

4 Régulation du pH et du TAC d'une piscine

Dans une piscine, il est important de vérifier que certains paramètres physico-chimiques ne dépassent pas les normes autorisées. On s'intéresse plus spécifiquement au pH ainsi qu'au titre alcalimétrique complet (TAC).

Si ces paramètres s'éloignent trop des valeurs conseillées, cela peut engendrer un développement microbiologique néfaste, un mauvais traitement de l'eau ou une irritation des yeux et de la peau. Pour une utilisation de la piscine en toute sécurité, il est nécessaire de mesurer le pH et le TAC et de les corriger si nécessaire.



Doc. 1 Présentation des composés chimiques permettant de réguler le pH

Le tableau suivant présente deux produits utilisés pour réguler le pH dans une piscine.

Produit « pH Plus »	Produit « pH Moins »
 <p>Composition :</p> <ul style="list-style-type: none"> • carbonate de sodium <p>Propriétés caractéristiques :</p> <ul style="list-style-type: none"> • soluble dans l'eau • granulés fins, blancs, inodores <p>Conditionnement :</p> <ul style="list-style-type: none"> • seau en plastique <p>Consignes de sécurité :</p> <ul style="list-style-type: none"> • ne pas respirer les poussières • conserver hors de la portée des enfants • en cas de contact avec les yeux, laver immédiatement avec de l'eau et consulter un spécialiste • conserver le récipient à l'abri de l'humidité 	 <p>Composition :</p> <ul style="list-style-type: none"> • hydrogénosulfate de sodium <p>Propriétés caractéristiques :</p> <ul style="list-style-type: none"> • soluble dans l'eau • granulés sphériques, blancs, inodores <p>Conditionnement :</p> <ul style="list-style-type: none"> • seau en plastique <p>Consignes de sécurité :</p> <ul style="list-style-type: none"> • risque de brûlures par contact, irritant pour les voies respiratoires • conserver hors de la portée des enfants • en cas de contact avec les yeux, laver immédiatement avec de l'eau et consulter un spécialiste • conserver le récipient à l'abri de l'humidité

Questions

1. Étude des produits d'entretien

- Repérer les deux solides ioniques responsables des variations de pH dans les produits « pH Plus » et « pH Moins ».
- Identifier l'ion ayant des propriétés acide-base permettant d'augmenter le pH, puis celui permettant de diminuer le pH.
- Parmi les deux ions cités précédemment, justifier celui qui se comporte comme un acide et celui qui se comporte comme une base.
- À l'aide des données, déterminer les couples acide-base mis en jeu dans la régulation du pH.
- Écrire l'équation de la réaction acide-base entraînant une augmentation du pH. De même, écrire celle entraînant une diminution du pH.

- Parmi les ions présentés, certains interviennent dans deux couples, soit en tant qu'acide, soit en tant que base. Préciser le terme permettant de qualifier ces espèces chimiques.
- Justifier la consigne de sécurité présente pour les deux produits : « Conserver le récipient à l'abri de l'humidité ».

Données

- **Couples acide-base :** $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})/\text{HSO}_4^-(\text{aq})$, $\text{HSO}_4^-(\text{aq})/\text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$, $(\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O})(\text{aq})/\text{HCO}_3^-(\text{aq})$, $\text{HCO}_3^-(\text{aq})/\text{CO}_3^{2-}(\text{aq})$

**Doc. 2** Titrage des ions oxonium H_3O^+

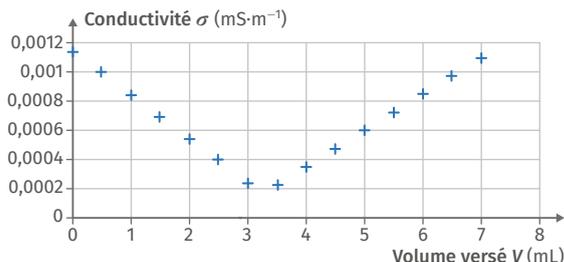
Le principe de fonctionnement d'un régulateur de pH pour piscine est le suivant. L'appareil réalise une mesure de pH sur l'eau de la piscine. En fonction du résultat et s'il y a besoin de réajuster le pH, le régulateur injecte du produit « pH Plus » ou « pH Moins ».

