EXERCICE DE SPÉCIALITÉ

Analyse d'une eau minérale

Le goût n'est pas suffisant pour connaître avec précision la concentration d'une espèce dissoute dans une eau de boisson. Les normes (en particulier les critères de potabilité) imposent la détermination précise de la concentration de nombreuses espèces chimiques dissoutes dans les eaux, comme par exemple celle des ions hydrogénocarbonate présents dans une eau minérale. Le travail du chimiste dans l'analyse des eaux n'est pas seulement qualitatif, il est surtout quantitatif.

L'objectif de ce problème est de savoir si l'eau minérale analysée par un technicien chimiste répond à un des critères de potabilité imposés à l'eau du robinet.

Les eaux minérales

Les eaux minérales sont des eaux de source qui présentent des propriétés particulières : elles contiennent des minéraux et des oligo-éléments qui peuvent leur conférer certaines vertus thérapeutiques. En France, une eau ne peut être qualifiée de « minérale » que si elle a été reconnue par l'Académie Nationale de Médecine.
Cependant, les eaux minérales n'obéissent pas aux normes de potabilité des eaux du robinet ou des eaux de source.
Une eau minérale ne respecte donc pas forcément les critères d'une eau potable.
Une eau minérale n'en est pas pour autant impropre à la consommation. Ses qualités thérapeutiques proviennent même de sa forte minéralisation.

Concentration massique en $mg.L^{-1}$ de quelques ions dans une eau minérale (précision à 5 %)	**Contrex**	**Évian**	**Courmayeur**	**Volvic**
Sodium Na^+	9,1	5	1	9,4
Calcium Ca^{2+}	486	78	517	9,9
Magnésium Mg^{2+}	84	24	67	6,1
Hydrogénocarbonate HCO_3^-	403	357	168	65,3

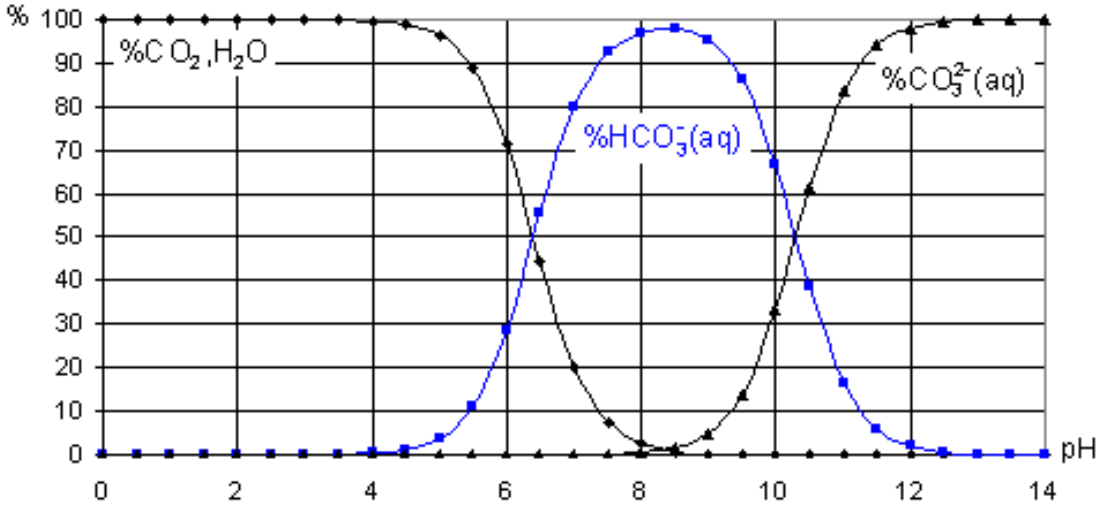
D'après les sites www.coursdeau.com/junior, www.doctissimo.fr et www.wikipédia.org

Données :

- Masse molaire des ions hydrogénocarbonate HCO_3^- : $M = 61,0\ g.mol^{-1}$
- Zone de virages de quelques indicateurs colorés

Indicateur coloré	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
Vert de bromocrésol rhodamine	Jaune	Bleu	3,8 - 5,4	1,6
Bleu de bromothymol	Jaune	Bleu	6,0 - 7,6	1,6
Phénolphtaléine	Incolore	Rose	8,2 - 10,0	1,8

- Diagramme de distribution, en fonction du pH, des différentes espèces chimiques des couples acide/base dans lesquels sont engagés les ions hydrogénocarbonate et carbonate



Couples acido-basiques et pKa $CO_2,H_2O_{(aq)}$ / $HCO_{3(aq)}^-$ $pKa_1 = 6,4$

$HCO_{3(aq)}^-$ / $CO_{3(aq)}^{2-}$ $pKa_2 = 10,3$

- Titre alcalimétrique et titre alcalimétrique complet

Dans les eaux minérales destinées à l'alimentation, l'alcalinité (synonyme de basicité) est principalement due à la présence d'ions carbonate CO_3^{2-} et hydrogénocarbonate HCO_3^- .
L'alcalinité d'une eau est déterminée à l'aide de titrages réalisés avec un acide fort.
Par convention, on exprime cette alcalinité par le Titre Alcalimétrique (TA) et par le Titre Alcalimétrique Complet (TAC) ; ces deux titres sont exprimés en degré français (°f).

