

Détermination du degré alcoolique d'un vin

On considère que l'alcool présent dans les boissons alcoolisées est une seule et même espèce chimique : l'éthanol.

Le degré d'alcool d'une boisson alcoolisée, noté (%), correspond au volume d'éthanol pur contenu dans 100 mL de boisson.

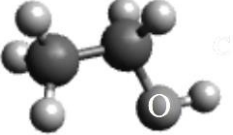
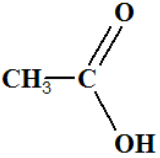
Par exemple, 100 mL d'une boisson à 35% contient 35 mL d'éthanol pur.

L'objectif de cette séance est d'étudier quelques propriétés de l'éthanol et de déterminer le degré d'alcool d'un vin.

1. À propos de l'éthanol

Données :

- Représentations moléculaires de l'éthanol et de l'acide éthanoïque

Éthanol		Acide éthanoïque
Formule brute	Modèle moléculaire	Formule semi-développée
C_2H_6O		

- Électronégativité selon l'échelle de Pauling de quelques éléments

Élément	C	H	O
Électronégativité χ	2,55	2,20	3,44

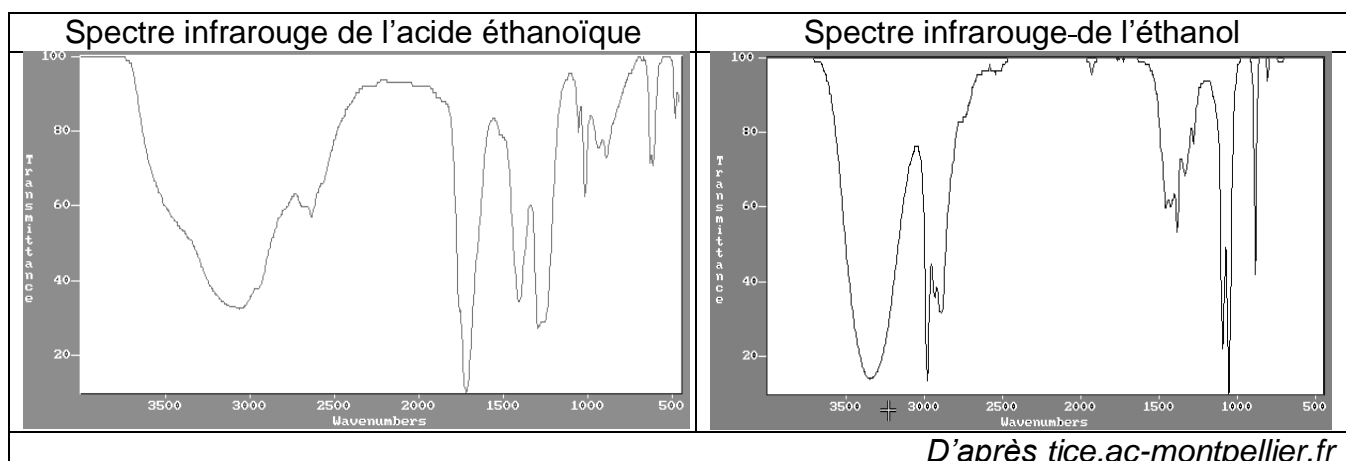
- Bandes d'absorption en spectroscopie IR

Liaison	O-H (alcool)	O-H (acide)	C=O
Nombre d'onde (cm^{-1})	3200 - 3400 bande forte et large	2500 - 3200 bande forte et très large	1700 - 1800 bande forte et fine

- 1.1. Justifier le fait que la molécule d'éthanol est une molécule polaire.
- 1.2. Expliquer pourquoi l'éthanol est miscible avec l'eau.
- 1.3. En présence d'un excès d'oxydant, l'éthanol peut être oxydé en acide éthanoïque.

Les spectres infrarouges de l'acide éthanoïque et de l'éthanol sont donnés ci-dessous.

- 1.4. Expliquer comment les utiliser pour justifier que la transformation de l'éthanol en acide éthanoïque a eu lieu.



2. Détermination du degré d'alcool du vin

L'éthanol réagit avec les ions permanganate en milieu acide, mais cette transformation, quoique totale, est lente : elle ne peut donc pas être le support d'un titrage.

On procède donc en deux étapes.

Étape 1 : on introduit les ions permanganate en excès dans un volume donné d'une solution issue du vin pour transformer tout l'éthanol présent en acide éthanoïque et on laisse le temps nécessaire à la transformation de s'effectuer.

Étape 2 : on réalise ensuite le titrage des ions permanganate restants par les ions Fe^{2+} .

