

TP 3

DOSAGE D'UN VINAIGRE FRELATÉ

	 fiche(s) TP à maîtriser	 	 à préparer en amont
2 h	<ul style="list-style-type: none"> Fiche n° 3 : titrage conductimétrique 	blouse tout le TP	Q1 à 5 (Q6 et 7)

PROGRAMME OFFICIEL :

Notions et contenus	Capacités exigibles
Mesures de : <ul style="list-style-type: none"> Volume Conductance et conductivité 	Sélectionner et utiliser le matériel adapté à la précision requise. Utiliser les appareils de mesure (pH- mètre, conductimètre) en s'appuyant sur une notice.
Titrages directs, indirects. Équivalence. Titrages simples, successifs, simultanés. Méthodes expérimentales de suivi d'un titrage : pH-métrie. Méthodes d'exploitation des courbes expérimentales.	Identifier et exploiter la réaction support du titrage (recenser les espèces présentes dans le milieu au cours du titrage, repérer l'équivalence, justifier qualitativement l'allure de la courbe ou le changement de couleur ou d'aspect observé). Proposer ou justifier le protocole d'un titrage à l'aide de données fournies ou à rechercher. Mettre en œuvre un protocole expérimental correspondant à un titrage direct ou indirect. Exploiter une courbe de titrage pour déterminer la quantité de matière, masse ou concentration de l'espèce titrée.

Le vinaigre est une solution aqueuse d'acide acétique (ou acide éthanoïque) $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$ ($M = 60,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, $d = 1,0$). Ce dernier confère son acidité au vinaigre. Une bouteille de vinaigre porte une **indication en degré**. Un degré correspond à 1 g d'acide acétique pour 100 g de vinaigre.

Certains fabricants malhonnêtes remplacent une partie de l'acide acétique de leur vinaigre par un acide fort, moins cher, augmentant alors artificiellement son acidité. On parle alors de **vinaigre frelaté**. Dans cette activité expérimentale, il s'agit de vérifier si le vinaigre fourni est frelaté ou non par de l'acide chlorhydrique. Le vinaigre étudié a un degré d'environ 8.



Matériel à disposition :

- une burette
- deux bécher (100 et 250 mL)
- un pH-mètre et ses électrodes
- un conductimètre et sa cellule
- un ordinateur avec Regressi



Produits à disposition :

- une solution d'hydroxyde de sodium ($\text{Na}_{(\text{aq})}^+$, $\text{HO}_{(\text{aq})}^-$) à $c_s = (1,0 \pm 0,1) \cdot 10^{-1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.
- un vinaigre de degré 8 environ.

OBJECTIF(S) DU TP :

- Déterminer si le vinaigre est frelaté ou non.

I. Étude préliminaire et révisions de sup

On souhaite étudier la situation à laquelle s'attendre dans le cas où le vinaigre est frelaté. On suppose donc une solution aqueuse contenant de l'acide chlorhydrique $\text{HCl}_{(\text{aq})}$ à $2,7 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ et de l'acide acétique $\text{CH}_3\text{COOH}_{(\text{aq})}$ à $6,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$. Cette solution va être titrée par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium $\text{NaOH}_{(\text{aq})}$ à la concentration $c_s = 1,0 \cdot 10^{-1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

Remarque : il est possible de simuler le titrage d'un vinaigre frelaté avec le logiciel DOZZAQUEUX (logiciel gratuit téléchargeable sur <http://jeanmarie.biansan.free.fr/dozzaqueux.html>).

Question 1 - Écrire la réaction de dissociation de l'acide acétique $\text{CH}_3\text{COOH}_{(\text{aq})}$ dans l'eau. Indiquer la valeur de sa constante thermodynamique d'équilibre à 25°C .

Question 2 - Écrire la réaction d'autoprotolyse de l'eau. Indiquer la valeur de sa constante thermodynamique d'équilibre à 25°C .

Question 3 - Déterminer les réactions de titrage ayant lieu lors de l'ajout d'hydroxyde de sodium dans un vinaigre frelaté. Calculer leurs constantes thermodynamiques d'équilibre et indiquer leur ordre de déroulement. Conclure quant à la séparation des titrages.

