

## Chap VII : Structure des composés organiques

### notions et contenus :

Formules brutes et semi-développées.

Squelettes carbonés saturés, groupes caractéristiques et familles fonctionnelles.

Lien entre le nom et la formule semi-développée.

Identification des groupes caractéristiques par spectroscopie infrarouge.

(chap 7 p. 119)

### compétences :

Identifier, à partir d'une formule semi-développée, les groupes caractéristiques associés aux familles de composés : alcool, cétone et acide carboxylique.

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 (TP Spectroscopie IR).*

### Notions abordées en seconde

molécules organiques

formules brutes, semi-développées et développées

groupes caractéristiques

### Plan du chapitre :

#### I- Familles organiques (Rappels) :

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

2- Formules brutes et semi-développées :

exo : 3, 4, 5, 6, 22 p. 130

3- Groupes caractéristiques :

exo : 7, 8, 9, 10 p. 130, 131 et exo 15 p. 132

#### II- Nommer des molécules : la nomenclature

1- Chaîne carbonée :

2- molécule avec groupe caractéristique :

exo : 11, 12 p. 131 et exo 19 p. 132

#### III- Comment identifier une molécule : spectroscopie infrarouge.

1- principe :

2- Allure d'un spectre :

3- Bandes caractéristiques :

exo : 13, 14 p. 131 et exo 16, 17, 18, 20, 23 p. 132 à 134

Pour réviser : il est fortement conseillé de travailler ou de retravailler :

- QCM page 127 et Exercices résolus 1, 2 p. 128, 129 ;

- Exercices corrigés dans le livre (notés ■) et Exercices corrigés en classe.

### Mots clés :

## I- Familles organiques (rappels) :

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

Autrefois, les molécules organiques étaient issues du règne animal ou végétal, ce n'est plus forcément le cas aujourd'hui. Les molécules organiques d'origine naturelle ou de synthèse sont définies par rapport à leur composition.

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

L'enchaînement des atomes de carbone constitue le squelette carboné de la molécule organique. Lorsqu'il ne présente pas de double ni de triple liaison carbone-carbone et qu'il ne se referme pas sur lui-même pour former un cycle, le squelette carboné est dit **saturé**.

### 2- Formules brutes et semi-développées :

La **formule brute** d'une molécule donne sa **composition** en précisant par des indices le nombre de chacun des atomes qui la constituent.

Remarque : les atomes de carbone et d'hydrogène sont inscrits en premier dans cet ordre, suivi des autres atomes dans l'ordre alphabétique.

La **formule développée** d'une molécule permet de **représenter toutes les liaisons chimiques** entre les atomes qui la constituent. Un atome de carbone forme toujours quatre liaisons ; un atome d'hydrogène toujours une. On peut observer l'enchaînement entre les différents atomes.

Dans la **formule semi-développée** d'une molécule, les liaisons mettant en jeu un atome d'hydrogène ne sont plus représentées pour simplifier la représentation.

Remarque : Pour visualiser la géométrie, souvent complexe, d'une entité organique, il faudra utiliser les modèles moléculaires (matériel ou numérique).

Exercices d'application immédiate : n° 3, 4, 5, 6 p. 130

### 3- groupes caractéristiques :

Les molécules organiques peuvent posséder des groupes caractéristiques en plus de leur chaîne carbonée.

Un groupe caractéristique est un **groupement d'atomes autres que les atomes de carbone et d'hydrogène** qui confère des propriétés chimiques particulières aux molécules. Les molécules qui ont le même groupe caractéristique font partie de la même **famille chimique**.

Principaux groupes caractéristiques à connaître :

famille	alcool	aldéhyde	cétone	acide carboxylique
nom du groupe	hydroxyle	carbonyle		carboxyle
représentation du groupe	$\begin{array}{c}   \\ -\text{C}-\text{OH} \\   \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\    \\ -\text{CH} \end{array}$ En fin de chaîne	$\begin{array}{c} \text{O} \\    \\ -\text{C}- \end{array}$ Dans la chaîne	$\begin{array}{c} \text{O} \\    \\ -\text{C}-\text{OH} \end{array}$

Exercices d'application immédiate : n° 7, 8, 9, 10 p.130, 131

Exercice n° : 15 (gr. caract., formule semi dev, Géométrie) p. 132

## II- Nommer les molécules : la nomenclature

### 1- Chaîne carbonée :

Une chaîne carbonée possédant uniquement des liaisons C–C et C–H est appelé **alcane**.

