



SCIENCES PHYSIQUES

(Session Normale, Mai 2021 ; Durée : 2 heures)

CHIMIE : Traitement des eaux usées alcalines par le dioxyde de carbone (7 points)

Document 1 : Texte introductif :

Pour pouvoir déverser des eaux usées dans les canalisations ou dans les eaux du domaine public, il faut que celles-ci aient un pH généralement compris entre 6,5 et 8,5.

Les eaux usées alcalines (basiques) peuvent être « neutralisées » avec des acides minéraux ; cependant, le procédé technique est complexe et l'utilisation de ces acides n'est pas sans problème : corrosion, salinisation (chlorures, sulfates, phosphates, nitrates), risque de surdosage.

La « neutralisation » au dioxyde de carbone s'impose dans la plupart des cas comme la solution la plus efficace. Les domaines industriels concernés sont multiples: blanchisseries, industries du papier et de la cellulose, industries textiles, laiteries...

Données :

Couples acide/ base :

$H_2O, CO_2(aq) / HCO_3^-(aq) : pK_{A1} = 6,4$ (à 25 °C)

$HCO_3^-(aq) / CO_3^{2-}(aq) : pK_{A2} = 10,3$ (à 25 °C)

H_3O^+ / H_2O

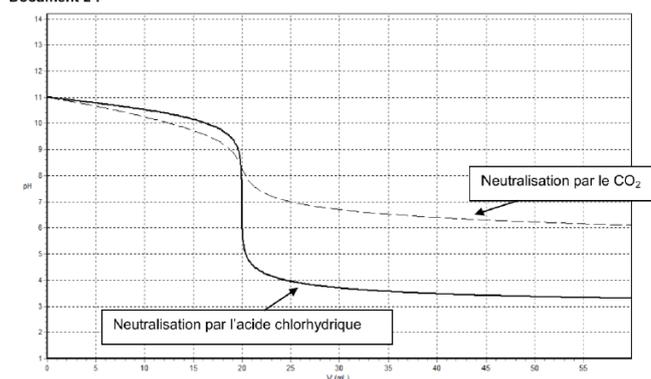
$H_2O / HO^-(aq)$

Un groupe d'élèves a comparé la « neutralisation » des eaux alcalines par un acide minéral et par le dioxyde de carbone à l'aide d'un logiciel de simulation.

Dans cette simulation, les eaux usées alcalines sont modélisées par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium ($Na^+(aq) + HO^-(aq)$) notée S, de concentration molaire apportée $C = 1,0 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$.

Le document 2 montre l'évolution du pH d'un volume V de la solution S lorsqu'on ajoute un volume V_A d'une solution acide. Les solutions acides utilisées sont d'une part, une solution d'acide chlorhydrique ($H_3O^+(aq) + Cl^-(aq)$), d'autre part une solution aqueuse de dioxyde de carbone ($H_2O, CO_2(aq)$), de mêmes concentrations molaires apportées $C_A = 1,0 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$.

Document 2 :



1. Écrire l'équation de la réaction qui se produit lors de l'ajout de l'acide chlorhydrique dans la solution S.
2. Dans le cas de la neutralisation par le dioxyde de carbone, quelle est l'espèce carbonatée qui prédomine (parmi CO_3^{2-} , HCO_3^- et CO_2) à l'équivalence du titrage ? Justifier.
3. En déduire l'équation de la réaction lors de l'ajout de la solution de dioxyde de carbone dans la solution S.
4. Comparer les points d'équivalence et interpréter le résultat.
5. Soit V_E le volume à l'équivalence. Pour les deux neutralisations, évaluer graphiquement les variations du pH autour de $V_E \pm 2$ gouttes. En déduire la neutralisation la plus adaptée au traitement des eaux usées.
6. Pour la neutralisation par l'acide chlorhydrique, exprimer le nombre de moles d'ions HO^- dans le mélange avant l'équivalence en fonction de C_A , V et du volume V_A versé.
Que vaut ce nombre de mole à l'équivalence ? En déduire V .

