

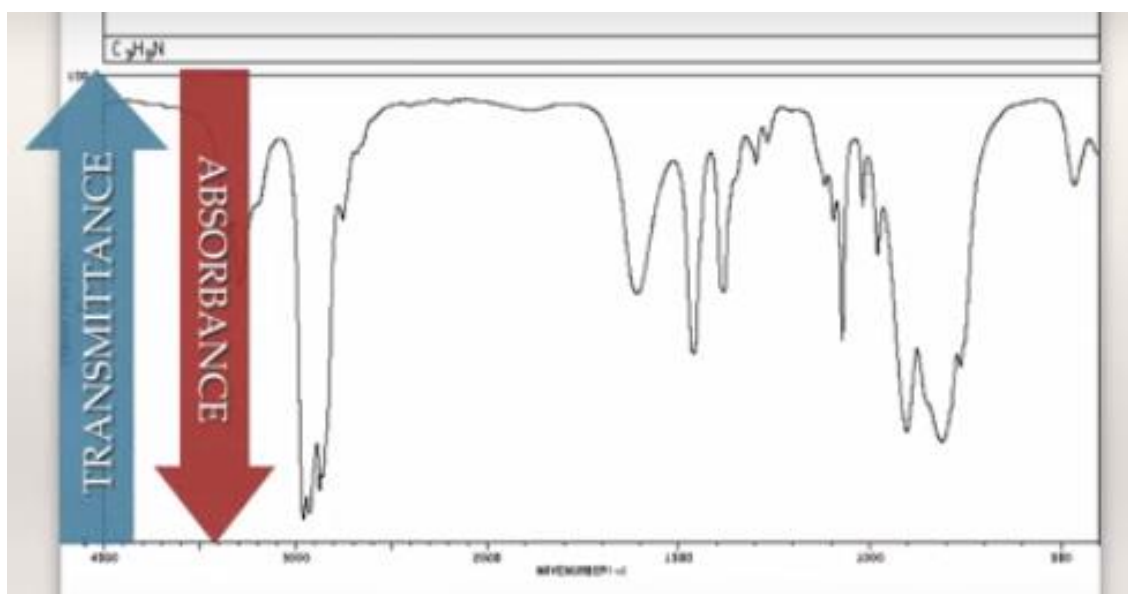
Analyse spectrale

Spectres IR

5 Extraits de sujets corrigés du bac S

© <http://labolycee.org>

La spectroscopie infrarouge : un moyen de déterminer les groupes caractéristiques d'une molécule



<https://youtu.be/U0Hu3-J0igE>

Animation par Ostralo.net <http://chimie.ostralo.net/spectreIR/>

*Les corrigés sont rédigés par les professeurs de l'association Labolycée.
Toute reproduction de ces corrigés sans l'autorisation de l'association est interdite.
Ces corrigés sont accessibles gratuitement et sans inscription sur <http://labolycee.org>*

Contacts : <https://twitter.com/Labolycee> ; <https://www.facebook.com/labolycee/> ;
labolycee@labolycee.org

Les exercices de bac sont conçus à partir de la colonne Compétences exigibles.

Notions et contenus	Compétences exigibles
<p>Spectres IR https://youtu.be/1ZQXEZKBKTY</p> <p>Identification de liaisons à l'aide du nombre d'onde correspondant ; détermination de groupes caractéristiques.</p> <p>Mise en évidence de la liaison hydrogène.</p>	<ul style="list-style-type: none">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 alcool, aldéhyde, cétone, acide carboxylique, ester, amine, amide.Connaître les règles de nomenclature de ces composés ainsi que celles des alcanes et des alcènes. https://youtu.be/icmXwHywn9g

Identification d'une molécule organique par IR et RMN, film d'une durée de 10 min, réalisé par la fondation Maison de la Chimie et le CNDP : <https://youtu.be/swvc0fQL5RQ>

EXERCICE I : ASPIRINE ET PRÉVENTION CARDIOVASCULAIRE (8,5 points)

2.2. Spectre IR de la molécule d'acide éthanoïque.

[Accès à la correction](#)

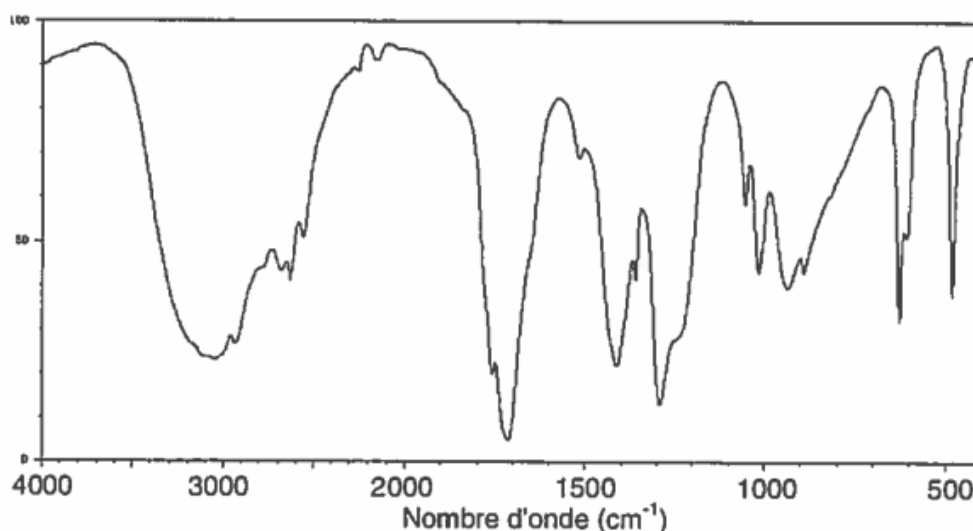
L'autre produit issu de la synthèse de l'aspirine est l'acide éthanoïque de formule brute $C_2H_4O_2$.

