

DEVOIR N°1 : ABSORBANCE ET NEWTON

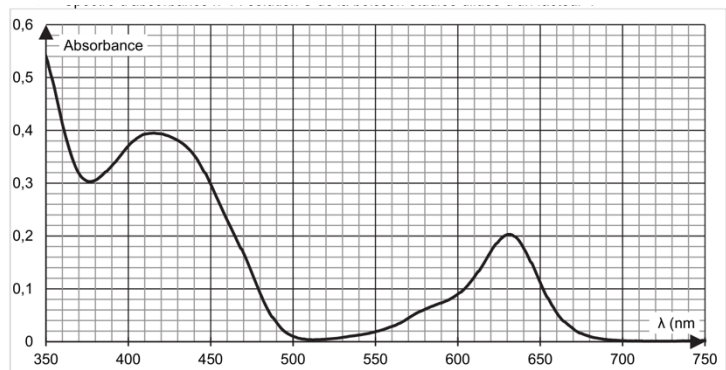
EXERCICE 1 : ÉTUDE DE COLORANTS DANS UNE BOISSON (10 POINTS)

On étudie une boisson verte à base de banane et de fruits tropicaux dont la recette est d'inspiration indonésienne. Elle est composée d'extraits de fruits, d'eau, d'éthanol, de sucre et de colorants alimentaires responsables de sa couleur vert vif.

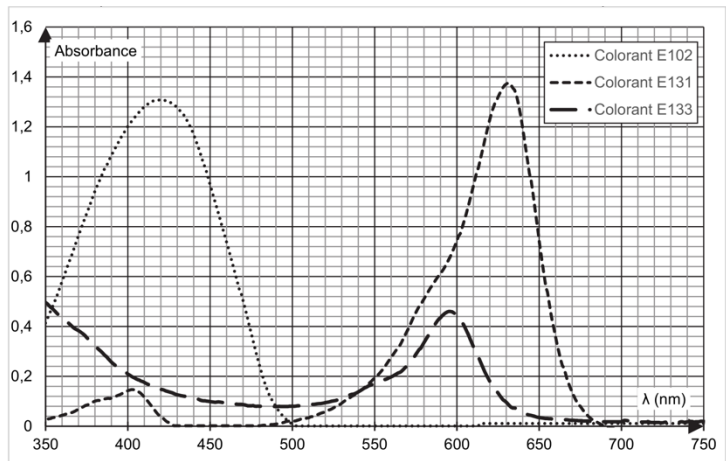
L'objectif de cet exercice est d'identifier la nature des colorants présents dans cette boisson et de s'interroger sur les risques éventuels pour la santé de l'un d'entre eux.

Données :

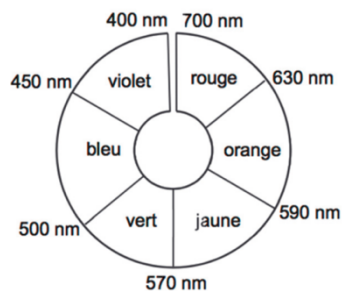
- Spectre d'absorbance n°1 : solution S de la boisson étudiée **diluée d'un facteur 4**



- Spectres d'absorbance n°2 : différents colorants alimentaires en solution aqueuse



Cercle chromatique :



- Masse molaire du colorant E102 : $M = 534 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$;
- Volume de la boisson étudiée contenu dans un verre de cocktail : $V = 3,0 \text{ cL}$ (centi-litre);
- Concentration en masse de sucre dans la boisson étudiée : $367 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$;
- Masse d'un morceau de sucre : 5,0 g.

Q1. Déterminer le nombre de morceaux de sucre équivalent à la quantité de sucre apportée par la boisson étudiée lorsqu'on boit un verre de cocktail. Commenter.

La couleur verte de la boisson étudiée est obtenue par le mélange de deux colorants alimentaires. On cherche à les identifier parmi les trois colorants analysés dans le spectre d'absorbance n°2.

Q2. Donner, en justifiant, la couleur en solution aqueuse de chacun des colorants alimentaires E102, E131, et E133.

