



THÈME : CHIMIE ORGANIQUE

TITRE DE LA LEÇON : LES ACIDES α -AMINÉS**I. SITUATION D'APPRENTISSAGE**

Des élèves d'une classe de terminale D découvrent dans un livre de chimie, des molécules possédant une fonction acide et une fonction amine appelées "acide α -aminés". Poursuivant leur lecture, ils apprennent que ces acides α -aminés sont les constituants des protéines utilisés pour le fonctionnement du corps humain et sa construction. Fiers de leur découverte et voulant en savoir davantage, ils en parlent à leurs camarades de classe. Ensemble, ils décident de connaître la nomenclature des acides α -aminés, leurs propriétés chimiques, la liaison peptidique et les protéines.

II. CONTENUS

- **Structure des acides α -aminés**

Les acides α -aminés sont des composés organiques qui comportent une fonction acide carboxylique et une fonction amine liées au même atome de carbone.

Notation générale des acides α -aminés
$$\begin{array}{c} \text{R}-\text{CH}-\text{CO}_2\text{H} \\ | \\ \text{NH}_2 \end{array}$$
 R- est appelé résidu acide aminé.

Groupe fonctionnel acide α -aminés :
$$\begin{array}{c} -\text{CH}-\text{CO}_2\text{H} \\ | \\ \text{NH}_2 \end{array}$$

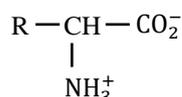
- **Nomenclature de quelques acides α -amines**

Formule sémi-développée	Nomenclature systématique	Nom	Abréviation du nom
$\begin{array}{c} \text{H}-\text{CH}-\text{CO}_2\text{H} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	Acide 2- aminoéthanoïque	glycine	GLY
$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CO}_2\text{H} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	Acide 2- aminopropanoïque	alanine	ALA
$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}-\text{CO}_2\text{H} \\ \quad \\ \text{CH}_3 \quad \text{NH}_2 \end{array}$	Acide 2- amino-3- méthylbutanoïque	valine	VAL

- **Propriétés acido-basique des acides α -aminés**

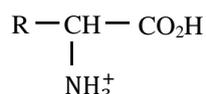
En solution aqueuse, le groupe acide carboxylique ($-\text{CO}_2\text{H}$) a tendance à céder un proton H^+ alors que le groupe amine ($-\text{NH}_2$) a tendance à capter un proton H^+ .

- A l'état pur les acides α -aminés se présente sous la forme d'ion dipolaire appelé amphion ou zwitterion.

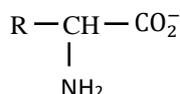


- En milieu acide l'ion dipolaire se comporte comme une base, il capte un proton H^+ .

La forme prédominante est le cation :



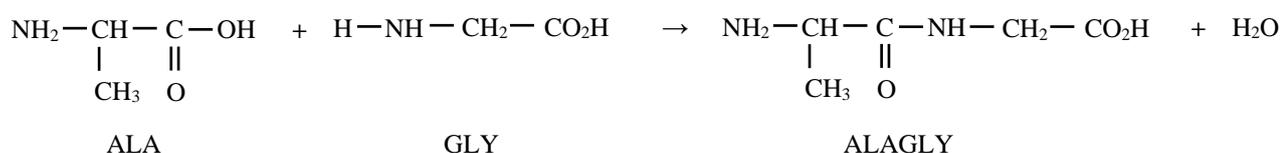
- En milieu basique l'ion dipolaire se comporte comme une base, il capte un proton H^+ . La forme prédominante est l'anion :



▪ La liaison peptidique

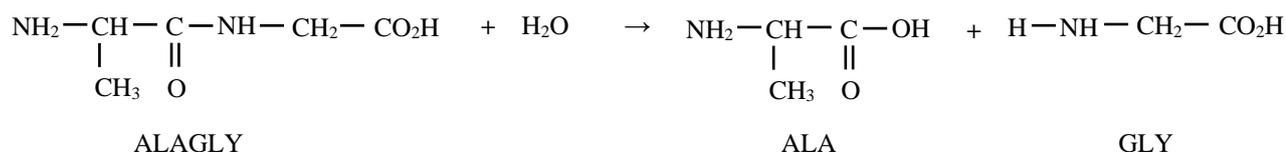
La liaison peptidique résulte de la condensation entre le groupe carboxyle ($-CO_2H$) d'un acide α -aminé et le groupe amine ($-NH_2$) d'un autre acide α -aminé. Le corps obtenu est appelé un **dipeptide**.

