

Niveau : TCDE

Discipline : PHYSIQUE-CHIMIE

CÔTE D'IVOIRE – ÉCOLE NUMÉRIQUE



## THÈME : CHIMIE GÉNÉRALE

### TITRE DE LA LEÇON : SOLUTIONS AQUEUSES. NOTION DE pH

#### I. SITUATION D'APPRENTISSAGE

Une élève de Terminale du Lycée Moderne d'Abengourou échange avec son frère aîné étudiant en chimie. Elle apprend que l'eau est un solvant dipolaire. Cette propriété particulière lui permet de disloquer, d'ioniser et d'hydrater des composés chimiques.

Le lendemain, elle partage ces informations avec ses camarades de classe. Voulant en savoir davantage, ils décident ensemble sous la supervision de leur professeur de PHYSIQUE -CHIMIE, de connaître quelques propriétés de l'eau, de vérifier l'électroneutralité d'une solution aqueuse, de déterminer le pH de solutions aqueuses et de les classer.

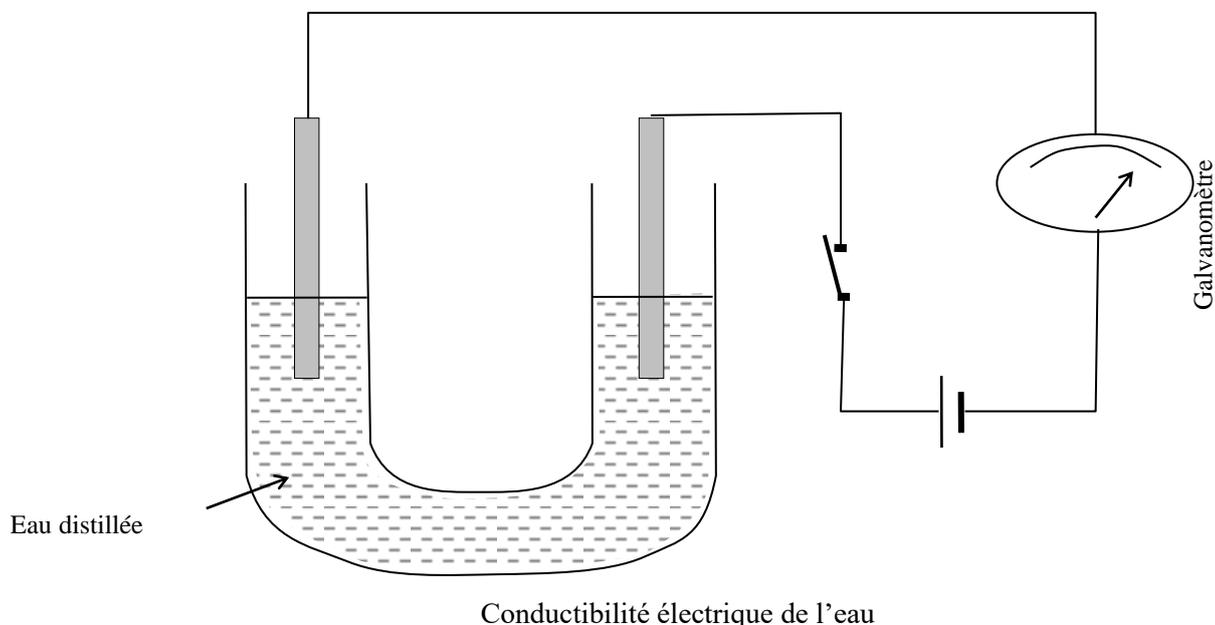
#### II. CONTENU DE LA LEÇON

##### 1. QUELQUES PROPRIÉTÉS DE L'EAU

###### 1.1 Pouvoir solvant de l'eau

L'eau est un solvant **ionisant, dissociant, hydratant et dispersant**.

###### 1.2 Conductibilité électrique de l'eau



Le galvanomètre décèle une faible intensité de courant.

