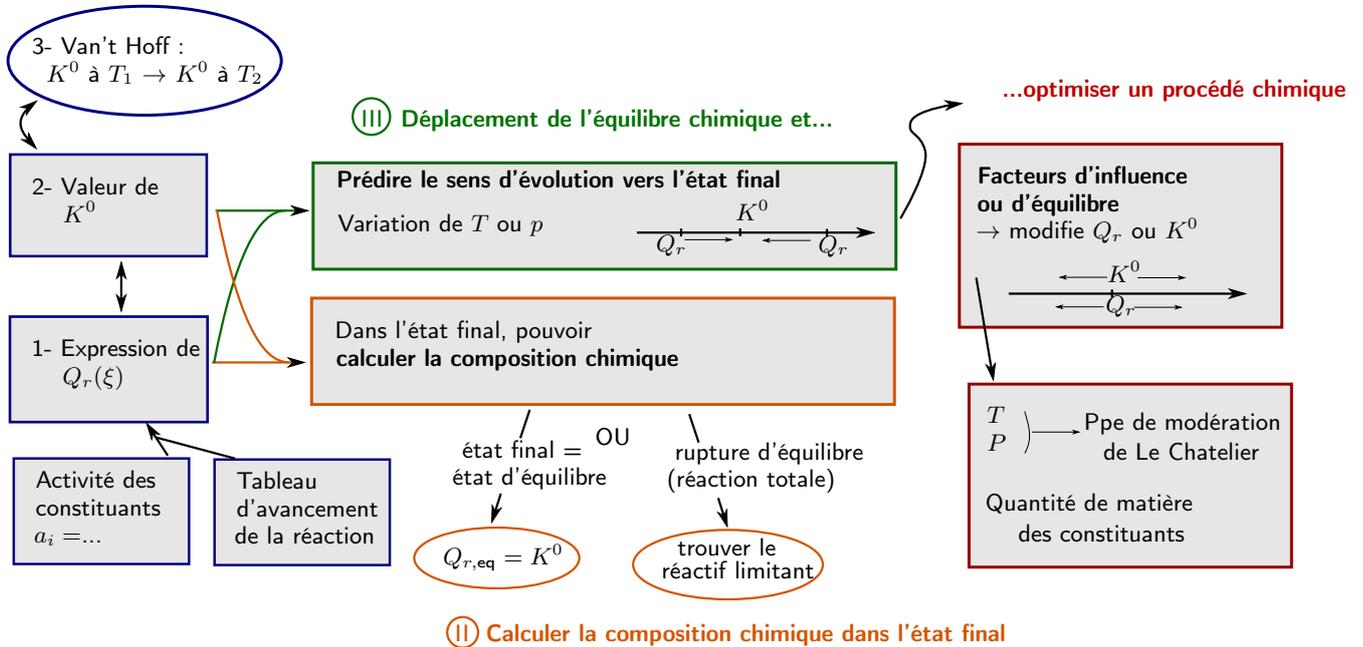


Plan schématique du cours

① Quotient de réaction et constante d'équilibre



Plan du cours

I - Quotient de réaction Q_r et constante d'équilibre K^0

- 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 et optimisation d'un procédé

- 1 - Déplacement d'équilibre
- 2 - Facteur d'influence, rendement
- 3 - Variation de K^0 : influence de T
- 4 - Variation de Q_r : influence de p
- 5 - Variation de Q_r : autres paramètres d'influence

Ce qu'il faut connaître

————— (cours : I)

- ▶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 générale 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.

————— (cours : II)

- ▶₅ Quelle est la définition de l'avancement maximal ξ_{\max} ?
De l'avancement à l'équilibre $\xi_{\text{éq}}$?
De l'avancement final ξ_f ?
Connaître l'expression du rendement thermodynamique $\alpha = \frac{\xi_f}{\xi_{\max}}$.
- ▶₆ Que signifie "rupture d'équilibre" ? Dans quel cas est-ce possible ? ^a

————— (cours : III)

- ▶₇ Si $Q_r < K^0$, quel est le sens du retour vers l'équilibre (sens direct ou indirect) ? Et si $Q_r > K^0$?
- ▶₈ Qu'est-ce qu'un facteur d'influence ?
- ▶₉ 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)

- ▶₁₀ 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.
- ▶₁₁ 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 donnés $K^0(T_1)$, T_1 et T_2 (TD IV).
 - (i) On considère une réaction exothermique. Comment évolue $K^0(T)$ si la température augmente ? ^b
 - (ii) TD IV.3.
 - (iii) TD IV.2.
- ▶₁₂ Calculer K^0 par combinaison linéaire de constantes d'autres réactions (TD IV.1).

a. Un des réactifs est entièrement consommé. L'état final n'est pas un état d'équilibre : $Q_r(\xi_f) \neq K^0$. C'est possible si l'un des réactifs est un solide ou un liquide pur.

b. 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.

————— (cours : II)

- ₁₃ 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.
- Tous les exemples du II du cours.
 - TD III.

