



# Chapitre XI : Stéréochimie

## *Stéréoisomères de conformation ou conformères*

### Plan :

\*\*\*\*\*

<b>I- GENERALITES.....</b>	<b>2</b>
1- Formule élémentaire et formule moléculaire ou formule brute.....	2
<i>a- Analyse élémentaire et formule élémentaire .....</i>	<i>2</i>
<i>b- Insaturations.....</i>	<i>3</i>
2- Représentation des molécule organique .....	4
<i>a- Représentation plan.....</i>	<i>4</i>
<i>b- Représentation spatiale .....</i>	<i>4</i>
3- Isomérisation et isomères .....	5
<i>a- Définition .....</i>	<i>5</i>
<i>b- Types d'isomérisation .....</i>	<i>5</i>
<b>II- STEREOISOMERES DE CONFORMATION OU CONFORMERES .....</b>	<b>6</b>
1- Définition .....	6
<i>a- Définition .....</i>	<i>6</i>
<i>b- Equilibre conformationnel.....</i>	<i>6</i>
<i>c- Cas limite : atropoisomérisation.....</i>	<i>6</i>
2- Etude énergétique de différents conformères .....	7
<i>a- Molécule d'éthane .....</i>	<i>7</i>
<i>b- Molécule de butane.....</i>	<i>8</i>
<i>c- Cyclohexane (Programme de PCSI, Option PC) .....</i>	<i>9</i>
<i>d- Cyclohexane substitué (Programme de PCSI, Option PC).....</i>	<i>10</i>

\*\*\*\*\*

# Chapitre XI : Stéréochimie

## *Stéréoisomères de conformation ou conformères*

La **stéréochimie** porte sur l'étude de la position d'atomes ou groupes d'atomes dans l'espace autour d'un atome central, en général de carbone :

- soit **tétravalent** et donc de géométrie tétraédrique, car de type AX<sub>4</sub> d'après la théorie VSEPR ;
- soit **trivalent** (atome de carbone engageant une double liaison et 2 liaisons simples) et donc de géométrie trigonale plane, , car de type AX<sub>3</sub> d'après la théorie VSEPR.

On distingue deux types d'études stéréochimiques :

- la **stéréochimie statique** avec l'étude
  - des **stéréoisomères de conformation** ou **conformères**
  - et des **stéréoisomères de configuration** ;
- la **stéréochimie dynamique** qui porte sur l'étude de l'influence de la position de groupes d'atomes dans l'espace au cours d'une réaction chimique.

La **stéréochimie statique** fait l'objet du présent chapitre. La **stéréochimie dynamique** est étudiée à travers quelques mécanismes réactionnels en chimie organique. Elle est plus difficile à appréhender bien que plus importante car elle permet d'interpréter le déroulement à l'échelle moléculaire de la réaction chimique !

### I- Généralités

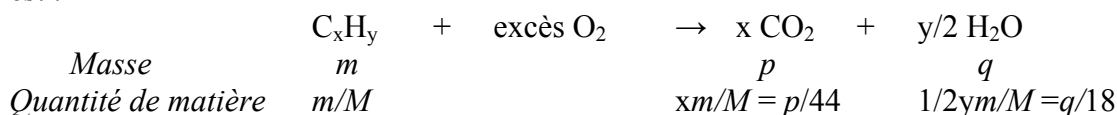
#### 1- Formule élémentaire et formule moléculaire ou formule brute

##### a- Analyse élémentaire et formule élémentaire

L'**analyse élémentaire** d'un hydrocarbure (composé organique constitué de carbone et d'hydrogène pour l'essentiel) donne les **pourcentages pondéraux en masse** de chaque élément constituant la molécule, les principaux étant celui du carbone et de l'hydrogène.

Cette **analyse élémentaire** est obtenue par **combustion** avec un excès de dioxygène d'une masse connue d'un échantillon d'hydrocarbure de masse molaire  $M$ . Des filtres spécifiques fixent le dioxyde de carbone et l'eau formés lors de cette transformation chimique et permettent de mesurer les masses  $p$  et  $q$  de chacun de ces produits de combustion.

Ainsi pour un hydrocarbure de formule moléculaire C<sub>x</sub>H<sub>y</sub> l'équation de la réaction de combustion est :



On obtient alors :

$$x = \frac{p \times M}{44 \times m} \quad \text{et} \quad y = \frac{2 \times q \times M}{18 \times m}$$

La masse molaire  $M$  de l'hydrocarbure est mesurée par **spectrométrie de masse** (spectrométrie hors programme).

Pour les autres éléments éventuellement présents dans l'hydrocarbure, d'autres transformations chimiques sont nécessaires :

- pour l'azote : minéralisation, soit transformation en ammoniac  $\text{NH}_3$  ou en diazote  $\text{N}_2$  ;
- pour l'oxygène : conversion en monoxyde de carbone  $\text{CO}$  à haute température en présence d'un excès de carbone et sous atmosphère inerte ;
- pour un halogène : minéralisation en ions halogénure et dosage de ces ions ;
- pour le soufre : transformation en sulfate  $\text{SO}_4^{2-}$

Cette étude permet alors de déterminer la **formule moléculaire ou formule brute** de l'hydrocarbure.

