La rifamycine

Bac S 2018 Inde (Pondichéry) (ancien programme) · Exercice 1 **4 points** **Durée conseillée 40 min**

1 Justifier la couleur jaune-orangé de la solution de rifamycine.

Données utiles spectre d'absorption de la rifamycine ; cercle chromatique

Sur le spectre, l'absorbance est maximale pour $\lambda_{max} \approx 450$ nm : la solution absorbe surtout des radiations situées entre le violet (400 nm) et le bleu (480 nm).

La couleur d'une solution est la couleur complémentaire de celle qu'elle absorbe, c'est-à-dire la couleur diamétralement opposée sur le cercle chromatique. À l'opposé du bleu-violet, on trouve la zone située entre le jaune et l'orange.

La solution absorbe le bleu-violet ($\lambda_{max} \approx 450$ nm) : elle apparaît de la couleur complémentaire, **jaune-orangé**.

PIÈGE
Dire que la solution « absorbe le jaune-orangé ». C'est l'inverse : les radiations jaunes et orange sont transmises jusqu'à l'œil, ce sont les radiations bleu-violet qui sont retenues.

MÉTHODE
Trois étapes à écrire : lire λ_{max} sur le spectre, nommer la couleur absorbée, donner la couleur opposée sur le cercle chromatique.

2 Quelle verrerie est nécessaire à la préparation de 100,0 mL de la solution S_3 à partir de la solution S_1 ?

Données utiles $C_1 = 320\ \mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$; $C_3 = 80\ \mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$; $V_3 = 100{,}0$ mL

Il s'agit d'une dilution : la quantité de matière de rifamycine prélevée se retrouve dans la solution fille, donc $C_1 V_1 = C_3 V_3$.

$$V_1 = \frac{C_3 V_3}{C_1} = \frac{80 \times 100{,}0}{320} = 25 \text{ mL}$$

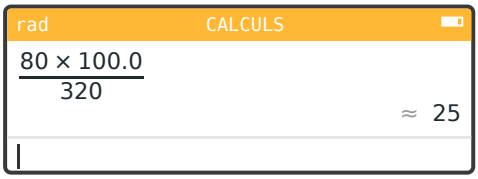
La solution S_1 est donc diluée 4 fois. On verse un peu de S_1 dans un bécher, on en prélève 25,0 mL avec une pipette jaugée munie d'une poire à pipeter, on les introduit dans une fiole jaugée de 100,0 mL, puis on complète à l'eau distillée jusqu'au trait de jauge et on homogénéise.

Verrerie : un bécher, une **pipette jaugée de 25,0 mL** (avec sa poire à pipeter) et une **fiole jaugée de 100,0 mL**.

PIÈGE
Proposer une éprouvette graduée ou un bécher pour mesurer les volumes. Le volume est donné au dixième de millilitre : seule la verrerie jaugée a cette précision.

COMPRENDRE
Le rapport $C_1/C_3 = 4$ est le facteur de dilution. Il donne directement $V_1 = V_3/4$, sans convertir les concentrations ni les volumes.

À LA CALCULATRICE



3 Estimer la concentration molaire en rifamycine de la solution S en justifiant la réponse.

Données utiles photographie de l'échelle de teintes ; $C_4 = 40\ \mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$; $C_5 = 16\ \mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$

Les cuves sont identiques : plus la solution est concentrée, plus elle absorbe la lumière et plus sa teinte est foncée.

Sur la photographie, la cuve contenant S est plus claire que celle de S_4 et plus foncée que celle de S_5. Sa concentration est donc comprise entre celles de ces deux solutions.

$$16\ \mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} < C_S < 40\ \mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

COMPRENDRE
Une échelle de teintes ne donne qu'un encadrement, large ici car l'œil distingue mal deux teintes voisines. C'est pourquoi le sujet passe ensuite au spectrophotomètre.

4 Les mesures d'absorbance effectuées sur les solutions S_i peuvent-elles être modélisées par la loi de Beer-Lambert ? Justifier.

