

Modèle CCYC : ©DNE Nom de famille (naissance) : (Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)	
Prénom(s) :	
N° candidat :	
Né(e) le :	(Les numéros figurent sur la convocation.) / /
	N° d'inscription :

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

Goût et couleur du sirop de menthe (10 points)

La plupart des sirops de menthe commerciaux partagent un goût mentholé et une couleur verte.

L'objectif de l'exercice est d'une part d'étudier des voies de synthèse de deux molécules au goût mentholé - la menthone et l'éthanoate de menthyle- et d'autre part, de proposer une méthode de dosage d'un colorant présent dans le sirop, le bleu patenté V, afin d'estimer la quantité maximale de sirop qui peut être consommé sans risque pour la santé.

1. Goût de menthe : le menthol et ses dérivés

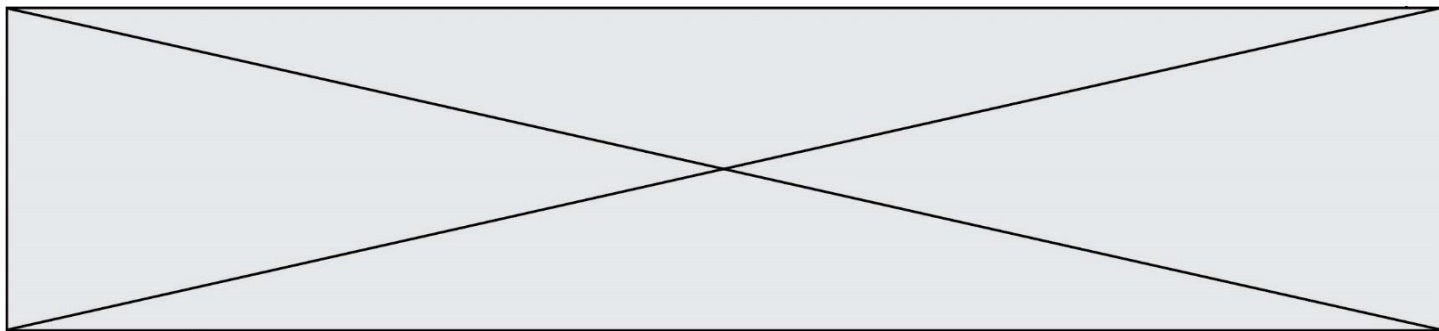
Le menthol tire son nom de l'essence de menthe. C'est un composé qui est utilisé fréquemment dans les industries agroalimentaire, pharmaceutique et cosmétique.

La menthone, qui entre dans la composition de certains parfums et arômes naturels, est obtenue par oxydation en milieu acide du menthol.

L'éthanoate de menthyle, présent dans l'huile essentielle de menthe, contribue à l'odeur et au goût de la menthe poivrée. Il peut être obtenu à partir d'acide éthanoïque et de menthol.

Données :

- Formules brutes et semi-développées du menthol, de la menthone et de l'éthanoate de menthyle :



menthol	menthone	éthanoate de menthyle
$C_{10}H_{20}O$	$C_{10}H_{18}O$	$C_{12}H_{22}O_2$

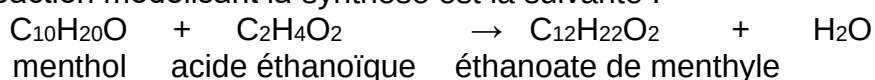
1.1. Indiquer les familles de composés auxquelles appartiennent le menthol, la menthone. Justifier.

1.2. La menthone peut être obtenue au laboratoire par oxydation du menthol par le trioxyde de chrome CrO_3 .

Écrire la demi-équation électronique associée au couple menthone / menthol et justifier que le terme d'oxydation pour le passage du menthol à la menthone.

