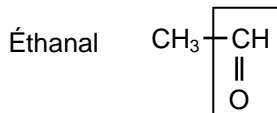
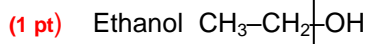


**1. Spectroscopie**

1.1. Formules semi-développées



1.2. Groupe fonctionnel hydroxyle

(1 pt) Famille : alcool

1.3. Groupe fonctionnel carbonyle

Famille : aldéhyde

1.4. Le spectre IR1 montre une bande fine et intense autour de  $1700\text{ cm}^{-1}$  qui caractérise le groupe carbonyle de l'éthanal.

(0,5 pt) Le spectre IR2 montre une bande large et intense autour de  $3300\text{ cm}^{-1}$  qui caractérise le groupe hydroxyle de l'éthanol.

1.5. Sur le document 3, on mesure  $h_1 = 2,3\text{ cm}$ ,  $h_2 = 0,8\text{ cm}$ ,  $h_3 = 1,4\text{ cm}$ .

(0,5 pt)  $\frac{h_1}{h_2} = \frac{2,3}{0,8} = 2,75 \approx 3$

$\frac{h_3}{h_2} = \frac{1,4}{0,8} = 1,75 \approx 2$

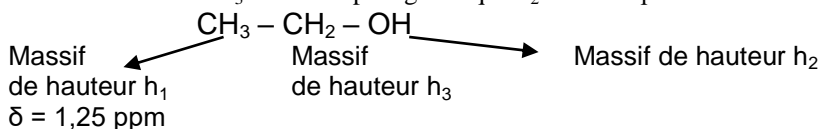
1.6. Utiliser les rapports calculés pour associer aux trois massifs du spectre, les groupes de protons équivalents de l'éthanol.

(0,5 pt) La molécule est  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$ .

La hauteur la plus petite correspond à 1 atome (hauteur  $h_2$ ). Il s'agit du H du groupe  $\text{-OH}$ .

Le massif associé à  $h_1$  est 3 fois plus grand que  $h_2$ . Il correspond donc à 3 atomes. Il s'agit des 3H du groupe  $\text{-CH}_3$ .

Le massif associé à  $h_3$  est 2 fois plus grand que  $h_2$ . Il correspond donc à 2 atomes. Il s'agit des 2H du groupe  $\text{-CH}_2\text{-}$ .



1.7. (0,5 pt) Les 3 atomes d'hydrogène dont le déplacement vaut 1,25 ppm (hauteur relative de la courbe d'intégration = 3) possèdent 2 atomes d'hydrogène voisins, ainsi la règle des (n+1)-uplets = 2+1 = 3 pics permet de comprendre que ce massif est un triplet.

**2. Mécanisme de métabolisation des alcools.**

En France, le taux d'alcool au volant est 0,5 g d'éthanol par litre de sang.

Calculer, dans ce cas, la masse d'éthanal qui se formera dans 1 L de sang.

Données : Masses molaires atomiques :  $M(\text{H}) = 1,0\text{ g.mol}^{-1}$  ;  $M(\text{C}) = 12,0\text{ g.mol}^{-1}$  ;  $M(\text{O}) = 16,0\text{ g.mol}^{-1}$

(1,5 pt) Masses molaires moléculaires :  $M(\text{NADH}) = 663,42\text{ g.mol}^{-1}$

$n_{\text{éthanol}} = \frac{m_{\text{éthanol}}}{M_{\text{éthanol}}}$  avec  $M_{\text{éthanol}} = M_{\text{C}_2\text{H}_6\text{O}} = 12*2 + 6*1 + 16 = 46\text{ g.mol}^{-1}$  donc  $n_{\text{éthanol}} = \frac{0,5}{46} = 1,1.10^{-2}\text{ mol}$

On suppose que tout l'éthanol est transformé par l'oxydant  $\text{NAD}^+$ . L'éthanol est le réactif limitant.

La réaction étant totale, il se formera  $1,1.10^{-2}\text{ mol}$  d'éthanal soit  $m_{\text{éthanal}} = n_{\text{éthanal}}.M_{\text{éthanal}}$  avec

$M_{\text{éthanal}} = M_{\text{C}_2\text{H}_4\text{O}} = 12*2 + 4*1 + 16 = 44\text{ g.mol}^{-1}$  soit  $m_{\text{éthanal}} = 1,1.10^{-2} * 44 = \underline{0,48\text{ g d'éthanal}}$ .

