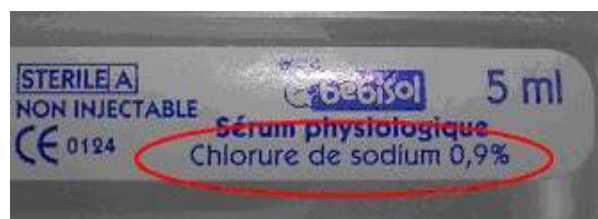


## AE02 : DOSAGE PAR ETALONAGE DU SERUM PHYSIOLOGIQUE

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 en chlorure de sodium dissous** (NaCl) 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 dissous.



**Problème posé : La concentration en chlorure de sodium du sérum à disposition est-elle en accord avec l'indication sur l'étiquette ?**

Pour cela, nous allons réaliser un dosage par étalonnage en utilisant la conductimétrie.

### Document 1 : La conductivité

- La **conductivité**  $\sigma$  est une grandeur physique qui s'exprime en « **siemens par mètre** » (**S/m** ou **S.m<sup>-1</sup>**) et qui caractérise la capacité d'une solution à conduire le courant électrique.
- Pour la mesurer, on utilise un appareil appelé **conductimètre** dont l'utilisation ressemble très fortement au pH-mètre. Il est nécessaire :
  - d'étalonner au préalable l'appareil ;
  - de faire la mesure sans vive agitation ;
  - de bien rincer l'électrode entre deux mesures.
- La conductivité d'une solution dépend de la nature des ions **X<sub>i</sub>** présents dans la solution, de leur concentration **[X<sub>i</sub>]** et d'autres paramètres tels que la température **θ**.

La **loi de Kohlrausch** (établie en 1874 par Friedrich Kohlrausch, Allemand, 1840–1910), énonce que, pour des solutions suffisamment diluées, la conductivité  $\sigma$  d'une solution se calcule selon la formule:

$$\sigma = \sum \lambda_i \times [X_i]$$

avec :  $[X_i]$  : la concentration de l'ion  $X_i$  en **mol.m<sup>-3</sup>**

$\lambda_i$  : la conductivité molaire de l'ion  $X_i$  en **S.m<sup>2</sup>.mol<sup>-1</sup>**



Attention à l'unité de la concentration !!

Exemple pour une solution aqueuse de chlorure de sodium :

L'équation de la dissolution du soluté dans l'eau est :  $\text{NaCl}_{(s)} \rightarrow \text{Na}^+_{(aq)} + \text{Cl}^-_{(aq)}$

Cette équation indique que la quantité de matière de chaque ion présent dans la solution est égale à la quantité de matière de soluté apporté (dissous) :

$$\Rightarrow n_{\text{dans la sol}}(\text{Na}^+) = n_{\text{dans la sol}}(\text{Cl}^-) = n_{\text{dissous}}(\text{NaCl})$$

$$\Rightarrow \frac{n_{\text{dans la sol}}(\text{Na}^+)}{V_{\text{sol}}} = \frac{n_{\text{dans la sol}}(\text{Cl}^-)}{V_{\text{sol}}} = \frac{n_{\text{dissous}}(\text{NaCl})}{V_{\text{sol}}}$$

$$\Rightarrow [\text{Na}^+] = [\text{Cl}^-] = C$$

("C" étant la concentration en chlorure de sodium apporté de la solution)

Ainsi la loi de Kohlrausch qui s'écrit  $\sigma = \lambda_{\text{Na}^+} \times [\text{Na}^+] + \lambda_{\text{Cl}^-} \times [\text{Cl}^-]$  devient :

$$\sigma = (\lambda_{\text{Na}^+} + \lambda_{\text{Cl}^-}) \times C \quad \text{dans ce cas il y a proportionnalité entre } \sigma \text{ et } C$$

### Document 2 : Quelques techniques expérimentales vues en 2nde et/ou 1ère (Prérequis déjà réalisé)

- La dilution : voir les vidéos "dilution" + "dilution (bons gestes)"
- Le dosage par étalonnage : voir la vidéo "dosage par étalonnage"

**Document 3 : Quelques données**

Masses molaires atomiques :  $M(\text{Na}) = 23,0 \text{ g/mol}$  ;  $M(\text{Cl}) = 35,5 \text{ g/mol}$

Masse volumique du sérum physiologique étudié :  $\rho_{\text{sérum}} = 1,00 \text{ g.mL}$

Quelques valeurs de conductivités molaires ioniques  $\lambda$  à  $25^\circ\text{C}$  en  $\text{S.m}^2.\text{mol}^{-1}$  :

$$\lambda(\text{H}_3\text{O}^+) = 35,0.10^{-3} \quad \lambda(\text{HO}^-) = 19,9.10^{-3} \quad \lambda(\text{Na}^+) = 5,01.10^{-3} \quad \lambda(\text{Cl}^-) = 7,63.10^{-3}$$

