# Spécialité : La qualité de l'eau du robinet, un enjeu de santé publique !

Bac S 2019 Antilles-Guyane rattrapage (ancien programme) · Exercice 4 **5 points** **Durée conseillée 50 min**

**1** Établir une liste argumentée du matériel nécessaire pour réaliser le titrage, puis schématiser et légender le dispositif de titrage.

**Données utiles** prise d'essai : 50,0 mL d'eau du robinet ; ajout de 100 mL d'eau déminéralisée ; volume de solution titrante versé : jusqu'à 24,0 mL

### Pour préparer la solution à titrer

- une pipette jaugée de 50,0 mL et sa poire à pipeter : le volume d'eau du robinet doit être connu avec précision, car il intervient dans le calcul ;
- une éprouvette graduée de 100 mL : le volume d'eau déminéralisée ajouté n'a pas besoin d'être précis ;
- un bécher de 250 mL : il doit contenir $50 + 100 + 24 \approx 174$ mL en fin de titrage.

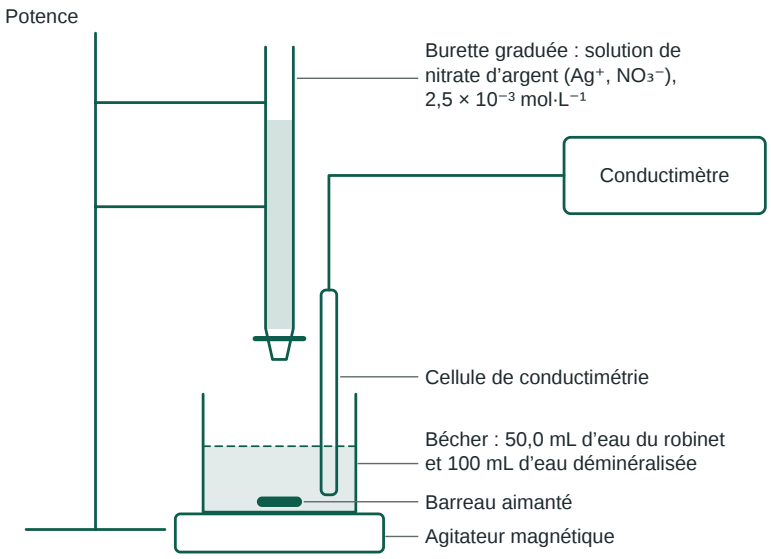
### Pour verser la solution titrante

- une burette graduée de 25 mL fixée sur une potence : elle délivre la solution de nitrate d'argent millilitre par millilitre et donne le volume versé (ici jusqu'à 24,0 mL).

### Pour homogénéiser et mesurer

- un agitateur magnétique et un barreau aimanté : le mélange doit être homogène avant chaque mesure ;
- un conductimètre et sa cellule de mesure, plongée dans le bécher : il indique la conductivité $\sigma$ après chaque ajout.

Pipette jaugée de 50,0 mL, éprouvette de 100 mL, bécher de 250 mL, burette de 25 mL sur potence, agitateur magnétique, conductimètre : voir le schéma légendé.




**1** · Dispositif de titrage suivi par conductimétrie

**PIÈGE**
Une liste sans justification ne rapporte pas tous les points : chaque instrument doit être associé à son rôle. Prélever la prise d'essai à l'éprouvette est une erreur, sa précision est insuffisante.

**COMPRENDRE**
L'eau déminéralisée n'apporte aucun ion chlorure : la quantité à titrer reste celle des 50,0 mL prélevés. Cet ajout sert à bien immerger la cellule et à limiter l'effet de la dilution au cours du titrage.

**2** Écrire l'équation de la réaction support du titrage.

Les ions argent apportés par la solution titrante réagissent avec les ions chlorure de l'eau pour former le précipité de chlorure d'argent :

$$\mathrm{Ag^+(aq) + Cl^-(aq) \longrightarrow AgCl(s)}$$

**COMPRENDRE**
Les ions nitrate $\mathrm{NO_3^-}$ sont spectateurs : ils n'apparaissent pas dans l'équation, mais ils restent en solution et participent à la conductivité.

**P** Problème. L'eau testée remplit-elle le critère de potabilité testé ?

**Données utiles** $V_1 = 50{,}0$ mL ; $c_2 = 2{,}5 \times 10^{-3}\ \mathrm{mol \cdot L^{-1}}$ ; tableau $\sigma = f(V)$ ; $M(\mathrm{Cl}) = 35{,}5\ \mathrm{g \cdot mol^{-1}}$ ; limite de qualité : $250\ \mathrm{mg \cdot L^{-1}}$ ; $\lambda(\mathrm{Cl^-}) = 7{,}63 \times 10^{-3}$ et $\lambda(\mathrm{NO_3^-}) = 7{,}14 \times 10^{-3}\ \mathrm{S \cdot m^2 \cdot mol^{-1}}$

**Démarche.** Le critère testé est la concentration en masse des ions chlorure, qui doit rester inférieure à $250\ \mathrm{mg \cdot L^{-1}}$. On détermine le volume à l'équivalence $V_E$, on en déduit la concentration molaire $c_1$ des ions chlorure, puis leur concentration en masse $c_m$.

