

COMPÉTENCES EXIGIBLES

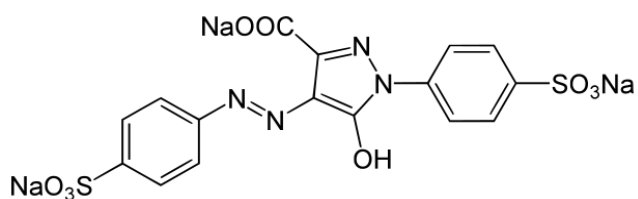
→ Mettre en œuvre un protocole expérimental pour caractériser une espèce colorée.

Compétences
expérimentales

Les boissons Powerade isotoniques ont une osmolalité proche de celle du sang : elles apportent eau, sodium et glucides dans une concentration proche de celle du sang (5,7% de glucides et 0,05% de chlorure de sodium), pour permettre une absorption efficace et rapide de ces nutriments par l'organisme.



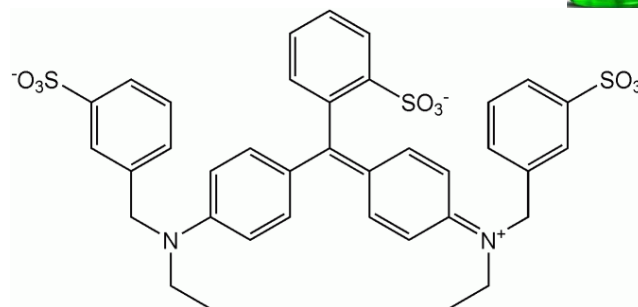
La boisson Powerade green punch est de couleur verte et les colorants (codification de l'Union européenne : E1xx) ci-dessous entrent dans la composition de la boisson à notre disposition.



E 102 Tartrazine

$M = 534,3 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

DJA : 7,5 mg/kg/jour



E 133 bleu brillant

$M = 792,8 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

DJA : 10 mg/kg/jour

La dose journalière admissible (DJA) (en anglais : *Acceptable Daily Intake* ou ADI) représente la quantité d'une substance qu'un individu peut théoriquement ingérer quotidiennement (tous les jours), sans risque pour la santé. Elle est habituellement exprimée en mg de substance par kg de poids corporel.

PROBLÉMATIQUE : Quel volume de cette boisson énergétique peut consommer quotidiennement une personne de 60 kg sans dépasser la DJA du colorant alimentaire bleu ?

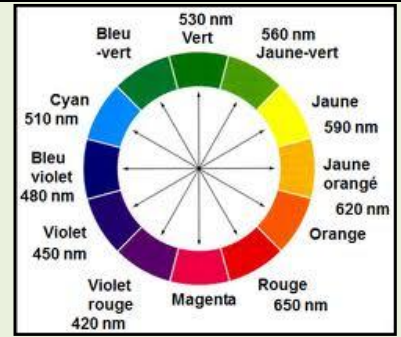
App, Ana, Réa, Val, Aut

À partir des documents ci-après, répondre aux questions suivantes :

- D'après la couleur de la boisson et du spectre d'absorption du bleu brillant, quelle est la couleur de la tartrazine ?
- Donner **l'allure** du spectre d'absorption de la tartrazine.
- Quels sont les valeurs approximatives des longueurs d'onde absorbées par la boisson énergétique ?
- Donner **l'allure** du spectre d'absorption de la boisson énergétique.
- On réalise ce spectre avec le spectrophotomètre ; commenter son allure (comparaison à l'allure prévue, identification de chaque colorant, maximum d'absorption, ...).
- Comment peut-on déterminer expérimentalement la présence d'un colorant spécifique dans une boisson énergétique ?
- Comment justifier que les molécules des colorants E102 et E133 soient colorées ? Expliquer leur coloration différente.

