

Structure des Acides Aminés, Peptides et Protéines

Année universitaire 2024-2025

Pr. F. EL Boukhrissi

Le 22 Octobre

1

Plan du cours

- I. Introduction
- II. Les acides aminés
- III. Les peptides
- IV. Les protéines

2

Introduction

- L'unité constitutive des protéines sont les **acides aminés**
- Les protéines représentent **50%** du poids sec des **cellules**
- Rôles biologiques :
 - **Structurale** : collagène, membranes cellulaires...
 - **Métabolique** : enzymes, régulateurs métaboliques (activateurs, répresseurs)
 - **Transmissions de signaux** : hormones (ex : insuline) et neurotransmetteurs (GABA)
 - **Défense immunitaire** : Anticorps (Ig)
 - **Transport** : Albumine , Hémoglobine

3

Plan du cours

I. Introduction

II. Les acides aminés

1. Généralités
2. Structure des AA
3. Classification des AA
4. Propriétés physiques et chimiques des AA
5. Dérivées d'AA

III. Les peptides

IV. Les protéines

4

Généralités

- **AA = Unité structurale de base** des protéines
- Sur 300 AA existant seul 20 intègrent la structure des protéines
- **8AA** dits « **essentiels** » ou « indispensables » chez l'adulte :
 - Leucine, Isoleucine, Lysine, Méthionine, Phénylalanine,
 - Thréonine, Tryptophane, Valine
- Chez l'enfant **2 AA** s'ajoute :
 - Arginine
 - Histidine

5

Plan du cours

I. Introduction

II. Les acides aminés

1. Généralités
2. **Structure des AA**
3. Classification des AA
4. Propriétés physiques et chimiques des AA
5. Dérivées d'AA

III. Les peptides

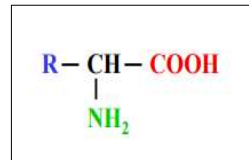
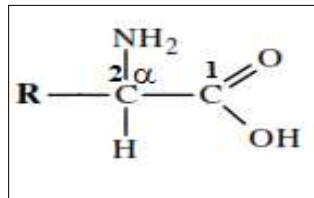
IV. Les protéines

6

Acides Aminés

Structure

- Ce sont des acides carboxyliques α aminés



- **R** est appelée chaîne latérale

7

Acides Aminés

Nomenclature

Acide aminé	Code à 3 lettres	Code à une lettre
Alanine	Ala	A
Glycine	Gly	G
Leucine	Leu	L
Proline	Pro	P
Thréonine	Thr	T
Cystéine	Cys	C
Histidine	His	H
Isoleucine	Ile	I
Méthionine	Met	M
Sérine	Ser	S
Valine	Val	V

8

Acides Aminés

Nomenclature

Acide aminé	Code à 3 lettres	Code à une lettre
Arginine	Arg	R
Phénylalanine	Phe	F
Tyrosine	Tyr	Y
Tryptophane	Trp	W
Asparagine	Asn	N
Acide glutamique	Glu	E
Glutamine	Gln	Q
Lysine	Lys	K
Acide aspartique	Asp	D

9

Plan du cours

I. Introduction

II. Les acides aminés

1. Généralités
2. Structure des AA
3. **Classification des AA**
4. Propriétés physiques et chimiques des AA
5. Dérivées d'AA

