

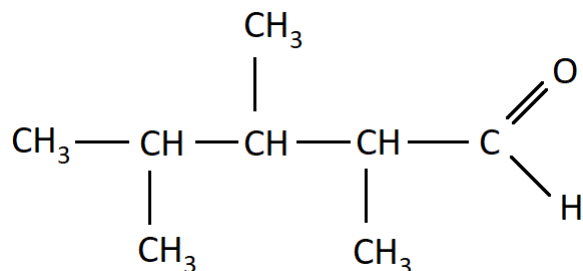
Structure des entités organiques – Exercices - Devoirs

Exercice 1 corrigé disponible

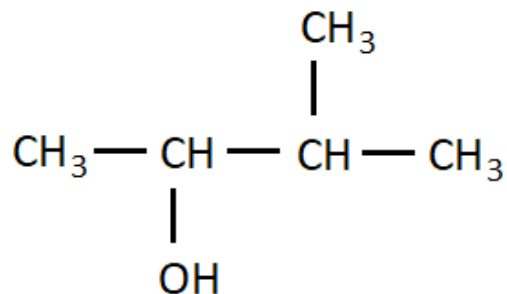
Pour chacune des molécules ci-dessous :

- quelle la formule brute ?
- quel est le nom en nomenclature officielle ?
- quel le groupe caractéristique porté ?
- représenter symboliquement le spectre infrarouge

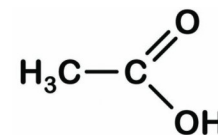
1.



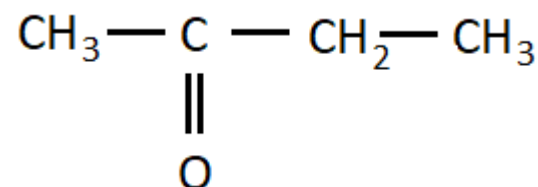
2.



3.



4.



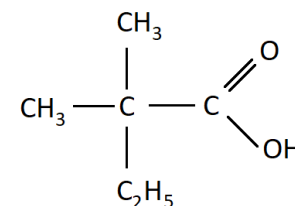
5. CH_3-CH_2-CHO

6. $CH_3-CO-CH_3$

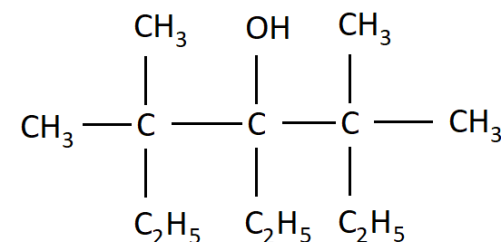
7. $CH_3-CH_2-CH_2-COOH$

8. $CH_3-CH_2-CO-CH_2-CH_3$

9.



10.

