

## Chap 4 : La notion stéréochimie (4h)

La stéréochimie est l'étude de la disposition relative des atomes dans l'espace, des molécules des composés chimiques. Il s'agira dans ce chapitre, d'affiner et de préciser des concepts liés à la libre rotation ou non, autour de la liaison carbone - carbone : la conformation et la configuration.

### 4.1. Liaisons du carbone

#### a) Différents types d'atomes de carbone



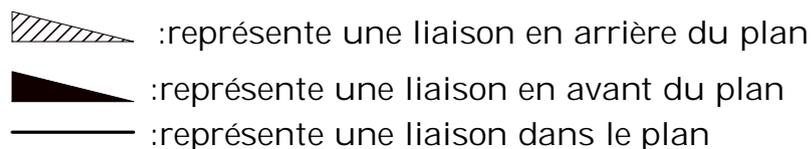
Le carbone (Z=6 :K<sup>2</sup>L<sup>4</sup>) a pour schéma de Lewis :

L'atome de carbone est tétravalent car il a 4 électrons libres sur sa dernière couche. Les atomes voisins forment alors un tétraèdre autour de l'atome de carbone qui est dit **tétragonal**. Les 4 liaisons de covalences qu'ils forment peuvent avoir plusieurs **configurations spatiales**.

#### b) Conventions et représentations en perspectives

Pour représenter sur un plan une structure tridimensionnelle, il faut utiliser des notations conventionnelles ayant une signification spatiale telles que celles de la **représentation en perspective**.

#### La Convention de CRAM

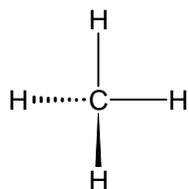
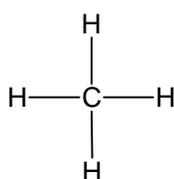


### 4.2. Structures de quelques atomes

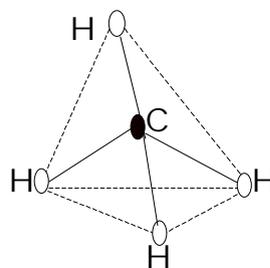
#### 1) La molécule de méthane :CH<sub>4</sub>

La molécule a la forme d'un tétraèdre régulier :

- L'atome de carbone est tétragonal ;
- les angles  $\widehat{HCH}$  sont égaux à 109°28',
- la longueur des liaisons C-H est de 109pm.



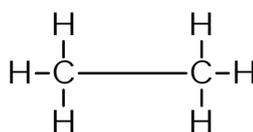
Représentation en perspective



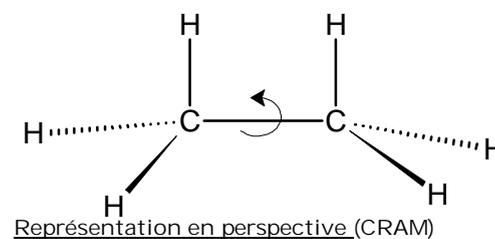
Représentation spatiale:Structure tétradrrique

#### 2) La molécule d'éthane :C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>

- Chaque atome de carbone est tétraedrique ,
- la longueur de la liaison C-C est de 154pm ;
- la longueur de la liaison C-H est de 109pm,
- les angles entre les directions de deux liaisons sur le même carbone sont de 109°28'.



Formule développée



Représentation en perspective (CRAM)

-les deux groupes méthyle  $\text{CH}_3$  peuvent tourner autour de l'axe de la liaison C-C :on dit qu'il y a possibilité de **rotation** autour de la liaison simple C-C.

### 3) La molécule d'éthylène : $\text{C}_2\text{H}_4$

-Chaque atome de carbone est trigonal,

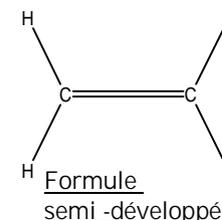
-La molécule est plane et les angles de liaison sont de  $120^\circ$ ,

-La longueur de la liaison C=C est de 134Pm.

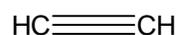
-La double liaison rend la molécule rigide :il n'y a pas de rotation possible autour des doubles liaisons.



