

- Une caractéristique de l'eau de mer est bien sûr d'être salée. Le sel de mer est un composé dont le nom complet en chimie est chlorure de sodium. Cette salinité est de l'ordre de 35 g/L pour la Manche, 37 g/L pour la Méditerranée et 300g/L pour la Mer morte.
- On peut obtenir de l'eau potable par dessalement de l'eau de mer.
- Le but est de déterminer la concentration en ion chlorure de l'eau de mer. Compte tenu de la forte valeur de la concentration des ions, il faut d'abord procéder à une dilution de l'eau de mer par 10 pour ensuite la doser par colorimétrie et par conductimétrie (lors d'une autre séance),

I. Manipulations**1. Dilution**

- A partir du matériel à votre disposition proposer une méthode pour réaliser la dilution par 10 de l'eau de mer. Faire valider par le professeur et la réaliser cette solution S₁.

Prélever un volume de 10 mL d'eau de mer à l'aide d'une pipette jaugée et le verser dans une fiole jaugée de 100 mL.

Compléter avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge.

Boucher et agiter pour homogénéiser la solution.

2. Dosage colorimétrique**2.1. Principe**

- On dose la solution contenant les ions chlorure de concentration C₁ à l'aide d'une solution de nitrate d'argent (Ag⁺_(aq) + NO₃⁻_(aq)) de concentration C₂ connue.
- Dans le becher contenant la solution à doser, on introduit quelques mL d'une solution chromate de potassium (2 K⁺_(aq) + CrO₄²⁻_(aq)) qui est l'indicateur de fin de réaction. Lorsque la totalité des ions chlorure ont réagi avec les ions argent, les ions chromate CrO₄²⁻_(aq) réagissent avec les ions argent Ag⁺_(aq) en excédent pour donner un précipité rouge orangé de chromate d'argent Ag₂CrO₄(s).

2.2. Tests préliminaires

- Dans 2 tubes à essais, introduire 1,0 mL d'une solution de nitrate d'argent à 0,10 mol.L⁻¹.

2.2.1 Ajouter, dans le premier, quelques gouttes d'une solution de chlorure de sodium à 0,10 mol.L⁻¹.
Qu'observez-vous ? Ecrire l'équation-bilan de la réaction.

Formation d'un précipité blanc.



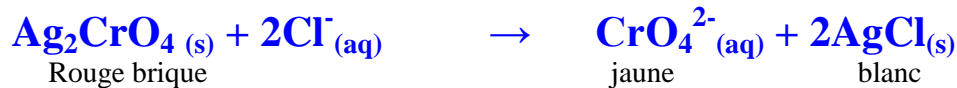
2.2.2 Ajouter, dans le second tube à essais, quelques gouttes d'une solution jaune de chromate de potassium (2 K⁺_(aq) + CrO₄²⁻_(aq)) à 0,10 mol.L⁻¹. Qu'observez-vous ? Ecrire l'équation bilan de la réaction.

Formation d'un précipité rouge.



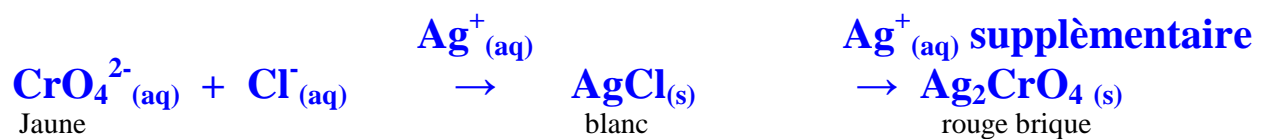
2.2.3 Dans le tube contenant le précipité rouge de chromate d'argent, ajouter goutte à goutte la solution de chlorure de sodium. Qu'observez-vous ? Ecrire l'équation bilan de la réaction.

Formation d'un précipité blanc dans une solution jaune.



- Préparer un tube à essais contenant 1,0 mL d'une solution jaune de chromate de potassium à $0,020 \text{ mol.L}^{-1}$ puis 1,0 mL d'une solution de chlorure de sodium à $0,10 \text{ mol.L}^{-1}$.
- 2.2.4 Ajouter alors goutte à goutte la solution de nitrate d'argent à $0,10 \text{ mol.L}^{-1}$. Décrire vos observations.

Formation d'un précipité blanc au début puis formation d'un précipité rouge brique par ajout supplémentaire de nitrate d'argent.



