

1. Extraction de la curcumine (E100) (8 points)

La curcumine est la principale espèce chimique colorée du curcuma, une épice largement utilisée en cuisine réunionnaise ou indienne (fig.1). Une fois isolée, elle est utilisée en tant que colorant alimentaire (E100). Elle peut être extraite de la façon suivante :

▶ Dans un erlenmeyer, introduire une pointe de spatule de curcuma et 10 mL d'éthanol.

▶ Agiter quelques minutes puis filtrer le contenu de l'erlenmeyer. Le filtrat jaune ambré est une solution de curcumine.

La courbe spectrale de la curcumine est donnée figure 2.

- 1) A quoi sert la filtration ?
- 2) La curcumine est-elle un colorant ou un pigment dans ces conditions ? Justifier.
- 3) Quel est le rôle de l'éthanol ? Comment récupérer uniquement l'espèce chimique extraite ?
- 4) Quelle partie de la courbe spectrale de la figure 2 correspond à une plage d'absorption de lumière visible ?
- 5) En déduire la couleur de la lumière après la traversée de la solution. Pourquoi cette couleur résulte-t-elle d'une synthèse soustractive ?
- 6) Comment apparaîtrait la solution si la lumière blanche était remplacée par de la lumière bleue (ne contenant que des longueurs d'onde comprises entre 420 et 480 nm) ?
- 7) Comment vérifier expérimentalement qu'une solution de curcumine a effectivement été obtenue ?

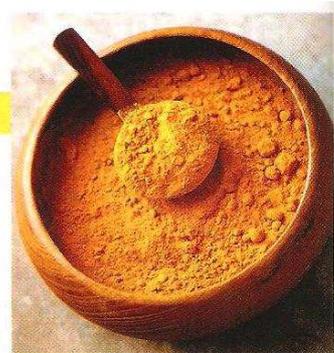


Fig. 1 Poudre de curcuma.

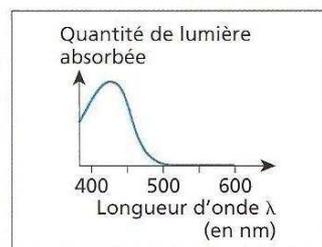


Fig. 2 Courbe spectrale de la solution de curcumine.

⇒ **CORRECTION**

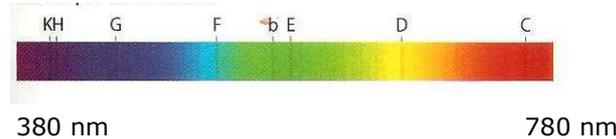
- 1) La filtration permet de séparer la solution de l'épice (solide).**
- 2) La curcumine étant soluble dans l'éthanol, elle est donc un colorant et non un pigment.**
- 3) L'éthanol est un solvant qui permet d'extraire la curcumine du curcuma. L'espèce chimique curcumine est obtenue seule en évaporant le solvant éthanol.**
- 4) D'après la courbe spectrale de la solution de curcumine, seule la partie entre 400 et 500 nm constitue une plage de lumière visible absorbée.**
- 5) Il manque la bande bleu-violet dans le spectre de la curcumine. La lumière après traversée de la solution apparaît donc de la couleur complémentaire, soit jaune-orangé, ce qui est cohérent avec la couleur annoncée dans l'énoncé. Cette couleur résulte d'une synthèse soustractive puisqu'elle est obtenue par absorption d'une partie du rayonnement visible.**
- 6) La solution apparaîtrait noire si elle était éclairée par cette lumière bleue : aucune lumière ne serait transmise, puisque le domaine des bleus est absorbé par la solution de curcumine.**
- 7) Une CCM permettrait de comparer le résultat de l'extraction avec la curcumine commerciale.**

2. Les raies de Fraunhofer (10 points)

Les astronomes ont remarqué dès le XVIII^e siècle la présence de fines bandes noires dans la lumière solaire. [...]. Après quelques tâtonnements, ils ont compris que ces raies sombres trahissaient la présence d'éléments chimiques sur le trajet des rayons lumineux. Joseph von Fraunhofer fut le premier, en 1814, à observer ces disparitions de lumière et à les attribuer à un phénomène d'absorption par un gaz situé entre la source d'émission et l'observateur.

