

Document 1 : les eaux thermales : Les sources minérales de Vichy appartiennent à la famille des eaux bicarbonatées sodiques carbo-gazeuses et sont riches en oligo-éléments. Six sources sont utilisées pour la cure de boisson à la station thermale. Deux d'entre elles sont étudiées ici pour vérifier leur concentration en ions hydrogencarbonate

SOURCE CHOMEL

Température au griffon: 43,5°C
 Ph: 6,9
 aptage: Forage à 55m de profondeur, sous le Hall des Sources.
 Débit: 16 l/minute.
 Déclarée d'intérêt public: 24.01.1861
 Particularité: La plus utilisée des eaux de cure.
 Origine du nom: Officiellement Puits Carre. L'usage lui a consacré le nom de Chomel en mémoire du médecin "Intendant des Eaux de Vichy" en activité au début du XVIII^e siècle.

SOURCE LUCAS

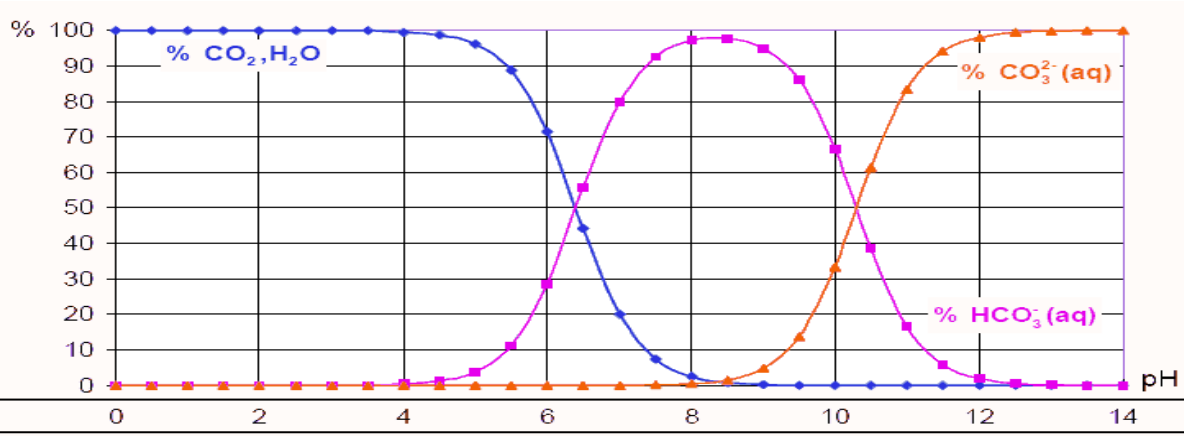
Température au griffon: 27°C
 Ph: 6,8
 Captage: Naturel-puits à 15m de profondeur, à proximité de la rue Lucas.
 Débit: 15 l/minute
 Déclarée d'intérêt public: 23.01.1861
 Particularité: On lui reconnaît des vertus anti-allergiques et dermatologiques.
 Origine du nom: Anciennement PETIT BOULET - SOURCE SORNIN - SOURCE DES ACACIAS. En 1802, elle fut rachetée, pour le compte de l'Etat, par le Baron Lucas Médecin Inspecteur des Eaux.



Document 2 : l'ion hydrogencarbonate

L'ion hydrogencarbonate HCO_3^- est amphotère, il fait partie de 2 couples acide/base ($\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} / \text{HCO}_3^-$) et ($\text{HCO}_3^- / \text{CO}_3^{2-}$)
 $M_{(\text{HCO}_3^-)} = 61 \text{ g/mol}$.

