

CONTEXTE DU SUJET :


La couleur bleue de la boisson « Powerade » est due à une seule espèce colorée. On dispose au laboratoire de plusieurs solutions de compositions différentes connues et de la même couleur bleue.

- Solution de bleu de méthylène de concentration $15 \cdot 10^{-3} \text{ g.L}^{-1}$ à réaliser à partir de la solution mère du bureau.
- Solution de bleu brillant E133
- Solution de bleu patenté E131
- Solution de sulfate de cuivre de concentration $1,0 \cdot 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$, à réaliser à partir de sulfate de cuivre solide disponible sur vos paillasse
- Boisson « Powerade »

La couleur bleue de la boisson « Powerade » est-elle due à l'une de ces 3 espèces chimiques ?

DOCUMENTS MIS A DISPOSITION :
Document 1 : Couleurs des solutions

Spectre de la lumière blanche



Une solution se comporte comme un filtre coloré. Traversée par une lumière blanche, elle atténue l'intensité de certaines radiations qui sont dites absorbées. La couleur perçue de la solution éclairée en lumière blanche correspond au mélange des radiations non absorbées par cette solution.

Document 2 : Matériel mis à disposition :

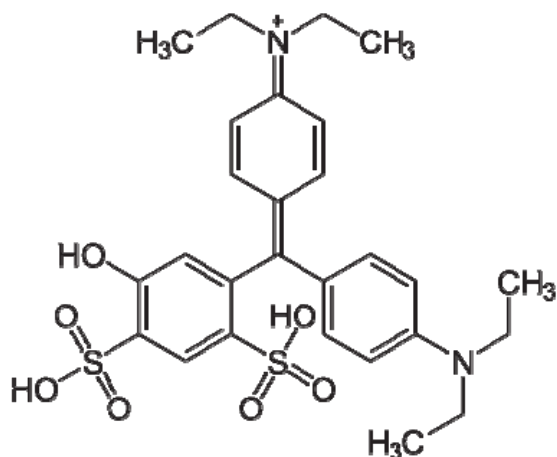
- Boisson « Powerade »
- Solution de bleu de méthylène de concentration massique 30 mg.L^{-1}
- Solution de bleu brillant E133 $6,0 \cdot 10^{-6} \text{ mol/L}$ $M(\text{E133}) = 792,8 \text{ g/mol}$
- Solution de bleu patenté E131 $6,0 \cdot 10^{-6} \text{ mol/L}$ $M(\text{CuSO}_4, 5 \text{ H}_2\text{O}) = 249,7 \text{ g/mol}$
- Des cristaux de sulfate de cuivre pentahydratés : $\text{CuSO}_4, 5 \text{ H}_2\text{O}$
- Balance au cg
- Fioles jaugées de 50,0 mL, 100,0 mL
- Pipettes jaugées de 10,0 mL, 20,0 mL, 25,0 mL
- Béchers de 100 mL
- eau distillée
- Aspiropipette
- Capsule de pesée, spatule, entonnoir, bouchons
- Cuves pour spectrophotomètre
- Spectrophotomètre spectrovio

Document 3 : Fiche technique du spectrophotomètre spectrovio

- 1- Lancer le logiciel Esaostudio dans le lecteur E: de l'ordinateur (sous-dossier W)
- 2- Introduire la cuve contenant le solvant
- 3- Choisir l'onglet Absorbance
- 4- Cliquer sur calibration et suivre les consignes affichées
- 5- Pour représenter le spectre d'absorption d'une solution, l'introduire dans la cuve rincée, donner un nom à la courbe, choisir la couleur de la courbe et cliquer sur Conserver.

Document 4 : Quelques informations d'après Wikipédia

E131



Sel calcique ou sodique du sel interne hydroxyde de N-éthyl N-[[diéthylamino-4 phényl] (hydroxy-5 disulfo-2,4 phényl) méthylène]-4-cyclohexadiène-2,5 ylidène-11 éthaneaminyum].

$$\text{C}_{27}\text{H}_{31}\text{N}_2\text{NaO}_7\text{S}_2$$

Le **bleu patenté V** (ou bleu CI n°5) est un composé chimique (triarylméthane) de couleur bleu-foncé.

