

**CAPEXOS**

## Chapitre B1

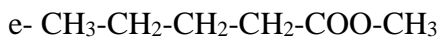
1- Entourer les groupes caractéristiques des molécules suivantes. Nommer la fonction correspondante.



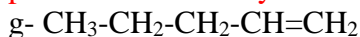
pentane



butan-1-amine



pentanoate de méthyle



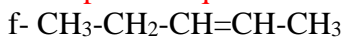
pent-1-ène



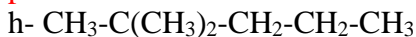
pentan-1-ol



acide pentanoïque



pent-2-ène



2,2-diméthylpentane

2- Entourer les groupes caractéristiques des molécules suivante. Nommer la fonction correspondante.

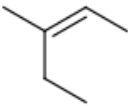
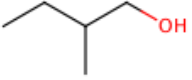
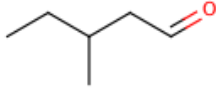
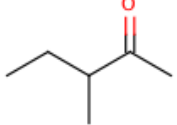
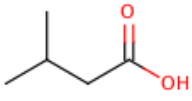
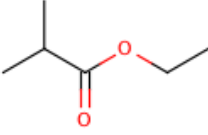
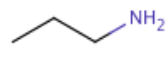
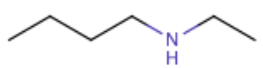
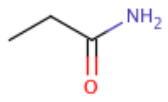
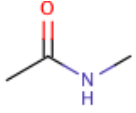
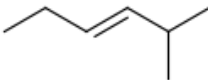
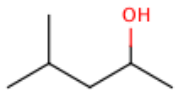
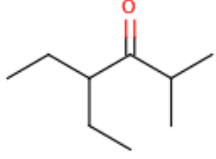
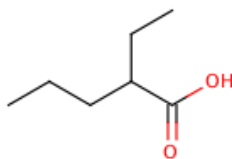
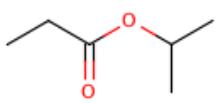
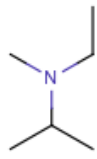
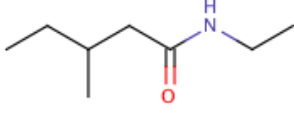
a- 2-méthylbut-2-ène	b- 5-méthylhexan-2-ol	c- pentan-2-amine	d- 4-éthylhexan-2-one
e- butanal	f- N-éthylbutan-2-amine	g- 2-méthylbutanoate d'éthyle	h- N,2-diméthylbutanamide

3- Entourer les groupes caractéristiques des molécules suivante. Nommer la fonction correspondante.

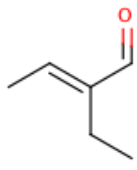
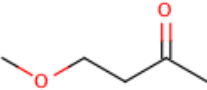
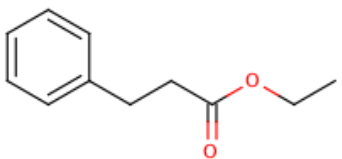
4- Nommer les molécules

a- (E)-4-méthylpent-2-ène	b- 3-méthylpentanal	c- 2,3-diméthylpentan-2-ol	d- 5-éthyl-2,4-diméthylheptan-3-one	e- acide 2-éthylpentanoïque
f- 2-méthylbutanoate d'éthyle	g- N-éthyl-N-méthylbutan-1-amine	h- N-méthylpentan-2-amine	i- N-méthyl-3-méthylhexanamide	j- cyclopentan-ol

