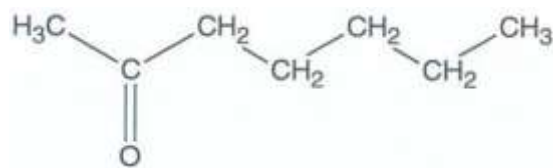


Exercices chapitre Spectres IR

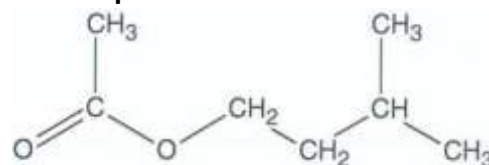
Phéromone d'alarme et phéromone d'attaque chez les abeilles

Une des phéromones d'alarme est l'heptan-2-one. Elle est émise, entre autres, quand un intrus s'approche de la ruche ou qu'une abeille est agressée. La réaction d'alerte est immédiate dans la colonie, mais de courte durée.



heptan-2-one

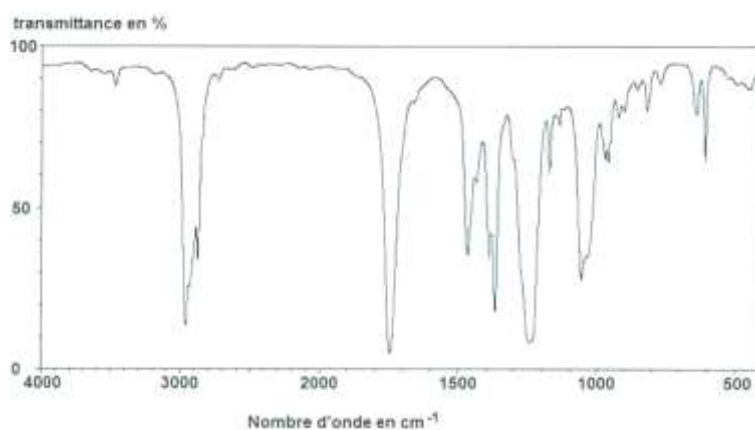
La phéromone d'attaque est l'éthanoate d'isoamyle. C'est une espèce chimique volatile qui est produite par des cellules bordant la poche à venin. C'est pourquoi, si une abeille pique, les glandes sécrétant cette phéromone restent avec le dard et continuent à émettre le signal d'attaque.



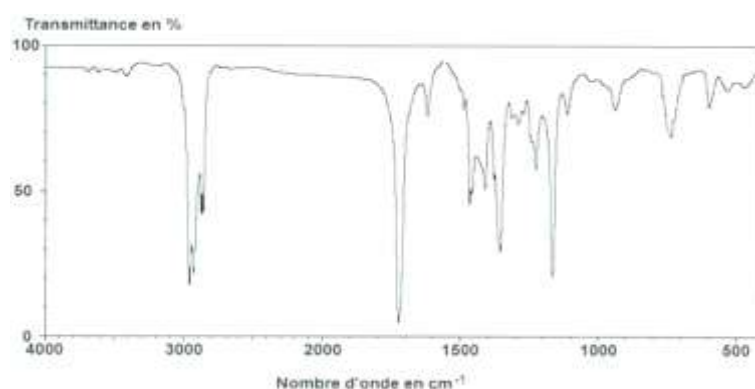
éthanoate d'isoamyle

Pour distinguer ces deux phéromones, on peut avoir recours à la spectroscopie infrarouge.

Spectre IR n°1



Spectre IR n°2



Bandes d'absorption IR de quelques types de liaisons chimiques

Liaison O–H	Entre 3100 et 3500 cm^{-1}	Bande forte et large
Liaison O–H des acides carboxyliques	Entre 2500 et 3300 cm^{-1}	Bande forte et large
Liaison C–H	Entre 2900 et 3100 cm^{-1}	Bande moyenne à forte
Liaison C–H de CHO	Entre 2650 et 2800 cm^{-1}	Double bande moyenne
Liaison C=O	Entre 1700 et 1800 cm^{-1}	Bande forte
Liaison C–O	Entre 1200 et 1300 cm^{-1}	Bande forte

