

EXERCICE 4 (6 points)

Physique-Chimie

Un traitement respectueux de la biodiversité

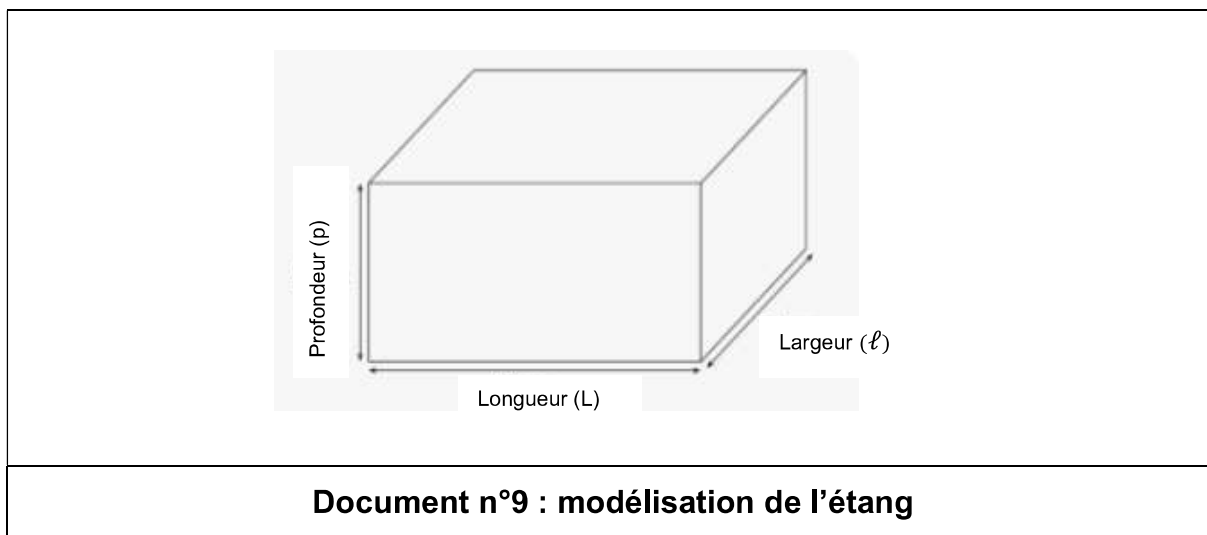
Un agriculteur se trouve confronté à la prolifération de plantes vertes dans l'eau de son étang.

Souhaitant préserver la biodiversité, c'est-à-dire le respect des micro-organismes (bactéries par exemple), des végétaux et des animaux dans l'étang, il décide de procéder à une mesure du pH de l'eau.

Il mesure un pH de 5,8. Cette mesure n'est pas conforme aux préconisations environnementales : il cherche des solutions pour diminuer l'acidité de l'eau de son étang.

L'agriculteur se demande s'il est préférable d'ajouter de l'eau ou de procéder à un ajout de carbonate de calcium CaCO_3 (s).

Le **document n°9** décrit le modèle retenu pour l'étang. Celui-ci sera assimilé à un parallélépipède rectangle de volume $V = L \times \ell \times p$ (longueur 50,0 m ; largeur 10,0 m ; profondeur 4,0 m).



1. Nommer l'appareil qui permet la mesure du pH d'une solution.
2. Indiquer pour quelles valeurs du pH une solution est dite acide, neutre ou basique.

