

## Exercices 2 Absorbance et dosage par étalonnage

Applications : sirop de menthe, fer d'un complément alimentaire, nitrates

3 exercices · niveau ●●○ · durée conseillée : 2 h · calculatrice autorisée

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

- Exploiter un spectre d'absorption pour identifier une espèce et choisir la longueur d'onde de travail.
- Proposer le protocole d'une gamme étalon ; réaliser un dosage par étalonnage avec dilution préalable si nécessaire.
- Compléter un programme Python de régression linéaire ; comparer un résultat à une valeur de référence.

### Exercice 1 Le sirop de menthe

●●○

Un sirop de menthe contient deux colorants alimentaires. On dilue 20 fois ce sirop et on enregistre le spectre d'absorption de la solution obtenue  $S$  (figure 1), dans une cuve de largeur  $\ell = 1,00$  cm.

| Code | Colorant            | $\lambda_{\max}$ (nm) |
|------|---------------------|-----------------------|
| E102 | tartrazine          | 430                   |
| E104 | jaune de quinoléine | 414                   |
| E129 | rouge allura        | 504                   |
| E131 | bleu patenté V      | 640                   |
| E132 | indigotine          | 610                   |

Tableau 1 — Quelques colorants autorisés

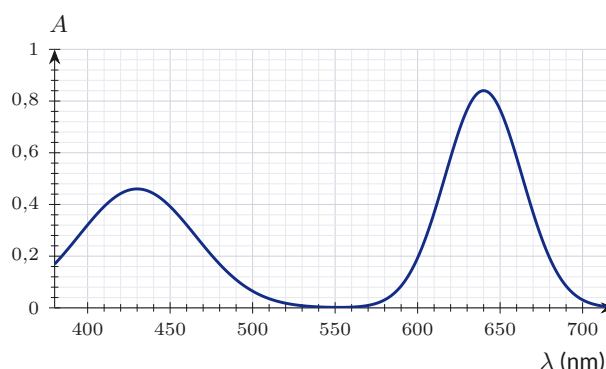


Figure 1 — Spectre de la solution  $S$

■ **DONNÉES** Bleu patenté V (E131) :  $M = 582,7 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$  ; à  $640 \text{ nm}$ ,  $\varepsilon = 1,05 \times 10^5 \text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{cm}^{-1}$ , et c'est le seul colorant du sirop qui absorbe à cette longueur d'onde • dose journalière admissible (DJA) du E131 : 5 mg par kilogramme de masse corporelle et par jour

- 1.1 Identifier, à l'aide de la figure 1 et du tableau 1, les deux colorants du sirop.
- 1.2 Expliquer pourquoi le sirop est vert.
- 1.3 Pourquoi peut-on doser le bleu patenté à  $640 \text{ nm}$  sans être gêné par l'autre colorant ?
- 1.4 Déterminer la concentration en bleu patenté de la solution  $S$ , puis montrer que la concentration en masse de ce colorant dans le sirop vaut environ  $93 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ .
- 1.5 On prépare une boisson en versant un volume de sirop pour 7 volumes d'eau. Quelle masse de bleu patenté un enfant de  $20 \text{ kg}$  absorbe-t-il en buvant un verre de  $250 \text{ mL}$  ? Combien de verres pourrait-il boire chaque jour sans dépasser la DJA ?

### Exercice 2 Le fer d'un complément alimentaire

●●○

L'étiquette d'un complément alimentaire indique « fer :  $14 \text{ mg}$  par comprimé ». On dissout un comprimé dans de l'acide et on complète à  $500,0 \text{ mL}$  en fiole jaugée : solution  $S$ . Les ions fer(II) forment avec un réactif, l'orthophé-nanthroline, un complexe coloré qui absorbe dans le vert : on mesure l'absorbance à  $510 \text{ nm}$ .

