












**Plan de travail**  
**STRUCTURE DES ENTITES ORGANIQUES**

OBJECTIFS			
Identifier, à partir d'une formule semi-développée, les groupes caractéristiques associés aux familles de composés : alcool, aldéhyde, cétone et acide carboxylique			
Reconnaitre une chaîne carbonée linéaire, cyclique, ramifiée			
Nommer des alcanes, alcools, aldéhydes, cétones et acides carboxyliques			
Justifier le nom associé à la formule semi-développée de molécules simples possédant un seul groupe caractéristique et inversement			
Exploiter, à partir de valeurs de référence, un spectre d'absorption infrarouge.			
Utiliser des modèles moléculaires ou des logiciels pour visualiser la géométrie de molécules organiques.			

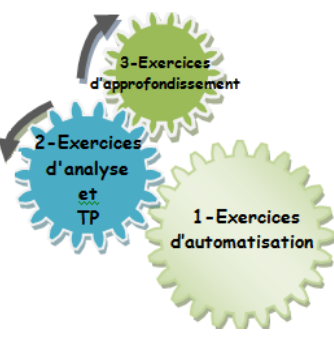
 : Acquis  : En cours d'acquisition  : non acquis

**RESSOURCES** (Les ressources sont disponibles sur le site internet [www.phymie.jimdo.com](http://www.phymie.jimdo.com))

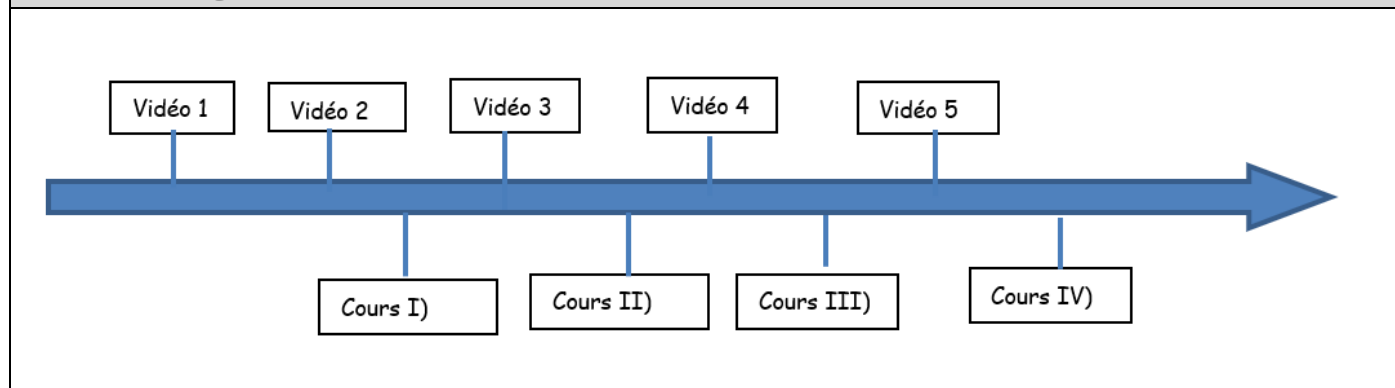
-  Vidéo 1 : Modéliser des molécules
-  Vidéo 2 : Groupes caractéristiques
-  Vidéo 3 : Structure et nomenclature d'une chaîne carbonée
-  Vidéo 4 : Nomenclature des molécules oxygénées
-  Vidéo 5 : Spectroscopie infrarouge

TRAVAIL A FAIRE	<input checked="" type="checkbox"/>
Consulter les ressources	
Compléter la trace écrite (Cours chapitre T1)	
S'exercer sur les exercices d'automatisation et d'analyse (pour les plus avancés : parcours autonome)	
Faire un résumé du chapitre sous forme de carte mentale	
Apprendre le cours régulièrement	
Faire des exercices avant le DS	

