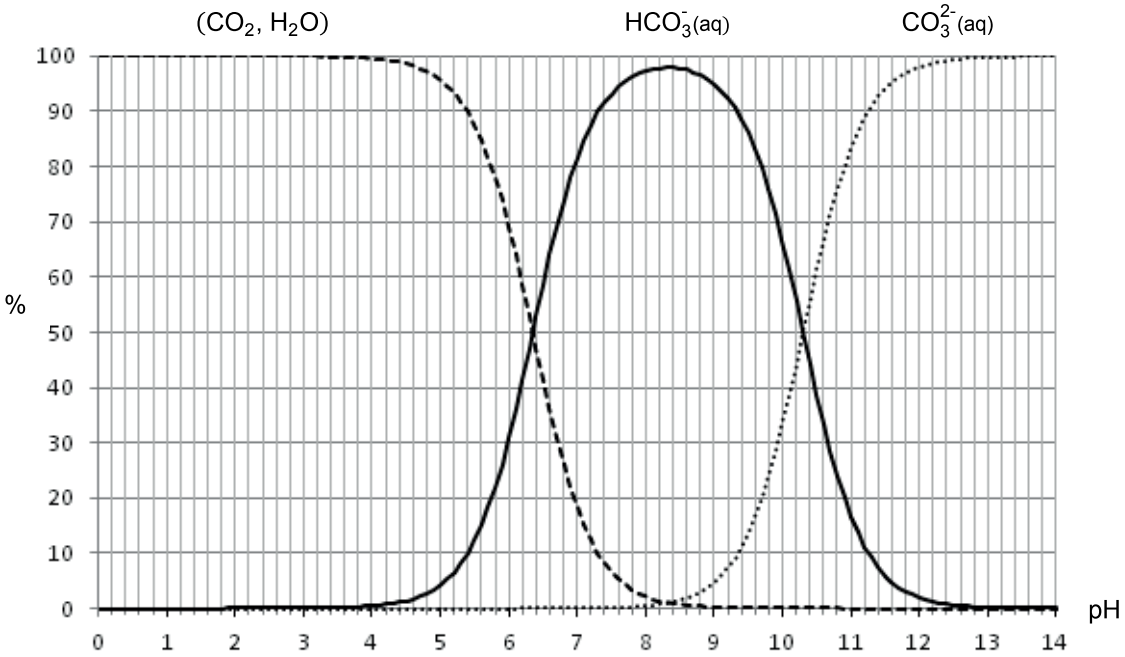
EXERCICE III - CONTRÔLE DU DIOXYDE DE CARBONE DANS L'EAU D'UN AQUARIUM (5 points)

L'eau d'un aquarium est un milieu fragile contenant de nombreuses espèces chimiques. Il faut maintenir la qualité de l'eau afin d'assurer le bon développement des poissons et de leur environnement végétal.
Le dioxyde de carbone étant essentiel pour la bonne croissance des plantes d'un aquarium, il est fréquent d'installer un dispositif qui libère ce gaz dans l'eau de l'aquarium, où il se dissout. Cependant, en trop grande quantité dans l'eau, le dioxyde de carbone est toxique pour les poissons. Il est donc important de contrôler régulièrement la concentration du dioxyde de carbone dans l'eau d'un aquarium.

L'objectif de cet exercice est de déterminer la concentration du dioxyde de carbone dissous dans l'eau d'un aquarium par une méthode de titrage.

Données :

- masse molaire moléculaire du dioxyde de carbone : $M(CO_2) = 44{,}0\ g.mol^{-1}$;
- couples acide / base : $(CO_2, H_2O)/HCO_3^-(aq)$; $HCO_3^-(aq)/CO_3^{2-}(aq)$;
- diagramme de distribution des espèces (CO_2, H_2O), $HCO_3^-(aq)$ et $CO_3^{2-}(aq)$:



Ce diagramme donne, à 25°C, les proportions molaires (en %) des différentes espèces acido-basiques provenant du dioxyde de carbone dissous dans l'eau, en fonction du pH de la solution.

- les cellules grisées du tableau ci-dessous indiquent des pH et des domaines de concentration massique en dioxyde de carbone dissous correspondant à des conditions optimales pour les plantes et les poissons dans l'eau de l'aquarium.

pH	Concentrations massiques en CO_2 dissous (en $mg.L^{-1}$) dans une eau									
7,8	***0***	***1***	***2***	***3***	***4***	***5***	***6***	***7***	***8***	***9***
7,6	***1***	***2***	***4***	***5***	***7***	***8***	***10***	***11***	***13***	***14***
7,4	***1***	***4***	***6***	***8***	***11***	***13***	***16***	***18***	***20***	***23***
7,2	***2***	***6***	***9***	***13***	***17***	***21***	***25***	***28***	***32***	***36***
7,0	***3***	***9***	***15***	***21***	***27***	***33***	***39***	***45***	***51***	***57***
6,8	***5***	***14***	***24***	***33***	***43***	***52***	***62***	***72***	***81***	***91***

D'après : http://www.aquabase.org

Exemple de lecture : pour un pH de 7,0 et une concentration massique en CO_2 dissous comprise entre 15 $mg.L^{-1}$ et 27 $mg.L^{-1}$, les conditions sont optimales.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 1 / 3
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

1. Du dioxyde de carbone dans un aquarium

On s'intéresse aux couples : $(CO_2, H_2O)/HCO_3^-(aq)$ et $HCO_3^-(aq)/CO_3^{2-}(aq)$ de pK_A respectifs pK_{A1} et pK_{A2}.

