

NOM :

Prénom :

**Jeudi 15/11/ 2018**

**DEVOIR SURVEILLÉ N°2**

**1ère S**

Chaque réponse devra être rédigée. Tentez de valider des badges durant ce devoir... mais attention à ne pas en perdre !

### Hydratation lors d'un marathon - D'après Bac Métropole juin 2018

Pendant un effort d'endurance supérieur à 30 minutes, il est parfois conseillé de consommer une boisson isotonique. Le but de cette boisson est d'aider les sportifs à remplacer l'eau, les électrolytes et l'énergie perdues lors de la pratique sportive. Elle contient notamment des "sucres libres" et le colorant E133.

Dans cet exercice, toute ressemblance avec une personne de la #TeampPhysBressuire serait totalement fortuite.

#### Partie 1 : (13,5 points)

##### Document n°1

Une marathonienne, âgée de 49 ans et de masse 60 kg, court le marathon en 4 heures. En moyenne, la perte d'eau est comprise entre 1,5 et 2 L par heure de course. Elle absorbe de 4,25 L de boisson isotonique pendant la course.

Selon l'OMS, la dose journalière admissible (DJA) pour le colorant E133 est de 12,5 mg par kg de masse corporelle.

La quantité de ce colorant dans la boisson isotonique n'est pas indiquée. Pour la déterminer, on réalise l'expérience suivante :

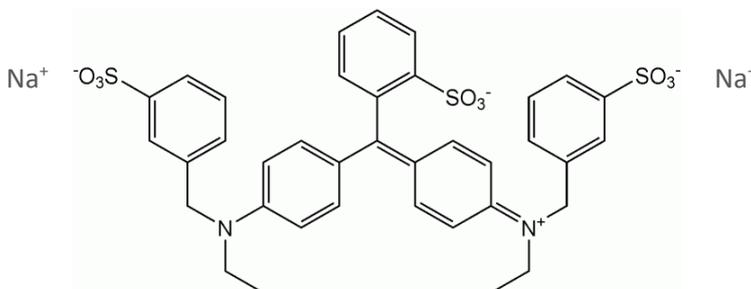
À partir d'une solution mère  $S_0$  de colorant E133 de concentration massique  $C_{m0} = 50$  mg/L, on prépare, par dilution, six solutions filles aqueuses  $S_n$  ( $n$  variant de 1 à 6) de volume  $V_f = 100,0$  mL en prélevant un volume  $V_{0(n)}$  de solution mère.

On mesure l'absorbance de chaque solution fille.

Solution $S_n$	$S_1$	$S_2$	$S_3$	$S_4$	$S_5$	$S_6$
Absorbance $A_n$	0,108	0,197	0,251	0,441	0,752	0,883
Concentration massique $C_{m_n}$ (mg/L)	0,50	1,0	1,5	2,5	4,0	5,0

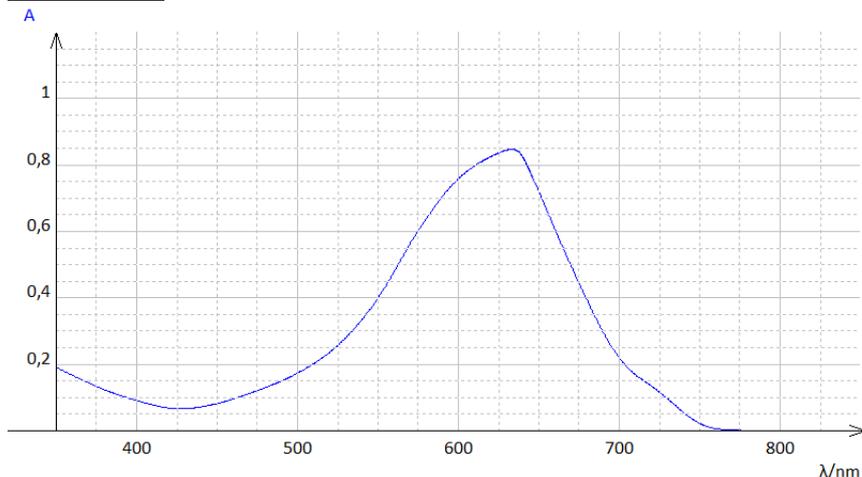
L'absorbance de la boisson est :  $A_{boisson} = 0,799$

##### Document n°2



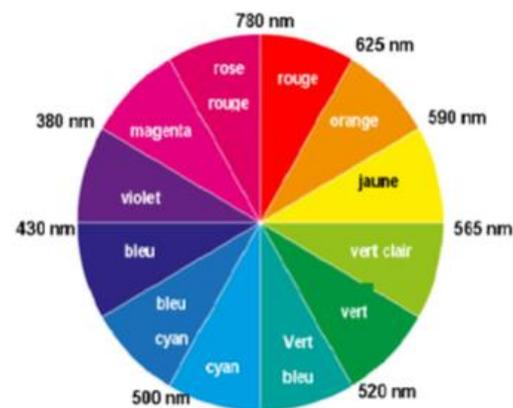
Formule topologique du colorant E133 de formule brute  $C_{37}H_{34}N_2Na_2O_9S_3$

