

Chapitre 2 :

Composition chimique des solutions

I. Solutions colorées

I.1 Concentration d'une espèce dissoute

On exprime de deux manières la concentration d'un soluté en solution :

$$\text{La concentration massique : } \gamma = \frac{m(X)}{V}$$

- γ en g.L^{-1}
- m masse de soluté en g.
- V volume de la solution en L.

$$\text{La concentration molaire : } C = \frac{n(X)}{V}$$

- C en mol.L^{-1}
- n en mol
- V volume de la solution en L.

Pour les ions en solution :

La concentration molaire d'une espèce X en solution est la quantité de matière de l'espèce X par litre de solution.

$$[X] = \frac{n(X)}{V}$$

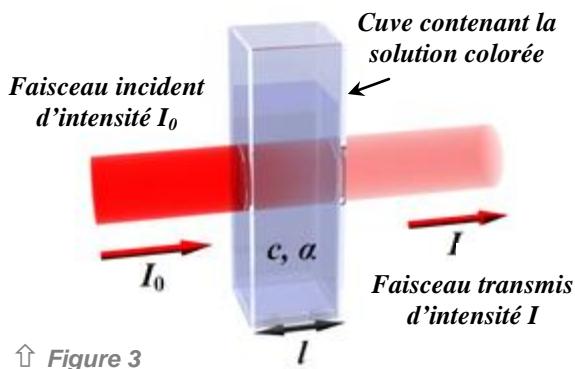
- n(X): quantité de matière de l'espèce X en mol
- V: volume de la solution en L
- [X]: Concentration de l'espèce X en solution en mol.L^{-1}

I.2 L'absorbance

Principe du **spectrophotomètre** :

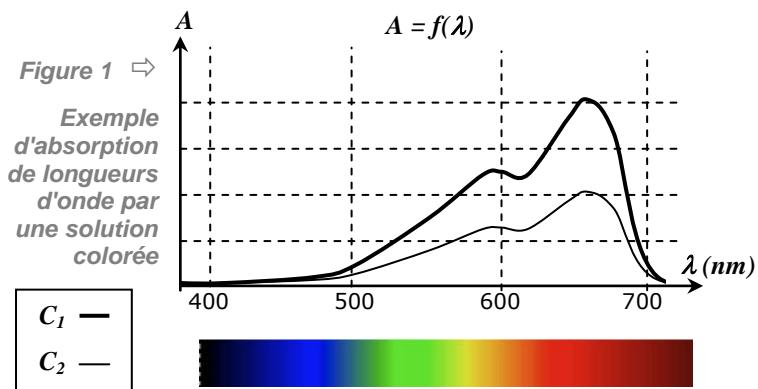
Lorsqu'un faisceau de lumière polychromatique contenant toutes les longueurs d'onde du visible traverse une espèce colorée dissoute dans un solvant, certaines longueurs d'onde sont plus ou moins absorbées par ce soluté alors que d'autres passent sans être atténuées.

Ainsi, pour les longueurs d'onde λ partiellement absorbées, l'intensité du faisceau transmis I est inférieure à l'intensité incidente I_0 .



Pour chaque longueur d'onde λ on définit alors :

- la transmittance (sans unité) : $T = \frac{I}{I_0}$
- l'absorbance (sans unité) : $A = -\log T$



Questions :

On considère la solution colorée à l'origine de la figure 1. La courbe C_1 a été obtenue avec une concentration en soluté 2 fois plus importante que la concentration de la solution qui a donné la courbe C_2 .

- Quelle est la longueur d'onde qui est le plus absorbée par le soluté qui colore la solution ?
- Vers quelles longueurs d'onde la solution n'arrête aucun rayon ?
- Quelle est alors la couleur probable de cette solution ?
- On considère que l'absorbance est nulle pour $\lambda = 400 \text{ nm}$. Que vaut la transmittance pour cette longueur d'onde ?
- Quelle longueur d'onde faut-il idéalement choisir pour mesurer l'absorbance lorsqu'on cherche à comparer l'absorbance de deux solutions de même soluté mais de concentration différente ?
- Quelle est ici la meilleure longueur d'onde à prendre pour effectuer ces mesures de l'absorbance ?
- Quelle relation existe-t-il entre $A(C_1)$ et $A(C_2)$ quelque soit la longueur d'onde choisie pour la mesure ? Conclure.

