

Objectifs	Observer un déplacement d'équilibre de manière qualitative dans le cas d'une réaction simple	
Thèmes	$\Delta_r G$ – Déplacement d'équilibre	
Matériel sur la paillasse prof.	Acide chlorhydrique concentré (12 mol. L ⁻¹) Poudre de CoCl ₂ (s)	Balance de précision 0,1 g Bidon de récupération de métaux lourds.

Données utiles :

	Co(aq)	Cl(aq)	(CoCl ₄) ²⁻ (aq)	H ₂ O(l)
Masse molaire (g. mol ⁻¹)	59	35	200	18

Dans cette démonstration de manipulation, on se propose d'observer qualitativement les déplacements d'équilibre d'une réaction chimique impliquant des ions en phase aqueuse. La réaction étudiée fait intervenir d'ion cobalt (II), l'ion chlorure, qui forment ensemble l'ion chlorure de cobalt :



L'avantage de cette réaction est que les ions Co²⁺ et CoCl₄²⁻ possèdent chacun une vive couleur (alors que l'ions Cl⁻ est incolore, même à forte concentration). Par simple observation, on peut alors deviner la prédominance des réactifs (couleur rouge-rose) ou des produits (couleur bleue) à l'état d'équilibre de la réaction.

Dans la suite, on s'intéresse à la manière dont il est possible de tirer l'équilibre dans un sens ou dans l'autre ; d'abord par modification de la concentration des composés chimiques présents dans le milieu, puis par modification de la température. On rappelle la loi d'action des masses :

À l'équilibre, le quotient réactionnel devient égal à la constante d'équilibre : $Q_r(\xi_{\text{eq}}) = K^\circ(T) = \exp\left(-\frac{\Delta_r G^\circ}{RT}\right)$.
La constante d'équilibre d'une réaction $K^\circ(T)$ ne dépend que de la température.

I - PRÉPARATION DES EXPÉRIENCES

On dispose d'une solution S₁ de Co²⁺ obtenue par dissolution de 5 g de CoCl₂(s) dans 250 mL d'eau. On dispose aussi d'une solution S₂ d'acide chlorhydrique de concentration [Cl⁻]_{S₂} = 12 mol. L⁻¹ qu'on n'utilise pas pour l'instant. On prélève un volume V₁ de la solution S₁ qu'on place dans trois tubes à essai.

- Déterminer la concentration en ions Co²⁺ et Cl⁻ dans les tubes à essai.
- Écrire le tableau d'avancement, puis le quotient réactionnel de la réaction (1) qui s'est effectuée dans les tubes à essai.
- Compte tenu de la couleur observée, déterminer si l'équilibre est plutôt en faveur des produits ou des réactifs.

II - INFLUENCE DE LA CONCENTRATION DES RÉACTIFS

- Dans chaque tube, on ajoute un volume V₂ de solution S₂ (d'acide chlorhydrique). Remplir le tableau suivant :

	Tube 1, V ₂ = 0 (pas de S ₂ ajouté)	Tube 2, V ₂ = V ₁ (ajout d'un peu d'acide)	Tube, V ₂ = 3 V ₁ (ajout de beaucoup d'acide)
Évolution de Q _r au moment de l'ajout	Pas d'ajout		
Sens attendu du déplacement d'équilibre	Equilibre inchangé		
Observation attendue	Couleur inchangée (rose)		

- Pour déplacer cet équilibre, pourquoi l'ajout d'ions Cl⁻ est beaucoup plus efficace que l'ajout d'ions Co²⁺ ?
- Proposer une autre méthode qui permettrait de déplacer l'équilibre en faveur des produits (dans le but de produire un maximum de CoCl₄²⁻).

III - INFLUENCE DE LA TEMPÉRATURE

Dans cette partie, on garde les mêmes solutions dans les trois tubes à essai, mais on modifiera seulement la température.

7. Quelle grandeur évolue lors d'une modification de la température ? Dans quel sens, pour la réaction considérée (on démontrera la réponse) ?
8. On reprend le tube à essai intermédiaire, dans lequel on a ajouté une quantité modérée d'acide chlorhydrique (la solution de couleur intermédiaire rose-bleu). Compléter le tableau suivant :

	Diminution à $T \simeq 0^{\circ}\text{C}$	Température ambiante	Augmentation à $T \simeq 100^{\circ}\text{C}$
Évolution de K°		Pas de changement	
Sens attendu du déplacement d'équilibre		Pas de déplacement	
Observation attendue		Rose-bleu	

9. Par le calcul, déterminer le facteur multiplicatif entre $K^{\circ}(T_{\text{amb}})$ et $K^{\circ}(100^{\circ}\text{C})$.
10. Citer un autre paramètre permettant parfois de modifier l'équilibre d'une réaction chimique. Ce paramètre agit-il sur la valeur de K° ou de Q_r ? Est-ce un facteur d'influence pour la réaction étudiée ici ?