

TP - Titrage d'un vinaigre par suivi pH-métrique

Contexte : Le tartre qui se dépose dans les cafetières peut altérer leur bon fonctionnement, voire modifier le goût du café. Il est donc indispensable de les détartrer régulièrement. Pour cela, il est possible d'utiliser du vinaigre ménager, une solution aqueuse contenant de l'**acide éthanoïque (ou acide acétique)**, biodégradable.

Objectif : Vérifier le degré d'acidité d'un vinaigre en réalisant un titrage pH-métrique.

Document 1 : Vinaigre

L'acide présent dans le vinaigre est l'acide éthanoïque, ou acide acétique, CH_3COOH .

Le degré d'acidité d'un vinaigre (ou **titre massique**) correspond à la masse d'acide éthanoïque contenue dans 100 g de vinaigre. La masse volumique du vinaigre $\rho = 1,02 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$, étant proche de $1,0 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$, on peut considérer que l'on a 100 cm^3 de solution pour 100g de vinaigre, et que le degré d'acidité est, ici, équivalent à la **concentration en masse C_m (ou γ)** en acide éthanoïque du vinaigre.



Document 2 : Principe du titrage pH-métrique

- Le degré d'acidité du vinaigre peut-être déterminé à l'aide d'un titrage pH-métrique de l'acide éthanoïque en utilisant un pH-mètre muni de sa sonde pH-métrique.
- C'est une technique de dosage qui s'appuie sur la réaction entre un **réactif titré, dont on cherche la quantité de matière**, et un **réactif titrant, dont on connaît la concentration**.

La **réaction acide-base**, support du titrage, doit être **rapide, totale et unique** (l'espèce titrée ne réagit qu'avec l'espèce titrante).

Document 3 : Titrage colorimétrique

Dans un titrage colorimétrique, un **indicateur de fin de réaction** permet de repérer l'équivalence par un changement de couleur de la solution.

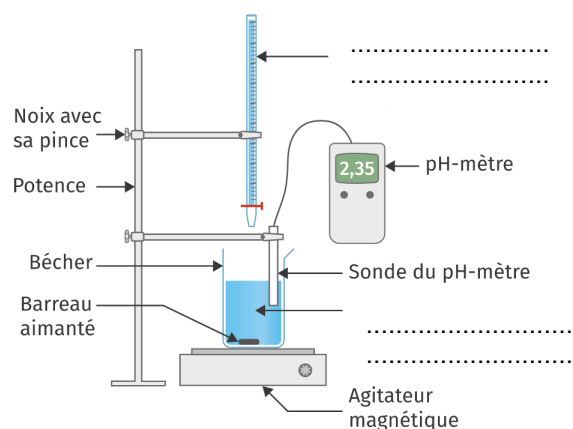
Un **indicateur coloré acido-basique** permet de repérer l'équivalence si sa zone de virage (= changement de couleur) contient le pH à l'équivalence.

Avant de réaliser un titrage pH-métrique, le titrage colorimétrique permet, par un titrage rapide, de déterminer approximativement le volume V_E versé à l'équivalence.

Document 4 : Mise en place du montage

- Remplir la burette de **solution titrante, solution de soude** de concentration $C_B = 0,100 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$. (voir fiche-méthode Burette et pipette)
- Prélever, avec la pipette jaugée, 10,0 mL de **solution titrée, solution de vinaigre diluée 10 fois**, dont on cherche à déterminer la concentration C_A . (voir fiche-méthode)
- L'introduire dans un bécher propre contenant un barreau aimanté.

Schéma du montage de titrage



Source : LLS.fr/PCTP63

Document 5 : Données

Masse molaire de l'acide éthanoïque : $M_A = 60,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

de l'hydroxyde de sodium (ou soude) : $M_B = 40,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

