

CLASSE : Première**VOIE** : ☒ Générale**DURÉE DE L'ÉPREUVE** : 1h12**ENSEIGNEMENT** : Enseignement scientifique**avec enseignement de mathématiques spécifique****CALCULATRICE AUTORISÉE** : ☒ Oui ☐ Non**DICTIONNAIRE AUTORISÉ** : ☐ Oui ☒ Non

Ariane décolle, attention à vos oreilles !

Exercice sur 12 points

Thème « Son, musique et audition »

Le 25 décembre 2021, le lanceur Ariane 5 a réussi un décollage parfait depuis son pas de tir à Kourou en Guyane Française pour lancer dans l'espace le télescope James Webb.

Lors du décollage, une partie de l'énergie s'est dissipée autour du lanceur, se propageant dans l'air sous forme d'ondes sonores. La puissance de ces ondes sonores est estimée à 300 MW soit $3,00 \cdot 10^8$ W. D'une durée de 1 à 2 minutes, ces vibrations de fréquences comprises entre 20 Hz et 2000 Hz sont audibles jusqu'à une centaine de kilomètres autour du pas de tir.

Pour assister au lancement, les spectateurs peuvent se rendre au site d'observation Toucan situé à 7,0 km du pas de tir.



Figure 1 – Ariane 5 sur son pas de tir

Source : Wikipedia

L'objectif de cet exercice est d'évaluer le risque encouru par les spectateurs et les éventuelles conséquences sur leur audition.

Document 1 – intensité sonore

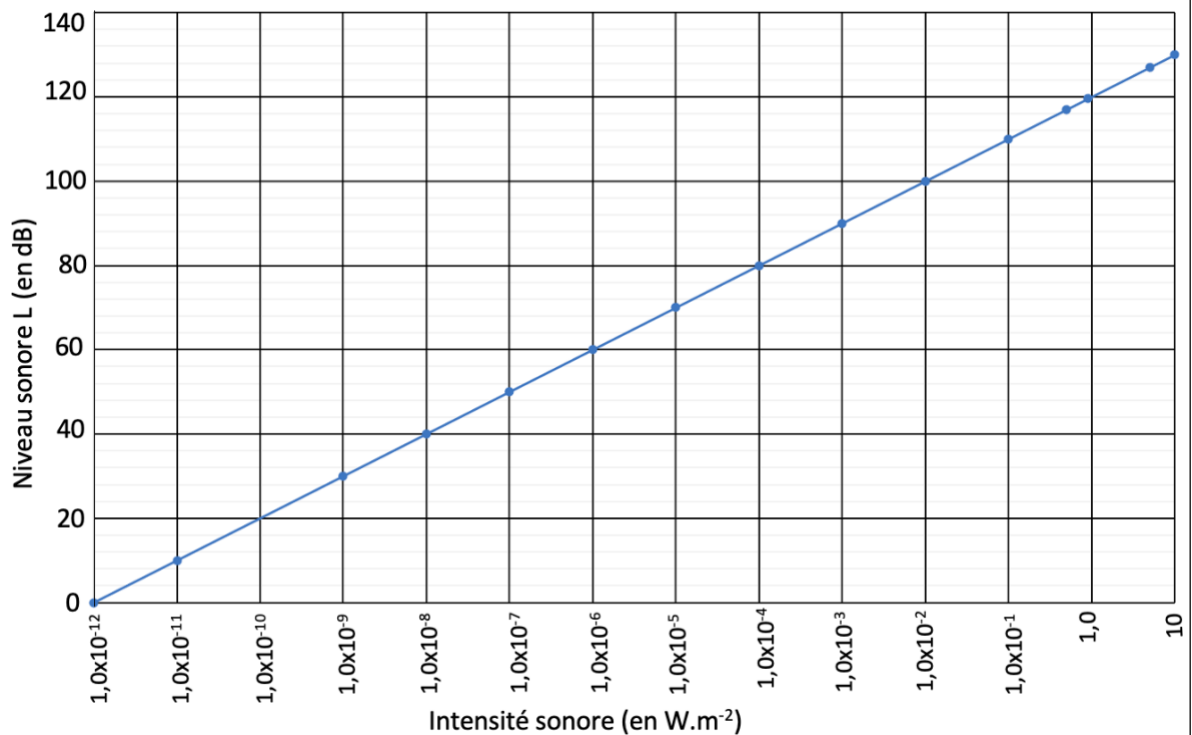
Calcul de l'intensité sonore reçue :

Lorsqu'une source sonore de puissance P émet une onde sonore, l'intensité sonore perçue à une distance d de la source est égale à :

$$I = \frac{P}{4\pi d^2}$$

avec P la puissance en W et d la distance en m.