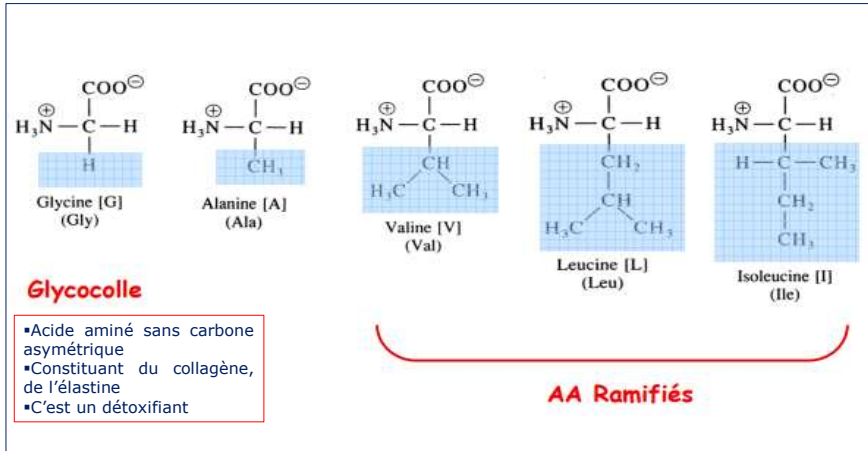
III. Les peptides

IV. Les protéines

10

AA : Classification

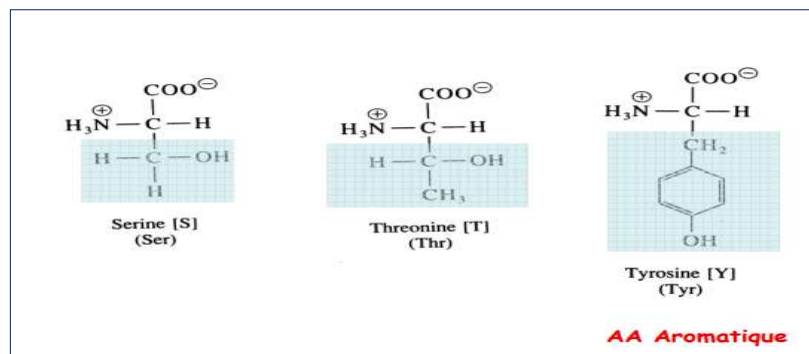
1. AA aliphatiques



11

AA : Classification

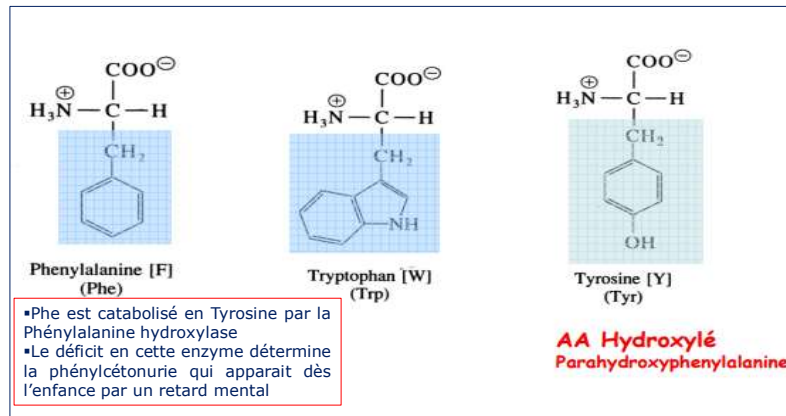
2. AA hydroxylés



12

AA : Classification

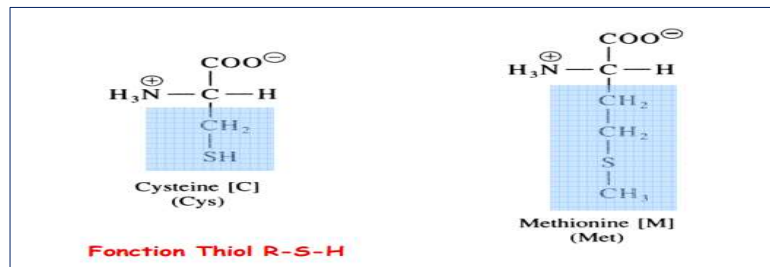
3. AA aromatiques



13

AA : Classification

4. AA soufrés

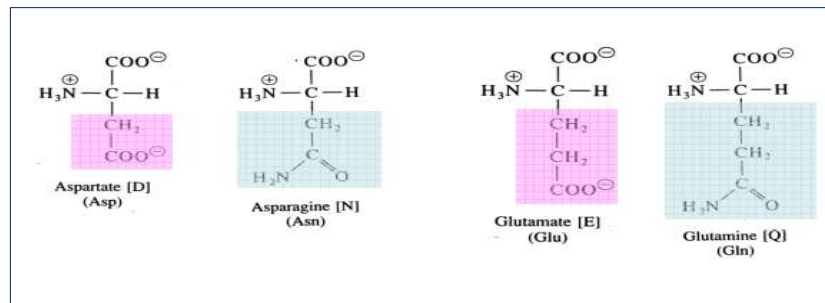


▪ S-adenosyl méthionine est un donneur de méthyle

14

AA : Classification

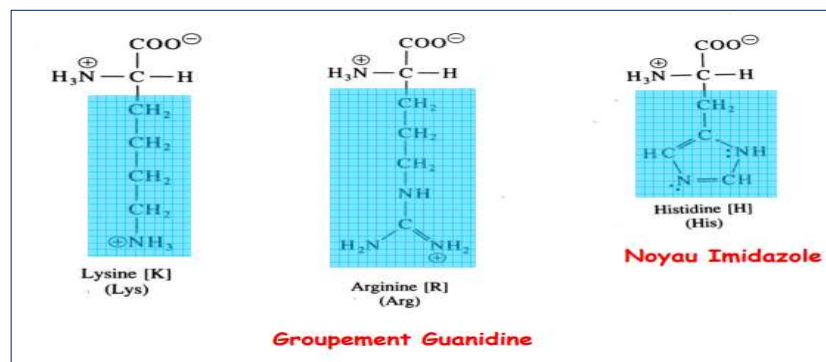
5. AA dicarboxyliques et leurs amides



15

AA : Classification

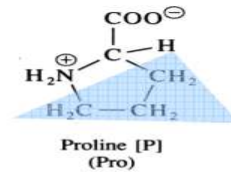
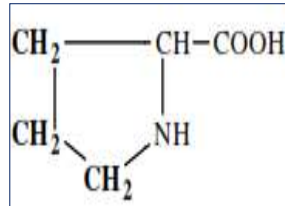
6. AA dibasiques



16

AA : Classification

7. Imino acides



Proline [P]
(Pro)

Noyau Pyrrol

17

Plan du cours

I. Introduction

II. Les acides aminés

1. Données générales
2. Structure des AA
3. Classification des AA
4. **Propriétés physiques et chimiques des AA**
