



## Spectroscopie UV-Visible

### Synthèse

#### A : Présentation de la spectroscopie

- |   |       |     |
|---|-------|-----|
| 1. Analyse de la matière grâce à la lumière | ..... | P 1 |
| 2. Principe                                 | ..... | P 1 |

#### B : Absorbance d'une solution

- |                             |       |     |
|-----------------------------|-------|-----|
| 1. Le spectrophotomètre     | ..... | P 2 |
| 2. Les courbes d'absorbance | ..... | P 3 |

#### C : Loi de Beer Lambert

- |   |       |     |
|---|-------|-----|
| 1. La loi de Beer-Lambert                 | ..... | P 4 |
| 2. Utilisation de la loi de Beer- Lambert | ..... | P 4 |

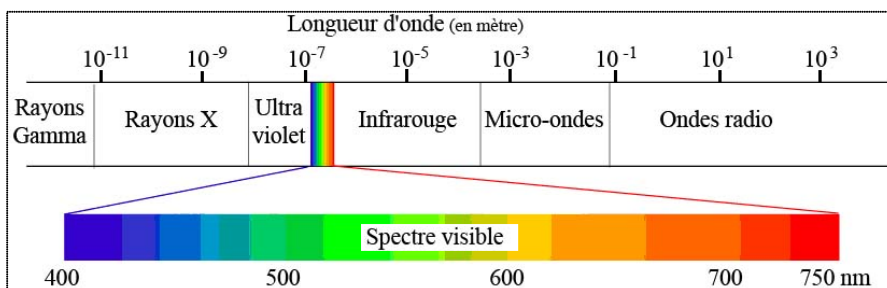
### A : Présentation de la spectroscopie

#### ► ► (1). Analyse de la matière grâce à la lumière

► ► La spectroscopie est une technique d'analyse d'échantillons et d'identification d'espèces chimiques.

Cette technique est basée sur l'étude des interactions de la matière avec des radiations électromagnétiques.

Elle présente les avantages d'être une *technique non destructive* de l'échantillon analysé, de nécessiter des petites quantités et d'être très précise.



• Lorsque la matière étudiée est traversée par de la lumière appartenant :

- au domaine de l'ultraviolet et du visible, on parle de « **spectroscopie UV-visible** »
- au domaine de l'infra-rouge, on parle de « **spectroscopie IR** »

#### ► ► (2). Principe

Rappel sur la lumière :

La lumière est une onde qui se propage dans le vide à la vitesse :

$c = 3.10^8 \text{ m.s}^{-1}$ .

Cette onde est caractérisée par :

- sa **fréquence  $\nu$  (Hz)**
- sa **longueur d'onde  $\lambda$  (m)**

$$\lambda = \frac{c}{\nu} \Leftrightarrow \nu = \frac{c}{\lambda}$$

Cette onde transporte une **énergie E(J)**

$$E = h \times \nu \Leftrightarrow E = \frac{h \times c}{\lambda}$$

• Lorsque les molécules organiques sont traversées par des radiations électromagnétiques, cette énergie est soit transmise intégralement, soit absorbée plus ou moins par les molécules.

**Cette transmission ou cette absorption dépend :**

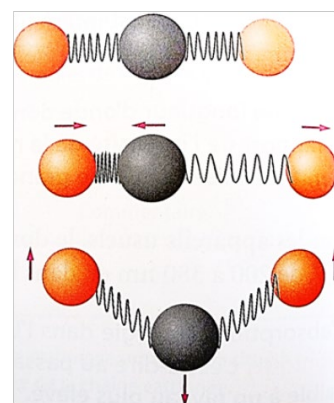
- de la longueur d'onde de la radiation (donc de l'énergie transportée),
- de la nature des molécules (groupes fonctionnels présents, présence de liaisons multiples...) dans l'échantillon traversé
- de la concentration des molécules dans l'échantillon

• L'énergie absorbée par les molécules provoque un mouvement électronique ou mécanique (mouvement de rotation et/ou de vibration) dans la molécule que l'on appelle « excitation ».

• Lors d'une spectroscopie, on compare donc la lumière transmise ou absorbée par un échantillon, à la lumière incidente.