**3. Contrôle de qualité d'un vin : dosage par spectrophotométrie de l'éthanol.**

3.1. (0,5 pt) D'après la loi de Beer-Lambert  $A_e = k.C_m$ , donc  $C_m = \frac{A}{k}$  avec  $k = 1,6 \times 10^{-3}\text{ L.mg}^{-1}$

$C_m = \frac{0,15}{1,6 * 10^{-3}} = \underline{94\text{ mg.L}^{-1}} = \underline{9,4 \times 10^{-2}\text{ g.L}^{-1}}$  dans l'échantillon dosé par spectrophotométrie.

**3.2.1. Concentration massique  $C_s$  en éthanol dans la solution S :**

(0,5 pt) Pour préparer l'échantillon, on a procédé à une dilution de la solution S.

Solution mère : Solution S :  $C_s = ?$  ;  $V_s = 1\text{ mL}$  prélevé - Solution fille : échantillon  $C_m = 9,4 \times 10^{-2}\text{ g.L}^{-1}$  ;  $V_m = 100\text{ mL}$

Au cours de la dilution, la masse d'éthanol se conserve donc  $C_c.V_s = C_m.V_m$ , soit  $C_s = \frac{C_m.V_m}{V_s}$ . A.N. :  $C_s = \frac{9,4.10^{-2} * 100}{1}$  soit

$C_s = 100 * c_m = 100 * 9,4 \times 10^{-2} = \underline{9,4\text{ g.L}^{-1}}$  d'éthanol dans la solution S.

**3.2.2. Concentration massique  $C_v$  en éthanol dans le vin :**

(0,5 pt) Pour préparer la solution S, on a procédé à une dilution du vin.

Solution mère : Vin ;  $C_v = ?$

Solution fille : Solution S :  $C_s = 9,4\text{ g.L}^{-1}$  ;  $V'_s = 100\text{ mL}$

Au cours de la dilution, la masse d'éthanol se conserve donc  $C_v.V_v = C_s.V'_s$ , soit  $C_v = \frac{C_s.V'_s}{V_v}$  soit  $C_v = \frac{9,4 * 100}{10} = 94\text{ g.L}^{-1}$  dans le vin.

$C_v = 10 \times C_s = 10 \times 9,4 = \underline{94\text{ g.L}^{-1}}$  d'éthanol dans le vin.

**3.3. Titre alcoométrique**

(1 pt) Le titre alcoométrique est égal au nombre de litres d'éthanol contenus dans 100 litres de vin.

1 L de vin contient 9,4 g d'éthanol.

Donc 100 L de vin contiennent une masse égale à  $m = 100.C_v = 100 \times 94 = 9400\text{ g}$  d'éthanol. Or  $m = \mu.V$

Donc  $V = \frac{m}{\mu}$  A.N. :  $V = \frac{9400\text{ g}}{0,78\text{ g.mL}^{-1}} = 1,2 \times 10^4\text{ mL} = 12\text{ L}$  d'éthanol dans 100 litres de vin.

Le titre alcoométrique est de  $12^\circ$ .

**3.4. Ce vin est-il conforme à la santé publique ?**

(0,5 pt) Ce vin titre moins de  $18^\circ$ , il est conforme au code de la santé publique.

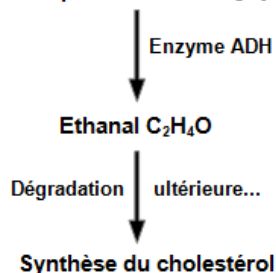
## Sujet. EXERCICE II : CHIMIE (8,5 points)

### Document 1

On trouve dans un document publié par l'Institut suisse de prévention de l'alcoolisme (ISPA) les informations suivantes :

Quand une personne consomme de l'alcool, celui-ci commence immédiatement à passer dans le sang. Plus le passage de l'alcool dans le sang est rapide, plus le taux d'alcool dans le sang augmentera rapidement, et plus vite on sera ivre. L'alcool est éliminé en majeure partie par le foie. Dans le foie, l'alcool est éliminé en deux étapes grâce à des enzymes. Dans un premier temps, l'alcool est transformé en éthanal par l'enzyme alcool déshydrogénase (ADH). L'éthanal est une substance très toxique, qui provoque des dégâts dans l'ensemble de l'organisme. Il attaque les membranes cellulaires et cause des dommages indirects en inhibant le système des enzymes. Dans un deuxième temps, l'éthanal est métabolisé par l'enzyme acétaldéhyde déshydrogénase (ALDH).

