

EXERCICES - Correction


EXERCICES D'AUTOMATISATION

Ex 1 – Cinq minutes chrono !!

Recopier en complétant avec un ou plusieurs mots.

- 1 Une espèce organique est constituée d'entités formées essentiellement d'atomes de et d'hydrogène.
- 2 Un est un ensemble d'atomes d'une molécule organique dont l'un au moins n'est pas un atome de carbone ou d'hydrogène.
- 3 Les molécules organiques qui possèdent le même groupe caractéristique appartiennent à la même fonctionnelle.
- 4 La famille des regroupe les molécules possédant le groupe hydroxy.
- 5 En spectroscopie infrarouge, certaines bandes traduisent la présence de particulières au sein de l'entité.

Indiquer la réponse exacte.

- 6 Le groupe  est le groupe :
- a. hydroxy. b. carbonyle. c. carboxy.

- 7 Le suffixe « al » est attribué au nom des entités organiques de la famille fonctionnelle des :
 - a. alcools.
 - b. cétones.
 - c. aldéhydes.
- 8 Le nombre d'atomes de carbone de la molécule d'acide propanoïque est égal à :
 - a. 2.
 - b. 3.
 - c. 4.
- 9 La grandeur portée en ordonnée d'un spectre infrarouge est :
 - a. l'intensité.
 - b. le nombre d'onde.
 - c. la transmittance.
- 10 Un spectre infrarouge permet de connaître :
 - a. le nombre d'atomes de carbone d'une entité.
 - b. le type de liaisons présentes dans une entité.
 - c. la masse molaire d'une espèce organique.

Dans l'ordre : carbone/groupe caractéristique/famille/alcool/liaisons/c./b./c./b.

Ex 2- Lire la formule brute d'une molécule

Le paclitaxel est extrait de l'if du Pacifique. La formule brute de sa molécule est : $C_{47}H_{51}O_{14}N$.

- Donner la composition en atomes de la molécule de paclitaxel.

Une molécule de paclitaxel contient 47 atomes de carbone, 51 atomes d'hydrogène, 14 atomes d'oxygène et 1 atome d'azote.

Ex 3 – Déterminer la formule brute d'une molécule

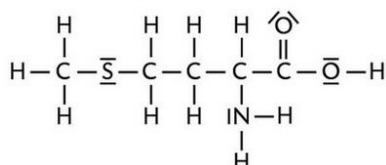
Une molécule d'acide linoléique contient 18 atomes de carbone, 32 atomes d'hydrogène et 2 atomes d'oxygène.

- Écrire la formule brute de cette molécule.

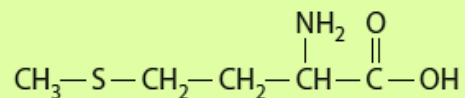
L'acide linoléique a pour formule brute $C_{18}H_{32}O_2$.

Ex 4 – Ecrire une formule semi-développée

La méthionine est un acide α -aminé essentiel, non synthétisé par l'être humain, qui doit donc être fourni par l'alimentation. Un schéma de Lewis de la molécule de méthionine est représenté ci-dessous.

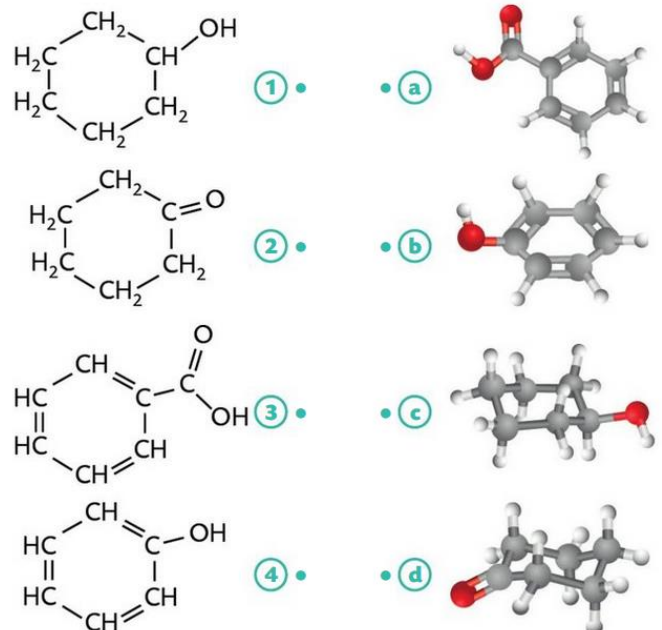


- Écrire la formule semi-développée de la molécule de méthionine.



Ex 5 – Analyser une formule semi-développée

- Associer à chaque formule semi-développée sa modélisation.



1-c

2-d

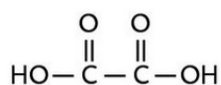
3-a

4-b

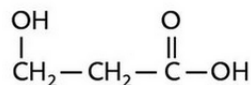
Ex 6 – Identifier des groupes caractéristiques

• Parmi les molécules, dont les formules semi-développées sont représentées ci-dessous, identifier celles qui possèdent un groupe hydroxyle et celles qui possèdent un groupe carboxyle. Reporter les résultats dans un tableau.

