

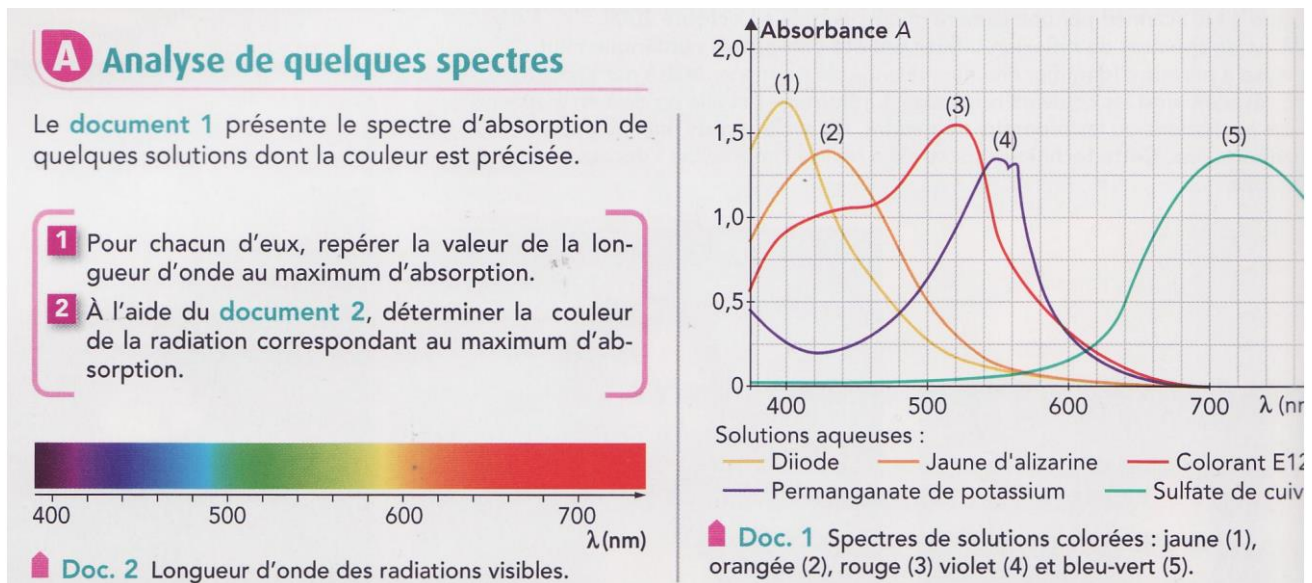
Chapitre 2 : Comment à partir de l'étude d'ondes peut-on identifier des molécules?

I. La spectroscopie d'absorption : les spectres UV-visible.

- Mettre en œuvre un protocole expérimental pour caractériser une espèce colorée.
- Exploiter des spectres UV-visible.

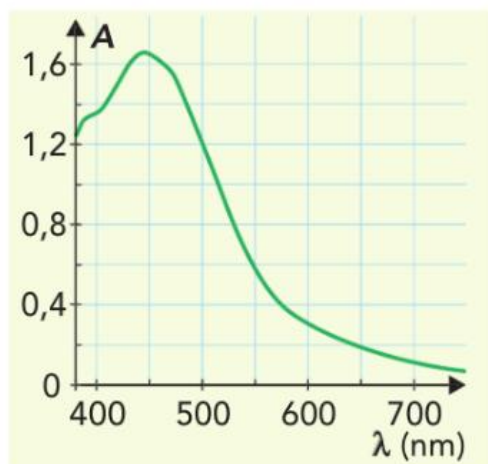
1) Principe et utilisation.

Activité : rappel sur le spectre uv.



8 Utiliser un spectre pour déterminer une couleur

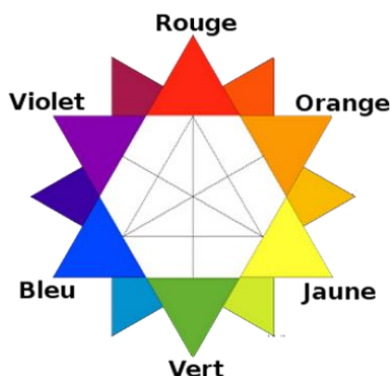
On utilisera, si nécessaire, l'étoile chromatique du **document 2**, p. 93, ou la **fiche n° 11A**, p. 594.



En réagissant avec les ions thiocyanate SCN^- , les ions fer(III) Fe^{3+} donnent un complexe coloré de formule $[\text{Fe}(\text{SCN})]^{2+}$ qui permet de détecter des traces d'ions Fe^{3+} .

Le spectre UV-visible d'une solution diluée contenant cet ion est donné ci-contre.

Quelle est la couleur de cette solution ?



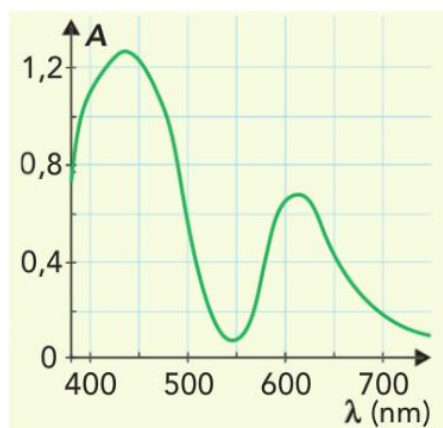
9 Justifier une couleur à partir d'un spectre

On utilisera, si nécessaire, l'étoile chromatique du **document 2**, p. 93, ou la **fiche n° 11A**, p. 594.

Le vert de bromocrésol est un indicateur coloré acido-basique ; ces solutions sont vertes lorsque leur pH est compris entre 3,8 et 5,4.

Le spectre d'une solution de pH = 4,6 est donné ci-contre.

Justifier la couleur de cette solution à partir de ce spectre.



2) Etude d'un spectre UV-visible

Activité : Etude d'une solution de diiode.

