

Devoir surveillé

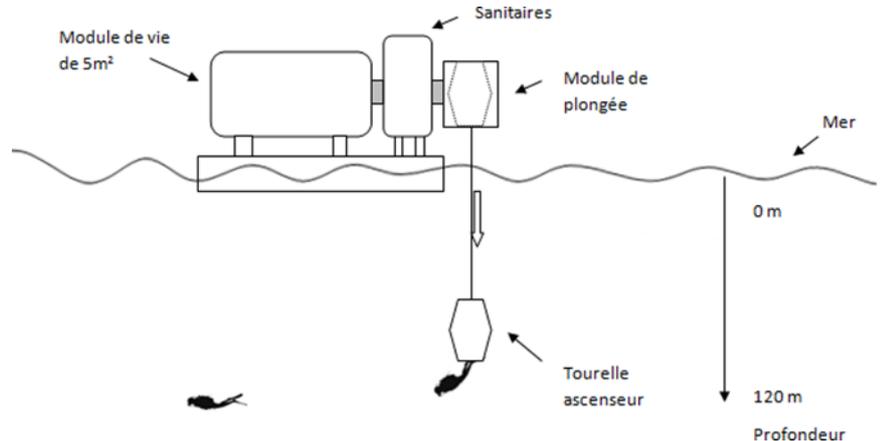
Exercice: Le projet Gombessa

Le projet GOMBESSA mené par Laurent Ballesta et son équipe du 1er au 28 juillet 2019 consiste à pouvoir sillonner les grandes profondeurs sans se soucier de la remontée, à pouvoir explorer les trésors de la Méditerranée et à pouvoir collecter un maximum d'informations sur la biodiversité.

Source : d'après <http://www.leparisien.fr/environnement/dans-les-abyssees-de-la-mediterranee-l-incroyable-expedition-de-laurent-ballesta-13-06-2019-8092164.php>

Chaque jour, une tourelle descend les plongeurs depuis la station flottante jusqu'à une profondeur de 120 mètres. Ils remontent à la surface pour manger et se reposer, mais toujours enfermés dans un module de vie et soumis à une pression 13 fois supérieure à celle de l'atmosphère. C'est une plongée à saturation. Les sorties sous-marines durent de 6 à 8 h.

Source : d'après <http://inpp.org>

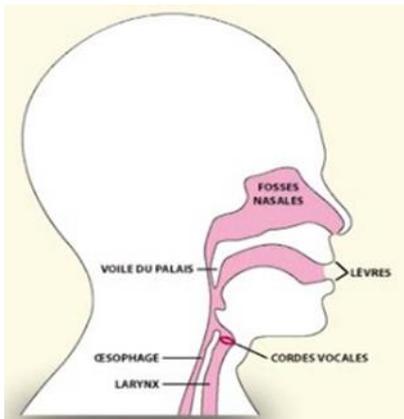


Partie N°1 : mais quelle est donc cette drôle de voix ?

« Dans notre caisson nous respirons un air pauvre en oxygène. Normalement la proportion d'oxygène dans l'atmosphère est de 21 % de dioxygène et de 79 % d'azote. Là c'est essentiellement de l'hélium (90 %) et seulement 3 à 4 % de dioxygène [...]. Mais il transforme les voix en voix de canard et pour se comprendre nous portons un casque micro qui corrige cette déformation ».

