

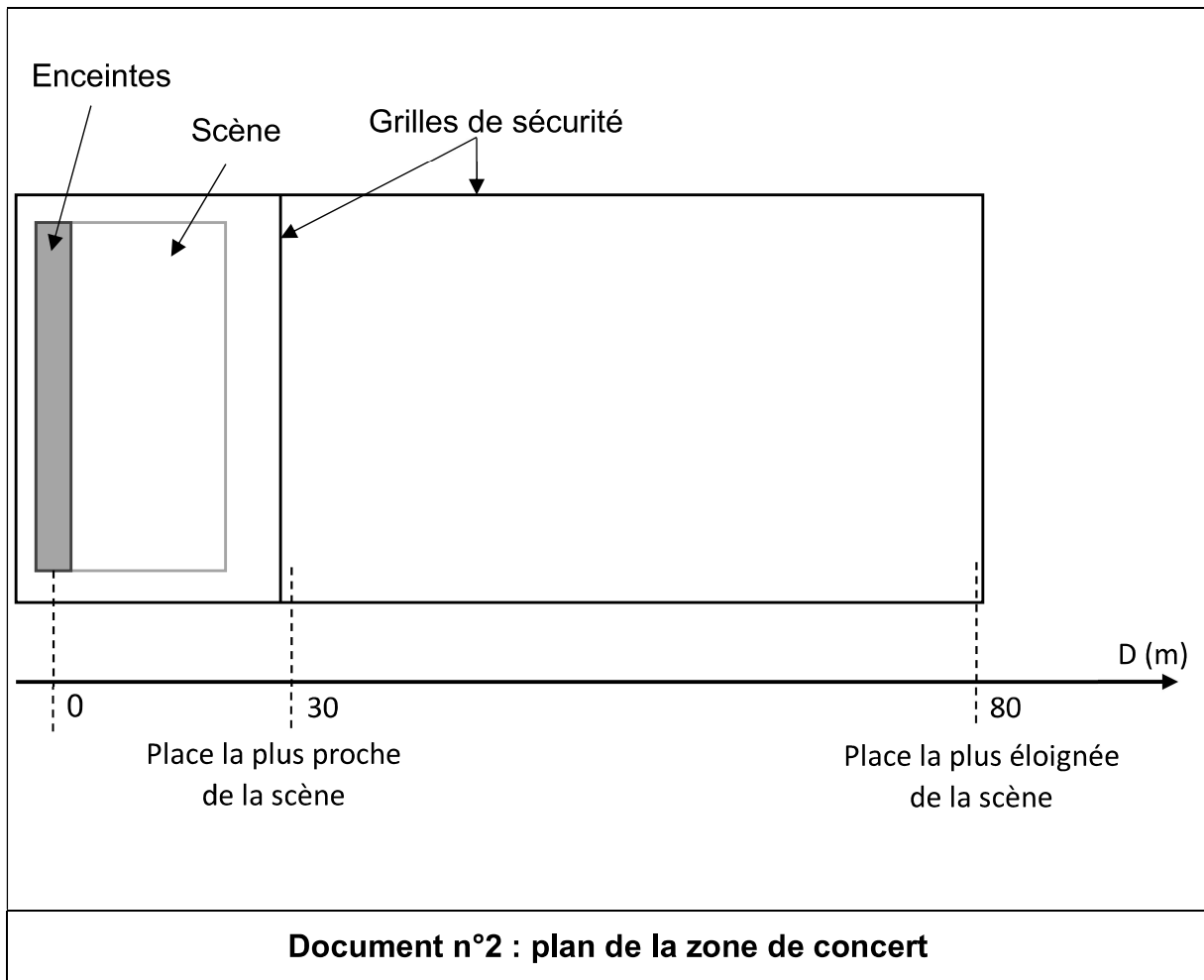
## EXERCICE 2 (6 points)

Physique-Chimie

### Préserver son audition

Un spectateur se rend à un concert en plein air (**document n°2**) et souhaite profiter du spectacle tout en préservant son audition.

Il se demande s'il doit porter des protections auditives ou se placer le plus loin possible de la scène afin de ne pas s'exposer à des niveaux sonores supérieurs à 90 dB.



Dans un premier temps, on souhaite vérifier si le niveau sonore, lorsque l'on s'éloigne au maximum de la scène, respecte la limite de 90 dB.

Pour cela, une expérience est réalisée : on émet un son puis, sans modifier ses caractéristiques, on trace l'évolution de son intensité sonore en fonction de l'inverse du carré de la distance à la source sonore.

Le **document n°3** précise la liste du matériel disponible.

- Générateur basses fréquences (GBF)
- Haut-parleur
- Sonomètre
- Ordinateur muni d'un tableur-grapheur
- Mètre ruban de 10 m
- Oscilloscope
- Microphone

**Document n°3 : liste du matériel disponible**

Remarque : l'ensemble du matériel proposé sur le **document n°3** n'est pas nécessairement utilisé.