2.2.1. Donner la formule semi-développée de l'acide éthanoïque et du méthanoate de méthyle qui est un isomère de l'acide éthanoïque.

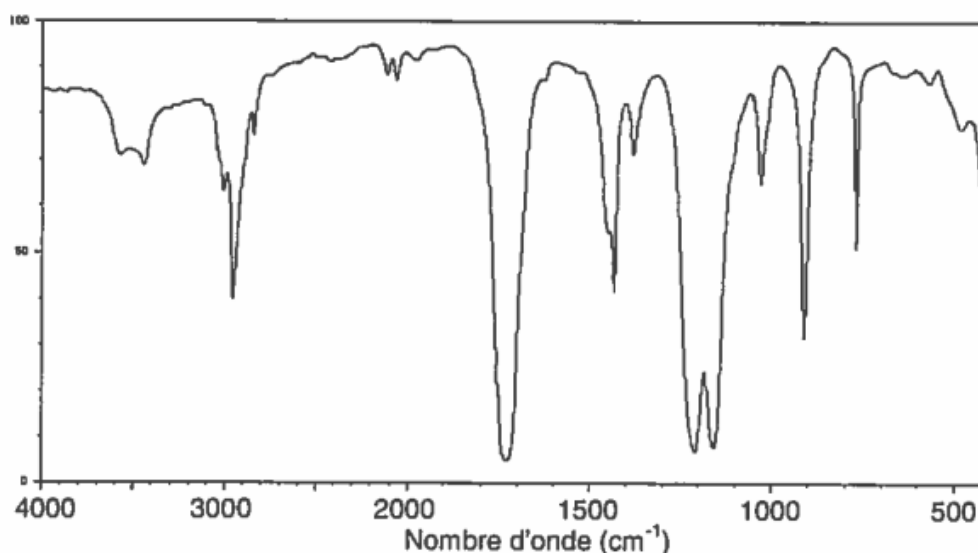
2.2.2. Les spectres infrarouges de ces deux espèces chimiques sont regroupés dans le **document 3** ci-dessous. Une table de données de spectroscopie infrarouge est également fournie (**document 4**).

Identifier celui qui appartient à l'acide éthanoïque en justifiant.

Document 3 : spectres IR de l'acide éthanoïque et du méthanoate de méthyle.



Spectre IR 1



Spectre IR 2

Document 4 : table de données pour la spectroscopie IR.

famille	liaison	nombres d'onde (cm^{-1})
cétone	$C = O$	1705 - 1725
aldéhyde	$C_{tri} - H$	2700 - 2900
	$C = O$	1720 - 1740
acide carboxylique	$O - H$	2500 - 3200
	$C = O$	1740 - 1800
ester	$C = O$	1730 - 1750
alcool	$O - H_{lié}$	3200 - 3450
	$O - H_{libre}$	3600 - 3700

On trouve dans un document publié par l'Institut suisse de prévention de l'alcoolisme (ISPA) les informations suivantes :

Quand une personne consomme de l'alcool, celui-ci commence immédiatement à passer dans le sang. Plus le passage de l'alcool dans le sang est rapide, plus le taux d'alcool dans le sang augmentera rapidement, et plus vite on sera ivre. L'alcool est éliminé en majeure partie par le foie. Dans le foie, l'alcool est éliminé en deux étapes grâce à des enzymes. Dans un premier temps, l'alcool est transformé en éthanal par l'enzyme alcool déshydrogénase (ADH). L'éthanal est une substance très toxique, qui provoque des dégâts dans l'ensemble de l'organisme. Il attaque les membranes cellulaires et cause des dommages indirects en inhibant le système des enzymes. Dans un deuxième temps, l'éthanal est métabolisé par l'enzyme acétaldéhyde déshydrogénase (ALDH).

Alcool pur : Ethanol : C_2H_6O

Enzyme ADH

Ethanal C_2H_4O

Dégradation ultérieure...

