

# LC 25 : Déplacement de l'équilibre chimique

Élément imposé : Déterminer l'évolution de la valeur d'une constante thermodynamique d'équilibre en fonction de la température



Vendredi 22 Novembre 2024



Notions et contenus	Capacités exigibles
<b>7.2. Deuxième principe de la thermodynamique appliqué aux transformations physico-chimiques</b>	
<p>Enthalpie de réaction, entropie de réaction, enthalpie libre de réaction et grandeurs standard associées.</p> <p>Relation entre enthalpie libre de réaction et quotient de réaction ; équilibre physico-chimique ; évolution d'un système chimique.</p>	<p>Justifier qualitativement ou prévoir le signe de l'entropie standard de réaction.</p> <p>Relier création d'entropie et enthalpie libre de réaction lors d'une transformation d'un système physico-chimique à pression et température fixées. Prévoir le sens d'évolution à pression et température fixées d'un système physico-chimique dans un état donné à l'aide de l'enthalpie libre de réaction.</p> <p>Déterminer les grandeurs standard de réaction à partir des tables de données thermodynamiques et de la loi de Hess.</p>
<p>Constante thermodynamique d'équilibre ; relation de Van 't Hoff.</p>	<p>Citer et exploiter la relation de Van 't Hoff.</p> <p>Déterminer la valeur de la constante thermodynamique d'équilibre à une température quelconque.</p> <p><b>Déterminer l'évolution de la valeur d'une constante thermodynamique d'équilibre en fonction de la température.</b></p>
<p>Optimisation thermodynamique d'un procédé chimique :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- par modification de la valeur de <math>K^\circ</math> ;</li><li>- par modification de la valeur du quotient réactionnel.</li></ul>	<p>Identifier les paramètres d'influence et leur contrôle pour optimiser une synthèse ou minimiser la formation d'un produit secondaire indésirable.</p>



## Prérequis

- Cours complet de thermodynamique de première année (1<sup>er</sup> et 2<sup>nd</sup> principe, capacité calorifique)
- Loi de Beer-Lambert
- Loi d'action des masses



## Prérequis

- Cours complet de thermodynamique de première année (1<sup>er</sup> et 2<sup>nd</sup> principe, capacité calorifique)
- Loi de Beer-Lambert
- Loi d'action des masses

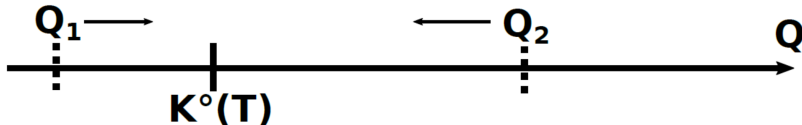
## Difficultés envisagées

- Les notations des différentes grandeurs
- Savoir quand utiliser quelle formule
- Notion de déplacement d'équilibre





$$\Delta_r G = RT \ln \left( \frac{Q}{K^\circ} \right)$$



- si  $Q < K^\circ$ , on a  $\Delta_r G < 0 \Rightarrow d\xi > 0$  : le système évolue dans le sens direct
- si  $Q > K^\circ$ ,  $\Delta_r G > 0 \Rightarrow d\xi < 0$  : le système évolue dans le sens indirect
- si  $Q = K^\circ$  le système est à l'équilibre ce qui correspond bien à la définition de  $K^\circ$



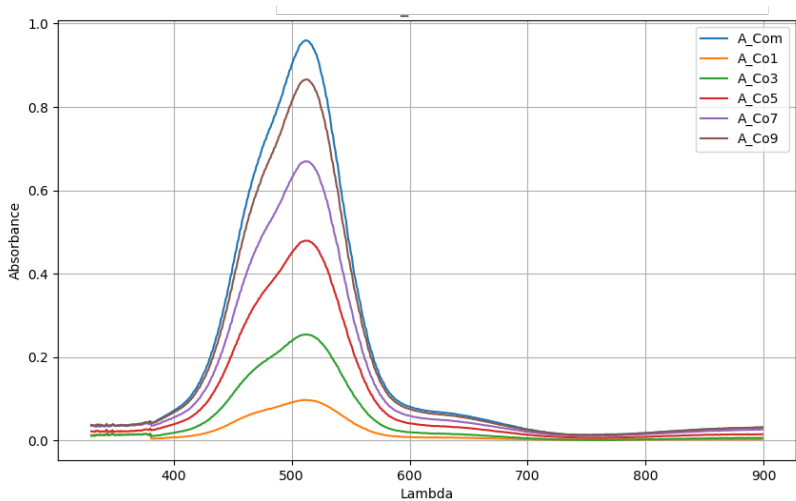
# Thermochromisme d'un complexe de cobalt (II)



