



Printemps des Sciences 2025

PROJET DE COMMUNICATION SCIENTIFIQUE CHIM-F-328

MET'EAUX : TITRAGE ET ECHANGE D'IONS

RAYMAKERS ELISE
POPOVITCH KATIA

VANDEZANDE NICOLAÏ
PEREIRA DANIELA

ENCADRANT : M. DONEUX THOMAS

CO-TITULAIRES : LELOUP JEAN-CHRISTOPHE ET DE DECKER YANNICK

Table des matières

1	Introduction.....	
	a. Analyse qualitative et purification de l'eau.....	p. 2
	b. Dosage complexométrique de l'ion calcium.....	p. 3
2	Mode opératoires.....	
	a. Analyse qualitative et purification de l'eau.....	p. 5
	b. Dosage complexométrique de l'ion calcium.....	p. 7
3	Rapport.....	
	a. Analyse qualitative et purification de l'eau.....	p. 8
	b. Dosage complexométrique de l'ion calcium.....	p. 9
4	Bibliographie.....	p. 11



1. Introduction

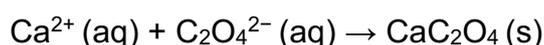
a. Analyse qualitative et purification de l'eau

Pendant cet atelier, les étudiants vont découvrir différents ions se trouvant dans l'eau et en particulier, mettre en évidence les ions calcium (Ca^{2+}). L'eau est une source importante de minéraux qui aident à prévenir certaines carences nutritionnelles. Le calcium en particulier va maintenir la densité osseuse et éviter l'ostéoporose par exemple.

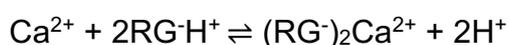
Ils auront aussi l'opportunité d'apprendre d'où peuvent venir les ions qui sont présents dans l'eau. On abordera le complexe argilo-humique présent dans le sol, qui contient les ions.

On illustrera l'exemple du passage des ions calcium présents dans la terre de jardin vers l'eau lors du passage de l'eau à travers la terre. Cette expérience illustre le rôle du sol en tant qu'échangeur d'ions. L'échange n'est possible que si un ion est déjà présent dans la solution aqueuse. Pour démontrer ceci on effectue deux expériences, une avec de l'eau déminéralisé et une avec une solution de KCl dans de l'eau déminéralisée.

Pour mettre en évidence la présence d'ions Ca^{2+} , on va utiliser une solution d'oxalate d'ammonium 0,35M ($(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$). L'oxalate va se lier aux ions calcium afin de former un complexe insoluble dans l'eau. La réaction est la suivante:



Après l'introduction d'ions dans l'eau on va aussi pouvoir illustrer comment la purification de l'eau est possible avec la méthode des résines échangeuses d'ions, celle-ci reprend les mêmes notions vues avec la terre. La résine utilisée, est un polymère sur lequel sont greffés soit des groupements acides pour les échangeuses de cations soit des groupements basiques pour les échangeuses d'anions. Dans notre expérience l'échange concerne des cations donc nous choisirons une résine comportant un groupement acide chargé négativement. Celui-ci va pouvoir s'associer à des cations par attraction électrostatique. On va conditionner notre résine sous forme H^+ , un cation déjà retrouvé dans l'eau. L'échange est illustré par l'équation suivante:



avec G^- est le groupement acide qui va retenir les cations (H^+ et Ca^{2+}) et R est la résine polymérique.

b. Dosage complexométrique de l'ion calcium

Cet atelier introduira la notion de dureté de l'eau aux étudiants et leur permettra d'effectuer une analyse volumétrique, un titrage, pour déterminer la concentration en ions calcium dans l'eau. Chaque groupe titrera une eau différente (dont la concentration en calcium varie) parmi ces trois eaux : l'eau de ville, l'eau Vittel et l'eau Evian. À partir des données expérimentales obtenues, chaque groupe devra identifier l'eau qu'il a titrée.

Le titrage réalisé est un dosage complexométrique avec le sel disodique l'EDTA (acide éthylènediaminetétraacétique)

L'EDTA est un puissant agent complexant qui a la capacité de former des complexes stables avec des ions métalliques tel que les ions calcium (Ca^{2+}) en jouant le rôle de ligand.