Laurent Ballesta D'après <http://inpp.org>

La parole humaine : un phénomène très complexe

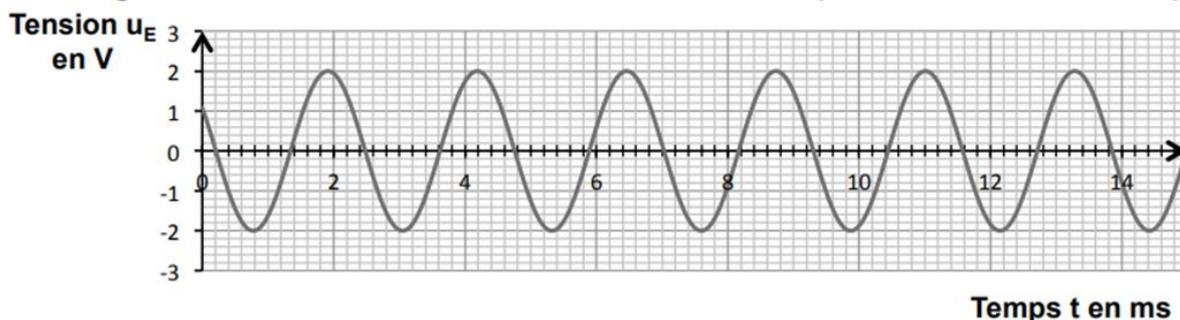


La hauteur du son émis dépend de plusieurs facteurs comme les dimensions du larynx, la tension des cordes vocales et la vitesse de propagation du son dans l'air. Le gaz qui sert à la production de la voix est le gaz expiré mais quelle que soit la célérité du son produit, la longueur d'onde λ du son émis est toujours la même.

D'après <http://phymain.unisciel.fr/de-lhelium-pour-parler-comme-mickey/>

On souhaite en laboratoire reproduire la modification de la voix de Laurent Ballesta. On enregistre à l'aide d'une interface d'acquisition et d'un microphone un son émis dans l'air à la température de 20 °C (figure 1).

Figure 1 : évolution de la tension au bornes du microphone en fonction du temps



Données à la température de 20 °C :

- célérité du son dans l'air : $v_{\text{air}} = 3,43 \times 10^2 \text{ m.s}^{-1}$;
- célérité du son dans l'hélium : $v_{\text{hélium}} = 1,02 \times 10^3 \text{ m.s}^{-1}$.

1.1/ Déterminer le plus précisément possible la valeur de la période T du signal enregistré (figure 1). Une rédaction détaillée est attendue.

1.2/ En déduire la valeur de la fréquence f du son émis.

1.3/ On souhaite déterminer la longueur d'onde λ du son émis. On dispose de deux micros placés côte à côte. Les signaux captés par les deux micros sont en phase. On déplace un des deux micros jusqu'à ce que les deux signaux reviennent pour la première fois en phase. La distance qui sépare les micros est alors $d = 76,9 \text{ cm}$. Déterminer la valeur de la longueur d'onde du son émis. Expliquer comment améliorer la précision de la mesure.

1.4/ À partir des mesures effectuées déterminer la valeur de la célérité du son dans l'air. Commenter en réalisant le calcul de l'écart relatif.

Rappel : l'écart relatif

Un écart relatif est un calcul simple qui permet de comparer le résultat d'une mesure à une grandeur de référence. Il permet de donner une indication sur la qualité de la mesure effectuée.

Pour calculer l'écart relatif d'une mesure (en %), on utilise la relation suivante :

$$\text{Ecart relatif} = \frac{|\text{Valeur théorique} - \text{Valeur expérimentale}|}{\text{Valeur théorique}} \times 100$$

Au lycée, on estime qu'une mesure est satisfaisante si l'écart relatif est inférieure à 5%.

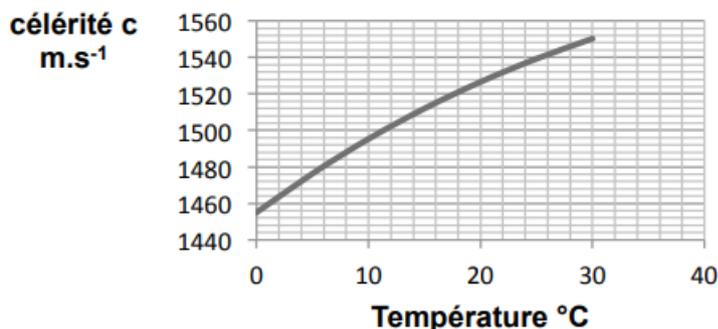
1.5/ On souhaite reproduire l'effet « voix de canard » observé par les plongeurs. Déterminer la valeur de la fréquence avec laquelle on doit régler le générateur pour imiter la modification d'un son émis cette fois dans l'hélium, sachant que la longueur d'onde du son émis est conservée mais que la célérité du son dans l'hélium est différente de celle dans l'air. Commenter.