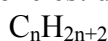
## b- Insaturations

### **i- Définition**

Une **insaturation** correspond à la présence d'une double liaison (voire triple si deux insaturations) ou d'un cycle. Cette **insaturation** induit un nombre d'atomes d'hydrogène inférieur à celui présent dans un hydrocarbure saturé (ne présentant ni double liaison, ni cycle).

### **ii- Alcane saturé**

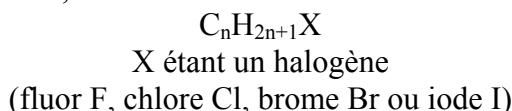
Ainsi un **alcane saturé** à  $n$  atomes de carbone est de formule moléculaire :



La présence d'une double liaison (**alcène**) ou d'un cycle (**cycloalcane**) conduit à l'absence de 2 atomes d'hydrogène pour un hydrocarbure à  $n$  atomes de carbone. Ainsi la formule moléculaire d'un **alcène** ou d'un **cycloalcane** est :



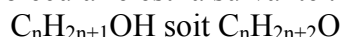
Pour un **halogénoalcane** saturé, la formule moléculaire est la suivante :



L'absence de 2 atomes d'hydrogène ou de  $2x$  atomes d'hydrogène est synonyme de présence d'une ou  $x$  insaturations.

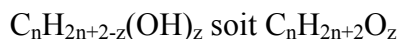
### **iii- Alcool saturé**

Pour un **alcool** saturé, la formule moléculaire est la suivante :



L'absence de 2 atomes d'hydrogène ou de  $2x$  atomes d'hydrogène est synonyme de présence d'une ou  $x$  insaturations.

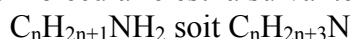
Pour un **polyol** saturé à  $z$  fonctions alcools de groupe hydroxyle OH, la formule moléculaire est la suivante :



L'absence de 2 atomes d'hydrogène ou de  $2x$  atomes d'hydrogène est synonyme de présence d'une ou  $x$  insaturations.

### **iv- Amine saturée**

Pour une **amine** saturée, la formule moléculaire est la suivante :



L'azote étant trivalent contrairement à l'oxygène divalent

L'absence de 2 atomes d'hydrogène ou de  $2x$  atomes d'hydrogène est synonyme de présence d'une ou  $x$  insaturations.

On peut en déduire la formule générale suivante pour le calcul du nombre  $N$  d'insaturations :

$$N = \frac{2 \times n_{IV} + 2 + n_{III} - n_I}{2}$$

avec  $n_{IV}$  nombre d'atomes tétravalents (comme le carbone ou le silicium)

$n_{III}$  nombre d'atomes trivalents (comme l'azote ou le phosphore)

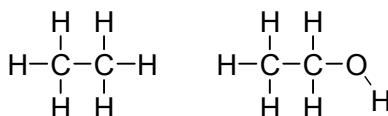
$n_I$  nombre d'atomes monovalents (comme l'hydrogène ou un alcalin ou un halogène)

## 2- Représentation des molécule organique

### a- Représentation plan

Il existe différents types de représentations planes des molécules organiques :

- **représentation développée** où toutes les liaisons sont écrite :



**éthane**

**éthanol**

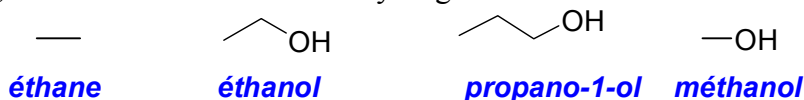
- **représentation semi-développée** où n'apparaissent que les liaisons C-C et C-hétéroatome (atome autre que carbone et hydrogène) :



**éthane**

**éthanol**

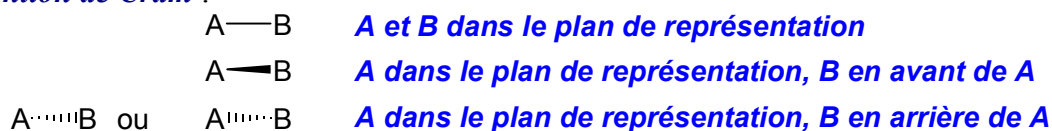
- **représentation topologique** où les symboles C et H des atomes de carbone et d'hydrogène ne sont plus écrits, sauf dans le cas d'atome d'hydrogène lié à des atomes autres que du carbone :



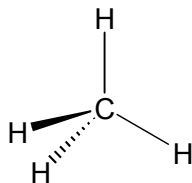
### b- Représentation spatiale

Il existe différentes convention de représentation spatiale de molécules organiques dans un espace à deux dimensions :

- **convention de Cram** :



Ainsi la représentation spatiale du méthane est la suivante :



- **convention de Newman** :

- on regarde un axe de liaison selon  $C_1-C_2$  ;
- le carbone  $C_1$  est représenté par un cercle, les liaisons que ce carbone engage partent du centre du cercle ;
- le carbone  $C_2$  n'est pas représenté (masqué par le carbone de  $C_1$ ), les liaisons que ce carbone  $C_2$  engage partent de la périphérie du cercle (en partie masquée par le carbone  $C_1$ ) ;