BAC 2004 RÉUNION EXERCICE 3 : DÉTERMINATION DU DEGRÉ ALCOOLIQUE D'UN VIN
SPÉCIALITÉ 4 POINTS

Le degré alcoolique d'un vin est le pourcentage volumique d'alcool mesuré à une température de 20°C.

Pour déterminer le degré alcoolique d'un vin, il faut d'abord isoler l'alcool des autres composés du vin (acides, matières minérales, sucres, esters,...) en réalisant une distillation. Cette méthode de séparation ne permet pas d'obtenir de l'éthanol pur mais un mélange eau - éthanol dont les proportions sont constantes. Il est donc nécessaire d'ajouter de l'eau au vin pour être sûr de recueillir pratiquement tout l'éthanol contenu dans celui-ci.
La solution aqueuse d'éthanol est ensuite ajustée à 100 mL avec de l'eau distillée, pour simplifier les calculs.

Puis l'alcool est oxydé quantitativement en acide acétique (éthanoïque) par un excès de dichromate de potassium.

L'oxydant excédentaire est ensuite dosé par une solution de sel de Mohr [$FeSO_4,(NH_4)2SO_4$]. Ce dosage est appelé dosage indirect (ou en retour).

Les données nécessaires sont en fin d'énoncé.

I. Extraction de l'éthanol

Pour ce dosage, on prélève 10,0 mL de vin auxquels on ajoute environ 50 mL d'eau.
On distille ce mélange et on recueille un volume de 42 mL de distillât (noté S_1).
On considère qu'il contient alors tout l'éthanol du vin.

1.1. Compléter sur la figure 1 de l'annexe (*à remettre avec la copie*) le nom des éléments du montage désignés par les flèches et préciser le sens de circulation de l'eau.

II. Préparation de la solution à titrer

On complète S_1 à 100,0 mL avec de l'eau distillée. On obtient ainsi une solution notée S_2.
S_2 contient donc l'éthanol présent dans les 10 mL de vin prélevé, dilué 10 fois.

III. Réaction entre l'éthanol et le dichromate de potassium

Dans un erlenmeyer, on mélange V_0 = 10,0 mL de solution S_2, V_1 = 20,0 mL d'une solution de dichromate de potassium ($2K^+_{(aq)} + Cr_2O_7^{2-}{}_{(aq)}$) de concentration $C_1 = 1{,}00.10^{-1}$ mol.L^{-1} et environ 10 mL d'acide sulfurique concentré.
On bouche l'erlenmeyer et on laisse réagir pendant environ 30 minutes. On obtient alors une solution verdâtre appelée S_3.
L'équation de la réaction entre l'ion dichromate et l'éthanol est :

$$2\ Cr_2O_7^{2-} + 16\ H_3O^+ + 3\ CH_3{-}CH_2OH = 4\ Cr^{3+} + 27\ H_2O + 3\ CH_3{-}COOH$$

III.1. Justifier la couleur de la solution S_3.

III.2. Pourquoi doit-on boucher l'erlenmeyer ?

III.3. En vous aidant éventuellement d'un tableau d'avancement, montrer que la relation entre la quantité n_0 d'éthanol oxydé et la quantité $n(Cr_2O_7^{2-})_{restant}$ d'ions dichromate restant après cette oxydation est : $n(Cr_2O_7^{2-})_{restant} = C_1.V_1 - \frac{2}{3}\ n_0$.

IV Dosage de l'excès du dichromate de potassium.

On dose alors les ions dichromate en excès avec une solution de sel de Mohr de concentration $C_2 = 5{,}00.10^{-1}$ mol.L^{-1}. Le volume de solution de sel de Mohr nécessaire pour atteindre l'équivalence (repérée à l'aide d'un indicateur de fin de réaction) est $V_2 = 7{,}6$ mL.

L'équation de la réaction entre les ions fer II et les ions dichromate est :

$$Cr_2O_7^{2-} + 14\ H_3O^+ + 6\ Fe^{2+} = 2\ Cr^{3+} + 21\ H_2O + 6\ Fe^{3+}$$

IV. 1. En vous aidant éventuellement d'un tableau d'avancement, montrer que :

$$n_o = \frac{3}{2}\ C_1 . V_1 - \frac{1}{4}\ C_2 . V_2.$$

IV.2. Faire l'application numérique.

V. Exploitation :

V.1. Déterminer la quantité de matière d'éthanol $n_{éthanol}$ contenue dans 100 mL de vin.

V.2. Déterminer le degré alcoolique du vin étudié.

V.3. L'étiquette de la bouteille indique que le vin a un degré alcoolique d = 12°. Cette indication est le résultat d'un contrôle (alcoométrie directe) réalisé à l'aide d'un densimètre (aussi appelé alcoomètre) directement gradué en degré alcoolique.

La densité (donc le degré alcoolique) varie avec la température et les densimètres utilisés sont étalonnés pour 20°C. Pour comparer le résultat du dosage précédent réalisé à 21 °C et l'indication portée sur l'étiquette, il faut apporter une correction au degré lu sur l'étiquette (voir tableau ci-dessous).

V.3.1 Quelle correction doit-on apporter à la valeur d = 12° inscrite sur l'étiquette ?

V.3.2 Le résultat du dosage est-il alors en accord avec la valeur corrigée de ce degré ?