##### Document n°3



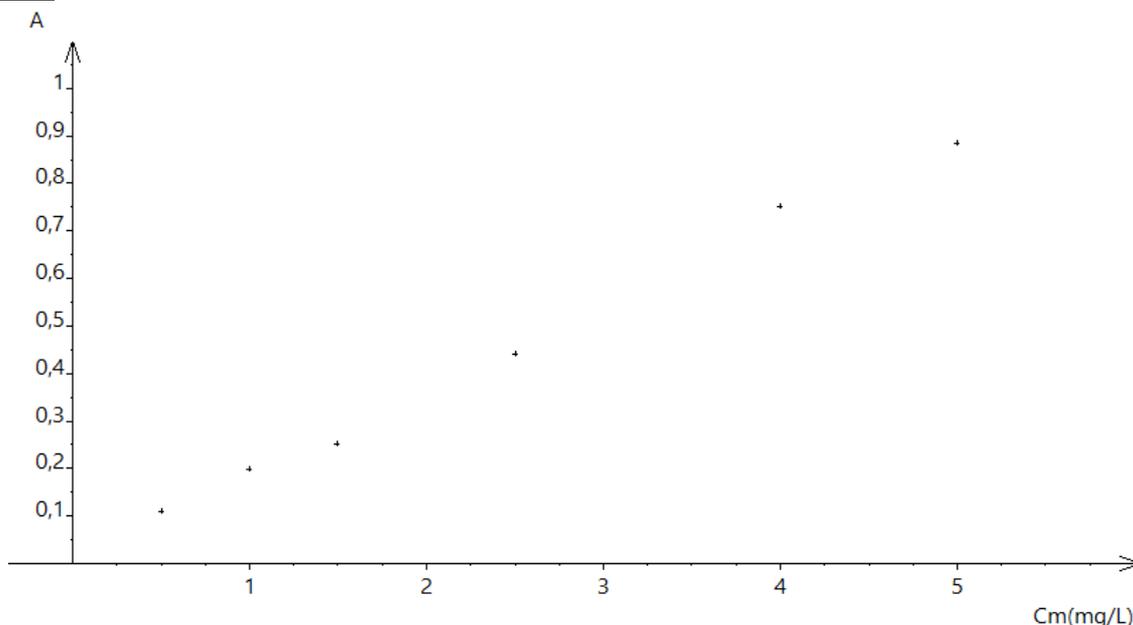
Spectre d'absorbance d'une solution de colorant E133

##### Document n°4



Cercle chromatique

Document n°5



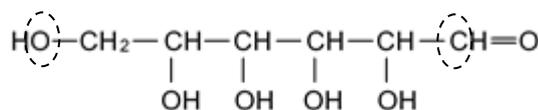
Tracé de l'absorbance d'une solution de colorant E133 en fonction de sa concentration

1. Le colorant E133 est-il une molécule organique ?
2. Justifier, à partir de sa formule topologique, que cette molécule est un colorant.
3. Déterminer la couleur de la solution contenant le colorant E133 à partir de sa courbe d'absorbance.
4. Calculer le volume de solution mère à prélever pour préparer la solution fille  $S_2$ .
5. Rédiger le protocole de préparation de la solution fille  $S_2$ .
6. Indiquer les étapes essentielles à réaliser **avant** de mesurer l'absorbance d'une solution.
7. Tracer la courbe de l'absorbance en fonction de la concentration massique en colorant à partir de la loi de Beer-Lambert. Justifier votre tracé.
8. Déterminer la concentration massique en colorant E133 de la boisson isotonique. Faire apparaître votre démarche.
9. Calculer la masse de colorant absorbée par la marathonnienne durant la course.
10. Calculer la masse de colorant que la marathonnienne ne peut pas dépasser d'après les recommandations de l'OMS.
11. La marathonnienne se met-elle en danger avec cette boisson ? Justifier.

0,5  
1,5  
1,5  
1,5  
2  
1  
1,5  
1  
1,5  
1  
0,5

Partie 2 : (5 points)

Le sucre présent dans la boisson est du glucose de formule semi-développée :

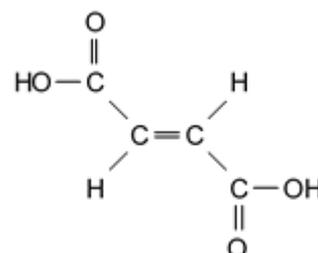


1. Déterminer le nombre de liaisons (ou doublet liants) et doublets non-liants des atomes d'oxygène et de carbone (on donne les numéros atomiques C : Z=6 ; O : Z=8). Justifier toutes vos réponses.
2. Représenter la formule de Lewis de la molécule de glucose.
3. Indiquer le nom de la géométrie autour des 2 atomes entourés sur la formule semi-développée. Justifier chaque géométrie.

