

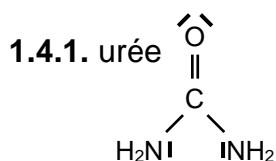
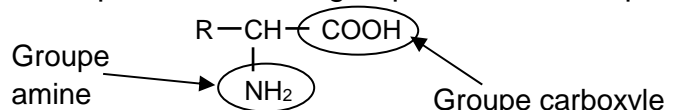
EXERCICE II : À LA RECHERCHE DES MOLÉCULES DE LA VIE (8 points)

1.1. Miller a testé l'hypothèse de la formation des premières molécules organiques sur Terre. Pour cela, il a soumis un mélange d'eau et de molécules très simples, présentes dans l'atmosphère primordiale (NH_3 , CH_4 et H_2), à des décharges électriques.

1.2. Les réactifs utilisés par Miller contiennent les éléments N, C, O et H qui sont présents dans les molécules de la vie (acides aminés, sucres, etc.). En arrivant à synthétiser ces molécules simples, il montre que l'apparition de structures plus complexes, nécessaires à la vie, est possible dans des conditions expérimentales "terrestres".

1.3. Un acide aminé est un composé bi-fonctionnel qui contient les groupes caractéristiques amine et carboxyle.

Le groupe carboxyle donne le nom « acide ».
Le groupe amine donne l'adjectif « aminé ».

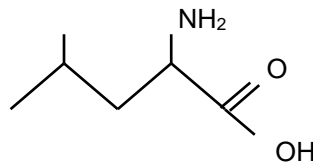


Les atomes d'oxygène et d'azote respectent la règle de l'octet.
L'atome d'oxygène partage deux doublets liants avec l'atome de carbone central, il est donc entouré de deux doublets non-liants.

L'atome d'azote partage 1 doublet liant avec l'atome de carbone et deux doublets liants avec les deux atomes d'hydrogène, il est donc entouré d'un doublet non-liant.

1.4.2. Le formaldéhyde se nomme officiellement **méthanal**.

2.1.1. Formule topologique de la leucine :



2.1.2. La leucine et l'isoleucine possèdent la même formule brute mais des formules semi-développées différentes. Ce sont des isomères (de chaîne).

2.2. La spectroscopie de masse n'est pas adaptée : les deux molécules ont même masse molaire.

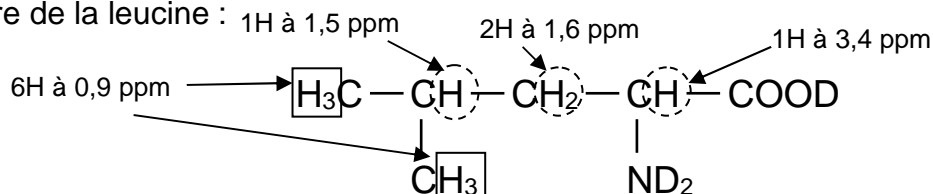
La spectroscopie IR n'est pas adaptée : les deux molécules possèdent les mêmes fonctions chimiques.

La spectroscopie de RMN est une bonne méthode. Elle fournit un spectre différent selon la structure de la molécule, en effet les atomes d'hydrogène apparaissent différemment selon leur environnement dans la molécule.

2.3. Le spectre de RMN de l'isoleucine comporterait 5 signaux et non pas 4.

- Un doublet intégrant pour 6 H, $\delta = 0,9$ ppm : 6 atomes d'H équivalents avec un seul H voisin.
- Un multiplet intégrant pour 1 H, $\delta = 1,5$ ppm : 1 atome d'H ayant de nombreux H voisins.
- Un triplet intégrant pour 2 H, $\delta = 1,6$ ppm : 2 atomes d'H équivalents ayant deux H voisins
- Un triplet intégrant pour 1 H, $\delta = 3,4$ ppm : 1 atome d'H (différent des précédents) ayant deux H voisins. (Le déblindage est plus important à cause de la proximité des atomes électro-négatifs O et de N).

