

# Activité expérimentale - Détermination expérimentale d'une constante d'équilibre - MPI

## Capacités développées ou évaluées lors de ce TP

- Se familiariser avec les techniques et la verrerie utilisée au laboratoire de chimie
- Mesurer expérimentalement une constante d'équilibre
- Évaluer une incertitude statistique

## I) Sécurité au sein du laboratoire

### 1) Consignes usuelles

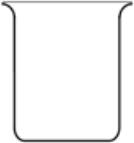
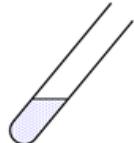
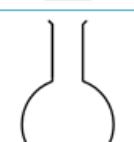
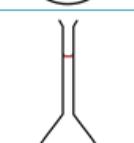
- Ranger son sac sous la paillasse, travailler sur une paillasse propre et bien dégagée.
- Porter une blouse en coton.
- Attacher les cheveux longs.
- Porter les lunettes de protection même avec des lunettes de vue !
- Les lentilles sont INTERDITES en TP de chimie (en cas de projection projections, c'est beaucoup plus dangereux pour l'œil)
- Réaliser les prélèvements debout, le ménisque à hauteur d'œil.
- Rien ne ressemblant plus à une solution transparente qu'un autre solution transparente : identifier les produits chimiques à l'aide d'indications, par exemple sur des morceaux de papiers sur lesquels vous posez chaque bêcher.
- En cas de projection dans l'œil ou sur la peau, rincer abondamment à l'eau grâce à la douche de sécurité au bureau.
- Respectez les préconisations pour la récupération de certaines solutions.

## 2) Pictogrammes de sécurité

LES DANGERS PHYSIQUES	
	<b>EXPLOSIF</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Le produit peut exploser au contact d'une flamme, d'une étincelle, d'électricité statique, sous l'effet de la chaleur, d'un choc ou de frottements</li> </ul>
	<b>GAZ SOUS PRESSION</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Le produit peut exploser sous l'effet de la chaleur (gaz comprimés, gaz liquéfiés et gaz dissous)</li> <li>• Il peut causer des brûlures ou blessures liées au froid (gaz liquéfiés réfrigérés)</li> </ul>
	<b>INFLAMMABLE</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Le produit peut s'enflammer au contact d'une flamme, d'une étincelle, d'électricité statique, sous l'effet de la chaleur, de frottements, au contact de l'air ou au contact de l'eau en dégageant des gaz inflammables</li> </ul>
	<b>COMBURANT</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Le produit peut provoquer ou agraver un incendie</li> <li>• Il peut provoquer une explosion en présence de produits inflammables</li> </ul>
	<b>CORROSIF</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Le produit ronge</li> <li>• Il peut attaquer (ronger) ou détruire les métaux</li> </ul>
LES DANGERS POUR LA SANTÉ	
	<b>DANGEREUX POUR LA SANTÉ</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Le produit peut empoisonner à forte dose</li> <li>• Il peut irriter la peau, les yeux, les voies respiratoires</li> <li>• Il peut provoquer des allergies cutanées</li> <li>• Il peut provoquer somnolence ou vertige</li> </ul>
	<b>TOXIQUE OU MORTEL</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Le produit peut tuer rapidement</li> <li>• Il empoisonne rapidement même à faible dose</li> </ul>
	<b>CORROSIF</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Le produit peut provoquer des brûlures de la peau et des lésions aux yeux en cas de contact ou de projection</li> </ul>
	<b>TRÈS DANGEREUX POUR LA SANTÉ</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Le produit peut provoquer le cancer</li> <li>• Il peut modifier l'ADN</li> <li>• Il peut nuire à la fertilité ou au fœtus</li> <li>• Il peut altérer le fonctionnement de certains organes</li> <li>• Il peut être mortel en cas d'ingestion et de pénétration dans les voies respiratoires</li> <li>• Il peut provoquer des difficultés respiratoires ou des allergies respiratoires (ex.: asthme)</li> </ul>
LES DANGERS POUR L'ENVIRONNEMENT	
	<b>DANGEREUX POUR L'ENVIRONNEMENT AQUATIQUE</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Le produit pollue</li> <li>• Il provoque des effets néfastes (à court et/ou à long terme) sur les organismes du milieu aquatique</li> </ul>