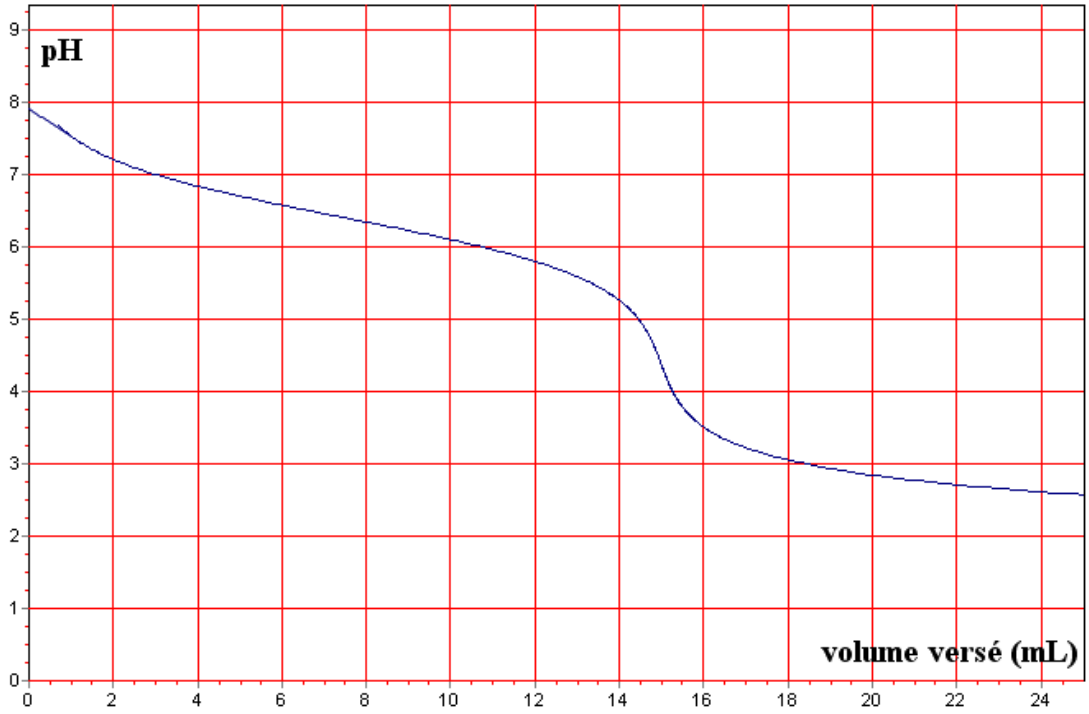
Le TA d'une eau permet de connaître la teneur d'une eau en ions carbonate et en bases fortes grâce à un titrage en présence de phénolphtaléine.

Le TAC permet de connaître la teneur d'une eau en bases fortes, en ions carbonate et hydrogénocarbonate grâce à un titrage en présence de vert de bromocrésol rhodamine.
Le TAC, exprimé en degrés français (°f), est la valeur du volume d'acide (exprimée en mL) à une concentration molaire $C_A = 0,0200$ mol.L^{-1} en ions oxonium H_3O^+ nécessaire pour doser 100,0 mL d'eau en présence de vert de bromocrésol rhodamine.
Le TAC peut être déterminé aisément dans le cas d'une eau minérale dont le pH est inférieur à 8,2 car, dans ce cas, l'eau contient uniquement comme bases des ions HCO_3^- et ne contient pratiquement pas d'ions carbonate CO_3^{2-} . Pour cette eau, une valeur de TAC d'un degré français (1°f) équivaut alors à 12,2 mg.L^{-1} d'ions hydrogénocarbonate HCO_3^- .
Le TAC doit être inférieur à 50°f pour une eau potable.

- Analyse de l'eau minérale réalisée par le technicien chimiste

Le titrage a été effectué sur un échantillon prélevé de volume V = 50,0 mL d'eau minérale à étudier. Cet échantillon a été titré par une solution d'acide chlorhydrique de concentration molaire $C_A = 0{,}0200\ mol.L^{-1}$ en ions H_3O^+.

Le suivi par pHmétrie de ce titrage a amené le technicien chimiste à tracer la courbe d'évolution du pH en fonction du volume d'acide versé $pH = f(V_A)$ *sur le graphe ci-dessous.*



Questions préalables

1. Justifier, à l'aide des données et des connaissances acquises, l'affirmation qui figure dans les données sur le TAC :
"On détermine le TAC si le pH d'une eau est inférieur à 8,2 car dans ce cas, l'eau contient pratiquement et uniquement des ions HCO_3^- et ne contient pratiquement pas d'ions carbonate CO_3^{2-} ".

2. Écrire l'équation de la réaction du titrage réalisé par le technicien et justifier le choix du vert de bromocrésol rhodamine comme indicateur coloré pour doser les ions hydrogénocarbonate dans cette eau.

Problème

Quelle est l'eau minérale analysée ? Celle-ci satisfait-elle au critère de potabilité imposé à l'eau du robinet ?

L'analyse des données ainsi que la démarche suivie sont évaluées et nécessitent d'être correctement présentées.