

FRANÇOIS BONIN

ACIDES AMINÉS

Études sur les acides aminés

## Avant-propos

Les acides aminés, qui sont peu connus de la plupart des gens, nous compris, sont cependant très importants, nous dit-on. Cette étude a pour but de découvrir et de comprendre les constituants ainsi que les principales fonctions des acides aminés, qui entrent dans la composition des protéines. En outre, nous voulons identifier quelles sont leurs particularités et les effets ou répercussions que ces particularités engendrent.

Cette étude, qui porte sur la biologie humaine, nous entraîne aussi vers la chimie; ces deux domaines sont souvent très complexes et difficiles à appréhender, car nous ne percevons que leurs effets et connaissons rarement les mécanismes qui produisent ces répercussions.

Même si nos connaissances en ces domaines sont limitées, notre intérêt est assez grand pour relever le défi de ce voyage, qui veut démystifier et rendre plus compréhensible nos fondements biochimiques.

Les mots suivis d'un astérisque\* renvoient au Glossaire.

## PARTIE 1

### ACIDES AMINÉS ENTRANT DANS LA COMPOSITION DES PROTÉINES

#### Chapitre 1.1 : Classification.

Les acides aminés, appelés aussi molécules quaternaires\*, sont composés de quatre éléments le Carbone (C), l'Hydrogène (H), l'Oxygène (O) et l'Azote (N). Ces acides aminés existent sous plus de 300 formes dans la nature, mais seulement 20 d'entre eux ont comme fonction principale la synthèse des protéines.

Les acides aminés sont souvent classés en acides aminés dits essentiels et ceux qui sont considérés comme étant non essentiels. Dans cette nomenclature, essentiel n'est pas lié à l'importance de l'acide aminé mais plutôt à sa provenance. Les acides aminés essentiels sont obtenus par la

consommation d'aliments, alors que les non essentiels peuvent être synthétisés par l'organisme lui-même.

Pour l'instant et vu que c'est notre but premier, nous allons nous centrer sur l'étude des acides aminés qui entrent dans la composition des protéines, qu'ils soient considérés comme essentiels ou non essentiels.

Les acides aminés indispensables aux êtres humains sont appelés acides aminés protéinogènes de structure L.

Chapitre 1.2 : Composition chimique et configuration.

Les acides aminés sont constitués d'un groupement amine ( $\text{NH}_2$ ) et d'un groupement carboxylique acide ( $\text{COOH}$ ) liés à un atome de carbone central, que l'on appelle alpha ( $\alpha$ ). Ils ne diffèrent entre eux que par leur chaîne latérale, composée essentiellement de  $\text{CH}_2$  et de  $\text{CH}_3$ , également liée au carbone central ( $\alpha$ ).

Voir le tableau 1 dans la section Annexe. Ce tableau provient du site : [usherbrook.ca](http://usherbrook.ca); la partie grisée montre le tronc commun de chacun des acides aminés et la chaîne latérale, qui descend, correspond à ce qui en fait un acide aminé différent des autres. Vous remarquerez qu'il y a des groupes et des sous-groupes.

Les acides aminés polaires sont hydrophiles, c'est-à-dire qu'ils ont une affinité avec l'eau et peuvent facilement s'y dissoudre, alors que les non polaires sont dit hydrophobes et ne sont pas solubles dans l'eau.

Comme rappel de nos cours de chimie, pour ceux qui en ont eus, le fameux tableau périodique des éléments, tableau 2 dans l'Annexe. Ce tableau est tiré du site : [alamy.com](http://alamy.com).

Parmi les 20 acides aminés rencontrés dans les protéines, 18 d'entre eux ne contiennent que 4 éléments chimiques dans leur chaîne latérale soit : du carbone, de l'hydrogène, de l'oxygène et de l'azote (C,H,O,N); 2 autres acides aminés contiennent en plus un atome de soufre (S) dans leur chaîne latérale.

