

Suivi spectrophotométrique

Corrigé des exercices - niveau 1re

Voici le corrigé détaillé des exercices sur le suivi spectrophotométrique. Compare ta démarche à chaque correction : écris la relation littérale, remplace par les valeurs avec leurs unités, puis donne le résultat avec le bon nombre de chiffres significatifs.

Ce corrigé est à **télécharger en PDF et à imprimer gratuitement** : le bouton se trouve en bas de la page, sans inscription.

La correction détaillée : corrigé du suivi spectrophotométrique

Correction de l'exercice 1 : Questions de cours

1. L'absorbance est **$A = \log(I_0 \div I)$** , où I_0 est l'intensité entrante et I l'intensité transmise. Elle est **sans unité**.
2. **$A = \epsilon \times l \times c$** : A sans unité, ϵ en $L \cdot mol^{-1} \cdot cm^{-1}$, l en cm , c en $mol \cdot L^{-1}$. Elle est valable en solution diluée, en lumière monochromatique, avec une seule espèce absorbante.
3. À λ_{max} , l'absorbance est maximale : la mesure est la plus **sensible** et peu affectée par un léger décalage de longueur d'onde.
4. Le blanc, réalisé avec le solvant seul dans la cuve, fixe le **zéro d'absorbance** : il élimine l'absorption due à la cuve et au solvant.

Correction de l'exercice 2 : Vrai ou faux ?

- a. **Faux** : l'absorbance est sans unité.
- b. **Vrai** : elle absorbe l'orange-rouge et renvoie le bleu, couleur complémentaire.
- c. **Vrai** : $A = \epsilon l c$ est proportionnelle à c .
- d. **Faux** : $l = l_0$ donne $A = \log 1 = 0$.
- e. **Faux** : on fait le blanc avec le solvant seul.
- f. **Faux** : au-delà de 1,5 environ, la loi n'est plus vérifiée et la mesure est peu précise ; il faut diluer.

Correction de l'exercice 3 : Lire un spectre d'absorption

1. Le maximum est atteint pour **$\lambda_{max} \approx 630 \text{ nm}$** , avec **$A \approx 1,05$** .
2. La solution absorbe surtout l'**orange-rouge** (environ 600 à 650 nm) ; elle renvoie donc le bleu et paraît **bleue**.
3. À 500 nm, **$A \approx 0,10$** .

- Il faut se placer à **630 nm** : la sensibilité est maximale.
- $T = 10^{-A} = 10^{-1,05} \approx 0,089$, soit **8,9 %** de lumière transmise.

Correction de l'exercice 4 : Absorbance et transmittance

- $A = \log 10 = \mathbf{1,0}$.
- $I \div I_0 = 0,50$, donc $I_0 \div I = 2$ et $A = \log 2 = \mathbf{0,30}$.
- $I_0 \div I = 100$ donc $A = \log 100 = \mathbf{2,0}$.
- $T = 10^{-0,70} = 0,20$, soit **20 %** de la lumière transmise.

Correction de l'exercice 5 : Appliquer la loi de Beer-Lambert

- $c = A \div (\epsilon \times l) = 0,48 \div (2,4 \times 10^3 \times 1,0) = \mathbf{2,0 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}$.
- A est proportionnelle à l : $A = 2,4 \times 10^3 \times 2,0 \times 2,0 \times 10^{-4} = \mathbf{0,96}$.
- $n = c \times V = 2,0 \times 10^{-4} \times 0,250 = \mathbf{5,0 \times 10^{-5} \text{ mol}}$; $m = n \times M = 5,0 \times 10^{-5} \times 158 = 7,9 \times 10^{-3} \text{ g}$, soit **7,9 mg**.

Correction de l'exercice 6 : Attention aux unités

- $l = 10 \text{ mm} = \mathbf{1,0 \text{ cm}}$.
- $c = 0,75 \div (1,5 \times 10^4 \times 1,0) = \mathbf{5,0 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 50 \mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}}$.
- $1 \text{ L} \cdot \text{cm}^{-1} = 10^{-3} \text{ m}^3 \div 10^{-2} \text{ m} = 0,1 \text{ m}^2$. Donc $\epsilon = 1,5 \times 10^4 \times 0,1 = \mathbf{1,5 \times 10^3 \text{ m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}}$.
- $l = 1,0 \times 10^{-2} \text{ m}$; $c = 5,0 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 5,0 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{m}^{-3}$. $A = 1,5 \times 10^3 \times 1,0 \times 10^{-2} \times 5,0 \times 10^{-2} = \mathbf{0,75}$. Cohérent.