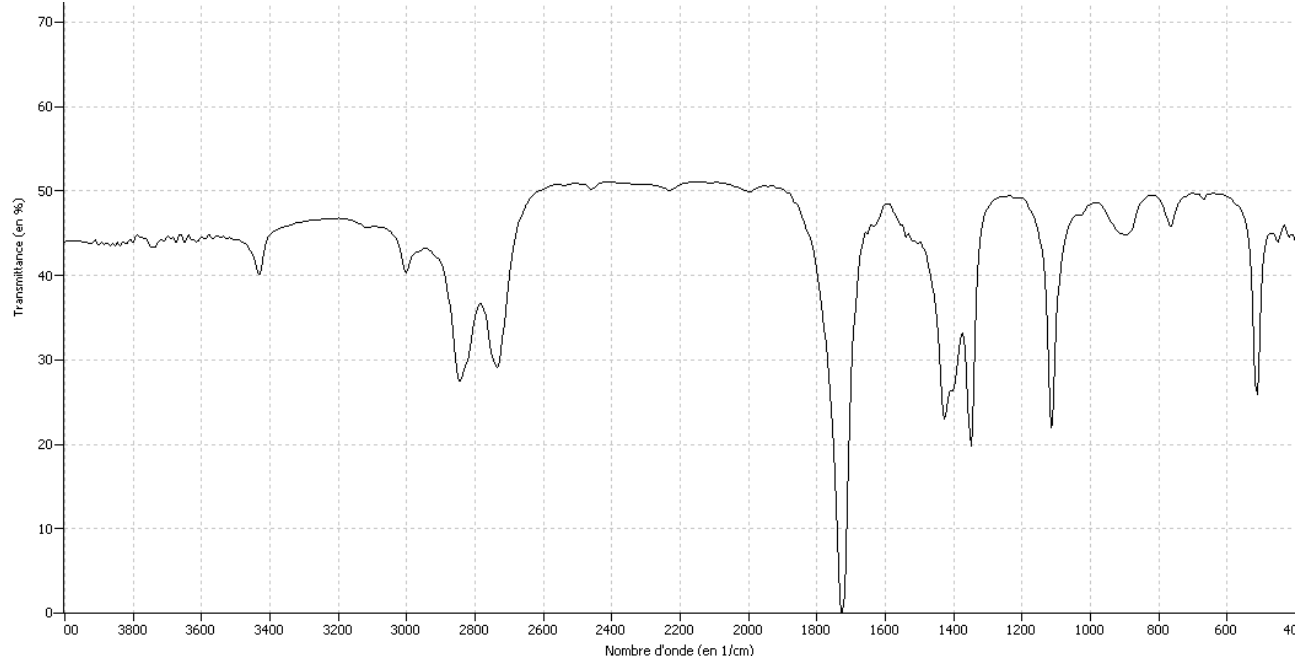
Synthèse du cholestérol

www.sfa-ispa.ch

Document 1

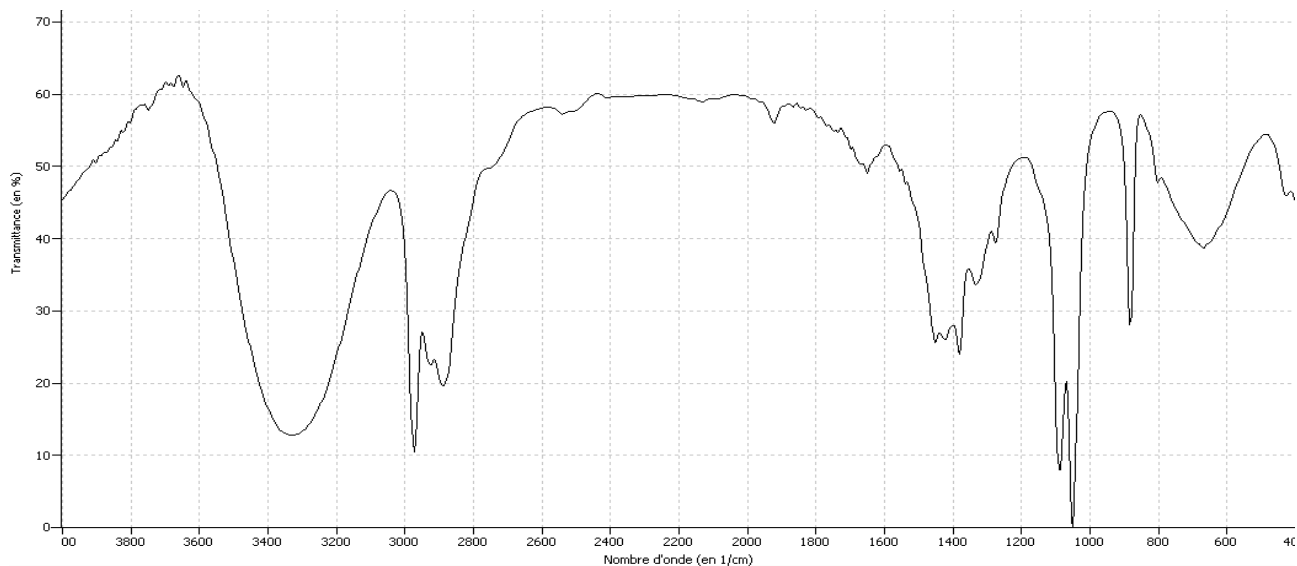
1. Spectroscopie

On se propose d'étudier la structure et les fonctions organiques de ces molécules par spectroscopie.



<http://www.sciences-edu.net>

Document 2a : Spectroscopie Infrarouge en phase liquide. Spectre IR1



<http://www.sciences-edu.net>

Document 2b : Spectroscopie Infrarouge en phase liquide. Spectre IR2

Liaison	C - C	C - O	C = O (carbonyle)	C - H	O - H
Nombre d'onde (cm ⁻¹)	1000-1250	1050-1450	1650-1740	2800-3000	3200-3700

Document 2c : Table de données pour la spectroscopie IR

- 1.1. Le document 1 évoque les molécules d'éthanol et d'éthanal : représenter en formule semi-développée ces deux molécules et encadrer leurs fonctions caractéristiques.
- 1.2. Quel est le nom du groupe fonctionnel porté par l'éthanol ? À quelle famille appartient cette molécule ?
- 1.3. Quel est le nom du groupe fonctionnel porté par l'éthanal ? À quelle famille appartient cette molécule ?
- 1.4. En utilisant les données spectroscopiques du document 2, associer chaque spectre infrarouge (IR) à la molécule correspondante en justifiant.

Accès à la correction

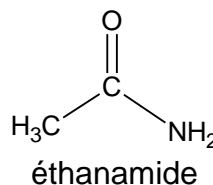
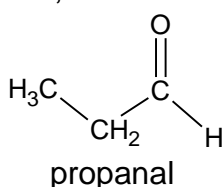
EXERCICE III : À LA RECHERCHE DE LA VIE DANS L'ESPACE (5 points)

- Table de données pour la spectroscopie IR :

