

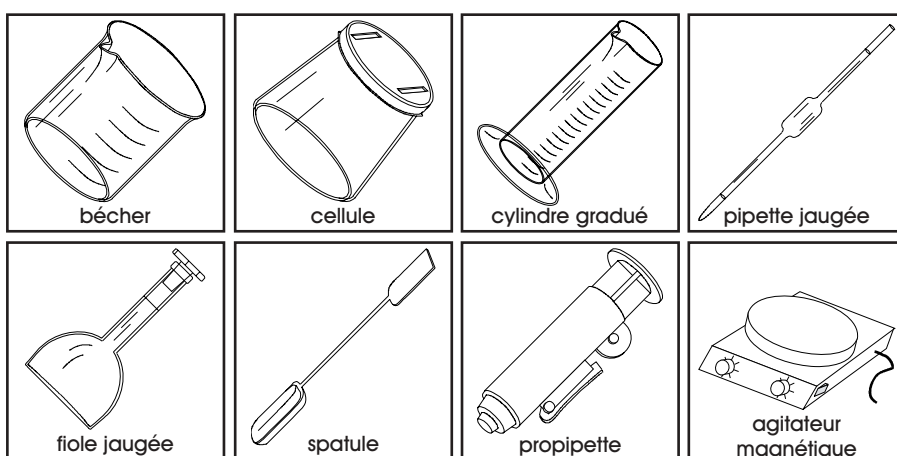
BUTS

Solubiliser différentes substances solides et déterminer la concentration des solutions obtenues ainsi que la solubilité des substances.

Mettre en évidence l'influence de la nature du solide sur les caractéristiques électriques de la solution.


MATERIEL

2 béchers de 100 mL, 2 cellules, 1 cylindre gradué de 50 mL, 1 pipette jaugée de 1 mL, 1 fiole jaugée de 50 mL, 1 spatule, 1 propipette, 1 agitateur magnétique, 1 barreau magnétique, 1 système de mesure (électrodes de cuivre, fils électriques, ampoule électrique sur support, pile 1.5 V), 1 balance.



REACTIFS

Chlorure de sodium (NaCl), dichlorure de cuivre (CuCl_2), saccharose ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$).

NaCl	CuCl_2	$\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$
étatsolide	étatsolide	étatsolide
MM58.44 g/mol	MM134.45 g/mol	MM342.30 g/mol
CH F	 CH 3 récup M	CH F

RECOMMANDATIONS

Manipuler avec précaution le dichlorure de cuivre. **Ne pas ingérer ou mettre en contact avec la peau ou les yeux.**

MANIPULATIONS
ET DISCUSSION

SOLUBILITE DU CHLORURE DE SODIUM

1. Mettre à zéro la balance, puis peser précisément un bécher; noter la masse exacte pesée ($m_{\text{bécher}}$). Remettre la balance à zéro.

Dans ce bécher, peser **environ exactement** 20 g de chlorure de sodium; noter la masse exacte pesée (m_{sel}).

"Environ exactement 20 g" signifie: peser une masse de sel proche de 20 g et noter la masse exacte pesée, par exemple 19.37 g).

Mesurer exactement 50 mL d'eau au moyen d'un cylindre gradué et intro-

duire ce volume dans un second bécher, contenant un barreau magnétique. Placer le bécher sur l'agitateur magnétique et enclencher ce dernier (ne pas faire tourner le barreau magnétique trop rapidement).

2. Ajouter dans le bécher d'eau approximativement les 2/3 du chlorure de sodium contenu dans le premier bécher. Attendre que ce sel soit entièrement dissous.

Avec une spatule, ajouter **lentement** le chlorure de sodium dans l'eau, par petites portions, jusqu'à ce que le sel ne se dissolve plus.

Mettre la balance à zéro. Peser exactement et noter la masse du bécher contenant le sel non utilisé ($m_{\text{finale}} = m_{\text{bécher}} + m_{\text{sel résiduel}}$).

- ? 1. Calculer la masse exacte de chlorure de sodium dissoute dans l'eau. Déterminer la solubilité de ce sel dans l'eau, c'est-à-dire la concentration maximale de sel pouvant être dissous dans l'eau, selon l'expression: Solubilité [g/L] = (masse de sel solubilisé [g]) / (volume de solution [L]). Comparer la valeur de la solubilité obtenue expérimentalement à la valeur mentionnée dans la littérature de référence.

SOLUTIONS CONDUCTRICES ET NON CONDUCTRICES

3. Positionner une cellule sans couvercle sur la balance. Mettre la balance à zéro.

Peser environ exactement 2 g de dichlorure de cuivre dans cette cellule et noter la masse exacte pesée (m_{sel}).

Mesurer exactement 50 mL d'eau au moyen d'un cylindre gradué et introduire ce volume dans la cellule contenant le dichlorure de cuivre. Agiter pour dissoudre.