1.3. Synthèse de l'éthanoate de menthyle à partir d'acide éthanoïque et de menthol.

L'équation de la réaction modélisant la synthèse est la suivante :



Protocole de synthèse en laboratoire :

- étape 1 : verser dans un ballon 15,6 g de menthol, puis, avec précaution, 11,0 mL d'acide éthanoïque pur, et enfin, quelques gouttes d'acide sulfurique concentré ;
- étape 2 : chauffer à reflux le mélange réactionnel durant 40 minutes environ ;
- étape 3 : verser le mélange obtenu dans un bécher contenant 100 mL de solution aqueuse de chlorure de sodium ;
- étape 4 : extraire la phase organique contenant l'éthanoate de menthyle à l'aide d'une ampoule à décanter ;
- étape 5 : laver la phase organique avec une solution saturée d'hydrogénocarbonate de sodium, on observe une effervescence ;
- étape 6 : agiter prudemment quelques instants en dégazant régulièrement, puis éliminer la phase aqueuse ;
- étape 7 : sécher la phase organique avec du sulfate de magnésium anhydre.

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

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

Prénom(s) :

N° candidat : N° d'inscription :

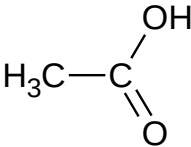
(Les numéros figurent sur la convocation.)

Né(e) le :

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

Quelques propriétés des espèces chimiques de la synthèse

Nom	Formule brute	Masse molaire (g.mol ⁻¹)	Masse volumique (g.mL ⁻¹)	Miscibilité avec l'eau
Menthol	C ₁₀ H ₂₀ O	156	0,89	partielle
Acide éthanoïque 	C ₂ H ₄ O ₂	60	1,05	presque totale
Éthanoate de menthyle	C ₁₂ H ₂₂ O ₂	198	0,92	très faible

- Électronégativités de quelques éléments :
- O : 3,2 C : 2,6 H : 2,2

1.3.1 Justifier le nom de l'acide éthanoïque.

1.3.2 Indiquer l'intérêt d'utiliser un chauffage à reflux durant la synthèse.

1.3.3 Expliquer la très forte miscibilité de l'acide éthanoïque avec l'eau.

1.3.4 Justifier la présence de deux phases dans le bécher à l'issue de l'étape 3 du protocole.

1.3.5 Montrer que le menthol est le réactif limitant.

1.3.6 À la fin de la synthèse on a obtenu un volume égal à 13 mL d'éthanoate de menthyle. Déterminer le rendement de la réaction.

2. Couleur du sirop : dosage du bleu patenté V

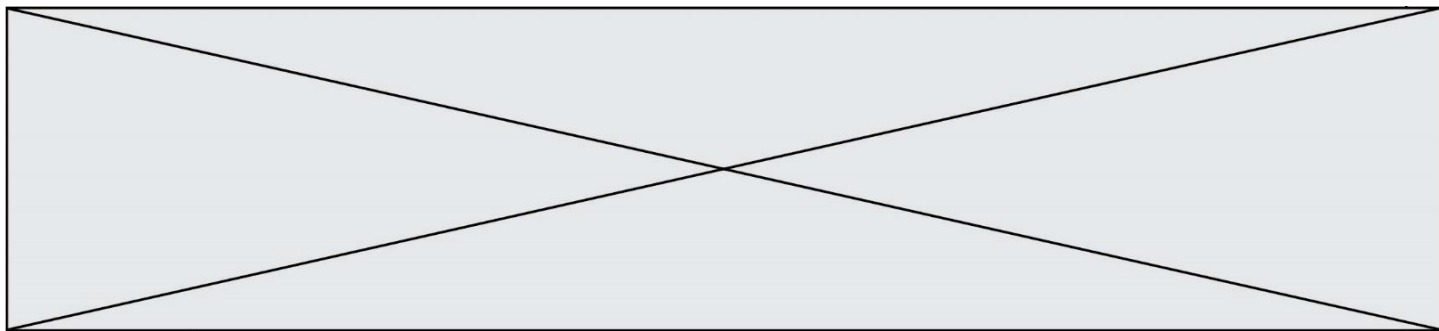
Dans de nombreux sirops commerciaux la couleur verte est obtenue en mélangeant deux colorants couramment utilisés dans l'industrie agroalimentaire : la tartrazine (E102) et le bleu patenté V (E131).