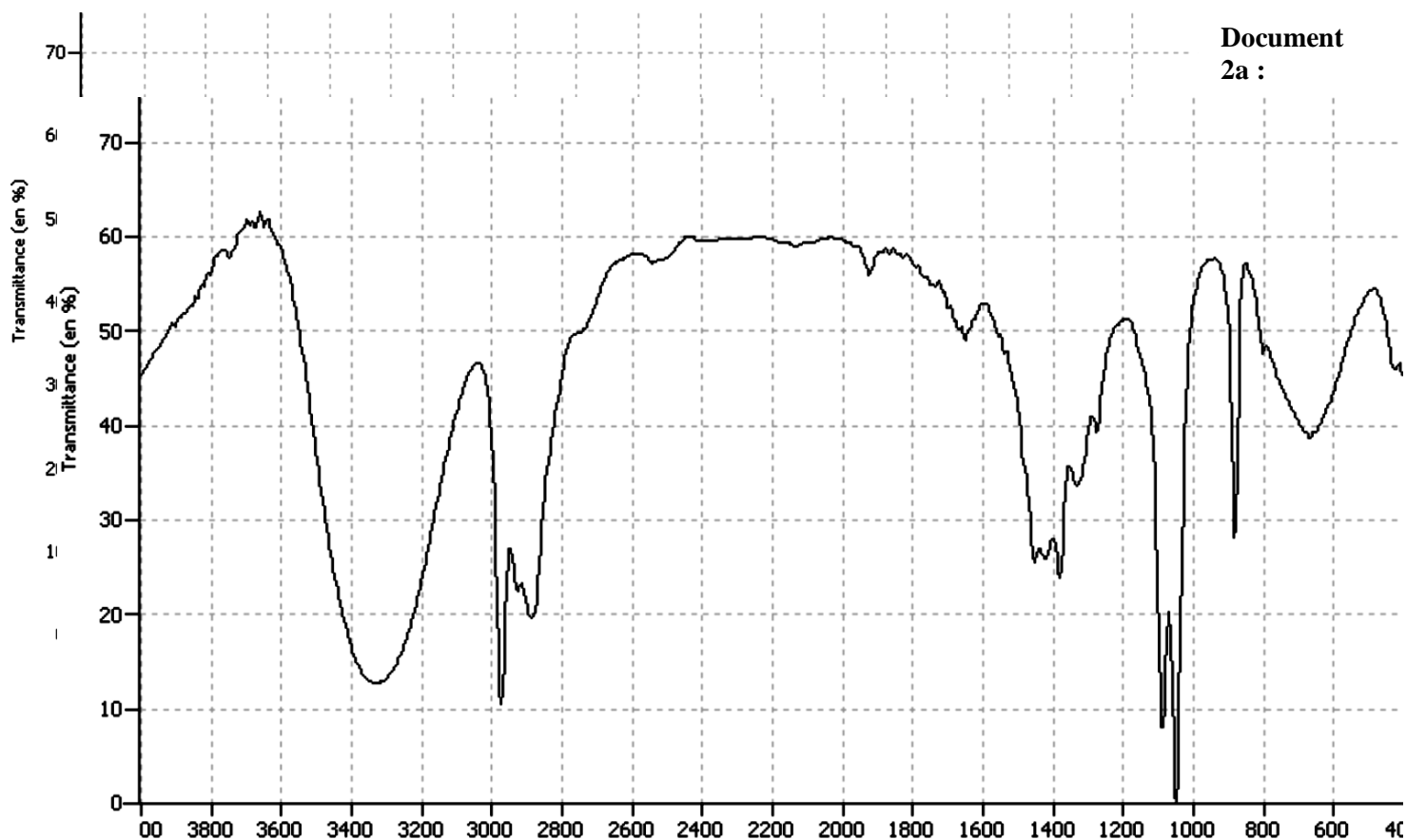
Alcool pur : Ethanol :  $C_2H_6O$



[www.sfa-ispa.ch](http://www.sfa-ispa.ch)

### 1. Spectroscopie

On se propose d'étudier la structure et les fonctions organiques de ces molécules par spectroscopie.