Le carbone, l'hydrogène, l'oxygène et l'azote présentent la propriété de former des liaisons covalentes\* entre eux, en mettant en commun une paire d'électrons. Puisque la force d'une liaison covalente est inversement proportionnelle au poids atomique des atomes liés et que ces quatre éléments font partie des plus légers, ils sont donc capables de former des liaisons covalentes très fortes.

Un acide aminé est un aminoacide, c'est-à-dire une substance organique ayant une fonction amine et une fonction acide. Un acide est un composé qui peut fournir des protons  $H^+$ , alors qu'une amine\* est un composé organique qui a perdu un atome d'hydrogène. Les acides aminés peuvent donc être à la fois donneurs et receveurs de protons, c'est-à-dire qu'ils peuvent agir à la fois comme un acide et comme une base.

Les acides aminés s'unissent entre eux par des liaisons peptidiques\*. Cette liaison se crée lors de la réaction de condensation entre la fonction carboxyle portée par le carbone  $\alpha$  d'un acide aminé et la fonction amine portée par le carbone  $\alpha$  de l'acide aminé suivant dans la chaîne peptidique.

L'ADN\*, acide désoxyribonucléique, est composé de bases azotées soit l'adénine (A), la guanine (G), la cytosine (C) et la thymine (T). Les bases adénines se lient avec les bases thymines par deux liaisons hydrogène\* alors que les guanines s'associent avec les cytosines par trois liaisons hydrogène.

L'ARN\*, acide ribonucléique, contient quatre bases soit, adénine (A), cytosine (C), guanine (G) et, uracile (U) qui remplace thymine (T) dans l'ADN. Contrairement aux bases azotées de l'ADN, qui forment des paires toujours liées de manière identique, les bases de l'ARN se lient par trois. En effet, le code génétique associe des combinaisons de trois de ces quatre bases pour former un acide aminé donné; une séquence de trois bases s'appelle un codon. L'ordre des codons détermine alors l'ordre des acides aminés dans la protéine. Un acide aminé peut être codé par un ou plusieurs codons. Voir le tableau 3 dans l'Annexe ; ce tableau provient du site : [lyceedadultes.fr](http://lyceedadultes.fr)

La formule brute de l'Adénine (A) est :  $C_5H_5N_5$ .

La formule brute de la Cytosine (C) est :  $C_4H_5N_3O$ .

La formule brute de la Guanine (G) est :  $C_5H_5N_5O$ .

La formule brute de l'Uracile (U) est :  $C_4H_4N_2O_2$ .

Comme nous pouvons le constater, ces quatre bases azotées, à l'origine des acides aminés protéinogènes, ne diffèrent que très légèrement l'une de l'autre.

Seules les protéines sont l'expression directe de l'information génétique; ce n'est pas le cas des autres molécules du vivant (lipides et glucides), même si leur métabolisme est commandé par de l'information génétique.

Les acides aminés existent sous deux formes, la forme D et la forme L. La lettre L signifie que le groupe d'amines se situe à gauche alors que pour la forme D, le groupe d'amines se retrouve à droite.

Un enchaînement de 4 à 10 acides aminés, dont le poids moléculaire est inférieur à 100, est dit oligopeptide; lorsqu'il y a moins de 100 acides aminés ensemble et que le poids moléculaire de cet enchaînement ne dépasse pas 10 000, nous parlons de polypeptides et lorsqu'il y a plus de 100 acides aminés et un poids moléculaire de plus de 10 000, nous avons alors une protéine.

Chapitre 1.3 : Liste des acides aminés essentiels et non essentiels dans nos protéines.

Nous savons que 20 acides aminés sont utilisés dans la fabrication de nos protéines. C'est acides se divisent en trois groupes soit : les acides aminés essentiels, semi-essentiels et les non essentiels.

Les huit acides aminés essentiels sont : isoleucine, leucine, lysine, méthionine, phénylalanine, thréonine, tryptophane et valine. Ces acides ne sont pas produits par l'organisme et ils ont besoin d'un apport alimentaire pour exister et remplir leurs fonctions.