A retenir :

- Lorsqu'une espèce chimique absorbe dans un seul domaine de longueur d'onde, sa couleur en solution est la couleur complémentaire de celle absorbée.
- Il faut mesurer l'absorbance pour la longueur d'onde la plus absorbée.



↑ Figure 2 :
Couleurs complémentaires

I.3 La loi de Beer - Lambert

D'après la **loi de Beer – Lambert**, l'absorbance A d'une espèce chimique en solution est proportionnelle à sa **concentration C** :

$$A = \varepsilon \cdot l \cdot C$$

↔ $A = cste \times C$

A sans unité
 ε en $\text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$
 C en mol/L
 l en cm

avec :

- ε le coefficient d'absorption molaire qui caractérise la capacité qu'a une espèce donnée à absorber la lumière d'une longueur d'onde donnée.
- l la largeur de la cuve du spectrophotomètre où l'on mesure l'absorbance

Question :

Définir l'unité de la constante $cste$ dans l'expression $A = cste \times C$.

II. Dosage par étalonnage

Doser une solution signifie déterminer expérimentalement sa concentration molaire C ou sa concentration massique t .

Il existe plusieurs façons de doser une solution, une des méthodes les plus simples étant le **dosage spectrophotométrique par étalonnage** :

Pour une longueur d'onde donnée idéalement choisie, l'absorbance de la solution pour laquelle on désire doser une espèce chimique dissoute est comparée à celle des solutions contenant la même espèce chimique, mais à des concentrations différentes connues. Ces dernières sont appelées **solutions étalons** et permettent de tracer une droite appelée **droite d'étalonnage**.

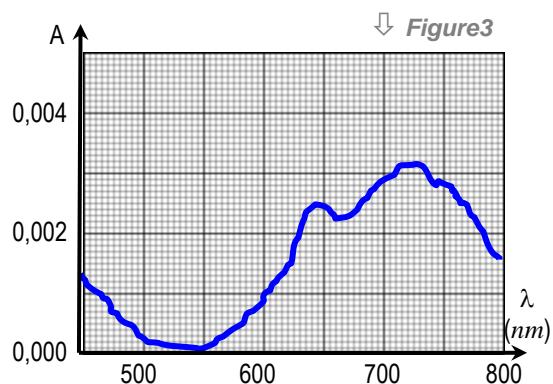
Questions :

On dispose d'une solution S de chlorure de nickel de concentration C_S inconnue. Pour déterminer expérimentalement la valeur de cette concentration, on prépare une série de solutions étalons de chlorure de nickel à diverses concentrations.

- En observant le spectre d'absorption d'une solution de chlorure de nickel, déterminer la longueur d'onde idéale λ_0 pour effectuer le dosage spectrophotométrique par étalonnage.

On mesure alors l'absorbance à la longueur d'onde λ_0 des solutions étalons de chlorure de nickel. On obtient les résultats du tableau ci-dessous :

Solution étalon	1	2	3	4	5
Concentration (mmol/L)	20,0	25,0	30,0	35,0	40,0
Absorbance mesurée	0,10	0,12	0,16	0,17	0,21



- b) Les solutions étalons ont été obtenues en diluant une solution mère de concentration $C_0 = 0,100 \text{ mol/L}$. Déterminer le volume de la solution mère qu'il a fallu prélever pour fabriquer 50 mL de la solution étalon 1.
- c) Tracer sur la figure 4 la droite d'étalonnage de ce dosage à partir des valeurs obtenues avec les solutions étalons.
- d) A partir de la loi de *Beer - Lambert*, montrer que pour une même espèce chimique dissoute, l'absorbance de la solution est proportionnelle à la concentration du soluté.
- e) On place alors de la solution S dans la cuve du spectrophotomètre et on mesure pour la longueur d'onde λ_0 une absorbance $A_S = 0,14$. Déterminer à partir de la droite d'étalonnage la valeur de la concentration C_S inconnue.

↓ Figure 7