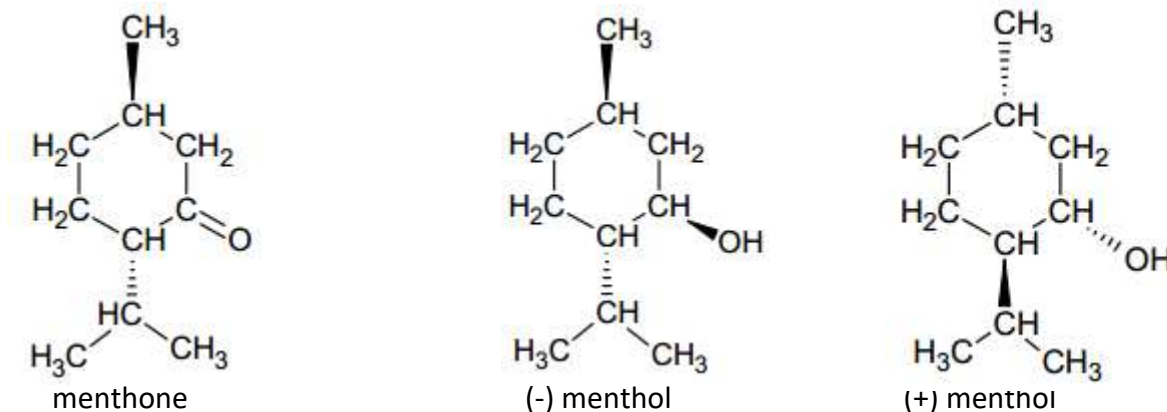
Ces spectres ne peuvent être distingués que grâce aux bandes d'absorption dont le nombre d'onde est compris entre 500 et 1500 cm^{-1} .

Attribuer à chaque spectre la molécule de phéromone correspondante, en expliquant votre choix.

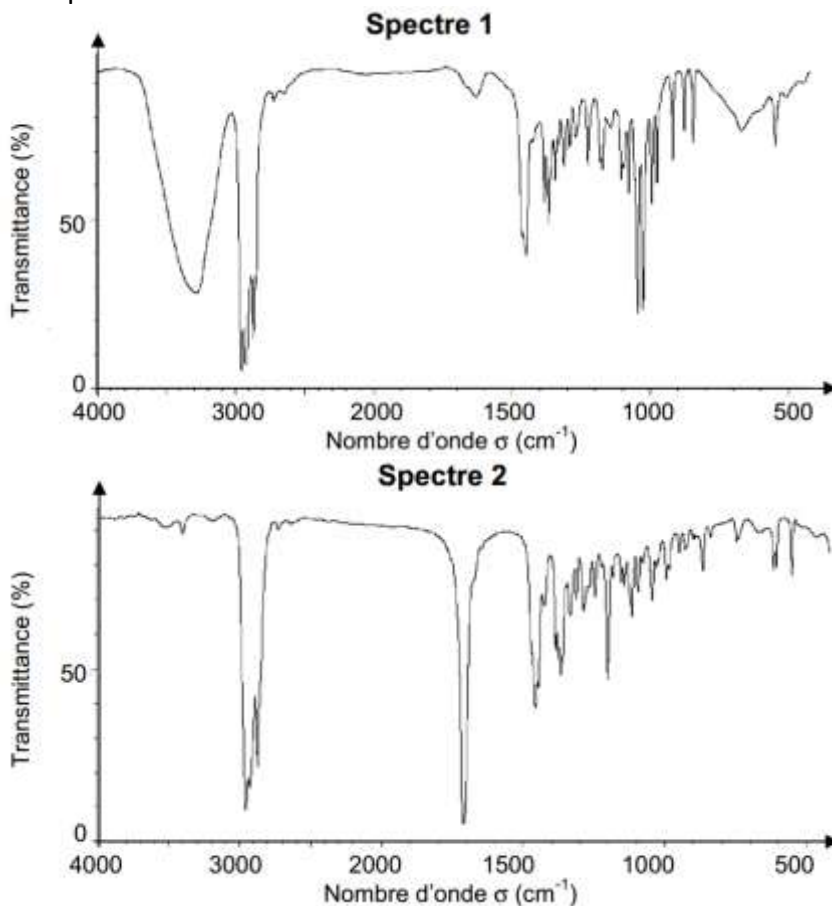
Menthol et menthone

L'arôme naturel de menthe est principalement dû à trois molécules : le (-) menthol, la menthone et l'éthanoate de menthyle.

