

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 : / /



1.1

ÉVALUATION

CLASSE : Première

VOIE : Générale Technologique Toutes voies (LV)

ENSEIGNEMENT : physique-chimie

DURÉE DE L'ÉPREUVE : 2 h

CALCULATRICE AUTORISÉE : Oui Non

Ce sujet contient des parties à rendre par le candidat avec sa copie. De ce fait, il ne peut être dupliqué et doit être imprimé pour chaque candidat afin d'assurer ensuite sa bonne numérisation.

Nombre total de pages : 8

PARTIE A

Cloche de plongée (10 points)

À partir du 16^e siècle, les hommes commencent à s'intéresser à la récupération d'épaves et notamment aux trésors qu'elles renferment. Ils imaginent de nouvelles techniques pour respirer sous l'eau tout en résistant à la pression. Parmi les engins inventés : la cloche de plongée. Il s'agit d'un simple tonneau ouvert vers le bas et lourdement lesté, pouvant contenir plusieurs plongeurs. Elle est descendue à la verticale et posée sur ou près du fond. En 1690, le physicien anglais Edmund HALLEY, qui a également découvert la célèbre comète de Halley, améliore le principe de la cloche de plongée. Elle est actuellement encore utilisée pour véhiculer du matériel et du personnel entre la surface et des zones de travail subaquatiques.

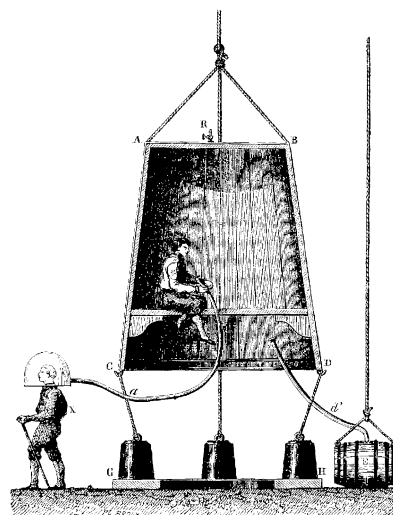


Schéma de la cloche de Halley

On modélise une cloche de plongée par un cylindre sans plancher dont la surface de la base S est égale à $1,0 \text{ m}^2$ et la hauteur H à $2,4 \text{ m}$. Avant d'être immergée dans l'eau, la cloche est entièrement remplie d'air à la pression atmosphérique $p_{\text{atm}} = 1,013 \times 10^5 \text{ Pa}$. On considère que la quantité d'air, ainsi que la température, restent constantes au cours de l'immersion de la cloche.



Données :

- masse volumique de l'eau de mer dans laquelle la cloche est immergée :
 $\rho = 1,02 \times 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$;
- intensité de la pesanteur : $g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$.

1. Étude expérimentale de la loi de Mariotte

Pour modéliser le comportement de l'air dans la cloche, on utilise le matériel photographié ci-contre. La pression P de l'air emprisonné dans la seringue est relevée pour différentes valeurs du volume V du corps de la seringue. On suppose que la température de l'air reste constante.



Les résultats obtenus sont rassemblés dans le tableau ci-dessous :

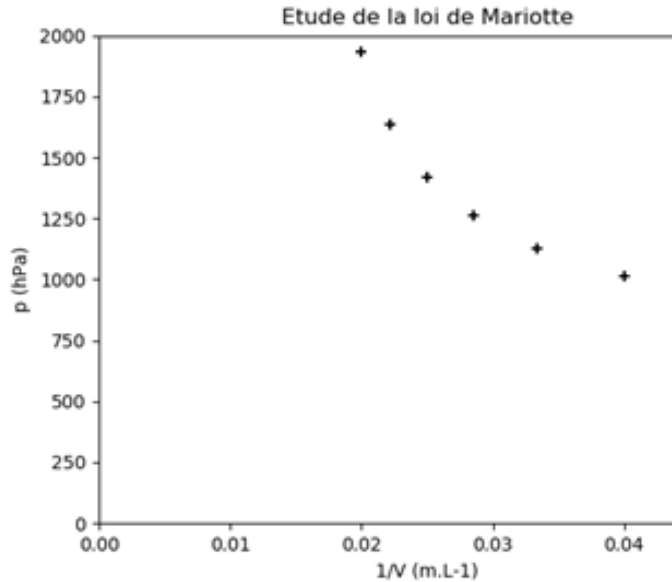
| | | | | | | |
|------------------------|------|------|------|------|------|------|
| P (hPa) | 1011 | 1127 | 1261 | 1419 | 1633 | 1932 |
| V (cm ³) | 50 | 45 | 40 | 35 | 30 | 25 |

