

1. À propos du texte (document 1)

- 1.1. Déterminer la valeur de la concentration molaire en ions oxonium H_3O^+ d'un vin dont le pH est égal à 3,0.
- 1.2. Calculer la concentration molaire de l'acide éthanoïque pour que le goût aigre soit perçu.

$$[H_3O^+_{(aq)}] = 10^{-pH}$$

$$[H_3O^+_{(aq)}] = 10^{-3,0} = \mathbf{1,0 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}}.$$

Le goût aigre de l'acide éthanoïque est perçu lorsque sa concentration est supérieure à 0,6 g.L-1. D'après « Chimie dans la maison » - Cultures et Techniques

Document 2 : données

Masse molaire de l'acide éthanoïque (CH3COOH) : M = 60 g.mol-1

L'acide éthanoïque doit avoir une concentration massique supérieure à t = 0,6 g.L⁻¹ pour que le goût aigre soit perçu.

Sa concentration molaire c sera égale à : $c = \frac{t}{M} = \frac{0,6}{60} = \mathbf{1 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}}$

2. Réaction de l'acide éthanoïque avec l'eau

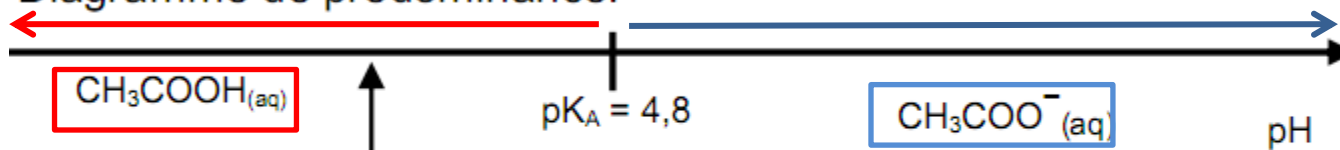
On dispose d'un volume $V = 50 \text{ mL}$ d'une solution S d'acide éthanoïque de concentration molaire en soluté apporté $C = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ et de $\text{pH} = 3,4$.

2.1. Écrire l'équation de la réaction de l'acide éthanoïque avec l'eau.



2.2. Tracer le diagramme de prédominance sur un axe gradué en pH du couple $\text{CH}_3\text{COOH} / \text{CH}_3\text{COO}^-$ et en déduire l'espèce prédominante dans la solution S .

Diagramme de prédominance:

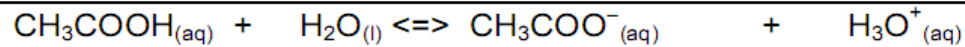


Pour un pH de $3,4$ l'espèce qui prédomine dans la solution S est l'**acide éthanoïque**.

2.3. Remplir le tableau d'avancement placé en annexe 1, en utilisant les expressions littérales de l'énoncé.

$\text{CH}_3\text{COOH}_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^-_{(\text{aq})} + \text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$			
C.V	solvant	0	0
C.V - xf		xf	xf
C.V - xmax = 0		xmax	xmax

2.4. Exprimer l'avancement final x_f en fonction du pH et de V. Calculer sa valeur.



C.V	solvant	0	0
C.V - x_f		x_f	x_f
C.V - $x_{\max} = 0$		x_{\max}	x_{\max}

$$[\text{H}_3\text{O}^+_{(aq)}]_f = 10^{-\text{pH}}$$

$$x_f = [\text{H}_3\text{O}^+_{(aq)}]_f \cdot V$$

$$x_f = 10^{-3,4} \times 50 \times 10^{-3} = 2,0 \times 10^{-5} \text{ mol}$$

2.5. Déterminer l'avancement maximal x_{\max} en fonction de C et V. Calculer sa valeur.

L'eau étant en excès, si la transformation est totale l'acide sera totalement consommé, on aura

$$C.V - x_{\max} = 0 \quad \text{donc} \quad x_{\max} = C.V = 1,0 \times 10^{-2} \times 50 \cdot 10^{-3} = 5,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