Données :

Masse volumique de l'éthanol : 0,78 g.mL^{-1}
Masse molaire de l'éthanol : M = 46 g.mol^{-1}

Couples oxydant-réducteur mis en jeu :

- *Acide éthanoïque / Éthanol*
  CH_3COOH / CH_3CH_2OH
  (incolore) (incolore)
- *Ion dichromate / Ion chrome*
  $Cr_2O_7^{2-}$ / Cr^{3+}
  (orange) (vert)
- *Ion fer III / Ion fer II*
  Fe^{3+} / Fe^{2+}
  (rouille) (verdâtre)

Les valeurs du tableau correspondent à la correction à apporter au degré lu.

t °C	*Degré alcoolique lu à t °C sur l'alcoomètre*								
	8	9	10	11	12	13	14	15	16
15	+ 0.72	+ 0.77	+ 0.82	+ 0.87	+ 0.94	+ 1.01	+ 1.09	+ 1.17	+ 1.26
16	+ 0.58	+ 0.62	+ 0.66	+ 0.71	+ 0.76	+ 0.82	+ 0.83	+ 0.94	+ 1.01
17	+ 0.46	+ 0.48	+ 0.51	+ 0.55	+ 0.58	+ 0.63	+ 0.67	+ 0.71	+ 0.76
18	+ 0.31	+ 0.33	+ 0.34	+ 0.36	+ 0.39	+ 0.42	+ 0.45	+ 0.47	+ 0.50
19	+ 0.16	+ 0.16	+ 0.17	+ 0.18	+ 0.20	+ 0.21	+ 0.23	+ 0.24	+ 0.26
21	– 0.16	– 0.17	– 0.17	– 0.18	– 0.19	– 0.20	– 0.21	– 0.24	– 0.26
22	– 0.34	– 0.35	– 0.37	– 0.40	– 0.42	– 0.44	– 0.46	– 0.48	– 0.51
23	– 0.51	– 0.54	– 0.56	– 0.60	– 0.63	– 0.67	– 0.71	– 0.74	– 0.78

Document : Chambre de l'Agriculture de la Gironde.

Exemple : on lit sur l'alcoomètre : 16,0 % à 18°C
A 20°C : 16,0 + 0,5 = 16,5 %.

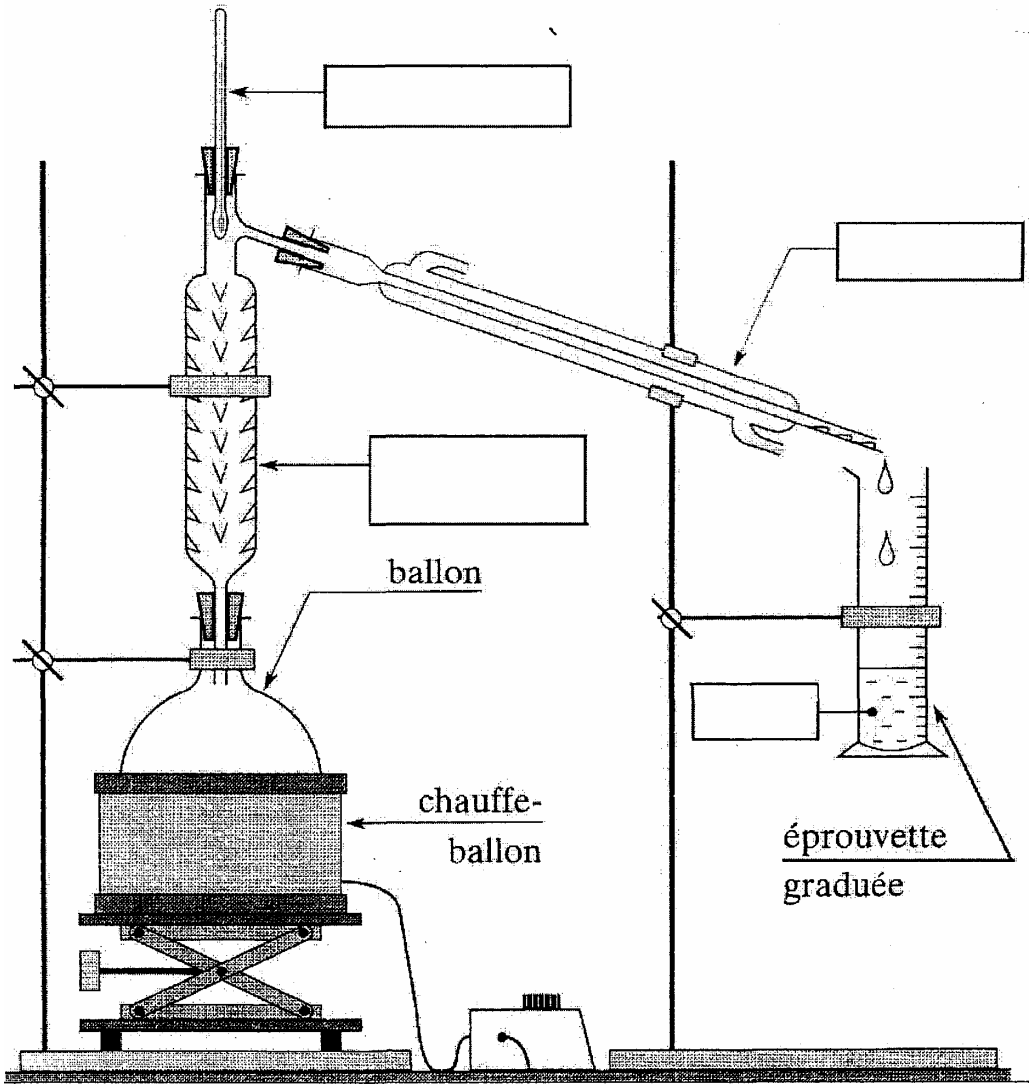


figure 1