↳ On en déduit alors des informations :

- sur la nature des liaisons présentes au sein d'un échantillon (dans le cas de la spectroscopie UV-visible et IR)
- sur la concentration des espèces dans l'échantillon traversé (en utilisant la loi de Beer-Lambert dans le cas de la spectroscopie UV-visible).

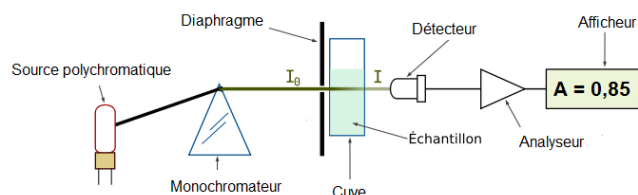


Dans la suite du cours nous verrons seulement comment on peut déterminer la concentration d'une solution à l'aide de la loi de Beer-Lambert.

## B : Absorbance d'une solution

### ► ► (1). Le spectrophotomètre

• Dans un **spectrophotomètre**, une cuve contenant une solution est traversée par une radiation lumineuse monochromatique de longueur d'onde  $\lambda$ .



L'intensité lumineuse  $I_{\text{transmis}}$  du faisceau transmis est inférieure à l'intensité lumineuse  $I_{\text{incident}}$  du faisceau incident.

Le spectrophotomètre mesure ces intensités, puis calcule une grandeur notée A et appelée ABSORBANCE

$$A = \log\left(\frac{I_{\text{incident}}}{I_{\text{transmis}}}\right)$$

→ Plus le rayonnement est absorbé par la solution, plus la valeur de A est importante.

#### L'absorbance dépend

- de l'épaisseur de solution traversée
- de la longueur d'onde de la radiation
- de la concentration de la solution

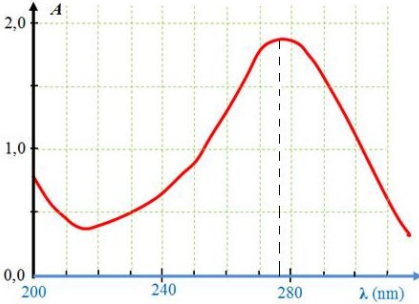
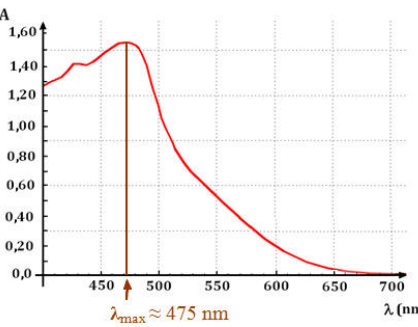
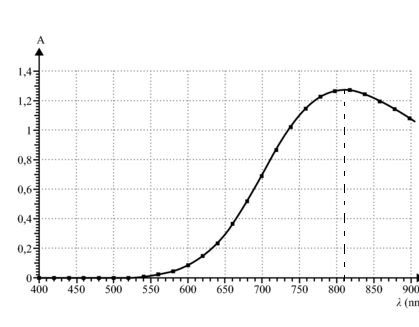
## ► ► (2). Les courbes d'absorbance

• Dans un spectrophotomètre, la longueur d'onde de la lumière incidente varie automatiquement ; l'appareil peut ainsi mesurer l'absorbance de la solution pour différentes longueurs d'onde.

↳ On peut alors représenter l'absorbance  $A$  en fonction de la longueur d'onde : le graphique obtenu est appelé **courbe d'absorbance** :

