Amérique du nord 2004
EXERCICE III - IONS CHLORURE DANS L'EAU DE MER (4 points)

L'Artémia est le nom scientifique d'un petit crustacé qui possède la particularité de pouvoir vivre dans des milieux très salés tels que certains lacs et marais salants. Pour se développer les Artémia ont besoin de vivre dans un milieu marin dont la teneur (ou la concentration massique) moyenne en ions chlorure Cl^- est supérieure à 30 $g.L^{-1}$. Dans ces conditions, leur développement n'est pas compromis car les prédateurs aquatiques ne supportent pas des conditions salines aussi élevées.

Avant d'implanter un élevage d'Artémia dans des marais salants du Sud de la France, on se propose de déterminer la concentration en ions chlorure d'un prélèvement d'eau d'un marais de la zone choisie. Cette eau contient exclusivement des ions sodium et des ions chlorure.

La méthode utilisée permet de doser les ions chlorure par précipitation avec les ions argent Ag^+. La réaction de précipitation $Ag^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)} = AgCl_{(s)}$ peut être considérée comme totale (taux d'avancement τ quasiment égal à 1). Le chlorure d'argent formé est un solide blanc.
L'équivalence du dosage sera déterminé de deux manières :

- en utilisant un indicateur coloré,
- en mesurant la conductivité lors du dosage.

Partie A : dosage colorimétrique

L'indicateur coloré de fin de réaction est préparé en dissolvant quelques grains de dichlorofluorescéine dans un mélange eau-éthanol (méthode de Fajans). La solution obtenue a une couleur jaune. La présence d'ions sodium Na^+, chlorure Cl^- ou nitrate (NO_3^-) ne modifie pas la couleur de la dichlorofluorescéine. Par contre, en présence d'ions Ag^+, la solution de dichlorofluorescéine prend une couleur rose-rouge.

1. Illustration du fonctionnement de l'indicateur coloré

On prépare deux tubes à essais, numérotés 1 et 2. Dans chaque tube, on mélange 2,0 mL de solution de chlorure de sodium ($Na^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$) de concentration 0,10 $mol.L^{-1}$ et quelques gouttes de solution de l'indicateur coloré préparé avec la dichlorofluorescéine.

- Dans le tube n°1, on ajoute 0,5 mL de solution de nitrate d'argent ($Ag^+_{(aq)} + NO_3^-{}_{(aq)}$) de concentration 0,10 $mol.L^{-1}$.
- Dans le tube n°2, on ajoute 2,2 mL de solution de nitrate d'argent de concentration 0,10 $mol.L^{-1}$.

a) Quel est le réactif en excès dans chacun des tubes ? Justifier.

b) Quel est l'aspect et la coloration du contenu de chaque tube ?

2. Principe du dosage

On veut doser un volume V_1 d'une solution S_1 d'ions chlorure par une solution S_2 de nitrate d'argent de concentration C_2.

a) Faire un schéma annoté du dispositif de titrage.

b) Définir l'équivalence et expliquer brièvement comment la déterminer.

3. Préparation de la solution à doser

En septembre 2003, après un été caniculaire, on a prélevé un échantillon d'eau dans un marais salant, de la zone prévue pour implanter l'élevage d'Artémia.
On dilue 10 fois cette eau pour obtenir la solution S_1 à doser.

a) On souhaite obtenir 50 mL de la solution S_1. Quel volume d'eau doit-on prélever ?

b) Désigner et nommer la verrerie à utiliser pour effectuer cette dilution.

Expliquer brièvement le mode opératoire.

4. Exploitation du dosage

On réalise le dosage d'un volume $V_1 = 10{,}0$ mL de solution S_1 par une solution S_2 de nitrate d'argent de concentration $C_2 = 1{,}00 \times 10^{-1}$ mol.L^{-1}. Le volume de nitrate d'argent versé à l'équivalence est : $V_E = 15{,}2$ mL.

a) Déterminer la concentration molaire des ions chlorure dans la solution S_1.

b) En déduire la concentration molaire des ions chlorure dans l'eau du marais.

c) Cette eau est-elle favorable au développement des Artémia ?

Donnée : masse molaire atomique du chlorure : M(Cl) = 35,5 g.mol^{-1}.

Partie B : dosage conductimétrique

Données :

Conductivité molaire ionique à 25 °C :

$\lambda(Cl^-) = 7{,}63 \times 10^{-3}$ S.m^2.mol^{-1} ; $\lambda(Ag^+) = 6{,}19 \times 10^{-3}$ S.m^2.mol^{-1}

$\lambda(NO_3^-) = 7{,}14 \times 10^{-3}$ S.m^2.mol^{-1} ; $\lambda(Na^+) = 5{,}01 \times 10^{-3}$ S.m^2.mol^{-1}

On a reporté en **annexe (à rendre avec la copie)**, l'évolution de la conductivité σ au cours du dosage en fonction du volume de nitrate d'argent versé.

1. Déterminer graphiquement sur l'**annexe** le point d'équivalence E du dosage.
2. Justifier, sans calculs, la diminution de la conductivité avant l'équivalence.
3. Justifier, sans calculs, l'augmentation de la conductivité après l'équivalence.

EXERCICE III - ANNEXE
(à rendre avec la copie)

Suivi par conductimétrie du dosage des ions chlorure

