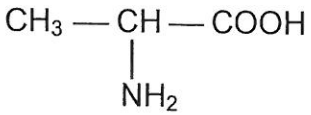
EXERCICE III – L'HOMOCHIRALITÉ DU VIVANT (5 points)

L'homochiralité du vivant est étroitement liée à la synthèse des protéines, elle-même maillon indispensable à la vie.
L'objectif de l'exercice est d'étudier l'origine de cette homochiralité.

1. L'alanine, une molécule du vivant

L'alanine est un acide α-aminé de formule :



1.1. L'analyse de la formule semi-développée de la molécule d'alanine peut-elle justifier l'appartenance de ce composé à la famille des acides aminés ?

1.2. Justifier qu'il existe deux stéréoisomères de l'alanine. En donner la représentation de Cram et identifier le type de stéréoisomérie qui les relie.

1.3. Les protéines sont obtenues à partir d'un grand nombre d'acides α-aminés qui réagissent entre eux pour former des liaisons peptidiques, caractérisées par la fonction amide.
Deux molécules d'alanine peuvent interagir pour former une liaison peptidique,.
Représenter la formule semi-développée du dipeptide obtenu.
Déterminer la catégorie de cette réaction chimique au niveau macroscopique.
Pourquoi les protéines sont-elles qualifiées de macromolécules ?

2. Homochiralité et origine de la vie

Les documents utiles à la résolution sont rassemblés en fin d'exercice.

2.1. D'après les documents fournis, donner une définition de l'homochiralité.

2.2. Attribuer un titre à chacun des documents, en relation avec l'idée essentielle qui y est développée.

2.3. À l'aide des documents fournis et des connaissances nécessaires, rédiger en une quinzaine de lignes une synthèse répondant à la problématique suivante :

« Qu'est-ce qui permet aux scientifiques de privilégier une origine extra-terrestre à l'homochiralité du vivant ? »

Document 1 :
La nature a une « droite » et une « gauche » et sait les différencier. Il existe de nombreux exemples d'asymétrie dans la nature : les êtres humains ont l'estomac à gauche et le foie à droite. Les coquilles d'escargots forment généralement une hélice droite. Mais quelques bigorneaux présentent un enroulement gauche !
Au niveau moléculaire, on constate que, dans la nature, les réactions de synthèse conduisent à la formation d'un seul des deux énantiomères d'une molécule. Au sein du vivant, les acides aminés n'existent que sous forme « gauche » et les sucres sous une forme « droite ». C'est ce que l'on appelle l'homochiralité du vivant.

D'après le site www.ac-nancy-metz.fr

Document 2 :
Historiquement, il existe deux grandes théories : la théorie biotique et la théorie abiotique.
Selon la théorie biotique, la vie se serait développée à partir d'un mélange d'énantiomères, et c'est au fur et à mesure de ce développement que l'homochiralité serait apparue. Cette approche n'a plus le vent en poupe*.
Dans les années 1970, la découverte d'acides aminés présentant un excès d'énantiomère « gauche » dans la météorite de Murchinson appuya la théorie abiotique. Mais comment l'homochiralité s'est-elle également développée dans l'espace ? La théorie abiotique est fondée sur l'effet de la lumière dite polarisée** sur les énantiomères. Après absorption d'une lumière polarisée, les molécules se dégradent d'une manière irréversible. Cette dégradation produit un excès d'énantiomère « gauche » ou « droit » selon les molécules. Cette théorie s'appuie notamment sur la découverte en 1997 d'un rayonnement polarisé provenant de la nébuleuse d'Orion.

D'après l'interview de Laurent Nahon, chercheur, www.larecherche.fr

* avoir le vent en poupe (expression) : être favorisé par les circonstances, être dans une période de réussite, rencontrer une période de succès, de faveurs.
** lumière polarisée : lumière ayant des propriétés particulières. Une telle lumière interagit de façon différente avec un énantiomère « gauche » ou un énantiomère « droit ».

Document 3 :
Les chercheurs ont tout d'abord reproduit en laboratoire des échantillons de « glace » interstellaire et cométaire. Principale originalité de leur expérience : les glaces ont été soumises à un rayonnement ultra-violet polarisé censé reproduire les conditions rencontrées dans certains milieux interstellaires. Lors du réchauffement de ces « glaces », un résidu organique, soluble dans l'eau, s'est formé. Une analyse fine de cette substance a révélé qu'elle contenait un excès d'énantiomère « gauche » significatif d'un acide aminé chiral, l'alanine. Supérieur à 1,3 %, cet excès est comparable à celui mesuré dans les météorites primitives.

D'après http://www.heliogreen.net