

## Chapitre C1 : STRUCTURE CARBONÉE DES MOLECULES ORGANIQUES

**I. CONSTITUTION D'UNE MOLECULE ORGANIQUE :**

Depuis l'année dernière nous savons que les atomes s'unissent entre eux par des liaisons de covalence afin de construire des édifices plus stables, les molécules. Dans la molécule, chaque atome cherche à compléter leur couche externe par 2 ou 8 électrons en partageant des électrons avec les autres atomes. (Règles du duet et de l'octet).

Toutes les molécules organiques présentent un enchaînement d'atomes de carbone liés entre eux. Cet enchaînement constitue le squelette carboné (ou chaîne carbonée) de la molécule. Certaines molécules présentent en plus des atomes de carbone et d'hydrogène des groupes d'atomes comportant des atomes d'oxygène, d'azote, de chlore ... qui confèrent des propriétés particulières aux molécules qui les portent. Ces groupes sont appelés des groupes caractéristiques ou groupes fonctionnels et ils permettent de définir des familles organiques.

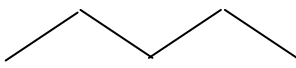
Rappel : la valence des atomes principalement rencontrés en chimie organique :

Atome	C	H	O	N	Cl	X	
Valence	4	1	2	3	1	1	

**II. CHAINES CARBONEES :****1. Formules d'une molécule organique :**

En chimie organique une molécule se représente de plusieurs façons :

- Formule brute : indique le nombre et la nature des atomes la constituant.
- Formule développée : elle fait apparaître tous les atomes et les liaisons qui les lient.
- Formule semi-développée : ne présente pas les liaisons mettant en jeu un atome d'hydrogène.
- Formule ou représentation de Lewis : elle se base sur la formule développée en ajoutant les doublets d'électrons non-liants.
- Ecriture topologique : se limite à représenter le squelette carboné sous forme d'une ligne brisée (en zigzag).

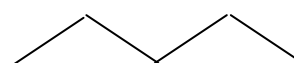
Exemple : le pentane  $C_5H_{12}$  

- La représentation de Cram : elle précise la géométrie de la molécule (voir activité O10)

**2. Les différentes chaînes carbonées : (linéaire, ramifiée, cyclique, saturée, insaturée)**

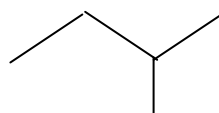
- Une molécule à chaîne carbonée linéaire est une molécule dont les atomes de carbone sont liés au plus à 2 autres atomes de carbone.

Exemple : le pentane.



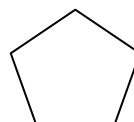
- Une molécule à chaîne carbonée ramifiée est une molécule possédant au moins un atome de carbone lié à 3 ou à 4 autres atomes de carbone.

Exemple : le méthylbutane  $C_5H_{12}$



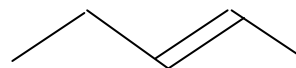
- Une molécule à chaîne carbonée cyclique est une molécule si tous ses atomes de carbone sont liés au moins à 2 autres atomes de carbone.

Exemple : le cyclopentane  $C_5H_{10}$



- Une molécule à chaîne carbonée saturée est une molécule qui contient que des liaisons simples C - C. Une molécule à chaîne carbonée insaturée est une molécule qui contient au moins une liaison double (C = C) ou triple (C - C).

Exemple : le pent-2-ène



Il existe des molécules possédant des doubles liaisons conjuguées : elles comportent une alternance de liaisons simples et de doubles liaisons. Cette alternance provoque une influence sur la lumière. Si cette interaction se situe dans le visible, la substance est colorée. Ces groupements se nomment : groupements chromophores : C=C, C=O, C=N, C=S, N=N,...). Il y a aussi possibilité de divers substituants auxochromes.

Un groupe d'atomes peut aussi modifier la longueur d'onde d'absorption des chromophores, on les appelle groupes auxochromes. ( du grec : auxein : accroître).(Voir activité O7).

### 3. Isomérisation de constitution :

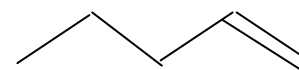
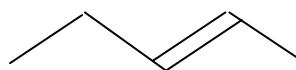
Deux molécules sont isomères de constitution lorsqu'elles ont la même formule brute mais qui diffèrent par leur formules développées ou semi - développées. On distingue :

- les isomères de chaîne : diffèrent par l'enchaînement des atomes de carbone.