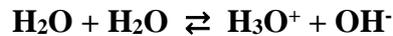
L'eau pure conduit faiblement le courant électrique. Elle contient en plus des molécules d'eau, des **ions hydronium  $H_3O^+$**  et **ions hydroxyde  $OH^-$** .

Ces ions sont responsables de la conductibilité électrique de l'eau.

## 2. AUTOPROTOLYSE DE L'EAU

### 2.1 Équation de l'autoprotolyse de l'eau

Les ions  $\text{H}_3\text{O}^+$  et  $\text{OH}^-$  de l'eau résultent de la réaction d'équilibre chimique qui se déroule dans l'eau. Cette réaction d'auto-ionisation de l'eau est appelée **réaction d'autoprotolyse de l'eau**. L'équation bilan de l'autoprotolyse de l'eau est :



### 2.2 Produit ionique de l'eau

Pour l'eau, le produit des concentrations des ions  $\text{H}_3\text{O}^+$  et  $\text{OH}^-$  est une constante notée  $K_e$  et appelée produit ionique de l'eau.

$$K_e = [\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{OH}^-]$$

$K_e$  est sans unité et sa valeur ne dépend que de la température.

Exemples : à  $T = 25^\circ\text{C}$   $K_e = 10^{-14}$ , à  $T = 60^\circ\text{C}$   $K_e = 9,6 \cdot 10^{-14}$

### Activité d'application 1

Pour les affirmations suivantes, écris le numéro suivi de V si l'affirmation est vraie ou F si elle est fausse.

1. Toute solution aqueuse contient des ions  $\text{H}_3\text{O}^+$  et des ions  $\text{OH}^-$ .
2. A toute température :  $[\text{H}_3\text{O}^+].[\text{OH}^-] = 10^{-14}$ .
3. Le produit ionique de l'eau dépend de la température.
4. L'équation de l'auto-ionisation de l'eau est :  $\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^-$

### **Résolution**

1. V
2. F
3. V
4. F

## 3. SOLUTIONS AQUEUSES IONIQUES

### 3.1 Processus de la dissolution des solutés dans l'eau

La dissolution d'un composé ionique dans l'eau se fait en trois étapes successives : la dissociation, la solvataion et la dispersion.

#### **- la dissociation ou la dislocation**

Elle est obtenue grâce aux agitations des molécules d'eau qui, au contact du cristal ionique, rompt les liaisons électrostatiques et dissocie ou disloque le cristal.

#### **- la solvataion ou l'hydratation**

Les ions en solution aqueuse s'entourent de molécules d'eau par attraction électrostatique. C'est le phénomène de solvataion appelée hydratation (si le solvant est l'eau) des ions. Ainsi, en solution aqueuse, les ions sont hydratés.

#### **- la dispersion**

Sous l'effet de l'agitation thermique (agitation naturelle des molécules), les ions hydratés se répartissent progressivement dans la solution. On peut agiter mécaniquement pour accélérer cette étape.

### **3.2 Concentration C molaire volumique d'une solution**

La concentration molaire volumique  $C$  d'une solution est la quantité de matière  $n$  de soluté dissout dans un litre d'eau.

$$C = \frac{n}{V} \begin{cases} n : \text{quantité de matière de soluté (en mol)} \\ V : \text{volume de solution (en litre: L)} \\ C : \text{concentration molaire (en mol. L}^{-1}\text{)} \end{cases}$$

### **3.3 Concentration molaire volumique d'une espèce chimique en solution**

La concentration molaire volumique  $[X]$  d'une espèce chimique  $X$  dans une solution est la quantité de matière  $n_X$  de cette espèce chimique dans un litre de solution.

$$[X] = \frac{n_X}{V} \begin{cases} n_X : \text{quantité de matière de X (en mol)} \\ V : \text{volume de solution (en litre : L)} \\ [X] : \text{concentration molaire de X (mol. L}^{-1}\text{)} \end{cases}$$

### **3.3 Concentration massique volumique**

La concentration massique volumique  $C_m$  d'une substance est la masse  $m$  de cette substance dissoute dans un litre de solution.

$$C_m = \frac{m}{V} \begin{cases} m : \text{masse d'espèce dissoute en g} \\ V : \text{volume de la solution en L} \\ C_m : \text{concentration massique en g. L}^{-1} \end{cases}$$

### **3.4 Électroneutralité d'une solution aqueuse**

Dans une solution aqueuse, la quantité de charges positives est toujours égale à la quantité de charges négatives : on dit que les solutions aqueuses sont électriquement neutres.