L'Autorité européenne de sécurité des aliments conseille que la consommation de bleu patenté V reste inférieure à 5 mg/kg de masse corporelle par jour pour toute catégorie de population (enfants, adultes, seniors).

<http://www.efsa.europa.eu/fr/efsajournal/pub/2818>

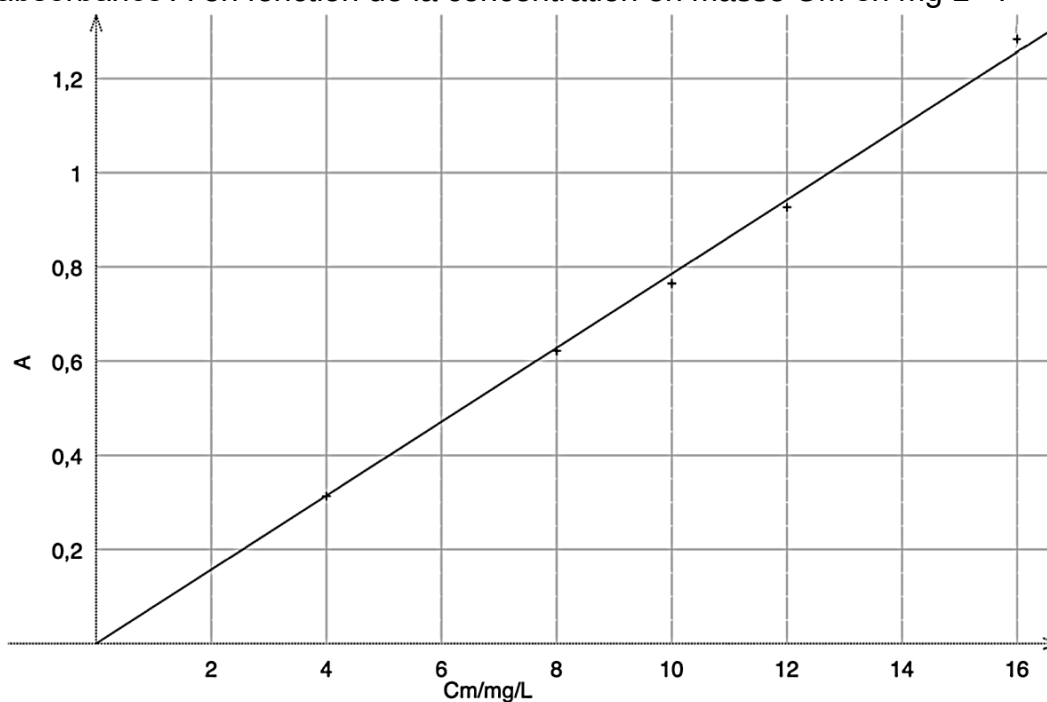
Pour déterminer le risque de dépasser cette recommandation européenne, on se propose d'effectuer un dosage du bleu patenté V dans un sirop commercial.

On prépare l'échelle de teinte suivante à partir d'une solution mère de bleu patenté V, notée S₀, de concentration en masse égale à 16 mg·L⁻¹ :



Solution fille	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄
Concentration en masse	12 mg·L ⁻¹	10 mg·L ⁻¹	8,0 mg·L ⁻¹	4,0 mg·L ⁻¹

On mesure l'absorbance de chaque solution à la longueur d'onde 630 nm où seul le bleu patenté V absorbe. Après modélisation, on obtient le graphique représentant l'absorbance A en fonction de la concentration en masse C_m en $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$:



Absorbance en fonction de la concentration en masse en bleu patenté V

Le fabricant de sirop conseille de diluer 7 fois le sirop (on ajoute de l'eau au sirop jusqu'à obtenir un volume 7 fois plus important que le volume du sirop pur) pour une dégustation optimale. La mesure de l'absorbance à 630 nm du sirop dilué 7 fois est égale à $A = 0,512$.

- 2.1. En déduire la concentration en masse en bleu patenté V du sirop dilué.
- 2.2. Pour une personne de 60 kg, déterminer le volume maximal de sirop dilué qu'elle peut ingérer en suivant la recommandation de l'Autorité européenne de sécurité. Conclure.