## EXCERCER SES COMPETENCES

EXCERCER SES COMPETENCES																																																								
	Parcours commun	Parcours autonome																																																						
 <p style="margin-top: 20px;"><i>Correction des exercices sur Pronote</i></p>	<p style="text-align: center;"><b>1-Exercices d'automatisation</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 80%;"></td><td style="width: 20%; text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>Ex1</td><td></td></tr> <tr><td>Ex2</td><td></td></tr> <tr><td>Ex3</td><td></td></tr> <tr><td>Ex4</td><td></td></tr> <tr><td>Ex5</td><td></td></tr> <tr><td>Ex6</td><td></td></tr> <tr><td>Ex7</td><td></td></tr> <tr><td>Ex8</td><td></td></tr> <tr><td>Ex9</td><td></td></tr> <tr><td>Ex10</td><td></td></tr> <tr><td>Ex11</td><td></td></tr> <tr><td>Ex12</td><td></td></tr> <tr><td>Ex13</td><td></td></tr> <tr><td>Ex14</td><td></td></tr> <tr><td>Ex15</td><td></td></tr> <tr><td>Ex16</td><td></td></tr> <tr><td>Ex17</td><td></td></tr> <tr><td>Ex18</td><td></td></tr> <tr><td>Ex19</td><td></td></tr> </table>		<input checked="" type="checkbox"/>	Ex1		Ex2		Ex3		Ex4		Ex5		Ex6		Ex7		Ex8		Ex9		Ex10		Ex11		Ex12		Ex13		Ex14		Ex15		Ex16		Ex17		Ex18		Ex19		<p style="text-align: center;"><b>2-Exercices d'analyse</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 80%;"></td><td style="width: 20%; text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>Ex20</td><td></td></tr> <tr><td>Ex21</td><td></td></tr> <tr><td>Ex22</td><td></td></tr> <tr><td>Ex23</td><td></td></tr> <tr><td>Ex24</td><td></td></tr> <tr><td>Ex25</td><td></td></tr> </table>		<input checked="" type="checkbox"/>	Ex20		Ex21		Ex22		Ex23		Ex24		Ex25	
	<input checked="" type="checkbox"/>																																																							
Ex1																																																								
Ex2																																																								
Ex3																																																								
Ex4																																																								
Ex5																																																								
Ex6																																																								
Ex7																																																								
Ex8																																																								
Ex9																																																								
Ex10																																																								
Ex11																																																								
Ex12																																																								
Ex13																																																								
Ex14																																																								
Ex15																																																								
Ex16																																																								
Ex17																																																								
Ex18																																																								
Ex19																																																								
	<input checked="" type="checkbox"/>																																																							
Ex20																																																								
Ex21																																																								
Ex22																																																								
Ex23																																																								
Ex24																																																								
Ex25																																																								
		<p style="text-align: center;"><b>3- Exercices d'approfondissement ou de révision</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 80%;"></td><td style="width: 20%; text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>Ex26</td><td></td></tr> <tr><td>Ex27</td><td></td></tr> <tr><td>Ex28</td><td></td></tr> </table>		<input checked="" type="checkbox"/>	Ex26		Ex27		Ex28																																															
	<input checked="" type="checkbox"/>																																																							
Ex26																																																								
Ex27																																																								
Ex28																																																								

## CHRONOLOGIE



## Cours

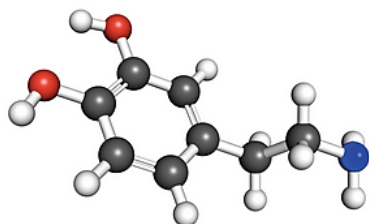
# STRUCTURES DES ENTITES ORGANIQUES

### I. LA STRUCTURE DES MOLECULES

#### 1. Qu'est-ce qu'une molécule organique ?

On considère qu'une molécule est organique si elle compte des atomes de ..... et ..... liés entre eux et éventuellement d'autres atomes (O, N, Cl, etc...)

*Exemple : la dopamine*



Dopamine : molécule organique qui constitue l'hormone du plaisir. Les molécules organiques ont pour base un squelette d'atomes de carbone et d'hydrogène mais elles peuvent être composées de nombreux autres atomes.

#### 2. Modélisation des molécules

On peut modéliser une molécule de plusieurs façons

- Dans un modèle moléculaire, chaque atome est modélisé par une sphère de taille et de couleur différente
- La formule brute indique la ..... et le ..... des atomes de la molécule
- Dans une formule semi-développée les liaisons sont représentées par des ..... entre les symboles des atomes excepté celles engagées par les atomes .....




*Exemple : trois représentations d'une molécule d'acide lactique*

Modèle moléculaire	Formule brute
	$C_3H_6O_3$
	Formule semi-développée
	$  \begin{array}{c}  CH_3 - CH - C - OH \\    \quad \quad    \\  OH \quad \quad O  \end{array}  $

#### 3. Groupes caractéristiques et familles de composés

Dans une molécule, un groupe caractéristique est un ..... spécifique d'atomes qui ne contient pas uniquement des atomes de carbone C et d'hydrogène H

L'étude des propriétés physico-chimiques des molécules amène à définir des familles de composés qui s'identifient par la présence d'un groupe caractéristique :

Groupe caractéristique*	Famille de composés	Formule générale
 hydroxyle	Alcool	R-OH
 carbonyle	Aldéhyde	$\text{H}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H}$ ou $\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H}$
	Cétone	$\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{R}'$
 carboxyle	Acide carboxylique	$\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH}$

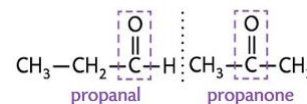
\*Ces groupes ne peuvent être liés directement qu'à des atomes d'hydrogène H ou à des atomes de carbone C non liés à des atomes autres que l'hydrogène H ou le carbone C.