1.1. À l'aide du diagramme de distribution des espèces, montrer que la valeur de pK_{A1} est égale à 6,4, puis déterminer la valeur de pK_{A2}.

1.2. Sur un même axe gradué de pH, délimiter et faire figurer les domaines de prédominance des espèces chimiques (CO_2, H_2O), $HCO_3^-(aq)$ et $CO_3^{2-}(aq)$.

1.3. Le pH d'une eau vaut 7,4. À l'aide d'un raisonnement qualitatif, indiquer comment le pH de cette eau évolue lorsqu'on y introduit du dioxyde de carbone.

2. Contrôle du dioxyde de carbone dans l'eau d'un aquarium par titrage

La concentration en dioxyde de carbone dans l'eau de l'aquarium est liée au pH et à la concentration des ions hydrogénocarbonate $HCO_3^-(aq)$. Il est possible de déterminer la concentration en dioxyde de carbone en réalisant le titrage acido-basique suivi par pH-métrie des ions hydrogénocarbonate présents dans l'eau de l'aquarium à l'aide d'une solution d'acide chlorhydrique $(H_3O^+(aq) + C\ell^-(aq))$.
Pour cela, on prélève 100,0 mL d'eau de l'aquarium qu'on titre par une solution d'acide chlorhydrique de concentration molaire $5{,}0 \times 10^{-2}$ mol.L^{-1}.

2.1. Faire un schéma légendé du dispositif expérimental de titrage.

Les valeurs du pH en fonction du volume d'acide chlorhydrique versé au cours du titrage sont reportées sur la figure 1.

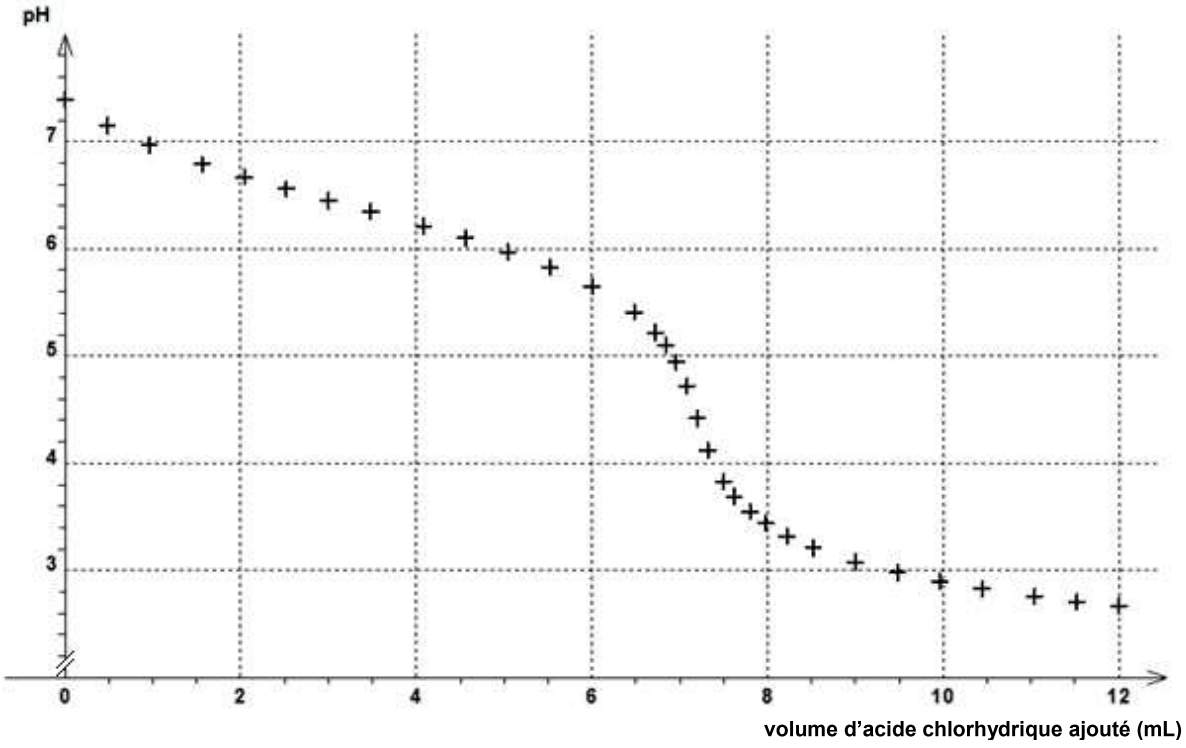


Figure 1. Titrage acido-basique de l'eau de l'aquarium par l'acide chlorhydrique suivi par pH-métrie .

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

2.2. Parmi les trois espèces $CO_3^{2-}(aq)$, $HCO_3^-(aq)$ et (CO_2, H_2O), déterminer l'espèce prédominante :

- dans l'eau de l'aquarium ;
- dans la solution à l'équivalence du titrage.

2.3. Écrire l'équation de la réaction support de titrage des ions hydrogénocarbonate par l'acide chlorhydrique.

2.4. Estimer la concentration molaire des ions hydrogénocarbonate dans l'eau prélevée dans l'aquarium.

2.5. La relation permettant d'estimer la concentration molaire en dioxyde de carbone dissous dans l'eau de l'aquarium est la suivante : $[CO_2, H_2O] = \left[HCO_3^-\right] \times 10^{(pK_{A1} - pH)}$.

En considérant que $[CO_2, H_2O] = \left[CO_2 \text{ dissous}\right]$, déterminer la valeur de la concentration massique en dioxyde de carbone dissous dans l'eau de l'aquarium.

2.6. Les conditions pour les plantes et les poissons sont-elles optimales ? Justifier.