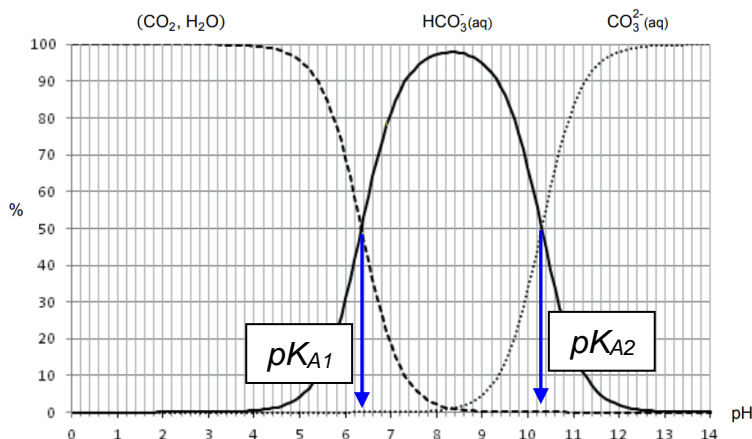


1. Du dioxyde de carbone dans un aquarium

1.1. D'après la relation $pH = pK_A + \log \frac{[base]}{[acide]}$, si $[base] = [acide]$ alors $pH = pK_A + \log(1)$,

soit $pH = pK_A$.

Sur le diagramme de distribution des espèces, lorsqu'il y a autant de la forme acide que de la forme base du couple considéré, les courbes correspondantes se croisent à 50% et on peut déterminer graphiquement la valeur du pK_A du couple considéré en lisant l'abscisse du point d'ordonnée 50%.



Graphiquement, on trouve $pK_{A1} = 6,4$ et $pK_{A2} = 10,3$.

1.2. (CO_2, H_2O) HCO_3^- CO_3^{2-} pH
 $pK_{A1} = 6,4$ $pK_{A2} = 10,3$

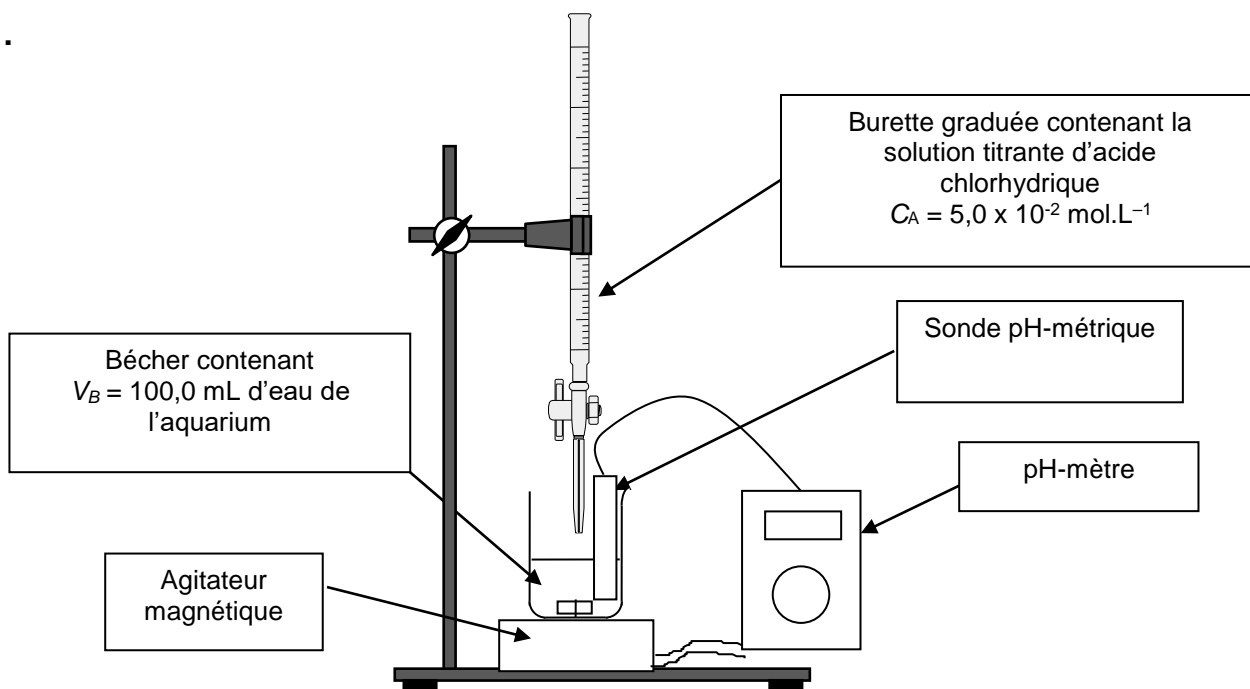
1.3. Le pH initial de l'eau étant 7,4, c'est l'espèce HCO_3^- qui prédomine. Si on ajoute du dioxyde de carbone, on augmente la concentration en (CO_2, H_2O) (qui va probablement devenir l'espèce prédominante si on en rajoute assez) et donc le pH diminue.