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

PARTIE B

Un ballon pour les compétitions internationales de football (10 points)

La loi 2 de l'International Football Association Board a fixé les caractéristiques d'un ballon utilisé pour les compétitions internationales : le ballon doit être sphérique, en cuir ou dans une autre matière adéquate, avoir un diamètre de 22 cm et la pression de l'air dans le ballon doit être comprise entre $1,6 \times 10^5$ Pa et $2,1 \times 10^5$ Pa.

D'après <http://www.theifab.com/fr/laws/chapter/22/section/31/>

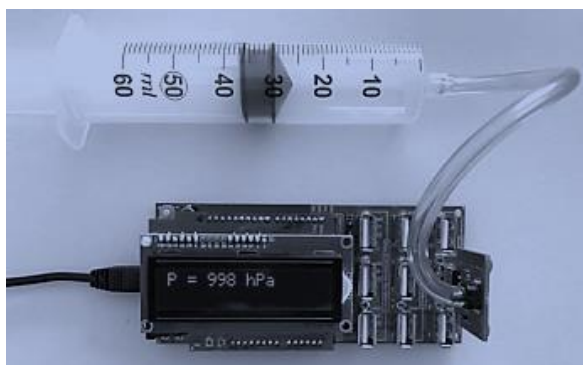
L'objectif de cet exercice est d'étudier le gonflage d'un ballon et son utilisation dans des lieux de compétitions d'altitude différente. Nous nous intéresserons ainsi à deux lois liées à cette situation : la loi de Mariotte, qui permet d'étudier le gonflage et la loi de statique des fluides qui permet de réfléchir à l'influence de l'altitude sur le gonflage.

1. Étude expérimentale et utilisation de la loi de Mariotte.

Une expérience est menée au laboratoire pour tester la loi de Mariotte à l'aide d'un microcontrôleur et d'un capteur de pression.

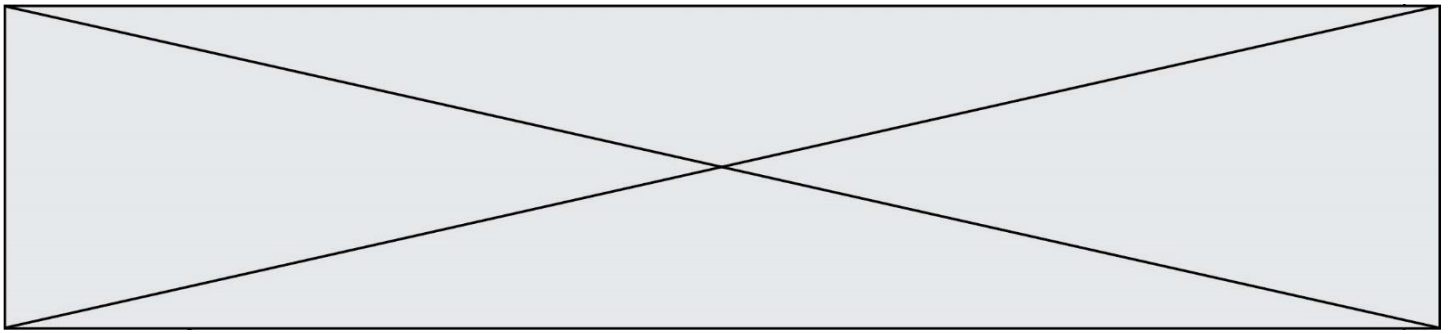
On suit le protocole expérimental suivant :

- ① remplir initialement une seringue avec 30 cm³ d'air ;
- ② relier la seringue au capteur de pression connecté à un microcontrôleur ;
- ③ téléverser le programme « Mesure Pression » présenté ci-dessous dans le microcontrôleur ;
- ④ faire varier le volume du gaz dans la seringue et noter alors la valeur de la pression correspondante affichée sur l'écran LCD relié au microcontrôleur.



