

Chapitre 6 – Spectres UV-visible et IR

Corrigés des parcours en autonomie

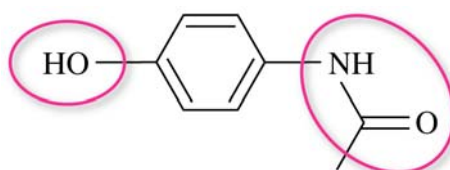
Préparer l'évaluation – 13 – 16

13 Identification d'une molécule organique

Exercice résolu.

16 Caractérisation du paracétamol

a.



b. -OH est le groupe hydroxyle.

c. Cette molécule appartient à la classe fonctionnelle des amides. En revanche, elle n'appartient pas à la classe fonctionnelle des alcools, mais à celle des phénols du fait de la fixation du groupe hydroxyle sur un noyau aromatique.

d. Non, le paracétamol n'absorbe que des radiations du domaine de l'UV. La solution n'apparaît donc pas colorée.

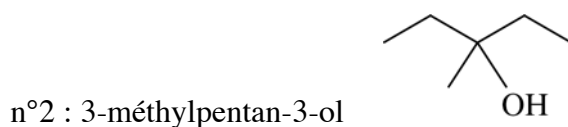
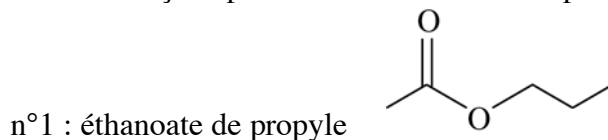
e. La bande à $3\,600\text{ cm}^{-1}$ correspond à la liaison O-H, celle à $3\,400\text{ cm}^{-1}$ à la liaison N-H, celle à $3\,000\text{ cm}^{-1}$ aux liaisons C-H, celle à $1\,750\text{ cm}^{-1}$ à la liaison C=O et enfin celle à $1\,500\text{ cm}^{-1}$ aux liaisons C=C.

f. En phase condensée, il apparaîtra une bande très large et de forte absorption centrée aux alentours de $3\,300\text{ cm}^{-1}$, correspondant aux liaisons hydrogène impliquant à la fois des liaisons N-H et des liaisons O-H entre différentes molécules présentes en solution.

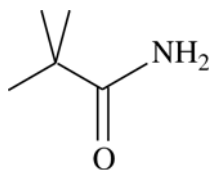
Approfondir – 25 – 26

25 Apprendre à chercher

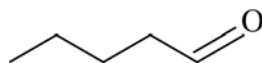
a. Commençons par donner les formules topologiques des différents « candidats » :



n°3 : 2,2-diméthylpropanamide



n°4 : pentanal



b. et c. On identifie sur le spectre une bande (double) de forte absorption aux alentours de $1\,650\text{ cm}^{-1}$. Il s'agit donc a priori de la bande d'absorption d'une liaison $\text{C}=\text{O}$, ce qui exclut l'alcool (n°2). Mais d'après les tables, le nombre d'onde ne peut pas correspondre à la liaison $\text{C}=\text{O}$ d'un aldéhyde (n°4) ou d'un ester (n°1), puisqu'il serait alors compris entre $1\,720$ et $1\,750\text{ cm}^{-1}$. Il s'agit donc de l'amide (n°3).

Par ailleurs, le reste du spectre confirme cette attribution. En effet, la bande fine et intense qui est centrée autour de $1\,620\text{ cm}^{-1}$ correspond à l'absorption d'une liaison $\text{N}-\text{H}$ (déformation).

Et on repère deux bandes larges et intenses pour $3\,200\text{ cm}^{-1}$ et $3\,400\text{ cm}^{-1}$ qui correspondent à l'absorption des liaisons $\text{N}-\text{H}$ d'un amide qui possède le groupe fonctionnel $-\text{C}(=\text{O})\text{NH}_2$ (cf. exercice 24).

26 Couleur et spectres UV-visible

1. a. Non. D'après la photographie, la solution d'ions triiodure apparaît jaune pâle pour la plus faible concentration, et brun foncé pour la plus forte concentration, en passant par l'orange et le rouge pour les concentrations intermédiaires. La couleur perçue d'une solution d'une même espèce dépend donc considérablement de sa concentration.

b. On relève sur le spectre le maximum d'absorbance $A_{\text{max}} = 0,80$ pour une valeur de longueur d'onde $\lambda_{\text{m}} = 350\text{ nm}$ (environ).

On en déduit par la loi de Beer-Lambert la valeur du coefficient d'absorption molaire au maximum d'absorption :

$$\varepsilon_{\text{max}} = \frac{A_{\text{max}}}{lc} = \frac{0,80}{0,50 \times 2,6 \times 10^{-4}} = 6,2 \times 10^3 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1} > 10^3 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$$

Les ions triiodure sont donc fortement absorbants, essentiellement dans l'UV, mais aussi en partie dans le visible (cf. question suivante).

c. Le maximum de l'absorption de la solution a lieu pour des radiations de l'UV, mais on remarque que la bande d'absorption « déborde » dans le domaine du visible. Ainsi, le bleu-violet est également absorbé. La couleur complémentaire étant le jaune et le jaune-vert, il s'agit bien de la couleur perçue pour la solution.

d. D'après la loi de Beer-Lambert, l'absorbance est directement proportionnelle, pour chaque longueur d'onde, à la concentration en ions triiodure en solution. Si cette dernière augmente, l'absorbance augmente, et la bande du spectre subit une homothétie vers les plus grandes valeurs d'absorbance.

e. Il n'y a alors pas que les radiations violettes qui sont absorbées, mais aussi le bleu, puis le vert. Ainsi, la couleur perçue évolue également, passant progressivement du jaune à l'orange, puis au rouge. Le brun foncé correspond quant à lui à l'absorption de quasiment toutes les radiations du visible.

2. a. On relève un maximum d'absorption $A_{\max} = 0,12$ pour une longueur d'onde $\lambda_m = 430$ nm. On en déduit, par la loi de Beer-Lambert :

$$\epsilon_{\max} = \frac{A_{\max}}{\ell c} = \frac{0,12}{1,0 \times 0,025} = 4,8 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$$

b. $\lambda_m = 430$ nm correspond à des radiations de couleur bleu. La couleur complémentaire est donc le jaune.

c. Pour le sulfate en solution aqueuse : $\epsilon_{\max} = 4,8 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1} < 10^2 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$.

Le sulfate de nickel est donc faiblement absorbant dans le visible.

d. On constate clairement que la couleur du sulfate de nickel n'est pas jaune, mais verte ! On n'a pas pris en compte l'existence de l'autre bande du spectre, aux alentours de 700 nm. Elle est certes moins intense, mais elle traduit l'absorption d'une bonne partie des longueurs d'onde correspondant aux radiations de couleur rouge. La couleur perçue de la solution correspond en fait à celle des radiations visibles les moins absorbées (et donc transmises), correspondant au minimum d'absorption, aux alentours de $\lambda = 550$ nm. La solution paraît effectivement verte.