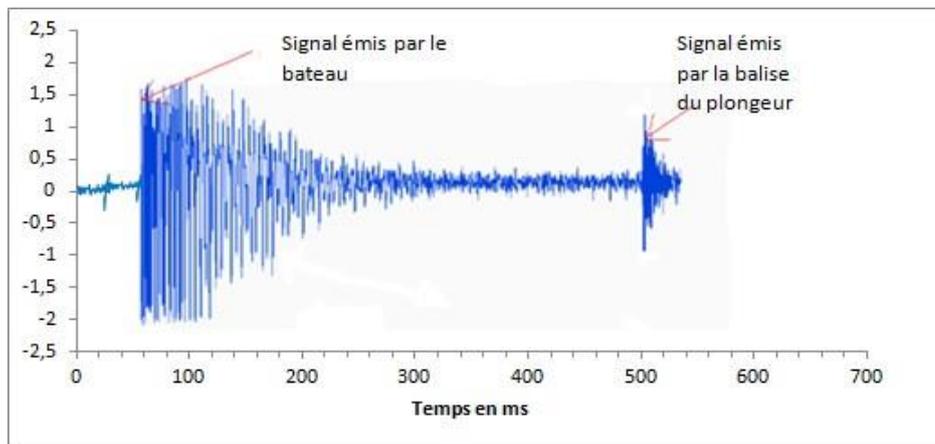
Partie N°2 : retrouver la tourelle à la fin de la plongée : se localiser sous l'eau

Le système de positionnement mondial (GPS) pour se localiser sur Terre utilise les ondes électromagnétiques issues d'au moins quatre satellites. Mais sous l'eau, il est impossible de les utiliser car elles ne pénètrent quasiment pas l'eau. La technologie qui est actuellement mise au point consiste donc à utiliser des ondes acoustiques.

Présentation du système GPS sous-marin

Le bateau émet un signal ultrasonore qui est capté et renvoyé par la balise que porte à son poignet le plongeur. L'ordinateur de bord du bateau enregistre les deux signaux et détermine la distance entre le plongeur et le bateau.

Célérité des ondes ultrasonores dans l'eau en fonction de la température pour une salinité (teneur en sel) de 38 ‰

Amplitude des signaux enregistrés par l'ordinateur situé sur le bateau au cours du temps

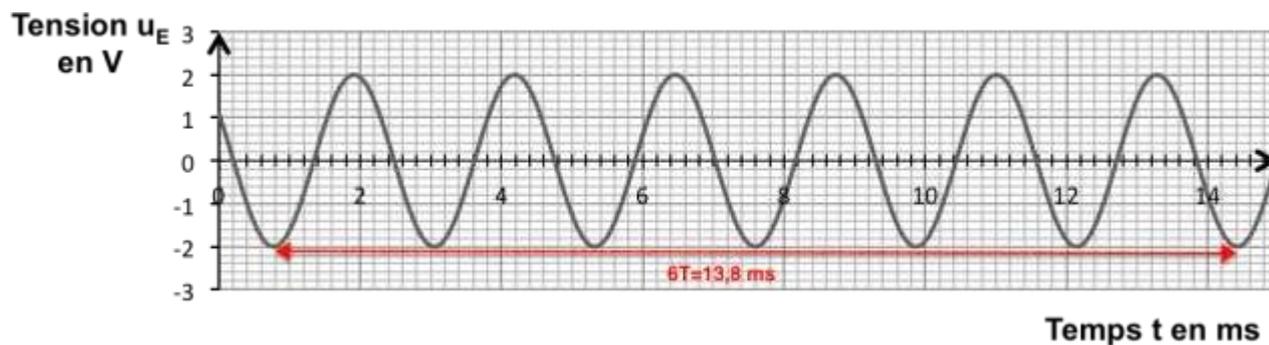
2.1/ À partir des documents ci-dessus, déterminer à quelle distance du bateau est situé le plongeur. La température moyenne de l'eau est de 18 °C.

2.2/ Expliquer si cette seule mesure est suffisante pour déterminer la position exacte du plongeur. La réponse doit être argumentée et peut prendre éventuellement appui sur un schéma.

Le candidat est invité à prendre des initiatives et à présenter la démarche suivie, même si elle n'a pas abouti. La démarche est évaluée et nécessite d'être correctement présentée.

