

Nom :

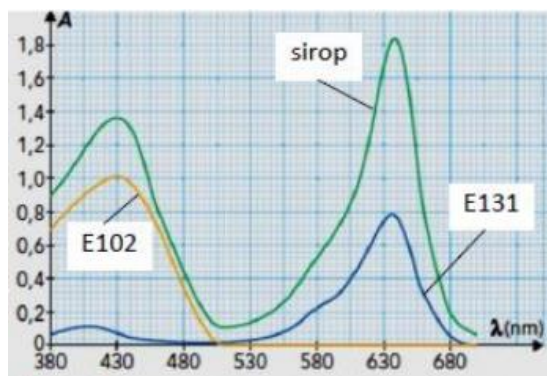
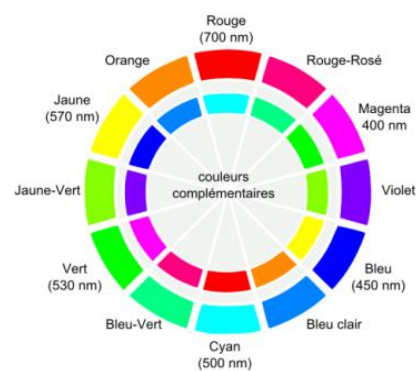
Prénom :

Commentaires :

20

**A propos du bleu patenté**

Le bleu patenté V est un additif alimentaire autorisé en France. Son code E131 indique par la lettre E qu'il s'agit d'un colorant, le nombre associé correspond à sa couleur bleue. Sa dose journalière admissible (DJA) est de 2,5 mg par kilogramme de masse corporelle.

**Document 1** : Spectres d'absorption**Document 2** : Cercle chromatique**Document 3** : Mesures d'absorbance de solutions de bleu patenté

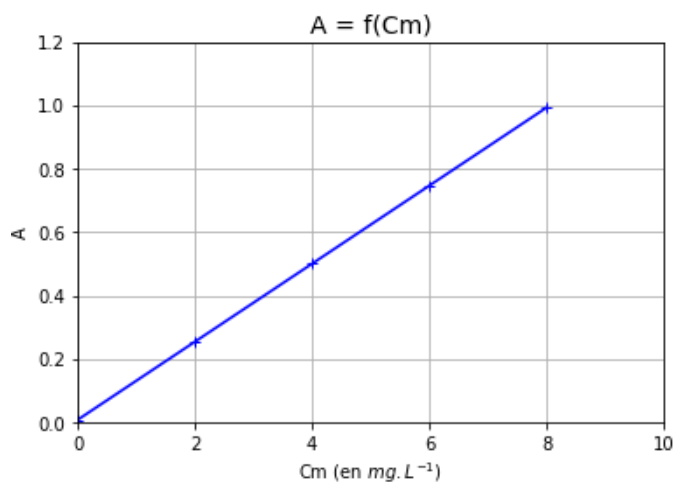
On dispose d'une gamme de solutions étalons de bleu patenté. On mesure leur absorbance à  $\lambda = 635 \text{ nm}$ .

| Solution   | S <sub>1</sub> | S <sub>2</sub> | S <sub>3</sub> | S <sub>4</sub> |
|--|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Concentration en masse de bleu patenté (mg.L <sup>-1</sup> ) | 2,0            | 4,0            | 6,0            | 8,0            |
| Absorbance   | 0,26           | 0,50           | 0,76           | 0,98           |

Pour utiliser la gamme de solutions étalons, on dilue 10 fois le sirop du commerce. On mesure ensuite dans les mêmes conditions l'absorbance du sirop dilué :  $A = 0,74$ .

**Document 4** :

Evolution de l'absorbance des solutions étalons en fonction de leur concentration en masse de bleu patenté



