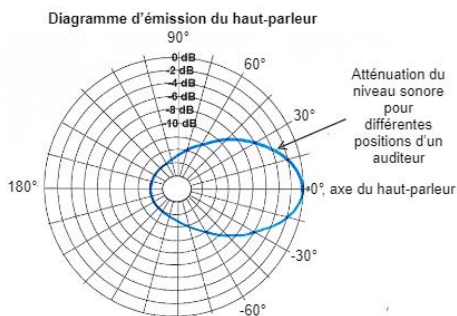
$$U = k_2 \cdot p$$

avec k_2 une constante liée au capteur

Document 5 : Echelle des décibels

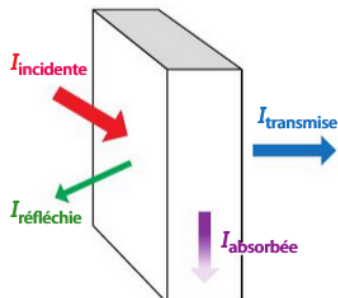


Document 6 : Diagramme d'émission d'un Haut-parleur



Document 7 : Atténuation phonique

- Lorsqu'une onde sonore rencontre une paroi, seule une partie de l'énergie incidente est transmise. Le reste de l'énergie est réfléchi et/ou absorbé.



Puisque l'énergie se conserve, les intensités sonores sont liées par :

$$I_{\text{incidente}} = I_{\text{réfléchie}} + I_{\text{transmise}} + I_{\text{absorbée}}$$

- L'atténuation sonore A d'un mur antibruit est liée aux niveaux d'intensité sonore L des ondes incidente et transmise :

$$A = L_{\text{incident}} - L_{\text{transmis}}$$

L'atténuation s'exprime en décibel (dB).

PREMIERE SOLUTION : RECULER !

ANALYSER - REALISER

- 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.



➔ Mettre en œuvre le protocole une fois validé par le professeur (On s'appuiera sur une dizaine de mesures réalisées pour des distances comprises entre 5 et 20 cm). Conclure.

- À l'aide des éléments d'information fournis dans les documents et des résultats expérimentaux obtenus précédemment, 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.

- Montrer que le niveau sonore en M_2 obéit à la relation : $L_2 = 20 \log \left(\frac{d_1}{d_2} \right) + L_1$.

VALIDER

Assise sur son fauteuil à 2 m en face de Tonton Robert, Monique prend 80 dB dans les oreilles.

- Elle s'éloigne à 4 mètres au fond du salon. Déterminer le nouveau niveau d'intensité sonore. Commenter le résultat.
- A quelle distance doit-elle reculer son fauteuil pour atteindre un niveau d'intensité sonore supportable de 60 dB. Qu'en pensez-vous ?
- Tonton Robert lui préconise, en plus de se reculer à cette distance, de se mettre dans le coin de la pièce (angle de 45° par rapport à lui). Que pensez-vous de cette proposition ? Utilisez le matériel mis à votre disposition pour tester qualitativement l'effet du déplacement de Monique. Sera-t-il suffisant ?



UNE AUTRE SOLUTION S'IMPOSE : S'ISOLER !

REALISER

Monique décide de s'isoler en construisant une cloison qui la sépare de Rober.

Au magasin bricolage du coin, elle trouve 4 matériaux faciles à poser et dans son budget.

Matériau 1 :

Matériau 2 :

Matériau 3 :

Matériau 4 :

Pouvez-vous aider Monique à choisir le meilleur isolant phonique ?



MATERIEL : On dispose d'un tube d'atténuation phonique équipé d'un haut-parleur qui doit être alimenté par un GBF. Une fente, située entre la source et le récepteur, permet d'introduire simplement les échantillons à tester.

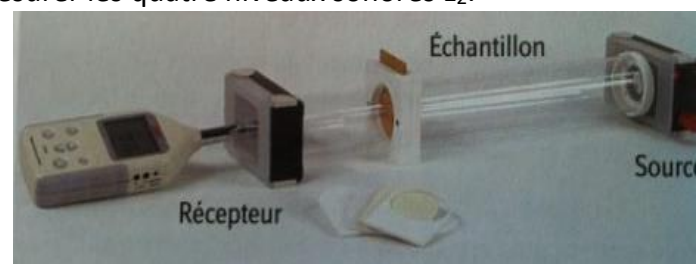
Quatre matériaux peuvent être étudiés : le liège, le PVC, le bois et le polystyrène.