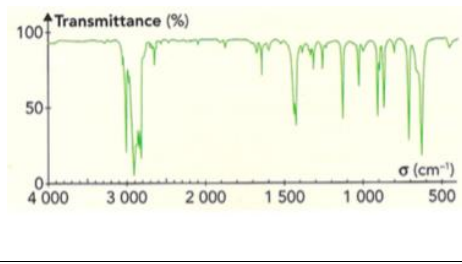
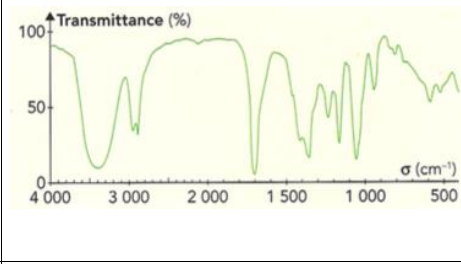
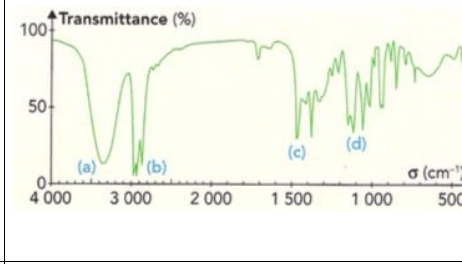
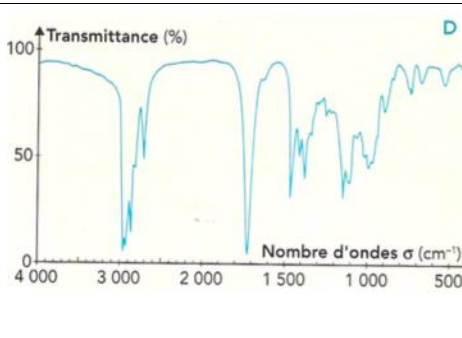
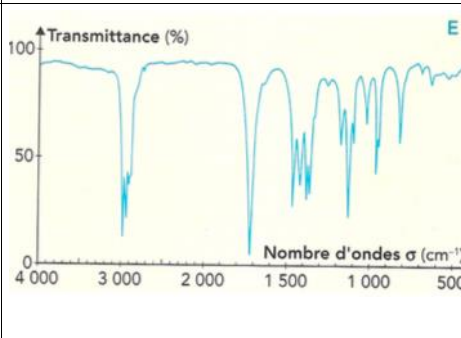
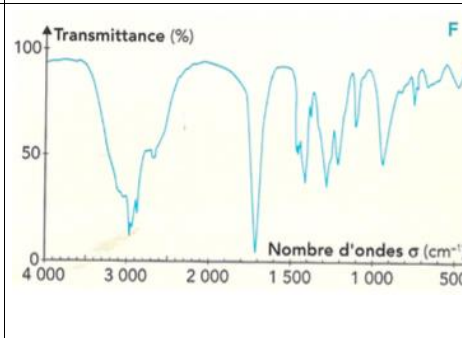
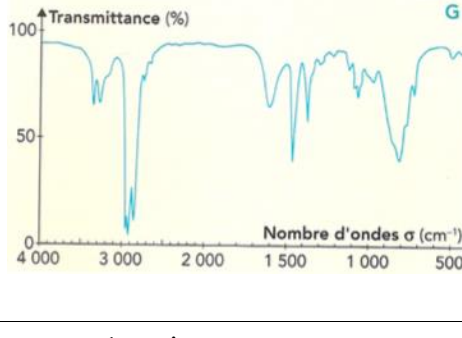
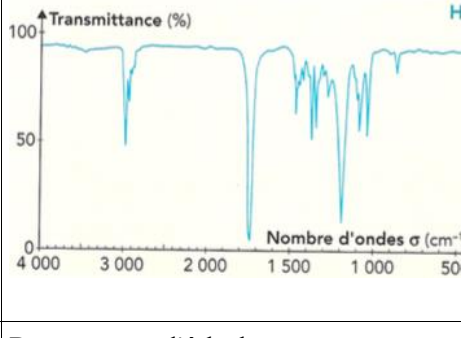
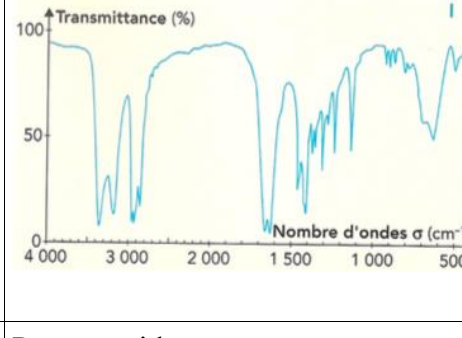
5- Ecrire la formule semi-développée et topologique des composés suivants :

			
a- (Z)-3-méthylpent-2-ène	b- 2-méthylbutan-1-ol	c- 3-méthylpentanal	d- 3-méthylpentan-2-one ;
			
e-acide méthylbutanoïque	f- 2-méthylpropanoate d'éthyle	g- propan-1-amine	h- N-éthylbutan-1-amine
			
i- propanamide	j- N-méthyl-éthanamide	k- (E)-2-méthylhex-3-ène	l- 4-méthylpentan-2-ol
			
m- 4-éthyl-2-méthylhexan-3-one	n- acide éthylpentanoïque	o- propanoate de méthyléthyle	p- N-éthyl-N-méthylpropan-2-amine
			
q- N-éthyl-3-méthylpentanamide			

6- Pour les molécules suivantes, identifier les liaisons observées en IR.

