

TP: Comment fonctionne un conductimètre?

I - Principe du conductimètre

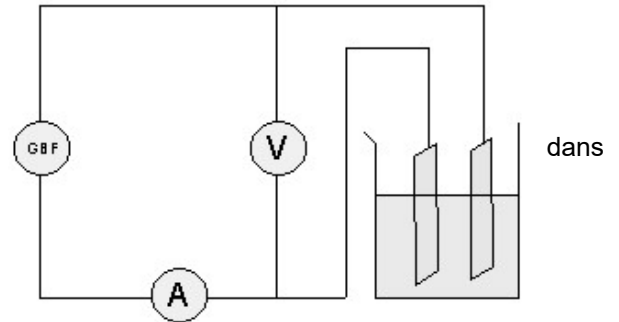
1. Conduction d'une solution

Le courant électrique dans une solution électrolytique est une circulation d'ions. Attention, il n'y a jamais d'électrons libre dans une solution aqueuse ionique.

Une solution conduit d'autant plus mieux le courant électrique que le nombre de porteurs de charges est plus et qu'ils se déplacent plus

2. Notion de conductance

On appelle **cellule conductimétrique** l'ensemble des 2 électrodes planes (conductrices) alimentées par une tension sinusoïdale délivrée par un générateur basses fréquences (G.B.F.) et plongées dans la solution électrolytique.



La portion de solution entre les électrodes se comporte comme un conducteur ohmique, de résistance R exprimée en ohms (Ω).

Pour de faibles tensions et une alimentation sinusoïdale, la tension efficace U_{eff} aux bornes des plaques métalliques et l'intensité efficace I_{eff} traversant la portion de solution entre les 2 plaques sont donc des grandeurs proportionnelles : $U_{\text{eff}} = \dots\dots$

Les chimistes utilisent la **conductance G** telle que $G =$

Donner la relation qui relie U_{eff} , I_{eff} et G : $G =$ avec G en siemens (S) ou Ohm^{-1} si U en et I en

La conductance G mesure la facilité qu'a la portion de solution à laisser passer le courant .

II - Réalisation d'une cellule de conductimétrie. Mesure de la conductance G d'une solution électrolytique :

➤ Réaliser le montage ci-dessus :

La fréquence du GBF (générateur basse fréquence) sera prise égale à 500 Hz.

- La tension sinusoïdale délivrée par le générateur sera de 1,0 V (à **chaque mesure la régler à 1,00 V**).
- On prendra une solution de $(\text{Na}^+_{(\text{aq})} + \text{Cl}^-_{(\text{aq})})$ de concentration en soluté apporté $C = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

➤ Mesurer sur les multimètres : la tension efficace $U_{\text{eff}} = \dots$ l'intensité efficace $I_{\text{eff}} = \dots$

➤ Calculer pour la cellule électrolytique : la conductance $G = \dots$

III - Etude de l'influence des paramètres liés à la géométrie de la cellule :

1. Influence de la distance L séparant les plaques :

Faire varier la distance L entre les plaques et compléter le tableau ci-dessous :

(Attention la surface d'immersion des plaques ne doit pas varier au cours de cette manipulation)

Distance L (cm)	$1/L$ (cm^{-1})	Tension U (V)	Intensité I (A)	Conductance G (S)
1,5				
3,5				
5,5				
7,5				

a- Tracer rapidement l'allure du graphe $G = f(1/L)$

b- Conclure et trouver une relation mathématique reliant G et L

2. Influence de la surface S des plaques :

Relever les plaques de façon à réduire la surface S en contact avec la solution électrolytique. On prendra $S = l \times h$ avec

l = largeur des plaques

h = hauteur immergée

Afin de ne faire varier qu'un seul facteur à la fois, on veillera à ne pas faire varier la distance L entre les plaques au cours de cette manipulation.

Mesurer l puis compléter le tableau suivant :

Hauteur immergée h (m)	Surface de la plaque $S = l \times h$ (m ²)	Tension U (V)	Intensité I (A)	Conductance G (S)

De manière qualitative, comment varie la conductance avec la surface d'immersion des plaques ?

