

Chap. 8 – Synthèse de composés organiques

« La spectroscopie infrarouge »

Chap.8 – ADn°2
ELEA2Capacités exigibles :

- Identifier, à partir d'une formule semi-développée, les groupes caractéristiques associés aux familles de composés : alcool, aldéhyde, cétone et acide carboxylique.
- Justifier le nom associé à la formule semi-développée de molécules simples possédant un seul groupe caractéristique et inversement.
- Exploiter, à partir de valeurs de référence, un spectre d'absorption infrarouge.

INTRODUCTION :

- Dans un laboratoire historique, les étiquettes de quatre bouteilles contenant des molécules organiques ont disparu, comme le montre l'image ci-contre.
- Afin de procéder à un recyclage des espèces chimiques présentes dans ces bouteilles, il est essentiel d'en déterminer le nom. Pour cela, le chimiste peut procéder à une analyse structurale à l'aide de différentes méthodes. Parmi les méthodes à la disposition du chimiste, la résonance magnétique (RMN) et la spectroscopie infrarouge (I.R) jouent des rôles complémentaires.



- La résonance magnétique (RMN) permet de déterminer l'enchaînement des atomes les uns avec les autres
- La spectroscopie infrarouge (I.R) permet de déterminer le ou les groupe(s) caractéristique(s) présent(s) dans les molécules.

QUESTION :

Quel est le nom de l'espèce chimique présente dans chacune des quatre bouteilles ?

I : Découvrir la spectroscopie I.R

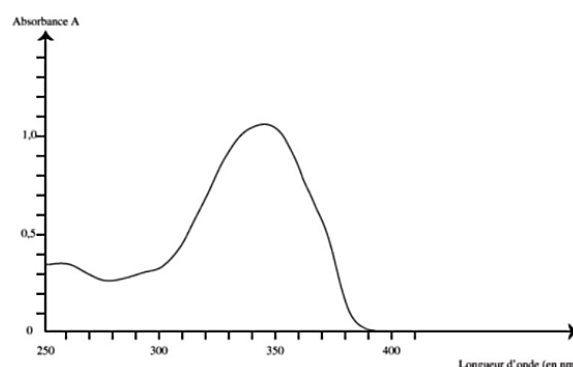
La vidéo utilisée dans ce parcours est également mise sur Pearltrees

1. À la découverte de nouvelles notions

Consigne : Une fois la vidéo visualisée et la prise de note terminée, répondre au QCM présent ci-dessous. Pour chacune des questions, choisir la ou les bonnes réponse(s).

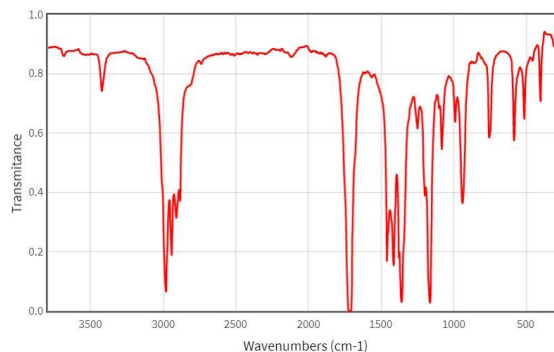
Question 1 : Le spectre donné ci-contre est un spectre :

- A : d'absorption UV-visible
B : infrarouge
C : RMN



Question 2 : Le spectre, donné ci-contre, est un spectre :

- A : d'absorption UV-visible
- B : infrarouge
- C : RMN



Question 3 : Un spectre infrarouge permet :

- A : d'identifier la présence de toutes les liaisons d'une molécule.
- B : d'identifier la présence de certaines liaisons d'une molécule.
- C : de connaître le nombre d'atomes d'hydrogène d'une molécule

Question 4 : Sur un spectre infrarouge, on trouve en abscisse :

- A : la longueur d'onde.
- B : le nombre d'onde.
- C : le déplacement chimique.
- D : la transmittance.