L'arginine et l'histidine sont les deux acides aminés dits semi-essentiels; dans certains cas, ils devront être assimilés à travers l'alimentation.

Les dix acides aminés non essentiels sont synthétisés par l'organisme lui-même; ce sont : alanine, asparagine, acide aspartique, glutamine, acide glutamique, cystéine, glycine, proline, sérine et tyrosine. À l'exception de la glycine, l'organisme ne produit et n'assimile que des acides aminés de type L.

Certains acides aminés classés non essentiels peuvent être considérés essentiels lorsque le corps ne les synthétise pas suffisamment. C'est le cas de la cystéine, la glycine, la tyrosine, la proline, la glutamine et l'arginine chez les enfants prématurés.

#### Chapitre 1.4 : Nourriture et acides aminés essentiels.

Les acides aminés essentiels ne sont pas synthétisés par les animaux, dont l'homme, ou bien ils sont synthétisés en quantité trop minime pour assurer le bon fonctionnement de l'organisme; heureusement les plantes et les microorganismes sont capables d'en faire la biosynthèse, en utilisant les oxydes d'azote ou l'ammoniac comme source d'azote; de là l'importance de l'alimentation.

Contrairement aux glucides et aux lipides, les acides aminés en excès ne peuvent être emmagasinés et ils sont rapidement dégradés par transamination\* ou par oxydation afin de donner un ion d'ammonium et un squelette carboné.

En outre, seulement 75% des acides aminés sont récupérés et recyclés pour le renouvellement des protéines, alors que 25% servent de précurseurs à la synthèse des autres composés aminés. Étant donné que les acides aminés ne peuvent être emmagasinés et qu'environ seulement 75% sont réutilisables pour la synthèse de nos protéines, il faut trouver, par notre alimentation, les acides aminés nécessaires. Les denrées alimentaires déficientes en acides aminés essentiels sont aussi une pauvre source de protéines équivalentes.

La biosynthèse des acides aminés nécessite beaucoup d'énergie, moles d'ATP\*. La glycine, qui est l'acide aminé le plus simple, n'en consomme que

12 moles, alors que le tryptophane a besoin de 78 moles d'ATP pour accomplir ses fonctions.

Chez les plantes, le lieu principal de la biosynthèse des acides aminés reste la feuille où la photosynthèse fournit directement les métabolites\* nécessaires aux transaminations.

Vu la grande diversité des aliments et les recommandations parfois reliées à des intérêts économiques, nous ne précisons pas pour chaque acide aminé les aliments qui sont suggérés; cependant l'Organisation Mondiale de la Santé propose de manger environ 0,75 gr de protéines de bonne qualité (viande, lait, œuf et poisson) par kg de poids corporel.

Il est aussi utile de manger des protéines végétales même si, dans l'ensemble, elles sont de valeur biologique inférieure à celle des protéines animales. Parmi les plus utiles, nous retrouvons le sarrasin, le riz, les noix, les fruits secs et les légumineuses.

Dans la nature, il y a plusieurs cycles; ici nous constatons que ce sont 20 acides aminés qui produisent d'innombrables protéines et qu'il est important de se nourrir d'aliments contenant de bonnes protéines pour refaire notre stock d'acides aminés que le corps ne peut produire.

## PARTIE 2

### PRINCIPALES FONCTIONS DES ACIDES AMINÉS

#### Chapitre 2.1 : Genèse des protéines.

Parmi les 20 acides aminés protéinogènes, 15 présentent un pK de 7 et sont donc neutres; si le pK est inférieur à 7 nous avons un acide aminé ayant un pK acide et si le pK est supérieur à 7, nous avons un acide aminé basique. Les deux acides aminés ayant un pK acide sont l'acide glutamique (2,7) et l'acide aspartique (3,2). Les trois aminoacides basiques sont l'histidine (7,6), la lysine (9,7) et l'arginine (10,7).

