

CLASSE : Terminale VOIE : <input checked="" type="checkbox"/> Générale DURÉE DE L'ÉPREUVE : 0h53	EXERCICE B : au choix du candidat (5 points) ENSEIGNEMENT : physique-chimie CALCULATRICE AUTORISÉE : <input checked="" type="checkbox"/> Oui sans mémoire, « type collège »
---	--

EXERCICE B Qualité des eaux souterraines sur le littoral (5 points)
au choix du candidat

A. L'eau salée de la mer Méditerranée

A.1.

Concentration en masse d'ions chlorure ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	Inférieure à 50	Entre 50 et 200	Entre 200 et 500	Supérieure à 500
Observations	Absence de contamination	Concentration dite « naturelle », l'eau est potable	L'eau ne peut pas être utilisée pour la production d'eau potable. Sauf cas exceptionnel, de telles concentrations ne sont pas naturelles.	Importante contamination de l'ouvrage par les chlorures

L'eau souterraine est contaminée par une intrusion d'eau de mer la rendant non potable à partir d'une concentration $c_m = 200 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$

A.2.

A.2.1.



Ainsi :

$$[\text{Mg}_{(aq)}^{2+}] = C = 4,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$[\text{Cl}_{(aq)}^{-}] = 2C = 2 \times 4,0 \cdot 10^{-2} = 8,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

A.2.2.

$$c_{\text{total}} = \frac{m_{\text{total}}}{V}$$

$$m_{\text{total}} = m_1 + m_2$$

Avec

- m_1 la masse de Cl^{-} provenant du chlorure de magnésium
- m_2 la masse de Cl^{-} provenant du chlorure de sodium

$$m_1 = n_1 \times M_{\text{Cl}^{-}}$$

$$m_1 = [\text{Cl}^{-}] \times V \times M_{\text{Cl}^{-}}$$

$$m_2 = c_m \times V$$

D'ou

$$c_{\text{mtotal}} = \frac{m_{\text{total}}}{V}$$

$$c_{\text{mtotal}} = \frac{m_1 + m_2}{V}$$

$$c_{\text{mtotal}} = \frac{[\text{Cl}^-] \times V \times M_{\text{Cl}^-} + c_m \times V}{V}$$

$$c_{\text{mtotal}} = \frac{V \times ([\text{Cl}^-] \times M_{\text{Cl}^-} + c_m)}{V}$$

$$c_{\text{mtotal}} = [\text{Cl}^-] \times M_{\text{Cl}^-} + c_m$$

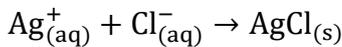
$$c_{\text{mtotal}} = 8,0 \cdot 10^{-2} \times 35,5 + 16,5$$

$$c_{\text{mtotal}} = 19,3 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

B. Titrage des ions chlorure de l'eau douce des eaux souterraines

B.1. A propos du mode opératoire

B.1.



Avant l'équivalence :

- les ions Ag^+ sont ajoutés et consommés immédiatement, ils constituent le réactif limitant, la concentration des ions Ag^+ est nulle.
- les ions NO_3^- sont ajoutés, ils ne réagissent pas, la concentration des ions NO_3^- augmente.
- les ions Cl^- sont consommés, la concentration des ions Cl^- diminue.

Ions	Avant l'équivalence
Ag^+	0
NO_3^-	↗
Cl^-	↘

Donc les ions Cl^- sont remplacés par des ions NO_3^-

Or $\lambda_{\text{Cl}^-} > \lambda_{\text{NO}_3^-}$ ainsi σ diminue avant l'équivalence.

Après l'équivalence :

- les ions Ag^+ sont ajoutés et ne sont plus consommés, la concentration des ions Ag^+ augmente.
- les ions NO_3^- sont ajoutés, ils ne réagissent pas, la concentration des ions NO_3^- augmente.
- les ions Cl^- n'existent plus, la concentration des ions Cl^- est nulle.

Ions	Après l'équivalence
Ag^+	↗
NO_3^-	↗
Cl^-	0

La concentration des ions augmente, ainsi σ augmente après l'équivalence.

La courbe III est celle qui représente l'évolution de la conductivité en fonction du volume V de solution de nitrate d'argent versé.

