

# TP 1 : Mesure de pH et dilution

## TP INFO

TP du chapitre 1 : Modélisation des transformations acide-base

### MOTS CLES:

pH – Dilution

## OBJECTIFS

- Mesurer le pH de solutions d'acide chlorhydrique pour tester la relation entre la concentration en ions oxonium  $\text{H}_3\text{O}^+$  et le pH.
- Exploiter un graphique pour tester une relation mathématique.

## Introduction

*Le pH est une grandeur sans unité qui permet d'apprécier le caractère acide ou basique d'une solution. Le pH d'une solution dépend de sa concentration en ions oxonium  $\text{H}_3\text{O}^+$ .*

***Peut-on établir une relation entre ces différentes grandeurs ?***

### I. Définition du pH. [1]

- Le  $\text{pH}^1$  est une grandeur sans unité qui quantifie le caractère acide ou basique d'une solution. Pour des solutions assez peu concentrées, il est lié à la concentration en ions oxonium par la relation :

$$\text{pH} = -\log\left(\frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{c^0}\right) \quad (1)$$

$[\text{H}_3\text{O}^+]$  : concentration en ions oxonium ( $\text{mol.L}^{-1}$ )

$c^0$  est une concentration standard

$c^0 = 1 \text{ mol.L}^{-1}$  exactement.

Réciproquement :

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = c^0 10^{-\text{pH}} \quad (2)$$

- On mesure le pH à l'aide d'un pH-mètre relié à une sonde. Cet appareil doit être étalonné à l'aide de solutions de référence. L'électrode est très fragile et on doit veiller à la laisser en solution. Entre chaque mesure, on doit la rincer et le sécher délicatement.

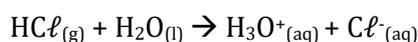
### II. Les documents du TP

#### Document 1 : Outil mathématique : le logarithme décimal [2]

Le logarithme décimal est défini tel que, si  $a = \log(b)$ , alors  $b = 10^a$ . La valeur du logarithme d'un nombre peut être calculée grâce à la touche **log** de la calculatrice. Sur un tableur, la fonction logarithme décimal de  $x$  se programme en tapant la commande : =LOG10(x). Avec Python, cette fonction peut être chargée à partir de la bibliothèque **numpy**.

#### Document 2 : Solutions diluées d'acide chlorhydrique [3]

L'acide chlorhydrique ( $\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}, \text{Cl}^-_{(\text{aq})}$ ) est obtenu par dissolution d'un gaz, le chlorure d'hydrogène, dans l'eau :



Une gamme de solutions de différentes concentrations peut être réalisées par dilutions successives d'une solution mère.

<sup>1</sup> pH : Potentiel Hydrogène

**Document 3 : Dilution d'une solution mère. [3]**

Une dilution est réalisée dans une fiole jaugée. De l'eau distillée est ajoutée à un volume de solution-mère, prélevé avec une pipette jaugée.

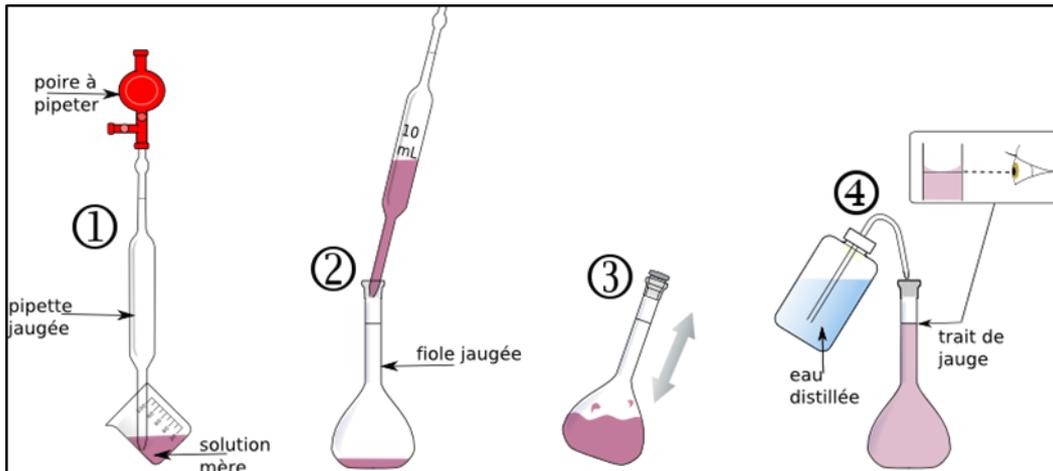


Figure 1 : Protocole d'une dilution

**Document 3 : Facteur de dilution**

Pour réaliser des dilutions on peut utiliser le facteur de dilution  $F$ . Par définition :