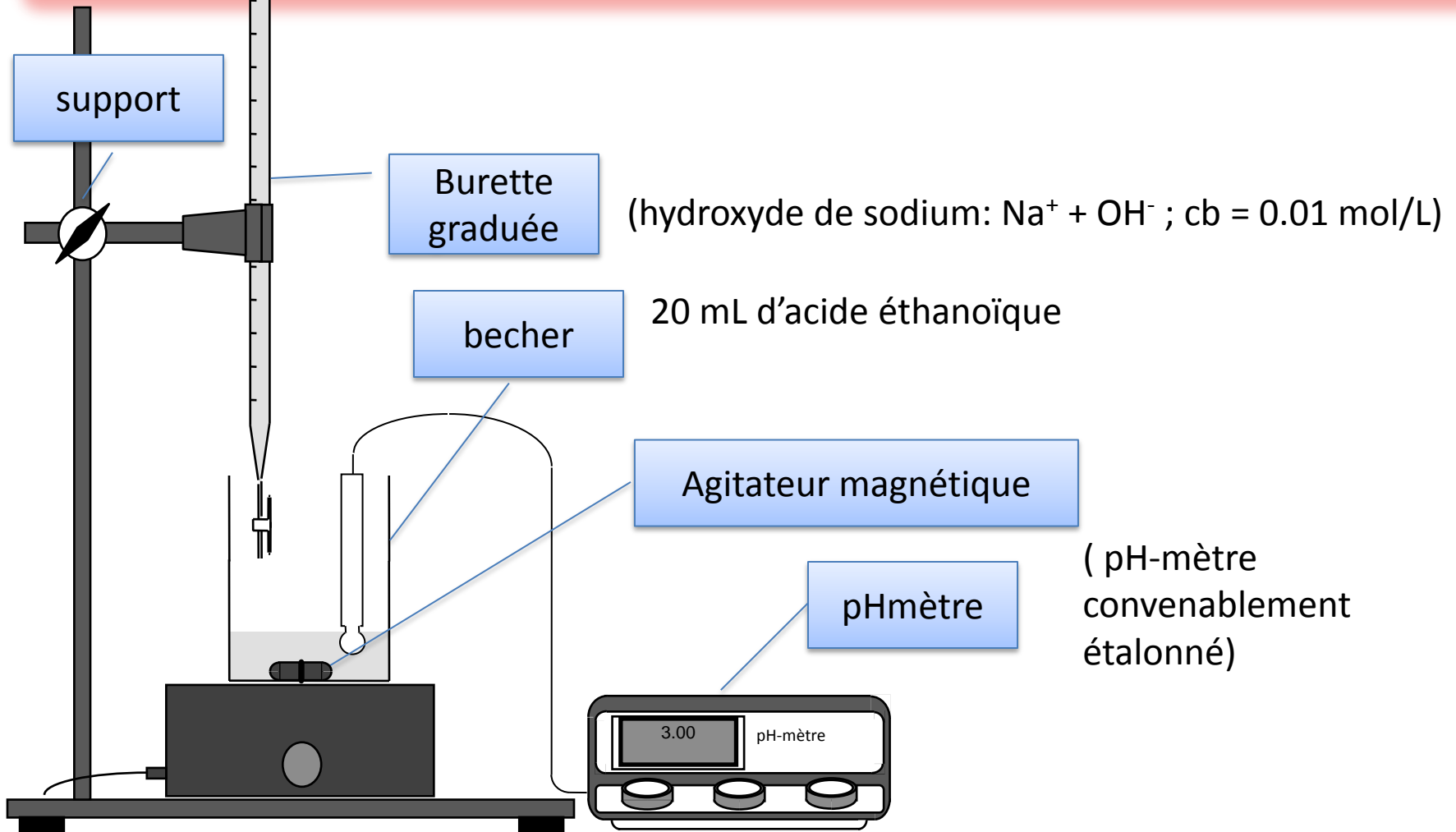
2.6. Cetter réaction est-elle totale ? Justifier.