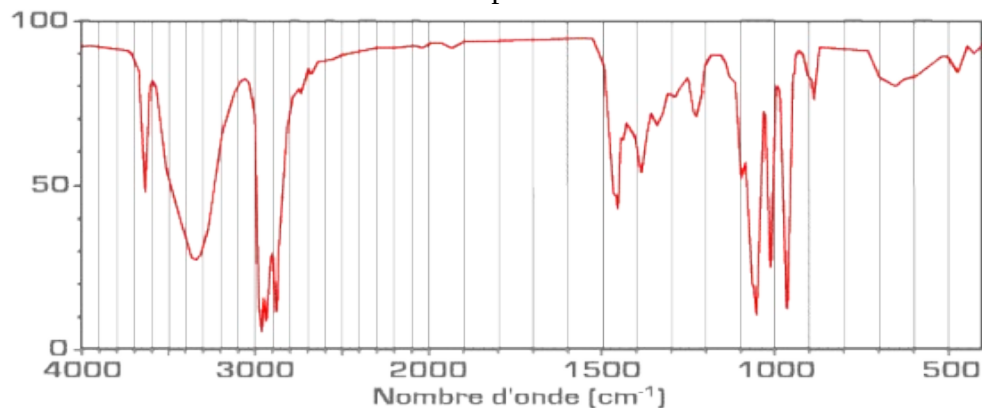


Exercice 2 corrigé disponible

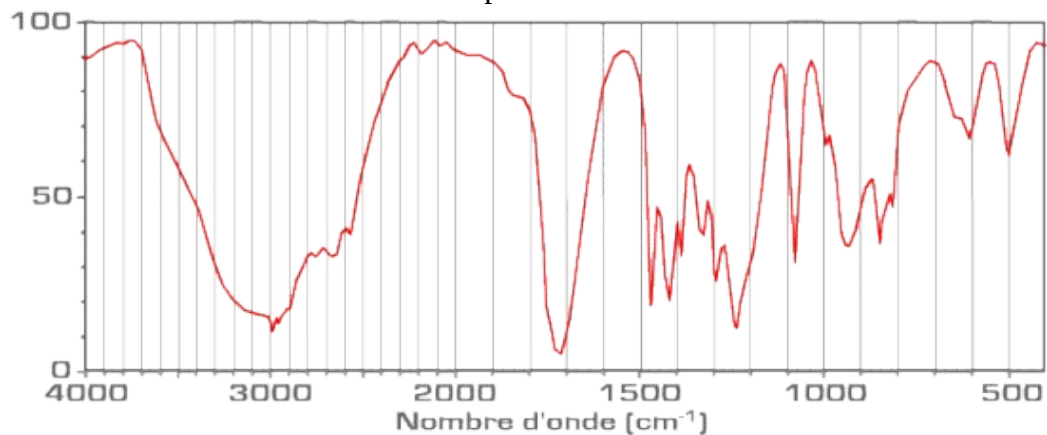
Soit les molécules suivantes : hexanal, hexan-1-ol, acide hexanoïque

1. Ecrire la semi-développée de chaque molécule, dire le nom du groupe caractéristique
2. Associer à chaque molécule l'un des spectres suivants en justifiant

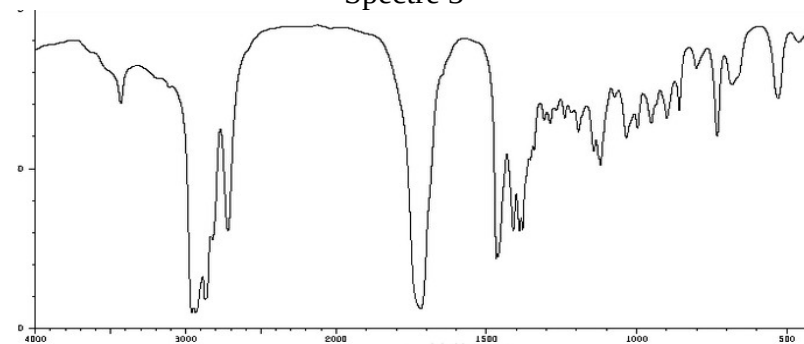
Spectre 1



Spectre 2



Spectre 3



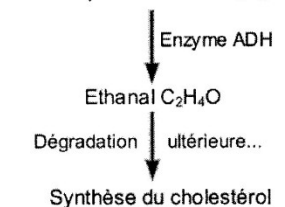
Exercice 3 corrigé disponible

Document 1

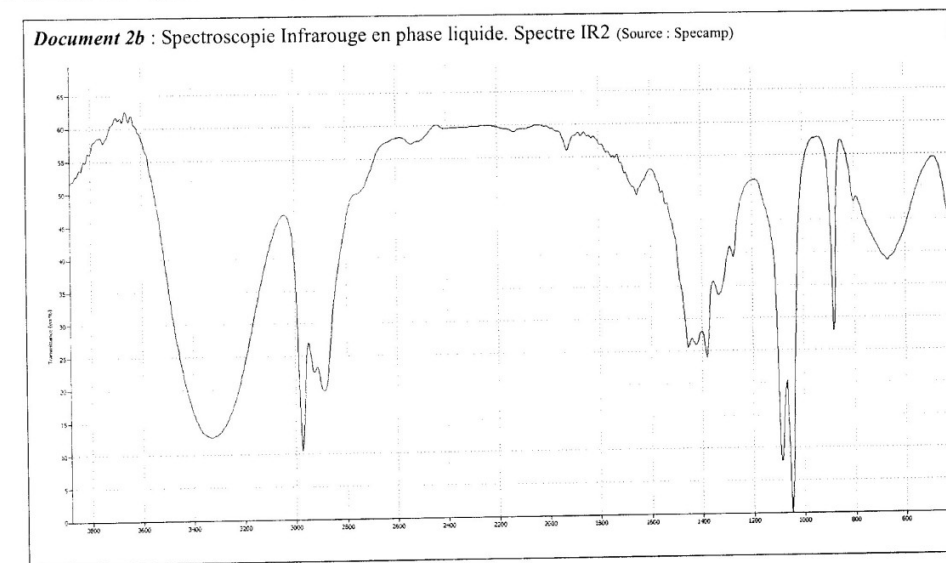
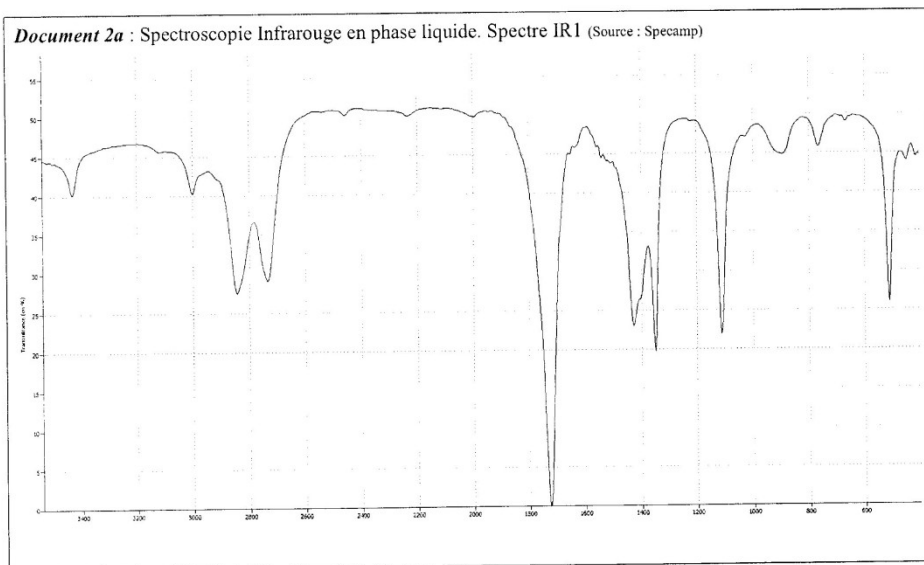
On trouve dans un document publié par l'Institut suisse de prévention de l'alcoolisme (ISPA) les informations suivantes :