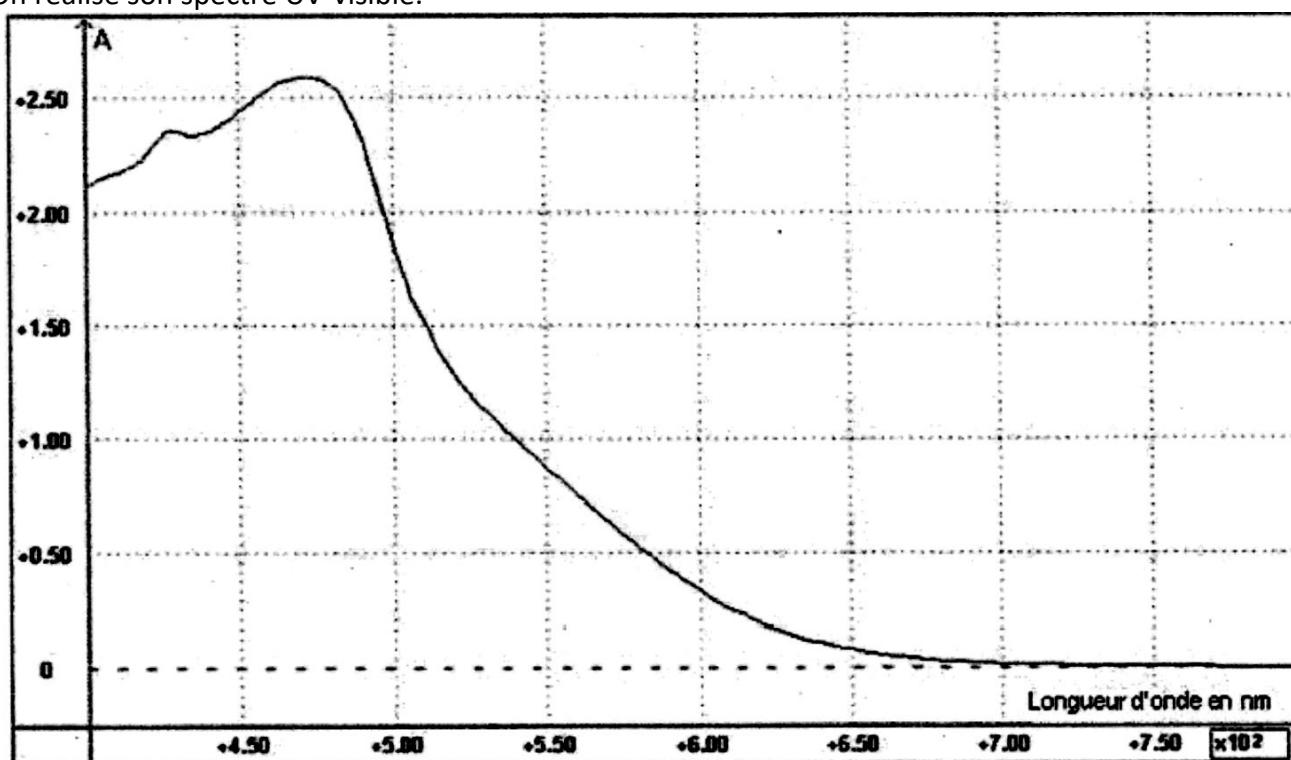


On se propose de déterminer la concentration en diiode dans une teinture d'iode officinale. On commence par diluer 200 fois la teinture d'iode (trop concentrée pour une étude spectrophotométrique directe). La solution aqueuse obtenue à l'issue de cette dilution est appelée solution S.

À l'aide d'un spectrophotomètre, on mesure l'absorbance A_S de cette solution à la longueur d'onde de 475 nm: $A_S = 0,78$.

On dispose d'une solution aqueuse de diiode de concentration molaire $c = 3,0 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$.

On réalise son spectre UV-visible.



Masse molaire atomique de l'iode : 127 g.mol^{-1}

1. Déterminer la concentration molaire $C_{S, \text{exp}}$ en diiode de la solution S.
2. En déduire la concentration molaire C_{exp} en diiode de la teinture d'iode officinale.
3. Déterminer le % en masse de diiode dans la teinture d'iode officinale.
La masse volumique de la teinture d'iode officinale est $\rho = 9,0 \times 10^2 \text{ g.L}^{-1}$.

II. Spectres IR

- Exploiter un spectre IR pour déterminer des groupes caractéristiques à l'aide de tables de données ou de logiciels.
- Associer un groupe caractéristique à une fonction dans le cas des alcools, aldéhyde, cétone, acide carboxylique, ester, amine, amide.
- Connaître les règles de nomenclature de ces composés ainsi que celles des alcanes et des alcènes.

La spectroscopie infrarouge apporte une aide précieuse au chimiste car elle permet de confirmer la présence ou l'absence de groupements fonctionnels.



1. Exercice : Nomenclature des molécules organiques.

formule semi-développée	formule topologique	famille organique	Nom
I - $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2 \end{array}$	1)	a) Amine	A : Acide 3-éthylpentanoïque
II - $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \\ \quad \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	2)	b) Amide	B : 2-Propan-2-ol
III - $\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C}=\text{O} \\ \quad \quad \quad \quad \\ \text{CH}_2-\text{CH}_3 \quad \quad \text{NH}_2 \end{array}$	3)	c) Alcool	C : 3-méthylbut-1-ène
IV - $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{NH}_2$	4)	d) Alcène	D : Pentan-3-one
V - $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{C}(=\text{O})-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	5)	e) Acide carboxylique	E : Ethanamine
VI - $\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2 \\ \quad \quad \\ \text{CH}-\text{CH}_2-\text{C}=\text{O} \\ \quad \quad \quad \\ \text{CH}_3-\text{CH}_2 \quad \quad \text{OH} \end{array}$	6)	f) Cétone	F : 2,2,3-triméthylbutane
VII - $\begin{array}{c} \text{OH} \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_3 \end{array}$	7)	g) Alcane	G : Hexanamide

Dans le tableau ci-dessous, attribuer à chaque formule topologique à sa formule semi-développée.

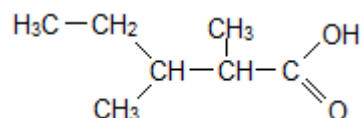
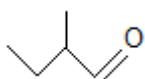
Entourer le groupe caractéristique présent sur la formule de la molécule afin de trouver sa famille organique.

Attribuer le nom correspondant et faire un tableau du type :

formule semi-développée	formule topologique	famille organique	Nom
-------------------------	---------------------	-------------------	-----

Pour terminer :

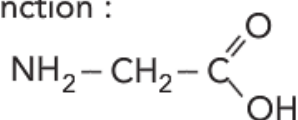
- Écrire les formules semi-développée et topologique du 2-éthylbutan-1-amine et du (Z)-4-méthylpent-2-ène.
- Nommer les deux molécules ci-dessous :



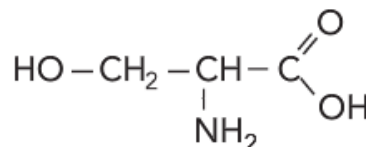
2. Les groupes caractéristiques en chimie.

10 Reconnaître un groupe caractéristique

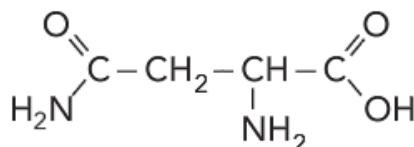
Reconnaître les groupes caractéristiques présents dans les molécules, dont les formules semi-développées sont représentées ci-dessous. Associer à chacun d'eux une fonction :



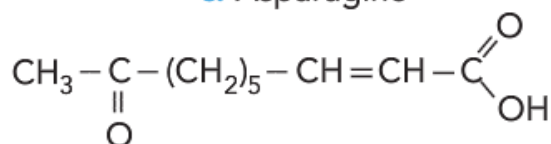
a. Glycine



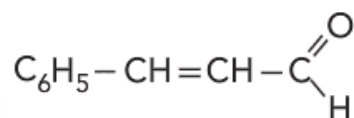
b. Sérine



c. Asparagine



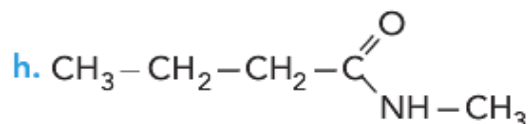
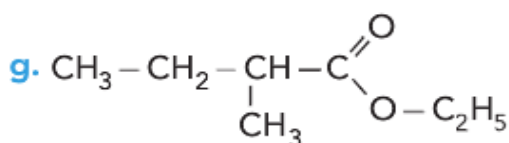
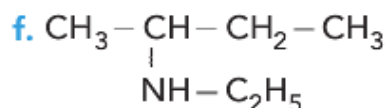
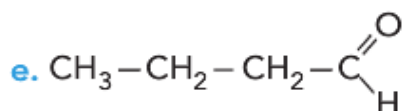
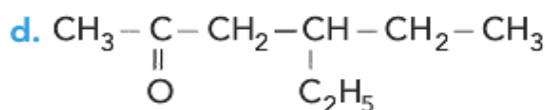
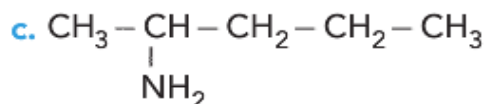
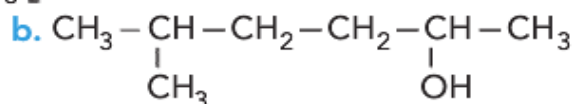
d. Phéromone de la reine chez les abeilles