AUTRE MÉTHODE :

En rajoutant du dioxyde de carbone dans l'eau, celui-ci se dissout et forme l'espèce (CO_2, H_2O) qui est un acide et va réagir avec l'eau et faire baisser le pH par formation d'ions H_3O^+ :
 $(CO_2, H_2O) + H_2O \rightleftharpoons HCO_3^- + H_3O^+$.

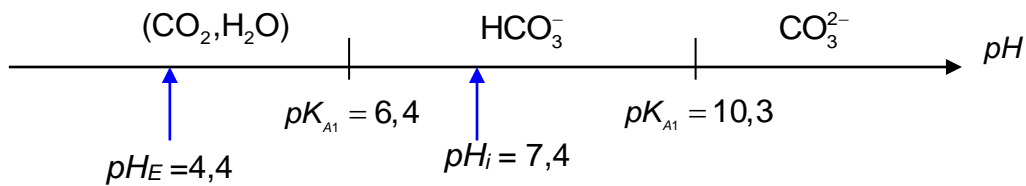
2. Contrôle du dioxyde de carbone dans l'eau d'un aquarium par titrage

2.1.



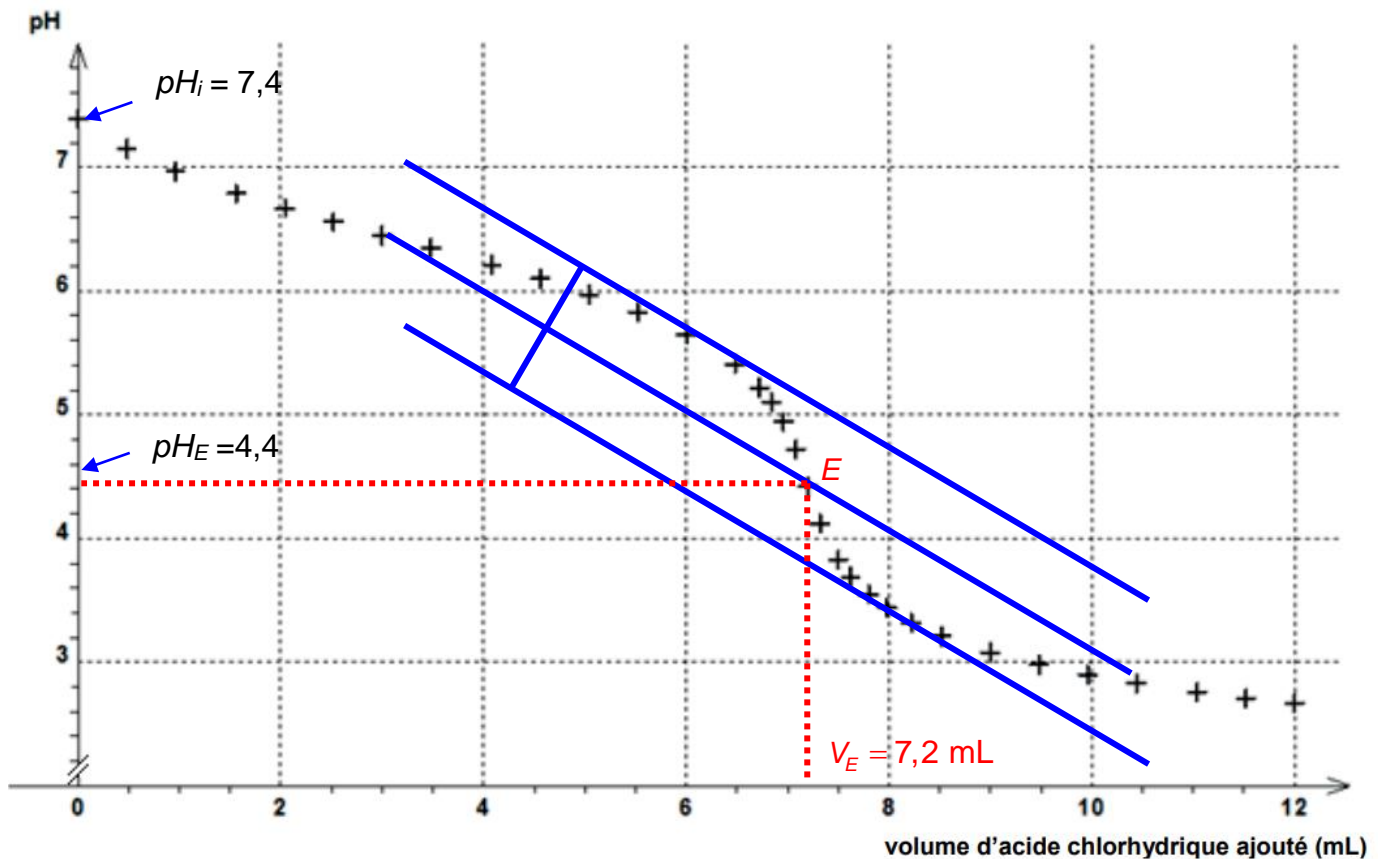
2.2. Le pH de l'eau de l'aquarium correspond au pH avant ajout d'acide chlorhydrique, soit au pH pour un volume d'acide $V_A = 0$ mL. On lit $pH_i = 7,4$.

