

1. Fermentation alcoolique

1.1. L'introduction indique « la fermentation alcoolique est due à l'oxydation du glucose ... Il se forme de l'éthanol et du dioxyde de carbone ».

La représentation de CRAM du D-glucose permet de trouver sa formule brute $C_6H_{12}O_6$.

Il s'agit d'une fermentation alcoolique car l'éthanol qui se forme est un alcool avec deux atomes de carbone : CH_3-CH_2-OH , soit en formule brute C_2H_6O .

L'équation de la réaction est : $C_6H_{12}O_6 + \rightarrow 2 C_2H_6O + 2 CO_2$

Remarque : la conservation de l'élément H permet de placer un 2 devant C_2H_6O , puis la conservation des éléments C et O permet de placer un 2 devant CO_2 .

1.2. La zymase n'apparaît pas dans l'équation de la réaction de fermentation alcoolique. Il s'agit d'une enzyme, dont on peut penser qu'elle joue un rôle de catalyseur. C'est-à-dire qu'elle permet de réduire la durée de la transformation du glucose.

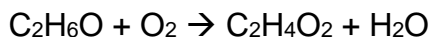
2. Fermentation acétique

2.1. L'acide acétique possède un groupe carboxyle caractéristique de la famille des acides carboxyliques, comme il possède deux atomes de carbone, il s'agit de l'**acide éthanoïque**.

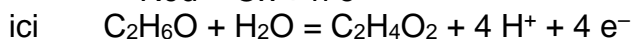
2.2. L'introduction indique « Mycoderma acetii, qui fixent les molécules de dioxygène sur l'éthanol, ce qui conduit à la formation d'acide acétique ».

La formule semi-développée de l'acide acétique permet de trouver sa formule brute $C_2H_4O_2$.

La conservation des éléments permet de déterminer la formule du second produit.



L'alcool subit une oxydation, c'est un réducteur qui cède des électrons.



Le couple Ox/Réd correspondant est acide éthanoïque / éthanol, soit $C_2H_4O_2 / C_2H_6O$.

L'autre couple mis en jeu est O_2/H_2O . L'oxydant O_2 est réduit $O_2 + 4 e^- + 4 H^+ = 2H_2O$.

Remarque : méthode pour écrire une équation d'oxydo-réduction

<http://www.labotp.org/Oxydoreduction.html>

3. Analyse d'un cidre en cours de fermentation

Pour savoir si le cidre fermenté peut être commercialisé sous l'appellation vinaigre, il faut déterminer sa teneur acétique et vérifier qu'elle est supérieure à 5,0 g pour 100 mL.

Pour cela il faut connaître la masse d'acide acétique présente dans 100 mL de vinaigre pur.

Le titrage permet d'accéder à cette masse.

Équation de la réaction support du titrage : $CH_3COOH + HO^- \rightarrow CH_3COO^- + H_2O$

À l'équivalence, les réactifs sont introduits dans les proportions stœchiométriques :

$$n_{ac_{ini}} = n_{HO^- \text{ versée}}$$

où $n_{ac_{ini}}$ est la quantité de matière d'acide acétique initiale présente dans $V = 25,0$ mL de l'échantillon de cidre dilué dix fois.

$$\frac{m_{ac_{ini}}}{M} = c \cdot V_E \text{ où } V_E \text{ est le volume équivalent.}$$

$$m_{ac_{ini}} = c \cdot V_E \cdot M$$

Détermination du volume équivalent V_E :

À l'équivalence, il se produit un saut de pH. Le pH augmente fortement, la dérivée $\frac{dpH}{dV}$ est maximale.

On lit $V_E = 12,5 \text{ mL}$.

Ainsi, on reprend $m_{ac_{ini}} = c \cdot V_E \cdot M$

$$m_{ac_{ini}} = 0,15 \times 12,5 \times 10^{-3} \times 60 = 0,1125 \text{ g} \quad \text{On n'arrondit pas ce résultat intermédiaire.}$$

Cette masse est présente dans 25,0 mL de vinaigre dilué 10 fois.

Dans 25,0 mL de vinaigre pur, on aurait une masse dix fois plus grande.

$$m_{25} = 10 \cdot m_{ac_{ini}} = 1,125 \text{ g}$$

Et dans 100 mL de vinaigre pur on aurait $m_{100} = 4 \cdot m_{25}$

$$m_{100} = 4,5 \text{ g}$$

On trouve donc que la teneur acétique est de $d = 4,5$ degré acétimétrique.

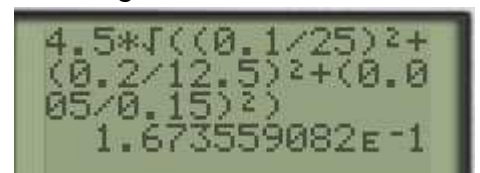
La législation autorise un degré inférieur de 0,2, donc on peut donner l'appellation de vinaigre si le degré vaut seulement $d_{min} = 4,8$.

Il est nécessaire de déterminer l'incertitude sur le degré acétimétrique mesuré.

$$\frac{U(d)}{d} = \sqrt{\left(\frac{U(V)}{V}\right)^2 + \left(\frac{U(V_E)}{V_E}\right)^2 + \left(\frac{U(C_B)}{C_B}\right)^2}$$

$$U(d) = d \cdot \sqrt{\left(\frac{U(V)}{V}\right)^2 + \left(\frac{U(V_E)}{V_E}\right)^2 + \left(\frac{U(C_B)}{C_B}\right)^2} \quad \text{on suppose que } C_B \text{ est égale à } c$$

$$U(d) = 4,5 \times \sqrt{\left(\frac{0,1}{25,0}\right)^2 + \left(\frac{0,2}{12,5}\right)^2 + \left(\frac{0,005}{0,15}\right)^2} = 0,2$$



L'incertitude est arrondie à un seul chiffre significatif par excès.

Ainsi on a obtenu $d = 4,5 \pm 0,2$ degré acétimétrique.

En tenant compte de l'incertitude, on peut avoir un degré acétimétrique égal à 4,7, ce qui est inférieur à 4,8.

Le cidre fermenté ne peut pas se prévaloir de l'appellation vinaigre.

Il faut sans doute laisser la fermentation acétique se poursuivre quelques temps.

Compétences exigibles ou attendues :

En noir : officiel (Au B.O.)

En bleu : officieux (au vu des sujets de Bac depuis 2013)

- Extraire et exploiter des informations sur la catalyse, notamment en milieu biologique et dans le domaine industriel, pour en dégager l'intérêt.
- *Définir un catalyseur et connaître les principales propriétés d'un catalyseur (diminution de la durée d'une réaction, régénération en fin de réaction, sélectivité)*
- Associer un groupe caractéristique à une fonction dans le cas des acides carboxyliques.
- Connaître les règles de nomenclature des acides carboxyliques.
- *Savoir écrire une équation d'oxydoréduction (les couples Ox/Red mis en jeu étant donnés)*
- *Pratiquer une démarche expérimentale pour déterminer la concentration d'une espèce chimique par titrage par le suivi d'une grandeur physique, dans le domaine du contrôle de la qualité.*
- *Savoir repérer précisément l'équivalence dans un titrage pH-métrique (méthode des tangentes parallèles ou méthode de la dérivée).*
- Évaluer, à l'aide d'une formule fournie, l'incertitude d'une mesure obtenue lors de la réalisation d'un protocole dans lequel interviennent plusieurs sources d'erreurs.
- Commenter le résultat d'une opération de mesure en le comparant à une valeur de référence.