### Partie A — Gamme étalon

Dans des fioles jaugées de 50,0 mL, on introduit un volume  $V_0$  d'une solution mère  $S_0$  d'ions fer(II) de concentration en masse  $c_0 = 50,0 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ , le réactif en excès, puis de l'eau distillée.

| Solution étalon                                        | $E_1$ | $E_2$ | $E_3$ | $E_4$ | $E_5$ |
|--------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Concentration en fer ( $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ) | 1,0   | 2,0   | 3,0   | 4,0   | 5,0   |
| Volume $V_0$ (mL)                                      |       |       |       |       |       |
| Absorbance $A$                                         | 0,21  | 0,39  | 0,61  | 0,79  | 1,01  |

**2.1** Calculer les volumes  $V_0$  à prélever. Quelle verrerie utiliser pour les prélever ?

**2.2** Prévoir la couleur du complexe. Pourquoi mesure-t-on l'absorbance à 510 nm ?

### Partie B — Dosage

On prélève 5,0 mL de  $S$ , que l'on traite comme les étalons dans une fiole jaugée de 50,0 mL. L'absorbance de la solution  $S'$  obtenue vaut  $A' = 0,52$ .

**2.3** La figure 2 représente les mesures de la gamme étalon et la droite qui les modélise. Déterminer graphiquement la concentration en masse de fer de  $S'$ .

**2.4** En déduire la masse de fer contenue dans un comprimé.

**2.5** Calculer l'écart relatif avec la valeur de l'étiquette. Le fabricant garantit la teneur à 10 % près : conclure.

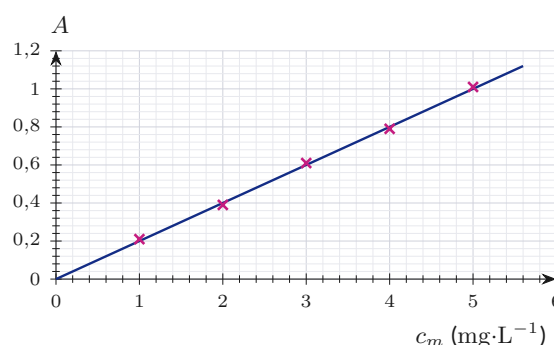


Figure 2 — Droite d'étalonnage à 510 nm

### Exercice 3 Les nitrates d'une eau de puits



Les ions nitrate  $\text{NO}_3^-$ , incolores, sont dosés après réaction avec un réactif qui forme une espèce jaune ; l'absorbance à 415 nm est proportionnelle à la concentration en masse d'ions nitrate de l'échantillon. Pour une eau potable, cette concentration doit être inférieure à  $50 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ . Un élève exploite ses mesures avec le programme ci-dessous. La fonction `np.polyfit(x, y, 1)` renvoie le coefficient directeur  $a$  et l'ordonnée à l'origine  $b$  de la droite  $y = ax + b$  la plus proche des points de coordonnées  $(x; y)$ .

```
1 import numpy as np
2 c = np.array([10, 20, 30, 40, 50, 60]) # mg/L
3 A = np.array([0.118, 0.241, 0.352, 0.478, 0.597, 0.713])
4 a, b = np.polyfit(c, A, 1)
5 print("a =", round(a, 5), " b =", round(b, 4))
6 A_puits = 0.585
7 c_puits = ...
8 print("c =", round(c_puits, 1), "mg/L")
9 if ... :
10     print("Eau conforme à la norme")
11 else:
12     print("Eau non conforme")
```

L'exécution de la ligne 5 affiche :

$a = 0.01191$     $b = -0.0004$

**3.1** Que contiennent les tableaux  $c$  et  $A$  ? Quelle est l'unité de  $a$  ?

**3.2** La valeur de  $b$  est-elle cohérente avec la loi de Beer-Lambert ? Justifier.

**3.3** Compléter les lignes 7 et 9.

**3.4** Calculer la concentration en nitrate de l'eau du puits. Qu'affiche le programme ?

**3.5** L'incertitude-type sur cette concentration vaut  $u = 1,5 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ . En retenant un intervalle de demi-largeur  $2u$ , peut-on affirmer que l'eau respecte la norme ? Quelle est la limite du programme ?