

Généré par application kalanso sur PLAYSTORE

Sujet : Chimie — 22/09/2026 16:35 creat by Kalanso App

La stéréochimie : chiralité et énantiomères

La stéréochimie est la branche de la chimie qui étudie l'arrangement tridimensionnel des atomes dans les molécules et les conséquences de cet arrangement sur les propriétés physiques, chimiques et biologiques. Une notion fondamentale en stéréochimie est celle de **chiralité** et de **énantiomères**. Ce cours se propose d'explorer ces concepts, leurs origines et leurs implications.

1. Qu'est-ce que la chiralité ?

Une molécule est dite **chirale** si elle n'est pas superposable à son image dans un miroir. Autrement dit, elle est non superposable à son reflet, comme une main gauche ne peut se superposer à une main droite. Cette propriété s'appelle la chiralité (du grec kheir, la main).

Une molécule achirale, au contraire, est superposable à son image miroir. Par exemple, une molécule d'eau (H_2O) est achirale car elle possède un plan de symétrie.

La chiralité est souvent due à la présence d'un **carbone asymétrique** (noté C^*), c'est-à-dire un carbone lié à quatre groupes différents. Cependant, d'autres éléments peuvent être à l'origine de la chiralité (azote, phosphore, soufre) ou encore une chiralité axiale ou hélicoïdale.

2. Les énantiomères

Deux molécules qui sont images l'une de l'autre dans un miroir et non superposables sont appelées **énantiomères**. Elles constituent une paire d'énantiomères. Ces molécules ont les mêmes propriétés physiques (point de fusion, ébullition, solubilité) et chimiques, sauf lorsqu'elles interagissent avec d'autres molécules chirales ou avec la lumière polarisée.

On distingue les énantiomères par leur configuration absolue (R/S) ou par leur pouvoir rotatoire (dextrogyre ou lévogyre).

2.1. Représentation et nomenclature

Pour représenter les molécules chirales, on utilise des représentations conventionnelles comme la projection de Fisher, la projection de Newman ou les coins-

volants. La nomenclature **R/S** (Cahn-Ingold-Prelog) permet de désigner la configuration absolue de chaque centre stéréogène.

Pour déterminer la configuration R ou S :

- On classe les quatre substituants par ordre de priorité décroissante selon les règles de Cahn-Ingold-Prelog (numéro atomique décroissant).
- On oriente la molécule de façon à ce que le substituant de plus faible priorité soit dirigé vers l'arrière.
- On regarde le sens de rotation des trois autres substituants : si la rotation est dans le sens des aiguilles d'une montre, la configuration est R (rectus) ; sinon, elle est S (sinister).

2.2. Propriétés optiques

Les énantiomères ont la propriété de faire tourner le plan de polarisation de la lumière polarisée. Si l'un dévie la lumière vers la droite (dextrogyre, noté (+)), l'autre la dévie vers la gauche (lévogyre, noté (-)). Un mélange équimolaire des deux énantiomères est appelé **mélange racémique** ou racémate ; il est optiquement inactif car les rotations s'annulent.

3. Importance en biologie et en pharmacie

La chiralité est omniprésente dans le monde vivant. Les acides aminés qui constituent les protéines sont tous de configuration L (sauf la glycine, achirale), et les sucres naturels sont généralement de configuration D. Les enzymes, récepteurs et autres cibles biologiques sont eux-mêmes chiraux, ce qui explique que deux énantiomères d'un médicament peuvent avoir des effets très différents.

Exemple célèbre : la thalidomide. Dans les années 1960, ce médicament prescrit comme sédatif et anti-nauséeux pour les femmes enceintes a causé de graves malformations congénitales. L'énantiomère (R) a des propriétés sédatives, tandis que l'énantiomère (S) est tératogène. Malheureusement, le médicament était administré sous forme de mélange racémique.

Un autre exemple est l'ibuprofène : seul l'énantiomère (S) est actif comme anti-inflammatoire, mais l'énantiomère (R) est converti en (S) dans l'organisme.

4. Séparation des énantiomères

La séparation d'un mélange racémique en ses deux énantiomères est appelée **dédoublément**. Elle est difficile car les énantiomères ont des propriétés physiques identiques. On utilise généralement des méthodes faisant appel à des interactions avec une autre entité chirale :

- **Chromatographie chirale** : utilisation d'une phase stationnaire chirale.

- **Formation de sels diastéréoisomères** : réaction avec un acide ou une base chirale, suivie d'une cristallisation sélective.
- **Synthèse asymétrique** : on peut aussi synthétiser directement un seul énantiomère en utilisant des catalyseurs chiraux.

5. Autres types de stéréoisoméris

Au-delà des énantiomères, il existe d'autres stéréoisomères : les **diastéréoisomères**, qui ne sont pas images miroir l'un de l'autre et qui ont des propriétés physiques différentes. On les rencontre notamment dans les molécules à plusieurs centres stéréogènes (composés méso, formes érythro/thréo).

La stéréochimie joue également un rôle crucial dans les réactions chimiques : une réaction stéréospécifique donnera un stéréoisomère particulier, tandis qu'une réaction stéréosélective favorisera un stéréoisomère sans être exclusive.

Conclusion

La chiralité et les énantiomères sont des concepts clés en chimie. Ils permettent de comprendre pourquoi certaines molécules interagissent différemment avec le vivant, et ils ont des applications majeures en synthèse organique, en pharmacie et en biologie. Maîtriser la stéréochimie est essentiel pour tout chimiste, car la forme tridimensionnelle des molécules conditionne leurs propriétés et leurs fonctions.