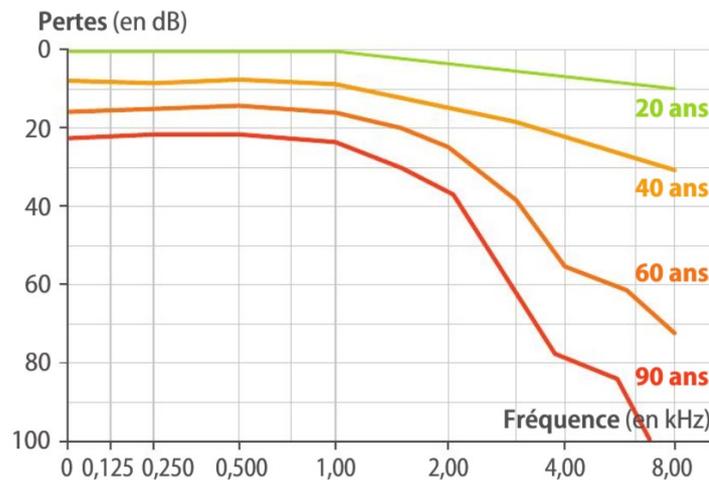


I. Implant cochléaire

L'audiométrie tonale est une technique permettant d'évaluer la perte auditive, exprimée en décibels, d'un individu en fonction de la fréquence du son.

Voici les audiogrammes moyens à différents âges :



Francis, 54 ans, rencontre des troubles auditifs profonds. Son médecin ORL (oto-rhino-laryngologiste) lui annonce que son audiogramme correspond maintenant à celui d'une personne de 90 ans. Il lui propose la pose d'un implant cochléaire tout en l'informant qu'une réadaptation sera nécessaire pour retrouver une audition satisfaisante. Francis accepte l'opération. Son implant lui permet d'augmenter ses performances auditives et de retrouver ainsi un audiogramme correspondant à celui d'une personne de 60 ans.

Un son de fréquence égale à 4,0 kHz et de niveau d'intensité sonore égal à 100 dB lui parvient.

- Déterminer les niveaux d'intensité sonores du son perçu par Francis avec et sans implant cochléaire.
- Calculer le rapport des intensités sonores avec et sans implant. Commenter les résultats.

II. Redshift

Une étoile émet une onde électromagnétique de fréquence f_E et de célérité c . Elle s'éloigne du système solaire avec une vitesse relative v .

La fréquence f_R de l'onde perçue vaut $f_R = \frac{c f_E}{c+v}$

- Comparer f_R et f_E .
- Comparer les longueurs d'onde de l'onde émise λ_E et de l'onde reçue λ_R .

c. On parle de « redshift » ou « décalage vers le rouge » pour les longueurs d'onde. Justifier cette appellation.

III. Le cor des Alpes

Chaque année, au mois de juillet, se déroule le festival international du cor des Alpes à Haute Nendaz, en Suisse. Cet instrument, jadis utilisé par les bergers pour communiquer entre deux vallées, est fait d'une seule pièce de bois, un tube recourbé à son extrémité. Pour en jouer, le musicien souffle dans une embouchure.



Doc. 1 Hypothèses de travail

- L'amortissement de l'onde n'est pas pris en compte : la dissipation d'énergie au cours de la propagation est négligeable.
- Le rayonnement de la source est supposé isotrope, c'est-à-dire que le son est émis de la même façon dans toutes les directions de l'espace.

Doc. 2 Célérité du son

On donne ci-dessous quelques valeurs de la célérité du son dans l'air à différentes températures.

Température (en °C)	10	20	30	40
Célérité (en m·s ⁻¹)	337	343	349	355

Doc. 3 Intensité sonore d'une source isotrope

Pour une source isotrope de puissance P constante, l'intensité sonore I au point M dépend de la distance d à la source et s'exprime de la façon suivante :

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

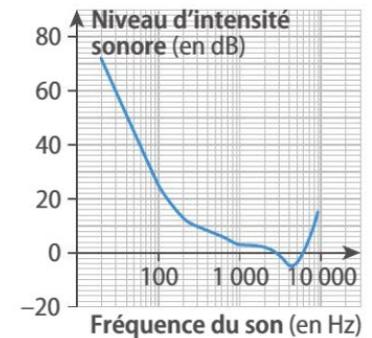
I en watts par mètre carré ($\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$)
 P en watts (W)
 d en mètres (m)

Doc. 4 Note la plus grave jouée par un cor des Alpes

La note la plus grave est atteinte lorsque la longueur d'onde de l'onde sonore associée à la note est égale à deux fois la longueur du cor.

Doc. 5 Seuil d'audibilité humaine

Le graphique ci-contre donne le niveau d'intensité sonore minimal d'un son perçu par l'oreille humaine en fonction de la fréquence du son :



pour une fréquence donnée, c'est le seuil d'audibilité d'un son de cette fréquence.

PROBLÈME

Un berger, situé au sommet d'une colline à 8,8 km de Haute Nendaz joue, à puissance constante, la note la plus grave de son cor des Alpes. Son instrument a une longueur de 3,4 m. Pourra-t-on l'entendre à Haute Nendaz si le niveau d'intensité sonore vaut 100 dB à un mètre de l'instrument ?

Données

- Intensité sonore de référence : $I_0 = 1,0 \times 10^{-12} \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$
- Altitude de Haute Nendaz : 1 252 m