Utilisons le diagramme de prédominance de la question 1.2.



Ainsi HCO_3^- est l'espèce prédominante dans l'eau de l'aquarium.

Le pH à l'équivalence est déterminé par lecture graphique en utilisant la méthode des tangentes. Vidéo à voir <http://acver.fr/tangentes> . On lit $pH_E = 4,4$. Le diagramme ci-dessus permet d'affirmer qu'à un tel pH c'est $\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O}$ qui prédomine.



Rq : il était également possible de répondre en utilisant le diagramme de distribution à la place du diagramme de prédominance.

2.3. HCO_3^- , qui prédomine initialement, se transforme en $(\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O})$; l'équation de la réaction support de titrage est donc : $\text{HCO}_3^- + \text{H}_3\text{O}^+ \rightarrow (\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O}) + \text{H}_2\text{O}$.

(H_3O^+ étant un acide, il transfère un proton H^+ vers HCO_3^- qui se comporte comme une base ici)

2.4. À l'équivalence, le réactif titré HCO_3^- et le réactif titrant H_3O^+ ont été introduits dans les

proportions stœchiométriques de l'équation de titrage : $\frac{n(\text{HCO}_3^-)_{\text{titrée}}}{1} = \frac{n(\text{H}_3\text{O}^+)_{\text{versée}}}{1}$.

$[\text{HCO}_3^-]_{\text{aquarium}} \cdot V_{\text{titré}} = C_A \cdot V_E$ (en notant C_A la concentration de l'acide chlorhydrique)

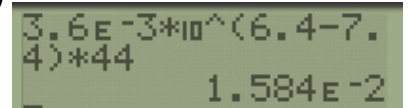
$[\text{HCO}_3^-]_{\text{aquarium}} = \frac{C_A \cdot V_E}{V_{\text{titré}}}$ on obtient $[\text{HCO}_3^-]_{\text{aquarium}} = \frac{5,0 \times 10^{-2} \times 7,2}{100,0} = 3,6 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$

2.5. D'après l'énoncé : $[\text{CO}_2 \text{ dissous}] = [\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O}] = [\text{HCO}_3^-] \times 10^{(pK_{A1} - pH)}$

La concentration massique en CO_2 dissous dans l'eau de l'aquarium (pH=7,4) est donc :

$$t_m(\text{CO}_2 \text{ dissous}) = [\text{CO}_2 \text{ dissous}] \cdot M(\text{CO}_2) = [\text{HCO}_3^-] \cdot 10^{(pK_{A1} - pH)} \cdot M(\text{CO}_2)$$

$$t_m(\text{CO}_2 \text{ dissous}) = 3,6 \times 10^{-3} \times 10^{(6,4 - 7,4)} \times 44,0 = 1,6 \times 10^{-2} \text{ g.L}^{-1}$$



2.6. $t_m(\text{CO}_2 \text{ dissous}) = 1,6 \times 10^{-2} \text{ g.L}^{-1} = 16 \text{ mg.L}^{-1}$ et on a établi que le pH de l'eau était égal à 7,4. D'après le tableau de l'énoncé, ces valeurs correspondent à des conditions optimales pour les plantes et les poissons.

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

Compétences exigibles ou attendues :

En noir : officiel (Au B.O.)

En italique : officieux (au regard des sujets de bac depuis 2013)

- Connaitre et exploiter la relation $pH = pK_A + \log \frac{[\text{base}]}{[\text{acide}]}$*
- Identifier l'espèce prédominante d'un couple acide/base connaissant le pH du milieu et le pK_A du couple (*cas d'un amphotère ici*).
- Calculer le pH d'une solution aqueuse d'acide fort de concentration usuelle.
- En référence à une solution d'acide fort, savoir que $pH > -\log C_{\text{ACIDE}}$ pour une solution d'acide faible.*
- Savoir schématiser un dispositif de titrage direct (pH-métrique, conductimétrique ou colorimétrique).*
- Établir l'équation de la réaction support de titrage à partir d'un protocole expérimental.
- Définir l'équivalence d'un titrage et en déduire la relation à l'équivalence.*
- Savoir repérer précisément l'équivalence dans un titrage pH-métrique.*
- Pratiquer une démarche expérimentale pour déterminer la concentration d'une espèce chimique par titrage par le suivi d'une grandeur physique dans le domaine du contrôle de la qualité.