

# CHIMIE REVISIONS

Les questions 1, 2, 3, 4, 5 sont indépendantes.

On se propose d'analyser quelques caractéristiques de l'eau d'un forage pour son utilisation dans le process papetier.

On donne ci-dessous la composition ionique de cette eau (ions principaux seulement) :

| ion                               | K <sup>+</sup> | Na <sup>+</sup> | Ca <sup>2+</sup> | Mg <sup>2+</sup> | HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> | Cl <sup>-</sup> |
|-----------------------------------|----------------|-----------------|------------------|------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------|
| concentration massique (en mg/L)  | 20             | 126             | 125              | 30               | 165                           |                               | 156             |
| concentration molaire (en mmol/L) | 0,51           | 5,48            | 3,12             | 1,23             | 2,70                          | 3,80                          | 4,40            |

Cette eau a un pH voisin de 7,3.

1. On donne les masses molaires atomiques du soufre et de l'oxygène  $M_s = 32,0 \text{ g/mol}$  et  $M_o = 16,0 \text{ g/mol}$  /

1.1. Calculer la concentration massique en ions sulfate de cette eau.

1.2. Vérifier qu'aux incertitudes près ces concentrations vérifient la loi d'électroneutralité de la solution.

*Les ions des colonnes grisées n'interviennent plus dans la suite du problème.*

2. L'ion hydrogénocarbonate est un ampholyte appartenant aux deux couples

$\text{H}_2\text{CO}_3 / \text{HCO}_3^-$  et  $\text{HCO}_3^- / \text{CO}_3^{2-}$  de  $\text{pK}_a$  respectivement  $\text{pK}_{a1} = 6,3$  et  $\text{pK}_{a2} = 10,3$ .

On pourra considérer que  $\text{H}_2\text{CO}_3$  représente ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ) c'est à dire le dioxyde de carbone dissous dans l'eau.

Déduire de la concentration en hydrogénocarbonate de cette eau la concentration en  $\text{CO}_2$  dissous.

3. On définit la dureté d'une eau par la concentration totale en ions calcium et magnésium. Cette dureté est mesurée en France par le degré hydrotimétrique français (en °TH) égal à dix fois cette concentration exprimée en mmol/L.

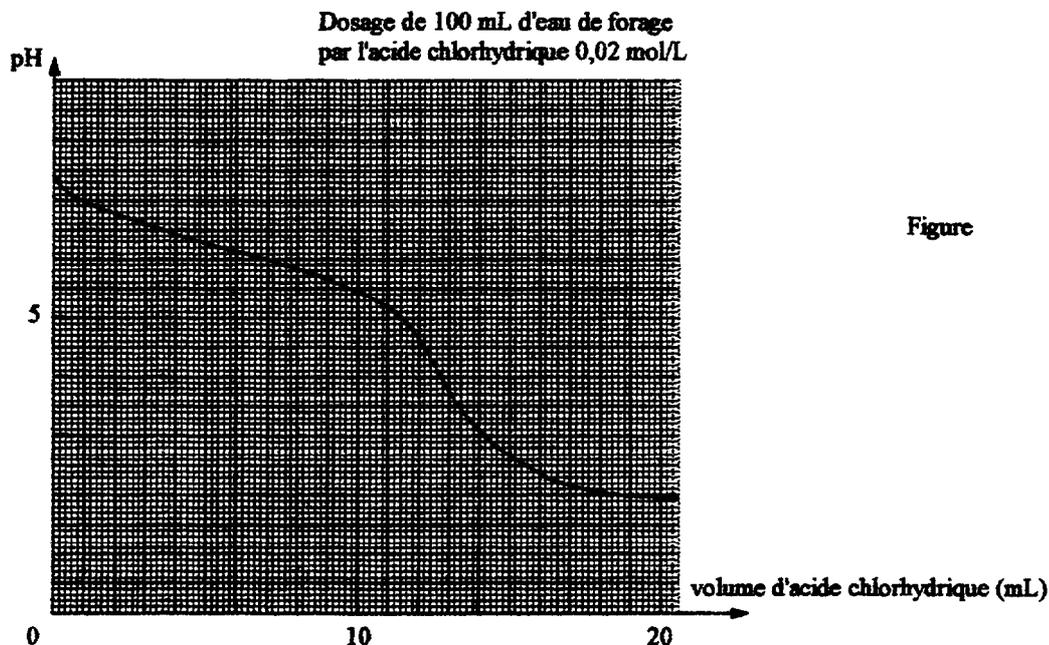
Une eau est considérée comme dure si son degré hydrotimétrique est supérieur à 30 :

3.1. Calculer le degré hydrotimétrique de cette eau.

3.2. Quel est le risque industriel le plus fréquemment rencontré lors de l'utilisation d'une eau dure ?

4. On dose  $V = 100$  mL de cette eau par de l'acide chlorhydrique de concentration  $C_a = 0,02$  mol/L (il s'agit de la mesure du titre alcalimétrique total).  
On obtient la courbe représentée sur la figure :

- 4.1. Quelle espèce a-t-on dosée ? Ecrire l'équation-bilan de la réaction de cette espèce avec l'acide fort utilisé.