		
2 bandes intenses à $1689\text{cm}^{-1}$ (bande C=O) et $1646\text{cm}^{-1}$ (bande C=C)	1 bande intense à $1716\text{cm}^{-1}$ (bande C=O)	1 bande intense à $1736\text{cm}^{-1}$ (bande C=O)

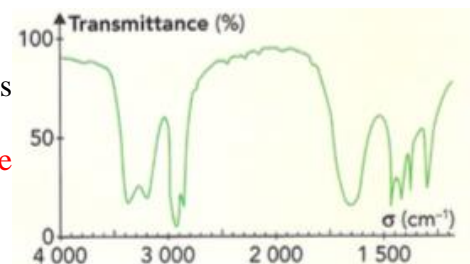
7- On considère plusieurs molécules dont on donne la formule semi-développée. Pour chacune d'entre elles, identifier les bandes d'absorption et les associer à une liaison de la molécule.

		
hex-1-ène $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ bande fine à $1650\text{cm}^{-1}$ : C=C bande fine à $3100\text{cm}^{-1}$ : C-H	1-hydroxybutanone $\text{HO}-\text{CH}_2-\text{C}(=\text{O})-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ bande large à $3400\text{cm}^{-1}$ : O-H bande fine à $1700\text{cm}^{-1}$ : C=O	hexan-2-ol $\text{CH}_3-\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ bande large à $3400\text{cm}^{-1}$ : O-H
		
Pentanal $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{O}$ bande fine à $1720\text{cm}^{-1}$ : C=O	pentan-3-one $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{C}(=\text{O})-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ bande fine à $1720\text{cm}^{-1}$ : C=O	acide pentanoïque $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COOH}$ bande fine à $1720\text{cm}^{-1}$ : C=O bande large à $3100\text{cm}^{-1}$ : O-H
		
pentan-1-amine $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NH}_2$ double bande à $3300\text{cm}^{-1}$ : N-H	Propanoate d'éthyle $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ bande fine à $1750\text{cm}^{-1}$ : C=O	Pentanamide $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C}(=\text{O})-\text{NH}_2$ double bande fine à $1650\text{cm}^{-1}$ : C=O double bande large à $3400\text{cm}^{-1}$ : N-H

8- Le spectre ci-contre correspond à la formule brute  $\text{C}_3\text{H}_7\text{NO}$ . Déterminer les groupes caractéristiques et proposer une structure à la molécule.

D'après le spectre, on trouve une bande double, large à  $3300\text{cm}^{-1}$  ( $\text{NH}_2$ ), une bande large à  $1800\text{cm}^{-1}$  ( $\text{C}=\text{O}$ ). On peut donc proposer :

$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{C}(=\text{O})-\text{NH}_2$  ou  $\text{O}=\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NH}_2$   
ou  $\text{O}=\text{C}-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{CH}_3$



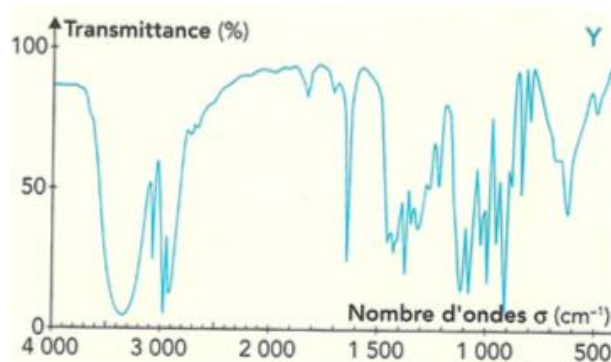
9- a- On donne le spectre ci-contre. Déterminer les pics d'absorption caractéristiques et leur associer des liaisons en utilisant les tables IR.

On observe les pics suivants :

large à  $3300\text{cm}^{-1}$  → OH

fin à  $1650\text{cm}^{-1}$  → C=C

b- En déduire de ces 4 structures, laquelle est la bonne.



3-hydroxybutanone	Éthanoate d'éthyle
3-aminobutanone	Pent-4-èn-2-ol

10- On considère une formule brute  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ . Dans son spectre IR, on observe une large bande d'absorption entre  $3200\text{-}3400\text{cm}^{-1}$  et un pic à  $1400\text{cm}^{-1}$ . Proposer une formule semi-développée.

La bande à  $3200\text{-}3400$  correspond à la liaison O-H (et donc un alcool)

La bande à  $1400$  est classique et correspond à la liaison C-C

Il s'agit donc d'un alcool : l'éthanol  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$

11- On considère une formule brute  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ .

Dans son spectre IR, on observe deux pics à  $1730\text{cm}^{-1}$  et  $2720\text{cm}^{-1}$ . Proposer une formule semi-développée.