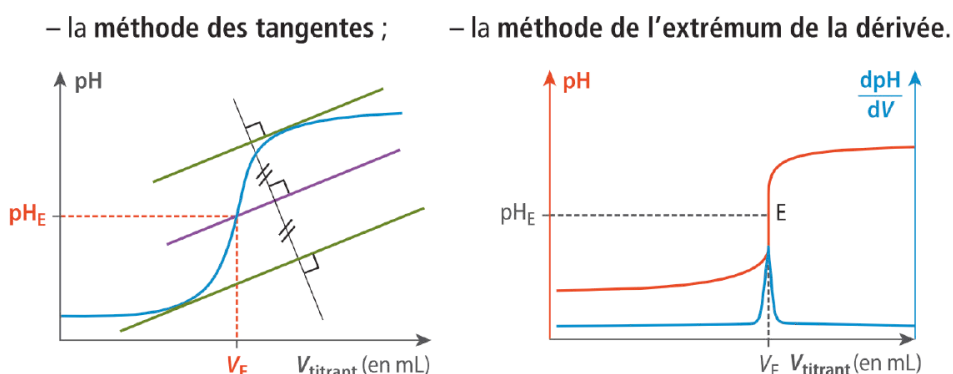
Couples acide/base : $\text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq}) / \text{CH}_3\text{COO}^-(\text{aq})$ et $\text{H}_2\text{O}(\text{l}) / \text{HO}^-(\text{aq})$.

Document 6 : Réalisation du titrage pH-métrique

- Mettre en place le pH-mètre et ajouter assez d'eau distillée pour que la sonde de pH soit correctement immergée et ne touche pas le barreau aimanté en rotation.
- Régler l'agitation afin d'éviter les éclaboussures et les chocs.
- Préparer un tableau de mesures : V (volume de solution titrante ajoutée) et pH mesuré.
- Mesurer le pH initial de la solution titrée.
- Ajouter la solution titrante, mL par mL, en notant les valeurs de volume V et de pH à chaque ajout. Autour de l'équivalence (... < V_E < ...), faire des ajouts de solution titrante de 0,5 mL (ou moins).
- Tracer la courbe du pH en fonction de V dans un tableur-grapheur, ou directement sur papier millimétré, et déterminer le volume à l'équivalence.

Document 7 : Détermination du volume équivalent

À l'**équivalence**, les quantités de matière des réactifs (titrant et titré) sont introduites dans les **proportions stœchiométriques**. L'équivalence, repérée par une **brusque variation de pH (saut de pH)**, peut être déterminée par :



Le **volume équivalent** correspond au volume de la solution titrante ajoutée dans le bécher pour atteindre le point d'équivalence. On réalise généralement un premier dosage rapide, puis un second plus précis.

Démarche expérimentale :

- (1) Pour réaliser le titrage, on utilise une solution de vinaigre diluée dix fois. Rédiger un protocole permettant de réaliser cette dilution. Préciser le matériel nécessaire. (ANA)
- (2) Faire vérifier le protocole par le professeur et préparer la solution diluée. (REA)
- (3) Compléter la légende manquante sur le schéma du montage pour le titrage pH-métrique. (ANA)
- (4) Écrire l'équation de la réaction support du titrage entre l'acide éthanóïque et la soude. (ANA)
- (5) Mettre en place le montage (Doc. 4), et ajouter une dizaine de gouttes de phénolphtaléine dans la solution titrée. Réaliser un premier titrage colorimétrique rapide. Noter un encadrement de la valeur V_E :
... mL < V_E < ... mL. (REA)
- (6) Refaire le montage, avec le pH-mètre, (bien rincer le barreau aimanté) et réaliser cette fois-ci un titrage pH-métrique précis (Doc. 6). Ajouter environ 25 mL d'eau distillée. (REA)
- (7) Tracer la courbe $\text{pH} = f(V_B)$ au tableur ou sur papier millimétré, puis déterminer le volume à l'équivalence V_E . Voir Doc 7 et professeur. (REA)
- (8) En s'aidant, si nécessaire, d'un tableau d'avancement, déterminer la concentration en quantité de matière C_A d'acide éthanóïque dans la solution diluée. En déduire la concentration en quantité de matière C, puis la concentration en masse C_m , du vinaigre. (REA)
- (9) En utilisant les résultats obtenus par l'ensemble des groupes, déterminer l'incertitude de type A sur le titre massique C_m du vinaigre (voir fiche-méthode Mesures et Incertitudes). On prendra $k = 2,5$ pour un niveau de confiance de 95 %. Comparer le résultat avec la valeur donnée par l'étiquette et conclure. (VAL)