

# Dosage par étalonnage Loi de Beer-Lambert

## Objectifs du T.P. :

- Savoir calculer une masse à dissoudre pour obtenir une solution de concentration donnée
- Savoir calculer un volume à prélever dans une solution mère pour obtenir une solution moins concentrée
- Savoir réaliser une dissolution et une dilution
- Construire une courbe d'étalonnage vérifiant la loi de Beer-Lambert
- Déterminer la concentration inconnue d'une solution grâce à cette courbe

## I – Comment déterminer la concentration inconnue d'une solution ?

### 1) Loi de Beer-Lambert

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

$$A = k.c$$

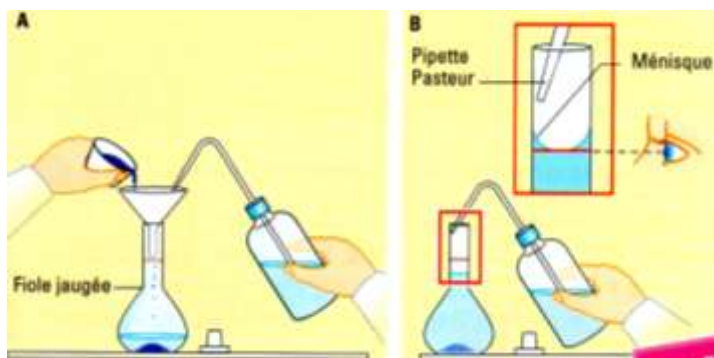
A est sans unité, c est en mol.L<sup>-1</sup> et k en L.mol<sup>-1</sup>

k est le coefficient de proportionnalité et varie selon les conditions expérimentales.

### 2) Utiliser cette loi pour accéder à une concentration inconnue

À une valeur de longueur d'onde définie λ et en mesurant la valeur de A pour différentes valeurs de la concentration (échelles de teintes), il est possible de construire une courbe appelée courbe d'étalonnage.

La mesure de l'absorbance d'une solution de concentration inconnue dont la valeur se situe entre celles de la courbe d'étalonnage, permet, grâce à cette courbe, la détermination de cette concentration par construction graphique.



## II – Dissolution : préparer la solution mère

### 1) Calcul de la masse à dissoudre

Vous souhaitez préparer un volume V<sub>s</sub> = 500 mL d'une solution S<sub>0</sub> de permanganate de potassium à la concentration molaire en soluté apporté c<sub>0</sub> = 1,0.10<sup>-2</sup> mol.L<sup>-1</sup>.

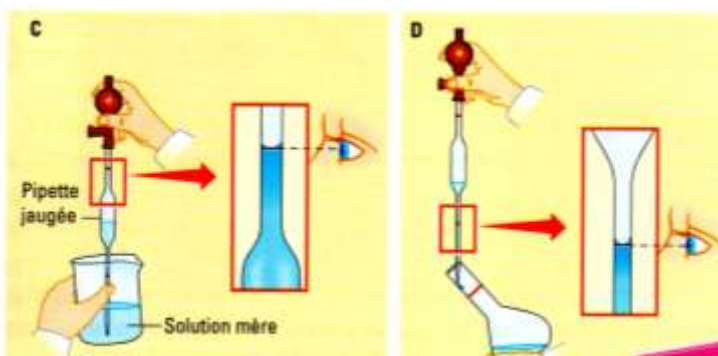
a. Exprimez et calculez la masse molaire du permanganate de potassium de formule KMnO<sub>4</sub>.

**Données :** M(O) = 16,0 g.mol<sup>-1</sup>      M(K) = 39,0 g.mol<sup>-1</sup>      M(Mn) = 55,0 g.mol<sup>-1</sup>

b. Exprimez et calculez la masse de permanganate de potassium solide (de formule KMnO<sub>4</sub>) à peser pour préparer cette solution par dissolution.

### 2) Réalisation de cette dissolution

Voir feuille annexe et réalisation professeur.