4. Couvrir la cellule avec son couvercle.

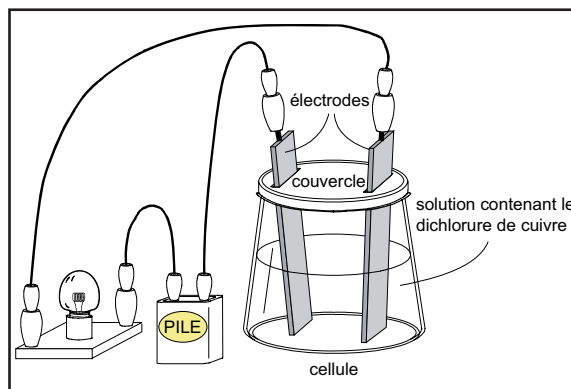
Insérer 2 électrodes de cuivre dans le couvercle et préparer le montage de la cellule selon le schéma ci-contre.

Lorsque le circuit est branché, noter les observations pertinentes.

Débrancher l'installation.

Conserver la solution de dichlorure de cuivre dans sa cellule.

Rincer abondamment les électrodes.



- ? 2. Dessiner le schéma de l'expérience, comportant les composants électriques suivants: pile = $\text{---} \text{+} | \text{---} \text{-}$, ampoule = \otimes , cellule = $\text{---} | \text{---} | \text{---}$.

5. Introduire une bonne spatule de saccharose dans une nouvelle cellule. Ajouter 50 mL d'eau dans cette cellule et agiter pour dissoudre.

Préparer le montage de la cellule selon le schéma de la figure. Lorsque le circuit est branché, noter les observations pertinentes. Débrancher l'installation.

- ? 3. Proposer une explication pour rendre compte de la différence de comportement du dichlorure de cuivre et du saccharose dans l'eau lorsqu'une tension électrique est appliquée.

DILUTION ET CONCENTRATION

6. Au moyen d'une pipette jaugée munie d'une propipette, prélever 1 mL de la solution de dichlorure de cuivre conservée dans la cellule.

Transférer ce volume dans une fiole jaugée de 50 mL, compléter lentement au trait de jauge avec de l'eau, placer le bouchon et remuer.

Comparer la coloration des deux solutions de dichlorure de cuivre.

? 4. Calculer les concentrations de dichlorure de cuivre dans la cellule ($[\text{CuCl}_2]_{\text{cellule}}$) et dans la fiole jaugée ($[\text{CuCl}_2]_{\text{fiole}}$), en [g/L].

Déterminer le rapport $[\text{CuCl}_2]_{\text{fiole}}/[\text{CuCl}_2]_{\text{cellule}}$. Comparer ce rapport au facteur de dilution selon l'expression $d = (\text{volume prélevé})/(\text{volume final})$.

Expliquer la différence de coloration des deux solutions en fonction des concentrations de dichlorure de cuivre. Quel ion est responsable de cette coloration?

**RECUPERATION
ET NETTOYAGE**

Récupérer les solutions de dichlorure de cuivre dans le récipient de déchets **M (métaux lourds)**. Evacuer les autres solutions dans l'évier, sous courant d'eau.

Laver la verrerie utilisée à l'eau, puis la rincer à l'eau déminéralisée.

PREPARATION

Expérience pour un groupe de 2 étudiants.

1. Chlorure de sodium:

Utiliser tel quel.

2. Dichlorure de cuivre:

Utiliser tel quel.

3. Saccharose:

Utiliser tel quel.

4. Matériel nécessaire pour un groupe de 2 étudiants:

2 béchers de 100 mL

2 cellules préparées à partir de pots de yaourth en verre avec couvercle en plastique; découper 2 fentes dans le couvercle pour introduire les électrodes

1 cylindre gradué de 50 mL

1 pipette jaugée de 1 mL

1 fiole jaugée de 50 mL

1 spatule

1 propipette

1 agitateur magnétique

1 barreau magnétique

1 système de mesure (2 électrodes de cuivre 100x25x2mm, fils électriques, ampoule électrique sur support, pile 1.5 V)

1 balance (précision: 0.1 g)

5. Durée de l'expérience:

Environ 60 min de manipulations

DISCUSSION

- ? 1. Calculer la masse exacte de chlorure de sodium dissoute dans l'eau. Déterminer la solubilité de ce sel dans l'eau, c'est-à-dire la concentration maximale de sel pouvant être dissous dans l'eau, selon l'expression: solubilité [g/L] = (masse de sel solubilisé [g]) / (volume de solution [L]). Comparer la valeur de la solubilité obtenue expérimentalement à la valeur mentionnée dans la littérature de référence.