#### **Activité d'application 2**

Une espèce  $X$  de quantité de matière  $n_X$  peut se dissoudre dans un volume  $V$  d'eau.

1. Sa concentration molaire volumique  $[X]$  s'écrit alors :
  - a.  $[X] = V.n_X$
  - b.  $[X] = \frac{V}{n_X}$
  - c.  $[X] = \frac{n_X}{V}$
2. Sa concentration massique  $C_X$  est liée à sa concentration molaire volumique  $[X]$  et sa masse molaire  $M$  par la relation :
  - a.  $C_X = \frac{[X]}{M}$
  - b.  $C_X = [X].M$
  - c.  $C_X = \frac{M}{[X]}$

Recopie la bonne réponse pour chacune des propositions.

#### **Solution**

1. 1.c.
2. 2.b.

## 4. pH D'UNE SOLUTION AQUEUSE

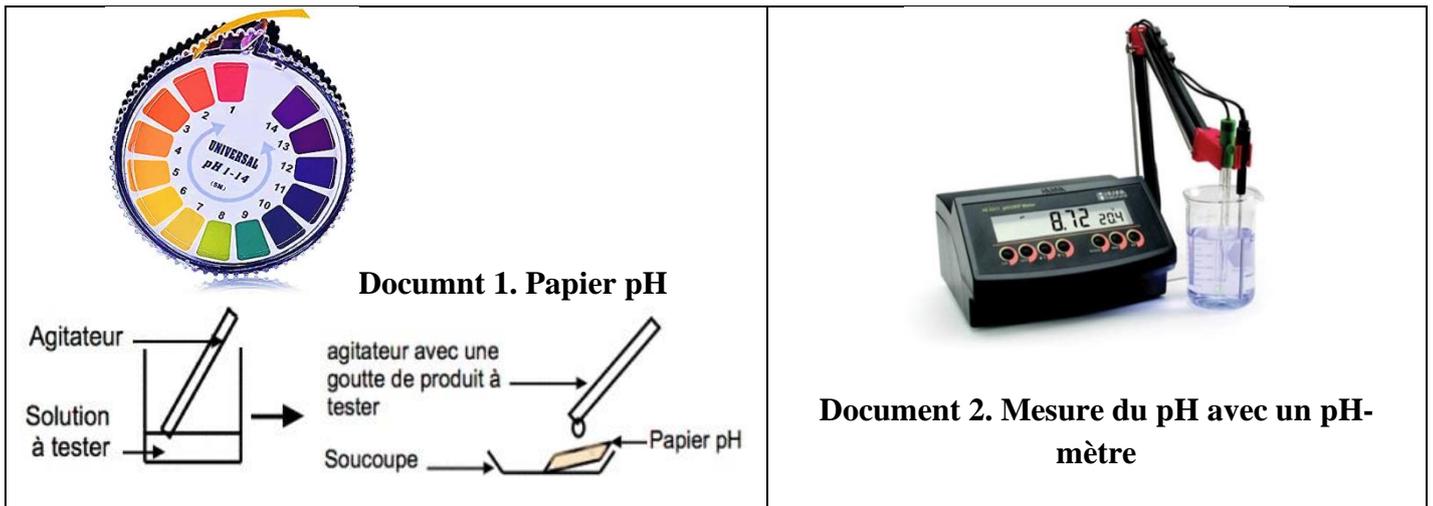
### 4.1 Expression

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] \text{ ou } [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}}.$$

