

# Titration conductimétrique de l'acidité du vinaigre

Au cours de la séance, vous rédigerez un compte-rendu dans votre cahier de TP. Un bon compte-rendu doit faire figurer l'**objectif** de l'expérience, un **protocole** expérimental accompagné d'un **schéma** et le **résultat** des mesures accompagné d'une discussion des **incertitudes**. Pour vous aider, plus de détails sont parfois donnés au fil de l'énoncé. Bien que n'étant pas toujours rappelés, les éléments cités ci-dessus sont un **minimum** qui doit apparaître à chaque expérience.

Un compte-rendu de TP n'est ni un brouillon, ni une copie : sa vocation première est d'être un outil pour vous aider à réutiliser en autonomie les techniques étudiées. N'hésitez pas à me solliciter si vous vous interrogez sur l'intérêt d'écrire certains détails dans le compte-rendu !

Un binôme présentera son travail au reste de la classe en fin de séance et quelques cahiers seront évalués.

## Matériel sur votre paillasse :

- ▷ Conductimètre et cellule de conductimétrie ;
- ▷ Burette graduée ;
- ▷ Pipette jaugée de 10 mL et propipette ;
- ▷ Fiole jaugée de 100 mL ;
- ▷ Agitateur magnétique ;
- ▷ Trois béchers de 150 mL ;
- ▷ Eau distillée.

## Matériel sur le bureau :

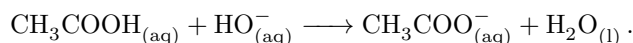
- ▷ Vinaigre du commerce ;
- ▷ Solution de soude à  $1,00 \cdot 10^{-1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  ;
- ▷ Solutions d'étalonnage du conductimètre.

## Documents :

- ▷ Fiche « Mesures et incertitudes » (classeur de TP) ;
- ▷ Notice simplifiée du logiciel Regressi (classeur de TP).

**Le port de la blouse et des lunettes de protection est obligatoire tant que vous êtes dans la salle.**

Le vinaigre est une solution aqueuse contenant de l'acide éthanóique  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , aussi appelé acide acétique. Le degré d'acidité d'un vinaigre correspond à la masse d'acide éthanóique contenue dans 100 g de vinaigre. Les vinaigres du commerce ont un degré d'acidité de l'ordre de 6 à 8°. L'objectif de ce TP est ainsi de déterminer le degré d'acidité d'un vinaigre en titrant l'acide acétique par la soude ( $\text{Na}^+ + \text{HO}^-$ ). La transformation se modélise par l'équation bilan



Ce TP est aussi (surtout ?) l'occasion de réactiver vos acquis de lycée sur les titrages.

### Données :

- ▷ Masse volumique du vinaigre :  $\rho = 1,02 \text{ kg} \cdot \text{L}^{-1}$  ;
- ▷ Masse molaires atomiques en  $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$  :  $M_{\text{H}} = 1,0$  ;  $M_{\text{C}} = 12,0$  et  $M_{\text{O}} = 16,0$  ;
- ▷ Conductivités molaires ioniques standard à 25 °C en  $\text{mS} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$  :

$$\lambda^\circ(\text{CH}_3\text{COO}^-) = 4,1 \quad \lambda^\circ(\text{Na}^+) = 5,0 \quad \lambda^\circ(\text{HO}^-) = 20,0.$$

## 1 Protocole expérimental

- ▷ Effectuer une dilution au dixième du vinaigre commercial.
- ▷ Prélever 10,0 mL de la solution diluée, les introduire dans un bécher et y ajouter environ 50 mL d'eau distillée.
- ▷ Avec la burette, ajouter la solution de soude par millilitre et mesurer après chaque ajout la conductivité de la solution avec un conductimètre préalablement étalonné.

## 2 Étude préalable

Les questions suivantes s'appuient en partie sur le document situé en fin d'énoncé.