La masse totale de sel introduite dans les 50 mL d'eau est donnée par:




$$m_{\text{sel dissous}} = m_{\text{sel}} - m_{\text{sel résiduel}} = m_{\text{sel}} - m_{\text{finale}} + m_{\text{bécher}}$$

Expérimentalement, cette masse doit être proche de 18 g.

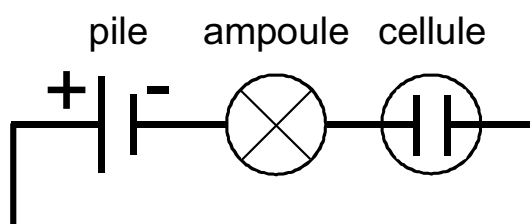
La solubilité du sel est donnée par:

$$\text{solubilité [g/l]} = (m_{\text{sel dissous}} [\text{g}]) / (0.05 [\text{L}]).$$

La solubilité du NaCl tabulée dans le Handbook of Chemistry and Physics est de 357 g/L (à 10 °C). Dans l'eau chaude, la solubilité du chlorure de sodium est plus élevée (391 g/L à 100 °C).

- ? 2. Dessiner le schéma de l'expérience, comportant les composants électriques suivants: pile = , ampoule = , cellule = .

Le schéma du circuit électrique correspondant à l'expérience est donné sur la figure ci-contre.



- ? 3. Proposer une explication pour rendre compte de la différence de comportement du dichlorure de cuivre et du saccharose dans l'eau lorsqu'une tension électrique est appliquée.

Le dichlorure de cuivre est un solide ionique. Lorsque CuCl_2 est introduit dans l'eau, les cristaux sont solvatés puis dissociés en cations Cu^{2+} et anions Cl^- . Selon sa charge, chaque ion s'entoure de molécules d'eau orientées: les atomes d'oxygène de l'eau (charge négative) se positionnent autour de Cu^{2+} ($\text{H}_2\text{O}\cdots\text{Cu}^{2+}\cdots\text{OH}_2$) et les atomes d'hydrogène de l'eau (charge positive) se positionnent autour du Cl^- ($\text{OH}_2\cdots\text{Cl}^-\cdots\text{H}_2\text{O}$).

Le saccharose est un solide moléculaire, dans lequel le déséquilibre dans la répartition des charges entre atomes est faible. Lorsque $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ est introduit dans l'eau, les cristaux ne sont que solvatés et ne subissent aucune dissociation.

Lorsqu'une tension électrique est appliquée dans la solution de dichlorure de cuivre, les ions Cu^{2+} et Cl^- permettent le passage du courant au travers de la cellule. Inversement, le courant ne circule pas en présence de saccharose non dissocié.

- ? 4. Calculer les concentrations de dichlorure de cuivre dans la cellule ($[\text{CuCl}_2]_{\text{cellule}}$) et dans la fiole jaugée ($[\text{CuCl}_2]_{\text{fiole}}$), en [g/L].

Déterminer le rapport $[\text{CuCl}_2]_{\text{fiole}}/[\text{CuCl}_2]_{\text{cellule}}$. Comparer ce rapport au facteur de dilution selon l'expression $d = (\text{volume prélevé})/(\text{volume final})$.

Expliquer la différence de coloration des deux solutions en fonction des concentrations de dichlorure de cuivre. Quel ion est responsable de cette coloration?

La concentration de dichlorure de cuivre dans la cellule est donnée par $[\text{CuCl}_2]_{\text{cellule}} = (2 \text{ g CuCl}_2)/(0.05 \text{ L H}_2\text{O}) = 40 \text{ g/l}$.

Lorsque 1 mL de cette solution est prélevé, ce volume contient $(0.001 \text{ L}) \cdot (40 \text{ g/L}) = 0.04 \text{ g CuCl}_2$; la concentration de dichlorure de cuivre dans la fiole est donc donnée par $[\text{CuCl}_2]_{\text{fiole}} = (0.04 \text{ g CuCl}_2)/(0.05 \text{ L H}_2\text{O}) = 0.8 \text{ g/L}$.

Le rapport des concentrations dans la fiole et dans la cellule est donné par $[\text{CuCl}_2]_{\text{fiole}}/[\text{CuCl}_2]_{\text{cellule}} = (0.8 \text{ g/L})/(40 \text{ g/L}) = 0.02$.

Ce rapport est égal, à l'erreur expérimentale près, au facteur de dilution $d = (1 \text{ mL})/(50 \text{ mL}) = 0.02$.

La concentration de dichlorure de cuivre dans la fiole jaugée est par conséquent 50 fois plus faible que dans la cellule, ce qui explique la différence de coloration des deux solutions.

L'ion Cu^{2+} hexahydraté ($\text{Cu}^{2+}(\text{H}_2\text{O})_6$) est responsable de la coloration en solution aqueuse.