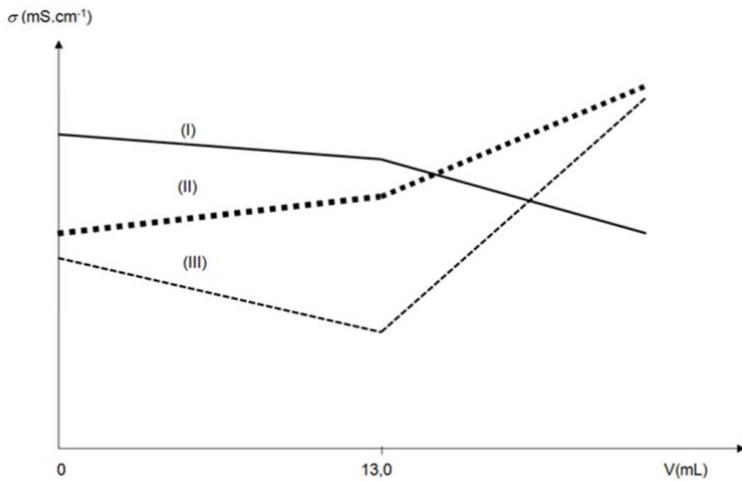
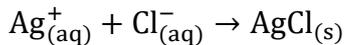


Figure 2 : Évolution simulée de la conductivité σ du mélange en fonction du volume V de solution de nitrate d'argent versé

B.2.



A l'équivalence :

$$\frac{n_{\text{Cl}^{-}}^{\text{i}}}{1} = \frac{n_{\text{Ag}^{+}}^{\text{eq}}}{1}$$

$$c \times V = c_{\text{Ag}^{+}} \times V_{\text{eq}}$$

$$c = \frac{c_{\text{Ag}^{+}} \times V_{\text{eq}}}{V}$$

$$c = \frac{1,00 \cdot 10^{-2} \times 13,0 \cdot 10^{-3}}{50,0 \cdot 10^{-3}}$$

$$c = 2,60 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

Calculons la concentration massique c_{m} :

$$c_{\text{m}} = c \times M$$

$$c_{\text{m}} = 2,60 \cdot 10^{-3} \times 35,5$$

$$c_{\text{m}} = 9,23 \cdot 10^{-2} \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$c_{\text{m}} = 92,3 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$$

La concentration massique est comprise entre 50 et 200 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$: l'eau est potable.

L'eau du prélèvement peut donc être utilisée pour l'alimentation en eau potable.

Concentration en masse d'ions chlorure ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	Inférieure à 50	Entre 50 et 200	Entre 200 et 500	Supérieure à 500
Observations	Absence de contamination	Concentration dite « naturelle », l'eau est potable	L'eau ne peut pas être utilisée pour la production d'eau potable. Sauf cas exceptionnel, de telles concentrations ne sont pas naturelles.	Importante contamination de l'ouvrage par les chlorures

C. Modélisation d'un titrage

C.1.

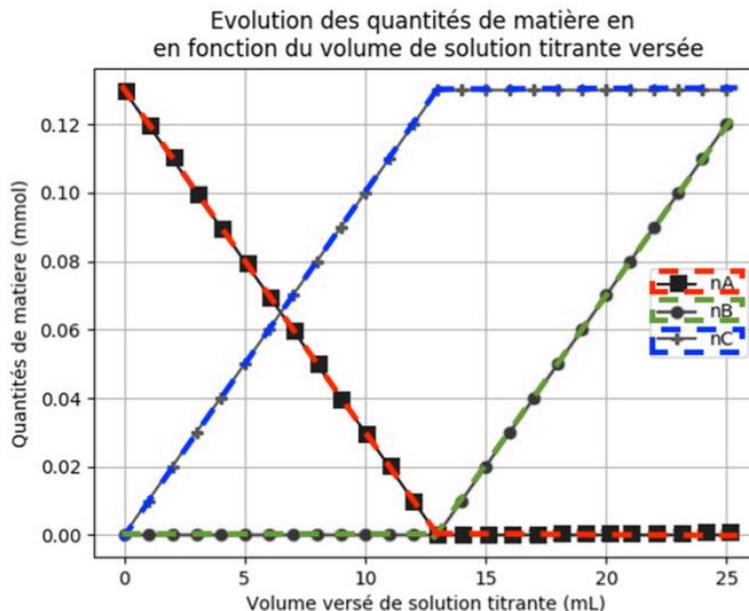


Figure 4 : Évolutions des quantités de matière des ions $\text{Ag}^+_{(\text{aq})}$, des ions $\text{Cl}^-_{(\text{aq})}$ et du produit $\text{AgCl}_{(\text{s})}$ au cours du titrage obtenues à l'aide du programme écrit en langage Python

D'après la question B.1.

Ions	Avant l'équivalence	Après l'équivalence	
Ag^+	0	\nearrow	n_B
NO_3^-	\nearrow	\nearrow	
Cl^-	\searrow	0	n_A

AgCl est un produit : sa quantité de matière augmente avant l'équivalence. Après l'équivalence, il n'y a plus de réaction, sa quantité de matière est constante : n_C .

A : Cl^-

B : Ag^+

C : AgCl

C.2.

D'après la question B.2.

La concentration en ions Cl^- se calcul avec la relation :

$$c = \frac{c_{\text{Ag}^+} \times V_{\text{eq}}}{V}$$

Or dans le programme python :

A : Cl^-

B : Ag^+

On écrira donc dans la ligne 15 :

$$cA = (cB * Veq)/VA$$