#### Exemples :

- L'acide lactique contient un groupe hydroxyle et un groupe carboxyle



- La propanone et le propanal contiennent un groupe carbonyle mais chacune de ces molécules appartient à une famille différente de composés organiques. Le propanal est un aldéhyde et la propanone est une cétone



## 4. Diversité des chaînes carbonées

On appelle chaîne carbonée (ou squelette carboné) l'enchaînement des atomes de carbone qui constituent une molécule organique.

Une molécule qui possède :

- Au moins un atome de carbone lié à trois autres atomes de carbone est dite à chaîne .....
- Sinon elle est dite à chaîne .....

Une molécule dont la chaîne carbonée :

- Ne se referme pas sur elle-même est dite .....
- Se referme sur elle-même est dite .....

## II. NOMMER UNE CHAÎNE CARBONÉE

Une molécule organique possède un enchaînement d'atomes de carbone qui constitue son squelette appelé .....  
..... Une chaîne carbonée possédant uniquement des liaisons C-C et C-H est appelée .....

Un alcane est constitué d'atomes de carbone et d'hydrogène dont les atomes de carbone ne font que des liaisons simples. Un alcane a pour formule brute ..... La chaîne carbonée est ouverte, elle peut être ..... ou .....

### 1. Nomenclature des alcanes à chaîne linéaire (sans ramification)

Le nom d'un alcane linéaire est constitué d'un ..... qui indique le nombre d'atome de carbone de la chaîne suivi de la terminaison - .....

n	Préfixe	Nom de l'alcane à chaîne linéaire	Formule brute	Formule semi-développée
1	méth-	méthane	CH <sub>4</sub>	CH <sub>4</sub>
2		éthane	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	CH <sub>3</sub> – CH <sub>3</sub>
3		propane	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	CH <sub>3</sub> – CH <sub>2</sub> – CH <sub>3</sub>
4		butane	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	CH <sub>3</sub> – CH <sub>2</sub> – CH <sub>2</sub> – CH <sub>3</sub>
5		pentane	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	CH <sub>3</sub> – CH <sub>2</sub> – CH <sub>2</sub> – CH <sub>2</sub> – CH <sub>3</sub>
6		hexane	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	CH <sub>3</sub> – (CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> – CH <sub>3</sub>
7		heptane	C <sub>7</sub> H <sub>16</sub>	CH <sub>3</sub> – (CH <sub>2</sub> ) <sub>5</sub> – CH <sub>3</sub>
8		octane	C <sub>8</sub> H <sub>18</sub>	CH <sub>3</sub> – (CH <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> – CH <sub>3</sub>

## 2. Nomenclature des alcanes à 1 chaîne ramifiée

**Définition :** On appelle « groupe ..... » un groupe obtenu en enlevant un atome d'hydrogène à un alcane (formule générale d'un groupe alkyle : -C<sub>n</sub>H<sub>2n+1</sub>)

Exemples :

-CH<sub>3</sub> : groupe .....

-CH<sub>2</sub>-CH<sub>3</sub> : groupe .....

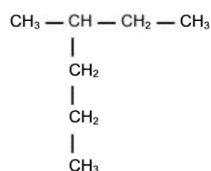
-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>3</sub> : groupe .....

-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>3</sub> : groupe .....

### Règles de nomenclature des alcanes à une chaîne ramifiée :

- Déterminer la chaîne carbonée la plus ..... (chaîne principale). Elle donne le nom de base de l'alcane.
- Numéroter cette chaîne à partir d'une extrémité de sorte que l'indice du carbone porteur de la ramification soit le plus ..... possible
- Nommer le groupe substituant : n-alkyl, où n est la position du groupement sur la chaîne carbonée

Exemple :

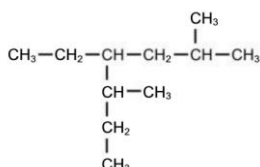


## 3. Nomenclature des alcanes à plusieurs chaînes ramifiées

### Règles de nomenclature des alcanes à plusieurs chaînes ramifiées :

- Déterminer la chaîne carbonée la plus longue (chaîne .....). Elle donne le nom de base de l'alcane.
- Numéroter cette chaîne de sorte que le premier substituant rencontré possède l'indice le plus .....  
En cas d'égalité d'indice dans les deux sens du parcours de la chaîne, on compare le second substituant, etc...
- Dans le cas où on a plusieurs substituants identiques, on utilise les préfixes di, tri, tétra, etc...
- Les substituants sont énoncés dans l'ordre alphabétique sans tenir compte des préfixes multiplicatifs

Exemple :



### III. NOMMER DES MOLECULES ORGANIQUES OXYGENEES

Le nom des molécules organiques oxygénées est de la forme :

Préfixe - racine - suffixe

#### 1. Le suffixe

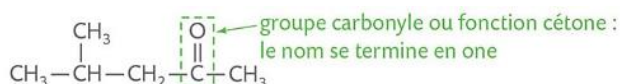
Le suffixe indique la ..... de composés à laquelle appartient l'espèce chimique

Famille de composés	alcool*	aldéhyde	cétone	acide carboxylique
Suffixe	ol	al	one	oïque**

\* Dans un alcool, l'atome de carbone lié au groupe hydroxyle doit former 4 liaisons simples.