Données utiles graphe $A = f(C)$ du sujet

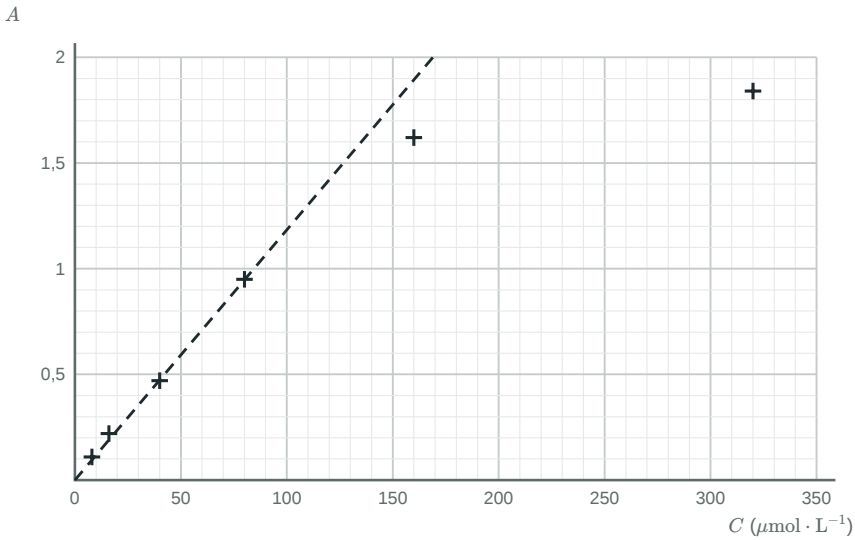
D'après la loi de Beer-Lambert, l'absorbance est proportionnelle à la concentration : $A = k\,C$. Le graphe $A = f(C)$ doit alors être une droite passant par l'origine.

Les points correspondant aux solutions S_6, S_5, S_4 et S_3 (de 8 à $80\ \mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$) sont pratiquement alignés avec l'origine. En revanche, les points de S_2 et de S_1 sont nettement en dessous de cette droite : pour $C = 320\ \mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$, la droite donnerait $A \approx 3{,}8$ alors qu'on mesure $A \approx 1{,}8$.

La loi de Beer-Lambert ne modélise les mesures que pour les **solutions peu concentrées**, jusqu'à $C \approx 80\ \mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$; elle ne convient pas pour S_2 et S_1.

PIÈGE
Répondre « non » parce que tous les points ne sont pas alignés, ou « oui » sans regarder les deux derniers. La réponse attendue est nuancée et précise le domaine de validité.

COMPRENDRE
La loi de Beer-Lambert n'est valable qu'en solution diluée. De plus, au-delà d'une absorbance de 1,5 environ, très peu de lumière traverse la cuve et le spectrophotomètre devient imprécis.



4 · Graphe du sujet : seuls les quatre premiers points sont alignés avec l'origine

5 Déterminer la concentration molaire de la solution S.

Données utiles $A_S = 0{,}350$; graphe $A = f(C)$

L'absorbance $A_S = 0{,}350$ est inférieure à celle de S_3 : elle se situe dans le domaine où la loi de Beer-Lambert s'applique (question 4).

On trace la droite passant par l'origine et au plus près des quatre premiers points. Elle passe par le point ($80\ \mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$; 0,95), d'où son coefficient directeur :

$$k = \frac{0{,}95}{80} = 1{,}2\times10^{-2}\ \text{L}\cdot\mu\text{mol}^{-1}$$

Par le calcul, pour l'ordonnée 0,350 :

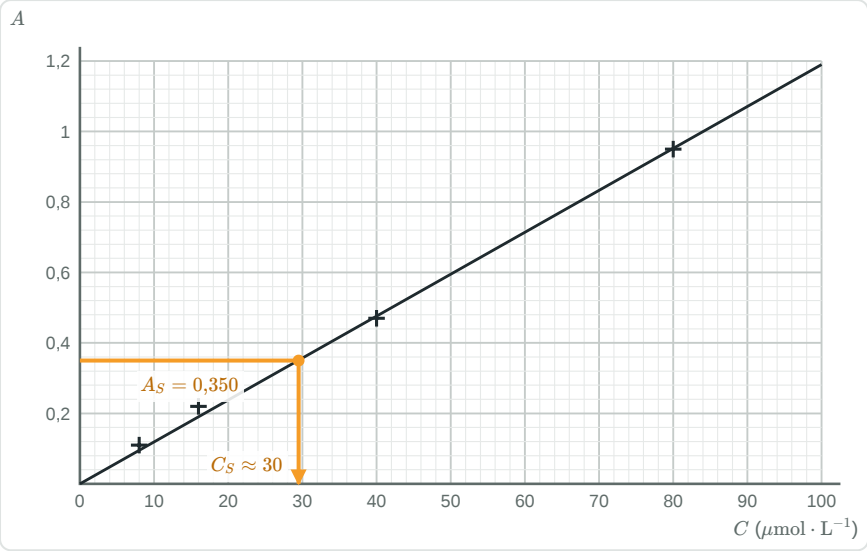
$$C_S = \frac{A_S}{k} = \frac{0{,}350}{1{,}2\times10^{-2}} = 29\ \mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$$

La lecture graphique donne la même abscisse, à la précision du tracé près : on retient $30\ \mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$.