En utilisant le document-réponse:

- 4.2. Justifier la valeur du pH obtenue à la demi-équivalence.
- 4.3. Calculer la concentration de l'espèce dosée. Est-elle conforme aux données de cette eau ?
5. Pour diminuer la dureté de cette eau on souhaite précipiter les ions  $Mg^{2+}$  sous forme d'hydroxyde. Pour cela on ajoute à cette eau une base forte (NaOH).  
Le produit de solubilité  $K_s$  de  $Mg(OH)_2$  est tel que:  $pK_s = 11$ .
- A partir de quel pH les ions magnésium commencent-ils à précipiter ?

## TS2 CIRA CHIMIE : révisions

### III-1. Dosage d'oxydoréduction

Données :

- Masse molaire atomique en g/mol :  $K = 39,1$  ;  $Mn = 54,9$  ;  $O = 16$
- Potentiels redox standards :  $E_1^\circ(MnO_4^-/Mn^{2+}) = 1,51 V$  ;  $E_2^\circ(SO_4^{2-}/SO_2) = 0,17 V$

Après régénération de la liqueur noire, on récupère des eaux chargées en dioxyde de soufre  $SO_2$ . Avant de les traiter, on effectue un dosage du dioxyde de soufre dissous. Pour cela, on prépare une solution de permanganate de potassium  $KMnO_4$  de concentration  $C_1 = 5,0 \times 10^{-2}$  mol/L.

**III-1.1.** Quelle masse de permanganate de potassium pur doit-on utiliser pour préparer  $V = 500$  mL de cette solution ?

**III-1.2.** On dose un volume  $V_2 = 20$  mL de la solution de dioxyde de soufre, en milieu acide.

**III-1.2.1.** Écrire les demi-équations électroniques des deux couples redox mis en jeu.

**III-1.2.2.** Quelle espèce chimique subit l'oxydation au cours de la réaction ? Justifier.

**III-1.2.3.** Écrire l'équation de la réaction qui se produit au cours du dosage.

**III-1.2.4.** Cette réaction peut-elle être considérée comme totale ? Justifier.

**III-1.2.5.** L'équation montre qu'au cours de ce dosage une mole de permanganate consomme 2,5 mol de dioxyde de soufre. L'équivalence est obtenue lorsqu'on a versé un volume  $V_1 = 12,4$  mL de la solution de permanganate de potassium.

Déterminer la concentration molaire  $C_2$  de la solution de dioxyde de soufre.

### III-2. Analyse d'une eau industrielle

Données

- Masses molaires (en g/mol) :  $H = 1$  ;  $O = 16$  ;  $C = 12$  ;  $Ca = 40,1$  et  $Mg = 24$
- Couples acide-base :  $pK_{a1}(H_2CO_3/HCO_3^-) = 6,4$  et  $pK_{a2}(HCO_3^-/CO_3^{2-}) = 10,3$

**III-2.1.** L'eau utilisée contient aussi des ions carbonate  $CO_3^{2-}$  et hydrogencarbonate  $HCO_3^-$ , responsables de son alcalinité. La mesure du pH a donné :  $pH = 8,4$ .

**III-2.1.1.** Tracer le diagramme de prédominance des espèces  $CO_3^{2-}$ ,  $HCO_3^-$  et  $H_2CO_3$  ( $CO_2$  dissous dans l'eau) en fonction du pH.

**III-2.1.2.** Parmi ces espèces, laquelle prédomine dans l'eau analysée ? Justifier.

**III-2.2.** On dose un volume  $V = 50$  mL de cette eau industrielle par une solution d'acide chlorhydrique de concentration  $C_A = 0,020$  mol.L<sup>-1</sup>. La courbe du dosage pHmétrique est donnée sur le **DOCUMENT RÉPONSE 1**, page 7/8.

**III-2.2.1.** Quel est le pH de la solution d'acide chlorhydrique ?

**III-2.2.2.** Écrire l'équation de la réaction de dosage.

**III-2.2.3.** Déterminer par construction graphique l'équivalence E. Donner ses coordonnées sur le **DOCUMENT-RÉPONSE 1**, page 7/8.

**III-2.2.4.** Retrouver graphiquement sur le **DOCUMENT-RÉPONSE 1** la valeur d'un des  $pK_a$  donnés.

**III-2.2.5.** Calculer en mol.L<sup>-1</sup> la concentration molaire en ions hydrogencarbonate de l'eau analysée puis la concentration massique en g.L<sup>-1</sup>.