



Données :

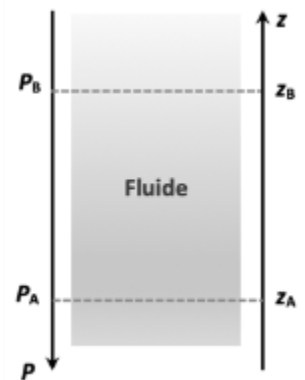
- pression atmosphérique : 1,013 bar ; $1,0 \text{ bar} = 1,0 \times 10^5 \text{ Pa}$;
- masse volumique de l'eau : $\rho = 1,0 \times 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$;
- intensité du champ de pesanteur : $g = 9,81 \text{ N.kg}^{-1}$.

1. Pression à une profondeur donnée

On s'intéresse dans cette partie à la loi fondamentale de la statique des fluides pour modéliser l'évolution de la pression atmosphérique en fonction de l'altitude. Cette loi précise que pour un fluide au repos incompressible de masse volumique ρ , la différence de pression entre deux points, A et B, s'exprime par la relation : $P_B - P_A = \rho \times g \times (z_A - z_B)$

Dans cette relation :

- la masse volumique ρ s'exprime en kg.m^{-3} ;
- l'intensité de pesanteur g s'exprime en N.kg^{-1} ;
- les altitudes z_A et z_B s'expriment en m et sont repérées sur un axe vertical ascendant Oz.



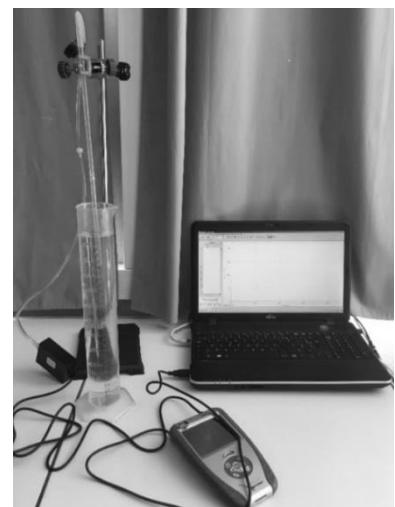
1.1. Décrire qualitativement comment la pression dans l'eau évolue lors de la descente du plongeur dans la fosse.

1.2. Justifier, à l'aide de la relation de la statique des fluides, la phrase : « À 20 mètres de profondeur, elle est ainsi le triple de la pression atmosphérique (c'est-à-dire la pression qui règne à la surface de l'eau plus la pression due à la couche d'eau). »

Il est possible de vérifier la loi fondamentale de la statique des fluides au laboratoire. Pour cela, on réalise une série de mesures de la pression P au sein d'un liquide en fonction de la profondeur h à l'aide du dispositif ci-contre.

Le protocole expérimental est le suivant :

- déplacer verticalement, dans une éprouvette contenant un liquide, un tube de verre relié à un tuyau souple branché à un capteur de pression lui-même relié à une interface d'acquisition. Ce capteur mesure la pression en kPa ;
- faire une première mesure de pression à la surface ;
- relever ensuite les valeurs de pression pour des profondeurs croissantes en descendant progressivement le tube en verre dans l'éprouvette ;
- les valeurs mesurées permettent de représenter le graphe P en fonction de h à l'aide d'un tableur. On obtient alors une droite modélisée par le tableur par l'équation mathématique suivante :



$$P = 9,771 \times 10^3 \times h + 101,3 \times 10^3 ; P \text{ est exprimée en Pa et } h \text{ en m.}$$

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

- 1.3. Que représente la valeur de la pression P_0 à la profondeur $h = 0$ m ?
- 1.4. Expliquer pourquoi les mesures expérimentales sont compatibles avec la loi fondamentale de la statique des fluides.
- 1.5. Citer des sources d'erreurs possibles dans ce protocole expérimental.

2. Autonomie d'un plongeur

Lors de la plongée en bouteille le détendeur permet au plongeur de respirer de l'air à la même pression que la pression à la profondeur où il se trouve. Mais toute plongée en bouteille s'effectue avec une quantité limitée d'air. Il est donc indispensable de savoir contrôler la consommation de cette quantité d'air au cours de la plongée afin de pouvoir effectuer une remontée et d'éventuels paliers. Cela passe par l'évaluation de son autonomie en air en fonction de la profondeur. Il existe différentes méthodes de calcul de l'autonomie, la plus simple consiste à calculer le volume d'air disponible à la profondeur donnée et de tenir compte de l'air consommé par minutes.