Exemple : le pentane et le méthylbutane

- les isomères de position : diffèrent par la position d'un groupe caractéristique ou d'une liaison multiple.

Exemple : pent-2-ène et pent-1-ène :



- les isomères de fonction : diffèrent par la nature du groupe caractéristique.

Exemple : à voir plus tard.

## III. LES HYDROCARBURES :

Ce sont des composés qui contiennent uniquement les éléments carbone et hydrogène.

### 1. Les hydrocarbures à chaîne saturée ou alcanes :

#### a. Définition :

Les alcanes sont des hydrocarbures dont les atomes de carbone sont tétragonaux (toutes les liaisons entre atomes de carbone sont simples).

#### b. Exemples : le pentane

#### c. Formule générale :

La formule générale des alcanes est  $C_nH_{2n+2}$ .

#### d. Nomenclature : voir le document sur la nomenclature.

▪ Alcane à chaîne linéaire :

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 ...) suivi de la terminaison « ane ».

▪ Alcane à chaîne ramifiée :

Un alcane privé d'un atome d'hydrogène est appelé groupe alkyle. Son nom s'obtient en remplaçant la terminaison « ane » de l'alcane par la terminaison « yle ».

Pour nommer un alcane à chaîne ramifiée :

- On cherche la chaîne la plus longue, c'est celle qui détermine le nom de l'alcane.
- On nomme et on repère la position des ramifications à l'aide d'indices (les plus petits possibles).
- Les ramifications (groupes alkyles élidés du « e » final) sont indiqués dans l'ordre alphabétique précédés de leur indices de position. S'il y a plusieurs ramifications identiques, leur nombre est indiqué à l'aide d'un préfixe di, tri, tetra ... et les indices sont séparés par des virgules.

**Remarque** : les alcanes à chaîne cyclique ont pour formule brute générale  $C_nH_{2n}$  et leur nom s'obtient en précédant le nom de l'alcane par le préfixe « cyclo ».

## 2. Les hydrocarbures à chaîne insaturée ou alcènes :

### a. Définition :

Les alcènes sont des hydrocarbures qui comportent au moins 2 carbone trigonaux liés entre eux par une liaison double  $C = C$ .

### b. Exemples : pent-2-ène

### c. Formule générale :

La formule générale des alcènes est  $C_nH_{2n}$ .

### d. Isomérisation Z et E :

La double liaison interdit la libre rotation autour de l'axe  $C = C$ . de ce fait les groupements liés aux 2 atomes de carbones trigonaux se trouvent figés.

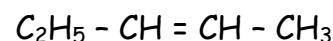
Exemple :



Les deux méthyles sont soit du même côté de la double liaison et c'est l'isomère Z soit de part et d'autre de la double liaison et c'est l'isomère E.

Un alcène possède des isomères Z et E si chacun des atomes de carbone engagé dans la double liaison porte deux groupes différents.

Exemple :



**e. Nomenclature :**

- Le nom d'un alcène est donné par la chaîne la plus longue contenant la double liaison.
- La terminaison des alcènes est « ène ». Elle est précédée de l'indice de position (le plus petit possible) de la double liaison (que l'on place entre deux tirets).
- Les positions et les noms des groupes alkyles précèdent le nom de l'alcène.
- En cas d'isomérisation Z et E, l'ensemble du nom de l'alcène est précédé par la lettre(Z)- ou (E)-.

**IV. SQUELETTE CARBONE ET PROPRIETES PHYSIQUES :****1. influence de la chaîne carbonée sur les propriétés physiques :**

En règle générale, pour une même famille de composés organiques :

