

## GENERALITES SUR LA CHIMIE ORGANIQUE

### I. Présentation de la chimie organique

#### 1. HISTORIQUE

Jusqu'au début du 19<sup>ème</sup> siècle la chimie organique avait pour objet l'étude des substances issues des êtres (ou organismes) vivants (animaux et végétaux). Cette chimie se différenciait de la chimie minérale (ou inorganique) qui avait pour objet l'étude des substances issues du monde minéral (la Terre, l'eau et l'atmosphère). Avant le début du 19<sup>ème</sup> siècle il semblait impossible de synthétiser (fabriquer) en laboratoire des substances organiques à partir des substances minérales. Les chimistes pensaient que l'intervention d'une "force vitale" propre aux organismes vivants était nécessaire à ces synthèses que le chimiste, ne pouvait en disposer. Friedrich Wöhler (1800-1882) réussit en 1828 la synthèse de l'urée (présente dans l'urine) et montre ainsi que l'intervention d'une force vitale n'est pas nécessaire à cette synthèse. Cette première synthèse provoqua un certain trouble dans les milieux scientifiques, mais ne fut pas un succès décisif, car l'urée n'est qu'un déchet des réactions chimiques de la vie. Il fallut attendre le milieu du XIX<sup>e</sup> siècle pour que Marcelin Berthelot (1827-1907) mit fin définitivement à la théorie de la force vitale en synthétisant un grand nombre de composés organiques tels que le méthanol, l'éthanol, l'éthylène, l'acétylène etc....

#### 2. DEFINITION

L'élément carbone est omniprésent dans les composés organiques ce qui justifie cette nouvelle définition. La chimie organique est la chimie des composés du carbone d'origine naturelle ou produits par synthèse, à l'exception du carbone, du monoxyde de carbone, du dioxyde de carbone, des carbonates et les cyanures. Une molécule organique comportera donc une chaîne carbonnée sur laquelle se greffe un ou plusieurs groupes caractéristiques. La formule brute est de la forme :  $C_xH_yO_zN_t \dots$

#### 3. PARTICULARITE DES COMPOSES ORGANIQUES

Les composés organiques présentent par ailleurs un nombre très limité d'éléments autres que le carbone. On trouve en particulier les éléments hydrogène, oxygène, azote, phosphore, soufre, les halogènes et certains métaux (le magnésium Mg dans la chlorophylle et le fer Fe dans l'hémoglobine).

Les composés organiques ont une structure moléculaire (ce sont des molécules, c'est-à-dire des ensembles d'atomes liés entre eux par des liaisons de covalence).

On connaît déjà plusieurs millions de composés organiques et chaque année plusieurs milliers d'autres sont mis en évidence

dans les produits naturels ou synthétiser au laboratoire.

## II. Représentation des composés organiques

### 1. définition: chaîne carbonée

On appelle chaîne carbonée ou squelette carboné l'enchaînement des atomes de carbone constituant une molécule organique.

## 2. représentations des molécules

### 2.1 La formule brute

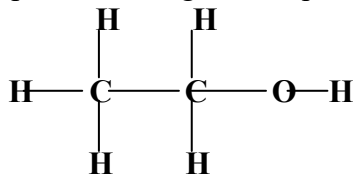
Du type  $C_xH_yO_zN_t$  ... (il peut y avoir d'autres éléments), nous renseigne sur la nature et le nombre des atomes constitutifs.

Par exemple l'éthanol a pour formule brute  $C_2H_6O$ .

### 2.2. La formule développée plane

Elle fait apparaître tous les atomes dans le même plan et toutes les liaisons entre ces atomes. Les angles entre les liaisons sont de  $90^\circ$ , exceptionnellement de  $120^\circ$  pour des raisons de clarté, ce qui ne représente pas la réalité géométrique de la molécule.