e. Arôme de cannelle

11 Nommer des composés organiques

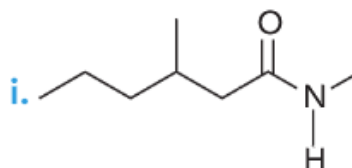
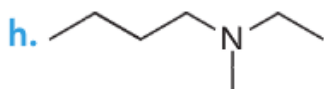
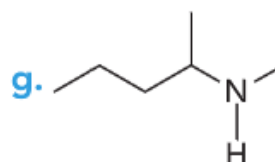
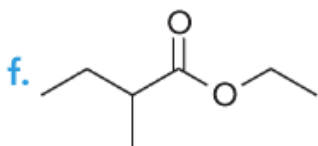
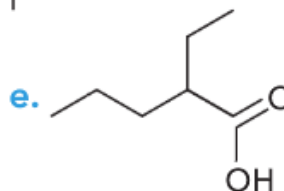
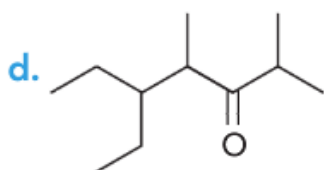
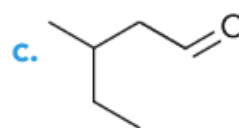
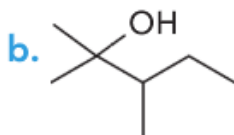
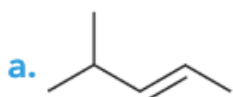
1. Repérer les groupes caractéristiques présents dans les composés, dont les formules semi-développées sont données ci-après. Associer à chacun d'eux une fonction :



2. Nommer ces composés.

12 Utiliser des formules topologiques

1. Repérer les groupes caractéristiques présents dans les composés, dont les formules topologiques sont données ci-après. Associer à chacun d'eux une fonction :



2. Nommer ces composés.

13 Écrire une formule semi-développée à partir d'un nom

1. Écrire les formules semi-développées des composés suivants :

- a. (Z)-4-méthylpen-2-ène; b. 2-méthylbutan-1-ol;
- c. 3-éthylpentanal; d. 3-méthylpentan-2-one;
- e. acide 3-méthylbutanoïque;

- f. 2-méthylpropanoate d'éthyle;
- g. propan-2-amine; h. N-éthyl-butan-1-amine;
- i. propanamide; j. N-méthyl-éthanamide.

2. Repérer les groupes caractéristiques présents en associant à chacun d'eux une fonction chimique.

14 Écrire une formule topologique à partir d'un nom

1. Écrire les formules topologiques des composés suivants :

- a. (E)-5-méthylhex-3-ène; b. 4-méthylpentan-2-ol;
- c. 4-éthyl-2-méthylhexan-3-one;
- d. acide 2-éthylpentanoïque;
- e. propanoate de 1-méthyléthyle;
- f. 3-méthylpentanoate de 2-méthylpropyle;
- g. N-méthyl-N-éthyl-propan-2-amine;
- h. N-éthyl-3-méthylpentanamide.

2. Repérer les groupes caractéristiques présents, en associant à chacun d'eux une fonction chimique.

3. Principe du spectre IR.

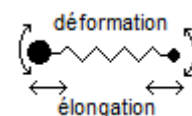
Activité : Le spectre infrarouge (IR).

- But : Apprendre à exploiter des spectres IR.

Principe des spectres infrarouge (IR)

Les molécules organiques absorbent des radiations UV-visible mais aussi dans le domaine de l'infrarouge. Chaque atome vibre et ces vibrations correspondent aux élongations et aux déformations qui dépendent de la nature des liaisons et donc des groupes caractéristiques présents.

Le spectre IR indique la **transmittance T** (ou intensité lumineuse transmise) exprimée en pourcentage en fonction du **nombre d'onde σ** (wavenumber).

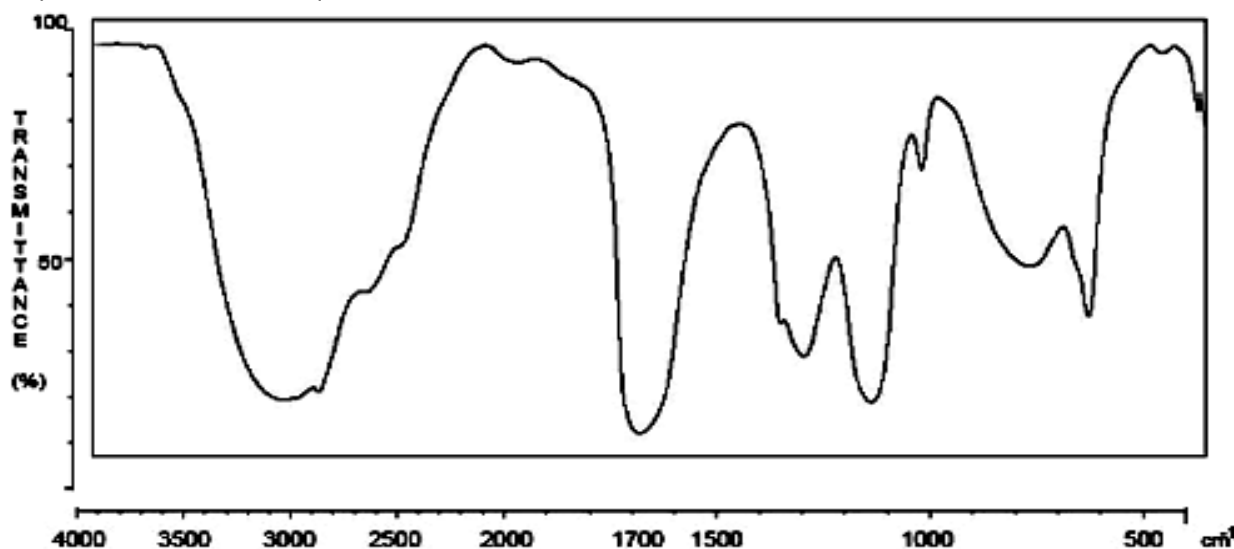


Spectrophotomètre IR

Présentation d'un spectre IR.

Logiciel en ligne : <http://spirex.ccdmd.qc.ca/fspirex.php>

Spectre de l'acide formique.



- Quelle est la grandeur en ordonnée ?
- Quelle est la signification lorsque cette grandeur vaut 100 % ? vaut 0 % ?
- Justifier les bandes vers le bas.

La grandeur associée à l'abscisse est notée σ , appelée **nombre d'onde**. Elle est liée à la longueur d'onde λ . Elle s'exprime en cm^{-1} .

