# Spécialité : Choix d'un adoucisseur d'eau

Bac S 2018 Liban (ancien programme) · Exercice 4 **5 points** **Durée conseillée 50 min**

**Q** Question préliminaire. Faire un schéma légendé du montage utilisé lors du titrage effectué par le technicien, en précisant les solutions présentes.

**Données utiles** prise d'essai : $20{,}0$ mL d'eau ; EDTA : $c = 5{,}00 \times 10^{-3}\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ; $50$ mL de solution tampon pH 10 ; noir ériochrome T (NET)

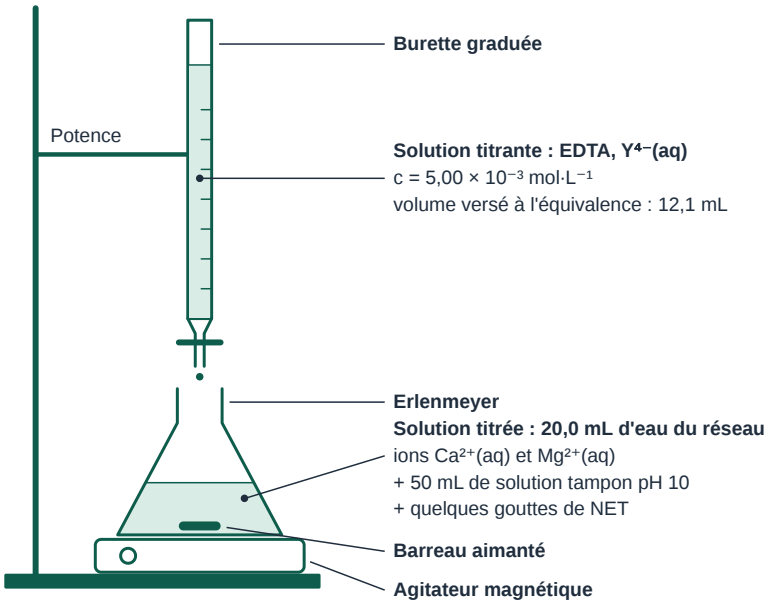
La solution d'EDTA a une concentration connue : c'est la solution titrante, placée dans la burette graduée.

L'eau du réseau contient les ions $\text{Ca}^{2+}$ et $\text{Mg}^{2+}$ dont on cherche la concentration totale : c'est la solution titrée, placée dans l'erlenmeyer avec la solution tampon et l'indicateur coloré, sous agitation magnétique.

Burette : solution d'EDTA $\text{Y}^{4-}\,(\text{aq})$. Erlenmeyer : $20{,}0$ mL d'eau du réseau, solution tampon pH 10 et quelques gouttes de NET (schéma ci-dessous).

**PIÈGE**
Un schéma sans le nom des solutions ne rapporte pas tous les points : la question demande ce que contiennent la burette et l'erlenmeyer, pas seulement la verrerie.

**COMPRENDRE**
Les $20{,}0$ mL d'eau se prélèvent à la pipette jaugée. Le tampon et l'indicateur n'entrent pas dans le calcul : une éprouvette suffit pour les $50$ mL.




**Q** · Montage du titrage de l'eau du réseau par la solution d'EDTA

**P** Problème. Rédiger un rapport sur l'installation d'un adoucisseur dans ce foyer de quatre personnes : dureté de l'eau analysée, choix justifié du modèle, nombre moyen de jours entre deux régénérations.

**Données utiles** $V_{\text{eau}} = 20{,}0$ mL ; $c = 5{,}00 \times 10^{-3}\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ; $V_E = 12{,}1$ mL ; consommation : 500 L par jour ; documents 1, 4 et 5

**1. Dureté de l'eau.** Chaque ion $\text{Ca}^{2+}$ ou $\text{Mg}^{2+}$ réagit avec un ion $\text{Y}^{4-}$ (document 2). À l'équivalence, les réactifs ont été introduits dans les proportions stœchiométriques :

$n(\text{Ca}^{2+}) + n(\text{Mg}^{2+}) = n_E(\text{Y}^{4-})$, soit $\left([\text{Ca}^{2+}] + [\text{Mg}^{2+}]\right) V_{\text{eau}} = c\,V_E$.

$$[\text{Ca}^{2+}] + [\text{Mg}^{2+}] = \frac{c\,V_E}{V_{\text{eau}}} = \frac{5{,}00 \times 10^{-3} \times 12{,}1}{20{,}0} = 3{,}03 \times 10^{-3}\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

soit $3{,}03\ \text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$.

D'après le document 1 : $TH = 10 \times 3{,}03 = 30{,}3$ °f.

**2. Choix de l'adoucisseur.** Comme $27 < 30{,}3 < 36$, l'eau est classée « dure ». Pour quatre personnes, le document 4 indique un volume de résine de 18 L. Dans le document 5, ce volume correspond au modèle 02, de pouvoir d'échange $99\ \text{m}^3 \cdot \text{°f}$.

**3. Durée entre deux régénérations.** Volume d'eau adoucie par cycle :

$$\text{Cycle} = \frac{\text{pouvoir d'échange}}{\text{dureté}} = \frac{99}{30{,}3} = 3{,}27\ \text{m}^3 = 3{,}27 \times 10^3\ \text{L}$$

Le foyer consomme 500 L par jour : $N = \dfrac{3{,}27 \times 10^3}{500} = 6{,}5$ jours.

$TH = 30{,}3$ °f (eau dure) ; adoucisseur modèle 02 (18 L de résine) ; une régénération tous les $6{,}5$ jours environ, soit à peu près une fois par semaine.

**PIÈGE**
La formule du document 1 exige des concentrations en $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$. Avec $3{,}03 \times 10^{-3}\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ on trouverait $0{,}03$ °f. Autre oubli fréquent : convertir le cycle en litres avant de diviser par 500 L.

**COMPRENDRE**
Trois chiffres significatifs pour la dureté, comme $c$, $V_E$ et $V_{\text{eau}}$. Le pouvoir d'échange (99) n'en a que deux : la durée finale s'écrit $6{,}5$ jours, avec un chiffre de plus gardé dans le calcul intermédiaire.

**COMPRENDRE**
Les réactions de complexation par l'EDTA ne figurent plus au programme actuel de spécialité. Le raisonnement à l'équivalence, lui, reste exigible : seule compte la stœchiométrie fournie, ici un ion titré pour un ion $\text{Y}^{4-}$.

**À LA CALCULATRICE**