D'après André Brahic et Isabelle Grenier, *lumières d'étoiles, les couleurs de l'invisible*, Odile Jacob, 2008.

Fraunhofer a repéré les principales raies d'absorption du spectre solaire par des lettres :



- 1) a) Quelle propriété des atomes permet d'expliquer les raies d'absorption ?
b) La raie sombre C correspond à l'absorption de photons de longueur d'onde $\lambda_C = 656$ nm. Calculer ΔE_C de ces photons (en eV).
- 2) La chromosphère contient, entre autres, des atomes d'hydrogène dont l'énergie du n^{ème} niveau d'énergie est donnée par la relation $E_n = -E_0/n^2$ (n est un entier strictement positif et $E_0 = 13,6$ eV).
 - a) Calculer les énergies des quatre premiers niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène ($n=1$; $n=2$; $n=3$; $n=4$).
 - b) Placer ces niveaux d'énergie sur un diagramme. Préciser l'échelle.
 - c) Montrer que l'absorption d'un photon d'énergie ΔE_C correspond au passage d'un atome d'hydrogène du premier vers le deuxième état excité.
 - d) La raie F, de longueur d'onde 487 nm, correspond au passage d'atomes d'hydrogène du premier état excité vers un autre état excité. Déterminer cet état.
 - e) Sur le diagramme de niveaux d'énergie, représenter les absorptions correspondant aux raies C et F du spectre du Soleil.

⇒ CORRECTION

1) a) Les raies d'absorption s'expliquent par la quantification des niveaux d'énergie des atomes.

$$b) \Delta E_C = h \cdot c / \lambda_C = 6,63 \times 10^{-34} \times 3,00 \times 10^8 / (656 \times 10^{-9}) = 3,03 \times 10^{-19} \text{ J} = 3,03 \times 10^{-19} / 1,60 \times 10^{-19} = 1,89 \text{ eV}$$

2) a) $E_n = -E_0/n^2$

- pour $n=1$: $E_1 = -13,6/1^2 = -13,6$ eV
- pour $n=2$: $E_2 = -13,6/2^2 = -3,40$ eV
- pour $n=3$: $E_3 = -13,6/3^2 = -1,51$ eV
- pour $n=4$: $E_4 = -13,6/4^2 = -0,850$ eV

n	1	2	3	4
E_n (eV)	-13,6	-3,40	-1,51	-0,850

b) Voir figure ci-contre. Echelle utilisée : 1 cm ↔ 2 eV

c) La différence d'énergie entre les deuxième et premier états excités est :

$$E_3 - E_2 = -1,51 - (-3,40) = 1,89 \text{ eV.}$$

⇒ On voit donc que $E_3 - E_2 = \Delta E_C$: le passage d'un atome d'hydrogène du premier état excité vers le deuxième état excité correspond à l'absorption d'un photon d'énergie ΔE_C .

d) Un photon de longueur d'onde $\lambda_F = 487$ nm a une énergie :

$$\Delta E_F = 6,63 \times 10^{-34} \times 3,00 \times 10^8 / (487 \times 10^{-9}) = 4,08 \times 10^{-19} \text{ J} = 4,08 \times 10^{-19} / 1,60 \times 10^{-19} = 2,55 \text{ eV.}$$

Lorsqu'il est absorbé, l'atome d'hydrogène passe du premier état excité d'énergie E_2 vers un autre état excité d'énergie :

$$E = E_2 + \Delta E_F = -3,40 + 2,55 = -0,85 \text{ eV} = E_4 : \text{c'est le 3e état excité.}$$

e) Voir figure ci-contre.