Correction de l'exercice 7 : Préparer une gamme d'étalonnage

- $c_0 \times V_0 = c_f \times V_f$: la quantité de matière de soluté ne change pas.
- $V_0 = c_f \times V_f \div c_0$, avec $c_0 = 1,0 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ et $V_f = 50,0 \text{ mL}$: $0,10 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1} \rightarrow \mathbf{5,0 \text{ mL}}$; $0,20 \rightarrow \mathbf{10,0 \text{ mL}}$; $0,30 \rightarrow \mathbf{15,0 \text{ mL}}$; $0,40 \rightarrow \mathbf{20,0 \text{ mL}}$; $0,50 \rightarrow \mathbf{25,0 \text{ mL}}$.
- $F = c_0 \div c_f = 1,0 \div 0,10 = \mathbf{10}$ (ou $V_f \div V_0 = 50,0 \div 5,0 = 10$).
- Pipette jaugée** (avec propipette) pour prélever V_0 et **fiolle jaugée de 50,0 mL**. On complète jusqu'au trait de jauge pour obtenir exactement le volume final V_f utilisé dans le calcul.

Correction de l'exercice 8 : Exploiter une droite d'étalonnage

- Les points sont alignés avec l'origine : on a une **droite passant par l'origine**, donc A est proportionnelle à c : la loi de Beer-Lambert est vérifiée.
- $k = \Delta A \div \Delta c = 1,50 \div 1,0 = \mathbf{1,5 \text{ mmol}^{-1} \cdot \text{L} = 1,5 \times 10^3 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}}$.
- $c = A \div k = 0,75 \div 1,5 = \mathbf{0,50 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}}$.
- $\epsilon = k \div l = 1,5 \times 10^3 \div 1,0 = \mathbf{1,5 \times 10^3 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}}$.

5. **Non** : $A = 2,4$ est au-delà du domaine étalonné (et de la validité de la loi). Il faut **diluer** la solution, mesurer à nouveau puis multiplier la concentration trouvée par le facteur de dilution.

Correction de l'exercice 9 : Dosage d'un colorant dans une boisson

1. $F = V_f \div V_0 = 50,0 \div 5,00 = \mathbf{10,0}$.
2. $c_d = A \div k = 0,72 \div (2,4 \times 10^3) = \mathbf{3,0 \times 10^{-4} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}}$.
3. $c = F \times c_d = 10,0 \times 3,0 \times 10^{-4} = \mathbf{3,0 \times 10^{-3} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}}$; $t = c \times M = 3,0 \times 10^{-3} \times 5,0 \times 10^2 = \mathbf{1,5 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}}$.
4. Écart relatif = $|1,5 - 1,6| \div 1,6 \approx \mathbf{6 \%}$: résultat acceptable compte tenu des incertitudes.

Correction de l'exercice 10 : Les limites de la loi

1. Les points sont alignés jusqu'à environ $\mathbf{1,2 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}}$, soit une absorbance d'environ $\mathbf{1,2}$.
2. La loi prévoit $A = 1,0 \times 2,0 = 2,0$; on mesure 1,62. Écart relatif = $(2,0 - 1,62) \div 2,0 \approx \mathbf{19 \%}$.
3. Il faut **diluer** (par exemple d'un facteur 4 pour obtenir $0,50 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$), mesurer, puis multiplier par le facteur de dilution.
4. Aux fortes concentrations, les entités absorbantes interagissent entre elles et il parvient très peu de lumière au détecteur : la proportionnalité n'est plus respectée.

Correction de l'exercice 11 : Suivre une décoloration

1. Le colorant est **consommé** : sa concentration diminue, donc A diminue.
2. $A = \epsilon \times l \times c$: l'absorbance est proportionnelle à la concentration du colorant.
3. $A_0 = 1,20$; à la moitié de l'avancement final, $A = 0,60$ (la moitié du colorant a réagi). On lit $t_{1/2} \approx \mathbf{6 \text{ min}}$.
4. À 12 min, $A = 0,30$, donc $x \div x_{\max} = 1 - 0,30 \div 1,20 = \mathbf{0,75}$ (75 %).
5. À partir d'environ $\mathbf{30 \text{ min}}$, $A \approx 0,04$: la solution est pratiquement incolore (5 demi-réactions, soit 97 % de réaction).

