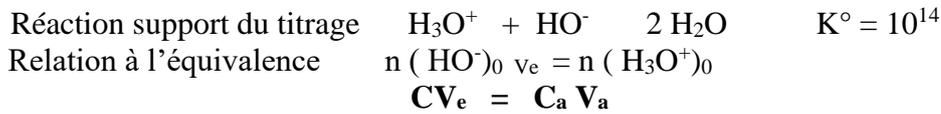


1. Titrage de la solution d'acide chlorhydrique (0,05 mol/L , $V_a = 20$ mL) par la solution de soude (0,1 molL⁻¹)

- Evaluation du volume équivalent



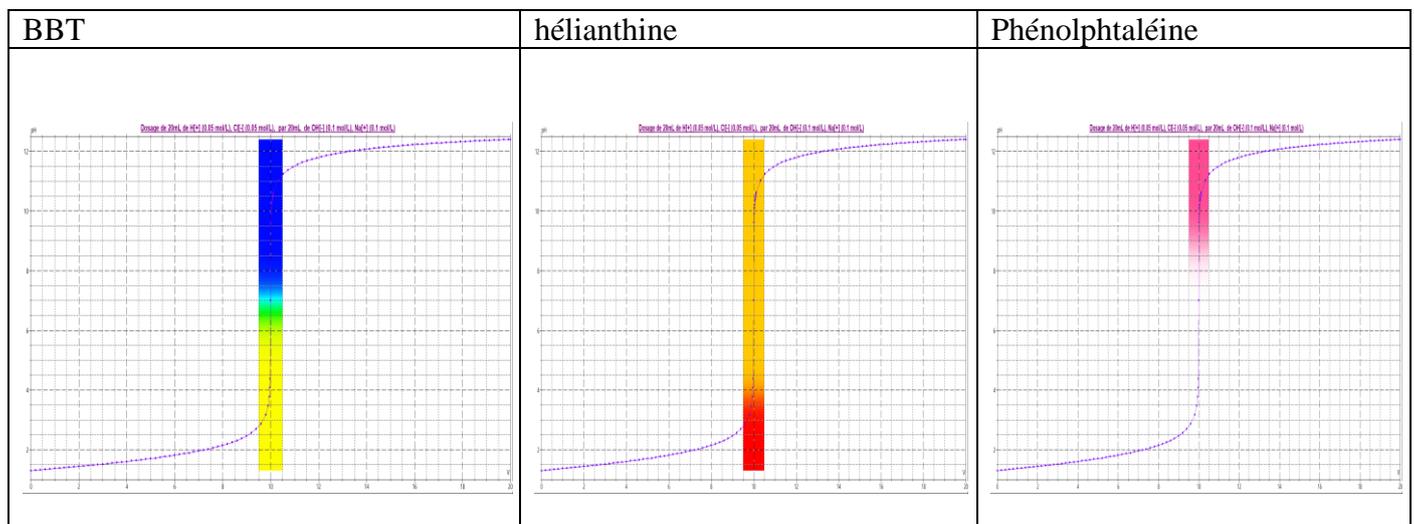
Pour $V_a = 20,0$ mL , $V_e = 10$ mL

- Choix de l'indicateur coloré

Résultats expérimentaux

Indicateur coloré	BBT	Hélianthine	Phénolphtaléine
Zone de virage	6,0 <pH< 7,6	3,1 <pH< 4,1	8,0 < pH < 9,9
V au changement de couleur			

Simulation avec DOZZZAQUEUX



Conclusion : BBT à privilégier

2. Solution de soude carbonatée

Après dissolution du dioxyde de carbone ($\text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{aq})$), on peut envisager la réaction acide base :



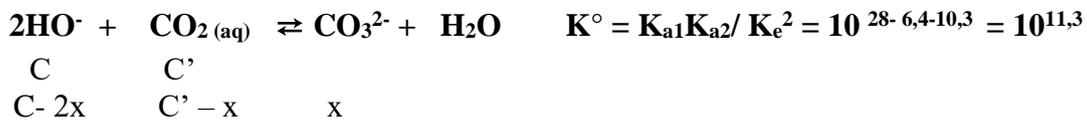
Cette réaction est quantitative et le dioxyde étant en défaut , il évolue quantitativement vers HCO_3^- ... qui à son tour peut réagir selon :



Cette réaction est également avancée, de sorte que globalement la carbonatation peut être modélisée par la réaction



Un bilan de matière conduit à



La condition « réaction quantitative » se traduit par $x = \text{C}'$.