Question 5 : Sur un spectre infrarouge, on trouve en ordonnée :

- A : l'absorbance.
- B : le nombre d'onde.
- C : le déplacement chimique.
- D : la transmittance.

Question 6 : Si la transmittance d'une solution est nulle :

- A : l'absorbance est nulle également.
- B : la solution absorbe toutes les radiations.
- C : la solution n'absorbe pas les radiations.

Question 7 : Le nombre d'onde :

- A : est égal à la longueur d'onde.
- B : est égal à l'inverse de la longueur d'onde.
- C : n'a rien à voir avec la longueur d'onde.

Question 8 : Lorsqu'il peut se former des liaisons hydrogène entre les molécules, le spectre infrarouge obtenu montre une bande d'absorption qui est :

- A : fine.
- B : large.
- C : déplacée vers les faibles valeurs de nombre d'onde.

Question 9 : Dans un spectre infrarouge, une bande d'absorption située vers 1700 cm^{-1} correspond à :

- A : une liaison C=O
- B : une liaison C-H
- C : une liaison O-H

Question 10 : Dans un spectre infrarouge, une bande d'absorption située vers $3\,300\text{ cm}^{-1}$ correspond à :

- A : une liaison C=O
 B : une liaison C-H
 C : une liaison O-H

2. Tables de bande d'absorption

Consigne : Indiquer, dans chacun des cadres, le nom de la famille de composés qui comportent les liaisons considérées pour chacune des lignes.

	C—H 2 850 - 2 970 moyenne	C—C 1 000 - 1 250 forte	
O-H 3600-3200 forte			
	C—H 2 700 - 2 900 moyenne	C=O 1 700 - 1 740 forte	
		C=O 1650-1730 forte	
	O-H 2500-3200 forte	C=O 1680-1725 forte	
4 000 3 500 3 000 2 500 2 000 1 500 1 000 $\sigma\text{ (cm}^{-1}\text{)}$			

Consigne : Indiquer, dans chacune des cases vides du tableau ci-dessous, l'adjectif (donné dans le parcours) caractérisant la bande ainsi que l'intensité de cette dernière en fonction des liaisons. Pour cela aidez-vous du tableau complété à la question précédente.

Remarques :

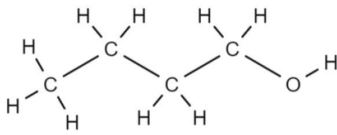
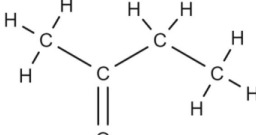
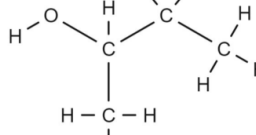
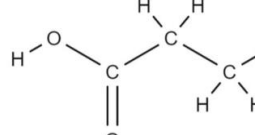
- L'intensité d'une bande est forte lorsque la transmittance est faible.
- Une bande est large si elle s'étale sur un intervalle de nombre d'onde important.
- Ce tableau n'est pas à apprendre par cœur. Il est possible d'observer des valeurs proches mais différentes dans des livres ou sur internet, cela ne doit pas vous empêcher de faire l'analyse.

Liaison chimique	Nombre d'onde	Intensité (forte ou moyenne)	Largeur de bande (fine ou large)
Liaison O-H alcool	$3200\text{--}3600\text{ cm}^{-1}$		
Liaison O-H acide carboxylique	$2500\text{--}3200\text{ cm}^{-1}$		
Liaison C _{tét} -H (élongation) Liaison C _{tét} -H (déformation) Liaison C _{tri} -H (ex :alcène) Liaison C _{di} -H	Entre $2850\text{--}3000\text{ cm}^{-1}$ Entre $1370\text{--}1470\text{ cm}^{-1}$ Entre $3000\text{--}3100\text{ cm}^{-1}$ Entre $3300\text{--}3310\text{ cm}^{-1}$	Bande moyenne à forte.	Fine ou large mais contenant plusieurs pics
Liaison C-H carbone fonctionnel aldéhyde (2 pics)	$2700\text{--}2900\text{ cm}^{-1}$		
Liaison C=O aldéhyde et cétone	$1700\text{--}1740\text{ cm}^{-1}$ $1650\text{--}1730\text{ cm}^{-1}$		
Liaison C=O des acides carboxyliques	$1680\text{--}1725\text{ cm}^{-1}$		

