

Biochimie

Sommaire

1 Généralités	3
2 Acides aminés	3
2.1 Caractéristiques	3
2.2 Tableau des acides aminés	5
2.3 Structure	7
2.4 Propriétés chimiques des acides aminés	8
3 Protéines	10
3.1 A	Erreur ! Signet non défini.
4 Enzymologie	10

1 Généralités

La **chimie** est l'étude des atomes, des **molécules** et de leurs **combinaisons**.

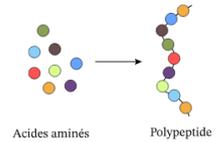
La **biochimie** est l'étude des **combinaisons des molécules biologiques** présentes chez les êtres vivants.

(1) *protos, premier protides, de première importance*

On appelle **protide**⁽¹⁾ l'ensemble des acides aminés et tous leurs oligomères et polymères :

On appelle **peptide** une protéine de petite taille, constitués de chaînes d'acides aminés liés entre eux via des liaisons peptidiques.

On appelle **polymère** est une macromolécule formé de monomère monomères liées entre elles



2 Acides aminés

2.1 Caractéristiques

(1) Une amine est un composé organique dérivé de l'ammoniac dont au moins un atome d'hydrogène a été remplacé par un groupe carboné.

Dans le monde vivant, on connaît environ 500 acides aminés, dont environ 149 sont présents dans les protéines, mais seulement 20 pour le monde vivant.

Ils constituent de la masse du corps humain après l'eau.

(2) On peut également les classer en fonction de leur polarité, de leur point isoélectrique ou de leur nature aliphatique, aromatique, cyclique ou à chaîne ouverte, voire de la présence de groupes fonctionnels autres que le carboxyle et l'amine qui définissent cette classe de composés.

Les noms sont dus aux procédés d'extraction, protéines chauffées dégradées en présence d'acide ou de base puis extraction et identification des acides aminés.

(3) Les protéines ont un rôle majeur dans l'organisme.

La synthèse d'une protéine consiste à lier des particules simples (les acides aminés) afin d'obtenir une chaîne complexe appelée protéine.

Les **acides aminés** aa, ou amino-acides, ou résidus, possèdent un **groupe carboxyle** (-COOH) et un **groupe amine**⁽¹⁾ (-NH₂).

On les classe⁽²⁾ souvent en fonction de la position du groupe amine par rapport au groupe carboxyle en distinguant par exemple les acides α-aminés, β-aminés, γ-aminés ou δ-aminés.

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 présentent une structure générique du type :



R est la chaîne latérale identifiant l'acide α-aminé.

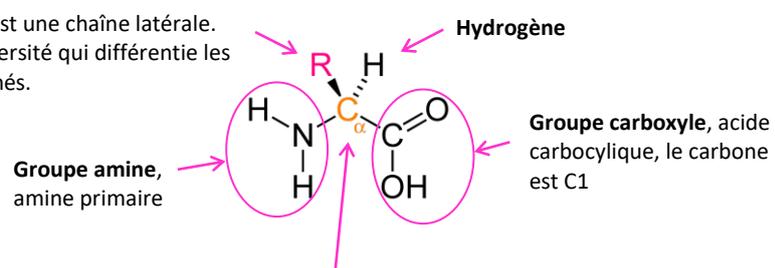
Les acides α-aminés servent :

- **synthèse des protéines**⁽³⁾ et leur régulation post-traductionnel : les aa sont leurs briques de base ;
- **synthèses des vitamines** : ils sont alors appelés acides aminés précurseurs ;
- **métabolisme** : cycle de krebs, acides gras

On distingue :

- **dipeptide** : 2 aa ;
- **oligopeptide** : 3-10 aa ;
- **polypeptide** : 10-100 aa ;
- **protéines** : >100 aa.

Radical, c'est une chaîne latérale. C'est sa diversité qui différencie les acides aminés.



Carbone alpha C_α, le carbone est C2, il est au centre d'un tétraèdre. Il est asymétrique, sauf pour R = H glycine.

Exemple :

aa : Insuline, Ribonucléase, Trypsine, Ovalbumine, Hémoglobine, γ-Globuline, Myosine, Ribosome...