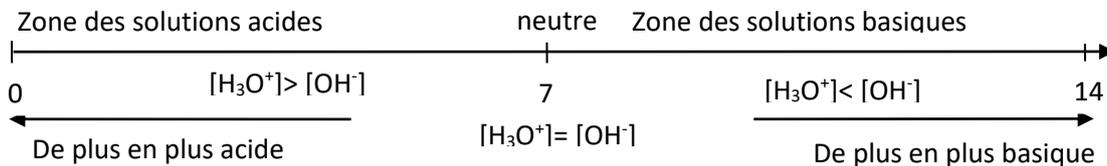
Le pH varie de 0 à 14 à 25°C.

### 4.2 Mesure de pH

On détermine le pH d'une solution aqueuse avec un papier pH (Document 1) ou un pH-mètre (Document 2).



### 4.3 Classification des solutions aqueuses en fonction du pH



### Activité d'application

On mesure le pH d'une solution aqueuse à 25°C. On trouve  $\text{pH} = 2,3$ .

Détermine la concentration molaire en ions hydronium et hydroxyde dans cette solution.

Solution

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}} \text{ soit } [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-2,3} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L.}$$

$$[\text{OH}^-] = \frac{K_e}{[\text{H}_3\text{O}^+]} \text{ soit } [\text{OH}^-] = \frac{10^{-14}}{5 \cdot 10^{-3}} = 2 \cdot 10^{-12} \text{ mol/L.}$$

### SITUATION D'ÉVALUATION

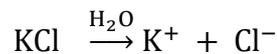
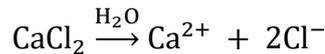
Un professeur de Physique-Chimie demande à sa classe de Terminale D de faire l'étude quantitative d'un mélange de deux solutions ioniques. Sous sa conduite un élève dissout  $m_1=10\text{g}$  de chlorure de calcium ( $\text{CaCl}_2$ ) dans  $V_1=400\text{mL}$  d'eau et  $m_2=30\text{g}$  de chlorure de potassium ( $\text{KCl}$ ) dans  $V_2=700\text{mL}$  d'eau. Il mélange ensuite les deux solutions. Tous ces composés sont solubles dans l'eau. Tu es de la classe, réponds aux questions.

On te donne  $M(\text{Ca}) = 40 \text{ g/mol}$ ;  $M(\text{Cl}) = 35,5 \text{ g/mol}$ ;  $M(\text{K}) = 39 \text{ g/mol}$ .

1. Écris les équations de dissociation du chlorure de calcium et du chlorure de potassium dans l'eau.
2. Fais le bilan des ions présents dans chaque solution.
3. Calcule la concentration molaire volumique des ions :
  - 3.1 dans chaque solution aqueuse.
  - 3.2 dans le mélange.
4. Vérifie la neutralité électrique de cette solution

### Résolution de la situation

1. Équations de dissociation :



2. Ions présents :  $\text{K}^+$  ;  $\text{Cl}^-$  ;  $\text{OH}^-$  ;  $\text{H}_3\text{O}^+$ .
3. Calcule des concentrations molaires volumiques :

3.1 Dans chaque solution

- Dans la solution de  $\text{CaCl}_2$  :

On a  $M(\text{CaCl}_2) = 40 + 70 = 111 \text{ g/mol}$  et  $n(\text{CaCl}_2) = \frac{m}{M} = 0,091 \text{ mol}$

D'après l'équation de dissolution de  $\text{CaCl}_2$ ,

on a  $n(\text{Ca}^{2+}) = n(\text{CaCl}_2) = 0,091 \text{ mol}$  donc  $[\text{Ca}^{2+}] = \frac{0,09}{0,4} = 0,227 \text{ mol/L}$

On a aussi  $n(\text{Cl}^-) = 2 n(\text{CaCl}_2) = 0,182 \text{ mol}$  donc  $[\text{Cl}^-] = \frac{0,18}{0,4} = 0,455 \text{ mol/L}$

- Dans la solution  $\text{KCl}$  :

On a  $M(\text{KCl}) = 74,5 \text{ g/mol}$  et  $n(\text{KCl}) = \frac{30}{74,5} = 0,403 \text{ mol}$ .

