

## Leçon-3 Transformations chimiques qui ont lieu dans les deux sens

### I- les réactions acides- bases

#### 1- Définition du pH d'une solution aqueuse diluée

Le pH d'une solution aqueuse est l'opposé du logarithme décimal de sa concentration en ions oxonium  $H_3O^+$  exprimée en  $mol.L^{-1}$ .

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

#### Mesure du pH

- Avec un papier pH: on trempe le papier pH dans la solution et on compare la couleur qu'il prend avec une échelle de couleurs située sur la boîte du papier.
- Avec un pH-mètre : on introduit la sonde dans la solution, le pH-mètre indique la valeur du pH
- le pH-mètre permet de faire une mesure plus précise, alors que celle du papier pH est approchée

#### 2- Couple acide /base

- Un acide de Bronsted est une espèce chimique capable de céder un ou plusieurs protons  $H^+$ .
- Une base de Bronsted est une espèce chimique capable de fixer un ou plusieurs protons  $H^+$ .
- Un couple acide/base est constitué d'un acide **HA** et de sa base conjuguée **A<sup>-</sup>**, reliés par la demi-équation :  $HA \rightleftharpoons A^- + H^+$

Exemples

Acide	Base conjuguée	Couple	Demi-équation
Acide éthanique $CH_3COOH$	Ion éthanoate $CH_3COO^-$	$CH_3COOH / CH_3COO^-$	$CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$
ion ammonium $NH_4^+$	Ammoniac $NH_3$	$NH_4^+ / NH_3$	$NH_4^+ \rightleftharpoons NH_3 + H^+$
L'eau $H_2O$	ion hydroxyde $HO^-$	$H_2O / HO^-$	$H_2O \rightleftharpoons HO^- + H^+$
Ion oxonium $H_3O^+$	Eau $H_2O$	$H_3O^+ / H_2O$	$H_3O^+ \rightleftharpoons H_2O + H^+$

#### Remarque

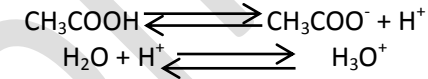
L'eau  $H_2O$  est l'acide du couple  $H_2O/HO^-$  et la base du couple  $H_3O^+/H_2O$ . une telle substance est appelée **ampholyte**

### 3-Réaction acido-basique

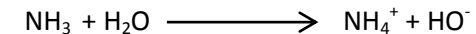
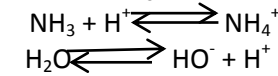
Une réaction acide-base fait intervenir deux couples acide-base. L'acide1 du couple1 réagit avec la base2 du couple2. L'équation de la réaction s'écrit :



**Exemple-1 :** Réaction entre l'acide éthanique  $CH_3COOH$  et l'eau



**Exemple-2 :** Réaction entre l'ammoniac  $NH_3$  et l'eau



## II- Réaction totale – réaction limitée

### 1- Taux d'avancement final d'une réaction chimique

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

$x_f$  : avancement final(en mol)

$x_{\max}$  : avancement maximal(en mol)

$\tau$  : taux d'avancement final(sans dimension)

$\tau < 1$  : la réaction est limitée

$\tau = 1$  : la réaction est totale

## III- Réaction s'effectuant dans les deux sens

### Expérience

On prend deux béchers et on verse dans chacun 50mL d'une solution d'acide éthanique de concentration  $C_0 = 1,0 \cdot 10^{-2} mol.L^{-1}$ ; la mesure du pH de chaque bécher donne  $pH = 3,4$ .

On ajoute au premier bécher un peu d'acide éthanique pur, le pH passe à 3,0.

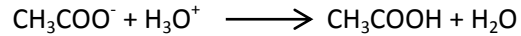
On ajoute au deuxième des cristaux d'éthanoate de sodium le pH passe à 4,4

### Interprétation

Dans le becher1 le pH diminue suite à la réaction(1) suivante :



Dans le becher2 le pH augmente suite à la réaction (2)suivante :



Les deux réactions sont inverses l'une de l'autre , chacune est limitée par l'autre. On dit que la réaction entre l'acide éthanique et l'eau se fait dans les deux sens. Une telle réaction s'écrit :  $\text{CH}_3\text{COOH}_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^-_{(\text{aq})} + \text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$

### Exercice-

Une solution S d'acide benzoïque  $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$  de concentration massique  $C_m = 1,22 \text{ g.L}^{-1}$ , a un  $\text{pH} = 3,1$

#### 1- couple acide/base

- Rappeler la définition d'un couple acide-base
- Quelle est la base conjuguée de l'acide benzoïque
- Calculer la valeur de la concentration molaire volumique de la solution  
On donne  $M(\text{C}) = 12 \text{ g.mol}^{-1}$   $M(\text{O}) = 16 \text{ g.mol}^{-1}$   $M(\text{H}) = 1 \text{ g.mol}^{-1}$

#### 3- Taux d'avancement final de la réaction

- Ecrire l'équation de la réaction entre l'acide benzoïque et l'eau.
- Calculer la valeur de l'avancement maximal. Le volume de la solution est  $V = 200 \text{ mL}$
- Calculer l'avancement final.
- Calculer le taux d'avancement final.

#### 4- Influence de la dilution

A partir de la solution S, on prépare un volume  $V' = 200 \text{ mL}$  d'une solution S' d'acide benzoïque de concentration  $C' = 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$ . Le pH prend la valeur 3,6

- Comment fait-on pour préparer la solution S' ?
- Calculer le nouveau taux d'avancement final de la réaction entre l'acide et l'eau.

#### 5- Sens de l'évolution du système chimique

- Comment évoluerait le pH si on ajoutait très peu de cristaux d'acide benzoïque à la solution S' ?
- Comment évoluerait le pH si on ajoutait très peu de benzoate de sodium solide à la solution S' ?