



CORRECTION!

Données

BANDES D'ABSORPTION

Type liaison	σ (en cm^{-1})	Bande
O - H (alcool)	3200 - 3400	Forte et large
O - H (acide carboxylique)	2500 - 3200	Forte et large
C = O (carbonyle)	1650 - 1730	Forte et fine
C = O (carboxyle)	1680 - 1710	Forte et fine



EXERCICES D'AUTOMATISATION EN AUTONOMIE

Ex 1 – Formule brute de molécules

Le paclitaxel est extrait de l'if du Pacifique. La formule brute de sa molécule est : $\text{C}_{47}\text{H}_{51}\text{O}_{14}\text{N}$.

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

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

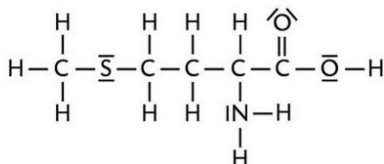
- Écrire la formule brute de cette molécule.

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

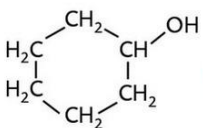
L'acide linoléique a pour formule brute $\text{C}_{18}\text{H}_{32}\text{O}_2$.

Ex 2 – Formule semi-développée de molécules

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.

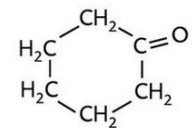
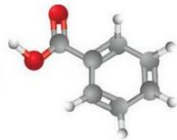


- Écrire la formule semi-développée de la molécule de méthionine.
- Associer à chaque formule semi-développée sa modélisation.



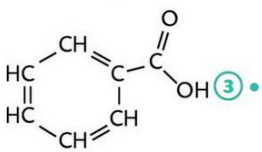
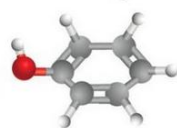
1 •

• a



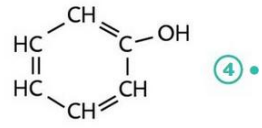
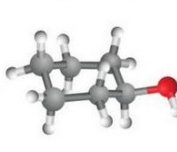
2 •

• b



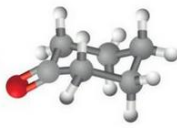
3 •

• c



4 •

• d

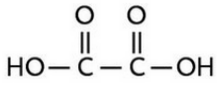


1-c 2-d 3-a 4-b

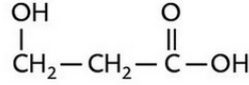
Ex 3 – Groupes caractéristiques de molécules

• 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.

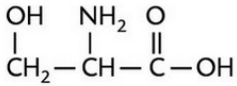
a acide oxalique



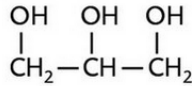
b acide 3-hydroxypropanoïque



c sérine

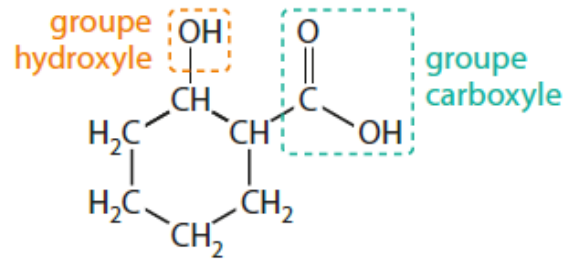
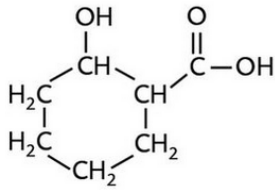


d glycérol



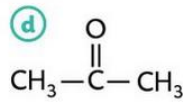
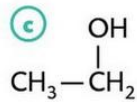
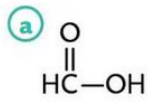
Groupe caractéristique	hydroxyle	carboxyle
Exemples	$\text{CH}_2-\text{CH}_2-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH}$ acide 3-hydroxypropanoïque	$\text{HO}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH}$ acide oxalique
	$\text{CH}_2-\overset{\text{OH}}{\text{CH}}-\text{CH}_2$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