## II) Le matériel

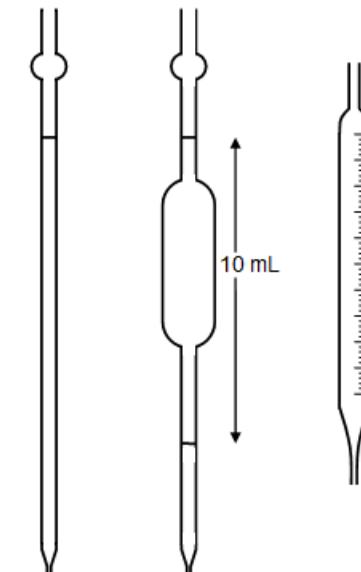
### 1) La verrerie

Schéma	Nom et utilisation
	Le _____ sert au stockage de solutions, particulièrement lorsqu'on souhaite prélever une solution contenue dans une bouteille. NE JAMAIS remettre le liquide dans la bouteille.
	On utilise le _____ pour tester une réaction chimique en y introduisant des faibles quantités de réactifs (ques mL). Introduit sans risque sous une flamme, il faudra prendre la précaution de ne pas chauffer le fond mais bien au niveau de la surface.
	L'_____ sert également à stocker un liquide, mais sa forme évite des projections : intéressant lorsqu'on souhaite récupérer un liquide qui arrive au goutte à goutte. Permet d'ajouter de manière plus sécurisée également.
	L'_____ sert à prélever un liquide, mais la précision est faible.
	Le _____ (d'autres formes existent) est souvent utilisée lorsqu'on souhaite effectuer une réaction chimique nécessitant d'augmenter la température.
	La _____ permet de préparer par dissolution ou dilution un volume précis d'une solution aqueuse de concentration désirée. Elle ne doit jamais être chauffée.

### 2) Les prélevements

Le but est de prélever des solutions pour les utiliser ensuite. Quelques consignes utiles, présentés par votre professeur :

- Ne jamais prélever directement dans le flacon-mère, toujours dans un récipient secondaire.
- La pipette doit être propre et sèche !
- Faites attention si elle possède un ou deux traits.
- Enfin, il faut faire attention au ménisque ! **L'œil doit toujours être à la même hauteur que le bas du ménisque, et la lecture se fait au bas du ménisque.**



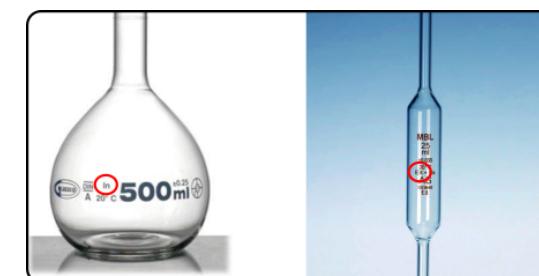
On utilise pour cela des contenants différents :

- soit une
- soit une

Dans quels cas ? Lequel est le plus précis ?

### Verrerie In et Ex

On distingue les volumes indiqués par In, qui est le volume **contenu** dans la verrerie (bêcher, fiole jaugée), et par Ex qui est le volume **délivré** par la verrerie (burette, pipette)



### III) Mesure d'une constante de réaction

On rappelle que le pH est défini par  $\text{pH} = -\log ([\text{H}_3\text{O}^+])$ , avec log désignant le logarithme décimal.

#### 1) Réalisation d'une dilution

On rappelle quelques règles de base de la dilution :

- on réalise la dilution de la manière suivante :
    - On place toujours un fond d'eau dans la fiole jaugée, en particulier quand on effectue la dilution d'un acide ou d'une base (la réaction entre un acide ou une base et l'eau pouvant chauffer et conduire à des projections) ;
    - On mélange dans les proportions déterminées l'eau et l'espèce à diluer, sachant que l'on remplit d'eau jusqu'au bas du col.
    - On homogénéise une première fois ;
    - on complète ensuite jusqu'au trait de jauge et on agite une deuxième fois.
  - lorsqu'on doit mélanger de l'eau et un acide, on ne verse jamais l'eau dans l'acide, cela peut provoquer des projections (acide dans l'eau : bravo ; eau dans l'acide : suicide !) ;
  - on ne prélève jamais directement depuis la fiole jaugée à l'aide d'une pipette jaugée.
1. Déterminer un protocole pour diluer la solution de soude, initialement à  $c_0 = 5,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$  pour obtenir une solution à la concentration  $C_b = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$ .



