

<p>Activité expérimentale</p> <p>Constitution et transformations de la matière.</p>	<p>TP 2 Détermination et dosage du colorant bleu présent dans le Powerade Ice storm.</p>	<p>1<sup>ère</sup> Spécialité</p>
---	--	-----------------------------------

**Compétences et connaissances disciplinaires :**

\* Proposer et mettre en œuvre un protocole pour réaliser une gamme étalon et déterminer la concentration d'une espèce colorée en solution par des mesures d'absorbance. Tester les limites d'utilisation du protocole.

\* Déterminer la concentration d'un soluté à partir de données expérimentales relatives à l'absorbance de solutions de concentrations connues

**Compétences transversales :**

**A1** Extraire des informations extraites des données.

**A4** Proposer un protocole expérimental.

**R4** Utiliser le matériel

**R2** Réaliser le dispositif expérimental.

**Contexte du sujet :**

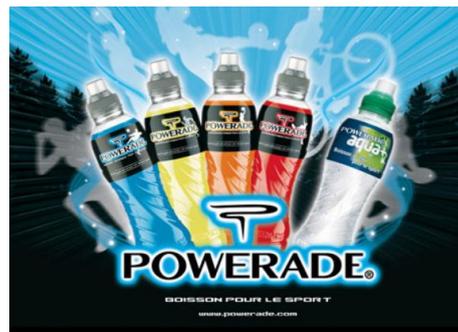
Au cours d'un effort physique, les pertes en eau d'un sportif sont importantes. Il est donc indispensable de procéder à une réhydratation. Dans le commerce, on peut trouver deux types de boissons : celles dites énergisantes (ex : Red Bull®) ou les boissons isotoniques (ex : Powerade®). Cependant seules les boissons isotoniques sont efficaces ; elles permettent en effet de compenser les pertes hydriques et d'apporter l'énergie nécessaire à l'effort.

Les boissons Powerade® isotoniques 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.

Le goût est un facteur important, il ne doit pas être trop sucré mais doit être agréable. Il existe différents arômes de boissons, repérés généralement par leur couleur : goût cerise (rouge), goût citron (jaune), goût ice storm (bleu).

Les couleurs intenses observées sont produites par l'ajout de colorants alimentaires. Pour la couleur bleue, il existe plusieurs molécules qui peuvent être utilisées. Chaque colorant est codifié avec un code européen E XXX (les trois chiffres changent pour chaque espèce colorée). Pour chaque colorant utilisé dans les produits alimentaires, il existe une **DJA** (Dose Journalière Admissible) qui ne doit pas être dépassée pour ne pas avoir de conséquences néfastes sur votre santé.

→ Votre travail consiste aujourd'hui à identifier la nature du colorant bleu présent dans la boisson isotonique goût « Ice Storm » puis à déterminer la concentration en quantité de matière puis la masse de ce colorant pour savoir si un sportif de 70kg qui consommerait 2 litres de cette boisson durant un marathon ne dépasse pas la DJA.