- 1** - Définir un dosage et son objectif. Rappeler la différence entre un dosage par étalonnage et un dosage par titrage.
- 2** - Déduire des indications de l'étiquette la valeur attendue de la concentration molaire en acide acétique. En déduire la nécessité de la dilution comme première étape du protocole. Rédiger le protocole de dilution, en indiquant précisément la verrerie à utiliser.
- 3** - Rappeler en quoi consiste l'étalonnage du conductimètre.

4 - Faire un schéma de principe du titrage, en particulier pour définir les notations utiles (volumes, concentrations). Définir la solution titrante et la solution titrée.

5 - Lors de la préparation de la solution titrée, les 10,0 mL de solution diluée doivent-ils être prélevés avec précision ? Pourquoi ? Même question pour l'eau distillée.

6 - Écrire le bilan de matière de la réaction de titrage. Distinguer trois états finaux possibles<sup>1</sup> en fonction du volume  $V$  de soude versé :  $V < V_E$ ,  $V = V_E$ ,  $V > V_E$  où  $V_E$  est le volume équivalent, qu'on définira.

7 - En s'appuyant sur le bilan de matière précédent, établir la loi d'évolution  $\sigma(V)$  de la conductivité de la solution en fonction du volume versé. Que note-t-on au voisinage de l'équivalence ? En déduire que la conductimétrie est une méthode adaptée au repérage de l'équivalence.

8 - Il est parfois nécessaire de verser la solution contenue dans la burette par quantités plus faibles au voisinage de l'équivalence. Est-ce le cas ici ? Pourquoi ?

### 3 Réalisation et exploitation

Mettre en œuvre le protocole présenté dans les documents. Tracer la courbe  $\sigma(V)$  sur Regressi et estimer le volume équivalent. Estimer également l'incertitude sur le volume équivalent.

En déduire le degré d'acidité du vinaigre dosé, si le temps le permet avec incertitude, et comparer à l'indication portée sur l'étiquette.

### 4 Pour finir

Vous n'oublierez pas en fin de séance de ranger et nettoyer la paillasse **et de vous laver les mains.**

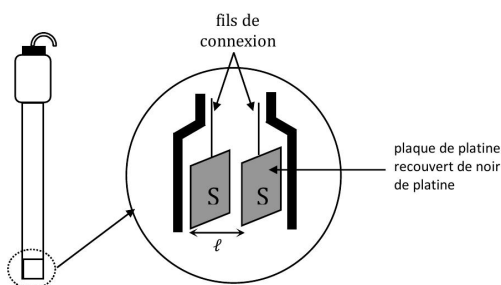
### Document : Principe de la conductimétrie

Toute la conductimétrie repose sur deux principes de base :

- ▷ en solution, seuls les ions peuvent transporter le courant électrique ;
- ▷ les contributions de tous les ions au transport du courant s'ajoutent.

Cela sous-entend que les électrons libres n'existent pas en solution (contrairement aux métaux, par exemple) et que les espèces non chargées comme le solvant ont une contribution nulle à la conductivité. Par ailleurs, les effets des anions et des cations s'ajoutent, et ne se compensent pas comme on pourrait l'imaginer à tort.

La conductivité d'une solution se mesure en la faisant traverser par un courant *alternatif*. En effet, en présence d'un courant continu, soit les ions migreraient mais pour garantir l'électroneutralité il y aurait une réaction d'électrolyse, ce qui gênerait les mesures, soit il n'y aurait pas d'électrolyse mais il n'y aurait aucun déplacement d'ions, donc aucune mesure possible.



Ainsi, le conductimètre mesure la conductance  $G$  de la solution. Plus précisément, il mesure l'admittance à la fréquence du courant de la portion de solution située entre les deux plaques de la cellule conductimétrique. Cependant, la grandeur intéressante car intrinsèque à la solution n'est pas la conductance mais la conductivité  $\sigma$  de la solution. Les deux grandeurs sont proportionnelles,

$$\sigma = kG,$$

où  $k$  est la **constante de cellule**, qui dépend des dimensions de la cellule mais aussi de l'état de surface des plaques. Comme elle peut légèrement varier d'une utilisation à l'autre, elle doit toujours être étalonnée avant usage. La conductance s'exprime en siemens S, la constante de cellule en  $\text{m}^{-1}$ , et donc la conductivité en  $\text{S} \cdot \text{m}^{-1}$ .

