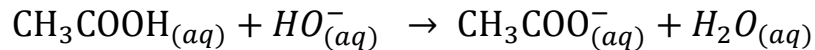


Exemple de compte-rendu TP20
Titration pH-métrique du vinaigre

But du TP

On veut vérifier le degré d'acidité d'un vinaigre blanc. Il faut pour cela déterminer la concentration en acide éthanóique dans ce vinaigre.

Nous allons procéder à deux titrages successifs : un titrage colorimétrique puis un titrage pH-métrique de l'acide éthanóique CH_3COOH . Dans les deux cas, la solution titrante est une solution d'hydroxyde de sodium (Na^+ ; HO^-). La réaction de support est la suivante :



Cette réaction est rapide, totale et univoque.

Protocoles

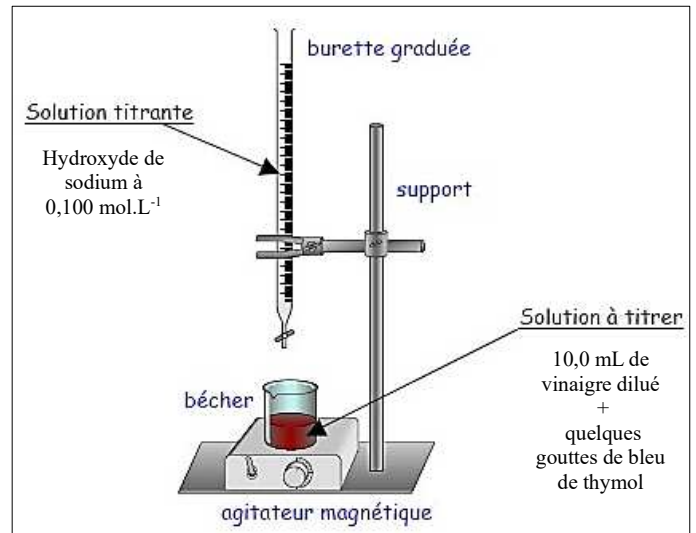
Dilution :

La solution de vinaigre est trop concentrée et doit être diluée avant le titrage. On effectue une dilution par 10 :

- Verser 25 mL environ de vinaigre dans un bécher.
- Prélever 10 mL de vinaigre à l'aide d'une pipette jaugée de 10 mL préalablement mise en milieu.
- Verser dans une fiole jaugée de 100 mL préalablement rincée à l'eau distillée.
- Remplir la fiole jaugée avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge

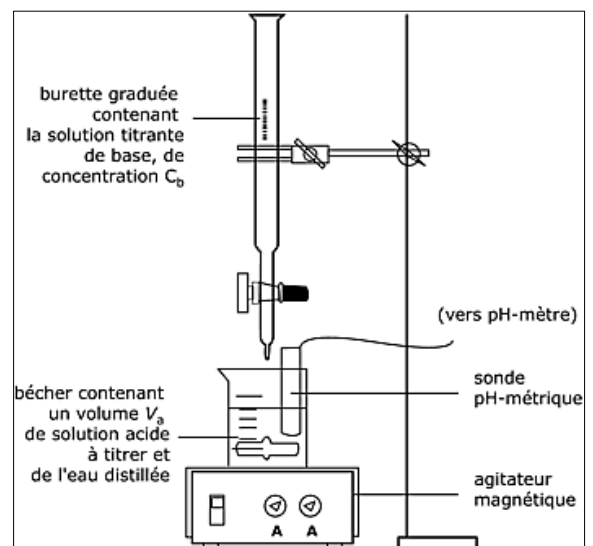
Titration colorimétrique :

- Le montage expérimental à réaliser est indiqué ci-contre. Les 10 mL de vinaigre dilués sont ajoutés à l'aide d'une pipette jaugée de 10 mL afin de garantir le plus de précision possible.
- On verse la solution d'hydroxyde de sodium jusqu'à observer un changement de couleur : la solution passe de jaune à bleue. L'équivalence est alors atteinte. On note le volume versé V_{Eq} .