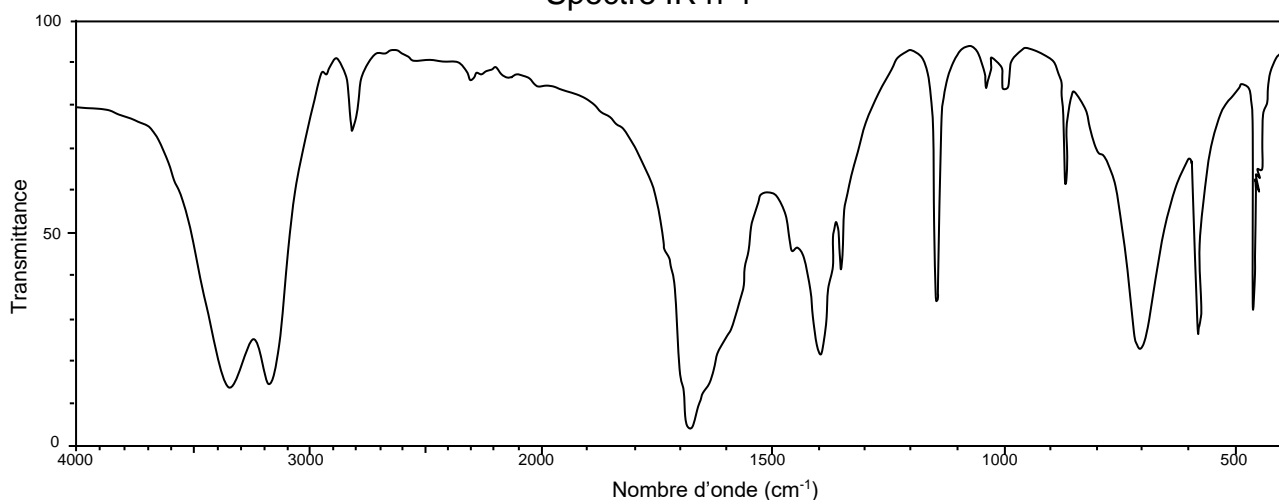
Liaison	Nombre d'onde (cm ⁻¹)	Intensité
O–H alcool libre	3500–3700	forte, fine
O–H alcool lié	3200–3400	forte, large
O–H acide carboxylique	2500–3200	forte à moyenne, large
N–H amine	3100–3500	moyenne
N–H amide	3100–3500	forte
N–H amine ou amide	1560–1640	forte ou moyenne
C–H	2800–3300	moyenne
C=O amide	1650–1740	forte
C=O aldéhyde et cétone	1650–1730	forte
C=O acide	1680–1710	forte

L'atterrisseur de la sonde Rosetta possède un spectromètre infrarouge (VIRTIS) capable de détecter la présence de molécules organiques.

Parmi les molécules détectées sur la comète « Tchouri », plusieurs l'ont été pour la première fois dans une comète. Parmi celles-ci, on trouve le propanal et l'éthanamide.

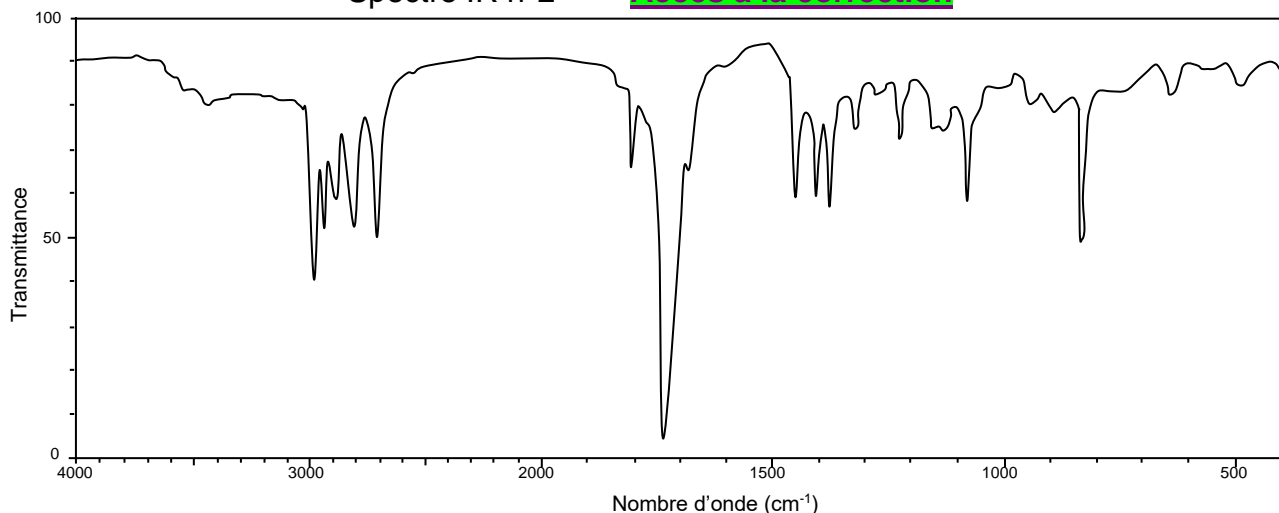


Associer, en le justifiant, chacun des spectres IR ci-dessous à une des deux molécules précédentes.
Spectre IR n°1



Spectre IR n°2

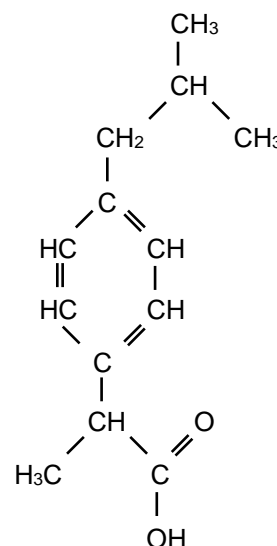
[Accès à la correction](#)



L'ibuprofène est une molécule de formule brute $C_{13}H_{18}O_2$. Son nom en nomenclature officielle est acide 2-(4-isobutylphényl)propanoïque.

De par ses propriétés anti-inflammatoire, antalgique et antipyrétique, elle constitue le principe actif de divers médicaments.

