

CLASSE : Première

VOIE : Générale

DURÉE DE L'ÉPREUVE : 1h00

Sujet 2024 sans maths n°ENSSCI167, n°ENSSCI176
et n°ENSSCI185

ENSEIGNEMENT : Enseignement scientifique sans
enseignement de mathématiques spécifique

CALCULATRICE AUTORISÉE : Oui Non

DICTIONNAIRE AUTORISÉ : Oui Non

L'oreille et l'audition

Exercice sur 10 points

Thème « Son, musique et audition »

L'audition joue un rôle primordial dans les interactions sociales. L'oreille est l'organe sensoriel de l'audition, dont on étudiera tout d'abord le fonctionnement avant d'envisager la prévention d'un traumatisme acoustique.

Partie 1 – L'oreille et son fonctionnement

Document 1 – L'oreille humaine

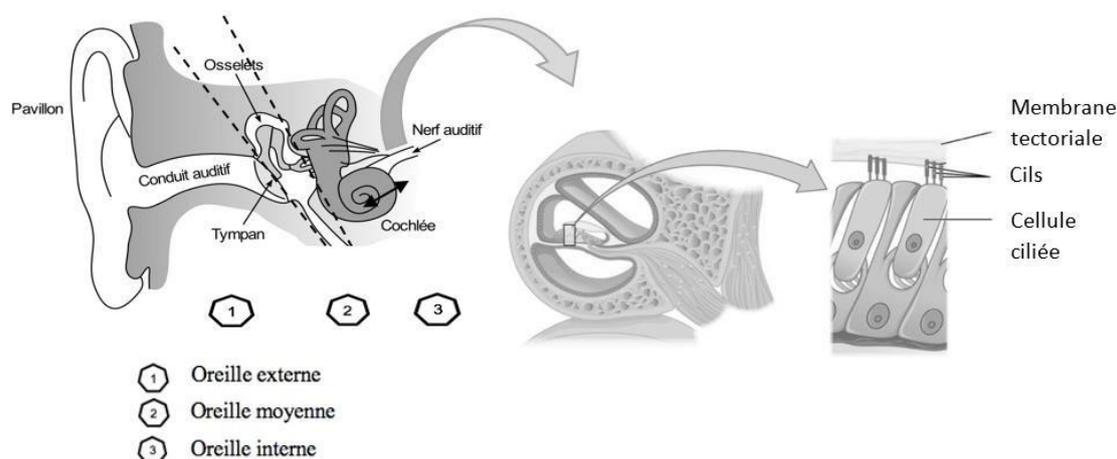


Figure A – Schéma anatomique de l'oreille humaine et détail de l'organisation de la cochlée déduite d'une coupe transversale effectuée au niveau de la double flèche noire

Sources : <https://fr.wikibooks.org/wiki/Neurosciences/L%27audition>
et https://fr.wikipedia.org/wiki/Organe_de_Corti

1- Recopier les phrases suivantes en les complétant par l'une des propositions parmi les quatre proposées ci-dessous.

- L'oreille externe permet de :
 - a- canaliser les sons du milieu extérieur directement à l'oreille interne.
 - b- canaliser les sons du tympan vers le milieu extérieur.
 - c- canaliser les sons du milieu extérieur vers le tympan.
 - d- d'atténuer les ondes sonores.
- L'oreille moyenne est constituée :
 - a- de cellules ciliées
 - b- d'osselets qui activent directement le nerf auditif.
 - c- d'osselets qui atténuent les ondes sonores.
 - d- d'osselets qui amplifient les ondes sonores.
- Dans l'oreille interne, les vibrations sonores perçues par les cils des cellules ciliées sont :
 - a- acheminées au cerveau sous la forme d'ondes sonores.
 - b- transformées en messages nerveux, qui se propagent jusqu'aux aires cérébrales spécialisées.
 - c- acheminées au cerveau sous une forme moléculaire.
 - d- directement analysées au niveau de l'oreille interne, ce qui permet l'audition.

Partie 2 – La prévention d'un traumatisme acoustique

Pour prévenir le risque lié aux sur-stimulations sonores, il existe des protections auditives de nature différente selon leur type d'utilisation.

On peut distinguer, par exemple, deux catégories de bouchons d'oreilles qui permettent de s'isoler du bruit :

- les bouchons en mousse, généralement jetables ;
- les bouchons moulés en silicone, fabriqués sur mesure et nécessitant la prise d'empreinte du conduit auditif. Ils sont lavables à l'eau et se conservent plusieurs années.