D'après www.cdp-plongee.com

- 2.1. On note V_1 le volume d'air disponible dans la bouteille de plongée lorsqu'elle est mise sous pression à la pression P_1 et V_2 celui d'air disponible pour le plongeur lorsque qu'il est à la pression P_2 . Les températures sont supposées identiques dans les deux situations. En utilisant la loi de Mariotte, écrire la relation liant V_1 , P_1 , V_2 et P_2 .
- 2.2. En supposant que la consommation en volume d'air du plongeur reste toujours la même au cours de la plongée, expliquer sans calcul comment l'autonomie en air du plongeur évolue avec la profondeur.
- 2.3. Le plongeur dispose d'une bouteille de plongée d'une capacité de 12 litres mise sous pression à la pression initiale de 200 bars. En utilisant la loi de Mariotte, calculer la durée durant laquelle le plongeur peut rester dans la fosse à 20 m de profondeur sachant qu'il consomme 15 litres d'air par minute.

En réalité le plongeur doit toujours calculer son autonomie en tenant compte d'une marge de sécurité. Pour remonter en surface en ayant conservé une pression de 50 bars dans sa bouteille : c'est ce qu'on appelle communément « la réserve ».

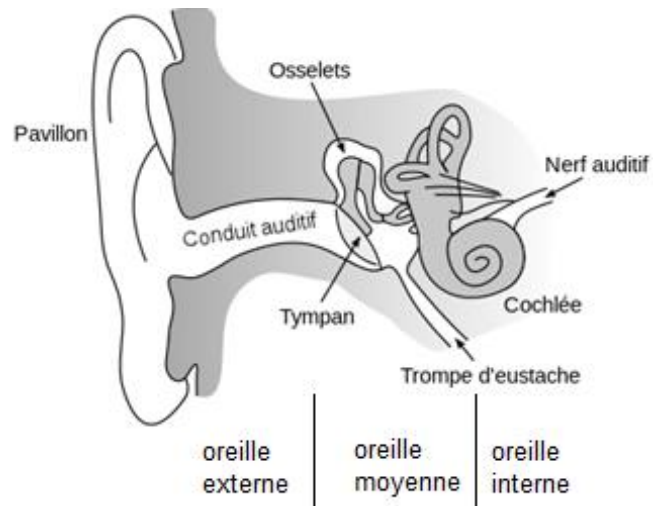
- 2.4. La prise en compte de cette réserve réduit-elle ou augmente-t-elle la durée de la plongée ? Justifier sans calcul.

3. La manœuvre de Valsalva

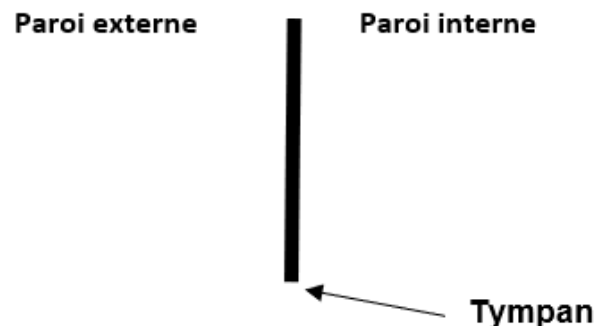


En plongée, la différence de pression de part et d'autre du tympan peut provoquer une vive douleur. La manœuvre de Valsalva consiste à souffler par le nez, bouche fermée et nez pincé afin de faire pénétrer de l'air dans l'oreille moyenne. L'air extérieur passe par la trompe d'Eustache.

<https://fr.wikibooks.org>



- 3.1.** Rappeler la relation entre la pression P , la norme F de la force pressante et l'aire S de la surface sur laquelle elle s'exerce.
- 3.2.** Évaluer la valeur de la norme de la force pressante F_1 exercée par l'air emprisonné dans l'oreille moyenne à la pression de 1,0 bar sur la paroi interne du tympan dont la surface est de 70 mm^2 .
- 3.3.** La valeur de la norme de la force pressante F_2 exercée par l'eau sur la paroi externe du tympan pour un plongeur situé à 20 m de profondeur est de 21 N.
- 3.4.** Reproduire sur la copie et compléter le schéma ci-dessous, en représentant les forces pressantes exercées sur le tympan :
 - $\vec{F}_1$ la force pressante exercée par l'air emprisonné dans l'oreille moyenne ;
 - $\vec{F}_2$ la force pressante exercée par l'eau sur la paroi externe du tympan.
 Échelle : 1 cm pour 7 N.