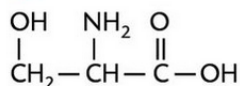
(a) acide oxalique



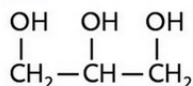
(b) acide 3-hydroxypropanoïque



(c) sérine



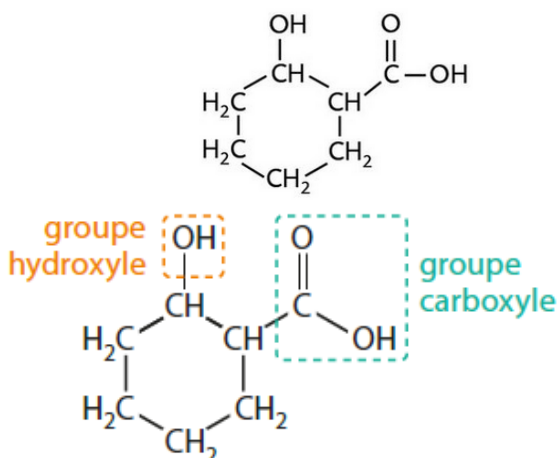
(d) glycérol



Groupe caractéristique	hydroxyle	carboxyle
Exemples	$\begin{array}{c} \text{OH} \\ \\ \text{CH}_2-\text{CH}_2-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH} \\ \text{acide} \\ \text{3-hydroxypropanoïque} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \quad \text{O} \\ \parallel \quad \parallel \\ \text{HO}-\text{C}-\text{C}-\text{OH} \\ \text{acide} \\ \text{oxalique} \end{array}$
	$\begin{array}{c} \text{OH} \quad \text{OH} \quad \text{OH} \\ \quad \quad \\ \text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_2 \\ \text{glycérol} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{OH} \quad \text{O} \\ \quad \parallel \\ \text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C}-\text{OH} \\ \text{acide} \\ \text{3-hydroxypropanoïque} \end{array}$
	$\begin{array}{c} \text{OH} \quad \text{NH}_2 \quad \text{O} \\ \quad \quad \parallel \\ \text{CH}_2-\text{CH}-\text{C}-\text{OH} \\ \text{sérine} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{HO} \quad \text{NH}_2 \quad \text{O} \\ \quad \quad \parallel \\ \text{H}_2\text{C}-\text{CH}-\text{C}-\text{OH} \\ \text{sérine} \end{array}$

Ex 7 – Nommer des groupes caractéristiques

• Recopier la formule semi-développée de la molécule ci-dessous, puis entourer et nommer les groupes caractéristiques présents dans cette molécule.



Ex 8 – Identifier des familles de composés

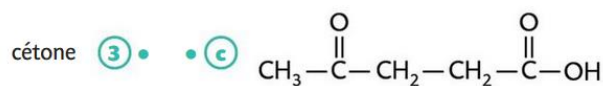
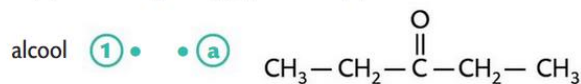
• Identifier la famille à laquelle appartiennent les molécules dont les formules semi-développées sont représentées ci-dessous :



(a) : acide carboxylique ; (b) : aldéhyde ; (c) : alcool ; (d) : cétone.

Ex 9 – Identifier des familles de composés (bis)

• Associer à chaque formule semi-développée la (ou les) famille(s) de composé(s) possible(s).

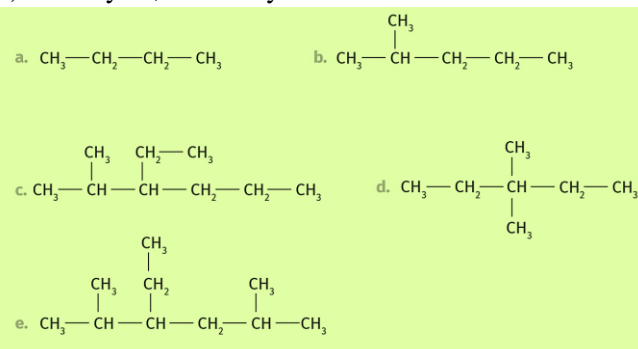


(a) ↔ 3 ; (b) ↔ 1 ; (c) ↔ 3 et (c) ↔ 4 ; (d) ↔ 1 et (d) ↔ 2.

Ex 10 – Formules semi-développées d'alcane

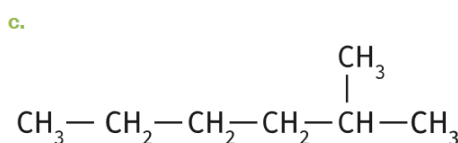
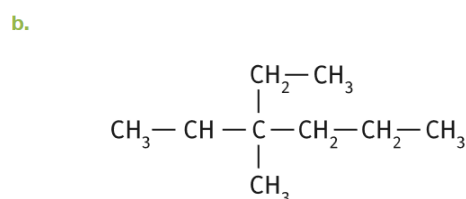
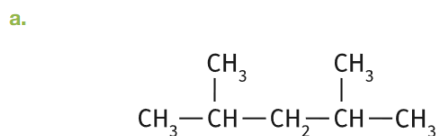
Écrire les formules semi-développées des alcanes suivants :

- Butane
- 2-méthylpentane
- 3-éthyl-2-méthylhexane
- 3,3-diméthylpentane
- 3-éthyl-2,5-diméthylhexane



Ex 11 – Nommer des alcanes

◆ Donner le nom des molécules suivantes.

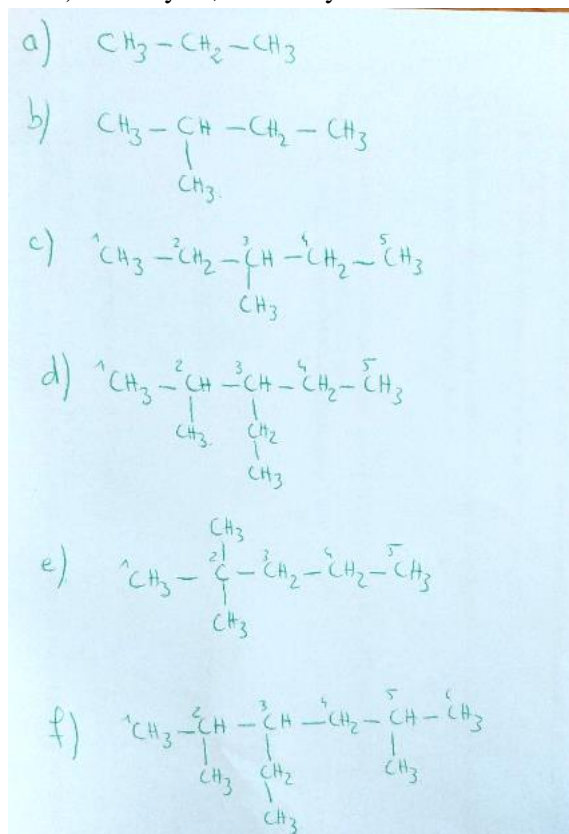


- 2,4-diméthylpentane.
- 3-éthyl-3-méthylhexane.
- 2-méthylhexane.

