

ACTIVITE 2 : A SCHTROUMPFER AVEC MODERATION ...

Dans les bonbons schtroumpfs de la marque Haribo®, le confiseur utilise un colorant alimentaire bleu pour restituer la couleur des personnages de BD.



Trois colorants alimentaires bleus, à consommer avec modération, sont présents sur le marché de la confiserie : le bleu patenté V, l'indigotine et le bleu brillant FCF.

Problème posé : Combien de bonbons schtroumpfs peut-on manger avant de mettre en péril notre santé ?

Expérience préliminaire (déjà réalisée) :

- Prendre **un bonbon** et retirer la tête, seule la partie bleue nous intéresse.
- Couper le bonbon en petit morceaux et l'introduire dans un bécher.
- Ajouter 30 mL d'eau distillée, et un barreau aimanté.
- Chauffer environ à 50 °C, tout en agitant. Le chauffage permet d'accélérer la dissolution du bonbon dans l'eau.
- Une fois la dissolution terminée, filtrer l'échantillon afin d'éliminer la gélatine qui trouble la solution.
- Transvaser le contenu du bécher dans une fiole jaugée de **50,0 mL** que l'on complète jusqu'au trait de jauge avec de l'eau distillée.
- Homogénéiser la solution.

→ La solution obtenue à partir d'un bonbon schtroumpf sera notée S_{sc} par la suite.

Pour répondre au problème posé, nous allons tout d'abord déterminer la nature du colorant bleu présent dans les bonbons schtroumpfs puis déterminer la concentration en masse de ce colorant dans la solution S_{sc} .

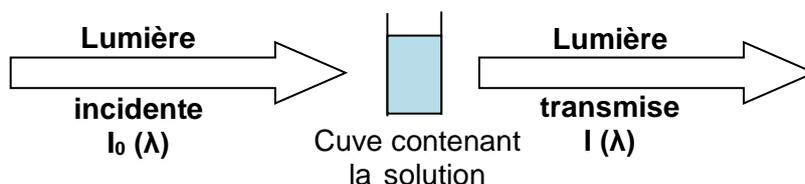
Document 1 : Quelques informations sur les colorants alimentaires bleus

Colorant	Bleu patenté V	Indigotine ou Carmin d'indigo	Bleu brillant FCF
code	E131	E132	E133
DJA* en mg/kg /jour	2,5	5,0	6,0
Dangers potentiels	Risques d'allergies (urticaire, nausées, etc.). Suspecté de provoquer de l'hyperactivité chez les enfants. Son innocuité cancérologique n'a pas été démontrée.	Allergisant à haute dose. Peut provoquer hyper ou hypotension, bradycardie, nausées. Son innocuité cancérologique n'a pas été démontrée.	Risques d'allergies (urticaire, nausées, etc.). Suspecté de provoquer de l'hyperactivité chez les enfants. Son innocuité cancérologique n'a pas été démontrée.
Masse molaire (en g/mol)	1160	466	793

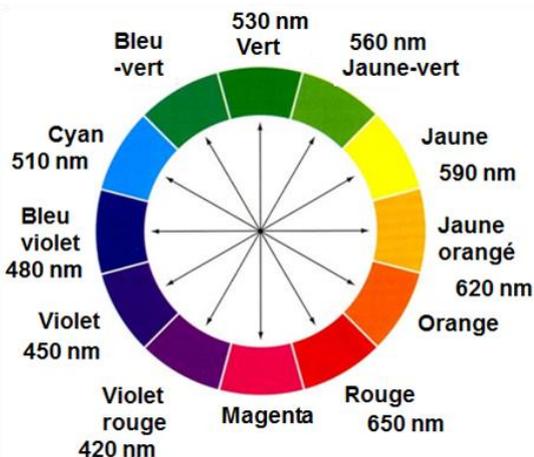
* : pour chaque colorant, une législation définit la « dose journalière admissible » (DJA). C'est la masse maximum de colorant que l'on peut absorber par jour. Elle s'exprime en milligrammes de colorant par kilogramme de masse corporelle du consommateur.

