

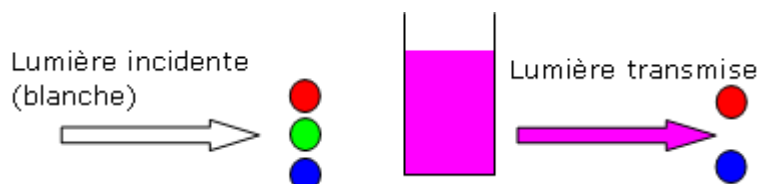
Concentration et absorbance d'une solution

I. Couleur d'une solution

Une solution colorée se comporte comme un filtre. Lorsqu'elle est traversée par une lumière, elle atténue l'intensité de certaines radiations qui sont dites absorbées.

La couleur de la solution correspond à la couleur complémentaire de la couleur absorbée.

Exemple:



La solution de permanganate de potassium apparaît de couleur magenta car elle absorbe les radiations vertes

II. Absorbance d'une solution

Définition:

L'absorbance A d'une solution est une grandeur sans unité: elle caractérise l'aptitude des espèces présentes dans la solution à absorber une radiation lumineuse de longueur d'onde donnée.

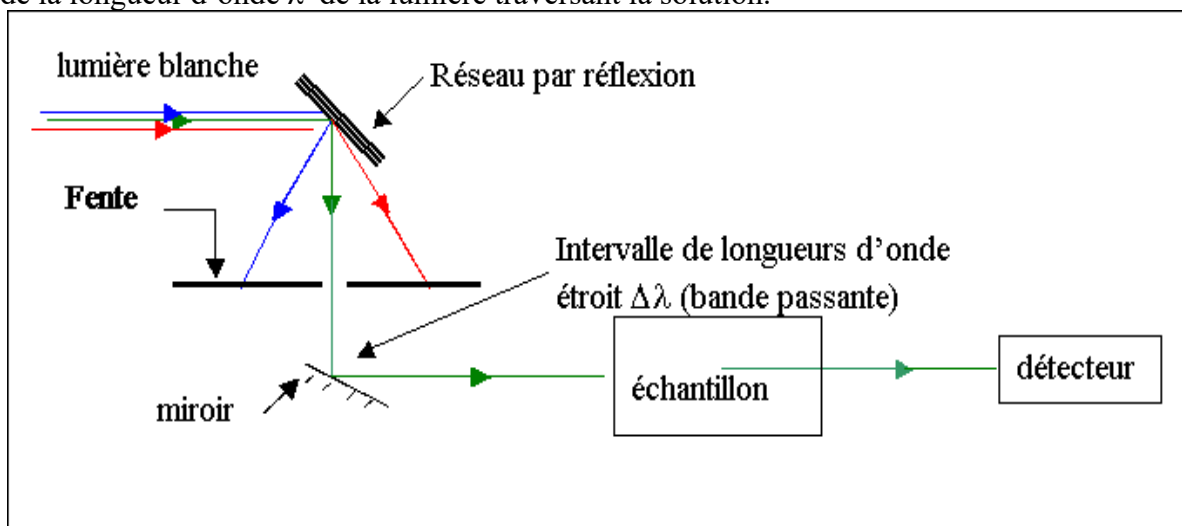
L'absorbance se mesure à l'aide d'un spectrophotomètre.



Spectrophotomètre

Remarque: L'absorbance d'une solution dépend principalement:

- de la nature de la solution (de l'espèce chimique dissoute).
- de la concentration de la solution.
- de la longueur d'onde λ de la lumière traversant la solution.



Remarque importante: Si on se place dans le cas de l'exemple précédent, on a intérêt à utiliser une lumière verte (qui sera en grande partie absorbée par la solution) de façon à mesurer une absorbance maximale.

1) Concentration molaire

Une solution est obtenue par dissolution d'une espèce chimique, appelée soluté, dans un liquide, appelé solvant. On s'intéresse ici uniquement aux solutions aqueuses.

La concentration molaire C d'un soluté est défini par : $C = \frac{n(X)}{V}$, où $n(X)$ est la quantité de matière du

soluté X , V le volume de solution **homogène**. On peut donc calculer la quantité de matière d'un soluté dans un volume V de solution homogène $n(X) = C.V$ avec n en mol, C en mol.L^{-1} et V en L.

2) Concentration massique

La concentration massique C_m d'une espèce dans un solvant est la masse de soluté par litre de solution.

Elle est donnée par la relation $C_m = \frac{m}{V}$. L'unité de concentration massique est le $g.L^{-1}$

La quantité de matière $n(X)$ de l'espèce chimique X est alors donnée par la relation suivante :

$n(X) = \frac{C_m \cdot V}{M(X)}$ où V est le volume de la solution, C_m la concentration molaire de la solution et $M(X)$ la masse molaire du soluté.