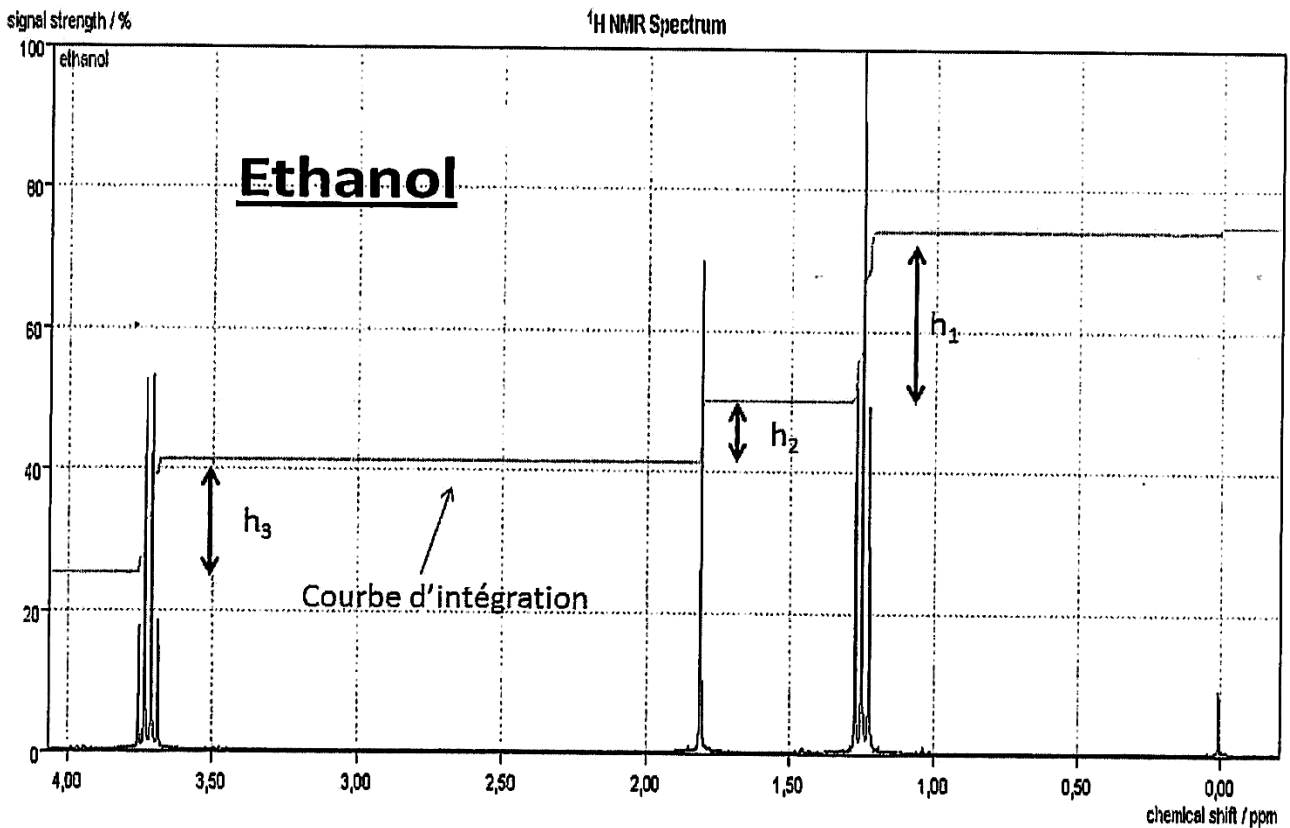
Spectroscopie Infrarouge en phase liquide. Spectre IR1 <http://www.sciences-edu.net>

<http://www.sciences-edu.net>

Document 2b : Spectroscopie Infrarouge en phase liquide. Spectre IR2

Liaison	C - C	C - O	C = O (carbonyle)	C - H	O - H
Nombre d'onde ( $cm^{-1}$ )	1000-1250	1050-1450	1650-1740	2800-3000	3200-3700