Réaliser cette dilution.

#### 2) Protocole expérimental de détermination de $K_A$

Nous allons nous intéresser dans la suite de ce TP à une réaction acido-basique en présentant une méthode expérimentale pour déterminer une constante d'équilibre particulière nommée **constante d'acidité**, notée  $K_A$ . On recherche la constante d'acidité du couple  $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-$ .

On va pour cela considérer la réaction suivante :



dont on considérera qu'elle est totale dans les conditions de l'expérience.



#### Manipulons...

- Placer cette solution dans la burette. Prélever ensuite  $V_a = 20,0 \text{ mL}$  d'acide éthanoïque à  $C_a = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$  que l'on placera dans un bécher avec un agitateur magnétique.
- Étalonner le pH-mètre (suivre les consignes d'étalonnage).
- Effectuer la mesure du pH de la solution contenue dans le bécher en fonction du volume de soude versé  $V_b$ . On mesurera tous les mL en prenant soin de bien regarder au niveau du ménisque (s'arrêter à 15 mL).
- Tracer  $\frac{1}{V_b}$  en fonction de  $[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{eq}}$ , effectuer une régression linéaire, et relever sa pente ainsi que son ordonnée à l'origine. Des calculs théoriques (non demandés dans ce TP) permettent de montrer que la constante d'acidité  $K_a$  du couple  $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-$  est donnée par  $K_a = \frac{b}{a}$  où  $a$  est la pente de la droite et  $b$  l'ordonnée à l'origine.

#### Attention

Pour la régression linéaire, on ne prendra pas en compte les 4 premiers millilitres versés (la réaction  $\text{H}_3\text{O}^+ + \text{HO}^- \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$  qui a également lieu rend le modèle utilisé peu adapté au début de la réaction).

2. Rendre compte de vos manipulations et de votre résultat (courbe complétées, commentaires, etc) dans le compte rendu. La détermination de la valeur de  $K_a$  doit clairement apparaître.
- 3) Dispersion et incertitudes
3. En allant inscrire votre résultat au tableau, déterminer l'incertitude-type statistique sur le résultat moyen de la classe.
4. Calculer  $K_a$  comparer à la valeur de référence à  $25^\circ\text{C}$   $K_{a,\text{ref}} = 1,8 \cdot 10^{-5}$  à l'aide d'un calcul de z-score.

## Compétences évaluées

Noms et prénoms du binôme :

—  
—

Cette grille d'évaluation sert à vérifier que savez faire les étapes expérimentales importantes. Les compétences en **gras** sont évaluées pendant le TP : faites appel à votre professeur lorsque vous êtes prêts/prêtes à les valider.

Compétence travaillée	Points
Manipuler de manière sécurisée et adaptée dans un laboratoire de chimie	/2
Réaliser une dilution	/2
Acquérir une courbe de dosage complète de façon autonome	/3
Exploiter les données pour déterminer la valeur de la constante d'équilibre	/2
Déterminer une incertitude statistique et valider un résultat par Z-score	/1
Note finale	/10

Remarques :

## Matériel

MP/MPI Vendredi 8h/12h Pascal Bertin

Pour la classe :

- $V = 1 \text{ L}$  solution de soude à  $5,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$  (environ 30 mL par élève)
- $V = 1 \text{ L}$  solution d'acide éthanoïque à  $1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$  (environ 30 mL par élève)
- Bidon d'eau distillée

Pour chaque paillasse :

- Fiole jaugée de 100 mL
- 2 pipettes jaugées de 20 mL
- Burette graduée de 25 mL, potence, agitateur magnétique et barreau aimanté (pour dosage)
- 2 bêchers de 50 mL et un de 100 mL
- pH-mètre, solutions d'étalonnage et notice, papier Joseph
- Eau distillée
- Chiffon