Une fois dans l'organisme, les 20 acides aminés protéinogènes peuvent accomplir différentes tâches. La principale fonction des acides aminés est la synthèse de protéines, si importantes pour notre organisme; plusieurs de ces acides participent aussi à la synthèse de dérivés azotés non protéiques. Parmi ces acides aminés, certains ont plutôt une fonction énergétique; ils sont capables de décomposer l'ammoniac ( $\text{NH}_3$ ) et d'aboutir à du  $\text{CO}_2$ , du  $\text{H}_2\text{O}$  et à de l'ATP\*.

Certains acides aminés protéinogènes sont aussi des précurseurs de neurotransmetteurs; les principaux sont l'acide glutamique, le tryptophane et l'arginine, alors que l'acide aspartique, la glycine et la glutamine sont des précurseurs de nucléotides\*.

Les substances protéinées construites par ces 20 acides aminés forment les muscles, les tendons, les organes, les glandes, etc. En fait, nous pouvons dire que la croissance, la réparation et le maintien de toutes nos cellules dépendent d'une certaine manière des acides aminés.

La séquence des acides aminés d'une protéine constitue la structure primaire de la protéine alors que leur structure secondaire résulte des liaisons hydrogène entre les acides aminés proches, liaisons qui impliquent les atomes du squelette peptidique et non ceux des chaînes latérales; c'est la phase où la protéine se replie sur elle-même. La structure tertiaire est la forme finale de la protéine; due à des repliements supplémentaires de certaines régions de la structure secondaire, la protéine aboutit alors à une forme en trois dimensions. Dans cette phase finale, la chaîne latérale d'un acide aminé peut interagir avec la chaîne latérale d'un autre acide aminé par une liaison hydrogène. Il existe aussi une structure quaternaire, lorsque la protéine est formée de plusieurs polypeptides\* et non d'un seul.

Certaines protéines, appelée holoprotéines, sont des polymères d'acides aminés et uniquement d'acides aminés alors que d'autres protéines, ainsi que les glucides et les lipides, ont aussi d'autres constituants qui s'ajoutent aux acides aminés.

La mise en place des acides aminés en position correcte dans l'enchaînement polypeptidique, suivant le message codé de l'ARN<sub>m</sub> (ARN



messenger), nécessite des intermédiaires soit les ARN<sub>t</sub> (ARN de transfert). C'est notre code génétique qui permet la conversion de notre ADN, puis de notre ARN, en séquences d'acides aminés, séquences qui constituent alors la structure primaire de nos protéines.

La plupart des protéines comportent entre 100 et 200 acides aminés, même si certaines n'en comptent pas plus que 10 et que d'autres peuvent nécessiter une séquence de plus de 500 acides aminés. À partir de 20 acides aminés protéinogènes, il peut se former d'innombrables protéines, vu qu'il suffit d'ajouter un acide aminé, d'augmenter sa répétition ou encore d'en changer l'emplacement dans la séquence, pour aboutir à une protéine différente.

Chapitre 2.2 : Fonctions spécifiques de chaque acide aminé protéinogène.

Maintenant que nous avons découvert la structure des acides aminés protéinogènes (tableau 1) et que nous connaissons leurs fonctions générales soient : synthèse des protéines, fonction énergétique ainsi que précurseur de neurotransmetteurs et de nucléotides, nous allons identifier leurs fonctions particulières en utilisant les groupes de ce même tableau.

Commençons par les acides aminés du groupe où les acides aminés sont polaires et non chargés. Les acides aminés de ce groupe sont hydrophiles, donc attirés par l'eau, et sont électriquement neutres.

La Sérine (S ou Ser), acide aminé non essentiel, est nécessaire pour le métabolisme\* des gras, le maintien d'un système immunitaire sain et fait partie des gaines de myéline qui couvrent les fibres nerveuses.

La Thréonine (T ou Thr), acide aminé essentiel, est importante pour la formation de collagène, d'élastine et de l'émail dentaire. Elle prévient l'accumulation de gras dans le foie et aide à maintenir la quantité appropriée de protéines dans le corps.

