

Activité expérimentale n° 2 – Dosage par étalonnage – Mesure de conductivités

► Introduction

Un infirmier souhaite vérifier si la concentration d'une solution de sérum physiologique est bien celle indiquée sur l'étiquette avant de l'utiliser! Le sérum physiologique est couramment utilisé en perfusion intraveineuse, pour nettoyer des plaies ou encore afin de nettoyer les yeux. C'est en fait une solution de chlorure de sodium ($\text{Na}^+(\text{aq}), \text{Cl}^-(\text{aq})$). Il est indiqué sur l'étiquette que son titre massique est de 0,9%. Cette solution sera notée S.

Le but est de vérifier si le titre massique indiqué sur l'étiquette est correct.

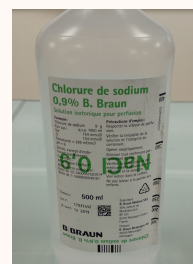


FIGURE 1 – Bouteille de sérum physiologique

✓ Savoirs et savoir-faire

Savoirs	Savoir-faire / capacités
• Titre massique $t_m = \frac{m_{\text{soluté}}}{m_{\text{solution}}}$. • Principe d'un dosage par étalonnage. • Incertitude-type $u(x)$, incertitude relative et z-score.	• Rédiger un protocole de dilution. • Tracer la droite d'étalonnage et l'exploiter pour déterminer une concentration. • Calculer un titre massique, une incertitude relative et un z-score, puis conclure sur la compatibilité d'une mesure.

Vous disposez :

- d'une ampoule de sérum physiologique
- d'une solution mère de chlorure de sodium ($\text{Na}^+(\text{aq}), \text{Cl}^-(\text{aq})$), notée S_0 , à la concentration en soluté apporté égale à $C_0 = 25 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$

Données :

- Masse molaire du sodium $M(\text{Na}) = 23 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$
- Masse molaire du chlore $M(\text{Cl}) = 35,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$
- Masse volumique d'une solution de sérum physiologique : $\rho = 1,01 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$
- Conductivité molaire ionique des ions sodium : $\lambda_{\text{Na}^+} = 5,0 \text{ mS} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$

Document 1 – Le titre massique d'une solution

Σ ♥ Formule à connaître

Le titre massique correspond au rapport entre la masse de soluté et la masse de la solution, exprimées dans les mêmes unités

$$t_m = \frac{m_{\text{soluté}}}{m_{\text{solution}}}$$

Si l'on exprime le titre massique en pourcentage, il faudra multiplier le résultat par 100.

Document 2 – Le dosage par étalonnage

Principe d'un dosage par étalonnage :

- Établir une courbe d'étalonnage consiste à tracer l'évolution d'une grandeur physique mesurée pour des solutions étalons en fonction de la concentration en soluté.
- Des solutions étalons sont des solutions dont la concentration en soluté est connue de façon très précise. Elles sont préparées en utilisant de la verrerie de précision (ex : fiole et pipette jaugées)
- Il suffit ensuite de mesurer la grandeur physique, ici la conductivité, de la solution dont on cherche la concentration et on détermine le point de la courbe d'étalonnage qui correspond à cette valeur.

Activité expérimentale n° 2 – Dosage par étalonnage – Mesure de conductivités

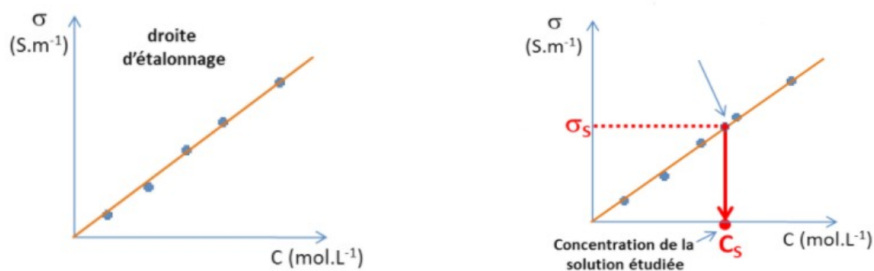


FIGURE 2 – Utilisation d'une droite d'étalonnage

Document 3 – Incertitudes et calcul du z-score

Lorsqu'on effectue une mesure, il y a toujours une incertitude liée soit à l'opérateur (vous!), soit à l'appareil de mesure. Sur chaque pièce de verrerie en chimie se trouve l'incertitude liée au volume de la verrerie. Par exemple sur la photo ci-contre, la lecture du volume avec une burette graduée présente une incertitude de 0,05 mL.