En conclusion, la soude carbonatée est une solution contenant des ions HO^- et CO_3^{2-}

Solution de soude de concentration C		Solution de soude carbonatée	
HO^-	$C = 0,1 \text{ molL}^{-1}$	HO^-	$C_1 = C - 2 C_2 \text{ molL}^{-1}$
		CO_3^{2-}	$C_2 \text{ molL}^{-1}$

Le taux de carbonatation s'exprime alors selon : $\tau = \frac{2x}{c} = \frac{2C_2}{c}$

Simulation d'une soude carbonatée

Pour un taux de carbonatation de 10% : $C_2 = 0,1 C / 2 = 5,0 \cdot 10^{-3} \text{ molL}^{-1}$
 $C_1 = 0,9 C = 9,0 \cdot 10^{-2} \text{ molL}^{-1}$

Préparation de la soude carbonatée : on choisit d'en préparer 50 mL

Quantités d'espèces nécessaires :

$n(\text{HO}^-) = 9,0 \cdot 10^{-2} * 0,05 = 4,5 \cdot 10^{-3} = 0,1 \text{ V}$: on utilise **V = 45 mL de la solution fournie**

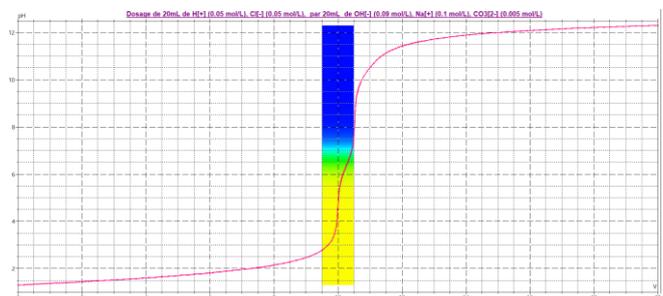
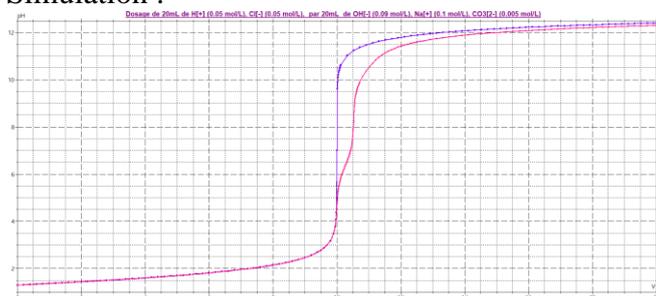
$n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = n(\text{CO}_3^{2-}) = 5,0 \cdot 10^{-3} * 0,05 = 2,5 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$ soit une masse de $m = 5,0 \cdot 10^{-4} * 106 = 0,026\text{g}$

3. Titration de la solution d'acide chlorhydrique (0,05 mol/L, $V_a = 20 \text{ mL}$) par la solution de soude carbonatée

Titration colorimétrique en présence de BBT

Volume d'apparition de la couleur bleue :

Simulation :



Analyse et interprétation de la courbe de titrage pH-métrique avec la soude carbonatée

La courbe de suivi pH-métrique fait apparaître deux sauts de pH :

$V_{e1} = 10 \text{ mL}$ et $V_{e2} = 10,5 \text{ mL}$

Pour interpréter ces observations, s'interroger sur les réactions susceptibles de se produire lorsqu'on introduit la soude carbonatée dans la solution d'acide chlorhydrique

Bilan des espèces acides et basiques

Soude carbonatée

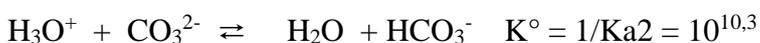
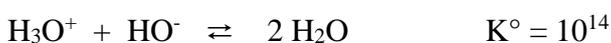
$\text{HO}^- + \text{CO}_3^{2-}$

$[\text{CO}_3^{2-}] = C_2$ faible

Solution d'acide chlorhydrique

H_3O^+

On en déduit les réactions possibles :



...Mais aussi $\text{H}_3\text{O}^+ + \text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ $K^\circ = 1/K_{a1} = 10^{6,4}$ (faible quantité de carbonate)

Par ailleurs si on se réfère au pH de la première équivalence ($\text{pH} \simeq 5$), il se situe dans le domaine de prédominance de CO_2 .

En conclusion

Pour $V < V_{e1}$, il se produit les réactions



Et globalement : $2 \text{H}_3\text{O}^+ + \text{CO}_3^{2-} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$

La relation à l'équivalence s'écrit $n(\text{H}_3\text{O}^+)_0 = n(\text{HO}^-)_{0 \rightarrow V_{e1}} + 2 n(\text{CO}_3^{2-})_{0 \rightarrow V_{e1}}$

soit $C_a V_a = (C_1 + 2 C_2) V_{e1} = C V_{e1}$

On retrouve le volume équivalent pour la soude non carbonatée.

A l'équivalence, la solution contenue dans le bécher est une solution de CO_2 avec $n(\text{CO}_2) = n(\text{CO}_3^{2-})$

Pour $V_{e1} < V < V_{e2}$, il se produit les réactions



La relation à l'équivalence s'écrit $n(\text{CO}_2)_{V_{e1}} = n(\text{HO}^-)_{V_{e1} \rightarrow V_{e2}} + n(\text{CO}_3^{2-})_{V_{e1} \rightarrow V_{e2}}$

soit $C_2 V_{e1} = (C_1 + C_2) (V_{e2} - V_{e1})$