## III – Dilution : préparer l'échelle de teintes

### 1) Calcul des volumes à prélever

À partir de la solution mère de concentration c<sub>0</sub>, vous allez préparer différentes solutions filles de concentrations S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>, S<sub>3</sub> et S<sub>4</sub> de volume V<sub>f</sub> = 50 mL dont les concentrations sont indiquées dans le tableau ci-dessous.

a. Exprimez le volume V<sub>0</sub> à prélever.

b. Complétez la deuxième ligne du tableau en détaillant un seul calcul.

**Rappel :** n(solution fille) = n(prélèvement solution mère)      c<sub>f</sub> x V<sub>f</sub> = c<sub>0</sub> x V<sub>0</sub>

Solution		S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>
Concentration c <sub>f</sub> (mol.L <sup>-1</sup> )	0	1,0.10 <sup>-3</sup>	2,0. 10 <sup>-3</sup>	3,0. 10 <sup>-3</sup>	4,0.10 <sup>-3</sup>
Volume V <sub>0</sub> de solution mère à prélever (mL)	0				

## 2) Réalisation de ces dilutions

Le travail s'effectue par groupe de 4. Chaque élève du groupe effectue une dilution de  $S_0$  sur les 4, en utilisant une ou plusieurs pipettes jaugées (5, 10 et 20 mL) et une fiole jaugée de 50 mL. Voir feuille annexe.

## IV – Choisir la longueur d'onde pour la courbe d'étalonnage

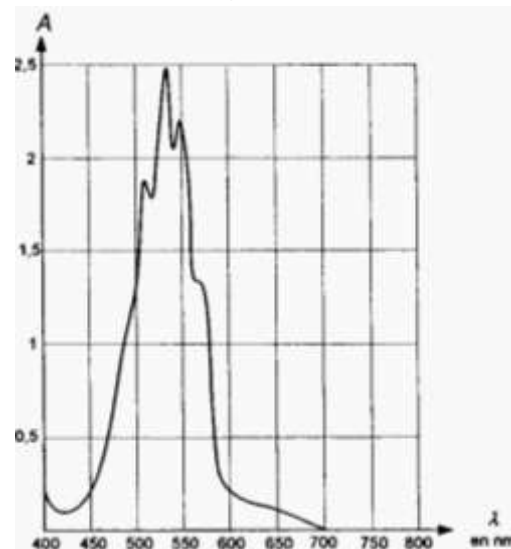
Voici la courbe d'absorbance de la solution  $S_0$  à une concentration constante.

1) Sachant que le fonctionnement d'un colorimètre (ou spectrophotomètre) est optimal à la longueur d'onde  $\lambda_{\max}$  de la solution étudiée pour laquelle l'absorbance est maximale, déterminez sur la courbe la longueur d'onde à utiliser pour construire la courbe d'étalonnage.

2) Sélectionnez sur le spectrophotomètre la longueur d'onde à utiliser. Données : longueurs d'onde du spectrophotomètre

● 470 nm ● 565 nm ● 585 nm ● 655 nm

3) Selon le cours, une solution apparaît de couleur complémentaire à la couleur absorbée. Est-ce vérifié dans ce cas ?



## V – Tracer la courbe d'étalonnage

### 1) Mesures

Placez le sélecteur de votre spectrophotomètre sur la longueur d'onde déterminée dans le IV. Par groupe de 4, placez sur un support plastique, 5 cuves remplies d'eau distillée pour la 1<sup>ère</sup>, puis respectivement des solutions  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$  et  $S_4$  pour les suivantes. Recommencez l'opération pour le deuxième groupe. Après avoir fait le zéro avec la cuve remplie d'eau, mesurez les absorbances de chacune des solutions filles et complétez le tableau ci-dessous.

Solution		$S_1$	$S_2$	$S_3$	$S_4$
Concentration ( $\text{mol.L}^{-1}$ )	0	$1,0 \cdot 10^{-3}$	$2,0 \cdot 10^{-3}$	$3,0 \cdot 10^{-3}$	$4,0 \cdot 10^{-3}$
A					

### 2) Construction de la courbe

Tracez la courbe d'étalonnage de l'absorbance A en fonction de la concentration c de la solution.