- Choisir dans la liste suivante la relation qui les unit : $\sigma = -\lambda$ ou $\sigma = 1/\lambda$
- Quelle est la particularité de l'axe des abscisses ?
- A l'aide de la relation choisie, montrer que les radiations utilisées correspondent à des radiations infrarouges (entre 10^{-6} et 10^{-5} m).

Interprétation de spectres.

Valeurs des bandes d'absorption caractéristiques des liaisons.

Liaison	Nombre d'ondes σ (cm ⁻¹)	Intensité ⁽¹⁾	Liaison	Nombre d'ondes σ (cm ⁻¹)	Intensité ⁽¹⁾
O-H libre ⁽²⁾	3580-3650	F; fine	C=O _{ester}	1700-1740	F
O-H lié ⁽²⁾	3200-3400	F; large	C=O _{aldéh. cétone}	1650-1730	F
N-H	3100-3500	M	C=O _{acide}	1680-1710	F
C-H _{tri} ⁽³⁾	3000-3100	M	C=C	1625-1685	M
C-H _{tri} arom. ⁽⁴⁾	3030-3080	M	C=C _{aromat.}	1450-1600	M
C-H _{tét} ⁽⁵⁾	2800-3000	F	C-H _{tét}	1415-1470	F
C-H _{tri} aldéhyde	2750-2900	M	C-O _{tét}	1050-1450	F
O-H _{acide carb.}	2500-3200	F; large	C-H _{tét} -C _{tét}	1000-1250	F

Retrouver dans le spectre de l'acide formique, les bandes suivantes :

Assignations

C-H (Alcane) : 2960, 2870, 1449

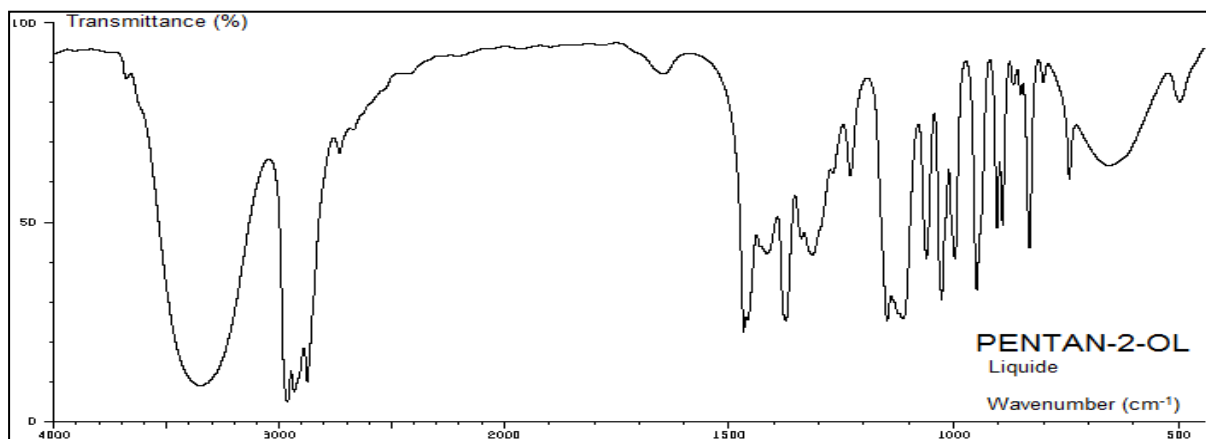
C-O (Acide) : 1190

C=O (Acide) : 1724

O-H (Acide) : 3125

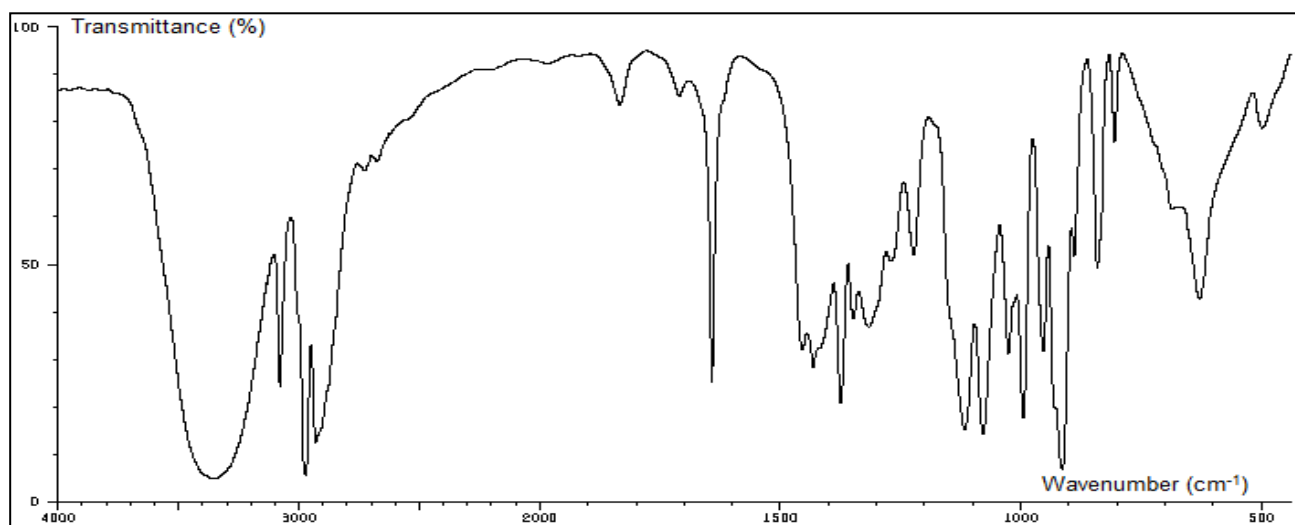
Le pentanol.

Le document représente les spectres d'absorption IR du pentan-2-ol

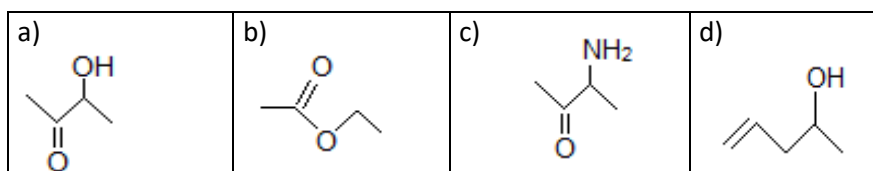


Repérer les bandes d'absorption relatives aux principales liaisons de la molécule de pentan-2-ol.

Identification d'un composé inconnu



Le document ci-dessus fournit le spectre de l'une des molécules suivantes :



1. Expliquer à quelle molécule correspond ce spectre (donner son nom).
2. Conclure quant aux apports de la spectroscopie IR à la structure d'une molécule organique.

3. Interprétation de spectre IR

Liaison	Nombre d'ondes σ (cm ⁻¹)	Intensité ⁽¹⁾	Liaison	Nombre d'ondes σ (cm ⁻¹)	Intensité ⁽¹⁾
O-H _{libre} ⁽²⁾	3580-3650	F; fine	C=O _{ester}	1700-1740	F
O-H _{lié} ⁽²⁾	3200-3400	F; large	C=O _{aldéh. cétone}	1650-1730	F
N-H	3100-3500	M	C=O _{acide}	1680-1710	F
C _{tri} -H ⁽³⁾	3000-3100	M	C=C	1625-1685	M
C _{tri} -H _{aromat.} ⁽⁴⁾	3030-3080	M	C=C _{aromat.}	1450-1600	M
C _{tét} -H ⁽⁵⁾	2800-3000	F	C _{tét} -H	1415-1470	F
C _{tri} -H _{aldéhyde}	2750-2900	M	C _{tét} -O	1050-1450	F
O-H _{acide carb.}	2500-3200	F; large	C _{tét} -C _{tét}	1000-1250	F

(1) L'intensité traduit l'importance de l'absorption : F : forte ; M : moyenne.

