





Restauration de la lagune

Mots clés : *Titration colorimétrique par précipitation*

Venise est une ville côtière du nord-est de l'Italie sur les rives de la mer Adriatique. Elle s'étend sur un ensemble de 121 petites îles séparées par un réseau de canaux, reliées par 435 ponts. Venise est renommée pour cet emplacement exceptionnel ainsi que pour son architecture et son patrimoine culturel, qui lui valent une inscription au patrimoine mondial de l'UNESCO.

Données

- Masse molaire atomique du chlore : $M(\text{Cl}) = 35,5 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$.
- Masse volumique de l'eau à 20°C : $\rho_{\text{eau}} = 1,0 \times 10^3 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$.
- Données issues des fiches de sécurité du fournisseur :

Produit chimique	Données
Nitrate d'argent	Solution à $0,100 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.  H290 : peut être corrosif pour les métaux. H315 : provoque une irritation cutanée. H319 : provoque une sévère irritation des yeux. H410 : très toxique pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme.
Chromate de potassium	Solution diluée à environ $0,2 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.  H317 : peut provoquer une allergie cutanée. H319 : provoque une sévère irritation des yeux. H340 : peut induire des anomalies génétiques. H350 : peut provoquer le cancer. H369 : peut nuire à la fertilité. Peut nuire au fœtus. H412 : nocif pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme.

La lagune est une des richesses de Venise. Il s'agit d'une étendue d'eau de 550 km^2 séparée de la mer Adriatique par un cordon littoral. Environ 8% de la surface de la lagune sont occupés par Venise et de nombreuses petites îles.

La lagune de Venise a subi de nombreuses interventions humaines qui ont conduit à l'augmentation de la salinité de l'eau et à la réduction de la surface occupée par les roseaux (la cannaie), habitat précieux pour des espèces vivantes protégées ou d'intérêt commercial (oiseaux, poissons).

Le projet « Life Lagoon Refresh » vise à recréer cet habitat perdu avec le temps. Mais la cannaie exige une valeur de salinité inférieure à 15. Celle-ci est proche de 30 au cœur de la lagune, soit une valeur très proche de celle de la mer (35 en moyenne).

Le projet « Life Lagoon Refresh » vise à faire baisser la valeur de la salinité dans la lagune, en y injectant l'eau douce du fleuve Sile quand cela est nécessaire. Un petit canal, opérationnel depuis mai 2020, permet une modulation du débit de l'eau en fonction de l'avancée du projet ou d'événements comme les grandes marées.



Cette partie s'intéresse à la détermination de la salinité d'un échantillon d'eau de la lagune de Venise.

La salinité désigne la concentration en masse de sels (composés ioniques) dissous dans l'eau liquide. Elle est exprimée en gramme de sels dissous par kilogramme d'eau, mais la valeur est notée sans unité. Ainsi la salinité moyenne de l'eau de mer vaut 35, ce qui signifie 35 g de sels dissous par kilogramme d'eau.

Actuellement, dans les laboratoires, la mesure de la salinité est réalisée par conductimétrie. Une autre méthode, utilisée auparavant, consiste en un titrage colorimétrique des ions halogénures (Cl^- , Br^- , etc.). Celle-ci sera employée ici.

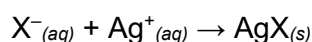
En effet les proportions des constituants principaux de l'eau de mer sont quasiment constantes. Le seul dosage de l'un d'entre eux permet donc de déduire la concentration de tous les autres, et une valeur de la salinité.

La relation entre la salinité S et la chlorinité Ch a été définie en 1902 à partir des analyses de nombreux échantillons provenant de toutes les mers du monde. La chlorinité caractérise la quantité d'ions halogénure (Cl^- , Br^- , etc.) dans l'eau ; elle est exprimée en masse équivalente d'ions chlorure par kilogramme d'eau. La relation entre la salinité et la chlorinité est la suivante :

$$S = 0,030 + 1,805 \times Ch$$

On suppose que cette relation est valable pour l'eau de la lagune, dont la composition est considérée comme proche de celle d'une eau de mer.

On réalise un titrage direct des ions halogénure par les ions argent Ag^+ . On note X^- les ions halogénures (Cl^- , Br^- , etc.). L'équation de la réaction de titrage des ions halogénure est la suivante :



À partir du prélèvement de l'eau de la lagune, noté (A), on prépare une solution diluée au 1/20ème pour réaliser le titrage. La solution diluée est notée (B).

1) Donner le protocole expérimental permettant de préparer 200 mL de la solution diluée (B), en précisant les caractéristiques de la verrerie utilisée.

2) Dans un erlenmeyer de 100 mL, on introduit un volume $V_B = 50,0$ mL de la solution (B). On ajoute un volume $V_1 = 2$ mL d'une solution aqueuse de chromate de potassium ($2\text{K}^+_{(aq)} + \text{CrO}_4^{2-}_{(aq)}$), de concentration $C_1 = 0,2 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$: il s'agit de l'indicateur de fin de titrage. Sous agitation magnétique, on titre la solution par du nitrate d'argent ($\text{Ag}^+_{(aq)} + \text{NO}_3^-_{(aq)}$) de concentration $C_0 = 0,100 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.

L'équivalence est atteinte lorsqu'apparaît la coloration orange de l'indicateur et que cette coloration persiste 30 s.

Le volume versé à l'équivalence est $VE = 11,20$ mL.

2.1. En utilisant les données issues des fiches de sécurité, indiquer les précautions nécessaires pour réaliser le titrage.

2.2. Indiquer quel est l'élément de verrerie à utiliser pour prélever le volume V_B . Même question pour le volume V_1 . Justifier.

2.3. Réaliser le schéma légendé du montage utilisé lors du titrage.

2.4. Définir l'équivalence lors d'un titrage.

2.5. Déterminer la valeur de la concentration molaire (ou concentration en quantité de matière) C_B en ions halogénure X^- dans la solution diluée (B).

3) On cherche à évaluer l'incertitude-type sur la concentration C_B .

L'incertitude-type $u(V_B)$ sur la prise d'essai de solution (B) est de 0,05 mL. On estime que l'incertitude-type $u(V_E)$ sur la détermination du volume équivalent V_E vaut 0,05 mL.

On estime que l'incertitude-type $u(C_0)$ sur la concentration de la solution de nitrate d'argent est $u(C_0) = 0,001 \text{ mol.L}^{-1}$.

L'incertitude-type sur la mesure de la concentration en ions halogénure $u(C_B)$ est donnée par la relation :

$$u(C_B) = C_B \times \sqrt{\left(\frac{u(V_B)}{V_B}\right)^2 + \left(\frac{u(V_E)}{V_E}\right)^2 + \left(\frac{u(C_0)}{C_0}\right)^2}$$

Calculer $u(C_B)$ puis exprimer le résultat de la mesure avec le nombre de chiffres significatifs adapté.

4) Calculer la valeur de la concentration molaire C_A en ions halogénure de l'échantillon d'eau de la lagune de Venise.

5) Par définition, la chloronité Ch est exprimée en masse équivalente d'ions chlorure par kilogramme d'eau.

On suppose que la masse volumique de l'eau salée est approximativement égale à $1,03 \text{ kg.L}^{-1}$.

À partir de la définition de la chloronité Ch et en considérant que la concentration en quantité de matière en ions chlorure est égale à C_A , montrer que la chloronité Ch vaut $15,4 \text{ g}$ par kilogramme d'eau.

6) En déduire la valeur de la salinité S de l'eau de la lagune au moment du prélèvement.

7) Conclure sur les conditions de développement de la cannaie.