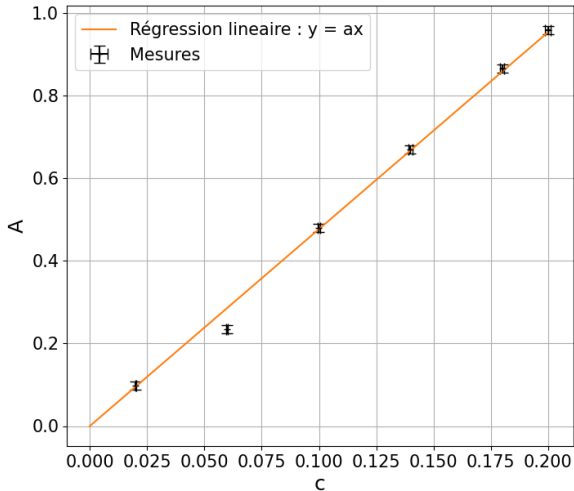
Solution de $\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6^{2+}$									
	$S_1$	$S_2$	$S_3$	$S_4$	$S_5$	$S_6$	$S_7$	$S_8$	$S_9$
$V_{S_{\text{mère}}} \text{ (mL)}$	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$C \text{ (mol} \cdot \text{L}^{-1}\text{)}$	0,020	0,040	0,060	0,080	0,10	0,12	0,14	0,16	0,18



# Thermochromisme d'un complexe de cobalt (II)



# Thermochromisme d'un complexe de cobalt (II)



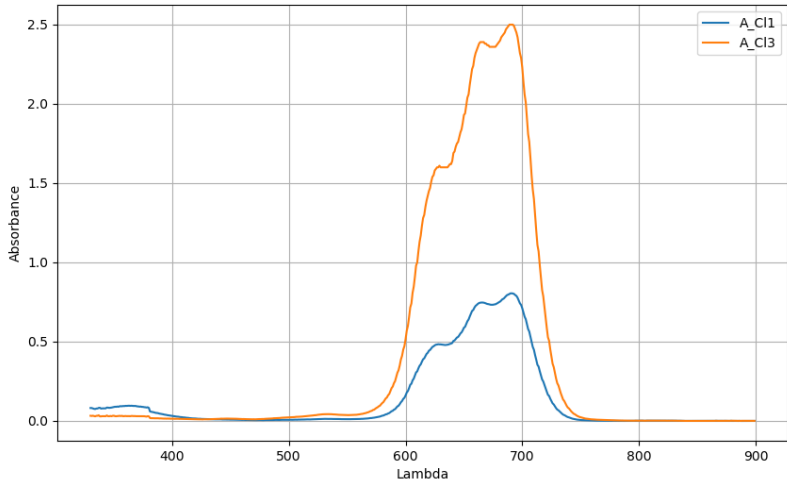
# Thermochromisme d'un complexe de cobalt (II)



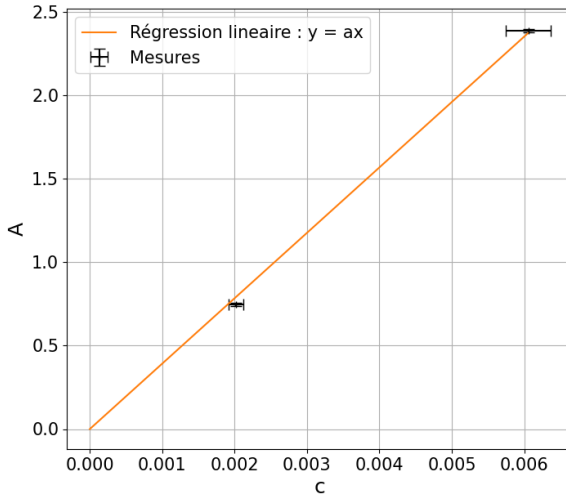
Solution de $\text{CoCl}_4^{2-}$					
	$S'_1$	$S'_2$	$S'_3$	$S'_4$	$S'_5$
$VS'_{\text{mère}}$ (mL)	1	2	3	4	5
$C$ ( $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ )	$2,0 \cdot 10^{-4}$	$4,0 \cdot 10^{-4}$	$6,0 \cdot 10^{-4}$	$8,0 \cdot 10^{-4}$	$1,0 \cdot 10^{-3}$
	$S'_6$	$S'_7$	$S'_8$	$S'_9$	
$VS'_{\text{mère}}$ (mL)	6	7	8	9	
$C$ ( $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ )	$1,2 \cdot 10^{-3}$	$1,4 \cdot 10^{-3}$	$1,6 \cdot 10^{-3}$	$1,8 \cdot 10^{-3}$	

