

DL 1 – CHIMIE PCSI2-SII

Problème 1 : acidité d'un vin - D'après concours Centrale

Le vin est une boisson acide dont le pH est compris entre 2,70 et 3,70. Le vin contient naturellement de nombreux acides faibles (certains sont présents dans le raisin et d'autres apparaissent au cours de l'élaboration du vin) dont six organiques sont les plus abondants:

- l'acide tartrique $\text{HOOC-CH(OH)-CH(OH)-COOH}$ de pK_a 3,04 et 4,34 et de masse molaire 150 g.mol^{-1} ;
- l'acide malique $\text{HOOC-CH}_2\text{-CH(OH)-COOH}$ de pK_a 3,46 et 5,14 et de masse molaire 134 g.mol^{-1} ;
- l'acide citrique $\text{HOOC-CH}_2\text{-C(OH)(COOH)-CH}_2\text{-COOH}$ de pK_a 3,15, 4,71 et 6,41 et de masse molaire 192 g.mol^{-1} ;
- l'acide lactique $\text{CH}_3\text{-CH(OH)-COOH}$ de pK_a 3,90 et de masse molaire $90,0 \text{ g.mol}^{-1}$;
- l'acide succinique $\text{HOOC-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}$ de pK_a 4,16 et 5,61 et de masse molaire 118 g.mol^{-1} ;
- l'acide acétique $\text{CH}_3\text{-COOH}$ de pK_a 4,80 et de masse molaire $60,0 \text{ g.mol}^{-1}$.

Le contrôle des acides présents dans un vin est très important car ces acides conditionnent les qualités gustatives du vin, le pH quant à lui agit sur la stabilité du vin. On peut lire dans un traité d'œnologie : « l'acidité renforce et soutient les arômes en apportant au vin du corps et de la fraîcheur tout en aidant à son vieillissement. Un excès d'acidité donne un vin trop nerveux, souvent maigre; alors qu'une carence en acidité donne un vin mou, de faible qualité ».

On étudie un vin rouge (Bordeaux Supérieur 2002) dont l'analyse fait apparaître les données suivantes:

acide tartrique	$2,24 \text{ g.L}^{-1}$
acide malique	$0,05 \text{ g.L}^{-1}$
acide citrique	$0,08 \text{ g.L}^{-1}$
acide lactique	$1,90 \text{ g.L}^{-1}$
acide succinique	$1,04 \text{ g.L}^{-1}$
acide acétique	$0,03 \text{ g.L}^{-1}$
acidité totale	$5,20 \text{ g.L}^{-1}$

L'acidité totale d'un vin est la quantité n d'ions H_3O^+ libérable par litre de vin que l'on exprime en mmol.L^{-1} . Pour être commercialisable, un vin doit présenter une acidité minimale de $50,0 \text{ mmol.L}^{-1}$. Pour déterminer cette acidité totale, la législation impose de mesurer le volume de soude nécessaire pour amener un échantillon de vin à tester à $\text{pH} = 7,00$.

On place un volume $V = 10,0 \text{ mL}$ de vin dans un bécher, le dosage s'effectue par suivi pH-métrique avec une solution de soude de concentration $C_0 = 0,10 \text{ mol.L}^{-1}$. On mesure le pH en fonction du volume V_s de soude versé et on obtient la courbe de la figure 1.

On observe une équivalence pour un volume de soude versé de $V_e = 10,5 \text{ mL}$ correspondant à un $\text{pH}_e = 7,00$.

Q1 Bien que le vin soit une solution contenant de nombreux acides, la courbe de dosage fait apparaître un seul saut de pH, justifier ce fait.

Q2 La courbe de dosage montre que ce vin peut être modélisé par une solution de monoacide faible AH de $pK_a = 4,00$. Écrire l'équation bilan correspondant à cette réaction de dosage. Calculer la constante d'équilibre K_r de cette réaction. Conclure.

On donne la constante d'acidité du couple H_2O / OH^- : $K_e = 10^{-14}$.

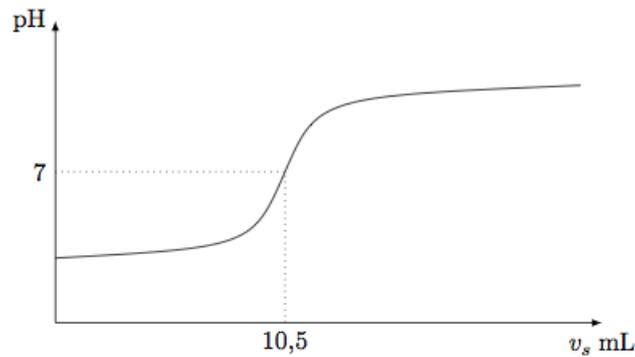


Figure 1

Q3 Pour quel volume de soude versé, le dosage est-il terminé ? En modélisant toujours les acides de ce vin par un monoacide faible AH de $pK_a = 4,00$, calculer n et en déduire le pH du vin étudié. Ce vin est-il commercialisable ?

Q4 En France, cette acidité est souvent exprimée en grammes d'acide sulfurique H_2SO_4 par litre. Par définition, un litre de vin à m grammes de H_2SO_4 nécessite pour son dosage la même quantité de soude qu'un litre de solution de H_2SO_4 préparé par dissociation de m grammes d'acide H_2SO_4 pur. Calculer l'acidité m (exprimée en grammes par litre d'acide sulfurique) en considérant que l'acide sulfurique est un diacide fort de masse molaire $98 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$. Commenter.

Q5 Pour l'Union Européenne, l'acidité d'un vin s'exprime en grammes d'acide tartrique par litre. Un litre de vin à m' grammes d'acide tartrique nécessite pour son dosage la même quantité de soude qu'un litre de solution d'acide tartrique préparée par dissociation de m' grammes d'acide tartrique pur. Calculer m' (exprimée en grammes par litre d'acide tartrique) en considérant que l'acide tartrique est un diacide fort.