5. Dérivées d'AA

III. Les peptides

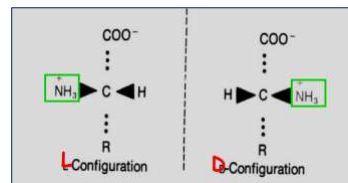
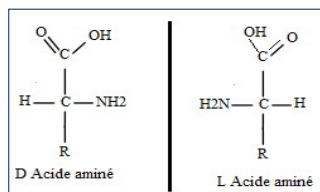
IV. Les protéines

18

Propriétés physiques des AA

1. Activité optique

- Tous les AA sont optiquement actifs à l'exception de la glycine qui ne possède pas de carbone asymétrique
- Ils ont des isomères optiques dits énantiomères
- Les **AA naturels** sont de la **série L**

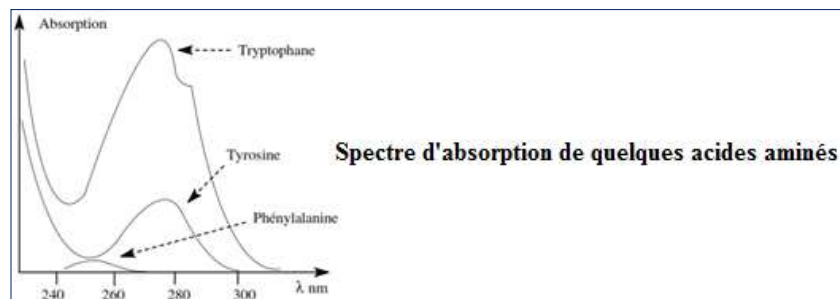


19

Propriétés physiques des AA

2. Absorption de lumière

- Les AA **aromatiques** absorbent dans l'**UV** (260 à 280 nm)
- Cette propriété sert à doser les peptides et les protéines



20

Propriétés physiques des AA

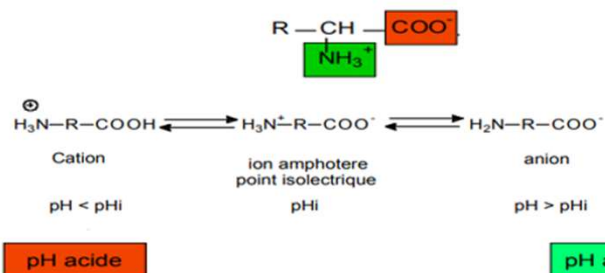
3. Hydrophobicité

HYDROPHOBES	HYDROPHILES
ALANINE LEUCINE ISOLEUCINE VALINE METHIONINE PHENYLALANINE PROLINE TRYPTOPHANE TYROSINE	ARGININE ASPARAGINE Ac ASPARTIQUE CYSTEINE Ac glutamique GLUTAMINE GLYCINE HISTIDINE LYSINE SERINE THREONINE