C'est le spectre de la leucine :

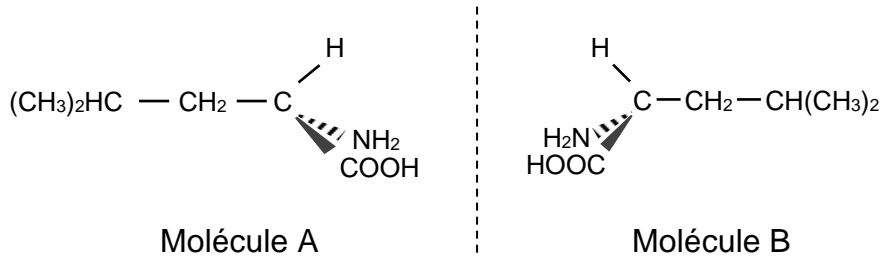


3.1. L'espace intersidéral est "extraordinairement froid". La température est un facteur cinétique et une température basse est défavorable aux réactions chimiques. Certaines particules, présentes dans l'espace, peuvent jouer le rôle de catalyseur : il s'agit cette fois d'un élément favorable aux réactions chimiques de synthèses.

3.2.1. Une molécule chirale est une molécule non superposable à son image dans un miroir plan. C'est le cas par exemple lorsqu'elle possède un seul atome de carbone asymétrique.

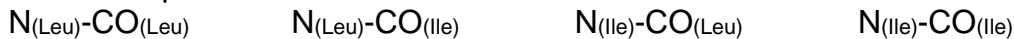
Un mélange racémique contient deux énantiomères (molécules images l'une de l'autre dans un miroir plan) en quantités égales.

3.2.2. Dans le cas de la leucine, le carbone asymétrique est celui porteur des groupes carboxyle et amino. Les deux énantiomères sont les suivants :



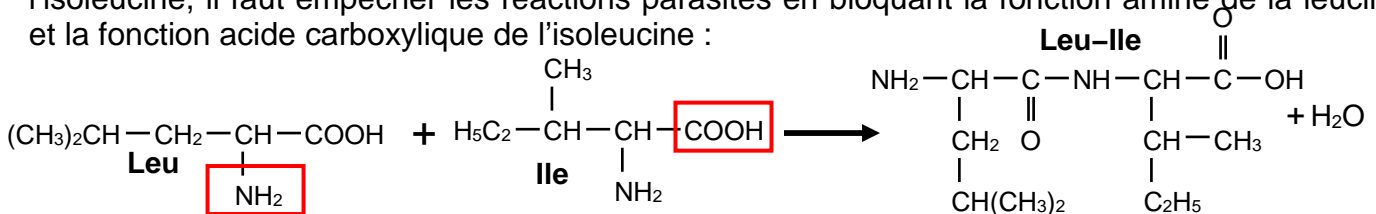
Un mélange contenant autant de molécules A que de molécules B est un mélange racémique.

4.1. Lors de la formation d'un dipeptide, la fonction acide carboxylique d'une molécule d'acide aminé (Leu ou Ile) réagit avec la fonction amine d'une autre molécule d'acide aminé (Leu ou Ile) . Il y a donc $2^2 = 4$ possibilités :



Si on tient compte de l'énantiométrie, chacun des deux acides aminés possède deux énantiomères, il y a donc 4 acides aminés différents dans un mélange racémique et chacun peut réagir avec lui-même ou les trois autres. Dans ces conditions il y a $2^4 = 16$ possibilités.

4.2. Pour faire réagir la fonction acide carboxylique de la leucine avec la fonction amine de l'isoleucine, il faut empêcher les réactions parasites en bloquant la fonction amine de la leucine et la fonction acide carboxylique de l'isoleucine :



4.3. La synthèse d'un seul dipeptide nécessite 3 étapes qu'il faut répéter pour chaque nouveau maillon de la chaîne de 50 acides aminés.

La multiplication des étapes nécessite un **temps de synthèse très long**.

De plus elle diminue le rendement global.

(Chaque étape d'une synthèse s'effectue avec un rendement inférieur à 100%.

En supposant un rendement identique à chaque opération et égal à $x\%$, le rendement global de la synthèse est de $x^3 \%$ pour un dipeptide et $x^{3(n-1)} \%$ pour un n -peptide.

Si $x = 0,98$ (ce qui est un excellent rendement), le rendement global pour un polypeptide de 50 acides aminés n'est plus que $0,98^{3 \times 49} = 5\%$)