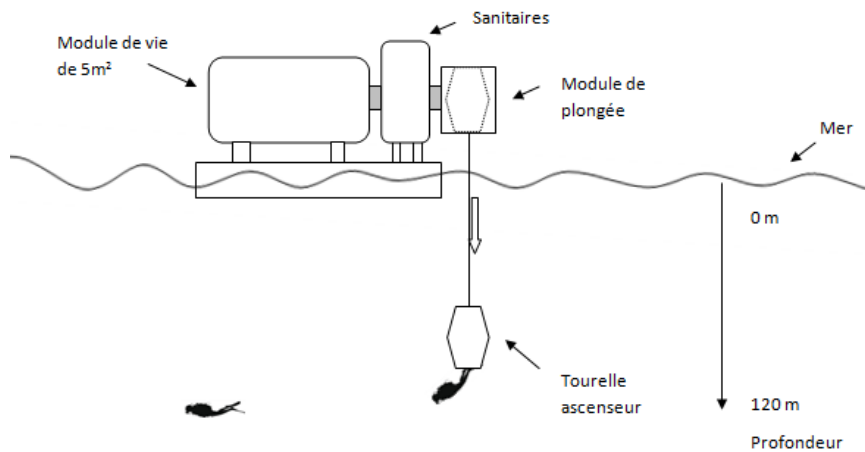
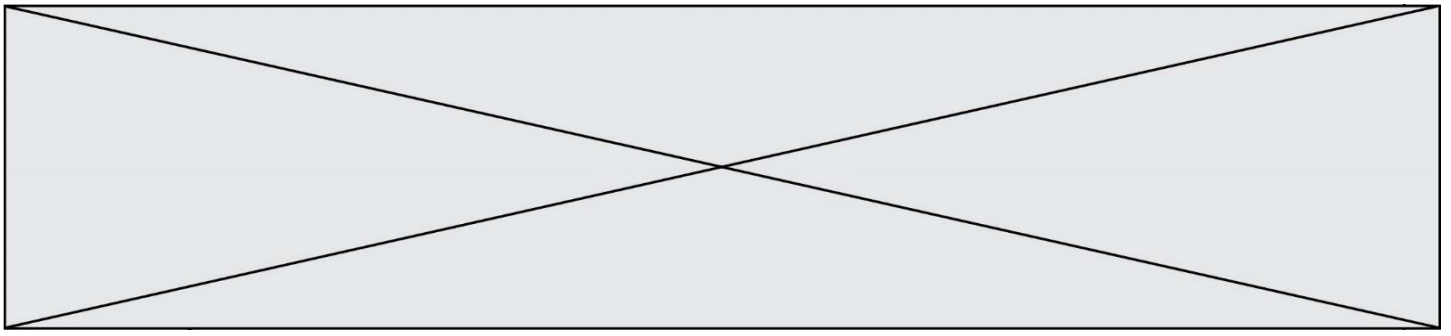
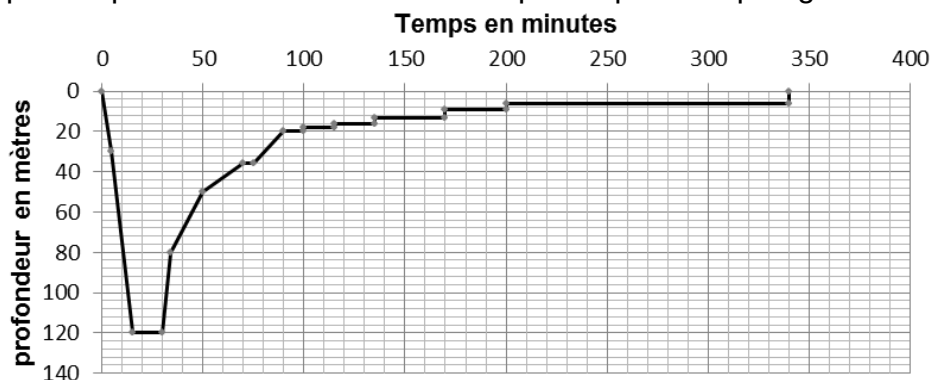




Source : d'après <http://inpp.org>

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°C $\rho_{\text{mer}} = 1028 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$;

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

- 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) : $P_{atm} = 1020 \text{ hPa}$;
- $1 \text{ bar} = 1 \times 10^5 \text{ Pa}$.