Document 1 : Spectres et cercle chromatique (rappel 1S)

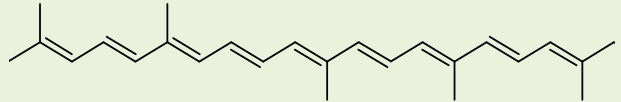
Le cercle chromatique permet de visualiser les couleurs primaires, secondaires et complémentaires ordonnées selon leurs longueurs d'onde. Chaque couleur a pour couleur complémentaire celle qui lui est diamétralement opposée. Pour une couleur donnée, ce sont les radiations correspondant à la couleur complémentaire qui sont majoritairement absorbées.



Document 2 : Structure des molécules colorées (rappel 1S)

Les molécules colorées présentent une alternance régulière de doubles liaisons et de simples liaisons : on dit que les **doubles liaisons sont conjuguées** ou en position conjuguées.

Exemple :



Les doubles liaisons conjuguées sont des groupes **chromophores**.

Exemple : $-C=C-C=C-$ $-C=N-$ $-N=N-$ $-C=C-C=O$

La longueur d'onde de la lumière absorbée augmente lorsque le nombre de doubles liaisons conjuguées augmente.

Il existe aussi des groupes **auxochromes** dont la présence déplace l'absorption vers les plus grandes longueurs d'onde.

Parmi ces groupes auxochromes, on peut citer :

$-NH_2$ $-OH$ $-O-CH_3$ $-Br$

Document 3 : Spectre d'absorption d'une espèce chimique (voir aussi document 1)

Le spectre d'absorption ($A = f(\lambda)$) d'une espèce chimique unique dissoute dans un solvant donné peut contenir une ou plusieurs larges bandes d'absorption. Chaque bande est caractérisée par :

→ l'abscisse de son maximum d'absorption, λ_m .

Pour une espèce absorbant dans le visible, cette abscisse est directement liée à la couleur de cette espèce. L'œil perçoit en effet la couleur complémentaire de celle absorbée par l'échantillon.

→ la valeur du coefficient d'absorption molaire ϵ_{max} de l'espèce au maximum de l'absorbance A_{max} .

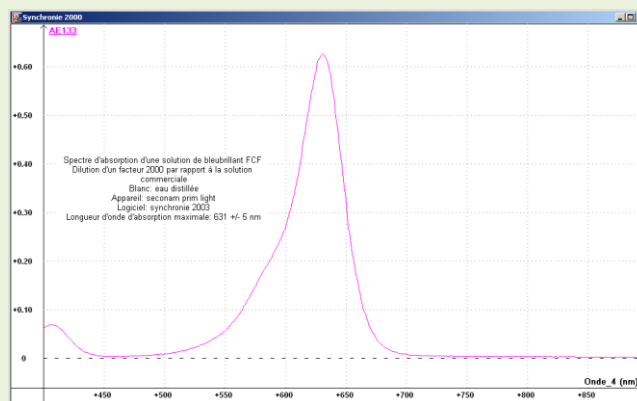
D'après la loi de Beer-Lambert : $A_\lambda = \epsilon_\lambda \cdot l \cdot C \Leftrightarrow \epsilon_{max} = \frac{A_{max}}{l \cdot C}$,

avec A_{max} sans unité, l (largeur de l'échantillon) en cm, C (concentration de l'espèce) en $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ et ϵ_{max} en $\text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$

Le coefficient d'absorption molaire ϵ_{max} caractérise l'intensité de l'absorption de l'espèce, indépendamment de la largeur l de la cuve et de la concentration C .

Le couple $(\epsilon_{max}, \lambda_m)$ caractérise une espèce chimique absorbante dissoute dans un solvant donné et à une température donnée.

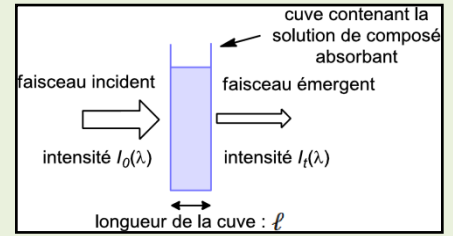
La spectroscopie UV-Visible permet ainsi d'identifier une espèce chimique de manière qualitative.