————— (cours : III)

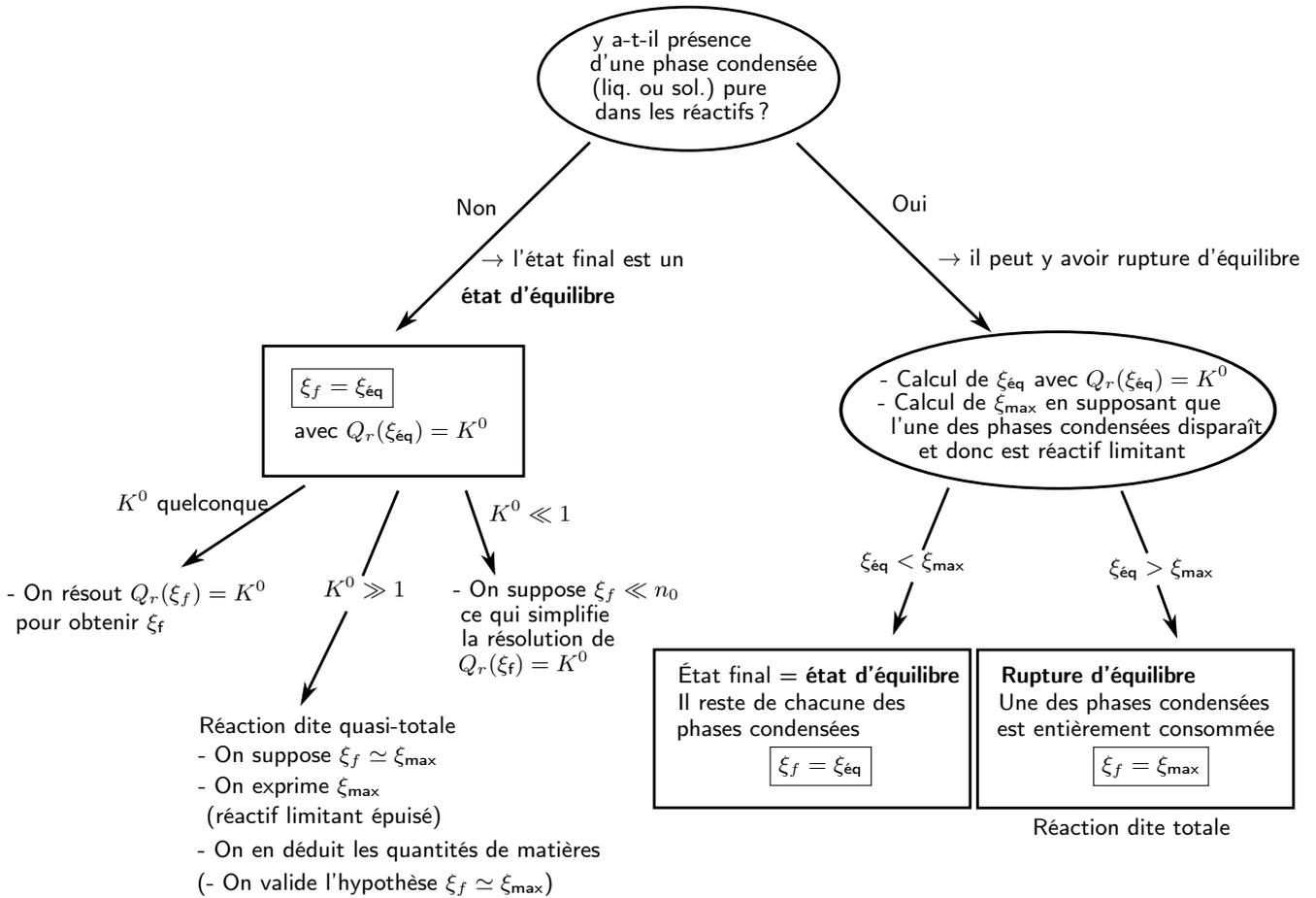
- ₁₄ Utiliser la loi de modération de Le Châtelier pour donner le sens du retour vers l'équilibre lors d'une variation de pression isotherme, ou de température isobare, d'une réaction chimique.
- On considère l'équilibre suivant : $2\text{H}_{2(g)} + \text{O}_{2(g)} = 2\text{H}_2\text{O}_{(g)}$ (réaction 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 ^c ?
 - Mêmes questions pour l'équilibre suivant ^d : $\text{ZnS}_{(s)} + \frac{3}{2}\text{O}_{2(g)} = \text{ZnO}_{(s)} + \text{SO}_{2(g)}$ ($\Delta_r H^0 < 0$).
 - Certains cas du TD V.
- ₁₅ 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).
- ₁₆ Identifier les paramètres d'influence, et la manière dont il faut les faire évoluer pour optimiser une synthèse (TD V.7 et VI).

c. 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.

d. 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 ?



→ À chaque fois, l'expression ou la valeur de ξ_f permet d'obtenir les quantités de matières dans l'état final à l'aide du tableau d'avancement.