**Antilles - Guyane 2009**

## EXERCICE III. UNE CARAFE FILTRANTE PERMET-ELLE DE DIMINUER LA DURETÉ D'UNE EAU ? (4 points)

La dureté de l'eau ou titre hydrotimétrique (TH) est l'indicateur de la minéralisation de l'eau.
Elle est surtout due aux ions calcium et magnésium.
En France, le titre hydrotimétrique (TH) s'exprime en degré français (°f).

**1°f correspond à $10^{-4}$ mol.L$^{-1}$ d'ions calcium ($Ca^{2+}$) et magnésium ($Mg^{2+}$).**

*Le tableau ci-après permet de caractériser la dureté d'une eau en fonction de son TH :*

| TH(°f) | 0 à7 | 7à15 | 15 à 25 | 25 à 42 | supérieur à 42 |
|---|---|---|---|---|---|
| Eau | très douce | douce | moyennement dure | dure | très dure |

La dureté d'une eau se détermine grâce à un titrage complexométrique par l'EDTA (acide EthylèneDiamineTétraAcétique) en présence d'un indicateur coloré de fin de réaction et de solution tampon permettant de maintenir le pH de la solution entre 9 et 10.

On souhaite donc comparer la dureté de l'eau du robinet (appelée eau n°1) à celle obtenue après filtration avec une carafe (appelée eau n°2).



On réalise alors deux titrages :

- un titrage d'un volume V = 20,0 mL d'eau n°1 ;
- un titrage d'un volume V = 20,0 mL d'eau n°2.

La concentration de la solution d'EDTA utilisée est $c = 1{,}0 \times 10^{-2}$ mol.L$^{-1}$.

Les résultats obtenus sont les suivants :

| | Eau non filtrée (eau n°1) | Eau filtrée (eau n°2) |
|---|---|---|
| Volume $V_E$ (en mL) d'EDTA versé pour atteindre l'équivalence | 6,7 | 2,9 |

**1.** Quelle verrerie doit-on utiliser pour prélever le volume V = 20,0 mL d'eau à doser ?

**2.** En milieu basique l'EDTA contient des ions $Y^{4-}$ qui réagissent avec les ions calcium ($Ca^{2+}$) et les ions magnésium ($Mg^{2+}$) selon les équations :

$$Ca^{2+}\ (aq) + Y^{4-}\ (aq) = CaY^{2-}\ (aq)$$
$$Mg^{2+}\ (aq) + Y^{4-}\ (aq) = MgY^{2-}\ (aq)$$

Cela signifie donc que la quantité d'EDTA versé sert à doser les quantités d'ions $Ca^{2+}$ et $Mg^{2+}$ présents dans le volume V d'eau titrée.

2.1 Ce titrage est-il direct ou indirect ? Justifier.

2.2 Si $n(Ca^{2+})$ et $n(Mg^{2+})$ désignent respectivement les quantités d'ions $Ca^{2+}$ et $Mg^{2+}$ présentes dans le volume $V$ d'eau titrée et si $n$(EDTA) désigne la quantité d'ions $Y^{4-}$ versés pour atteindre l'équivalence, quelle relation lie ces trois quantités ?

**3.** Quelle est la relation existant entre [$Ca^{2+}$ (aq)], [$Mg^{2+}$ (aq)], $V$, $c$ et $V_E$ ?

## 4. Efficacité de la carafe filtrante

4.1. Calculer en $mol.L^{-1}$ la valeur de la somme $[Ca^{2+}(aq)] + [Mg^{2+}(aq)]$ pour l'eau n°1 et l'eau n°2.

4.2. En déduire le TH exprimé en degré français (°f) de l'eau non filtrée (eau n°1) et le TH de l'eau filtrée (eau n°2).

4.3. Quelle est l'eau la plus dure ? Justifier.

4.4. Conclure sur l'efficacité de la carafe.

**5.** *Certaines eaux minérales sont conseillées pour la préparation des biberons des bébés car elles sont faiblement minéralisées. Sur l'étiquette de l'une d'entre elles on trouve les indications :*

*Ions calcium : 78 $mg.L^{-1}$*

*Ions magnésium : 24 $mg.L^{-1}$*

Déterminer le titre hydrotimétrique (en °f) de l'eau minérale considérée et le comparer à celui de l'eau filtrée avec la carafe.

*Données :*

| *Élément* | *Mg* | *Ca* |
|---|---|---|
| *Masse molaire atomique (en $g.mol^{-1}$ )* | *24,3* | *40,1* |