**Pour tracer une courbe**, je dois :

- repérer l'abscisse et l'ordonnée ;
- tracer deux axes perpendiculaires à la règle ;
- graduer les axes régulièrement ;
- choisir une échelle de façon à obtenir une courbe équilibrée, suffisamment grande ;
- préciser sur chaque axe la grandeur et son unité éventuelle ;
- pointer les points de façon précise ;
- estimer l'allure de la courbe, **si c'est une droite, la tracer à la règle** ;
- donner un titre à la courbe.

**Attention ! La courbe n'est pas obligée de passer exactement par tous les points car chacun d'entre eux est entaché d'une légère erreur.**

### 3) Vérification de la loi de Beer-Lambert

a. Quelle est l'allure de la courbe ?

b. La loi de Beer-Lambert est-elle vérifiée ?

## VI – Utiliser la courbe d'étalonnage

La concentration inconnue en ions permanganate  $c_a = [\text{MnO}_4^-]$  d'une solution de permanganate de potassium, **diluée 20 fois**, a une absorbance  $A = 0,37$ .

a. Construisez graphiquement l'absorbance de la solution diluée  $c_a'$  et donnez la valeur de sa concentration.

b. Déduisez de cette valeur la concentration  $c_a$  de la solution initiale.

## Annexe

### Réaliser une dissolution

Pour préparer une solution en soluté  $S_0$  de concentration  $c_0$  et de volume  $V_s$ , il faut :

- peser la masse à dissoudre donnée par la relation  $m_s = c_0 \times V_s \times M_s$  ;
- la transvaser dans la fiole jaugée de volume  $V_s$  ;
- compléter la fiole jaugée ;
- boucher et agiter pour homogénéiser la solution.



### Utiliser une balance

- pour pouvoir peser directement la masse d'un contenu dans une verrerie, il faut tarer la balance avec cette verrerie puis ajouter le contenu.
- sinon, il faut peser la verrerie vide puis remplie par le contenu, il suffit ensuite de faire la différence entre les deux masses trouvées pour déterminer celle du contenu uniquement.



### Compléter une fiole jaugée

- repérez le trait de jauge ;
- au début, complétez avec la pissette d'eau distillée jusqu'au col si le trait de jauge est juste au dessus du col ou jusqu'à la moitié du trait de jauge si le trait de jauge est en haut du col ;

**Attention ! Dans le col de la fiole jaugée, très étroit, le niveau liquide monte très vite !**

- versez un peu d'eau distillée dans un bécher et prenez une pipette souple ;
- placez vos yeux face au trait de jauge et ajustez le bas du ménisque sur le trait.

**Attention ! Il faut tenir la fiole jaugée pour éviter qu'elle soit renversée.**



### Réaliser une dilution

Pour préparer une solution en soluté  $S_0$  de concentration  $c_f$  et de volume  $V_f$  à partir d'une solution mère  $c_0$ , il faut :

- calculer le volume à prélever  $V_0$  dans la solution mère donnée par la relation  $V_0 = c_f \times V_f / c_0$  ;
- prélever le volume avec une pipette jaugée (ou graduée) ;
- compléter la fiole jaugée ;
- boucher et agiter pour homogénéiser la solution.

### Pour prélever

- placez un pipeteur à l'extrémité de la pipette graduée ;
- plongez la pipette dans la solution à prélever ;
- aspirez jusqu'à dépasser le trait de jauge d'au moins 1 cm ;

**Attention ! Pour ajuster le niveau, la pipette doit être hors du liquide !**

- positionnez la pointe de votre pipette sur le bord du bécher et maintenez-le contre le bord avec deux doigts ;
- la pipette est verticale ;
- placez vos yeux en face du trait de jauge ;
- de façon continue et régulière, laissez s'écouler le liquide jusqu'à ce que le bas du ménisque soit sur le trait de jauge.