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.

1.2. Déterminer la valeur de la pression en pascal (Pa) à laquelle est soumise un plongeur à une profondeur $h = 120 \text{ m}$. 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 ».

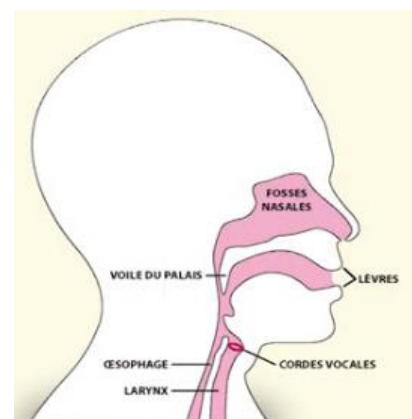
Laurent Ballesta D'après <http://inpp.org>

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.

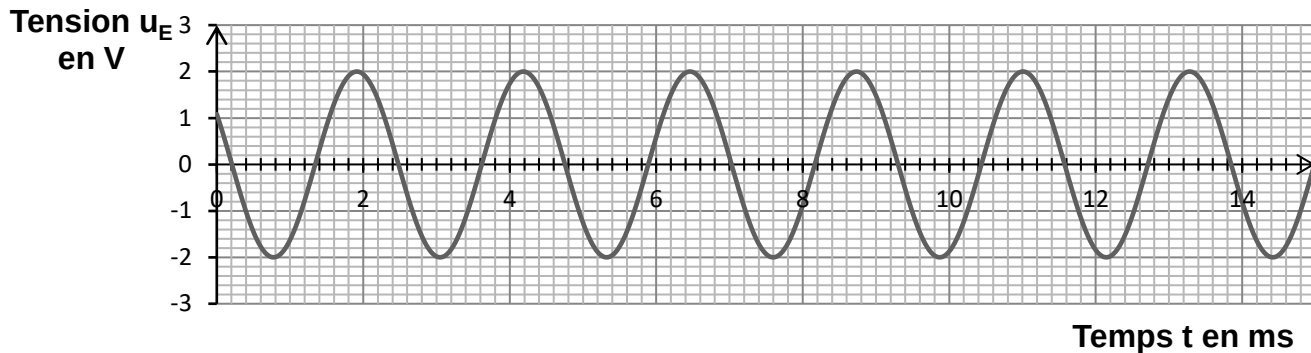
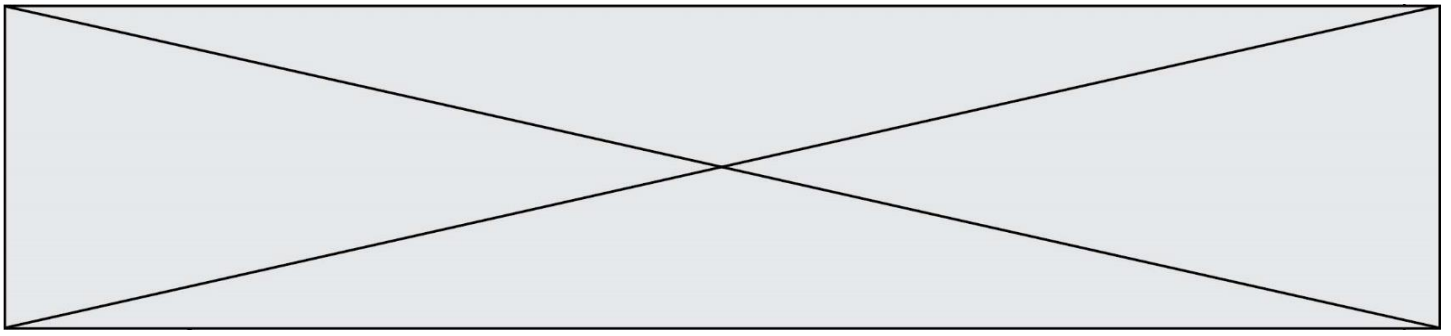
Le gaz qui sert à la production de la voix est le gaz expiré mais quelle que soit la célérité du son produit, la longueur d'onde λ du son émis est toujours la même.