**Allure de la courbe.** Avant l'équivalence, chaque ion $\mathrm{Cl^-}$ consommé est remplacé par un ion $\mathrm{NO_3^-}$. Comme $\lambda(\mathrm{NO_3^-}) < \lambda(\mathrm{Cl^-})$, la conductivité diminue lentement. Après l'équivalence, les ions $\mathrm{Ag^+}$ et $\mathrm{NO_3^-}$ versés ne réagissent plus et s'accumulent : la conductivité augmente nettement.

**Volume à l'équivalence.** On place les points $\sigma = f(V)$ et on trace les deux droites moyennes : l'une par les points de 0,0 à 12,0 mL, l'autre par les points de 14,0 à 24,0 mL. L'équivalence correspond à leur intersection : $V_E \approx 12\ \mathrm{mL}$.

**Concentration molaire.** À l'équivalence, les réactifs ont été introduits dans les proportions stœchiométriques de l'équation de la question 2 : $n(\mathrm{Cl^-})_{\text{initial}} = n(\mathrm{Ag^+})_{\text{versé}}$, soit $c_1 V_1 = c_2 V_E$.

$$c_1 = \frac{c_2\, V_E}{V_1} = \frac{2{,}5 \times 10^{-3} \times 12}{50{,}0} = 6{,}0 \times 10^{-4}\ \mathrm{mol \cdot L^{-1}}$$

**Concentration en masse.** $c_m = c_1 \times M(\mathrm{Cl}) = 6{,}0 \times 10^{-4} \times 35{,}5 = 2{,}1 \times 10^{-2}\ \mathrm{g \cdot L^{-1}}$, soit $21\ \mathrm{mg \cdot L^{-1}}$.

**Hypothèses.** Les ions chlorure sont les seuls ions de l'eau à réagir avec les ions argent ; l'eau déminéralisée ajoutée ne contient pas d'ions chlorure.

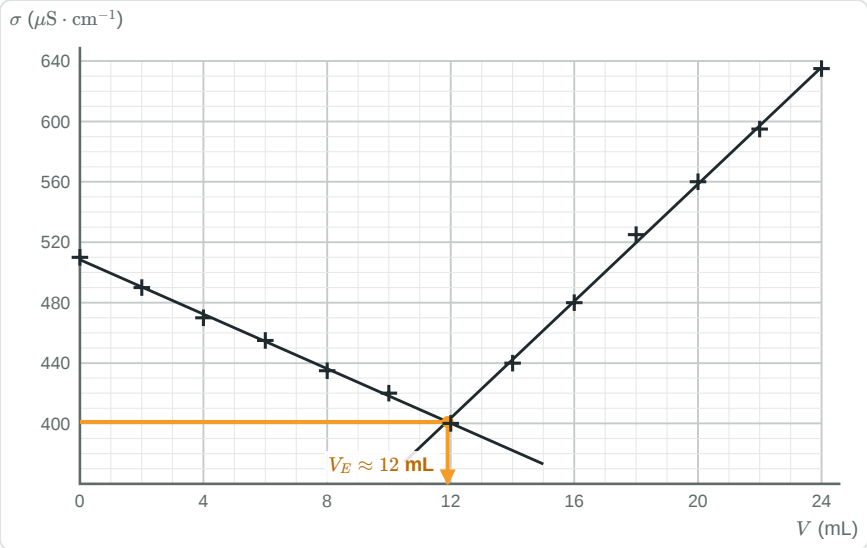
**Regard critique.** Le résultat est proche de la valeur du contrôle sanitaire ($23{,}0\ \mathrm{mg \cdot L^{-1}}$) : l'écart, inférieur à 10 %, s'explique par la lecture graphique de $V_E$ avec des mesures espacées de 2 mL.

$c_m \approx 21\ \mathrm{mg \cdot L^{-1}} < 250\ \mathrm{mg \cdot L^{-1}}$ : l'eau testée remplit le critère de potabilité relatif aux ions chlorure.

**PIÈGE**
Prendre pour $V_E$ le point le plus bas du tableau sans tracer les droites, ou oublier de convertir les $\mathrm{g \cdot L^{-1}}$ en $\mathrm{mg \cdot L^{-1}}$ avant de comparer à la limite.

**COMPRENDRE**
Deux chiffres significatifs, comme $c_2$ et $V_E$. Le volume $V_1$ est celui de la prise d'essai (50,0 mL), pas les 150 mL du bécher : diluer ne change pas la quantité d'ions chlorure.

**MÉTHODE**
Titrage conductimétrique : 1) tracer $\sigma = f(V)$ ; 2) deux droites, intersection en $V_E$ ; 3) relation à l'équivalence ; 4) passer à la grandeur demandée ; 5) comparer à la norme et conclure par une phrase.




**P** · Conductivité en fonction du volume de nitrate d'argent versé : les deux droites se coupent à l'équivalence

**À LA CALCULATRICE**

rad CALCULS

$$\frac{2.5 \times 10^{-3} \times 12}{50.0} \approx 6 \times 10^{-4}$$

$$6.0 \times 10^{-4} \times 35.5 \times 1000 \approx 21.3$$