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

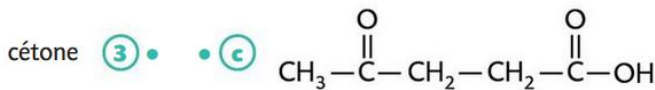
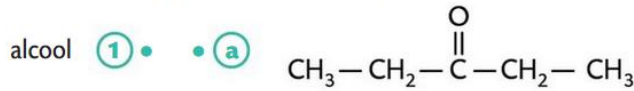


Ex 4 – Familles de molécules

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



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



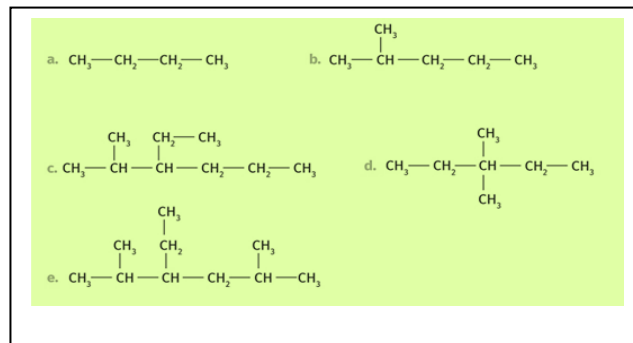
a : acide carboxylique ; **b** : aldéhyde ; **c** : alcool ; **d** : cétone.

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

Ex 5– Nomenclature des molécules alcanes

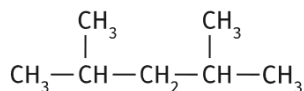
Écrire les formules semi-développées des alcanes suivants :

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

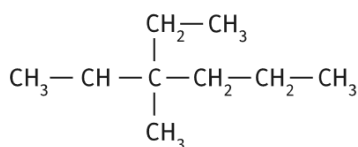


◆ Donner le nom des molécules suivantes.

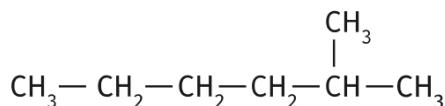
a.



b.



c.



a. 2,4-diméthylpentane.

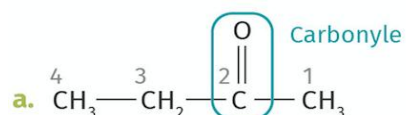
b. 3-éthyl-3-méthylhexane.

c. 2-méthylhexane.

Ex 6– Nomenclature des molécules autres que des alcanes

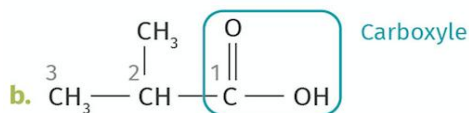
Représenter la formule semi-développée des molécules suivantes et **donner** leur famille chimique en **justifiant**.

- 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



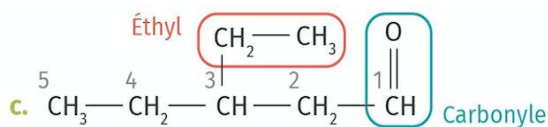
FAMILLE = La molécule possède un groupement carbonyle dans la chaîne carbonée, elle fait donc partie de la famille des cétones.

On peut aussi le justifier en disant que le nom de la molécule se termine par -one.



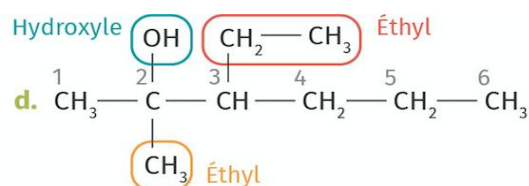
FAMILLE = La molécule possède un groupement carboxyle, elle fait donc partie de la famille des acides carboxyliques. On peut aussi le justifier en disant que le nom de la molécule se termine par -oïque et commence par le mot acide.

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



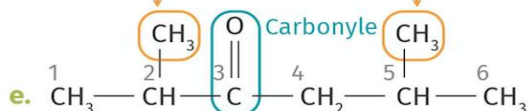
FAMILLE = La molécule possède un groupement carbonyle en début de chaîne carbonée, elle fait donc partie de la famille des aldéhydes. On peut aussi le justifier en disant que le nom de la molécule se termine par -al.

