

# pH ET CONCENTRATION EN ION $\text{H}_3\text{O}^+$ D'UNE SOLUTION AQUEUSE ACIDE

Le jus de citron, le vinaigre, le coca-cola sont des solutions aqueuses dont le point commun est d'être acides et d'avoir un pH inférieur à sept. Leur acidité est liée à la présence d'ions oxonium  $\text{H}_3\text{O}^+$ . Plus leur concentration en ion  $\text{H}_3\text{O}^+$  est élevée, plus elles sont acides et plus leur pH est faible.

L'objectif de cette activité est d'apprendre à mesurer le pH d'une solution acide et à en déduire sa concentration en ions  $\text{H}_3\text{O}^+$  . . .

## 1 ) DÉFINITION ET MESURE DU pH :

Le pH peut être mesuré grossièrement avec un papier indicateur (précision de  $\pm 1$ ) ou avec plus de précision grâce à un pH-mètre (voir doc.1 pour sa méthode d'utilisation).

### RÉALISER

- Introduire environ 30 mL d'eau distillée dans un bécher préalablement rincé
- Suivre la méthode d'utilisation du pH-mètre (doc.1) pour mesurer le pH de l'eau distillée
- Ajouter quelques gouttes d'acide éthanoïque pur dans le bécher puis agiter
- Mesurer le pH de la solution aqueuse obtenue puis noter les observations

### ANALYSER

- Q1)** Grâce à la définition du pH (doc.2), calculer les concentrations en ion  $\text{H}_3\text{O}^+$  des solutions avant et après l'ajout d'acide éthanoïque pur.
- Q2)** Pourquoi peut-on dire qu'une réaction s'est produite après l'ajout d'acide éthanoïque ? Quelle est son équation ?



## 2 ) ÉVOLUTION DU pH LORS D'UNE DILUTION :

On souhaite mesurer le pH d'une solution d'acide chlorhydrique ( $\text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$ ) à différentes concentrations pour montrer l'influence de la dilution sur le pH. Pour cela, on dispose d'une solution mère d'acide chlorhydrique de concentration  $C_2 = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  (solution  $S_2$  sur la paillasse).

### ANALYSER

En vous aidant du doc.3 et de la verrerie disponible sur votre paillasse, imaginer puis rédiger un protocole permettant de réaliser des solutions filles  $S_3, S_4, S_5$  de concentrations :  $C_3 = 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,  $C_4 = 1,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,  $C_5 = 1,0 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ .



Appeler le professeur pour validation (explication détaillée et schéma attendus).

### RÉALISER

- Préparer les solutions filles avec la plus grande précision possible.
- Mesurer les pH de la solution mère et des solutions filles en commençant par la moins concentrée.

- Q3)** Etant donné l'incertitude type sur le pH mesuré, combien de chiffre significatifs est-il pertinent de garder ?
- Q4)** Quelles valeurs de pH pouvait-on attendre théoriquement pour chacune des solutions ? Quelles sources d'erreurs peuvent être à l'origine de l'écart trouvé ?
- Q5)** De manière à corriger les erreurs de mesures et de dilution, faire une moyenne des valeurs obtenues par les différents binômes et calculer la qualité **Q** des mesures (doc.4).
- Q6)** Comment varie le pH lorsque la concentration en est divisée par 10 ? En déduire pourquoi la définition du pH à partir de la fonction « log » est pertinente.

### Document 1 : Consignes d'utilisation du pH-mètre

- S'assurer que le pH-mètre a préalablement été étalonné.
- Avant la mesure : Rincer l'électrode **TRÈS FRAGILE** avec de l'eau distillée  
L'essuyer avec un papier « Joseph »  
La placer dans la solution dont on veut mesurer le pH de manière à ce que **la boule soit complètement immergée**  
Attendre l'arrêt du sablier avant de noter la mesure
- Après la mesure : Rincer **puis replacer** l'électrode dans sa solution de conservation.

Incertitude type sur le pH mesuré :  **$u(\text{pH}) = 0,1$**

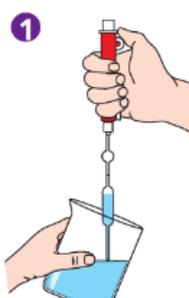


### Document 2 : Définition du pH

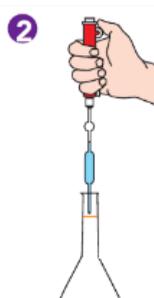
Le pH est défini par la relation suivante :  $\text{pH} = -\log \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{c^0}$  avec  $c^0 = 1 \text{ mol.L}^{-1}$  (concentration standard)

$[\text{H}_3\text{O}^+]$  est la concentration molaire en ion oxonium exprimée en  $\text{mol.L}^{-1}$ . Elle peut être calculée grâce aux propriétés de la fonction log :  $[\text{H}_3\text{O}^+] = c^0 \times 10^{-\text{pH}}$

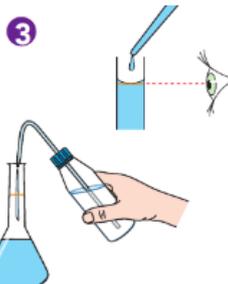
### Document 3 : Méthode de préparation d'une solution par dilution



Prélèvement de la **solution mère** avec une pipette jaugée



Transvasement dans une fiole jaugée



Ajout d'eau distillée jusqu'au trait de jauge



Plusieurs retournements pour homogénéiser

#### Détermination du volume de solution mère à prélever :

Lors d'une dilution, la quantité  $n$  de soluté présente dans le prélèvement de solution mère se retrouve intégralement dans la solution fille. Ainsi :  $n_{\text{mère}} = n_{\text{fille}}$  soit  $C_{\text{mère}} \times V_{\text{mère}} = C_{\text{fille}} \times V_{\text{fille}}$

=> On peut ainsi calculer le volume de solution mère à prélever pour la dilution :  $V_{\text{mère}} = \frac{C_{\text{fille}}}{C_{\text{mère}}} \times V_{\text{fille}}$

#### Autre méthode :

- On calcule le facteur de dilution  $F$  :  $F = C_{\text{mère}} / C_{\text{fille}}$

- On calcule le volume de solution mère à prélever à partir de  $F$  et de  $V_{\text{fille}}$  que l'on souhaite obtenir :  $V_{\text{mère}} = V_{\text{fille}} / F$

### Document 4 : Qualité d'une mesure

La qualité d'une mesure est évaluée à l'aide de la relation

$$Q = \frac{|\text{valeur mesurée} - \text{valeur théorique}|}{u(\text{valeur mesurée})} \quad \text{où } u(\text{valeur mesurée}) \text{ est l'incertitude type}$$

Si la valeur obtenue est inférieure à 2 alors la mesure est conforme