Formule  
développée



### 4) La molécule d'acétylène : $\text{C}_2\text{H}_2$

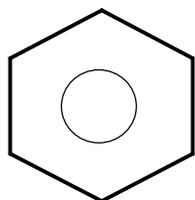


Molécule d'acétylène

-La molécule est linéaire avec des atomes de carbones diagonaux .

-La longueur de liaison  $\text{C}\equiv\text{C}$  est de 120Pm.

### 5) La molécule de benzène : $\text{C}_6\text{H}_6$

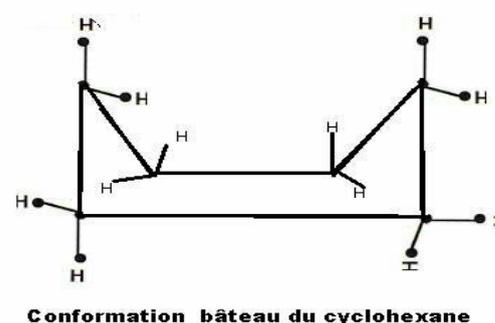
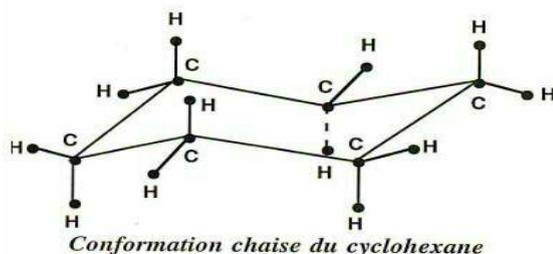


La molécule est plane. Les six atomes **trigonaux** sont au sommet d'un tétraèdre régulier de 140Pm de côté. Tous les angles sont égaux à  $120^\circ$ .

Représentation  
symbolique du benzène

### 6) La molécule de cyclohexane : $\text{C}_6\text{H}_{12}$

Les longueurs et les angles sont identiques à ceux des alcanes. La molécule est cyclique mais n'est pas plane. Les six atomes ne sont pas dans le même plan. On obtient deux conformations particulières : la conformation **chaise** et la conformation bateau.



## 4.3. Représentation des molécules organiques.

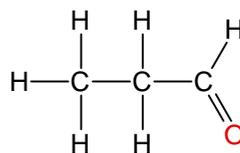
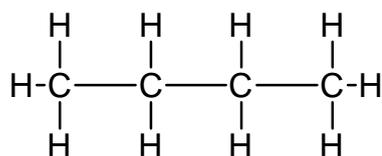
### 1) Différents types de formules

#### a) La formule brute

La formule brute permet de connaître la composition du composé organique mais donne peu de renseignements. Exemples :  $\text{C}_4\text{H}_{10}$  ;  $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$

#### b) Formule développée

Elle donne l'enchaînement des atomes dans la molécule et la nature des liaisons (simples ou multiples)

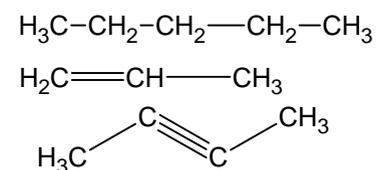


Ce sont des **formules développées**

### c) Formules semi-développées

Dans les formules semi-développées on ne représente pas les liaisons C-H, seuls sont représentés les liaisons entre groupes d'atomes et les groupements fonctionnels.

Ce sont des formules **semi-développées**



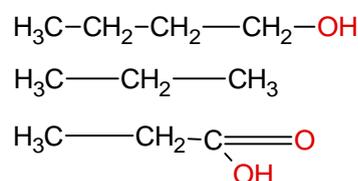
## 2) Isoméries

Deux molécules différentes ayant la même formule brute sont dites **isomères**. Il existe plusieurs sortes d'isomérie : isomérie de constitution { **de position ; de chaîne ; de fonction** } et la stéréoisomérie { Conformation et configuration }

### a) Isomérie de constitution

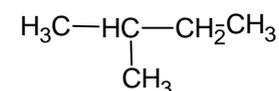
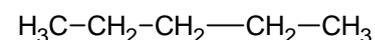
Les isomères de constitutions ne diffèrent que par la nature et l'enchaînement de leurs liaisons.

