

Exercices 1 Absorbance et dosage par étalonnage

Les bases : couleur, spectre, loi de Beer-Lambert, droite d'étalonnage

6 exercices · niveau ●○○ · durée conseillée : 1 h 30 · calculatrice autorisée

★ À RETENIR — Ce qu'il faut savoir faire à la fin de la feuille

- Prévoir la couleur d'une solution (cercle chromatique) ; exploiter un spectre d'absorption.
- Utiliser la loi de Beer-Lambert et connaître son domaine de validité.
- Exploiter une droite d'étalonnage (lecture graphique, coefficient directeur).

■ RAPPEL — Le formulaire du chapitre

- La couleur perçue d'une solution est la **couleur complémentaire** de la couleur qu'elle absorbe (diamétralement opposée sur le cercle chromatique).
- Loi de Beer-Lambert (solutions **diluées**) : $A = \varepsilon \ell c$, avec A sans unité, ℓ en cm, c en $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ et ε en $\text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$; ε dépend de l'espèce, de la longueur d'onde et du solvant.
- À λ et ℓ fixées : $A = k c$ (droite d'étalonnage passant par l'origine) ; on travaille en général à λ_{max} .
- $c_m = c \times M$; dilution : $c_{\text{mère}} V_{\text{mère}} = c_{\text{fille}} V_{\text{fille}}$ et $F = c_{\text{mère}} / c_{\text{fille}} = V_{\text{fille}} / V_{\text{mère}}$.

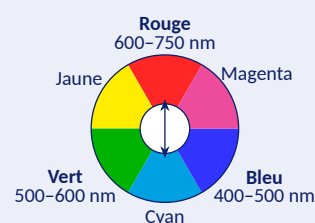


Figure 1 — Cercle chromatique simplifié

Exercice 1 Prévoir la couleur d'une solution

●○○

À l'aide du cercle chromatique (figure 1), donner la couleur perçue de chaque solution éclairée en lumière blanche.

- | | |
|--|---|
| a) Tartrazine : absorbe le bleu. | b) Ions cobalt(II) : absorbent le vert. |
| c) Bleu brillant : absorbe le rouge. | d) Ions nickel(II) : absorbent le bleu et le rouge. |
| e) Eau salée : n'absorbe pas le visible. | f) Encre de Chine : absorbe tout le visible. |

Exercice 2 Le spectre de la tartrazine

●○○

La figure 2 donne le spectre d'absorption d'une solution de tartrazine, colorant alimentaire jaune (E102).

- 2.1 Lire la longueur d'onde λ_{max} du maximum d'absorption et l'absorbance correspondante.
- 2.2 Expliquer la couleur jaune de la solution.
- 2.3 Pour doser la tartrazine par spectrophotométrie, on règle l'appareil sur λ_{max} . Pourquoi ce choix ? Pourquoi un réglage sur 600 nm ne conviendrait-il pas ?

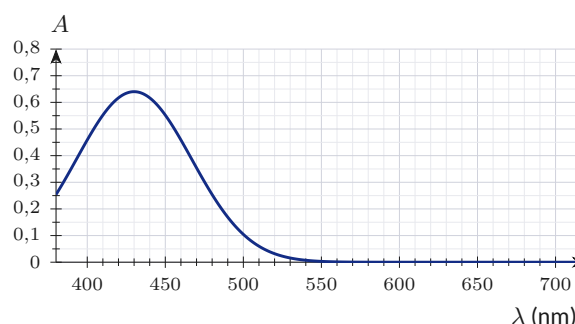
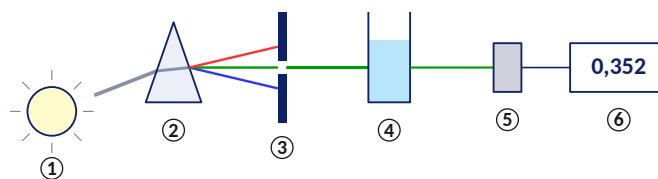


