



Objectifs : Lire un graphique • Réaliser des calculs • Utiliser une loi • Réaliser et mettre en œuvre un protocole • Vérifier une information

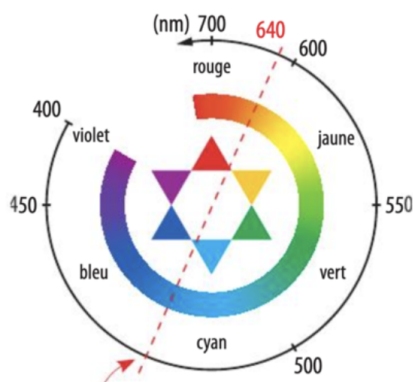
On souhaite déterminer la concentration en colorant alimentaire (bleu patenté) d'un sirop de menthe en le dosant grâce à un étalonnage par spectrophotométrie.

► **Quels sont le principe et les limites d'un dosage spectrophotométrique ?**

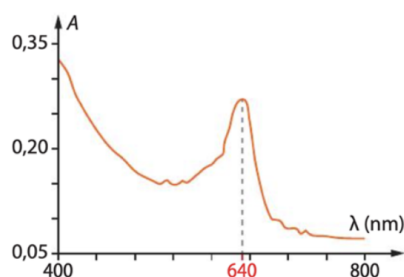
Document 1 : Le bleu patenté

Le bleu patenté E131 est un colorant alimentaire bleu foncé souvent présent dans le sirop de menthe. Ce colorant a une DJA* de 5 mg par jour et par kilogramme de masse corporelle.

*La Dose Journalière Admissible (DJA) est la masse maximale d'une espèce qu'un individu peut ingérer quotidiennement sans risque pour sa santé.

Document 2 : Cercle chromatique**Document 3 : Spectre d'absorption du sirop de menthe**

L'absorbance A , est une grandeur sans unité liée à la **proportion de lumière absorbée par une solution colorée**. Un spectre d'absorption représente l'absorbance en fonction de la longueur d'onde émise par la lumière de la lampe. On l'obtient à l'aide d'un spectrophotomètre.



Avant de réaliser un spectre d'absorption, il est nécessaire de « faire le blanc », c'est-à-dire soustraire informatiquement l'absorbance liée au solvant et à la cuve dans laquelle est placée l'espèce chimique colorée.

Document 4 : Solutions de bleu patenté fournies

Les solutions de bleu patenté fournies ont été préparées par le laborantin grâce à des dilutions successives à partir d'une solution concentrée.

Leurs concentrations sont répertoriées dans le tableau ci-dessous :

Solution	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5
Concentration C (mol L ⁻¹)	$1,0 \cdot 10^{-6}$	$2,0 \cdot 10^{-6}$	$4,0 \cdot 10^{-6}$	$5,0 \cdot 10^{-6}$	$1,0 \cdot 10^{-5}$

Loi de Beer-Lambert

$$A = \varepsilon \times \ell \times C$$

A : absorbance (sans unité)

ε : coefficient d'absorption molaire (L mol⁻¹ cm⁻¹)

ℓ : épaisseur de solution traversée (cm)

C : concentration en espèce colorée dans la solution (mol L⁻¹)

Remarque

Généralement, pour une solution colorée, la couleur perçue correspond à la couleur complémentaire de la radiation principalement absorbée.

A. Absorbance maximale, λ_{max} , et cercle chromatique

1. À l'aide du spectrophotomètre et de la notice explicative fournie, **tracer** le spectre d'absorption en fonction de la longueur d'onde de la solution de sirop de menthe diluée ($A = f(\lambda)$).
2. Sur la courbe obtenue, **déterminer graphiquement** la valeur de λ_{max} : longueur d'onde à laquelle l'absorbance est maximale.
3. À l'aide du cercle chromatique (*document 4*), **identifier** la couleur absorbée par la solution, correspondante à λ_{max} .
4. Connaissant la couleur de votre solution, et la couleur absorbée par la solution, **expliquer** l'utilité du cercle chromatique.