Titration pH-métrique :

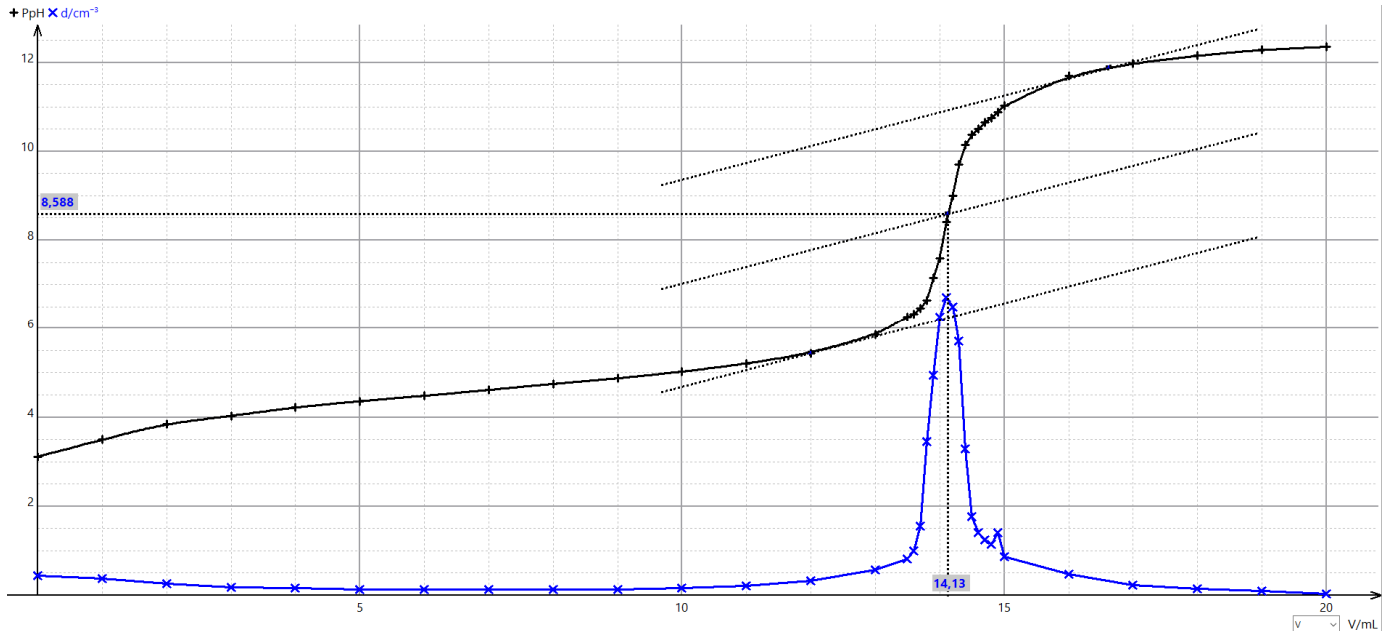
- Réaliser le montage dont le schéma est indiqué ci-contre. La solution titrante (dans la burette) et la solution titrée (10 mL de vinaigre dilué) sont les mêmes que précédemment.
- On verse progressivement la solution d'hydroxyde de sodium tout en mesurant la valeur du pH. On resserre les points lorsqu'on approche de l'équivalence (volume versé à l'équivalence déterminé grâce à l'expérience précédente). On trace ainsi le pH en fonction du volume de solution titrante versé.
- Sur la courbe ainsi obtenue, déterminer le point d'équivalence grâce à la méthode des tangentes ou la méthode de la dérivée.



Mesures

- Pour le titrage colorimétrique, on obtient un volume versé à l'équivalence $V_{\text{Beq1}} = 14,0$ mL.
- Pour le titrage ph-métrique, on obtient la courbe ci-dessous. Grâce à la méthode des tangentes on trouve qu'à l'équivalence, le pH vaut : $\text{pH}_{\text{eq}} = 8,5$ et que le volume versé à l'équivalence vaut $V_{\text{Beq2}} = 14,1$ mL.

Courbe représentant $\text{pH} = f(V_B)$



(Exploitation de la courbe par la méthode des tangentes ou par utilisation de la courbe dérivée.)

Remarque : On constate que le pH à l'équivalence (8,5) est compris dans la zone de virage de la phénolphthaléine (8,0-9,6). Cela confirme donc que cet indicateur pouvait être employé pour le titrage colorimétrique.

Exploitation

Le 2^{ème} titrage ayant été effectué avec plus de soin, on prendra pour l'exploitation la valeur V_{Beq2} pour le volume versé à l'équivalence.