Un titrage permet de déterminer la concentration d'une substance chimique (analyte) dans une solution de concentration inconnue. Dans cette expérience en connaissant la quantité d'EDTA nécessaire pour complexer tous les ions calcium présents dans l'eau, il est possible de trouver la concentration en ions calcium dans l'eau grâce à la formule d'équivalence.

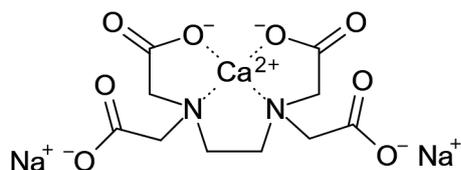
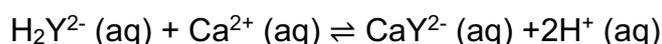


Figure 1: Complexe EDTA disodique et ion calcium

Équations de la réaction :



En conclusion cet atelier permet aux étudiants de comprendre les processus chimiques essentiels tel que la précipitation en explorant des concepts tels que les échanges d'ions, la source des ions dans l'eau et la purification de l'eau. Ils effectueront également un titrage pour déterminer la concentration en calcium d'une eau, ce qui permettra d'introduire diverses notions importantes aux étudiants telles que la dureté de l'eau, les équilibres chimiques et équivalences, ce qu'est un indicateur coloré, l'utilité d'un tampons, les complexes etc.





Analyse qualitative

Mode opératoire

1^{ère} partie: Introduction des ions calcium (Ca^{2+})

Avec l'eau distillée

1. Dans un bécher de 50 mL, placer deux cuillères de « terre de jardin » et ajouter 10 mL d'eau distillée. Agiter pendant quelques secondes
2. Placer un papier filtre dans un entonnoir en verre placé dans un grand tube à essai marqué (1). Filtrer le mélange.
3. Verser une partie de la solution du grand tube (1) dans un petit tube à essai marqué (1). Dans ce tube ajouter 4-5 gouttes d'une solution d'oxalate d'ammonium 0,35 M.
4. Observer s'il y a formation de précipité

Avec une solution de KCl 1M

1. Dans un bécher de 50 mL, placer deux cuillères de « terre de jardin » et ajouter 10 mL de solution de KCl 1M. Agiter pendant quelques secondes
2. Placer un papier filtre dans un entonnoir en verre placé dans un grand tube à essai marqué (2). Filtrer le mélange.
3. Verser une partie de la solution dans un petit tube à essai marqué (2). Dans ce tube ajouter 4-5 gouttes d'une solution d'oxalate d'ammonium 0,35 M.
4. Observer s'il y a formation de précipité





Purification de l'eau

Mode opératoire

2^{ème} partie : Purification de l'eau

Pour conditionner la résine sous forme de H⁺

1. Remplir la colonne avec 2-3 cuillères de résine échangeuse de cations, ensuite les mettre en contact avec de l'eau .
2. Conditionner la résine en passant 10 ml de HCl 2 M.
3. Boucher la colonne et introduire une petite quantité de HCl 2M afin d'éviter que la résine ne se dessèche.

Pour purifier l'eau

1. Enlever le bouchon et laisser passer le reste de HCl 2M dans un bécher marqué (X)
2. Passer le reste de l'eau contenu dans le grand tube à essai marqué (2) dans la résine lentement.
3. Recueillir l'éluant dans un petit tube à essai marqué (3)
4. Ajouter 4-5 gouttes d'oxalate d'ammonium dans le petit tube (3).
Observer si un précipité est formé.





Dosage complexométrique de l'ion calcium

Mode opératoire

Eau de ville, eau Vittel et eau Evian :

1. Dans un erlenmeyer de 250 mL, ajouter le volume d'eau correspondant au numéro indiqué sur votre bécher, comme indiqué ci-dessous :

n° 1 : 100 mL

n° 2 : 40 mL

n° 3 : 100 mL

Le volume d'eau doit être versé à l'aide d'un verre à pied de 50 mL.