L'atténuation des sons par un bouchon est égale à la diminution du niveau d'intensité sonore perçu par l'oreille en présence du bouchon. Un fabricant fournit les courbes d'atténuation en fonction de la fréquence du son pour les deux types de bouchons (document 2).

Document 2 – Courbes d'atténuation du son correspondant aux deux types de bouchons

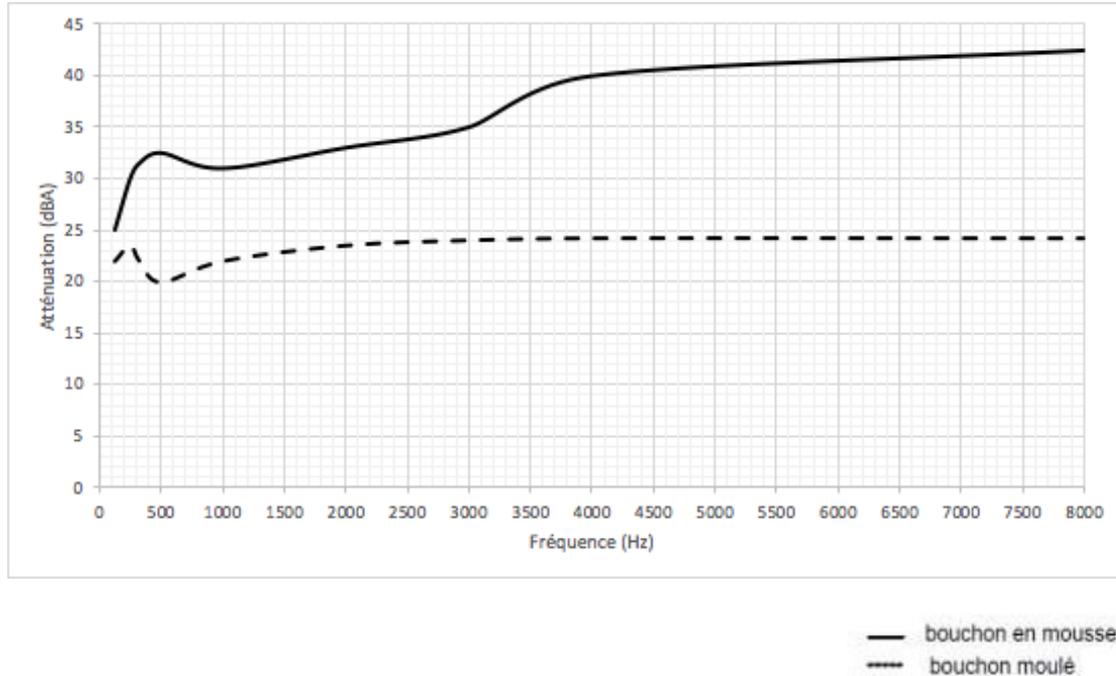


Figure B – Niveau sonore (en dBA) dû à un bouchon en fonction de la fréquence de l'onde (Hz) qui le traverse

Source : <https://fr.wikibooks.org/wiki/Neurosciences/L%27audition>.

Un musicien qui pratique régulièrement un instrument tel que la batterie ou la guitare électrique a besoin d'une atténuation du niveau sonore. Cependant, cette atténuation ne doit pas dépasser 25 dB afin qu'il entende suffisamment.

- 2- À l'aide du document 2, indiquer pour chaque bouchon si cette condition est respectée. Justifier.
- 3- En utilisant le document 2, indiquer si un bouchon en mousse atténue davantage les sons aigus ou les sons graves. Justifier en s'appuyant sur des valeurs.

Afin de comparer la qualité acoustique des deux types de bouchons, on a enregistré le son émis par une guitare, ainsi que les sons obtenus après passage à travers les deux types de bouchons. Le document 3 présente les résultats obtenus.

Document 3 – Spectres du son émis par une guitare et des sons restitués après passage à travers les deux types de bouchons

L'amplitude relative est le rapport entre une amplitude et une amplitude de référence, ici celle de la fréquence fondamentale.