(2) O-H_{libre} : sans liaison hydrogène ; O-H_{lié} : avec liaison hydrogène.

(3) C_{tri} : correspond à un carbone trigonal (engagé dans une double liaison).

(4) **aromat.** : désigne un composé avec un cycle aromatique comme le benzène  ou ses dérivés.

(5) C_{tét} : correspond à un carbone tétragonal (engagé dans quatre liaisons simples).

16 Reconnaître des bandes d'absorption

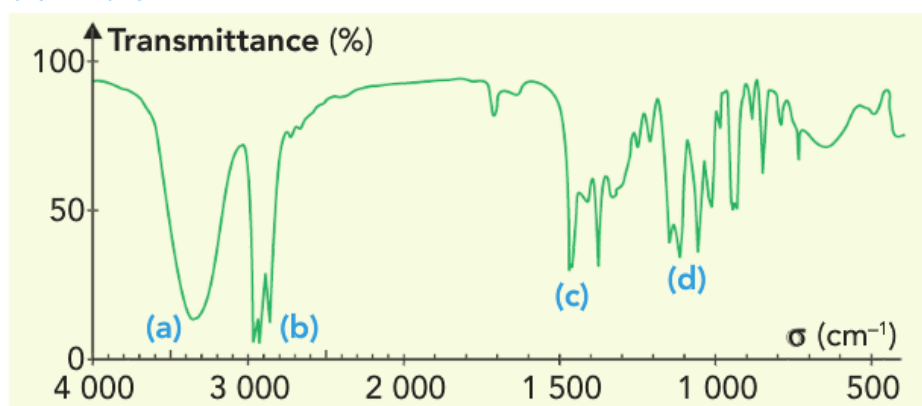
On utilisera si nécessaire le tableau du **document 11**, p. 96, ou de la **fiche n° 11B**, p. 594.

Un extrait du spectre infrarouge de l'hexan-2-ol est donné ci-dessous.

1. Écrire la formule semi-développée de l'hexan-2-ol.

En déduire le groupe caractéristique et la fonction chimique de ce composé.

2. Identifier alors les bandes d'absorption notées (a), (b), (c) et (d).



17 Utiliser un spectre pour déterminer une fonction

On utilisera si nécessaire le tableau du **document 11**, p. 96, ou de la **fiche n° 11B**, p. 594.

Un extrait du spectre infrarouge d'un composé A est donné ci-dessous.

1. Les molécules du composé A peuvent-elles, *a priori*, posséder :

a. une liaison $C_{\text{tét}}-H$?

b. une liaison $C_{\text{tri}}-H$?

c. une liaison $C-C$?

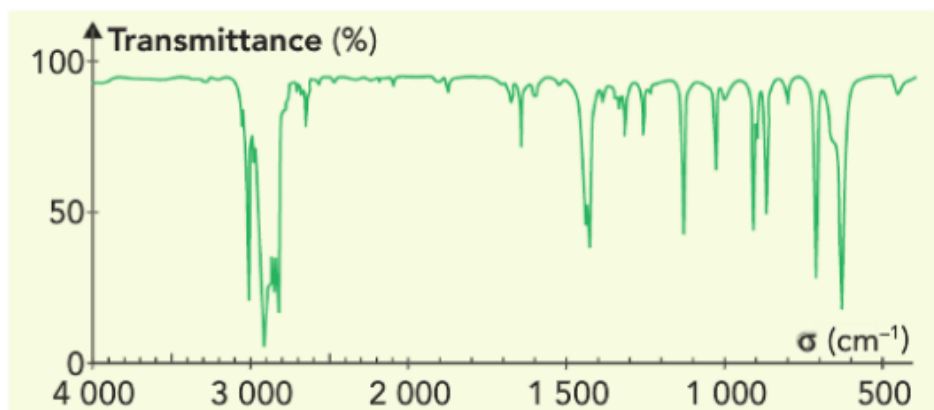
d. une liaison $C=C$?

e. une liaison $O-H$?

En déduire la fonction du composé A.

2. Le composé A est l'hex-1-ène.

Justifier alors les bandes d'absorption du spectre.



28 Composés azotés

COMPÉTENCES Exploiter un tableau et un graphique ; raisonner.

On utilisera, si nécessaire, le tableau du **document 11**, p. 96, ou la **fiche n° 11B**, p. 594.

Le spectre infrarouge d'un composé organique A, de formule brute C_3H_7NO , est donné ci-dessous.

1. Le composé A possède des liaisons $C_{\text{tét}}-H$, $C=O$ et $N-H$. Repérer leurs bandes caractéristiques dans le spectre, en précisant leurs nombres d'ondes.

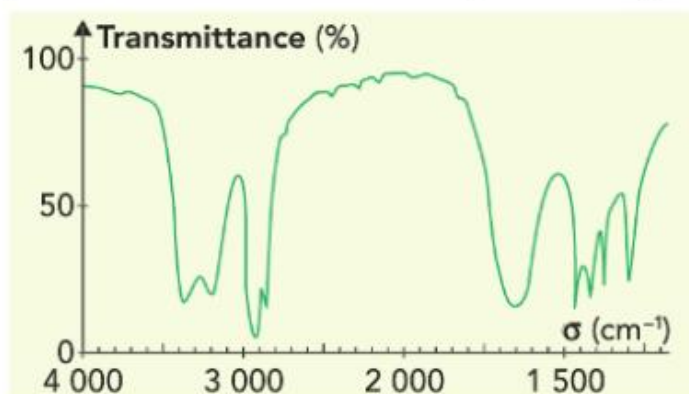
2. Le composé A est un amide.

a. Écrire et nommer tous les amides isomères du composé A.

b. L'un de ces amides ne peut avoir le spectre proposé, lequel et pourquoi ?

c. En déduire la formule et le nom de A.

Donnée : en infrarouge, la liaison $N-H$ donne une bande pour $N-H$, et deux bandes pour $-NH_2$.



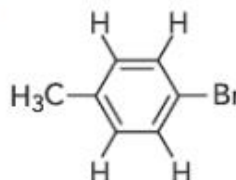
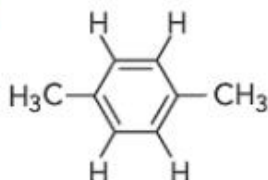
III. Spectres RMN du proton

- Relier un spectre RMN simple à une molécule organique donnée, à l'aide de tables de données ou de logiciels.
- Identifier les protons équivalents. Relier la multiplicité du signal au nombre de voisins.
- Extraire et exploiter des informations sur différents types de spectres et sur leurs utilisations.

22 Identifier des protons équivalents

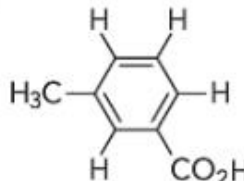
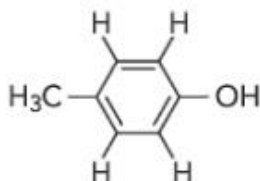
1. Recopier les formules ci-après, et surligner chaque groupe de protons équivalents.