$x_f < x_{\max}$ reaction non totale

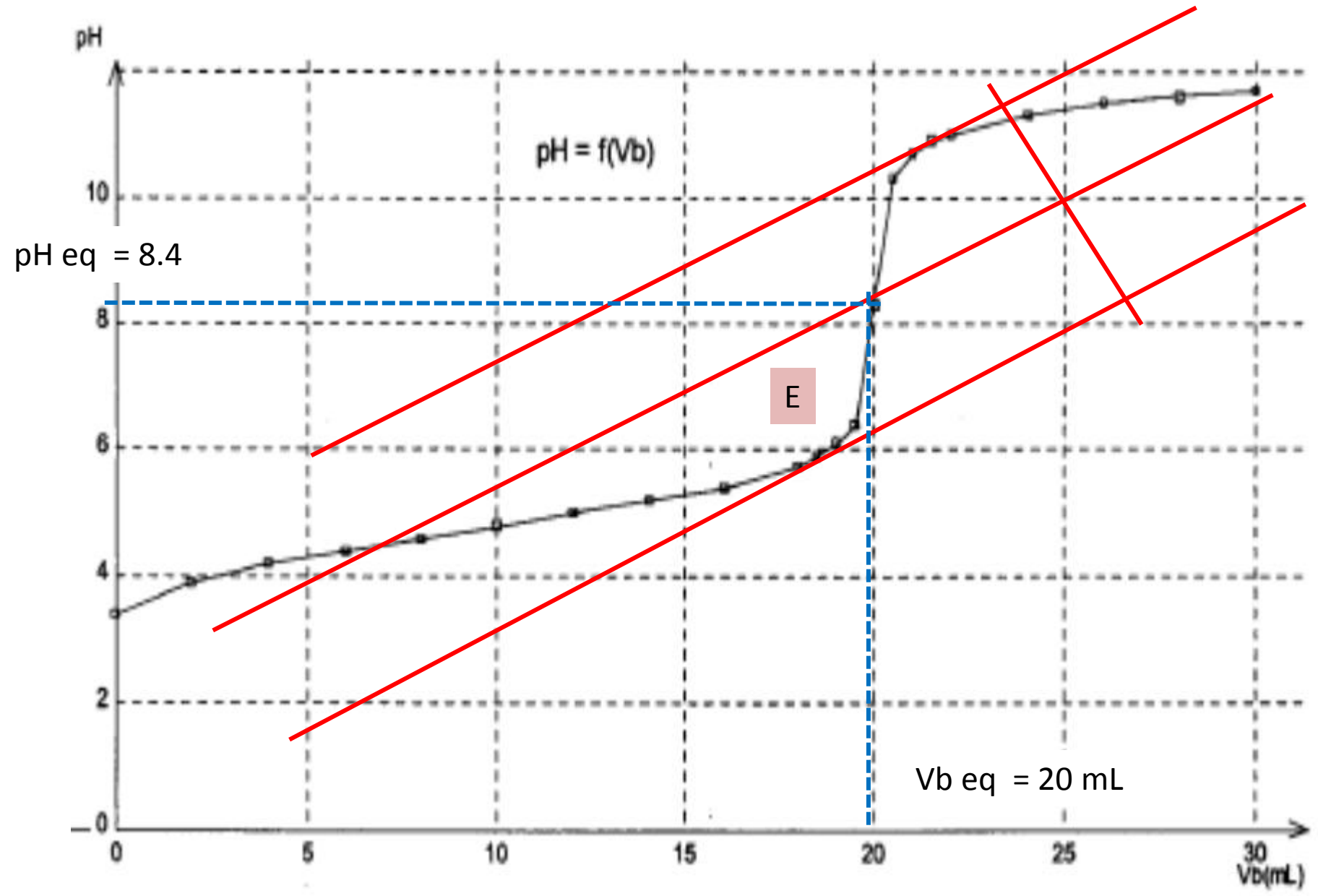
3. Titrage de l'acide éthanóique par une solution d'hydroxyde de sodium (document 3)

3.1. Faire un schéma légendé du dispositif expérimental utilisé pour effectuer ce titrage.

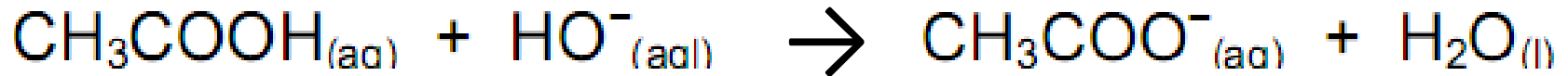
Avec la solution d'hydroxyde de sodium ainsi préparée, on procède au titrage de $V_a = 20,0$ mL de solution d'acide éthanóique. Les valeurs du pH, en fonction du volume V_b de solution d'hydroxyde de sodium versée, sont données dans le tableau suivant :



3.4. Déterminer, graphiquement, sur la courbe donnée en annexe 2 à rendre avec la copie, les coordonnées du point d'équivalence.