Comme de nombreuses substances odorantes, le (-) menthol s'insère dans les cellules olfactives comme une clef dans une serrure, en donnant une note fraîche et mentholée. Son stéréoisomère, le (+) menthol donne une sensation de moisi beaucoup moins agréable.



- Donner la représentation topologique des molécules de menthone et de (-) menthol.
- Le spectre infrarouge de la menthone et celui du menthol sont donnés ci-dessous. Choisir, en justifiant, celui correspondant à la menthone.



http://sdfs.db.aist.go.jp/sdfs/cgi-bin/cre_index.cgi

Données : 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})	1620 - 1680	1650 - 1750	2500 - 3200	2800 - 3100	3200 - 3650

Vitamine C

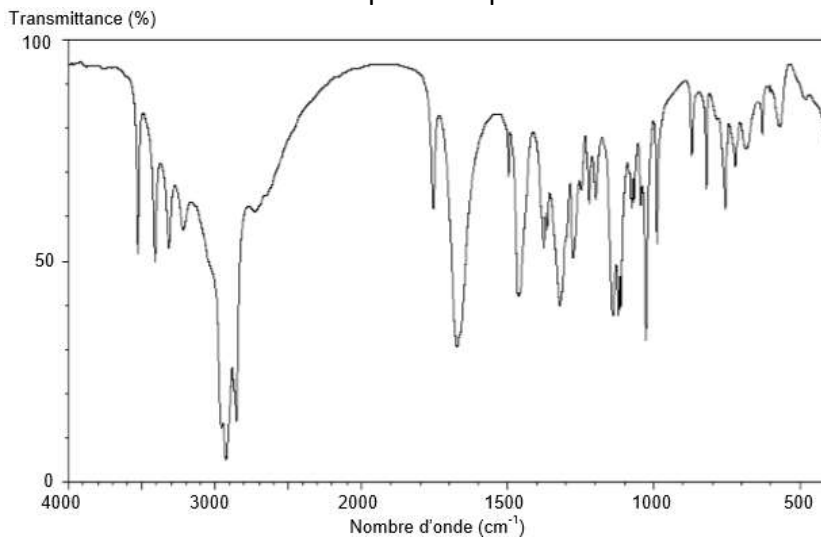
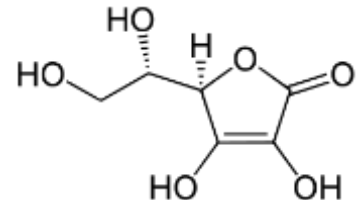
La vitamine C est une vitamine hydrosoluble, sensible à la chaleur et à la lumière. Elle joue un rôle important dans le métabolisme des êtres humains et de nombreux autres mammifères. Alors que la plupart des mammifères est capable de synthétiser la vitamine C, l'être humain en est incapable et il doit la puiser dans son alimentation. La vitamine C est principalement constituée d'acide L-ascorbique, un des stéréoisomères de l'acide ascorbique.

Table de données pour la spectroscopie IR :

Liaison	O - H	C - H	C = O
Nombre d'onde (cm^{-1})	3200 - 3600	2800 - 3100	1650 - 1750

La formule topologique de l'acide L-ascorbique est représentée ci-dessous.

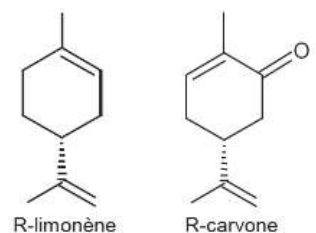
Le spectre IR de l'acide L-ascorbique est reproduit ci-dessous.



Vérifier que le domaine de longueurs d'onde de ce spectre se situe bien dans l'infrarouge. Identifier, sur ce spectre, deux bandes d'absorption caractéristiques de l'acide L-ascorbique.