- 1.1. Quelle précaution doit-on prendre pour s'assurer que la température de l'air reste la même lors de chaque mesure ?
- 1.2. Énoncer la loi de Mariotte relative au produit de la pression P par le volume V d'un gaz pour une quantité de matière donnée et une température constante.
- 1.3. On utilise un programme écrit en langage Python pour tracer la courbe donnant la pression P en fonction de l'inverse du volume V . Un extrait de ce programme est donné ci-après.

```
pression = [1011,1127,1261,1419,1633,1932]
volume = [25,30,35,40,45,50]
invVolume = [ ]
pyplot.axis([0,0.05,0,2000])
pyplot.xlabel(" 1/V (mL-1)")
pyplot.ylabel("p (hPa) »)
pyplot.title("Etude de la loi de Mariotte »)
for i in range (0,6) :
    invVolume.append(1/volume[i])
pyplot.scatter (invVolume,pression,color='black',marker='+')
pyplot.show ( )
```



Le tracé obtenu suite à l'exécution du programme est reproduit ci-après :



1.3.1. La courbe obtenue est-elle cohérente avec la loi de Mariotte ? Justifier.

1.3.2. Identifier l'erreur commise dans le programme.

1.4. Exploiter, par une méthode au choix, les résultats expérimentaux obtenus afin de tester la loi de Mariotte.

2. Fonctionnement de la cloche de plongée

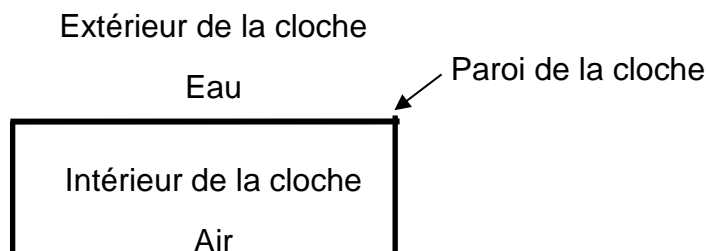
2.1. Force pressante exercée par l'eau de mer sur la surface horizontale supérieure de la cloche immergée à 18 m de profondeur.

2.1.1. La loi fondamentale de la statique des fluides reliant la différence de pression $p_A - p_B$ entre deux points A et B d'un fluide incompressible à ρ , g , et $z_B - z_A$, s'écrit $p_A - p_B = \rho.g.(z_B - z_A)$; z_A et z_B étant les ordonnées des points A et B sur un axe des z orienté suivant la verticale ascendant. Décrire, en le justifiant, l'évolution de la pression en fonction de la profondeur.

2.1.2. Montrer que la pression p_{18} de l'eau de mer à 18 m de profondeur est égale à $2,8 \times 10^5$ Pa.

2.1.3. En déduire la valeur de la force pressante F qui modélise l'action exercée par l'eau de mer sur la surface horizontale supérieure d'aire S de la cloche immergée à 18 m de profondeur.

2.1.4. Montrer que la valeur de cette force pressante est égale à celle du poids d'une masse environ égale à 29 t. Commenter.





2.2. En comparant qualitativement la pression de l'air dans la cloche immergée et la pression atmosphérique, expliquer pourquoi le niveau de l'eau à l'intérieur de la cloche augmente lorsque celle-ci est immergée.

On considère que la quantité d'air, ainsi que la température, restent constantes au cours de l'immersion de la cloche.

2.3. On néglige la variation de la pression de l'eau sur la hauteur de la cloche.

2.3.1. Déterminer la valeur du volume d'air V_0 contenu initialement dans la cloche cylindrique de section S et de hauteur H .

2.3.2. Déterminer, en utilisant la loi de Mariotte, le volume V_{18} d'air contenu dans la cloche à 18 m de profondeur.

2.3.3. En déduire de quelle hauteur h_{18} est montée l'eau dans la cloche.

PARTIE B

Le vert malachite (10 points)

Le vert malachite est une espèce chimique organique artificielle. Son nom évoque la malachite, qui est une roche dont la couleur bleu-vert est proche de celle de cette espèce chimique. Le vert malachite est utilisé comme indicateur coloré mais aussi dans le traitement d'infections bactériennes des poissons en pisciculture et en aquariophilie.



Cet exercice a pour objectif d'étudier :

- la synthèse du vert malachite ;
- certaines précautions d'utilisation du vert malachite en aquariophilie.

