

William Frénée-Larose  
Gabriel-Andrew Pollo-Guilbert

Chimie Générale 202-NYA-05  
Groupe 7

**Laboratoire #6: Détermination de la formule de sels hydratés**

Travail présenté à  
André Cyr

Département de chimie  
Cégep de Trois-Rivières  
Remis le 28 Octobre 2015

La première partie du laboratoire a pour but de déterminer la formule d'un sel hydraté inconnu à l'aide de la gravimétrie. Lors du chauffage avec un bruleur, les molécules d'eaux contenues dans le sel s'évaporent en laissant le sel anhydre. Donc, on peut mesurer la masse du sel hydraté et du sel anhydre. À l'aide de la masse de l'hydrate et de celle du sel anhydre, il est possible de déterminer la masse d'eau contenue dans le composé pour ensuite calculer le ratio massique de l'eau et du sel. Par la suite, il suffit de comparer le ratio expérimental avec les valeurs théoriques.

La deuxième partie de l'expérience consiste à déterminer la quantité de molécules d'eau contenue dans un sel hydraté de chlorure de cobalt. La technique utilisée est la même, la gravimétrie. Par contre, on chauffe l'hydrate dans une étuve pour obtenir la quantité de moles du sel hydraté et du sel anhydre. Ensuite, le ratio molaire de l'eau sur le composé anhydre peut être comparé avec une valeur théorique pour déterminer la quantité de molécules d'eau dans le sel hydraté.

## Mesures et résultats

**Tableau des mesures :** masse du creuset, des sels hydratés ainsi que le creuset contenant les sels anhydres

Matériel	Masse (g) $\pm 0,001$	
	Partie 1 Sel inconnu	Partie 2 $\text{CoCl}_2 \cdot y\text{H}_2\text{O}$
creuset	25,309	23,097
sel hydraté	2,204	2,164
creuset + sel anhydre	26,729	24,281

**Tableau des observations :** couleurs des sels hydratés, anhydres et rehydratés

	Sel hydraté	Sel anhydre	Sel rehydraté
sel inconnu	bleu	vert pâle	bleu
chlorure de cobalt	rose	bleu	mauve

**Tableau des résultats 1 :** masse du sel inconnu et de l'eau contenue, ainsi que leur pourcentage massique

	Masse du sel hydraté (g)	Masse H <sub>2</sub> O (g)	% m/m $\left(\frac{m_{\text{eau}}}{m_{\text{hydrate}}} \times 100\right)$	% d'écart avec le sel de référence choisi
sel inconnu	2,204	0,784	35,6	1

Sel de référence choisi : CuSO<sub>4</sub>

**Tableau des résultats 2 :** masses et quantités du sel et de l'eau, ainsi que leur rapport molaire

	Masse (g)	Quantité (mol)	Ratio $\frac{n_{\text{H}_2\text{O}}}{n_{\text{CoCl}_2}}$	
			expérimental	théorique
CoCl <sub>2</sub>	1,184	$9,119 \times 10^{-3}$		
H <sub>2</sub> O	0,980	$54,4 \times 10^{-3}$	5,97	6

% d'écart : 0,5%

## Calculs

### Partie 1

#### 1. Masse du sel anhydre

$$\begin{aligned}
 m_{\text{sel anhydre}} &= m_{\text{creuset+sel anhydre}} - m_{\text{creuset}} \\
 &= 26,729\text{g} - 25,309\text{g} \\
 &= 1,420\text{g}
 \end{aligned}$$

#### 2. Masse de H<sub>2</sub>O

$$\begin{aligned}
 m_{\text{H}_2\text{O}} &= m_{\text{sel hydraté}} - m_{\text{sel anhydre}} \\
 &= 2,204\text{g} - 1,420\text{g} \\
 &= 0,784\text{g}
 \end{aligned}$$

#### 3. Pourcentage massique expérimental de H<sub>2</sub>O dans le sel hydraté

$$\begin{aligned}
 \% \text{ m/m} &= \frac{m_{\text{H}_2\text{O}}}{m_{\text{sel hydraté}}} \times 100 \\
 &= \frac{0,784\text{g}}{2,204\text{g}} \times 100 \\
 &= 35,6 \%
 \end{aligned}$$

#### 4. Pourcentage d'écart avec le sel de référence choisi

$$\begin{aligned}\% \text{ d'écart} &= \frac{|\%m/m_{\text{sel de référence}} - \%m/m_{\text{sel expérimental}}|}{\%m/m_{\text{sel de référence}}} \times 100 \\ &= \frac{|36,08 - 35,6|}{36,08} \times 100 \\ &= 1 \%\end{aligned}$$

### Partie 2

#### 1. Masse de $\text{CoCl}_2$

$$\begin{aligned}m_{\text{CoCl}_2} &= m_{\text{creuset+sel anhydre}} - m_{\text{creuset}} \\ &= 24,281\text{g} - 23,097\text{g} \\ &= 1,184\text{g}\end{aligned}$$

#### 2. Masse de $\text{H}_2\text{O}$

$$\begin{aligned}m_{\text{H}_2\text{O}} &= m_{\text{sel hydraté}} - m_{\text{sel anhydre}} \\ &= 2,164\text{g} - 1,184\text{g} \\ &= 0,980\text{g}\end{aligned}$$

#### 3. Nombre de mol de $\text{CoCl}_2$

$$\begin{aligned}n_{\text{CoCl}_2} &= \frac{m_{\text{CoCl}_2}}{MM_{\text{CoCl}_2}} \\ &= \frac{1,184\text{g}}{129,84\text{g/mol}} \\ &= 9,119 \times 10^{-3}\text{mol}\end{aligned}$$

