

CLASSE : Première

VOIE :  Générale

DURÉE DE L'ÉPREUVE : 1h12

ENSEIGNEMENT : Enseignement scientifique

**avec enseignement de mathématiques spécifique**CALCULATRICE AUTORISÉE :  Oui  NonDICTIONNAIRE AUTORISÉ :  Oui  Non

## La symphonie des Mille

Exercice sur 12 points

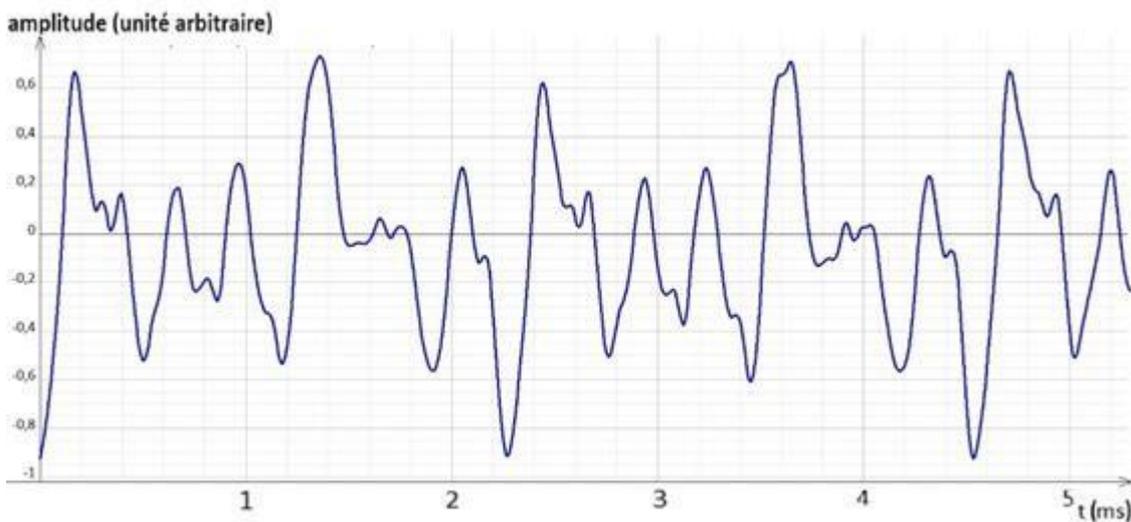
Thème « *Son, musique et audition* »

En septembre 1910, la Symphonie n°8 de Gustav Mahler fut jouée pour la première fois. Elle est aussi appelée la « Symphonie des Mille » car ce sont 1029 personnes, musiciens ou chanteurs, qui y participent.

### Partie 1 – Accorder les instruments

Dès son entrée sur scène, un violoniste, appelé premier violon solo, a pour rôle d'accorder les instruments à cordes composant l'orchestre. Pour cela, il demande au hautbois de jouer un  $la_3$  dont la fréquence fondamentale est 440 Hz. Il peut ainsi accorder sa propre corde du  $la$ , puis c'est lui qui donne le  $la$  aux autres instruments à cordes. Lorsque tout l'orchestre est accordé, le chef d'orchestre apparaît.

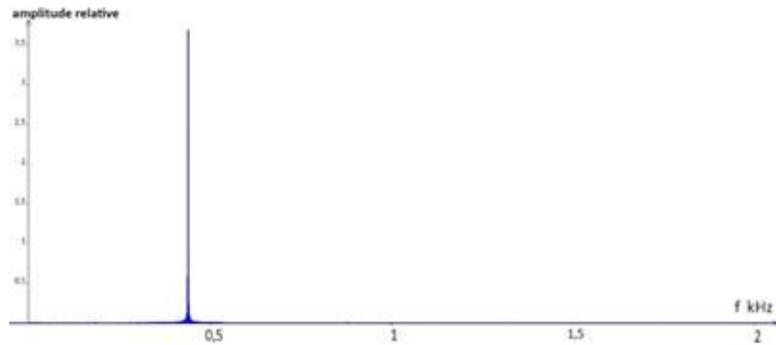
#### Document 1 – Signal du son émis par la corde du $la$ d'un violon



