

EXERCICES DE REVISION : SPECTROMÉTRIE D'ABSORPTION UV, VISIBLE, IR

Capacités exigibles :

- Spectroscopie UV, visible
- Spectroscopie IR

Exercice 1 (Spectre d'absorption du rouge Ponceau)

Le rouge Ponceau 4R, appelé également rouge cochenille A ou coccine nouvelle est le colorant alimentaire de code européen E124. Son usage est toujours répandu, notamment en pâtisserie pour la fabrication des macarons. Très soluble dans l'eau, il peut être dosé en solution aqueuse par spectrophotométrie.

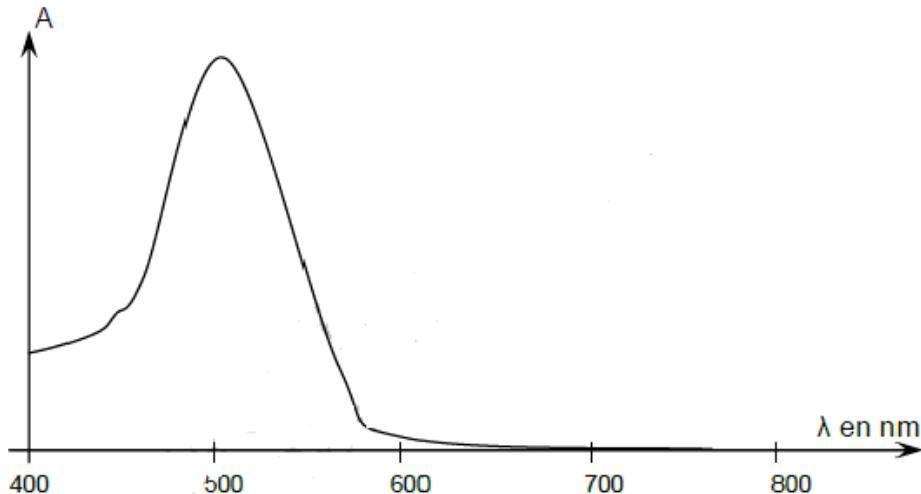
Comme les autres colorants azoïques (colorants synthétiques produits par diazotation), le rouge Ponceau est soupçonné depuis les années 1970 d'augmenter les risques d'hyperactivité chez les enfants.

Une étude publiée en 2007 a provoqué une évolution de la législation, même si ses conclusions sont controversées : depuis le 20 juillet 2010, les fabricants sont tenus d'indiquer au consommateur qu'un tel colorant « peut avoir des effets indésirables sur l'activité et l'attention chez les enfants ».

Les industriels et les artisans cherchent d'autres espèces chimiques qui pourraient remplacer ces colorants azoïques.

Le spectrophotomètre est un appareil de mesure permettant de relever l'absorbance A d'une solution homogène colorée. Il utilise une source polychromatique permettant de mesurer, pour différentes longueurs d'onde λ , la valeur de l'absorbance A de la solution étudiée.

L'étude d'une solution de rouge de ponceau permet d'obtenir le spectre d'absorption représenté ci-dessous



1. Le spectrophotomètre utilise une source de lumière polychromatique. Comment appelle-t-on la partie de cet appareil permettant de sélectionner la longueur d'onde λ qui traverse ensuite la cuve d'échantillon ?
2. Quel élément de cet appareil permet de réaliser la dispersion de la lumière en radiations monochromatiques ?
3. En utilisant le spectre donné ci-dessus, quelles sont les couleurs absorbées par la solution de rouge de Ponceau ? Justifier alors la couleur de la solution de ce colorant éclairé en lumière blanche.

| Couleur | Longueur d'onde en nm |
|-------------|-----------------------|
| Infrarouge | > 740 |
| Rouge | ≈ 615-740 |
| Orange | ≈ 590-615 |
| Jaune | ≈ 565-590 |
| Vert | ≈ 510-565 |
| Bleu | ≈ 446-510 |
| Violet | ≈ 380-446 |
| Ultraviolet | < 380 |

| Couleur des radiations absorbées par une solution aqueuse éclairée en lumière blanche | Couleur perçue par l'œil de la solution aqueuse |
|---|---|
| Bleu | Jaune |
| Vert | Magenta |
| Jaune | Bleu |
| Rouge | Cyan |