Exemple



### 2.3 La formule semi-développée (plane)

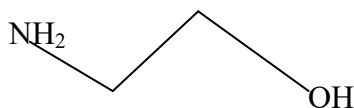
Elle dérive de la précédente par suppression des liaisons mettant en jeu l'hydrogène (C—H; O—H; N—H;...).

Exemple :

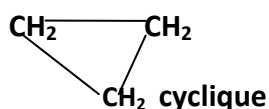
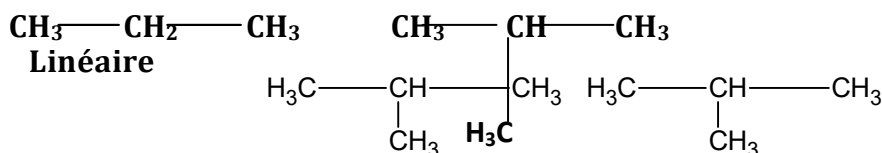
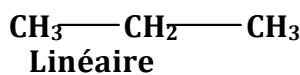


### 2.4 La formule topologique (ou représentation topologique)

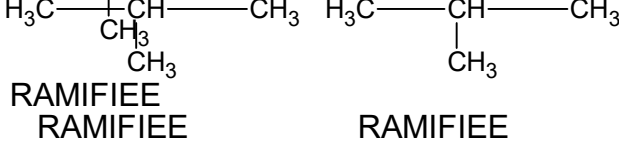
La chaîne carbonée est représentée par une ligne brisée. Chaque extrémité de segment représente un atome de carbone portant autant d'atomes d'hydrogène qu'il est nécessaire pour satisfaire à la règle de l'octet. Les atomes autres que le carbone sont représentés de manière explicite ainsi que les atomes d'hydrogène qu'ils portent.



## 3. TROIS TYPES DE CHAINES CARBONEES



RAMIFIEE ramifiée RAMIFIEE



**Remarque:** La chaîne carbonée est dite saturée si elle ne présente que des liaisons simples C—C. Elle est dite insaturée si elle présente

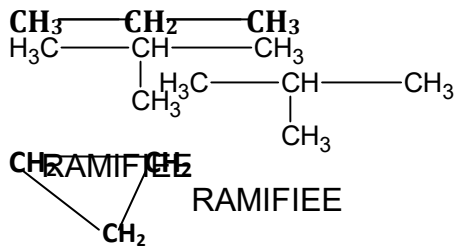
au moins une liaison multiple entre deux atomes de carbone.

#### 4. ISOMERIES

Deux corps isomères sont des composés qui ont la même formule brute mais des structures différentes. Ils existent l'isomérisation de constitution et l'isomérisation Z/E.

- Des isomères de constitution ont la même formule brute mais des formules développées planes (ou semi-développées) différentes.

#### EXEMPLE



- L'isomérisation Z/E. Deux molécules de formule semi-développée ne diffèrent que par la position dans l'espace des groupes portés par les atomes de carbone de la liaison double

RAMIFIEE

#### EXEMPLE



### III. ANALYSE ELEMENTAIRE D'UN COMPOSE ORGANIQUE

#### 1. analyse qualitative

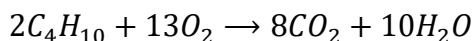
C'est la recherche des éléments qui composent une molécule organique

Un bécher froid placé au dessus de la substance organique enflammée se recouvre de buée : la formation de vapeur d'eau met en évidence la présence de l'élément H.

L'eau de chaux troublée met en évidence la formation de CO<sub>2</sub> donc

la présence de l'élément Carbone .

l'équation de la réaction de combustion



## 2. ANALYSE QUANTITATIVE

Elle permet de connaître les proportions ou pourcentage centésimalmassique des différents éléments d'un composé organique.