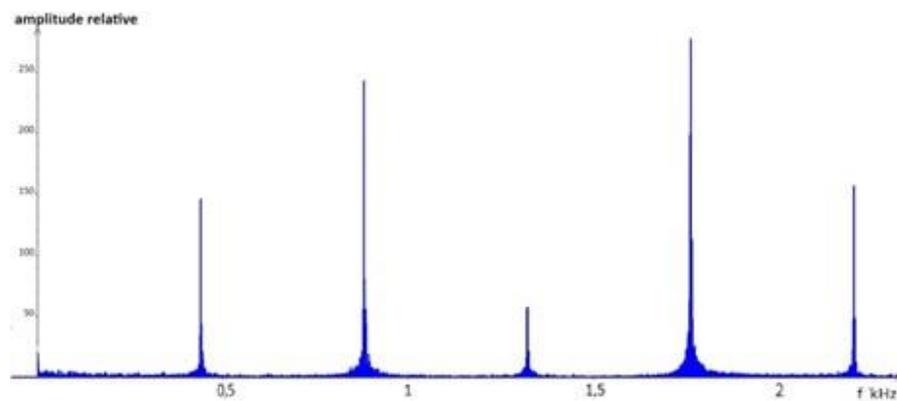
1- Justifier que le son obtenu est un son composé.

## Document 2 – Spectres de Fourier de deux sons correspondants à des $la_3$

Spectre 1 :



Spectre 2 :



- 2- Indiquer quel spectre de Fourier du document 2 correspond au  $la_3$  du premier violon solo. Justifier la réponse.

Un autre violoniste de l'orchestre n'ayant pas encore accordé son instrument joue la corde du  $la_3$  et trouve le son plus grave que celui émis par le premier violon solo.

## Document 3 – Fréquence du son émis par une corde

La fréquence fondamentale  $f$  (en Hz) de la note jouée par une corde dépend de la longueur  $L$  (en m) de la corde, de la force de tension  $F$  (en N) et de la masse linéique  $\mu$  (en  $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ ) de la corde. Elle se calcule avec la relation suivante :

$$f = \frac{1}{2L} \sqrt{\frac{F}{\mu}}$$

Plus la fréquence est élevée, plus le son est aigu.

### Document 4 – Accorder un violon

Pour accorder un violon, le violoniste tourne les chevilles qui tendent ou détendent les cordes.

Source : Concours général des Lycées, session 2020, Physique-chimie classe de terminale générale



- 3- D'après les documents 3 et 4, expliquer comment doit procéder le violoniste pour accorder la corde en question. Justifier la réponse.

La corde la plus aigüe d'un violoncelle correspond à un  $la_2$  lorsqu'elle est jouée à vide (c'est-à-dire avec toute la longueur de la corde). Le  $la_2$  est situé une octave en dessous du  $la_3$ .

- 4- Calculer la fréquence fondamentale de la corde du  $la_2$  accordée jouée à vide. Justifier la réponse.

### Document 5 – Intensité sonore et niveau d'intensité sonore

L'intensité sonore  $I$  (en  $W \cdot m^{-2}$ ) correspond à la puissance sonore par unité de surface.

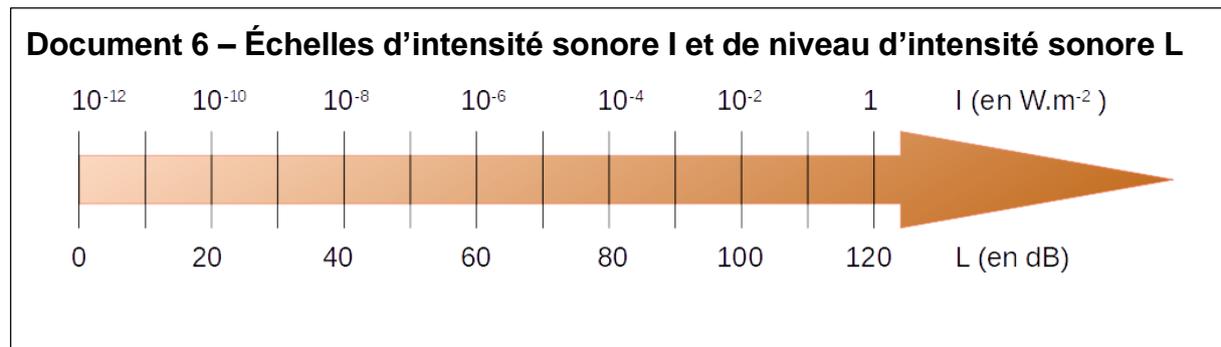
On caractérise plus souvent un son par son niveau d'intensité sonore  $L$  (en dB) :