Cet exercice comporte trois parties indépendantes conduisant à étudier la structure de la molécule d'ibuprofène, sa synthèse dans le cadre de la chimie verte et le dosage d'un médicament.



*Formule semi-développée
de l'ibuprofène*

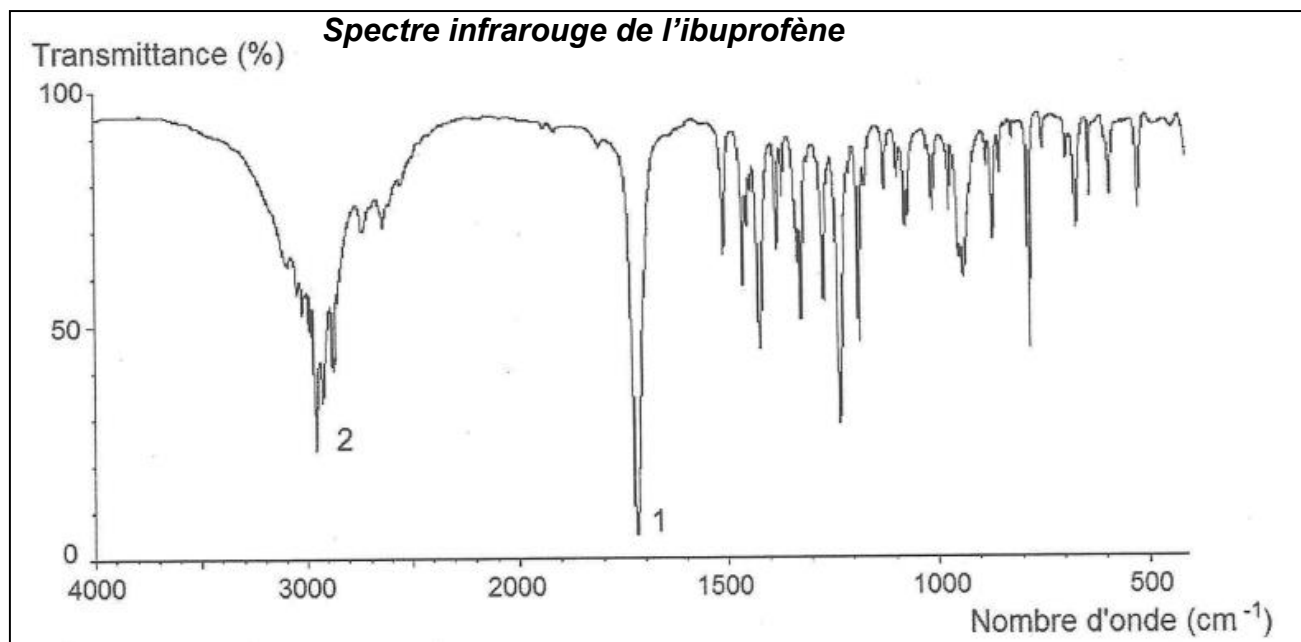
Partie 1 : La molécule d'ibuprofène

1.3. Diverses techniques d'analyse ont permis de connaître la structure de la molécule d'ibuprofène. Les spectroscopies IR (infrarouge) et de RMN (résonance magnétique nucléaire) en sont deux exemples.

1.3.1. Donner l'origine des bandes d'absorption 1 et 2 du spectre infrarouge IR (document 1) en exploitant les données du document 2.

[Accès à la correction](#)

Document 1



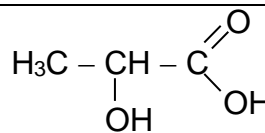
Document 2

Bandes d'absorption IR de quelques types de liaisons chimiques

Type de liaison	Nombre d'onde (cm ⁻¹)	Largeur de la bande	Intensité d'absorption
O-H sans liaison hydrogène	3580 - 3650	fine	forte
O-H avec liaison hydrogène	3200 - 3300	large	forte
O-H d'un acide carboxylique	2500 - 3200	large	variable
C-H des groupes CH ₂ , CH ₃ , CH dans les alcanes, les alcènes et les cycles aromatiques	2900 - 3100	variable (bandes multiples)	variable
C=C dans un cycle aromatique	1500 - 1600	fine	moyenne
C=O d'un acide carboxylique	1700 - 1725	fine	forte

Extrait 5 Bac S 2013 Liban Exercice I. ACIDE LACTIQUE ET MÉDECINE ANIMALE (7 points)<http://labolycee.org>**1. L'acide lactique**

