

TP06 : COMMENT DETERMINER LA QUANTITE D'IONS HYDROGENOCARBONATE CONTENUE DANS UNE EAU DU COMMERCE?

OBJECTIFS

Les propriétés gustatives et curatives d'une eau minérale sont directement liées à leur composition. L'un des ions les plus couramment cité sur l'étiquette des bouteilles est l'ion hydrogénocarbonate souvent appelé *bicarbonate*. Sa concentration massique peut varier suivant l'origine de l'eau, ce qui influe directement sur son pH.

Vous êtes chargé par le laboratoire de contrôle de qualité de votre établissement de vérifier si la concentration massique en eau ions hydrogénocarbonates dans l'eau minérale « Evian® » est conforme à l'indication portée sur l'étiquette. Vous devrez :

- Proposer et réaliser un protocole opératoire du dosage à votre directeur de laboratoire ;
- Lui remettre un compte-rendu.

Pour vous aider dans votre tâche, vous disposez des informations suivantes :

- Courbe de dosage pH-métrique de 30 mL d'une solution de concentration $6,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$ en ions hydrogénocarbonate par l'acide chlorhydrique $0,020 \text{ mol.L}^{-1}$.

$$\text{pK}_{a1} (\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O} / \text{HCO}_3^-) = 6,4$$

$$\text{pK}_{a2} (\text{HCO}_3^- / \text{CO}_3^{2-}) = 10,3$$

- Pour déterminer la quantité d'ions carbonate ou hydrogénocarbonate contenus dans une eau minérale, on définit respectivement le titre alcalimétrique (T.A.) et le titre alcalimétrique complet (T.A.C.) :

- Le T.A. d'une eau est défini comme le volume d'acide fort, de concentration égale à $0,020 \text{ mol.L}^{-1}$, nécessaire pour doser 100 cm^3 de cette eau en présence de phénolphthaléine.

- Le T.A.C. d'une eau est défini comme le volume d'acide fort, de concentration égale à $0,02 \text{ mol.L}^{-1}$, nécessaire pour doser 100 cm^3 de cette eau en présence de vert de bromocrésol.

- **Zone de virage des indicateurs colorés :**

Indicateur	Zone de virage	Couleur de la forme acide	Couleur de la forme basique
Hélianthine	3,1 - 4,5	rouge	jaune
Vert de bromocrésol	3,8 - 5,4	jaune	bleu
Bleu de bromothymol	6,0 - 7,6	jaune	bleu
Phénolphthaléine	8,2 - 10,0	incolore	rouge

Matériel disponible :

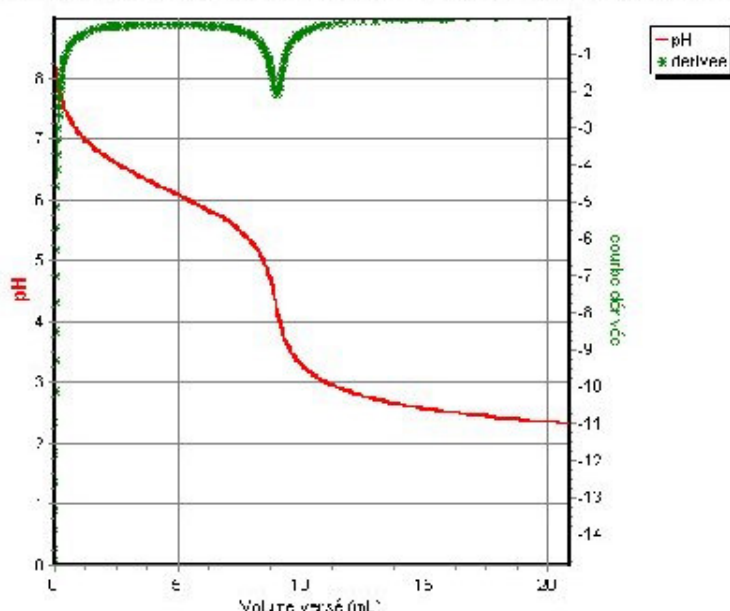
Pipettes jaugées de 5, 10 et 20 mL + propipette ;
 2 bechers de 100 mL et 250 mL ;
 2 erlenmeyers de 100 et 250 mL ;
 Une burette graduée ;
 Un agitateur magnétique et un barreau aimanté ;

Ph-mètre+solutions tampon ;

Produits :

Une bouteille d'eau minérale ÉVIAN® ;
 Solution d'acide chlorhydrique à la concentration $0,020 \text{ mol.L}^{-1}$;
 4 indicateurs colorés (tableau ci-dessus).

