

T.P : chapitre 10: La chiralité des acides α -aminés.

1. « Gauche et droite: l'asymétrie des molécules serait d'origine cosmique! »

Des expériences menées en France, au synchrotron SOLEIL ⁽¹⁾, ont testé une hypothèse étonnante sur l'origine cosmique de l'homochiralité : une caractéristique essentielle et intrigante des molécules du vivant !

C'est une caractéristique cruciale de la plupart des molécules qui forment le vivant : elles existent sous deux formes symétriques, comme nos mains ou nos pieds.

Prenez par exemple un **acide aminé**, brique de base des protéines, ou un sucre. Il en existe deux formes qui sont comme une image et son reflet dans un miroir ou comme la main gauche et la main droite : **symétriques, mais pas superposables**. De même que le pied droit n'aime pas la chaussure gauche, les deux formes d'une molécule dite chirale (du grec *kheir*, main), ne sont pas interchangeables, elles n'ont pas les mêmes propriétés.

Cependant la comparaison avec nos mains a une limite : chez les molécules, les deux formes – appelées énantiomères- ne sont pas présentes en quantité équivalente dans les organismes vivants. Ainsi, les acides aminés n'existent que sous leur forme gauche (molécule renvoyant la lumière vers la gauche) alors que les sucres composants l'ADN existent eux sous leur forme droite. Comment expliquer cette présence dans le vivant d'un seul énantiomère, phénomène appelé homochiralité ? Est-il apparu sur Terre au cours de l'évolution de la vie ou bien trouve-t-il son origine dans l'univers ? Les deux hypothèses s'affrontent.

Dans certaines **météorites**, comme celle de Murchison retrouvée en Australie, un déséquilibre entre molécules chirales a été détecté, avec un excès de l'une ou l'autre forme. L'homochiralité aurait donc pu être amenée sur Terre via ces acides aminés fabriqués dans le milieu interstellaire, véhiculés par des comètes ou des météorites.

Des chercheurs basés en France ont testé cette hypothèse grâce à des grains de poussières et de glace produits en laboratoire, similaires aux glaces interstellaires. Ils ont soumis ces grains à une lumière particulière (un rayonnement ultra-violet polarisé circulairement) grâce au synchrotron SOLEIL installé à Gif-sur-Yvette. Ces conditions reproduisent le milieu interstellaire où se forment des acides Aminés à partir d'un milieu ne contenant pas de molécules chirales.

Laurent Nahon, Louis d'Hendecourt, Pierre de Marcellus (Institut d'astrophysique spatiale, Université Paris-Sud 11 / CNRS) et leurs équipes ont obtenu des résultats très intéressants.

Les chercheurs observent un net déséquilibre : un excès supérieur à 1,3% d'un énantiomère d'un acide aminé, l'alanine. Ces travaux, publiés cette semaine dans les *Astrophysical Journal Letters*, confirmeraient la piste cosmique de l'homochiralité.

Sciences et Avenir.fr (04/01/2011)

(1) *Le synchrotron est un accélérateur de particules qui permet d'observer les plus petites structures de la matière.*

Le synchrotron SOLEIL est le centre de rayonnement synchrotron français, à la fois grand instrument pluridisciplinaire, et laboratoire de recherche.

2. Les acides aminés

Les acides aminés sont des molécules qui entrent dans la composition des protéines grâce à leur assemblage par des liaisons que l'on appelle peptidiques.

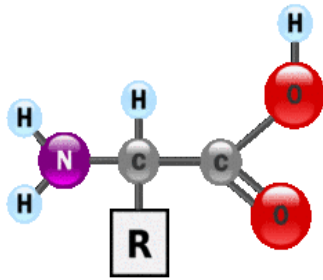
Leur nom provient du fait qu'ils possèdent une fonction amine (NH₂) et une fonction acide carboxylique (COOH). Ils se distinguent par leur chaîne latérale, R, qui peut être un simple atome d'hydrogène (c'est la glycine), ou bien plus complexe.

Les acides α -aminés se définissent par le fait que leur groupe *amine* est lié à l'atome de carbone adjacent au groupe *acide carboxylique* (le carbone α)

Il existe une centaine d'acides aminés, mais seuls 22 sont codés par le génome des organismes vivants. Chaque acide aminé confère à la protéine des propriétés chimiques spécifiques, et l'ordre d'assemblage lui donne une fonction bien précise.

Thème : Comprendre.

Parmi eux, 19 acides aminés ne contiennent que quatre éléments chimiques : le carbone, l'hydrogène, l'oxygène et l'azote ; deux acides aminés contiennent en plus un atome de soufre, et un acide aminé assez rare contient un atome de sélénium.