**Document 4 : Matériel à disposition**Paillasse élèves :

- Pissette d'eau distillée
- Conductimètre (déjà étalonné)
- Bêchers
- Pipette en plastique
- Fioles jaugées : 50,0 mL ; 100,0 mL
- Pipettes graduées : 10,0 mL ; 20,0 mL
- Pipettes jaugées : 1,0 mL ; 5,0 mL ; 10,0 mL ; 20, 0 mL ; 25,0 mL
- Poire aspirante + propipette

Paillasse professeur :

- Sérum physiologique
- Sérum physiologique dilué 50x
- Solution de chlorure de sodium de concentration apportée  $C_0 = 10,0 \text{ mmol/L}$

**I. Travail préliminaire**

- 1) On souhaite préparer, par dilution, diverses solutions de chlorure de sodium à partir d'une solution mère de concentration  $C_0 = 10,0 \text{ mmol.L}^{-1}$ . Compléter le tableau ci-dessous en utilisant uniquement le matériel indiqué dans le document 4.

<i>Solution fille à préparer : <math>S_i</math></i>	<b><math>S_1</math></b>	<b><math>S_2</math></b>	<b><math>S_3</math></b>	<b><math>S_4</math></b>	<b><math>S_5</math></b>
<i>Concentration en chlorure de sodium: <math>C_i</math> (en mmol/L)</i>	5,0	4,0	2,0	1,0	0,50
<i>Facteur de dilution : <math>F_i</math></i>					
<i>Volume de la pipette jaugée à utiliser</i>					
<i>Volume de la fiole jaugée à utiliser</i>					

- 2) A partir de l'indication portée sur l'étiquette du sérum physiologique, déterminer la concentration en quantité de matière notée  $C_{\text{étiquette}}$  en chlorure de sodium du sérum physiologique.

**II. Obtention de la courbe d'étalonnage**

- 1) A l'aide du matériel à disposition, décrire les grandes étapes du protocole expérimental afin d'obtenir la courbe représentant la conductivité  $\sigma$  d'une solution de chlorure de sodium en fonction de la concentration  $C$  en quantité de matière en chlorure de sodium apporté.

**Après validation par le professeur, mettre en œuvre le protocole.**

- 2) La loi de Kohlrausch est-elle vérifiée?

**III. Réponse au problème posé**

- 1) Le sérum physiologique commercial étudié devra être dilué 50 fois. Justifier pourquoi.  
En déduire la concentration du sérum commercial dilué noté  $C_{\text{étiquette-dilué}}$
- 2) Proposer un protocole pour déterminer expérimentalement la concentration en quantité de matière  $C_{\text{sérum-dilué}}$  en chlorure de sodium du sérum dilué 50 fois à disposition sur la paillasse professeur.

**Après validation par le professeur, mettre en œuvre le protocole.**

- 3) Noter la valeur expérimentalement trouvée pour  $C_{\text{sérum-dilué}}$  de la solution diluée et rappeler la valeur attendue  $C_{\text{étiquette-dilué}}$  (voir I. travail préliminaire).
- 4) Déterminer la valeur de la concentration expérimentale du sérum  $C_{\text{sérum-}}$  et la valeur attendue  $C_{\text{étiquette}}$
- 5) Validation du contrôle de qualité :
  - a- Citer les différentes sources d'erreurs sur la valeur de  $C_{\text{sérum-}}$
  - b- On va réaliser une étude statistique sur l'ensemble des valeurs de  $C_{\text{sérum}}$  trouvées par les différents binômes.
  - Lancer le logiciel GUM\_MC\_2020. (« démarrer/programmes/programmes-réseau/physique/gum2020 »).
  - Sélectionner « terminale » puis cliquer sur l'onglet « incertitude de type A ».
  - Saisir la notation et l'unité de la grandeur étudiée.
  - Cocher « valeurs aberrantes ».
  - Saisir les valeurs des différents binômes.

#### Ecriture du résultat :

- L'incertitude type est calculée avec la formule :  $u = \frac{\sigma_{n-1}}{\sqrt{N}}$  ;  $\sigma_{n-1}$  est l'écart type des échantillons de mesures et N est le nombre de mesures.
- Noter la valeur de l'incertitude type :  $u(C_{\text{sérum}}) = \dots\dots\dots$
- Noter la valeur moyenne trouvée :  $C_{\text{sérum(moy)}} = \dots\dots\dots$
- Ecrire le résultat avec son incertitude sous la forme  $C_{\text{sérum}} = C_{\text{sérum(moy)}} \pm u(C_{\text{sérum}})$  :  
Recopier la phrase « la valeur expérimentale ..... » :

#### Comparaison avec la valeur attendue :

- Cliquer sur l'onglet "comparaison à une valeur de référence"

- Saisir la valeur de référence (= valeur attendue).
- Cliquer sur « comparer ».
- Pour déterminer l'écart à la valeur de référence, le logiciel utilise la formule  $\frac{|C_{\text{sérum}} - C_{\text{étiquette}}|}{u(C_{\text{sérum}})}$ .  
Si ce rapport est inférieur à 3, la valeur expérimentale obtenue est compatible avec la valeur attendue.
- Recopier le résultat et conclure sur la validité du contrôle de qualité effectué.