La communication chez les baleines

Bac S 2014 Nouvelle-Calédonie (ancien programme) · Exercice 3 **5 points** **Durée conseillée 50 min**

1 À partir des documents, évaluer la profondeur du couloir de communication des baleines.

Données utiles document 1 (principe du SOFAR) ; document 2 (vitesse du son en fonction de la profondeur)

D'après le document 1, le son reste piégé dans une zone où sa vitesse est plus grande **à la fois** dans les couches situées au-dessus et dans celles situées au-dessous. Le couloir SOFAR est donc centré sur la profondeur où la vitesse du son est **minimale**.

Sur le document 2, la vitesse du son diminue depuis la surface (environ $1515\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$), passe par un minimum voisin de $1480\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$ à 1 km de profondeur, puis augmente régulièrement jusqu'au fond.

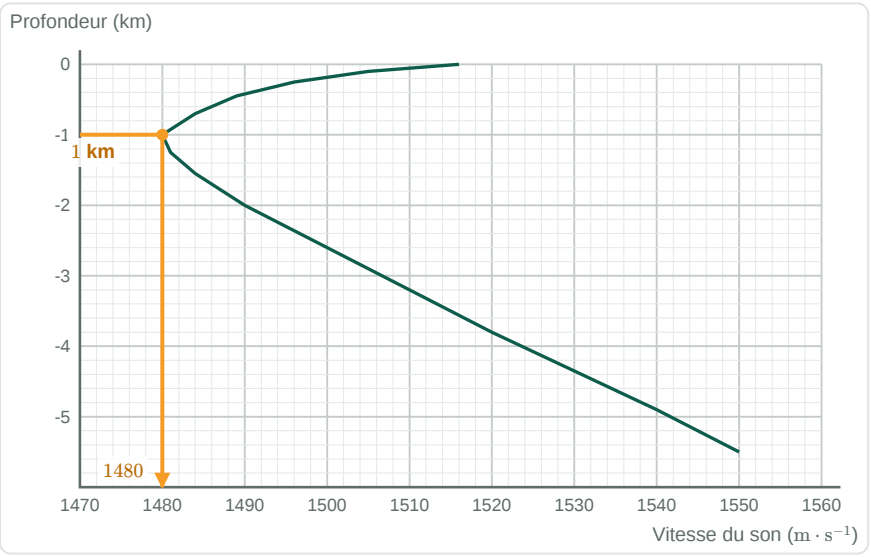
Le texte indique que le couloir a une hauteur de quelques centaines de mètres : il s'étend de part et d'autre de ce minimum, à peu près entre $0{,}8$ km et $1{,}2$ km.

Le couloir de communication se situe à environ 1 km de profondeur.

PIÈGE
Sur le document 2, la profondeur est en ordonnée et la vitesse en abscisse. Le minimum de vitesse est le point de la courbe le plus à gauche, pas le plus bas.

COMPRENDRE
Une onde qui pénètre dans un milieu où elle va plus vite est déviée (réfraction) et finit par revenir vers la zone lente. Le son oscille ainsi autour de la profondeur de vitesse minimale.

MÉTHODE
Traduire d'abord le texte en critère graphique : « vitesse plus grande au-dessus et au-dessous » signifie « minimum de la courbe ». La lecture du document 2 devient alors immédiate.



1 · Document 2, avec la lecture du minimum de vitesse

2 Évaluer la distance maximale entre deux baleines pour qu'elles puissent communiquer.

Données utiles document 3 : chant de la baleine, $f = 4000$ Hz, $L_{\text{émis}} = 170$ dB, seuil d'audibilité $L_{\text{seuil}} = 50$ dB ; document 4 : absorption de l'eau de mer en fonction de la fréquence

Le chant est émis à la fréquence $f = 4000$ Hz. Sur le document 4, l'absorption acoustique de l'eau de mer à cette fréquence vaut $\alpha \approx 0{,}2 \text{ dB} \cdot \text{km}^{-1}$: le niveau sonore baisse de $0{,}2$ dB à chaque kilomètre parcouru.

Dans le couloir SOFAR, le son est guidé : on admet que l'absorption par l'eau est la seule cause d'affaiblissement. À la distance d, le niveau reçu est $L = L_{\text{émis}} - \alpha\, d$.

La seconde baleine entend le chant tant que $L \geqslant L_{\text{seuil}}$. La perte maximale tolérée est donc :

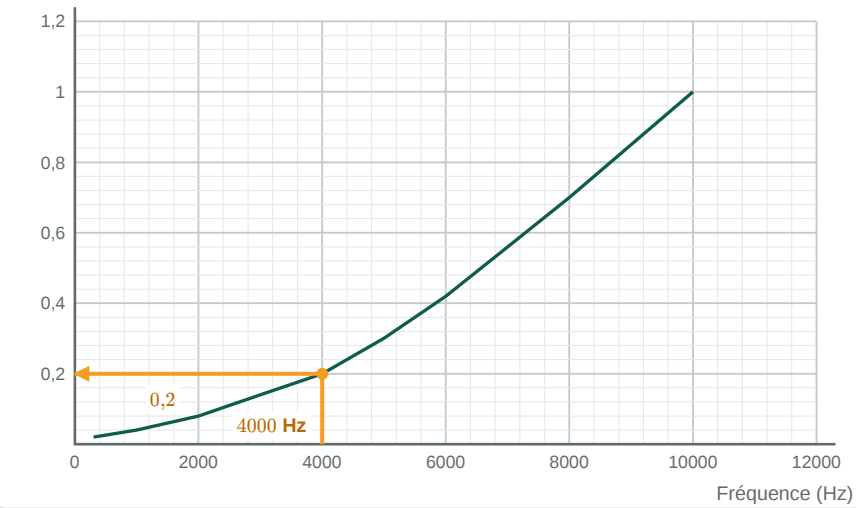
$$L_{\text{émis}} - L_{\text{seuil}} = 170 - 50 = 120 \text{ dB}$$

La distance maximale vérifie $\alpha\, d_{\max} = L_{\text{émis}} - L_{\text{seuil}}$, soit :

$$d_{\max} = \frac{L_{\text{émis}} - L_{\text{seuil}}}{\alpha} = \frac{120}{0{,}2} = 6 \times 10^2 \text{ km}$$

Cet ordre de grandeur est cohérent avec l'introduction, qui annonce des chants perçus à plusieurs centaines de kilomètres.

$$\boxed{d_{\max} \approx 6 \times 10^2 \text{ km}}$$



2 · Document 4, avec la lecture à 4000 Hz

PIÈGE
Prendre la ligne du grand dauphin, ou diviser 170 dB par l'absorption : le son n'a pas à tomber à 0 dB, seulement au seuil d'audibilité de 50 dB.

COMPRENDRE
L'absorption est lue avec un seul chiffre significatif : le résultat est un ordre de grandeur, 6×10^2 km. Il suppose aussi que les deux baleines restent dans le couloir.

MÉTHODE
Une absorption en $\text{dB} \cdot \text{km}^{-1}$ se traite par proportionnalité : perte (dB) = absorption × distance. Les niveaux en décibels se soustraient directement, sans revenir aux intensités.

À LA CALCULATRICE