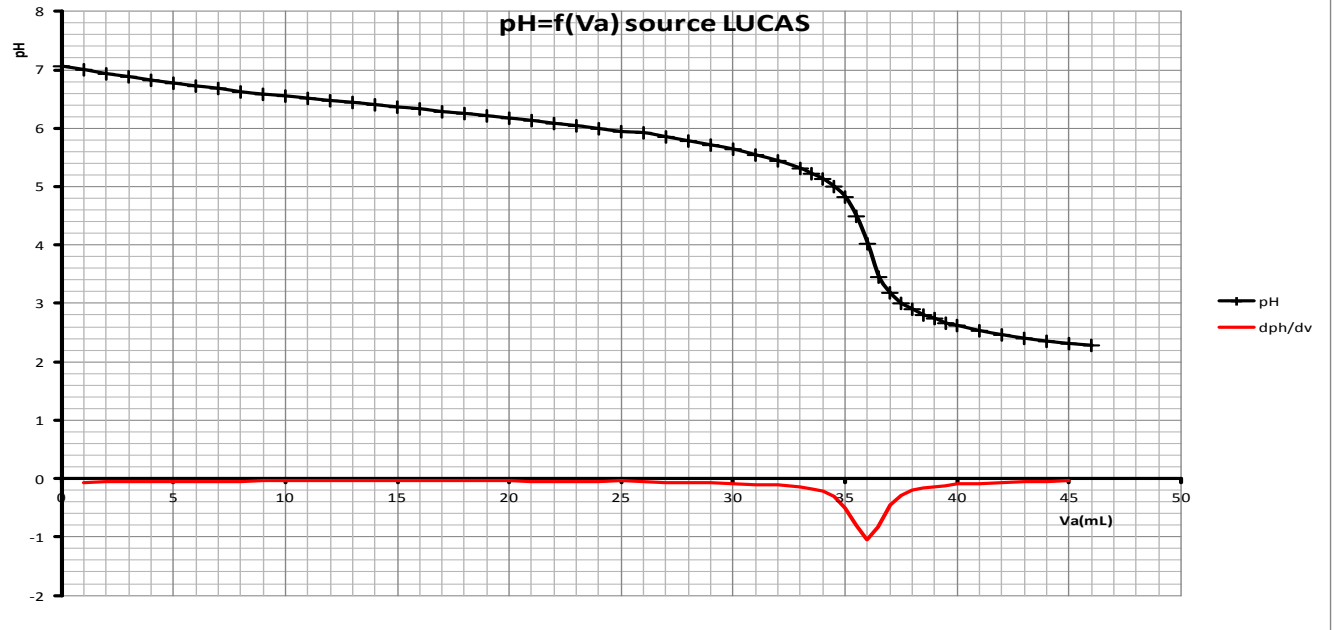
Diagramme de distribution des espèces suivant le pH (rappel $\text{pH} = \text{pKa} + \log\left(\frac{[\text{base}]}{[\text{acide}]}\right)$)