B. Étalonnage des solutions de concentrations connues en bleu patenté

5. **Régler** la source lumineuse du spectrophotomètre sur la longueur d'onde λ_{max} .
6. Pour chaque solution, **enregistrer** son absorbance en rentrant sa valeur de concentration dans le logiciel.
7. **Modéliser** la droite moyenne (fonction linéaire et non affine) d'étalonnage $A = f(C)$.
8. **Retrouver** le coefficient directeur a de la droite, permettant de faire le lien entre Absorbance et Concentration en bleu patenté.

C. Détermination de la concentration inconnue en bleu patenté dans le sirop de menthe

Afin de déterminer la concentration du bleu patenté dans le sirop de menthe, le sirop a été dilué par un facteur de dilution $F = 10$. Cela évite d'obtenir une valeur d'absorbance faussée par la trop grande concentration en bleu patenté dans le sirop de la bouteille (le capteur du spectrophotomètre ne capte plus d'intensité lumineuse).

9. **Mesurer** l'absorbance de la solution de sirop dilué 10 fois et **en déduire graphiquement ou par calcul** sa concentration en bleu patenté.
10. **En déduire** la concentration du bleu patenté dans la bouteille de sirop.

D. Limites du dosage

11. **Enregistrer** sur la même courbe d'étalonnage les absorbances des solutions S_5 ($1.10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$) et S_6 ($1.10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$) (sur le bureau prof) en rentrant leurs valeurs de concentration dans le logiciel.
12. **Décrire** l'allure de la courbe obtenue, puis **expliquer** pourquoi ces solutions ne peuvent pas être utilisées pour l'étalonnage.

E. Législation et nombre de verres de sirop

13. À l'aide du *document 1*, **déterminer** le nombre de verres de sirop de menthe qu'un enfant de 40 kg pourrait boire par jour au maximum, sans dépasser la DJA, sachant qu'un verre contient 20 mL de sirop ? On donne $M(\text{bleu patenté}) = 560 \text{ g mol}^{-1}$

F. Influence de la longueur de cuve sur l'absorbance (facultatif)

14. À l'aide d'une source laser et d'un luxmètre (mesure de l'intensité lumineuse), **vérifier** que la quantité de lumière traversant la solution est proportionnelle à l'épaisseur de la cuve.

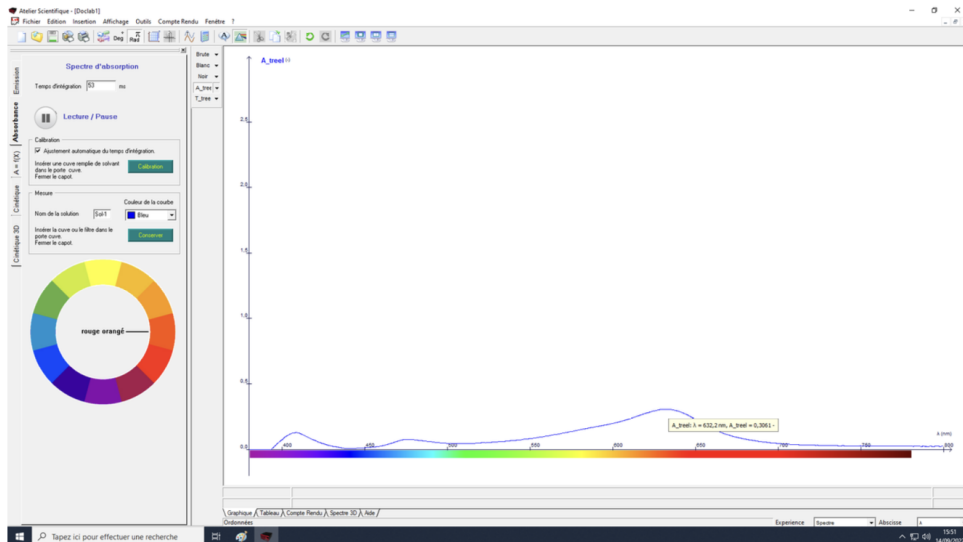
Correction

Objectif : On cherche à déterminer la concentration en bleu patenté (colorant bleu) dans un sirop de menthe du commerce.