En déduire pourquoi le plongeur ressent une vive douleur lors de la descente.

- 3.5.** Expliquer pourquoi la manœuvre de Valsalva permet de compenser la pression de l'eau introduite dans le conduit auditif.

PARTIE B



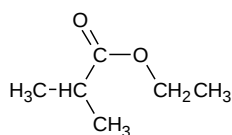
Des esters qui flattent nos cellules olfactives (10 points)

Les esters sont des espèces chimiques qui ont souvent une odeur agréable (rose, jasmin, lavande...). Ils sont parfois à l'origine d'arômes naturels fruités et sont très fréquemment synthétisés pour être utilisés comme arômes alimentaires.

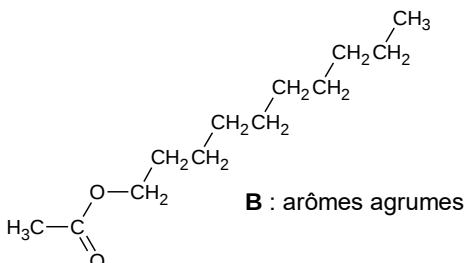
L'un des enjeux est désormais de produire les espèces chimiques en respectant les critères de la chimie verte, notamment en utilisant moins de solvants, des réactifs et solvants peu toxiques, en produisant moins de déchets et en économisant l'énergie. Les synthèses réalisées sous micro-ondes répondent aux critères de la chimie verte et sont de plus en plus utilisées à l'échelle du laboratoire, mais également à l'échelle industrielle.

Cet exercice propose d'étudier quelques esters présents dans les arômes alimentaires et de comparer les rendements d'une estérification effectuée selon deux protocoles, l'un effectué avec un chauffage usuel et l'autre sous micro-ondes.

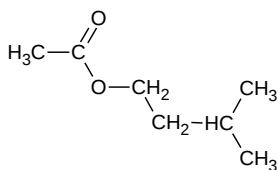
Esters présents dans des arômes alimentaires.



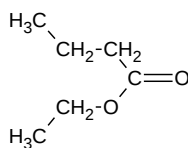
A : arôme de fraise



B : arômes agrumes



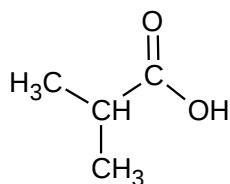
C : arôme de banane



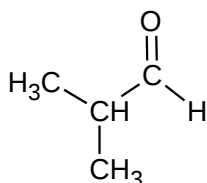
D : arôme d'ananas

1. L'arôme de fraise

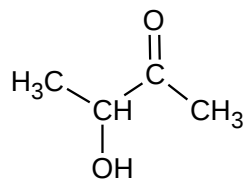
L'acide méthylpropanoïque est l'un des réactifs utilisés pour la synthèse de l'ester A, il est présent parmi les trois composés oxygénés E, F et G dont les formules semi-développées sont données ci-dessous.



E



F



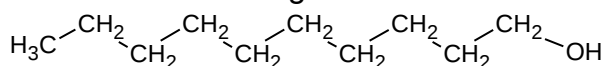
G

1.1. Recopier les formules des molécules de ces trois composés, puis entourer et nommer les familles de composés associées.

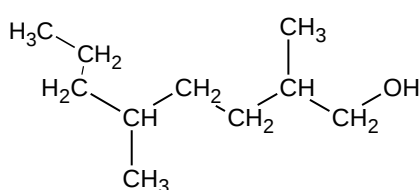
1.2. Identifier l'acide méthylpropanoïque parmi les trois composés **E**, **F** et **G**. Justifier son nom.

2. L'arôme d'agrumes

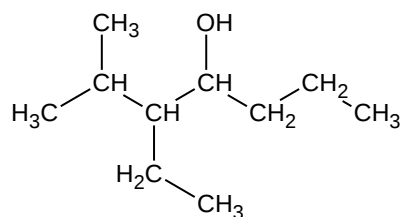
Le composé **H**, dont une formule est représentée ci-après, est un des réactifs utilisés pour synthétiser l'ester **B** à l'arôme d'agrumes.



