Écholocation chez les grands dauphins

Brevet 2023 Asie · Physique-chimie **25 points** **Durée conseillée 30 min**

1 Parmi les propositions a, b, c et d, identifier celles qui sont exactes (indiquer seulement les lettres).

Données utiles texte d'introduction ; tableau : 1 520 m/s à 50 m de profondeur, 1 500 m/s à 400 m

Les propositions exactes sont **b** et **c**.

COMPRENDRE
a est fausse : l'oreille interne reçoit le signal, ce sont les muscles de l'évent qui l'émettent. d est fausse : 1 500 m/s à 400 m, c'est moins que 1 520 m/s à 50 m.

2 Indiquer si un signal de fréquence 50 kHz émis par un grand dauphin peut être entendu par un plongeur évoluant à proximité. Justifier.

Données utiles axe des fréquences : l'être humain entend les sons de fréquence comprise entre 20 Hz et 20 000 Hz ; au-delà, ce sont des ultrasons

$50\ \text{kHz} = 50\,000\ \text{Hz}$.

D'après l'axe des fréquences, l'être humain entend les sons de fréquence comprise entre 20 Hz et 20 000 Hz.

Or $50\,000\ \text{Hz} > 20\,000\ \text{Hz}$: ce signal est un ultrason.

Non, le plongeur ne peut pas entendre ce signal de 50 kHz : c'est un ultrason.

PIÈGE
Comparer 50 à 20 000 sans convertir. Il faut la même unité des deux côtés : 1 kHz = 1 000 Hz.

3 Recopier le schéma et compléter les pointillés afin de représenter la conversion d'énergie dans l'oreille interne du grand dauphin.

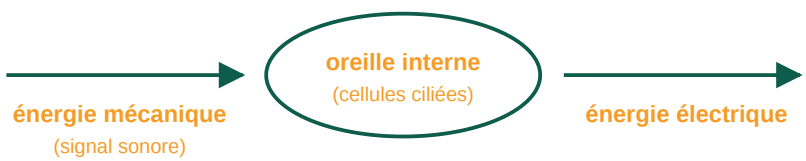
Données utiles texte : les cellules ciliées se déplacent sous l'action du signal sonore ; ce mouvement crée un courant électrique transmis au cerveau

Le signal sonore met en mouvement les cellules ciliées de l'oreille interne : l'énergie reçue est de l'énergie mécanique.

Ce mouvement crée un courant électrique : l'énergie fournie est de l'énergie électrique.

énergie mécanique → **oreille interne** (cellules ciliées) → énergie électrique

MÉTHODE
Dans un schéma de conversion : le convertisseur dans l'ovale, l'énergie reçue sous la flèche d'entrée, l'énergie fournie sous la flèche de sortie.



3 · Schéma du sujet complété (en orange : ce que l'élève écrit)

4 Indiquer si, pour une fréquence inférieure à 20 kHz, un grand dauphin perçoit plus facilement les signaux de faible fréquence ou les signaux de haute fréquence. Justifier.

Données utiles courbe du seuil de perception du grand dauphin en fonction de la fréquence ; le seuil est le niveau sonore minimal pour qu'un signal soit perçu

Sur la courbe, entre 20 Hz et 20 000 Hz, le seuil de perception diminue quand la fréquence augmente :

- à 200 Hz, le seuil est d'environ 116 dB ;
- à 2 000 Hz, il est d'environ 77 dB ;
- à 20 000 Hz, il est d'environ 48 dB.

Plus le seuil est bas, plus un signal faible suffit pour être perçu.

En dessous de 20 kHz, le grand dauphin perçoit plus facilement les signaux de haute fréquence.

PIÈGE
Croire qu'un seuil élevé signifie une bonne perception. C'est l'inverse : un seuil élevé veut dire que le son doit être très fort pour être perçu.

MÉTHODE
Pour justifier avec une courbe : dire comment la grandeur varie, puis citer au moins deux valeurs lues avec leur unité.

