

## CHAP I. GENERALITES SUR LA CHIMIE ORGANIQUE

### 1.1. Définition de la chimie organique

De nos jours, on la chimie organique est définie comme étant la branche de la chimie qui étudie les composés du carbone d'origine naturelle ou artificielle. De manière plus précise, il s'agit ici des composés essentiellement constitués du carbone et de l'hydrogène. La chimie organique est une branche de la chimie qui s'occupe des composés du carbone appelés 'composés organiques', à l'exception toutes fois des oxydes de carbones, des carbonates, des quelques cyanures, des quelques carbures métalliques et des composés simples de carbones qui sont traditionnellement considérés comme minéraux.

Toutefois, à l'origine, la chimie organique était considérée comme la chimie des composés naturels émanant des êtres vivants (organismes), c.-à-d. ceux produits à la faveur de la force vitale. Il fallait attendre l'an 1828 pour que la théorie de la force vitale soit réfutée par Wöhler qui produisit l'urée par le chauffage du cyanate d'ammonium.

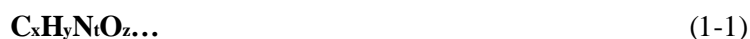
La chimie organique trouve alors de nombreuses applications dans différents domaines et nous permet de synthétiser plusieurs produits :

- Les carburants et autres combustibles, source d'énergie
- les matières plastiques et élastomères [caoutchoucs synthétiques]
- les peintures et vernis
- les textiles synthétiques [nylon, tergal,...]
- les colorants
- les savons et détergents
- les insecticides et produits phytosanitaires
- les médicaments de synthèse [antibiotiques, contraceptifs, ]-
- les édulcorants [remplaçant les sucres]
- les cosmétiques et parfums
- les explosifs

### 1.2 Caractéristiques générales

#### 1.2.1. Les atomes présents

Au sein de tout composé organique, il y a évidemment le carbone. En plus de ce dernier, on trouve l'hydrogène dans la quasi-totalité des molécules organiques mais aussi d'autres éléments tels que l'azote, l'oxygène, le phosphore, les halogènes (fluor, chlore, brome, iode), les métaux (Mg, Cu, Li...) et plus couramment tous les autres éléments du tableau périodique des éléments, hormis les gaz rares. En chimie organique tout atome autre que le carbone est appelé **hétéroatome**. À la suite de ce qui précède, on peut donc écrire la formule chimique brute d'un composé organique de la manière suivante :



#### 1.2.2. La structure des molécules organiques

L'atome de carbone est **tétravalent**, ce qui implique la possibilité d'un grand nombre de combinaisons. Les liaisons entre le carbone et les hétéroatomes sont généralement covalentes non ioniques comme c'est le cas dans les composés inorganiques qui sont aussi appelés composés minéraux. En outre, il y a la possibilité d'avoir des liaisons carbone-carbone simples, doubles ou triples.

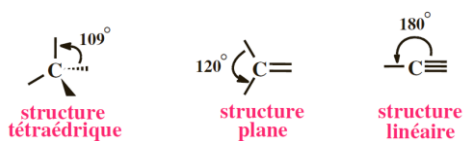
Pour représenter la structure des composés organiques on a le choix entre les formules développées et semi-développées. À ces dernières, on peut ajouter les formules topologiques ou symboliques



**Exemples**

N°	Formules brutes	Formule développées	Formules semi-développées	Formules topologiques ou symboliques
1	$C_6H_{14}$			
2	$C_8H_{16}$			
3	$C_2H_6O$			
4	$C_3H_6O$			
5	$C_2H_4O_2$			
6	$C_6H_6$			

La géométrie des molécules organiques dépend souvent du type de liaison dans laquelle l'atome de carbone est impliqué : une simple, double ou triple liaison comme on le voit sur la Figure 1.1. Cette structure spatiale (géométrie) joue un grand rôle dans la réactivité des composés organiques.

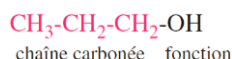


**Figure 1.1.** Géométrie des molécules en fonction du type de liaison

### 1.2.3. Séries Homologues

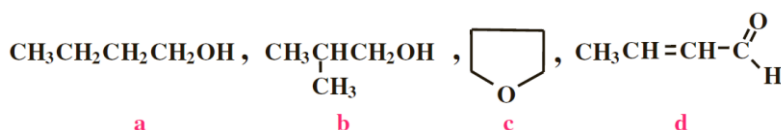
Une molécule organique est constituée d'une **chaîne carbonée** sur laquelle se greffent un certain nombre de fonctions (séries homologues, groupes fonctionnels). L'ensemble des atomes de carbone liés entre eux dans la molécule organique est appelée **chaîne carbonée** tandis que **la fonction** un atome ou un groupement d'atomes qui confère à la molécule une propriété importante.

