





On se propose de déterminer la quantité de matière de dioxyde de soufre produite lors de la combustion des deux fiouls par une méthode pouvant être mise en œuvre dans un laboratoire de lycée, un titrage ayant pour support une réaction d'oxydo-réduction.

### Données

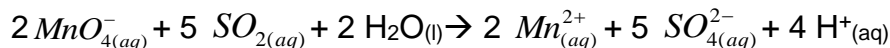
- Couples oxydant-réducteur mis en jeu :  $MnO_{4(aq)}^- / Mn_{(aq)}^{2+}$  ;  $SO_{4(aq)}^{2-} / SO_{2(aq)}$
- Dans le titrage, parmi les espèces présentes, seuls les ions permanganate  $MnO_{4(aq)}^-$  confèrent à la solution aqueuse une couleur violette.

Soit  $S_1$  une solution aqueuse contenant une quantité de matière de dioxyde de soufre identique à celle utilisée pour la mesure, par la méthode européenne de référence, à la fin de la combustion totale du fioul « nouvelle génération ».

On réalise le titrage d'un volume  $V_1 = 20,00 \pm 0,02$  mL de solution  $S_1$  introduite dans un bécher par une solution aqueuse de permanganate de potassium ( $K^+_{(aq)} + MnO_{4(aq)}^-$ ) acidifiée dont la concentration en quantité de matière est  $C_2 = (7,50 \pm 0,01) \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$ .

Lors du titrage, l'équivalence est obtenue pour un volume versé  $V_E = 8,5 \pm 0,4$  mL de la solution aqueuse de permanganate de potassium.

1. Une des impuretés soufrées dans le fioul, évoqué dans l'introduction, est le soufre. Ecrire l'équation de la réaction modélisant la combustion du soufre  $S_{(s)}$ .
2. Réaliser et légèrer précisément le schéma du montage utilisé pour réaliser le titrage.
3. Établir, à l'aide des données l'équation de la réaction d'oxydo-réduction support du titrage écrite ci-après:



4. Définir l'équivalence d'un titrage.
5. Décrire qualitativement comment évoluent, au cours du titrage, les quantités de matière des espèces chimiques présentes dans le bécher.
6. Indiquer comment s'effectue le repérage de l'équivalence, en précisant votre raisonnement.
7. On note  $n_1$ , la quantité de matière initiale de dioxyde de soufre et  $n_2$ , la quantité de matière des ions permanganate versés pour atteindre l'équivalence. Donner la relation entre les quantités de matière de réactifs introduits à l'équivalence
8. L'incertitude-type sur la quantité de matière de dioxyde de soufre étant évaluée à une valeur de  $8 \times 10^{-6}$  mol lors de ce titrage, donner un encadrement à la valeur de la quantité de matière initiale de dioxyde de soufre dans la solution  $S_1$ .

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat :

N° d'inscription :



Liberté • Égalité • Fraternité  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1

- La quantité de matière de dioxyde de soufre dans le fioul datant de 1960 est déterminée égale à  $2,5 \times 10^{-2}$  mol, ce qui correspond à une teneur en soufre de 0,8 %. Estimer la teneur en soufre du fioul « nouvelle génération ». Commenter.
- Il est possible d'acheter du fioul domestique, notamment sur internet. Certains sites utilisent le terme de « fioul désoufré ». Justifier cette appellation.
- La fermeture des centrales thermiques produisant de l'électricité permettra-t-il d'atteindre les objectifs écologiques qui sont de réduire de façon significative les émissions de gaz à effet de serre d'ici 2050 et autres polluants gazeux ? Justifier et proposer une alternative pour produire de l'électricité.

## PARTIE B

### L'expédition GOMBESSA 5 : planète Méditerranée (10 points)

Le projet GOMBESSA 5 mené par Laurent Ballesta et son équipe du 1<sup>er</sup> 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-abysses-de-la-mediterranee-l-incroyable-expedition-de-laurent-ballesta-13-06-2019-8092164.php>

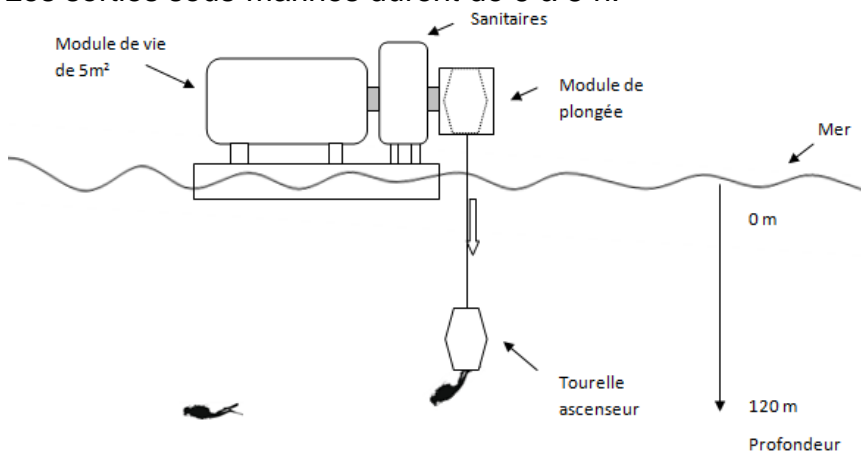
#### Partie 1 : comprendre les particularités de la plongée de Laurent Ballesta

##### Le dispositif Gombessa 5

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.