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 $20 \text{ }^{\circ}\text{C}$ (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 : $v_{\text{air}} = 3,43 \times 10^2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$;
- célérité du son dans l'hélium : $v_{\text{hélium}} = 1,02 \times 10^3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

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 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 $d = 76,9 \text{ cm}$.

2.3.1. Donner la définition de la longueur d'onde λ 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.)

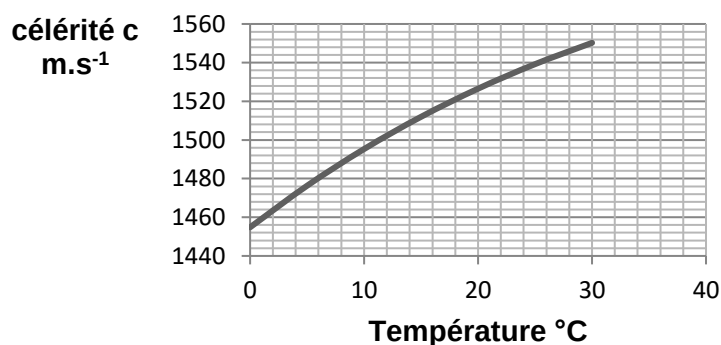
Né(e) le :

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

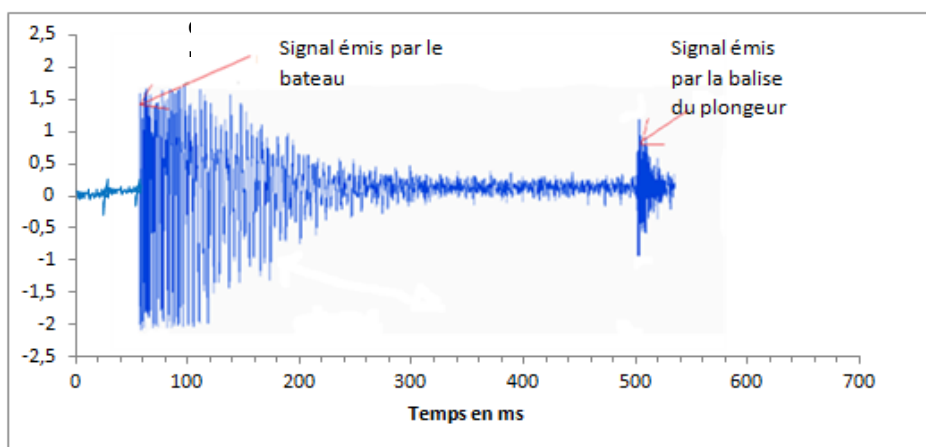
1.1

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 ‰



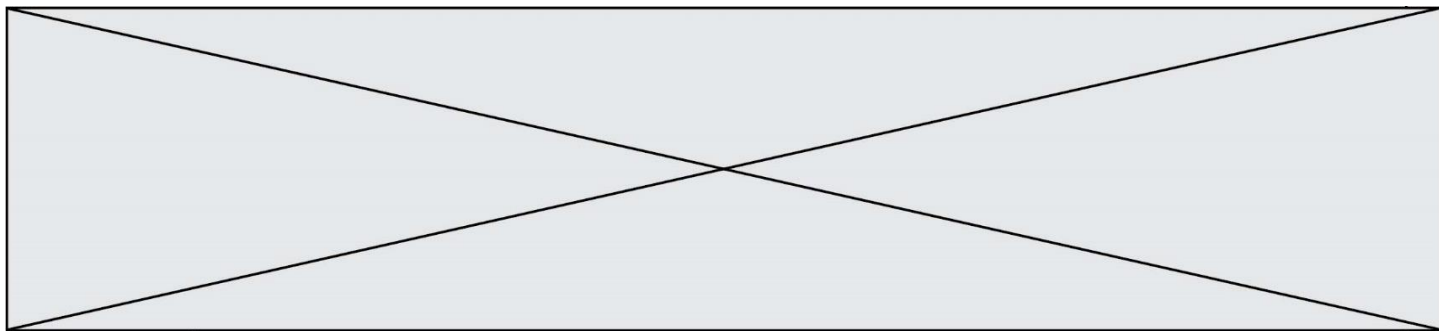
Amplitude des signaux enregistrés par l'ordinateur situé sur le bateau au cours du temps



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.



PARTIE B

Dihydrogène et ballons dirigeables (10 points)

Paracelse, Cavendish, Lavoisier sont quelques-uns des scientifiques rattachés à l'histoire du dihydrogène, gaz inodore et incolore, découvert depuis plus de trois siècles. On le produisait à l'époque en faisant réagir de l'acide sulfurique ou de l'acide chlorhydrique sur différents métaux comme le fer, le zinc ou encore l'étain.