Cela peut également donner la relation suivante :

$$C = \frac{n(X)}{V} = \frac{C_m}{M(X)}$$

3) Dilution d'une solution de concentration connue

a) Conservation de la quantité de matière

Pour diluer un volume $V_{\text{prélevé}}$ d'une solution mère de concentration molaire en soluté A , $[A]_{\text{mère}}$, on ajoute du solvant. On obtient alors une solution de volume V_{fille} et de concentration en soluté $[A]_{\text{fille}}$, appelée solution fille. Lors de dilution, le volume change, mais pas la quantité de matière de soluté,

$$n_{\text{prélevé}}(A) = n_{\text{fille}}(A)$$

Dans une opération de dilution, la quantité de matière ne change pas, on peut écrire la relation :

$$[A]_{\text{mère}} \cdot V_{\text{prélevé}} = [A]_{\text{fille}} \cdot V_{\text{fille}}$$

b) Calcul d'une nouvelle concentration

On utilise simplement le fait qu'il y a conservation de la matière au cours d'une dilution :

$$[A]_{\text{fille}} = \frac{[A]_{\text{mère}} \cdot V_{\text{prélevé}}}{V_{\text{fille}}}$$

c) Facteur de dilution

Le facteur de dilution est égal au quotient de la concentration $[A]_{\text{mère}}$ de la solution mère par la concentration $[A]_{\text{fille}}$ de la solution fille.

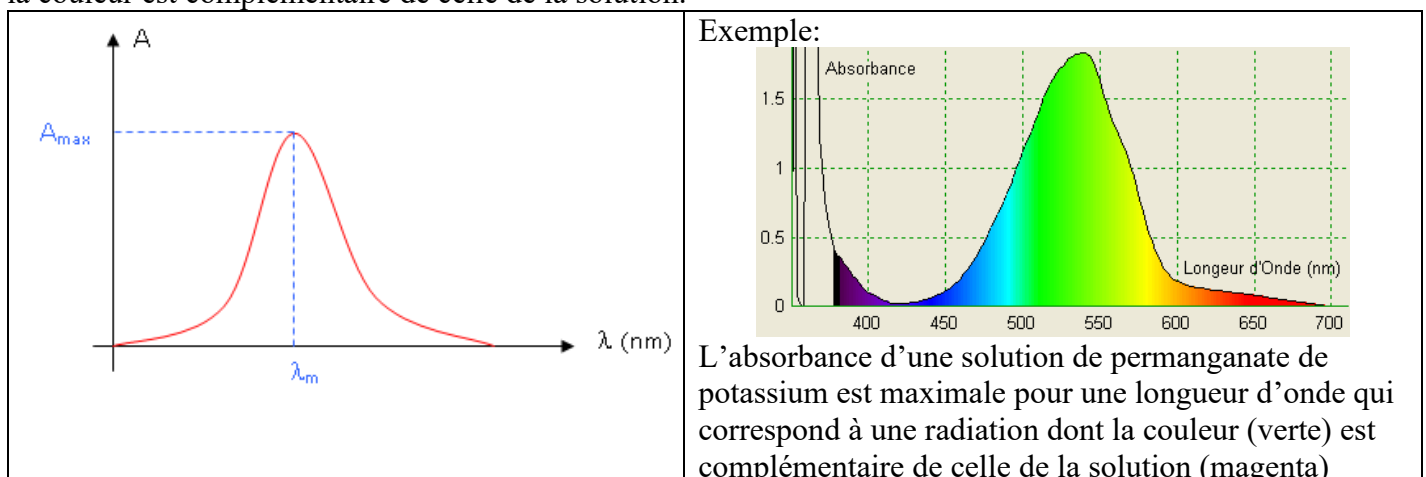
$$F = \frac{[A]_{\text{mère}}}{[A]_{\text{fille}}} ; F \text{ est donc toujours supérieur à } 1$$

comme $[A]_{\text{fille}} = \frac{[A]_{\text{mère}} V_{\text{prélevé}}}{V_{\text{fille}}}$, il vient $F = \frac{[A]_{\text{mère}}}{[A]_{\text{fille}}} = \frac{V_{\text{fille}}}{V_{\text{prélevé}}}$

4. Spectre d'absorption d'une solution

Le graphe qui représente l'absorbance A d'une solution en fonction de la longueur d'onde λ qui traverse la solution est appelé spectre d'absorption.

La longueur d'onde λ_m qui correspond à l'absorbance maximale est la longueur d'onde de la radiation dont la couleur est complémentaire de celle de la solution.



