

## Université de Cocody/Filière Professionnelle de Technologie des Aliments, 3<sup>ème</sup> année.

TRAITEMENT DES EAUX.

Adolphe Kouadio, Ingénieur en chimie industrielle, Enseignant. [kouadioadolphe@yahoo.fr](mailto:kouadioadolphe@yahoo.fr)

**Devoir n°1.** Test sur table, durée: 3 heures. Tous documents autorisés. 31/10/2013.

Une eau a les caractéristiques suivantes et la courbe d'équilibre calcocarbonique ci-joint.

- pH : 5,9
- Température : 25°C
- Titre hydrotimétrique calcique : 3,2°F
- Titre hydrotimétrique magnésien : 0,4°F
- Bicarbonates ( $\text{HCO}_3^-$ ): 1,29°F
- Titre Alcalimétrique Complet (TAC) : 1,29°F
- Dioxyde de carbone ( $\text{CO}_2$ ): 30,8 mg.L<sup>-1</sup>
- Sulfates ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) : 14,42 mg.L<sup>-1</sup> (MM = 96,1)
- Chlorures ( $\text{Cl}^-$ ) : 3,55 mg.L<sup>-1</sup> (MM = 35,5)
- Nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ) : 6,2 mg.L<sup>-1</sup> (MM= 62)
- Potassium ( $\text{K}^+$ ) : 1,5 mg.L<sup>-1</sup> (MM = 39,1)
- Unité de Couleur vraie : 0

Tous autres éléments minéraux ou organiques gênants ou nuisibles sont négligeables.

MM : masse molaire (g.mol<sup>-1</sup>).

N.B. : L'on peut utiliser indifféremment une succession de segments de droite d'équation  $y=a(x)+b$ , dans l'intervalle  $0,2 \text{ mmol/L} \leq [\text{Ca}^{2+}] \leq 2,0 \text{ mmol/L}$ , comme courbe d'équilibre calcocarbonique. Les  $a$  et  $b$  sont consignés dans le tableau suivant :

	$a$	$b$
$0,2 \text{ mmol/L} \leq [\text{Ca}^{2+}] \leq 1,2 \text{ mmol/L}$	+2,076	-0,408
$1,2 \text{ mmol/L} \leq [\text{Ca}^{2+}] \leq 1,5 \text{ mmol/L}$	+2,264	-0,621
$1,5 \text{ mmol/L} \leq [\text{Ca}^{2+}] \leq 2,0 \text{ mmol/L}$	+2,449	-0,903

On donne également les constantes d'équilibre liées aux concentrations:

- $\text{pK}_1 = 6,37$
- $\text{pK}_2 = 10,33$
- $\text{pK}_e = 14,00$
- $\text{pK}_s = 8,34$ .

On mène sur un échantillon de cette eau, les exercices 1, 2 et 3.

### I. Exercice 1

---

On désire assurer la neutralisation de cette eau avec de la chaux,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ . Le modèle de simulation de traitement employé est celui de HALLOPEAU et DUBIN.

Déterminer

- le pH de l'eau traitée (pH d'équilibre) ; [1 pt]
- le taux de chaux nécessaire pour la neutralisation ; [1 pt]
- le  $\text{CO}_2$  équilibrant. [1 pt]

## II. Exercice 2

- 1°) Calculer son terme  $\lambda$ , tel que défini par la convention de LEGRAND et POIRIER ; [1 pt]
- 2°) Calculer son terme  $\frac{K_2}{K_1 \cdot K_s}$ , à exprimer sous la forme de  $10^{-pK}$  ; [1 pt]
- 3°) Calculer son terme  $\frac{K_2}{K_s}$  à exprimer sous la forme de  $10^{-pK}$  ; [1 pt]
- 4°) Compléter le tableau ci-dessous.

$[\text{Ca}^{2+}]$ (mmol.L <sup>-1</sup> )	0,320	1,391
$[\text{HCO}_3^-]$ (mmol.L <sup>-1</sup> )	[1 pt]	[1 pt]
Force ionique, $\mu$ (mmol.L <sup>-1</sup> )		
Coefficient correcteur de DEBYE et HUCKEL, $\epsilon$		
$\frac{K_2}{K_1 \times K_s}$		
$\frac{K_2}{K_s}$		
Carbone Minéral Total, CMT (mmol.L <sup>-1</sup> )	[1 pt]	[1 pt]
pH	[1 pt]	[1 pt]

## III. Exercice 3

On situe l'eau aux coordonnées (0,320 ; 0,958) dans le plan de représentation de LEGRAND et POIRIER.

- 1°) Justifiez cette position du point représentatif de l'eau à traiter. [1 pt]  
Un traitement sans reminéralisation aurait donné un produit (eau potable) à pH hors normes et pas suffisamment minéralisée qui ne pourrait former la couche de TILLMANS, protectrice des matériaux métalliques. On se propose donc d'injecter du gaz carbonique, puis de la chaux (Ca(OH)<sub>2</sub>) pour atteindre un objectif de TAC de 12°F. On sait que, dans le contexte, TAC est égal à [HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>].
- 2°) Expliquer le cheminement du point figuratif de l'eau, au cours de ce traitement. [1 pt]
- 3°) Déterminer le pH d'équilibre. [1 pt]
- 4°) Déterminer les taux de gaz carbonique et de chaux utilisés. [1 pt] + [1 pt]
- 5°) Pourquoi, dans le contexte, peut-on considérer le Titre Alcalimétrique Complet (TAC) est égal à la concentration en bicarbonates [HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>] ? [1 pt]