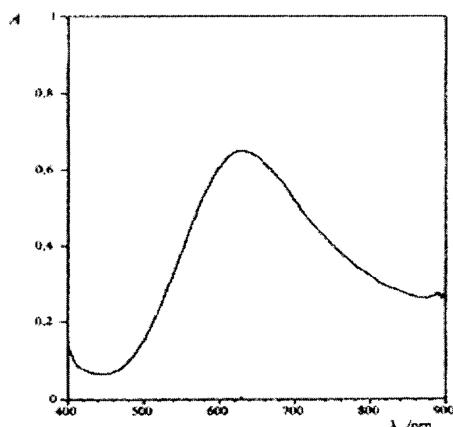
4. Pour doser par spectrophotométrie le rouge de Ponceau, on fixe la longueur d'onde d'étude à la valeur $\lambda = 507$ nm, correspondant au maximum d'absorbance. Pourquoi doit-on choisir cette longueur d'onde ?

Exercice 2 (Spectrophotométrie UV, visible d'un complexe du cuivre)

1. Définir la transmittance d'un milieu absorbant et donner la relation liant l'absorbance A à la transmittance T.

2. Le spectre d'absorption du complexe $\text{Cu}(\text{NiH}_3)_4^{2+}$ est représenté ci-dessous. Comment choisir la longueur d'onde de travail ? Justifier ce choix.

Spectre visible du complexe $\text{Cu}(\text{NiH}_3)_4^{2+}$



3. Le diagramme énergétique d'une molécule est très complexe et lors de l'absorption d'un photon, il peut se produire une transition entre :

- niveaux électroniques si l'énergie du photon mis en jeu est de l'ordre de quelques eV
- niveaux vibrationnels si l'énergie du photon mis en jeu est de l'ordre de quelques dixièmes d'eV
- niveaux rotationnels si l'énergie du photon mis en jeu est de l'ordre de quelques millièmes d'eV

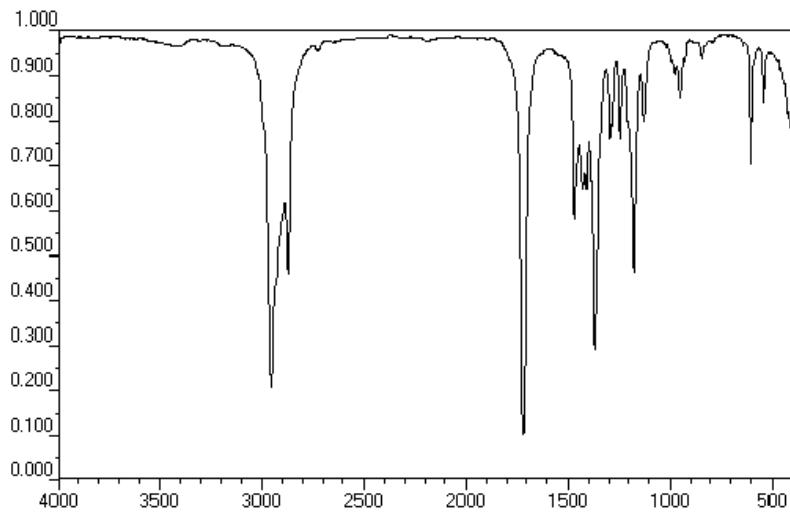
Calculer l'énergie du photon mis en jeu à 630 nm et conclure sur la nature des transitions mises en jeu en spectroscopie UV-Visible.

Données : Constante de Planck : $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J.s}$

Célérité de la lumière : $c = 3 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$ $1 \text{ eV} = 1,60 \times 10^{-19} \text{ J}$

Exercice 3 (Spectre IR)

On effectue une spectroscopie d'une molécule organique inconnue de formule brute $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}$.



1. Quel est le nom et le symbole de la grandeur sur l'axe des abscisses ?

2. Sachant que l'unité de la grandeur sur cet axe est le cm^{-1} , donner en cm la longueur d'onde λ correspondante à la valeur la plus élevée visible sur l'axe. Montrer qu'il est alors justifié de parler de spectroscopie infrarouge.

3. Que signifie une transmittance égale à 100 % ? Et une transmittance égale à 0 % ? En déduire pourquoi les bandes d'absorption pointent vers le bas.

4. A partir de la formule brute et du spectre IR, définir à quel type de molécule appartient la molécule étudiée ici. On procèdera par élimination en considérant les familles suivantes :

Acide carboxylique - amine - aldéhyde - cétone - alcool

5. Donner la formule semi-développée des trois cétones isomères de formule brute $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}$.