Spectre d'absorption du bleu brillant

Document 4 : Principe de la spectrophotométrie et utilisation du spectrophotomètre (rappel 1S)

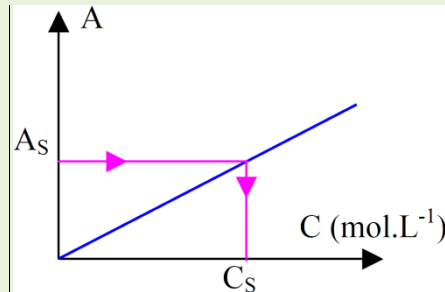
- On envoie un faisceau de lumière d'intensité $I_0(\lambda)$ sur une cuve contenant une solution homogène d'un composé absorbant. À la sortie de l'échantillon, l'expérimentateur observe un faisceau transmis d'intensité $I_t(\lambda)$, la longueur d'onde n'ayant pas été modifiée. Si $I_t(\lambda) < I_0(\lambda)$ alors la substance a absorbé une partie de l'onde lumineuse à la longueur d'onde λ .



- On rappelle que la loi de Beer-Lambert n'est plus vérifiée pour de trop fortes concentrations et que la plupart des appareils ne peuvent pas mesurer des absorbances supérieures à 2.
- Utilisation du spectrophotomètre :
 - Sélectionner la valeur de la longueur d'onde λ à laquelle on souhaite mesurer l'absorbance.
 - Placer une cuve, remplie de solvant, à l'intérieur de l'appareil puis appuyer sur la touche « référence » pour régler le **zéro de l'absorbance**. Le faisceau de lumière doit entrer **par la face lisse** repérée par la flèche sur le haut de la cuve.
 - Retirer la cuve d'eau distillée, la vider puis la remplir avec la solution étudiée. Lire l'absorbance A correspondante.

Document 5 : Dosage par étalonnage

Plusieurs possibilités sont offertes au chimiste pour déterminer la concentration massique en colorant bleu. L'utilisation d'un dosage par étalonnage est une méthode classique. Il consiste à tracer une courbe de référence, appelée courbe d'étalonnage, à partir des absorbances de solutions de concentrations connues puis à mesurer l'absorbance de la solution inconnue et à déterminer sa concentration grâce à la courbe d'étalonnage.



Le choix de la longueur d'onde est fondamental.

Pour une boisson, les concentrations en bleu brillant peuvent être comprises entre 20 mg.L^{-1} et 100 mg.L^{-1} . Ces concentrations trop fortes imposent une dilution par 2 de la boisson.

Le bleu brillant dont nous disposons est en solution aqueuse de concentration massique égale à 500 mg.L^{-1} .

Document 6 : Calcul d'incertitudes

- Pour le calcul d'incertitudes de lecture et de tolérance, voir pages **Fiche pages 585 et 586 du livre**.
- L'incertitude sur la détermination de la concentration C à partir d'une mesure d'absorbance A est estimée à partir de la formule :
$$U(C) = \frac{U(A)}{\epsilon \cdot l}$$
- Lors d'une dilution, si V_i est le volume prélevé, V_f le volume final, C_i et C_f les concentrations respectives des solutions initiale et finale alors : $C_i \times V_i = C_f \times V_f$

L'incertitude relative sur C_f est donnée par la formule :

$$U(C_f) = C_f \cdot \sqrt{\left(\frac{U(C_i)}{C_i}\right)^2 + \left(\frac{U(V_f)}{V_f}\right)^2 + \left(\frac{U(V_i)}{V_i}\right)^2}$$

▲ À l'aide des documents, répondre à la problématique en mettant un œuvre un protocole expérimental.

Vous présenterez ce dernier travail sous forme de compte-rendu d'expériences.