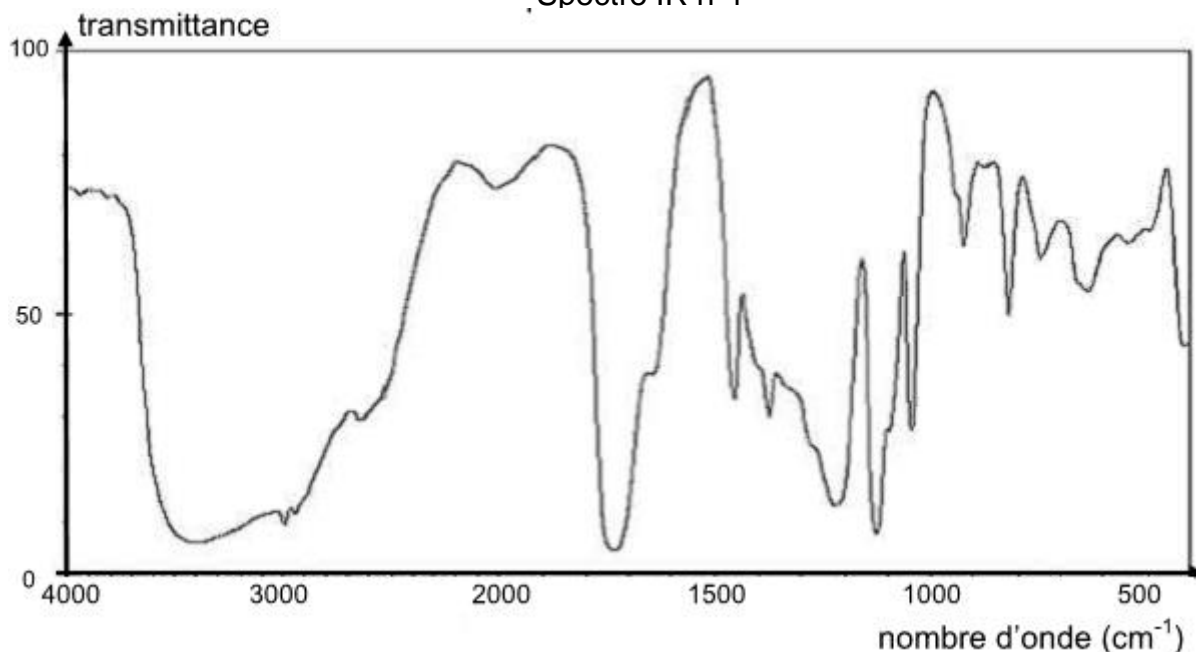
La formule semi-développée de l'acide lactique est la suivante :

**1.2. Analyse spectroscopique**

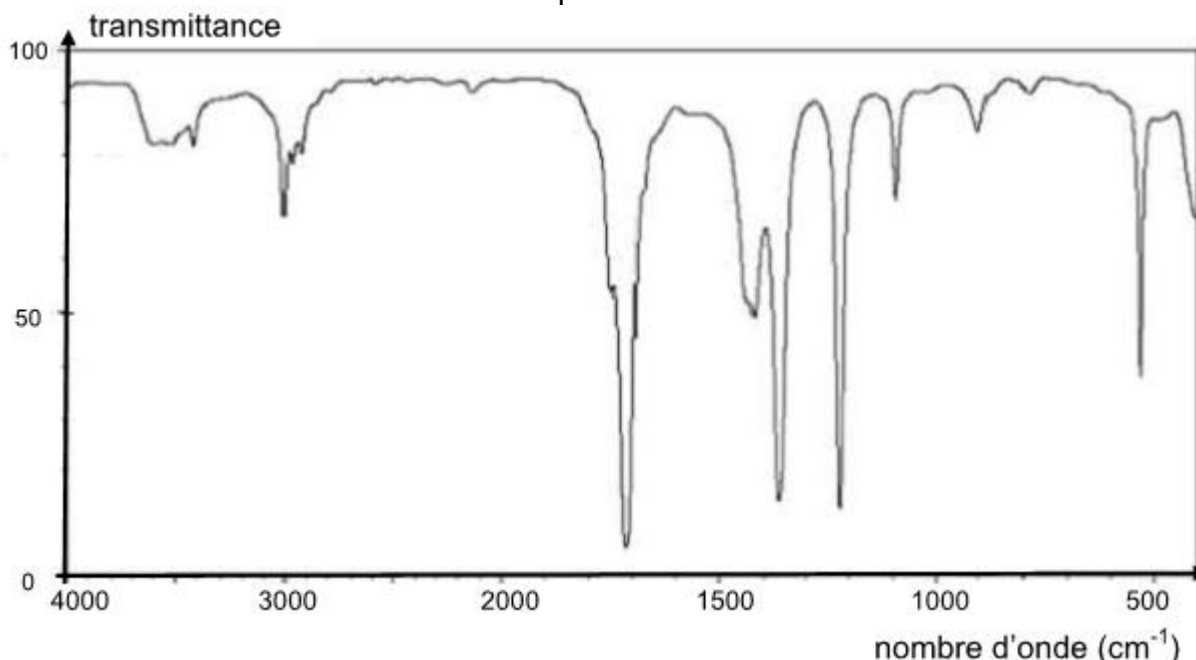
Accès à la correction

1.2.1. Parmi les spectres IR proposés dans le document 1 ci-après, choisir en justifiant celui correspondant à l'acide lactique. [Accès à la correction](#)**Document 1 : Spectres IR**

Spectre IR n°1



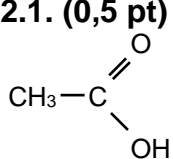
Spectre IR n°2

**Donnée :** bandes d'absorption en spectroscopie IR

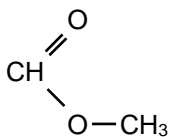
Liaison	C-C	C=O	O-H (acide carboxylique)	C-H	O-H (alcool)
Nombre d'onde (cm ⁻¹)	1000 - 1250	1700 - 1800	2500 - 3200	2800 - 3000	3200 - 3700

2.2. Spectre IR de la molécule d'acide éthanoïque.

2.2.1. (0,5 pt)



Acide éthanoïque

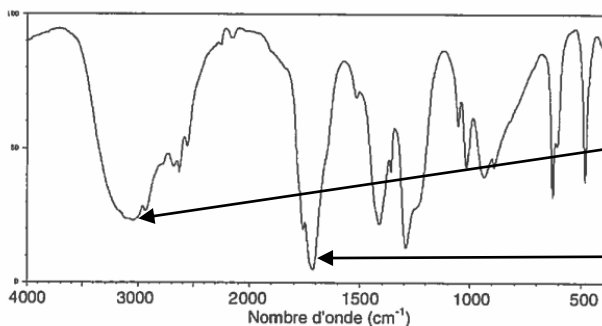


méthanoate de méthyle

Il s'agit d'un ester.