Détermination de la concentration d'acide éthanoïque dans le vinaigre :

On sait qu'à l'équivalence les réactifs sont introduits en proportions stœchiométriques. En utilisant l'équation de la réaction support, on peut écrire :

$$\frac{n_0(\text{CH}_3\text{COOH})}{1} = \frac{n_{\text{eq}}(\text{HO}^-)}{1}$$

La concentration molaire d'acide éthanoïque dans le vinaigre dilué vaut donc

$$c_{\text{dilué}}(\text{CH}_3\text{COOH}) = \frac{c_B(\text{HO}^-) \cdot V_{\text{eq}}}{V_0} = \frac{0,100 \times 14,1}{10,0} = 1,41 \cdot 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$$

Puisqu'on a effectué une dilution par 10, on en déduit que la concentration du vinaigre vaut :

$$c_{\text{vinaigre}} = 10 \times c_{\text{dilué}}(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,41 \text{ mol.L}^{-1}$$

Détermination de la concentration de référence dans le vinaigre (étiquette) :

Le degré d'acidité est défini comme la masse d'acide éthanóique (CH_3COOH) dissout dans 100 g de vinaigre. On exprime donc cette masse :

$$m(\text{CH}_3\text{COOH}) = c_{\text{vinaigre}} \times V_{\text{vinaigre}}^{100g} \times M(\text{CH}_3\text{COOH})$$

où $M(\text{CH}_3\text{COOH}) = 60,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ est la masse molaire de l'acide éthanóique et où $V_{\text{vinaigre}}^{100g}$ est le volume correspondant à 100 g de vinaigre.

On calcule $V_{\text{vinaigre}}^{100g}$ grâce à la masse volume du vinaigre qui vaut $\rho_{\text{vinaigre}} = 1,00 \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$.

$$V_{\text{vinaigre}}^{100g} = \frac{m_{\text{vinaigre}}}{\rho_{\text{vinaigre}}} = \frac{100}{1,00} = 100 \text{ mL}$$

Ainsi,

$$c_{\text{vinaigre}}^{\text{ref}} = \frac{m(\text{CH}_3\text{COOH})}{V_{\text{vinaigre}}^{100g} \times M(\text{CH}_3\text{COOH})} = \frac{8}{0,100 \times 60} = 1,33 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$$

Incertitudes :

On détermine l'incertitude relative associée à la valeur expérimentale de la concentration en acide éthanóique dans la solution de vinaigre diluée :

$$\frac{u(c_{\text{fille}})}{c_{\text{fille}}} = \sqrt{\left(\frac{u(c_B)}{c_B}\right)^2 + \left(\frac{u(V_{\text{Beq}})}{V_{\text{Beq}}}\right)^2 + \left(\frac{u(V_{\text{titrée}})}{V_{\text{titrée}}}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{0,01}{0,1}\right)^2 + \left(\frac{0,2}{14,1}\right)^2 + \left(\frac{0,02}{10}\right)^2} = 0,11$$

Cela nous permet de calculer l'incertitude relative associée à la valeur expérimentale de la concentration dans le vinaigre :

$$\frac{u(c_{\text{mère}})}{c_{\text{mère}}} = \sqrt{\left(\frac{u(c_{\text{fille}})}{c_{\text{fille}}}\right)^2 + \left(\frac{u(V_{\text{fille}})}{V_{\text{fille}}}\right)^2 + \left(\frac{u(V_{\text{prélevé}})}{V_{\text{prélevé}}}\right)^2} = \sqrt{(0,11)^2 + \left(\frac{0,060}{50}\right)^2 + \left(\frac{0,015}{5}\right)^2} = 0,12$$

On en déduit l'incertitude-type (arrondie par excès) :

$$u(c_{\text{mère}}) = 0,12 * c_{\text{mère}} = 0,12 * 1,41 = 0,16 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$$

On a donc :

$$c_{\text{vinaigre}}^{\text{exp}} = 1,41 \pm 0,16 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$$

Ecart normalisé :

$$Z = \frac{|1,33 - 1,41|}{0,16} = 0,5 < 2$$

La mesure est cohérente avec la référence (valeur de Z inférieure à 2).

Conclusion

Nous avons déterminé par titrage pH-métrique la concentration en acide éthanóique dans un vinaigre. La valeur expérimentale est de $c_{\text{vinaigre}}^{\text{exp}} = 1,41 \pm 0,16 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$. Cette valeur est en accord avec la valeur de référence donnée sur l'étiquette (8°).