

Module : Capteurs intelligents et MEMS  
Niveau : Master 2/ Electronique des systèmes embarqués

**TP3**

**Dosage des solutions colorées par étalonnage**

**A. Objectifs**

Les objectifs de ce TP sont de:

1. Déterminer la concentration d'une espèce colorée en solution en réalisant un dosage par étalonnage.
2. Déterminer la grandeur physique liée à la couleur d'une solution.

**B. Théorie**

**B1. Absorbance d'une solution**

Une solution colorée absorbe une partie de la lumière qui la traverse.

**B1.a. Absorbance**

L'**absorbance** d'une solution, notée  $A$ , est une grandeur physique qui mesure la **quantité de lumière absorbée** en fonction de la lumière qui traverse un échantillon de solution.

L'absorbance **n'a pas d'unité** et qui dépend de la **longueur d'onde de la lumière** et de la **concentration de l'espèce colorée** de la solution.

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

**B1.b. Principe de fonctionnement du spectrophotomètre**

Un **flux de lumière monochromatique** est envoyé à travers un échantillon de la **solution colorée** placée dans une **cuve**.

Un **détecteur** mesure le flux lumineux en sortie. **L'absorbance** est directement affichée sur un écran du spectrophotomètre, figure 1.

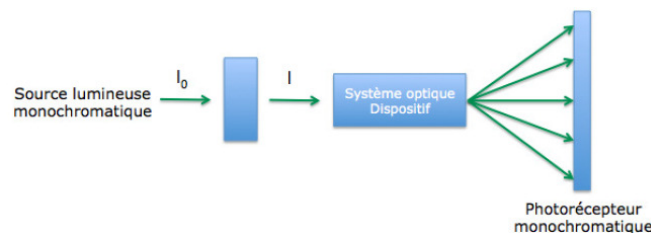


Figure 1. Spectrophotomètre

**Partie 1. Influence de la longueur d'onde**

La courbe ci-dessous donne le spectre d'absorption d'une solution de diiode de concentration molaire  $10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$  (dans l'iodure de potassium à  $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$ ) en fonction de la longueur d'onde de la lumière monochromatique.

Les valeurs de l'absorbance A enregistrées à partir du spectrophotomètre pour différentes valeurs de longueurs d'ondes sont résumés dans le tableau 1

Tableau 1.

A	1.6	1.2	1	0.75	0.65	1	1.2	1.38	1.47	1.38	1.2
$\lambda$ (nm)	301	302	304	305	306	307	309	311	312	314	316

A	1	0.8	0.6	0.4	0.35	0.2	0.15	0.5	0.25	0	0
$\lambda$ (nm)	317	319	321	322	323	353	368	398	420	440	467

1. Tracer la courbe  $A=f(\lambda)$ .
2. Donner la longueur d'onde qui a provoqué la plus grande valeur de l'absorbance.
3. Expliquer ce qui se passe au rayonnement à cette longueur d'onde.

## Partie 2 Loi de Beer-Lambert

La valeur de l'absorbance A dépend de la concentration C de l'espèce colorée.

### a. Influence de la concentration

La courbe ci-dessous donne le spectre d'absorption d'une solution de **diode** en fonction de sa concentration molaire, pour une longueur d'onde fixée de  $\lambda = 400$  nm. Les mesures sont enregistrées dans le tableau 3.

Tableau 2.

A	0.050	0.110	0.325	0.650	1.225	1.825	1.875	1.825
C (mol.L <sup>-1</sup> )	0	0.0001	0.0005	0.001	0.002	0.0031	0.0051	0.015

1. Tracer ma courbe  $A=f(C)$ .
2. Décrire la courbe obtenue pour les concentrations inférieure ou égale à 0,0031 mol.L<sup>-1</sup>.
3. Expliquer ce qui se passe à l'absorbance lors des concentrations allant de 0,0031 mol.L<sup>-1</sup> à 0.015 mol.L<sup>-1</sup>.
4. Donner votre conclusion.