Un sonomètre placé à une des extrémités du tube permet de mesurer le niveau sonore.

MANIPULATION :

- Alimenter le haut-parleur avec un GBF fournissant une tension sinusoïdale de fréquence 500 Hz.
- Régler l'amplitude du GBF pour avoir un niveau sonore de Robert $L_1 = 80$ dB.
- Insérer les différents matériaux dans la fente et mesurer les quatre niveaux sonores L_2 .

Matériau	Niveau sonore
Rien	
Bois	
Liège	
Polystyrène	
PVC	



- Recommencer les manipulations pour une fréquence de 5 kHz.

Matériau	Niveau sonore
Rien	
Bois	
Liège	
Polystyrène	
PVC	

ANALYSER

A partir des mesures réalisées, pour les quatre matériaux testés :

1. Déterminer l'atténuation $A = L_1 - L_2$

Matériau	Atténuation à 500 Hz	Atténuation à 5 kHz

2. Pour fabriquer la meilleur cloison anti-bruit, quel matériau utiliseriez-vous ?

VALIDER

Tonton Robert monte une cloison phonique à deux mètres de lui dont l'atténuation est de -25 dB. Déterminer le nouveau niveau d'intensité sonore perçu par Monique qui a collé son fauteuil derrière la cloison (à 2 m de tonton Robert qui envoie toujours du son à 80 dB). Commenter.

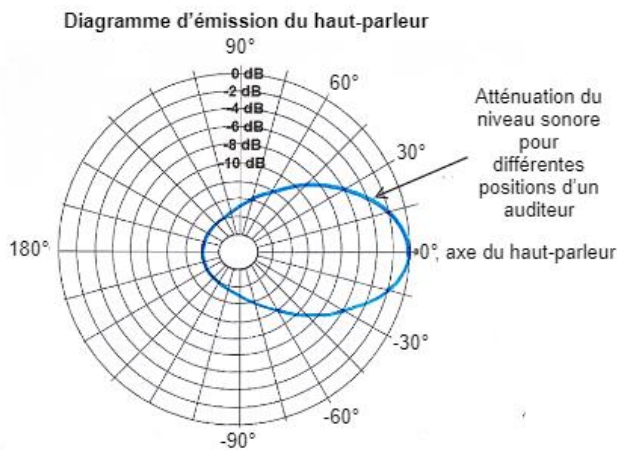
POUR ALLER PLUS LOIN : AU CONCERT !

Tonton Robert et Monique vont au concert. Sensibilisés au danger auditif par leur expérience à leur maison Ils se posent quelques questions

Les seuils de dangerosité pour l'oreille dépendent du niveau d'intensité sonore mesuré en dB et de la durée d'exposition. Les normes internationales définissent un seuil de 85 dB pendant 8 heures. Ce seuil augmente de 3 dB à chaque fois que la durée d'exposition est divisée par 2.

La sonorisation d'un concert est assurée par une enceinte posée sur la scène. Le haut-parleur de cette enceinte émet une onde sonore qui se propage dans toutes les directions de l'espace. Un ingénieur du son mesure le niveau d'intensité sonore dans l'axe principal du haut-parleur. Son sonomètre affiche 115 dB à 2,0 m du haut-parleur, c'est le niveau crête (niveau maximal) qui est fixé pour toute la durée du concert.

Un diagramme d'émission du haut-parleur a été réalisé en laboratoire, il présente l'atténuation en dB selon la position de l'auditeur par rapport à l'axe du haut-parleur. On suppose que ce diagramme est utilisable pour toutes les fréquences audibles par les spectateurs lors du concert.



Tonton Robert et Monique, sont positionnés sur le schéma de la vue aérienne de la salle de concert, combien de temps peuvent-ils écouter l'intégralité d'un concert en toute sécurité ?