#### Exemples



A l'intérieur de cette catégorie d'isomérie on distingue trois sous catégories d'isomérie :

- **L'isomérie de chaîne** : ils ne diffèrent que par leur chaîne carbonée. **Exemples**

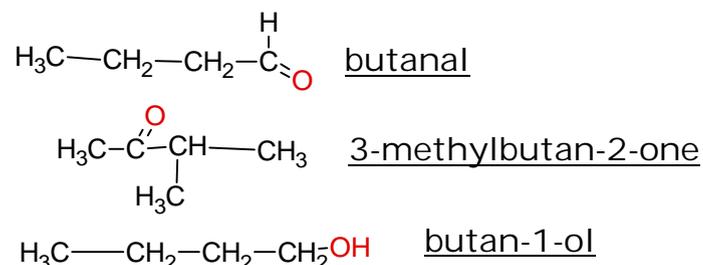


- **L'isomérie de position** : ils ne diffèrent que par la place de leur groupe fonctionnel  
propan-1-ol et propan-2-ol



- **L'isomérie de fonction** : ils sont fondamentalement différents, ils n'ont pas la même fonction chimique.

#### Exemples



### b) Stéréoisomérie

La **stéréochimie** est l'étude des molécules dans l'espace. Une représentation spatiale des molécules est nécessaire dans ce cas. Deux molécules sont stéréo-isomères lorsqu'elles correspondent à la même formule plane mais ne sont pas superposables. Il existe deux types de stéréoisoméries : La **conformation** et la **configuration**.

#### 1) Conformation – configuration

On appelle conformation d'une molécule les différentes représentations spatiales qu'elle peut prendre par suite de rotation autour d'une liaison fixe. Deux conformations d'une même molécule sont appelées des **stéréoisomères** de conformation ou des **conformères**. Pour passer d'une conformation à une autre ; la molécule doit franchir une barrière d'énergie. A température ordinaire les chocs entre molécules permettent de passer d'une conformation à une autre. Les molécules passent ainsi par une infinité de structure appelées **Conformations**.

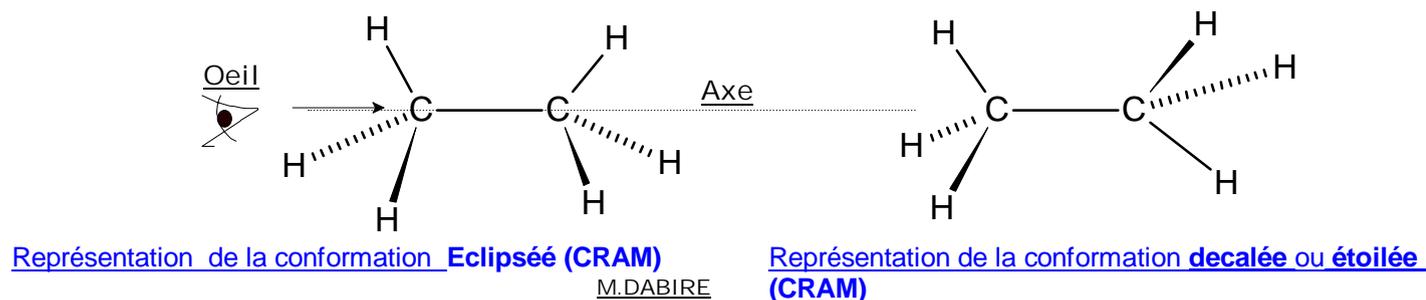
Deux conformations particulières se distinguent: la **conformation éclipsée** et la **conformation décalée**.

## 2) Conformations particulières de la molécule d'éthane

### a) Conformation éclipsée - conformation étoilée(ou décalée)

Lorsqu'on regarde la molécule d'éthane suivant l'axe de la liaison C-C on dira que la molécule est en conformation éclipsée si deux atomes d'hydrogène liés à chacun des atomes de carbone se trouvent l'un derrière l'autre.

