

## Chapitre 3 : Méthode d'analyse d'un système chimique.

### Activité expérimentale : Titrage conductimétrique



La qualité d'une eau est systématiquement vérifiée avant sa mise en vente afin de respecter les normes. L'objectif de cette activité expérimentale est de déterminer si l'eau mise à votre disposition est propre à la commercialisation en réalisant un titrage conductimétrique.

#### Document 1 : Eau potable.

L'eau contient différents types d'ions, tel que les ions chlorure  $Cl^-$ . La quantité en ion varie d'une eau à une autre. Une eau est dite potable si la concentration massique en ions chlorure est inférieure à 250 mg/L.

Le titrage des ions chlorure  $Cl^-$  (aq) présents dans l'eau peut être fait par les ions argent  $Ag^+$  (aq) avec qui ils réagissent sélectivement pour former un précipité de chlorure d'argent  $AgCl(s)$  blanc qui noircit à la lumière.

#### Document 2 : Matériel et produits mis à disposition

- Eau à analyser contenant des ions chlorure  $Cl^-$
- Solution de nitrate d'argent ( $Ag^+(aq) + NO_3^-(aq)$ ) de concentration  $C_B = (2,50 \pm 0,08) \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$
- 1 pissette d'eau distillée
- 1 pipette jaugée de 20,0 mL
- Eprouvette de 200 mL
- 1 bécher de 400 mL
- Burette graduée de 25 mL
- Système d'agitation magnétique + barreau aimanté
- Lunettes de protection
- Conductimètre + sonde conductimétrique

#### Document 3 : Information concernant le calcul d'incertitude.

Afin de simplifier la démarche, l'incertitude type est donnée par la relation :  $\left(\frac{u(C_A)}{C_A}\right)^2 = \left(\frac{u(V_A)}{V_A}\right)^2 + \left(\frac{u(C_B)}{C_B}\right)^2 + \left(\frac{u(V_E)}{V_E}\right)^2$

Avec  $C_A$  : Concentration en ions chlorure dans l'eau.

$V_A$  : volume d'eau versée dans le bécher avec une pipette graduée.

$V_E$  : Volume de la solution de nitrate d'argent versée à l'équivalence à la burette.

$C_B$  : Concentration en nitrate d'argent de la solution titrante.

$$u(V_A) = \sqrt{u_{\text{lecture simple}}^2(V_A) + u_{\text{tolérance}}^2(V_A)}$$

$$\text{Avec } u_{\text{tolérance}}(V_A) = \frac{t}{\sqrt{3}}; u_{\text{lecture simple}}(V_A) = \frac{g}{\sqrt{12}}$$

$$u(V_E) = \sqrt{u_{\text{double lecture}}^2(V_E) + u_{\text{tolérance}}^2(V_E) + u_{\text{goutte}}^2(V_E)}$$

$$\text{Avec } u_{\text{tolérance}}(V_A) = \frac{t}{\sqrt{3}}; u_{\text{double lecture}}(V_E) = \frac{g}{\sqrt{6}}; u_{\text{goutte}}(V_E) = \frac{0,05}{\sqrt{3}}$$

### I) Préparation du titrage

1. Schématiser et légender le montage envisagé dans le document 1.
2. Ecrire l'équation de la réaction support du titrage.

### II) Mesures du pH

Réaliser le protocole suivant afin de déterminer la concentration d'ion chlorure dans l'eau calculer :

- Rincer la burette de 25 mL avec de l'eau distillée en plaçant un bécher sous celle-ci.
- Rincer la burette de 25 mL avec la solution de nitrate d'argent de concentration  $C_B = (2,50 \pm 0,08) \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$  plaçant le même bécher sous celle-ci.
- Remplir la burette avec la solution de nitrate d'argent.
- Vérifier l'absence de bulle d'air dans le bas de la burette et ajuster le zéro si nécessaire.
- Prélever 20 mL d'eau à l'aide d'une pipette jaugée de 20 mL.
- Placer les 20 mL d'eau prélevée dans le bécher de 400 mL.
- Prélever environ 300 mL d'eau distillée à l'aide d'une éprouvette graduée.
- Verser les 300 mL d'eau distillée dans le bécher de 400 mL.
- Placer un barreau aimanté dans ce bécher.
- Placer le bécher sur le système d'agitation magnétique sous la burette.
- Insérer la sonde conductimétrique dans le bécher.
- Mettre en marche l'agitation magnétique et le conductimètre.
- Réaliser le titrage en relevant les valeurs de la conductance  $G$  tous les 1 mL (faire un tableau).
- Tracer la courbe  $G = f(V_B)$  sur Regressi.

3. Donner l'expression de la conductivité avant l'équivalence et après l'équivalence (loi de Kohlrausch).
4. Au vu des expressions, l'allure de la courbe vous paraît-elle cohérente ? Expliquer.

**Données :**  $\lambda(\text{Ag}^+) = 6,19 \text{ mS.m}^2.\text{mol}^{-1}$ ,  $\lambda(\text{NO}_3^-) = 7,14 \text{ mS.m}^2.\text{mol}^{-1}$ ,  $\lambda(\text{Cl}^-) = 7,63 \text{ mS.m}^2.\text{mol}^{-1}$

5. Pourquoi ajoute-t-on de l'eau dans le bécher ?
6. Déterminer le volume équivalent à partir de la courbe tracée.
7. Rappeler la relation entre les quantités de matière de  $\text{Cl}^-$  et  $\text{Ag}^+$  à l'équivalence.
8. En déduire l'expression de la concentration molaire en ions chlorure dans l'eau notée  $C_{\text{Aexp}}$ .
9. Calculer la concentration molaire en ions chlorure dans l'eau notée  $C_{\text{Aexp}}$ .
10. Calculer la concentration massique en ions chlorure dans l'eau notée  $C_{\text{mA}}$  (ou t) et en déduire si l'eau est potable.

**Donnée :** masse molaire du chlore  $M(\text{Cl}) = 35,5 \text{ g.mol}^{-1}$ .

### III) Incertitudes liées aux mesures *M<sub>A</sub>, S<sub>car</sub>*

11. Donner l'expression de l'incertitude-type sur  $C_{\text{Aexp}}$ , notée  $u(C_{\text{Aexp}})$  puis la calculer.
12. Sachant que la concentration en ions chlorure dans l'eau vaut théoriquement  $C_{\text{Athéo}} = 1,5 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$

Calculer le rapport  $\frac{|C_{\text{Aexp}} - C_{\text{Athéo}}|}{u(C_{\text{Aexp}})}$  et conclure.

### IV) Evolution des quantités de matière des espèces chimiques présentes dans le bécher

On souhaite étudier l'évolution des quantités de matières au cours du titrage, pour cela :

- Ouvrir EduPython
- Ouvrir le fichier « Etude de l'évolution des quantités de matière au cours du titrage ».
- Compléter le fichier aux endroits indiqués.

13. A quoi correspond les lettres A, B et C dans le programme.
14. Déterminer à l'aide du programme la composition du système pour un volume versée de solution titrante  $V_A = 20 \text{ mL}$ .