21

Propriétés chimiques des AA

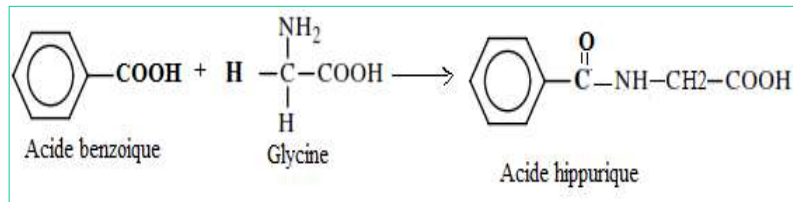
1. Caractère amphotère



22

Propriétés chimiques des AA

2. Acylation

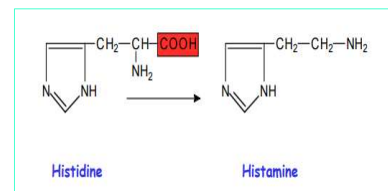
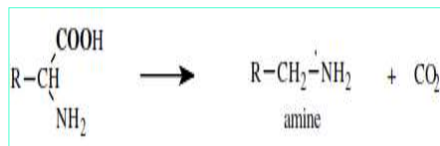


- Cette conjugaison à la Glycine permet d'éliminer des composés toxiques

23

Propriétés chimiques des AA

3. Décarboxylation

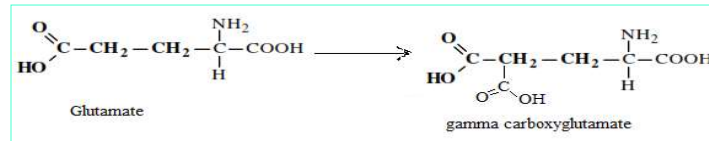


- La décarboxylation de l'**Histidine** donne l'**histamine** qui intervient dans les réactions allergiques et inflammatoires
- La décarboxylation de la **Sérine** donne l'**éthanolamine** précurseur de la choline des phospholipides
- La décarboxylation du **Glutamate** donne le Gamma aminobutyrique (**GABA**) qui est un neurotransmetteur

24

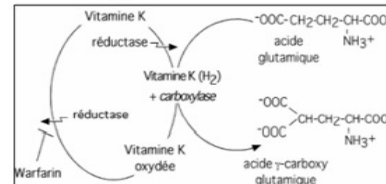
Propriétés chimiques des AA

4. Carboxylation



- Cette modification post-traductionnelle survenue sur des résidus glutamate permet d'activer des protéines de la coagulation
- Elle permet aussi la maturation des protéines de l'ossification

- Glu est carboxylé en acide γ carboxyglutamique portés par des protéines de la coagulation
- Cette γ carboxylation est vitamine K dépendante

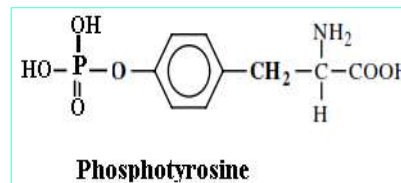
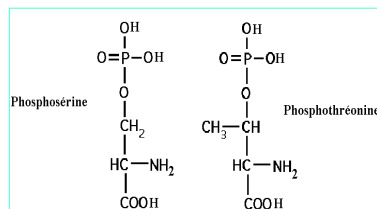


25

Propriétés chimiques des AA

5. Phosphorylation

- C'est la fixation d'un acide phosphorique sur le OH d'une Sérine++, elle peut concerner également la Thréonine, et un OH du phénol de la Tyrosine



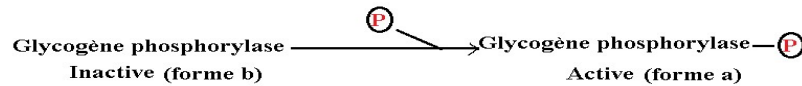
- Cette fixation permet la phosphorylation des protéines pour la régulation de leur activité

26

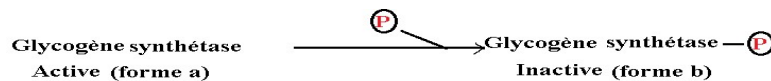
Propriétés chimiques des AA

Phosphorylation

- Une phosphorylation peut **activer** une protéine, exemple :



- Une phosphorylation peut **inhiber** une protéine, exemple :