Données

Caractéristiques du vert malachite :

- formule brute : $C_{23}H_{25}N_2Cl$; masse molaire $M = 364,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

Table simplifiée en spectroscopie infrarouge :

| Liaison | Nombre d'onde (cm^{-1}) | Intensité |
|---|------------------------------------|----------------------|
| O-H libre | 3650 - 3580 | Bande forte et fine |
| O-H liée (pont hydrogène) | 3100 - 3500 | Bande forte et large |
| O-H (acide carboxylique) | 2500 - 3300 | Bande forte et large |
| $C_{\text{tri}}\text{-H}$ (C_{tri} : carbone trivalent) | 3000 - 3100 | Bande moyenne |
| $C_{\text{tet}}\text{-H}$ (C_{tet} : carbone tétravalent) | 2800 - 3000 | Bande forte |

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.)

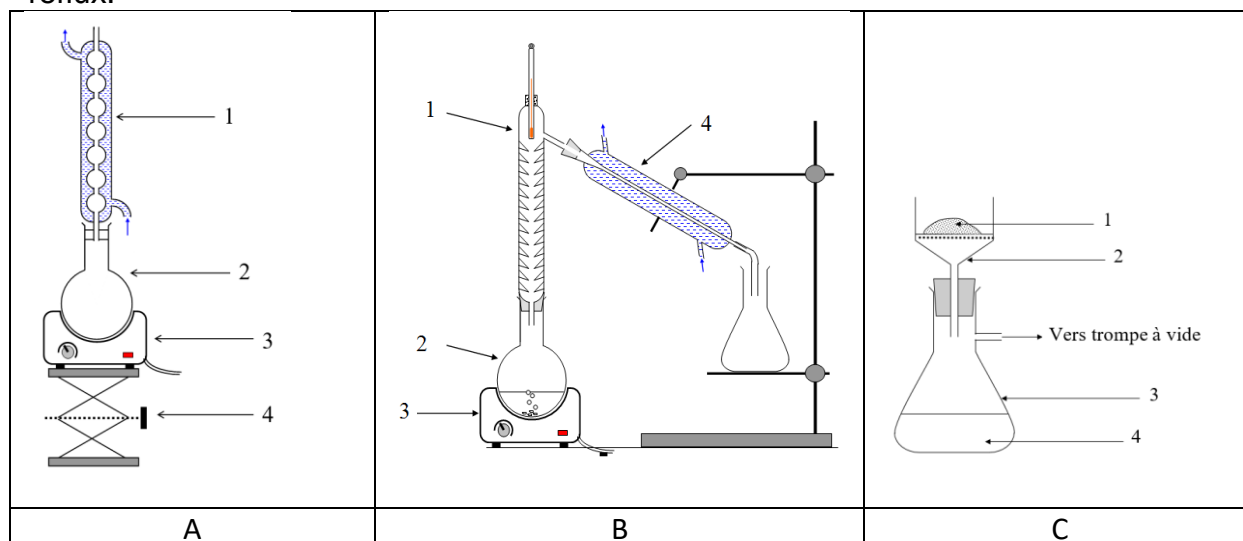
1.1

| | | |
|---|-------------|---------------------------------|
| C-H de CHO (aldéhyde) | 2650 - 2900 | Bande moyenne, parfois 2 bandes |
| C=O (aldéhyde, cétone) | 1650 - 1730 | Bande forte |
| C=O (acide carboxylique) | 1690 - 1760 | Bande forte |
| C=C | 1625 - 1685 | Bande moyenne |
| C _{tet} -H | 1415 - 1470 | Bande forte |
| Liaison carbone-carbone d'un cycle benzénique : $\begin{array}{c} \text{CH}=\text{CH} \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{HC} \quad \text{CH} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{CH}-\text{CH} \end{array}$ | 1450-1600 | Variable, 3 à 4 bandes |

1. Synthèse du vert malachite

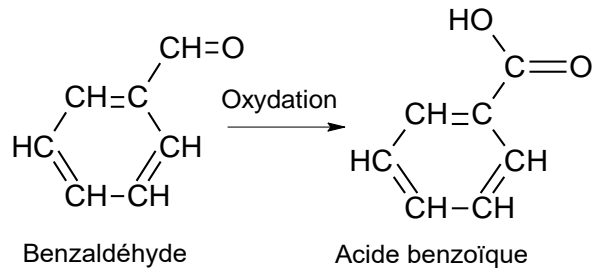
La première étape de la synthèse du vert malachite au laboratoire consiste à chauffer à reflux pendant 10 minutes, le mélange suivant : 4,0 mL de benzaldéhyde, 4,0 mL de diméthylaniline, 3 g de chlorure de zinc et quelques grains de pierre ponce.