|  |     |          |     |
|--|-----|----------|-----|
| <p><b>A. Questions obligatoires (12 points)</b></p>  |     |          |     |
| <p><b>Question 1 (1 point)</b><br/>         Pour réaliser les mesures d'absorbance des solutions étalons de bleu de patenté, on choisit la longueur d'onde <math>\lambda = 635 \text{ nm}</math>. Justifier ce choix.</p>  | **  |          |     |
| <p><b>Question 2 (2 points)</b></p> <p>a- Justifier que le sirop contient les colorants E102 et E131.</p> <p>b- Justifier qu'à la longueur d'onde <math>\lambda = 635 \text{ nm}</math> choisie seul le bleu de patenté est dosé dans le sirop.</p>  |     | **<br>** |     |
| <p><b>Question 3 (3 points)</b><br/>         On dispose d'une solution <math>S_0</math> de concentration en masse de bleu patenté <math>C_{m0} = 10 \text{ mg.L}^{-1}</math> et du matériel listé ci-dessous.<br/> <i>Liste de matériel : pipettes jaugées de 5,0 mL et 10,0 mL – béccher de 50 mL - fioles jaugées de 10,0 mL et 50,0 mL – éprouvettes graduées de 10 mL, 50 mL et 250 mL.</i></p> <p>Pour réaliser la solution <math>S_1</math>, il faut diluer 5 fois la solution <math>S_0</math>.</p> <p>a. Choisir, dans la liste, le matériel permettant de préparer un volume <math>V_1 = 50,0 \text{ mL}</math> de solution <math>S_1</math>. Justifier les choix.</p> <p>b. Décrire le protocole expérimental.</p> | *** | **       | *   |
| <p><b>Question 4 (3 points)</b></p> <p>a- Enoncer la loi de Beer-Lambert, en précisant les unités.</p> <p>b- Cette loi est-elle vérifiée ? Si oui, établir l'équation de la fonction la modélisant.</p>  | **  | **       | **  |
| <p><b>Question 5 (3 points)</b><br/>         Déterminer, avec précision, la concentration en masse de bleu patenté du sirop du commerce. Justifier chaque étape du raisonnement.</p>   | *** | ***      | *** |
| <p><b>B. Questions à la carte (8 points)</b></p> <p>Cette partie comporte plusieurs questions portant sur des connaissances et méthodes différentes, chacune ayant son propre barème. <b>C'est à vous de choisir</b> celles que vous souhaitez aborder <b>pour compléter les 12 points de la partie A et obtenir une note totale sur 20 points</b>. N'oubliez pas d'indiquer les choix faits sur votre copie ! <b>Ces questions ne sont pas classées en fonction de leur difficulté.</b></p>   |     |          |     |
| <p><b>Question 6 : Exploiter un spectre d'absorption (2 points)</b></p> <p>a. Déterminer la couleur du colorant E102. Justifier.</p> <p>b. En déduire la couleur d'une solution de sirop.</p>  |     | **<br>** |     |
| <p><b>Question 7 : Décrire un spectre d'absorption (2 points)</b><br/>         Une lumière blanche traverse une solution de sirop. On observe sur un écran le spectre d'absorption de la solution.<br/>         Décrire l'allure du spectre d'absorption d'une solution de sirop.</p>  | *** |          | *   |
| <p><b>Question 8 : Exploiter une dilution (2 points)</b><br/>         On prépare un volume <math>V = 20,0 \text{ mL}</math> d'une solution étalon de bleu patenté. Pour cela, on prélève un volume <math>V = 15,0 \text{ mL}</math> de solution <math>S_0</math> de concentration en masse de bleu patenté <math>C_{m0} = 10 \text{ mg.L}^{-1}</math>.<br/>         Calculer la concentration en masse de bleu patenté de la solution étalon ainsi préparée.</p>   | **  |          | **  |

**Question 9 : Exploitation du dosage de la partie A (2 points)**

On suppose que ce sirop est la seule source de colorant bleu patenté dans l'alimentation d'un adolescent de 60 kg.

En utilisant la réponse à la question 5 de la partie A, calculer le volume maximal  $V_{\max}$  de sirop qu'il peut boire par jour. Commenter.

**Question 10 : Exploiter un document technique (4 points)****Document : Informations extraites de la notice du colorimètre**

|   |  |
|---|--|
| Choix de longueurs d'onde de la lumière incidente                                     | 430 nm (violet) – 470 nm (bleu)<br>565 nm (vert) – 635 nm (rouge). |
| Limites d'absorbance pour obtenir une modélisation correcte de la loi de Beer Lambert | 0,050 – 1,0  |

On mesure l'absorbance de la solution  $S_0$  de concentration en masse de bleu patenté  $C_{m0} = 10 \text{ mg.L}^{-1}$  :  $A_0 = 1,26$ . Donnée : Dans les conditions de l'expérience  $k = 0,123 \text{ L.mg}^{-1}$

- Expliquer pourquoi la solution  $S_0$  ne peut pas figurer dans la gamme de solutions étalons.
- Déterminer les concentrations en masse de bleu patenté extrémales de la gamme de solutions étalons. Justifier.