Ex 12 – Ecrire des formules d’alcanes

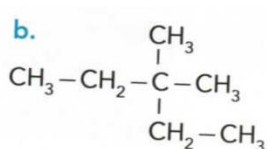
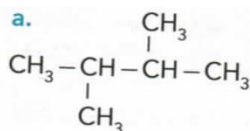
Ecrire les formules semi-développées des alcanes suivants :

- propane
- méthylbutane
- 3-méthylpentane
- 3-éthyl-2-méthylpentane
- 2,2-diméthylpentane
- 3-éthyl-2,5-diméthylhexane



Ex 13 – Nommer des alcanes (bis)

- Donner les noms et formules semi-développées des six premiers alcanes linéaires
- Nommer les alcanes correspondant aux formules suivantes :



1.

Nom de l’alcane à chaîne linéaire	Formule brute	Formule semi-développée
méthane	CH_4	CH_4
éthane	C_2H_6	CH_3-CH_3
propane	C_3H_8	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_3$
butane	C_4H_{10}	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$
pentane	C_5H_{12}	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$
hexane	C_6H_{14}	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_4-\text{CH}_3$

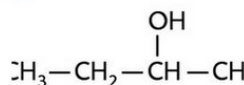
2. a) 2,3-diméthylbutane et b) 3,3-diméthylpentane

Ex 14 – Corriger des noms de molécules

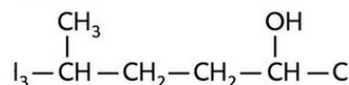
Les formules semi-développées ci-dessous ont été associées à des noms.

- Corriger si nécessaire ces noms en justifiant la réponse.

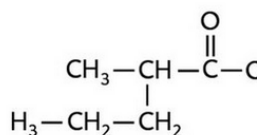
a) butan-3-ol



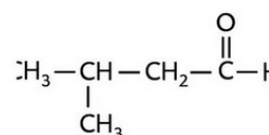
b) 2-méthylpentan-2-ol



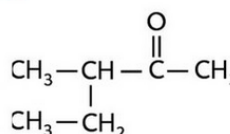
c) acide 3-propylpropanoïque



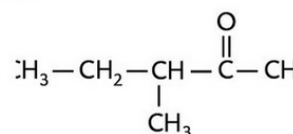
d) 3-méthylbutanal



e) 3-méthylpentan-2-one



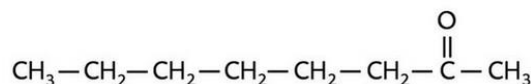
f) 3-méthylpentan-4-one



a) faux, butan-2-ol ; b) faux, 5-méthylhexan-2-ol ; c) faux, acide 2-méthylpentanoïque ; d) vrai ; e) vrai ; f) faux, 3-méthylpentan-2-one.

Ex 15 – Justifier le nom d’une molécule

L’octan-2-one est un des constituants de la phéromone d’alarme de l’abeille. La formule semi-développée de sa molécule est donnée ci-dessous.

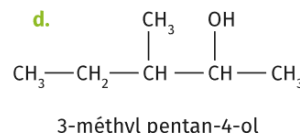
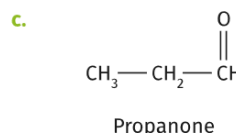
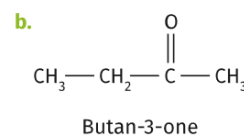
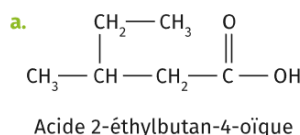


- Justifier le nom de la molécule.

La molécule se nomme octan-2-one car la chaîne principale comporte 8 atomes de carbone donc la racine est **octan**, le groupe carbonyle (cétone) sur le carbone numéroté 2 impose le **suffixe 2-one**. Aucune ramification n’est présente.

Ex 16 – Chercher les erreurs

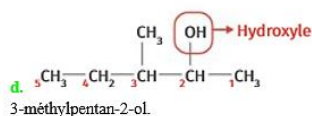
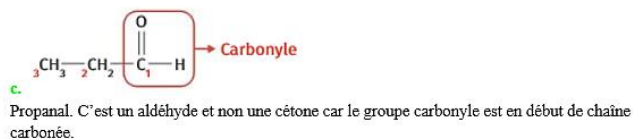
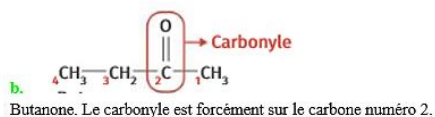
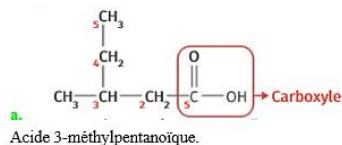
- Des noms ont été donnés aux molécules suivantes. Corriger ces noms si besoin et justifier.



2. Reproduire chaque molécule en formule semi-développée. Entourer et nommer les groupes caractéristiques.

- Acide 2-éthylbutan-4-oïque
- Butan-3-one
- Propanone
- 3-méthylpentan-4-ol

1. et 2.

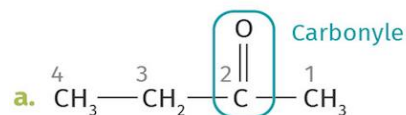


Ex 17 – Nomenclature

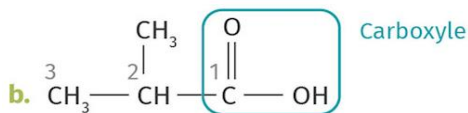
Représenter la formule semi-développée des molécules suivantes et donner leur famille chimique en justifiant.

- Butanone
- Acide méthylpropanoïque
- 3-éthylpentanal
- 3-éthyl-2-méthylhexan-2-ol
- 2,5-diméthylhexan-3-one
- 4-éthyl-2,5-diméthylhexan-2-ol
- Propylhexane
- 2,4,5-triméthylhexane

Pour écrire la formule semi-développée d'une molécule, on commence par regarder la partie alcane dans le nom de la molécule (ex : pentan = 5 carbones) et on écrit le nombre d'éléments carbone correspondants. Puis, on regarde si la molécule possède une terminaison particulière -ol : alcool (groupe -OH)/-al : aldéhyde (groupe -C=O sur le premier carbone) / -one : cétone (groupe -C=O dans la chaîne carbonée) / acide puis -oïque : acide carboxylique (groupe -COOH sur le premier carbone). On numérote la chaîne carbonée et on positionne le groupe caractéristique au numéro de carbone indiqué dans le nom de la molécule. Puis, on ajoute les ramifications alkyl en faisant attention aux numéros attribués à chacune. Enfin, on complète la formule semi-développée avec des hydrogènes en respectant les règles de stabilité de chaque atome.

