

Contrôle d'un lot de caféine

Terminale spécialité Physique-Chimie · Analyses physiques

1. Identification de la poudre

Le spectre présente deux absorptions fortes dans la zone $1650\text{--}1750\text{ cm}^{-1}$, compatibles avec la présence de liaisons C=O et C=C. On ne repère pas de bande N-H entre 3100 et 3500 cm^{-1} .

Les trois molécules possèdent des groupes carbonyle, mais la théophylline et la théobromine possèdent chacune une liaison N-H, contrairement à la caféine. L'absence de cette bande, croisée avec la présence des bandes C=O et C=C, permet donc d'identifier la poudre :

la poudre reçue est de la caféine.

2. Choix de la longueur d'onde de travail

Le maximum d'absorbance du document 3 se situe vers

$$\lambda_{\max} \simeq 273\text{ nm}.$$

Pour maximiser la sensibilité de la mesure d'absorbance vis-à-vis d'une variation de concentration, on règle le spectrophotomètre au voisinage de ce maximum :

$$\lambda \simeq 273\text{ nm}.$$

3. Aspect incolore de la solution

L'absorption importante du document 3 se situe dans l'ultraviolet, à des longueurs d'onde inférieures au domaine visible. La solution n'absorbe donc pratiquement pas de radiation visible dans la fenêtre représentée : son aspect **incolore** est compatible avec le spectre.

4. Contrôle de la teneur en caféine

Pour la solution diluée, la loi de Beer-Lambert donne :

$$c_{\text{dil}} = \frac{A}{\varepsilon \ell} = \frac{0,400}{1,22 \times 10^4 \times 1,00} = 3,28 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}.$$

La solution issue de la boisson ayant été diluée 50 fois :

$$c = 50 c_{\text{dil}} = 1,64 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}.$$

On en déduit la concentration en masse, puis la masse de caféine contenue dans $100\text{ mL} = 0,100\text{ L}$ de boisson :

$$\begin{aligned} c_m &= cM = 1,64 \times 10^{-3} \times 194,2 = 0,318 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}, \\ m &= c_m V = 0,318 \times 0,100 = 3,18 \times 10^{-2} \text{ g} = 31,8 \text{ mg}. \end{aligned}$$

L'absorbance est la seule grandeur mesurée : la relation admise donne, avec la valeur non arrondie $m = 31,836$ mg,

$$\frac{u(m)}{m} = \frac{u(A)}{A} = \frac{8 \times 10^{-3}}{0,400} = 2,00 \times 10^{-2}, \quad u(m) = 2,00 \times 10^{-2} \times 31,836 = 0,637 \text{ mg.}$$

L'incertitude s'arrondit à un chiffre significatif par excès, et la valeur mesurée au même rang :

$$m = (31,8 \pm 0,7) \text{ mg pour } 100 \text{ mL.}$$

L'indication portée sur la canette sert de valeur de référence. L'écart normalisé vaut :

$$z = \frac{|m - m_{\text{ref}}|}{u(m)} = \frac{|31,8 - 32|}{0,7} = 0,3.$$

Comme $z \leq 2$, la mesure est compatible avec la valeur de référence :

$m = (31,8 \pm 0,7) \text{ mg pour } 100 \text{ mL : la teneur est conforme.}$
--

5. Pertinence d'une mesure à 310 nm

À 310 nm, le spectre montre une absorbance très faible par rapport à celle mesurée au voisinage de λ_{max} . Une même variation de concentration produirait donc une variation d'absorbance nettement plus faible : la mesure serait moins sensible. Le réglage vers 273 nm est préférable.