Q3. Déterminer, en justifiant, les deux colorants majoritairement présents dans la boisson étudiée.

La dose journalière admissible (DJA) d'un colorant est la masse maximale de colorant qu'une personne peut consommer par jour sans risque pour sa santé. Elle est habituellement exprimée en mg de substance par kg de poids corporel et par jour. Pour le colorant E102, elle est de 7,5 mg par kilogramme de masse corporelle et par jour.

Pour déterminer la concentration de ce colorant dans la boisson étudiée, on réalise une gamme de solutions étalons de concentrations différentes à partir d'une solution-mère S_0 de colorant E102. On enregistre ensuite les spectres d'absorbance correspondants (figure 1).

Enfin, pour déterminer la concentration du colorant E102 dans la boisson étudiée, les spectres obtenus sont exploités à la longueur d'onde $\lambda = 450 \text{ nm}$. On note C_i , avec i allant de 1 à 5, la concentration en colorant E102 de la solution S_i .

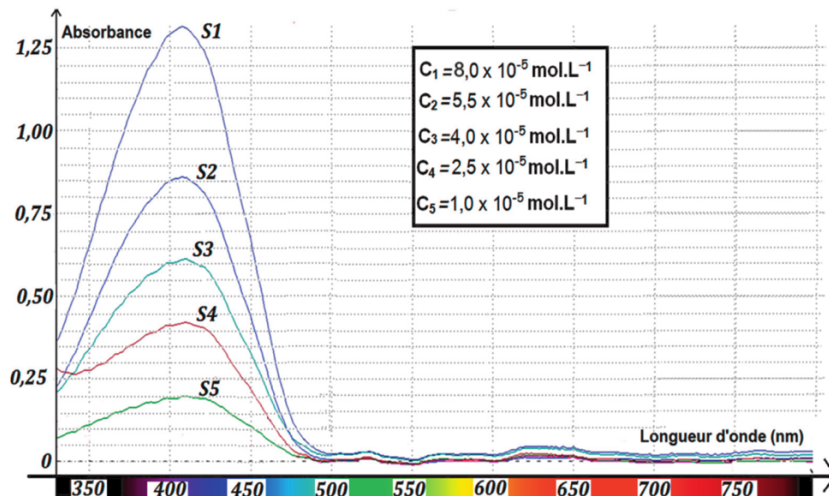


Figure 1. Spectres d'absorbance de 5 solutions de concentrations différentes en colorant E102.

Q4. À l'aide des spectres d'absorbance n°s 1 et 2 fournis dans les données, expliquer le choix de la longueur d'onde $\lambda = 450 \text{ nm}$ plutôt que $\lambda' = 420 \text{ nm}$ pour réaliser le dosage du colorant E102 dans la boisson étudiée.

On rappelle que le spectre d'absorbance n°1 est celui de la solution S de la boisson étudiée obtenue après dilution d'un *facteur 4* de la solution commerciale.

Q5. Proposer un ensemble de verrerie permettant de préparer la solution S de la boisson étudiée diluée à partir de la solution commerciale.

Q6. En complétant le **graphique donné en annexe** et en explicitant la démarche suivie, montrer que, pour la longueur d'onde choisie de **450 nm**, la loi de Beer-Lambert est vérifiée pour le colorant E102.

Q7. Déterminer la masse de colorant E102 contenue dans un verre de cocktail. Commenter votre résultat en le comparant à la valeur de la DJA.

Le candidat est invité à prendre des initiatives et à présenter la démarche suivie, même si elle n'a pas abouti. La démarche est évaluée et nécessite d'être correctement présentée.

EXERCICE 2 : PROTECTION DES CRAPAUDS (10 POINTS)

La plaine de Sorques, située dans le sud de la Seine-et-Marne, est une zone naturelle protégée qui abrite entre autres de nombreux amphibiens (crapauds, grenouilles, tritons). Les crapauds *Bufo bufo* ont pour habitat la forêt de Fontainebleau la majeure partie de l'année. Une fois par an, au printemps, ces amphibiens migrent vers les plans d'eau pour se reproduire.