Question 4 - Rappeler la loi de KOLRAUSCH dans le cas général en précisant les grandeurs introduites et leurs unités. L'appliquer ensuite à la solution à l'état initial (avant le début du titrage).

Question 5 - Prévoir l'allure de l'évolution de la conductivité en fonction du volume de solution d'hydroxyde de sodium versé $\sigma = f(V_{\text{versé}})$. Une étude détaillée est attendue.

II. Protocole du dosage

Protocole à suivre

- Effectuer le titrage de 20 mL du vinaigre dilué par de la soude à $c_s = 1,0 \cdot 10^{-1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, en réalisant un **sui**vi conductimétrique.

Appeler le professeur (appel 1)

Protocole à suivre

- ☞ Réitérer le titrage en réalisant cette fois-ci un **suivi pH-métrique**.

Appeler le professeur (appel 2)

Question 6 - *Détailler le protocole du titrage conductimétrique. Ajouter un schéma du montage.*

Question 7 - *Détailler le protocole du titrage pH-métrique. Ajouter un schéma du montage.*

III. Exploitation

Question 8 - *Justifier l'ordre dans lequel se déroulent les réactions de titrage.*

Question 9 - *Expliciter les relations à l'équivalence permettant de déterminer les valeurs des concentrations. Déterminer alors les concentrations en $\text{CH}_3\text{COOH}_{(aq)}$ ainsi qu'en $\text{HCl}_{(aq)}$ puis le véritable degré du vinaigre. Chaque résultat doit évidemment être accompagné d'une incertitude-type.*

Question 10 - *Comparer la pertinence de deux méthodes (pH-métriques et conductimétrique) pour suivre ce titrage.*

Pour aller plus loin...

Question 11 - *Expliquer pourquoi la courbe $\sigma = f(V_{\text{versé}})$ est constituée de portions d'hyperboles et non de portions de droite. Proposer une méthode pour pallier ce problème.*

VAISSELLE ET ÉLIMINATION DES DÉCHETS :

- Solution titrée : bidon « bases ».
- Reste de burette : bidon « bases ».

Données

- $K_e = 10^{-14}$ à 25 °C
- Conductivités ioniques molaires :

espèce ionique	$\text{Na}^+_{(\text{aq})}$	$\text{Cl}^-_{(\text{aq})}$	$\text{HO}^-_{(\text{aq})}$	$\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$
$\lambda_i^\circ / \text{mS} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$	5,0	7,6	19,8	35,0

Compétences évaluées

À la fin du TP, je dois savoir...

- ☞ Utiliser un pH-mètre.
- ☞ Utiliser un conductimètre.
- ☞ Estimer les incertitudes de mesures lors d'un titrage conductimétrique ou pH-métrique.

compétence	capacité	évaluation		
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
APP S'approprier	Rechercher, extraire et organiser l'information en lien avec une situation expérimentale.			
ANA Analyser	Justifier un protocole.			
REA Réaliser	Effectuer des représentations graphiques à partir de données. Exploiter des observations, des mesures en estimant les incertitudes. Utiliser (avec la notice) le matériel de manière adaptée			
VAL Valider	Analyser les résultats de manière critique. Confronter les résultats d'un modèle à des résultats expérimentaux.			
COM Communiquer	Rédiger un compte-rendu de TP. Utiliser un vocabulaire scientifique adapté			

Sécurité

produit	pictogrammes de sécurité	phrases de risque H
Acide chlorhydrique (HCl_(aq)) $M = 36,46 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ $\text{p}K_a = -6,3$		H314 - Provoque de graves brûlures de la peau et de graves lésions des yeux. H335 - Peut irriter les voies respiratoires .
Hydroxyde de sodium (NaOH) $M = 40,00 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ $\text{p}K_a = 14$		H314 - Provoque de graves brûlures de la peau et de graves lésions des yeux.
Acide éthanoïque (CH₃CO₂H) $d = 1,05$ $M = 60,00 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ $\text{p}K_a = 4,8$		H226 - Liquide et vapeurs inflammables H314 - Provoque de graves brûlures de la peau et de graves lésions des yeux