On dispose de 5 solutions étalon (S_1 à S_5) de concentrations différentes connues, de sirop de menthe dilué 10 fois ($F = 10$), et d'un spectrophotomètre (avec cuves).

A. Spectre d'absorption du sirop de menthe

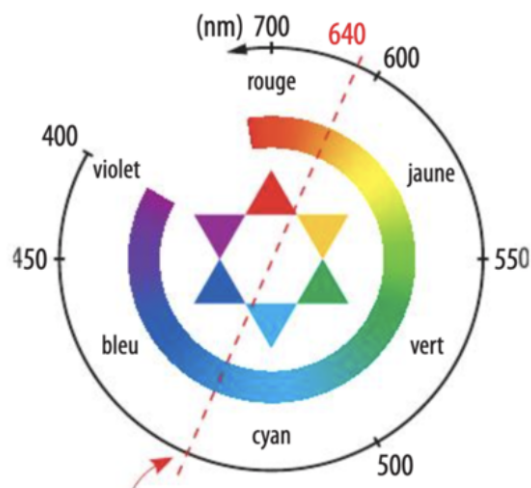
1.



2. Par lecture graphique, on trouve environ $\lambda_{max} \approx 630$ nm.

3. À 630 nm la couleur absorbée est l'**orange**.

4. La solution est bleue, couleur opposée de l'orange sur le cercle chromatique. Le cercle chromatique permet donc de **prédire la couleur d'une solution** grâce à son spectre d'absorption, ou de **prédire l'allure du spectre d'absorption** d'une solution en connaissant sa couleur.

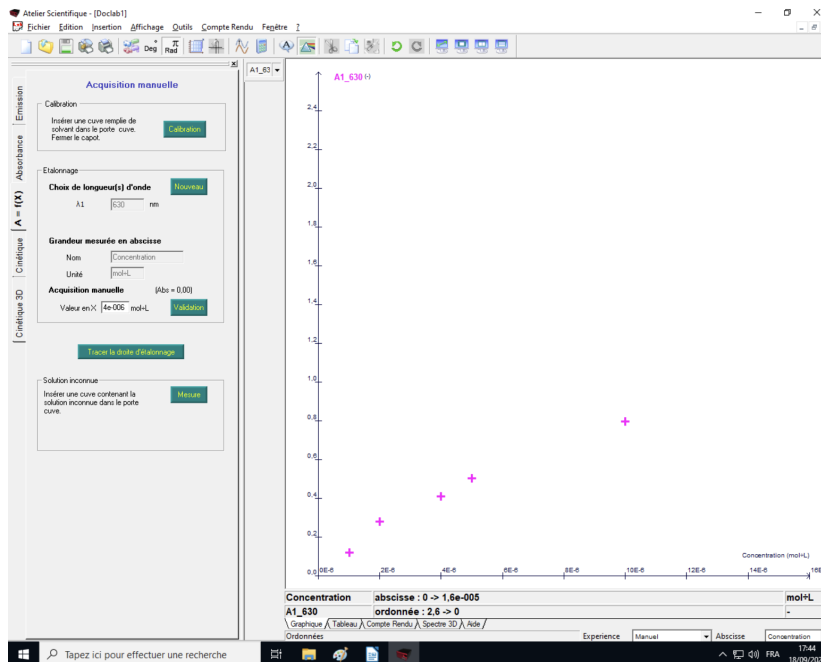


B. Étalonnage des solutions de bleu patenté

5. 6. 7. 8.