[Retour vers le sujet](#)

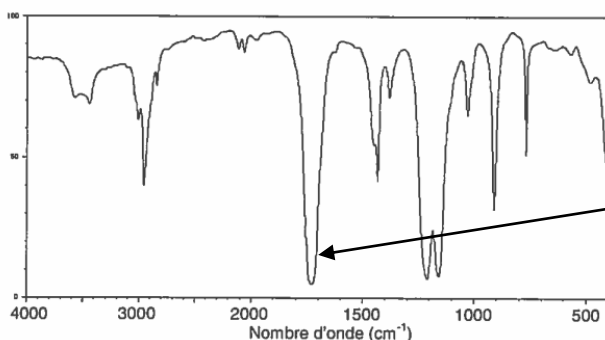
2.2.2. (0,5 pt)



Spectre IR 1

Bande à 2500 – 3200 cm⁻¹
Caractéristique de la liaison OH
de l'acide carboxylique

Bande à 1740 – 1800 cm⁻¹
Caractéristique de la liaison C = O
de l'acide carboxylique



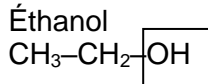
Spectre IR 2

Bande à 1730 – 1750 cm⁻¹
Caractéristique de la liaison
C = O de l'ester

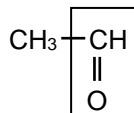
Le spectre IR1 correspond à celui de l'acide éthanoïque et le spectre IR2 à celui du méthanoate de méthyle.

1. Spectroscopie

1.1. Formules semi-développées



Éthanal



[Retour vers le sujet](#)

1.2. Groupe fonctionnel hydroxyle

Famille : alcool

1.4. Le spectre IR2 montre une bande large et intense autour de 3300 cm⁻¹ qui caractérise le groupe hydroxyle de l'éthanol.

Le spectre IR1 montre une bande fine et intense autour de 1700 cm⁻¹ qui caractérise le groupe carbonyle de l'éthanal.

1.3. Groupe fonctionnel carbonyle

Famille : aldéhyde

EXERCICE III – À LA RECHERCHE DE LA VIE DANS L'ESPACE (5 points)

Retour vers le sujet

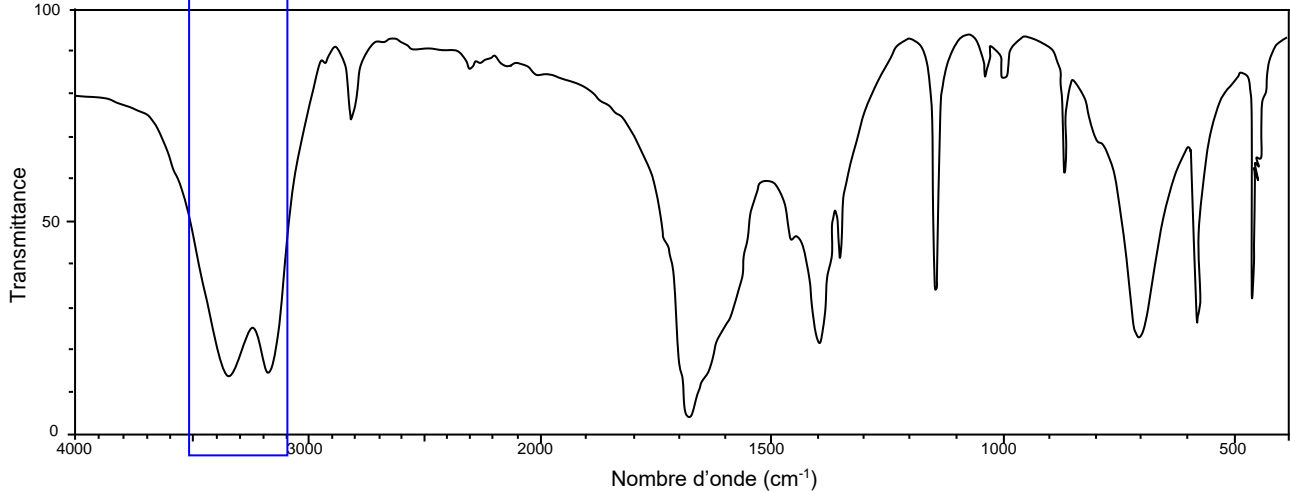
Seul le spectre IR n°1 présente une bande de forte intensité pour un nombre d'onde compris entre 3100 et 3500 cm^{-1} . Or cette bande caractérise la fonction amide.

Le spectre IR n°1 est celui de l'éthanamide.

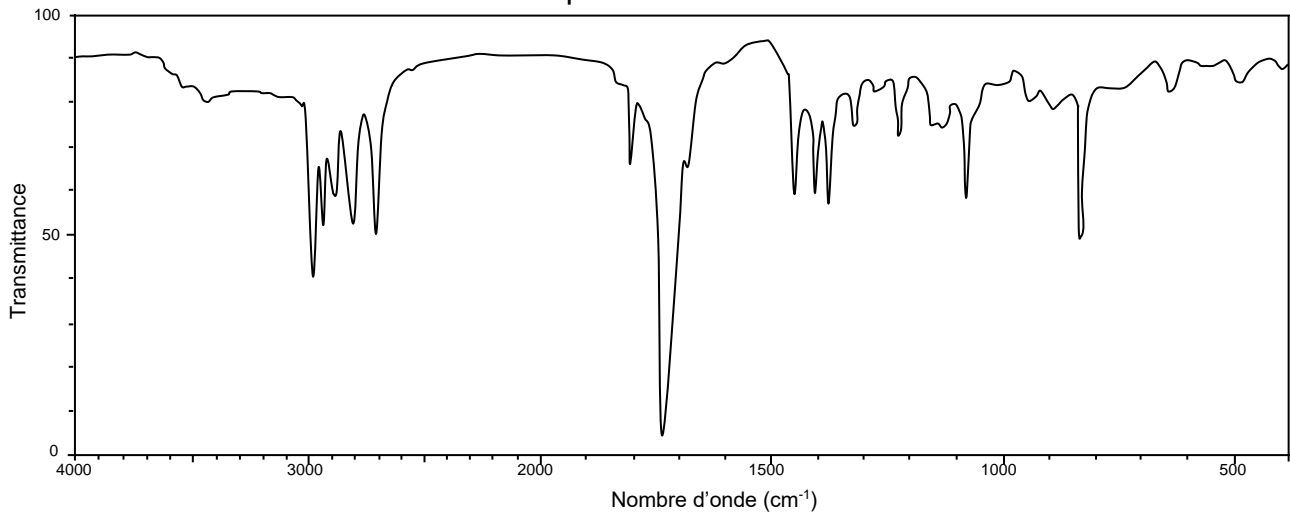
Le spectre IR n°2 est celui du propanal.