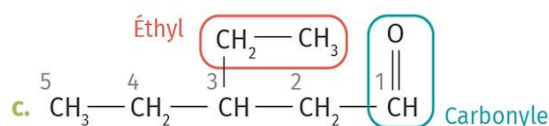


La molécule possède un groupement carbonyle dans la chaîne carbonée, elle fait donc partie de la famille des cétones. On peut aussi le justifier en disant que le nom de la molécule se termine par -one.



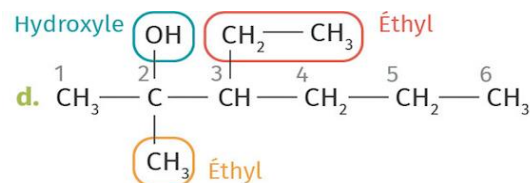
La molécule possède un groupement carboxyle, elle fait donc partie de la famille des acides carboxyliques. On peut aussi le justifier en disant que le nom de la molécule se termine par -oïque et commence par le mot acide.

Remarque : dans un acide carboxylique, le carbone du carboxyle est toujours le numéro 1

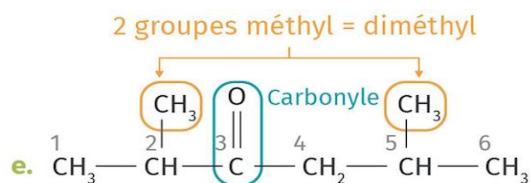


La molécule possède un groupement carbonyle en début de chaîne carbonée, elle fait donc partie de la famille des aldéhydes. On peut aussi le justifier en disant que le nom de la molécule se termine par -al.

Remarque : dans un aldéhyde, le carbone du carbonyle est toujours le numéro 1.

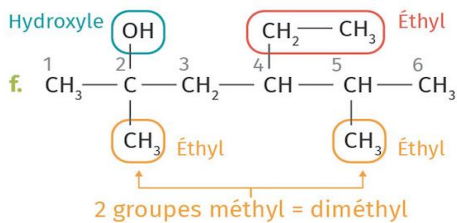


La molécule possède un groupement hydroxyle, elle fait donc partie de la famille des alcools. On peut aussi le justifier en disant que le nom de la molécule se termine par -ol.



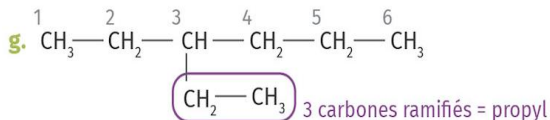
La molécule possède un groupement carbonyle dans la chaîne carbonée, elle fait donc partie de la famille des cétones. On peut aussi le justifier en disant que le nom de la molécule se termine par -one.

Remarque : quand une molécule possède deux fois un groupement méthyl on le signifie par : diméthyl.



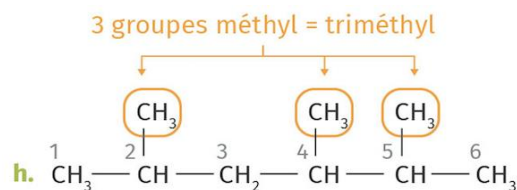
La molécule possède un groupement hydroxyle, elle fait donc partie de la famille des alcools. On peut aussi le justifier en disant que le nom de la molécule se termine par -ol.

Remarque : quand une molécule possède deux fois un groupement méthyl on le signifie par : diméthyl.



La molécule ne possède pas de groupement caractéristique, elle fait donc partie de la famille des alcanes. On peut aussi le justifier en disant que le nom de la molécule se termine par -ane.

Remarque : quand une molécule possède un groupement alkyl à 3 carbones, on l'appelle propyl.

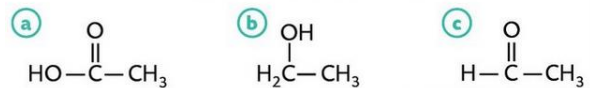
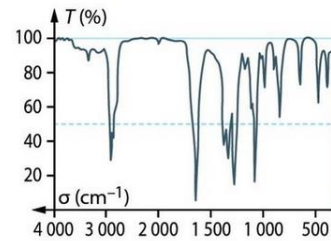


La molécule ne possède pas de groupement caractéristique, elle fait donc partie de la famille des alcanes. On peut aussi le justifier en disant que le nom de la molécule se termine par -ane.

Remarque : quand une molécule possède trois fois un groupement méthyl on le signifie par : triméthyl.

Ex 18 – Associer une espèce chimique à un spectre infrarouge

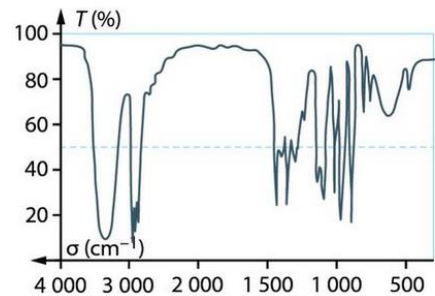
Le spectre infrarouge d'une espèce chimique E est donné ci-dessous. Parmi les propositions ci-dessous, identifier la formule semi-développée de E.



La bande d'absorption fine et forte à $\sigma \approx 1720 \text{ cm}^{-1}$ correspond à la vibration d'une liaison C=O. On note une absence de bande vers 3300 cm^{-1} donc le spectre correspond à celui de la molécule (c).

Ex 19 – Identifier les bandes d'absorption

Le spectre infrarouge du butan-2-ol est donné ci-dessous :



- D'après le nom de la molécule, déterminer la famille de composés à laquelle appartient le butan-2-ol.
- Identifier la (ou les) bande(s) d'absorption caractéristique(s) du butan-2-ol.

1. butan-2-ol : terminaison en -ol donc famille des alcools.
2. On a bande d'absorption forte et large pour $3300 \text{ cm}^{-1} \leq \sigma \leq 3400 \text{ cm}^{-1}$ caractéristique de la liaison O-H.

EXERCICES D'ANALYSE

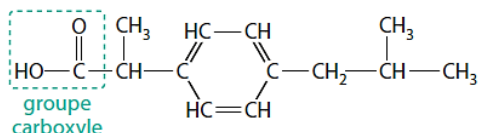
Ex 20 – La molécule d'ibuprofène

L'ibuprofène a des propriétés anti-inflammatoires. Le modèle de sa molécule est représenté ci-dessous.



