

# LA CHIMIE ORGANIQUE - Rappel

Le carbone est peu abondant dans l'univers, mais concentré dans la matière vivante d'origine animale ou végétale.

La chimie est divisée en deux branches : la chimie organique et la chimie minérale.

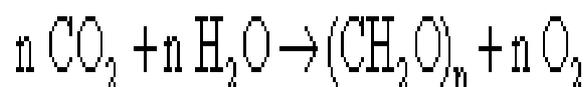
Par définition, les composés organiques contiennent tous du carbone C. De nos jours, la chimie organique est donc la chimie des composés du carbone ( mis à part le carbone lui-même, CO, CO<sub>2</sub>, les carbonates, etc., qui ont tous un caractère minéral).

Jusqu'au XIX siècle, la chimie organique étudiait les substances élaborées par les êtres vivants ainsi que les corps résultant de leurs transformations. Leur synthèse semblait impossible, malgré de nombreux efforts.

En 1828, Wöhler réussit l'impossible: il synthétisa l'urée. Mais c'est vers le milieu du XIX siècle que ces synthèses se multiplient sous l'impulsion de Marcellin Berthelot.

## I- le cycle du carbone

L'origine du carbone est le dioxyde de carbone de l'atmosphère qui, réagissant avec l'eau, est transformé en glucide par synthèse chlorophyllienne par les plantes :



Les animaux, en mangeant les plantes, assimilent le carbone et le rejettent ensuite dans l'atmosphère par leur respiration, par leur déjection, par leur cadavre : c'est le **cycle du carbone**.

## II- L'atome de carbone et ses composés.

L'atome de base est l'atome de carbone. Il possède 4 e<sup>-</sup> sur sa couche externe, il peut donc établir quatre liaisons covalentes (mise en commun d'électrons pour former des doublets liants) avec d'autres atomes : on dit qu'il est tétravalent.

Dans toute molécule organique on a des atomes de carbone liés les uns aux autres : on a une chaîne carbonée. Mais il est bien évident qu'il y a d'autres sortes d'atomes.

Il y a des composés formés d'atomes de carbone et d'atomes d'hydrogène : on les appelle les hydrocarbures. C'est le cas des combustibles.

Il y a des liaisons simples C - C de 154 pm, des liaisons doubles C = C de 134 pm, des liaisons C - H de 110 pm

On peut aussi avoir, en plus de ces deux sortes d'atomes, des atomes d'oxygène ou des atomes d'azote.

Suivant leur composition, ces composés forment des familles.

## III-LES ALCANES

Ce sont des hydrocarbures, constituants essentiels des pétroles et du gaz naturel. Il n'y a que des simples liaisons.

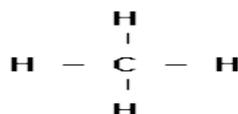
## 1- LE MÉTHANE

La molécule la plus simple est celle formée d'un atome de C entouré par quatre atomes de H. Sa formule brute est donc CH<sub>4</sub>. C'est le **méthane**, constituant essentiel du gaz naturel.

Longueur des C-H : 110 pm (1 pm = 10<sup>-12</sup> m) ;

Angle HCH : 109°28'.

Sa formule développée est ci-contre. Elle n'indique que la nature et le nombre de liaisons.



Les quatre liaisons C - H , disposées à 109° sont des liaisons dirigées. Le carbone est tétragonal.

Les quatre H ayant des positions similaires, sont dits équivalents.

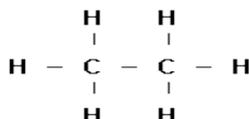
## 2- LES PREMIERS ALCANES

Un atome de C peut se lier à un autre C, on a une liaison de covalence C - C, par mise en commun de deux électrons. Des enchaînements de C peuvent donc se constituer.

Le deuxième terme de cette famille a sa molécule formée de deux atomes de carbone liés entre eux. Chacun a donc trois liaisons avec un atome d'hydrogène.

Sa formule brute est C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>, c'est l'éthane.

Sa formule développée est ci-contre



Sa formule semi-développée est CH<sub>3</sub>-CH<sub>3</sub>. Elle n'indique que les liaisons carbone-carbone, c'est-à-dire la structure de la chaîne, c'est la formule la plus utilisée.