Corrigé

1.1



Pour déterminer le plus précisément possible la valeur de la période T , nous en prenons un grand nombre (ici 6) et déduisons la valeur de T :

$$6T = 13,8$$

$$T = \frac{13,8}{6} = 2,3 \text{ ms}$$

1.2.

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2,3 \cdot 10^{-3}} = 435 \text{ Hz}$$

1.3

Les deux signaux reviennent pour la première fois en phase pour $d = 76,9 \text{ cm}$. Donc $\lambda = 76,9 \text{ cm}$.

Pour améliorer la précision de la mesure, il faut éloigner les micros jusqu'à ce qu'ils soient de nouveau en phase pour la n -ième fois. On obtient alors $d = n \times \lambda$. Ensuite on en déduit λ

1.4

$$v = \lambda \times f$$

$$v = 76,9 \cdot 10^{-2} \times 435 = 335 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

Pour comparer la valeur trouvée et celle donnée, faisons l'écart relatif = $0,023 = 2,3 \%$
C'est deux valeurs sont en accords.

1.5

$$v = \lambda \times f$$

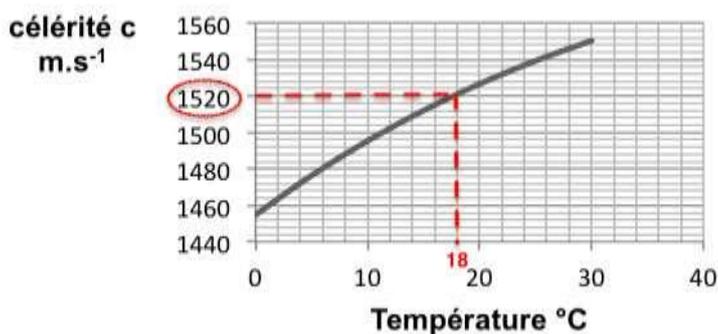
$$f = \frac{v}{\lambda}$$

$$f = \frac{1,02 \cdot 10^3}{76,9 \cdot 10^{-2}} = 1,33 \cdot 10^3 \text{ Hz}$$

La fréquence est plus grande, donc le son plus aigu.

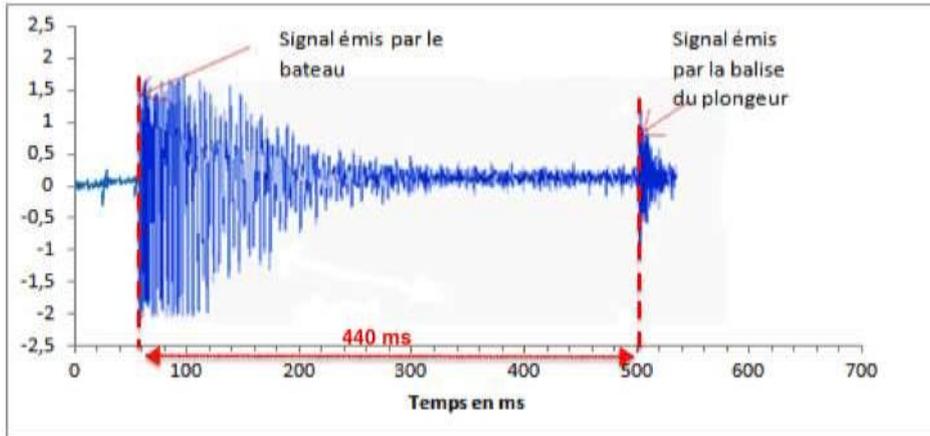
2.1

Déterminons la vitesse :



A 18° $v=1520 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

Déterminons la durée entre l'émission des deux signaux :



$t=440 \text{ ms}$

Déterminons la distance à laquelle se trouve le plongeur :

$$v = \frac{d_{\text{parcourue}}}{t}$$

Il s'agit d'un aller retour : " Le bateau émet un signal ultrasonore qui est capté et renvoyé par labalise que porte à son poignet le plongeur"

$$d_{\text{parcourue}} = 2d$$

$$v = \frac{2d}{t}$$

$$d = \frac{v \times t}{2}$$

$$d = \frac{1520 \times 440 \cdot 10^{-3}}{2} = 334 \text{ m}$$

Le plongeur se trouve à 334 m du bateau.

Cette distance correspond à un rayon autour du bateau. On ne connais pas sa direction et doncsa position exacte.