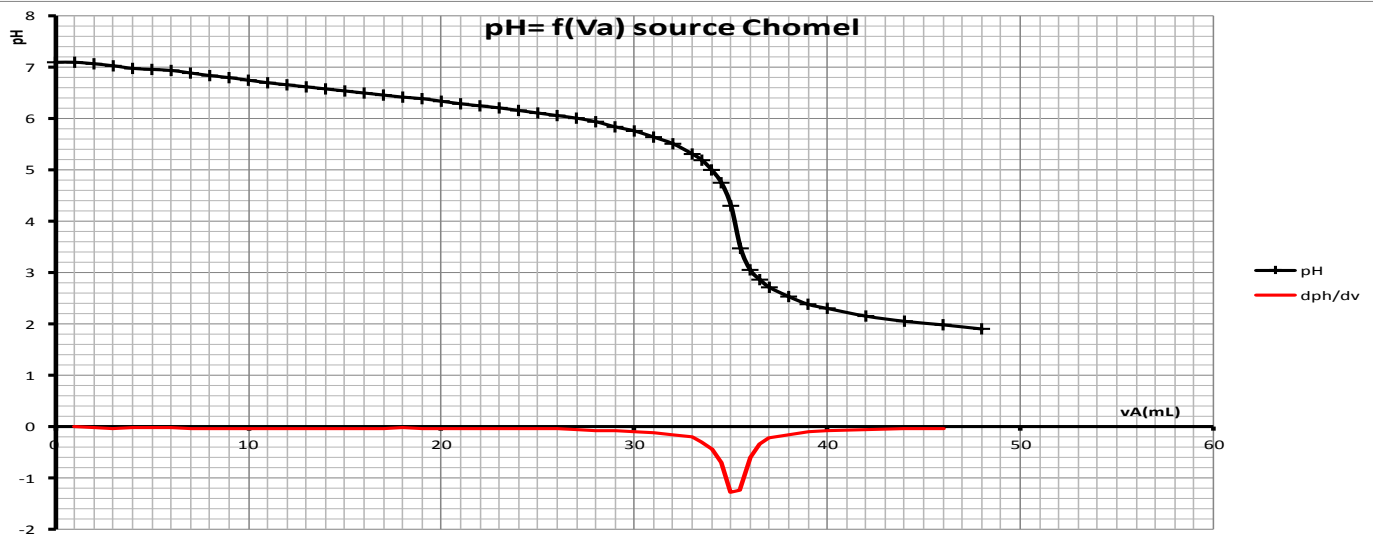


Document 3 dosage des ions hydrogencarbonate

Pour déterminer la concentration C_b en ion HCO_3^- dans l'eau on dose par une solution titrée d'acide chlorhydrique ($c_a = 0.05 \text{ mol/L}$) $V_b = 20 \text{ mL}$ d'eau thermale. La réaction du dosage est : $\text{HCO}_3^- + \text{H}_3\text{O}^+ \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$

Résultats :





Document 4 : résultat d'analyses antérieures en mg/L

	Chomel	Gde. Grille	Hôpital	Lucas
Bicarbonates ($H.CO_3^-$)	4666,50	4623,80	4751,90	4776,30

D'après les analyses de l'Institut L. Blanquet - Laboratoire de contrôle des eaux (Clermont-Ferrand)

Document 6 : TAC

Titre alcalimétrique complet (T.A.C.): C'est le volume d'acide(en mL) à 0,02mol/L d'ions H_3O^+ nécessaire pour doser 100 mL d'eau en présence de vert de bromocrésol.

Document 5 : 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

Questions

- 1- Trouver, en justifiant, le pKa des deux couples acide/base de l'ion hydrogénocarbonate.
- 2- Tracer un axe de pH en montrant les zones de prédominance des différentes espèces chimiques.
- 3- Montrer à l'aide d'un document que le pH de ces deux eaux est d'environ 7. Et montrer qu'à ce pH l'ion hydrogénocarbonate est l'espèce majoritaire.
- 4- Faire un schéma légendé du montage permettant ce dosage pH-métrique.
- 5- A l'aide de la courbe dérivée puis de la méthode des tangentes, trouver pour chaque eau le pHeq et le Vaeq (volume d'acide chlorhydrique versé à l'équivalence). Quel indicateur coloré aurait-on pu utiliser si l'on avait fait un dosage colorimétrique ?
- 6- Montrer à l'aide d'un des documents qu'à pH = pHeq les ions hydrogénocarbonate ont effectivement tous disparu.
- 7- A l'aide d'un tableau d'avancement pour l'équivalence, montrer qu'à l'équivalence $Ca.Vaeq = Cb.Vb$
- 8- Trouver la concentration molaire et massique en ion HCO_3^- des 2 eaux testées.
- 9- Quel est l'écart en pourcentage avec les analyses de l'institut Blanquet ?
- 10- Calculer le Titre Alcalimétrique Complet des 2 eaux étudiées à partir des résultats expérimentaux.
- 11- Comme HCO_3^- est une espèce amphotère, on pourrait la doser aussi par une solution de soude contenant des ions OH^- , Ecrire l'équation-bilan d'un tel dosage.
- 12- D'après le document 2, quel serait le pH à l'équivalence pour ce dosage. Pourrait-on faire un dosage colorimétrique par la soude ?