Angle HCH = 109° ; C-H = 110 pm ; C-C = 154 pm

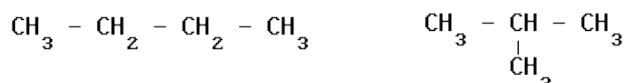
Les suivants :

Propane : C<sub>3</sub>H<sub>8</sub> ou CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>3</sub>.

Butane : C<sub>4</sub>H<sub>10</sub> ou CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>3</sub>

## 3- isomérisation de constitution

On peut fabriquer 2 molécules de formule brute  $C_4H_{10}$  mais de formules développées différentes : ce sont des isomères du butane. Le premier a une chaîne carbonée droite alors qu'elle est ramifiée pour le deuxième :



Deux composés sont isomères s'ils ont la même formule brute, mais des formules développées différentes. Ils ont des propriétés physiques différentes et des propriétés chimiques très voisines.

## 4- NOMENCLATURE

Ensuite on a le pentane, l'hexane, heptane, octane, etc. La formule générale des alcanes est  $C_nH_{2n+2}$

Toutes les liaisons sont simples : on dit qu'on a des hydrocarbures saturés.

Terminaison : en **ane**

Alcanes à chaîne linéaire : les quatre premiers ont un nom usuel, le nom des suivants est composé d'un préfixe indiquant le nombre de C (pent, hex, hept, oct), suivi de la terminaison ane.

On peut écrire les alcanes sous la forme R - H, R représentant un groupe formé d'atomes de carbone et d'atomes d'hydrogène.

Le premier est  $CH_3 -$ , c'est le groupe méthyle. Le suivant est  $CH_3 - CH_2 -$ , c'est le groupe éthyle. On voit donc que l'on remplace ane par yle

Alcanes à chaîne ramifiée : on cherche la chaîne carbonée la plus longue, l'alcane ramifié est considéré comme un dérivé de cet alcane linéaire.

Ce qui est attaché à cette chaîne s'appelle des groupes alkyles. On indique leur place par un indice de position. Celui-ci est obtenu par numérotation des C de la chaîne principale, en partant du bout qui donne le plus petit numéro.

Exemples : 2-méthylpropane, 2,2-diméthylpentane, 5-éthyl-3-méthyl-octane.

## 5- PROPRIÉTÉS PHYSIQUES

Les quatre premiers sont gazeux, les douze suivants liquides dans les conditions normales.

Densité : entre 0,6 et 0,8 donc danger des incendies qui ne sont pas éteint par l'eau.

Les ramifiés ont une température d'ébullition inférieure à celle de l'alcane linéaire de même nombre de C (méthylpropane,  $-10^\circ\text{C}$ , butane  $-0,5^\circ\text{C}$ , propane  $-42^\circ\text{C}$ ).

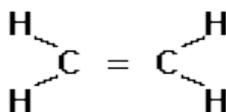
Solubilité : insolubles dans l'eau mais miscibles à la plupart des autres solvants organiques. Très solubles les uns dans les autres.

## IV-LES ALCÈNES

Ce sont des hydrocarbures possédant une liaison double carbone-carbone.

## 1- L'ÉTHYLÈNE

Ethylène ou éthène. Sa formule brute est  $C_2H_4$ . On a donc une double liaison entre les deux carbones. Sa formule développée est :



C - H = 110 pm,

C = C = 134 pm,

angles HCH et HCC =  $120^\circ$

**La molécule est rigide et plane.**

## 2- LES ALCÈNES

La formule générale des alcènes est  $C_nH_{2n}$ . Ce sont des composés insaturés car leur molécule contient une double liaison.

Le deuxième, le propène, est souvent appelé le propylène :  $C_3H_6$  ou  $CH_3 - CH = CH_2$

A partir du butène, il y a possibilité d'isomérisation.

## 3- Isomérisation

a) L'isomérisation de constitution :

La liaison multiple peut occuper des positions différentes

$CH_2 = CH - CH_2 - CH_3$  ou  $CH_3 - CH = CH - CH_3$

Le premier s'appelle le but-1-ène, le deuxième, le but-2-ène.

b) La stéréoisomérisation :

La position des atomes dans l'espace est différente. Cela est dû à ce que la libre rotation est impossible autour de C = C. Cette isomérisation se présente pour le **but-2-ène** :



Les groupes  $CH_3$  sont du même côté (Z-but-2-ène) ou un de chaque côté de la chaîne principale (E-but-2-ène). Ce sont des **stéréoisomères**.