3. Conclusion générale et présentation d'un conductimètre :

a- Proposer une expression mathématique traduisant la variation de la conductance G en fonction de la surface S d'immersion des plaques et de l'écartement L entre elles. On appellera σ la constante de proportionnalité. Cette constante σ est appelée conductivité.

b- Que représente la conductivité ? De quoi dépend-t-elle ? Comment mesurer une conductivité ?

IV - Influence de la concentration des ions sur la conductivité :

A l'aide du conductimètre, calculer la conductance des solutions de (Na⁺+Cl⁻) de concentrations C suivantes :

Concentration de la solution de (Na ⁺ +Cl ⁻) en soluté (mol.L ⁻¹)	0,010	0,0050	0,0020	0,0010
Conductance G (S)				

Entre chaque mesure, vous prendrez soin de rincer la cellule conductimétrique avec de l'eau distillée au dessus du bécher poubelle. La sécher avec du papier.

Tracer la courbe $G=f(C)$. Conclure.

V - Utilisation de la courbe d'étalonnage $G = f(C)$: détermination de la concentration du sérum physiologique commercial : (Voir TP suivant)

Le sérum physiologique commercial est une solution de chlorure de sodium.

1. Le sérum physiologique a été dilué 20 fois. Mesurer la conductance de la solution. $G = \dots\dots\dots$
2. En utilisant la courbe d'étalonnage précédente $G = f(C)$, déterminer la concentration molaire de la solution diluée.
3. En déduire la concentration molaire du sérum physiologique commercial, puis calculer sa concentration massique.
4. Comparer le résultat obtenu aux indications du fabricant : pourcentage massique : 0,9%. Le résultat obtenu paraît-il correct ?

CORRECTION

I - Principe du conductimètre

3. Conduction d'une solution

Le courant électrique dans une solution électrolytique est une circulation d'ions.

Une solution conduit d'autant plus mieux le courant électrique que le nombre de porteurs de charges est plus grand et qu'ils se déplacent plus rapidement.

4. Conductance

Pour de faibles tensions et une alimentation sinusoïdale, la tension efficace U aux bornes des plaques métalliques et l'intensité efficace I traversant la portion de solution entre les 2 plaques sont des grandeurs \sim proportionnelles :

$$U = R \cdot I$$

La portion de solution entre les électrodes se comporte donc comme un conducteur ohmique, avec R résistance du conducteur en ohms (Ω).

Les chimistes utilisent plutôt la **conductance G** =

Donner la relation qui lie U , I et G : **$G = I / R$**

avec **G en siemens (S)** si U en **V** et I en **A**.

Elle mesure la facilité qu'a la portion de solution à laisser passer le courant.

II - Réalisation d'un conductimètre. Mesure de la conductance d'une solution électrolytique :

➤ Réaliser le montage ci-dessus :

La fréquence du GBF (générateur basse fréquence) sera prise égale à 500 Hz.

- La tension sinusoïdale délivrée par le générateur sera de 1,0 V (**à chaque mesure la régler sur 1 V**).
- On prendra une solution de ($\text{Na}^+ + \text{Cl}^-$) de concentration $1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ en solution.

➤ Mesurer sur les multimètres : la tension efficace $U = 1,03 \text{ V}$ l'intensité efficace $I = 0,74 \text{ mA}$

➤ Calculer pour la cellule électrolytique : la conductance $G = I / U = 0,74 \cdot 10^{-3} / 1,03 = 7,2 \cdot 10^{-4} \text{ S}$

III - Influence des paramètres liés à la cellule :

1. Influence de la distance L séparant les plaques :

Faire varier la distance L entre les plaques et compléter le tableau ci-dessous :

(Attention la surface d'immersion des plaques ne doit pas varier au cours de cette manipulation)