« 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



- On se propose d'étudier la structure et les fonctions organiques de ces molécules par spectroscopie.
- 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.
 - 2) Quel est le nom du groupe fonctionnel porté par l'éthanol ? A quelle famille appartient cette molécule ?
 - 3) Quel est le nom du groupe fonctionnel porté par l'éthanal ? A quelle famille appartient cette molécule ?
 - 4) Sur les documents 2a et 2b **page 4**, quelle est le nom de la grandeur portée en abscisse dont l'unité est le cm^{-1} ?
 - 5) En utilisant les données spectroscopiques du document 2c **page 4**, associer chaque spectre infrarouge (IR) à la molécule correspondante en justifiant.



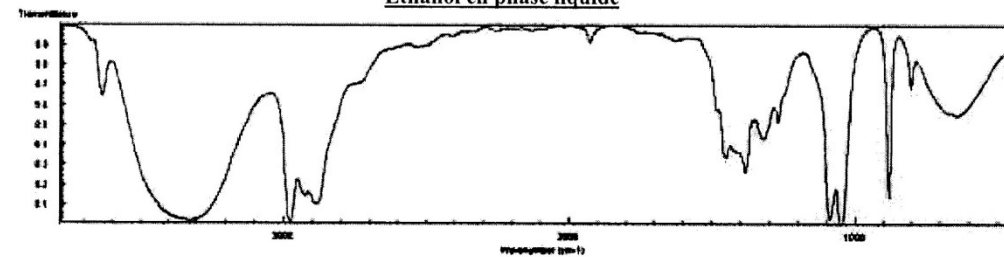
Document 2c : Table de données pour la spectroscopie IR

Liaison	C—C	C—O	C=O (carbonyle)	C—H	O—H
Valeurs en cm^{-1}	1000-1250	1050-1450	1650-1740	2800-3000	3200-3700

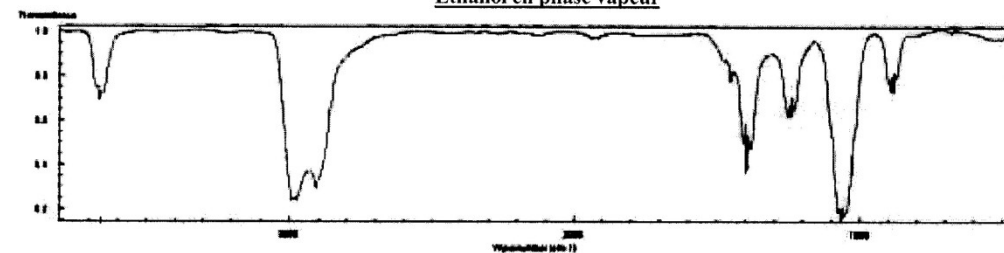
Exercice 4 corrigé disponible

- 1) Au niveau microscopique, quel est la différence entre l'état liquide et l'état gazeux ?
- 2) Deux spectres de l'éthanol sont donnés ci-dessous :
 - a) Représenter la liaison hydrogène entre deux molécules d'éthanol à l'état liquide.
 - b) A partir de ces 2 spectres et de l'extrait de table, expliquer ce que signifient « O-H alcool libre » et « O-H alcool lié », dénomination trouvée dans les tables spectroscopiques.