D'après l'équation de dissolution de  $\text{KCl}$ , on a  $n(\text{K}^+) = n(\text{Cl}^-) = n(\text{KCl}) = 0,403 \text{ mol}$

Donc  $[\text{K}^+] = [\text{Cl}^-] = \frac{0,403}{0,7} = 0,576 \text{ mol/L}$

3.2 Dans le mélange

$V_T = 110 \text{ mL}$

$$[\text{Ca}^{2+}] = \frac{n(\text{Ca}^{2+})}{V_T} = \frac{0,091}{1,1} = 0,083 \text{ mol/L}$$

$$[\text{K}^+] = \frac{n(\text{K}^+)}{V_T} = \frac{0,403}{1,1} = 0,366 \text{ mol/L}$$

$$[\text{Cl}^-] = \frac{n_T(\text{Cl}^-)}{V_T} = \frac{(0,182+0,403)}{1,1} = 0,53 \text{ mol/L}$$

4. Vérification de l'électroneutralité :  $2[\text{Ca}^{2+}] + [\text{K}^+] = 0,532 \text{ mol/L}$

Et  $[\text{Cl}^-] = 0,53 \text{ mol/L}$ .

La neutralité électrique est donc vérifiée.

### III. EXERCICES

#### Exercice 1

On dissout 10g de chlorure de sodium dans 100mL d'eau.

1. Calcule :
  - 1.1. la concentration molaire volumique  $C$  de la solution.
  - 1.2. la concentration massique volumique  $C_m$  de la solution.
2. Détermine les concentrations molaires des ions en solution.  
On donne :  $M_{Na} = 23 \text{ g/mol}$  ;  $M_{Cl} = 35,5 \text{ g/mol}$

#### **Solution**

1. Calculons :

$$1.1 \ n = \frac{m}{M} \text{ et } C = \frac{n}{V} \text{ donc } C = \frac{m}{MV} = \frac{10}{58,5 \times 0,1} = 1,71 \text{ mol/L}$$

$$1.2 \ C_m = \frac{m}{V} = \frac{10}{0,1} = 100 \text{ g/L.}$$

2. Détermination des concentrations molaires des ions :

D'après l'équation de dissolution de NaCl :  $\text{NaCl} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$ , on a  $n(\text{Na}^+) = n(\text{Cl}^-) = n(\text{NaCl})$

Donc  $[\text{Na}^+] = [\text{Cl}^-] = C = 1,71 \text{ mol/L}$

#### Exercice 2

1. Détermine le pH de chacune des solutions contenant :
  - 1.1)  $[\text{H}_3\text{O}^+] = 3 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$
  - 1.2)  $[\text{OH}^-] = 10^{-5} \text{ mol/L}$
2. Détermine la concentration en ions  $\text{H}_3\text{O}^+$  d'une solution dont :
  - 2.1)  $\text{pH} = 12$
  - 2.2)  $\text{pH} = 2,4$

#### **Solution**

1. Détermination des pH

$$1.1 \ \text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = -\log(3 \cdot 10^{-3}) = 2,52$$

$$1.2 \ \text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = -\log(10^{-9}) = 9 \text{ car } [\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{K_e}{[\text{HO}^-]} = 10^{-9} \text{ mol/L}$$

2. Détermination de  $[\text{H}_3\text{O}^+]$ .

$$2.1 \ [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-12} \text{ mol/L}$$

$$2.2 \ [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-2,4} = 4 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$$

#### Exercice 3

Tu prépares à 25 °C, un mélange homogène d'hydroxyde de sodium NaOH et d'eau distillée en grande quantité. Pour chacune des propositions ci-dessous, recopie le numéro de la question suivie de la lettre correspondant à la bonne réponse.