3.2. Écrire l'équation de la réaction du titrage qui s'effectue entre la solution d'acide éthanoïque et la solution d'hydroxyde de sodium.



3.3. Définir l'équivalence du titrage.

A l'équivalence, les réactifs sont entièrement consommés

3.5. Déterminer la concentration molaire c_a de la solution d'acide éthanoïque étudiée. On pourra s'aider d'un tableau d'avancement.

À l'équivalence d'après l'équation chimique

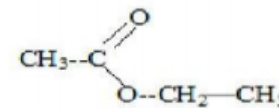
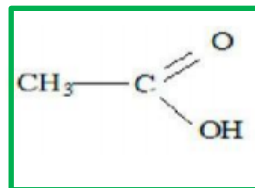
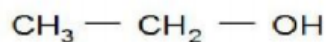
$$n(\text{acide}) = n(\text{HO}^- \text{ versée})$$

$$C_a \cdot V_a = C_b \cdot V_{bE}$$

$$C_a = \frac{C_b \cdot V_{bE}}{V_a} = \frac{1,0 \times 10^{-2} \times 20,0}{20,0} = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

4. Identification des quelques composés chimiques par RMN et IR

Voici, respectivement, les formules semi-développées de l'éthanol, de l'acide éthanoïque et de l'éthanoate d'éthyle.



- 4.1. A quelle famille appartient chacun de ces composés ?
- 4.2. Recopier sur votre copie chaque molécule puis entourer sur la formule semi-développée le groupe fonctionnel en donnant son nom.

ACIDE CARBOXYLIQUE (-COOH groupe carboxyle)

ALCOOL (-OH groupe hydroxyle)

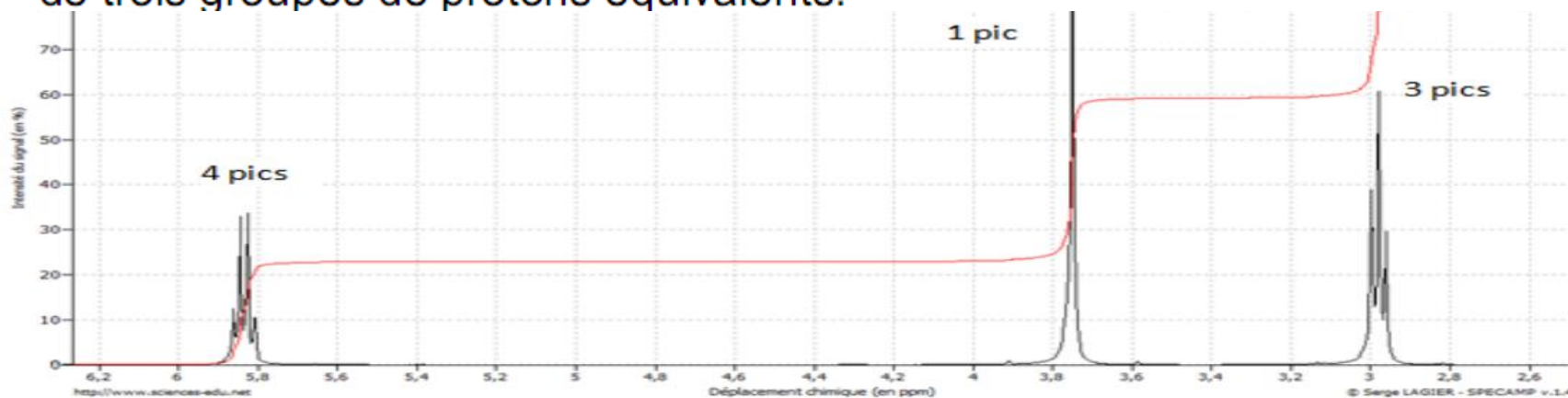
ESTER(-COO- groupe ESTER)

Le spectre RMN d'une de ces trois molécules vous est présenté **document 6**

- 4.3. De combien de groupes de protons équivalents la molécule est-elle composée ?