Données :

- Couples oxydant-réducteur :

acide éthanoïque / éthanol: $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2(\text{aq}) / \text{C}_2\text{H}_6\text{O}(\text{aq})$

ion permanganate / ion manganèse : $\text{MnO}_4^-(\text{aq}) / \text{Mn}^{2+}(\text{aq})$

ion fer III / ion fer II : $\text{Fe}^{3+}(\text{aq}) / \text{Fe}^{2+}(\text{aq})$

- Masse volumique de l'éthanol : $0,79 \text{ g.mL}^{-1}$

- Masse molaire de l'éthanol : 46 g.mol^{-1}

- Toutes les espèces chimiques en solution sont incolores mis à part les ions permanganate qui sont violets.

2.1. Préparation d'une solution de vin

Réunir le matériel nécessaire à la préparation d'une solution de vin dilué par 5 par rapport à la solution mère. Réaliser cette dilution : on obtient la solution S.

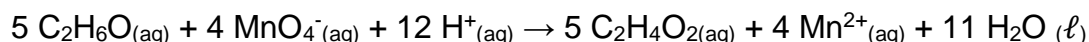
2.2. Étude de l'étape 1

On s'intéresse ici à la réaction entre les ions permanganate et l'éthanol.

Dans un erlenmeyer, on mélange $V_0 = 2,0 \text{ mL}$ de solution S et $V_1 = 25,0 \text{ mL}$ d'une solution acidifiée de permanganate de potassium ($\text{K}^+(\text{aq}) + \text{MnO}_4^-(\text{aq})$) de concentration en quantité de matière $C_1 = 5,00 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.

On bouche l'erlenmeyer et on laisse réagir pendant environ 30 minutes, à 60°C .

2.2.1. Établir l'équation de réaction entre l'éthanol et les ions permanganate en milieu acide :



2.2.2. Compléter le tableau d'avancement en utilisant comme notation :

- n_0 , quantité de matière initiale d'éthanol présente dans le volume V_0

- n_1 , quantité de matière initiale d'ions permanganate présente dans le volume V_1 .

Équation de la réaction		$5 \text{ C}_2\text{H}_6\text{O}(\text{aq}) + 4 \text{ MnO}_4^-(\text{aq}) + 12 \text{ H}^+(\text{aq}) \rightarrow 5 \text{ C}_2\text{H}_4\text{O}_2(\text{aq}) + 4 \text{ Mn}^{2+}(\text{aq}) + 11 \text{ H}_2\text{O}(\ell)$					
État	Avancement (mol)	$n(\text{C}_2\text{H}_6\text{O})$	$n(\text{MnO}_4^-)$	$n(\text{H}^+)$	$n(\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2)$	$n(\text{Mn}^{2+})$	$n(\text{H}_2\text{O})$
Initial	0	n_0	n_1	/			/
En cours	x			/			/
Final	x_f			/			/

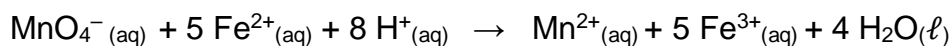
2.2.3. En s'appuyant sur le tableau d'avancement, montrer que dans l'état final, la quantité d'ions permanganate restant dans l'erenmeyer peut s'écrire :

$$n(\text{MnO}_4^-)_{\text{restant}} = C_1 \times V_1 - \frac{4}{5} \times n_0$$

2.3. Étude de l'étape 2

On titre les ions permanganate restants à la fin de l'étape 1, directement dans l'erenmeyer, par une solution aqueuse contenant des ions Fe^{2+} à la concentration en quantité de matière $C_2 = 3,00 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$.

2.3.1. Etablir l'équation de la réaction de support du titrage entre les ions permanganate MnO_4^- et les ions Fe^{2+} :



Compléter la burette graduée avec la solution de sulfate ferreux de concentration en quantité de matière $C_2 = 3,00 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$

Placer l'erenmeyer sur le plateau de l'agitateur magnétique et y introduire un turbulent.

Verser lentement la solution contenue dans la burette jusqu'à la disparition de la couleur violette du permanganate de potassium.

Noter la valeur du volume à l'équivalence, V_E .

2.3.2. Indiquer la relation qui existe, à l'équivalence, entre les quantités de matière d'ions permanganate présents dans l'erenmeyer et les ions Fe^{2+} versés à l'équivalence.

2.3.3. En déduire la quantité d'éthanol initialement présente dans la solution S.

2.3.4. En déduire la quantité d'éthanol initialement présente dans le vin.

2.3.5. En déduire la masse, puis le volume d'éthanol, présent dans le vin.