Barrière de protection le long d'une route

Pour éviter qu'ils ne se fassent écraser en passant sur la route qui traverse cette zone de migration, un dispositif a été installé : des barrières en bois, suffisamment hautes pour empêcher le saut sur la route, sont placées de chaque côté, obligeant les amphibiens à emprunter des passages souterrains appelés « crapauducs ».

Dans cet exercice, on se propose d'étudier le mouvement lors d'un saut d'un crapaud *Bufo bufo* de façon à déterminer la hauteur minimale des barrières de protection le long d'une route.

Le système considéré est un crapaud dont on étudie le mouvement du centre de masse, noté G. Le champ de pesanteur terrestre local \vec{g} est considéré uniforme et les frottements liés à l'action de l'air sont supposés négligeables face au poids.

Données :

- Intensité de la pesanteur terrestre : $g = 9,81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$;
- Taille moyenne d'un crapaud *Bufo bufo* : 10 cm.

Le mouvement du centre de masse G du crapaud est étudié dans le référentiel terrestre supposé galiléen et muni du système d'axes (Ox, Oz), respectivement horizontal muni du vecteur unitaire \vec{i} et vertical muni du vecteur unitaire \vec{j} (voir figure 1).

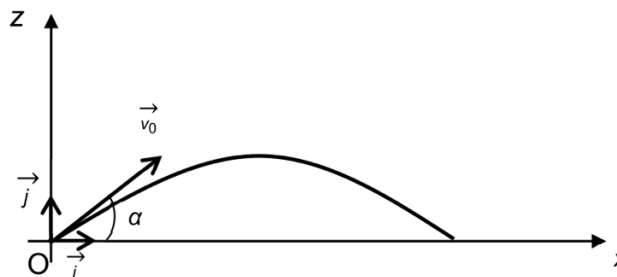


Figure 1. Modélisation du saut du crapaud

À la date $t = 0 \text{ s}$, le centre de masse G est placé à l'origine du repère O et son vecteur vitesse initiale, noté \vec{v}_0 , a une direction faisant un angle α avec l'axe horizontal (Ox). On note v_0 la norme de \vec{v}_0 .

- Q1.** Établir les expressions littérales des composantes a_x et a_z du **vecteur accélération** \vec{a}_G du centre de masse du crapaud suivant les axes Ox et Oz puis des composantes $v_x(t)$ et $v_z(t)$ du **vecteur vitesse** \vec{v}_G du centre de masse du crapaud suivant les axes Ox et Oz.
- Q2.** En déduire les équations horaires $x(t)$ et $z(t)$ de la position du centre de masse G du crapaud au cours de son mouvement.
- Q3.** Établir l'expression de la durée du saut du crapaud, notée t_{saut} , en fonction de v_0 , g , et α .
- Q4.** En utilisant l'expression de $x(t)$ et l'expression de t_{saut} obtenue à la réponse à la question **Q3**, montrer que la vitesse v_0 permettant au crapaud d'effectuer un saut de longueur d est donnée par la relation :

$$v_0 = \sqrt{\frac{g \cdot d}{2 \sin(\alpha) \cdot \cos(\alpha)}}$$

- Q5.** Sachant que les crapauds les plus puissants peuvent faire des sauts d'une longueur égale à 20 fois leur taille, calculer la valeur de v_0 qu'ils atteignent pour un angle $\alpha = 45^\circ$.

La hauteur maximale z_{max} d'un saut est obtenue lorsque ce saut est vertical ; l'angle α vaut alors $\alpha = 90^\circ$, la vitesse initiale est toujours notée v_0 .

- Q6.** Établir que la hauteur maximale d'un saut a pour expression littérale :

$$z_{Max} = \frac{v_0^2}{2g}$$

- Q7.** En déduire la valeur de la hauteur de barrière minimale, notée $H_{champion}$, qui permet d'arrêter les crapauds les plus puissants, capables de sauter verticalement avec une vitesse initiale v_0 de valeur calculée à la question **Q6**.
- Q8.** Les barrières mesurent en réalité 50 à 60 cm de hauteur. Donner un argument permettant d'expliquer pourquoi on choisit d'installer des barrières d'une hauteur inférieure à $H_{champion}$.