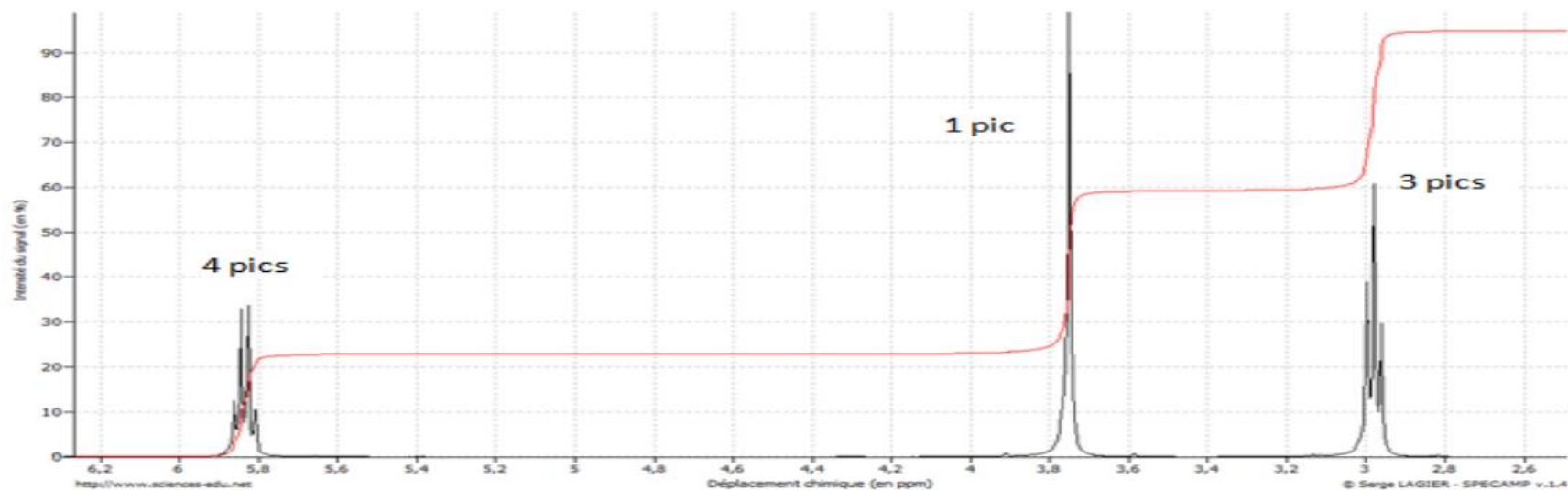
Document 6 : spectre RMN

On observe trois signaux dans le spectre RMN donc la molécule est composée de trois groupes de protons équivalents.

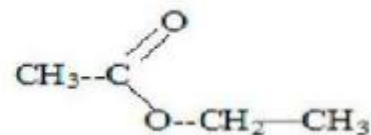
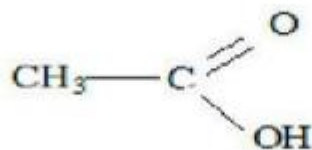
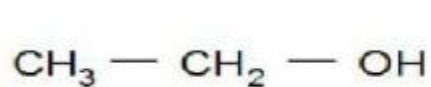


4.4. A quelle molécule précédente ce spectre RMN peut-il correspondre ? Justifier votre réponse.

Document 6 : spectre RMN



4 pics soit 3 protons voisins ; 1 pic soit 0 proton voisin, 3 pics soit 2 protons voisins : il s'agit de l'ester.



