

**QUELLE EST LA CONCENTRATION DES IONS BICARBONATE
DANS CETTE EAU MINÉRALE?****BUT**

Toutes les eaux minérales indiquent sur leurs étiquettes les ions présents, leur quantité et le pH de l'eau. On se propose de vérifier la quantité d'ions bicarbonate (hydrogénocarbonate) présents dans $V = 1 \text{ L}$ d'eau d'Evian.

Afin de légitimer le protocole expérimental proposé, on étudie tout d'abord les propriétés acido-basiques des ions hydrogénocarbonate.

Données générales (voir les informations complémentaires en annexe):

Les ions hydrogénocarbonate HCO_3^- sont connus pour faciliter la digestion : ils interviennent dans les couples acido-basiques suivants : $\text{HCO}_3^-/\text{CO}_3^{2-}$ $\text{pK}_2 = 10,3$; $\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2/\text{HCO}_3^-$ $\text{pK}_1 = 6,3$.

1- ÉTUDE DES PROPRIÉTÉS ACIDO-BASIQUES DES IONS HYDROGÉNOCARBONATE**a) détermination du type de dosage acido-basique des ions hydrogénocarbonate (à répondre immédiatement)****QUESTIONS**

1) Écrire les demi-équations des couples acido-basiques faisant intervenir l'ion bicarbonate. Préciser les bases et les acides considérées dans chaque couple.

Remarque : CO_2 dissous dans l'eau H_2O correspond à l'acide carbonique H_2CO_3 qui n'est pas isolé. (H_2CO_3 est équivalent à $\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$)

2) Lire le pH de l'eau de l'EVIAN sur l'étiquette :

3) 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 et/ou du diagramme de distribution, que l'eau d'EVIAN ne contient que des ions hydrogénocarbonate et pratiquement pas d'ions carbonate.

4) L'ion carbonate est un ampholyte (ou amphotère) : expliquer cette expression.

Un ampholyte peut être dosé selon un dosage acido-basique en prenant comme réactif titrant soit un acide fort, soit une base forte. On se propose de déterminer quelle est la procédure à suivre avec les ions hydrogénocarbonate.

5) D'après le diagramme de distribution, dans quel domaine de pH :

a) l'espèce CO_2 , H_2O représente-t-elle plus de 90% des espèces ?

b) même question pour les ions carbonate CO_3^{2-} ?

6) Supposons que l'on dose les ions hydrogénocarbonate par de la soude :
(Pour simplifier, on supposera que l'on dose une solution d'hydrogénocarbonate de sodium)
Écrire l'équation de la transformation mise en jeu dans le dosage.

Quelle est l'espèce prépondérante à l'équivalence : CO_2 , HCO_3^- ou CO_3^{2-} ?

En utilisant l'annexe, en déduire un ordre de grandeur du pH à l'équivalence.

7) Supposons que l'on dose les ions hydrogénocarbonate par de l'acide chlorhydrique :
Écrire l'équation de la transformation mise en jeu dans le dosage.

Quelle est l'espèce prépondérante à l'équivalence : CO_2 , HCO_3^- ou CO_3^{2-} ?

En utilisant l'annexe, en déduire un ordre de grandeur du pH à l'équivalence.

8) Compte tenu des réponses aux questions 6) et 7), est-il préférable de doser les ions hydrogénocarbonate par la soude ou par l'acide chlorhydrique ? Expliquer la réponse.

9) Sur la feuille annexe, est représentée la courbe pHmétrique du dosage d'une solution de H_2O , CO_2 par de la soude : cette courbe confirme-t-elle le choix de la question 8) ?

10) En utilisant le tableau en annexe, choisir l'indicateur coloré le plus adapté pour le type de dosage choisi. Justifier le choix.

b) Questions générales

11) Lorsqu'on a mal à l'estomac ou que l'on a des « aigreurs », c'est souvent causé par un pH trop acide du milieu contenu dans l'estomac. Quelle est l'action du « bicarbonate » (en fait que l'on devrait nommer hydrogénocarbonate) pour y remédier ? Que deviennent alors les ions bicarbonate ?