L'Asparagine (N ou Asn), acide aminé non essentiel, contribue à la conversion de d'autres acides aminés par le foie et, surtout, maintient

l'équilibre du système nerveux central, en prévenant les états de surexcitation ou de sous-excitation.

La Glutamine (Q ou Gin), acide aminé non essentiel, joue plusieurs rôles dont, la construction et le maintien du tissu musculaire, la promotion d'un système digestif sain en réduisant l'envie de sucre et d'alcool et, surtout, l'augmentation de la fonction cérébrale et de l'activité mentale.

Dans le groupe d'acides aminés polaires et chargés, nous avons encore des acides aminés qui sont solubles dans l'eau, mais ils sont chargés électriquement, car leur chaîne latérale contient des ions\*.

L'acide Glutamique (E ou Glu), acide aminé non essentiel, est important dans le métabolisme des sucres et des gras et, surtout, agit comme neurotransmetteur et excitant du système nerveux central, du cerveau et de la moelle épinière; à cause de cela, il est utilisé pour traiter l'épilepsie, le retard mental et la dystrophie musculaire.

L'acide Aspartique (D ou Asp), acide aminé non essentiel, est important dans le renouvellement cellulaire, notre résistance à la fatigue et dans la protection de notre foie, en éliminant des toxines qui circulent dans le sang.

La lysine (K ou Lys), acide aminé essentiel, est importante dans l'absorption appropriée de calcium, dans la formation de collagène et d'anticorps.

L'Arginine (R ou Arg), acide aminé semi-essentiel, est utilisée pour traiter l'arthrite et les problèmes du tissu conjonctif; elle favorise l'augmentation de la masse musculaire, du flux sanguin et de la capacité de notre système immunitaire.

L'Histidine (H ou His), acide aminé semi-essentiel, est utile pour la production des globules du sang, pour lutter contre les allergies, pour préserver les gaines de myéline et pour éliminer les métaux lourds de notre organisme.

Dans le groupe d'acides aminés non polaires, il y a plusieurs sous-groupes; malgré leurs différences, ils sont tous hydrophobes, n'aiment pas l'eau, et sont neutres électriquement.

La Méthionine (M ou Met), acide aminé essentiel, est un antioxydant puissant qui prévient l'accumulation de gras dans le foie et les artères et nous protège des radiations. La Méthionine est aussi très importante pour les femmes qui prennent des contraceptifs oraux.

La Cystéine (C ou Cys), acide aminé non essentiel, est importante dans la réduction de toxines; elle protège le foie et le cerveau des problèmes liés à l'alcool et aux drogues et aide à retarder le vieillissement. La peau et les cheveux se composent de 10% à 14% de cet acide aminé.

Le Tryptophane (W ou Trp), acide aminé essentiel, est un relaxant naturel qui réduit l'anxiété et la dépression. Il contrôle le poids en réduisant l'appétit, augmente la libération des hormones de croissance et contrôle l'hyperactivité des enfants.

La Phénylalanine (F ou Phe), acide aminé essentiel, est utilisée par le cerveau pour produire la noradrénaline; elle diminue la douleur et aide à la mémoire.

La Tyrosine (Y ou Tyr), acide aminé non essentiel, est importante pour le métabolisme général; elle est précurseur de l'adrénaline et de la dopamine; elle est utilisée pour lutter, entre autres, contre la fatigue chronique et l'anxiété.

L'Alanine (A ou Ala), acide aminé non essentiel, aide le métabolisme du glucose, protège de l'accumulation de toxines libérées lors d'activités physiques intenses et renforce le système immunitaire avec la production d'anticorps.

La Valine (V ou Val), acide aminé essentiel, est indispensable pour le métabolisme musculaire, la coordination et la réparation des tissus; elle stimule la vigueur mentale et régule nos émotions.

La Leucine (L ou Leu), acide aminé essentiel, est principalement active dans la cicatrisation des tissus, dans la réduction du taux de sucre dans le sang et dans l'augmentation de la production de l'hormone de croissance.

