

Transformations chimiques qui ont lieu dans les deux sens

Cadre de référence de la leçon

- CH2.1.1** Définir un acide et une base selon Brønsted.
- CH2.1.2** Écrire l'équation de la réaction modélisant une transformation acido-basique et identifier les deux couples intervenants.
- CH2.1.3** Déterminer le pH d'une solution aqueuse.
- CH2.1.4** Calculer l'avancement final de la réaction d'un acide avec l'eau, connaissant la concentration et le pH de la solution de cet acide, et le comparer à l'avancement maximal.
- CH2.1.5** Définir le taux d'avancement final d'une réaction et le déterminer à partir de données expérimentales.
- CH2.1.6** Interpréter à l'échelle microscopique l'état d'équilibre d'un système chimique.

Travaux pratiques

- TP-CH3** Avancement final d'une réaction acide-base.

Compétence ciblée

- CC6** Transformations non totales d'un système chimique. Utiliser le taux d'avancement final pour distinguer la transformation totale des transformations non totales, et déterminer la composition de l'état final d'un système chimique en utilisant la constante d'équilibre dans différents cas.

1

Rappels sur les acides et les bases

Cadre de référence : CH2.1.1, CH2.1.2, CH2.1.3

Définitions au sens de Brønsted

- **Acide** : espèce chimique susceptible de céder au moins un proton H^+ .
- **Base** : espèce chimique susceptible de capter au moins un proton H^+ .

Couple acide/base

Le couple (HA/A^-) est composé d'un acide HA et de sa base conjuguée A^- . On lui associe la demi-équation :



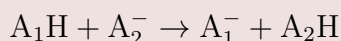
Les espèces appartenant à deux couples sont appelées des **ampholytes** (exemple : H_2O).

Réaction acido-basique

Une réaction acido-basique met en jeu un transfert de proton H^+ entre les réactifs. Si deux couples A_1H/A_1^- et A_2H/A_2^- interviennent, alors :



D'où l'équation-bilan :



Le pH d'une solution est défini par :

$$pH = -\log[H_3O^+] \quad \Longleftrightarrow \quad [H_3O^+] = 10^{-pH}$$

L'avancement maximal $x_{\max}$ correspond à l'état final théorique, alors que l'avancement final x_f correspond à l'état final réel.

Le tableau d'avancement. On y porte trois lignes : l'état initial, l'**état intermédiaire** (à un instant t quelconque, avancement x) et l'état final (avancement x_f). C'est la ligne de l'état final qui donne la composition réelle du système à l'équilibre.

Équation		aA	+ bB	$\rightleftharpoons$ cC	+ dD
État	Avancement	Quantités de matière (mol)			
état initial	0	n_A	n_B	0	0
état intermédiaire	x	$n_A - a x$	$n_B - b x$	$c x$	$d x$
état final	x_f	$n_A - a x_f$	$n_B - b x_f$	$c x_f$	$d x_f$

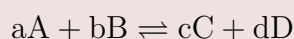
Lecture. L'avancement maximal $x_{\max}$ s'obtient en annulant la quantité du **réactif limitant** sur la ligne de l'état final : $x_{\max} = \min\left(\frac{n_A}{a}, \frac{n_B}{b}\right)$. L'avancement final x_f , lui, se mesure : il se déduit d'une donnée expérimentale (pH, conductivité, volume de gaz...).

Le taux d'avancement final τ est donné par :

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

$$\tau = 1 \Rightarrow \text{réaction totale} \quad ; \quad \tau < 1 \Rightarrow \text{réaction limitée}$$

Lorsque la réaction est limitée, elle a lieu dans les deux sens et l'on écrit :



À l'équilibre chimique, les concentrations des réactifs et des produits restent constantes ; au niveau microscopique, les deux sens d'évolution ont la même vitesse.