Ethanol en phase liquide



Ethanol en phase vapeur



Exercice 5 corrigé disponible

L'apport en vitamine B5 est assuré par l'alimentation. Néanmoins, il est possible de le compléter à l'aide de comprimés de Bépanthène®, contenant un dérivé de l'acide pantothénique : le dexpanthénol. Une fois ingéré, le dexpanthénol est transformé rapidement en acide pantothénique, qui peut être assimilé par le corps.



La masse indiquée sur la boîte correspond à la masse de dexpanthénol contenu dans un comprimé.

L'acide pantothénique étant hydrosoluble, tout excès dans l'organisme est facilement évacué. Il n'a pas été décrit d'effet secondaire suite à l'ingestion d'acide pantothénique.

Données

Masses molaires

- Atomiques : $M_C = 12,0 \text{ g.mol}^{-1}$; $M_O = 16,0 \text{ g.mol}^{-1}$; $M_H = 1,0 \text{ g.mol}^{-1}$; $M_N = 14,0 \text{ g.mol}^{-1}$.
- Moléculaire : Dexpanthénol $M = 205,0 \text{ g.mol}^{-1}$.

Apports suffisants en vitamine B5 (acide)

Âge	Masse
de 0 à 12 mois	1,7 mg
de 1 an à 8 ans	2,0 mg
de 9 ans à 13 ans	4,0 mg
14 ans et plus	5,0 mg
Femmes enceintes	6,0 mg

En l'absence de données scientifiques suffisantes, les autorités ont fixé, non pas un apport nutritionnel recommandé (ANR), mais un apport suffisant (AS). L'apport suffisant est un apport quotidien moyen recommandé.

Source : *Institute of Medicine, Food and Nutrition Board, 2000.*

Spectre IR obtenu à l'aide d'un comprimé de Bépanthène

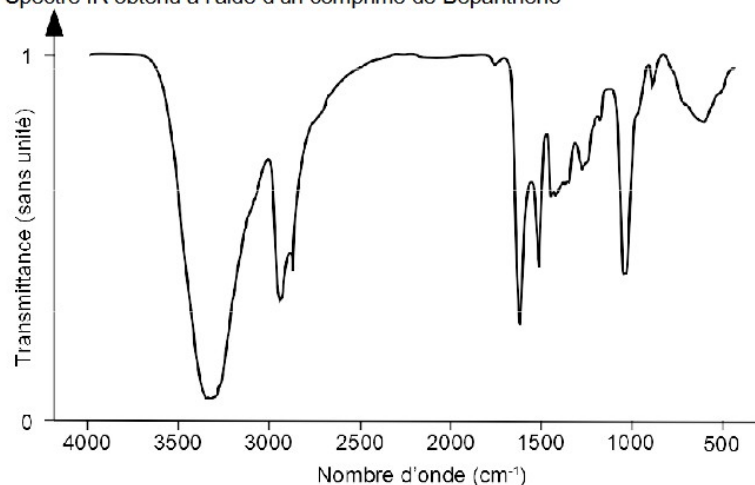
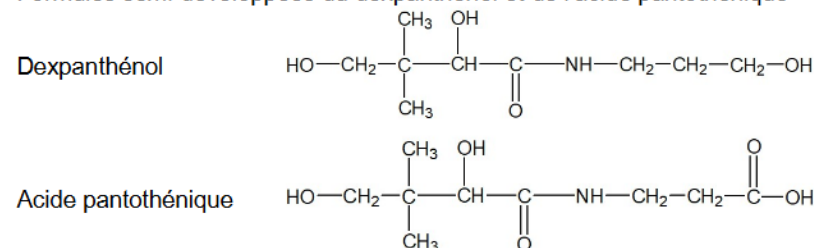


Table spectroscopique IR simplifiée

Liaison	Nombre d'onde (cm ⁻¹)	Intensité
O-H alcool	3200 - 3400	Forte, Large
O-H acide carboxylique	2500 - 3200	Forte, Large
N-H	3100 - 3500	Moyenne
C-H	2800 - 3000	Moyenne (plusieurs bandes)
C = O	1600 - 1740	Forte, Fine

Formules semi-développées du dexpanthénol et de l'acide pantothénique



3.1. Le spectre IR ci-dessus peut-il être celui de l'acide pantothénique ?

3.2. Écrire la formule brute de la molécule d'acide pantothénique.

On suppose que, une fois le comprimé ingéré, chaque molécule de dexpanthénol se transforme en une molécule d'acide pantothénique.

3.3. Un comprimé de Bépanthène est-il suffisant pour couvrir les apports en vitamine B5 d'une femme enceinte ? Si cette ingestion correspondait à un surdosage présenterait-elle un danger ?

Exercice 6 corrigé disponible

Des esters qui flattent nos cellules olfactives

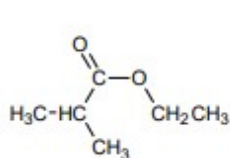
Les esters sont des espèces chimiques qui ont souvent une odeur agréable (rose, jasmin, lavande...). Ils sont parfois à l'origine d'arômes naturels fruités et sont très fréquemment synthétisés pour être utilisés comme arômes alimentaires.