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

avec  $I_0 = 10^{-12} W \cdot m^{-2}$  l'intensité sonore de référence à partir de laquelle un son est audible pour l'oreille humaine.

Un spectateur est placé à une certaine distance de l'orchestre. Lors du final de la symphonie de Mahler, la quasi-totalité des instrumentistes et chanteurs sont en action pendant quelques minutes. On fera l'approximation que l'intensité sonore des différents instruments et chanteurs est la même au niveau où est situé le spectateur et vaut  $I_1 = 1,0 \times 10^{-6} W \cdot m^{-2}$ .

- 5- Déterminer l'intensité sonore  $I_{1000}$  du son émis par les 1000 musiciens lors du final. On rappelle que les intensités sonores s'ajoutent.



- 6- Déterminer le niveau d'intensité sonore  $L_{1000}$  pour le spectateur.

## Partie 2 – Santé auditive

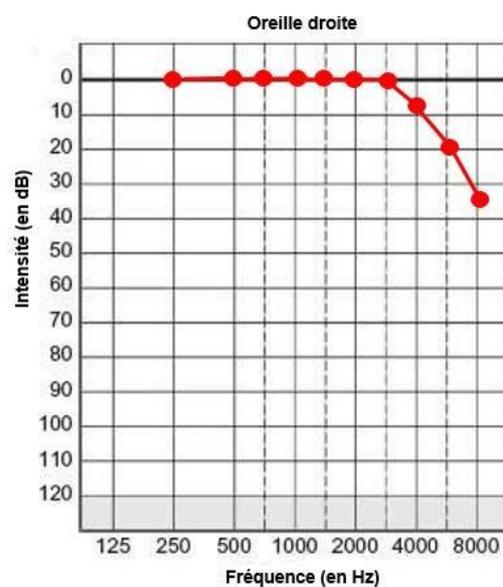
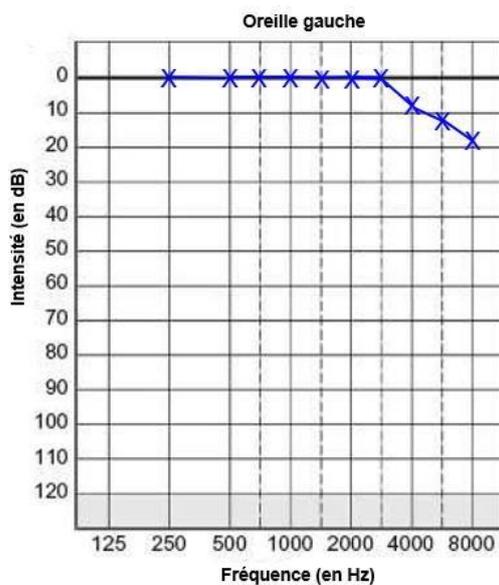
Une dosimétrie du bruit a été effectuée lors d'un concert de Mahler. Elle révèle que certaines places dans l'orchestre sont particulièrement bruyantes, dépassant fréquemment les 110 dB. Parmi ces places, devant les grosses caisses se trouvent des joueurs de trombone (les trombonistes) dont un qui déclare une perte d'audition. Un dépistage auditif lui est proposé par un médecin.

### Document 7 – La réalisation des audiogrammes du tromboniste

Pour caractériser le niveau de surdité du musicien, on réalise un audiogramme indépendamment sur chaque oreille : le médecin fait écouter au patient certains sons via un casque. Les différents sons sont d'abord joués à très faible volume (faibles décibels), puis augmentés au fur et à mesure. On réalise différentes mesures pour des sons graves (faible fréquence) et des sons aigus (haute fréquence).

