

2 Dureté de l'eau

OBJECTIF

Contrôler la qualité de l'eau du robinet et l'efficacité des carafes filtrantes.



Fig. 1 Carafe filtrante.

La dureté d'une eau traduit sa teneur en ions calcium et magnésium. Une eau trop dure entraîne un entartrage des canalisations et de l'électroménager. Pour traiter cette eau, il est possible d'utiliser une carafe filtrante. Une dureté raisonnable se situe entre 15 et 25 °f (degré français). Un degré français est tel que la somme des concentrations en ions calcium et magnésium est : $[\text{Ca}^{2+}] + [\text{Mg}^{2+}] = 1,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$.

Les ions calcium Ca^{2+} et magnésium Mg^{2+} donnent avec l'EDTA, noté Y^{4-} , des ions incolores selon les réactions : $\text{Ca}^{2+} + \text{Y}^{4-} \rightleftharpoons [\text{CaY}]^{2-}$ et $\text{Mg}^{2+} + \text{Y}^{4-} \rightleftharpoons [\text{MgY}]^{2-}$.

Ces réactions seront les réactions de support du titrage de la dureté de l'eau.

PROTOCOLE

1 Étude de l'indicateur de fin de réaction

- ▶ Introduire 2 mL de solution tampon pH = 10 dans trois tubes à essais numérotés ①, ② et ③.
- ▶ Ajouter plusieurs gouttes de NET dans chaque tube ; la couleur doit être franche.
- ▶ Le tube ① sera le tube témoin de la couleur du NET « libre », conservez-le.
- ▶ Dans les tubes ② et ③, ajouter 1 mL de solution de sulfate de magnésium de concentration $0,01 \text{ mol.L}^{-1}$. Le tube ② sera conservé comme témoin de la couleur des ions $[\text{Mg}(\text{NET})]^{2+}$.
- ▶ Dans le tube ③, ajouter de l'EDTA goutte à goutte, jusqu'à observer un changement de coloration.

2 Titrage des ions Ca^{2+} et Mg^{2+} dans l'eau du robinet

- ▶ Remplir la burette graduée avec la solution d'EDTA de concentration $c_2 = (0,010 \pm 0,001) \text{ mol.L}^{-1}$.
- ▶ Prélever $V_1 = 10,0 \text{ mL}$ d'eau du robinet et l'introduire dans un erlenmeyer.
- ▶ Ajouter environ 20 mL de solution tampon de pH = 10 mesurés avec une éprouvette graduée, puis de la solution de NET jusqu'à avoir une teinte franche.
- ▶ Réaliser un premier titrage rapide avec l'EDTA, puis un second précis.
- ▶ Noter la valeur V_E du volume de solution d'EDTA versé à l'équivalence.

3 Titrage de la dureté de l'eau filtrée par une carafe

- ▶ Recommencer l'expérience 2 en remplaçant l'eau du robinet par de l'eau du robinet filtrée.

- a Écrire la relation, à l'équivalence, entre la quantité de matière d'EDTA versée et les quantités de matière initiales d'ions Ca^{2+} et Mg^{2+} .
- b En déduire la valeur de la somme des concentrations en ions Ca^{2+} et Mg^{2+} dans l'eau du robinet avant et après filtration.
- c Calculer, pour chaque eau, la dureté de l'eau D en degré français et son incertitude relative sachant que :

$$\frac{\Delta D}{D} = \left(\frac{\Delta c_2}{c_2} + \frac{\Delta V_E}{V_E} + \frac{\Delta V_1}{V_1} \right)$$

Utiliser la précision indiquée sur la verrerie ou considérer qu'elle est précise à 0,5 % près.

- d Conclure quant à la conformité de l'eau du robinet vis-à-vis des normes fixées par la législation française et quant à l'efficacité du traitement par la carafe filtrante.

Matériel

Au bureau

- Solution d'EDTA à 0,010 mol/L (la mettre à pH=10)
- Solution de sulfate de magnésium à 0.01 mol/L + becher étiqueté
- Solution tampon pH=10 (tampon ammoniacal) (30 mL par groupe soit 300 mL)
Pour faire la solution tampon pH=10
(250 mL solution d'ammoniac à 1 mol/L + 250 mL d'une solution de chlorure d'ammonium à 1 mol/L)
 - o Solution d'ammoniac à 1,0 mol/L à partir d'une solution à 32%, mettre 25mL dans 500mL d'eau
 - o Solution de chlorure d'ammonium à 1 mol/L (500mL)
 - o Mélanger les deux solutions pour avoir une solution tampon pH=10
- NET mélangé avec du sel (1% dans NaCl)
 - Une spatule pour le NET
 - Une bouteille d'eau distillée

Table élèves : Installer le matériel à leurs tables si possible.

- tubes à essais + portes tubes
- Crayons pour écrire sur la verrerie
- Montage pour dosage : burettes, agitateurs magnétiques
- 1 Pipettes de 10mL + propipettes
- 1 Eprouvettes graduées 20 mL environ
- 2 grands becher par groupe (10 groupes)
- 3 béchers moyens par groupe
- Eau distillée en pissette