2. Ajouter 2 mL de tampon à pH 10 avec un verre à pied de 10 mL.
3. Ajouter 10 gouttes de l'indicateur calmagite.
4. Ajouter 2 mL de complexe EDTA-Mg avec un verre à pied de 10 mL.
5. Remplissez la burette avec la solution d'EDTA 0,01 M et la mettre à zéro.
6. Ajouter lentement la solution d'EDTA. Agiter constamment pour homogénéiser le contenu de la solution. Arrêter l'ajout d'EDTA dès qu'une coloration mauve persistante apparaît. Le changement de coloration (rose à mauve) indique le point d'équivalence.
7. Noter la valeur du volume nécessaire pour atteindre le point d'équivalence.



3. Rapports

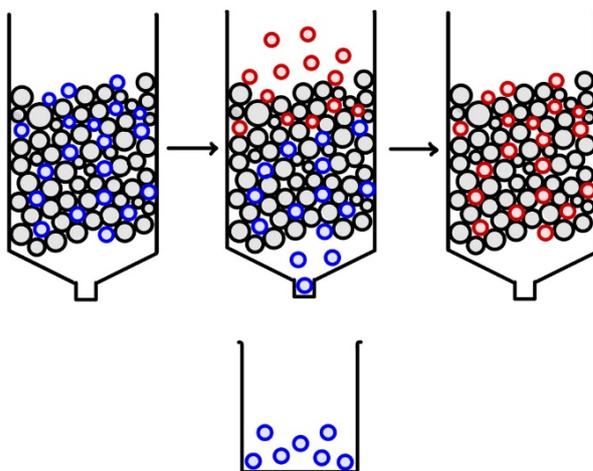
a. Analyse qualitative et purification de l'eau

1^{ère} partie: Introduction des ions calcium (Ca^{2+})

- 1) Lors de l'ajout de l'oxalate d'ammonium au solution d'eau distillé + terre, est-ce qu'un précipité s'est formé ? Si oui, décrivez-en l'aspect.
- 2) Lors de l'ajout de l'oxalate d'ammonium à la solution KCl + terre, est-ce qu'un précipité s'est formé ? Si oui, décrivez-en l'aspect.
- 3) Comparez l'aspect des deux précipités formés et donnez une courte explication

2^{ème} partie : Purification de l'eau

- 1) Expliquez ce que chaque bille représente et leur charge :
(Exemple : Bille orange = ion de potassium de charge +1)



b. Dosage complexométrique de l'ion calcium

N° de l'eau :

Donnez le volume à l'équivalence que vous avez obtenu :

1) $V_{EDTA} =$

2) $V_{EDTA} =$

Calculer la concentration en ion calcium de votre eau :

$$C_{Ca^{2+}} = \frac{C_{EDTA} V_{EDTA}}{V_{eau}} =$$

C_{EDTA} : Concentration de la solution d'EDTA

V_{EDTA} : Volume de la solution titrante d'EDTA à l'équivalence

V_{eau} : Volume de l'eau

$C_{Ca^{2+}}$: Concentration en ions calcium

Calculer la dureté de l'eau en mg/L :

$$Dureté\ de\ l'eau = C_{Ca^{2+}} \cdot 1000 \cdot M_{Ca^{2+}} =$$

$C_{Ca^{2+}}$: Concentration en ions calcium

$M_{Ca^{2+}}$: masse molaire du Ca^{2+} ($M_{Ca^{2+}} = 40,078\ g/mol$)

Calculer la dureté de l'eau en degré français :

N.B. : 1 °f correspond à 4 mg/L de calcium.



Dans le tableau ci-dessous :

- Cochez la case qui correspond au type de dureté de votre eau
- À votre avis de quelle eau s'agit-il ? De l'eau de ville, de la Vittel ou de l'Evian ?

°f	0 à 8	8 à 15	15 à 30	30 et plus
Dureté de l'eau	Très douce	Douce	Moyennement dure	Très dure
Eau n° <input type="text"/>				

Il s'agit de l'eau :



4. Bibliographie

- 1) Skoog, D. A., & West, D. M. (2015). *Chimie analytique*. De Boeck Supérieur.
- 2) Fascicule de labo de BA1 chimie générale