L'un des enjeux est désormais de produire les espèces chimiques en respectant les critères de la chimie verte, notamment en utilisant moins de solvants, des réactifs et solvants peu toxiques, en produisant moins de déchets et en économisant l'énergie.

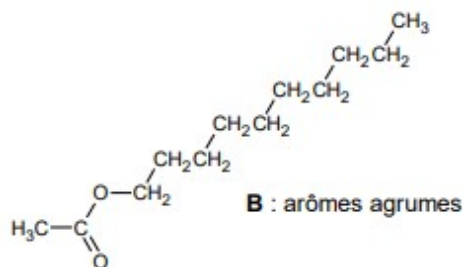
Les synthèses réalisées sous micro-ondes répondent aux critères de la chimie verte et sont de plus en plus utilisées à l'échelle du laboratoire, mais également à l'échelle industrielle.

Cet exercice propose d'étudier quelques esters présents dans les arômes alimentaires et de comparer les rendements d'une estérification effectuée selon deux protocoles, l'un effectué avec un chauffage usuel et l'autre sous micro-ondes.

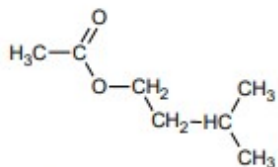
Esters présents dans des arômes alimentaires.



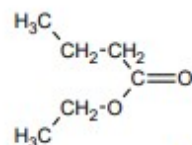
A : arôme de fraise



B : arômes agrumes



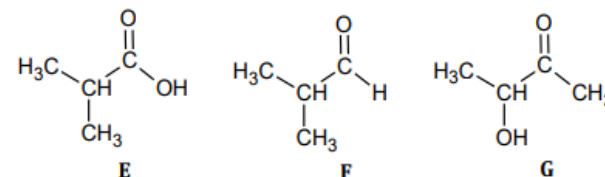
C : arôme de banane



D : arôme d'ananas

1. L'arôme de fraise

L'acide méthylpropanoïque est l'un des réactifs utilisés pour la synthèse de l'ester A, il est présent parmi les trois composés oxygénés E, F et G dont les formules semi-développées sont données ci-dessous.

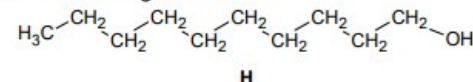


1.1. Recopier les formules des molécules de ces trois composés, puis entourer et nommer les groupes caractéristiques de composés associés.

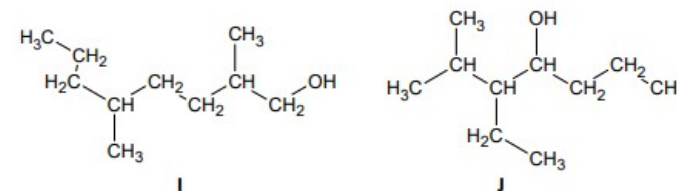
12. Nommer les composés E, F et G

2. L'arôme d'agrumes

Le composé H, dont une formule est représentée ci-après, est un des réactifs utilisés pour synthétiser l'ester B à l'arôme d'agrumes.



H



I

J

21. Nommer les composés I, J et H

22. Les composés I, J et H sont-ils isomères ? De quel type d'isomérisation s'agit-il ?

Exercice 7 corrigé disponible

Le menthol et la menthone sont deux espèces chimiques organiques présentes dans certaines espèces de menthe.

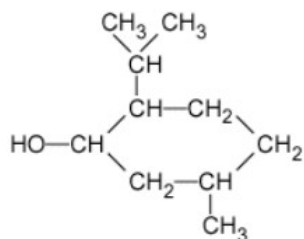
Le menthol est utilisé fréquemment dans les industries agroalimentaire, pharmaceutique et cosmétique.

La menthone entre dans la composition de certains parfums et arômes naturels ; elle est obtenue par oxydation, en milieu acide, du menthol.

Tableau de données de spectroscopie infrarouge (IR) :

Liaison	Nombre d'onde (cm ⁻¹)	Intensité
O-H libre	3500 - 3700	Forte, fine
O-H liée	3200-3400	Forte, large
O-H acide carboxylique	2500-3200	Forte à moyenne, large
C-H	2800-3000	Forte
C=O aldéhyde et cétone	1650-1730	Forte
C=O acide carboxylique	1680-1710	Forte
C=C	1640-1680	Moyenne