Le médecin repère précisément la fréquence et l'intensité du son le plus bas que le patient peut percevoir, ce qui lui permet de tracer les courbes ci-dessous, en comparant avec un patient sain.

Les deux graphiques suivants représentent les pertes auditives des oreilles du joueur de trombone (dB) en fonction de la fréquence du son (Hz).



Source : d'après la clinique du son

### Document 8 – Les différents niveaux de surdité

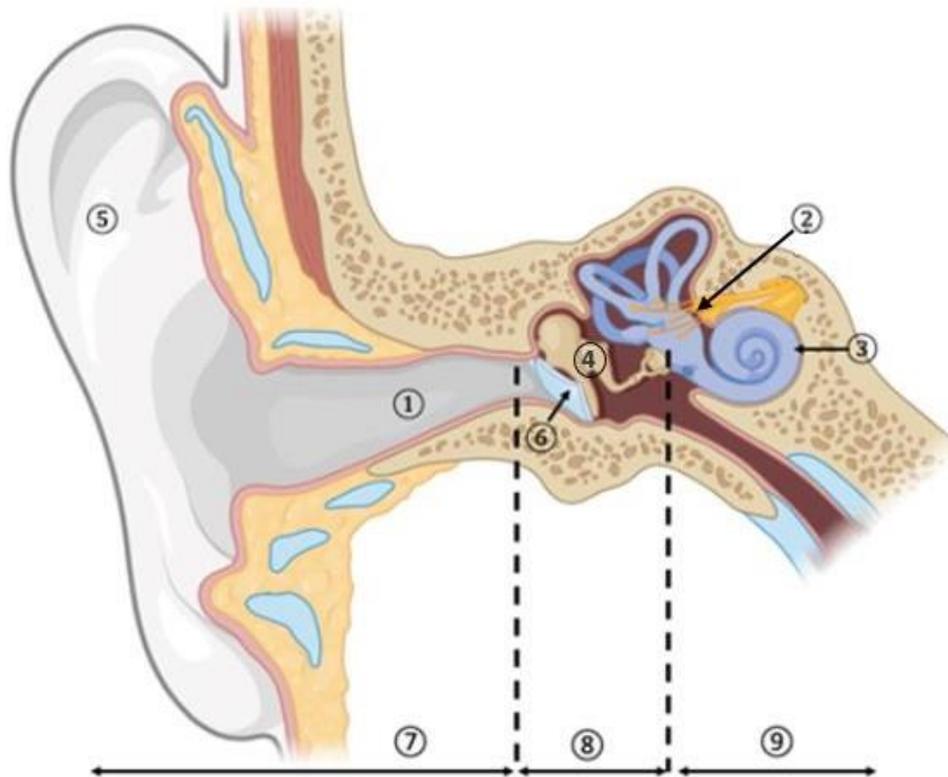
La surdité est calculée en décibels (dB) de perte auditive.

Perte auditive (en dB)	Niveau d'audition	Conséquences sur la vie de la personne
De 0 à 20 dB	Audition normale	Aucune conséquence
De 20 à 39 dB	Surdité légère	La personne fait répéter son interlocuteur, sur les sons aigus
De 40 à 69 dB	Surdité moyenne	La personne ne comprend que si l'interlocuteur élève la voix
De 70 à 89 dB	Surdité sévère	La personne ne comprend que si l'interlocuteur élève la voix à proximité de son oreille
Plus de 90 dB	Surdité profonde	La personne n'entend plus du tout la parole

Source : <https://www.ameli.fr/rhone/assure/sante/themes/perte-acuite-auditive/definition-causes>

- 7- À l'aide des informations des documents 7 et 8, caractériser le niveau de surdité des oreilles du tromboniste. Une réponse argumentée est attendue.

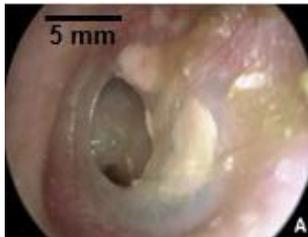
**Document 9 – Schéma de l'anatomie de l'oreille humaine**



L'audition fait intervenir différents organes. L'exposition à un bruit important, qu'il soit prolongé ou bref, peut conduire à différentes pathologies : une perforation du tympan, une fracture des osselets, une détérioration des cellules ciliées, une connexion entre les cellules nerveuses défectueuse, ...