Document 2c : Table de données pour la spectroscopie IR

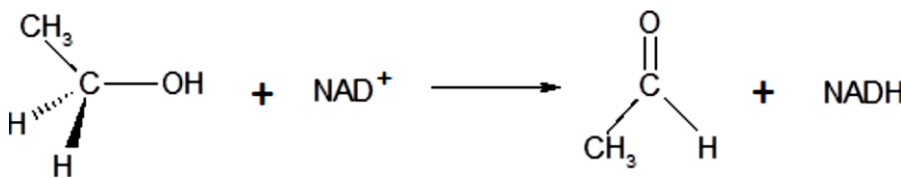


Document 3 : Spectre de RMN de l'éthanol

- 1.1. Le document 1 évoque les molécules d'éthanol et d'éthanal : représenter en formule semi-développée ces deux molécules et encadrer leurs fonctions caractéristiques.
- 1.2. Quel est le nom du groupe fonctionnel porté par l'éthanol ? À quelle famille appartient cette molécule ?
- 1.3. Quel est le nom du groupe fonctionnel porté par l'éthanal ? À quelle famille appartient cette molécule ?
- 1.4. En utilisant les données spectroscopiques du document 2, associer chaque spectre infrarouge (IR) à la molécule correspondante en justifiant.
- 1.5. Le document 3 présente le spectre RMN de l'éthanol. En utilisant la courbe d'intégration, calculer les rapports  $h_1/h_2$  et  $h_3/h_2$ .
- 1.6. Utiliser les rapports calculés pour associer aux trois massifs du spectre, les groupes de protons équivalents de l'éthanol.
- 1.7. Le massif de pics situé au déplacement chimique 1,25 ppm se présente sous la forme d'un triplet. En utilisant la règle des (n+1)-uplets, justifier cette multiplicité en évoquant le nombre d'atomes d'hydrogène voisins.

## 2. Mécanisme de métabolisation des alcools.

La métabolisation des alcools implique leur oxydation en composés carbonylés. Dans les systèmes biologiques, l'éthanol est transformé en éthanal grâce à un oxydant noté  $\text{NAD}^+$ . La réaction est catalysée par une enzyme appelée alcool-déshydrogénase.



D'après  
C. Vollhardt, N.  
Schore

En France, le taux d'alcool au volant est 0,5 g d'éthanol par litre de sang.

Calculer, dans ce cas, la masse d'éthanal qui se formera dans 1 L de sang.

Données : Masses molaires atomiques :  $M(\text{H}) = 1,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$  ;  $M(\text{C}) = 12,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$  ;  $M(\text{O}) = 16,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

Masses molaires moléculaires :  $M(\text{NADH}) = 663,42 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

## 3. Contrôle de qualité d'un vin : dosage par spectrophotométrie de l'éthanol.

On peut lire dans *le code de la santé publique* depuis juin 2000 : catégorie *Vins doux* : vins, apéritifs à base de vin ne titrant pas plus de 18 degrés.

On se propose de vérifier en laboratoire si un vin obéit à cette législation.

*Définition* : Le titre alcoométrique, exprimé en degré, est égal au nombre de litres d'éthanol contenus dans 100 litres de vin.

*Données* :  $M(\text{éthanol}) = 46,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$  ;  $\mu(\text{éthanol}) = 0,78 \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$

Afin de procéder au contrôle, on réalise le titrage par spectrophotométrie du vin en suivant le protocole suivant :

**Première étape** : On recueille l'éthanol du vin par distillation.

**Deuxième étape** : L'éthanol est oxydé par la  $\text{NAD}^+$  dans une réaction catalysée par une enzyme spécifique similaire à celle évoquée dans la partie II. La réaction produit de la nicotinamide-adenine-dinucléotide réduite (NADH) en quantité de matière égale à celle de l'éthanol dosé selon l'équation :  $\text{Ethanol} + \text{NAD}^+ \longrightarrow \text{Ethanal} + \text{NADH} + \text{H}^+$

**Troisième étape :** La NADH absorbant dans le domaine UV, on mesure son absorbance par spectrophotométrie.

L'étalonnage du spectrophotomètre avec différentes solutions d'éthanol permet de vérifier la loi de Beer-Lambert :  $A = k.C_m$  avec  $k = 1,6 \times 10^{-3} \text{ L.mg}^{-1}$  et  $C_m$  la concentration massique d'éthanol dans l'échantillon.

**Réalisation de la mesure :** On distille 10 mL de vin ; le distillat est ensuite ajusté à 100 mL avec de l'eau distillée pour obtenir une solution appelée *S*.

On prépare l'échantillon à doser par spectrophotométrie en introduisant dans une fiole jaugée de 100 mL :

- 1 mL de solution *S*,

- le catalyseur,

-  $\text{NAD}^+$  en excès,

On complète avec de l'eau distillée.

L'absorbance mesurée pour cet échantillon vaut :  $A_e = 0,15$ .

- 3.1. Déterminer à partir de l'absorbance mesurée  $A_e$ , la concentration massique  $C_m$  en éthanol de l'échantillon étudié.
- 3.2. En tenant compte des deux dilutions successives, calculer les concentrations massiques en éthanol suivantes :
  - 3.2.1.  $C_S$  dans la solution *S*.
  - 3.2.2.  $C_V$  dans le vin.
- 3.3. Quelle est la valeur du titre alcoométrique exprimé en degrés du vin ?
- 3.4. Ce vin est-il conforme au code de la santé publique ?