1. La formule semi-développée du menthol est représentée ci-après :

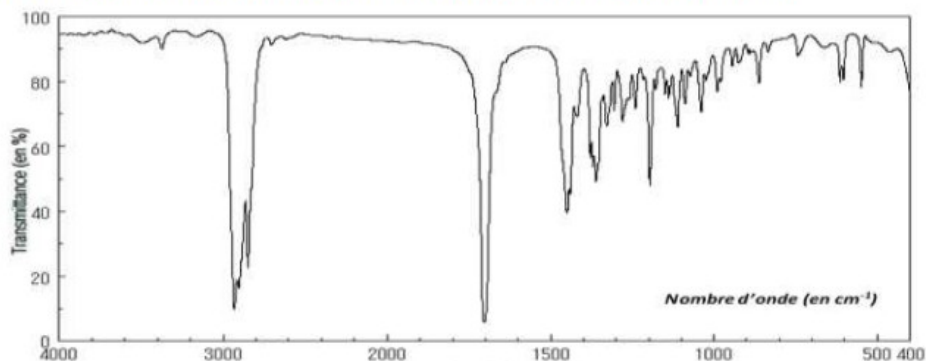


Quel est le nom du menthol en nomenclature officielle ?

2. Sachant que lors de l'oxydation ménagée du menthol en menthone seul le groupe caractéristique est modifié et que la menthone appartient à la famille des cétones, représenter la formule semi-développée de la molécule de menthone.

Quel est le nom de la menthone en nomenclature officielle ?

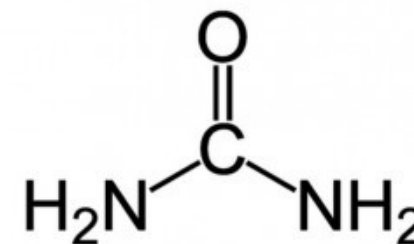
3. On réalise le spectre infrarouge du distillat ; il est reproduit ci-après.



S'agit-il du spectre infrarouge du menthol ou de la menthone ?

Exercice 8 corrigé disponible

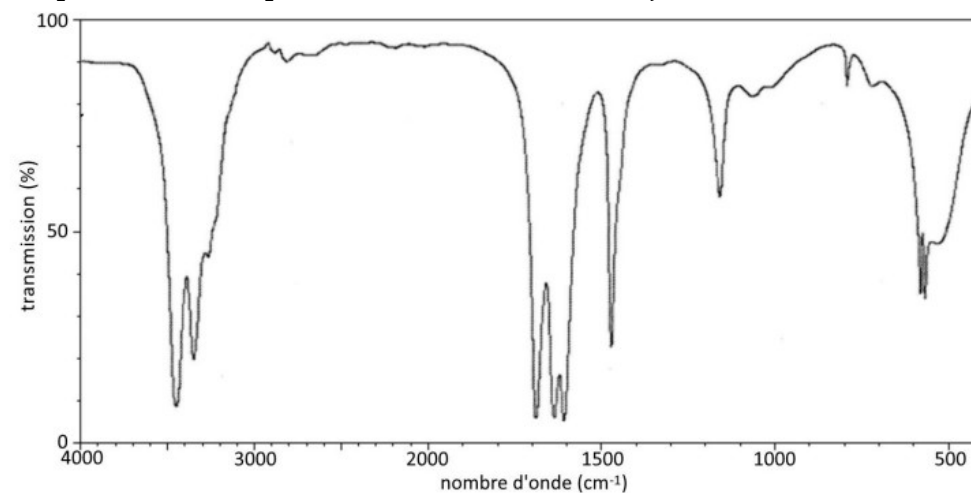
L'urée joue un rôle important dans le métabolisme de l'azote chez les animaux ; voici sa formule développée :



Données de spectroscopie infrarouge

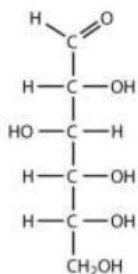
Liaison	Nombre d'onde (cm ⁻¹)	Intensité
Liaison C - NH ₂	3100 - 3500	Bande double forte
Liaison C - NH	3100 - 3500	Bande simple forte
Liaison O - H acide carboxylique	2500-3200	Bande forte à moyenne, large
Liaison C - H	2800-3000	Bande forte
Liaison C = O avec N voisin	1660 - 1685	Bande forte et fine
Liaison C = O aldéhyde et cétone	1650-1730	Bande forte et fine
Liaison C = O acide carboxylique	1680-1710	Bande forte et fine
Liaison C = C	1640-1680	Bande moyenne

Le spectre suivant peut-il être celui de l'urée ; justifier ?

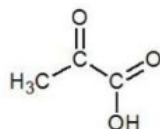


Exercice 9 corrigé disponible

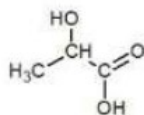
Au cours de l'effort sportif, le glucose est dégradé par l'organisme en acide pyruvique. Selon les conditions d'oxygénation du cycliste, l'acide pyruvique sera dégradé à son tour soit en dioxyde de carbone et en eau (en milieu aérobie), soit en acide lactique (en milieu anaérobie).



