

Thème 1 : Constitution et transformation de la matière

Chapitre 13 : Structure des entités organiques

La chimie organique est l'étude des composés à base de carbone. On l'appelle également la *chimie du carbone*.

En chimie organique les molécules sont classifiées en plusieurs familles que nous allons étudier. Comment les reconnaître, comment les nommer ?

I. Formules et représentations d'une molécule organique

1. Structure des molécules organiques

- ⬡ Une molécule organique est constituée d'une **chaîne** d'atomes de **carbone** reliés entre eux et sur lesquels sont fixés d'autres atomes.
- ⬡ La chaîne peut être **linéaire**, **ramifiée** ou **cyclique**.

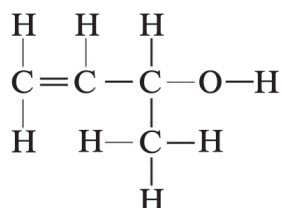
2. Formules de molécules

Pour écrire une molécule sur le papier, on utilise différentes formules :

- ⬡ **Brute** : indique les **éléments** chimiques composant la molécule ainsi que le **nombre** de **chacun** de ces éléments en indice à droite du symbole.
- ⬡ **Développée** : indique **toutes** les **liaisons covalentes**.
- ⬡ **Semi-développée** : on enlève les **doublés liants** des atomes d'hydrogène.

Exemple :

Une molécule de formule brute C_4H_8O a pour formule développée :



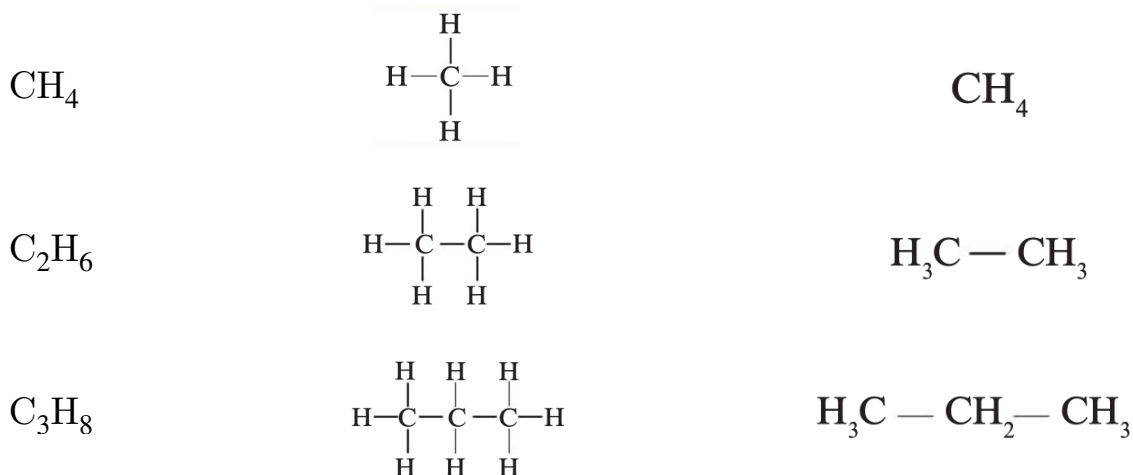
Formule semi-développée : $H_2C=CH-\underset{\begin{array}{c} | \\ CH_3 \end{array}}{CH}-OH$

II. Quelques familles de molécules organiques

1. Les alcanes : hydrocarbures saturés

- ⬡ Ce sont les molécules les plus simples de la chimie organique.
- ⬡ Uniquement composées par des atomes de carbone et d'hydrogène liés par des liaisons covalentes **simples**.

Exemples : Formule développée Formule semi-développée



⬡ Toujours de formule brute : $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ avec $n \in \mathbb{N}^*$

2. Groupes caractéristiques et familles

- ⬡ Un **groupe caractéristique** est un groupement spécifique d'atomes qui ne contient pas uniquement des atomes de carbone et d'hydrogène.
- ⬡ Les molécules qui présentent le même groupe caractéristique ont des propriétés chimiques similaires et font partie de la même famille.

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

R : chaîne carbonée

*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.