- a. $\text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH}$; b. $\text{CH}_3-\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}_3$;
c. $\text{Br}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH}$;
d. $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CO}-\text{O}-\text{CO}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$;
e. $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CO}-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$;
f. g.

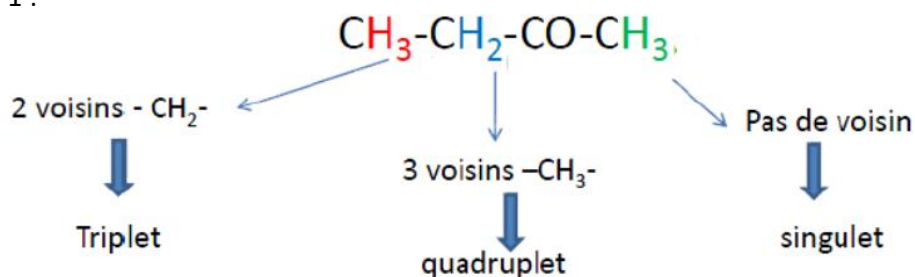


2. Combien de signaux comporte, *a priori*, le spectre de RMN des composés de formule :

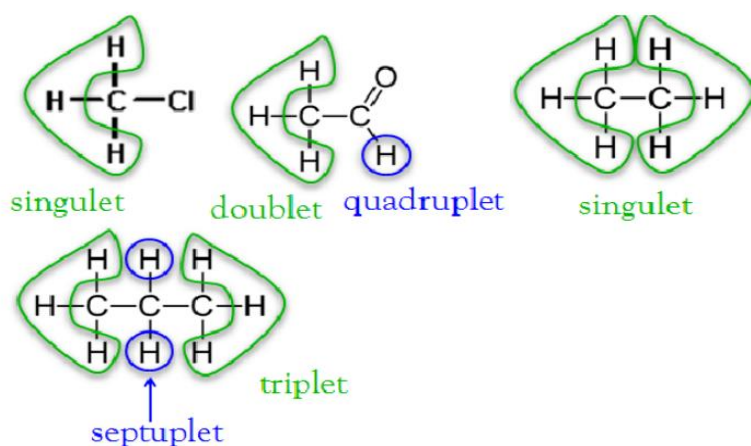
- a. $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CO}_2\text{H}$; b. $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CO}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$;
c. $\text{Cl}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{I}$; d. $(\text{CH}_3)_3\text{N}$;
e. $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CO}-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$;
f. $(\text{CH}_3)_2\text{CH}-\text{NH}_2$; g. $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{NH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$;
h. i.



Exemple 1 :



Exemple 2 :



23 Relier la multiplicité du signal au nombre de voisins

1. Préciser la multiplicité des signaux correspondant aux groupes méthyle CH_3 - présents dans les extraits de chaînes carbonées suivants :

a. $\text{CH}_3\text{-CH}_2$ - ; b. $(\text{CH}_3)_3\text{C}$ - ; c. $(\text{CH}_3)_2\text{CH}$ -

2. Préciser la multiplicité des signaux correspondant aux groupes méthylène -CH_2 - présents dans les molécules suivantes :

a. $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$; b. $(\text{CH}_3)_2\text{CH-CH}_2\text{-Br}$;
c. $\text{H}_2\text{N-CH}_2\text{-CH}_2\text{-NH}_2$; d. $\text{HO-CH}_2\text{-CH}_2\text{-Cl}$

3. Préciser la multiplicité des signaux correspondant aux groupes méthyne -CH- présents dans les molécules ci-dessous :

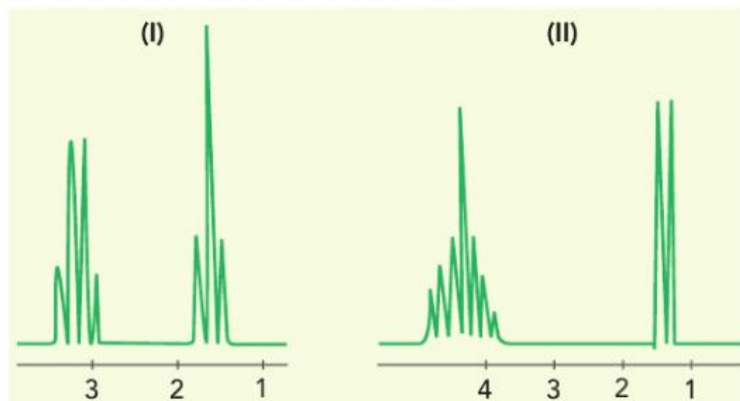
a. $(\text{CH}_3)_2\text{CH-Cl}$; b. $(\text{CH}_3)_3\text{CH}$; c. HCCl_3 ; d. $(\text{CH}_3)\text{CHCl}_2$.

24 Reconnaître des signaux par leur multiplicité

On dispose des deux spectres (I) et (II) de RMN ci-dessous. Ces spectres sont ceux de deux composés choisis parmi les quatre composés suivants :

- a. $(\text{CH}_3)_2\text{CH}-\text{NO}_2$; b. $\text{Br}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CN}$;
c. $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$; d. $\text{CH}_3-\text{O}-\text{CH}_3$.

En exploitant les multiplicités des signaux, attribuer chacun des spectres à son composé.



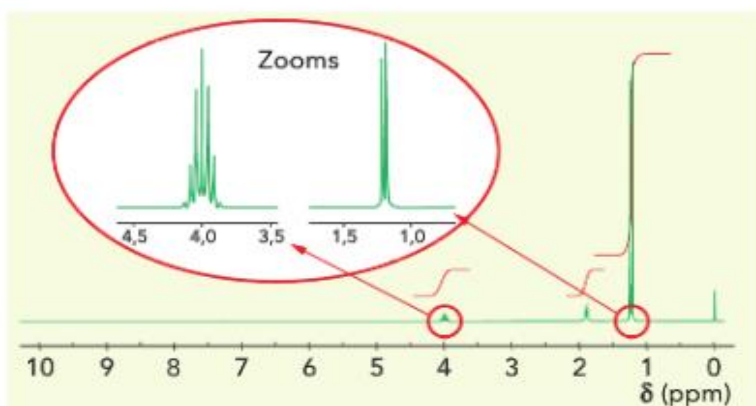
33 Classe d'un alcool et RMN

COMPÉTENCES Exploiter un tableau et un graphique;
mobiliser ses connaissances.

On se reportera à la **fiche n° 11C**, p. 595.

Le spectre de RMN d'un composé A, de formule $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$, est donné ci-dessous.

- Écrire la formule semi-développée de tous les isomères de formule $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$.
- a. Montrer que le spectre permet d'identifier le composé A sans ambiguïté. Le nommer.
b. Quelle est sa classe?
- L'oxydation de A donne B.
a. Donner le nom et la formule de B.
b. Quelle serait l'allure du spectre de RMN de B?



36 Vérifier une formule par RMN

COMPÉTENCES Exploiter un tableau et un graphique ; raisonner.

On utilisera la la fiche n° 11C, p. 595.