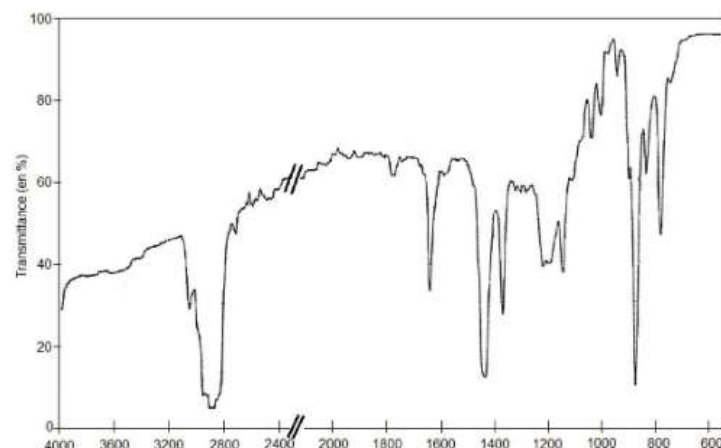
Carvone ou limonène ?

La peau des oranges contient une huile essentielle constituée principalement d'un des énantiomères du limonène : le R-limonène, qui est responsable de leur odeur caractéristique. Le R-limonène sert de matière première pour produire des arômes dans l'industrie agroalimentaire, comme la R-carvone.



Spectre infrarouge de l'huile essentielle obtenue à partir des écorces d'orange

Le spectre obtenu est-il celui de la carvone ou du limonène ? Justifier



D'après : Chimie des couleurs et des odeurs, M. Capon, Culture et techniques.

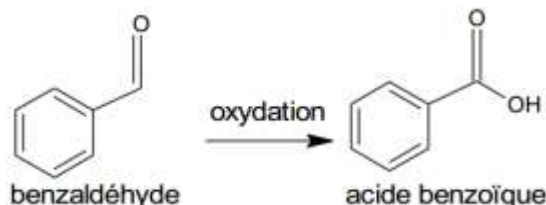
Benzaldéhyde

Le benzaldéhyde est un liquide incolore, couramment utilisé comme additif alimentaire pour son odeur d'amande amère.

➤ Table simplifiée en spectroscopie IR :

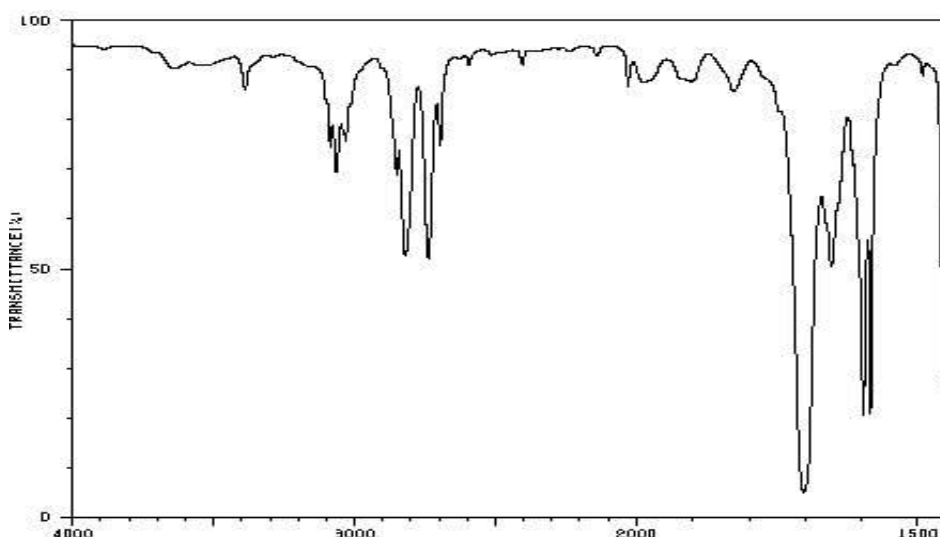
Liaison	Nombre d'onde (cm ⁻¹)	Intensité
O-H alcool	3200 - 3400	Forte, large
O-H acide carboxylique	2500 - 3200	Forte à moyenne, large
C=O aldéhyde et cétone	1650-1730	Forte
C=O acide	1680-1710	Forte
C=C aromatique	1450-1600	Variable, 3 à 4 bandes

Le benzaldéhyde étant susceptible de s'oxyder en acide benzoïque lorsque le flacon est entamé, il convient de vérifier sa pureté avant de l'utiliser comme réactif.

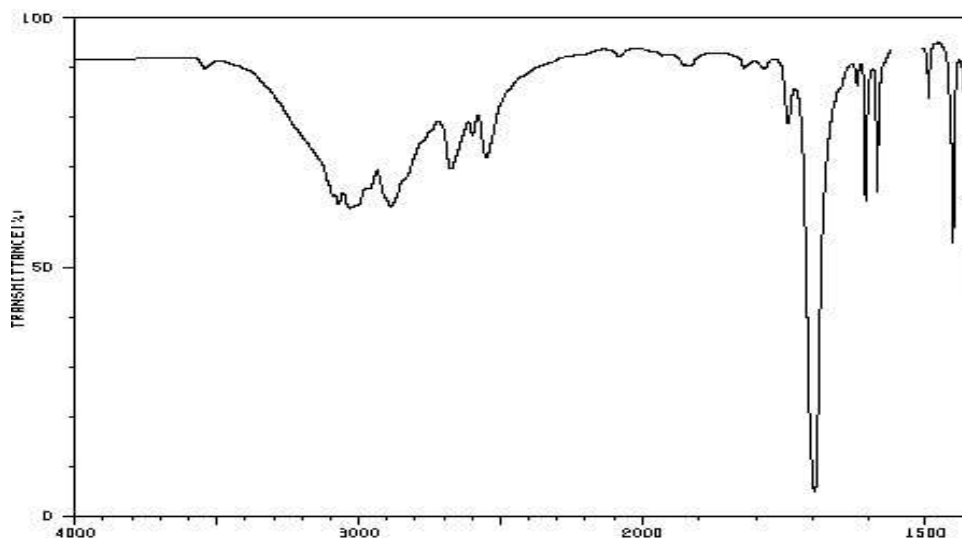


1. Sur les molécules de benzaldéhyde et d'acide benzoïque, entourer les groupes caractéristiques et nommer les fonctions correspondantes.
2. En expliquant la démarche suivie, associer à chaque molécule (benzaldéhyde et acide benzoïque) un des spectres infrarouge reproduits ci-dessous.

Spectre 1 :



Spectre 2 :

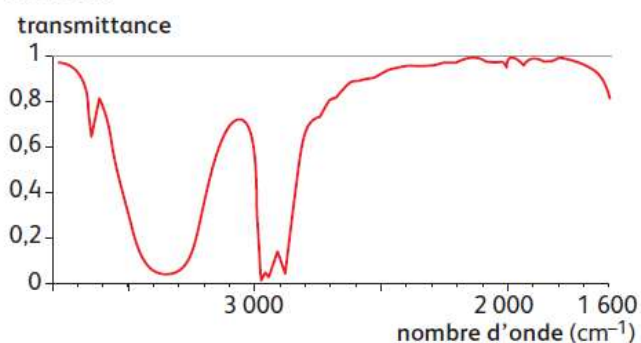


En abscisse : nombre d'onde σ (en cm⁻¹)

Exercice n°15 P 115

15 Exploiter un spectre infrarouge

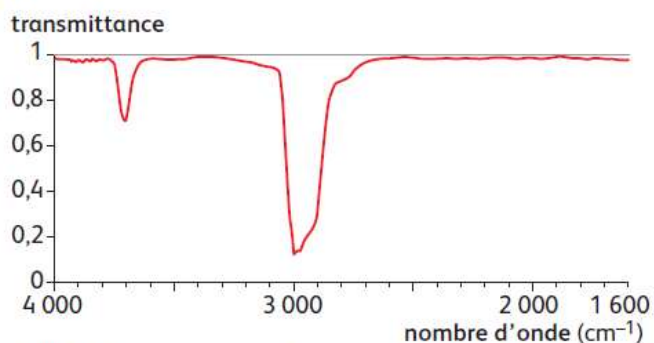
Le spectre infrarouge du propan-1-ol liquide est représenté ci-dessous.



a. Caractériser la forme de la bande aux alentours de 3350 cm^{-1} (fine/large; intense/peu intense).