Document 2 : Absorbance d'une solution colorée

- Une solution est colorée si elle **absorbe** une partie des radiations du spectre de la lumière blanche (comme un filtre coloré). La couleur de la solution correspond aux radiations non absorbées par celle-ci.
- Pour une longueur d'onde λ donnée, on caractérise "le pouvoir d'absorption" d'une solution colorée par une grandeur appelée **absorbance**, notée **A**. C'est une grandeur sans unité, dont la valeur est généralement comprise entre 0 et 2. Pour une longueur d'onde λ donnée, **l'absorbance A d'une solution est d'autant plus grande que la radiation de longueur d'onde λ est absorbée.**
- L'absorbance A d'une solution colorée, à une longueur d'onde λ donnée, peut être mesurée avec un **spectrophotomètre** ou un **colorimètre**.
L'appareil est composé d'une source de lumière blanche et d'un monochromateur qui permet de sélectionner une radiation de longueur d'onde λ . Le faisceau de lumière monochromatique obtenu traverse alors la solution colorée étudiée. L'appareil mesure l'intensité I_0 de la radiation incidente et l'intensité I de la radiation transmise. Il calcule alors l'absorbance de la solution, qui est liée au rapport entre l'intensité de la lumière transmise et l'intensité de la lumière incidente (soit I/I_0).

**Document 3 : Cercle chromatique**

Deux couleurs **opposées** sur le cercle chromatique sont appelées **couleurs complémentaires**.

**Document 4 : Spectre d'absorption d'une solution**

- On appelle **spectre d'absorption** d'une solution la représentation graphique de son absorbance A en fonction de la longueur d'onde λ : $A = f(\lambda)$.
- Sur le spectre d'absorption, on repère la longueur d'onde λ_{\max} correspondant à l'absorbance maximale A_{\max} de la solution. Lorsqu'il n'y a qu'une seule zone d'absorption (« bande d'absorption ») sur le spectre, la couleur correspondant à cette longueur d'onde est la couleur complémentaire de la solution.

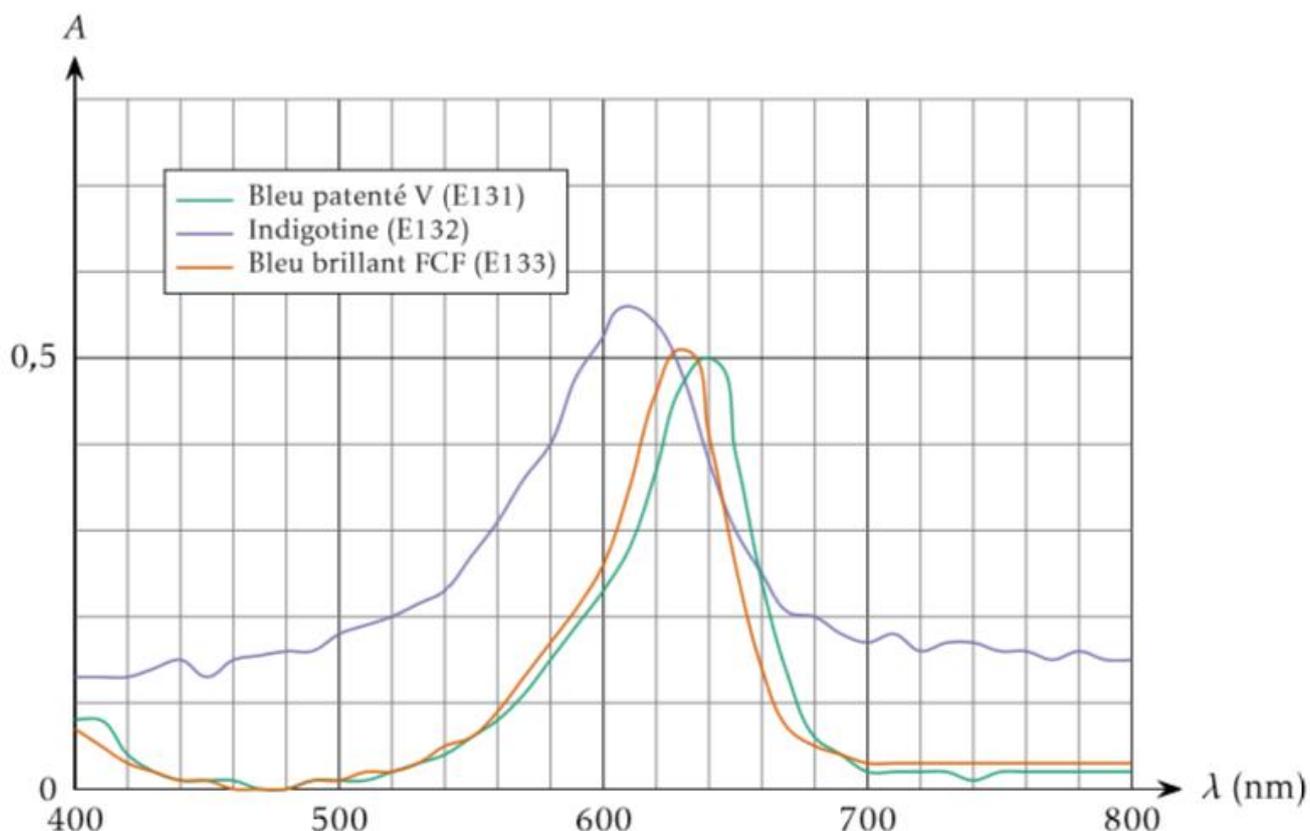
Rem : Lorsqu'une solution absorbe dans plusieurs domaines de longueurs d'onde, sa couleur résulte de la synthèse (soustractive) des couleurs complémentaires des radiations absorbées.