**Question 11 : Analyser un script python (2 points)**

On donne un extrait du script python utilisé pour modéliser et tracer le graphique  $A = f(C_m)$ .

```
18 # Modélisation des points expérimentaux
19 droite=sc.linregress(Cm,A)
20 coefficient=droite.slope
21 print("coefficient directeur:",coefficient)
22 oorigine=droite.intercept
23 print("ordonnée à l'origine:",oorigine)
24
25 # Tracé de la droite de modélisation
26 A_modele=coefficient*Cm+oorigine
27 plt.plot(... , 'b+-')
```

- Interpréter les résultats de la modélisation et en déduire l'équation de la droite de modélisation.

```
coefficient directeur: 0.123
ordonnée à l'origine: 0.008000000000000007
```

- Compléter l'instruction de la ligne 27 afin de tracer la droite de modélisation.

**Question 12 : Déterminer une incertitude type : (2 points)**

On donne les résultats expérimentaux de la concentration en masse de bleu patenté du sirop du commerce obtenus par les élèves d'un lycée dans le tableau ci-dessous.

|                             |    |    |    |    |    |    |    |    |
|-----------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|
| $C_m$ (mg.L <sup>-1</sup> ) | 58 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 | 64 | 70 |
| Effectif                    | 2  | 5  | 9  | 10 | 28 | 11 | 4  | 1  |

Donnée : L'incertitude-type  $u(X)$  sur une grandeur  $X$  est  $u(X) = \frac{\sigma_{n-1}}{\sqrt{n}}$  avec  $n$  le nombre de valeurs mesurées.

- Calculer la valeur moyenne  $\overline{C_m}$ , l'écart type  $\sigma_{n-1}$  et l'incertitude type  $u(C_m)$ .
- En déduire un encadrement de la concentration en masse de bleu patenté.

**Total**

|   |    |    |
|---|----|----|
|   | ** | ** |
| * | *  | ** |
| * | ** | *  |
|   | ** |    |
|   | ** |    |
|   | ** |    |
|   | ** |    |

## Eléments de correction devoir n°5

---

### A. Questions obligatoires

#### Question 1

La longueur d'onde  $\lambda = 635$  nm correspond au maximum d'absorption du bleu de patenté : les mesures d'absorbances sont plus précises (pour une même incertitude  $U(\lambda)$  l'incertitude  $U(A)$  est minimale autour de  $\lambda_{\max}$ )

#### Question 2

a. Le spectre d'absorption du sirop montre des maximum d'absorption pour les mêmes longueurs d'onde que les colorants E131 et E102. Le sirop est donc composé de ces deux colorants.

b. A 635 nm, l'absorbance du colorant E102 est nulle alors que celle du bleu de patenté est maximale. Le bleu de patenté est donc la seule espèce dosée dans le sirop à cette longueur d'onde.

#### Question 3

a. Lors d'une dilution, la masse de soluté se conserve :  $m_0 = m_1$  soit  $C_{m0} \times V_0 = C_{m1} \times V_1$  d'où  $V_0 = (C_{m1} \times V_1) / C_{m0}$

$$V_0 = 2,0 \times 50,0 / 10 = 10 \text{ mL}$$

Il faut donc une pipette jaugée de 10,0 mL (avec propipette) pour prélever la solution mère et une fiole jaugée de 50,0 mL pour préparer la solution fille.

b. Prélever un volume  $V_0 = 10,0$  mL de solution mère à l'aide d'une pipette jaugée. Les verser dans une fiole jaugée de volume  $V_1 = 50,0$  mL. Ajouter de l'eau distillée au  $\frac{3}{4}$ . Boucher et agiter. Compléter avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge de la fiole jaugée. Boucher et agiter.

#### Question 4

a. D'après la loi de Beer Lambert, l'absorbance est proportionnelle à la concentration en masse de soluté :

$$A = k \times C_m \text{ avec } A \text{ sans unité, } k \text{ en } \text{L} \cdot \text{mg}^{-1} \text{ et } C_m \text{ en } \text{mg} \cdot \text{L}^{-1}.$$

b. Le graphique  $A = f(C_m)$  est une droite passant par l'origine ce qui montre que la loi de Beer Lambert est vérifiée.