II : Analyser la structure d'une molécule

- Les chimistes, en charge du recyclage des différentes solutions, ont pu identifier les quatre espèces chimiques présentes, individuellement, dans chacune des bouteilles. La RMN leur a permis d'identifier l'enchaînement des atomes et la spectroscopie I.R, la présence de groupes caractéristiques.
- Dans le désordre, ils ont déterminé la présence du butan-2-one, de l'acide butanoïque, du butan-1-ol et du butan-2-ol.

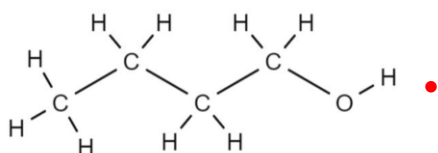
1. Identifier des groupes caractéristiques

Molécule 1	Molécule 2	Molécule 3	Molécule 4
			

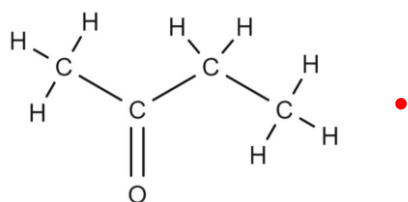
- Le groupe caractéristique présent dans la molécule 1 est :
- Le groupe caractéristique présent dans la molécule 2 est :
- Le groupe caractéristique présent dans la molécule 3 est :
- Le groupe caractéristique présent dans la molécule 4 est :

2. Justifier le nom d'une molécule à l'aide de son groupe caractéristique

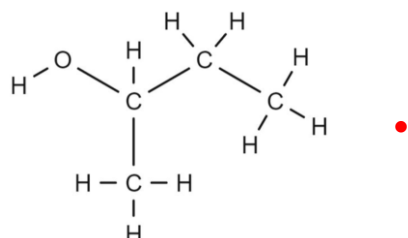
Consigne : Associer la formule développée (colonne de gauche) à un nom (colonne de droite).



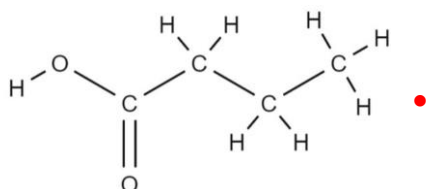
• butan-2-ol.



• butan-1-ol.



• butan-2-one.



• Acide butanoïque

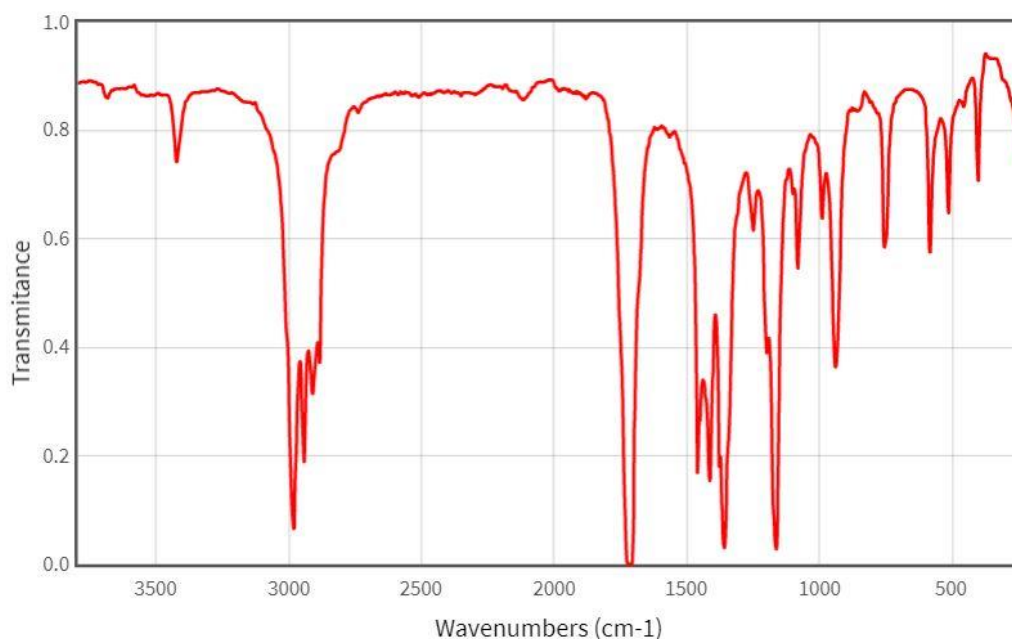
III : Analyser et exploiter un spectre d'absorption I.R