Les frères Montgolfier, Jacques Charles et Nicolas Robert qui avaient construit le premier ballon à air chaud, mirent au point le premier ballon à gaz, rempli de dihydrogène. Le 27 août 1783, ce ballon s'éleva dans les airs depuis le Champ-de-Mars à Paris. Plus tard, d'autres ballons ont été construits et équipés de moteurs, ouvrant au début du 20^{ème} siècle, une nouvelle technique de navigation aérienne avec les dirigeables, comme ceux construits par la société allemande Zeppelin.

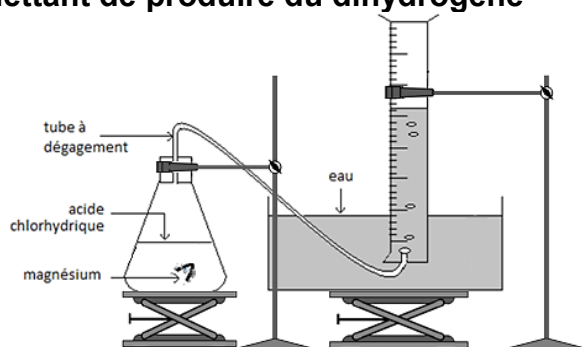


Gravure extraite de l'Album de la Science

Cet exercice a pour objectif, l'étude d'une transformation chimique permettant de produire du dihydrogène, puis l'interprétation de l'accident survenu en 1937 à l'Hindenburg, un ballon dirigeable gonflé au dihydrogène.

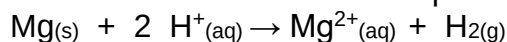
1. Étude d'une transformation chimique permettant de produire du dihydrogène

Pour observer cette transformation, on réalise le montage représenté ci-contre. On introduit dans un erlenmeyer un morceau de ruban de magnésium $Mg(s)$, de masse $m = 40 \text{ mg}$, et un volume $V_a = 100 \text{ mL}$ d'acide chlorhydrique ($H^+(aq) + Cl^-(aq)$), solution aqueuse S_a de concentration en ions $H^+(aq)$ égale à $C_a = 5,0 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$.