#### 4. Nombre de mol de $\text{H}_2\text{O}$

$$\begin{aligned}n_{\text{H}_2\text{O}} &= \frac{m_{\text{H}_2\text{O}}}{MM_{\text{H}_2\text{O}}} \\ &= \frac{0,980\text{g}}{18,02\text{g/mol}} \\ &= 54,4 \times 10^{-3}\text{mol}\end{aligned}$$

#### 5. Ratio molaire du $\text{H}_2\text{O}$ et du $\text{CoCl}_2$

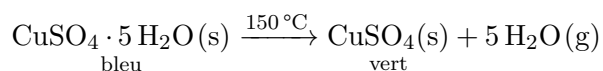
$$\begin{aligned}\text{ratio}_{\text{CoCl}_2 \cdot y\text{H}_2\text{O}} &= \frac{n_{\text{H}_2\text{O}}}{n_{\text{CoCl}_2}} \\ &= \frac{54,4 \times 10^{-3}\text{mol}}{9,119 \times 10^{-3}\text{mol}} \\ &= 5,97\end{aligned}$$

## 6. Pourcentage d'écart avec le $\text{CoCl}_2 \cdot y\text{H}_2\text{O}$

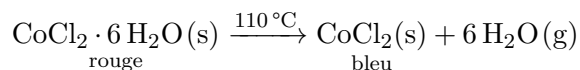
$$\begin{aligned}\% \text{ d'écart} &= \frac{|\text{ratio}_{\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}} - \text{ratio}_{\text{CoCl}_2 \cdot y\text{H}_2\text{O}}|}{\text{ratio}_{\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}}} \times 100 \\ &= \frac{|6 - 5,97|}{6} \times 100 \\ &= 0,5\%\end{aligned}$$

## Équations de déshydratation balancées

### 1. Déshydratation du sulfate de cuivre(II) pentahydraté



### 2. Déshydratation du chlorure de cobalt hexahydraté



## Discussion

Suite à l'expérience, la formule du sel inconnu est du sulfate de cuivre(II) pentahydraté, ce qui correspond à la formule théorique. Le ratio massique expérimental est de 35,6 %, ce qui est semblable au ratio théorique de 36,08 % du sulfate de cuivre(II) pentahydraté. Le faible pourcentage d'écart de 1 % permet d'affirmer que c'est du sulfate de cuivre(II) pentahydraté. Durant la déshydratation, le sel passe du bleu au vert pâle, ce qui est comparable aux couleurs de références du sulfate de cuivre(II) pentahydraté. La sous-évaluation du ratio massique peut s'expliquer par une déshydratation incomplète du sel. En effet, il semblait y avoir une petite quantité de composés bleus (sel hydraté) au centre du creuset. Une autre cause d'erreur possible serait la décomposition du sel durant le chauffage. Effectivement, une certaine fumée a pu être observée durant la manipulation. Puisque notre chauffage n'est pas nécessairement uniforme, les côtés du creuset ont pu être chauffés à des plus hautes températures que le centre. Ce qui expliquerait la petite décomposition malgré le fait que le sel n'était pas complètement déshydraté. Donc, la décomposition n'est pas considérable comme cause d'erreur, car la valeur expérimentale est sous-évaluée. Ces causes d'erreurs peuvent être évitées en chauffant plus délicatement, mais plus longtemps.

Durant la deuxième partie, le coefficient d'hydratation du chlorure de cobalt obtenue est de 5,97, par rapport à la valeur théorique de 6 du chlorure de cobalt hexahydraté. En prenant compte des couleurs, le sel passe du rose au bleu pendant la déshydratation, ce qui contribue à l'identification du composé. Le faible pourcentage d'écart de 0,5 % confirme le résultat. La sous-évaluation du ratio molaire peut s'expliquer par une déshydratation incomplète du sel. La décomposition du composé pourrait, dans certains cas, être une cause d'erreur. Cependant, le chauffage à l'étuve est beaucoup plus uniforme que cel d'un bruleur. Donc, il est peu probable qu'il y ait eu décomposition.

## Conclusion

Pour conclure, le sel inconnu est du sulfate de cuivre(II) pentahydraté et le coefficient d'hydratation du chlorure de cobalt est 6.

## Annexe

**Tableau 1 :** Pourcentage massiques des sels de références

	Masse molaire du sel hydraté (g)	Masse H <sub>2</sub> O dans une mole de composé (g)	% m/m $\left(\frac{m_{H_2O}}{m_{sel}} \times 100\right)$
FeSO <sub>4</sub> · 7 H <sub>2</sub> O	278,015	126,1070	45,3598
CuSO <sub>4</sub> · 5 H <sub>2</sub> O	249,685	90,0764	36,0760
Fe(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> · 9 H <sub>2</sub> O	403,997	162,1375	40,1333
CaCl <sub>2</sub> · 2 H <sub>2</sub> O	147,015	36,0306	24,5081
MgSO <sub>4</sub> · 7 H <sub>2</sub> O	245,475	126,1070	51,3726

**Tableau 2 :** Information des sels de références

	Couleurs des sels hydratés	Température de déshydratation complète	Couleurs des sels anhydres
FeSO <sub>4</sub> · 7 H <sub>2</sub> O	bleu-vert	300	blanc
CuSO <sub>4</sub> · 5 H <sub>2</sub> O	bleu	150	vert
Fe(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> · 9 H <sub>2</sub> O	blanc	125	
CaCl <sub>2</sub> · 2 H <sub>2</sub> O			blanc
MgSO <sub>4</sub> · 7 H <sub>2</sub> O	blanc	200	blanc
CoCl <sub>2</sub> · 6 H <sub>2</sub> O	rouge	110	bleu