On se propose ici de déterminer la concentration des ions oxonium H_3O^+ par titrage conductimétrique. Il est en effet important de faire une mesure de pH au moment de l'installation de l'appareil pour effectuer une calibration de ce dernier.

On dose une prise d'essai de $V_1 = 100,0 \pm 0,5$ mL par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium ($\text{Na}^+(\text{aq})$; $\text{HO}^-(\text{aq})$) de concentration

$$c_2 = (1,00 \pm 0,05) \times 10^{-6} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}.$$

La courbe du suivi conductimétrique obtenue est représentée ci-contre.

**Données**

- **Conductivités molaires ioniques** : $\lambda(\text{Na}^+) = 5,01 \text{ mS}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mol}^{-1}$, $\lambda(\text{H}_3\text{O}^+) = 34,98 \text{ mS}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mol}^{-1}$ et $\lambda(\text{HO}^-) = 19,92 \text{ mS}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mol}^{-1}$
- **Gamme de pH correcte pour une piscine** : $7,2 \leq \text{pH} \leq 7,6$
- **Dimensions d'une piscine olympique** : $L = 50 \text{ m}$, $l = 25 \text{ m}$ et $h = 3 \text{ m}$
- **Masses molaires atomiques** : $M(\text{H}) = 1,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ et $M(\text{O}) = 16,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

Questions**2. Concentration en ion oxonium**

2.1 Donner la relation existant entre le pH et la concentration en ion $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$.

2.2 Écrire l'équation de la réaction support du titrage.

2.3 Réaliser un schéma légendé du dispositif expérimental utilisé pour le titrage.

2.4 À l'aide de l'équation support du titrage et des valeurs de conductivités molaires ioniques des ions présents, justifier l'allure de la courbe de titrage $\sigma = f(V_2)$ présentée dans le **doc. 2**.

2.5 Déterminer le volume à l'équivalence V_E .

2.6 Calculer le pH de la piscine et en déduire s'il est nécessaire d'injecter des produits « pH Plus » ou « pH Moins ». On admet que l'incertitude sur la concentration en ion $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$ se calcule selon la relation :

$$\left(\frac{u([\text{H}_3\text{O}^+])}{[\text{H}_3\text{O}^+]} \right)^2 = \left(\frac{u(c_2)}{c_2} \right)^2 + \left(\frac{u(V_E)}{V_E} \right)^2 + \left(\frac{u(V_1)}{V_1} \right)^2$$

2.7 Déterminer un encadrement de la concentration en ion $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$ en considérant que le volume équivalent est connu à 0,05 mL près.

2.8 Calculer la quantité de matière, puis la masse d'ions $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$ dans une piscine olympique.

Doc. 3 Détermination du TAC d'une eau de piscine

Le titre alcalimétrique complet TAC traduit la teneur en ion carbonate $\text{CO}_3^{2-}(\text{aq})$ et hydrogencarbonate $\text{HCO}_3^-(\text{aq})$. Ces derniers sont responsables du pouvoir tampon de l'eau, c'est-à-dire sa capacité à garder un pH constant. Il est donc important que le TAC d'une eau de piscine soit dans la gamme prescrite, sans quoi le pH se déréglerait facilement. Le TAC d'une piscine doit être compris entre 8 et 14 mL.

Le TAC est égal au volume exprimé en (mL) d'acide chlorhydrique à $0,020 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ nécessaire pour doser 100 mL d'eau en présence d'un indicateur coloré, le bromocrésol-rhodamine noté BCR, jaune pour des pH inférieurs à 3,8 et bleu pour des pH supérieurs à 5,4.

On cherche, dans cette partie, à déterminer le TAC d'une eau de piscine ayant un pH de 7,5. La prise d'essai est de 50 mL.

Questions**3. Titre alcalimétrique complet**

3.1 Préciser la couleur de la solution titrée au début de dosage après ajout de BCR.

3.2 Le volume obtenu à l'équivalence est égal à $V_E = 4,1$ mL. En déduire le TAC de cette eau. Conclure.