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



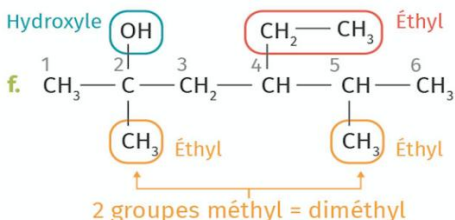
FAMILLE = La molécule possède un groupement hydroxyle, elle fait donc partie de la famille des alcools. On peut aussi le justifier en disant que le nom de la molécule se termine par -ol.

2 groupes méthyl = diméthyl



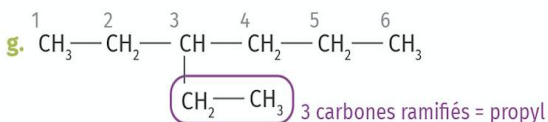
FAMILLE = La molécule possède un groupement carbonyle dans la chaîne carbonée, elle fait donc partie de la famille des cétones. On peut aussi le justifier en disant que le nom de la molécule se termine par -one.

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



FAMILLE = 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.

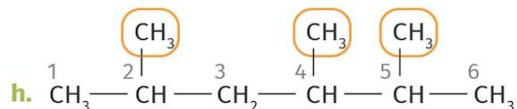
Remarque : quand une molécule possède deux fois un groupement méthyl on le signifie par : diméthyl.



FAMILLE = 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.

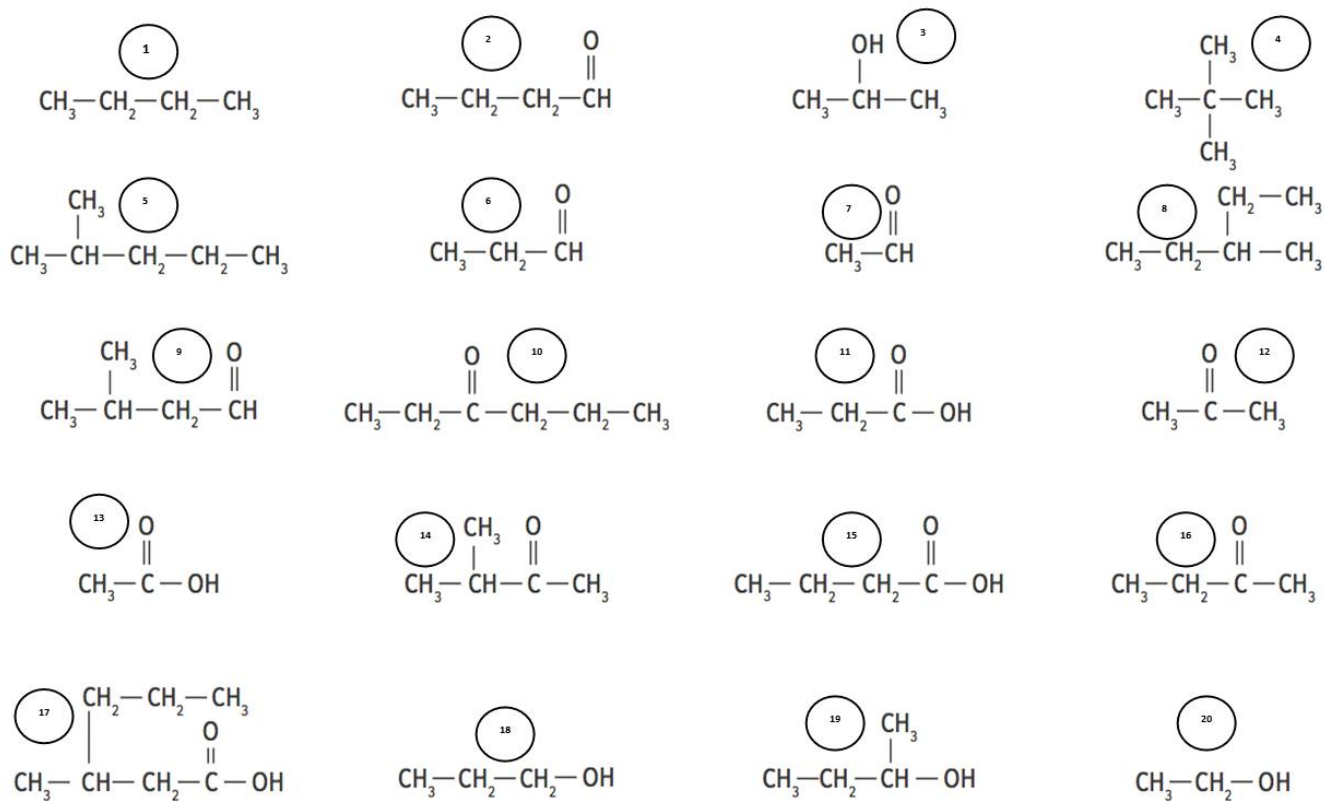
Remarque : quand une molécule possède un groupement alkyl à 3 carbones, on l'appelle propyl.