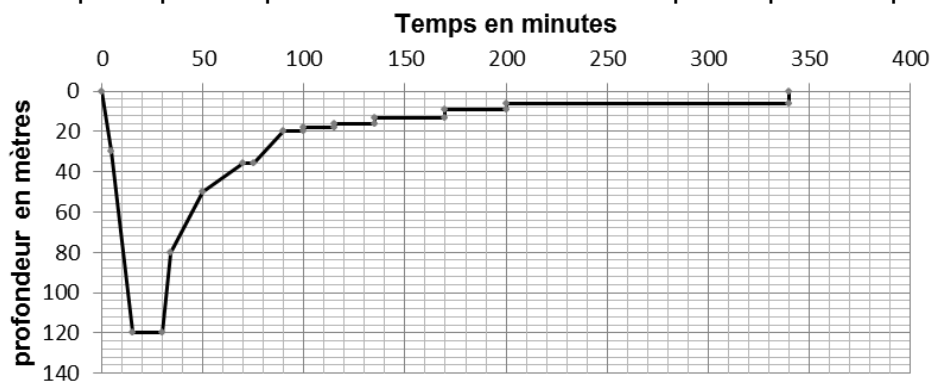


Source : d'après <http://inpp.org>



### Profil recommandé pour une plongée à 120 m de profondeur sans dispositif Gombessa 5

Un plongeur démarre sa plongée depuis la surface et est initialement soumis à la pression atmosphérique. Le profil donne la durée de chaque étape de la plongée.



Source : d'après JM Belin –Choix des mélanges pour des plongées profondes

En plongée les gaz sont comprimés à la descente et détendus à la remontée. Il importe donc que ceux-ci puissent circuler librement dans l'organisme du plongeur. Si ce n'est pas le cas, les parois des cavités peuvent être lésées. Ces accidents sont appelés « barotraumatismes ». Le plus grave est la « surpression pulmonaire » qui touche le plus souvent les plongeurs débutants.

La remontée doit se faire en respectant scrupuleusement des paliers de décompression pour éviter toute embolie gazeuse (présence de bulles dans la circulation sanguine).

Source : d'après <http://culturesciences.chimie.ens.fr>

#### Données :

- intensité du champ de pesanteur  $g = 9,81 \text{ N}\cdot\text{kg}^{-1}$  ;
- masse volumique de l'eau de mer à  $18^\circ\text{C}$   $\rho_{\text{mer}} = 1028 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$  ;
- loi fondamentale de la statique des fluides pour un fluide incompressible entre deux points A et B d'altitude respective  $z_A$  et  $z_B$  (repérée sur un axe vertical orienté vers le haut) :

$$P_A - P_B = \rho \cdot g \cdot (z_B - z_A) ;$$

- pression atmosphérique en Méditerranée (juillet 2019) :  $P_{\text{atm}} = 1020 \text{ hPa}$  ;
- $1 \text{ bar} = 1 \times 10^5 \text{ Pa}$ .

1.1. À l'aide des informations données, déterminer la durée d'observation du fond marin à une profondeur  $h = 120 \text{ m}$  pour un plongeur qui n'utilise pas le dispositif Gombessa 5.

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat :  N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

Né(e) le :  /  /

 Liberté • Égalité • Fraternité  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

**1.2.** Déterminer la valeur de la pression en pascal (Pa) à laquelle est soumise un plongeur à une profondeur  $h = 120$  m. Comparer avec l'indication donnée dans le document décrivant le dispositif Gombessa 5.

**1.3.** Justifier l'intérêt du dispositif Gombessa 5 et des plongées à saturation réalisées par l'équipe de Laurent Ballesta pour faire ses observations à 120 m de profondeur. Au moins deux éléments de réponses sont attendus.

## Partie 2 : mais quelle est donc cette drôle de voix ?

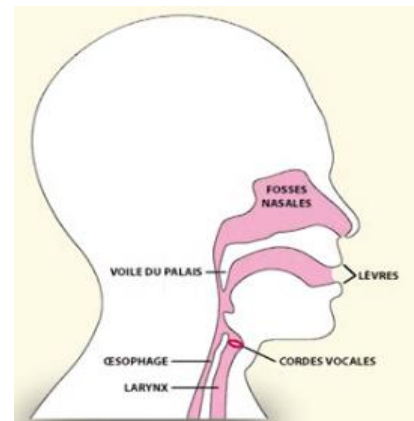
« Dans notre caisson nous respirons un air pauvre en oxygène. Normalement la proportion d'oxygène dans l'atmosphère est de 21 % et de 79 % d'azote. Là c'est essentiellement de l'hélium (90 %) et seulement 3 à 4 % d'oxygène [...]. Mais il transforme les voix en voix de canard et pour se comprendre nous 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  $\lambda$  du son émis est toujours la même.

