

## Activité cours – Structure des entités organiques

### I/ DESCRIPTION DES ENTITES ORGANIQUES

#### A/ DES FORMULES DIFFERENTES

On peut modéliser une molécule de plusieurs façons :

**par sa formule brute** : Elle indique la nature (symbole chimique) et le nombre (indice à droite) des différents atomes qui constituent la molécule.

Exemple : éthanol :

**par sa formule développée** : Représentation de tous les atomes (symbole) et toutes les liaisons covalentes appelées doublets liants (trait entre les atomes liés).

Exemple : éthanol :

**par sa formule semi-développée** : Formule développée dans laquelle on ne schématise plus les liaisons avec les atomes d'hydrogène.

Exemple : éthanol :

**Question** : Identifier la formule de chacune des molécules d'éthanol puis la schématiser devant l'exemple qui convient.

$C_2H_6O$	$CH_3-CH_2-OH$	$\begin{array}{c} H & H \\   &   \\ H-C & -C-O-H \\   &   \\ H & H \end{array}$
-----------	----------------	---------------------------------------------------------------------------------

**B/ LES GROUPES CARACTERISTIQUES**

Un **groupe caractéristique** est un ensemble d'atomes d'une molécule organique dont l'un au moins n'est pas un atome de carbone ou d'hydrogène.

Parmi les nombreux groupes caractéristiques, voici les quatre groupes à connaître en classe de première spécialité :

Famille	Alcool	Aldéhyde	Cétone	Acide carboxylique
Nom du groupe	Hydroxyle	Carbonyle		Carboxyle
Représentation du groupe	$\begin{array}{c}   \\ -C-OH \\   \end{array}$	$\begin{array}{c} O \\    \\ -CH \\ \text{En fin de chaîne} \end{array}$	$\begin{array}{c} O \\    \\ -C- \\ \text{Dans la chaîne} \end{array}$	$\begin{array}{c} O \\    \\ -C-OH \\ \text{En fin de chaîne} \end{array}$

- La famille des **alcools** regroupe les entités possédant le groupe « **hydroxyle** » ;
- La famille des **acides carboxyliques** regroupe les entités possédant le groupe « **carboxyle** » ;
- Deux familles d'entités possèdent le groupe « **carbonyle** » : les **aldéhydes**, lorsque l'atome de carbone du groupe  $C = O$  est lié à au moins un atome d'hydrogène ; les **cétones**, lorsque l'atome de carbone du groupe  $C = O$  est lié à aucun atome d'hydrogène.

**Question :** Entourer les groupes caractéristiques de chacune des molécules puis, identifier la famille de chacune des molécules schématisées ci-dessous.

$$\begin{array}{c} CH_3 \\ | \\ CH_3-CH_2-CH-C=O \\ | \\ H \end{array}$$

$$CH_3-CH(OH)-CH_2-CH_3$$

$$\begin{array}{c} O \\ || \\ C-OH \\ | \\ C=C-OH \\ / \quad \backslash \\ HC \quad CH \\ || \quad | \\ HC \quad H \end{array}$$

$$\begin{array}{c} O \\ || \\ CH_3-CH_2-CH-CH_2-C \\ | \quad \backslash \\ CH_2 \quad H \\ | \\ CH_3 \end{array}$$

$$\begin{array}{c} O \\ || \\ HO-CH-C-OH \\ | \\ CH_3 \end{array}$$

$$\begin{array}{c} H_3C \quad CH_2-CH_3 \\ \backslash \quad / \\ C \\ || \\ O \end{array}$$

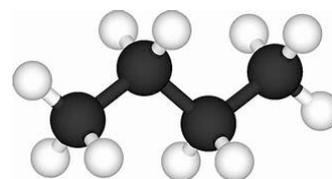
## II/ LE NOM ET LA FORMULE SEMI-DEVELOPPEE

Une molécule organique comporte un enchaînement d'atomes de carbone. Cet enchaînement est appelé « chaîne carbonée ». Cette chaîne peut être **linéaire**, **ramifiée** ou **cyclique**.

## A/ LES ALCANES

1/ Définition

• Un **alcane** est une molécule formée uniquement d'**atomes de carbone et d'hydrogène** entre lesquels il n'existe que des **liaisons simples**. On dit que leurs atomes de carbone sont tétraédriques.