3 groupes méthyl = triméthyl



FAMILLE = 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.

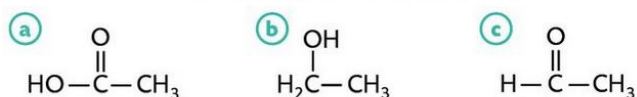
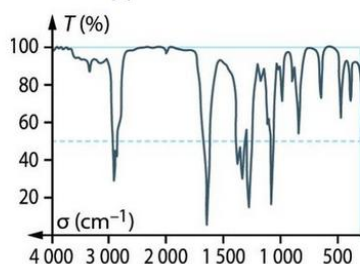
Ex 7– Nomenclature des molécules autres que des alcanes



- | | |
|---|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1) Butane 2) Butanal 3) Propan-2-ol 4) 2,3-diméthylpropane 5) 2-méthylpentane 6) Propanal 7) Ethanal 8) 3-méthylpentane 9) 3-méthylbutanal 10) Hexan-3-one | <ol style="list-style-type: none"> 11) Acide propanoïque 12) Propanone 13) Acide éthanoïque 14) 3-méthylbutanone 15) Acide butanoïque 16) Butanone 17) Acide 3-méthylhexanoïque 18) Propan-1-ol 19) Butan-2-ol 20) Ethanol |
|---|--|

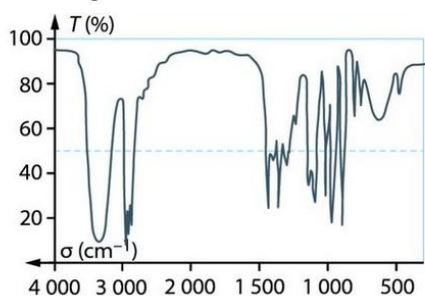
Ex 8– Spectres IR

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).

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.

- butan-2-ol : terminaison en -ol donc famille des alcools.
- 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



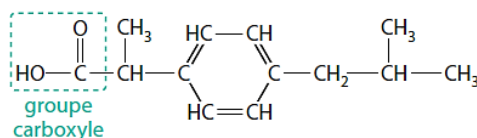
Ex 9– La molécule d'Ibuprofène

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



- Écrire la formule semi-développée de la molécule d'ibuprofène.
- Entourer et nommer le groupe caractéristique.
- Déterminer la famille de composés à laquelle appartient l'ibuprofène.

1. et 2.



3. L'ibuprofène appartient à la famille des acides carboxyliques.

Ex 10– Le pain au levain de San Francisco

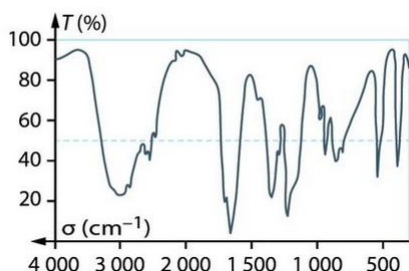
Une des spécialités culinaires de la ville de San Francisco est le pain au levain qui doit son goût à une espèce chimique E de formule $C_2H_4O_2$. Le spectre infrarouge de l'espèce chimique est donné ci-dessous.