Tableau 2

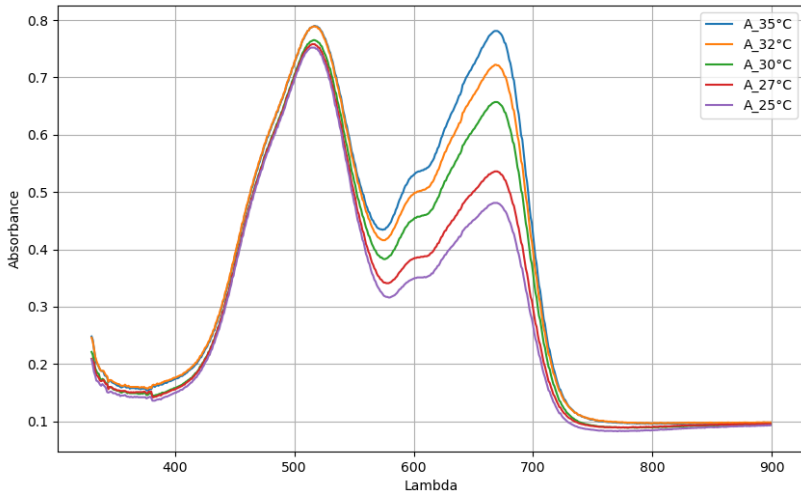
# Thermochromisme d'un complexe de cobalt (II)



# Thermochromisme d'un complexe de cobalt (II)



# Thermochromisme d'un complexe de cobalt (II)





Cette constante d'équilibre de la réaction s'exprime par<sup>(11)</sup> :

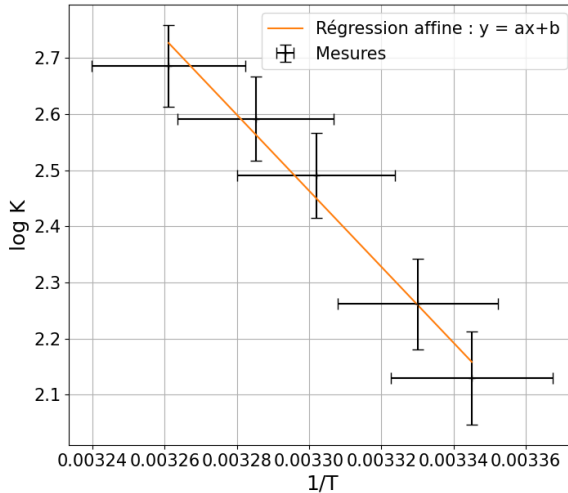
$$K^o(T) = \frac{[\text{Co}(\text{Cl})_4^{2-}]_{\text{éq}}}{[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6^{2+}]_{\text{éq}} [\text{Cl}^-]_{\text{éq}}^4}.$$

Le tableau d'avancement de cette réaction s'écrit :

$[i]$ en $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$	$\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6^{2+}$	+	$4 \text{Cl}^-$	$\rightleftharpoons$	$\text{Co}(\text{Cl})_4^{2-}$	+	$6\text{H}_2\text{O}$
État initial	0,1		0,2		0		–
État d'équilibre	$0,1 - x_{\text{éq}}$		$0,2 - 4 x_{\text{éq}}$		$x_{\text{éq}}$		–

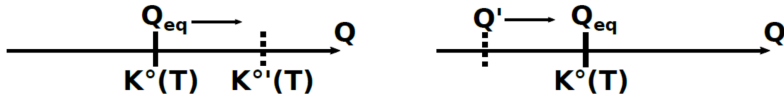
**Tableau 2**

# Thermochromisme d'un complexe de cobalt (II)

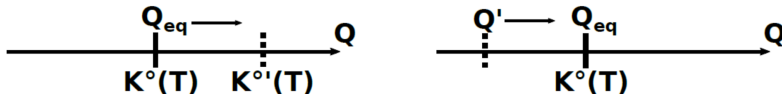








 Bien qu'on parle de déplacement d'équilibre,  $K^\circ$  reste bien la valeur à l'équilibre, et le système évolue toujours vers cette valeur !



⚠ Bien qu'on parle de déplacement d'équilibre,  $K^o$  reste bien la valeur à l'équilibre, et le système évolue toujours vers cette valeur !

⚠ On n'a pas du tout exploré l'aspect cinétique d'une transformation dans notre introduction à l'optimisation !  $\Rightarrow$  prochain chapitre !

