

Equilibre chimique – Fiche de cours

1. Etat d'équilibre d'un système

a. Transformation totale

Lorsqu'une transformation chimique est totale, il y a disparition d'au moins un réactif (appelé réactif limitant) ; à l'état final $x = x_{max}$

Les réactifs et les produits sont séparés par le symbole : $\rightarrow$

b. Transformation non totale

Lorsqu'une transformation chimique n'est pas totale (ou limitée), il y a coexistence des réactifs et des produits à l'état final ; à l'équilibre

$$x = x_f$$

Les réactifs et les produits sont séparés par le symbole : $\rightleftharpoons$

c. Equilibre dynamique d'une réaction

A l'état final d'une réaction limitée, les réactifs et les produits se retrouvent ensemble et la réaction s'effectue dans les 2 sens.

- sens direct : $aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$

- sens indirect : $cC + dD \rightleftharpoons aA + bB$

d. Taux d'avancement

On définit le taux d'avancement d'une réaction chimique par le rapport :

$$\tau = \frac{x_f}{x_{max}} \quad \begin{array}{ll} x_f & \text{avancement final (mol)} \\ x_{max} & \text{avancement maximal (mol)} \end{array}$$

Lorsque $\tau \approx 1$ la réaction est totale sinon elle est limitée.

2. Sens d'évolution spontanée

a. Quotient de réaction Q_r

Soit la réaction chimique : $aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$

Le quotient de réaction est défini par :

$$Q_r = \frac{\left(\frac{[C]}{c_0}\right)^c \cdot \left(\frac{[D]}{c_0}\right)^d}{\left(\frac{[A]}{c_0}\right)^a \cdot \left(\frac{[B]}{c_0}\right)^b} \quad (\text{solutions}) \quad \text{ou} \quad Q_r = \frac{\left(\frac{P_c}{P_0}\right)^c \cdot \left(\frac{P_d}{P_0}\right)^d}{\left(\frac{P_a}{P_0}\right)^a \cdot \left(\frac{P_b}{P_0}\right)^b} \quad (\text{gaz})$$

avec $c_0 = 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ et $P_0 = 10^5 \text{ Pa}$

b. Constante d'équilibre K

La constante d'équilibre est définie comme le quotient de réaction à l'équilibre : $K = Q_{re}$

Lorsque $K > 10^4$ la réaction est considérée totale.

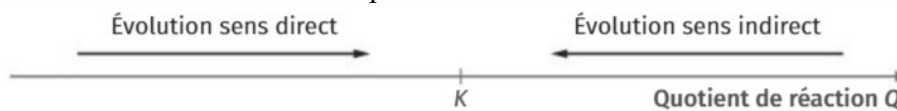
Lorsque $K < 10^{-4}$ la réaction est considérée négligeable.

c. Sens d'évolution d'une réaction chimique

- $Q_r = K$: la réaction est à l'équilibre ; le système n'évolue pas

- $Q_r < K$ la réaction évolue spontanément dans le sens direct

- $Q_r > K$ la réaction évolue spontanément dans le sens indirect



3. Déplacement des équilibres

a. Loi de Le Chatelier

Si on tend à modifier les conditions d'un système en équilibre, il réagit de façon à s'opposer partiellement aux changements qu'on lui impose jusqu'à l'établissement d'un nouvel équilibre.

b. Augmentation de la température

Déplacement de l'équilibre dans le sens pour lequel la chaleur est la plus faible (ou l'enthalpie est la plus grande)

c. Augmentation de la pression

Déplacement de l'équilibre dans le sens qui diminue le nombre de moles de gaz

d. Augmentation des concentrations

Déplacement de l'équilibre dans le sens qui favorise sa disparition