Famille		Groupe caractéristique	Formule générale
alcool		—OH groupe hydroxyle	R—OH
composés carbonylés	aldéhyde	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{—C} \\ \\ \text{H} \end{array}$ groupe carbonyle	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R—C} \\ \\ \text{H} \end{array}$
	cétone	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \diagup \text{C} \diagdown \end{array}$ groupe carbonyle	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R} \diagdown \text{C} \diagup \\ \text{R}' \end{array}$
acide carboxylique		$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{—C} \\ \\ \text{OH} \end{array}$ groupe carboxyle	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R—C} \\ \\ \text{OH} \end{array}$

(1) R différent de H ; (2) R et R' différents de H.

composés carbonylés

Même groupe

- ⬡ Famille des Alcools : groupe hydroxyle
- ⬡ Famille des Aldéhydes : groupe carbonyle
- ⬡ Famille des Cétones : groupe carbonyle
- ⬡ Famille des Acides Carboxyliques : groupe carboxyle

3. Règles de la nomenclature (IUPAC Union internationale de chimie pure et appliquée)

- ⬡ Chaque molécule organique possède un **nom** qui donne des informations sur sa chaîne carbonée et la famille de composés à laquelle elle appartient.
- ⬡ Il y a des règles systématiques. Pour les molécules monofonctionnelles, le nom donne 3 informations sur :
 - l'appartenance à une famille (groupe fonctionnel)
 - la chaîne carbonée principale
 - les ramifications éventuelles.

⬡ Les noms ont la structure suivante: **préfixe** - **racine** - **suffixe**

nom de la (ou des)
ramification(s) s'il y
en a

nombre de carbone
de la chaîne
principale

groupe fonctionnel
⇒ indique la famille

⬡ **Suffixe** : Groupe fonctionnel / caractéristique

Famille	alcane	alcool	aldéhyde	cétone	acide carboxylique
Suffixe	-ane	-ol	-al	-one	-oïque <small>(acide devant le nom)</small>

⬡ **Racine** : La chaîne principale est la chaîne carbonée linéaire la plus longue portant obligatoirement le groupe caractéristique (Squelette). LA racine du nom correspond au nombre d'atomes de carbone sur cette chaîne.

Nombre	nom	Nombre	nom
1	méth-	6	hex-
2	éth-	7	hept-
3	prop-	8	oct-
4	but-	9	non-
5	pent-	10	déc-

⬡ **Préfixe** : Les ramifications, groupes **alkyles**, sont les chaînes composées de carbone et d'hydrogène qui n'appartiennent pas à la chaîne principale mais qui y sont attachées. Leur nom est ajouté devant la partie principale suivant le nombre de carbone qu'elles comportent.

Nombre d'atomes de C	1	2	3	4	5
Préfixe	méthyle	éthyle	propyle	butyle	pentyle

Dans l'écriture du nom, on ne notera pas le « e » final. Par contre pour écrire le nom du groupe, on met bien le « e ».

- ⬡ La nomenclature impose de préciser la **position** sur la chaîne **principale** du **groupe** caractéristique ainsi que des **ramifications**.
- ⬡ La chaîne principale est numérotée de sorte que le numéro de l'atome de carbone fonctionnel (celui qui porte le groupe) soit le plus petit possible.
- ⬡ Lorsqu'il y a plusieurs ramifications, on les nommera par ordre alphabétique.
- ⬡ La position est indiquée par des chiffres, placés avant le nom concerné et séparés par un tiret. Si plusieurs chiffres sont nécessaires, on les sépare par une virgule.

Représenter les molécules suivantes en formule semi-développée :

méthan-1-ol

pentan-1-ol

pentan-3-ol

acide éthanoïque

hexan-3-one

2-méthylbutane

III. La spectroscopie infrarouge

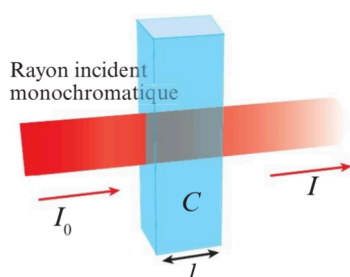
1. Principe

Nous avons déjà vu que la matière pouvait interagir avec la lumière (Niveaux d'Énergie & photons)

Grâce à la lumière, on peut obtenir des informations sur la structure de molécules : identification de liaisons et de groupes caractéristiques.

Ces méthodes d'analyse sont dites spectroscopiques et sont très utiles aux chimistes.

