# Du vin au vinaigre

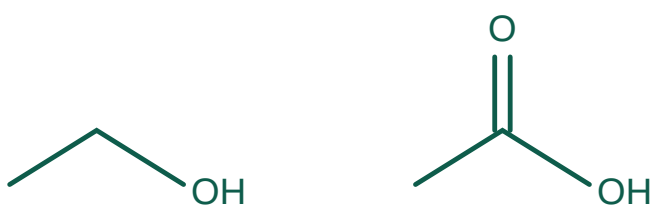
Bac S 2018 Nouvelle-Calédonie (ancien programme) · Exercice 1 **4 points** **Durée conseillée 40 min**

**1.1** Représenter les formules topologiques de l'éthanol et de l'acide éthanoïque.

**Données utiles** éthanol $C_2H_6O$ ; acide éthanoïque $C_2H_4O_2$

Éthanol : $CH_3-CH_2-OH$. Acide éthanoïque : $CH_3-COOH$.

Formules topologiques : voir la figure (chaîne carbonée en ligne brisée, O et OH écrits).




éthanol — acide éthanoïque

**1.1** · Formules topologiques de l'éthanol et de l'acide éthanoïque

**PIÈGE**
Écrire $CH_3$ au bout de la chaîne ou oublier le H du groupe OH : la formule n'est alors plus une formule topologique correcte.

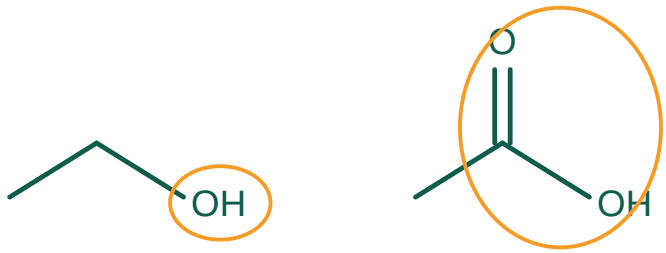
**MÉTHODE**
En formule topologique, chaque extrémité ou sommet de la ligne brisée est un atome de carbone. Les H portés par les carbones ne s'écrivent pas ; les autres atomes (O) et leurs H s'écrivent.

**1.2** Entourer les groupes caractéristiques sur les formules topologiques précédentes. Nommer les familles chimiques associées à ces groupes.

Éthanol : groupe hydroxyle $-OH$, famille des **alcools**.

Acide éthanoïque : groupe carboxyle $-COOH$, famille des **acides carboxyliques**.

Éthanol : alcool ; acide éthanoïque : acide carboxylique (groupes entourés sur la figure).




groupe hydroxyle — alcool

groupe carboxyle — acide carboxylique

**1.2** · Groupes caractéristiques entourés

**PIÈGE**
Entourer séparément $C=O$ et OH dans l'acide et annoncer « cétone et alcool ». Portés par le même carbone, ils forment un seul groupe, le groupe carboxyle.

**COMPRENDRE**
Le sujet demande la famille (alcool, acide carboxylique), pas seulement le nom du groupe (hydroxyle, carboxyle). Donner les deux évite toute perte de points.

**1.3** Écrire l'équation de la réaction de fermentation acétique.

Réactifs : l'éthanol et le dioxygène. Produits : l'acide éthanoïque et l'eau.

$$C_2H_6O + O_2 \longrightarrow C_2H_4O_2 + H_2O$$

**COMPRENDRE**
L'enzyme de la bactérie est un catalyseur : elle accélère la réaction mais n'apparaît pas dans l'équation. La flèche simple traduit une transformation totale.

**MÉTHODE**
Vérifier la conservation des éléments : 2 C, 6 H et 3 O de chaque côté. Tous les nombres stœchiométriques valent 1.