Quelle liaison au sein du propan-1-ol est responsable de cette bande d'absorption?

b. Le spectre du propan-1-ol en phase gazeuse est représenté ci-dessous.



Quelle différence majeure observe-t-on entre ce spectre et le spectre précédent pour des nombres d'onde supérieurs à 1600 cm^{-1} ? Comment l'interpréter?

Exercice n°16

16 Utiliser une table de données IR

On dispose du spectre IR en phase condensée d'une espèce chimique de formule brute $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ qui ne possède pas de double liaison carbone-carbone. Il est constitué, entre autres, de deux bandes de très forte absorption : l'une, très large, aux alentours de 3080 cm^{-1} et l'autre, beaucoup plus fine, au voisinage de 1710 cm^{-1} .

a. Justifier que deux molécules peuvent a priori correspondre à la formule brute $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$: l'une de la classe fonctionnelle des esters, et l'autre de la classe fonctionnelle des acides carboxyliques. Écrire les formules topologiques correspondantes et nommer les deux molécules.

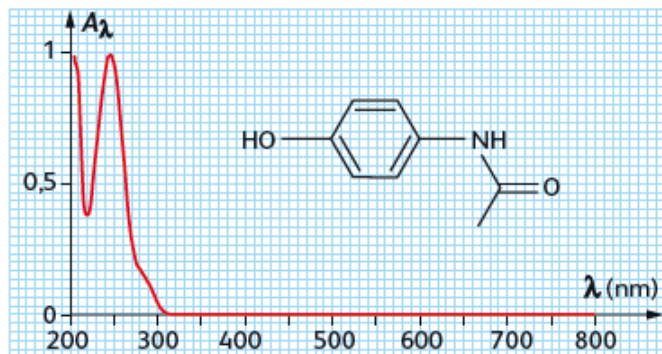
b. Conclure sur la nature de l'espèce chimique grâce à la table de données IR présentée dans les rabats.

16 Caractérisation du paracétamol

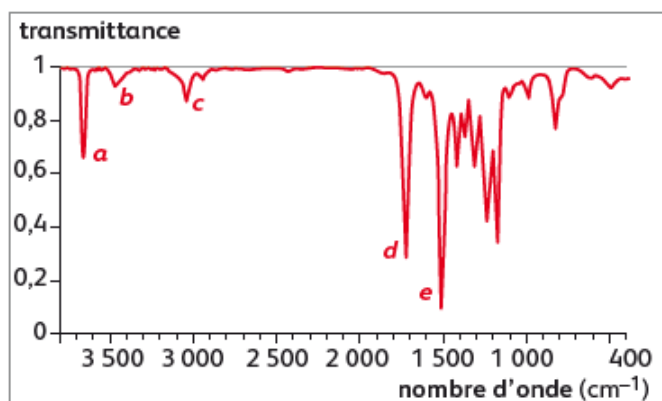
Compétence générale Exploiter des informations

Le paracétamol est le médicament le plus prescrit en France. Sa formule topologique et ses spectres UV-visible et infra-rouge sont représentés ci-dessous.

DOC 1. Spectre UV-visible du paracétamol en solution aqueuse



DOC 2. Spectre IR du paracétamol en phase gazeuse



- Recopier la formule topologique de la molécule et entourer ses groupes caractéristiques.
- Citer le nom du groupe caractéristique -OH.
- À quelle classe fonctionnelle cette molécule appartient-elle du fait du groupe caractéristique contenant l'atome d'azote ?
- Le paracétamol est-il une espèce de la matière colorée ?
- Attribuer les bandes caractéristiques *a*, *b*, *c*, *d* et *e* du spectre IR aux liaisons correspondantes de la molécule.
- Comment ce spectre IR sera-t-il modifié en phase condensée ?