(3) *dexter*, qui tourne à droite

(4) *laevus*, qui tourne à gauche

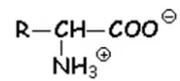
(5) LE TRÈS LYRIQUE TRISTAN fait VACHEMENT MARCHER yeult quelle HISTOIRE !

Leucine, thréonine, lysine, tryptophane, phénylalanine, valine, méthionine, isoleucine, histidine.

2 configurations existent pour C_{α} :

- **série D** : dextrogyre⁽³⁾ ;
- **série L** : lévogyre⁽⁴⁾.

Dans leur état naturelle, les acides aminés sont des ions dipolaires. Ils sont solubles dans l'eau, comme les composés ioniques.



On distingue :

- **aa synthétisés** par l'organisme ;
- **aa essentiels**⁽⁵⁾, non synthétisés par l'organisme. Ils proviennent de l'alimentation.

Elles ne sont pas stockés.

Les 2 fonctions ionisables portées par le C asymétrique : caractère **amphotère** des aa.

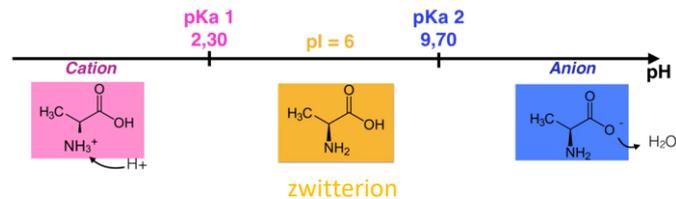
Le pHi, point isoélectrique d'une molécule est défini comme étant le pH pour lequel la charge globale de cette molécule est nulle.

Leur charge dépend du milieu dans lequel ils se trouvent :

- pH **acide** ($pH < pHi$) : l'aa est sous forme de cation (chargé +)
- pH **neutre** ($pH = pHi$) : aa à charge globale nulle : **zwitterion**
- pH **basique** ($pH > pHi$) : aa sous forme d'anion (chargé -)

Chaque acide aminé a un pHi différent (radical/chaîne latérale différent)

Exemple :



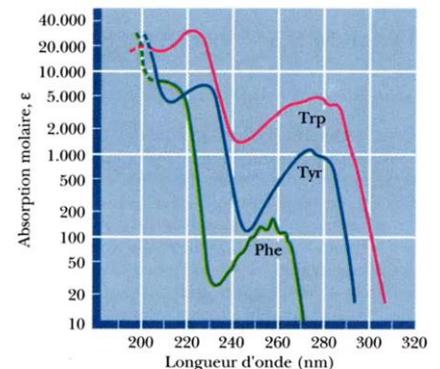
Les aa très **polaire** car ionisable sont les plus hydrophiles (acides et bases).

Ils ne sont pas solubles dans les solvants organiques.

Les aa **polaires** (non ionisables) possèdent des groupements fonctionnels qui forment des liaisons hydrogène avec l'eau.

Les aa **apolaire** sont hydrophobes, solubles dans les solvants organiques.

Les aa aromatiques (ceux possédant un noyau insaturé à double liaison) ont une absorption caractéristique vers 260-280 nm. Ce qui permet de déterminer la concentration des protéines en solution par spectroscopie : Phe, Trp, Tyr.