• Les alcanes sont des hydrocarbures (principaux constituants du pétrole) de formule brute  $C_nH_{2n+2}$

• Les alcanes cycliques ou cycloalcanes sont des hydrocarbures n'ayant que des atomes de carbone tétraédriques mais présentant au moins un cycle. Leur formule brute est  $C_nH_{2n}$

2/ Nomenclature des alcanesa/ alcanes à chaînes carbonées linéaires

Le nom d'un alcane linéaire est constitué d'un préfixe qui indique le **nombre d'atomes de carbone** de la chaîne (**méth-**; **éth-**; **prop-**; **but-**; **pent-**; **hex-**; **hept**; **oct ...**) suivi de la terminaison **ane**.

Les noms et les formules semi-développées des 8 premiers alcanes sont :

Nombre d'atome de carbone	Nom des alcanes	Formule brute des alcanes	Formules semi-développées des alcanes
1	<b>méthane</b>	$CH_4$	$CH_4$
2	<b>éthane</b>	$C_2H_6$	$CH_3 - CH_3$
3	<b>propane</b>	$C_3H_8$	$CH_3 - CH_2 - CH_3$
4	<b>butane</b>	$C_4H_{10}$	$CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_3$
5	<b>pentane</b>	$C_5H_{12}$	$CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_3$
6	<b>hexane</b>	$C_6H_{14}$	$CH_3 - (CH_2)_4 - CH_3$
7	<b>heptane</b>	$C_7H_{16}$	$CH_3 - (CH_2)_5 - CH_3$
8	<b>octane</b>	$C_8H_{18}$	$CH_3 - (CH_2)_6 - CH_3$

**b/ groupes alkyles**

On identifie ensuite les **ramifications** (des « branches ») sur la chaîne carbonée principale : en retirant un atome d'hydrogène à un alcane linéaire on obtient un **groupe alkyle**. Leur nom s'établit en remplaçant la terminaison **ane** de l'alcane par la terminaison **yle**.

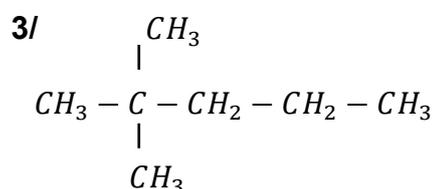
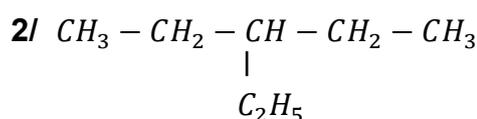
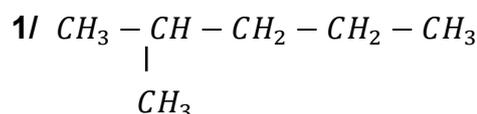
groupe alkyle	nom du groupe alkyle
$-CH_3$	méthyle
$-CH_2 - CH_3$	éthyle
$-CH_2 - CH_2 - CH_3$	propyle
$-CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_3$	butyle

**c/ alcanes à chaîne carbonée ramifiée**

Quelques règles à savoir :

- La chaîne carbonée **la plus longue** est appelée **chaîne principale**. Son nombre d'atome de carbone détermine le nom de l'alcane.
- On numérote la chaîne principale de façon à ce que le **numéro du premier atome de carbone portant une ramification soit le plus petit possible**.
- Le nom de l'alcane ramifié est constitué des noms des groupes alkyles, pris dans **l'ordre alphabétique** et **précédés de leur indice de position**, suivi du nom de l'alcane linéaire de même chaîne principale.
- Le « e » final des groupes alkyles est supprimé.
- Si plusieurs groupes alkyles sont identiques, leur nombre (2, 3, 4) est indiqué par des préfixes **di, tri, tétra** précédés de leur indice de position qui doit être le plus petit possible.

**Exemples :** Nommer les alcanes suivants

**B/ LES AUTRES FAMILLES DE COMPOSES**

- Un dérivé d'alcane est une molécule possédant le même squelette qu'un alcane mais dans laquelle un atome de carbone (appelé **carbone fonctionnel**) appartient à un groupe caractéristique (carbonyle et carboxyle), ou qui est lié au groupe hydroxyle.
- Chaque molécule organique possède un nom qui donne des informations sur sa chaîne carbonée et la famille de composés à laquelle elle appartient.
- Le nom des molécules organiques oxygénées est de la forme : **préfixe-racine-suffixe**

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

famille de composés	groupe caractéristique	suffixe
acide carboxylique	-COOH ou $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{C} \\ \backslash \\ \text{OH} \end{array}$ carboxyle	acide ...oïque
aldéhyde	-CHO ou $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{C} \\ \backslash \\ \text{H} \end{array}$ carbonyle	al
cétone	$\begin{array}{c} \diagup \\ \text{C} = \text{O} \\ \diagdown \end{array}$ carbonyle	one
alcool	-OH hydroxyle	ol

