

**Activité expérimentale : Quel est le pourcentage massique du chlorure de sodium contenu dans le sérum physiologique ?**

**Objectifs :**

- Déterminer un pourcentage massique à l'aide d'un dosage par étalonnage.
- Utiliser le logiciel LatisPro® et revoir quelques notions de conductimétrie.

Le contrôle de qualité dans les domaines de l'alimentation ou de la santé nécessite souvent la détermination de concentration des espèces chimiques. Il est très important, dans un domaine tel que la santé, que les quantités indiquées soient exactes afin de traiter correctement les patients. Parmi les techniques qui peuvent être utilisées, il existe la conductimétrie : cette mesure de la capacité qu'a une solution contenant des espèces ioniques à conduire le courant électrique permet de remonter à la concentration des ions qu'elle contient ! (Comme la mesure du pH permet de remonter à la concentration des ions  $H_3O^+$ ). On va appliquer cela à la vérification des indications fournies par l'étiquette d'un sérum physiologique concernant la concentration « commerciale » en chlorure de sodium (NaCl).

**Document 1 :**                    **Le sérum physiologique**

Le sérum physiologique est une solution pharmaceutique utilisée pour nettoyer le nez, les yeux ... Elle contient de l'eau et du chlorure de sodium. Le pourcentage en masse de chlorure de sodium ( $Na^+$ ,  $Cl^-$ ) est indiqué sur chaque flacon : 0,9 % c'est-à-dire que 100 g de sérum physiologique contiennent 0,9 g de chlorure de sodium.



*Données :*                     $M(NaCl) = 58,4 \text{ g.mol}^{-1}$                      $\rho_{\text{sérum}} = 1,00 \text{ g.mL}^{-1}$

**Document 2 :**                    **La conductivité**

La **conductivité  $\sigma$**  est la capacité que possède une solution à laisser passer, à conduire le courant électrique. Cette conductivité dépend de la nature des ions  $X_i$  présents dans la solution, de leur concentration  $[X_i]$ , de la température  $\theta$  ... Elle s'exprime en « **siemens/mètre** » (**S/m**). Pour la mesurer, on utilise un appareil appelé conductimètre dont l'utilisation ressemble très fortement au pH-mètre : *il est nécessaire de l'étalonner, d'attendre que « STAB » s'affiche pour faire une mesure (sans vive agitation, noter tous les chiffres !), de bien rincer l'électrode ...* La **loi de Kohlrausch** (établie en 1874 par Friedrich Kohlrausch, Allemand, 1840 – 1910), énonce que, pour des solutions suffisamment diluée, la conductivité  $\sigma$  d'une solution se calcule selon la formule suivante :

$\sigma = \sum \lambda_i \times [X_i]$                     avec                     $[X_i]$  la concentration, en  $mol.m^{-3}$ , de chaque ion  $X_i$  présent dans la solution,  
 $\lambda_i$  la conductivité molaire de l'ion  $X_i$ , en  $S.m^2.mol^{-1}$ .

*Chaque ion présent dans la solution contribue donc à la conductivité de cette solution d'autant plus que sa concentration molaire est élevée (à son coefficient de proportionnalité  $\lambda$  près).*

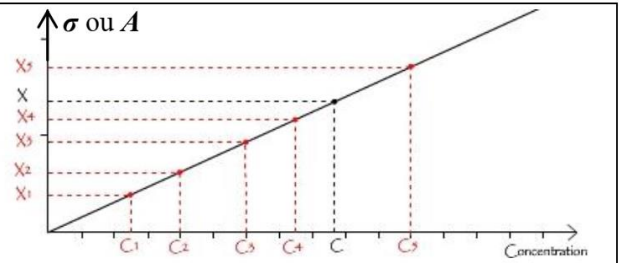
**Ex :**                    Soit la dissolution de chlorure de sodium NaCl, de concentration  $C_{NaCl}$ , dans de l'eau  
 Equation de la dissolution :     $NaCl_{(s)} \rightarrow Na^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$   
    =>                     $\sigma = \sum \lambda_i \cdot [X_i] = \lambda_{Na^+} \times [Na^+] + \lambda_{Cl^-} \times [Cl^-] = C_{NaCl} \times (\lambda_{Na^+} + \lambda_{Cl^-})$                     avec  $[Na^+] = [Cl^-] = C_{NaCl}$   
 Cette expression fait apparaître une **proportionnalité** entre la conductivité  $\sigma$  et la concentration  $C_{NaCl}$ .

**Rq :**                    \* **ATTENTION** : la concentration s'exprime en  $mol.m^{-3}$  dans l'expression de la conductivité !!!  
    \* Quelques valeurs de conductivités molaires ioniques  $\lambda$  à 25 °C en  $S.m^2.mol^{-1}$  :

$\lambda(H_3O^+) = 35,0.10^{-3}$                      $\lambda(HO^-) = 19,9.10^{-3}$                      $\lambda(Na^+) = 5,01.10^{-3}$                      $\lambda(Cl^-) = 7,63.10^{-3}$

### Document 3 : Le dosage par étalonnage

Le dosage par étalonnage repose sur l'utilisation de solutions (appelées « solutions étalons ») qui contiennent l'espèce chimique à doser en différentes concentrations connues. Il suppose également que la concentration de l'espèce chimique influe sur une grandeur physique (absorbance, conductivité...) qu'il est possible de mesurer.