À retenir

- L'incertitude ou « **incertitude-type** », correspond à l'incertitude sur une grandeur que l'on note $u(x)$
- L'**incertitude relative** $\frac{u(x)}{x}$, correspond à l'incertitude absolue divisée par la mesure effectuée. Elle s'exprime généralement en pourcentage.

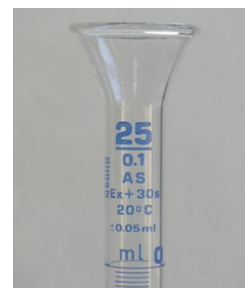


FIGURE 3 – Incertitude d'une burette graduée

Comparaison à une valeur de référence

On compare une valeur mesurée x_{exp} à une valeur de référence $x_{\text{réf}}$ en calculant le quotient suivant :

$$z = \frac{|x_{\text{exp}} - x_{\text{réf}}|}{u(x)}$$

C'est l'écart rapporté à l'incertitude de mesure. Ce quotient est souvent appelé **z-score**. Plus z est faible, plus la mesure peut être jugée compatible avec la valeur de référence. On fixe souvent une valeur seuil arbitraire pour le z-score : 2.

À retenir

- Si $z > 2$, alors la valeur mesurée n'est pas compatible avec la valeur de référence.
- Si $z \leq 2$, alors la valeur mesurée est compatible avec la valeur de référence.

QUESTIONS

1. Rappeler en quoi consiste le dosage d'une solution.

2. Rédiger un protocole de dilution permettant de réaliser une solution de chlorure de sodium ($\text{Na}^+(\text{aq}), \text{Cl}^-(\text{aq})$) de concentration $5,0 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ à partir de la solution S_0 .

Activité expérimentale n° 2 – Dosage par étalonnage – Mesure de conductivités

3. Avant de démarrer les mesures, il faut, comme pour un pH-mètre, étalonner les conductimètres. Réaliser ensuite les manipulations afin de compléter le tableau ci-dessous.

Concentration (mmol · L ⁻¹)	2,5	5,0	10	25
Conductivité de la solution				

4. Comment évolue la conductivité lorsque la concentration en soluté apporté augmente? Interpréter cette évolution.

- 5.
- À l'aide de Regressi, tracer la droite d'étalonnage, modéliser puis l'imprimer en laissant les tracés visibles sur le graphique.
 - Diluer le sérum physiologique d'un facteur 20 puis mesurer sa conductivité.
 - Déterminer la concentration en quantité de matière du sérum physiologique dilué, puis en déduire la concentration en quantité de matière de chlorure de sodium dans le sérum.

6. Calculer la valeur du titre massique.

Activité expérimentale n° 2 – Dosage par étalonnage – Mesure de conductivités

L'incertitude relative sur la mesure de conductivité par le conductimètre est de 0,5%

L'incertitude sur le titre massique de la solution S est donnée par la relation

$$u(t_m) = t_m \sqrt{\left(\frac{u(a)}{a}\right)^2 + \left(\frac{u(\sigma)}{\sigma}\right)^2}$$

avec « a » le coefficient directeur de la droite d'étalonnage obtenue sur Regressi et « $u(a)$ » son incertitude-type. Par souci de simplification, on néglige ici les contributions à l'incertitude de la dilution (verrerie), de la masse molaire et de la masse volumique, supposées connues avec précision.

7. Calculer la valeur du z-score. Conclure quant à l'utilisation de cette ampoule de sérum physiologique par l'infirmier.

8. Question supplémentaire : déterminer le coefficient directeur de la droite obtenue. Par identification, en déduire la conductivité molaire ionique des ions chlorure en sachant que $[\text{Na}^+] = [\text{Cl}^-] = C$.

Mise en garde : veiller à l'homogénéité des unités entre la conductivité σ et la concentration C lors de la modélisation, sans quoi la valeur du coefficient directeur a ne permet pas d'identifier λ_{Cl^-} .