Exemple : le dipeptide ALAGLY



Le groupe $\begin{array}{c} -C-NH- \\ || \\ O \end{array}$ est appelé **liaison peptidique**

▪ Hydrolyse de la liaison peptidique



L'hydrolyse d'un dipeptide donne les deux acides α -aminés de départ qui ont permis d'obtenir le dipeptide.

▪ Caractérisation de la liaison peptidique

La réaction de Biuret permet de caractériser la liaison peptidique dans des molécules (molécules ayant au moins deux liaisons peptidiques).

▪ Les protéines

Un dipeptide possède comme acide α -aminé, deux groupes lui permettant de former des nouvelles liaisons peptidiques avec deux autres molécules d'acides α -aminés. On peut obtenir ainsi un tripeptide, puis un tétrapeptide, etc ... Si on continue la condensation, on obtiendra des polypeptides composés de plusieurs acides α -aminés reliés entre elles par des liaisons peptidiques. Quand le nombre d'acides α -aminés est encore plus important on ne parle plus de polypeptides mais de protéines.

SITUATION D'ÉVALUATION

Un groupe d'élèves de terminale scientifique se propose d'identifier un dipeptide noté D.

Les informations en leur possession sont les suivantes :

I- Le dipeptide D résulte de la réaction de condensation entre deux acides α -aminés A et B. La chaîne carbonée de B possède deux ramifications.

II- L'analyse quantitative a permis de déterminer les pourcentages massiques de carbone, d'hydrogène et d'azote du composé A : %C = 40,45 ; %H = 7,87 et %N = 15,72. De plus la molécule du composé A possède deux atomes d'oxygène.

III- La réaction de A avec un autre acide α -aminé B de formule $C_4H_9-CH(NH_2)-COOH$ donne le

dipeptide D. A est l'acide α -aminé N terminal (blocage de la fonction amine de A).

Éprouvant quelques difficultés, le groupe te sollicite afin de l'aider.

1. Définis un dipeptide.

2.

2.1 Vérifie que la formule brute de A s'écrit $C_3H_7NO_2$;

2.2 Écris sa formule semi-développée ;

2.3 Nomme A ;

2.4 Écris la formule semi-développée de B.

3.

3.1 Écris l'équation-bilan traduisant la synthèse du dipeptide D.

3.2 Entoure la liaison peptidique.

Solution

1. Définition

Un dipeptide résulte de la réaction de condensation de deux molécules d'acide α -aminé.

2.

2.1 Vérification

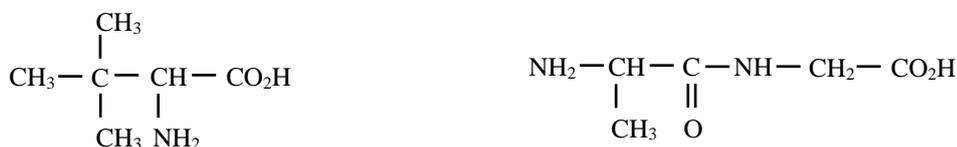
A partir de la formule brute $C_xH_yN_zO_2$ on tire $\frac{12x}{\%C} = \frac{y}{\%H} = \frac{14z}{\%N} = \frac{32}{100\% - (\%C + \%H + \%N)}$

Ce qui conduit à $x = 3$; $y = 7$ et $z = 1$. On retrouve bien formule brute $C_3H_7NO_2$.