1.1. Choisir, parmi les montages suivants, celui qui permet de réaliser un chauffage à reflux.



1.2. Légendez le schéma du montage choisi à la question précédente, en reportant sur votre copie les numéros du schéma.

Un des réactifs de la synthèse est le benzaldéhyde. Le benzaldéhyde est susceptible de s'oxyder à l'air en acide benzoïque lorsque le flacon est ouvert ; la transformation est représentée ci-dessous. Il convient donc de vérifier la pureté du benzaldéhyde avant de l'utiliser comme réactif.



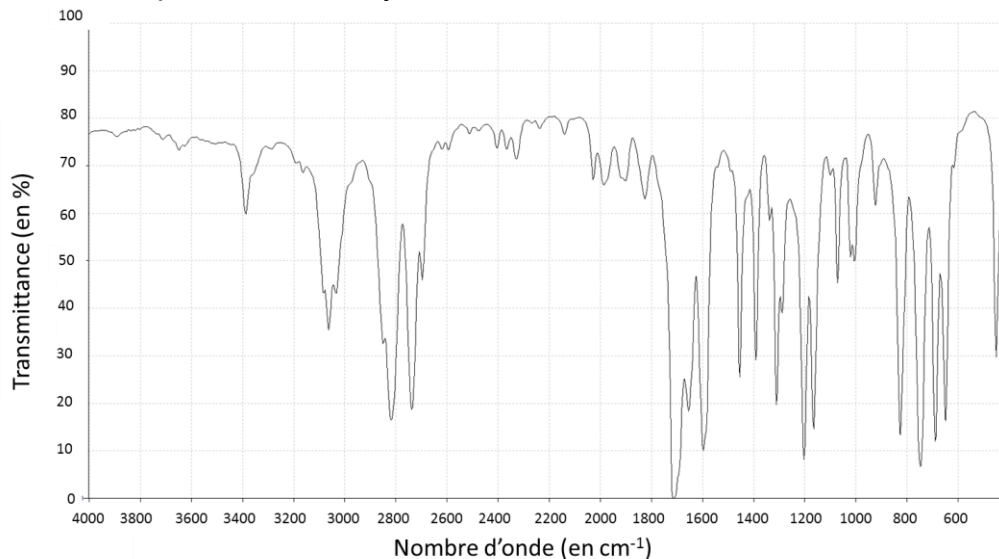
1.3. Reproduire sur votre copie les formules du benzaldéhyde et de l'acide benzoïque, puis pour chacune entourer le groupe caractéristique et l'associer à une famille de composés.

1.4. Après avoir défini une oxydation, justifier que le passage du benzaldéhyde à l'acide benzoïque est une oxydation.

1.5. Associer à chacune des deux molécules (benzaldéhyde et acide benzoïque) l'un des spectres infrarouge reproduits ci-après en expliquant la démarche suivie.

Pour vérifier la pureté du benzaldéhyde dans le flacon entamé, il est possible de mettre en œuvre une chromatographie sur couche mince (CCM).

1.6. Indiquer les dépôts qui pourraient être effectués sur la plaque de chromatographie pour effectuer cette analyse et l'allure du chromatogramme obtenu si le benzaldéhyde est pur ou s'il est partiellement oxydé.



Spectre 1 (d'après le logiciel de simulation Specamp)

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

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

Prénom(s) :

N° candidat :

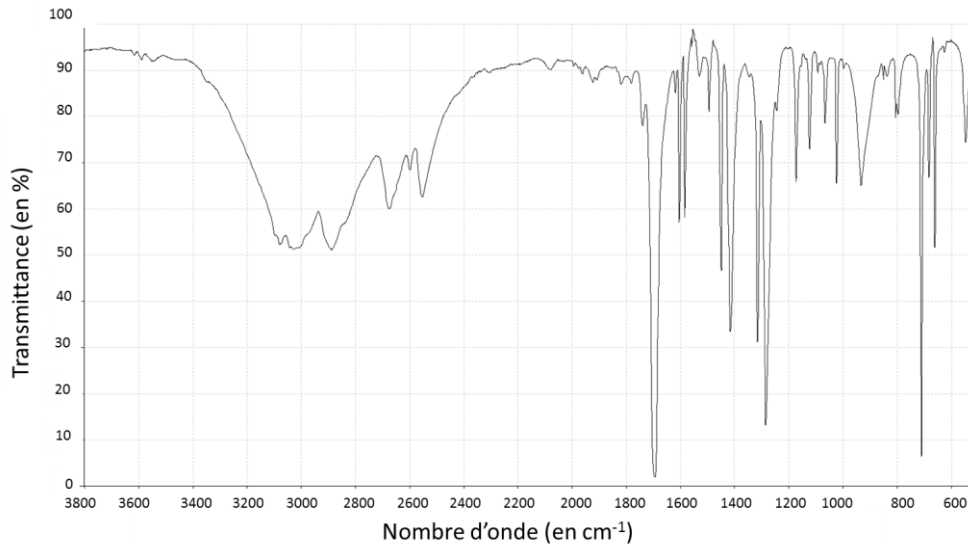
N° d'inscription :



Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1



Spectre 2 (d'après le logiciel de simulation Specamp)

2. Utilisation du vert malachite en aquariophilie

Le vert malachite peut être utilisé comme traitement contre la maladie des « points blancs » contractée par les poissons dans les bassins d'eau douce, mais il est nécessaire d'éliminer le surplus de vert malachite à la fin du traitement en utilisant du charbon actif. Pour cela, une analyse de l'eau du bassin est réalisée pour déterminer la concentration restante en vert de malachite. Un extrait du cahier de laboratoire du technicien responsable du bassin est fourni ci-après.

2.1. Déterminer la valeur de la concentration en quantité de matière apportée de vert malachite, de la solution aqueuse fabriquée par le technicien dans l'étape 1.

2.2. Déterminer si la modélisation effectuée à l'étape 3 est en accord avec la loi de Beer-Lambert dont l'énoncé est attendu, ainsi que le nom des grandeurs et des unités.

Le volume du bassin est $V_{\text{bassin}} = 1,2 \times 10^4$ L. On considère ici que 1,0 g de charbon actif peut piéger au maximum 10 mg de vert de malachite.

2.3. Déterminer le nombre de sacs de charbon actif de 500 g que doit utiliser le technicien pour éliminer le vert de malachite restant dans l'eau du bassin.

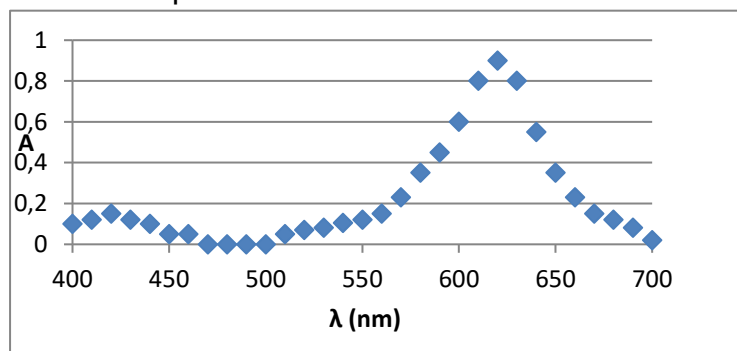
Le candidat est invité à prendre des initiatives et à présenter la démarche suivie même si elle n'a pas abouti.



Extrait du cahier de laboratoire du technicien

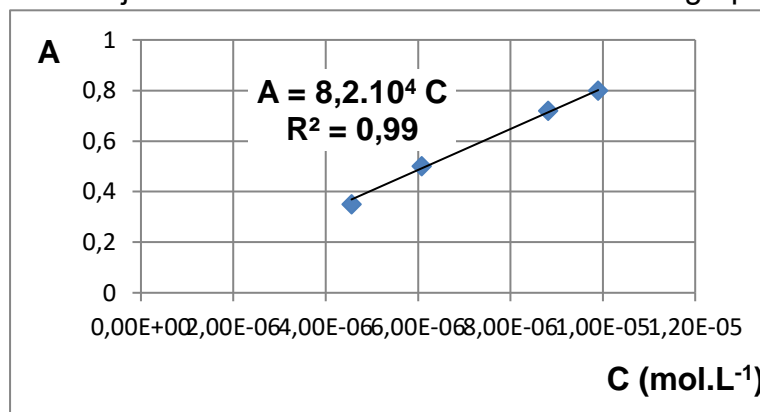
Étape 1 : J'ai préparé un volume $V = 500 \text{ mL}$ d'une solution aqueuse à partir d'une masse $m = 1,8 \text{ mg}$ de vert malachite solide. C'est la solution mère.

Étape 2 : J'ai réalisé le spectre de la solution mère pour pouvoir déterminer la longueur d'onde à choisir pour les mesures suivantes. J'ai obtenu :



Je choisis la longueur d'onde de travail pour la suite : 625 nm .

Étape 3 : Par dilution de la solution mère j'ai préparé une gamme étalon de quatre solutions dont j'ai mesuré l'absorbance A . J'obtiens le graphe suivant :



Étape 4 : J'ai mesuré l'absorbance de l'eau du bassin à la même longueur d'onde que les mesures précédentes. J'ai trouvé $A_{\text{eau-bassin}} = 0,67$