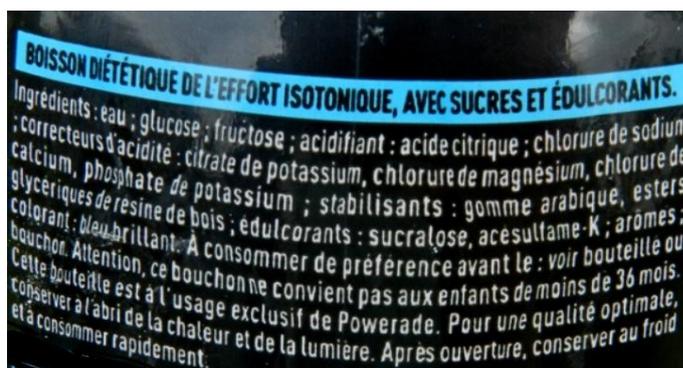


**Documents à disposition :**

**Document 1 : Powerade Ice Storm (boisson des JO 2012) et sa composition**

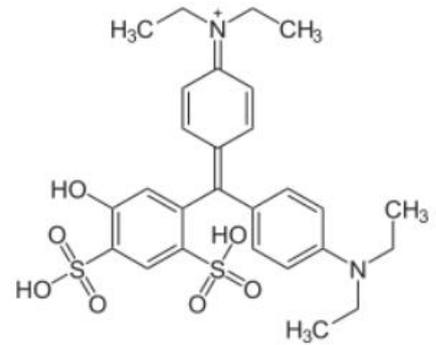


Sous forme de boisson      ou      en poudre



## Document 2 : Quelques colorants alimentaires bleu

\* **Le bleu patenté V (E131)** est un composé chimique anionique de couleur bleu foncé utilisé en agroalimentaire (bonbon, aliments). En Europe, ce colorant peut être employé seul ou en combinaison dans les denrées. Son utilisation est interdite en Australie, au Canada, USA et en Norvège, parce qu'il est responsable d'allergies (urticaire, rares cas de choc anaphylactiques) dans le cas d'une concentration trop élevée. On l'utilise aussi en médecine comme traceur dans les vaisseaux sanguins.

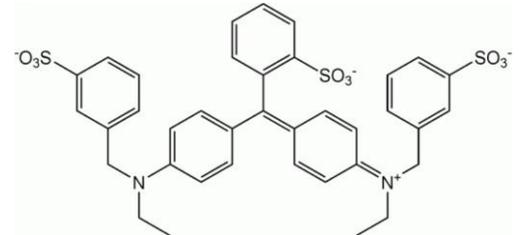


Pictogrammes de sécurité :



Masse molaire :  $M = 1159,45 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

\* **Le bleu brillant (E133)** est un colorant alimentaire de couleur bleu foncé utilisé dans certaines confiseries ou certaines denrées alimentaires. Une consommation excessive peut faire uriner fréquemment. Son innocuité n'est pas prouvé et il peut contenir des substances cancérigènes. Il est interdit dans certains pays de l'UE.

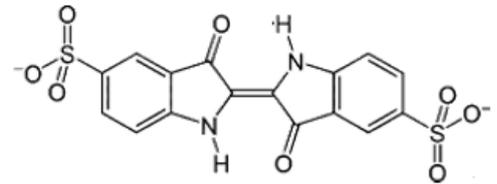


Pictogrammes de sécurité :



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

\* **L'indigotine (E132)** est un composé chimique de couleur bleu foncé extrait de l'indigotier ou synthétisé. Il est interdit en Norvège et peut être allergisant à haute dose. On l'utilise dans l'industrie pour le textile et l'alimentation.



Pictogrammes de sécurité :



Masse molaire :  $M = 466,3 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

## Document 3 : La Dose Journalière admissible

**DJA** : Dose journalière admissible. C'est la dose d'additif qu'une personne peut ingérer tous les jours de sa vie sans risque appréciable pour sa santé, c'est à dire sans effet secondaire. Elle est en moyenne 100 fois inférieure à la dose pour laquelle on a vu, dans les études toxicologiques, apparaître un risque. La DJA s'exprime en mg/kg de poids corporel. Une DJA de 1 mg/kg signifie qu'une personne de 60 kg peut absorber une dose de 60 mg par jour sans risque pour sa santé. (D'après la DGCCRF)

Voici quelques exemples de DJA pour quelques colorants bleus :

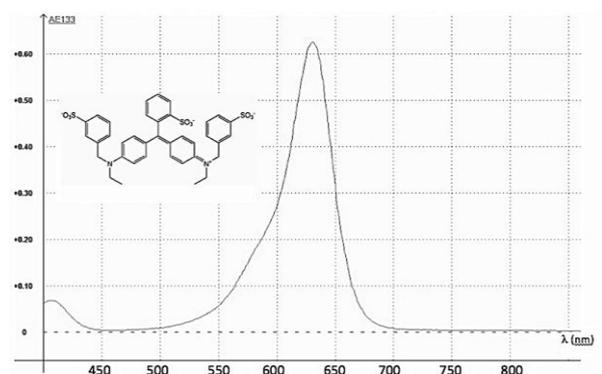
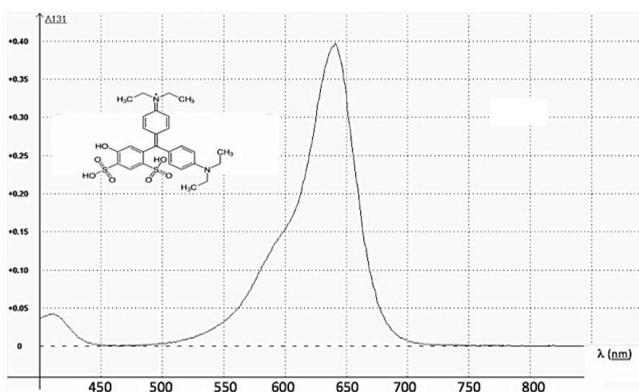
Colorant	Bleu patenté V	Indigo	Bleu brillant
Code	E131	E132	E133
DJA (mg/kg)	2,5	5,0	10,0