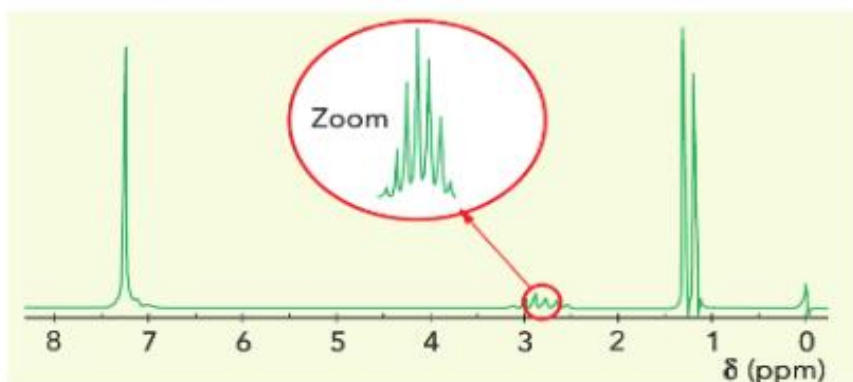
Le spectre de RMN d'un composé A, de formule C_9H_{12} , est donné ci-dessous.

Le signal à $\delta \approx 2,8$ ppm a été zoomé afin de le rendre plus visible.

1. a. En utilisant les valeurs des déplacements chimiques est-il logique d'envisager que le composé A soit un dérivé du benzène C_6H_6 et possède des protons dits aromatiques, c'est-à-dire portés par les atomes de carbone du cycle ?

b. Si oui, d'après la forme de leur signal, que peut-on dire de ces protons aromatiques ?

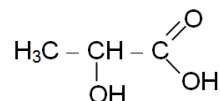
2. Le composé A peut-il être le 2-phénylpropane ou cumène, $C_6H_5-CH(CH_3)_2$?



Partie 1 : Bac S - 2013 Liban

Des tests d'effort sont pratiqués par des vétérinaires afin d'évaluer la condition physique des chevaux. Celle-ci est liée à l'apparition d'acide lactique dans les muscles pouvant entraîner des crampes douloureuses après un exercice physique prolongé. L'acide lactique est également à la base de la fabrication d'un polymère biodégradable, l'acide polylactique, utilisé en chirurgie vétérinaire pour réaliser des sutures.

La formule semi-développée de l'acide lactique est la suivante :



1. Étude de la molécule d'acide lactique

1.1. Donner la formule topologique de cet acide.

1.2. Entourer sur la représentation précédente les groupes caractéristiques présents dans la molécule et les nommer.

2. Analyse spectroscopique

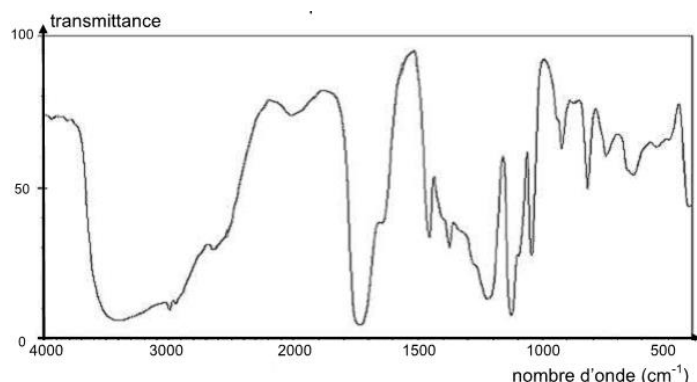
2.1. Parmi les spectres IR proposés ci-après, choisir en justifiant celui correspondant à l'acide lactique.

2.2. Prévoir, en justifiant la réponse, le nombre de signaux présents dans le spectre RMN de l'acide lactique ainsi que leur multiplicité.

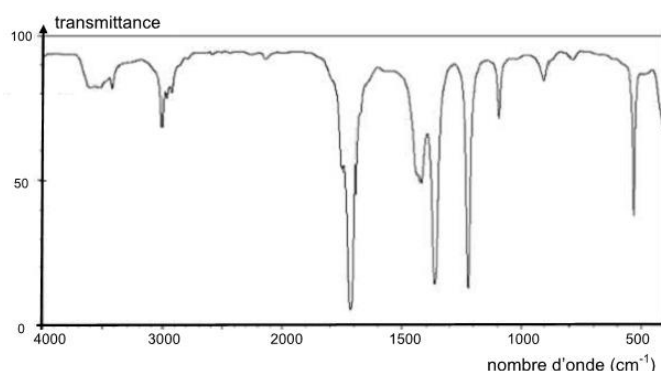
Donnée : bandes d'absorption en spectroscopie IR

Liaison	C—C	C=O	O—H (acide carboxylique)	C—H	O—H (alcool)
Nombre d'onde (cm ⁻¹)	1000 - 1250	1700 - 1800	2500 - 3200	2800 - 3000	3200 - 3700

Spectre IR n°1



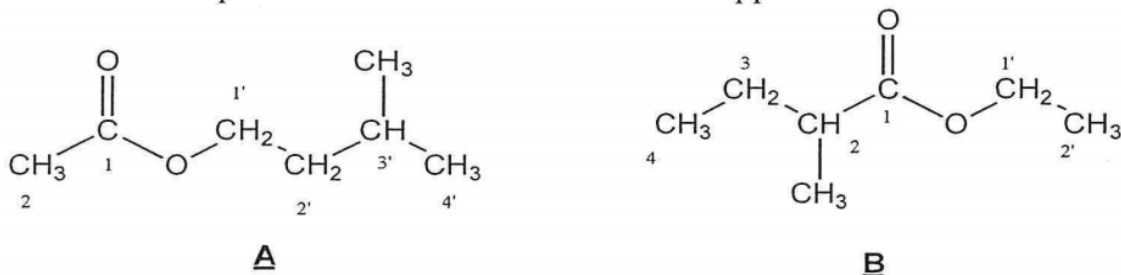
Spectre IR n°2



Partie 1 : Bac S - Antilles 2013

Lorsque des pommes mûrissent, leurs membranes cellulaires s'oxydent, engendrant la dégradation des acides gras à longues chaînes qu'elles contiennent. Il en résulte la formation de deux molécules **A** et **B** représentées ci-dessous. Ces deux espèces chimiques, dont les concentrations augmentent lors du mûrissement des pommes, ont la propriété de masquer la saveur caractéristique du fruit non mûr.

Les molécules **A** et **B** présentent les formules semi-développées suivantes :

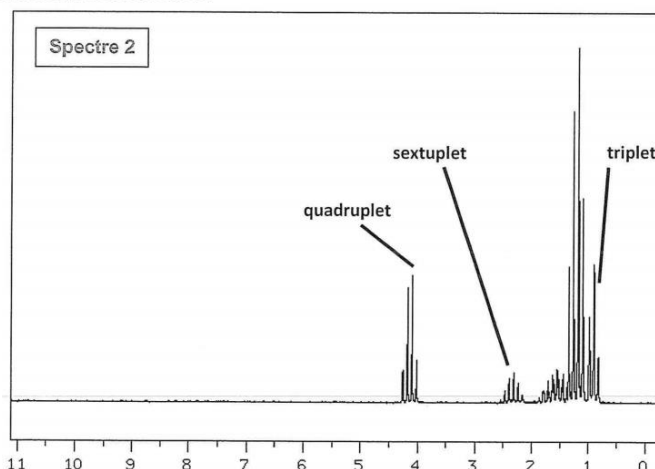
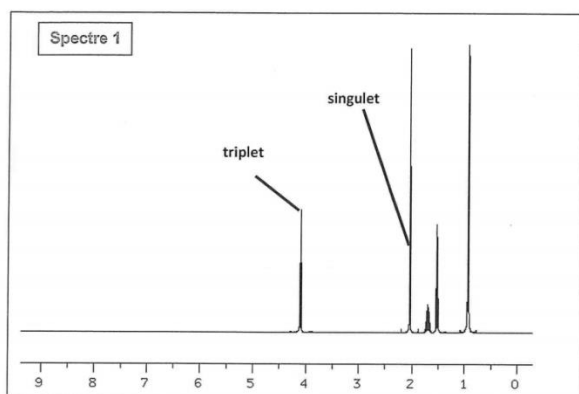


