



# La stéréochimie

### ARCHITECTURE MOLECULAIRE



L'**Atomium** est un bâtiment spectaculaire érigé en 1958 pour l'exposition universelle de Bruxelles. Il représente un assemblage d'atomes de fer. Plus précisément, il s'agit de la maille élémentaire du cristal de fer agrandie 165 milliards de fois. Dans un cristal, un motif (la maille élémentaire) est répété de manière régulière un très grand nombre de fois. Un cristal est donc un assemblage très ordonné d'atomes.

Une molécule est en aussi un assemblage d'atomes, mais qui peut prendre des formes complexes. La stéréochimie étudie la façon dont sont emboîtées les atomes. Simple collier de perle, plate comme une assiette ou tentaculaire : une molécule n'aura pas du tout les mêmes propriétés, chimiques et physiques, selon la forme qu'elle occupe dans l'espace. On parle d'architecture moléculaire.



En 1827, un jeune prodige de la chimie, Friedrich Wöhler prépare de l'acide cyanique (H-C-N-O). Ses atomes constitutifs sont les mêmes que ceux de l'acide fulminique (H-N-C-O), préparé par son collègue **Justus von Liebig** l'année

précédente. Pourtant les propriétés chimiques de ces deux substances sont radicalement différentes !

Cette découverte contraste avec les théories de l'époque, selon lesquelles les propriétés d'une substance sont entièrement déterminées par sa formule brute. L'isomérisie, du grec *isos* (identique) et *meros* (partie), fait alors son entrée dans le dictionnaire de la chimie : des isomères sont des composés qui ont la même formule brute mais dont les formules développées sont différentes. Ce sont donc deux molécules distinctes, dont les propriétés sont différentes. Deux isomères ne sont pas superposables.

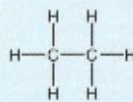
Une nouvelle discipline voit le jour : la stéréochimie, qui étudie l'architecture des molécules. La stéréochimie cherche donc à décrire les cas d'isomérisie, qui sont nombreux.

### ISOMÈRES DE CONSTITUTION

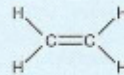
La formule dite « brute » d'une molécule révèle au chimiste sa composition : le C<sub>4</sub>H<sub>8</sub> comporte quatre atomes de carbone et huit atomes d'hydrogène. Or ces douze atomes peuvent s'assembler de bien différentes manières !

Heureusement certaines règles limitent les combinaisons possibles entre les atomes. Par exemple, le carbone est dit « tétravalent ». Il possède quatre électrons célibataires disponibles pour engager des liaisons avec d'autres atomes : quatre liaisons simples, ou deux doubles, ou une double et deux simples, ou une triple et une simple. L'hydrogène lui est monovalent : il ne peut s'associer qu'à un seul atome.

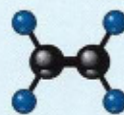
### L'atome et les liaisons chimiques



éthane  
liaison simple  
rotation autour  
de l'axe C-C



éthylène  
liaison double

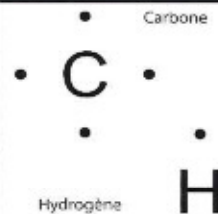


éthyne  
liaison triple



pas de rotation  
autour de l'axe C-C

Chaque atome est constitué d'un noyau (neutrons + protons) autour duquel gravitent des électrons. Certains électrons sont très proches du noyau, d'autres, dits « célibataires » sont capables de s'apparier à d'autres électrons célibataires. Ils forment ainsi des liaisons chimiques covalentes avec d'autres atomes. Elles peuvent être simples (deux électrons engagés au total), doubles (4 électrons engagés) ou triples (6 électrons engagés). Il est possible d'effectuer une rotation autour d'une liaison simple. C'est impossible autour d'une liaison double ou triple, ce qui a tendance à rigidifier les molécules.



