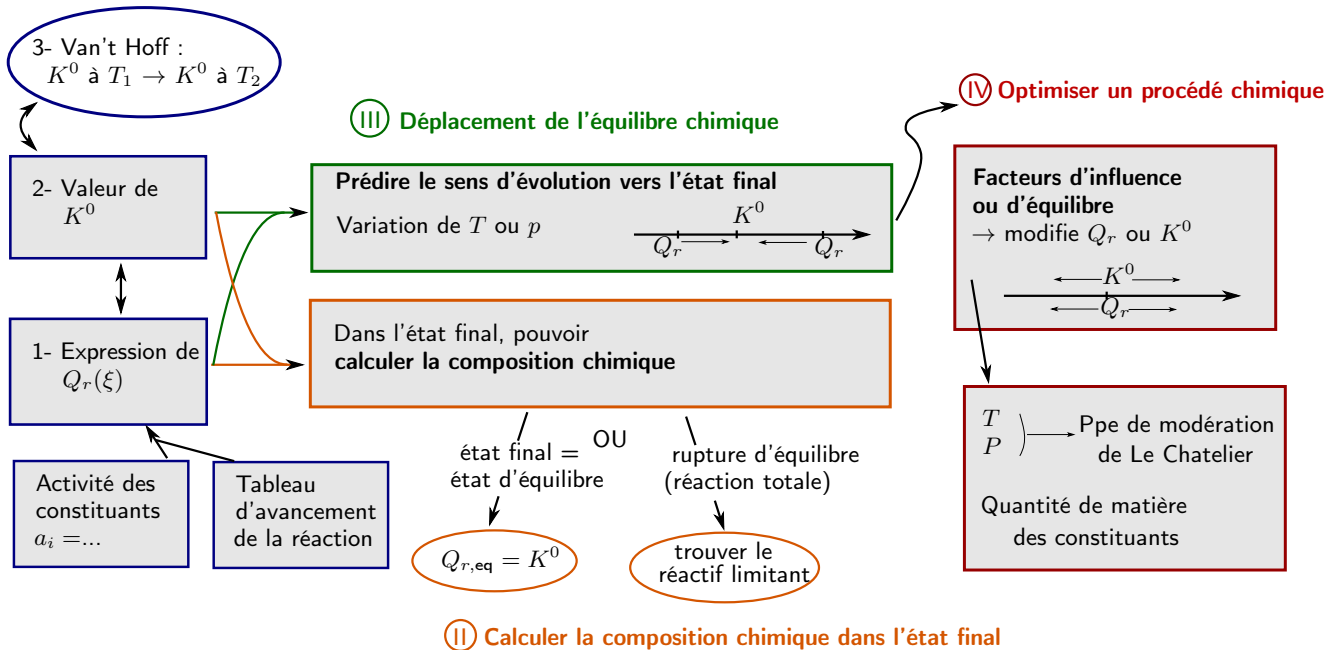


Équilibre et évolution d'un système chimique

Plan schématique du cours

① Quotient de réaction et constante d'équilibre



(à colorier avec une couleur par partie lors de la relecture du cours, si besoin voir la version couleur sur Internet)

Plan du cours

I - Quotient de réaction et constante d'équilibre

- 1 - Quotient de réaction et activité des espèces chimiques
- 2 - Constante d'équilibre thermodynamique d'une réaction
- 3 - Relation de Van't Hoff : dépendance en T de K^0

II - Calculer la composition chimique dans l'état final

- 1 - Cas où il n'y a pas de phase condensée dans les réactifs
- 2 - Cas où il y a une phase condensée dans les réactifs

III - Déplacement de l'équilibre chimique

- 1 - Prédire le sens d'évolution vers l'état final
- 2 - Changement de température à pression constante. Loi de modération.
- 3 - Changement de pression à température constante. Loi de modération.

IV - Optimiser un procédé chimique

- 1 - Facteurs d'influence (ou paramètres d'équilibre).
- 2 - Exemples de moyen d'optimisation.

Ce qu'il faut connaître

- ₁ Quelle est l'expression de l'activité chimique pour un gaz ? Pour une espèce chimique en solution ? Pour le solvant ? Et pour une phase condensée ?
- ₂ Quelle est l'expression du quotient de réaction Q_r pour une équation de réaction chimique en fonction des activités ?
- ₃ Énoncer la loi d'action des masses pour une réaction chimique à l'équilibre thermodynamique.