1. L'opération effectuée est :
  - a. une hydratation ;
  - b. une dissolution ;
  - c. une dilution.
2. Le mélange obtenu est :

- a. basique ;
  - b. acide ;
  - c. neutre.
3. L'eau représente :
    - a. le soluté
    - b. le solvant ;
    - c. la solution.
  4. Le mélange obtenu est électrique :
    - a. Positif ;
    - b. Négatif ;
    - c. Neutre.

Réponse : 1.b ; 2.a ; 3 b ; 4 c.

#### **Exercice 4**

Un jus de citron a un pH = 2,3 à 25°C.

1. Calcule la concentration molaire volumique des ions hydroniums et des ions hydroxyde présents dans ce jus.
2. Calcule la quantité de matière de ces mêmes ions dans un verre contenant 100 Cm<sup>3</sup> de jus de citron.  
Le produit ionique de l'eau est  $K_e = 10^{-14}$ .

#### **Solution**

$$1. [H_3O^+] = 10^{-pH}. \text{ D'où } [H_3O^+] = 10^{-2,3} = 5,01.10^{-3} \text{ mol. L}^{-1}.$$

$$[OH^-] = \frac{K_e}{[H_3O^+]}. \text{ D'où } [OH^-] = \frac{10^{-14}}{5,01.10^{-3}} = 1,99.10^{-12} \text{ mol. L}^{-1}$$

$$2. [H_3O^+] = \frac{n_{H_3O^+}}{V_J}. \text{ D'où } n_{H_3O^+} = [H_3O^+]V_J = 5,01.10^{-3} \times 100.10^{-3}$$

$$n_{H_3O^+} = 5,01.10^{-4} \text{ mol}$$

$$[OH^-] = \frac{n_{OH^-}}{V_J}. \text{ D'où } n_{OH^-} = [OH^-] \times V_J = 1,99.10^{-12} \times 100.10^{-3}$$

$$n_{OH^-} = 1,99.10^{-13} \text{ mol.}$$

#### **Exercice 5**

Votre professeur de Physique-Chimie vous prépare en vue de participer à un concours scientifique. Il met à votre disposition au laboratoire, des cristaux de chlorure de fer II (FeCl<sub>2</sub>) et tout le matériel nécessaire. Le professeur veut vérifier vos acquis sur la détermination de concentrations molaires volumiques. Pour ce faire, vous préparez un mélange homogène liquide d'une masse  $m = 63,5 \text{ g}$  de FeCl<sub>2</sub> dans un volume  $V = 500 \text{ mL}$  d'eau distillée. Vous obtenez une solution S<sub>0</sub> de concentration molaire volumique  $C = 1 \text{ mol. L}^{-1}$ .

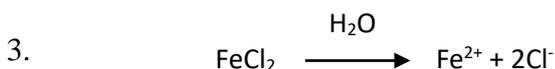
On donne  $M = 127 \text{ g. mol}^{-1}$ .

1. Décris brièvement le mode opératoire de la préparation de S<sub>0</sub>.
2. Définis la concentration molaire volumique d'une espèce chimique en solution.

- Écris l'équation de la réaction de dissolution du composé  $\text{FeCl}_2$  dans l'eau.
- Détermine la concentration molaire volumique des espèces chimiques (autres que celles de la dissociation de l'eau) présentes dans la solution.

### Solution

- Dans une fiole jaugée de 500 mL contenant une petite quantité d'eau, nous introduisons 63,5 g de cristaux de  $\text{FeCl}_2$  mesuré à l'aide d'une balance. Après dissolution totale, nous étendons le volume à 500 mL à l'aide d'une pissette contenant de l'eau distillée puis nous homogénéisons.
- La concentration molaire d'une espèce chimique en solution est le quotient de la quantité de matière de cette espèce chimique par le volume de la solution.