> Pain au levain.

Donnée

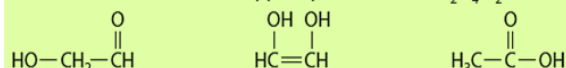
- Bandes de vibration infrarouges : Rabat III



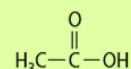
- Sur le spectre infrarouge, repérer la présence éventuelle de bandes d'absorption C=O ou O–H.
- Établir toutes les formules semi-développées possibles de la molécule de formule brute $C_2H_4O_2$.
- En déduire la formule semi-développée de E.

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 $3000 \text{ cm}^{-1} \leq \sigma \leq 3500 \text{ cm}^{-1}$ (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 :



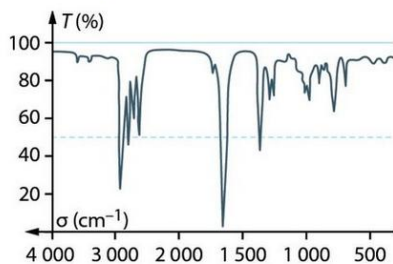
Ex 11– Etude de la composition d'une peinture

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.

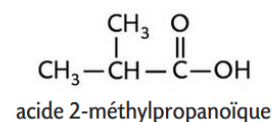
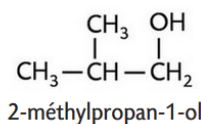
À la fin de la transformation, un technicien réalise une analyse par spectroscopie infrarouge sur le produit obtenu. Le spectre infrarouge est donné ci-dessous :



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

Données

- Formules semi-développées :



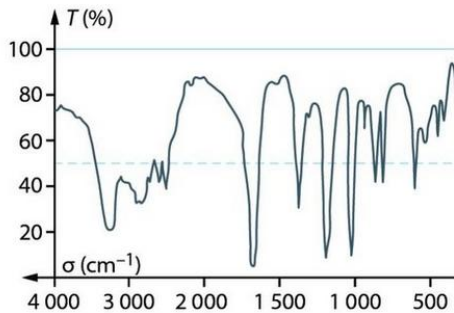
1. 2-méthylpropan-1-ol : la chaîne principale comporte 3 atomes de carbone cela explique la **racine** : **propan**. Un groupe hydroxyle est présent sur le carbone numéroté 1 donc le **suffixe** est **1-ol**. La ramification d'un méthyl $-\text{CH}_3$ sur le carbone en position 2 implique le **préfixe 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 $-\text{CH}_3$ sur le carbone en position 2 implique le **préfixe 2-méthyl**.

2. Le 2-méthylpropan-1-ol possède un groupe hydroxyle $-\text{OH}$. Aucune bande de vibration pour $3500 \text{ cm}^{-1} \leq \sigma \leq 3000 \text{ cm}^{-1}$ n'est visible, ce n'est donc pas le produit synthétisé, le procédé n'est pas utilisable.

Ex 12– 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 : $M = 90,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

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 $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$

Déterminons à présent la famille de composés.

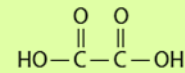
D'après le spectre I.R. de la molécule, on peut identifier 2 bandes d'absorption :

✓ 1 bande forte et fine à $\sigma \approx 1700 \text{ cm}^{-1}$ caractéristique d'une liaison C=O;

✓ 1 bande 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'acide oxalique est un acide carboxylique.

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



EXERCICES D'APPROFONDISSEMENT... un pas vers la terminale !



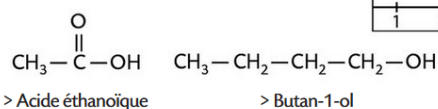
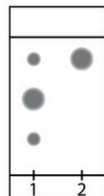
Ex 13– Réaliser un contrôle qualité

A Chromatographie sur couche mince du « vesou »

Nature des dépôts :

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

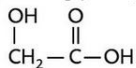
Éluant : acide éthanoïque (30 %) ;
butan-1-ol (70 %).