\*\* Pour les acides carboxyliques, le nom de la molécule commence par le mot acide.

Exemple :



#### 2. La racine

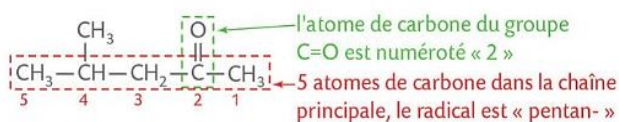
La racine indique le nombre d'atomes de carbone C dans la .....

.....

- L'atome de carbone fonctionnel est celui qui appartient au groupe caractéristique (carbonyle, carboxyle) ou qui est lié au groupe hydroxyle
- La chaîne principale est la chaîne carbonée qui comporte le plus grand nombre d'atomes de carbone ainsi que l'atome de carbone fonctionnel.
- La chaîne principale est numérotée de sorte que le numéro de l'atome de carbone fonctionnel soit le plus ..... possible

Nombre d'atomes de carbone	Racine
1	méthan-
2	éthan-
3	propan-
4	butan-
5	pentan-
6	hexan-
7	heptan-
8	octan-

Exemple :



#### 3. Le préfixe

Un préfixe apparaît dans le nom si la chaîne principale est ..... par un ou plusieurs groupes hydrocarbonés appelés groupes .....

Le préfixe indique la ..... et la ..... du groupe alkyle

Groupe alkyle	Nom du groupe alkyle
-CH <sub>3</sub>	méthyl-
-CH <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub>	éthyl-
-CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub>	propyl-
-CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub>	butyl-

Exemple :



Nom : 4-méthylpentan-2-one

## IV. IDENTIFIER UNE MOLECULE

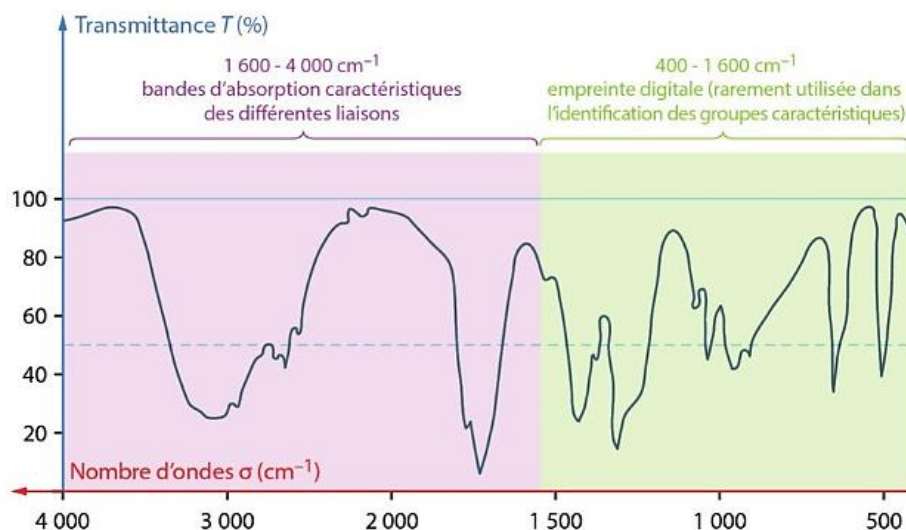
- La spectroscopie infrarouge, appelée spectroscopie IR, est une technique d'analyse des molécules en chimie organique. Cette technique étudie l'..... de la lumière ..... par les molécules.
- L'absorption de cette lumière est liée à la vibration des liaisons dans les molécules suite à une excitation électromagnétique. Chaque type de liaison vibre à une ..... particulière et cette fréquence est reliée au ..... noté  $\sigma$  (en  $\text{cm}^{-1}$ ).
- Les nombres d'onde étudiés correspondent à des longueurs d'onde  $\lambda$  ( $\sigma = 1/\lambda$ ) du domaine des infrarouges (750 nm  $< \lambda < 0,1$  mm).
- Un spectre IR représente la ..... (inverse de l'absorbance) notée  $T$  (en %) en fonction du nombre d'onde  $\sigma$  (en  $\text{cm}^{-1}$ ).

