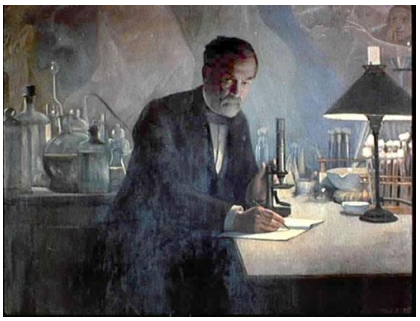
TP01 Chapitre 11 : La chiralité des molécules.

Sur les traces de Pasteur.



Louis Pasteur remarque que l'échantillon de sel d'acide tartrique qu'il observe au microscope est composé de deux formes de cristaux. L'orientation des facettes n'est pas toujours la même, il distingue des cristaux «gauches» et des cristaux «droits». L'une de ces formes est l'image de l'autre dans un miroir, et ne lui est pas superposable: les cristaux sont donc des objets chiraux.
Pasteur trie manuellement les deux formes de cristaux, et étudie leurs propriétés optiques après dissolution dans l'eau. En étudiant séparément les deux formes, il constate que leurs propriétés optiques sont différentes alors que leurs propriétés chimiques sont identiques : il postule que les molécules d'acide tartrique sont elles -mêmes chirales. Cette expérience est la première mise en évidence de la chiralité des molécules et marquera l'histoire de la chimie. Elle amènera ainsi les chimistes français Le Bel et hollandais Van't Hoff, en 1874, à postuler la géométrie tétraédrique des doublets liants de l'atome de carbone.

Prix de Nobel de Chimie 2001 et chiralité

Le prix Nobel de chimie 2001 a été attribué pour moitié à l'Américain William S. Knowles et au Japonais Ryoji Noyori, et pour l'autre moitié à l'Américain K. Barry Sharpless. Les trois chercheurs sont ainsi récompensés par l'Académie des sciences de Suède pour leurs travaux sur la synthèse des molécules chirales.
Il arrive que pour une même formule chimique il existe deux molécules différentes qui sont l'image l'une de l'autre dans un miroir. On les appelle des molécules chirales. Lors de la synthèse de base de ces molécules chirales, les deux formes sont présentes en quantités égales. Les travaux de William S. Knowles, effectués en 1968 et perfectionnés en 1980 par Ryoji Noyori, ont montré qu'il était possible de favoriser un type de molécule chirale au détriment de l'autre grâce à des métaux dits « de transition » qui catalysent la réaction. Ils ont particulièrement développé cette technique pour un type majeur de réactions chimiques appelées hydrogénations.
En 1980, K.Barry Sharpless a développé des catalyseurs métalliques pour d'autres réactions importantes : les oxydations

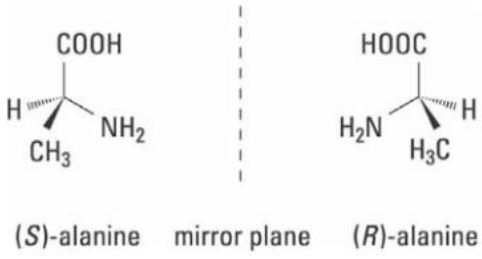


Figure 1. Chirality in the amino acid alanine is illustrated with models of its two forms, which are mirror images of each other. They are designated (*S*) and (*R*).

Questions.

Q1. Quelles observations expérimentales menées par Louis Pasteur ont permis de mettre en évidence la chiralité des molécules d'acide tartrique ?

Q2. Quelle définition peut-on donner de la chiralité ?

Un premier aspect de la chiralité :
https://www.nobelprize.org/educational/chemistry/chiral/game/game.html

Réaliser 1.

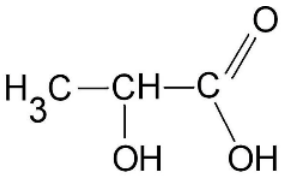
Construire, à l'aide de modèles moléculaires, la molécule de dichlorométhane CH_2Cl_2.
Regarder son image dans un miroir.
Construire la molécule « image dans un miroir ».

Appel professeur.

Cette molécule est-elle chirale ? Pourquoi ?

Réaliser 2.

Entourer les groupes caractéristiques sur la formule de l'acide lactique.



Justifier son nom dans la nomenclature officielle :
acide 2-hydroxypropanoïque

Construire, à l'aide de modèles moléculaires, la molécule d'acide lactique.
Construire la molécule image dans un miroir.
Cette molécule est-elle chirale ?

Appel professeur.

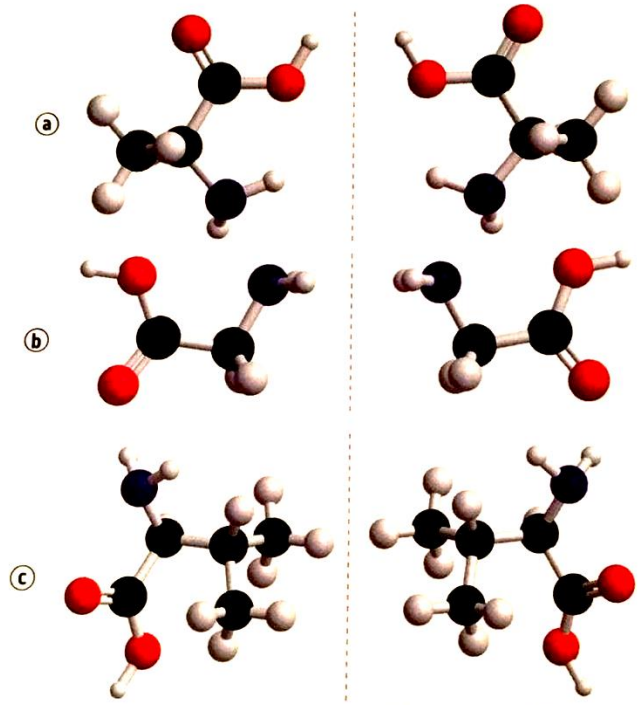
Réaliser 3 : retour sur le prix Nobel.

Construire, à l'aide de modèles moléculaires, la molécule de (R)-alanine.
Représenter la molécule de (R)-alanine en lui faisant faire un demi-tour sur elle-même, afin d'avoir le groupement NH_2 vers la droite. On fera une représentation avec les mêmes caractéristique que le document proposé.
Comparer à la (S)-alanine.
Cette molécule est-elle chirale ?

Appel professeur.

Aller sur Scribmol (moteur de recherche + navigateur) :
Visualiser la molécule (R)-alanine. Visualiser en même temps la molécule (S)-alanine.
Déplacer les molécules pour comparer les 2 molécules et voir qu'elles ne sont pas superposables (alt + souris).

Analyser 1.



Modèles 3D d'acides α-aminés naturels : alanine [a], glycine [b] et valine [c], ainsi que leurs images dans un miroir.

Repérer les molécules chirales.

Y-a-t-il un carbone qui joue un rôle particulier pour ces molécules ?