

Nom:..... Prénom:..... Classe:..... Date: .....

## Dosage par étalonnage du sérum physiologique

✔ Objectifs	👤 Classe
<input type="checkbox"/> Conductance, conductivité ; loi de Kohlrausch. <input type="checkbox"/> Mesurer une conductance et tracer une courbe d'étalonnage pour déterminer une concentration. <input type="checkbox"/> Réaliser une solution de concentration donnée en soluté apporté à partir d'une solution de titre massique et de densité fournis.	Terminale Spé
	🕒 Durée
	2 h

### ✂ Sur la paillasse

- Pipettes jaugées de 5,0 mL, 10,0 mL, 20,0 mL et 25,0 mL ;
- Poire à pipeter ;
- Une pipette en plastique ;
- 3 fioles jaugées de 50,0 mL et 2 de 100,0 mL ;
- 6 béchers de 100 mL ;
- Éprouvette graduée de 100 mL ;
- Une dose de sérum physiologique ;
- Une solution de chlorure de sodium de concentration  $C = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  ;
- Un conductimètre mesurant la conductivité  $\sigma$  ;
- Un agitateur magnétique et son turbulent ;
- Pissette d'eau distillée, gants et lunettes ;
- Un ordinateur avec le logiciel *Regressi*.

### 📄 Document 1: Sérum physiologique

Le sérum physiologique est une solution de chlorure de sodium. Il est conseillé chez le nourrisson, l'enfant et l'adulte pour l'hygiène nasale, l'hygiène des yeux, le rinçage auriculaire, le lavage des plaies ou comme solvant pour inhalation. On le trouve dans le commerce sous la forme d'unidoses de 5 mL.

**Il est indiqué sur les doses fournies que le pourcentage en chlorure de sodium dans le sérum physiologique disponible est de 0,90%.**



FIGURE 1 – Doses de sérum physiologique disponible en pharmacie.

### 📄 Document 2: Loi de Kohlrausch

La conductivité dépend de la nature des ions présents, de leur concentration en quantité de matière ainsi que de la température selon **la loi de Kohlrausch** :

$$\sigma = \sum_i \lambda_i \cdot [X_i] \quad (1)$$

avec

- $\sigma$  la conductivité en  $\text{S} \cdot \text{m}^{-1}$ ,
- $\lambda_i$  la conductivité ionique molaire en  $\text{S} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$  qui dépend de l'ion et de la température,
- $[X_i]$  est la concentration en quantité de matière de l'espèce  $X_i$  en  $\text{mol} \cdot \text{m}^{-3}$ .

**La loi de Kohlrausch indique que la conductivité  $\sigma$  d'une solution obtenue par dissolution d'un soluté qui est un solide ionique est proportionnelle à la concentration molaire de ce soluté.**

### Document 3: Utilisation du conductimètre

Le conductimètre est constitué :

- D'une sonde de conductimétrie (deux plaques conductrices en vis-à-vis, alimentées par une tension alternative),
- D'un boîtier qui sert d'alimentation pour la sonde. Ce boîtier dispose en outre d'une zone de lecture, d'un bouton de réglage de la température et d'un bouton d'étalonnage. Un troisième bouton permet en général de sélectionner le calibre.



FIGURE 2 – Conductimètre de laboratoire.

### Étalonnage

1. Régler le bouton de température du conductimètre sur la température de la pièce.
2. Rincer (avec de l'eau distillée) et essuyer délicatement (avec du papier Joseph) la sonde.
3. Plonger la sonde dans une solution d'étalonnage (solution dans la valeur de la conductivité pour des températures entre 15 et 30°C est donnée par le fabricant).
4. Régler le bouton d'étalonnage du conductimètre pour que la valeur affichée coïncide avec la valeur donnée par le fabricant de la solution d'étalonnage (à la température de la pièce).
5. Sortir la sonde de la solution d'étalonnage, la rincer, la replacer dans l'eau distillée.

### Effectuer une mesure

1. Rincer la sonde de conductimétrie (si possible avec la solution dont on veut mesurer la conductivité). L'essuyer délicatement avec du papier Joseph.
2. Plonger la sonde dans la solution dont on veut mesurer la conductivité.
3. Attendre la stabilité (quelques secondes).
4. Lorsque la lecture est terminée, rincer la sonde et la plonger dans la solution d'eau.

⚠ Lorsque plusieurs mesures se suivent, on commencera si possible par la solution la plus diluée.

### Document 4: Définition d'un pourcentage massique

Le pourcentage massique  $\chi_m$  d'un soluté de masse  $m_{\text{soluté}}$  dans une solution de masse  $m_{\text{solution}}$  est défini par :

$$\chi_m = \frac{m_{\text{soluté}}}{m_{\text{solution}}} \quad (2)$$

## 1 Préparation des solutions

1. Compléter le tableau suivant de façon à préparer les solutions diluées à partir de la solution mère  $S_0$  de concentration en quantité de matière de chlorure de sodium  $C_0 = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ .

	$S_0$	$S_1$	$S_2$	$S_3$	$S_4$
Concentration molaire ( $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ )	$1,0 \times 10^{-2}$	$4,0 \times 10^{-3}$	$2,0 \times 10^{-3}$	$1,0 \times 10^{-3}$	$5,0 \times 10^{-4}$
Facteur de dilution					
Volume de la solution fille (mL)					
Volume de solution mère à préparer (mL)					

**Appel 1**

Appeler le professeur pour vérifier les calculs.