1. Écrire la formule semi-développée de la molécule d'ibuprofène.
2. Entourer et nommer le groupe caractéristique.
3. Déterminer la famille de composés à laquelle appartient l'ibuprofène.
4. En analysant le modèle, indiquer la géométrie autour de l'atome de carbone fonctionnel.

1. et 2.



3. L'ibuprofène appartient à la famille des acides carboxyliques.
4. Le carbone fonctionnel possède : 1 liaison double et 2 liaisons simples. Il a une géométrie trigonale plane.

Ex 21 – Le pain au levain de San-Francisco

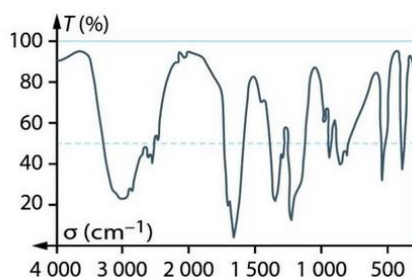
Une des spécialités culinaires de la ville de San Francisco est le pain au levain qui doit son goût à une espèce chimique E de formule $C_2H_4O_2$. Le spectre infrarouge de l'espèce chimique est donné ci-dessous.



> Pain au levain.

Donnée

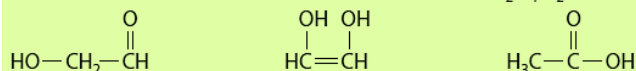
- Bandes de vibration infrarouges : Rabat III



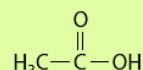
1. Sur le spectre infrarouge, repérer la présence éventuelle de bandes d'absorption C=O ou O-H.
2. Établir toutes les formules semi-développées possibles de la molécule de formule brute $C_2H_4O_2$.
3. En déduire la formule semi-développée de E.

1. Deux bandes d'absorption sont présentes : une fine et forte à $\sigma \approx 1700 \text{ cm}^{-1}$ (caractéristique d'une liaison C=O) et une forte et très large pour $3300 \text{ cm}^{-1} \leq \sigma \leq 3000 \text{ cm}^{-1}$ (caractéristique d'une liaison O-H d'un acide carboxylique). L'espèce E est un acide carboxylique.

2. Les formules semi-développées possibles avec $C_2H_4O_2$ sont :



3. Seule la dernière formule semi-développée correspond à un acide carboxylique. L'espèce E admet donc pour formule semi-développée :



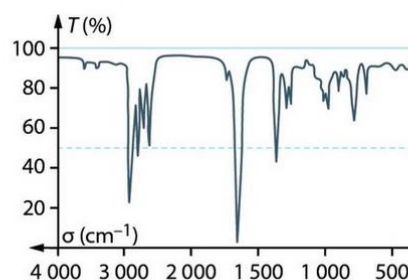
Ex 22 – Valider un procédé de synthèse

Le 2-méthylpropan-1-ol est une espèce chimique présente dans la composition des peintures. Il améliore la glisse du rouleau lors de l'application de la peinture.



Une entreprise cherche à développer un procédé d'obtention du 2-méthylpropan-1-ol à partir de l'acide 2-méthylpropanoïque.

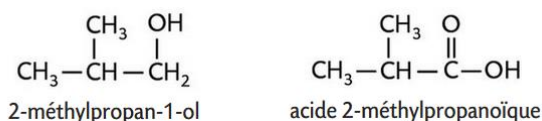
À la fin de la transformation, un technicien réalise une analyse par spectroscopie infrarouge sur le produit obtenu. Le spectre infrarouge est donné ci-dessous :



1. À partir de leur formule semi-développée, justifier le nom des deux espèces chimiques.
2. L'entreprise peut-elle utiliser ce procédé pour synthétiser le 2-méthylpropan-1-ol ?

Données

- Formules semi-développées :



Bandes de vibration en fin d'exercices

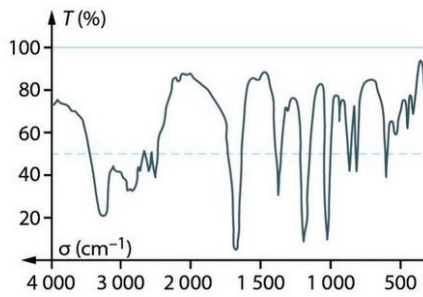
1. 2-méthylpropan-1-ol : la chaîne principale comporte 3 atomes de carbone cela explique la **racine** : **propan**. Un groupe hydroxyle est présent sur le carbone numéroté 1 donc le **suffixe** est **1-ol**. La ramification d'un méthyl $-CH_3$ sur le carbone en position 2 implique le **préfixe** **2-méthyl**.

Acide 2-méthylpropanoïque : la chaîne principale comporte 3 atomes de carbone cela explique la **racine** **propan**. Un groupe carboxyle est présent, le **suffixe** est **oïque** et une ramification d'un méthyl $-CH_3$ sur le carbone en position 2 implique le **préfixe** **2-méthyl**.

2. Le 2-méthylpropan-1-ol possède un groupe hydroxyle $-OH$. Aucune bande de vibration pour $3\ 500\text{ cm}^{-1} \leq \sigma \leq 3\ 000\text{ cm}^{-1}$ n'est visible, ce n'est donc pas le produit synthétisé, le procédé n'est pas utilisable.

Ex 23 – L'acide oxalique

L'acide oxalique, espèce chimique présente dans l'oseille, peut être utilisé comme agent de blanchiment du bois. La composition massique de l'acide oxalique (pourcentage en masse de chaque élément) est la suivante : 27 % de carbone C, 71 % d'oxygène O et 2 % d'hydrogène H. Le spectre infrarouge de la molécule d'acide oxalique est donné ci-dessous.



• À l'aide du spectre et des données, écrire la formule semi-développée de la molécule d'acide oxalique.