Document 5 : Loi de Beer-Lambert

Si la concentration d'une solution n'est pas trop élevée, il existe une relation de proportionnalité entre l'absorbance A d'une solution (pour une longueur d'onde et une largeur de cuve données) et sa concentration C. On peut alors écrire :

$$A = k \times C \quad (k, \text{étant une constante}) \quad \rightarrow \quad \text{C'est la loi de Beer-Lambert.}$$

Remarque : La concentration peut être à la fois la concentration en quantité de matière ou la concentration en masse.

Document 6 : Spectre d'absorption de trois colorants alimentaires bleus**Document 7 : Comment tracer un spectre d'absorption**

Pour tracer le spectre d'absorption d'une solution, il est nécessaire de mesurer pour différentes longueurs d'onde la valeur de l'absorbance de la solution. Ces différentes mesures peuvent être faites manuellement mais aussi de façon automatisée. Pour cela :

- Brancher si nécessaire le câble USB de l'appareil à l'ordinateur.
- Ouvrir le logiciel permettant l'acquisition dans :
« Ordinateur/Lecteur CD-logicielspectro/W/AS/EsaoStudio.exe ».
- Cliquer sur l'onglet « absorbance ».
- Placer une cuve contenant le solvant dans le spectrophotomètre puis cliquer sur « calibration ».
- Obstruer la source lumineuse en plaçant le cache métallique entre la source lumineuse et la cuve puis valider.
- Placer la même cuve contenant la solution à analyser dans le spectrophotomètre.

→ Le spectre d'absorption est alors tracé automatiquement.

Document 8 : Matériel et solutions à disposition

Paillasse élèves :

- | | |
|---|-----------------------------------|
| • colorimètre (voir doc.6 de l'act1 pour l'utilisation) | • béchers |
| • spectrophotomètre avec système d'acquisition | • fioles jaugées : 50 mL, 100 mL |
| • cuves à spectrophotomètres | • pipettes jaugées : 10 mL, 20 mL |
| • pipettes en plastiques | • poire aspirante ou propipette |
| • eau distillée | • ordinateur + logiciel EsaoPhy |

Paillasse professeur :

- bonbons schtroumpf
- solution S_{sc}
- solution mère S_0 du colorant bleu (identique à celui dans les bonbons) de concentration en masse $t_0 = 20,0$ mg/L
- solutions filles S_1, S_2, S_4 du même colorant bleu, solutions préparées par dilution de la solution mère

Solution	S_0	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5
Concentration en masse (en mg/L)	20	16		8,0		
Facteur de dilution					5,0	10
Volume prélevé de solution mère (en mL)		40	30		10	
Volume de la solution fille (en mL)			50	50		

I. Détermination du colorant bleu dans les bonbons schtroumpf

- Réaliser le spectre d'absorption de la solution S_{sc} .
- ⇒ Déterminer quel colorant bleu est présent dans les bonbons schtroumpf.

II. Détermination de la concentration en masse du colorant bleu

- 1) Compléter le tableau du document 8. *Si nécessaire, regarder le poly du cours sur la dilution.*
Ecrire le protocole pour préparer la solution S_3 .

Après vérification par le professeur, préparer dans chaque binôme les solutions S_3 et S_5 à partir de la solution mère S_0 .

Si nécessaire, consulter la vidéo suivante pour revoir la réalisation expérimentale d'une dilution : <https://vimeo.com/205603224>

- 2) A l'aide de l'ensemble des documents, proposer une démarche expérimentale pour déterminer la concentration en masse du colorant dans la solution S_{sc} . Cette démarche devra s'appuyer sur le tracé et l'exploitation d'une courbe.

Après validation par le professeur, mettre en œuvre cette démarche. Ne pas oublier de noter vos mesures et l'exploitation de vos mesures sur le compte rendu.

III. Réponse au problème posé

- 1) Déterminer la masse de colorant présent dans un bonbon.
Relire l'expérience préliminaire décrite dans l'introduction.
- 2) A l'aide du document 1, en déduire une réponse au problème posé. Apporter un regard critique sur le résultat trouvé