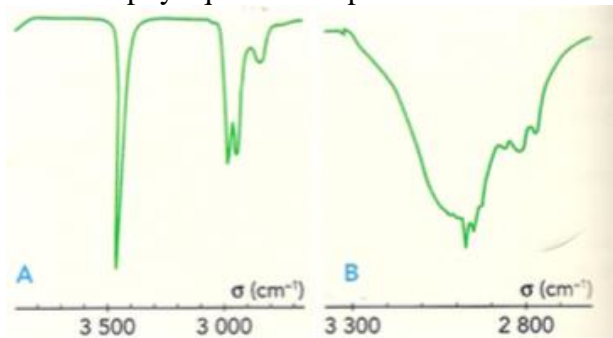
La bande à  $1730$  correspond à la liaison C=O (carbonyle car un seul H dans la formule brute)

La bande à  $2720$  est classique et correspond à la liaison  $\text{C}_{\text{tet}}\text{-H}$

Il s'agit donc d'un carbonyle : le propanal ou la propanone.

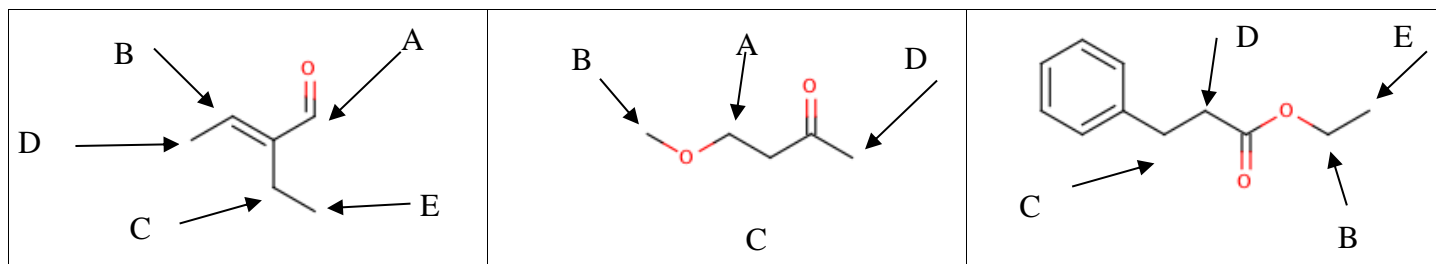
On peut supposer qu'il s'agit plutôt de la propanone  $\text{CH}_3\text{-CO-CH}_3$  car le propanal a une liaison  $\text{C}_{\text{trig}}\text{-H}$  qui devrait être visible juste au-dessus de  $3000$ .

12- Les deux extraits de spectres IR ci-dessous sont ceux de l'acide butanoïque en phase vapeur et à l'état liquide. Attribuer le spectre au bon état physique en interprétant les différences.



A : phase vapeur ; B : phase liquide car dans la phase liquide, la molécule est plus proche de ces congénères et va donc former plus de liaison hydrogène, affaiblissant ainsi sa liaison covalente et la rendant plus « flexible »

13- Attribuer les différents signaux observés en RMN pour les protons des molécules suivantes.



Pour l'analyse des spectres, on fait le tableau d'analyse, puis on attribue les signaux :

Spectre 1

$\delta$ (ppm)	Tables ?	Multiplicité	Voisins	intégration	Groupe de protons
9,4	H aldéhyde	singulet	0	1H	H <sub>A</sub>
6,6	Très déplacé → H <sub>B</sub> ?	quadruplet	3	1H	H <sub>B</sub>
2,3	Près de la double liaison	quadruplet	3	2H	H <sub>C</sub>
2	Près de la double liaison	douplet	1	3H	H <sub>D</sub>
1	Loin de tout	triplet	2	3H	H <sub>E</sub>

Spectre 2

$\delta$ (ppm)	Tables ?	Multiplicité	Voisins	intégration	Groupe de protons
3,6	Proche d'un O → H <sub>A</sub> ?	triplet	2	2H	H <sub>A</sub>
3,3	Proche d'un O → H <sub>B</sub> ?	singulet	0	3H	H <sub>B</sub>
2,7		triplet	2	2H	H <sub>C</sub>
2,3		singulet	0	3H	H <sub>D</sub>

Spectre 3

$\delta$ (ppm)	Tables ?	Multiplicité	Voisins	intégration	Groupe de protons
7,2	H du cycle aromatique	Massif	Non exploitable	5H	H <sub>A</sub>
4,1	Un peu déplacé → près de O ?	quadruplet	3	2H	H <sub>B</sub>
2,9	D'après tables, plutôt C	triplet	2	2H	H <sub>C</sub>
2,6	D'après tables, plutôt D	triplet	2	2H	H <sub>D</sub>
1,2	Loin de tout	triplet	2	3H	H <sub>E</sub>

14- Déterminer la structure des composés suivants à partir des données RMN du proton :

– C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>O : quadruplet 2H 3,8ppm ; singulet 1H 2,6ppm ; triplet 3H 1,2ppm ;

$\delta$ (ppm)	Tables ?	Multiplicité	Voisins	intégration
3,8	Alcool ?	quadruplet	3	2H
2,6	Seul, pas de voisin mais proche de O.	Singulet	0	1H
1,2	Près de pas grand chose	Triplet	2	3H

D'après la tables le groupe de 3 protons est groupé à un groupe de 2 protons et vice-versa. D'après la formule brute, il n'y a pas de double liaison, et un seul O.