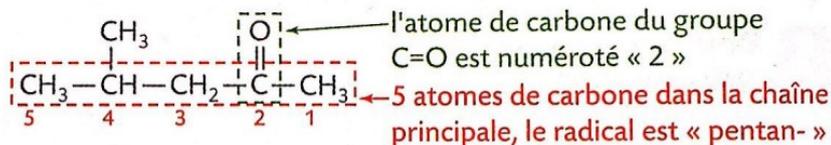
**Exemple :**



**2/ la racine**

- La **racine** indique le nombre d'atomes de carbone C dans la chaîne principale.
- 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. Elle est numérotée de façon à ce que le carbone fonctionnel **soit le plus petit possible**.

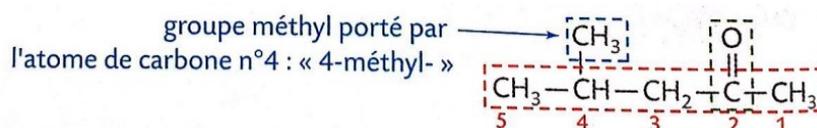
**Exemple :**



**3/ le préfixe**

- Un préfixe apparaît dans le nom si la chaîne principale est ramifiée par un ou plusieurs groupe(s) alkyle(s).
- Le **préfixe** indique la position et la nature du groupe alkyle.

**Exemple :**



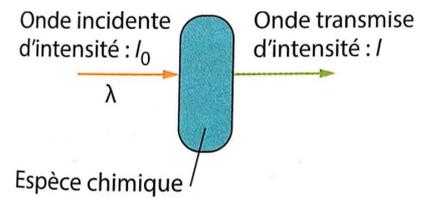
Le nom de cette molécule est donc : **4-méthylpentan-2-one**

### III/ LA SPECTROSCOPIE INFRAROUGE

#### A/ LE SPECTRE INFRAROUGE

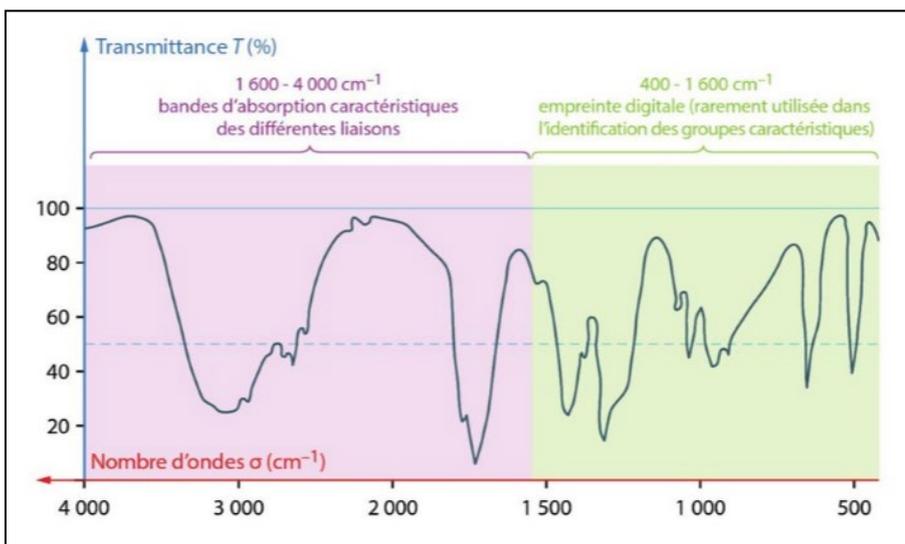
- Un **spectre infrarouge** (IR) est un graphe présentant :
  - En abscisse : le **nombre d'ondes** noté  $\sigma$  en  $\text{cm}^{-1}$ .  
Le nombre d'onde est relié à la longueur d'onde  $\lambda$  par la relation :  $\sigma = \frac{1}{\lambda}$
  - En ordonnée : la **transmittance** notée  $T$  en %.

#### Transmittance $T$ :



> Plus une onde est absorbée, plus la transmittance  $T = \frac{I}{I_0}$  est faible.

- Allure d'un spectre infrarouge :



Dans un spectre IR, la zone d'identification des groupes caractéristiques correspond à  $\sigma > 1600 \text{ cm}^{-1}$ .

