

**TP N° 05 : Titration d'un acide faible (CH<sub>3</sub>COOH) par une base forte (NaOH)**

**I- Introduction :** L'acide éthanoïque (acide acétique) est un acide carboxylique de formule semi-développée CH<sub>3</sub>-COOH.

L'acide acétique pur, liquide combustible incolore à forte odeur de vinaigre, de masse volumique de l'ordre de 1,049 g·cm<sup>-3</sup> à 20 °C

Ce liquide très faiblement conducteur. Son acidité caractérisée en solution aqueuse par un pK<sub>a</sub> = 4,76 vient de sa capacité à perdre temporairement le proton de sa fonction carboxylique,



L'acide éthanoïque est un antiseptique et un désinfectant. Il est corrosif et ses vapeurs sont irritantes pour le nez et les yeux. Bien qu'il n'ait pas été jugé cancérigène ou dangereux pour l'environnement.

Industriellement, il est produit par l'oxydation en phase liquide du n-butane, ou il est récupéré dans la production d'acétate de cellulose ou d'alcool polyvinylique.

L'acide éthanoïque est un réactif utilisé comme Solvant, et très utilisé dans l'industrie notamment, la production de médicaments, pesticides, colorants, alimentation (production de vinaigres), additif alimentaire, textiles, dans la fabrication de plastiques, et la production d'acétate de vinyle (peintures, adhésifs)

**II- Calcul du pH du milieu réactionnel**

**II-1- Avant la neutralisation:** Le pH d'une solution d'acide faible comme CH<sub>3</sub>COOH se calcule d'après la constante d'équilibre  $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{CH}_3\text{COO}^-$  de la réaction avec l'eau.

La constante d'acidité s'exprime sous la forme :

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$$

On peut introduire deux simplifications dans cette équation.

1. Dans une solution pure d'un acide faible, [H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>] = [CH<sub>3</sub>COO<sup>-</sup>] puisque ces deux espèces sont formées simultanément, dans la réaction de dilution
2. Puisqu'il s'agit d'un acide faible, on peut considérer que [CH<sub>3</sub>COOH] = C<sub>A</sub> très peu de l'acide faible introduit est ionisé.

Il vient que

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2}{C_A} \quad [\text{H}_3\text{O}^+]^2 = K_a \cdot C_{HA} \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = (K_a \cdot C_{HA})^{\frac{1}{2}}$$

$$-\log([\text{H}_3\text{O}^+]) = -\frac{1}{2} \log(K_a \cdot C_{HA}) \Rightarrow \text{pH} = \frac{1}{2}(\text{p}K_a - \log C_{HA})$$

**II-2- Au point d'équivalence :** Au point d'équivalence, le pH se calcule selon la formule suivante :

$$\text{pH} = 7 + \frac{1}{2}\text{p}K_a + \frac{1}{2} \log C_{A^-}$$

## II-3- Après la neutralisation :

Après la neutralisation, la base NaOH s'accumule dans le milieu. La  $C_{OH^-}$  augmente progressivement.

La réaction est très rapide et l'équilibre est atteint rapidement. On peut considérer que

$$[OH^-] = C_{OH^-}$$

$$pH = 14 + \log C_{OH^-}$$

## III- Dosage du vinaigre:

**III-1-Mise au point :** Le vinaigre est un produit naturel. Son goût acide est dû à la présence d'acide acétique (ou acide éthanoïque :  $CH_3-CO-OH$ ) obtenu par l'oxydation de l'éthanol ( $CH_3-CH_2-OH$ ) par le dioxygène de l'air. La réaction est catalysée par des bactéries (les micoderma acéti).

Le vinaigre est caractérisé par un degré en acide acétique. Ce degré correspond à la masse d'acide acétique contenu dans 100 g de vinaigre. Le but du dosage est de vérifier ce titre.

Pour doser l'acide acétique du vinaigre, on utilisera à la fois un indicateur coloré (La phénolphthaléine) et un pH-mètre. Un volume de vinaigre sera prélevé, dilué puis dosé par une solution d'hydroxyde de sodium.



L'équivalence sera révélée par la coloration rose de la phénolphthaléine. On rappelle que l'équivalence acido-basique correspond à la neutralisation de tous les protons par les ions hydroxydes. A l'équivalence, on a donc uniquement de l'eau et l'ion acétate. C'est la présence de l'ion acétate, une base faible, qui fait que la solution est basique à l'équivalence.

## III-2- Mode opératoire

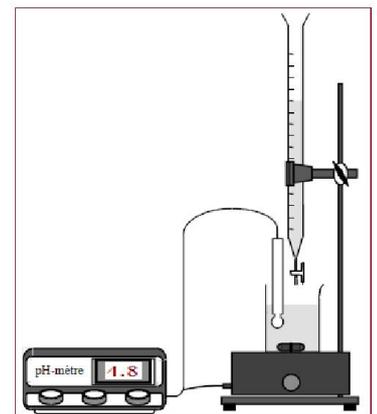
**Précaution :** lors de la réalisation d'un dosage, tout le matériel doit être rincé avant et après chaque utilisation

### 1- Préparation de Vinaigre à doser

- Mettre un fond de vinaigre à étudier dans un bécher de 100 mL
- Prélever à l'aide d'une pipette jaugée **10 ml** de vinaigre que l'on dilue avec de l'eau distillée dans une fiole de **100 ml**

### 2- Titrage de Vinaigre à doser

- A l'aide d'une pipette, prélever  $V_A = 10 \text{ ml}$  de la solution de vinaigre et la mettre dans une bécher de 100 ml, et ajouter quelques gouttes de phénolphthaléine.
- Placer la solution de NaOH à  $C_B = 0,1 \text{ mol / L}$  dans la burette (Toujours mettre un verre à pied en dessous de la burette en cas de fuite)
- Etalonner le zéro de la burette en se plaçant bien en face lors de la lecture
- Vérifier qu'il n'y a pas de bulles dans le bas de la burette
- Placer le bécher sur l'agitateur magnétique en glissant une feuille de papier blanc entre le bécher et l'agitateur, plonger le barreau magnétique dans la solution, faire fonctionner l'agitateur (mouvement lent et sans bruit du barreau aimanté) et placer l'ensemble sous la burette.



- Ouvrir le robinet et laisser écouler la solution de soude.
- Après chaque ajout de soude, mesurer le pH de la solution et noter la teinte de l'indicateur coloré.
- Remplir le tableau ci-dessous :

$V_B$ (mL)	pH	Couleur	$V_B$ (mL)	pH	Couleur	$V_B$ (mL)	pH	Couleur

**III-3- Exploitation du dosage**

**1-Tracer la courbe**

**2. Lecture et exploitation de la courbe**

**1.1.** Lire sur la courbe le volume d'équivalence, de demi-équivalence, le pH d'équivalence et de demi-équivalence  
 .....  
 .....

**1.2.** En déduire le pKa de l'acide acétique  
 .....  
 .....

**2.3.** La concentration du prélèvement de vinaigre dosé  
 .....  
 .....  
 .....

**2.4.** La concentration en acide acétique du vinaigre commercial  
 .....  
 .....

**3. Degré d'acidité du vinaigre**

**3.1.** Déterminer expérimentalement la valeur de la masse volumique du vinaigre : peser un volume précis de 100 ml de vinaigre  
 .....  
 .....

**3.2.** En déduire le degré d'acidité du vinaigre  
 .....  
 .....

**3.3.** Vérifier s'il est dans l'ordre de grandeur de l'indication donnée sur la bouteille  
 .....  
 .....