### 1. Le spectre infrarouge

Un spectre infrarouge (IR) est un graphe présentant :

- En abscisse : le nombre d'ondes ..... en  $\text{cm}^{-1}$ . Le nombre d'onde est relié à la longueur d'onde  $\lambda$  par la relation  $\sigma = \frac{1}{\lambda}$
- En ordonnée : la transmittance ..... en pourcent

Allure d'un spectre infrarouge :



### 2. Bandes d'absorption caractéristiques

La présence d'une liaison dans la molécule se manifeste par la présence d'une ..... caractéristique, que l'on reconnaît par son allure et son nombre d'onde

Le nombre d'onde  $\sigma$  de la vibration absorbée permet de reconnaître la présence de liaisons (C=O, O-H, etc..) dans la molécule. L'identification de groupes caractéristiques est ainsi possible

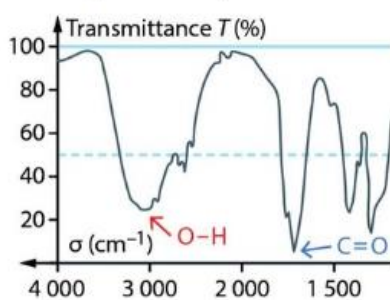
La table ci-dessous donne les intervalles des nombres d'ondes et l'allure des bandes d'absorption pour différents types de liaison

Liaison	O—H alcool	O—H acide carboxylique	C=O
$\sigma$ (cm <sup>-1</sup> )	3 200-3 400 Bande forte et large*	2 600-3 200 Bande forte et très large*	1 700-1 760 Bande forte et fine*

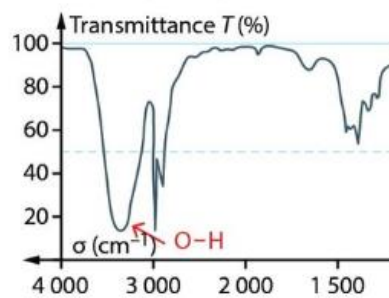
\* On dit qu'une bande est « forte » lorsque la transmittance est faible, une bande est « large » si elle s'étale sur un intervalle de nombre d'ondes important.

*Exemple* : un groupe carboxyle est identifié par la présence de deux bandes de vibration caractéristiques contrairement à un groupe hydroxyle qui est identifié par une seule bande. Cela permet de les différencier.

• Groupe carboxyle :



• Groupe hydroxyle :



> Le groupe carboxyle se distingue du groupe hydroxyle car il possède deux bandes de vibration caractéristiques de deux liaisons (O-H et C=O).



## EXERCICES


## 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.

## 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.

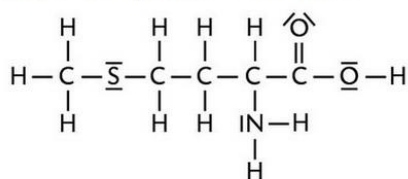
## Ex 3 – Déterminer la formule brute d'une molécule

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.

## Ex 4 – Ecrire une formule semi-développée

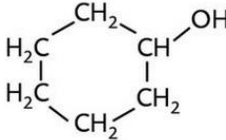
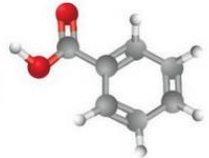
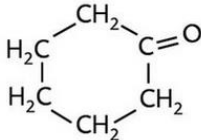
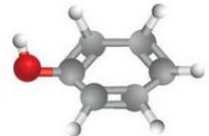
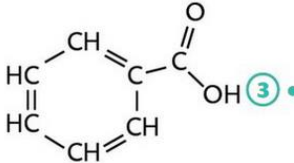
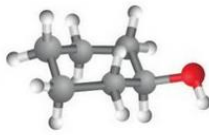
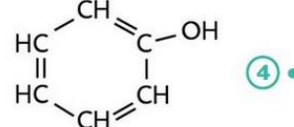
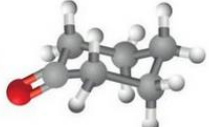
La méthionine est un acide  $\alpha$ -aminé essentiel, non synthétisé par l'être humain, qui doit donc être fourni par l'alimentation. Un schéma de Lewis de la molécule de méthionine est représenté ci-dessous.



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

## Ex 5 – Analyser une formule semi-développée

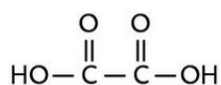
- Associer à chaque formule semi-développée sa modélisation.

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

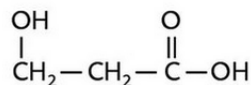
### Ex 6 – Identifier des groupes caractéristiques

• 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.