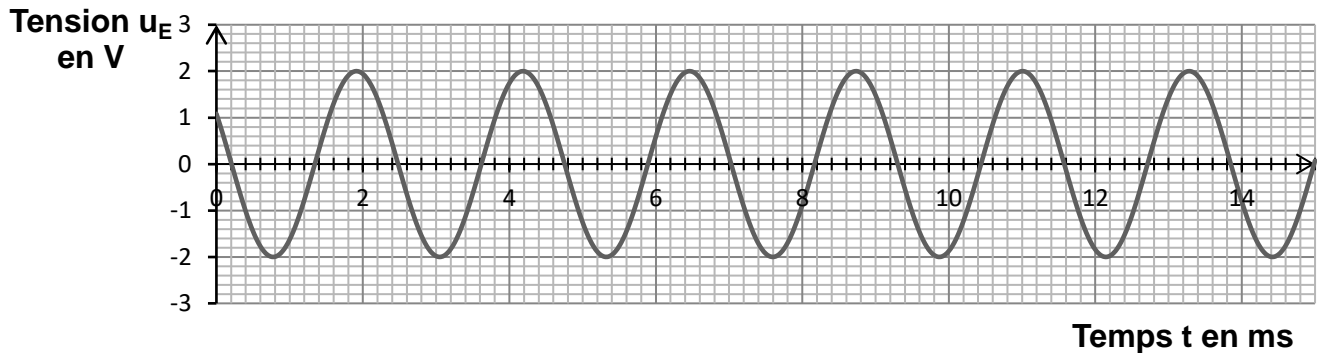
D'après <http://phymain.unisciel.fr/de-lhelium-pour-parler-comme-mickey/>



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

**2.1.** Déterminer le plus précisément possible la valeur de la période  $T$  du signal enregistré (figure1). Une rédaction détaillée est attendue.

**2.2.** En déduire la valeur de la fréquence  $f$  du son émis.

**2.3.** On souhaite déterminer la longueur d'onde  $\lambda$  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  $d = 76,9 \text{ cm}$ .

**2.3.1.** Donner la définition de la longueur d'onde  $\lambda$  d'un signal sinusoïdal.

**2.3.2.** Déterminer la valeur de la longueur d'onde du son émis. Expliquer comment améliorer la précision de la mesure.

**2.4.** À partir des mesures effectuées déterminer la valeur célérité du son dans l'air. Commenter.

**2.5.** 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 3 : 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**

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat :  N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

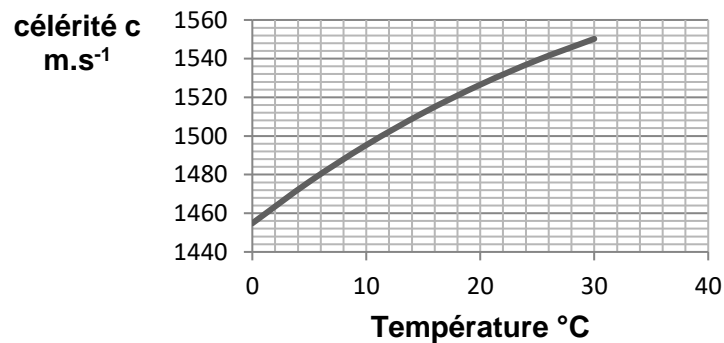
Né(e) le :  /  /

 Liberté • Égalité • Fraternité  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

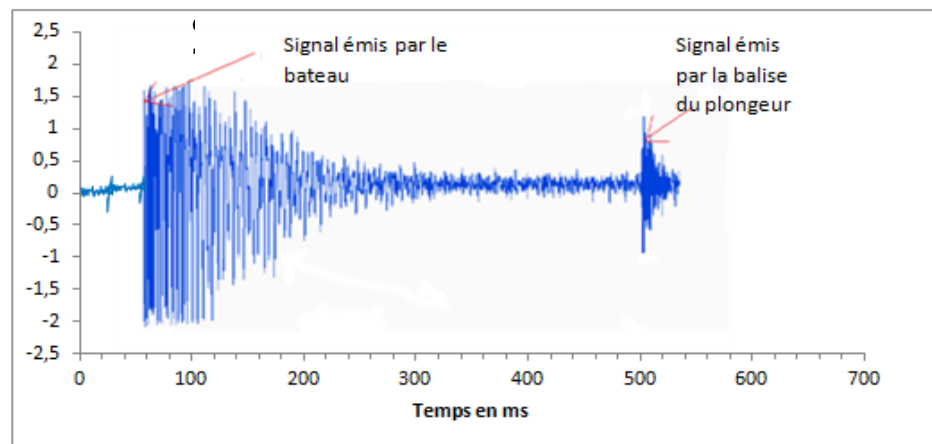
1.1

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**



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.

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.*