1. Proposer, à l'aide du matériel listé dans le **document n°3**, un protocole permettant d'obtenir le graphique présent sur le **DOCUMENT-RÉPONSE**.

L'intensité sonore mesurée à 40 cm de la source est de  $18,6 \times 10^{-6} \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ .

2. Ajouter cette mesure sur le graphique du **DOCUMENT-RÉPONSE** à rendre avec la copie.

Le niveau sonore, noté  $L$ , exprimé en dB, est relié à une intensité sonore  $I$  d'un son, exprimée en  $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ , par :

$$L = 10 \log\left(\frac{I}{I_0}\right) \quad \text{avec} \quad I_0 = 1,00 \times 10^{-12} \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}.$$

L'intensité sonore  $I_0$  correspond au seuil d'audibilité.

L'intensité sonore peut se déduire du niveau sonore à l'aide de la relation :

$$I = I_0 \times 10^{\frac{L}{10}}$$

**Document n°4 : lien entre niveau sonore et intensité sonore**

3. Décrire l'évolution de l'intensité sonore en fonction de l'inverse du carré de la distance, notée D, à la source en utilisant le **DOCUMENT-RÉPONSE**.

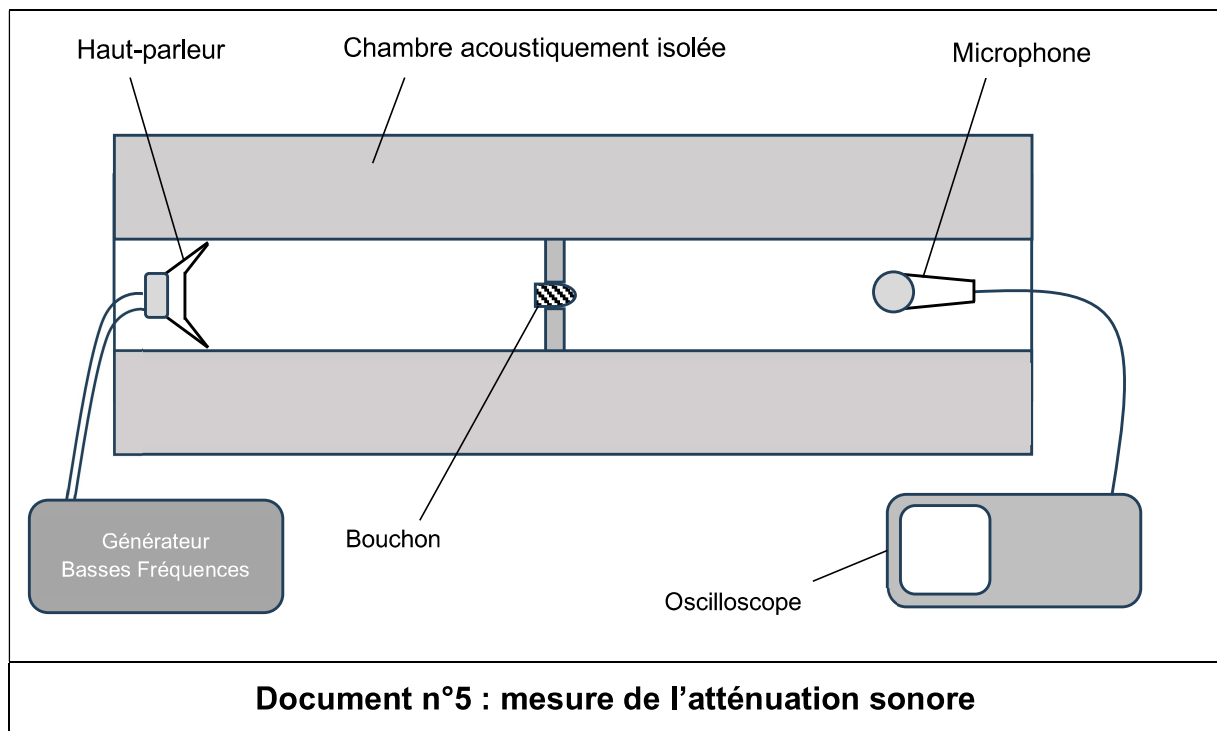
Les mesures présentées dans le **DOCUMENT-RÉPONSE** peuvent être modélisées à l'aide de la relation :

$$I = 14,3 \times \frac{1}{D^2}$$

4. Montrer, à l'aide des éléments décrits dans les **documents n°2 et n°4**, que le niveau sonore au plus loin des enceintes est de 93 dB.
5. Conclure quant à la nécessité de porter des protections auditives.