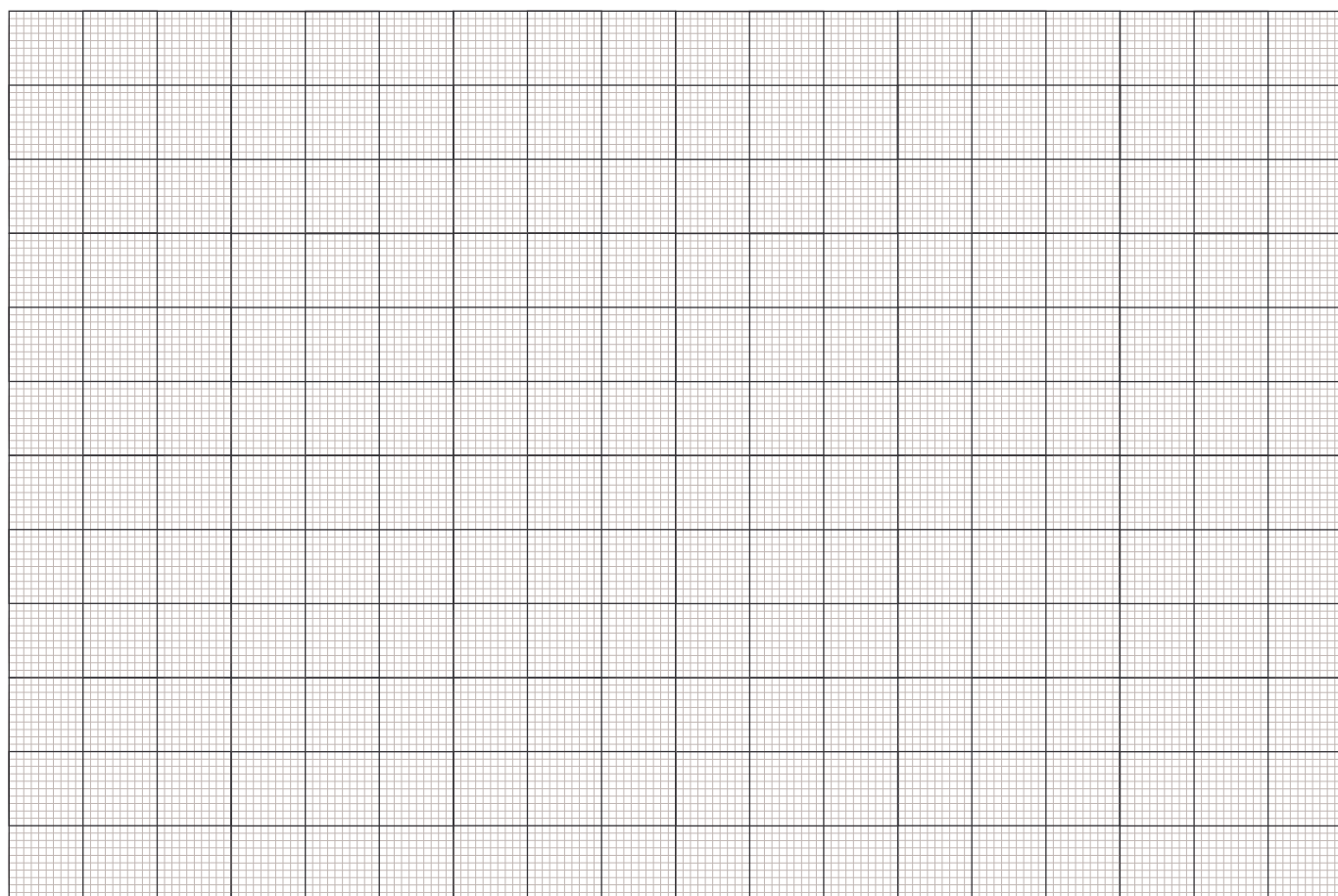
12) Dans le Perrier, il y a aussi des ions hydrogénocarbonate ; quand on y met une tranche de citron, un dégagement gazeux plus intense se produit. Proposer une explication ?

2- MANIPULATION

- Placer dans un bécher $v_b = 200,0$ mL d'eau d'Evian mesurée avec une fiole jaugée.
- Verser dans la burette de 25 mL une solution d'acide chlorhydrique de concentration $c_a = 0,100$ mol.L⁻¹ après l'avoir lavée à l'eau et prélevée avec la solution.
- Ajouter quelques gouttes de l'indicateur coloré choisi.
- Introduire les électrodes du pH-mètre étalonné dans le bécher et mesurer le pH initial.

Verser l'acide dans l'eau d'Evian en relevant les valeurs de pH et v_a versé à chaque variation d'au moins 0,2 unité pH. (Attention : équivalence vers 10-12 mL). Regrouper les résultats dans un tableau (v_a ; pH) en précisant le volume pour lequel il y a changement de couleur de l'indicateur coloré.

- Noter le volume au changement de teinte de l'indicateur :
 - Arrêter le dosage lorsqu'on a versé un volume d'acide double de celui correspondant à l'équivalence.
- Tracer la courbe $pH = f(v_a)$.



Déterminer le volume équivalent V_E .

Est-il concordant avec le volume au changement de teinte de l'indicateur ?

QUESTIONS

13) Calculer la concentration $C_{\text{hydrogénéno}}$ des ions hydrogénocarbonate dans l'eau d'EVIAN ?