#### Représentation spatiale de la molécule de d'éthane



Pour simplifier on fait la représentation de Newman

#### Les deux conformations de C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>

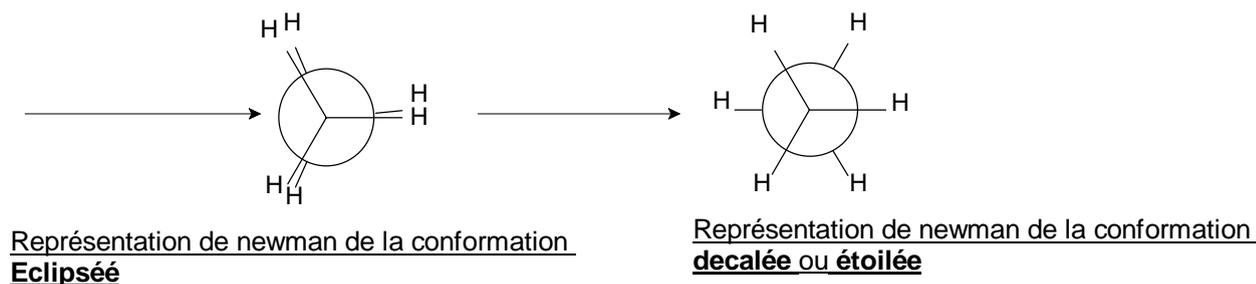


Figure1

Figure2

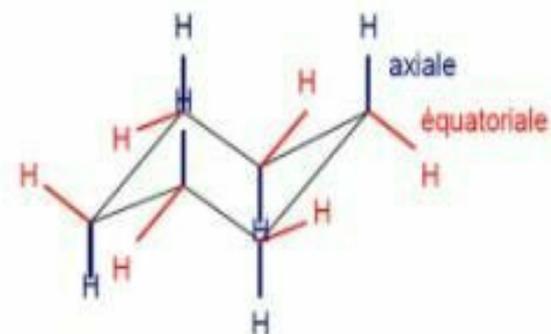
**Remarque** : Il est impossible de séparer deux conformères à température ordinaire une molécule passant d'une conformation à l'autre très rapidement. La conformation qui a l'énergie la plus faible est la plus stable ; pour l'éthane c'est la conformation **étoilée ou décalée**.

### b) Représentation (projection) de Newman de C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>

Pour faciliter la visualisation des différentes conformations, on utilise souvent la projection de Newman (figure 1 & 2 ci-dessus).

### c) Conformations du cyclohexane

La molécule de cyclohexane peut avoir la conformation bateau et la conformation chaise. La conformation la plus stable du cyclohexane est la forme chaise. On remarque que dans cette formation les six liaisons sont perpendiculaires au plan de symétrie de la molécule on les appelle les liaisons **axiales** et les autres liaisons sont dites **équatoriales**.



**Conformation chaise du cyclohexane**

#### 4.4. Conformation- configuration (Z / E)

On peut passer d'un conformère à un autre sans rompre de liaisons dans la molécule. Deux conformères représentent la même molécule dans deux états de rotation différents. Les différents conformères d'une molécule sont des



- Une molécule comportant plusieurs atomes de carbone asymétrique peut être chirale.
- A toute formule plane comportant un atome de carbone asymétrique correspond à un couple d'énantiomères.
- Une molécule admettant un plan de symétrie n'est pas chirale.

