

## TP 4

## DOSAGE D'UN SÉRUM PHYSIOLOGIQUE

	 fiche(s) TP à maîtriser		 à préparer en amont
2 heures	• Fiche 4 : titrage potentiométrique	Blouse tout le TP	Q1 à Q7

## PROGRAMME OFFICIEL :

Notions et contenus	Capacités exigibles
Dosages par titrage Titrages directs, indirects. Équivalence. Titrages simples, successifs, simultanés. Méthodes expérimentales de suivi d'un titrage : potentiométrie à intensité nulle.	Identifier et exploiter la réaction support du titrage (recenser les espèces présentes dans le milieu au cours du titrage, repérer l'équivalence, justifier qualitativement l'allure de la courbe ou le changement de couleur ou d'aspect observé). Proposer ou justifier le protocole d'un titrage à l'aide de données fournies ou à rechercher. Mettre en œuvre un protocole expérimental correspondant à un titrage direct ou indirect.

L'objectif de cette activité expérimentale est de mesurer la concentration en ions chlorure présents dans un sérum physiologique commercial. Le sérum physiologique est une solution aqueuse de chlorure de sodium de concentration identique à la concentration moyenne des cellules humaines. Tout liquide injecté dans le sang doit être à la même concentration : des inhomogénéités de concentration pourraient générer un phénomène d'osmose aux conséquences désastreuses pour les cellules. Le sérum dosé est indiqué « 0,9 % », c'est-à-dire que 100 g de solution contiennent 0,9 g de chlorure de sodium soit une concentration massique annoncée  $C_m^* = 9 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ .

Le titrage est suivi par **potentiométrie**.



## Matériel à disposition :

- pipette jaugée de 5 mL
- 3 béchers
- burette graduée de 25 mL
- électrodes
- millivoltmètre
- agitateur magnétique
- eau distillée
- PC portable avec Python



## Produits à disposition :

- sérum physiologique commercial
- solution de nitrate d'argent ( $\text{Ag}_{(\text{aq})}^+$ ,  $\text{NO}_{3(\text{aq})}^-$ ) à  $6,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

## OBJECTIF(S) DU TP :

- Déterminer la concentration en ions chlorure présents dans un échantillon de sérum physiologique.
- Mettre en œuvre un titrage potentiométrique.

## I. Étude préliminaire et révisions de sup

**Question 1** - Écrire l'équation ajustée de la réaction servant de support au titrage. Calculer sa constante thermodynamique d'équilibre et commenter.

**Question 2** - Calculer la valeur attendue  $C^*$  de la concentration en quantité de matière (en  $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ) en ions chlorures dans le sérum physiologique.

**Question 3** - Procéder au bilan de matière pour un volume  $V$  de nitrate d'argent versé, en distinguant les cas suivants :

•  $V < V_{\text{éq}}$  ;

•  $V = V_{\text{éq}}$  ;

•  $V > V_{\text{éq}}$  ;

en notant  $V_{\text{éq}}$  le volume atteint à l'équivalence.

Déterminer la valeur attendue pour  $V_{\text{éq}}$ .

### Question 3 - suite...

Le code Python suivant à retrouver à l'adresse suivante

[perso.crans.org/tocqueville/python/serum\\_simulation\\_incomplet.py](https://perso.crans.org/tocqueville/python/serum_simulation_incomplet.py)

est incomplet. Il permet de tracer sur un même graphique les quantités de matière en  $\text{Ag}_{(\text{aq})}^+$ ,  $\text{Cl}_{(\text{aq})}^-$  et  $\text{AgCl}_{(\text{s})}$  en fonction du volume  $V$  de nitrate d'argent versé pour un volume initial  $V_0$  de solution de sérum physiologique.