Les chimistes ont donc identifié, dans un ordre quelconque, quatre espèces : le butan-1-ol, le butan-2-ol, le butan-2-one, l'acide butanoïque. Pour arriver à cette conclusion, ils ont utilisé, en outre les quatre spectres d'absorption I.R présents ci-dessous :

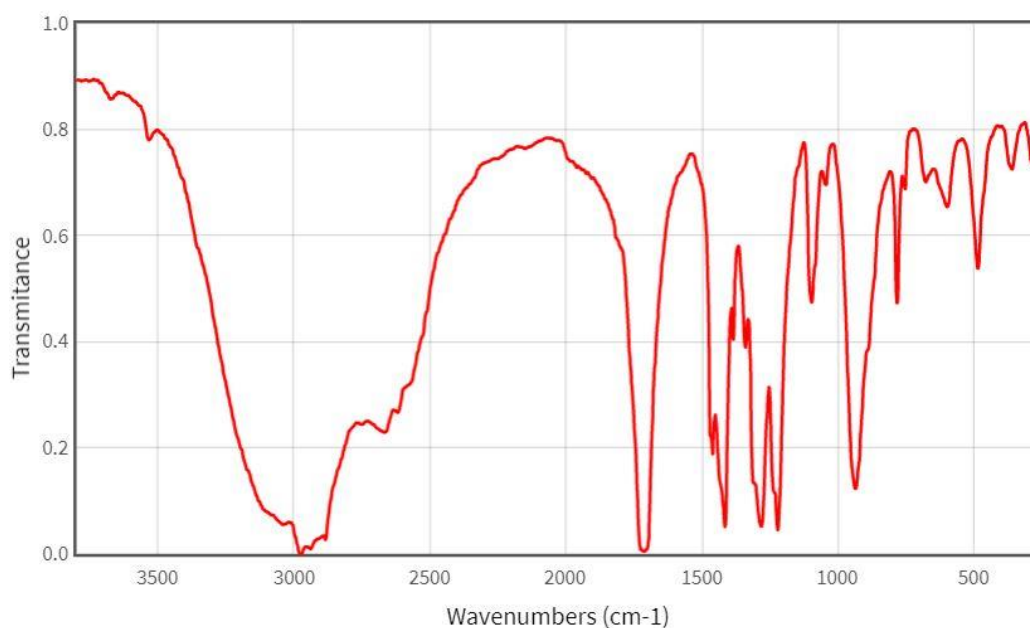
Le but de cette dernière partie est d'analyser ces quatre spectres afin de déterminer l'espèce chimique présente dans chacune des bouteilles.