5. Loi de Beer-Lambert

Pour une longueur d'onde donnée, l'absorbance d'une espèce en solution est proportionnelle à sa concentration.

$$A_{\lambda} = k \times C$$

Avec

A_{λ} : absorbance de la solution pour une longueur d'onde λ donnée

k : coefficient de proportionnalité ($L \cdot mol^{-1}$),

C : concentration molaire de la solution ($mol \cdot L^{-1}$)

Remarque:

- le coefficient de proportionnalité k dépend principalement de la longueur d'onde λ de la lumière traversant la solution, de la nature de l'espèce absorbante et de l'épaisseur l de l'échantillon traversé par la lumière. Ce coefficient k est indépendant de la concentration uniquement pour les solutions très diluées, alors $k = \epsilon_{\lambda} l$, avec ϵ_{λ} , le coefficient d'absorption molaire.
- Choix de la longueur d'onde optimale (λ_{max})**
Pour maximiser la sensibilité de la mesure, on choisit λ_{max} , c'est-à-dire la longueur d'onde correspondant au pic d'absorbance sur le spectre UV-Visible. À cette longueur d'onde, l'absorption est maximale et la variation d'absorbance par rapport à la concentration est la plus forte. Le choix de λ_{max} garantit une meilleure précision dans le dosage.
- Domaines de validité et précautions**
La loi de Beer-Lambert reste linéaire pour des concentrations faibles (généralement inférieures à $10^{-2} mol \cdot L^{-1}$).
La mesure d'un blanc (cuve contenant uniquement le solvant) est indispensable pour corriger le zéro et éliminer le bruit de fond.

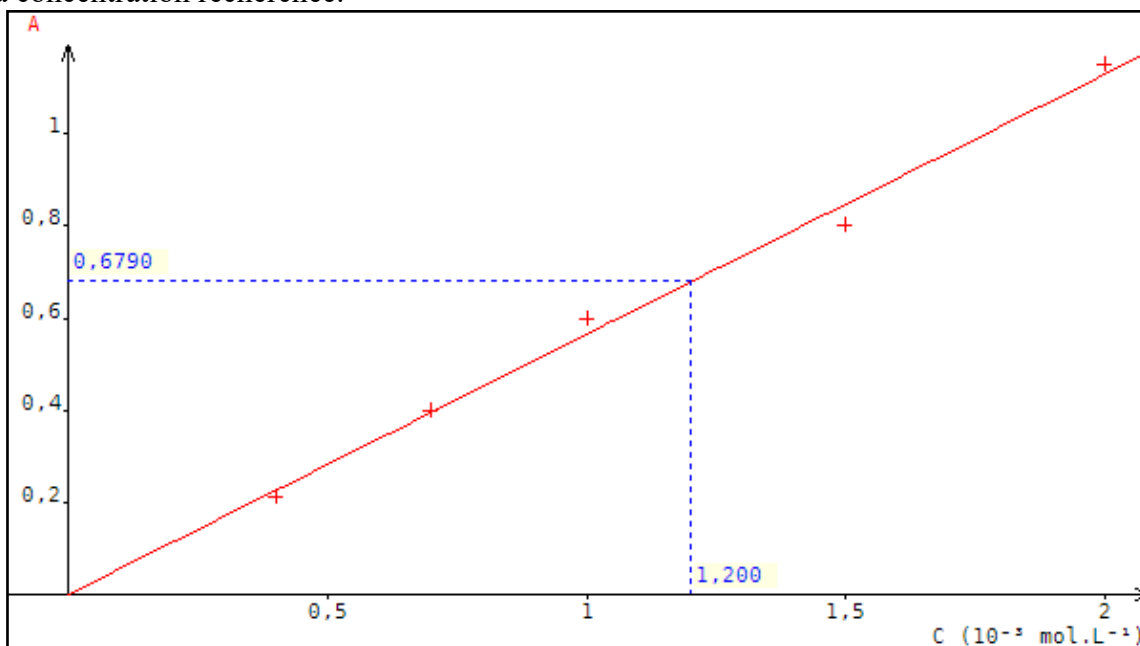
6. Dosage spectrophotométrique

Définition:

Doser ou titrer une espèce chimique en solution consiste à déterminer la concentration molaire de cette espèce dans la solution.

Le principe d'un dosage par étalonnage

Il repose sur l'utilisation de solutions (appelées solutions étalons) qui contiennent l'espèce chimique à doser en différentes concentrations connues. Il suppose également que la concentration de l'espèce chimique influe sur une grandeur physique (ici l'absorbance, ou bien la conductivité etc) qu'il est possible de mesurer. En reportant sur un graphique des points dont l'abscisse correspond à la concentration des solutions connues et l'ordonnée à la grandeur physique mesurée on obtient alors une courbe d'étalonnage. Il suffit alors de mesurer la grandeur physique de la solution à doser afin d'obtenir un point de la courbe dont l'abscisse indique la concentration recherchée.



Droite d'étalonnage:

Réaliser une droite d'étalonnage consiste à mesurer à l'aide d'un spectrophotomètre les absorbances de solutions colorées de concentration connues. La courbe $A = f(C)$ obtenue est alors modélisée par une droite.

Détermination d'une concentration inconnue:

Par lecture graphique ou par calcul grâce à l'équation de la droite de tendance modélisant les données expérimentales, il est possible de déterminer la concentration d'une solution à partir de son absorbance.