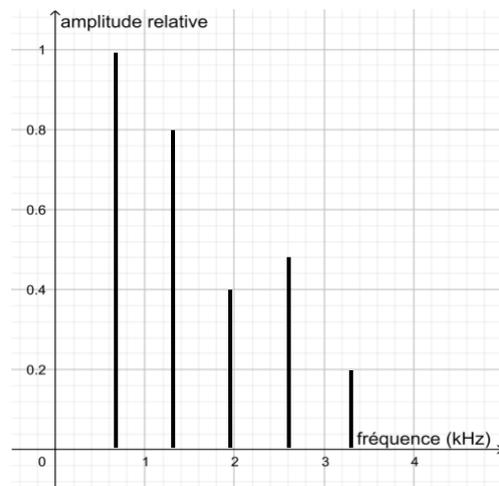


Figure B – Spectre correspondant au mi4 joué par la guitare

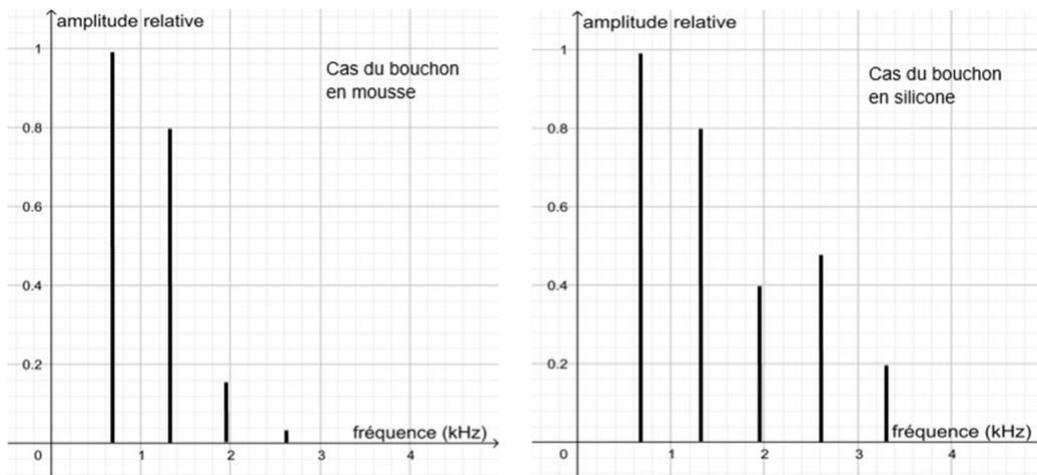


Figure C – Spectre du mi4 restitué après passage par un bouchon en mousse (gauche) ou moulé en silicone (droite)

Source : Auteur

- 4- À partir du document 3, indiquer en justifiant le raisonnement, lequel des deux types de bouchons, en mousse ou en silicone, modifie le moins le timbre du son perçu.

Une exposition prolongée à un niveau d'intensité sonore de 85 dB est nocive pour l'oreille humaine. Durant un concert de rock, un guitariste est situé à 10,0 mètres d'une enceinte délivrant une puissance sonore de 10,0 watts.

Document 4 – Puissance, intensité et niveau sonore

L'intensité sonore I est la puissance P de la vibration sonore reçue par unité de surface S :

$$I = \frac{P}{S} \quad \text{Avec : } P \text{ en watt (W) ; } S \text{ en } \text{m}^2 ; I \text{ en } \text{W} \cdot \text{m}^{-2}$$

Pour une intensité sonore I donnée, le niveau sonore L exprimé en décibels (dB) est déterminé par la formule :

$$L = 10 \times \log\left(\frac{I}{I_0}\right) \quad \text{Avec : } L \text{ en décibels (dB) ; } I \text{ en } \text{W} \cdot \text{m}^{-2}$$

I_0 est l'intensité correspondant au seuil d'audibilité : $I_0 = 10^{-12} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$.

Par souci de simplification, on suppose que l'onde sonore produite par l'enceinte se propage de manière équivalente dans toutes les directions autour d'elle. La puissance sonore est alors répartie sur des surfaces de forme sphérique.

- 5- À l'aide du document 4, calculer l'intensité sonore à l'endroit où se trouve le guitariste.

Donnée :

Surface S d'une sphère de rayon d , $S = 4 \times \pi \times d^2$.

- 6- À l'aide du document 4, montrer que le niveau sonore reçu par ce guitariste est proche de 100 dB.

Ce guitariste désire préserver son audition tout en préservant une bonne qualité sonore.

- 7- À partir de l'étude des documents 2 et 3, indiquer quel type de bouchons choisir et argumenter ce choix.