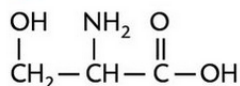
a) acide oxalique



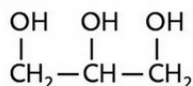
b) acide 3-hydroxypropanoïque



c) sérine

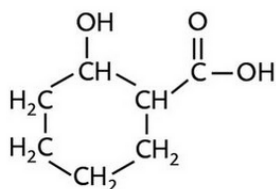


d) glycérol



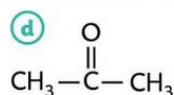
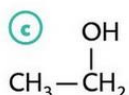
### Ex 7 – Nommer des groupes caractéristiques

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



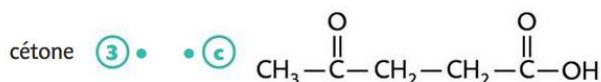
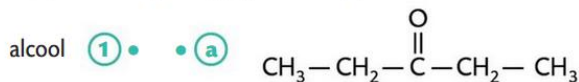
### Ex 8 – Identifier des familles de composés

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



### Ex 9 – Identifier des familles de composés (bis)

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



### Ex 10 – Formules semi-développées d'alcane

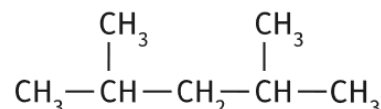
Écrire les formules semi-développées des alcanes suivants :

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

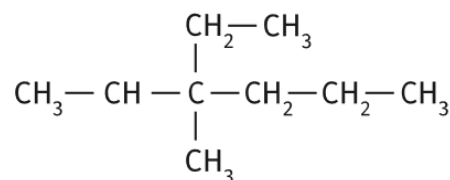
### Ex 11 – Nommer des alcanes

◆ Donner le nom des molécules suivantes.

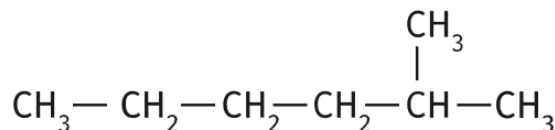
a.



b.



c.



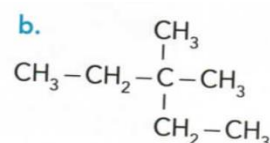
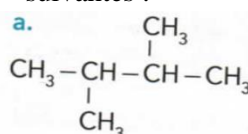
### Ex 12 – Ecrire des formules d'alcane

Écrire 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 :

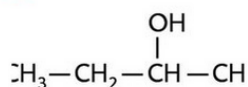


### Ex 14 – Corriger des noms de molécules

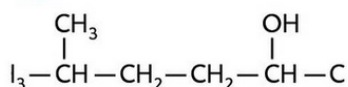
Les formules semi-développées ci-dessous ont été associées à des noms.

- Corriger si nécessaire ces noms en justifiant la réponse.

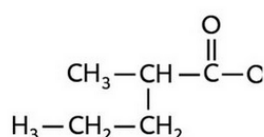
a) butan-3-ol



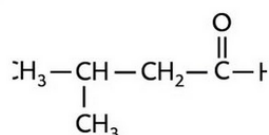
b) 2-méthylpentan-2-ol



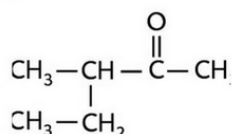
c) acide  
3-propylpropanoïque



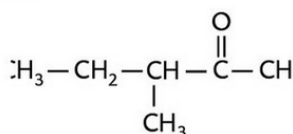
d) 3-méthylbutanal



e) 3-méthylpentan-2-one

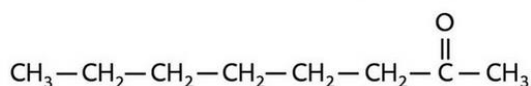


f) 3-méthylpentan-4-one



### Ex 15 – Justifier le nom d'une molécule

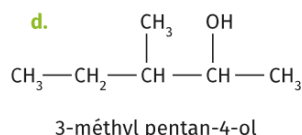
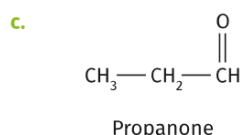
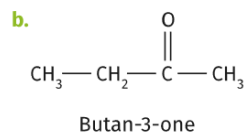
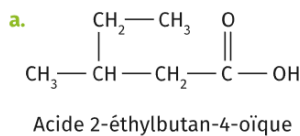
L'octan-2-one est un des constituants de la phéromone d'alarme de l'abeille. La formule semi-développée de sa molécule est donnée ci-dessous.



- Justifier le nom de la molécule.

