Spécialité : Le cor des alpes

Bac S 2014 Métropole (ancien programme) · Exercice 4 **5 points** **Durée conseillée 50 min**

P Un berger placé au point A joue la note la plus grave de son cor des Alpes. Pourra-t-on l'entendre à Haute Nendaz ? Porter un regard critique sur le résultat et discuter la validité des hypothèses.

Données utiles longueur du cor $\ell = 3{,}4$ m ; $L_1 = 100$ dB à $d_1 = 1$ m ; $I_0 = 1{,}0 \times 10^{-12}$ W · m^{-2} ; $I = \dfrac{P}{4\pi d^2}$; célérité du son à 20 °C : $v = 343$ m · s^{-1} ; carte et seuil d'audibilité (document 4)

Démarche. Un son est entendu si son niveau d'intensité sonore dépasse le seuil d'audibilité à sa fréquence (document 4). Il faut donc la distance du cor au village, le niveau sonore à cette distance et la fréquence de la note.

1. Distance entre A et Haute Nendaz.

Sur la carte, le segment d'échelle mesure 17 mm pour 2 km, et les deux croix sont séparées de 75 mm :

$$d_2 = \frac{75 \times 2}{17} = 8{,}8 \text{ km} = 8{,}8 \times 10^3 \text{ m}$$

2. Niveau d'intensité sonore à Haute Nendaz.

À 1 m du cor : $I_1 = I_0 \times 10^{L_1/10} = 1{,}0 \times 10^{-12} \times 10^{10} = 1{,}0 \times 10^{-2}$ W · m^{-2}.

Sans amortissement, la puissance P de la source isotrope se conserve : $P = 4\pi d_1^2 I_1 = 4\pi d_2^2 I_2$, d'où

$$I_2 = I_1 \times \left(\frac{d_1}{d_2}\right)^2 = 1{,}0 \times 10^{-2} \times \left(\frac{1}{8{,}8 \times 10^3}\right)^2 = 1{,}3 \times 10^{-10} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$$

$$L_2 = 10 \log\left(\frac{I_2}{I_0}\right) = 10 \log\left(\frac{1{,}3 \times 10^{-10}}{1{,}0 \times 10^{-12}}\right) = 21 \text{ dB}$$

3. Fréquence de la note la plus grave.

D'après le document 2, $\lambda = 2\ell$. Comme $\lambda = \dfrac{v}{f}$, en prenant la célérité à 20 °C (document 1) :

$$f = \frac{v}{2\ell} = \frac{343}{2 \times 3{,}4} = 50 \text{ Hz}$$

4. Comparaison au seuil d'audibilité.

Sur le document 4, à 50 Hz, le seuil d'audibilité vaut environ 44 dB. Or $L_2 = 21 \text{ dB} < 44 \text{ dB}$: la note n'est pas entendue.

5. Regard critique et validité des hypothèses.

- Température : entre 10 °C et 40 °C, f reste comprise entre 50 Hz et 52 Hz ; le seuil change à peine, la conclusion aussi.
- Amortissement négligé : en réalité l'air dissipe une partie de l'énergie et le relief fait obstacle ; le niveau réel est encore inférieur à 21 dB.
- Source isotrope : le pavillon du cor émet davantage vers l'avant. Dirigé vers le village, il donnerait un niveau un peu plus élevé, mais l'écart à combler est de 23 dB, soit une intensité environ 200 fois plus grande.
- Bruit ambiant : même au-dessus du seuil, un son de 21 dB serait couvert par les bruits du village.
- Le document 2 évoque pourtant une portée d'une dizaine de kilomètres. Le son du cor contient aussi des harmoniques (100 Hz,

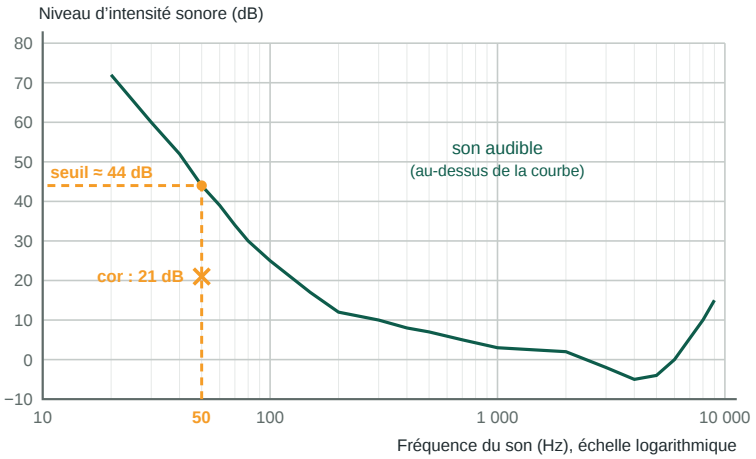
PIÈGE
Diviser le niveau par d^2. C'est l'intensité I qui varie en $1/d^2$, pas le niveau L en décibels : multiplier la distance par 10 retire 20 dB. Lire aussi l'axe des fréquences en échelle logarithmique.

COMPRENDRE
Deux chiffres significatifs, comme ℓ et les longueurs mesurées sur la carte. Les harmoniques cités dans la critique ne figurent plus au programme actuel de spécialité ; le niveau sonore et l'atténuation géométrique y sont toujours.

MÉTHODE
Résolution de problème : écrire d'abord le critère de réponse (ici niveau reçu comparé au seuil), en déduire les grandeurs à déterminer, puis indiquer pour chacune le document utilisé. Terminer par une phrase qui répond à la question posée.

150 Hz…) et l'instrument produit des notes plus aiguës : dès 150 Hz, le seuil (environ 17 dB) passe sous 21 dB. Ces sons peuvent être perçus dans un environnement calme, pas le fondamental à 50 Hz.

$L_2 = 21$ dB à $8{,}8$ km, inférieur au seuil d'audibilité à $f = 50$ Hz (environ 44 dB) : la note la plus grave du cor n'est pas entendue à Haute Nendaz.



P · Document 4 : seuil d'audibilité lu à 50 Hz, et point représentant le son du cor à Haute Nendaz

À LA CALCULATRICE

rad CALCULS

$$\frac{75 \times 2}{17} \approx 8.823529$$

$$1.0 \times 10^{-2} \times \left(\frac{1}{8.8 \times 10^{3}}\right)^{2} \approx 1.291322 \times 10^{-10}$$

$$10 \times \log\left(\frac{1.3 \times 10^{-10}}{1.0 \times 10^{-12}}\right) \approx 21.13943$$

$$\frac{343}{2 \times 3.4} \approx 50.44118$$