Distance L (cm)	$1/L$ (cm^{-1})	Tension U (V)	Intensité I (A)	Conductance G (S)	$\alpha = \frac{G}{1/L}$ (S.cm)
1,5	0,67	1,03	$2,51 \cdot 10^{-3}$	$2,4 \cdot 10^{-3}$	0,0037
3,5	0,29	1,01	$1,36 \cdot 10^{-3}$	$1,3 \cdot 10^{-3}$	0,0047
5,5	0,18	1,02	$0,95 \cdot 10^{-3}$	$9,3 \cdot 10^{-3}$	0,0051
7,5	0,13	1,03	$0,74 \cdot 10^{-3}$	$7,2 \cdot 10^{-3}$	0,0054
				moyenne	0,0047

a- Que remarque-t-on pour $\alpha = \frac{G}{1/L}$? La valeur du coefficient reste quasiment constante.

b- Conclure. (Trouver une formule mathématique reliant G et $1/L$) G et $1/L$ sont donc proportionnels $G = \alpha \cdot \frac{1}{L}$

2. Influence de la surface S des plaques :

Relever les plaques de façon à réduire la surface S en contact avec la solution électrolytique. On prendra $S = l \times h$ avec

l = largeur des plaques

h = hauteur immergée

Afin de ne faire varier qu'un seul facteur à la fois, on veillera à ne pas faire varier la distance L entre les plaques au cours de cette manipulation.

Mesurer $l = 1,9 \text{ cm}$ puis compléter le tableau suivant :

Hauteur immergée h (m)	Surface de la plaque $S = l \times h$ (m ²)	Tension U (V)	Intensité I (A)	Conductance G (S)
$6,0 \cdot 10^{-2}$	$1,1 \cdot 10^{-3}$	0,967	$6,02 \cdot 10^{-3}$	$6,2 \cdot 10^{-3}$
$4,2 \cdot 10^{-2}$	$8,0 \cdot 10^{-4}$	1,01	$5,01 \cdot 10^{-3}$	$5,0 \cdot 10^{-3}$
$2,8 \cdot 10^{-2}$	$5,3 \cdot 10^{-4}$	1,06	$4,1 \cdot 10^{-3}$	$3,9 \cdot 10^{-3}$

De manière qualitative, comment varie la conductance avec la surface d'immersion des plaques ? **La conductance diminue quand S diminue : G et S sont proportionnelles. G est donc proportionnelle à S/L.**

3. Conclusion générale et présentation d'un conductimètre :

a- Proposer une expression mathématique traduisant la variation de la conductance G en fonction de la surface S d'immersion des plaques et de l'écartement L entre elles. On appellera σ la constante de proportionnalité. Cette

constante σ est appelée conductivité. $G = \sigma \frac{S}{L}$

b- Que représente la conductivité ? De quoi dépend-t-elle ? Comment mesurer une conductivité ?

$\sigma = G (L/S) = G \cdot k$

k est la constante de la cellule : $k = (L/S)$ en m^{-1}

G : la conductance en S

σ : la conductivité en $\text{S} \cdot \text{m}^{-1}$

Remarque : La conductivité σ ne dépend pas de la géométrie des électrodes.