**1.4** Indiquer si le spectre infrarouge est celui de l'éthanol ou celui de l'acide éthanoïque. Justifier.

**Données utiles** $\mathrm{O{-}H}$ alcool : 3200 – 3400 $\mathrm{cm^{-1}}$ ; $\mathrm{O{-}H}$ acide carboxylique : 2500 – 3300 $\mathrm{cm^{-1}}$ ; $\mathrm{C{=}O}$ acide carboxylique : 1700 – 1725 $\mathrm{cm^{-1}}$

Le spectre présente :

- une bande intense et fine vers 1700 $\mathrm{cm^{-1}}$, caractéristique d'une liaison $\mathrm{C{=}O}$ ; l'éthanol n'en possède pas ;
- une bande très large entre 2500 et 3300 $\mathrm{cm^{-1}}$, caractéristique de la liaison $\mathrm{O{-}H}$ d'un acide carboxylique.

Le spectre est celui de l'**acide éthanoïque**.

**PIÈGE**
Sur un spectre de transmittance, une bande d'absorption est un creux, et l'axe des nombres d'onde est gradué de droite à gauche. Les creux sous 1500 $\mathrm{cm^{-1}}$ ne s'interprètent pas.

**MÉTHODE**
Associer chaque bande citée à une liaison et à un intervalle de la table, puis conclure. Ici la bande $\mathrm{C{=}O}$ suffit à écarter l'éthanol.

**1.5** Le pH d'une solution aqueuse d'acide éthanoïque de concentration molaire 2,5 mmol·L$^{-1}$ est égal à 3,7. L'acide éthanoïque est-il un acide fort ? Justifier.

**Données utiles** $c = 2{,}5 \times 10^{-3}\ \mathrm{mol \cdot L^{-1}}$ ; $\mathrm{pH} = 3{,}7$

Si l'acide était fort, sa réaction avec l'eau serait totale : $[\mathrm{H_3O^+}] = c$, donc

$$\mathrm{pH} = -\log c = -\log\left(2{,}5 \times 10^{-3}\right) = 2{,}6$$

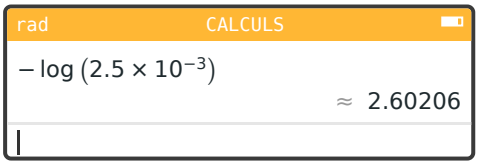
Le pH mesuré, 3,7, est supérieur à 2,6 : $[\mathrm{H_3O^+}] < c$, la réaction avec l'eau n'est pas totale.

$\mathrm{pH} = 3{,}7 > -\log c = 2{,}6$ : l'acide éthanoïque n'est pas un acide fort, c'est un acide **faible**.

**PIÈGE**
Répondre « faible car le pH n'est pas très bas » ne rapporte rien : il faut comparer le pH mesuré à $-\log c$, avec $c$ en $\mathrm{mol \cdot L^{-1}}$ et non en mmol·L$^{-1}$.

**COMPRENDRE**
Autre rédaction possible : $[\mathrm{H_3O^+}] = 10^{-3{,}7} = 2{,}0 \times 10^{-4}\ \mathrm{mol \cdot L^{-1}}$, environ douze fois plus petit que $c$. Seule une faible part des molécules d'acide a réagi avec l'eau.

**À LA CALCULATRICE**




**2.1** Montrer que la fermentation acétique de 1,0 g d'éthanol permet d'obtenir 1,3 g d'acide éthanoïque.

**Données utiles** $M(\mathrm{H}) = 1{,}0\ \mathrm{g \cdot mol^{-1}}$ ; $M(\mathrm{C}) = 12{,}0\ \mathrm{g \cdot mol^{-1}}$ ; $M(\mathrm{O}) = 16{,}0\ \mathrm{g \cdot mol^{-1}}$ ; équation (1.3)

Masses molaires :

$M(\mathrm{C_2H_6O}) = 2 \times 12{,}0 + 6 \times 1{,}0 + 16{,}0 = 46{,}0\ \mathrm{g \cdot mol^{-1}}$

$M(\mathrm{C_2H_4O_2}) = 2 \times 12{,}0 + 4 \times 1{,}0 + 2 \times 16{,}0 = 60{,}0\ \mathrm{g \cdot mol^{-1}}$