14) De la concentration $C_{\text{hydrogénéno}}$, déduire la masse m d'ions bicarbonate dans un litre d'eau d'Evian ($M_{\text{HCO}_3^-} = 61,0 \text{ g/mol}$), l'exprimer en mg/L.

15) Regrouper tous les résultats de la classe dans le tableau suivant :

n°									moyenne
m (en mg/L)									

Calculer l'écart type s de la série de mesures : $s = \dots\dots\dots$

L'incertitude absolue sur la mesure de m sera estimée avec l'expression : $\Delta m = q \cdot s$, q dépend du nombre de mesures et du niveau de confiance ($q = 0,93$ pour 7 mesures, $q = 0,83$ pour 8 mesures, $q = 0,77$ pour 9 mesures et un niveau de confiance à 95%) ;

$\Delta m = \dots\dots\dots$

Écrire la valeur de m sous la forme $m \pm \Delta m$:

On a une probabilité de 95% que la valeur réelle « m » soit dans l'intervalle $[m - \Delta m ; m + \Delta m]$

Le résultat correspond-il à celui indiqué sur l'étiquette ?

16) Déterminer le Titre Alcalimétrique TA et le titre Alcalimétrique Complet TAC de l'eau d'EVIAN.

TA et TAC sont exprimés en °F en France.

TA : volume exprimé en mL d'acide chlorhydrique à 0,020 mol/L nécessaire pour doser 100 mL d'eau en présence phénolphthaléine. Le titre alcalimétrique d'une eau mesure essentiellement la concentration en ions carbonate.

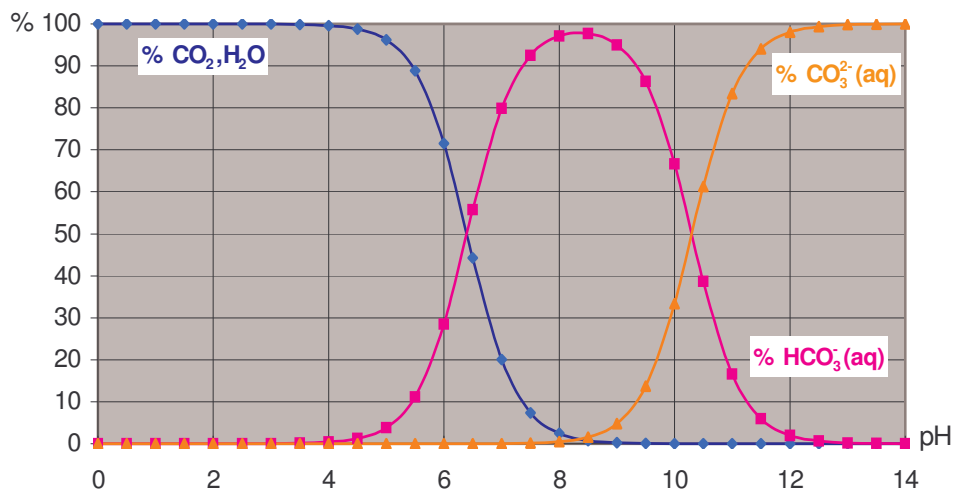
TAC : volume exprimé en mL d'acide chlorhydrique à 0,020 mol/L nécessaire pour doser 100 mL d'eau en présence de vert de bromocrésol. Le titre alcalimétrique d'une eau mesure essentiellement la concentration en ions hydrogénocarbonate (et carbonate si ceux-ci sont présents).

Aide à la réponse : raisonner à partir de la concentration de la solution d'acide chlorhydrique et du volume d'eau d'Evian utilisés dans le TP.

QUELLE EST LA CONCENTRATION DES IONS BICARBONATE DANS CETTE EAU MINÉRALE ?

Annexe : données diverses

Diagramme de distribution :



Zone de virage de différents indicateurs colorés :

Indicateur	Couleur		Zone de virage	Largeur de la zone de virage
	Forme acide	Forme basique		
Bleu de bromophénol	Jaune	Bleu	3,1 - 4,5	2,4
Hélianthine (ou méthyl-orange)	Rouge	Jaune	3,2 - 4,4	1,2
Vert de bromocrésol rhodamine	Jaune	Bleu	3,8 - 5,4	1,6
Bleu de bromothymol	Jaune	Bleu	6,0 - 7,6	1,6
Rouge de méthyle	Jaune	Rouge	4,8 - 6,0	1,2
Phénolphtaléine	Incolore	Rose	8,2 - 10,0	1,8

Courbe de dosage pHmétrique de H₂O, CO₂ par de la soude :

(les concentrations sont de l'ordre de grandeur de celles mises en œuvre dans le TP)