On peut proposer l'éthanol.

–  $C_7H_8$  : singulet 3H 2,3ppm ; massif 5H entre 7 et 7,3ppm ;

$\delta$ (ppm)	Tables ?	Multiplicité	Voisins	intégration
2,3		Singulet	0	3H
7 – 7,3	aromatique	massif	Non exploitable	5H

La molécule présente 5H aromatique : donc un cycle benzénique monosubstitué. La substitution correspond d'après les atomes restant ( $7-6=1$  C et  $8-5=3$  H) à un  $CH_3$

–  $C_6H_{12}O$  : singulet 9H 1ppm ; singulet 3H 2ppm

$\delta$ (ppm)	Tables ?	Multiplicité	Voisins	intégration
2		Singulet	0	3H
1		singulet	0	9H

Étant donné l'intégration, le pic à 1ppm correspond à 3 groupement  $CH_3$  équivalents.

Il reste un  $CH_3$ , non couplé. La formule brute permet de voir qu'il y a une double liaison ou un cycle.

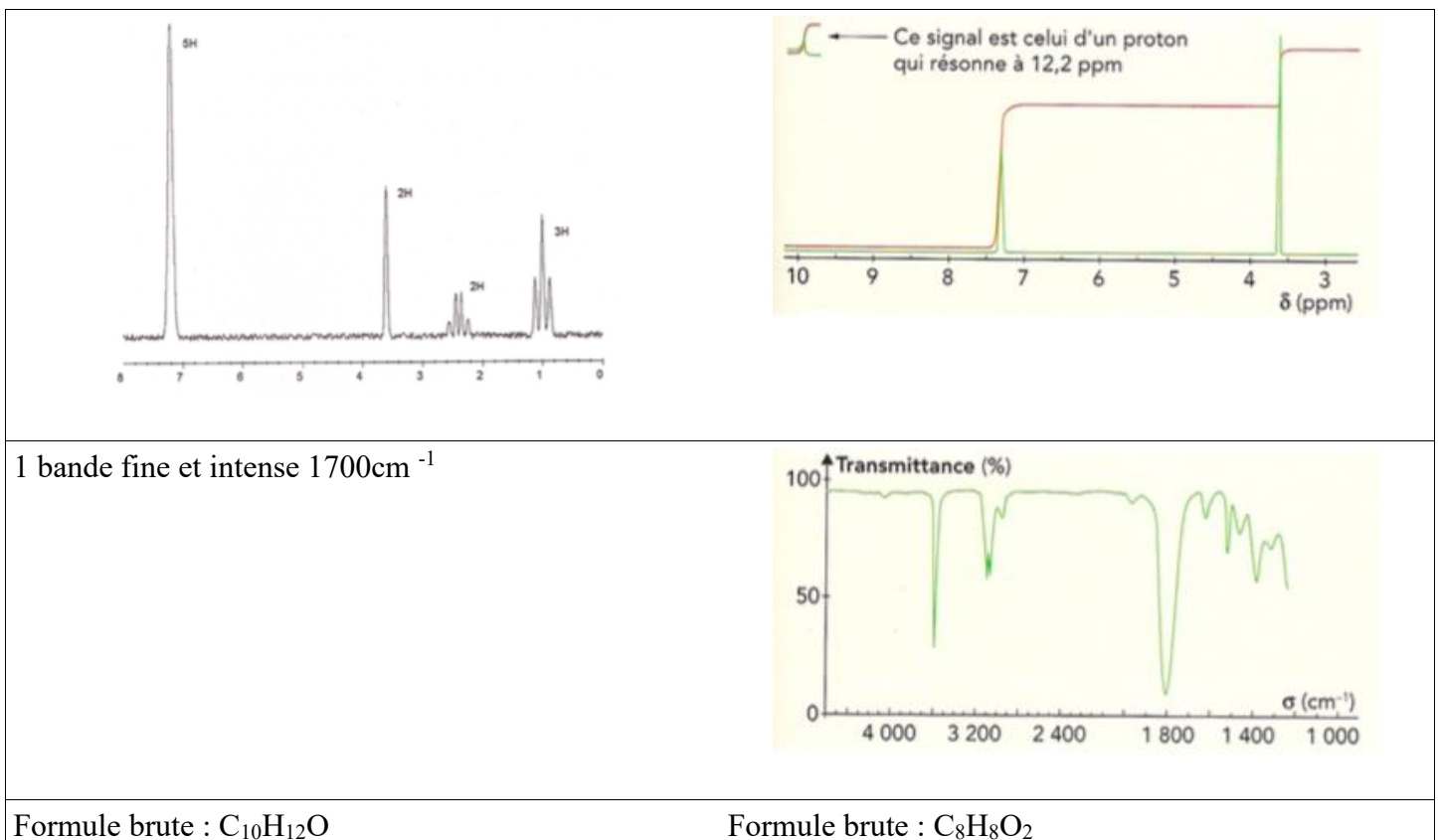
On propose la 3,3-diméthylbutanone.