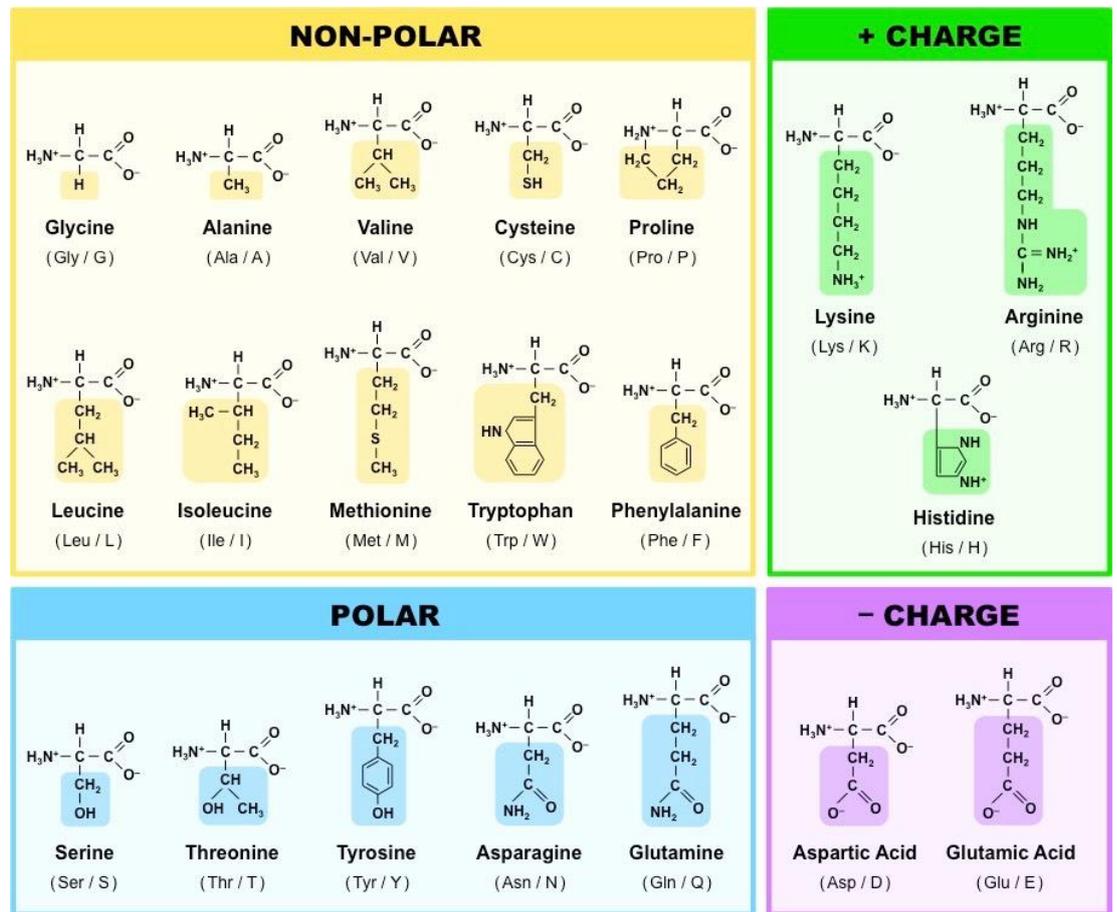


Spectre d'absorption Ultraviolet des aa aromatiques à pH 6

2.2 Tableau des acides aminés

Classe	Nom	Symbole	Formule	Propriétés	AA essentiels
Acide	Glycine (glukos, sucré)	Gly (G)	$\begin{array}{c} \text{COO}^- \\ \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{C} - \text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$	<p>Apolaire</p> <p>Hydrophobe</p> <p>Soluble dans les solvants organiques</p>	Non
	Alanine (Aldehyd, alcool déshydrogéné)	Ala (A)	$\begin{array}{c} \text{COO}^- \\ \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{C} - \text{H} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	Apolaire	Non
	Valine (Valeria, plante de la région Pannonie)	Val (V)	$\begin{array}{c} \text{COO}^- \\ \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{C} - \text{H} \\ \\ \text{CH} \\ / \quad \backslash \\ \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \end{array}$	Apolaire	Oui
	Leucine (leukos, blanc)	Leu (L)	$\begin{array}{c} \text{COO}^- \\ \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{C} - \text{H} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH} \\ / \quad \backslash \\ \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \end{array}$	Apolaire	Oui
	Isoleucine (isos, identique)	Ile (I)	$\begin{array}{c} \text{COO}^- \\ \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{C} - \text{H} \\ \\ \text{H} - \text{C} - \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	Apolaire	Oui
	Sérine (sericus, soie)	Ser (S)	$\begin{array}{c} \text{COO}^- \\ \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{C} - \text{H} \\ \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$	<p>Polaire OH</p> <p>Non ionisable</p> <p>Hydrophile</p> <p>Forme des liaisons hydrogène avec H₂O</p>	Non
	Thréonine (érythro, rouge)	Thr (T)	$\begin{array}{c} \text{COO}^- \\ \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{C} - \text{H} \\ \\ \text{H} - \text{C} - \text{OH} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	<p>Polaire OH</p> <p>Non ionisable</p>	Oui
	Acide aspartique (asparagos, asperge)	Asp (D)	$\begin{array}{c} \text{COO}^- \\ \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{C} - \text{H} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{COO}^- \end{array}$	<p>Polaire COO⁻</p> <p>Ionisable</p> <p>pHi < 3</p>	Non
	Asparagine (asparagos, asperge)	Asn (N)	$\begin{array}{c} \text{COO}^- \\ \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{C} - \text{H} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{C} \\ / \quad \backslash \\ \text{H}_2\text{N} \quad \text{O} \end{array}$	<p>Polaire NH₂CO</p> <p>Non ionisable</p>	Non
	Acide glutamique (gluten, glu, colle)	Glu (E)	$\begin{array}{c} \text{COO}^- \\ \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{C} - \text{H} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{COO}^- \end{array}$	<p>Polaire COO⁻</p> <p>Ionisable</p> <p>pHi < 3</p>	Non