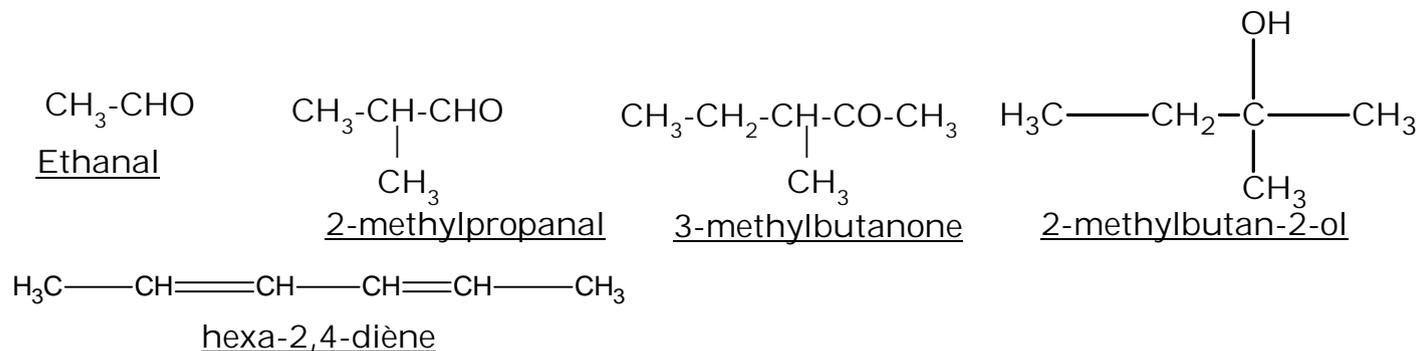
**N.B. :** Deux énantiomères ont des propriétés chimiques et physiques identiques tant que le phénomène mis en jeu n'est pas asymétrique (point de fusion ,d'ébullition etc ;...).Mais ils sont séparables par leur propriétés optiques.

### Exercice d'application

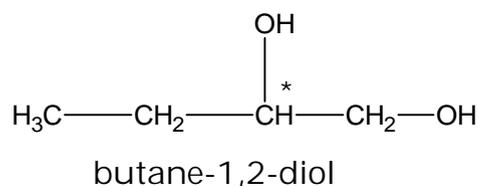
1) Ecrire les formules semi- développée de :

L'éthanal ; 2-méthylpropanal ;3-méthylpentan-2-one ;2-méthylbutan-2-ol et hexa-2,4-diène.

**Rép :**

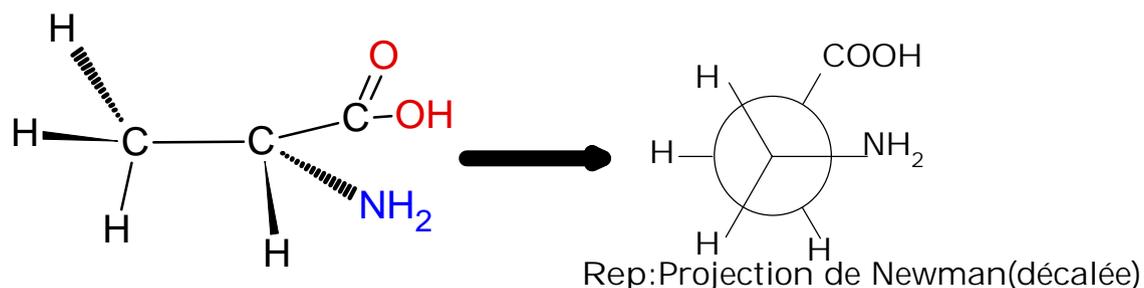


2) Ecrire la molécule du Butan-1,2-diol admet-elle un carbone asymétrique ? est-elle chirale ?



**Rép :**

3) Donner la représentation de Newman (conformation décalée) de cette molécule :



4)Définir : composés énantiomères et stéréochimie.

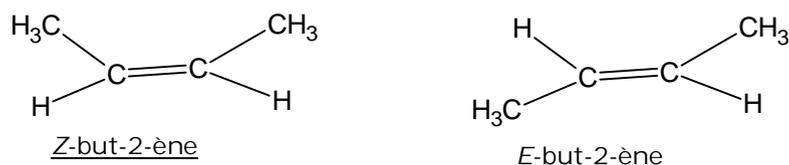
**Enantiomères :** image & objet non superposables

**Stéréochimie :** Etude de la position spatiale des molécules

5) Donner des exemples d'isoméries de position ;de chaine et de fonction de la molécule du butane.(**Rép :** Voir cours)

6)Représenter en configuration Z/E le but-2-ène.

**Rép.**



## Résumé sur les conformation chirale & configuration stéréoisomère