Figure 2 — Spectre d'absorption de la tartrazine

Exercice 3 Le spectrophotomètre



- 3.1** Associer chaque numéro du schéma de principe ci-dessus à l'un des termes suivants : cuve contenant la solution ; affichage de l'absorbance ; source de lumière blanche ; fente de sélection ; capteur de lumière ; réseau (ou prisme) qui disperse la lumière.
- 3.2** Rôle de l'ensemble ② + ③ ? Pourquoi « fait-on le blanc » (absorbance réglée à zéro avec une cuve de solvant seul) avant les mesures ?

Exercice 4 Appliquer la loi de Beer-Lambert



Pour le bleu de méthylène à 664 nm, $\varepsilon = 9,5 \times 10^4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$. Sauf indication contraire, les cuves ont une largeur $\ell = 1,00 \text{ cm}$.

- 4.1** Calculer l'absorbance d'une solution de concentration $c_1 = 4,0 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.
- 4.2** Une solution a pour absorbance $A_2 = 0,57$. Calculer sa concentration c_2 , puis sa concentration en masse, sachant que $M = 319,9 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.
- 4.3** Quelle absorbance mesure-t-on pour la solution de la question 4.1 placée dans une cuve de largeur 0,50 cm ? pour la solution de la question 4.2 diluée 4 fois ?
- 4.4** Quelle absorbance la loi prévoirait-elle pour $c = 4,0 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$? Pourquoi ce résultat n'a-t-il pas de sens ? Que faire ?

Exercice 5 Lire une droite d'étalonnage



On mesure à 395 nm l'absorbance de solutions de sulfate de nickel(II) de concentrations connues (points de la figure 3), puis on trace la droite modélisant ces mesures.

- 5.1** Pourquoi peut-on modéliser les mesures par une droite passant par l'origine ?
- 5.2** Déterminer le coefficient directeur k de la droite, en précisant son unité.
- 5.3** Une solution S de sulfate de nickel(II) a pour absorbance $A_S = 0,35$. Déterminer graphiquement sa concentration c_S , puis la retrouver par le calcul.

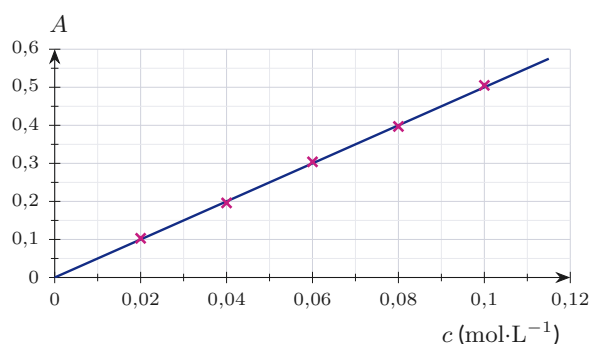


Figure 3 — Droite d'étalonnage à 395 nm

Exercice 6 La tartrazine d'un sirop de citron



$c \text{ (}\mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}\text{)}$	A
5,0	0,131
10,0	0,259
15,0	0,392
20,0	0,518
25,0	0,652

Le tableau ci-contre donne l'absorbance, mesurée à 430 nm, de solutions étalons de tartrazine.

- 6.1** Calculer le rapport A/c pour chaque solution. Les mesures vérifient-elles la loi de Beer-Lambert ? Proposer une valeur de k dans la relation $A = k c$.
- 6.2** L'absorbance du sirop pur est trop grande pour être mesurée avec précision. On le dilue 10 fois : la solution obtenue a pour absorbance $A = 0,455$. Pourquoi fallait-il diluer ?
- 6.3** Calculer la concentration de la solution diluée, puis celle du sirop et sa concentration en masse de tartrazine ($M = 534,4 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$). Comparer à la valeur annoncée par le fabricant : $95 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$.