**Solution:**

	$S_0$	$S_1$	$S_2$	$S_3$	$S_4$
Concentration molaire ( $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ )	$1,0 \times 10^{-2}$	$4,0 \times 10^{-3}$	$2,0 \times 10^{-3}$	$1,0 \times 10^{-3}$	$5,0 \times 10^{-4}$
Facteur de dilution	-	2,5	5	10	20
Volume de la solution fille (mL)	-	50	50	50	100
Volume de solution mère à préparer (mL)	-	20	10	5	5

2. Préparer alors les solutions.

3. Indiquer comment procéder pour diluer 20 fois le sérum physiologique contenu dans l'unidose. Le travail expérimental se fera ensuite uniquement sur cette solution diluée.

**Solution:**  $F = \frac{V_f}{V_m}$  donc  $V_m = \frac{V_f}{F}$ . En prenant comme volume fille une fiole de 100 mL, alors on obtient le volume mère à prélever :  $V_m = \frac{100 \text{ mL}}{20} = 5 \text{ mL}$ . On prélèvera donc 5 mL de solution de sérum à l'aide d'une pipette jaugée.

**Appel 2**

Appeler le professeur pour vérifier les calculs.

4. Réaliser ensuite cette dilution.

## 2 Dosage par étalonnage

5. Proposer les différentes étapes d'un protocole permettant de déterminer la concentration en quantité de matière de chlorure de sodium dans le sérum physiologique commercial utilisé, à partir du matériel et des produits mis à disposition. Le raisonnement doit être explicité.

**Solution:**

- On réalise une gamme étalon de solutions de chlorure de sodium de concentration décroissante (solutions  $S_0$  à  $S_4$ ).
- On mesure la conductivité des solutions étalons.
- On trace la courbe  $\sigma = f(C)$ .
- On ajuste un modèle linéaire puisque d'après la loi de Kohlrausch,  $\sigma = \sum_i \lambda_i \cdot [X_i] = \lambda(\text{Na}^+)[\text{Na}^+] + \lambda(\text{Cl}^-)[\text{Cl}^-] = (\lambda(\text{Na}^+) + \lambda(\text{Cl}^-)) \cdot C$ .

- On mesure la conductivité de la solution dont on veut déterminer la concentration.
- On lit la valeur de concentration correspondant à cette conductivité. On n'oublie pas de multiplier par 20 la concentration pour obtenir la concentration de la solution non diluée.

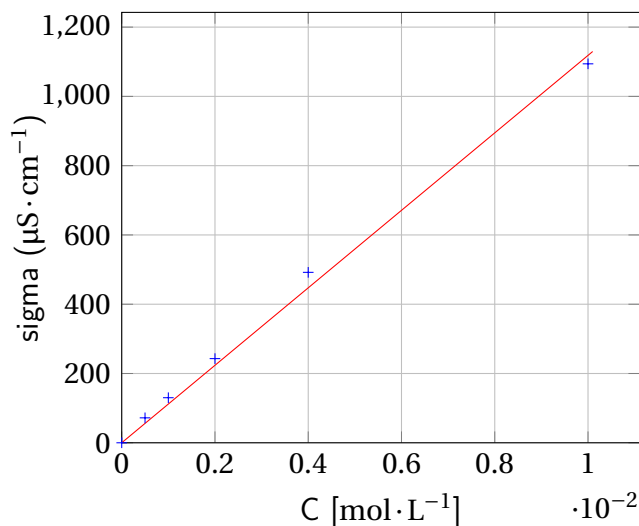
**Appel 3**

Appeler le professeur pour lui présenter le protocole ou en cas de difficultés.

6. Mettre en œuvre le protocole proposé et noter ci-dessous les mesures expérimentales effectuées.

**Solution:**

	$S_0$	$S_1$	$S_2$	$S_3$	$S_4$
Concentration molaire ( $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ )	$1,0 \times 10^{-2}$	$4,0 \times 10^{-3}$	$2,0 \times 10^{-3}$	$1,0 \times 10^{-3}$	$5,0 \times 10^{-4}$
Conductivité $\sigma$ ( $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$ )	1094	492,0	243,0	130,1	72,0

On mesure  $\sigma_{inc} = 865 \mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$ .**Appel 4**

Appeler le professeur en cas de difficultés.

### 3 Interprétation et conclusion

7. Indiquer la valeur de la concentration en quantité de matière de chlorure de sodium dans le sérum physiologique commercial.

**Solution:** La droite a pour coefficient directeur  $k = 111836 \text{L} \cdot \mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ . On obtient  $C_{inc} = \frac{\sigma}{k} = \frac{865}{111836} = 7,73 \times 10^{-3} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ . La solution a été diluée 20 fois donc la concentration non diluée est  $C_{inc,conc} = 1,55 \times 10^{-1} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ .

8. Faire les calculs permettant de déterminer le pourcentage massique en chlorure de sodium dans le sérum physiologique. Comparer avec l'indication de l'étiquette (le fabricant indique une incertitude-type  $u(t) = 0.03\%$ ).

**Solution:** On peut montrer que  $t = \frac{M \times C}{\rho} = \frac{58,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 1,55 \times 10^{-1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}{1,00 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}} = \frac{58,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 1,55 \times 10^{-1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}{1000 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}} = 0,907\%$ .  
Calculons le z-score associé à cette mesure.

$$z = \frac{|t_{ref} - t_{exp}|}{u(t)} = \frac{|0,900 - 0,907|}{0,03} = 0,23 \quad (3)$$

$z < 2$  donc la mesure est compatible avec la valeur théorique.

Données utiles pour les calculs :

- Masse molaire  $M(\text{NaCl}) = 58,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$
- Masse volumique du sérum physiologique :  $\rho = 1,00 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$