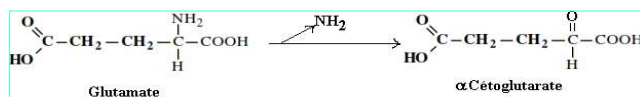
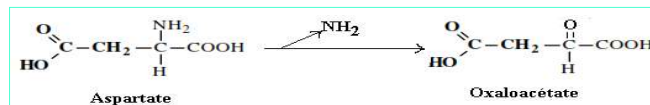
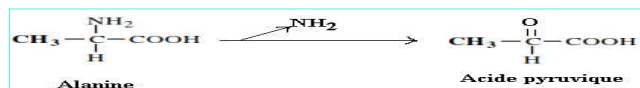


- La **phosphorylation** représente un des mécanismes essentiels dans la **régulation de l'activité enzymatique**

27

Propriétés chimiques des AA

6. Désamination

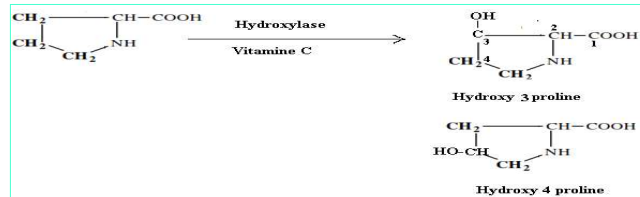


- Cette désamination génère des **intermédiaires du métabolisme du glucose**

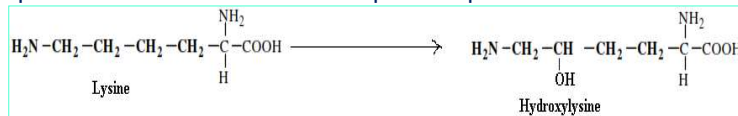
28

Propriétés chimiques des AA

7. Hydroxylation



- L'hydroxyproline est un **constituant essentiel du collagène**, elle protège les protéines de l'action catabolique des protéases



- L'hydroxylysine est un **constituant essentiel du collagène**

29

Plan du cours

I. Introduction

II. Les acides aminés

1. Données générales
2. Structure des AA
3. Classification des AA
4. Propriétés physiques et chimiques des AA
5. **Dérivées d'AA**

