

---

## Les transformations chimiques s'effectuant dans les deux sens :

---

### Les réactions acido-basiques :

#### Définitions :

**Acide** : Selon Bronsted, l'acide est toute espèce chimique capable de libérer un proton  $H^+$  pendant une transformation chimique.

**Base** : Selon Bronsted, la base est toute espèce chimique capable de capter un proton  $H^+$  pendant une transformation chimique.

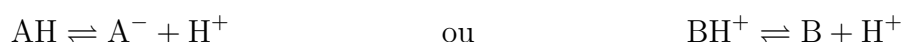
. Quand un acide AH a libéré un proton, il donne naissance à une base  $A^-$ .

. Quand une base B a capté un proton, elle donne naissance à un acide  $BH^+$ .

L'acide AH et la base  $A^-$  forment un couple acide/base noté  $AH/A^-$ , on dit que  $A^-$  est la base conjuguée de l'acide AH.

De même la base B et l'acide  $BH^+$  forment le couple acide/base noté  $BH^+/B$ , on dit que  $BH^+$  est l'acide conjugué de la base B.

Le passage possible d'un acide à sa base conjuguée et vice versa est formalisée par une demi équation acido-basique :

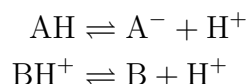


#### La réaction acido-basique :

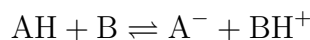
La réaction acido-basique fait intervenir un acide AH et une base B, appartenant aux deux couples acide/base différents  $AH/A^-$  et  $BH^+/B$ .

Elle est caractérisée par un transfert de proton entre l'acide AH et la base B.

Pour écrire l'équation de la réaction, on utilise les demi-équations pour schématiser les transformations dans les sens où elles se produisent, puis on combine les deux demi-équations :



Donc l'équation bilan est :



**Remarque** : Certaines espèces chimiques jouent le rôle d'une base et d'un acide à la fois, par exemple  $H_2O$  et  $NH_3$ , on les appelle des ampholytes.

### Le pH et sa mesure :

#### Définition :

Le pH (potentiel Hydrogène) est la mesure de l'activité chimique des protons  $H^+$ , qui sont présents souvent dans les solutions aqueuses sous forme des ions oxonium  $H_3O^+$ .

En effet, on peut calculer cette activité en utilisant la relation suivante :

$$pH = -\log[H_3O^+]$$

le pH est un nombre sans dimension et  $[H_3O^+]$  est la concentration des ions oxonium en  $\text{mol.L}^{-1}$ . Afin de calculer la concentration des ions oxonium à partir le pH, on utilise la relation suivante :

$$[H_3O^+] = 10^{-pH}$$

## Complément mathématique :

La fonction  $x \mapsto \log(x)$  est définie sur  $]0, +\infty[$  :

$$\begin{aligned} \log(10) &= 1 & \log(1) &= 0 & \log(x^n) &= n \log(x) \\ \log(a \times b) &= \log(a) + \log(b) & \log\left(\frac{a}{b}\right) &= \log(a) - \log(b) & \log\left(\frac{1}{a}\right) &= -\log(a) \end{aligned}$$

La fonction logarithme admet une fonction réciproque définie par  $x \mapsto 10^x$  par conséquence :

$$\log(10^x) = x \qquad 10^{\log(x)} = x$$

## La mesure du pH :

Pour mesure le pH d'une solution aqueuse expérimentalement on utilise :

- . Un papier indicateur de pH.
- . Un pH-mètre étalonné.

## L'avancement d'une transformation limitée :

### Avancement final et maximal :

- . Avancement maximal  $x_{\max}$  est l'avancement qui correspond à la disparition du réactif limitant.
- . Avancement final est la valeur d'avancement qui correspond à l'état final d'une réaction limitée.
- . Une transformation limitée est caractérisée par :  $x_f < x_{\max}$ .

### Le taux d'avancement final :

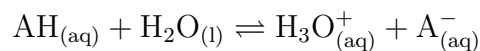
Le taux d'avancement final  $\tau$  d'une réaction chimique est le quotient de l'avancement final par l'avancement maximal :

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

- .  $\tau$  est toujours inférieure ou égale à 1.
- . Si  $\tau = 1$  alors la transformation est totale ( $x_f = x_{\max}$ ).
- . Si  $\tau < 1$  alors la transformation est limitée ( $x_f < x_{\max}$ ).

### $\tau$ en fonction pH :

Soit la transformation chimique suivante :



Équation chimique		$\text{AH}_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}_{(\text{aq})}^+ + \text{A}_{(\text{aq})}^-$				
État	Avancement	Quantité de matière				
État initial	0	$CV$	Excès		0	0
État en cours	$x$	$CV - x$	Excès		$x$	$x$
État final	$x_f$	$CV - x_f$	Excès		$x_f$	$x_f$

Calculons le taux d'avancement final :

On sait que  $\tau = \frac{x_f}{x_{\max}}$ ,

. Supposons que la transformation est totale, c'est-à-dire  $x_f = x_{\max}$

Donc  $CV - x_f = 0 \iff CV - x_{\max} = 0 \iff x_{\max} = CV$ .

D'où finalement,  $x_{\max} = CV$ .

On a d'après le tableau

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{x_f}{V} \iff x_f = [\text{H}_3\text{O}^+].V$$
$$x_f = 10^{-\text{pH}}.V$$

Par suite :  $x_{\max} = CV$  et  $x_f = 10^{-\text{pH}}.V$

Finalement :

$$\tau = \frac{10^{-\text{pH}}}{C}.$$

$\tau$  en fonction  $\sigma$  :

On pose  $\lambda_{\text{A}^-} = \lambda_1$  et  $\lambda_{\text{H}_3\text{O}^+} = \lambda_2$ .

On a :

$$\begin{aligned}\sigma_f &= \sum \lambda_i [\text{X}_i] \\ &= \lambda_1 [\text{A}^-] + \lambda_2 [\text{H}_3\text{O}^+] \\ &= [\text{H}_3\text{O}^+] (\lambda_1 + \lambda_2) \\ &= \frac{x_f}{V} (\lambda_1 + \lambda_2)\end{aligned}$$

Donc :

$$x_f = \frac{\sigma_f \cdot V}{\lambda_1 + \lambda_2}$$

Par suite :

$$\tau = \frac{\sigma_f}{C(\lambda_1 + \lambda_2)}$$

**Remarque :** Attention pour les unités, ici la concentration doit être exprimé en  $\text{mol.m}^{-3}$ ,  
 $10^3 \text{ mol/m}^3 = 1 \text{ mol/L}$