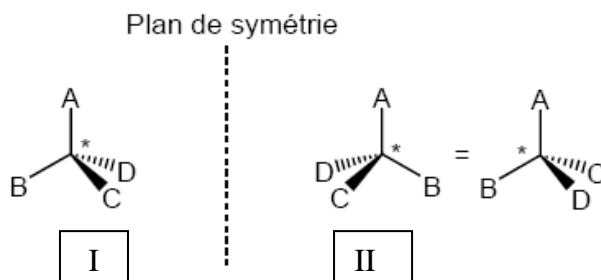


Structure générale des acides α -aminés

D'après sites Internet futura science et Wikipedia

acides aminés	
$\text{R-CH(NH}_2\text{)-CO}_2\text{H}$	
H-	glycine
CH ₃ -	alanine
(CH ₃) ₂ CH-	valine
(CH ₃) ₂ CHCH ₂ -	leucine
HOCH ₂ -	sérine
HO ₂ CCH ₂ -	ac. aspartique
HO ₂ C(CH ₂) ₂ -	ac. glutamique

3. Représentation de CRAM des molécules contenant un atome de carbone asymétrique (repéré par un astérisque)



Molécule chirale, non superposable à son image dans un miroir plan

- Un atome de carbone est dit **asymétrique** s'il est lié à 4 atomes ou groupes d'atomes différents.

- Conventions de **Cram** :

en avant du plan de la figure

en arrière

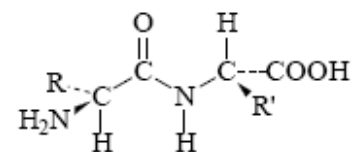
dans le plan

- Les molécules I et II sont **énantiomères** l'une de l'autre.

<http://www.chups.jussieu.fr/polys/chimie/chimieorganique/Dia3CO2007.pdf>

Questions. :

1. Quelles sont les fonctions présentes dans les molécules d'acides aminés ? Représenter la formule semi-développée de la molécule de leucine et entourer ces fonctions.
2. Parmi les acides α -aminés, un seul n'est pas chiral. Lequel ? Pourquoi tous les autres acides α -aminés sont-ils chiraux ?
3. Réaliser les modèles moléculaires possibles de la molécule d'alanine. En utilisant la représentation de Cram, dessiner deux molécules différentes (appelées énantiomères) de l'alanine
4. Ces deux formes existent-elles dans la nature ? Quelle hypothèse privilégie les chercheurs actuellement pour expliquer ce phénomène ?
5. La réaction de formation d'une liaison entre deux acides α -aminés conduit à un dipeptide.
 - a. Comment se nomme cette liaison ?
 - b. Combien d'atome(s) de carbone asymétrique(s) comporte ce dipeptide ? Le(s) repérer par un astérisque
 - c. Comment se nomme le groupe caractéristique ainsi formé ?



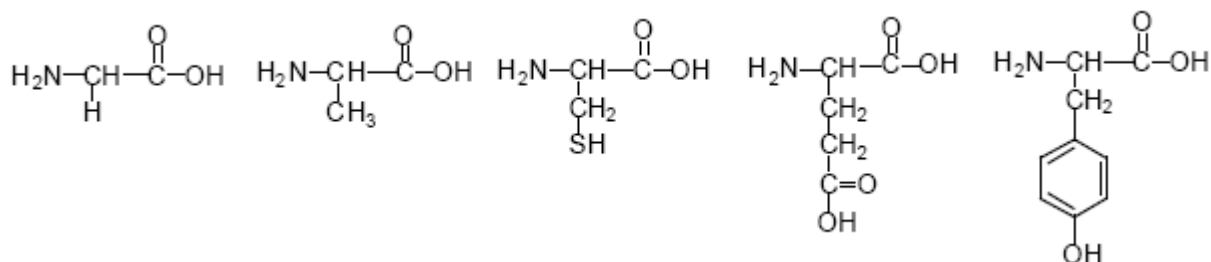
Complément :

Les cheveux

1- La structure du cheveu

La kératine est une protéine (assemblage d'acides aminés) constituant de 65 à 95 % de la masse des cheveux. Le cheveu humain est formé à partir d'une vingtaine d'acides α -aminés, le plus important en quantité est la cystéine (Le cheveu en contient environ 17,5 %).

Voici une liste d'acides α -aminés, dont certains entrent dans la constitution du cheveu :



- Donner la formule générale semi-développée d'un acide α -aminé
- La cystéine contient un seul atome de soufre et un seul atome d'azote, les autres éléments chimiques présents étant le carbone, l'oxygène et l'hydrogène.
Parmi les acides aminés ci-dessus, quelle est la molécule de cystéine ?

2- La couleur du cheveu

La couleur naturelle des cheveux dépend de la présence de pigments, les mélanines, de leur abondance et de leur répartition.

Le produit de départ de la biosynthèse de la mélanine est la tyrosine de formule ci-contre. La tyrosine est un acide α -aminé qualifié d'essentiel. En effet, parmi la vingtaine d'acides α -aminés nécessaires à la vie de l'être humain, 8 d'entre eux sont qualifiés d'essentiels. Cela signifie qu'il doit être apporté par l'alimentation, car notre métabolisme ne le synthétise pas.

Lorsqu'on veut construire une molécule de tyrosine à partir de modèles moléculaires, il est possible d'obtenir deux structures différentes.



1. Pour quelle raison peut-on obtenir deux structures différentes ?
2. Dessiner ces deux structures en représentation de Cram
3. Pour quelle raison ces deux structures ne sont-elles pas superposables ?
4. Comment se nomme la propriété associée à cette caractéristique ?
5. Les 2 molécules de tyrosine sont-elles identiques, énantiomères ou diastéréoisomères ?

D'après sujets des Olympiades de la Chimie, académies de Nantes (2003) et de Rouen (2004)