TP n° 4 : Titrage pH-métrique du vinaigre

Document 1 : Principe d'un titrage

Un **titrage** est une technique expérimentale destructive utiliser pour déterminer la **quantité de matière** n_1 (ou concentration C_1) contenue dans un prélèvement de volume V_1 d'une **solution titrée.**

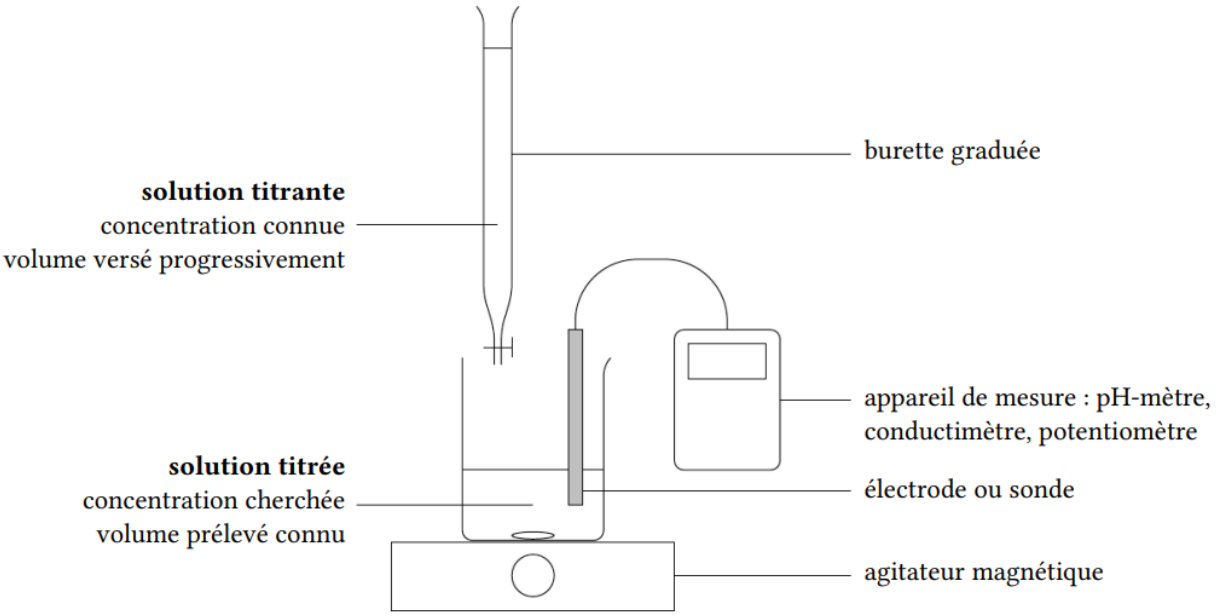
Pour réaliser un titrage, on verse progressivement un certain volume V_2 de **solution titrante** de concentration connue C_2 pour réaliser une **réaction chimique :** $\nu_1 R_1 + \nu_2 R_2 \rightarrow \mathbf{produits}$ entre les espèces titrante et titrée jusqu'à ce **que les réactifs soient apportés dans les proportions stœchiométriques,** on parle **d'équivalence**.

A l'équivalence $V_2 = V_{eq}$, on peut écrire la relation :

$$\frac{C_1 V_1}{\nu_1} = \frac{C_2 V_{eq}}{\nu_2}$$

Pour qu'une réaction puisse servir de support à un titrage, elle doit être **rapide** et **totale** et **unique**. De plus, il faut que le repérage de l'équivalence puisse se faire aisément (*par exemple par un changement de couleur*).

Document 2 : Montage expérimental



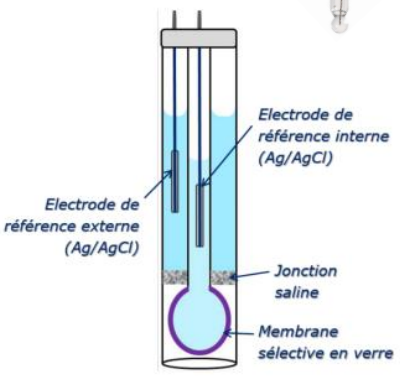
Document 3 : Dosage pH-métrique et fonctionnement du pH-mètre

Lorsque **l'espèce titrée est un acide ou une base**, **le titrage peut être suivie par pH-métrie**.
Pour que la réaction de titrage soit totale, le réactif titrant est un acide fort ou une base forte : souvent l'acide chlorhydrique ($H^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$) ou la soude ($Na^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)}$).