	Glutamine (gluten, glu, colle)	Gln (Q)	$\begin{array}{c} \text{COO}^- \\ \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{C} - \text{H} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{C} \\ / \quad \backslash \\ \text{H}_2\text{N} \quad \text{O} \end{array}$	<p>Polaire NH₂CO</p> <p>Non ionisable</p>	Non
	Basique	Lysine (lysis, dissolution)	Lys (K)	$\begin{array}{c} \text{COO}^- \\ \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{C} - \text{H} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$	<p>Polaire NH₃⁺</p> <p>Ionisable</p> <p>pHi > 7</p>

	Arginine (<i>arginoëis, éclatant de blancheur</i>)	Arg (R)	$ \begin{array}{c} \text{COO}^- \\ \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{C} - \text{H} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{NH} \\ \\ \text{C} = \text{NH}_2^+ \\ \\ \text{NH}_2 \end{array} $	Polaire NH ₂ ⁺ Ionisable pHi > 7	Semi-essentiel
Soufré	Cystéine (<i>cyst, vessie</i>)	Cys (C)	$ \begin{array}{c} \text{COO}^- \\ \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{C} - \text{H} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{SH} \end{array} $	Polaire Non ionisable	Non
	Méthionine (<i>méthyle CH₃</i>)	Met (M)	$ \begin{array}{c} \text{COO}^- \\ \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{C} - \text{H} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{S} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array} $	Apolaire	Oui
Aromatique	Phénylalanine (<i>phaino, briller</i>)	Phe (F)	$ \begin{array}{c} \text{COO}^- \\ \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{C} - \text{H} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{C}_6\text{H}_5 \end{array} $	Apolaire	Oui
	Tyrosine (<i>tyros, le fromage</i>)	Tyr (Y)	$ \begin{array}{c} \text{COO}^- \\ \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{C} - \text{H} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{C}_6\text{H}_4 \\ \\ \text{OH} \end{array} $	Polaire OH Non ionisable	Non
Hétérocycle	Histidine (<i>histos, tissu</i>)	His (H)	$ \begin{array}{c} \text{COO}^- \\ \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{C} - \text{H} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{C} - \text{NH} \\ \quad \\ \text{C} = \text{N} \quad \text{CH} \\ \quad \quad \\ \text{H} \quad \quad \text{H} \end{array} $	Polaire NH ⁺ Ionisable pHi > 7	Semi-essentiel
	Proline (<i>contraction de pyrrolidine</i>)	Pro (P)	$ \begin{array}{c} \text{COO}^- \\ \\ \text{C} - \text{H} \\ / \quad \backslash \\ \text{H}_2\text{N}^+ \quad \text{CH}_2 \\ \quad \quad \\ \text{H}_2\text{C} \quad \quad \text{CH}_2 \end{array} $	Apolaire	Non
	Tryptophane (<i>thrúpsis, broyer, phainô, éclairer</i>)	Trp (W)	$ \begin{array}{c} \text{COO}^- \\ \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{C} - \text{H} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{C} = \text{CH} \\ \quad \quad \\ \text{NH} \quad \quad \text{C}_6\text{H}_4 \end{array} $	Apolaire	Oui