#### B/ BANDES D'ABSORPTION CARACTERISTIQUES

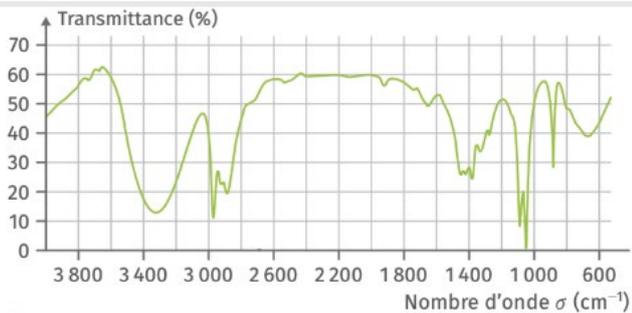
Chaque bande d'absorption du spectre infrarouge est associée à la vibration d'une liaison.

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.

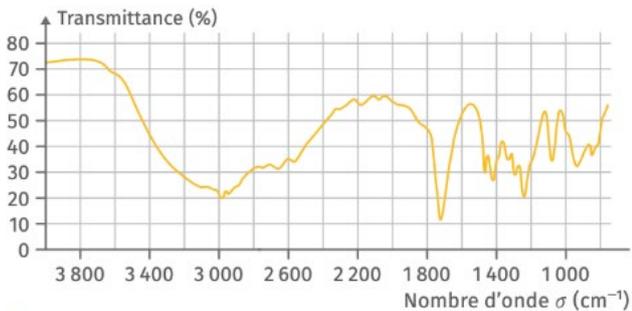
#### Activité : panique au laboratoire

Kylian travaille dans un laboratoire de chimie. Il souhaite faire du rangement et remarque trois flacons dont les étiquettes sont partiellement effacées. Il réalise alors le spectre infrarouge des trois flacons inconnus pour les identifier.

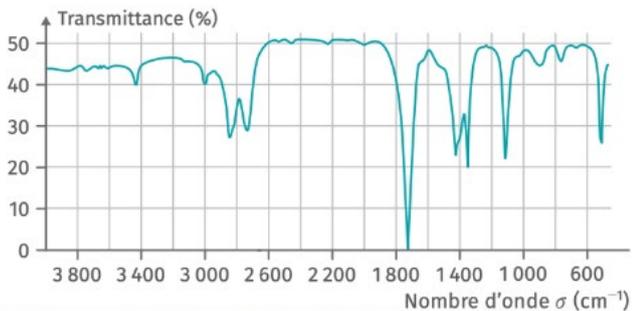
**Document 1 : Spectre IR de trois flacons inconnus**



► Spectre IR des molécules du flacon n°1.



► Spectre IR des molécules du flacon n°2.



► Spectre IR des molécules du flacon n°3.

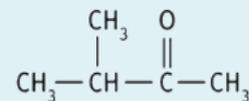
**Document 2 : A chaque flacon son étiquette**

Nom d'espèce :

Formule brute :



Formule semi-développée :



Modèle moléculaire :

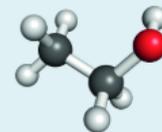
Nom d'espèce :

Éthanol

Formule brute :

Formule semi-développée :

Modèle moléculaire :

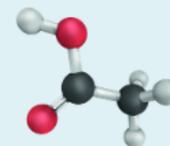


Nom d'espèce :

Formule brute :

Formule semi-développée :

Modèle moléculaire :



**Document 3 : Bande d'absorption et liaisons**

Liaison	Nombre d'ondes $\sigma$ (cm <sup>-1</sup> )
O – H (sans liaison hydrogène)	3 580-3 650 (bande fine)
O – H (avec liaison hydrogène)	3 200-3 400 (bande large)
N – H	3 100-3 500
C – H	2 800-3 100
C – H <sub>aldéhyde</sub>	2 750-2 900

Liaison	Nombre d'ondes $\sigma$ (cm <sup>-1</sup> )
O – H <sub>acide carboxylique</sub>	2 500-3 200
C = O <sub>ester</sub>	1 700-1 740
C = O <sub>aldéhyde, cétone</sub>	1 650-1 730
C = O <sub>acide</sub>	1 680-1 710
C = C	1 625-1 685

**Questions :**

1/ Compléter chaque étiquette du **document 2**.

2/ Entourer les groupes caractéristiques de chacune des molécules du **document 2**.

3/ Identifier les groupes caractéristiques de chaque spectre (**doc. 1**) en vous reportant aux valeurs de références fournies (**doc.3**).

Spectre 1 :

Spectre 2 :

Spectre 3 :

4/ Identifier alors, pour chaque molécule, le spectre IR qui lui est associé.

Spectre 1 :

Spectre 2 :

Spectre 3 :

5/ Quelles informations peut-on extraire d'un spectre IR ? Est-ce suffisant pour identifier une molécule ?