Il est utilisé en agroalimentaire comme colorant (numéro E131). En Europe, ce colorant peut être employé seul ou en combinaison dans les denrées alimentaires, son niveau autorisé dépend de l'application.

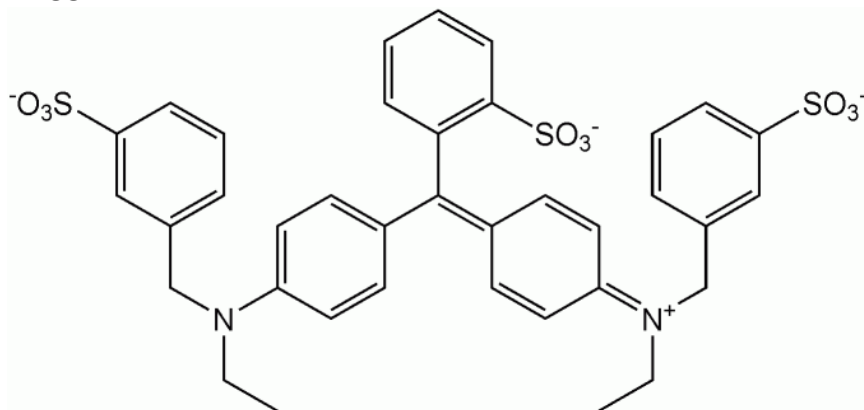
Son utilisation est interdite en Australie, au Canada, aux États-Unis et en Norvège, parce qu'il est responsable d'allergies (urticaire, rares cas de choc anaphylactique).

Il existe sous 2 formes de sel, le sel de sodium et de calcium. Le sel de potassium est également autorisé.

- Sel de calcium : $(C_{27}H_{31}N_2O_7S_2)_2Ca$
- Sel de sodium : $C_{27}H_{31}N_2NaO_7S_2$
- Sel de potassium : $C_{27}H_{31}N_2KO_7S_2$

Il est utilisé comme colorant dans les bonbons [Schtroumpf](#), CARENsAC et Dragibus Bleu de [Haribo](#). On l'utilise aussi en médecine comme traceur des [vaisseaux sanguins](#). Il est également utilisé en cancérologie comme colorant dans la technique du [ganglion sentinelle](#).

E133



Absorption maximale dans l'eau à environ 630 nm

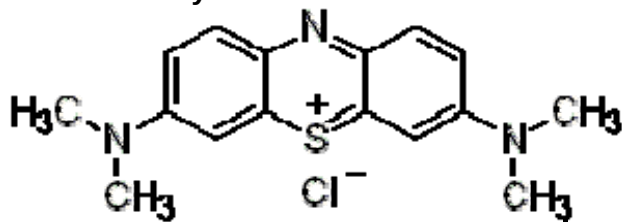
Nom IUPAC : Sel disodique de l'acide α -[(N-éthyl-sulfo-3-benzylamino)-4-phényl]- α -(N-éthyl-sulfo-3-benzylamino-4)-cyclohexadiène-2,5-ylidène) toluènesulfonique-2

Formule : C₃₇H₃₄N₂Na₂O₉S₃

Le **bleu brillant FCF** est un composé chimique (triarylméthane) de couleur bleu-foncé.

Il est utilisé en [agroalimentaire](#) comme [colorant alimentaire](#) (numéro [E133](#)). En europe, ce colorant peut être employé seul ou en combinaison dans les denrées alimentaires, son niveau autorisé dépend de l'application. Les sels de calcium et de potassium sont également autorisés.

Bleu de méthylène :



Le **bleu de méthylène** (ou chlorure de méthylthioninium) est un [composé organique](#) dont le nom officiel est 3,7-bis-(diméthylamino)phénazathionium. Il est soluble dans l'[eau](#) et plus légèrement dans l'[alcool](#). Il fut synthétisé la première fois par [Heinrich Caro](#) en 1876.