Données

• Masse molaire de l'acide oxalique : $M = 90,0\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

Bandes de vibration en fin d'exercices

Déterminons la formule brute de l'acide oxalique :

On sait qu'une mole d'acide oxalique pèse $M = 90\text{ g}$ et contient :

✓ une masse m_C de carbone, $m_C = 0,27 \times M = 24,3\text{ g}$ soit une quantité de matière n_C de carbone $n_C = \frac{m_C}{M_C} = \frac{24,3}{12,0} \approx 2\text{ mol}$

✓ une masse m_O d'oxygène, $m_O = 0,71 \times M = 63,9\text{ g}$ soit une quantité de matière n_O d'oxygène $n_O = \frac{m_O}{M_O} = \frac{63,9}{16,0} \approx 4\text{ mol}$

✓ une masse m_H d'hydrogène, $m_H = 0,02 \times M = 1,8\text{ g}$ soit une quantité de matière n_H d'hydrogène $n_H = \frac{m_H}{M_H} = \frac{1,8}{1} \approx 2\text{ mol}$

L'acide oxalique a donc pour formule brute $C_2H_2O_4$

Déterminons à présent la famille de composés.

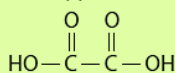
D'après le spectre I.R. de la molécule, on peut identifier 2 bandes d'absorption :

✓ 1 bande forte et fine à $\sigma \approx 1\ 700\text{ cm}^{-1}$ caractéristique d'une liaison $C=O$;

✓ 1 bande forte et très large pour $3\ 300\text{ cm}^{-1} \leq \sigma \leq 3\ 000\text{ cm}^{-1}$ caractéristique d'une liaison $O-H$ d'un acide carboxylique.

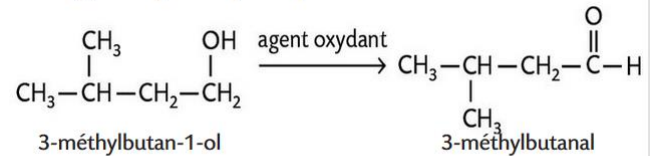
L'acide oxalique est un acide carboxylique.

Une seule formule semi-développée de l'acide oxalique est possible :

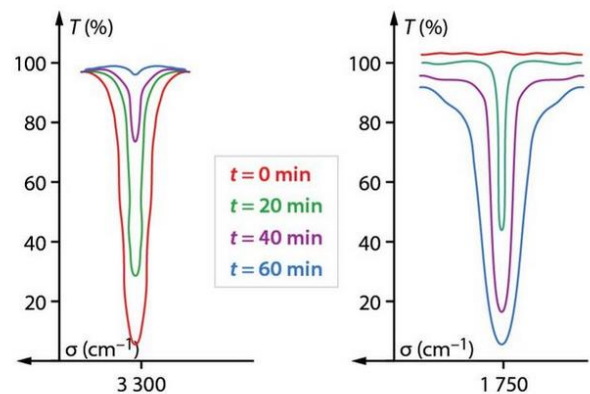


Ex 24 – Suivi d'une transformation chimique par spectroscopie infrarouge

Le 3-méthylbutanal est un arôme chimique donnant un parfum de cacao et de noisettes aux substances qui le contiennent. Il est synthétisé à partir du 3-méthylbutan-1-ol à l'aide d'un agent oxydant spécifique suivant le schéma ci-dessous.



À différents instants, des prélèvements du milieu réactionnel ont été réalisés puis analysés par spectroscopie infrarouge :



1. Recopier les formules semi-développées des molécules de 3-méthylbutan-1-ol et de 3-méthylbutanal, puis entourer et nommer les groupes caractéristiques.

2. Justifier le nom de ces deux molécules.

3. À l'instant initial, expliquer la présence d'une bande de vibration de nombre d'ondes à $3\ 300\text{ cm}^{-1}$ et l'absence de bande de nombre d'ondes à $1\ 730\text{ cm}^{-1}$.

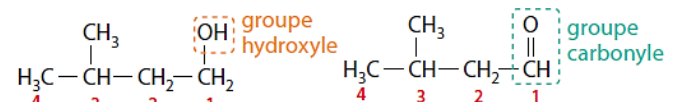
4. Expliquer l'évolution des deux bandes de vibration au cours du temps.

5. En déduire que la spectroscopie infrarouge est une technique permettant de suivre l'avancement d'une transformation chimique.

6. Évaluer la durée de la transformation chimique.

Bandes de vibration en fin d'exercices

1.



2. La molécule se nomme 3-méthylbutan-1-ol car on note une chaîne principale de 4 atomes de carbone (**racine = butan**), un groupe hydroxyle en position 1 (**suffixe = 1-ol**), une ramification d'un méthyl $-CH_3$ sur le carbone en position 3 (**préfixe = 3-méthyl**). La molécule se nomme 3-méthylbutanal car on note une chaîne principale de 4 atomes de carbone (**racine = butan**), un groupe carbonyle (aldéhyde) (**suffixe = al**), une ramification d'un méthyl $-CH_3$ sur le carbone en position 3 (**préfixe = 3-méthyl**).

3. A $t = 0$, seul l'alcool est présent d'où une bande correspondant à O-H à $3\ 300\text{ cm}^{-1}$ et l'absence d'une bande correspondant à C=O à $1\ 730\text{ cm}^{-1}$.
4. L'alcool, réactif, est consommé pour former l'aldéhyde. La bande O-H à $3\ 300\text{ cm}^{-1}$ diminue en intensité contrairement à la bande C=O à $1\ 730\text{ cm}^{-1}$.
5. On peut suivre l'avancement en étudiant les deux bandes. Lors de la disparition de la bande O-H, la réaction est totale.
6. On peut estimer $t \approx 60\text{ min}$.

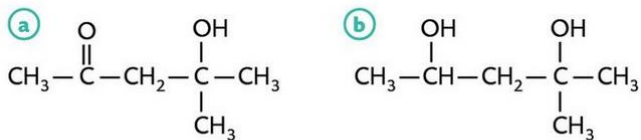
Ex 25 – Deux solvants oxygénés

Une société spécialisée en développement chimique propose deux solvants peu volatils afin d'éviter leur évaporation et ainsi réduire le risque chimique :



- la diacétone alcool (a) est utilisée dans les peintures et revêtements.
- l'hexylène glycol (b) entre dans la composition de ciments et de bétons.

Leurs formules semi-développées sont données ci-dessous :



1. Attribuer à chaque molécule (a) et (b) son nom en nomenclature officielle : 4-hydroxy-4-méthylpentan-2-one ou 2-méthylpentan-2,4-diol. Justifier.
2. Peut-on distinguer les deux espèces par spectroscopie infrarouge ? Justifier.