$$F = \frac{C_{\text{mère}}}{C_{\text{fille}}} \quad (3)$$

On peut montrer en utilisant la conservation de la masse de soluté lors d'une dilution réalisée avec une fiole jaugée et une pipette que

$$F = \frac{V_{\text{fiole}}}{V_{\text{pipette}}}$$

**Document 4 : Liste de Matériel [2]**

Solution  $S_1$  d'acide chlorhydrique de concentration :

$$c_1 = 0,100 \text{ mol.L}^{-1}; c_2 = 0,010 \text{ mol.L}^{-1}; c_3 = 0,001 \text{ mol.L}^{-1}$$

Eau distillée – pH-mètre et papier pH – 4 béchers – Pipette jaugées 2,0 mL, 5,0 mL, 10,0 mL – Fioles jaugées 50,0 mL et 100,0 mL – Pipettes pasteur – lunettes de protection – Tableur-grapheur.

**III. Questions**

Les questions avec un \* peuvent être préparées en avance.

- \*A l'aide de la liste de matériel disponible, déterminer les facteurs de dilution  $F$ , qu'il est possible d'obtenir.
- \*A l'aide du matériel disponible, élaborer un protocole pour réaliser par dilution<sup>2</sup> des solutions d'acide chlorhydrique de concentration en soluté apporté correspondant à votre groupe.
- \*Pourquoi la mesure de  $pH$  de la solution doit être réalisée en commençant par la solution la moins concentrée ?
- Etalonner le pHmètre avec une solution tampon de  $pH = 7$  (bouton étalonnage) puis avec une solution tampon de  $pH = 4$  (bouton slope).
- Réaliser ces mesures et organiser les résultats sous forme de tableau.
- \$\$\$ Proposer un protocole expérimental afin de vérifier graphiquement la relation (1) définissant le  $pH$ .

**Appel du professeur**

- Après vérification du professeur, mettre en œuvre le protocole.

<sup>2</sup> On ne cherchera pas à obtenir des solutions de concentration inférieures à  $10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}$  qui requièrent un grand soin pour leur préparation.

8. Analyser les résultats à l'aide de votre calculatrice et des fiches méthodes associées.

#### IV. Pour aller plus loin. [1] [2]

---

9. Quel pH obtiendrait-on si on arrivait à préparer une solution de concentration en soluté apporté égale à  $10^{-9} \text{ mol.L}^{-1}$  ? [4]
10. En utilisant la définition du pH, calculer le pH théorique (ou pH de référence) des solutions préparées.
11. L'incertitude-type sur la mesure du pH peut être estimée à  $u(\text{pH}) = 0,1$ . Evaluer la qualité de vos mesures à l'aide du quotient :  $z = \frac{|\text{pH}_{\text{mes}} - \text{pH}_{\text{th}}|}{u(\text{pH})}$ .
- Si ce quotient est assez faible (typiquement en dessous de 2), la mesure est dite conforme à la valeur de référence. Sinon, elle n'est pas conforme : il faut alors essayer d'expliquer pourquoi.
12. Exécuter le script python sur Google collab mis en lien sur Moodle.

#### Répartition des solutions suivant les groupes

---

Groupe	Concentration en soluté apporté en mol/L	
1	$2,0 \times 10^{-2}$	$5 \times 10^{-5}$
2	$5 \times 10^{-4}$	$4,0 \times 10^{-5}$
3	$4 \times 10^{-4}$	$1,0 \times 10^{-4}$
4	$2,0 \times 10^{-3}$	$2 \times 10^{-5}$
5	$5,0 \times 10^{-4}$	$2,0 \times 10^{-4}$
6	$4 \times 10^{-4}$	$1,0 \times 10^{-4}$

#### Références :

---

- [1] Physique chimie Terminale Spécialité, Hatier, 2020.
- [2] Physique chimie Terminale, Le Livre Scolaire, 2020.
- [3] Physique chimie Terminale, BORDAS, 2020.
- [4] J. F. L. Maréchal, La chimie expérimentale 1. Chimie générale, Dunod, 2000.