

Chapitre 1

Solubilité - Activité 6

Fiche liée à cette séquence :

► Fiche de synthèse Chapitre 1

ACTIVITÉ 6 : Titrage des ions chlorure d'une eau minérale

Les eaux destinées à la consommation humaine doivent respecter des normes de potabilités. L'eau minérale Vichy Saint-Yorre est très riche en ions chlorure Cl^- . Comment vérifier si elle respecte la norme de potabilité pour les ions chlorure ?

DOCUMENT 1 : Notion de potabilité

Une eau est dite « potable » quand elle respecte les valeurs imposées par la directive européenne relative à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine. La teneur en ions chlorure dans une eau dite « potable » ne doit pas dépasser $200 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$.

Certaines eaux minérales ont une teneur en minéraux très élevées. Elles sont cependant autorisées à la consommation, car elles sont reconnues par l'Académie Nationale de Médecine comme ayant des vertus thérapeutiques pour la santé.

DOCUMENT 2 : Extrait de l'étiquette de l'eau minérale Vichy Saint-Yorre

Composition moyenne en mg/L			
Bicarbonate	4368	Sodium	1708
Chlorure	322	Potassium	110
Sulfate	174	Calcium	90
Fluorure	< 1,5	Magnésium	11
Minéralisation totale, Extrait sec à 180°C : 4774 mg/L ; pH = 6,6			

DOCUMENT 3 : Étiquetage des produits disponibles

Espèce chimique	Pictogrammes de sécurité	Phrases de risques
Solution aqueuse de nitrate d'argent ($\text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{NO}_3^-(\text{aq})$) telle que $[\text{Ag}^+] = 2,5 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$		H315 Provoque une irritation cutanée. H319 Provoque une sévère irritation des yeux. H400 Très toxique pour les organismes aquatiques. H411 Toxique pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long termes.
Solution aqueuse de chromate de potassium ($2 \text{K}^+(\text{aq}) + \text{CrO}_4^{2-}(\text{aq})$) à 0,1 % en masse		H317 Peut provoquer une allergie cutanée. H410 Très toxique pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long termes.

DOCUMENT 4 : Critère pour vérifier la compatibilité d'une valeur mesurée avec une valeur de référence

On considère une grandeur « x » dont on dispose de deux valeurs :

- une valeur x_{ref} considérée comme une valeur de référence (donnée par exemple sur l'étiquette d'un produit) ;
- une valeur x_{mes} dont l'incertitude-type est $u(x)$.

Pour discuter de la compatibilité du résultat de la mesure x_{mes} avec la valeur de référence, on peut utiliser

le z-score défini par : $\frac{|x_{mes}-x_{ref}|}{u(x)}$.

La valeur de la grandeur mesurée est compatible si le z-score est inférieur ou égal à 2.

DOCUMENT 5 : Données

Précipités d'argent : chlorure d'argent $AgCl$; chromate d'argent Ag_2CrO_4 .

Constante de solubilité du chlorure d'argent à 20°C : $K_s = 2,00 \times 10^{-10}$

Masse molaire atomique du chlore : $M = 35,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

Incertitude sur la mesure d'une grandeur M pour n mesures :

$u(M) = \frac{\sigma_{n-1}}{\sqrt{n}}$ où σ_{n-1} est l'écart-type ; $u(M)$ contient un chiffre significatif

I. La méthode de Mohr

Il existe plusieurs méthodes pour titrer les ions chlorure d'une solution. Le titrage par la méthode de Mohr est un titrage direct. La solution titrante est une solution de nitrate d'argent ($Ag^+(aq) + NO_3^-(aq)$).

L'indicateur de fin de réaction est une solution de chromate de potassium ($2 K^+(aq) + CrO_4^{2-}(aq)$).

A. Équation support du titrage

1. Écrire l'équation de dissolution de chlorure d'argent.
2. Écrire l'expression de la constante de solubilité.

Dans un tube à essais contenant $V_1 = 2,0 \text{ mL}$ de solution aqueuse de chlorure de sodium ($Na^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$) de concentration $C_1 = 2,5 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot L^{-1}$, on ajoute $V_2 = 2,0 \text{ mL}$ de solution de nitrate d'argent ($Ag^+_{(aq)} + NO_3^-_{(aq)}$) de concentration $C_2 = 2,5 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot L^{-1}$ et on observe la formation d'un précipité blanc.

3. Calculer le quotient de réaction $Q_{r,i}$ dans l'état initial fictif où les réactifs seraient en contact sans avoir réagi.
4. Expliquer s'il y a précipitation.
5. En déduire l'équation de la réaction support de titrage.

B. Repérage de l'équivalence

6. Mettre en œuvre le protocole ci-dessous, noter vos observations et nommer le solide formé.
- Dans un premier tube à essai verser quelques millilitres d'une solution de chlorure de sodium ($Na^+(aq)$; $Cl^-(aq)$) puis quelques gouttes d'une solution de nitrate d'argent ($Ag^+(aq)$; $NO_3^-(aq)$).
 - Dans un second tube à essai verser quelques millilitres d'une solution de nitrate d'argent ($Ag^+(aq)$; $NO_3^-(aq)$) puis ajouter quelques gouttes d'une solution de chromate de potassium ($2K^+(aq)$; $CrO_4^{2-}(aq)$).

7. Pour chaque tube, écrire l'équation de la réaction qui modélise la transformation qui a lieu.
8. Mettre en œuvre le protocole ci-dessous et noter vos observations
 - Dans un tube à essais, verser 1 mL de solution de chlorure de sodium, ajouter quelques gouttes de solution de chromate de potassium.
 - Ajouter progressivement la solution de nitrate d'argent.
9. Écrire dans l'ordre les équations de réaction qui modélisent les transformations qui ont lieu dans le tube.
10. Justifier l'utilisation du chromate de potassium pour repérer l'équivalence du titrage.

II. Titrage des ions chlorure

11. Schématiser le dispositif de titrage des ions chlorure dans $V_A = 25,0$ mL d'eau Vichy Saint-Yorre par une solution de nitrate d'argent de concentration $C_{\text{argent}} = 2,50 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$. L'indicateur de fin de réaction est une solution aqueuse de chromate de potassium à 0,1 % en masse (25 gouttes).
 12. Mettre en place le dispositif de titrage.
 13. Faire le dosage et noter V_{eq} le volume versé à l'équivalence.
- L'équation de la réaction support du titrage s'écrit : $\text{Ag}^+_{(\text{aq})} + \text{Cl}^-_{(\text{aq})} = \text{AgCl}_{(\text{s})}$
14. Calculer la quantité de matière en ions argent $\text{Ag}^+_{(\text{aq})}$ versée à l'équivalence.
 15. Déterminer la concentration en quantité de matière des ions chlorure dans l'eau minérale Vichy Saint-Yorre.
 16. En déduire la concentration en masse des ions chlorure dans l'eau minérale Vichy Saint-Yorre. Exprimer le résultat en $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$.
 17. Compléter le tableau suivant à l'aide des résultats de l'ensemble de la classe

Groupe	1	2	3	4	5	6	7	8
C_m en $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$.								

18. VAL Calculer l'incertitude $u(C_m)$ et écrire le résultat du titre en volume sous la forme $C_m = \overline{C_m} \pm u(C_m)$.
19. À l'aide du document 4, discuter de la compatibilité de votre mesure de concentration en masse avec l'information donnée sur l'étiquette.