L'Isoleucine (I ou Ile), acide aminé essentiel, est importante pour former l'hémoglobine, réguler le sucre dans le sang et le taux d'énergie; elle sert aussi à réparer les tissus musculaires, la peau et les os.

La Proline (P ou Pro), acide aminé non essentiel, aide à la production de collagène, à la cicatrisation des cartilages et au renforcement des articulations.

La Glycine (G ou Gly), acide aminé non essentiel, retarde la dégénération musculaire, améliore le stockage de glycogène qui peut ensuite libérer le glucose pour nos besoins en énergie; elle aide à promouvoir un bon système nerveux et immunitaire ainsi qu'à maintenir une prostate saine.

## CONCLUSION

Les bases des acides aminés sont simples et, malgré qu'il y ait plus de 300 acides aminés dans la nature, seulement 20 acides aminés participent activement à la synthèse des protéines.

La solidité des acides aminés tient en grande partie aux liaisons covalentes de ses composants, qui sont presque exclusivement le carbone, l'hydrogène, l'oxygène et l'azote.

Les acides aminés sont le produit de combinaisons de trois des quatre bases azotées provenant de notre ARN; ces bases sont l'adénine, la cytosine, la guanine et l'uracile.

Les protéines sont le produit d'un enchaînement d'acides aminés.

Les acides aminés produits par le corps sont dits « non essentiels »; pour mémorisation, on pourrait dire qu'il est non essentiel de les combler par l'alimentation. Les acides aminés dits « essentiels » doivent être nourris par

l'alimentation et certains acides aminés fabriqués par notre organisme doivent quand même recevoir des apports alimentaires à l'occasion.

Les protéines animales sont considérées plus importantes que celles provenant du règne végétal; malgré cela, la tendance actuelle en alimentation est de diminuer notre consommation de produit provenant des animaux et d'aller vers la consommation d'aliments d'origine végétale.

C'est la séquence d'acides aminés, déterminée par notre code génétique, qui constitue la structure primaire de nos protéines; protéines qui sont très importantes pour le développement et le bon fonctionnement de nos cellules.

Les 20 acides aminés protéinogènes ne présentent pas de fonctions exclusives, même si chacun démontre des « préférences » pour certains rôles.

ANNEXE

Tableau 1 : Les 20 acides aminés de base.