2  
1  
2

Partie 3 : (1,5 points)

La boisson isotonique contient également un additif : l'acide fumarique (E297) qui permet de réguler le pH de la boisson. Sa formule est :



1. L'acide fumarique est-il un isomère Z ou E ? Justifier votre réponse.
2. Représenter l'autre isomère.

1  
0,5

# Correction du devoir commun n°2 (1<sup>ère</sup> S)

## Partie n°1

1) Le colorant E133 est une **molécule organique** car elle est **composée** principalement d'**atomes** de **carbone C** et d'**hydrogène H**.

2) Cette **molécule** est un **colorant** car elle est composée de **10 doubles liaisons conjuguées** donc, comme elle possède plus de 7 doubles liaisons conjuguées, elle **absorbe des radiations lumineuses** du **domaine du visible**.

3) D'après la courbe, le **pic d'absorbance** se situe pour une longueur d'onde de **630 nm**, donc la **solution absorbe** essentiellement des **radiations lumineuses rouges**, donc, d'après le cercle chromatique, la **solution** est de couleur **cyan**.

4) Pour calculer le volume de solution mère à prélever, il existe plusieurs méthodes :

1<sup>ère</sup> méthode : détermination à l'aide du facteur de dilution F :

$$\text{On sait : } F_2 = c_{m(0)} / c_{m(2)} = V_f / V_{0(2)}$$

$$\text{donc } V_{0(2)} = V_f \times c_{m(2)} / c_{m(0)} = 100,0 \times 10^{-3} \times 1,0 / 50 = 2,0 \times 10^{-3} \text{ L} = \mathbf{2,0 \text{ mL}}$$

2<sup>ème</sup> méthode : conservation de la masse :  $m_{0(2)} = m_{f(2)}$  donc :  $c_{m(0)} \times V_{0(2)} = c_{m(2)} \times V_f$

$$\text{D'où : } V_{0(2)} = V_f \times c_{m(2)} / c_{m(0)} = 100,0 \times 10^{-3} \times 1,0 / 50 = 2,0 \times 10^{-3} \text{ L} = \mathbf{2,0 \text{ mL}}$$

5) Protocole de préparation de la solution fille S<sub>2</sub> :

- Verser un peu de la solution mère (environ 5 mL) dans un petit bécher.
- A l'aide d'une pipette jaugée de 2 mL, prélever 2 mL de solution mère et les introduire dans une fiole jaugée de 100 mL.
- Remplir d'eau distillée aux 2/3, boucher et agiter.
- Compléter par de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge, boucher et agiter à nouveau pour homogénéiser la solution fille.

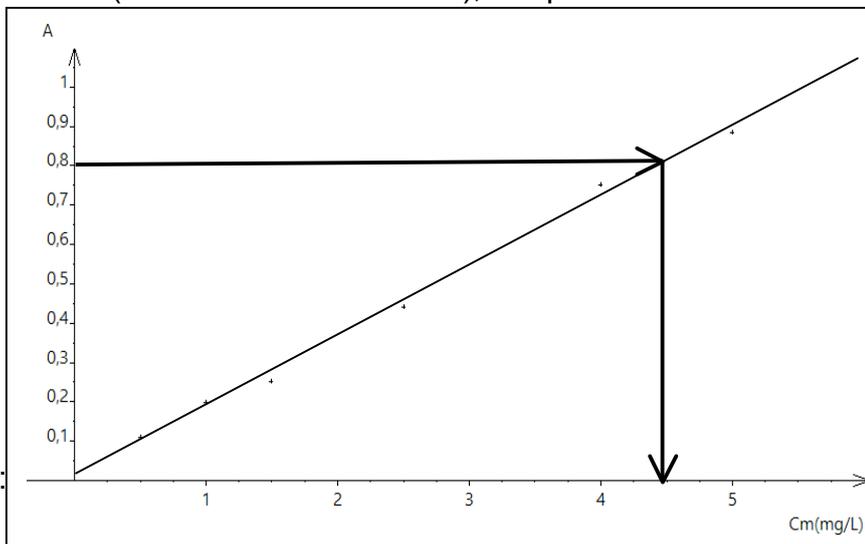
6) Avant de mesurer l'absorbance d'une solution, il faut **régler le spectrophotomètre** (colorimètre) sur la **longueur d'onde d'absorbance maximale** ( $\lambda = 630 \text{ nm}$  dans ce cas), remplir une cuve d'eau distillée et **régler le zéro d'absorbance**.