D'après [www.medicalorama.com](http://www.medicalorama.com)

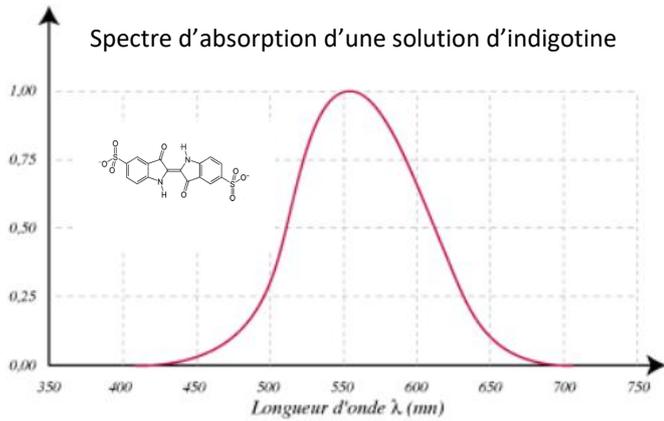
## Document 4 : Spectre d'absorbance des différents colorants bleu et de la boisson

Spectre d'absorption d'une solution diluée de bleu patenté

Spectre d'absorption d'une solution diluée de bleu brillant

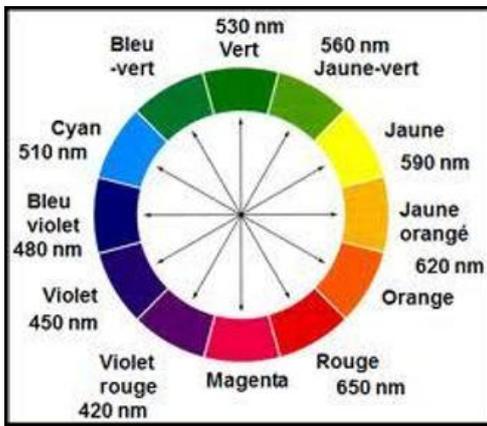


## Suite Doc4 :



Utiliser [le mode d'emploi](#) pour l'utilisation du spectrophotomètre avec le logiciel Easyspec pour obtenir le spectre d'absorbance de la boisson Powerade : partie 1.2) Spectre d'absorption

## Document 5 : Couleur d'une solution et cercle chromatique



Le cercle chromatique : chaque couleur a pour couleur complémentaire, celle qui est diamétralement opposée. Pour une molécule colorée donnée, ce sont les radiations correspondant à la couleur complémentaire qui sont majoritairement absorbées.

## Document 6 : le Spectrophotomètre



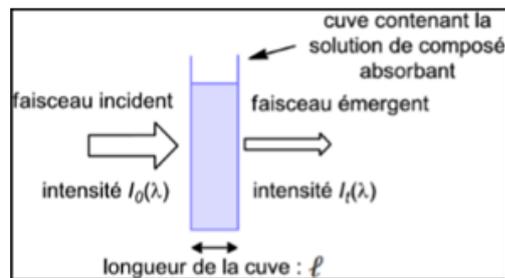
### Spectre d'absorbance

Un spectrophotomètre permet de réaliser des mesures d'absorbance  $A$  d'une solution donnée en fonction de la longueur d'onde.

Avant les mesures, il faut **faire le blanc** avec le solvant.

Le spectrophotomètre peut étudier l'absorbance, en fonction de la longueur d'onde  $\lambda$  en faisant varier  $\lambda$ .