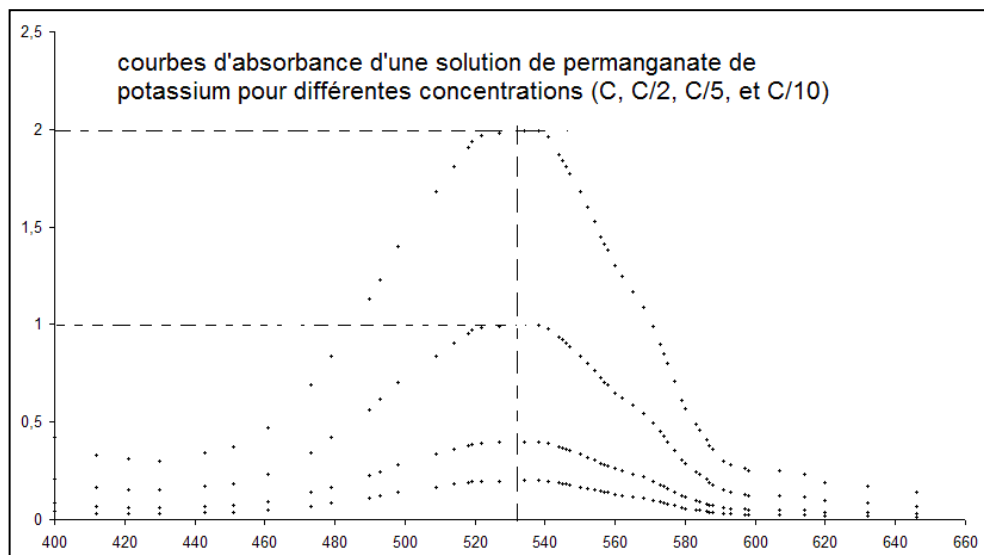
- Cette courbe est en forme de cloche, caractéristique de l'espèce chimique présente dans la solution et donnant sa couleur à la solution.

- cette courbe possède un maximum, pour une longueur d'onde notée  $\lambda_{\max}$

Courbe d'absorbance d'une solution d'acétone	Courbe d'absorbance d'une solution de diiode	Courbe d'absorbance d'une solution de sulfate de cuivre (L'absorbance est due à l'ion $\text{Cu}^{2+}$ )
		
<p>La solution est incolore car <math>\lambda_{\max}</math> se trouve dans le domaine de l'UV ; la solution transmet toutes les couleurs du domaine du visible</p>	<p>La solution aqueuse de diiode qui absorbe dans le bleu (<math>\lambda_{\max} = 475 \text{ nm}</math>) donne des solutions de couleur orange</p>	<p>Les ions cuivre <math>\text{Cu}^{2+}_{(aq)}</math>, qui absorbent dans le rouge-orangé (<math>\lambda_{\max} = 810 \text{ nm}</math>) donnent des solutions de couleur bleue.</p>

Rappel : la couleur d'une solution est due aux couleurs transmises

## Loi de Beer-Lambert



## ► ► (1). La loi de Beer-Lambert

On remarque dans la courbe précédente :

- Lorsque l'on dilue par 2 une solution de permanganate de potassium, son absorbance est divisée par 2
- Lorsque l'on dilue par 5 une solution de permanganate de potassium, son absorbance est divisée par 5
- Lorsque l'on dilue par 10 une solution de permanganate de potassium, son absorbance est divisée par 10

On peut généraliser ce résultat :

► ► **Pour de faibles concentrations, l'absorbance A d'une espèce X en solution est, pour une longueur d'onde donnée, proportionnelle à sa concentration [X]:**

$$A = k \times [X]$$

- K dépend de la longueur d'onde  $\lambda$  et de la largeur  $\ell$  de la cuve.
- A est sans unité
- [X] est en mol.L<sup>-1</sup>

## ► ► (2). Utilisation de la loi de Beer-Lambert

▪ On utilise la loi de Beer-Lambert afin de déterminer la concentration d'une solution (en général colorée)

### (1) : Réalisation d'une « échelle de teinte » :

- Par dilutions successives d'une solution initiale concentrée (*appelée « solution mère »*), on obtient une gamme de solutions diluées de la même espèce chimique, solutions appelées « *solutions étalons* »

### (2) : Mesure d'absorbances

- Pour le réglage du spectrophotomètre, on choisit la longueur d'onde de la radiation la plus absorbée afin d'avoir des valeurs d'absorbances les plus grandes possibles.
- On mesure les absorbances des solutions étalons

### (3) : Tracé de la courbe

- On trace la droite  $A = f(C)$  (*appelée « droite d'étalonnage »*) dont on peut déterminer l'équation. (La droite passant par l'origine a pour équation  $A = k \times C$ )

### (4) : Concentration inconnue

- On mesure l'absorbance de la solution dont on désire déterminer la concentration
- A l'aide de la droite d'étalonnage (ou de son équation), on détermine la concentration inconnue