7) D'après la loi de Beer-Lambert, l'**absorbance** d'une solution est **proportionnelle à la concentration** (massique ou molaire) de la solution colorée donc la **courbe d'étalonnage** est une **droite passant par l'origine**.

8) 1<sup>ère</sup> méthode : Détermination graphique

On connaît l'absorbance de la boisson :  $A_{\text{boisson}} = 0,799$ , donc, à l'aide de la droite d'étalonnage, on détermine graphiquement la concentration massique correspondante :

$$c_m(\text{boisson}) = \mathbf{4,4 \text{ mg/L}}$$



2<sup>ème</sup> méthode (plus longue): détermination du coefficient de proportionnalité k (en L/mg) sachant que l'absorbance d'une solution est proportionnelle à sa concentration (massique ou molaire):  $A = k \times c_m$

Solution fille	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	S <sub>5</sub>	S <sub>6</sub>
Absorbance A	0,108	0,197	0,251	0,441	0,752	0,883
Concentration massique c <sub>m</sub> (en mg.L <sup>-1</sup> )	0,50	1,0	1,5	2,5	4,0	5,0
Coefficient k (= A / c <sub>m</sub> ) en L/mg	0,22	0,20	0,17	0,18	0,19	0,18

$$\text{Valeur moyenne : } k = (k_1 + k_2 + k_3 + k_4 + k_5 + k_6) / 6 = \mathbf{0,19 \text{ L / mg}}$$

Donc la **concentration massique** de la boisson est :

$$c_m(\text{boisson}) = A_{\text{boisson}} / k = 0,799 / 0,19 = \mathbf{4,2 \text{ mg/L}}$$

9) La masse de colorant E133 absorbée par la marathonnienne, pendant la course est :

$$m(\text{colorant}) = c_m \times V_{\text{boisson}} = 4,4 \times 4,25 = 19 \text{ mg}$$

10) La masse de colorant E133 que la marathonnienne ne doit pas dépasser est :

$$m_{\text{max}}(\text{colorant}) = \text{DJA} \times m(\text{marathonnienne}) = 12,5 \times 60 = 7,5 \times 10^2 \text{ mg}$$

11) La **marathonnienne** ne s'est **pas mise en danger avec la boisson** car elle a absorbée une masse de colorant inférieure à la masse maximale autorisée :  $m(\text{colorant}) < m_{\text{max}}(\text{colorant})$ .

## Partie n°2

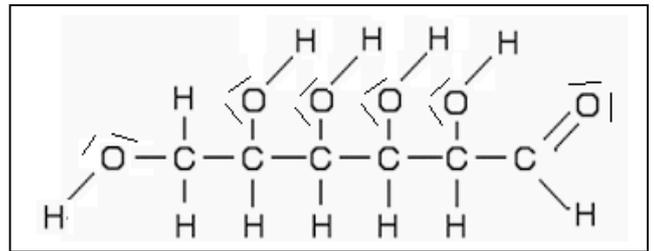
1) L'atome de **carbone** C ( $Z = 6$ ) a pour configuration électronique  $(K)^2(L)^4$ .

Il lui manque 4 électrons pour compléter sa couche externe donc il va former **4 doublets liants** avec les 4 électrons de sa couche externe et il restera donc  $4 - 4 = 0$  électron pour former des doublets non liants, donc il ne forme **pas de doublet non liant**.

L'atome d'**oxygène** O ( $Z = 8$ ) a pour configuration électronique  $(K)^2(L)^6$ .

Il lui manque 2 électrons pour compléter sa couche externe donc il va former **2 doublets liants** avec 2 électrons de sa couche externe et il restera  $6 - 2 = 4$  électrons pour former des doublets non liants donc il forme aussi **2 doublets non liants**.

2) La formule de Lewis de la molécule de glucose est :



3) L'**atome d'oxygène** forme 2 liaisons covalentes simples et possède 2 doublets non liants.

La répulsion est maximale entre les 2 liaisons covalentes et les 2 doublets non liants lorsque la géométrie de cet atome est **plane coudée**.

L'**atome de carbone** forme 2 liaisons covalentes simples et une liaison covalente double (mais il ne possède pas de doublet non liant). La répulsion est maximale entre les 3 liaisons covalentes lorsque la géométrie de cet atome est **plane triangulaire**.

## Partie n°3 :

1) L'**acide fumarique** est un **isomère E** (Entgegen : opposé en allemand) car les **atomes d'hydrogène H**, fixés sur les 2 atomes de carbone C de la double liaison, **ne sont pas du même côté**.

2) La formule de l'**isomère Z** (Zusammen : ensemble en allemand) de cette molécule est :