B Synthèse de l'acide glycolique

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

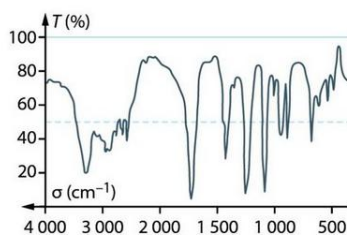
(a) acide glycolique



(b) glyoxal



- Spectre infrarouge du produit synthétisé :



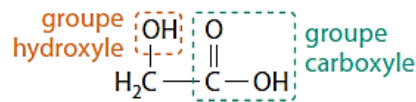
L'acide glycolique est un solide utilisé en cosmétologie. Il peut être extrait du « vesou » (liquide obtenu par broyage de la canne à sucre et qui contient 0,1 % en masse d'acide glycolique) ou synthétisé à partir du glyoxal.

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 vésou et d'acide glycolique pur donc le vésou 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 $V_{gly} = 100$ mL d'acide glycolique pur :

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

• Déterminons la masse m_{vesou} de vésou nécessaire :

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

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

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

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

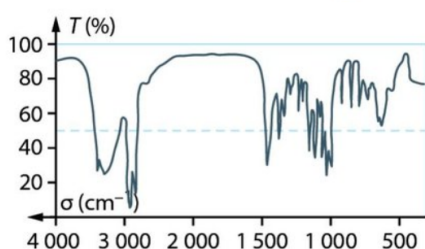
- environnementale \rightarrow perte d'une grande quantité de canne à sucre.
- industrielle \rightarrow faible rendement.
- économique \rightarrow achat des matières premières + transport.

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.

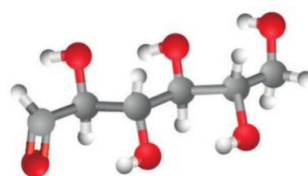
Ex 14– La chimie des sucres

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

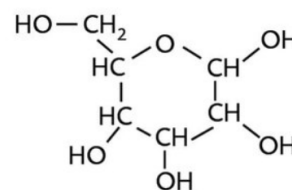
1. Représenter la formule semi-développée du glucose sous forme linéaire.
2. Identifier les familles de composés auxquelles le fructose appartient.
3. Donner la formule brute du glucose.
4. Discuter de la possibilité de différencier le glucose linéaire et le fructose par spectroscopie infrarouge.
5. 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.



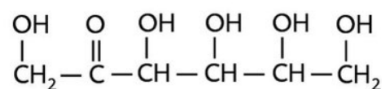
A Représentations de différentes molécules



> Modèle du glucose (forme linéaire)



> Formule semi-développée du glucose (forme cyclique)

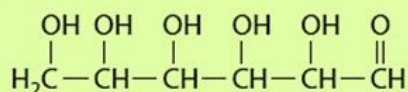


> Formule semi-développée du fructose

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.

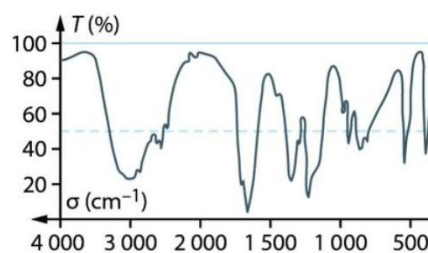
Ex 15– L'arôme de banane

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

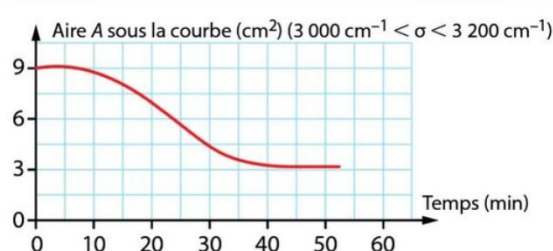
Réactifs	$\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH}$ Acide éthanoïque	$\begin{array}{c} \text{OH} \quad \text{CH}_3 \\ \quad \\ \text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_3 \end{array}$ 3-méthylbutan-1-ol
Produits	$\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\overset{\text{CH}_3}{ }{\text{CH}}-\text{CH}_3$ 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 ?

A Spectre infrarouge d'un des deux réactifs



B Suivi de l'avancement de la réaction



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.

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.