Dans la limite où la solution n'est pas trop concentrée (inférieure à  $10^{-1}$  ou  $10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ), sa conductivité est reliée aux concentrations des différents ions en solution par la loi de Kohlrausch,

$$\sigma = \sum_{\text{ions } i} \lambda_i^\circ |z_i| c_i$$

où  $z_i$  est la charge de l'ion  $i$ ,  $\lambda_i^\circ$  sa conductivité molaire ionique (grandeur tabulée s'exprimant en  $\text{S} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{mol}^{-1}$ ) et  $c_i$  sa concentration. **Attention**, les grandeurs tabulées le sont en unités SI, et les concentrations doivent donc être exprimées en  $\text{mol} \cdot \text{m}^{-3}$ .

1. Pour que ce soit clair, les écrire dans trois lignes différentes du tableau d'avancement.

## Évaluation

En plus des savoirs-faire exigibles en autonomie figurant dans le programme, les points les plus importants du TP sont indiqués d'une étoile (\*).

Au vu du travail au cours de la séance et de la présentation, un savoir-faire semble (A) acquis ; (B) à consolider ; (C) en cours d'acquisition ou (D) pas encore acquis.

Savoir-faire	Compétence	Éval.
<p><b>(*) Compétences exigibles en autonomie (extrait du programme) :</b>  Mettre en œuvre des mesures de conductimétrie.  Justifier l'allure d'une courbe de titrage et exploiter des points particuliers pour repérer l'équivalence.  Justifier le protocole d'un titrage en fonction des objectifs fixés et en s'appuyant sur des données fournies.</p>	Réaliser Analyser Analyser	
<p><b>Comprendre et s'approprier une problématique scientifique :</b>  Rechercher, extraire et organiser de l'information.  Énoncer une problématique d'approche expérimentale et définir les objectifs correspondants.  (*) Justifier un protocole ou un dispositif expérimental, en particulier en estimant des ordres de grandeur pertinents.</p>	S'approprier S'approprier, analyser Analyser	
<p><b>Obtenir des résultats de mesure :</b>  (*) Mettre en œuvre un protocole avec précision et rigueur.  (*) Utiliser le matériel de manière adaptée et à l'aide d'une notice.  Respecter les règles de sécurité adéquates.</p>	Réaliser Réaliser Réaliser	
<p><b>Analyser des résultats de mesure :</b>  (*) Représenter graphiquement des résultats expérimentaux.  Analyser les résultats de manière critique, maîtriser les unités et les ordres de grandeur.  Identifier les sources d'erreur et estimer quantitativement les incertitudes.</p>	Réaliser Valider Analyser, réaliser	
<p><b>Présenter des contenus scientifiques dans un discours adapté :</b>  Présenter les différentes étapes du travail : problématique, dispositif et protocole de mesure, exploitation des résultats, conclusion.  (*) S'appuyer sur des supports graphiques pertinents (schémas et courbes).  Rédiger ou mener la présentation orale avec précision et rigueur en utilisant un vocabulaire scientifique adéquat.  Parler sans attendre d'approbation et imposer le rythme de la présentation.</p>	Communiquer Communiquer Réaliser, communiquer Être autonome et faire preuve d'initiative	
<p><b>Faire preuve d'écoute et de réactivité :</b>  Travailler seul ou en équipe, confronter son point de vue en faisant preuve d'écoute.  Solliciter une aide de manière pertinente.  S'impliquer, prendre des décisions, anticiper.</p>	Être autonome et faire preuve d'initiative Être autonome et faire preuve d'initiative Être autonome et faire preuve d'initiative	