2.2 Formule semi-développée :
$$\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CO}_2\text{H} \\ | \\ \text{NH}_2 \end{array}$$

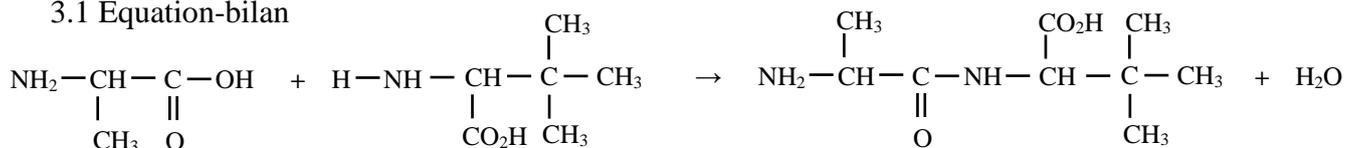
2.3 Nom : acide 2- aminopropanoïque

2.4 Formule semi-développée de B

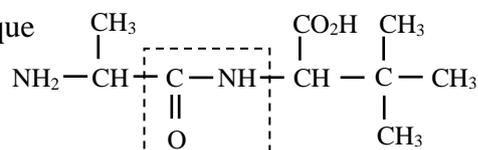


3.

3.1 Equation-bilan



3.2 Liaison peptidique



IV. EXERCICES

Exercice 1

Tu considères les affirmations suivantes :

N°	Affirmation	V	F
1	Un acide α -aminé possède à la fois une fonction acide carboxylique et une fonction amine.		
2	Un amphion ou zwitterion est un ion mono polaire.		
3	En milieu très acide l'acide α -aminé existe essentiellement sous forme de cation.		
4	En milieu très basique l'acide α -aminé existe essentiellement sous forme d'anion.		

Mets une croix dans la case V si l'affirmation est vraie ou dans la case F si l'affirmation est fausse.

Solution

N°	Affirmation	V	F
1	Un acide α -aminé possède à la fois une fonction acide carboxylique et une fonction amine	x	
2	Un Amphion ou zwitterion est un ion mono polaire		x
3	En milieu très acide l'acide α -aminé existe essentiellement sous forme de cation	x	
4	En milieu très basique l'acide α -aminé existe essentiellement sous forme d'anion	x	

Exercice 2

La glycine est un acide α -aminé de formule brute $C_2H_5O_2N$.

1. Ecris sa formule semi-développée.
2. Donne son nom dans la nomenclature systématique.
3. Ecris la formule chimique de l'ion dipolaire ou amphion correspondant.

Solution

1. H_2N-CH_2-COOH
2. Acide-2-aminoéthanoïque
3. $^+H_3N-CH_2-COO^-$

Exercice 3

Après le cours de chimie sur les acides α -aminés, un groupe d'élèves de ta classe entreprend de faire des recherches sur la réaction entre l'alanine et un acide α -aminé A de formule semi-développée : $R-CH(NH_2)-CO_2H$
 $R-$ est un radical alkyle ramifié.

Ils découvrent que la réaction conduit à deux dipeptides P_1 et P_2 de masse molaire $188 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ chacun.

Ils te sollicitent afin de les aider à identifier l'acide α -aminé A.

1. Écris les formules semi-développées de P_1 et P_2 .
2. Détermine la formule semi-développée de A.
3. Donne son nom dans la nomenclature systématique.

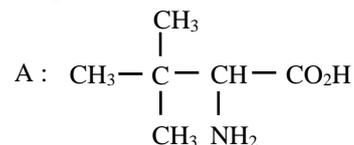
Solution

1. Les formules semi-développées de P_1 et P_2



2. Formule semi-développée de A

$$M_{P_1} = 14n + 146 \text{ soit } n = \frac{M_{P_1} - 146}{14} \text{ A.N. : } n = 3$$

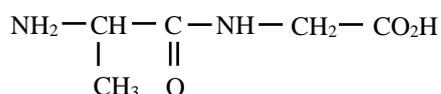


3. Nom

Acide 2-amino-3-méthylbutanoïque

Exercice 4

Un groupe d'élèves de terminale d'un Lycée Moderne désire avoir des informations sur la synthèse exclusive d'un dipeptide P_1 , à partir de deux acides α -aminés A_1 et A_2 . Le dipeptide P_1 a pour formule semi-développée :

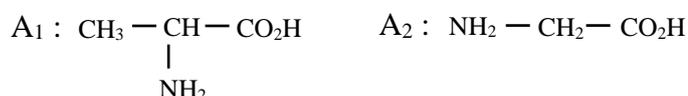


Éprouvant quelques difficultés, le groupe te sollicite afin de l'aider.