–  $C_2H_6O$  : singulet 6H, 3,2ppm

$\delta$ (ppm)	Tables ?	Multiplicité	Voisins	intégration
3,2	Proche de O	Singulet	0	3H

Tous les protons sont équivalents. Il n'y a pas de liaison double. On propose le composé  $CH_3-O-CH_3$

**15-** En utilisant les informations des spectres RMN et IR et la formule brute donnée, proposer une structure moléculaire.



$C_{10}H_{12}O$  :

IR : le pic pourrait correspondre à une liaison  $C=O$

RMN :

$\delta$ (ppm)	Tables ?	Multiplicité	Voisins	intégration
7	aromatique	singulet	0	5H
3,7		Singulet	0	2H
2,4		quadruplet	3	2H
1		triplet	2	3H

Les deux derniers groupes semblent être couplés entre eux.

Le cycle aromatique compte 5H, on peut donc faire l'hypothèse d'un cycle benzénique mono-substitué.

Il reste 4 C et 7H dont 5 dans nos deux groupes liés. On peut donc proposer le substituant  $-\text{CH}_2\text{-CO-CH}_2\text{-CH}_3$

$\text{C}_8\text{H}_8\text{O}_2$  :

IR : pic fin à  $3500\text{cm}^{-1}$  qui pourrait correspondre à un OH libre (dilué) (NH impossible d'après la formule brute).

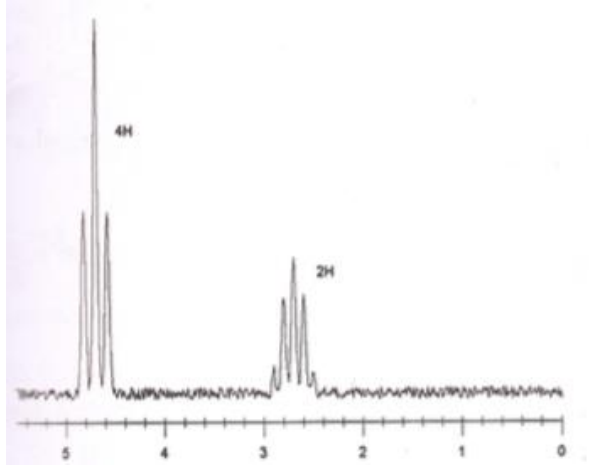
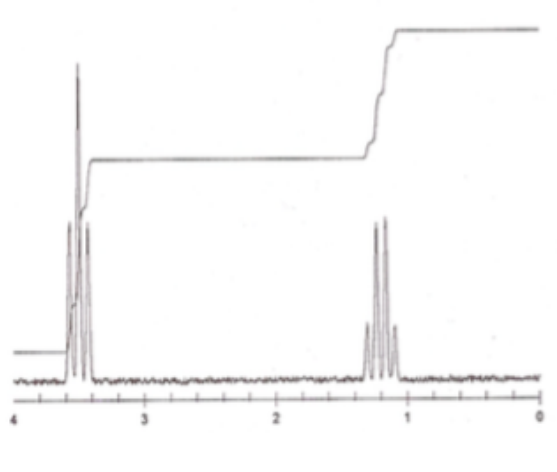
Et pic large à  $1800\text{cm}^{-1}$  qui pourrait correspondre à un  $\text{C}=\text{O}$  (parait un peu haut)

RMN :

