

TP N° 03. DETERMINATION DE LA DURETE D'UNE EAU DE ROBINET

1. INTRODUCTION

Le titre hydrotimétrique (TH), ou dureté de l'eau est l'indicateur de la minéralisation de l'eau. Elle est surtout due aux ions calcium, Ca^{2+} , et magnésium, Mg^{2+} . On la mesure à l'aide du degré hydrotimétrique, défini comme suit:

Un degré ($^{\circ}\text{TH}$) correspond à une concentration molaire totale en ions Mg^{2+} et Ca^{2+} de $1,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$.

A noter que les eaux usuelles ont un $^{\circ}\text{TH}$ compris entre 0 et 50. (si le $^{\circ}\text{TH}$ est nul, cela signifie que l'eau considérée ne contient aucun ion calcium et magnésium). A l'inverse, on estime que si le $^{\circ}\text{TH}$ est supérieur à 30 l'eau est considérée comme dure.

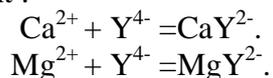
2. BUT DU TP

- Déterminer la dureté totale d'une eau de robinet par la méthode complexométrique.

3. PRINCIPE

Le dosage s'effectue par titrage. Il utilise la réaction de complexation entre les ions Mg^{2+} et Ca^{2+} et l'ion éthylène diamine tétraacétate (EDTA) qui sera noté Y^{4-} .

Les réactions supports du titrage sont :



Elles s'effectuent simultanément.

L'ion Ca^{2+} (ou Mg^{2+}) donne avec l'EDTA (Y^{4-}) un ion complexe incolore, très stable noté CaY^{2-} (ou bien MgY^{2-} dans le cas de l'ion Mg^{2+}).

Compte tenu de l'absence de teinte des ions Ca^{2+} (Mg^{2+}) et de l'ion complexe formé, le repérage de l'équivalence nécessite l'utilisation d'un indicateur coloré : le noir ériochrome T.

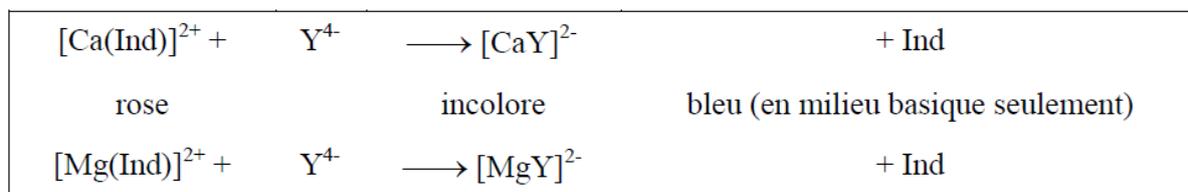
En l'absence d'ion Y^{4-} , le noir ériochrome T (noté Ind) forme avec l'ion Ca^{2+} (Mg^{2+}) un complexe coloré rose $\text{Ca}(\text{Ind})^{2+}$.

Le principe du dosage est le suivant :

On introduit une prise d'essai de volume connu d'eau à titrer dans une solution dont le pH est voisin de 10 ; on ajoute alors très peu de NET. Le mélange prend une teinte rose en raison de la formation des complexes $[\text{Ca}(\text{Ind})]^{2+}$ et $[\text{Mg}(\text{Ind})]^{2+}$.

On ajoute ensuite progressivement la solution titrante d'EDTA au mélange, à l'aide d'une burette graduée. Il y a formation des complexes incolores $[\text{CaY}]^{2-}$ et $[\text{MgY}]^{2-}$.

A l'équivalence, lorsque tous les ions calcium et magnésium ont été consommés, l'EDTA réagit avec les complexes $[\text{Ca}(\text{Ind})]^{2+}$ et $[\text{Mg}(\text{Ind})]^{2+}$ selon les réactions d'équation :



Détection de l'équivalence :

La fin du dosage est repérée par l'intermédiaire de l'indicateur de fin de réaction NET par virage de couleur du rose au bleu.

4. PRODUITS ET MATERIEL NECESSAIRES

☐ Produits

- Solution tampon de pH 10
- Solution d'EDTA à $1,0 \cdot 10^{-2}$ M
- Solution de NET
- Eau du robinet dont il faudra déterminer la dureté

☐ Matériel

- burette graduée
- bécher (200 mL) ou erlenmeyer (100mL)
- pipette jaugée ou graduée (10 mL)
- entonnoir
- pissette d'eau distillée
- agitateur magnétique + barreau aimanté

5. MODE OPERATOIRE

- Dans un erlenmeyer, introduire, avec une pipette jaugée 10,0 mL d'eau de robinet, puis avec une éprouvette graduée 5 mL de solution de tampon de pH = 10 et enfin 5 gouttes de la solution alcoolique de Noir d'Eriochrome T.

- Tout en agitant constamment, doser cette prise d'essai à l'aide de la solution d'EDTA à 0,010 M placée dans la burette, jusqu'au virage de couleur de la solution du rose au bleu.

- Refaire un dosage précis. Noter le volume versé à l'équivalence V_E .

6. QUESTIONS

1. À quoi est due la dureté de l'eau?

2. Les ions calcium et magnésium peuvent former des complexes avec le NET et l'EDTA. Avec qui forment-ils préférentiellement un complexe ?

3. L'étiquette d'une bouteille d'eau minérale présente les indications suivantes : Mg^{2+} : 84 mg/L ; Ca^{2+} 486 mg/L. Déterminer la dureté de cette eau.

4. Qu'est ce qu'une solution tampon ? Quel est l'intérêt de travailler dans un milieu tampon ammoniacal?

5. calculer le °TH de cette eau.

6. Qualifier la dureté de cette eau.