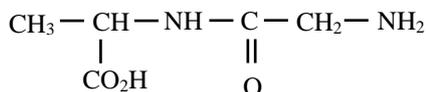
1. Écris les formules semi-développées des acides α -aminés A_1 et A_2 utilisés.
2. Décris le principe de synthèse du dipeptide P_1 .
3. Écris la formule semi-développée du dipeptide P_2 isomère de P_1 .

Solution

1. Formules semi-développées d' A_1 et de A_2



2. Principe de synthèse du dipeptide P_1
 - blocage de la fonction amine de A_1 ;
 - blocage de la fonction acide de A_2 ;
 - activation de la fonction acide de A_1 ;
 - activation de la fonction amine de A_2 ;
 - déblocage de la fonction amine de A_1 ;
 - déblocage de la fonction acide de A_2 .
3. Formule semi-développée du dipeptide P_2



Exercice 5

Lors d'une séance de préparation d'un devoir de niveau, votre professeur vous demande dans un exercice d'identifier un acide α -aminé B qui sert de réactif dans la synthèse d'un composé organique D . Au cours de cette synthèse, l'acide α -aminé B de formule $RCH(NH_2)COOH$ où R est un groupe alkyle saturé, réagit avec la valine de formule semi-développée $CH_3CH(CH_3)CH(NH_2)$. Cette réaction conduit à un dipeptide dont la masse molaire est $M = 188\text{g/mol}$

Les masses molaires atomiques en g/mol des éléments chimiques intervenant dans les formules sont : H (1) ; C (12) ; O (16) ; N (14).

Ton voisin qui était appelé à résoudre l'exercice au tableau, peine à le faire. Ton professeur te désigne pour le remplacer.

1. Donne :
 - 1.1. Le nom systématique de la valine.
 - 1.2. Le nom du type particulier de la liaison rencontrée dans le composé D
2. Explique ce qu'il faut faire pour obtenir qu'un seul dipeptide, celui où B est l'acide α -aminé terminal.

3. Ecris l'équation de la réaction chimique entre la valine et le composé D.
4. Détermine le groupe alkyle R du composé B.
5. Identifie B (formule semi-développée et nom).

Corrigé

1. Je donne

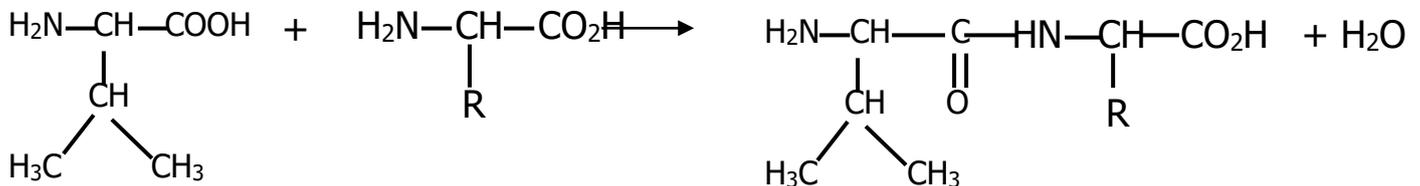
1.1. Le nom systématique de la valine :
Acide 2-amino-3-méthylbutanoïque

1.2. Le nom du type de liaison dans D
La liaison peptidique

2. J'explique ce qu'il faut faire

Il faut d'une part bloquer ou désactiver les groupes qui participent aux réactions non souhaitées et d'autre part activer l'un des groupes participant à la réaction voulue.

3. J'écris l'équation.



4. Je détermine le groupe alkyle R :

La formule de R est C_nH_{2n+1} $M(R-) = 12n + (2n + 1) + 1 = 14n + 1$

$$M = M(\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}(\text{NH}_2)\text{CONH}\underset{\text{R}}{\text{CH}}-\text{CO}_2\text{H}) + M(\text{R}-)$$

$$M(\text{R}-) = M - M(\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}(\text{NH}_2)\text{CONH}\underset{\text{R}}{\text{CH}}-\text{CO}_2\text{H})$$

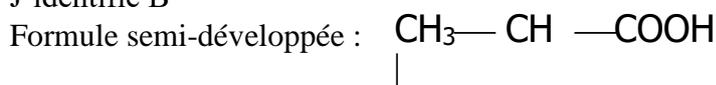
$$\begin{aligned} M(\text{R}-) &= M - (7M_C + 13M_H + 7M_N + 3M_O) \\ &= 188 - (7 \times 12 + 13 \times 1 + 2 \times 14 + 3 \times 16) \end{aligned}$$

$$M(\text{R}-) = 15$$

$$14n + 1 = 15$$

$$n = \frac{15-1}{14} = 1 \Rightarrow \text{R} - \text{est le groupe méthyle } (\text{CH}_3-)$$

5. J'identifie B



Nom : Acide 2-aminopropanoïque (Alanine).