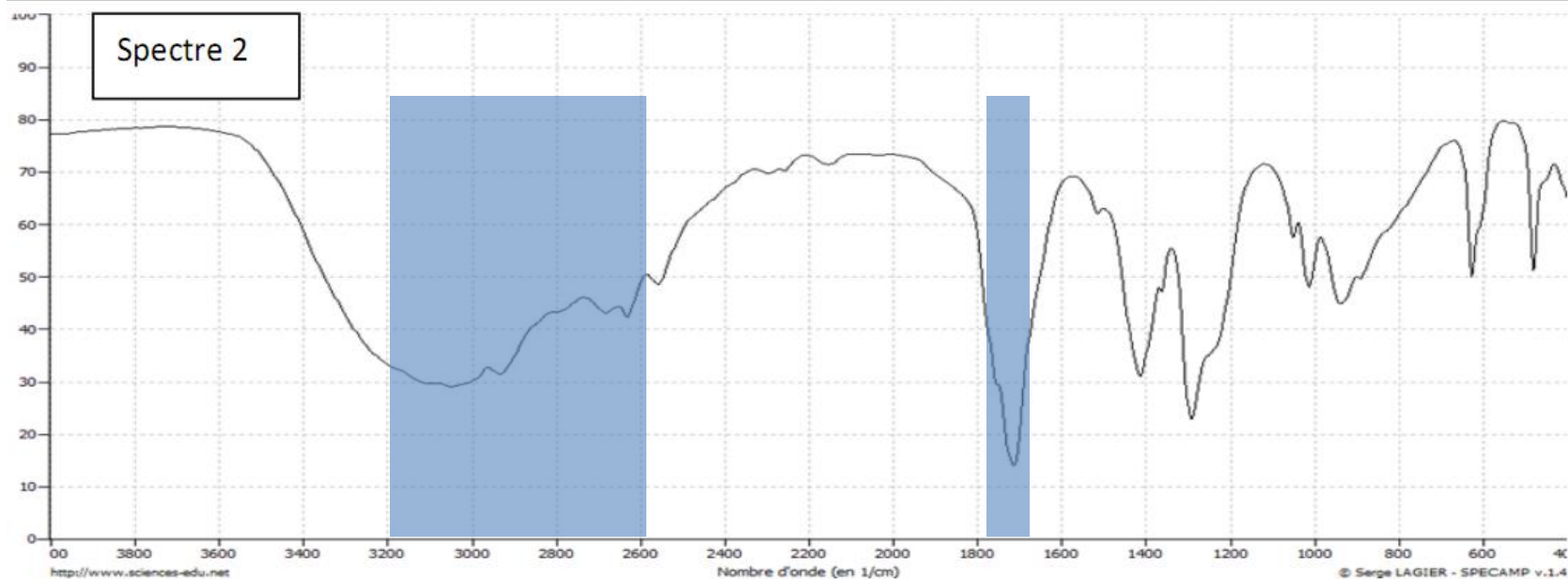
On réalise des spectres infrarouges : l'un concerne l'éthanol, l'autre l'acide éthanoïque et le dernier l'éthanoate d'éthyle. (**document 5**)

4.5. Lequel concerne l'acide éthanoïque. Justifier. On utilisera les données propres aux spectres IR.

Le deuxième spectre est celui de l'acide éthanoïque. En effet, il fait apparaître des bandes d'absorption entre 2500 et 3200 cm^{-1} pour la liaison OH des acides carboxyliques et entre 1680 et 1710 cm^{-1} pour la liaison C=O.

Liaison	σ (cm^{-1})	Intensité
$-\text{O}-\text{H}$ libre	3 580 à 3 650	F ; fine
$-\text{O}-\text{H}$ lié	3 200 à 3 400	F ; large
N - H	3 100 à 3 500	M
$\text{C}_{\text{al}}-\text{H}$ alcène	3 000 à 3 100	M
$-\text{C}_{\text{tét}}-\text{H}$	2 800 à 3 000	F
$\text{C}_{\text{ar}}-\text{H}$ arène	2 750 à 2 900	M
$-\text{O}-\text{H}$ acide carboxylique	2 500 à 3200	F ; large

Liaison	σ (cm^{-1})	Intensité
$\text{C}=\text{O}$ ester	1 700 à 1 740	F
$\text{C}=\text{O}$ cétone	1 650 à 1 750	F
$\text{C}=\text{O}$ acide	1 680 à 1 710	F
$\text{C}=\text{C}$	1 625 à 1 685	M
$-\text{C}_{\text{tét}}-\text{H}$	1 415 à 1 470	F
$\text{C}_{\text{tét}}-\text{O}$	1 050 à 1 450	F
$\text{C}_{\text{tét}}-\text{C}_{\text{tét}}$	1 000 à 1 250	F