#### 1.2.3.1. Exemple



#### 1.2.3.2. Quelques définitions importantes

Une chaîne carbonée peut être **linéaire**, **ramifiée** si elle présente un ou plusieurs substituants ou encore **cyclique**. Un hydrocarbure est un composé organique qui ne contient que le carbone et l'hydrogène dans sa structure. Un composé **aliphatique** est celui qui ne contient ni cycles, ni liaisons multiples sur sa chaîne carbonée. Un composé qui a au moins une double est appelé **oléfine**.



**Figure 1.2.** Différentes chaînes carbonées : a) linéaire ; b) chaîne ramifiée ; c) cyclique ; d) liaisons multiples

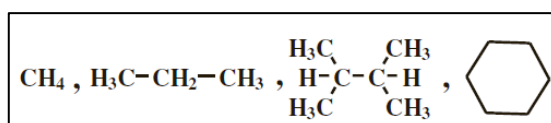
#### 1.2.3.3. Diverses fonctions

##### a. Les hydrocarbures

Leur formule générale est  $\text{C}_x\text{H}_y$ . On distingue trois familles d'hydrocarbures :

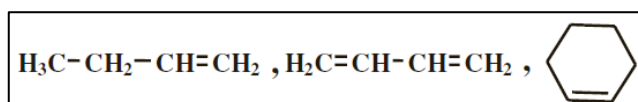
- les alcanes (hydrocarbures saturés, hydrocarbures aliphatiques) ;
- les alcènes (hydrocarbures non-saturés ou insaturés, les oléfines) ;
- les alcynes (hydrocarbures non-saturés ou insaturés)

La formule générale des alcanes est  $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ . Leurs molécules sont de la forme R-H où R est appelé radical alkyle. Les alcanes cycliques sont appelés cyclanes. Voici quelques exemples d'hydrocarbures aliphatiques :



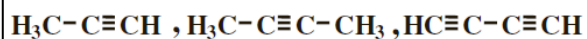
**Figure 1.3.** Les alcanes

Les hydrocarbures à double liaison sont appelés alcènes et ont comme formule générale  $\text{C}_n\text{H}_{2n}$ . En cas de deux ou trois liaisons doubles, on parle de diène et triène, respectivement. Les poly-ènes ont plusieurs liaisons doubles.

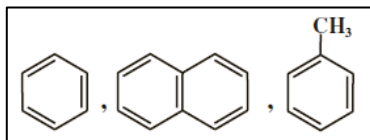


**Figure 1.4.** Les alcènes

Les hydrocarbures ayant une liaison triple sont les alcynes. Leur formule générale est  $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$ . Il existe aussi des di-yne, tri-yne et poly-yne.

**Figure 1.5.** Les alcynes

Hors de cette classification en familles, il existe les **hydrocarbures aromatiques** qui sont des composés cycliques où alternent des simples et des doubles liaisons carbone-carbone.

**Figure 1.6.** Les hydrocarbures aromatiques

### b. les autres fonctions

Ce sont des fonctions qui contiennent les hétéroatomes.

Priorité	Fonctions chimiques		Préfixe	Suffixe
	Nom	Formule chimique		
1	acide carboxylique		carboxy	acide .....oïque
2	ester		oxycarbonyl	.....oate de ....yle
3	halogénure d'acyle		halogénoformyl	halogénure de ... oyle
4	amide		carbamoyl	amide
5	nitrile	$-\text{C}\equiv\text{N}$	cyano	nitrile
6	aldéhyde		formyl	al
7	cétone		oxo	one
8	alcool	$-\text{OH}$	hydroxy	ol
9	thiol	$-\text{SH}$	mercapto	thiol
10	amine	$-\text{NH}_2$	amino	amine
11	imine		imino	imine
12	éther-oxyde	$-\text{OR}$	oxy	oxyde de ....yle
13	sulfure	$-\text{SR}$	thio	sulfure

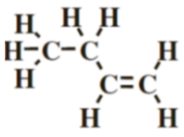
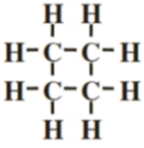
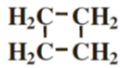


#### 1.2.3.4. Nomenclature

Il existe des règles bien précises pour la nomenclature des composés organiques. Elles seront étudiées dans ce cours lors de l'examen plus détaillé des fonctions de la chimie organique.

#### 1.2.4. Isomérisation

Les isomères sont des composés ayant la même formule brute mais des formules développées différentes. En d'autres termes, ces composés ont la même formule brute mais diffèrent par leurs propriétés physiques et chimiques.