Dans un deuxième temps, on veut vérifier que les protections auditives peuvent permettre au spectateur de se placer à n'importe quelle distance de la scène. Pour cela, on détermine l'atténuation due à un bouchon de la protection auditive.

On réalise l'expérience décrite sur le **document n°5** afin d'obtenir deux oscillogrammes : un premier sans bouchon et un second avec bouchon.



L'atténuation du niveau d'intensité sonore s'exprime par la relation :

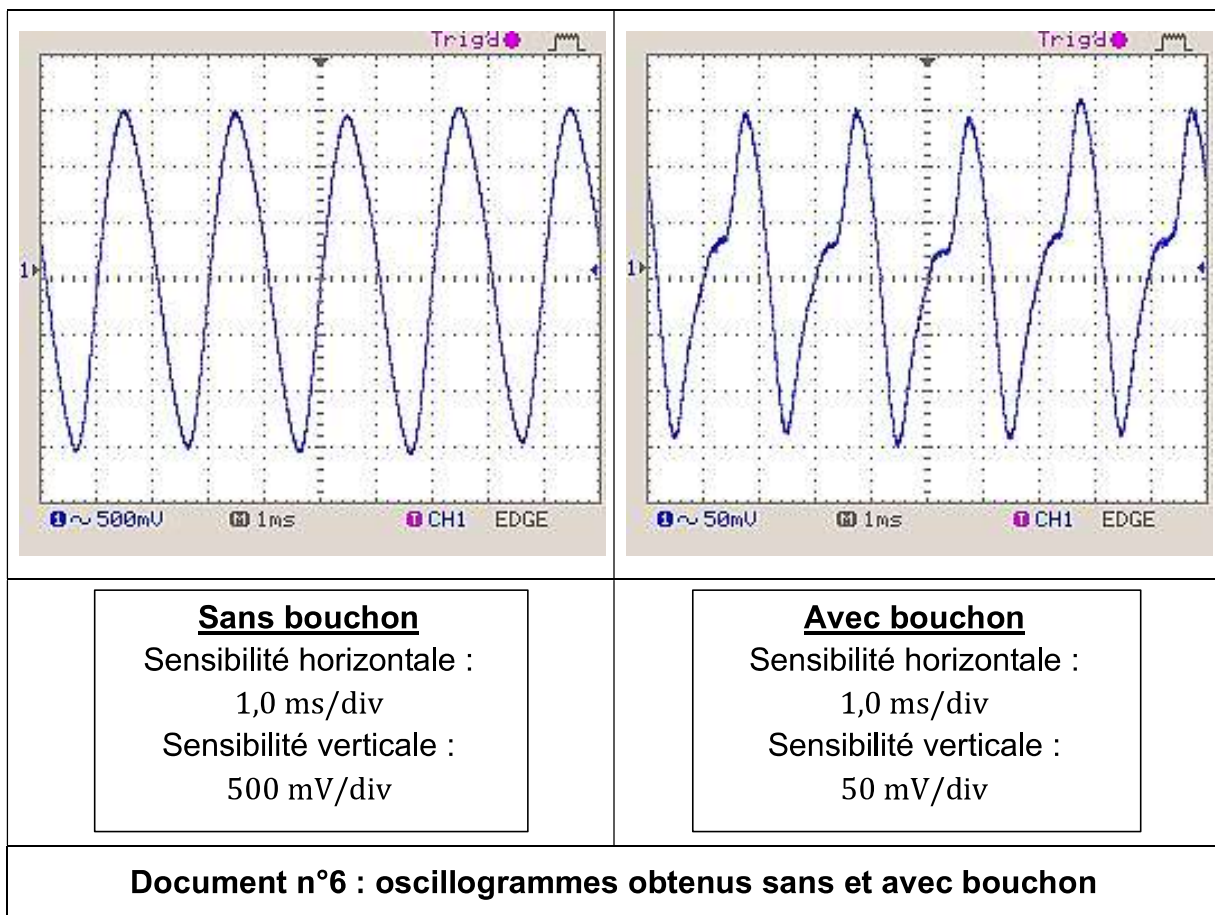
$$A = 20 \log \left( \frac{U_{sans}}{U_{avec}} \right)$$

avec :

- $A$  exprimée en dB ;
- $U_{sans}$  exprimée en V, l'amplitude du signal mesurée sans bouchon ;
- $U_{avec}$  exprimée en V, l'amplitude du signal mesurée avec bouchon.

L'atténuation caractérise la baisse du niveau sonore subie par le son qui a été transmis à travers la protection auditive.

Le **document n°6** propose les signaux en sortie du dispositif de mesure avec ou sans protection auditive.



6. Déterminer, à partir du **document n°6**, l'atténuation due à la protection auditive.

À la place la plus proche de la scène le niveau sonore est de 102 dB.

7. Déterminer le niveau sonore perçu par le spectateur placé juste devant la scène lorsqu'il porte des protections auditives.