L'équation de la fonction la modélisant est  $A = k \times C_m$ . On détermine le coefficient directeur  $k$  de la droite à partir de deux points sur la droite :  $k = 0,12 \text{ L} \cdot \text{mg}^{-1}$ .

La loi de Beer Lambert s'écrit donc :  $A = 0,12 \times C_m$  avec  $C_m$  en  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ .

#### Question 5

Connaissant l'absorbance du sirop dilué, on détermine par calcul la concentration en masse de bleu patenté:

$$C_{\text{mdilué}} = A / k = 0,74 / 0,12 = 6,2 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$$

Le sirop du commerce est 10 fois plus concentrée :  $C_m = 10 \times C_{\text{mdilué}} = 62 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$

### B. Questions à la carte (8 points)

#### Question 6

a. Le spectre d'absorption du colorant E102 présente un maximum vers 430 nm. La solution absorbe donc principalement les rayonnements bleus. La couleur d'une solution étant la couleur complémentaire de celle majoritairement absorbée, le colorant E102 est donc jaune.

b. La couleur du sirop est donc verte par synthèse additive du bleu et jaune.

#### Question 7

La solution de sirop absorbe les rayonnements dont les longueurs d'onde sont autour de celles des maxima d'absorption soit les longueurs d'onde proches de 430 nm et 635 nm. Ces longueurs d'onde correspondent à des rayonnements jaune et bleu. On observe donc un spectre avec un fond coloré (correspondant à la lumière blanche) comportant des bandes noires au niveau des rayonnements absorbés jaune et bleu.

#### Question 8

Lors d'une dilution, la masse de soluté se conserve :  $m_0 = m_1$  soit  $C_{m0} \times V_0 = C_{m1} \times V_1$  d'où  $C_{m1} = (C_{m0} \times V_0) / V_1$  soit

$$C_{m0} = 10,0 \times 15,0 / 20,0 = 7,5 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$$

### Question 9

La DJA du bleu de patenté est de 2,5 mg par kilogramme de masse corporelle. Un élève de 60 kg peut donc absorber  $m = 2,5 \times 60 = 150$  mg de bleu patenté par jour sans risque pour sa santé. En considérant que le sirop est la seule source de ce colorant, le volume maximal de sirop consommable est :  $V_{\max} = m / C_m$  d'où  $V_{\max} = 150 / 62$  soit  $V_{\max} = 2,4$  L.

Ce volume est supérieur à celui qu'il est préconisé de consommer par jour pour un adulte. Outre du bleu patenté, un sirop contient des espèces telles des sucres potentiellement dangereuses pour la santé, une consommation excessive n'est pas sans risque.

### Question 10

a. L'absorbance de la solution  $S_0$  est en dehors des limites d'absorbance du colorimètre permettant d'obtenir une modélisation correcte de la loi de Beer Lambert, c'est pourquoi elle ne peut pas figurer dans la gamme de solutions étalons.

b. D'après la loi de Beer Lambert :  $C_m = A / k$ . Pour une modélisation correcte :  $0,050 < A < 1,0$  d'où  $0,050 / 0,123 < A < 1,0 / 0,123$  soit  $0,41 \text{ mg.L}^{-1} < C_m < 8,1 \text{ mg.L}^{-1}$

### Question 11

a. D'après les résultats de la modélisation, l'ordonnée à l'origine tend vers 0. On en déduit donc que l'équation de la droite de modélisation est de la forme  $A = k \times C_m$  avec  $k$  le coefficient directeur de la droite d'où  $A = 0,123 \times C_m$ .

b. `plt.plot(Cm, A_modele, 'b+-')`

c. Les concentrations en masse de bleu patenté sont du même ordre de grandeur. L'écart entre les deux valeurs est de 3 %.

### Question 12

a.  $\overline{C_m} = 61,657 \text{ mg.L}^{-1}$ ;  $\sigma_{n-1} = 1,714524$  ;  $u(C_m) = 0,2049 \text{ mg.L}^{-1}$

b.  $C_m = (61,7 \pm 0,3) \text{ mg.L}^{-1}$

d'où  $61,4 \text{ mg.L}^{-1} < C_m < 62,0 \text{ mg.L}^{-1}$