5. Utilisation d'un éthylomètre à infrarouge (document 4 et 5)

5.1 Déterminer les nombres d'ondes σ_1 et σ_2 (en cm^{-1}) correspondant respectivement à $\lambda_1 = 3,39 \mu\text{m}$ et $\lambda_2 = 3,48 \mu\text{m}$

On détermine des nombres d'onde : $\sigma_1 = 1/\lambda_1 = 1/(3,39 \cdot 10^{-4}) = 2,95 \cdot 10^3 \text{cm}^{-1}$
De même, $\sigma_2 = 1/\lambda_2 = 1/(3,48 \cdot 10^{-4}) = 2,87 \cdot 10^3 \text{cm}^{-1}$

5.2 En déduire à quelle(s) bande(s) d'absorption du spectre infrarouge correspondent ces nombres d'ondes.

Ces nombres d'onde correspondent aux bandes d'absorption relatives à la liaison O-H de l'acide carboxylique et à la liaison Ctét - H ou Ctri-H aldéhyde ou O - H acide carboxylique.

Liaison	σ (cm^{-1})	Intensité
-O-H libre	3 580 à 3 650	F ; fine
-O-H lié	3 200 à 3 400	F ; large
N - H	3 100 à 3 500	M
$\text{>C}_{\text{tri}}\text{-H}$ alcène	3 000 à 3 100	M
$\text{-C}_{\text{tét}}\text{-H}$	2 800 à 3 000	F
$\text{>C}_{\text{tri}}\text{-H}$ aldéhyde	2 750 à 2 900	M
-O-H acide carboxylique	2 500 à 3200	F ; large

Liaison	σ (cm^{-1})	Intensité
>C=O ester	1 700 à 1 740	F
>C=O aldéhyde ; cétone	1 650 à 1 750	F
>C=O acide	1 680 à 1 710	F
>C=C<	1 625 à 1 685	M
$\text{-C}_{\text{tét}}\text{-H}$	1 415 à 1 470	F
$\text{C}_{\text{tét}} - \text{O}$	1 050 à 1 450	F
$\text{C}_{\text{tét}} - \text{C}_{\text{tét}}$	1 000 à 1 250	F

Le nombre d'onde correspondant à $\lambda_3 = 9,46 \mu\text{m}$ est $\lambda_3 = 1057 \text{ cm}^{-1}$

5.3 A quelle liaison cela correspond-il ?

5.4 La présence de la molécule d'éthanoate d'éthyle dans l'air fausse-t-elle les mesures ? Justifier.

Le nombre d'onde λ_3 correspond à la liaison Ctét – O ou Ctét - Ctét .

Liaison	$\sigma \text{ (cm}^{-1}\text{)}$	Intensité
$-\text{O}-\text{H}$ libre	3 580 à 3 650	F ; fine
$-\text{O}-\text{H}$ lié	3 200 à 3 400	F ; large
N - H	3 100 à 3 500	M
$\text{>C}_{\text{tr}}-\text{H}$ alcène	3 000 à 3 100	M
$-\text{C}_{\text{tét}}-\text{H}$	2 800 à 3 000	F
$\text{>C}_{\text{tr}}-\text{H}$ aldéhyde	2 750 à 2 900	M
$-\text{O}-\text{H}$ acide carboxylique	2 500 à 3200	F ; large

Liaison	$\sigma \text{ (cm}^{-1}\text{)}$	Intensité
$\text{>C}=\text{O}$ ester	1 700 à 1 740	F
$\text{>C}=\text{O}$ aldéhyde ; cétone	1 650 à 1 750	F
$\text{>C}=\text{O}$ acide	1 680 à 1 710	F
$\text{>C}=\text{C}<$	1 625 à 1 685	M
$-\text{C}_{\text{tét}}-\text{H}$	1 415 à 1 470	F
Ctét - O	1 050 à 1 450	F
Ctét - Ctét	1 000 à 1 250	F

.L'éthanoate d'éthyle peut fausser les mesures à la longueur d'onde λ_3 car cette molécule possède une liaison Ctét – O.