- Les espèces chimiques sont :  $\text{Fe}^{2+}$  ;  $\text{Cl}^-$ .

$$5. \quad [\text{Fe}^{2+}] = \frac{n_{\text{Fe}^{2+}}}{V} = \frac{m}{MV} = \frac{63,5}{127 \times 500 \cdot 10^{-3}}$$

$$[\text{Fe}^{2+}] = 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$[\text{Fe}^{2+}] = \frac{n_{\text{Cl}^-}}{V} = 2 \frac{m}{MV} = \frac{2 \times 63,5}{127 \times 500 \cdot 10^{-3}} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

### Exercice 6

Ton professeur de Physique-Chimie veut montrer à ses élèves que toute solution aqueuse est électriquement neutre.

Il met à la disposition de ton groupe deux solutions aqueuses

Dans un bécher contenant 100 mL d'eau distillée il ajoute 0,745 g de chlorure de potassium (KCl) solide, à 25°C et obtient une solution  $S_1$ .

Dans un autre bécher contenant il dispose 500 mL d'une solution aqueuse  $S_2$  d'hydroxyde de sodium (NaOH) de concentration molaire  $C = 0,1 \text{ mol/L}$  à 25°C:

Enfin il réalise le mélange des deux précédentes solutions dans une fiole jaugée de 1L.

Tu es chargé de faire le compte rendu des différentes expériences.

- Étude de la solution  $S_1$ 
  - Fais l'inventaire des espèces chimiques présentes.
  - Détermine les concentrations de chacune des espèces chimiques présentes.
  - Déduis des réponses précédentes que  $[\text{K}^+] = [\text{Cl}^-]$
- Étude du mélange
  - Fais l'inventaire des espèces chimiques présentes.
  - Détermine les concentrations de chacune des espèces chimiques présentes.
  - Vérifie que  $[\text{K}^+] + [\text{Na}^+] = [\text{Cl}^-] + [\text{OH}^-]$
- Que peux-tu dire de l'électroneutralité d'une solution aqueuse ?

### Solution:

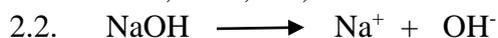
- $\text{K}^+$  ;  $\text{Cl}^-$
  - $M(\text{KCl}) = 39 + 35,5 = 74,5 \text{ g/mol}$

$$n(\text{KCl}) = \frac{m(\text{KCl})}{M(\text{KCl})} \text{ soit } n(\text{KCl}) = 0,01 \text{ mol}$$



$$n(\text{K}^+) = 0,01 \text{ mol soit } [\text{K}^+] = 0,1 \text{ mol/L et } n(\text{Cl}^-) = 0,01 \text{ mol soit } [\text{Cl}^-] = 0,1 \text{ mol/L}$$

2.



$$n(\text{NaOH}) = C \times V = 0,05 \text{ mol d'où } n(\text{Na}^+) = 0,05 \text{ mol et } n(\text{OH}^-) = 0,05 \text{ mol}$$

$$[\text{Na}^+] = \frac{n(\text{Na}^+)}{V} = 0,1 \text{ mol/L et } [\text{OH}^-] = 0,1 \text{ mol/L}$$

2.3.  $[\text{Cl}^-] + [\text{OH}^-] = 0,1 + 0,1 = 0,2 \text{ mol/L}$

$$[\text{K}^+] + [\text{Na}^+] = 0,1 + 0,1 = 0,2 \text{ mol/L}$$

$$\text{donc : } [\text{Cl}^-] + [\text{OH}^-] = [\text{K}^+] + [\text{Na}^+]$$

3. Toute solution aqueuse est toujours électriquement neutre.

#### **IV. DOCUMENTATION**

##### **Importance du pH en chimie, en biochimie, en agriculture, en aquaculture et en médecine**

###### **1. Le pH en Chimie**

Le nombre de réactions chimiques qui ont lieu à des pH précis est incommensurable. En chimie de synthèse par exemple, le pH peut influencer la nature du produit obtenu ; il conviendra donc de choisir le pH de façon spécifique en fonction du produit que l'on désire. En chimie analytique, la précipitation des solides tient compte du pH; en électrophorèse, le pH permet de modifier le type de charge des particules et donc d'isoler de façon spécifique certaines espèces.