- ▶₄ Énoncer la relation de Van't Hoff.
- ▶₅ Étant données les valeurs relatives de Q_r et de K^0 , quel est le sens du retour vers l'équilibre (sens direct ou indirect) ?
- ▶₆ Qu'est-ce qu'un facteur d'influence ?
- ▶₇ Énoncer la loi de modération de Le Châtelier lors d'une variation de T . De même pour une variation de p .

Ce qu'il faut savoir faire

Remarque : La liste ci-dessous comporte les savoir faire généraux, ainsi que des exemples concrets de questions qui peuvent être posées. Ces exemples ne sont pas exhaustifs : d'autres questions peuvent aussi être abordées.

_____ (cours : I)

- ▶₈ Donner l'expression du quotient de réaction Q_r d'une réaction chimique modélisée par une équation de réaction.

- Donner l'expression du quotient de réaction de la réaction $4\text{HCl}_{(g)} + \text{O}_{2(g)} = 2\text{H}_2\text{O}_{(g)} + 2\text{Cl}_{2(g)}$.
- Exemples du TD II.

- ▶₉ Relation de Van't Hoff : (i) savoir l'utiliser pour prédire l'évolution de $K^0(T)$ avec la température si on donne le signe de $\Delta_r H^0$; (ii) déduire le signe de $\Delta_r H^0$ si l'on donne la variation de K^0 avec T ; (iii) savoir l'intégrer pour calculer $K^0(T_2)$ étant donné $K^0(T_1)$, T_1 et T_2 (TD IV).

- (i) On considère une réaction exothermique. Comment évolue $K^0(T)$ si la température augmente ? ¹
- (ii) TD IV.3.
- (iii) TD IV.2.

- ▶₁₀ Calculer K^0 par combinaison linéaire de constantes d'autres réactions (TD IV.1).

_____ (cours : II)

- ▶₁₁ Pour une réaction chimique, écrire le tableau d'avancement et déterminer la composition dans l'état final. En particulier, distinguer les cas où l'état final est un état d'équilibre de la réaction, ou s'il y a rupture d'équilibre (TD III).

_____ (cours : III)

- ▶₁₂ Utiliser la loi de modération de Le Châtelier pour donner le sens du retour vers l'équilibre lors d'une variation de pression isotherme, ou de température isobare, d'une réaction chimique (TD V).

- On considère l'équilibre suivant : $2\text{H}_{2(g)} + \text{O}_{2(g)} = 2\text{H}_2\text{O}_{(g)}$ (réaction exothermique). Comment est déplacé l'équilibre si on augmente T en gardant p constante ? et si on augmente p en gardant T constante ? Peut-il y avoir rupture d'équilibre ² ?
- Mêmes questions pour l'équilibre suivant ³ : $\text{ZnS}_{(s)} + \frac{3}{2}\text{O}_{2(g)} = \text{ZnO}_{(s)} + \text{SO}_{2(g)}$ ($\Delta_r H^0 < 0$).

- ▶₁₃ Utiliser l'expression de $Q_r(\xi)$ pour donner le sens du retour vers l'équilibre lors d'une variation de pression isotherme, de température isobare, ou si l'on change la quantité de matière d'un constituant actif ou passif (tous les exemples du TD V).

_____ (cours : IV)

- ▶₁₄ Identifier les paramètres d'influence, et la manière dont il faut les faire évoluer pour optimiser une synthèse (TD V.7 et VI).

1. Exothermique donc $\Delta_r H^0 < 0$. Or d'après la loi de Van't Hoff $d \ln K^0 / dT = \Delta_r H^0 / T^2 < 0$. Donc K^0 diminue si T augmente.
 2. Réponse : augmentation de T : sens indirect ; augmentation de p : sens direct ; il ne peut pas y avoir rupture d'équilibre car il n'y a aucune phase condensée parmi les réactifs et produits.
 3. Réponse : augmentation de T : sens indirect ; augmentation de p : sens direct ; il peut y avoir rupture d'équilibre si un des solides est entièrement consommé.

Méthode : Déterminer la composition d'un système dans l'état final

Comment déterminer l'état final, et donc l'avancement ξ_f correspondant ?