### Ex 16 – Chercher les erreurs

1. 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.

a) Acide 2-éthylbutan-4-oïque

- b) Butan-3-one
- c) Propanone
- d) 3-méthylpentan-4-ol

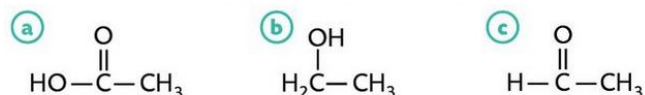
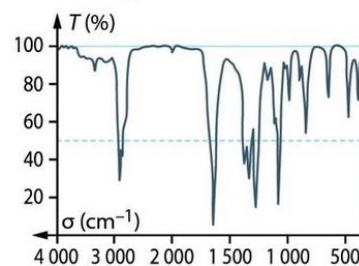
### Ex 17 – Nomenclature

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

- a. Butanone
- b. Acide méthylpropanoïque
- c. 3-éthylpentanal
- d. 3-éthyl-2-méthylhexan-2-ol
- e. 2,5-diméthylhexan-3-one
- f. 4-éthyl-2,5-diméthylhexan-2-ol
- g. Propylhexane
- h. 2,4,5-triméthylhexane

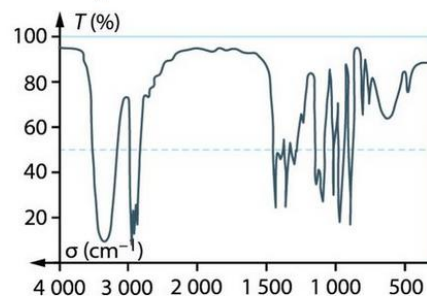
### Ex 18 – Associer une espèce chimique à un spectre infrarouge

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



### Ex 19 – Identifier les bandes d'absorption

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



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

## 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.

### 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  $C_2H_4O_2$ .

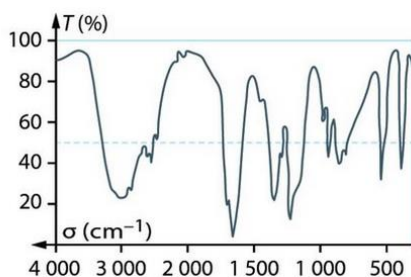
Le spectre infrarouge de l'espèce chimique est donné ci-dessous.



>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.

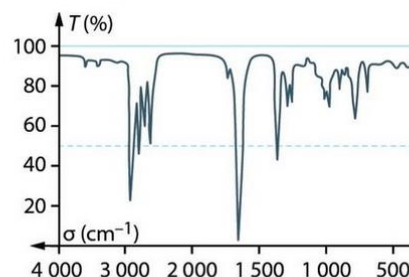
### Ex 22 – Valider un procédé de synthèse

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.

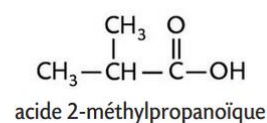
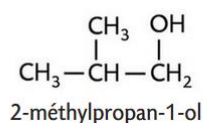
À la fin de la transformation, un technicien réalise une analyse par spectroscopie infrarouge sur le produit obtenu. Le spectre infrarouge est donné ci-dessous :



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

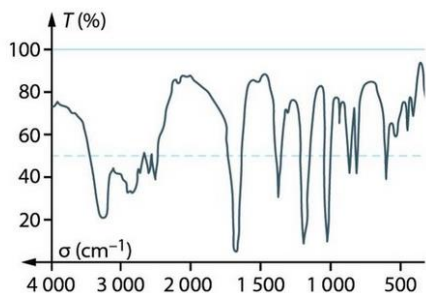
- Formules semi-développées :



*Bandes de vibration en fin d'exercices*

### 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.

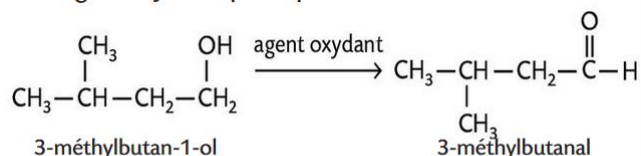
#### Données

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

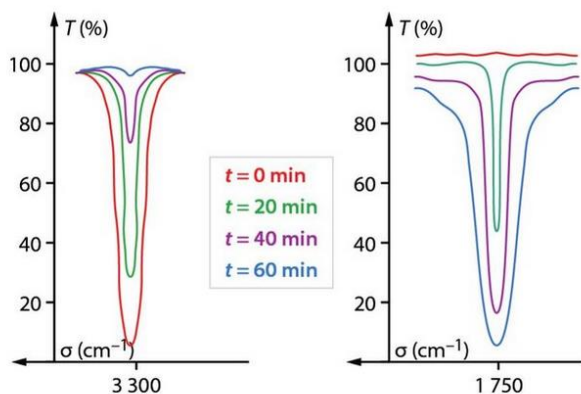
Bandes de vibration en fin d'exercices

### 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  $3300 \text{ cm}^{-1}$  et l'absence de bande de nombre d'ondes à  $1730 \text{ cm}^{-1}$ .
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

