

## Transformations de la matière

### TP

# TP : étalonnage d'une solution de soude

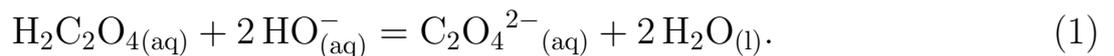
**Matériel :** un bécher de 50 mL, pipette jaugée de 10 mL, fiole jaugée 50 mL, erlenmeyer de 100 mL, burette graduée, agitateur magnétique, spatule et coupelle de pesée, lunettes.

Solution d'hydroxyde de sodium (ou soude,  $\text{Na}_{(\text{aq})}^+ + \text{HO}_{(\text{aq})}^-$ ,  $c_B = 0,1 \text{ mol/L}$  environ), balance à 0,1 mg, phénolphthaléine, acide oxalique solide ( $M = 126,07 \text{ g/mol}$ ).

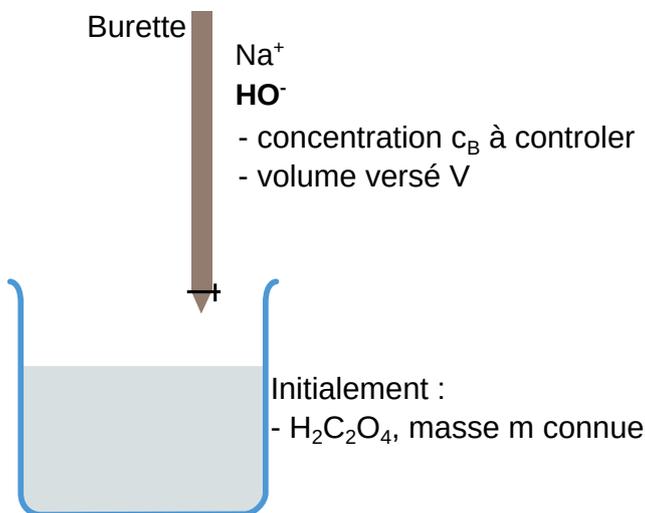
La solution de soude utilisée pour réaliser des titrages voit sa concentration varier légèrement avec le temps, notamment à cause du  $\text{CO}_2$  présent dans l'air qui l'acidifie. En laboratoire, elle est donc d'abord étalonnée, c'est-à-dire qu'on mesure sa concentration de façon précise. Pour cela, on la titre en prenant pour référence un acide sous forme solide, dont on pèse précisément la masse et qui sert de référence. Ici, il va s'agir de l'acide oxalique.

L'acide oxalique  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  est un diacide : les couples sont  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4/\text{HC}_2\text{O}_4^-$  ( $\text{pK}_a = 1,2$ ) et  $\text{HC}_2\text{O}_4^-/\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$  ( $\text{pK}_a = 4,3$ ).

L'équation bilan du titrage de la soude par cet acide est :



Voici un schéma récapitulatif (à gauche), ainsi que la courbe attendue pour l'évolution du pH (à droite) :



On repère l'équivalence de ce titrage à l'aide d'un indicateur coloré. Il s'agit d'une espèce chimique ajoutée dans le bécher, qui change de couleur lors du saut de pH.

**Remarque :** la situation est inhabituelle, car c'est la solution dont on cherche la concentration qui est dans la burette. Ceci ne change rien au principe du titrage.

**1** – Étant donnée la courbe attendue pour l'évolution du pH (ci-dessus), dire quel est l'indicateur coloré le plus approprié parmi les suivants :

- Hélianthine : zone de virage pour pH entre 3,1 et 4,4.
- Phénolphthaléine : zone de virage pour pH variant de 8,2 à 10,0.
- Jaune alizarine : zone de virage pour pH variant de 10,1 à 12,0.

- 2** – Suivre le protocole suivant. **Attention** : port des lunettes de protection obligatoire à cause de l'utilisation de la soude, à la fois pour celui qui manipule et ceux qui l'entourent.
- Remplir la burette avec la solution de soude.
  - Prélever une masse  $m$  comprise entre 0,12 g et 0,13 g d'acide oxalique solide, à l'aide de la balance, de la spatule et de la coupelle. Noter précisément la masse prélevée sur votre compte rendu, cette valeur précise sera utile pour la suite.
  - Verser le contenu de cette coupelle dans l'erlenmeyer. Rincer bien la coupelle à l'eau distillée afin de transvaser tout le solide dans l'erlenmeyer.
  - Ajouter de l'eau distillée dans l'erlenmeyer. Ajouter trois gouttes de phénolphtaléine. Mettre l'agitateur magnétique doucement.
  - Procéder au titrage : verser doucement, et le changement de couleur indique l'équivalence.
- 3** – Exploiter votre valeur obtenue pour  $V_{\text{eq}}$  pour en déduire la concentration  $c_B$  de la solution de soude.
- 4** – On souhaite estimer l'incertitude sur cette valeur. Les sources dominantes sont la détermination de  $V_{\text{eq}}$  et la pesée de la masse  $m$ . On a :

$$\frac{u(c_B)}{c_B} = \sqrt{\left(\frac{u(V_{\text{eq}})}{V_{\text{eq}}}\right)^2 + \left(\frac{u(m)}{m}\right)^2}$$

- La demi-étendue d'incertitude des pesées sur la balance utilisée est  $\Delta(m) = 1 \text{ mg}$ .
- La demi-étendue d'incertitude sur  $V_{\text{eq}}$  comporte plusieurs sources (voir fiche incertitude de début d'année) :
  - Une liée à la fabrication imparfaite de l'instrument,  $\Delta_{\text{instrument}}$ . Elle est inscrite sur la burette, la reporter ici :  $\Delta_{\text{instrument}} =$
  - Une liée à l'erreur de lecture du volume que vous allez commettre (car il ne tombe pas exactement sur une graduation), à la fois lorsque vous faite le zéro et lorsque vous lisez le volume final. On peut dire qu'on est précis à une graduation près, donc  $\Delta_{\text{opérateur}} = 0,1 \text{ mL}$ .
  - Une liée au doute sur le moment exact où l'indicateur coloré change de couleur. C'est à vous de l'estimer en fonction de votre titrage :  $\Delta_{\text{virage}} =$

Au total, calculer :

$$\Delta(V_{\text{eq}}) = \sqrt{\Delta_{\text{instrument}}^2 + \Delta_{\text{opérateur}}^2 + \Delta_{\text{virage}}^2} = \quad \text{puis } u(V_{\text{eq}}) = \frac{\Delta(V_{\text{eq}})}{\sqrt{3}} =$$

Conclure en calculant :  $u(c_B) =$

Maintenant que l'on connaît avec précision la concentration de la solution de soude, on souhaite l'utiliser. On suppose que le TP suivant nécessite une solution de soude de concentration  $c'_B$  environ égale à 0,02 mol/L.

- 5** – Préparer une telle solution à l'aide de la verrerie à votre disposition.