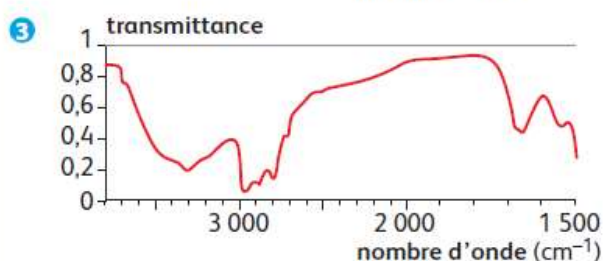
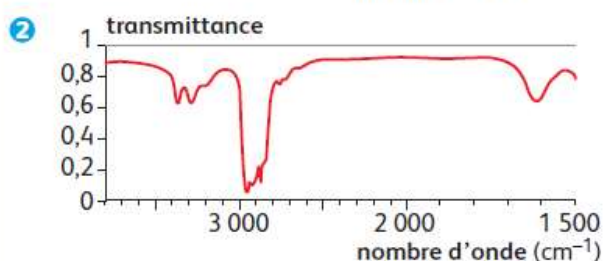
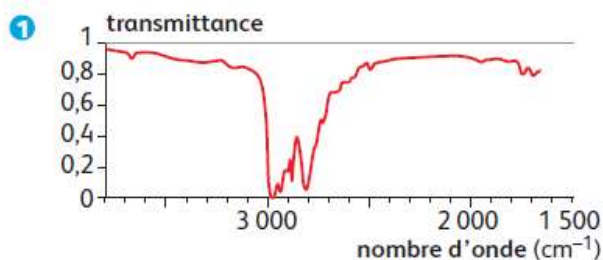
Exercice n°29

29 ★★ Identification de la classe d'une amine

COMPÉTENCES S'approprier, connaître, analyser, valider.

Comme pour les alcools, les amines existent sous forme de trois classes. Cependant, la classe d'une amine n'est pas liée au nombre d'atomes de carbone liés à l'atome de carbone porteur du groupe caractéristique. Elle est liée au nombre d'atomes de carbone liés à l'atome d'azote. Étudions ces trois classes d'amine ainsi que leur propriété en spectroscopie IR.

Doc 1. Spectres IR en phase condensée des trois amines A, B et C



Doc 2. IR et vibration des liaisons

• Un modèle permettant d'expliquer que les molécules absorbent les radiations infrarouges consiste à considérer que les liaisons des molécules **vibrent** : lorsque la molécule absorbe la radiation, la longueur de la liaison oscille dans le temps.

• Certains groupes caractéristiques, comme celui des amines primaires, peuvent posséder deux modes de vibration :

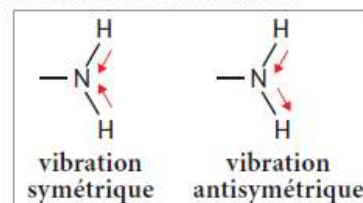
– un **mode symétrique**,

où les longueurs de deux liaisons sont toujours égales ;

– un **mode antisymétrique**,

où une liaison est à sa longueur maximale lorsque l'autre est à sa longueur minimale.

À chaque mode de vibration correspond une énergie et donc une radiation absorbée caractéristique.



1. Structure des amines

a. Rappeler la formule du groupe caractéristique des amines.

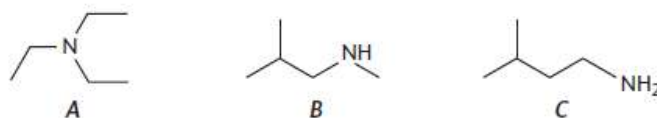
b. On peut classer les amines en trois catégories :

– les amines primaires, possédant une seule chaîne carbonée liée à l'atome d'azote ;

– les amines secondaires, possédant deux chaînes carbonées liées à l'atome d'azote ;

– les amines tertiaires, possédant trois chaînes carbonées liées à l'atome d'azote.

Déterminer la classe des trois amines suivantes.



c. Préciser le nom de l'amine C.

d. Les deux autres amines ont pour nom : *N*-méthyl-2-méthylpropan-1-amine et *N,N*-diéthyléthanamine. Attribuer leur nom aux deux amines A et B.

2. Spectroscopie IR

a. Comment les trois spectres IR se distinguent-ils au-delà de 3000 cm^{-1} ?

b. À quel type de liaison les éventuelles bandes observées correspondent-elles ?

c. En déduire l'amine correspondant au spectre 1.

d. En exploitant le document 2, expliquer comment distinguer une amine primaire d'une amine secondaire par son spectre IR.

e. En déduire à quelle molécule correspond le spectre 2, puis le spectre 3.