### b. Loi de Beer-Lambert

On peut montrer que l'absorbance dépend aussi de l'épaisseur  $l$  de l'échantillon traversée par le flux lumineux.

L'absorbance A est donc **proportionnelle** à la concentration C et à l'épaisseur  $l$  de la cuve.

#### Loi de Beer-Lambert

La relation entre l'absorbance A et la concentration C en espèce colorée est :

$$A = \epsilon C l$$

$\epsilon$  : coefficient d'extinction molaire en L.mol<sup>-1</sup>.cm<sup>-1</sup>

$l$  : épaisseur de la cuve en cm

C : concentration molaire en espèce colorée en mol.L<sup>-1</sup>

## Partie 3 Dosage par étalonnage

Un **dosage** est une **technique** qui permet de déterminer la **concentration** d'une espèce en solution. On dispose au laboratoire d'une solution **S** contenant une espèce colorée de concentration connue **C** et d'une solution **S'** de concentration **C'** inconnue de la même espèce.

**a. Utilisation d'une échelle de teinte**

On réalise une **échelle de teinte** pour déterminer un encadrement de la concentration **C'**. Pour cela, on réalise des solutions diluées à partir de **S**, et on compare la couleur de la solution **S'** avec la couleur des autres solutions.

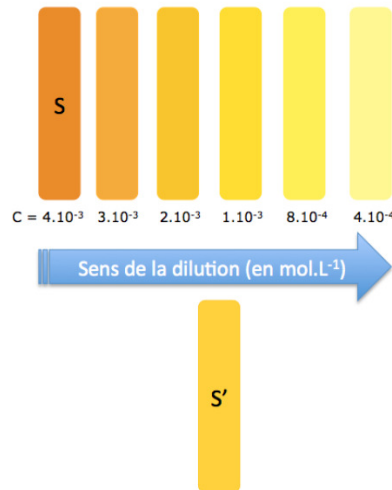


Figure 1.

Dans cet exemple, on peut encadrer **C'** de la manière suivante :  $1.10^{-3} \text{ mol.L}^{-1} < C' < 2.10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$ .

**b. Courbe d'étalonnage**

On réalise plusieurs solutions diluées à partir de la solution **S** de concentrations connues. On choisit une longueur d'onde de travail adaptée, pour cela, on réalise une courbe **A = f(I)**. Pour une **longueur d'onde fixée 350 nm**, on réalise une **courbe d'étalonnage**. Pour cela, on mesure et on note l'absorbance de chaque solution diluée. On trace la courbe d'absorbance **en fonction de la concentration**. Les mesures sont enregistrées dans le tableau 3.

Tableau 3.

A	<b>0,165</b>	<b>0,23</b>	<b>0,51</b>	<b>0,56</b>	<b>1,32</b>	<b>1,9</b>
C (mol.L <sup>-1</sup> )	<b>0,00075</b>	<b>0,001</b>	<b>0,002</b>	<b>0,0022</b>	<b>0,005</b>	<b>0,007</b>

1. Tracer la courbe  $A=f(C)$ .
2. Décrire la courbe.
3. Si l'épaisseur de la cuve ( $L=1\text{cm}$ ) est 1cm, déterminer le coefficient d'extinction  $\epsilon$ .

**c. Détermination de la concentration**

1. Si on veut déterminer l'absorbance de la solution  $S_2$ , qui est une solution diluée de la solution S, à partir de la courbe d'étalonnage, quelles sont les limites de la concentration à utilisées ?
2. Que signifie que la concentration dépasse la limite autorisée pour la détermination de l'absorbance à partir de la courbe ?
3. Trouver l'absorbance pour les solutions dont les concentrations sont :
  - a. 0.004mol/L
  - b. 0.005 mol/L
  - c. 0.007 mol/L
4. Trouver l'absorbance pour les solutions dont les concentrations sont :
  - a. 0.4
  - b. 0.8.
  - c. 1.2

**Partie 4 Description du spectrophotomètre**

Décrire en détails le fonctionnement d'un spectrophotomètre.