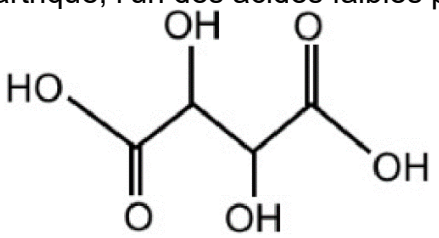
EXERCICE 3 : acidité totale du vin (4 points)

Dans cet exercice, on s'intéresse à l'étude d'un acide faible présent dans le vin puis à la détermination d'une grandeur imposée par la réglementation viticole : l'acidité totale.

1. Étude de l'acide tartrique

On donne la formule de l'acide tartrique, l'un des acides faibles présents dans le vin :



Q.1. Reproduire sur votre copie la formule topologique de l'acide tartrique et entourer les groupes caractéristiques.

Q.2. Nommer les familles fonctionnelles correspondantes.

2. Acidité totale du vin

Données :

- pK_A (H_2CO_3(aq) / HCO_3^-(aq)) = 6,4
- pK_A (HCO_3^-(aq) / CO_3^{2-}(aq)) = 10,3
- masse molaire de l'acide sulfurique H_2SO_4 : $M(H_2SO_4)$ = 98,1 g·mol^{-1}
- masse molaire de l'acide tartrique : M = 150,0 g·mol^{-1}
- zones de virage de plusieurs indicateurs colorés :

Nom de l'indicateur	Zone de virage	Changement de couleur
Jaune d'alizarine R	1,9 – 3,3	Rouge -Jaune
Bleu de bromothymol	6,0 – 7,6	Jaune - bleu
Phénolphtaléine	8,2 – 10,0	Incolore - rose

- incertitude-type $u(\bar{X})$ sur la valeur moyenne $\bar{X}$ d'une série de mesure :

$$u(\bar{X}) = \frac{s(X)}{\sqrt{n}}$$ où $u(\bar{X})$ est l'incertitude-type de la moyenne, $s(X)$ est l'écart-type expérimental, n le nombre de mesures réalisées

- pour comparer le résultat d'une mesure X_{mes} à une valeur de référence X_{ref} , on utilise le quotient $\frac{|X_{mes}-X_{ref}|}{u(X)}$ où $u(X)$ est l'incertitude-type associée au résultat.

Le dioxyde de carbone se dissout dans l'eau du vin. Cette dissolution aboutit à la formation d'acide carbonique $H_2CO_3(aq)$. L'acide carbonique est un diacide faible dont les bases associées sont les ions hydrogénocarbonate $HCO_3^-(aq)$ et les ions carbonate $CO_3^{2-}(aq)$.

Cet acide n'entrant pas en compte dans la définition de l'acidité du vin, il est nécessaire de l'éliminer avant le titrage de l'acidité totale du vin. Le protocole expérimental de détermination de l'acidité totale est donné ci-dessous :

- 1ère étape : protocole d'élimination de l'acide carbonique

On place un volume de 50 mL de vin dans un erlenmeyer relié à une trompe à vide. On agite sous vide pendant deux ou trois minutes pour éliminer l'acide carbonique du vin.

- 2ème étape : protocole de titrage

Dans un erlenmeyer, on place :

– un volume V_A de vin dont on a éliminé l'acide carbonique ;

– 10 mL d'eau distillée ;

– 4 à 5 gouttes d'indicateur coloré.

On ajoute une solution d'hydroxyde de sodium ($Na^+(aq)$, $HO^-(aq)$) de concentration connue.

L'équivalence est supposée atteinte lorsque le *pH* vaut 7,0.

Le *pH* d'un vin doit être compris entre 2,70 et 3,70.

Q.3. Représenter le diagramme de prédominance faisant intervenir les couples $H_2CO_3(aq)$ / $HCO_3^-(aq)$ et $HCO_3^-(aq)$ / $CO_3^{2-}(aq)$.

Q.4. En déduire pourquoi il est nécessaire lors d'une première étape d'éliminer l'acide carbonique du vin.

Q.5. Indiquer en justifiant le nom de l'indicateur coloré à utiliser dans l'étape 2 du protocole.

En France, l'acidité totale *AT* d'un vin est définie comme équivalente à la concentration en masse d'acide sulfurique $H_2SO_4(aq)$. La réglementation impose une teneur comprise entre 3,0 et 6,0 $g.L^{-1}$.

La détermination de l'acidité totale s'effectue par titrage avec une solution d'hydroxyde de sodium ($Na^+(aq)$, $HO^-(aq)$) de concentration C_B = 0,100 $mol \cdot L^{-1}$, selon l'équation de la réaction support du titrage :

$$H_2SO_4(aq) + 2\ HO^-(aq) \rightarrow SO_4^{2-}(aq) + 2\ H_2O(\ell)$$

Pour pérenniser la qualité de son produit, un viticulteur teste chaque année son vin et souhaite une production dont l'acidité totale reste stable à 3,45 $g.L^{-1}$.

Le protocole de titrage est réalisé avec V_A = 5,0 mL de vin.

Le changement de couleur est observé pour un volume ajouté d'hydroxyde de sodium :

V_B = 3,5 mL.

Q.6. Déterminer la valeur de l'acidité totale AT du vin analysé.

Le titrage est ensuite reproduit 10 fois et les résultats sont consignés dans le tableau suivant :

Expérience	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Acidité totale calculée (en $g.L^{-1}$)	3,41	3,38	3,52	3,45	3,43	3,45	3,44	3,41	3,42	3,40

Q.7. Calculer la valeur moyenne de l'acidité totale $\overline{AT}$ et l'incertitude-type $u(\overline{AT})$ sur l'acidité totale à partir des résultats précédents.
Écrire le résultat de la mesure de l'acidité totale moyenne avec un nombre adapté de chiffres significatifs, $u(\overline{AT})$ étant écrit avec un seul chiffre significatif.

Q.8. Comparer le résultat de cette acidité totale moyenne à la valeur souhaitée par le viticulteur. Conclure.

En Alsace, l'acidité totale est donnée en équivalent d'acide tartrique, et non en équivalent d'acide sulfurique. L'acide tartrique H_2A est aussi un diacide ; l'équation de la réaction support du titrage est alors :

$$H_2A(aq) + 2\ HO^-(aq) \rightarrow A^{2-}(aq) + H_2O(\ell)$$

Q.9. Choisir la proposition exacte ci-dessous et justifier votre choix.

a. En Alsace, l'acidité totale d'un vin doit être comprise entre 3,0 et 6,0 $g.L^{-1}$.

b. En Alsace, l'acidité totale d'un vin doit être comprise entre 4,6 $g.L^{-1}$ et 9,2 $g.L^{-1}$.

c. En Alsace, l'acidité totale d'un vin doit être comprise entre 1,8 $g.L^{-1}$ et 3,2 $g.L^{-1}$.