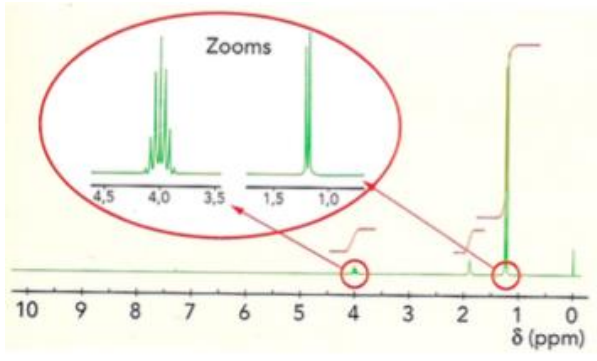
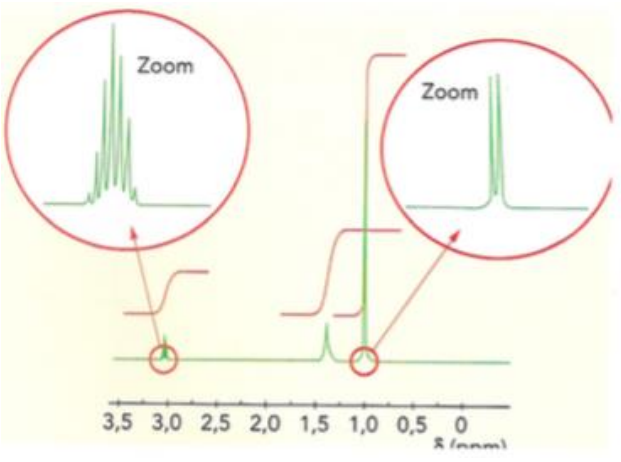
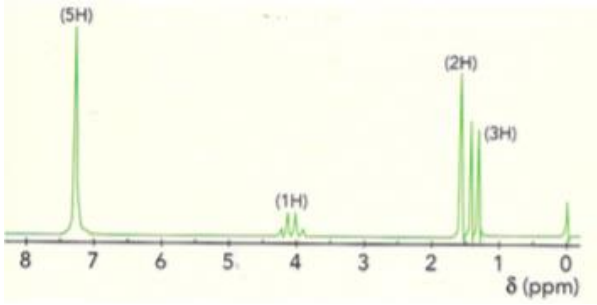
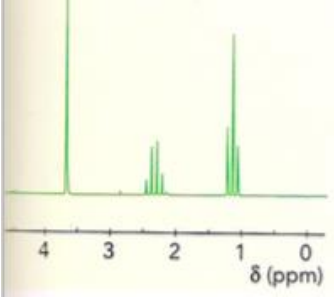
$\delta$ (ppm)	Tables ?	Multiplicité	Voisins	intégration
12,2	Acide carboxylique	singulet	0	1H
7,4	aromatique	Singulet	0	5H
3,6		Singulet	0	2H

La RMN permet de confirmer l'acide carboxylique dont les deux liaisons caractéristiques ont été détectées en IR. Il reste un cycle benzénique monosubstitué. Et 2H un peu déplacé et seuls. On peut donc proposer que le substituant est  $-\text{CH}_2\text{-COOH}$ .

**16- Déterminer la structure des molécules suivantes à partir de leur spectre RMN :**

	
Formule brute : $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$	Formule brute : $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$



	
Formule brute : $C_3H_8O$	Formule brute : $C_3H_9N$
	
Formule brute : $C_8H_{11}N$	Formule brute : $C_4H_8O_2$

 $C_3H_6O$ 

$\delta$ (ppm)	Tables ?	Multiplicité	Voisins	intégration
4,7	Proche de O	Triplet	2	4H
2,7		quintuplet	4	2H

Le signal à 4,7ppm correspond à 2 groupes de 2H donc  $CH_2$ . Il y a un autre groupe  $CH_2$ , plus éloigné de O, et couplé aux deux autres. On peut donc imaginer une structure cyclique à 4 atomes : 3C et 1O

 $C_4H_{10}O$ 

$\delta$ (ppm)	Tables ?	Multiplicité	Voisins	intégration
3,5	Proche de O	Triplet	2	6H
2,7	Proche de O	quadruplet	3	4H

Etant donné le nombre de H pour chaque signal et le fait qu'ils soient couplé à la oitié de l'autre groupe, on peut supposer une structure symétrique de type  $CH_3-CH_2-O-CH_2-CH_3$ . Le fait que les  $CH_3$  soient plus éloignés de O ne veut pas pour autant dire qu'ils sont moins déplacés, il y a une structure interne permettant de l'expliquer.