Le graphique  $A = f(\lambda)$  obtenu est appelé **spectre d'absorbance** de la solution étudiée (cf doc 4). Il permet d'identifier la composition de la solution et de mesurer la longueur d'onde  $\lambda_{\max}$  qui est la plus absorbée par la solution (au niveau du pic).



### Courbe d'étalonnage

Un spectrophotomètre permet de réaliser des mesures d'absorbance  $A$  à une longueur d'onde donnée avec plusieurs solutions de différentes concentrations.

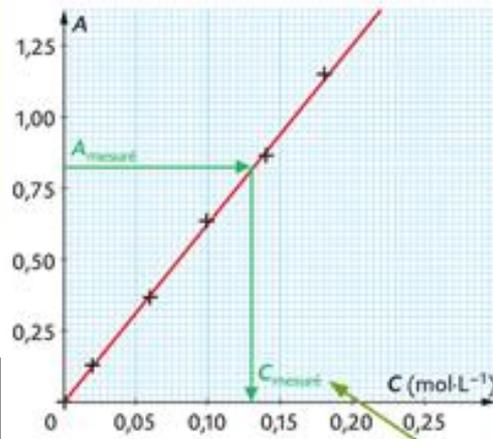
Avant les mesures, il faut **faire le blanc** avec le solvant (solution de concentration nulle).

La longueur d'onde est fixée à  $\lambda_{\max}$ .

On peut alors représenter l'absorbance, en fonction de la concentration en utilisant **des solutions étalons** (dont on connaît la concentration). Le graphique  $A = f(C)$  obtenu est appelé **courbe d'étalonnage** de la solution étudiée (cf doc 7). On peut s'en servir ensuite pour mesurer une concentration inconnue.

## Document 7 : la loi de Beer-Lambert

L'absorbance  $A$  est une grandeur sans unité, liée à la proportion de lumière absorbée par une solution pour une longueur d'onde  $\lambda$  donnée. Elle est mesurée grâce à un spectrophotomètre.



D'après la loi de Beer-Lambert, l'absorbance  $A$  d'une espèce colorée en solution suffisamment diluée est proportionnelle à la concentration molaire  $C$  de cette espèce :

$$A = \epsilon \cdot \ell \cdot C$$

$\epsilon$  en  $L \cdot mol^{-1} \cdot cm^{-1}$      $\ell$  en  $cm$      $C$  en  $mol \cdot L^{-1}$

ou pour simplifier  $A = k \times C$

$k$  : coefficient constant

La courbe d'étalonnage (ou la loi de Beer-Lambert) permet de doser une espèce chimique colorée en solution, c'est-à-dire de déterminer sa concentration dans la solution étudiée.

On modélise la loi de Beer-Lambert par une droite qui passe par 0 et par les points expérimentaux.

## Document 8 : Liste de matériel et produits

- La boisson Powerade Ice storm
- Fiole jaugée de 50 mL, Fiole jaugée de 100mL, pipette jaugée de 20,0 mL, pipette jaugée de 10,0 mL, pipette jaugée de 5,0 mL, pipette jaugée de 2,0 mL bouchons, bécher de 100 mL, pipette compte-goutte, pissette d'eau distillée, propipette.
- Un spectrophotomètre et des cuves en plastique.
- Solution mère  $S_0$  de chacun des colorants bleu à  $C_0 = 5,0 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot L^{-1}$ . 100 mL de solutions de secours en cas de problèmes.

### Travail à effectuer:

#### 1. Questions préliminaires

(10 min max conseillées)

S'APPROPRIER

1.1 En utilisant les spectres d'absorbance (doc 4) et/ou en réalisant celui de la boisson en TP. Identifier quel est le colorant bleu présent dans la boisson isotonique Powerade ice storm. Quel autre document confirme votre choix ?

1.2 Quelle est la couleur absorbée par la solution ? Est-ce que c'est cohérent avec la couleur de la solution ?

APPEL N°1



Appeler le professeur en cas de difficultés.

2. Formulation d'un protocole (25 min conseillées)

ANALYSER

2.1 À partir de la liste de matériel et des documents, décrire la méthode expérimentale à réaliser pour mesurer la concentration en quantité de matière inconnue du colorant bleu contenu dans la boisson.