Glucose



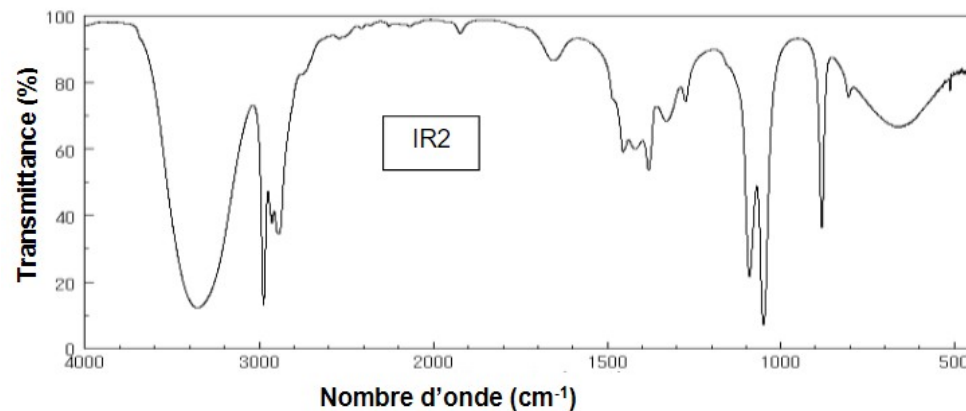
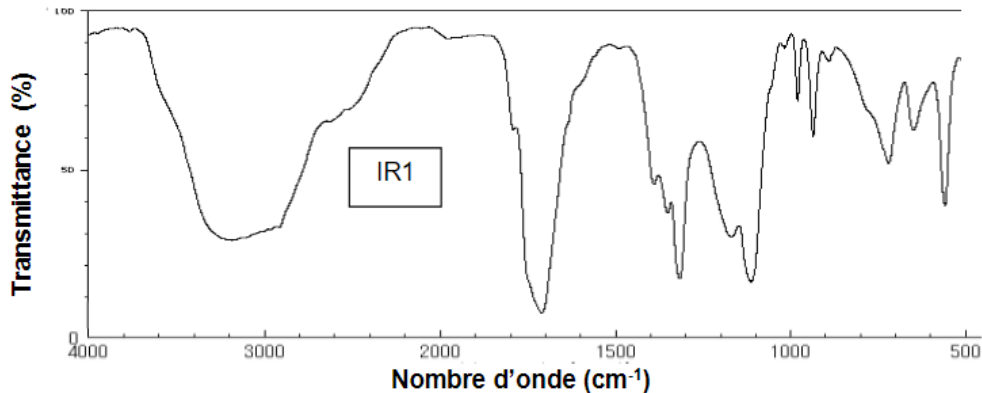
Acide pyruvique



Acide lactique

Quel est le nom des familles de fonctions correspondant aux deux groupes caractéristiques de l'acide pyruvique ?

Parmi les spectres IR (IR1 et IR2) proposés ci-dessous, choisir, en justifiant, celui correspondant à l'acide pyruvique.




Exercice 10 corrigé disponible

1. À propos de l'éthanol

Données :

- Représentations moléculaires de l'éthanol et de l'acide éthanóïque

Formule brute	Éthanol	Acide éthanóïque
	Modèle moléculaire	Formule semi-développée
$\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$		$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{CH}_3-\text{C} \\ \\ \text{OH} \end{array}$

- Électronégativité selon l'échelle de Pauling de quelques éléments

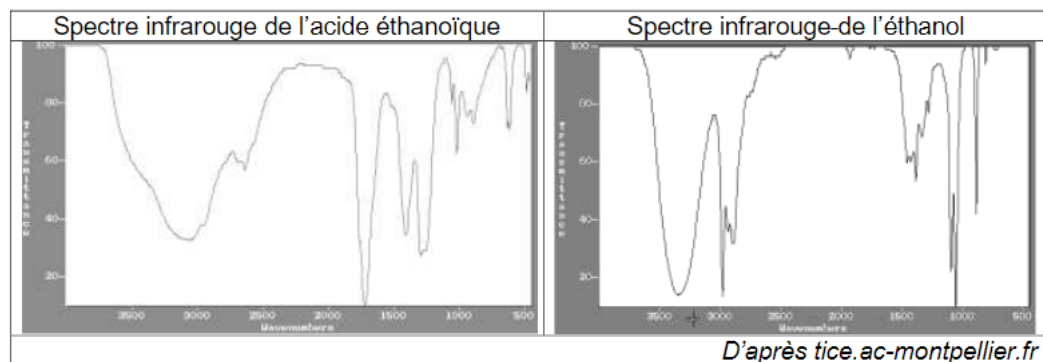
Élément	C	H	O
Électronégativité χ	2,55	2,20	3,44