### 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

## EXERCICES D'APPROFONDISSEMENT

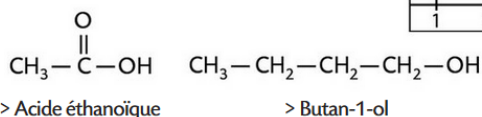
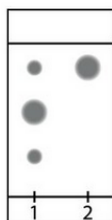
### Ex 26 – Réaliser un contrôle de qualité

#### 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 %).



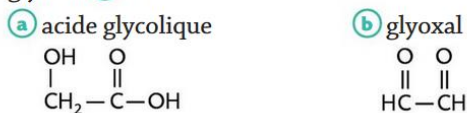
L'acide glycolique est un solide utilisé en cosmétologie. Il peut être extrait du « vesou » (liquide obtenu par broyage de la canne à sucre et qui contient 0,1 % en masse d'acide glycolique) ou synthétisé à partir du glyoxal.

#### Données

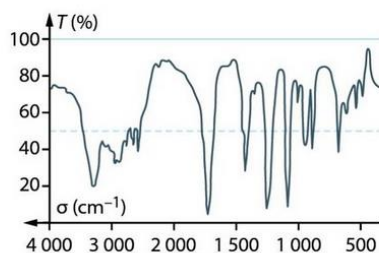
- Masse volumique de l'acide glycolique :  $1,49 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$
- Bandes de vibration infrarouges : Rabat III

#### B Synthèse de l'acide glycolique

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



- Spectre infrarouge du produit synthétisé :



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.

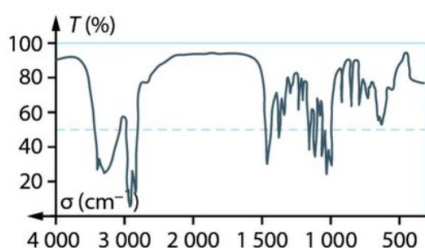
5. Proposer un argument qui explique que les industriels préfèrent la synthèse de l'acide glycolique à son extraction.

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

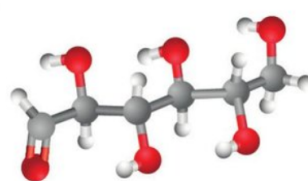
### Ex 27 – La chimie des sucres

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

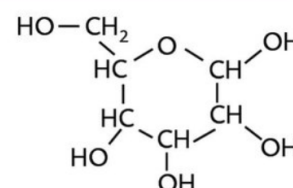
1. Représenter la formule semi-développée du glucose sous forme linéaire.
2. Identifier les familles de composés auxquelles le fructose appartient.
3. Donner la formule brute du glucose.
4. Discuter de la possibilité de différencier le glucose linéaire et le fructose par spectroscopie infrarouge.
5. À  $25^\circ\text{C}$ , 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. Confirmez-t-il la très faible proportion de la forme linéaire dans le glucose ? Justifiez.



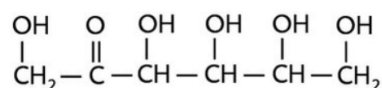
#### A Représentations de différentes molécules



> 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 :  $3\,200\text{--}3\,400 \text{ cm}^{-1}$  (bande forte et large)
  - O-H acide carb. :  $2\,600\text{--}3\,100 \text{ cm}^{-1}$  (bande forte et très large)
  - C=O :  $1\,700\text{--}1\,760 \text{ cm}^{-1}$  (bande forte et fine)
- H (○) ; C (●) ; O (●)

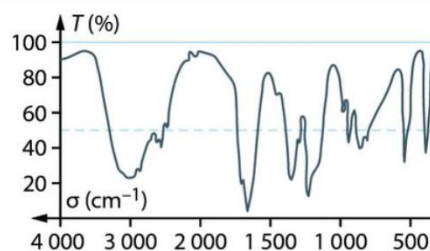
## Ex 28 – Synthétiser un arôme de banane

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

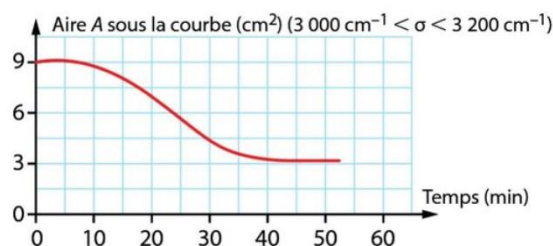
Réactifs	$\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH}$ Acide éthanoïque	$\begin{array}{c} \text{OH} \quad \quad \text{CH}_3 \\   \quad \quad   \\ \text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_3 \end{array}$ 3-méthylbutan-1-ol
Produits	$\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\overset{\text{CH}_3}{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



## Bandes de vibrations infrarouges

Liaison	$\sigma$ ( $\text{cm}^{-1}$ )
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.