Remarque : ne pas détailler le protocole mais expliquer la démarche.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

On cherchera à préparer un volume  $V=50,0 \text{ mL}$  de différentes solutions de colorant bleu présent dans la boisson, de concentration connues (solutions filles) par dilution de la solution mère de concentration en quantité de matière  $C_0 = 5,0 \cdot 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}$ .

Les solutions du tableau ci-dessous sont à préparer :

Solution	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>
Concentration en quantité de matière de la solution fille (mol.L <sup>-1</sup> )	$2,0 \cdot 10^{-5}$	$1,0 \cdot 10^{-5}$	$0,5 \cdot 10^{-5}$	$0,2 \cdot 10^{-5}$
Volume à prélever V <sub>0</sub> (mL)				

2.2 Calculer les volumes à prélever pour toutes les solutions du tableau et complétez celui-ci.



**Chaque groupe prépare une seule solution dont le numéro est indiqué sur votre paillassse !!**

**Les solutions seront mise en commun par les groupes pour réaliser la droite d'étalonnage.**

2.3 En utilisant l'ensemble des documents et le matériel disponible, proposer un protocole expérimental détaillé pour préparer **vo**tre solution par dilution avec **précision**. Vous indiquerez le volume à prélever, les conditions de sécurité et **toute** la verrerie dont vous avez besoin.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

<b>APPEL N°2</b>	
	<b>Appeler le professeur lorsque vous êtes prêts à réaliser la solution</b>

3. Réalisation du protocole de dilution (15 minutes conseillées) **REALISER**

- 3.1 Après validation de votre protocole par le professeur, réaliser la solution en suivant les étapes de votre protocole et en manipulant avec précision.
- 3.2 Une fois votre solution préparée, appeler le professeur pour vérifier celle-ci. Vous laisserez la fiole en bout de table à disposition des autres groupes.

<b>APPEL N°3</b>	<b>Appeler le professeur pour lui présenter votre solution ou en cas de difficultés.</b>

4. Mesure de l'absorbance des différentes solutions préparées (15 minutes conseillées)

En utilisant le spectrophotomètre à votre disposition et le [mode d'emploi du logiciel](#), mesurer l'absorbance de la solution que vous venez de préparer ainsi que celles préparées par les autres groupes puis l'absorbance de la solution « Boisson powerade » en suivant le protocole indiqué : le logiciel du spectrophotomètre va placer les points et tracer la courbe d'étalonnage  $A=f(C)$  et aussi trouvé la concentration inconnue de la boisson.

Noter vos résultats dans le tableau ci-dessous :

Solution	Blanc	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	Boisson
Concentration en quantité de matière de la solution fille en mol.L <sup>-1</sup>	0	2,0.10 <sup>-5</sup>	1,0.10 <sup>-5</sup>	0,5.10 <sup>-5</sup>	0,2.10 <sup>-5</sup>	?
Absorbance	0					

$C$  boisson donnée par le logiciel = .....  $\mu\text{mol/L}$

5. Exploitation des mesures et détermination de la concentration molaire en colorant (30 min conseillées) **Valider**

5.1 Reproduire la courbe de  $A = f(C)$  sur une feuille de papier millimétrée avec nom des axes, unités et titre.

5.2 Quelle est l'allure de la courbe (droite affine, droite linéaire ou curviligne) ?

.....

5.3 Donner l'équation mathématique de cette courbe en calculant la valeur du coefficient directeur Cette courbe vérifie t-elle la loi de Beer-Lambert ?

.....

.....

5.4 Faire les constructions graphiques nécessaires pour déterminer la valeur de la concentration en quantité de matière du colorant dans la boisson en utilisant la valeur de  $A$  mesurée pour la boisson. Vous prendrez en photo le graphique avec la construction ou joindre la feuille à votre compte-rendu de TP.

.....

5.5 En déduire la quantité de matière puis la masse de colorant présent dans 2,0 L de boisson .

.....

.....

5.6 Avec les documents, calculer la masse maximale du colorant que peut absorber le sportif de 70 kg sans dépasser la DJA ?

.....

.....

5.7 Conclure sur l'objectif de cette activité : **un sportif de 70kg qui consommerait 2 litres de cette boisson durant un marathon dépasse-t-il la DJA ?**

.....