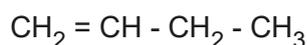
## 4- Nomenclature

### Chaîne linéaire :

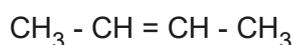
La terminaison ène remplace la terminaison ane. La position de la double liaison est donnée par le numéro du premier atome de C doublement lié, la chaîne est numérotée de telle façon à attribuer le plus petit numéro à cette double liaison. Ce nombre est indiqué avant la terminaison **ène**.

### Chaîne ramifiée :

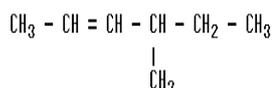
On cherche la chaîne carbonée la plus longue qui contient la double liaison. Elle donne son nom à l'alcène. Les groupes substituant sont nommés avec leur indice.



s'appelle le **but-1-ène**.



s'appelle le **but-2-ène**.



s'appelle le **4-méthylhex-2-ène**

Les stéréo-isomères :

Si les groupes méthyles sont de part et d'autre de la double liaison, c'est le **stéréo-isomère E**.

S'ils sont du même côté c'est le **stéréo-isomère Z**.

## Les autres familles

## V- LES ALCYNES.

Ce sont des hydrocarbures à chaîne ouverte ayant une liaison triple entre deux carbones de la chaîne principale.

Le premier est l'acétylène ou éthyne de formule brute **C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>**.

Sa formule développée est  $\text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H}$

C - H : 110 pm

$\text{C}\equiv\text{C}$  : 120 pm

La structure est linéaire, les deux carbones sont digonaux.

La libre rotation n'est pas possible, mais la molécule étant linéaire l'isomérisation Z et E n'existe pas. Il n'y a que l'isomérisation de chaîne et l'isomérisation de position.

Leur formule générale est C<sub>n</sub>H<sub>2n-2</sub>. La terminaison de leurs noms est yne. La formation du nom est identique à celle des alcènes.

## VI- LES CYCLANES

Si la chaîne carbonée à simples liaisons est fermée, on a ce qu'on appelle un cyclane. Il faut que  $n$  soit égal ou plus grand que 3. La molécule n'est pas plane, la conformation étant comprise entre deux conformations extrêmes : bateau et chaise.

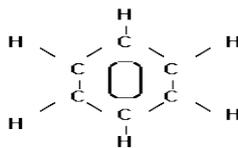
$C_6H_{12}$  : cyclohexane



## VII- LES AROMATIQUES.

Ce sont des composés insaturés dont la chaîne carbonée est **cyclique**.

Le plus simple de ces composés est le **benzène** de formule brute  $C_6H_6$ .



Les six électrons non engagés des atomes de carbone sont mis en commun pour former une liaison "collective" entre les six atomes de carbone du cycle. **Cette liaison confère une grande stabilité au cycle.**

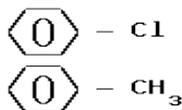
L'ensemble des six atomes de carbone ainsi liés s'appelle le noyau benzénique ou noyau aromatique.

Les dérivés du benzène sont obtenus en substituant un ou plusieurs atomes H par d'autres atomes (**par exemple Cl: chlorobenzène**) ou par des radicaux R (**par exemple -CH<sub>3</sub>: méthylbenzène**)

Souvent on représente le cycle par :



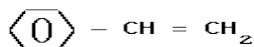
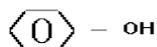
chlorobenzène



méthylbenzène ou toluène : un H du cycle a été remplacé par le radical CH<sub>3</sub>.

On pourrait écrire  $C_6H_5 - CH_3$ .

phénol



phényléthylène ou styrène.

Tous ces composés présentent de très nombreuses applications et le benzène est un produit de base de la pétrochimie mais **c'est un produit dangereux (cancérigène)**.

## VIII- LES DIFFERENTES FONCTIONS.

L'atome d'oxygène est divalent. Il va donc former :

- soit deux liaisons simples formant un angle voisin de  $105^\circ$ .
- soit une liaison double avec un atome de carbone.

### Les alcools.

On appelle alcool tout composé organique dont la formule possède le groupe C - OH.