- 1.1. Donner le nom de la fonction chimique présente dans les deux molécules **A** et **B**.
- 1.2. Parmi les molécules **A** et **B**, l'une se nomme éthanoate de 3-méthylbutyle. Laquelle ? Justifier.
- 1.3. Préciser la formule brute des composés **A** et **B**. En déduire par quelle relation les molécules **A** et **B** sont liées.
3. Identification des molécules **A** et **B** à l'aide de la spectroscopie RMN du proton ^1H .

On donne en ANNEXE 2 page 14 À RENDRE AVEC LA COPIE deux spectres RMN du proton ^1H correspondant aux molécules **A** et **B**.

- 3.1. Noter dans les tableaux donnés en ANNEXE 3 page 15 À RENDRE AVEC LA COPIE la multiplicité des hydrogènes proches des groupements $-\text{COO}-$ des molécules **A** et **B**.
- 3.2. Associer alors les spectres 1 et 2 aux molécules **A** et **B**.

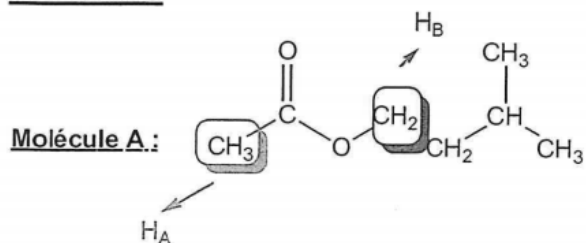
ANNEXE 2



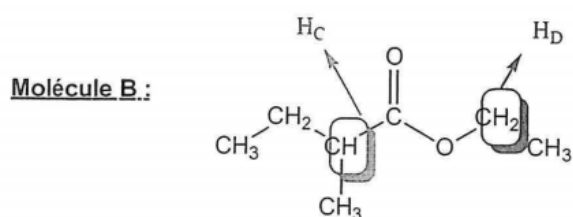
Données de RMN du proton ^1H : ordre de grandeur de déplacements chimiques (δ en ppm) de quelques types d'hydrogène :

$-\text{CH}_2-\text{COOR}$: 2,4	$-\text{CH}-\text{COOR}$: 2,4 - 2,7	$-\text{CH}_2-\text{OCOR}$: 4,0 - 4,5	$-\text{CH}-\text{OCOR}$: 4,0 - 4,8
----------------------------------	--------------------------------------	--	--------------------------------------

ANNEXE 3



Hydrogène	Multiplicité
H_A	
H_B	



Hydrogène	Multiplicité
H_C	
H_D	

Extrait de Bac S 2013 Nouvelle Calédonie

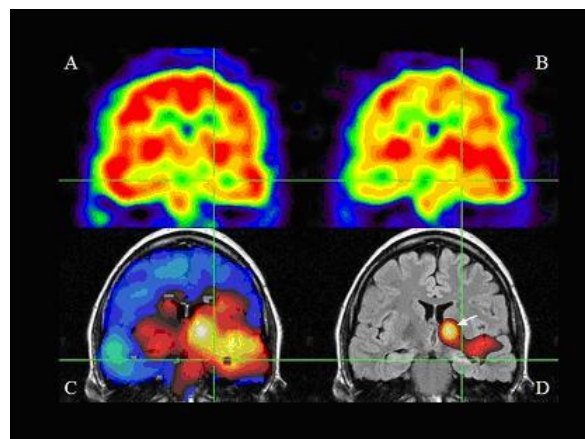
La spectroscopie par résonance magnétique nucléaire ou RMN consiste à soumettre une espèce chimique à une onde électromagnétique radiofréquence et à l'action d'un champ magnétique constant. À une fréquence particulière appelée fréquence de résonance, certains noyaux de l'espèce chimique vont être le siège d'une transition énergétique.

Les effets de cette transition sont détectés par une sonde.

La valeur de la fréquence de résonance dépend de la nature du noyau et de son environnement. La spectroscopie utilisée ici est uniquement celle du noyau d'hydrogène ${}^1_1\text{H}$, souvent appelée RMN du proton.

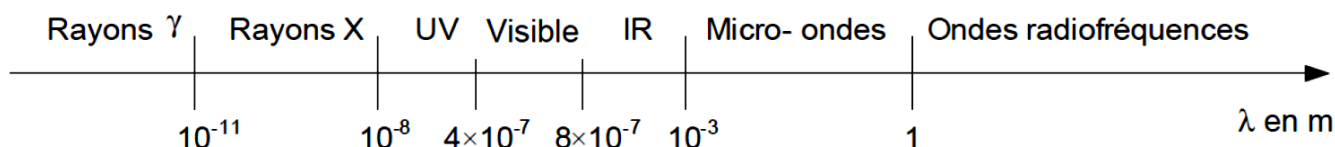
L'échantillon à analyser est dissous dans un solvant deutéré de formule brute CDCl_3 où le noyau d'hydrogène ${}^1_1\text{H}$ a été remplacé par le noyau de deutérium noté D.

L'imagerie par résonance magnétique (IRM) est une application de la RMN du proton dans le domaine du diagnostic médical. Dans le corps humain, l'hydrogène est essentiellement présent dans l'eau. L'intensité du signal reçu dépend donc de la teneur en eau dans les tissus. Toute anomalie de la teneur en eau est alors facilement détectée. L'organe à visualiser, voire le corps entier du patient, est placé dans un puissant électroaimant qui crée un champ magnétique. Un traitement numérique permet de produire des images de coupes de l'organe à partir de l'intensité des signaux enregistrés.



Données :

- symbole du noyau de deutérium : ${}^2_1\text{H}$ (noté D) ;
- domaine des ondes électromagnétiques :



RMN du proton dans une molécule organique

1.1 Le solvant deutéré

1.1.1. Donner la composition du noyau de deutérium. Comment qualifie-t-on deux noyaux tels que l'hydrogène ${}^1_1\text{H}$ et le deutérium ${}^2_1\text{H}$?

1.1.2. Quel est l'intérêt d'utiliser un solvant ne comportant pas de noyau d'hydrogène ${}^1_1\text{H}$?

1.2. Exploitation du spectre RMN d'une molécule organique : Le spectre RMN à 300 MHz d'une molécule organique et son intégration sont représentés ci-dessous.

- 1.2.1 Donner le nom systématique (nomenclature officielle) de la molécule organique.
- 1.2.2 Exploiter le spectre RMN et sa courbe d'intégration pour attribuer à chaque pic son groupe de protons équivalents.
- 1.2.3 Indiquer le nombre réels de pics pour les 3 groupes de protons et représenter le spectre RMN complet.