2.3 Structure

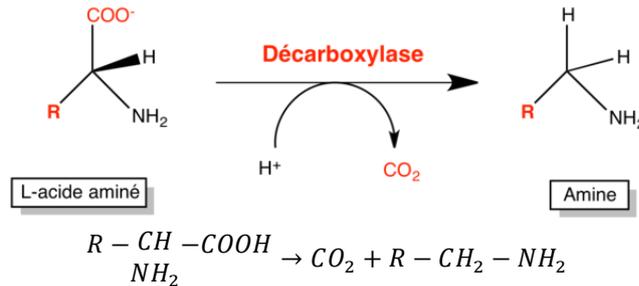
	Description	Schéma
Structure primaire	séquence d'acides aminés	
Structure secondaire	hélice alpha ou feuillet bêta	
Structure tertiaire	forme 3D	
Structure quaternaire	Plusieurs polypeptides	

2.4 Propriétés chimiques des acides aminés

Réactions dues au groupe carboxylique -COOH

(1) On enlève le groupe carboxyle.

- **décarboxylation**⁽¹⁾ par des décarboxylases :



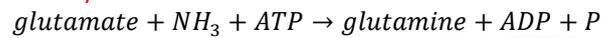
Exemple :

Si le radical est L-histidine on obtient de l’histamine (une molécule du système immunitaire)

- formation du groupement **amide** -CO-NH₂

Exemple :

Avec l’enzyme **glutamine synthétase**



- Formation d’une **liaison peptidique** :

Elle constitue le squelette de la structure primaire des protéines. Elle s’effectue entre COOH d’un aa et NH₂ d’un autre aa.

Une **liaison peptidique** est une liaison covalente qui se forme entre le groupe amine et le groupe carboxyle de deux acides aminés.

Une **réaction de condensation** est une réaction chimique dans laquelle une liaison chimique est formée en libérant une molécule d’eau.

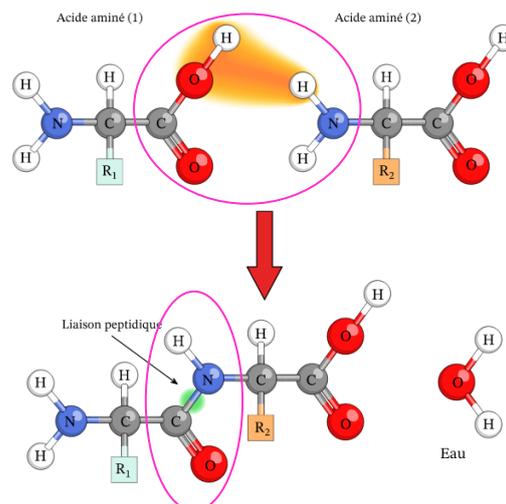
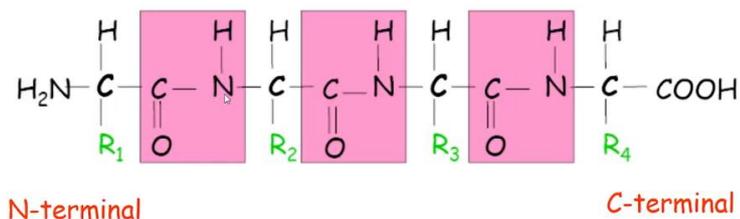
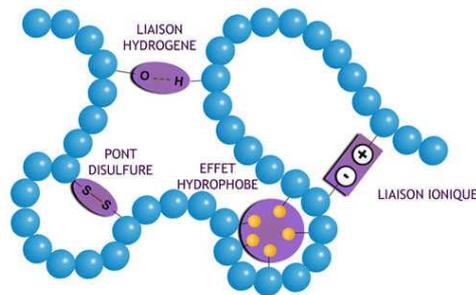


Figure 3: Schéma montrant des acides aminés qui forment des liaisons peptidiques par des réactions de condensation.