$C_S \approx 30\ \mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1} = 3{,}0\times10^{-5}\ \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$

PIÈGE
Tracer la droite en s'appuyant sur les six points : elle serait tirée vers le bas par S_1 et S_2, et la concentration lue serait trop grande.

COMPRENDRE
Deux chiffres significatifs au plus : la lecture sur le graphe ne permet pas mieux. Le résultat est cohérent avec l'encadrement de la question 3 (entre 16 et $40\ \mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$).



5 · Droite d'étalonnage (solutions diluées) et lecture de la concentration de S

À LA CALCULATRICE

rad CALCULS

$\frac{0.95}{80}$ ≈ 0.011875

$\frac{0.350}{1.2 \times 10^{-2}}$ ≈ 29.16667

6 La valeur trouvée expérimentalement est-elle en accord, à 10 % près, avec l'indication du laboratoire ?

Données utiles 1 000 000 UI pour 100 mL de collyre ; 1 UI = 0,001127 mg ; $M = 720{,}8$ g · mol^{-1} ; collyre dilué 500 fois ; $C_S = 3{,}0 \times 10^{-5}$ mol · L^{-1} (Q5)

Indication du laboratoire. Masse de rifamycine dans $V = 100$ mL de collyre :

$m = 1\,000\,000 \times 0{,}001127 = 1\,127$ mg $= 1{,}127$ g

Concentration molaire correspondante :

$$C_{\text{labo}} = \frac{n}{V} = \frac{m}{M\,V} = \frac{1{,}127}{720{,}8 \times 0{,}100} = 1{,}56 \times 10^{-2}\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

Valeur expérimentale. Le collyre est 500 fois plus concentré que la solution S :

$C_{\text{exp}} = 500 \times C_S = 500 \times 3{,}0 \times 10^{-5} = 1{,}5 \times 10^{-2}$ mol · L^{-1}

Comparaison. Écart relatif :

$$\frac{|C_{\text{exp}} - C_{\text{labo}}|}{C_{\text{labo}}} = \frac{1{,}56 \times 10^{-2} - 1{,}5 \times 10^{-2}}{1{,}56 \times 10^{-2}} = 0{,}04$$

Écart relatif d'environ 4 %, inférieur à 10 % : la mesure est **en accord** avec l'indication du laboratoire.

À LA CALCULATRICE

rad CALCULS

$1 \times 10^6 \times 0.001127$ ≈ 1127

$\frac{1.127}{720.8 \times 0.100}$ ≈ 0.01563541

$500 \times 3.0 \times 10^{-5}$ ≈ 0.015

$\frac{1.56 \times 10^{-2} - 1.5 \times 10^{-2}}{1.56 \times 10^{-2}}$ ≈ 0.03846154

PIÈGE
Comparer directement C_S à l'indication de la boîte. La solution S est le collyre dilué 500 fois : il faut multiplier par 500, et convertir les mg en g et les mL en L.

COMPRENDRE
On peut aussi comparer dans l'autre sens : diluée 500 fois, la solution du laboratoire aurait $C = 31$ μmol · L^{-1}, très proche des 30 μmol · L^{-1} mesurés.

MÉTHODE
Question ouverte : annoncer le plan en trois temps (valeur attendue, valeur mesurée, écart relatif) et conclure par une phrase. Une démarche claire rapporte des points même si un calcul est faux.

7 Quelle indication de la notice est illustrée par le graphe de l'absorbance en fonction du temps, à l'obscurité et à la lumière ? Justifier.

Données utiles à l'obscurité, $A \approx 0{,}92$ pendant 15 jours ; à la lumière, A passe de 0,92 à 0,25 en 15 jours

À l'obscurité, l'absorbance de la solution reste pratiquement constante ($A \approx 0{,}92$) pendant 15 jours. À la lumière, elle diminue sans cesse : elle passe de 0,92 à environ 0,25 en 15 jours.

Or l'absorbance est proportionnelle à la concentration en rifamycine (loi de Beer-Lambert). La concentration en rifamycine ne change donc pas à l'obscurité, alors qu'elle est divisée par presque 4 à la lumière : la rifamycine est dégradée par la lumière et le collyre perd son principe actif.

Le document illustre l'indication « **à conserver à l'abri de la lumière** ».

PIÈGE

Se contenter de décrire les deux courbes. Il faut relier l'absorbance à la concentration en rifamycine pour conclure sur la conservation du médicament.

COMPRENDRE

Le document ne dit rien de la température. Il ne justifie pas non plus à lui seul la durée de 15 jours, puisque la solution gardée à l'obscurité reste stable sur toute cette durée.

À LA CALCULATRICE