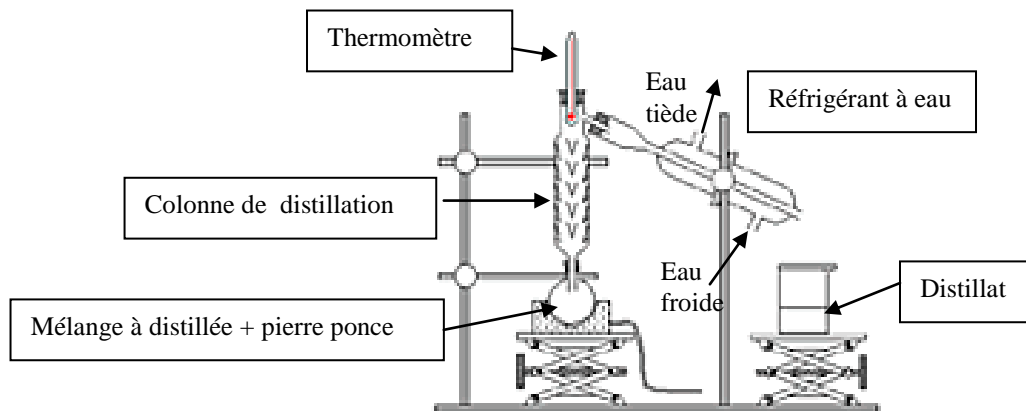
- Plus la chaîne carbonée est longue plus la température d'ébullition à pression donnée est élevée. Et pour un même nombre d'atomes de carbone la température d'ébullition diminue quand le degré de ramification augmente.
- Plus la chaîne carbonée est longue plus la densité est élevée.
- Plus la chaîne carbonée est longue plus la solubilité dans l'eau est faible.
- La présence de groupements chromophores et auxochromes peut modifier la longueur d'onde d'absorption de la lumière et peut provoquer la coloration de la substance.

## Chapitre C1 : STRUCTURE CARBONÉE DES MOLECULES ORGANIQUES

### IV.2 Application : la distillation fractionnée :

**Définition :** La distillation fractionnée permet de séparer et recueillir les constituants d'un mélange ayant des températures d'ébullition différentes. Elle est utilisée dans l'industrie du pétrole.

Le "passage " d'un corps pur en tête de colonne se fait à une température constante qui est la température d'ébullition de ce corps.



#### Sur quel principe physique repose-t-elle ?

Lorsque l'on fait bouillir un mélange de deux constituants liquides miscibles ayant des températures d'ébullition sensiblement différentes, les vapeurs obtenues ont une composition différente de celle du liquide initial. Les vapeurs sont plus riches que le liquide en constituant le plus volatil, c'est-à-dire en constituant ayant la température d'ébullition la plus basse. Si l'on condense les premières vapeurs émises, le liquide obtenu est donc plus riche que le mélange initial en constituant le plus volatil.

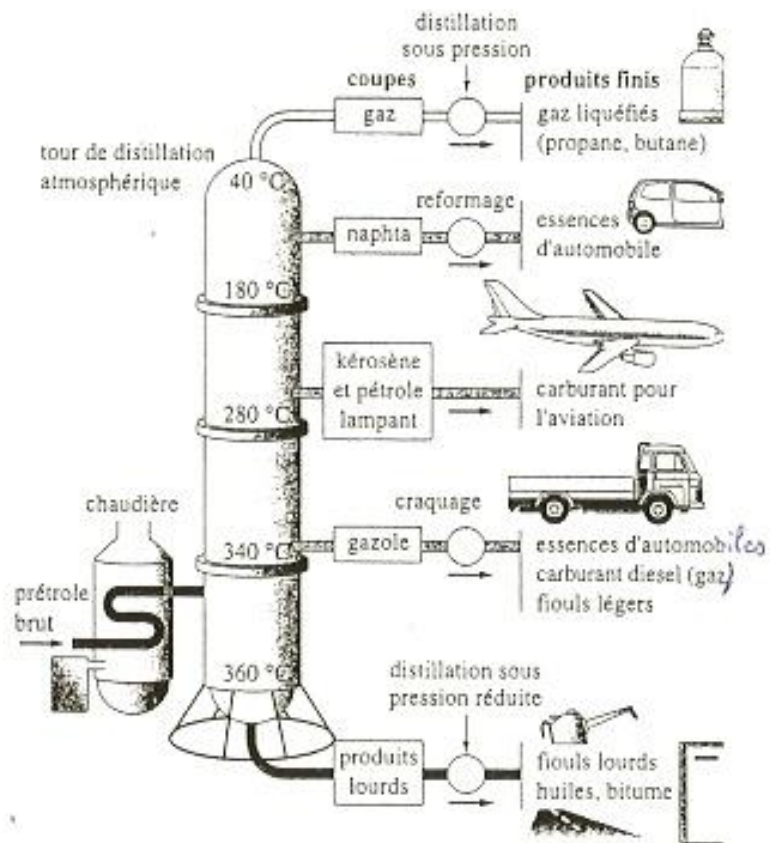
Si le liquide ainsi obtenu, appelé condensat, est à nouveau porté à ébullition, on obtient de nouvelles vapeurs qui, par condensation, vont fournir un liquide encore plus riche en constituant le plus volatil.