### IV. APPLICATIONS

#### 1. méthodologie de calcul de formule brute

A partir de la masse molaire M et des pourcentages massiques

Soit le composé A :  $C_xH_yO_z$  dont les pourcentages massiques sont connus: %C, %H et %O

**Pour une mole:** il y a x moles d'atomes de carbone, soit une masse  $m_C = 12x$  grammes; pour

L'hydrogène, le nombre de moles

d'atomes est y et la masse  $m_H = y$  grammes; enfin, pour l'oxygène, la

mole contient z moles d'atomes d'oxygène, soit  $m_O = 16z$  grammes.

**Pour 100 g:** les masses cherchées s'identifient aux pourcentages. D où le tableau suivant:

Composé A	CARBONE	HYDROGENE	OXYGENE
1 mol de A (M)	12X g de C	Y g de H	16Z g de O
100%	%C	%H	%O

On a la relation de proportionnalité suivante :

$$M/100 = 12X/\%C = Y/\%H = 16Z/\%O$$

#### 2. détermination de la formule brute d'un composé

La combustion complète de 3,6 g d'un composé de formule  $C_xH_yO_z$  fournit 8,7 g de dioxyde de carbone et 3,7 g d'eau.

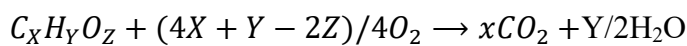
- Quelle est la composition centésimale massique de la substance ?
- Quelle est la masse molaire moléculaire de la substance, sachant que la densité de sa vapeur par rapport à l'air est  $d = 2,48$ .
- Quelle est la formule brute de la substance ?

#### RESOLUTION

- composition centésimale massique

Pour calculer la composition centésimale massique de chaque atome il faut d'abord connaître la masse de chaque atome.

Ecrivons d'abord l'équation bilan de la réaction de combustion de  $C_xH_yO_z$

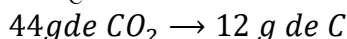


$$3,6g \qquad \qquad \qquad 8,7g \qquad \qquad 3,7g$$

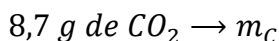
La masse de carbone contenue dans 8,7g de  $CO_2$  est la même que celle contenue dans 3,6g du composé. Remarque qu'après la combustion

tout le carbone du composé se retrouve dans le  $CO_2$ .

Soit  $m_C$  masse du carbone dans le composé :

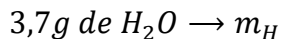
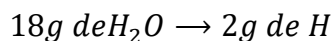


$$\Rightarrow m_C = 12 * 8,7/44$$



$$m_C = 2,373g$$

Soit  $m_H$  la masse de l'hydrogène contenue dans le composé



Donc on a  $m_H = 3,7 * 2/18 = 0,4g$

$$\%H = [m_H / m(C_X H_Y O_Z)] * 100 \Rightarrow \%H = 0,4 * 100 / 3,6 = 11,1$$

$$\%C = [m_C / m(C_X H_Y O_Z)] * 100 \Rightarrow \%C = 2,373 * 100 / 3,6 = 65,9$$

$$\%O = 100 - (\%H + \%C) \Rightarrow \%O = 100 - 11,1 - 65,9 = 23$$

B) Calculons la masse molaire moléculaire de la substance

$$M = 29d \text{ AN} / M = 29 * 2,48 = 72g/mol$$

C) Détermination de la formule brute de A

On utilise la relation de proportionnalité

$$M/100 = 12X/\%C \Rightarrow X = 72 * 65,9 / 12 * 100 = 4$$

$$M/100 = Y/\%H \Rightarrow Y = 11,1 * 72 / 100 = 8$$

$$M/100 = 16Z/\%O \Rightarrow Z = 72 * 23 / 16 * 100 = 1$$

Donc la formule brute du composé est  $C_4H_8O$

### EXERCICE

On compose organique a pour formule  $C_3H_8O$

Calculer le pourcentage en masse des atomes qui le composent.

### SOLUTION

$$\%C = (3 * 12 / 60) * 100 = 60$$

$$\%H = 8 * 100 / 60 = 13,33$$

$$\%O = 16 * 100 / 60 = 26,66$$