L'acidité d'une solution est liée à la concentration en ions oxonium H_3O^+ (aq). En milieu naturel, la concentration en ions oxonium doit être telle que :

$$1,1 \times 10^{-7} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \leq [\text{H}_3\text{O}^+ (\text{aq})] \leq 3,2 \times 10^{-7} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$$

3. Calculer les pH correspondant à ces deux concentrations limites.

Le **document n°10** indique, suivant le pH de l'eau de l'étang, le niveau de risques pour la préservation de la biodiversité.

| pH | Poissons | Plantes | Bactéries |
|---------|---------------|---------------|---------------|
| < 5,5 | Risque fort | Risque fort | Risque fort |
| 5,5 – 6 | Risque fort | Pas de risque | Risque fort |
| 6 – 6,5 | Risque faible | Pas de risque | Risque faible |
| 6,5 – 7 | Risque faible | Risque faible | Risque faible |
| 7 – 7,5 | Pas de risque | Risque fort | Pas de risque |
| 7,5 – 8 | Pas de risque | Risque fort | Pas de risque |
| > 8 | Risque fort | Risque fort | Risque fort |

Document n°10 : pH et risque pour la biodiversité
D'après <https://wiki.myfood.eu/docs/gerer-acidite> consulté 12/12/2024

4. Indiquer, à l'aide du **document n°10**, la (ou les) plage(s) de valeurs de pH préconisée(s) pour la préservation de la biodiversité de l'étang.
5. Citer les espèces aquatiques en danger si l'eau de l'étang est maintenue à un pH de 5,8.
6. Montrer que la concentration initiale en ions oxonium H_3O^+ (aq) présents dans l'étang, notée C_i , vaut $1,6 \times 10^{-6} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.
7. Calculer, en m^3 puis en litre, le volume initial de l'étang.

On donne la relation :

$$C = \frac{n}{V}$$

où :

- la concentration C est exprimée en $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$;
- la quantité de matière n est exprimée en mol ;
- le volume V est exprimé en L.

8. En déduire que la quantité de matière initiale, notée n_i , d'ions oxonium présents dans l'eau de l'étang vaut 3,2 mol.

L'agriculteur souhaite augmenter la valeur du pH de l'eau de 5,8 à 6,8. Il veut vérifier préalablement la faisabilité des deux techniques imaginées, c'est-à-dire l'ajout d'eau dans l'étang ou l'ajout de carbonate de calcium solide CaCO_3 (s).

Variation du pH par ajout d'eau dans l'étang.

9. Indiquer le sens d'évolution du pH de l'eau de l'étang lors de l'ajout d'eau, supposée pure.

Au cours d'une dilution, la quantité de matière du soluté ne varie pas :

$$n_i = n(\text{avant dilution}) = n(\text{après dilution}).$$

10. Déterminer le volume d'eau final V_f qui permettrait d'atteindre le pH souhaité pour l'eau de l'étang.
11. Commenter le résultat obtenu à la question précédente.

Variation du pH par ajout de carbonate de calcium solide CaCO_3 (s) dans l'eau.

Dans ce domaine de pH (entre 5,8 et 6,8), la réaction entre les ions oxonium H_3O^+ (aq) et les ions carbonate CO_3^{2-} (aq) ne conduit pas à une espèce chimique majoritaire.

Donc dans ces conditions, les couples acide / base considérés, sont :



12. Écrire l'équation-bilan de la réaction acido-basique entre les ions oxonium H_3O^+ (aq) et les ions carbonate CO_3^{2-} (aq).

Pour s'approcher du pH souhaité, l'agriculteur doit ajouter une quantité de matière d'ions carbonate CO_3^{2-} (aq) de 3,4 mol, notée n .

On donne la relation :

$$n = \frac{m}{M}$$

où

- la quantité de matière n est exprimée en mol ;
- la masse m est exprimée en g ;
- la masse molaire M est exprimée en $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$.

On donne également les valeurs des masses molaires :

- calcium, $M_{\text{Ca}} = 40,1 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$;
- carbone, $M_{\text{C}} = 12,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$;
- oxygène, $M_{\text{O}} = 16,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$.

13. Calculer la masse de carbonate de calcium ajoutée à l'eau de l'étang.

Choix de la méthode pour faire varier le pH.

14. Choisir, en justifiant la réponse, la méthode la plus réaliste pour rectifier l'acidité de l'eau de l'étang.