- Bandes d'absorption en spectroscopie IR

Liaison	O-H (alcool)	O-H (acide)	C=O
Nombre d'onde (cm^{-1})	3200 - 3400 bande forte et large	2500 - 3200 bande forte et très large	1700 - 1800 bande forte et fine

- 1.1. Représenter le schéma de Lewis de l'éthanol.
- 1.2. Justifier le fait que la molécule d'éthanol est une molécule polaire.
- 1.3. Expliquer pourquoi l'éthanol est miscible avec l'eau.
- 1.4. En présence d'un excès d'oxydant, l'éthanol peut être oxydé en acide éthanoïque.

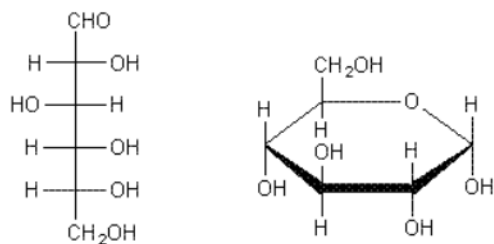
Les spectres infrarouges de l'acide éthanoïque et de l'éthanol sont donnés ci-dessous. Expliquer comment on peut les utiliser pour justifier que la transformation de l'éthanol en acide éthanoïque a eu lieu.



Exercice 11 corrigé disponible

Après un effort intense, tel que celui fourni par Robert Förstemann, l'organisme a besoin de glucides simples tels que le saccharose, appelés sucres rapides, disponibles rapidement pour reconstituer les ressources en énergie de l'organisme. Dans cette partie, nous cherchons à déterminer la quantité nécessaire de sucre (saccharose) à ingérer pour récupérer après l'effort fourni par Robert Förstemann.

Le saccharose, sucre de table habituel, est un composé organique de formule brute $C_{12}H_{22}O_{11}$. Son assimilation par l'organisme s'effectue après son hydrolyse (réaction avec l'eau du saccharose) qui forme du glucose et du fructose, deux sucres de même formule brute. La molécule de glucose peut adopter une configuration à chaîne ouverte ou cyclique, comme l'illustre les deux représentations du glucose suivantes :

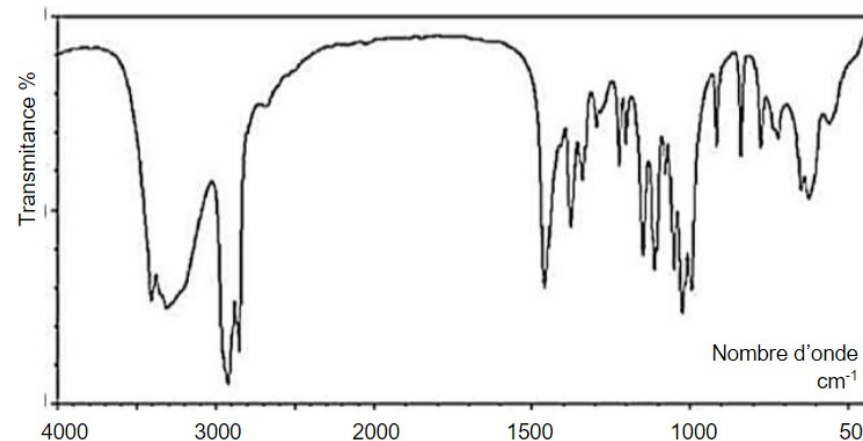


Données :

- 1 cal = 4,18 J ;
- masses molaires atomiques (en $g \cdot mol^{-1}$) : $M(O) = 16$; $M(C) = 12$; $M(H) = 1$;
- une boîte de sucre de masse nette $m = 1,0$ kg contient 168 morceaux ;
- l'énergie molaire fournie par la combustion (oxydation complète) du saccharose est $5,8 \times 10^6 J \cdot mol^{-1}$;
- bandes d'absorption IR de quelques liaisons chimiques :

famille	liaison	nombre 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

2.1. Le spectre infrarouge obtenu par analyse d'un échantillon de glucose est fourni ci-dessous. Déduire de ce spectre la configuration majoritaire du glucose dans l'échantillon étudié. Justifier.



D'après National Institute of Advanced Industrial Science and technology – <http://sds.aist.go.jp>

- 2.2. Écrire l'équation de la réaction modélisant l'hydrolyse du saccharose.
- 2.3. Vérifier que l'oxydation complète d'un morceau de sucre libre une énergie d'environ 24 kcal.
- 2.4. En déduire la quantité de sucre que Robert Förstemann doit ingérer pour compenser l'effort réalisé en supposant que l'énergie musculaire a été intégralement transférée au grille-pain.

Donnée : L'effort réalisé libre 76 kJ