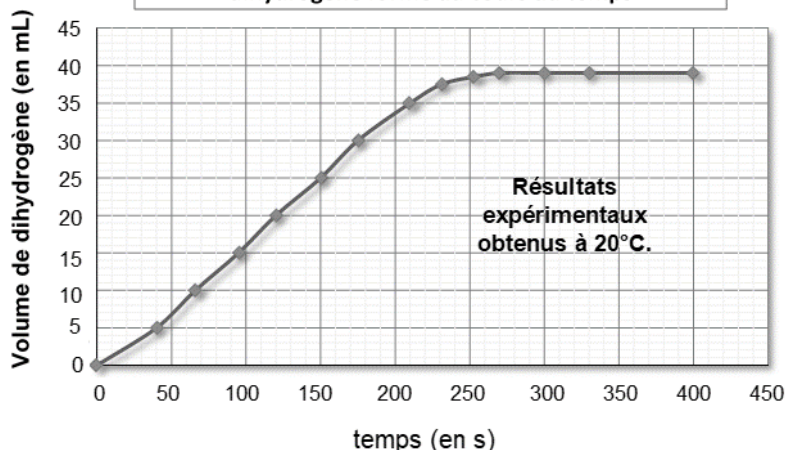
En réalisant l'expérience à 20°C , on recueille, par déplacement d'eau, un gaz que l'on peut identifier à du dihydrogène dont on relève à intervalle de temps réguliers le volume dégagé et l'on obtient le graphique représenté ci-après.

L'équation de la réaction modélisant la transformation chimique s'écrit :





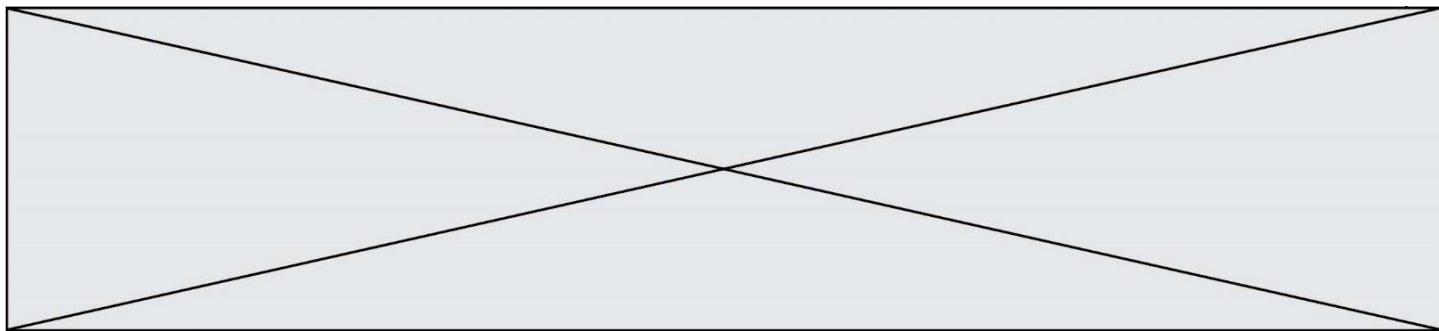
Représentation graphique de l'évolution du volume de dihydrogène formé au cours du temps

**Données**

- Volume molaire des gaz dans les conditions de l'expérience : $V_m = 24,0 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$.
- Couples oxydant-réducteur : $\text{Mg}^{2+}_{(\text{aq})} / \text{Mg}_{(\text{s})}$ et $\text{H}^{+}_{(\text{aq})} / \text{H}_{2(\text{g})}$
- Masse molaire atomique du magnésium : $M(\text{Mg}) = 24,3 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$
- Pictogrammes de sécurité :