###### **2. Le pH en Biologie**

Les réactions biologiques sont nombreuses et très particulièrement dépendantes du pH. En effet, le pH doit généralement être maintenu entre certaines bornes pour que les réactions soient possibles. En biochimie spécifiquement, les enzymes, principaux catalyseurs, vivent dans des intervalles de pH précis. En effet, les enzymes sont des protéines qui du fait de la coexistence des fonctions acide (acides carboxyliques) et basique (fonctions amines), sont très sensibles au pH.

###### **3. Le pH en agriculture et en aquaculture**

En agriculture, le pH du sol est un facteur important pour la survie de la plante qui y vit. Comme l'on contrôle la température d'un animal, il faut contrôler le pH du sol pour la plante. Lorsque le pH est adéquat, la plante peut se nourrir convenablement. Le pH idéal dépend de l'espèce végétale. C'est pourquoi l'on regroupe les plantes en diverses catégories :

- Plantes acidophiles : elles se développent mieux sur des sols acides ;
- Plantes alcalinophiles : elles s'adaptent mieux sur des sols basiques ;
- Plantes neutrophiles : elles ont une prédilection pour les sols neutres.

Connaître le pH du sol est donc important pour l'agriculteur. Il peut alors choisir avec convenance quel type de culture il va effectuer ou procéder à la modification de pH nécessaire pour l'adaptation de la plante qu'il désire produire (l'amendement du sol).

La vie aquatique n'est possible qu'entre  $\text{pH} = 4,9$  et  $\text{pH} = 9,0$ . En eau douce, le  $\text{pH}$  varie entre 6,0 et 8,0 tandis qu'en mer, le  $\text{pH}$  est compris entre 8,1 et 8,3. D'où en définitive on peut dire que le  $\text{pH}$  de vie aquatique se situe entre 6,0 et 8,5. On comprend dès lors que pour une activité aquacole, il sera important de connaître le  $\text{pH}$  des eaux et en cas de besoin procéder aux traitements adéquats pour maintenir le  $\text{pH}$  dans les limites acceptables. Tout traitement ou apport alimentaire doit être choisi de façon à ne pas provoquer une modification néfaste du  $\text{pH}$ .

#### **4. Le $\text{pH}$ en médecine**

Les problèmes liés aux  $\text{pH}$  en biochimie évoqués plus haut sont à prendre en compte ici. En effet, les médicaments apportés au malade, doivent autant que faire se peut ne pas modifier le  $\text{pH}$  des fluides de l'organisme. C'est la raison pour laquelle les médicaments donnent généralement des solutions tampons. Dans certains cas, on apporte les éléments nécessaires pour combattre une variation néfaste du  $\text{pH}$  ; le cas d'une acidification. Une acidification des fluides de l'organisme se traduit généralement par un nombre important de problèmes qui vont d'un métabolisme cellulaire faible aux œdèmes en passant par une accumulation de fluides et une surproduction de radicaux libres. La capacité d'autodéfense de l'organisme diminue (faiblesse immunologique) ; les os s'affaiblissent par perte de calcium utilisé pour essayer de maintenir un  $\text{pH}$  alcalin pour le milieu. Le rétablissement passe obligatoirement par une alcalinisation du milieu.

Source : [ddata.over-blog.com/xxxxyyy/4/04/37/51/Importande](http://ddata.over-blog.com/xxxxyyy/4/04/37/51/Importande). De Mbey Jean Aimé 2007-01-23 PLEG de Chimie, Publication du Club 9899PCT.

#### **Pour des exercices de renforcement**

[https://sunudaara.com/physique\\_chimie](https://sunudaara.com/physique_chimie)

#### **Pour approfondir le cours et s'exercer voici des sites à consulter.**

<http://marsal.univ-tln.fr/pHdos/phsolacB.html>