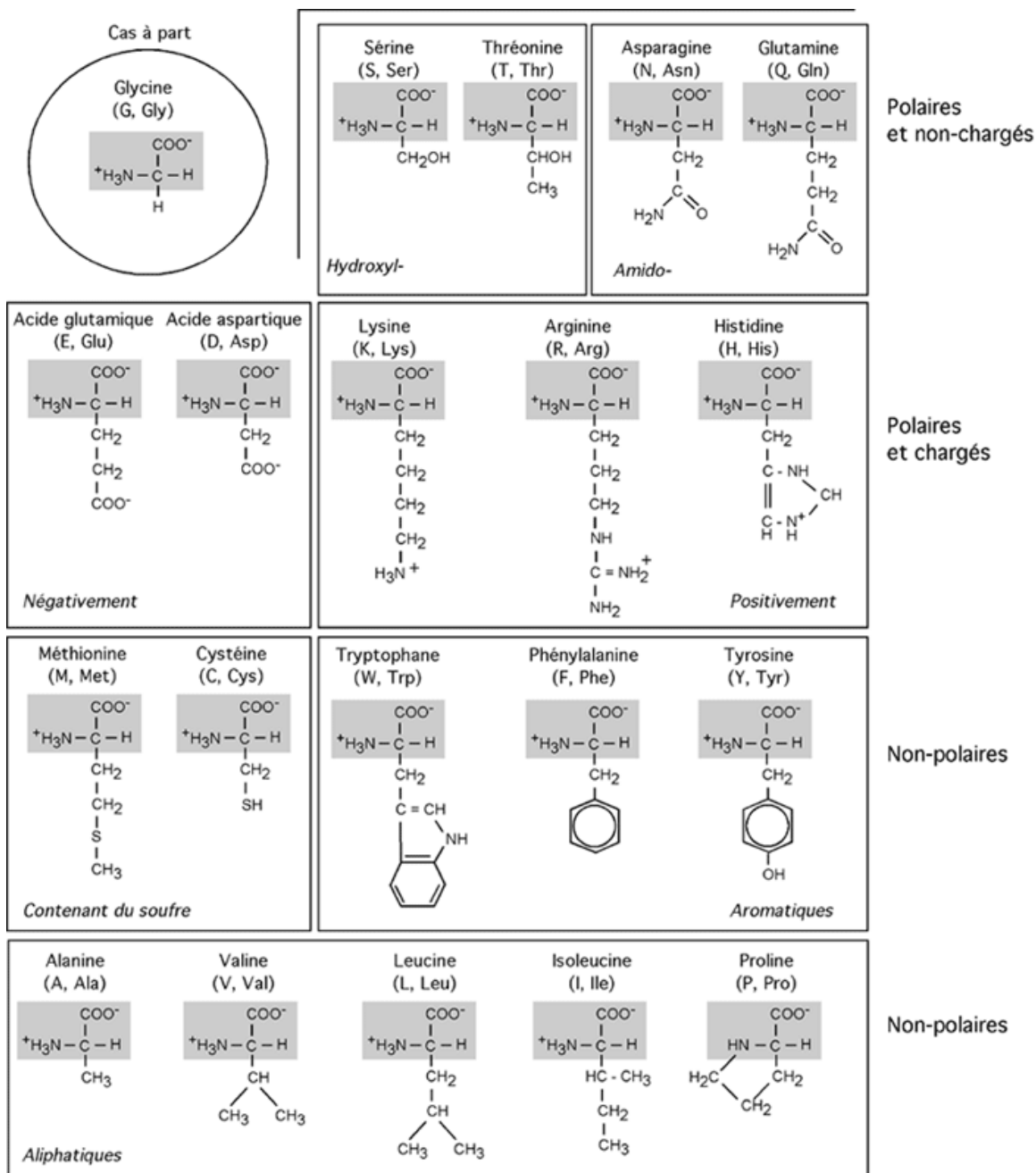


Tableau 2 : Tableau périodique des éléments.

### TABLEAU PÉRIODIQUE DES ÉLÉMENTS

- Non-métaux
- Métaux pauvres
- Gaz nobles
- Métaux alcalins
- Métalloïdes
- Lanthanide
- Métaux alcalino-terreux
- Halogènes
- Actinide
- Métaux de transitions

**a** alamy stock photo F330E3  
www.alamy.com

Tableau 3 : Le code génétique

### Le code génétique

Deuxième nucléotide

		U		C		A		G		
Premier nucléotide	U	UUU	phényl-alanine	UCU	sérine	UAU	tyrosine	UGU	cystéine	Troisième nucléotide
		UUC		UCC		UAC		UGC		
		UUA	leucine	UCA		UAA	STOP	UGA		
	UUG	UCG		UAG	UGG	tryptophane				
	C	CUU	leucine	CCU	proline	CAU	histidine	CGU	arginine	
		CUC		CCC		CAC		CGC		
		CUA		CCA		CAA	CGA			
		CUG		CCG		CAG	CGG			
	A	AUU	isoleucine	ACU	thréonine	AAU	asparagine	AGU	sérine	
		AUC		ACC		AAC		AGC		
		AUA	méthionine	ACA		AAA	lysine	AGA	arginine	
		AUG		ACG		AAG		AGG		
G	GUU	valine	GCU	alanine	GAU	acide aspartique	GGU	glycine		
	GUC		GCC		GAC		GGC			
	GUA		GCA		GAA	GGA				
	GUG		GCG		GAG	GGG				

## GLOSSAIRE

ADN : Acide nucléique, caractéristique des chromosomes, constitué de deux brins enroulés en double hélice et formés chacun d'une succession de nucléotides.