Dosage de 30 mL de base $0,006 \text{ mol.L}^{-1}$ par H_3O^+ $0,02 \text{ mol.L}^{-1}$



QUELLES SONT LES INFORMATIONS DEVANT FIGURER SUR LE COMPTE RENDU ?

1. Décrire le protocole.
2. Dessiner et annoter le montage réalisé.
3. Quelle opération doit-on réaliser avant d'utiliser le pH-mètre ? Comment procéder ?
4. A l'aide de la courbe et des données du tableau ci-dessus, justifier le choix du vert de bromocrésol rhodamine (BCR) comme indicateur coloré dans ce titrage.
5. A l'aide d'une pipette jaugée, on prélève un volume $V_o = 50 \text{ mL}$ d'eau minérale d'ÉVIAN[®] contenant des ions hydrogénocarbonate à la concentration C_o . On ajoute alors cinq gouttes de vert de bromocrésol (la solution devient bleue) ; puis on additionne au goutte à goutte, à l'aide d'une burette graduée, une solution d'acide chlorhydrique de concentration $C_I = 0,020 \text{ mol.L}^{-1}$ jusqu'à ce que l'indicateur coloré devienne jaune. On note alors le volume à l'équivalence V_{IE} .
6. Le pH indiqué sur l'étiquette est-il en accord avec la première mesure de pH ?
7.
 - a. Écrire les équations des deux réactions possibles des ions hydrogénocarbonate avec l'eau et préciser les couples acide-base.
 - b. Dans les eaux d'alimentation, l'alcalinité est due principalement à la présence d'ions carbonate et d'ions hydrogénocarbonate. Montrer, à partir des constantes d'équilibre, que l'affirmation suivante est exacte : " Une eau dont le pH est supérieur à 8,2 contient des ions carbonate, une eau dont le pH est inférieur à 8,2 ne contient pratiquement pas d'ions carbonate. "
 - c. Etablir les domaines de prédominances, en fonction du pH, des espèces chimiques des couples acide-base mis en jeu. A partir des domaines de prédominance et de la zone de virage de la phénolphthaléine, indiquer quels sont les ions titrés lors de la détermination du titre alcalimétrique.
8. Faut-il titrer une solution d'ions hydrogénocarbonate par une solution acide ou basique ?
 - a. Une solution d'ions hydrogénocarbonate est titrée par une solution de soude
 - Écrire l'équation de la réaction entre les ions hydrogénocarbonate et les ions hydroxyde apportés par la solution de soude.
 - Quel est l'ordre de grandeur du pH à l'équivalence de ce titrage ? Justifier la réponse.
 - b. Une solution d'ions hydrogénocarbonate est titrée par de l'acide chlorhydrique
 - Écrire l'équation de la réaction entre les ions hydrogénocarbonate et les ions oxonium apportés par l'acide.
 - Quel est l'ordre de grandeur du pH à l'équivalence de ce titrage ? Justifier la réponse.
 - c. Les indicateurs colorés usuels ou les électrodes utilisés avec les pH-mètres du lycée permettent-ils de titrer les ions hydrogénocarbonate par une espèce acide plutôt que par une espèce basique ?
 - d. Justifier le choix de la solution titrante pour ce dosage (donner deux raisons). Calculer la constante d'équilibre de la réaction.
9.
 - a. Tracer la courbe $pH = f(V)$ à l'aide du logiciel Regressi.
 - b. Quelles sont les coordonnées du pont d'équivalence ? Donner deux méthodes.
 - c. Est-elle conforme aux prévisions ?
10. Qu'entend-on par eau de boisson ? Quelle différence existe entre une eau minérale et une eau de source ?
11.
 - a. Dresser le tableau d'avancement de la réaction de dosage.
 - b. Calculer la concentration molaire des ions hydrogénocarbonate dans l'eau étudiée. En déduire la masse d'ions hydrogénocarbonate contenus dans 1,0 L de cette eau. Comparer à l'information donnée par l'étiquette de la bouteille. Si on estime que l'indication de l'étiquette est valable à 10 % près, les résultats trouvés sont-ils en accord avec la valeur portée sur l'étiquette ?
 - c. Déterminer le T.A. et le T.A.C. de l'eau étudiée à partir des observations et des résultats expérimentaux.