Compte tenu de cette règle, avec quatre carbones et huit hydrogènes, on peut composer a priori quatre molécules :

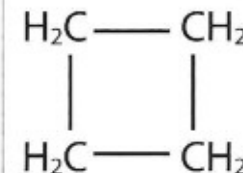
- CH<sub>3</sub>-CH-CH<sub>2</sub>-CH<sub>3</sub> : le but-1-ène sert notamment à produire le polyéthylène à haute densité (HDPE), plastique avec lequel on fabrique les bouteilles de boissons

gazeuses.

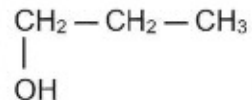
- CH<sub>3</sub>-CH=CH-CH<sub>3</sub> : le but-2-ène
- CH<sub>2</sub>=C(CH<sub>3</sub>)-CH<sub>3</sub> : le 2-méthylpropène (ou isobutène)

Ces deux produits sont utilisés dans la fabrication du caoutchouc buthyle, dont sont faites les chambres à air.

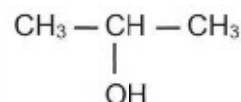
- Cyclobutane



### Propan-1-ol



### Propan-2-ol

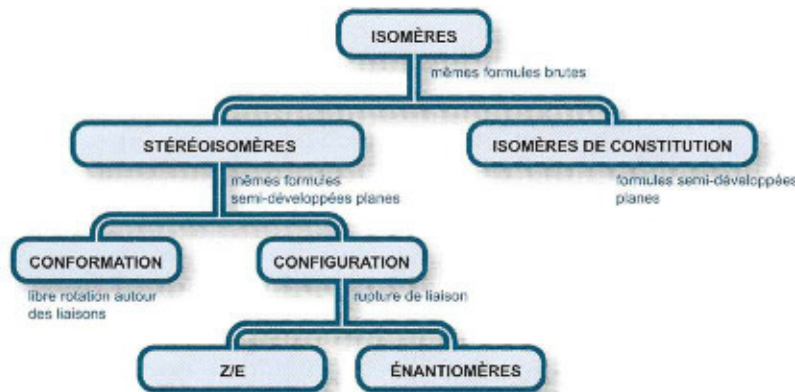


1 et 2 désignent le carbone qui porte la fonction alcool. Ainsi le chimiste sait écrire la formule du propan-1-ol rien qu'en lisant son nom : il place une fonction alcool sur le premier carbone d'une chaîne comportant trois carbones (propan désigne une chaîne de trois carbones). La répartition des hydrogènes obéit à la règle de tétravalence vue plus haut. La position du groupe fonctionnel est très importante en chimie. L'oxygène a en effet tendance à attirer vers lui le nuage électronique de la molécule, ce qui crée un déficit d'électrons sur le carbone d'à côté. Ce carbone va à son tour attirer les électrons d'une autre molécule pour combler ce déficit. C'est comme ça que se forment des liaisons entre les molécules. Pendant ce temps-là, d'autres liaisons se défont. Une nouvelle molécule apparaît : une réaction a eu lieu.

• les isomères de position : le groupe fonctionnel, c'est-à-dire le groupe d'atomes déterminant la réactivité de la molécule est placé différemment sur le squelette carboné. Exemple : C<sub>3</sub>H<sub>7</sub>OH Dans cet exemple, le groupe fonctionnel est -OH (fonction alcool). D'où le nom propan-ol.

• les isomères de fonction : les groupes fonctionnels sont différents. Exemple : la formule brute C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O

### Le cas des isomères



### Quelques définitions

**Isomères**  
Des isomères sont des composés qui ont la même formule brute mais des formules développées différentes.

**Propriétés**  
Deux isomères ont des propriétés différentes.

**Superposition**  
Deux isomères ne sont pas superposables.

**Isomères de constitution**  
Ils ont la même formule brute mais des formules semi-développées différentes.

**Stéréoisomères**  
Ils ont la même formule brute, la même formule semi-développée, mais des formules différentes dans l'espace à trois dimensions.

**Énantiomères**  
Deux énantiomères ont la même formule semi-développée plane mais les deux molécules ne sont pas superposables.

### L'hydrogène et l'hélium

**H**  
**He**

apparaissent  
300 000 ans  
après  
le Big bang