La transformation est totale et, d'après l'équation, une mole d'éthanol consommée donne une mole d'acide : $n(\mathrm{C_2H_4O_2})_{\text{formé}} = n(\mathrm{C_2H_6O})_{\text{consommé}}$, soit

$$m(\mathrm{C_2H_4O_2}) = \frac{m(\mathrm{C_2H_6O})}{M(\mathrm{C_2H_6O})} \times M(\mathrm{C_2H_4O_2}) = \frac{1{,}0}{46{,}0} \times 60{,}0 = 1{,}3\ \mathrm{g}$$

$m(\mathrm{C_2H_4O_2}) = 1{,}3$ g : on retrouve bien la valeur annoncée.

**PIÈGE**
Les masses ne se conservent pas d'une espèce à l'autre : l'égalité donnée par l'équation porte sur les quantités de matière. Il faut passer par $n = \frac{m}{M}$.

**COMPRENDRE**
Deux chiffres significatifs, comme la masse 1,0 g, donnée la moins précise. La masse augmente car chaque molécule gagne un atome d'oxygène et perd deux atomes d'hydrogène.

À LA CALCULATRICE

rad CALCULS

$2 \times 12.0 + 6 \times 1.0 + 16.0$
$\approx 46$

$2 \times 12.0 + 4 \times 1.0 + 2 \times 16.0$
$\approx 60$

$\frac{1.0}{46.0} \times 60.0$
$\approx 1.304348$

**2.2** Déterminer le degré alcoolique du vin qui a permis d'obtenir le vinaigre de vin blanc dont l'étiquette est reproduite en introduction.

**Données utiles** étiquette : vinaigre à 6° ; $\rho(\text{éthanol}) = 0{,}79\ \text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ ; masses molaires (2.1)

**Masse d'acide dans le vinaigre.** Un vinaigre à 6° contient 6 g d'acide éthanoïque dans 100 g, soit environ 100 mL de vinaigre.

**Masse d'éthanol dans le vin.** La transformation se fait à volume constant : ces 100 mL de vinaigre proviennent de 100 mL de vin. Elle est totale : tout l'éthanol du vin a été transformé. D'après 2.1 :

$$m(\text{C}_2\text{H}_6\text{O}) = m(\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2) \times \frac{M(\text{C}_2\text{H}_6\text{O})}{M(\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2)} = 6{,}0 \times \frac{46{,}0}{60{,}0} = 4{,}6\ \text{g}$$

**Volume d'éthanol.** $\rho = \frac{m}{V}$, donc

$$V(\text{C}_2\text{H}_6\text{O}) = \frac{m(\text{C}_2\text{H}_6\text{O})}{\rho} = \frac{4{,}6}{0{,}79} = 5{,}8\ \text{mL}$$

Il y avait 5,8 mL d'éthanol pur dans 100 mL de vin.

Le degré alcoolique du vin était d'environ $5{,}8^\circ$.

À LA CALCULATRICE

rad CALCULS

$\frac{6.0 \times 46.0}{60.0}$
$\approx 4.6$

$\frac{4.6}{0.79}$
$\approx 5.822785$

**PIÈGE**
Confondre les deux degrés : celui du vinaigre est une masse d'acide (g pour 100 g), celui du vin un volume d'éthanol (mL pour 100 mL). La masse volumique 0,79 est celle de l'éthanol, pas celle du vin.

**COMPRENDRE**
L'étiquette indique 6°, avec un seul chiffre significatif : répondre « environ 6° » est accepté. On garde ici deux chiffres, comme pour $\rho$ et pour le résultat de 2.1.

**MÉTHODE**
Question ouverte : annoncer chaque étape (étiquette, acide dans 100 mL, éthanol correspondant, volume, degré) et citer les hypothèses utilisées (transformation totale, volume constant). Une démarche claire rapporte des points même inaboutie.