Il est utilisé dans divers domaines :

Il sert d'[indicateur coloré redox](#) : sa forme oxydée est bleue tandis que sa forme réduite est incolore. On l'utilise dans la fameuse expérience de la [bouteille bleue](#).

Il est employé comme [colorant histologique](#). Le bleu de méthylène teint le collagène des tissus en bleu. Il tache la peau durant plusieurs semaines. Il est donc utilisé comme encre (compatible avec la comestibilité) des viandes, par tampon.

Il permet de calculer le taux de [dureté de l'eau](#) (en °Th : Taux Hydrotimétrique).

Il est utilisé pour colorer le [Curaçao](#) et certaines variétés de [Gin](#).

Si ingéré, il peut colorer l'[urine](#) et les [selles](#).

Il peut servir d'[antiseptique](#), notamment en [aquariophilie](#), ou en traitement d'appoint des plaies superficielles (chez le [cheval](#) par exemple), bien que sa faible activité antimicrobienne l'ait fait progressivement abandonner chez l'homme.

TRAVAIL A EFFECTUER :

1. Ecrire les protocoles précis de préparation des 2 solutions non disponibles à l'aide du matériel mis à disposition. Faire valider.
2. Préparer ces solutions.
3. A l'aide du spectrophotomètre, obtenir sur le même graphe, les spectres d'absorption UV-visible des 4 solutions.
4. A l'aide des documents fournis, justifier pourquoi les solutions sont colorées et la couleur perçue de la boisson « Powerade »
5. Répondre à la problématique posée.
6. En utilisant vos connaissances sur la loi de Beer-Lambert et en faisant des hypothèses, proposer une stratégie permettant de déterminer la concentration massique de l'espèce colorée dans la boisson « Powerade ». La faire valider.
7. Déterminer cette concentration.
8. La dose journalière admissible (DJA) du colorant du Powerade étant de 10,0 mg/kg, quel volume de boisson une personne de 60 kg peut-elle absorber par jour ?

NB : La valeur trouvée nous montre que ce n'est pas le colorant qui est problématique dans la consommation du Powerade.

9. A l'aide du logiciel Audacity, effectuer un enregistrement oral des réponses aux questions 5 à 7 et le rendre au professeur au format WAV dans le cahier de texte de la classe.

Pour le prof :

Introduction

La couleur bleue de certaines boissons « Powerade » est due à une seule espèce colorée.

La couleur de cette boisson correspond au mélange des radiations visibles les moins absorbées : entre 480 nm et 600 nm → couleur bleu-vert.

D'autres solutions aqueuses du laboratoire, de concentrations adéquates, présentent la même couleur bleue. La couleur bleue de la boisson est-elle due à l'une de ces espèces chimiques colorées ?

Pour répondre à cette question, nous allons comparer les spectres d'absorption UV-visible de la boisson et des autres solutions bleues. Si le spectre UV-visible d'une des solutions est identique à celui de la boisson, nous pourrions supposer que l'espèce colorée est la même.

En supposant que la loi de Beer Lambert est valable dans ce domaine de concentrations, nous pourrions également déterminer la concentration de l'espèce chimique colorée dans la boisson.

I. Préparation des solutions non disponibles

1. Préparation de la solution de sulfate de cuivre par dissolution

Calculs préliminaires

Je prépare $V(\text{Sn}) = 100,0 \text{ mL}$ de la solution de concentration $c = 1,0 \cdot 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$. La quantité de matière nécessaire est : $n(\text{soluté}) = c \cdot V$

La masse à peser est donc : $m(\text{soluté}) = n(\text{soluté}) \cdot M(\text{soluté})$

D'où : $m(\text{soluté}) = c \cdot V(\text{Sn}) \cdot M(\text{CuSO}_4, 5 \text{ H}_2\text{O}) = 1,0 \cdot 10^{-1} \times 100,0 \cdot 10^{-3} \cdot (63,5 + 32,1 + 4 \cdot 16,0 + 5 \cdot 18,0) = 2,50 \text{ g}$