Correction de l'exercice 12 : Tableau d'avancement et absorbance

1. État initial : $n(\text{S}_2\text{O}_8^{2-}) = 6,0 \times 10^{-5} \text{ mol}$; I^- en excès ; $\text{I}_2 = 0$. En cours : $n(\text{S}_2\text{O}_8^{2-}) = 6,0 \times 10^{-5} - x$; $n(\text{I}_2) = x$. Le réactif limitant est $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$: $x_{\max} = \mathbf{6,0 \times 10^{-5} \text{ mol}}$.
2. $[\text{I}_2]_f = x_{\max} \div V = 6,0 \times 10^{-5} \div 0,0400 = \mathbf{1,5 \times 10^{-3} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}}$.
3. $A_{\infty} = \epsilon \times l \times c = 8,0 \times 10^2 \times 1,0 \times 1,5 \times 10^{-3} = \mathbf{1,2}$.
4. $x(t) = A \times V \div (\epsilon \times l) = 0,60 \times 0,0400 \div (8,0 \times 10^2 \times 1,0) = \mathbf{3,0 \times 10^{-5} \text{ mol}} = x_{\max} \div 2$: c'est le **temps de demi-réaction**.

Correction de l'exercice 13 : Deux espèces qui absorbent

- $A = A_X + A_Y = \varepsilon_X \cdot l \cdot c_X + \varepsilon_Y \cdot l \cdot c_Y = 1,2 \times 10^3 \times 2,0 \times 10^{-4} + 3,0 \times 10^2 \times 6,0 \times 10^{-4} = 0,24 + 0,18 = \mathbf{0,42}$.
- $A_X = 1,2 \times 10^3 \times 3,0 \times 10^{-4} = 0,36$; $A_Y = 0,51 - 0,36 = 0,15$; $c_Y = 0,15 \div (3,0 \times 10^2) = \mathbf{5,0 \times 10^{-4} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}}$.

Correction de l'exercice 14 : Trouver l'erreur de manipulation

- $A_{\text{réelle}} = 0,53 - 0,05 = \mathbf{0,48}$.
- $c = 0,48 \div 2,4 \times 10^3 = \mathbf{2,0 \times 10^{-4} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}}$; sans correction : $0,53 \div 2,4 \times 10^3 = 2,2 \times 10^{-4} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, soit un écart relatif d'environ **10 %** (par excès).
- À 400 nm l'absorbance est très faible (environ 0,05 contre 1,1 au maximum) : la mesure est **peu sensible** et peu précise.
- Les traces diffusent et absorbent la lumière : l'absorbance mesurée est **trop grande**.

Correction de l'exercice 15 : Légender un spectrophotomètre

- 1 : source** de lumière blanche ; **2 : monochromateur** (choix de λ) ; **3 : cuve** contenant la solution ; **4 : détecteur** ; **5 : afficheur** de l'absorbance.
- I_0 est l'intensité de la lumière **entrant dans la cuve**, I l'intensité **sortant de la cuve** ; $A = \log (I_0 \div I)$.
- La loi de Beer-Lambert est établie pour une longueur d'onde donnée, car ε dépend de λ .
- La cuve contient le **solvant seul** (eau distillée) ; l'afficheur indique **0,000**.

Correction de l'exercice 16 : Incertitude sur la mesure

- $U(A) \div A = 0,02 \div 0,48 \approx \mathbf{4 \%}$.
- $c_{\min} = 0,46 \div 2,4 \times 10^3 = 1,9 \times 10^{-4} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$; $c_{\max} = 0,50 \div 2,4 \times 10^3 = 2,1 \times 10^{-4} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.
- $\mathbf{c = (2,0 \pm 0,1) \times 10^{-4} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}}$.
- Pour $A = 1,0$: $0,02 \div 1,0 = \mathbf{2 \%}$. À incertitude absolue constante, l'incertitude relative diminue quand A augmente ; mais au-delà de 1,5 la loi n'est plus valable, d'où l'intérêt de se placer entre 0,3 et 1,5 environ.