Exemples

<u>C<sub>4</sub>H<sub>8</sub></u>		<u>F brutes</u>	<u>C<sub>3</sub>H<sub>7</sub>OH or C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>O</u>
		F dev	
CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -CH=CH <sub>2</sub>		F semi-dev	
		F topologiques	

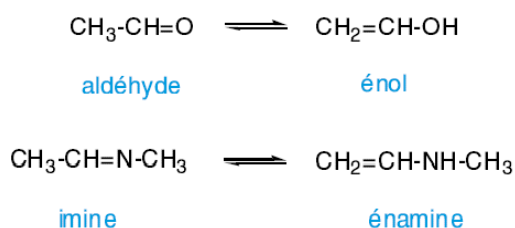
Différents types d'isomérisation

En chimie organique, on identifie plusieurs types d'isomérisation :

**1.2.4.1. Isomérisation de constitution (ou de fonction !!!)**

Elle représente le cas général tel que les enchaînements de chaînes carbonées sont différents. Par exemple, l'**hexanone** et le **cyclohexanol** sont deux isomères de constitution. Les deux composés relèvent de deux fonctions différentes.

Il y a un cas particulier d'isomérisation de fonction appelée **tautomérisation**. C'est un équilibre chimique entre deux formes dites formes tautomères par déplacement simultané d'un atome d'hydrogène et d'une liaison double ou triple.

Exemples**1.2.4.2. Isomérisation de squelette**

Dans ce type d'isomérisation, les composés ont les mêmes fonctions mais un enchaînement différent des atomes de carbone. Exemple : le **2-méthyl-1-butanol** et le **pentan-1-ol** sont deux isomères de squelette.

### 1.2.4.3. Isomérisation de position

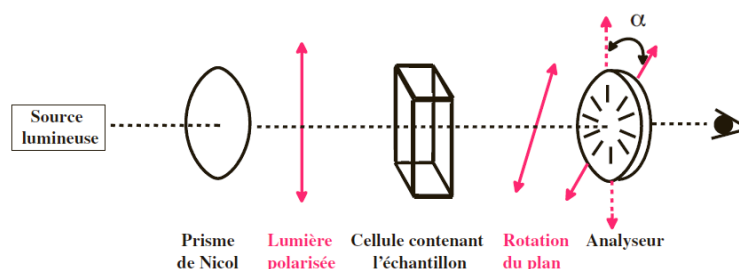
Les isomères de positions sont caractérisés par les mêmes fonctions et le même squelette carboné mais avec la fonction principale occupant des positions différentes sur cette chaîne carbonée. C'est le cas du **butan-1-ol** et le **butan-2-ol**.

### 1.2.4.4. Isomérisation stérique

L'isomérisation stérique est telle que les fonctions sont identiques, l'enchaînement des carbones est le même mais la disposition relative des atomes dans l'espace est différente. On peut noter en passant que la stéréochimie est la branche de la chimie organique qui s'intéresse aux isomères stériques.

#### a. Isomérisation optique

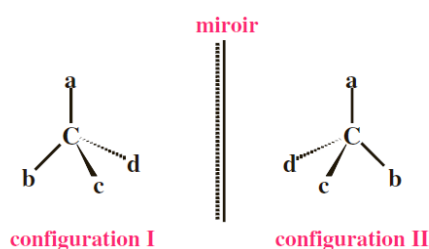
Certaines substances ont la propriété de dévier une onde lumineuse. Elles sont dites optiquement actives ou ayant un pouvoir rotatoire. Lorsque deux composés de même formule brute dévient le plan de polarisation de la lumière polarisée l'un d'un angle  $+\alpha$ , l'autre d'un angle  $-\alpha$ , ces deux composés sont dits **inverses optiques** ou **isomères optiques** ou **antipodes optiques** ou encore **énantiomères**.



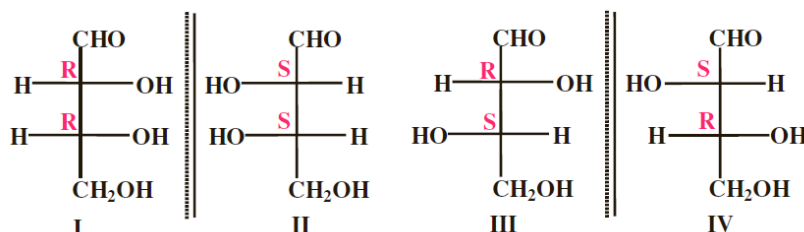
**Figure 1.7.** Principe d'isomérisation optique

En considérant qu'un observateur est placé devant le faisceau lumineux, si le plan de polarisation est dévié vers la droite, le composé sera dit **dextrogyre** ou encore (+) et l'angle de déviation  $\alpha$  du plan de polarisation sera alors conventionnellement positif. Dans le cas contraire, c-à-d si le plan de polarisation  $\alpha$  est dévié vers la gauche, le composé sera dit **lévogyre** ou encore (-). **Le principe de Pasteur** donne les conditions structurales pour avoir une isomérisation optique. D'après ce principe, deux molécules sont des isomères optiques ou énantiomères si elles sont chirales c-à-d. chacune représente l'image de l'autre à travers un miroir et elles ne sont pas superposables. En termes plus faciles à comprendre, la littérature renseigne aussi qu'une molécule est chirale si elle ne présente ni plan ni centre de symétrie.