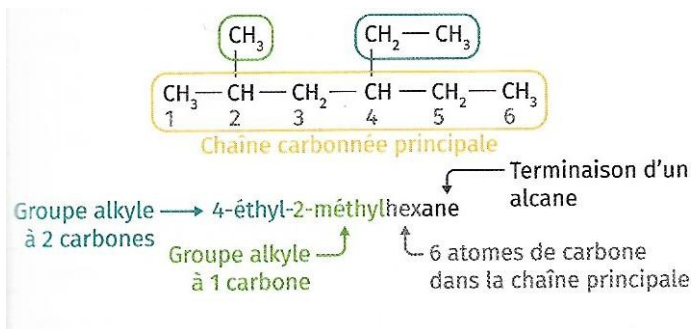
Une chaîne carbonée est dite **linéaire** si les atomes de carbone s'enchaînent les uns à la suite des autres. Une chaîne est dite **ramifiée** si au moins un des atomes de carbone de la chaîne linéaire est relié plus de deux atomes de carbone. Les groupes qui forment les ramifications sont appelés **groupes alkyles**.

Dans le cas d'un alcane ramifié, il faut repérer la chaîne carbonée principale qui est la chaîne carbonée la plus longue. On numérote ensuite cette chaîne carbonée et on rajoute le nom des ramifications.

On numérote la chaîne carbonée de manière à ce que les groupes caractéristiques puis les groupes alkyles portent le plus petit numéro. On nomme les groupes alkyles par ordre alphabétique et on précède de leur numéro de position.

Nombre d'atomes de carbone	Préfixe
1	Méth-
2	Éth-
3	Prop-
4	But-
5	Pent-
6	Hex-
7	Hept-
8	Oct-
9	Non-

Exemple :



### 2- molécule avec groupe caractéristique :

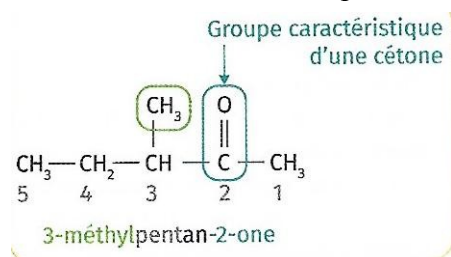
Pour nommer une molécule possédant un groupe caractéristique, on écrit le nom de l'alcane correspondant dans lequel on remplace le -e final par le suffixe de la famille correspondante. Le groupe caractéristique impose la numérotation suivie dans la molécule : son suffixe doit être précédé du plus petit nombre possible.

Suffixes des groupes caractéristiques principaux :

famille	alcool	aldéhyde	cétone	acide carboxylique
terminaison	...n-ol	...n-al	...n-one	Acide ...n-oïque

n = numéro de l'atome de carbone sur lequel est fixé le groupe caractéristique.

Exemple :



Exercices d'application immédiate : n° **11**, 12 p. 131

Exercice n° : 19 (english., gr. caract.) p. 133

### III- Comment identifier une molécule ? Spectroscopie infrarouge.

#### 1- principe :

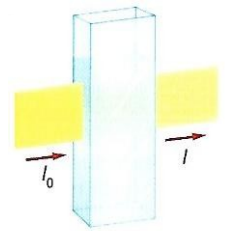
La spectroscopie infrarouge (IR) est une technique d'analyse d'échantillons et d'identification d'espèces chimiques.

Pour analyser un échantillon (solide, liquide ou gazeux), on le fait traverser par des radiations de longueur d'onde  $\lambda$  comprises entre  $2,5 \cdot 10^{-4}$  cm et  $2,5 \cdot 10^{-3}$  cm (domaine de l'infrarouge). La lumière infrarouge possède une énergie capable d'exciter les liaisons chimiques ; celles-ci subissent alors des vibrations d'élongation ou de déformation.

Selon leur constitution, les molécules absorbent certaines des radiations incidentes. Chaque type de liaison vibrant pour une longueur d'onde particulière, la présence de cette liaison dans la molécule se manifeste donc sur le spectre IR par une bande d'absorption caractéristique, que l'on reconnaît par son allure et son nombre d'onde.

La mesure des intensités incidente  $I_0$  et transmise  $I$  permet d'obtenir la transmittance.

La transmittance  $T$  d'un échantillon est donc le rapport de l'intensité  $I$  de la radiation transmise à l'intensité de la radiation incidente  $I_0$  :  $T = I / I_0$ .