On fait passer dans une solution un faisceau lumineux



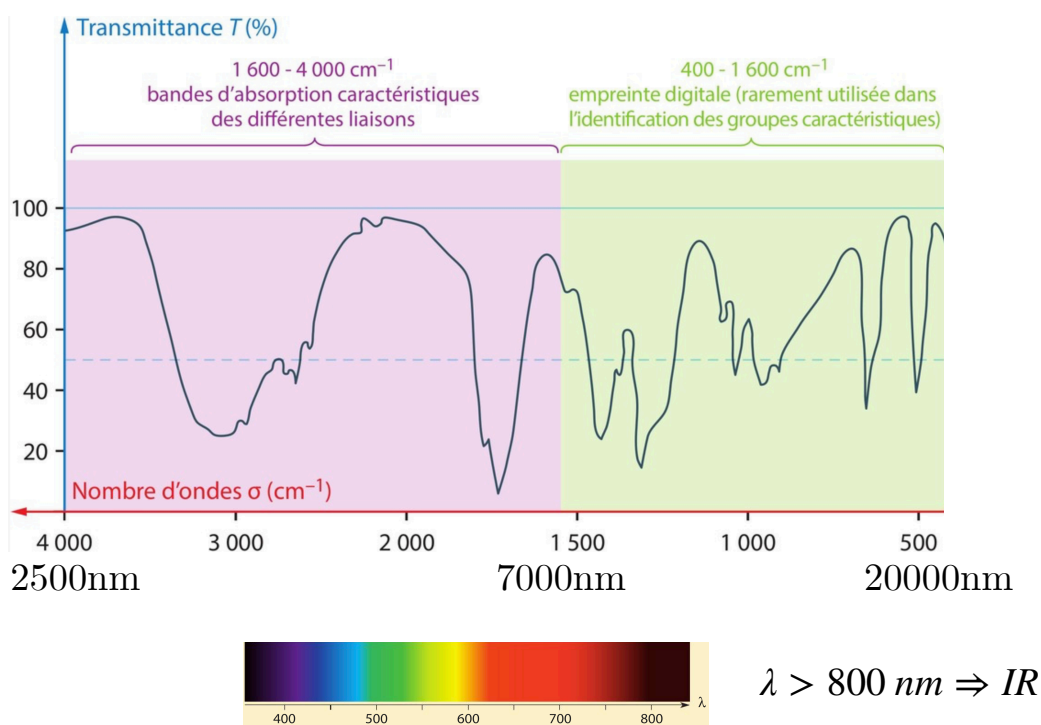
On a 2 grandeurs :

- la transmittance : $T = \frac{I}{I_0}$ (souvent en % $\Rightarrow \times 100$)

- l'absorbance : $A = -\log T = \log \frac{I_0}{I}$

Pour réaliser un spectre infrarouge, on fait passer une suite de rayonnements de différentes longueurs d'ondes et d'intensité I_0 connue.

Un capteur mesure I et on trace $T = f(\sigma)$ avec $\sigma = \frac{1}{\lambda}$ (nombre d'onde).



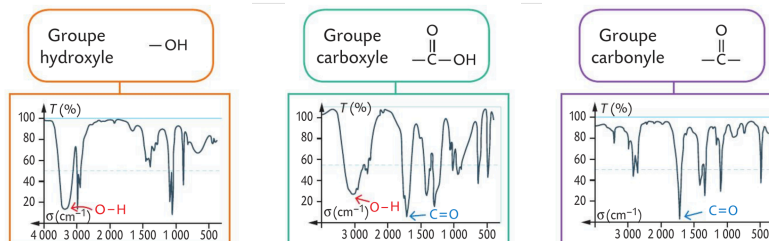
Les maxima d'absorption (donc minima de transmission) sont appelés bandes d'absorption et dépendent du composé et renseignent sur sa structure.

L'énergie portée par les rayonnements infrarouges peut provoquer la vibration ou la rotation de certains groupes d'atomes, et ainsi nous renseigner sur leur présence au sein de la molécule étudiée.

La position d'une bande permet de déterminer quel groupe d'atomes est responsable de cette absorption.

Liaison	O — H alcool	O — H acide carboxylique	C=O
σ (cm^{-1})	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.



Groupes caractéristiques et familles de composés				
Groupe caractéristique	Hydroxyle	Carbonyle		Carboxyle
Structure	—OH	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C}- \end{array}$		$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C}-\text{OH} \end{array}$
Famille de composés	Alcool	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \end{array} \quad \text{ou} \quad \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{C}-\text{H} \end{array}$ <p>Aldéhyde</p>	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{C}-\text{R}' \end{array}$ <p>Cétone</p>	Acide carboxylique

R et R' représentent des composés hydrocarbonés

indique la nature et la position des substituants → **préfixe - racine - suffixe** ← désigne la famille de composés

↑
donne le nombre d'atomes de carbone dans la chaîne principale

Exemple :

1 groupe méthyl comme substituant sur l'atome de carbone n° 3 : « 3-méthyl- »

alcool : 1-ol

4 atomes de carbone dans la chaîne principale : « butan- »

On numérote de façon à ce que l'atome de carbone fonctionnel ait le numéro le plus petit

3-méthylbutan-1-ol