Il y a d'autres liaisons :

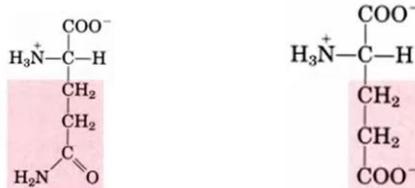
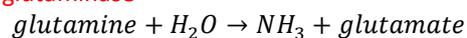


Réactions dues au groupe amine -NH₂

- **désamination**, libération d'ammoniac NH₃.
 - libération de la fonction amine sous forme d'ammoniac NH₃

Exemple :

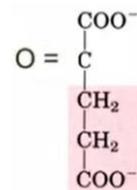
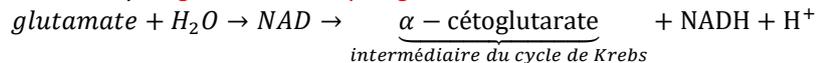
Avec l'enzyme **glutaminase**



- action de **déshydrogénase** spécifique de l'aa pour lui ôter son azote

Exemple :

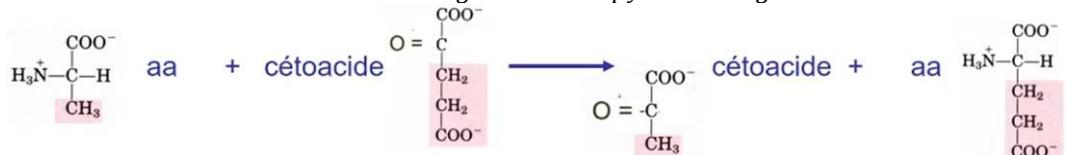
Avec l'enzyme **glutamate déshydrogénase**



- **transamination** : transfert du groupe NH₂ d'un aa sur un α - cétoacide devenant l'aa correspondant

Exemple :

Avec l'enzyme **phosphate de pyridoxal, alanine transaminase (ALAT)**



Réaction se faisant en présence d'un cofacteur le **phosphate de pyridoxal** (groupe prosthétique) et en présence d'une transaminase correspondante.

Réactions dues à la chaîne latérale des aa dues au radical

La réactivité du radical conditionne in vivo les modifications post-traductionnelles des protéines.

Exemple :

Selon la nature du radical, une protéine peut s'associer à des motifs glucidiques pour former des glycoprotéines.

N-glycosylation sur NH₂ des Asn

O-glycosylation sur OH des Ser et Thr

Elles peuvent être **phosphorylées** sur les **OH** des résidus Sérine (Ser) Thréonine (Thr) et Tyrosine (Tyr).

Cette phosphorylation est très importante car c'est un des phénomènes réversibles de régulation des activités enzymatiques.

On trouve également des **Acétylations** sur les groupement **NH₂** des Lysines (Lys).

3 Protéines

3.1 Fonctions

Les protéines peuvent avoir des fonctions diverses :

- **transport** de petites molécules ;

Exemple :

L'**hémoglobine** Hb transporte de l'O₂ des poumons aux organes.

La **transferrine** transporte le fer dans le plasma sanguin.

- **soutien** et de structure ;

Exemple :

Glycoprotéines des parois ou membranes cellulaires.

Kératine (cheveux, ongles, plumes, griffes)

Fibroïne (toile d'araignée)

Collagène (Tissu conjonctif, cuir)

- **contractile** ;

Exemple :

Protéines musculaires : actine, myosine, actinomyosine

- **reconnaissance** ;

Exemple :

Hormones se fixant sur un récepteur.

Reconnaissances de cellules entre elles pour constituer les tissus.

Reconnaissance des anticorps vis-à-vis des antigènes.

- **stockage** ;

Exemple :

Ovalbumine (protéine du blanc d'œuf).

Caséine (protéine du lait)

Myoglobine (stocke O₂ dans le muscle)

- **différenciation** et la **croissance** cellulaire ;

Exemple :

Protéine régulatrice de gènes.

4 Enzymologie

Un **enzyme** est une protéine dotée de propriétés catalytiques.