H



I



J

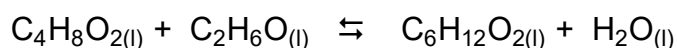
2.1. Les composés **H**, **I** et **J** sont-ils des isomères ? Justifier.

2.2. Le composé **H** est appelé décan-1-ol. Justifier son nom.

2.3. Représenter, sur votre copie, la formule topologique du composé **I**, puis entourer sa chaîne carbonée la plus longue et nommer le(s) groupe(s) substitué(s) sur cette chaîne et caractéristique(s) éventuel(s).

3. Synthèse d'un ester à l'arôme d'ananas : comparaison des rendements obtenus par deux protocoles différents

L'équation de la réaction modélisant la synthèse de l'ester **D** de formule brute $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_2$ présent dans l'arôme d'ananas est :



Données

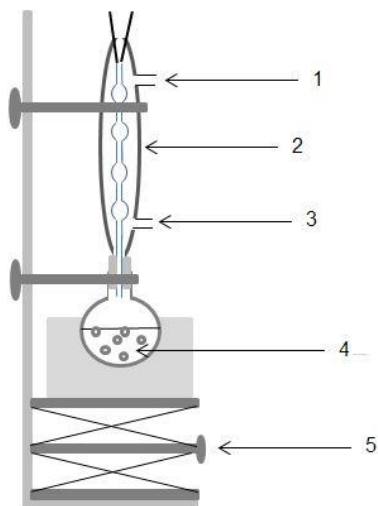
Caractéristiques physiques de quelques composés

	Éthanol	Acide butanoïque	Ester D
Solubilité dans l'eau	forte	forte	faible
Température d'ébullition (°C)	79	164	121
Masse volumique (g.cm ⁻³)	0,79	0,96	0,88
Masse molaire (g.mol ⁻¹)	46	88	116

Il est possible de réaliser la synthèse de l'ester D selon deux protocoles.

Protocole n°1 : synthèse par chauffage à reflux

Ce protocole permet d'obtenir un rendement maximal de 67% si les deux réactifs sont introduits en quantités de matière égales. Pour l'augmenter, il est possible entre autres, d'introduire l'un des réactifs en excès. C'est le choix fait dans le protocole qui suit.



- Introduire dans un ballon, 40,0 mL d'éthanol, 40,0 mL d'acide butanoïque et 1,0 mL d'acide sulfurique concentré.
- Chauffer à reflux pendant 30 min
- Refroidir jusqu'à température ambiante puis verser le contenu du ballon dans un bécher contenant 100 mL d'eau salée.
- Transvaser le mélange dans une ampoule à décanter.
- Isoler et laver la phase organique. On obtient une masse de 35,7 g d'ester.

Protocole n°2 : synthèse sous micro-ondes

Pour ce protocole, on choisit délibérément de mélanger les deux réactifs en quantités de matière égales.

- Introduire dans un bécher, 25,4 mL d'éthanol (soit $4,36 \times 10^{-1}$ mol), 40 mL d'acide butanoïque (soit $4,36 \times 10^{-1}$ mol) et 1 mL d'acide sulfurique concentré.
- Placer le bécher dans le four à micro-ondes et irradier la solution par de courtes périodes à 1000 W.
- Transvaser le mélange dans une ampoule à décanter.
- Isoler et laver la phase organique. On obtient une masse de 47,5 g d'ester.



- 3.1.** Étude du protocole n°1
 - 3.1.1.** Légender le schéma du dispositif de chauffage à reflux en attribuant à chaque chiffre (1, 2, 3, 4, 5), l'indication la plus pertinente. Et décrire le rôle de chacun de ces éléments
 - 3.1.2.** Expliquer l'intérêt de verser, après les 30 min de chauffage, le mélange réactionnel refroidi dans de l'eau salée.
- 3.2.** Détermination du rendement obtenu en suivant le protocole n°1
 - 3.2.1.** Déterminer le réactif limitant lors de la mise en œuvre du protocole n°1.
 - 3.2.2.** En déduire le rendement de la synthèse. Commenter.
- 3.3.** Calculer le rendement de la synthèse obtenu à partir du protocole n°2. Proposer, en quelques lignes, une analyse comparative critique des deux protocoles.