Bandes de vibration en fin d'exercices

1. La molécule (a) se nomme 4-hydroxy-4-méthyl-pentan-2-one car la chaîne principale comporte 5 atomes de carbone (racine = pentan), un groupe carbonyle (cétone) est présent en position 2 (suffixe = one) et une ramification d'un méthyl -CH₃ est présente sur le carbone en position 4 (préfixe = 4-méthyl) et une autre ramification, un groupe hydroxyle, sur le carbone en position 4 (préfixe = 4-hydroxyl).

La molécule (b) se nomme 2-méthyl-pentan-2,4-diol car la chaîne principale contient 5 atomes de carbone (racine = pentan), deux groupes hydroxyle (alcool) sont présents l'un en position 2, l'autre en 4 (suffixe = 2,4-diol) et une ramification, un méthyl -CH₃, est présent sur le carbone en position 2 (préfixe = 2-méthyl).

2. L'espèce chimique (a) doit présenter une bande d'absorption vers $\sigma \approx 1\ 720\text{ cm}^{-1}$ (caractéristique d'une liaison C=O) contrairement à l'espèce chimique (b). On peut donc distinguer les deux espèces chimiques par spectroscopie infrarouge.

EXERCICES D'APPROFONDISSEMENT

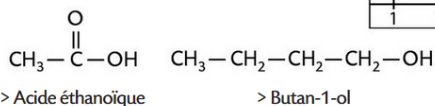
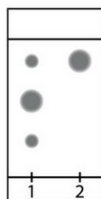
Ex 26 – Réaliser un contrôle de qualité

A Chromatographie sur couche mince du « vesou »

Nature des dépôts :

- dépôt 1 : vesou ;
- dépôt 2 : acide glycolique pur.

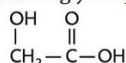
Éluant : acide éthanoïque (30 %) ;
butan-1-ol (70 %).



B Synthèse de l'acide glycolique

- L'acide glycolique (a) est synthétisé à partir du glyoxal (b) :

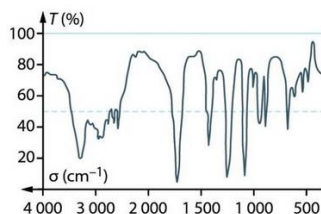
(a) acide glycolique



(b) glyoxal



- Spectre infrarouge du produit synthétisé :



L'acide glycolique est un solide utilisé en cosmétologie. Il peut être extrait du « vesou » (liquide obtenu par broyage de la canne à sucre et qui contient 0,1 % en masse d'acide glycolique) ou synthétisé à partir du glyoxal.

Données

- Masse volumique de l'acide glycolique : $1,49 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$
- Bandes de vibration infrarouges : Rabat III

1. Recopier la formule semi-développée de l'acide glycolique puis entourer et nommer les groupes caractéristiques présents.

2. Vérifier la présence d'acide glycolique dans le « vesou » (doc. A).

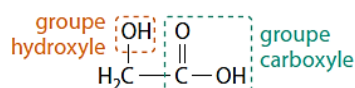
3. Justifier le nom de chacune des espèces chimiques présentes dans l'éluant (doc. A).

4. Déterminer la masse de « vesou » nécessaire pour obtenir 100 mL d'acide glycolique pur.

5. Proposer un argument qui explique que les industriels préfèrent la synthèse de l'acide glycolique à son extraction.

6. Un spectre infrarouge du produit synthétisé est donné (doc. B). Justifier qu'il peut correspondre à l'acide glycolique.

1.



2. On remarque deux tâches à la même hauteur pour les dépôts de vesou et d'acide glycolique pur donc le vesou contient de l'acide glycolique.

3. La molécule se nomme acide éthanoïque car on note une chaîne principale de 2 atomes de carbone (**racine = éthan**), un groupe carboxyle (**suffixe = oïque**) et une absence de ramification (**pas de préfixe**).

La molécule se nomme butan-1-ol car on note une chaîne principale de 4 atomes de carbone (**racine = butan**), un groupe hydroxyle porté par le carbone n°1 (**suffixe = 1-ol**) et une absence de ramification (**pas de préfixe**).

4. • Déterminons de la masse m_{gly} d'acide glycolique contenue dans $V_{\text{gly}} = 100 \text{ mL}$ d'acide glycolique pur :

$$m_{\text{gly}} = \rho_{\text{gly}} \times V_{\text{gly}} = 1,49 \times 100 = 149 \text{ g.}$$

- Déterminons la masse m_{vesou} de vesou nécessaire :

Le vesou contient en masse 0,1 % d'acide glycolique soit

$$m_{\text{gly}} = \frac{0,1}{100} \times m_{\text{vesou}} \Rightarrow m_{\text{vesou}} = \frac{100}{0,1} \times m_{\text{gly}}$$

$$m_{\text{vesou}} = \frac{100}{0,1} \times 149 = 1,49 \times 10^5 \text{ g} = 149 \text{ kg.}$$

5. Les arguments en faveur de la synthèse industrielle peuvent être d'origine

- environnementale → perte d'une grande quantité de canne à sucre.

- industrielle → faible rendement.

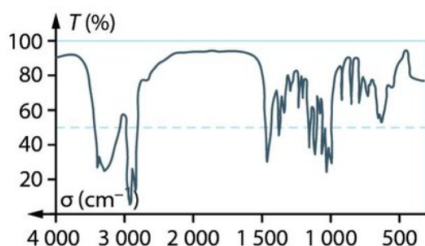
- économique → achat des matières premières + transport.

6. Ce spectre présente 2 bandes d'absorption : une forte et fine à $\sigma \approx 1720 \text{ cm}^{-1}$ caractéristique de la liaison C=O et une forte et large à $\sigma \approx 3300 \text{ cm}^{-1}$ caractéristique de la liaison -OH. Il peut donc correspondre à celui de l'acide glycolique.

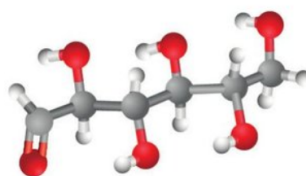
Ex 27 – La chimie des sucres

Le saccharose, en présence d'eau, se transforme en fructose et en glucose.

