

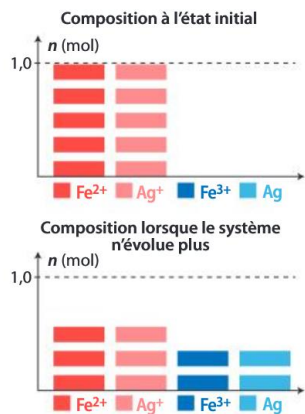
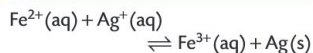
# Sens d'évolution d'un système chimique

## ACTIVITE P 153 (LE LIVRE SCOLAIRE)

### 1. La transformation non totale.

#### a) Définition :

##### A Transformation non totale



> La transformation est non totale : les réactifs et les produits coexistent. L'état final correspond à un état d'équilibre.

##### NOTATION

« Bon usage » de la flèche :

Transformation	Symbole
totale ou quasi-totale $x_f \approx x_{\max}$	simple flèche à double pointe $\rightarrow$
non totale $x_f < x_{\max}$	double flèche à simple pointe $\rightleftharpoons$

- Comparer l'avancement final  $x_f$  et l'avancement maximal  $x_{\max}$  permet de distinguer les transformations totales et non totales.

Dans le cas d'une transformation **non totale**, à l'état final :

- les quantités des espèces ne varient plus ;
- tous les réactifs et tous les produits coexistent.

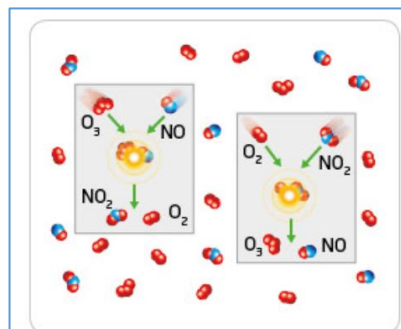
L'état final est appelé **état d'équilibre chimique**.

- lors d'une réaction non totale, les réactifs réagissent entre eux pour former les produits et simultanément **les produits réagissent pour former les réactifs**.

Une transformation non totale est modélisée par deux réactions opposées l'une de l'autre. L'équation s'écrit alors :  $a A + b B \rightleftharpoons c C + d D$

#### b) Notion d'équilibre dynamique.

A l'échelle microscopique, lorsque l'état d'équilibre est atteint, les nombres moyens de chocs efficaces, par unité de temps, entre les réactifs et les produits sont égaux. A l'échelle macroscopique, le système ne semble plus évoluer car la vitesse d'apparition d'une espèce est égale à sa vitesse de disparition.



##### 1. Équilibre dynamique.

À l'équilibre chimique, il y a transformation incessante des réactifs en produits et des produits en réactifs.

#### c) Taux d'avancement final.

Le **taux d'avancement final** d'une réaction, noté  $\tau$  (tau), est le quotient de l'avancement final par l'avancement maximal :

$$\tau = \frac{x_f}{x_{\max}}$$

sans unité      en mol

Le taux d'avancement peut s'exprimer en pourcent.

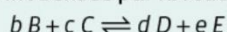
Le taux d'avancement final  $\tau$  a pour valeur :

- \*  $\tau = 1$ , si la réaction est totale ( $x_f = x_{\max}$ )
- \*  $0 < \tau < 1$ , si la transformation est non totale ( $x_f < x_{\max}$ )

### 2. L'évolution spontanée d'un système.

#### a) Quotient de réaction.

Pour une transformation modélisée par la réaction d'équation :



le **quotient de réaction**  $Q_r$  a pour expression :

$$Q_r = \frac{a_D^d \times a_E^e}{a_B^b \times a_C^c}$$

Unités :  
 $Q_r$  est adimensionné, donc sans unité  
 $a_D, a_E, a_B$  et  $a_C$  sans unités

Pour une espèce  $X$  :

- $a_X = \frac{[X]}{c^\circ}$  si l'espèce  $X$  est dissoute ( $c^\circ = 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  exactement) ;
- $a_X = 1$  si l'espèce  $X$  est un solide pur ;
- $a_X = 1$  si l'espèce  $X$  est le solvant.

##### REMARQUES

- $a_X$  s'appelle l'**activité** de l'espèce chimique  $X$ .
- $c^\circ$  est la concentration standard ( $\rightarrow$  Chap. 1).  $[X]$  et  $c^\circ$  doivent être exprimées dans la même unité.
- Si l'un des réactifs dissous est totalement consommé, alors  $Q_r$  tend vers l'infini.

Pour simplifier l'expression du quotient de réaction  $Q_r$ , il arrive d'omettre la concentration standard  $c^\circ$  et d'écrire :

$$Q_r = \frac{[C]^c \times [D]^d}{[A]^a \times [B]^b}$$

$Q_r$  est cependant sans dimension.

**Exemple :** Le quotient de réaction  $Q_r$  associé à l'équation est :



$$Q_r = \frac{[\text{SO}_2]^1}{[\text{S}_2\text{O}_3^{2-}]^1 \times [\text{H}_3\text{O}^+]^2}$$

Le soufre solide,  $\text{S}(\text{s})$ , et l'eau  $\text{H}_2\text{O}(\ell)$  solvant n'interviennent pas dans l'expression du  $Q_r$ .

### b) Constante d'équilibre $K$ .

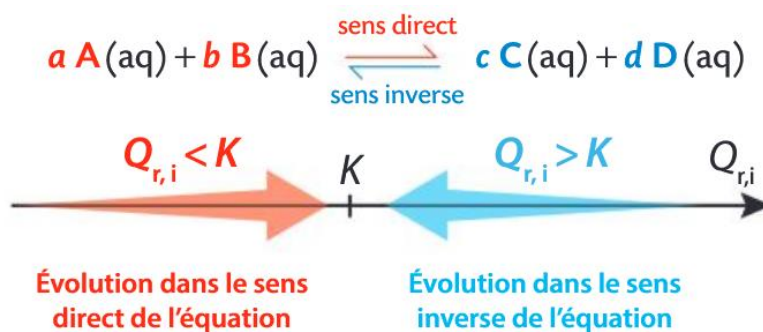
À l'état d'équilibre, le **quotient de réaction**  $Q_{r,\text{eq}}$  associé à une équation de réaction est indépendant de la composition initiale du système. Cette grandeur ne dépend que de la température ; elle est appelée **constante d'équilibre** et elle est notée  $K$  :

$$K = Q_{r,\text{eq}}$$

- Si la constante d'équilibre est très grande,  $K > 10^4$ , la transformation est considérée comme totale.
- Si la disparition d'un réactif intervient alors que la valeur du quotient de réaction  $Q_r$  n'a pas atteint  $K$ , la réaction est totale.

### c) Prédiction du sens d'évolution spontanée d'un système.

- Tout système chimique, hors équilibre, évolue spontanément **vers un état d'équilibre**.
- A une température donnée, la comparaison du quotient de réaction dans l'état initial  $Q_{r,i}$  à la constante d'équilibre  $K$  permet de prévoir le sens d'évolution spontanée du système.



**ex 5, 7, 11, 13, 14, 26 p 162**