On se place à la longueur d'onde λ_{max} pour avoir un maximum d'absorbance pour la mesure. Si l'on se place à une autre longueur d'onde, il se pourrait que l'absorbance soit insuffisante pour être mesurée, et ne varie pas de façon linéaire en fonction de la concentration.

On trace ensuite la droite de l'absorbance en fonction de la concentration des solutions. Résultat ci-dessous pour les 5 solutions étalon :



La modélisation par une droite fournit un coefficient directeur $a = 90,2 \cdot 10^3 = 90,2 \times 10^3$

C. Détermination de la concentration inconnue en bleu patenté dans le sirop de menthe

9. En mesurant l'absorbance du sirop de menthe dilué 10 fois on trouve $A = 0,549$

Par calcul,

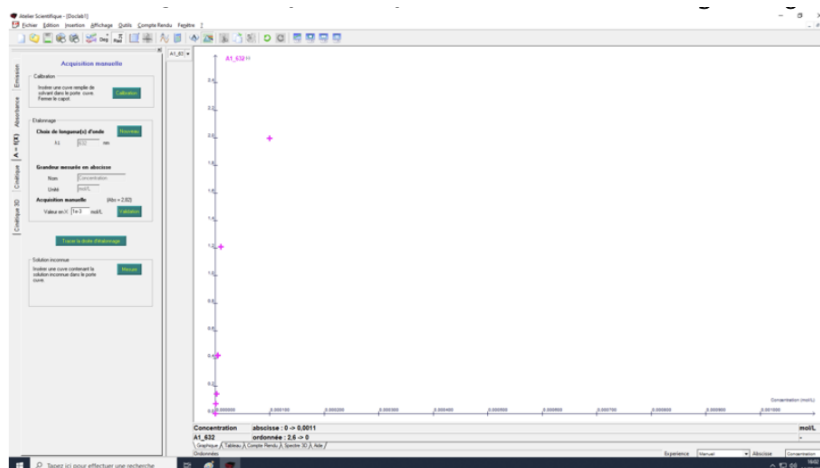
$$A = a \times C_i \Leftrightarrow C_i = \frac{A}{a} = \frac{0,549}{90200} = 6,09 \times 10^{-6} \text{ mol L}^{-1}$$

10. Le sirop étant dilué 10 fois, la concentration en bleu patenté dans la bouteille vaut donc :

$$C = C_i \times 10 = 6,09 \times 10^{-6} \times 10 = 6,09 \times 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$$

D. Limites du dosage

11. En traçant les points pour les solutions S_5 et S_6 on obtient la courbe suivante :



12. Les points sortent totalement du « domaine de linéarité » et la courbe semble écrasée. Les valeurs de concentration deviennent trop élevées et le spectrophotomètre n'est plus assez puissant pour mesurer l'absorbance : il sature.

E. Législation et nombre de verres de sirop

$$C = 6,09 \times 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$$

Un verre de sirop de menthe contient 20 mL de sirop de menthe.

$$n_{\text{verre}} = C \times V = 6,09 \times 10^{-5} \times 20,0 \times 10^{-3} = 1,22 \times 10^{-6} \text{ mol par verre}$$

Un verre de sirop de menthe contient $1,22 \times 10^{-6}$ mol de bleu patenté

$$m_{\text{verre}} = n_{\text{verre}} \times M_{\text{bleu patenté}} = 1,22 \times 10^{-6} \times 560 = 6,83 \times 10^{-4} \text{ g}$$

Un verre de sirop de menthe contient 0,683 mg de bleu patenté

La dose journalière à ne pas dépasser est 5 mg / jour et /kg de masse corporelle.

Pour un enfant de 40 kg, il ne faut donc pas dépasser 200 mg / jour

Un enfant de 40 kg pourra donc ingérer sans risque $\frac{200}{0,683} \approx 293$ verres de sirop de menthe par jour

Il sera donc mort d'hyperglycémie, et d'intoxication aiguë à l'eau avant d'avoir ingéré les 293 verres de sirop de menthe.