Correction de l'exercice 17 : Déterminer ε à partir de mesures

- $A \div c$ vaut : 1,5 ; 1,55 ; 1,47 ; 1,5 ; 1,5 (en $\text{mmol}^{-1}\cdot\text{L}$).
- Ils sont **pratiquement constants** : A est proportionnelle à c , la loi est vérifiée.
Valeur moyenne : $k \approx \mathbf{1,5 \text{ mmol}^{-1}\cdot\text{L} = 1,5 \times 10^3 \text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}}$.
- $k = \varepsilon \times l$ donc $\varepsilon = 1,5 \times 10^3 \div 2,0 = \mathbf{7,5 \times 10^2 \text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{cm}^{-1}}$.

4. $c = 0,90 \div 1,5 \times 10^3 = 6,0 \times 10^{-4} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.

Correction de l'exercice 18 : Choisir la longueur d'onde de suivi

1. **R : $\lambda_{\text{max}} \approx 620 \text{ nm}$; P : $\lambda_{\text{max}} \approx 420 \text{ nm}$.**

2. R absorbe l'**orange-rouge** (d'où sa couleur bleue) ; P absorbe le **violet-bleu** (d'où sa couleur jaune).

3. À 620 nm, R absorbe fortement et P presque pas : l'absorbance **diminue** au fur et à mesure que R disparaît, et elle est proportionnelle à [R]. Le choix est pertinent car une seule espèce absorbe.

4. À 520 nm, $A(R) \approx 0,2$ et $A(P) \approx 0,1$: les deux espèces absorbent, $A = A_R + A_P$ varie peu et le lien avec une seule concentration disparaît : le suivi est difficile à exploiter.

Correction de l'exercice 19 : Influence de la température

1. $t_{1/2}$ est la durée au bout de laquelle l'avancement atteint la **moitié de sa valeur finale**.

2. À **40 °C** ($t_{1/2} = 3,0 \text{ min}$) ; $t_{1/2}$ est divisé par $12 \div 3,0 = 4$.

3. $x(t_{1/2}) = x_{\text{max}} \div 2 = 2,0 \times 10^{-5} \text{ mol}$.

4. À $t_{1/2}$, $A = A_{\infty} \div 2 = 0,48$ dans les deux expériences (l'état final est le même, seule la durée change).

5. La température est un facteur cinétique : si elle variait pendant la mesure, $t_{1/2}$ ne serait pas interprétable. Le bain thermostaté la maintient constante.

Correction de l'exercice 20 : Concevoir un protocole

1. $c \approx 0,40 \div 7,9 \times 10^2 \approx 5,1 \times 10^{-4} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$. Alors $A = \varepsilon \times l \times c = 1,3 \times 10^5 \times 1,0 \times 5,1 \times 10^{-4} \approx 66$: impossible à mesurer (au-delà de 1,5).

2. On vise $A \approx 0,7$, soit $c \approx 0,7 \div 1,3 \times 10^5 \approx 5 \times 10^{-6} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, donc un facteur de dilution $F \approx 5,1 \times 10^{-4} \div 5 \times 10^{-6} \approx 100$: on prélève **1,00 mL** à la pipette jaugée et on complète à **100,0 mL** dans une fiole jaugée (A attendue $\approx 0,66$).

3. **Protocole** : (a) allumer l'appareil, fixer $\lambda = 630 \text{ nm}$; (b) faire le blanc avec de l'eau distillée ; (c) préparer cinq étalons de 2,0 à 10 $\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ par dilution de la solution mère (5,0 ; 10,0 ; 15,0 ; 20,0 ; 25,0 mL dans 50,0 mL) ; (d) mesurer leur absorbance, du plus dilué au plus concentré, en rinçant la cuve ; (e) tracer $A = f(c)$ et vérifier la droite passant par l'origine ; (f) diluer la boisson ($F = 100$) et mesurer A ; (g) lire c_d sur la droite, multiplier par 100 pour obtenir la concentration de la boisson et par M pour la concentration massique ; (h) vérifier que A de la boisson diluée est comprise dans la gamme étalonnée.

Comment progresser après ce corrigé

chapitre (loi de Beer-Lambert, dilution, avancement). Entraîne-toi à écrire d'abord la relation littérale, à convertir toutes les grandeurs (cm, L, mol) avant de calculer, puis à vérifier l'ordre de grandeur et les chiffres significatifs. Pour les graphiques, lis toujours les unités sur les axes avant de relever une valeur.

[Retour aux énoncés des exercices](#)