En répétant plusieurs fois cette opération, on finit par obtenir un liquide ne contenant plus que le constituant le plus volatil : c'est le principe de la distillation fractionnée.

Le liquide obtenu par condensation des vapeurs constitue le distillat. Le liquide restant dans le ballon en fin de distillation est appelé le résidu.

Le procédé de base du raffinage est la distillation atmosphérique. Le pétrole brut est tout d'abord chauffé dans un four à 370 °C, où il se vaporise partiellement, et est amené dans la tour de distillation, appelée aussi colonne de fractionnement.

Les fractions les plus légères sont en haut de colonne. Il s'agit du gaz de raffinerie, qui sera utilisé sur place comme combustible. Parmi les autres fractions légères, on trouve le butane et le propane, les essences et le naphta, qui est la matière première de la pétrochimie. Ensuite vient le kérosène utilisé dans les moteurs à réaction, le gazole et le fioul domestique. Les produits lourds "les



résidus" sont soutirés en bas de la colonne, puis redistillés sous vide pour permettre l'obtention des fiouls lourds, des lubrifiants et des bitumes.

Pour satisfaire aux besoins du marché actuel, il faut obtenir de plus grandes quantités d'essences avec des indices d'octanes élevés. D'autre part, on doit diminuer la teneur en soufre des gazoles. Il est alors nécessaire de procéder à des traitements de conversion des produits issus de la distillation.

Distillation sous pression réduite :

Le résidu atmosphérique est retraité dans une seconde colonne où il subit une distillation sous pression réduite. Les distillats alors obtenus sont utilisés dans les lubrifiants, les fiouls lourds et les bitumes.

Distillation sous pression élevée :

Les gaz et les essences obtenus en tête de la colonne opérant à la pression atmosphérique sont séparés dans diverses tours de distillation opérant, elles, sous pression élevée.

Certains produits de la distillation peuvent être directement utilisés ; cependant, la plupart des distillats ne correspondent pas en qualité et quantité aux besoins du marché et doivent subir des transformations pour être utilisés : c'est le but des craquages et du reformage.

Principaux produits obtenus au cours de la distillation :

Soumis aux opérations de raffinage, ils sont séparés par distillation fractionnée en coupes contenant des mélanges dont les températures d'ébullition sont comprises dans un intervalle défini.

- Les termes les plus légers sont gazeux à température et pression ordinaires (C1-C4), ils sont le plus généralement utilisés comme gaz combustibles (méthane, éthane, propane, butane, ...) et comme matières premières pour la pétrochimie.
- Les coupes C5-C6 (ébullition 20-60°C), éther de pétrole, et C6-C7 (ébullition 60-100°C), naphta léger (mélange d'alcanes, principal constituant des essences) ou white-spirit, sont essentiellement utilisées comme solvants.
- La coupe C6-C11 (ébullition 60-200°C) constitue l'essence, base de la fabrication des carburants, et également, pour la partie appelée naphta (C6-C10), la matière première soumise au vapocraquage pour la pétrochimie.
- La fraction C11-C16 (ébullition 180-280°C), appelée kérosène, est principalement utilisée comme carburant dans les turboréacteurs et les moteurs Diesel et comme combustible (fioul léger) pour le chauffage domestique.
- La fraction supérieure à C18 (ébullition 350°C) constitue le résidu atmosphérique et est utilisée comme combustible (fioul lourd) pour le chauffage industriel (centrales thermiques).
- Soumise à une distillation sous pression réduite, elle fournit des huiles lubrifiantes légères (C18-C25, ébullition 300-400°C) et lourdes (C26-C36, ébullition 400-500°C). Les résidus de cette distillation sous vide sont des asphaltes.
- Le craquage thermique, en présence ou non de catalyseurs et d'hydrogène, de certaines de ces coupes permet d'en modifier la constitution et de les adapter aux divers usages indiqués.
- Le craquage thermique en présence de vapeur d'eau de la coupe naphta, suivi d'une séparation par distillation fractionnée, fournit à l'industrie chimique les molécules de base carbonées en C2-C4 (éthylène, propène, butènes, butadiène) dont elle a besoin (pétrochimie).