#### Exemple



**Figure 1.8.** Exemple de deux stéréoisomères optiques avec un seul carbone

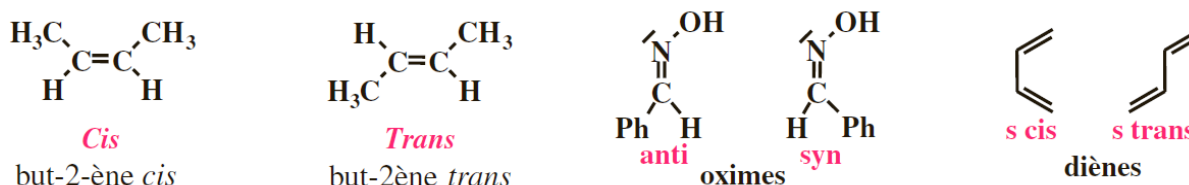


**Figure 1.9.** Différents stéréoisomères de l'aldose (représentations de Fisher).

### b. Isométrie géométrique

Ce type de stéréoisométrie est généralement observée dans le cas d'un composé non saturé ayant une double liaison. Concernant le but-2-ène, les deux isomères de la Figure 1.5 sont tels que dans un cas, les deux groupements méthyle se trouvent dans le même demi-plan limité par la double liaison (*cis*); par contre dans le but-2ène *trans*, les groupements méthyle se situent dans deux demi-plans différents par rapport à la double liaison. Un composé *trans* sera généralement plus stable qu'un composé *cis*. Ceci s'explique par les interactions en présence au sein de la molécule.

#### Exemples



**Figure 1.10.** Exemples d'isomères

## 1.2.4. Quelques propriétés physiques particulières aux composés organiques

### 1.2.4.1. La solubilité

Généralement, les composés inorganiques sont solubles dans l'eau ainsi que les solvants polaires et les composés organiques sont souvent solubles dans les solvants peu ou non polaires, ce qui est généralement le cas avec les solvants organiques tels que l'hexane ( $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}_3$ ), l'éther ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OC}_2\text{H}_5$ ), le dichlorométhane ( $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ ) ou l'éthanoate d'éthyle ( $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{C}_2\text{H}_5$ ). Toutefois, certains composés organiques sont aussi solubles dans l'eau : le sucre, les alcools à courte chaîne de carbone,...

### 1.2.4.2. Le moment dipolaire

Le moment dipolaire rend compte de la séparation de charges. Si deux points A et B d'une molécule séparés par une distance AB connaissent une concentration de charges  $\delta^+$  et  $\delta^-$ , le moment dipolaire de la molécule peut être calculée par la formule :

$$\vec{\mu} = \delta \vec{AB} \quad (1-2)$$

Comme les molécules organiques sont généralement moins polaires que les composés inorganiques, leur moment dipolaire est plus faible que celui des molécules inorganiques. Cette grandeur est de 9 D pour le chlorure de sodium ( $\text{NaCl}$ ) et 1.87 pour le chlorométhane ( $\text{CH}_3\text{Cl}$ ).

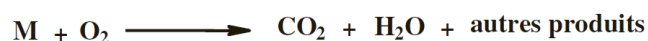
### 1.2.4.2. Températures de fusion et d'ébullition – Densité

Les composés inorganiques sont généralement solides à la température ambiante. Leurs températures de fusion et d'ébullition sont extrêmement élevées, ce qui n'est pas le cas avec les composés organiques qui sont généralement moins denses car liquides ou gazeux à la température ambiante.

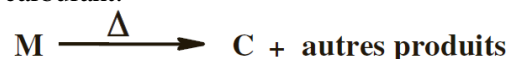
## 1.2.5. Quelques propriétés chimiques particulières aux composés organiques

### 1.2.5.1. Combustion et pyrolyse

Il est facile de prédire les produits de la réaction d'un composé organique avec l'oxygène. Deux options sont possibles : la combustion (souvent au-dessus de 400 °C) et la pyrolyse (à des températures plus élevées).



Dans le cas d'une combustion complète, il n'y aura que le CO<sub>2</sub> et l'eau comme produits. Avec un défaut d'oxygène, le chauffage d'une molécule organique mène à une combustion incomplète formation d'oxyde de carbone CO. La pyrolyse est menée en l'absence d'oxygène on obtient par chauffage. Elle produit du carbone. Exemple : la pyrolyse des pneus usées ou de la biomasse sert à produire du carburant.



### 1.2.5.2. réactivité

Les réactions organiques sont généralement lentes et souvent réversibles

## EXERCICES