Amine : Un composé organique dérivé de l'ammoniac ( $\text{NH}_3$ ), dont au moins un atome d'hydrogène a été remplacé par un groupe carboné.

ARN : Acide ribonucléique formé d'une seule chaîne de nucléotides, indispensable à la synthèse des protéines, à partir du programme génétique porté par l'ADN.

ATP : (adénosine-triphosphate) est une molécule qui libère son énergie en se convertissant en ADP (adénosine-diphosphate).

Ion : Une espèce chimique électriquement chargée (atome ou un groupe d'atomes), qui a gagné ou perdu un ou plusieurs électrons; un ion n'est donc pas électriquement neutre.

Liaison covalente : Liaison dans laquelle deux atomes se partagent deux électrons dont un électron provient de chaque atome, ou encore, les deux électrons peuvent venir du même atome.

Liaison hydrogène : Une force intermoléculaire impliquant un atome d'hydrogène et un atome électronégatif comme l'oxygène, l'azote et le fluor; l'intensité de cette liaison est plus faible que celle d'une liaison covalente.

Liaison peptidique : C'est une liaison covalente entre un groupement amine d'un acide aminé et le groupement carboxyle d'un autre acide aminé.

Métabolisme : Un ensemble de réactions chimiques de transformation de matière et d'énergie, catalysées par des enzymes, qui s'accomplissent dans tous les tissus de l'organisme vivant.



Métabolite : Une petite molécule par opposition aux macromolécules; ainsi le glucose est un métabolite en comparaison du glycogène.

Nucléotide : Une molécule organique qui est l'élément de base d'un acide nucléique tel que l'ADN ou l'ARN.

Peptide : Molécule constituée par la condensation d'un petit nombre de molécules d'acides aminés. Un polypeptide, c'est une structure moléculaire résultant de la condensation d'un nombre important (de 10 à 100) de molécules d'acides aminés.

Quaternaire : Se dit de composés chimiques contenant quatre éléments différents.

Transamination : Une réaction chimique réversible qui consiste en l'échange d'une fonction amine primaire entre deux acides; cette réaction est catalysée par l'enzyme transaminase.

#### BIBLIOGRAPHIE

Cyr, Marie-Danielle. Option science, chimie, Pearson, 2016.  
Thiry, Marc. Biologie cellulaire. Dunod, 2016.

#### SITES INTERNET

[Acides-aminés.com](http://Acides-aminés.com)  
[Alamy.com](http://Alamy.com)  
[Cours-de-biochimie.fr](http://Cours-de-biochimie.fr)  
[Cours-medecine.info](http://Cours-medecine.info)  
[Lyceedadultes.fr](http://Lyceedadultes.fr)  
[Pharmacienaturelle.eu](http://Pharmacienaturelle.eu)  
[Proteinenaturelle.com](http://Proteinenaturelle.com)  
[Takween.com](http://Takween.com)  
[Univ-St-Etienne.fr](http://Univ-St-Etienne.fr)  
[Usherbrook.ca](http://Usherbrook.ca)

## TABLE DES MATIÈRES

Avant-propos : .....	2
Partie 1 : Acides aminés entrant dans la composition des protéines.....	2
Chapitre 1.1 : Classification.....	2
Chapitre 1.2 : Composition chimique et configuration.....	3
Chapitre 1.3 : Liste des acides aminés dans nos protéines.....	5
Chapitre 1.4 : Nourriture et acides aminés essentiels.....	6
Partie 2 : Principales fonctions des acides aminés.....	7
Chapitre 2.1 : Genèse des protéines.....	7
Chapitre 2.2 : Fonctions spécifiques de chaque acide aminé.....	9
Conclusion : .....	12
Annexe : .....	14
Glossaire : .....	16
Bibliographie : .....	17
Sites internet : .....	17
Table des matières : .....	18