IV. DOCUMENTS (Ressources pour approfondir le compréhension de la leçon)

En biochimie, les acides α -aminés jouent un rôle crucial dans la structure, le métabolisme et la physiologie des cellules de tous les êtres vivants connus, en tant que constituants des peptides et des protéines. Ils constituent à ce titre l'essentiel de la masse du corps humain après l'eau. Ils présentent, à de rares exceptions près, une structure générique du type $H_2N-CHR-COOH$, où R est la chaîne latérale identifiant l'acide α -aminé. Toutes les protéines de tous les êtres vivants connus ne sont constituées — à quelques exceptions près — que de 22 acides aminés différents, parfois légèrement modifiés, dits acides aminés protéinogènes. Parmi ceux-ci, 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. Ces acides aminés forment de longs biopolymères linéaires, appelés polypeptides, dans lesquels les monomères sont unis entre eux par des liaisons peptidiques. Un acide aminé engagé dans une ou deux liaisons peptidiques au sein d'un polypeptide est un résidu d'acide aminé. L'ordre dans lequel ces résidus se succèdent dans les polypeptides est la séquence peptidique et est déterminé par les gènes à travers le code génétique, qui établit une relation entre les codons de trois bases nucléiques et chacun de ces résidus.

Les acides aminés sont quasiment tous des molécules chirales, dont les représentants naturels sont essentiellement les énantiomères L ; il existe également des acides aminés D dans les parois bactériennes et certains antibiotiques, comme la gramicidine, qui est un peptide non ribosomique. Outre leur rôle dans les protéines, les acides aminés protéinogènes peuvent également être précurseurs de biosynthèses importantes. C'est par exemple le cas de la glycine, précurseur de la porphyrine, laquelle donne l'hème des globules rouges, ainsi que de l'acide inosinique, qui donne les bases puriques des acides nucléiques. En outre, plusieurs acides aminés, protéinogènes ou non, jouent également un rôle central dans la physiologie de l'organisme, indépendamment de leur contribution aux protéines. Ainsi, la carnitine, un acide aminé non protéinogène, intervient dans le transport des lipides. Le glutamate (protéinogène) et l'acide- γ -aminobutyrique (GABA, non protéinogène) sont, dans le cerveau, respectivement le principal neurotransmetteur excitateur et le principal inhibiteur du système nerveux central. Il existe par ailleurs de très nombreux autres acides α -aminés biologiques non protéinogènes, dont certains dérivent des acides aminés protéinogènes par modification post-traductionnelle sur les protéines — par exemple la citrulline, qui dérive de l'arginine, et l'acide pyroglutamique, par lactamisation de l'acide glutamique — ou n'entrent pas dans la constitution des protéines — par exemple la DOPA et l'ornithine. Certains acides α -aminés naturels peuvent également être toxiques, comme l'acide domoïque, qui est une phycotoxine.

Neuf des 22 acides aminés protéinogènes sont dits essentiels pour l'homme car ils ne peuvent pas être produits par le métabolisme humain et doivent par conséquent être apportés directement par l'alimentation. D'autres acides aminés peuvent également être essentiels selon l'âge ou l'état de santé. La liste des acides aminés essentiels diffère selon les espèces: les ruminants, par exemple, obtiennent plusieurs acides aminés, qu'ils ne synthétisent pas eux-mêmes, à partir des produits de digestion par les microorganismes dans leur réticulorumen. En raison de leur importance biologique, les acides aminés sont des éléments importants en nutrition et sont couramment utilisés dans les compléments alimentaires. Diverses technologies font également appel aux acides aminés, par exemple comme engrais, en technologie alimentaire dans l'industrie agroalimentaire, en pharmacie, en chimie fine et en synthèse organique (synthèse asymétrique par exemple).

Source : wikipédia