1.1. Adaptation du programme « Mesure Pression »

Un extrait du programme associé au pilotage du microcontrôleur dans le montage expérimental précédent est donné ci-dessous.



```
28 //Lisez la tension sur la broche analogique A9 puis calculer
29 //la pression en tenant compte des caractéristiques du capteur
30
31 float Pression = (analogRead(A9) * 38 / 1023 + 2.98) * 100 ;
32
33 //Paramétrage de l'écran LCD
34 lcd.clear();
35 lcd.setCursor(0, 0);
36
37 //Affichage de la pression P sur l'écran LCD
38 lcd.print("P = ");
39 lcd.print(Pression, 0);
40 lcd.print(" hPa");
41
42 //Délai d'affichage de 2 secondes entre 2 mesures
43 delay(2000);
44 }
```

1.1.1. Indiquer en quelle unité la pression mesurée par le capteur sera affichée sur l'écran.

1.1.2. Dans le programme, la valeur de la pression est affichée sans décimale. Expliquer comment modifier la ligne 39 du programme pour que la valeur de la pression soit affichée avec 2 décimales.

1.1.3. Expliquer comment modifier la ligne 43 pour que les mesures soient faites toutes les 3 secondes.

1.2. Traitement de mesures obtenues en faisant varier le volume du gaz

Pour chaque volume d'air choisi dans la seringue, le microcontrôleur indique des valeurs de pression toutes les 2 secondes. Ces valeurs sont très proches, mais fluctuent légèrement. Le tableau ci-dessous rassemble les valeurs de la pression P affichée par l'écran LCD du microcontrôleur pour différents volumes du gaz dans la seringue :

$V \text{ (cm}^3\text{)}$	20	25	30	35	40	50
$P \text{ (hPa)}$	1505	1195	998	852	745	600

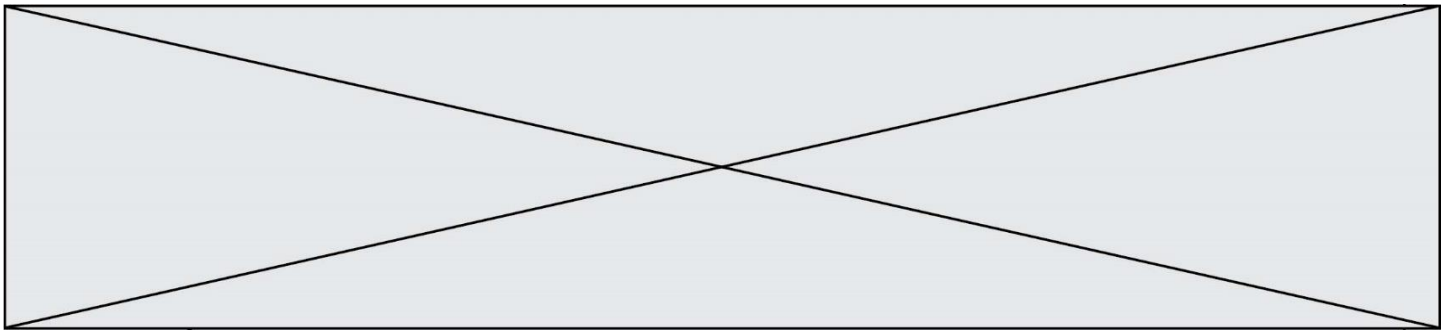
1.2.1. Énoncer la loi de Mariotte.

1.2.2. Exploiter ces mesures pour tester la loi de Mariotte. On explicitera précisément la méthode utilisée.

1.3. Gonflage d'un ballon de football

On utilise un gonfleur électronique de ballon ayant les caractéristiques suivantes :

- débit d'air à l'entrée du gonfleur : 4 litres par minute ;
- arrêt automatique quand la pression souhaitée est atteinte.