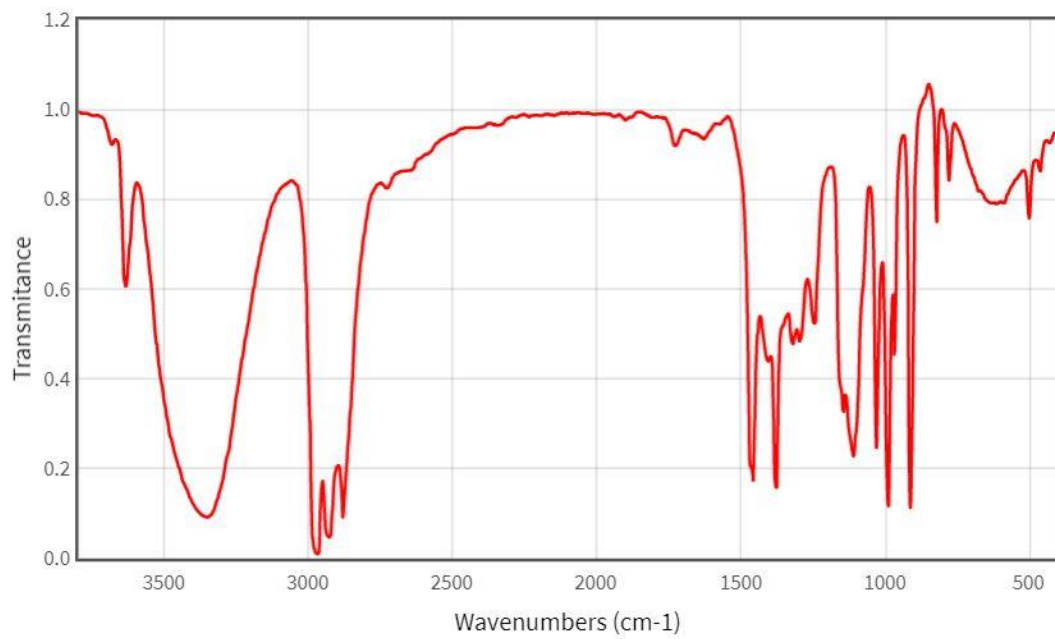
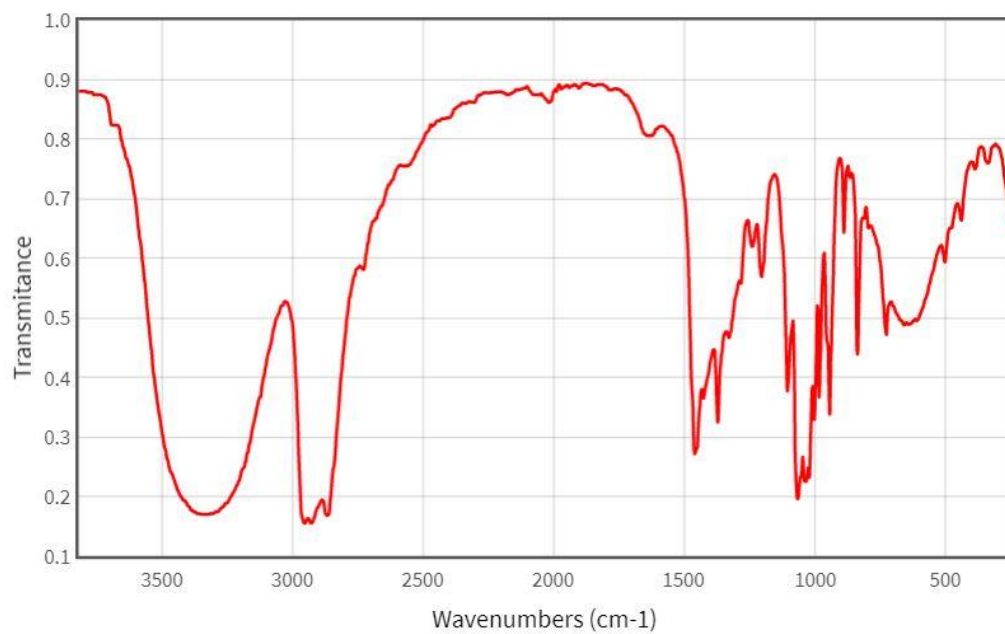
Consigne : Vous prendrez des notes sur les informations que vous obtiendrez au cours du parcours sur l'analyse des spectres d'absorption I.R. La partie à retenir sera complétée ensemble.

Bouteille 1



Bouteille 2



Bouteille 3**Bouteille 4**

A retenir :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....