#### 2- Allure d'un spectre :

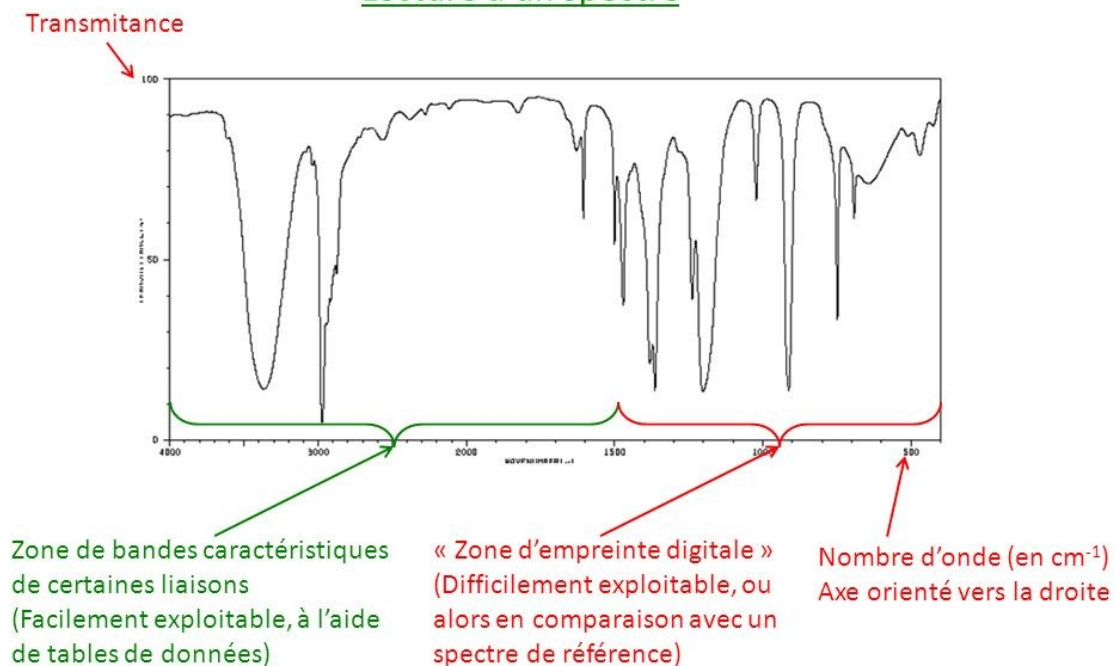
Le spectre IR d'un échantillon représente la **transmittance** (exprimée en %) en fonction du **nombre d'onde**  $\sigma$ , exprimé en  $\text{cm}^{-1}$ .

Remarque : le nombre d'onde  $\sigma$  est l'inverse de la longueur d'onde :  $\sigma = 1 / \lambda$  avec  $\lambda$  en cm.

Le spectre IR présente un profil complexe, du fait des nombreuses liaisons susceptibles de vibrer. Il est composé de **deux zones principales** :

## Spectroscopie IR (Infrarouge)

### Lecture d'un spectre



### 3- Bandes caractéristiques :

Certains groupes d'atomes donnent des bandes caractéristiques dont la position dépend peu du reste de la molécule.

L'identification de la fonction organique d'une molécule nécessite d'utiliser une **table de spectroscopie IR**, où la nature de la liaison est associée à la largeur de la bande d'absorption et au nombre d'onde.

Absorptions caractéristiques de quelques liaisons en spectroscopie infrarouge	
<i>Liaison</i>	<i>Nombre d'onde <math>\sigma</math> (cm<sup>-1</sup>)</i>
C-H	2 800 – 3 100
C-C	600 – 1 400
C=C	1 500 – 1 700
C≡C	2 200
C-O	1 000 – 1 300
C=O	1 700 – 1 750
O-H libre	3 600 ( <i>assez fine</i> )
O-H lié	3 300 ( <i>large</i> )
O-H acide carboxylique	2 500 – 3 200 ( <i>assez large</i> )

### *Table simplifiée de spectroscopie IR*

#### Remarques :

- O-H libre : à l'état gazeux, quand les molécules sont trop éloignées pour former des liaisons hydrogène
- O-H lié : à l'état liquide, les molécules sont rapprochées et peuvent donc former des liaisons hydrogène

On utilise donc le spectre IR pour déterminer les groupements présents dans la molécule à analyser. Cette technique permet d'identifier les liaisons dans la molécule mais elle donne que très peu d'informations sur la localisation de ces liaisons. **Il n'est donc pas possible de déterminer entièrement la structure d'une molécule par spectroscopie IR.**

Exercices application immédiate : n° **13**, 14 p. 131

Exercices n° : 16 (2 nv : IR, formule semi dev), **17** (gr caract, nom, IR) p. 132 et 18 (gr. caract. % masse, IR), 20 (résol pb : lecture spectre), 23 (gr. caract., IR) p. 133, 134