2.1. Comparer qualitativement la valeur de la pression au point A à celle au point B.

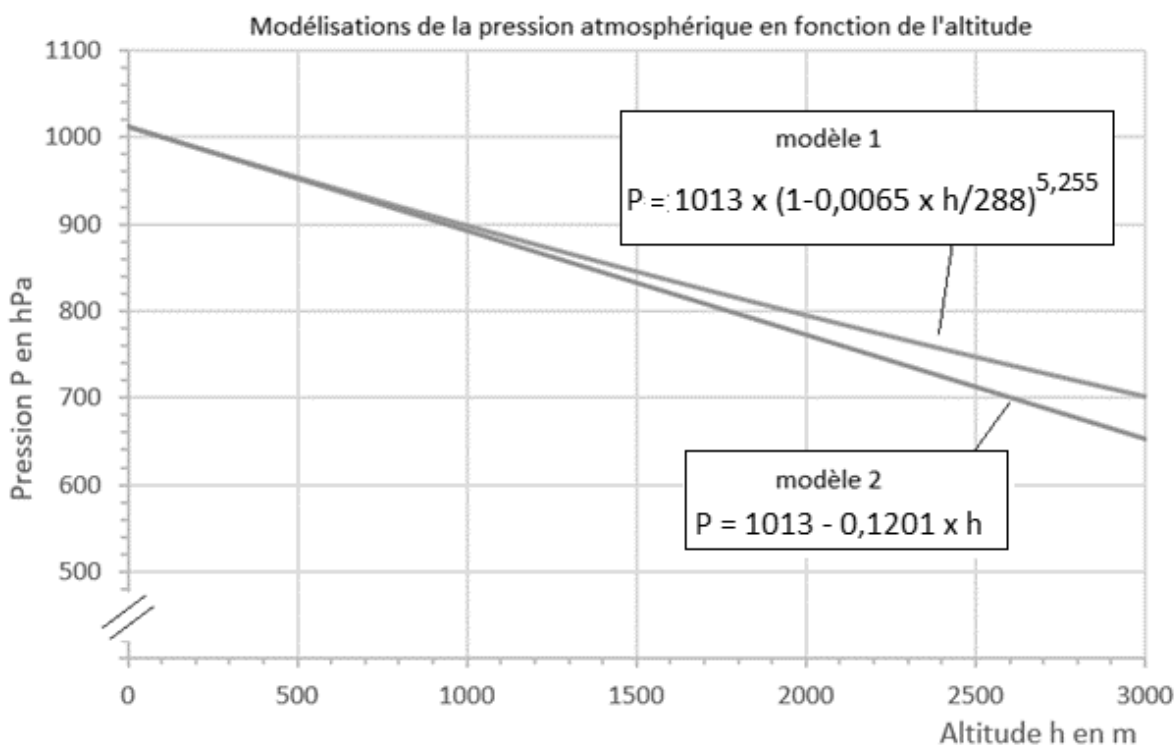
2.2. Évaluer la différence de pression atmosphérique $P_{NY} - P_D$ entre les villes de New York située à 10 mètres d'altitude et de Denver située à 1600 mètres d'altitude. Pour les deux villes, on suppose que la masse volumique de l'air a pour valeur $\rho = 1,1 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ et que l'intensité de la pesanteur a pour valeur $g = 9,8 \text{ N}\cdot\text{kg}^{-1}$.

2.3. Sur le site Planet-Terre de l'École Normale Supérieure de Lyon, différents modèles de l'atmosphère sont proposés.

- **Modèle 1 :** la masse volumique de l'air dépend de la pression et de la température. On suppose que la température varie selon une fonction affine décroissante de l'altitude.

- **Modèle 2 :** la masse volumique de l'air est constante, quelle que soit l'altitude.

Les graphes correspondants à chacun des deux modèles, et représentant l'évolution de la pression atmosphérique en fonction de l'altitude, sont donnés ci-dessous (par souci d'échelle l'axe vertical n'est pas gradué à partir de l'origine).



On considère que ces deux modèles sont équivalents quand les valeurs de pression qu'ils donnent diffèrent entre elles de moins de 5 %.

2.3.1. Auquel des modèles 1 ou 2 est liée la loi fondamentale de la statique des fluides ?

2.3.2. Au vu des graphiques ci-dessus, l'utilisation de cette loi pour répondre à la question **2.2** paraît-elle justifiée ?