Représentation graphique du niveau sonore :



Source : auteur

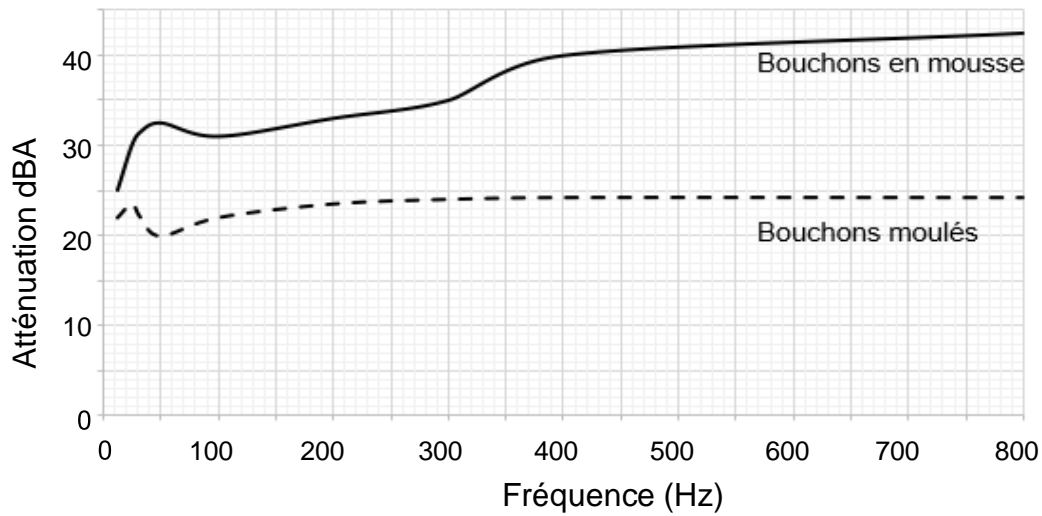
Document 2 – Durée limite d'exposition journalière sans protection avant dommages

- De 120 dB à 140 dB : quelques secondes
- 107 dB : 1 min/jour
- 100 dB : 4 min/jour
- 95 dB : 15 min/jour
- 92 dB : 30 min/jour
- 86 dB : 2 h/jour
- 80 dB : 8 h/jour

Source : d'après l'Organisation Mondiale de la Santé

Document 3 – Atténuation selon le type de bouchons d'oreilles

Les bouchons d'oreilles permettent de réduire le niveau d'intensité sonore perçu par l'utilisateur. La valeur de l'atténuation en décibels dépend du type de bouchon et de la fréquence du son.



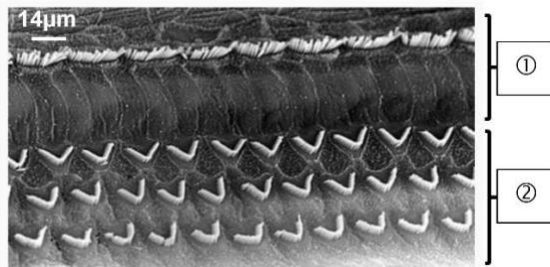
Source : auteur

- 1- Montrer que l'intensité sonore reçue par un spectateur présent au site d'observation Toucan est proche de $5,0 \cdot 10^{-1} \text{ W.m}^{-2}$.
- 2- Déterminer, en expliquant la démarche, si les oreilles des spectateurs sont en danger lors du décollage.
- 3- Les bouchons en mousse distribués à l'entrée du site d'observation Toucan pour les spectateurs sont-ils suffisants pour protéger leurs oreilles ? Justifier.

Document 4 – Photographies au microscope électronique de la cochlée d'un rat avant et après un traumatisme sonore d'intensité croissante

Photographie 1 :

Cochlée de rat normale

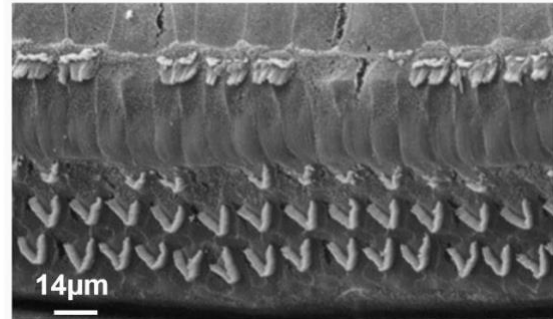


① Cellules ciliées internes

② Cellules ciliées externes

Photographie 2 :

Cochlée de rat observée après un traumatisme sonore de niveau 1



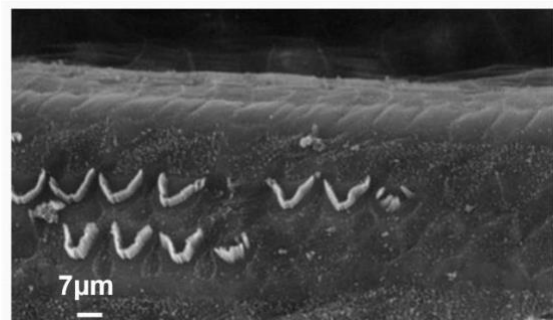
Photographie 3 :

Cochlée de rat observée après un traumatisme sonore de niveau 2



Photographie 4 :

Cochlée de rat observée après un traumatisme sonore de niveau 3



Source : <https://www.cochlea.eu/pathologie/surdites-neuro-sensorielles/traumatisme-acoustique>

- 4- À l'aide de vos connaissances, expliquer comment les vibrations sonores perçues dans l'oreille interne sont à l'origine de messages nerveux auditifs transmis vers le cerveau.

La cochlée d'un humain présente la même structure cellulaire que celle du rat.

- 5- Déterminer les conséquences d'un traumatisme sonore sur l'audition en utilisant vos connaissances et en comparant les photographies électroniques de la cochlée de rats présentées dans le document 4.