 $C_3H_8O$ 

$\delta$ (ppm)	Tables ?	Multiplicité	Voisins	intégration
4	Proche de O	septuplet	6	1H
1,8		singulet	0	1H
1,2		doublet	1	6H

Il y a deux groupes  $CH_3$ , assez peu déplacés, couplés à H, lui assez déblindé. On peut proposer le propan-2-ol. Le signal à 1,8 étant le H porté par le O (pas toujours visible)



$C_3H_9N$ 

$\delta$ (ppm)	Tables ?	Multiplicité	Voisins	intégration
3	Proche de N	septuplet	6	1H
1,4	Large $\rightarrow$ NH ?	singulet	0	2H
1		doublet	1	6H

De nouveaux, il y a deux groupes  $CH_3$ . Couplés à H, assez déblindé. Il reste 2H sur un pic large donc  $NH_2$ .  
On propose l'amine homologue au composé au-dessus : propan-2-amine

 $C_8H_{11}N$ 

$\delta$ (ppm)	Tables ?	Multiplicité	Voisins	intégration
7	Aromatique	singulet	0	5H
4		quadruplet	3	1H
1,6		singulet	0	2H
1,5		doublet	1	3H

Le signal à 7ppm permet de faire l'hypothèse d'un groupe benzénique monosubstitué.  
Il reste 2C, 6H et 1N. D'après les signaux, il y a un  $CH_2$  non couplé, un  $CH_3$  couplé à 1H et 1H couplé à 3H  
On peut proposer une structure où le substituant du cycle est  $-CH(-NH_2)-CH_3$

 $C_4H_8O_2$ 

$\delta$ (ppm)	Tables ?	Multiplicité	Voisins
3,7		singulet	0
2,3		quadruplet	3
1,1		triplet	2

Etant donné la formule brute, on peut faire l'hypothèse d'un acide carboxylique ou d'un ester.  
L'acide carboxylique a un H caractéristique qui forme un signal autour de 12ppm. On n'a pas ce signal. On a donc un ester, avec une chaîne  $-CH_3$  et une chaîne  $-CH_2-CH_3$ . D'après les tables, les groupements du côté « oate » sont moins déplacés que les groupements du côté « yle ». On propose donc  $CH_3CH_2COOCH_3$ .  
Rem : On note de nouveau que les H liés à 1C du O sont moins déplacés que ceux à 2C... Cela confirme l'hypothèse déjà vu.

**17-** On considère deux isomères de formule brute  $C_5H_{12}O$ . Voici leurs caractéristiques spectroscopiques.  
Déterminer leur structure.

	Substance A	Substance B
Spectres RMN	Singulet 9H 0,95ppm singulet 2H 3,1ppm singulet 1H 4,1ppm	Singulet 9H 1,1ppm Singulet 3H 3,1ppm
Spectres IR	Bande à $3600cm^{-1}$	Aucune bande caractéristique

Substance A :  
IR : liaison OH  
RMN

$\delta$ (ppm)	Tables ?	Multiplicité	Voisins	intégration
0,95		singulet	0	9H
3,1		Singulet	0	2H

4,1		Singulet	0	1H
-----	--	----------	---	----

Le premier signal indique 3 CH<sub>3</sub> équivalents (donc sans doute portés par un même C)  
on trouve un autre CH<sub>2</sub>, non couplé et un H seul (celui de la liaison OH car le H fait écran).  
On propose : (CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>-C-CH<sub>2</sub>-OH

Substance B :

IR : ??? une liaison C-O-C (pas de pics dans la zone étudiable)

RMN

δ (ppm)	Tables ?	Multiplicité	Voisins	intégration
1,1		singulet	0	9H
3,1		Singulet	0	3H

Le premier signal indique 3 CH<sub>3</sub> équivalents (donc sans doute portés par un même C)  
on trouve un autre CH<sub>3</sub>, non couplé.  
On propose : (CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>-C-O-CH<sub>3</sub>

**Exploiter** des spectres UV-visible pour en déduire des informations sur la concentration ou sur la couleur des espèces chimiques

1- Le spectre du carotène présente un pic d'absorption pour  $\lambda_{\max}=440\text{nm}$ . Quelle est la couleur perçue de cette substance ?

Il absorbe dans le bleu, il apparaît donc jaune (orangé).

2- Une solution de permanganate de potassium présente un pic d'absorption pour  $\lambda_{\max}=540\text{nm}$ . Quelle est la couleur perçue de cette substance ?

Il absorbe dans le vert donc magenta

3- La chlorophylle présente un pic d'absorption pour  $\lambda_{\max}=660\text{nm}$ . Quelle est la couleur perçue de cette substance ?

Il absorbe dans le rouge donc cyan

4- Le bleu de bromothymol est un indicateur coloré dont la forme acide est jaune et la forme basique est bleue. Les spectres de chaque forme présentent un pic à  $\lambda_A=438\text{nm}$  ou  $\lambda_B=595\text{nm}$ . Associer en justifiant les longueurs d'ondes à la bonne forme.

S'il apparaît jaune (forme acide), c'est qu'il absorbe dans le bleu donc c'est la substance A.

S'il apparaît bleu (forme basique), c'est qu'il absorbe dans le jaune donc c'est la substance B