La bande relative aux vibrations de la liaison C=O est présente dans les deux spectres mais les nombres d'onde pour la fonction amide et la fonction aldéhyde sont si proches qu'il n'est pas possible de distinguer les deux molécules avec certitude sur ce critère.

Spectre IR n°1



Spectre IR n°2



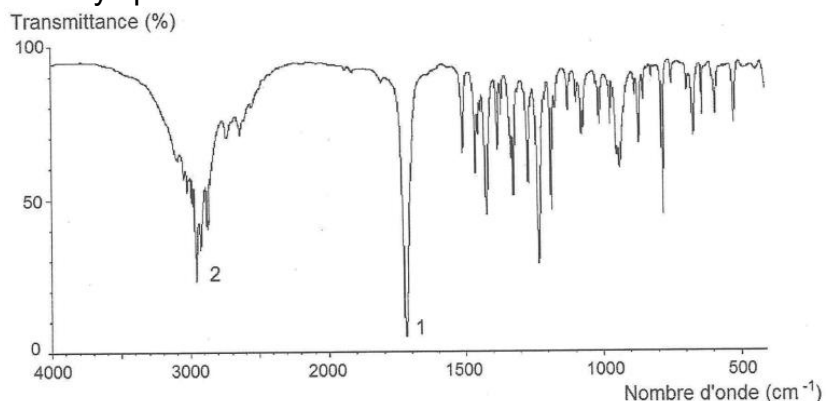
Extrait 4

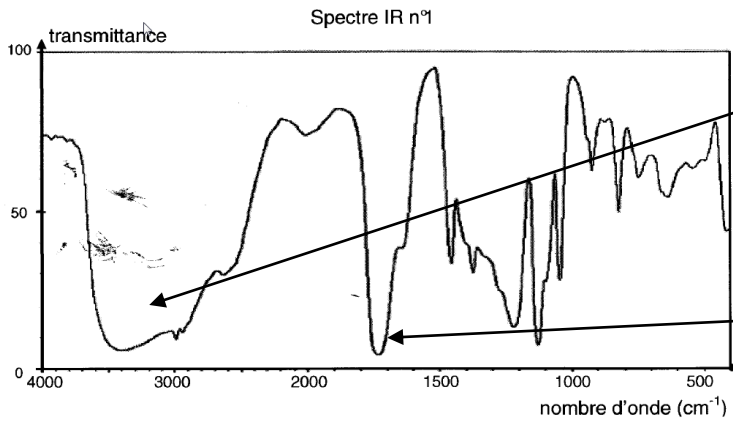
Exercice II. Molécule d'ibuprofène (9,5 points)

1.3.1. (0,5 pt) La bande n°1 est fine, de forte intensité et correspond à un nombre d'onde σ d'environ 1700 cm^{-1} caractéristique de la liaison C = O d'un acide carboxylique.

(0,5 pt) La bande n°2 est large et centrée autour de $\sigma = 3000 \text{ cm}^{-1}$, elle peut caractériser les liaisons C – H ou/et la liaison O-H de l'acide carboxylique.

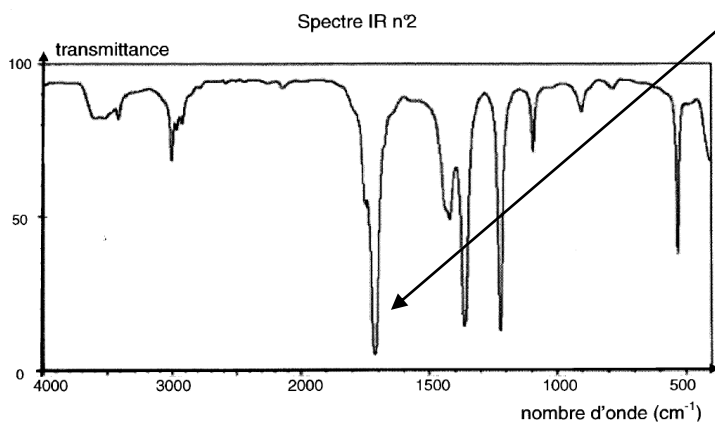
Retour vers le sujet



Extrait 5**EXERCICE I : ACIDE LACTIQUE ET MÉDECINE ANIMALE (7 points)**CORRECTION © <http://labolycee.org>**1. L'acide lactique****1.2.1. (0,5 pt) Analyse spectroscopique**[Retour vers le sujet](#)

Bande large qui peut englober la liaison O – H (alcool) entre 3200 et 3700 cm⁻¹ et la liaison O – H de l'acide carboxylique (2500 – 3200 cm⁻¹), non présente dans le deuxième spectre

Bande fine vers 1750 cm⁻¹ caractéristique de la liaison C = O



Le spectre n°1 correspond à l'acide lactique car la bande O – H n'est présente que dans le spectre n°1.