---

```
1 import matplotlib.pyplot as plt
2
3 V = 0#Volume de réactif titrant versé dans l'erenmeyer, initialement nul.
4 Vmax = #À COMPLÉTER, il s'agit du volume de titrant maximal
5 Vtitrant = []
6 ###Concentration de la solution titrante
7 C_A = 0.06
8 ###Volume équivalent mesuré en mL
9 Veq = 11.2
10
11 ###Quantités de réactifs et produits au cours du titrage
12 n_A = []
13 n_B = []
14 n_C = []
15
16 ###Evolution des quantités de réactifs avant l'équivalence
17 while V <= Veq :
18     Vtitrant.append(V)
19     n_A.append()#À COMPLÉTER
20     n_B.append()#À COMPLÉTER
21     n_C.append()#À COMPLÉTER
```

```

22     V = V + 0.1#Pas de 0.1 mL entre chaque boucle
23
24 ###Evolution des quantités de réactifs après l'équivalence et jusqu'à Vmax
25 while V < Vmax :
26     Vtitrant.append(V)
27     n_A.append()#À COMPLÉTER
28     n_B.append()#À COMPLÉTER
29     n_C.append()#À COMPLÉTER
30     V = V + 0.1#Pas de 0.1 mL entre chaque boucle
31 ###
32
33 plt.title("Évolution des quantités de réactifs et produits au cours du titrage")
34 plt.xlabel("Volume de solution titrante versé (en mL)")
35 plt.ylabel("Quantités de matière (en mol)")
36 plt.plot(Vtitrant, n_A, 'y'+ "--", label="Ag+")
37 plt.plot(Vtitrant, n_B, 'b'+ "--", label="Cl-")
38 plt.plot(Vtitrant, n_C, 'g'+ "-.", label="AgCl")
39 plt.legend()
40 plt.grid()
41 plt.show()

```

**Question 4** - Compléter ce code pour tracer les courbes.

**Question 5** - En utilisant la fiche TP n° 4, proposer une électrode de référence pour ce titrage.

**Question 6** - Réaliser un schéma du montage, incluant le dispositif potentiométrique.

**Question 7** - Écrire la relation de NERSNT relative au couple  $\text{Ag}_{(aq)}^+/\text{Ag}_{(s)}$ . Prévoir qualitativement si le saut de potentiel observé au cours du titrage sera montant ou descendant.

## II. Réalisation du titrage et exploitation des résultats

### Protocole à suivre

- ☞ **Titrer** un volume  $V_0 = 5,0$  mL de sérum physiologique. **Resserrer** les points au voisinage de l'équivalence.

La législation impose que la teneur en substance active d'un produit à usage médical ne s'écarte pas de plus de 5 % de la valeur annoncée par la notice. En pratique, cela signifie que la concentration massique de la bouteille doit se trouver avec certitude dans l'intervalle  $[C_m^* - \varepsilon; C_m^* + \varepsilon]$  avec  $\varepsilon = 0,05C_m^*$ . Dans ce cadre, il est admis que l'incertitude-type associée à la préparation d'un lot de sérum physiologique vaut au maximum :

$$u(C_m) = \frac{\varepsilon}{\sqrt{3}} = 0,25 \text{ g}$$

**Question 8** - Déduire du titrage la valeur mesurée de la concentration massique  $C_m$  du sérum physiologique commercial.

**Question 9** - Mettre en commun les résultats du groupe. Conclure quant à la valeur de la concentration massique de la solution commerciale et estimer l'incertitude-type sur cette valeur.

**Question 10** - Déterminer si la valeur obtenue par le groupe est compatible avec la législation sur la préparation du sérum physiologique. Raisonner en particulier sur l'écart normalisé (« z-score »).

## Données

- Potentiel rédox standard à 25 °C :  $E_{\text{Ag}^+(\text{aq})/\text{Ag}(\text{s})}^\circ = 0,80 \text{ V}$
- Produit de solubilité à 25 °C :  $\text{p}K_s = 9,8$
- Masses molaires :  $M_{\text{Na}} = 23,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ,  $M_{\text{Cl}} = 35,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

## Compétences évaluées

### À la fin du TP, je dois savoir...

- ☞ Proposer et mettre en œuvre un protocole de titrage potentiométrique.
- ☞ Choisir des électrodes adaptées pour un titrage potentiométrique.
- ☞ Exploiter une courbe de titrage potentiométrique.

compétence	capacité	évaluation		
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>APP</b> S'approprier	Rechercher, extraire et organiser l'information en lien avec une situation expérimentale.			
<b>ANA</b> Analyser	Justifier un protocole.			
<b>REA</b> Réaliser	Effectuer des représentations graphiques à partir de données. Exploiter des observations, des mesures en estimant les incertitudes. Utiliser (avec la notice) le matériel de manière adaptée			
<b>VAL</b> Valider	Analyser les résultats de manière critique. Confronter les résultats d'un modèle à des résultats expérimentaux.			
<b>COM</b> Communiquer	Rédiger un compte-rendu de TP. Utiliser un vocabulaire scientifique adapté			

## Sécurité

produit	pictogrammes de sécurité	phrases de risque H
<b>nitrate d'argent (AgNO<sub>3</sub>)</b> $M = 169,9 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ $d = 4,35$		H272 - Peut aggraver un incendie ; comburant. H290 - Peut être corrosif pour les métaux. H314 - Provoque des brûlures de la peau et de graves lésions des yeux.  H410 - Toxique pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme.