

# LA RÉACTION ACIDO-BASIQUE

## Compétences

- savoir définir : le pH, le couple acido-basique, le produit ionique de l'eau,
- reconnaître un acide, une base dans la théorie de Bronsted
- Savoir utiliser les symboles, =, → à bon escient.
- savoir calculer le pH connaissant la concentration en ion oxonium et inversement.
- Savoir écrire la réaction entre deux couples acido-basiques

## Compétences expérimentales

- Mesurer le pH d'une solution aqueuse

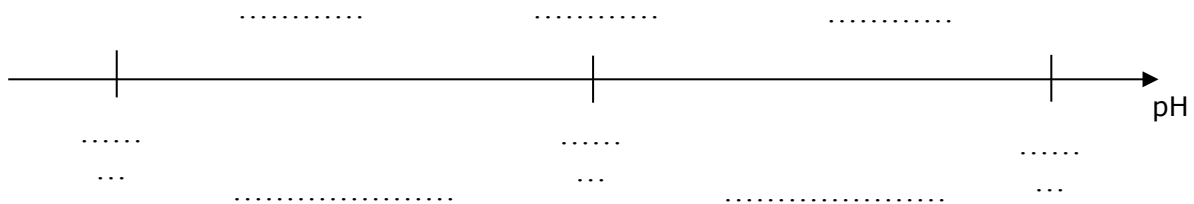
## Plan

- 1- pH et le couple acido-basique
  - 1.1- La définition du pH et sa mesure
  - 1.2- Autoprotolyse de l'eau et produit ionique de l'eau
  - 1.3- Acide et Base : théorie de Bronsted
  - 1.4- Définition d'un couple acide-base
  - 1.5- Demi-équation
- 2- La réaction acido-basique
  - 2.1- définition
  - 2.2- méthode de résolution d'exercices
- 3- Exercices d'application

## 1- pH et le couple acido-basique

### 1.1- La définition du pH et sa mesure

Rappels : Compléter par acide, neutre basique, 0, 7 et 14



**Mesurer l'acidité** d'une solution aqueuse c'est mesurer son ....., c'est à dire le ..... comme l'a défini le danois Sorensen en 1909.

Le pH est la proportion logarithmique d'ion  $\text{H}_3\text{O}^+$  présents dans la solution.

$$\text{pH} =$$

Relation vraie pour  $[\text{H}_3\text{O}^+] < 0.05 \text{ mol/L}$

## Exemples

- Une solution qui a pour concentration  $[\text{H}_3\text{O}^+] = 1.10^{-4} \text{ mol/L}$  a un pH = .....
- Une concentration en ion oxonium de  $2.10^{-4} \text{ mol/L}$  (c'est à dire le double) a un pH = .....

Pour calculer le pH à partir de la concentration en ion oxonium, on utilisera la relation :

**Exemples :**

- pH du sang :  $\text{pH}=7,4 \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = \dots\dots\dots$
- $\text{pH}=8$  donne  $[\text{H}_3\text{O}^+]=\dots\dots\dots$
- $\text{pH}=4,5$  donne  $[\text{H}_3\text{O}^+]=\dots\dots\dots$

Ex n°5 p25

Pour mesurer le pH d'une solution aqueuse on peut utiliser :

- papier pH
- indicateurs colorés
- pH-mètre

Un **pH-mètre** est constitué d'une sonde (appelée électrode de verre) qui mesure une différence de potentiel (U en volt) entre la solution et une électrode de référence. La relation entre le pH est cette différence de potentiel est une fonction affine et suit la relation  $\text{pH} = a + b \cdot U$ . Avant toute utilisation il faut fixer les constantes a et b, c'est le rôle indispensable de .....

**1.2- Autoprotolyse de l'eau et produit ionique de l'eau**

L'eau pure à 25°C a un  $\text{pH}=7$ .

Cela veut dire que la concentration en ion oxonium est  $[\text{H}_3\text{O}^+] = \dots\dots\dots$ . Cette concentration n'est donc pas nulle ! ces ions sont présents, et pour que la solution soit dite neutre il faut autant d'ions ..... que d'ions .....

Ces ions sont produits par un équilibre naturel et spontané appelé ..... de l'EAU

A cet équilibre est associé une constante notée  $K_e$ , appelée constante d'équilibre de l'autoprotolyse de l'eau. A 25°C,  $K_e = 10^{-14}$ .

Elle résulte du produit entre les deux concentrations des ions mis en jeu. C'est le **produit ionique de l'eau** et on retiendra :

**Applications**

- Calculer la concentration en ions oxonium et hydroxyde d'une solution de  $\text{pH}=4$ , puis de  $\text{pH} = 11$ .

Compléter le diagramme du premier paragraphe à l'aide des indications suivantes :

une solution **acide** est caractérisée par  $[H_3O^+] \gg [HO^-]$

une solution **basique** est caractérisée par  $[H_3O^+] \ll [HO^-]$

une solution **neutre** est caractérisée par  $[H_3O^+] = [HO^-] = 10^{-7}$  à 25°C

Remarque : En général, on admet qu'une concentration est majoritaire devant une autre si elle est au moins 10 fois supérieure à celle-ci.

### Exercice Maison :

Quel est le pH d'une solution dont la concentration en ion hydroxyde est de  $2,3 \cdot 10^{-4}$  mol/L ? Cette solution est-elle acide, basique ou neutre ?

## 1.3- Acide et Base : théorie de Bronsted

### Expérience chou rouge

Il existe plusieurs manières de définir la notion d'acide et de base. C'est la définition établie par le chimiste Brønsted, que nous allons étudier cette année.

### Définition d'un acide

un acide est une espèce chimique ..... de ..... un .....  
exemple à connaître :

Acide	Nom
	Acide éthanoïque ou Acide acétique
$NH_4^+$	
	Ion oxonium
	Eau

### Définition d'une base

une base est une espèce chimique ..... de ..... un .....

Exemple de bases à connaître:

Base	Nom
$CH_3-COO^-$	
	Ammoniac
	Ion hydroxyde
$H_2O$	Eau

### 1.4- Définition d'un couple acide-base

Deux espèces chimiques constituent un couple acide / base s'il est possible de passer de l'un à l'autre par

..... d'un .....(.....)

Conventionnellement on écrit en premier l'acide puis la base séparé par un slash /.

Un couple s'écrira donc sous la forme: ACIDE / BASE

Exemple de couples acide/base à connaître :

Couple	nom de l'acide conjugué	nom de la base conjuguée
$\text{CH}_3\text{—COOH}_{(aq)} / \text{CH}_3\text{—COO}^-_{(aq)}$		
$\text{NH}_4^+_{(aq)} / \text{NH}_{3(aq)}$		
$\text{CO}_{2(g)}, \text{H}_2\text{O} / \text{HCO}_3^-_{(aq)}$		
$\text{H}_3\text{O}^+_{(aq)} / \dots\dots\dots$		
$\dots\dots\dots / \text{HO}^-_{(aq)}$		

Remarque importante : On peut noter que l'eau peut à la fois être un **acide** et une **base** On dit que l'eau est **ampholyte** ou qu'elle possède un **caractère amphotère**

Ex 8 p 26

### 1.5- Demi-équation

Pour représenter le passage d'un acide à une base, on écrit une demi-équation :

Soit **AH / A<sup>-</sup>** un couple acide / base.

Si **AH** est l'un des réactifs, il va donner sa base conjuguée :

Si **A<sup>-</sup>** est l'un des réactifs, il va donner son acide conjugué :

Pour indiquer le fait que la réaction peut se faire dans les deux sens, on écrit :

c'est la demi équation associée au couple **AH / A<sup>-</sup>**

ATTENTION : l'acide est toujours à gauche du signe =

Applications :

Ecrire la demi-équation associée pour

le couple :  $\text{H}_3\text{O}^+_{(aq)} / \text{H}_2\text{O}$  :

le couple  $\text{H}_2\text{S}_{(aq)} / \text{HS}^-_{(aq)}$  :

la base :  $\text{CH}_3\text{—COO}^-_{(\text{aq})}$  :

l'ion ammonium  $\text{NH}_4^+_{(\text{aq})}$  :

**Exercice Maison** Dans la liste suivante :  $\text{NH}_4^+$  ,  $\text{CH}_3\text{COOH}$  ,  $\text{H}_3\text{O}^+$  ,  $\text{HO}^-$  ,  $\text{H}_2\text{O}$

a) Quels sont les acides, quels sont les bases ?

b) Ecrire les couples acide/base et les  $\frac{1}{2}$  équations acido-basiques mettant en jeu ces espèces.

## 2- La réaction acido-basique

### 2.1- définition

Une réaction acido-basique est une réaction d'échange de ..... entre l'acide d'un couple et la base. d'un ..... couple. Il y a donc toujours deux couples mis en jeu.

Soient les couples :

Acide 1 / Base 1

Acide 2 / Base 2

dont les demi-équations sont :

Si l'**Acide 1** et la **Base 2** (on pourrait choisir aussi Base 1 et Acide 2) sont les réactifs, il se produit simultanément les demi réactions suivantes :

Acide 1                      →  
Base 2                        →

---

Les ions  $\text{H}^+$  apparaissant de part et d'autre de l'équation on peut ne pas les faire apparaître.

La réaction acido-basique entre l'acide 1 et la base 2 s'écrit donc :

### 2.2- méthode de résolution d'exercices

- 1- identifier les réactifs.
- 2- trouver la base et l'acide qui vont réagir.
- 3- écrire les 2 couples mis en jeu
- 4- écrire leur demi-équation associée.
- 5- écrire les demi-équation en écrivant les réactifs à gauche de la flèche
- 6- écrire l'équation chimique de la réaction
- 7- équilibrer la réaction.

## 3- Exercices d'application

- Ex n°6 p 25

**Exercice 1 :**

1- Quelle est la formule chimique de la solution d'acide chlorhydrique ? et celle de la soude ?

2- Ecrire l'équation de la réaction acido-basique qui a lieu lorsque l'on fait réagir une solution de soude avec une solution d'acide chlorhydrique. Justifier clairement.

### Exercice 2

L'acide chlorhydrique est fabriqué en faisant barboter du chlorure d'hydrogène gazeux dans de l'eau. Celui-ci en effet est extrêmement soluble dans l'eau. Il se produit une réaction acido-basique entre le couple  $\text{HCl(g)}/\text{Cl}^{-}(\text{aq})$  et l'eau.

1. Quels sont les réactifs mis en jeu ici ?	
2. L'eau appartient à deux couples, quel couple faut-il choisir ici ? Pourquoi ?	
3. Ecrire les deux couples des deux réactifs mis en jeu	
4. écrire les demi-équation en écrivant les réactifs à gauche de la flèche	
5. Ecrire les demi-équations associées	
6. Ecrire la réaction et l'équilibrer.	

**Remarque :** Dans les exercices on trouve souvent l'acide chlorhydrique intervenant comme acide. C'est donc l'ion oxonium  $\text{H}_3\text{O}^+$  qui est à prendre en compte comme acide, sa base conjuguée étant l'eau. L'énoncé précise alors qu'on a une solution d'acide chlorhydrique. Lorsque que l'acide chlorhydrique est à l'état gazeux, on parle de chlorure d'hydrogène et on précise son état gazeux. Il faut alors choisir le couple  $\text{HCl(g)}/\text{Cl}^{-}(\text{aq})$  qui est indiqué.

**Exercice 3 :** On fait passer des vapeurs de chlorure d'hydrogène dans un flacon contenant de l'ammoniac gazeux. Ecrire l'équation de la réaction qui a lieu en montrant qu'il s'agit d'une réaction acido-basique.

**Exercice 4 :** a) L'éthylamine  $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$  est une base. Quel est son acide conjugué ?  
b) L'éthylamine peut-elle réagir avec les ions  $\text{H}_3\text{O}^+$  ? avec les ions  $\text{HO}^-$  ? avec l'ammoniac  $\text{NH}_3$  ? avec l'acide acétique  $\text{CH}_3\text{COOH}$  ? Si la réponse est positive, écrire l'équation de la réaction.

**Exercice 5 :** Dans un verre d'eau minérale riche en ion hydrogénocarbonate  $\text{HCO}_3^-$  (aq), on ajoute du vinaigre. Il se produit un dégagement gazeux.

a) Ecrire l'équation de la réaction qui s'effectue.

b) Quel est alors le gaz dégagé ?

**Données :** - le vinaigre est une solution d'acide acétique  $\text{CH}_3\text{COOH}$

- Couples acide/base :  $\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O}/\text{HCO}_3^-$  et  $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-$

- Le dioxyde de carbone est peu soluble dans l'eau.

### Exercice 6

Les ions hydrogénosulfure  $\text{HS}^-$  et borate  $\text{BO}_2^-$  sont des bases au sens de Brønsted. L'acide fluorhydrique  $\text{HF}$  est un acide.

Ecrire les demi équations acido-basiques qui permettent de justifier ces affirmations et préciser à chaque fois le couple acide base mis en jeu.

En déduire les réactions acide base qui peuvent se produire entre l'acide fluorhydrique et :

- l'ion hydrogénosulfure.
- l'ion borate.

### Exercice 7

Dans un bêcher on verse 100 mL d'acide chlorhydrique à 0,2 mol/L. On ajoute 0,5 g d'hydroxyde de sodium solide.

- 1- Quels sont les couples acide base en jeu ?.
- 2- Ecrire l'équation de la réaction.
- 3- Quelle est la quantité de matière de chaque ion présent dans la solution à l'état initial.
- 4- Quelle est la quantité de matière de chaque ion présent dans la solution à l'état final.
- 5- Précisez le caractère acide ou basique de la solution. Que devient la couleur de la solution si on y ajoute quelques gouttes de bleu de bromothymol ?

Données : masse atomique molaire (g/mol) : H =1 ; Na =23 ; O=16 ; Cl =35,5.

### Exercice 8

On introduit une masse  $m=0,50\text{g}$  d'hydrogénocarbonate de sodium, de formule  $\text{NaHCO}_3$ , dans un erlenmeyer et on ajoute progressivement de l'acide chlorhydrique (solution aqueuse de chlorure d'hydrogène).

- 1- Quels sont les couples acide/base mis en jeu?
- 2- Donner la demi-équation acido-basique relative à chaque couple.
- 3- Ecrire l'équation de la réaction qui se produit dans l'erlenmeyer. Donner le nom du gaz qui se dégage au cours de la transformation.
- 4- Quel volume  $V$  d'acide chlorhydrique de concentration  $c=0,10\text{mol.L}^{-1}$  faut-il verser pour que le dégagement de gaz cesse?
- 5- Quel est alors le volume de gaz dégagé si le volume molaire dans les conditions de l'expérience est  $V_m=24,0\text{L.mol}^{-1}$ ?