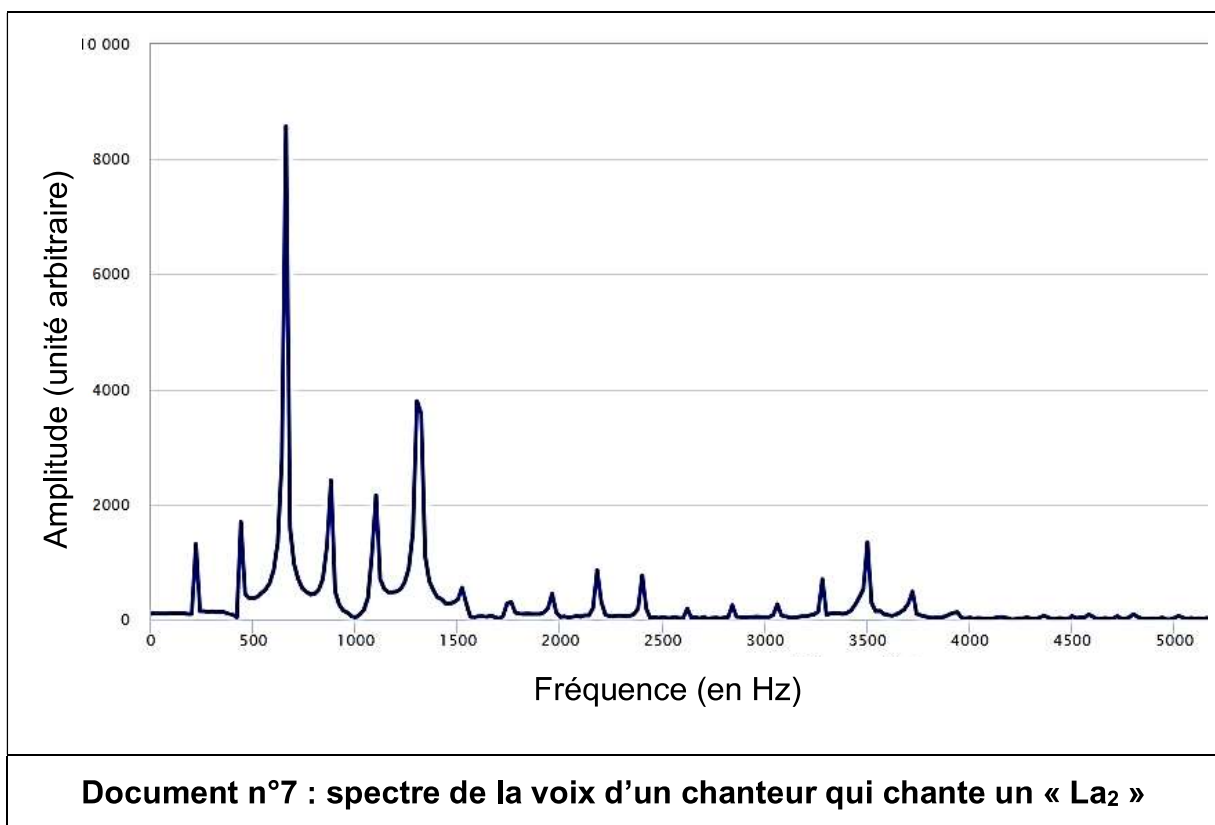
Les protections auditives lui permettent donc de se placer où il le souhaite devant la scène. Il se demande si les protections auditives ne vont pas modifier le son qu'il perçoit.

Dans un troisième temps, on souhaite observer les éventuels effets des protections auditives sur la perception du son.

8. Déterminer, à l'aide du **document n°6**, la fréquence du son, sans et avec protection auditive.

Un enregistrement de la voix d'un chanteur a été réalisé. Il chante un  $La_2$  (220 Hz).

Le spectre en amplitude de ce son est représenté sur le **document n°7**.



9. Indiquer, en justifiant la réponse, si la voix du chanteur est un son pur ou un son complexe.

Le dispositif expérimental décrit par le **document n°5** a permis d'effectuer d'autres mesures d'atténuation pour la même protection auditive, mais à des fréquences différentes. Les résultats expérimentaux sont rassemblés dans le **document n°8**.

Fréquence (en Hz)	220	500	1 000	1 500	2 000	2 500	3 000	3 500
Atténuation (en dB)	19,4	19,4	19,4	19,4	19,2	19,2	18,2	16,9

**Document n°8 : mesures d'atténuation pour différentes fréquences**

10. Indiquer, en justifiant la réponse, si la voix du chanteur perçue par le spectateur est modifiée par le port de la protection auditive.

**DOCUMENT-RÉPONSE, à rendre avec la copie**

Réponse à la question 2. de l'exercice n°2.