5 En exploitant le graphique, montrer que le signal émis par le sonar d'un navire peut perturber le groupe de dauphins.

Données utiles signal du sonar : fréquence 20 kHz, intensité sonore 70 dB à l'arrivée sur le groupe de dauphins

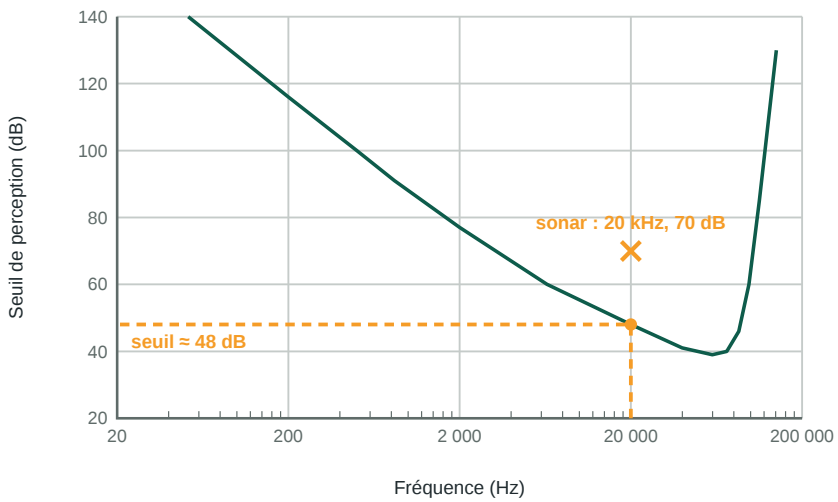
$20\ \text{kHz} = 20\,000\ \text{Hz}$.

Sur le graphique, pour une fréquence de 20 000 Hz, le seuil de perception du grand dauphin vaut environ 48 dB.

Le signal du sonar arrive avec 70 dB, et $70\ \text{dB} > 48\ \text{dB}$: il dépasse le seuil de perception.

Les dauphins perçoivent le signal du sonar : il peut donc perturber le groupe.

COMPRENDRE
Le dauphin se repère grâce aux signaux sonores qu'il reçoit. Un signal étranger qu'il perçoit peut donc gêner son écholocation.



5 · Courbe du sujet : le point du sonar (20 kHz ; 70 dB) est au-dessus du seuil de perception

6 Parmi les trois relations proposées, recopier celle qui permet de calculer la vitesse d'une onde sonore. Préciser ce que représentent t et d.

$$v = \frac{d}{t}$$

d est la distance parcourue par l'onde sonore (en mètres) et t est la durée de ce parcours (en secondes). La vitesse v est alors en mètres par seconde (m/s).

MÉTHODE
Vérifier avec l'unité : une vitesse en m/s est une distance en mètres divisée par une durée en secondes.

7 Déterminer la distance séparant le grand dauphin du banc de poissons.

Données utiles dauphin et banc de poissons à 100 m de profondeur ; signal reçu 106 ms après l'émission ; tableau : à 100 m de profondeur, la vitesse du son est $1\,515$ m/s ; relation de la question 6

D'après le tableau, à 100 m de profondeur, la vitesse du son est $v = 1\,515$ m/s.

Durée entre l'émission et la réception : $t = 106\ \text{ms} = 0{,}106\ \text{s}$.

Distance parcourue par le signal : $v = \dfrac{d}{t}$ donc $d = v \times t$.

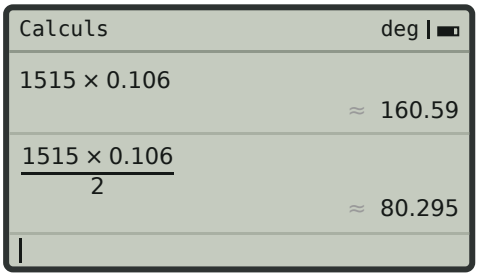
$$d = 1\,515 \times 0{,}106 \approx 160{,}6\ \text{m}$$

Le signal fait un aller-retour : il va du dauphin au banc de poissons, puis il revient. La distance D qui les sépare est donc la moitié de d :

$$D = \frac{d}{2} = \frac{160{,}6}{2} \approx 80{,}3\ \text{m}$$

Le banc de poissons se trouve à environ 80 m du grand dauphin.

À LA CALCULATRICE



PIÈGE
Oublier l'aller-retour et répondre 161 m. Autre erreur : laisser la durée en millisecondes, alors que la vitesse est en m/s (1 ms $= 0{,}001$ s).

COMPRENDRE
La vitesse dépend de la profondeur : il faut prendre dans le tableau la valeur à 100 m, là où nagent le dauphin et les poissons.