EXERCICE B (5 points)
BESOINS EN MAGNÉSIUM

Le magnésium est un oligoélément indispensable à notre organisme. Il intervient dans le bon fonctionnement des systèmes musculaires et nerveux, la santé osseuse et la synthèse des protéines et de l'ADN. L'organisme humain ne peut pas produire ses propres réserves de magnésium aussi faut-il lui en apporter par le biais de l'alimentation.
En France, pour un adulte, l'Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'Alimentation, de l'Environnement et du Travail (ANSES) a conseillé un apport en magnésium de 6 mg/jour/kg.

Les cartouches « Edition Mg^{2+} » disponibles pour des carafes filtrantes permettraient de faire consommer une eau enrichie en magnésium.

Dans une cartouche filtrante « Edition Mg^{2+} », l'eau passe notamment par une résine échangeuse d'ions qui va éliminer le tartre et les métaux lourds ; les ions calcium présents dans l'eau sont alors remplacés par des ions magnésium […]

D'après https://www.bwt.com/fr-fr/

Le but de cet exercice est de vérifier l'efficacité de ces cartouches filtrantes relative au remplacement des ions calcium par des ions magnésium.



Données

- Masses molaires : $M(Mg) = 24{,}3\ g \cdot mol^{-1}$ $M(Ca) = 40{,}1\ g \cdot mol^{-1}$
- Méthode de détermination de la concentration totale en ions magnésium et calcium.

  La concentration totale en ions magnésium et en ions calcium d'une eau peut être déterminée grâce à un titrage par l'EDTA (acide éthylènediaminetétraacétique) en présence d'un indicateur coloré de fin de réaction et d'une solution tampon permettant de maintenir le *pH* de la solution entre 9 et 10.
  La concentration de la solution d'EDTA utilisée est $c = 1{,}0 \times 10^{-2}\ mol \cdot L^{-1}$.

  En milieu basique, l'EDTA contient des ions Y^{4-} (ions éthylènediaminetétraacétate) qui réagissent avec les ions magnésium (Mg^{2+}) et avec les ions calcium (Ca^{2+}). Ces transformations chimiques sont modélisables par deux réactions représentées par les équations suivantes :

  $$Mg^{2+}(aq) + Y^{4-}(aq) \rightarrow MgY^{2-}(aq)$$

  $$Ca^{2+}(aq) + Y^{4-}(aq) \rightarrow CaY^{2-}(aq)$$

- Méthode de détermination de la concentration en ions calcium

  La concentration en ions calcium d'une eau est déterminée grâce à un titrage par l'EDTA, à un *pH* supérieur à 12, en présence d'un indicateur coloré de fin de réaction. Dans ce domaine de *pH*, les ions magnésium forment un précipité.
  La concentration de la solution d'EDTA utilisée est $c = 1{,}0 \times 10^{-2}\ mol \cdot L^{-1}$.
  La réaction, support du titrage, modélisant la transformation s'écrit :

  $$Ca^{2+}(aq) + Y^{4-}(aq) \rightarrow CaY^{2-}(aq)$$

Sur de l'eau obtenue après filtration avec une carafe munie de la cartouche « Edition Mg^{2+} », on réalise les deux titrages décrits pour déterminer les concentrations des ions magnésium et calcium d'une part et les ions calcium seuls d'autre part.
Les deux titrages sont réalisés sur un volume V = 100,0 mL d'eau filtrée.

Les résultats obtenus sont les suivants :

Volumes d'EDTA versés	Eau filtrée
Volume V_E (en mL) d'EDTA versé pour atteindre l'équivalence lors du titrage des ions calcium	8,8
Volume V_E (en mL) d'EDTA versé pour atteindre l'équivalence lors du titrage des ions magnésium et des ions calcium	10,8

1. Réaliser le schéma légendé du montage permettant de réaliser le titrage des ions calcium présents dans une eau.

2. Pourquoi le titrage des ions calcium seuls est-il réalisé à un *pH* supérieur à 12 ?

3. Déterminer la concentration en quantité de matière en ions calcium de l'eau filtrée.

4. Montrer que la concentration en quantité de matière en ions magnésium est égale à 0,20 $mmol \cdot L^{-1}$.

Un technicien de laboratoire procède à l'analyse de l'eau du robinet non filtrée et fournit les résultats suivants :

Concentrations en quantité de matière	Eau non filtrée
Concentration en quantité de matière des ions calcium	2,2 $mmol \cdot L^{-1}$
Concentration en quantité de matière des ions calcium et magnésium	2,3 $mmol \cdot L^{-1}$

5. Les résultats obtenus sont-ils en accord avec les propriétés annoncées pour la carafe filtrante munie de la cartouche « Edition Mg^{2+} » ?

6. Un adulte de masse 70 kg peut-il couvrir ses besoins journaliers en magnésium en consommant uniquement de l'eau filtrée ?