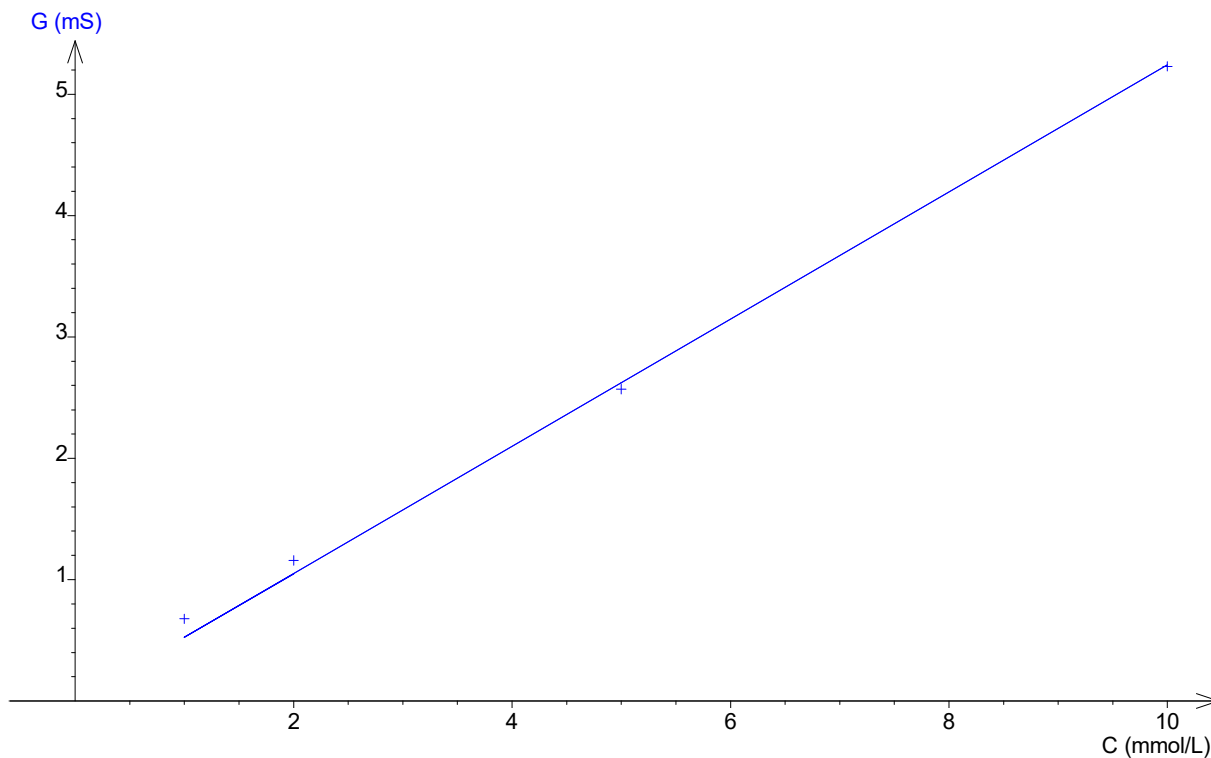
IV - Influence de la concentration des ions sur la conductivité :

A l'aide du conductimètre, calculer la conductance des solutions de ($\text{Na}^+ + \text{Cl}^-$) de concentrations C suivantes :

Concentration de la solution de ($\text{Na}^+ + \text{Cl}^-$) en soluté (mol.L ⁻¹)	0,010	0,0050	0,0020	0,0010
Conductance G (S)	$5,23 \cdot 10^{-3}$	$2,57 \cdot 10^{-3}$	$1,16 \cdot 10^{-3}$	$6,8 \cdot 10^{-4}$

Entre chaque mesure, vous prendrez soin de rincer la cellule conductimétrique avec de l'eau distillée au dessus du bécher poubelle. La sécher avec du papier.

Tracer la courbe $G=f(C)$. Conclure.



V - Utilisation de la courbe d'étalonnage $G = f(C)$: détermination de la concentration du sérum physiologique commercial :

Le sérum physiologique commercial est une solution de chlorure de sodium.

1. Le sérum physiologique a été dilué 20 fois. Mesurer la conductance de la solution. $G = 3,85 \cdot 10^{-3} \text{ S}$
2. En utilisant la courbe d'étalonnage précédente $G = f(C)$, déterminer la concentration molaire de la solution diluée. **En reportant la valeur de G sur le graphe, l'abscisse de ce point est $C_{\text{NaCl}}^{\text{diluée}} = 7,32 \text{ mmol}$**
3. En déduire la concentration molaire du sérum physiologique commercial, puis calculer sa concentration massique. $C_{\text{sérum exp}} = 20 \times 7,32 \cdot 10^{-3} = 0,15 \text{ mol/L}$ $t_{\text{exp}} = C \times M(\text{NaCl}) = 0,15 \times 58,5 = 8,8 \text{ g/L}$
5. Comparer le résultat obtenu aux indications du fabricant : pourcentage massique : 0,9%. Le résultat obtenu paraît-il correct ?

0,9% signifie que 100 g de sérum contient 0,9 g de NaCl, donc pour 1000 g de sérum c'est-à-dire environ 1L, il y a 9 g de NaCl dissout.

Concentration massique du sérum : $t_{\text{commercial}} = 9 \text{ g/L} \approx t_{\text{exp}} = 8,8 \text{ g/L}$