Un **pH-mètre** est constituée d'une sonde de **pH**, aussi appelée électrode de verre qui est en réalité une double électrode :

- Une électrode interne dont **le potentiel électrique dépend de manière affine du pH du milieu**.
- Une électrode externe dont **le potentiel électrique reste constant**.



Le **pH-mètre** mesure la tension entre les deux électrodes, qui est également une fonction affine du pH : il doit donc être étalonné avec deux solutions tampon, pour calibrer la pente et l'ordonnée à l'origine.

Objectif : *On cherche à vérifier qu'un vinaigre a pour degré d'acidité 12°, comme indiqué par le fabricant.*

Le vinaigre contient un acide faible : l'acide éthanoïque $\boldsymbol{CH_3COOH_{(aq)}}$ *que l'on va tirer par une base forte : la soude* $\boldsymbol{(Na^+ + OH^-)_{(aq)}}$ *(Les ions sodium sont spectateurs).*

I) Travail expérimental

1) Dilution par 10 de la solution de vinaigre

★ Prélever à la pipette jaugée à deux traits $\boldsymbol{V_0 = 10\ mL}$ de vinaigre de concentration inconnue $\boldsymbol{C_0}$ et la verser dans une fiole jaugée de **100 mL**.

★ Compléter la fiole jaugée avec de l'eau distillée (jusqu'à **100 mL**) : On obtient la solution fille de concentration $\boldsymbol{C_1}$.

2) Réalisation du titrage

★ Préparer la burette avec la solution titrante de soude à $\boldsymbol{C_2 = 0,100\ mol.L^{-1}}$.

★ Etalonner la sonde pH-métrique.

★ Prélever une prise d'essai de volume $\boldsymbol{V_1 = 10\ mL}$ dans le bécher de **150 mL**, ajouter environ **30 mL** d'eau distillée.

★ Effectuer le titrage : mesurer le volume de soude versé $\boldsymbol{V_2}$ le ***pH*** pour chaque **mL** entre **0** et **24 mL**.

$\boldsymbol{V_2}$	1 mL	2 mL	3 mL	4 mL	5 mL	6 mL	7 mL	8 mL	9 mL	10 mL	11 mL	12 mL
$\boldsymbol{pH}$												
$\boldsymbol{V_2}$	13 mL	14 mL	15 mL	16 mL	17 mL	18 mL	19 mL	20 mL	21 mL	22 mL	23 mL	24 mL
$\boldsymbol{pH}$												

En bonus, si le temps le permet, on pourra repérer la valeur du ***pH*** *au saut et choisir un indicateur coloré, puis effectuer un nouveau dosage par colorimétrie*

II) Exploitation des mesures

1) Ecire l'équation de la réaction support du titrage.

2) Quelles sont les caractéristiques importantes d'une réaction support de dosage ? Sont-elles réunies ici ?

3) Relier le volume à l'équivalence $\boldsymbol{V_{eq}}$ à $\boldsymbol{C_1}$, $\boldsymbol{V_1}$ et $\boldsymbol{C_2}$ puis à $\boldsymbol{C_0}$, $\boldsymbol{V_0}$ et $\boldsymbol{C_2}$.

Compléter le script python avec vos valeurs de volume $\boldsymbol{V_2}$, exécuter le script**.**

Déterminer le volume à l'équivalence $\boldsymbol{V_{eq}}$ à partir du maximum sur la courbe de la dérivée de $\boldsymbol{\frac{dpH}{V_{eq}} = f(V_{eq})}$**.**

4) En déduire la valeur de la concentration molaire en acide éthanoïque dans le vinaigre $\boldsymbol{C_1}$**.**

*Le degré d'acidité du vinaigre est défini comme la fraction massique en acide éthanoïque dans le vinaigre***.**

5) Exprimer puis calculer le degré d'acidité **D** du vinaigre titré. $\boldsymbol{M(CH_3COOH) = 60,052\ g.mol^{-1}}$

6) Exprimer puis calculer l'incertitude associée à $\boldsymbol{C_1}$ puis à **D.**

7) Calculer le **z-score** et conclure.

III) Pour aller plus loin : Détermination du pKa du couple ($\boldsymbol{CH_3COOH_{(aq)}/CH_3COO^-{}_{(aq)}}$)

8) Montrer avec la relation de Henderson qu'à la demi équivalence défini par $\boldsymbol{V' = \frac{1}{2}V_{eq}}$, on a la relation $\boldsymbol{pH = pKa}$**.**

9) En déduire le pKa du couple $\boldsymbol{CH_3COOH_{(aq)}/CH_3COO^-{}_{(aq)}}$.