En reportant sur un graphique des points dont l'abscisse correspond à la concentration des solutions connues et l'ordonnée à la grandeur physique mesurée on obtient alors une **courbe d'étalonnage**. Il suffit alors de mesurer la grandeur physique de la solution à doser afin d'obtenir un point de la courbe dont l'abscisse indique la concentration recherchée.  
(Cf AE 8 sur le colorant des Schtroumpfs)

## I. S'APPROPRIER & REALISER :

Sachant qu'on dispose d'une solution mère de chlorure de sodium de concentration  $C_0 = 1,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , élaborer un protocole expérimental pour réaliser des mesures de conductivité afin de tracer une courbe d'étalonnage  $\sigma = f(C)$ . On détaillera et expliquera bien les calculs préliminaires effectués.

Le sérum physiologique étant trop concentré, il sera utile de trouver une dilution permettant de ramener la conductivité de la solution dans la gamme de mesures réalisées.

## II. REALISER :

Réaliser le protocole.

On consignera les mesures dans un tableau et on reportera l'allure de la courbe tracée avec le logiciel LatisPro®.

## III. VALIDER :

1. La loi de Kohlrausch est-elle vérifiée ? Justifier.
2. Dédurre des résultats obtenus la concentration molaire  $C'$  du sérum physiologique dilué vingt fois et sa concentration massique  $C'_m$ .
3. Calculer la concentration massique  $C_{m0}$  de la solution commerciale, ainsi que le pourcentage massique de chlorure de sodium dans la solution.
4. Le contrôle de qualité est-il validé ? Pour le savoir, plusieurs étapes sont nécessaires.

a. Calculer l'écart relatif :

$$\text{Ecart relatif} = \left| \frac{C_{\text{théo}} - C_{\text{exp}}}{C_{\text{théo}}} \right|$$

b. Estimons maintenant les incertitudes.

- Recopier les résultats trouvés dans le tableau ci-dessous :

table n°	1	2	3	4	5	6	7	8	9
pourcentage									

Pour déterminer les incertitudes, on utilise la fonction « statistique » de la calculatrice. Cela est valable lorsque plusieurs mesures ont été effectuées. La meilleure estimation du pourcentage massique est égale à la moyenne (souvent notée  $\bar{P}$ ) des N valeurs mesurées.

De plus, la meilleure estimation de l'incertitude élargie de mesure du pourcentage massique est :

$$U(p) = k \times \frac{Sx}{\sqrt{N}}$$

Si  $k = 1$ , le niveau de confiance est de 68 % ; si  $k = 2$  ( $k = 3$ ), le niveau de confiance est de 95 % (98 %).

Pour cela, à l'aide de votre calculatrice, choisir « Stat/EDIT/Edite » puis remplir une colonne avec les données.

Dans un second temps, « stat/CALC/Stats 1-var » et indiquer le numéro de la colonne.

Exemple

	L1	L2	L3	1
1:Edit				
2:SortA(				
3:SortD(				
4:ClrList				
5:SetUpEditor				
	L1(1)=6			
				1-Var Stats
				x=311.4
				Σx=3114
				Σx²=1191700
				Sx=157.0563947
				σx=148.9967785
				↓n=10

Remarque :  $S_x$  est ce qu'on appelle « l'écart type expérimental ». Il est donné et calculé par votre calculatrice. Avec cette méthode, on obtient un intervalle dans lequel devrait se situer le résultat de la mesure du pourcentage massique.

\*Calculer l'intervalle dans lequel devrait se situer le résultat de la mesure du pourcentage massique pour un niveau de confiance de 95 %.

\* Le contrôle qualité est-il validé ?

\*Commenter le pourcentage massique théorique.

Titre du TP : <b>Dosage par étalonnage conductimétrique</b>	
--	--

Matériel au bureau :

<ul style="list-style-type: none"><li>• 1L de solution de chlorure de sodium à <math>C_0 = 1,00 \cdot 10^{-2}</math> mol/L + bécher 250 mL</li><li>• Réserve propipette</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Essuie-tout</li><li>• Sérum physiologique + bécher 100 mL</li></ul>
---	---

Matériel élève :

Nombre de groupes : 9

<ul style="list-style-type: none"><li>• Propipette</li><li>• Fiole jaugée 50,0 mL + bouchon.</li><li>• Fiole jaugée 100,0 mL + bouchon</li><li>• Pipette plastique</li><li>• 3 pots de yaourt</li><li>• Pipette jaugée de 5,0 mL – 10,0 mL – 20,0 mL</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>ORDINATEUR</b></li><li>• Conductimètre étalonné</li><li>• Pissette eau distillée</li><li>• 1 feutre pour bécher</li><li>• 1 bécher 100 mL</li><li>• Pipette graduée 10,0 mL – 20,0 mL</li></ul>
--	--

Matériel au fond de la salle :

<ul style="list-style-type: none"><li>• Réserve eau distillée</li></ul>	
---	--