Protocole détaillé

Démarche

- * A l'aide d'une **capsule de pesée** et d'une **spatule propres et sèches**, peser 2,50 g de **soluté** sur une **balance précise au cg**.
- * A l'aide d'un **entonnoir propre et sec**, introduire tout le solide dans une **fiolle jaugée de 100,0 mL préalablement rincée à l'eau distillée**. Rincer soigneusement la capsule et l'entonnoir en entraînant l'eau de rinçage dans la fiole.
- * Ajouter de **l'eau distillée** pour remplir la fiole à moitié et agiter celle-ci, sans la retourner, jusqu'à dissolution complète du soluté
- * A l'aide de **la pissette** d'eau distillée, compléter le remplissage de la fiole jusqu'au trait de jauge. (bas du ménisque sur le trait de jauge)
- * Boucher la fiole avec **un bouchon** puis la retourner plusieurs fois pour homogénéiser la solution. Ne pas la conserver dans la fiole mais la transvaser dans **bécher** étiqueté.

2. Préparation de la solution de bleu de méthylène par dilution

Calculs préliminaires

Le facteur de dilution est $f = c(\text{Sn mère}) / c(\text{Sn fille}) = 30/15 = 2$

Pour préparer $V(\text{Sn fille}) = 50,0 \text{ mL}$, le volume à prélever dans la solution mère est $V_p \text{ mère} = V(\text{Sn fille})/f = 25,0 \text{ mL}$

Protocole détaillé

Démarche

- * Verser la **solution mère** à diluer dans un **bécher propre et sec**. Prélever 25,0 mL de solution à l'aide **d'une pipette jaugée** préalablement rincée avec la solution mère munie d'une **propipette**.
- * Introduire la solution mère prélevée dans une **fiolle jaugée** de 50,0 mL.
- * Remplir la fiole jaugée aux trois quarts avec **l'eau distillée** et agiter sans retourner pour favoriser la dilution.
- * A l'aide de **la pissette** d'eau distillée puis **d'une pipette simple**, compléter le remplissage de la fiole jusqu'au trait de jauge. (bas du ménisque sur le trait de jauge)
- * Boucher la fiole avec **un bouchon** puis la retourner plusieurs fois pour homogénéiser la solution. Ne pas la conserver dans la fiole mais la transvaser dans

Matériel

Voir les mots en gras dans le texte ci-contre

bécher étiqueté.	
------------------	--

II. Tracé des spectres

Les solutions de sulfate de cuivre, de bleu de méthylène présentent un maximum d'absorption pour des longueurs d'onde différentes de celle de la boisson.

Seul le colorant E133 présente un maximum d'absorption pour la même longueur d'onde que la boisson.

Ce colorant est celui qui est utilisé dans le powerade.

III. Concentration du colorant dans la boisson

On suppose que le seul colorant de la boisson est le E133.

On suppose que la loi de Beer Lambert est valable pour ces concentrations c'est-à-dire que l'absorbance est proportionnelle à la concentration de l'espèce chimique colorée.

En mesurant sur le graphe pour Amax :

A(E133) = 0,1702	Concentration C = $6,0 \cdot 10^{-6}$ mol/L
A (boisson) = 0,818	Concentration x

$$x = 0,818 \cdot C / 0,1702 = 4,80 \cdot C = 2,88 \cdot 10^{-5} \text{ mol/L} = 2,29 \cdot 10^{-2} \text{ g/L}$$

Personne de 60 kg : 600 mg admissible

Par jour, 26 L de boisson

Matériel :**Au bureau :**

Powerade avec bécher

solution de bleu de méthylène 30 mg/L

solution de bleu brillant E133

solution de bleu patenté E131

Par groupe d'élèves

spectrovis

cristaux de sulfate de cuivre hydratés

balance

cuves spectro sur support

fioles de 50 mL et 100mL avec bouchon

pipettes 10, 20, 25 mL + poire

1 entonnoir

1 casque avec micro