Magnésium en ruban	Acide chlorhydrique	Dihydrogène

- 1.1 Quelle(s) précaution(s) faut-il prendre pour manipuler de l'acide chlorhydrique ?
- 1.2 Proposer un test pour montrer que le gaz formé au cours de cette transformation chimique est bien du dihydrogène.
- 1.3 Identifier parmi les réactifs, celui qui joue le rôle d'oxydant et celui qui joue le rôle de le réducteur.
- 1.4 Déterminer les quantités de matière initiales des réactifs.
- 1.5 Compléter le tableau d'avancement en **annexe à rendre avec la copie** et identifier le réactif limitant de cette transformation chimique.
- 1.6 Montrer qu'en fin de transformation une quantité $n_{\text{H}_2} = 1,6 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ de dihydrogène pourrait être formé si la transformation est totale.
- 1.7 A partir des mesures expérimentales effectuées :
 - déterminer quand la transformation peut être considérée comme terminée ;
 - relever la valeur du volume $V_{\text{exp H}_2}$ de dihydrogène obtenu à la fin de l'expérience.
- 1.8 Peut-on considérer que la transformation étudiée est une transformation totale ? Justifier.



2. Un accident de dirigeable gonflé au dihydrogène qui a marqué l'histoire

L'Hindenburg a été le 129^{ème} dirigeable construit par la société allemande Zeppelin entre 1935 et 1936. Dirigeable le plus grand et le plus luxueux jamais construit, avec ses dimensions hors normes de plus de 240 m de long, il pouvait accueillir 124 personnes et comportait une salle à manger, un salon de lecture, un fumoir, des cuisines et plusieurs cabines. Disposant d'un volume de dihydrogène de près de 200 000 m³ et de 4 moteurs il affichait une vitesse de croisière de plus de 120 km.h⁻¹. Le 6 mai 1937, lors de son 63^{ème} voyage et après 77 heures de vol, il s'est écrasé à l'atterrissage à Lakehurst dans le New Jersey.

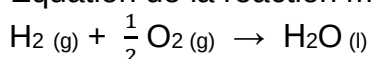


www.portail-aviation.com

On explique aujourd'hui cet accident de la façon suivante : après trois jours de vol, le dirigeable chargé d'électricité statique et après avoir rencontré un orage aurait connu une défaillance technique engendrant une fuite de dihydrogène. Une décharge d'électricité statique créée lorsqu'une des amarres du dirigeable a touché le sol aurait amorcé la combustion du dihydrogène, réaction du dihydrogène avec le dioxygène de l'air.

Données

- Équation de la réaction modélisant la combustion du dihydrogène :



- Numéros atomiques : H (Z = 1) ; O (Z = 8)

- Énergies de liaison

Liaison	H – H	O = O	O – H
Énergie de liaison (en kJ.mol ⁻¹)	$D_{\text{H-H}} = 436$	$D_{\text{O=O}} = 496$	$D_{\text{O-H}} = 463$

- Volume molaire des gaz à 20°C : $V_m = 24,0 \text{ L.mol}^{-1}$

- Le TNT (trinitrotoluène) est un explosif. On compare souvent les énergies produites lors des explosions en équivalent TNT, l'explosion d'un gramme de TNT libérant une énergie de 4184 J.

2.1. Établir les schémas de Lewis des molécules H₂, O₂ et H₂O.

2.2. Identifier la nature et le nombre de liaisons rompues et formées au cours de la combustion du dihydrogène.

2.3. Combien de tonnes de TNT produiraient une énergie équivalente lors de son explosion à celle produite par l'explosion du dihydrogène contenu dans l'Hindenburg ?

Le candidat est invité à prendre des initiatives et à présenter la démarche suivie même si elle n'a pas abouti.

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

ANNEXE A RENDRE AVEC LA COPIE

Question 1.5 :

Équation de la réaction		$\text{Mg}_{(s)} + 2 \text{H}^+_{(aq)} \rightarrow \text{Mg}^{2+}_{(aq)} + \text{H}_{2(g)}$			
État du système	Avancement (mol)	$n(\text{Mg})$	$n(\text{H}^+)$	$n(\text{Mg}^{2+})$	$n(\text{H}_2)$
État initial	0				
État en cours de transformation	x				
État final	$x_{\max}$				