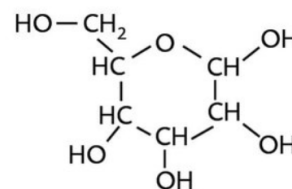
1. Représenter la formule semi-développée du glucose sous forme linéaire.
2. Identifier les familles de composés auxquelles le fructose appartient.
3. Donner la formule brute du glucose.
4. Discuter de la possibilité de différencier le glucose linéaire et le fructose par spectroscopie infrarouge.
5. À 25 °C, une solution aqueuse de glucose linéaire contient 99,9 % de forme cyclique et 0,01 % de forme linéaire. Le spectre IR ci-dessous est obtenu par analyse d'un échantillon de glucose. Confirme-t-il la très faible proportion de la forme linéaire dans le glucose ? Justifier.



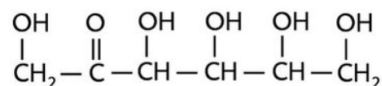
A Représentations de différentes molécules



> Modèle du glucose (forme linéaire)



> Formule semi-développée du glucose (forme cyclique)

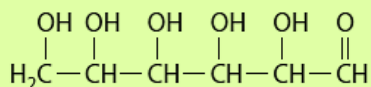


> Formule semi-développée du fructose

Données

- Bandes principales de vibration infrarouges :
 - O-H alcool : 3 200–3 400 cm^{-1} (bande forte et large)
 - O-H acide carb. : 2 600–3 100 cm^{-1} (bande forte et très large)
 - C=O : 1 700–1 760 cm^{-1} (bande forte et fine)
- H (○) ; C (●) ; O (●)

1. glucose linéaire :



2. Le fructose linéaire appartient à la famille des alcools et des cétones.

3. $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$

4. Le glucose linéaire et le fructose possèdent les mêmes groupes caractéristiques. Il sera difficile de les différencier par spectroscopie I.R.

5. Seule la bande (forte et large) d'absorption de nombre d'ondes $\sigma \approx 3\,300 \text{ cm}^{-1}$ apparaît. Elle caractérise la vibration de la liaison -OH (alcool). Or seule la forme cyclique possède cet unique groupe caractéristique. Aussi, ce spectre confirme la très grande majorité de la forme cyclique et la faible proportion de glucose linéaire.

Ex 28 – Synthétiser un arôme de banane

L'acétate d'isoamyle est une espèce chimique qui a la saveur et l'odeur de la banane et qui peut être synthétisée.

Réactifs	$\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH}$ Acide éthanoïque	$\begin{array}{c} \text{OH} \qquad \text{CH}_3 \\ \qquad \\ \text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_3 \end{array}$ 3-méthylbutan-1-ol	
Produits	$\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\overset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_3$ Acétate d'isoamyle	H_2O Eau	

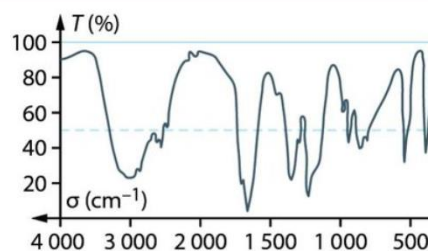
- Justifier le nom de chacun des réactifs.
- Identifier le réactif dont le spectre infrarouge est donné dans le document **A**.
- L'avancement de la réaction au cours du temps est suivi par spectroscopie infrarouge. Un logiciel mesure l'aire A sous la courbe de la bande de vibration de nombres d'ondes compris entre $3\,200$ et $3\,000\text{ cm}^{-1}$. L'aire A est proportionnelle à la quantité de molécules présentes dans le milieu et possédant la liaison qui vibre (doc. **B**). Expliquer la décroissance de la courbe du document **B**.
- L'acide éthanoïque a-t-il été totalement consommé ?

1. La molécule se nomme acide éthanoïque car : la chaîne principale est constituée de 2 atomes de carbone (**racine = éthan**), un groupe carboxyle (**suffixe = oïque**) est présent. On note aucune ramification (**pas de préfixe**).

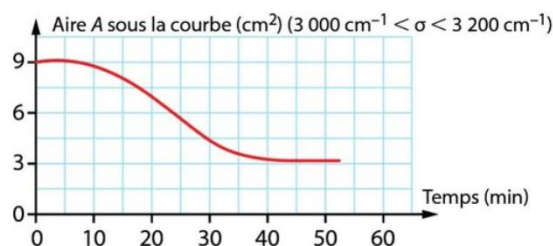
La molécule se nomme 3-méthylbutan-1-ol car la chaîne principale est constituée de 4 atomes de carbone (**racine = butan**), un groupe hydroxyle est présent sur le carbone numéroté 1 (**suffixe = 1-ol**), une ramification d'un méthyl $-\text{CH}_3$ est sur le carbone en position 3 (**préfixe = 3-méthyl**).

2. On distingue deux bandes de vibration : une forte et fine à $\sigma \approx 1\,750\text{ cm}^{-1}$ caractéristique de la liaison $\text{C}=\text{O}$ et une forte et très large pour $3\,500\text{ cm}^{-1} \leq \sigma \leq 3\,000\text{ cm}^{-1}$ caractéristique de la liaison $-\text{OH}$ acide. Ce spectre correspond donc à l'acide éthanoïque.

A Spectre infrarouge d'un des deux réactifs



B Suivi de l'avancement de la réaction



3. Les bandes de vibrations pour $\approx 3\,200\text{ cm}^{-1}$ correspondant aux liaisons $-\text{OH}$ des acides ou des alcools qui sont uniquement présentes dans les réactifs. Donc l'aire A sous la courbe, proportionnelle à la quantité de réactifs, diminue aussi. On a donc une courbe décroissante pour $A = f(t)$.

4. D'après le graphe $A = f(t)$, $A \neq 0$ lorsque $t \rightarrow +\infty$. Donc il reste des réactifs à la fin de la réaction. Par contre, il est impossible de conclure sur le nombre de réactifs présents à la fin de la réaction.

Bandes de vibrations infrarouges

Liaison	σ (cm ⁻¹)
O-H alcool	3 200-3 400 Bande forte et large*
O-H acide carboxylique	2 600-3 200 Bande forte et très large*
C=O	1 700-1 760 Bande forte et fine*

*On dit qu'une bande est « forte » lorsque la transmittance est faible, une bande est « large » si elle s'étale sur un intervalle de nombre d'ondes important.