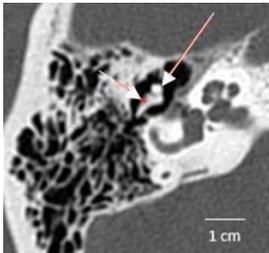
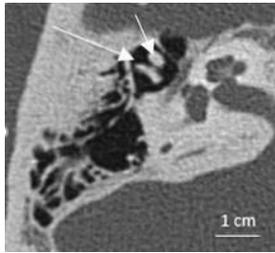
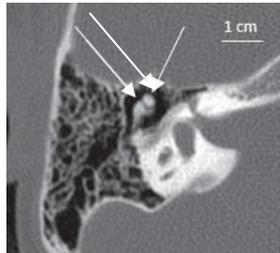
- 8- Nommer les éléments 2, 3, 4 et 6 du document 9 qui interviennent successivement dans la transmission des vibrations sonores au niveau de l'oreille en les classant par ordre d'intervention successif.
- 9- Utiliser les informations des documents 10 et 11 suivants pour expliquer l'origine de la baisse d'audition du musicien et déterminer son type de surdité.

**Document 10 – Données anatomiques sur les pathologies de l’audition**

	État normal	État pathologique	Joueur de trombone
Tympan		 Tympan perforé	

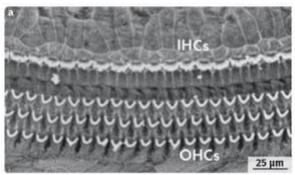
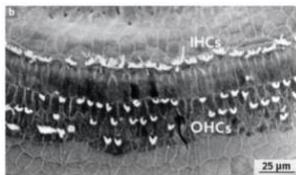
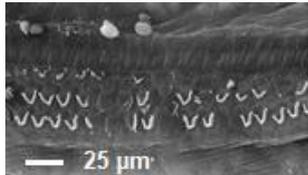
Sources :

- (1) <https://orlpoitiers.fr/wp-content/uploads/2013/03/tympan.png>  
 (2) [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/9/91/TM\\_RIGHT\\_NORMAL.jpg/1200px-TM\\_RIGHT\\_NORMAL.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/9/91/TM_RIGHT_NORMAL.jpg/1200px-TM_RIGHT_NORMAL.jpg)

Osselets (IRM) indiqués par des flèches.		 Osselets fracturés	
------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------

Sources :

- (1) [https://media.springernature.com/lw685/springer-static/image/art%3A10.1007%2Fs13244-011-0126-z/MediaObjects/13244\\_2011\\_126\\_Fig21\\_HTML.gif](https://media.springernature.com/lw685/springer-static/image/art%3A10.1007%2Fs13244-011-0126-z/MediaObjects/13244_2011_126_Fig21_HTML.gif)  
 (2) [radiopaedia.org](http://radiopaedia.org)  
 (3) [foodmedicaleponyms.com](http://foodmedicaleponyms.com)

Cellules ciliées (Microscopie électronique)			
---------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------

Sources :

- (1) [https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSqqH6oONbjQr\\_7aw8SBUAKtxTpf8p-n1UPEr6al5pjDiExx0qxG-SlswWfHjymty0iRBM&usqp=CAU](https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSqqH6oONbjQr_7aw8SBUAKtxTpf8p-n1UPEr6al5pjDiExx0qxG-SlswWfHjymty0iRBM&usqp=CAU)  
 (2) <https://www.coopacou.com/fichiers/ACOUPHENE/pertes-auditives-CCI-CCE.png>

## Document 11 – Les différents types de surdité

Surdité de transmission	Liée à un problème de transmission du signal sonore dans l'oreille externe (pavillon et conduit auditif externe) ou moyenne (fonctionnement du tympan ou mobilité des osselets)
Surdité de perception	Liée à la dégradation des cellules ciliées de la cochlée l'oreille interne ou du nerf auditif (responsable de la transmission des sons au cerveau).
Surdité mixte	Combine les deux surdités (de transmission et de perception)

Source : <https://www.ameli.fr/assure/sante/themes/perte-acuite-auditive/definition-causes>