2.3. Mode opératoire

Proposer un mode opératoire pour doser un volume de $V_1 = 10,0 \text{ mL}$ d'eau de mer diluée de la solution S_1 . Faites le valider par le professeur. On s'attachera à bien expliquer comment repérer l'équivalence.

- Remplir la burette de solution de nitrate d'argent de concentration $C_2 = 0,10 \text{ mol.L}^{-1}$. Chasser la bulle d'air et faire le zéro.
- Introduire dans un bécher $V_1 = 10,0 \text{ mL}$ de l'eau de mer (solution de chlorure de sodium à doser), ajouter quelque goutte de solution de chromate de potassium.
- Dosage: Il se forme un précipité jaune à cause du chromate d'argent. L'équivalence est atteinte quand la coloration rouge orangé persiste. Verser la solution de nitrate d'argent et repérer l'équivalence.

Noter le volume obtenu V_e à l'équivalence : $V_e = \dots 5,0 \dots \text{ mL}$.

2.4. Exploitation des résultats

2.4.1 Ecrire l'équation de la réaction de dosage ainsi que la réaction de fin de dosage.

Réaction de dosage :



Réaction de fin de dosage



2.4.2 Définir l'équivalence et expliquer brièvement comment la déterminer. En déduire la relation à l'équivalence.

L'équivalence correspond à un changement de réactif limitant ou lorsque les réactifs ont été introduits en quantités stœchiométriques.

2.4.3 Calculer la concentration molaire volumique $[Cl^-]_{(aq)1}$ en ions chlorure de la solution S_1 . En déduire la concentration molaire volumique de l'eau de mer $[Cl^-]_{(aq)0}$.

D'après la question 2.4.2. et d'après les coefficients stœchiométriques de la réaction de dosage, à l'équivalence :

$$n_{Cl^-}(\text{initial}) = n_{Ag^+}(\text{ajouté})$$

Donc
$$[Cl^-]_{(aq)1} \times V_1 = [Ag^+]_{(aq)} \times V_e$$

$$[Cl^-]_{(aq)1} = [Ag^+]_{(aq)} \times V_e / V_1$$

AN :
$$[Cl^-]_{(aq)1} =$$

Donc
$$[Cl^-]_{(aq)0} = 10 \times [Cl^-]_{(aq)1} =$$

2.4.4 Calculer la concentration massiques $[Cl^-]_{(aq)m}$ en ions chlorure de l'eau de mer.
Donnée : $M(Cl) = 35,5 \text{ g.mol}^{-1}$.

$$[Cl^-]_{(aq)m} = [Cl^-]_{(aq)0} \times M(Cl)$$

$$[Cl^-]_{(aq)m} = 35 \text{ g.L}^{-1}$$

2.4.5 Mettre en œuvre un protocole pour déterminer la densité de l'eau de mer

Mesurer la masse m de $V = 100 \text{ mL}$ d'eau de mer

$$d_{\text{eau de mer}} = \rho_{\text{eau de mer}} / \rho_{\text{eau}} = m \times V / \rho_{\text{eau}}$$

AN :
$$d_{\text{eau de mer}} =$$

2.4.6 En déduire la masse d'ions chlorure dissoute par Litre d'eau de mer et la comparer au résultat précédent. **Donnée :** $M(Na) = 23 \text{ g.mol}^{-1}$

Si on considère que le surplus de masse provient uniquement de NaCl, alors la masse de sel contenue dans 1 L d'eau :

$$m_{NaCl} = m_{1L \text{ d'eau de mer}} - m_{1L \text{ d'eau}}$$

$$m_{NaCl} = d_{\text{eau de mer}} \times \rho_{\text{eau}} \times V_{\text{eau de mer}} - m_{1L \text{ d'eau}}$$

De plus : $m_{\text{Cl}^-} = n_{\text{NaCl}} \times M_{\text{Cl}^-}$ (car 1 NaCl libère 1 Cl⁻)

Ou encore : $m_{\text{Cl}^-} = (m_{\text{NaCl}} \times M_{\text{Cl}^-}) / M_{\text{NaCl}}$

Donc : $m_{\text{Cl}^-} = ((d_{\text{eau de mer}} \times \rho_{\text{eau}} \times V_{\text{eau de mer}} - m_{1\text{L d'eau}}) \times M_{\text{Cl}^-}) / M_{\text{NaCl}}$

AN : $m_{\text{Cl}^-} =$