III. Les peptides

IV. Les protéines

30

Dérivés d'acides aminés

1. Exemple de principaux dérivés

	Exemple de dérivés
γ carboxyglutamate	
5 Hydroxylysine	

31

Dérivés d'acides aminés

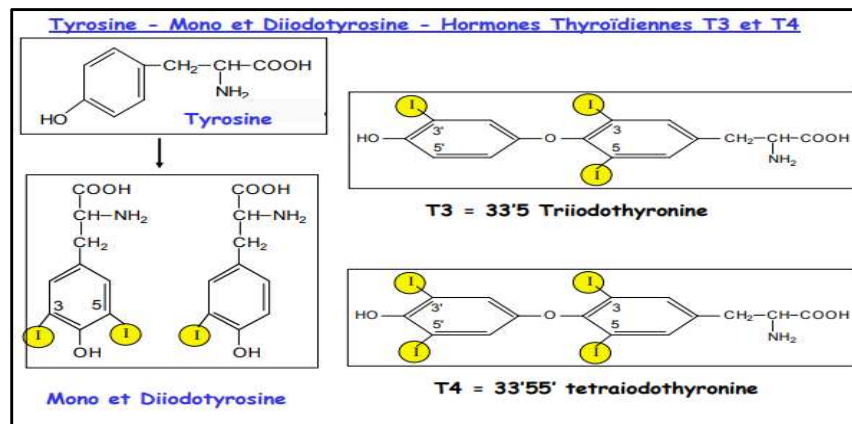
Exemple de principaux dérivés

	Exemple de dérivés
6 N Méthyl lysine	
Sélénocystéine	
Hydroxyproline	

32

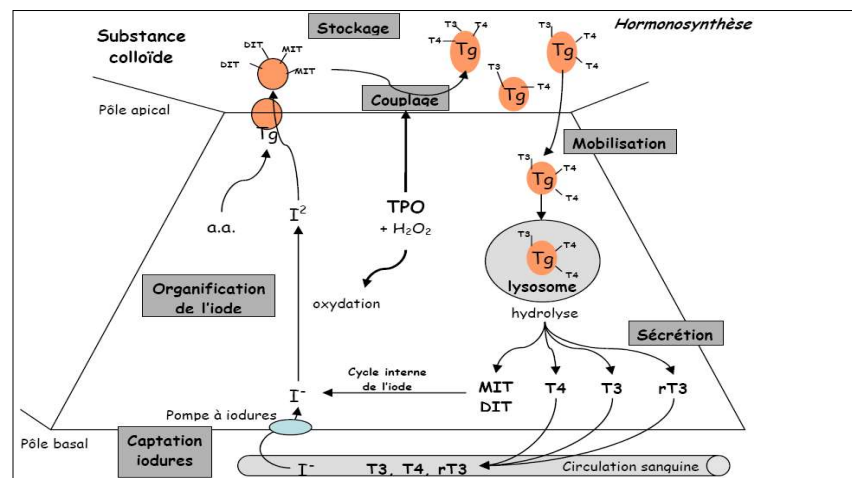
Dérivés d'acides aminés

2.Synthèse des hormones thyroïdiennes



33

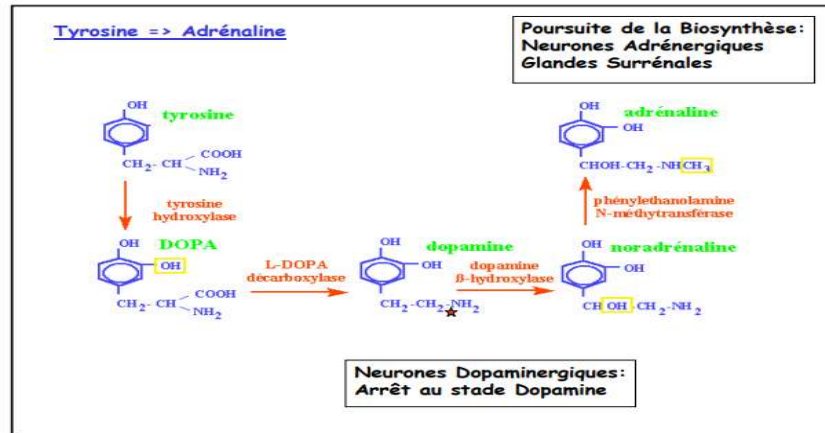
Synthèse des HT



34

Dérivés d'acides aminés

3. Synthèse des catécholamines

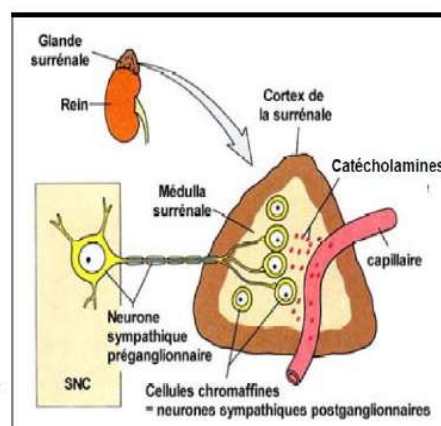


35

Dérivés d'acides aminés

Synthèse des catécholamines

- IL existe trois catécholamines :
 - ✓ **Dopamine** : neurotransmetteur du SNC qui coordonne l'activité motrice
 - ✓ **Noradrénaline** : neurotransmetteur des terminaisons sympathiques périphériques, hormone médullosurrénalienne
 - ✓ **Adrénaline** : neurotransmetteur du SNC, hormone de la médullosurrénale



36

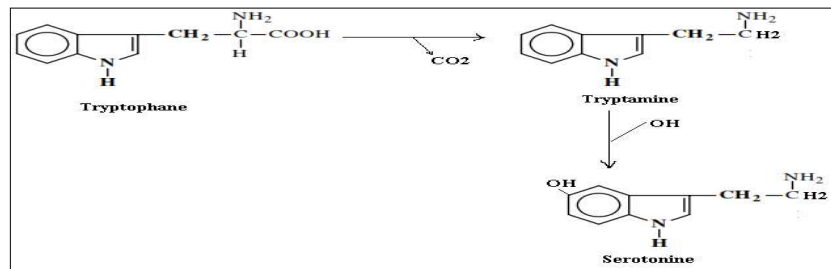
Dérivés d'acides aminés

4. Synthèse de molécules biologiquement actif

	Molécules	Propriétés
Créatine	<p>Créatine → Créatine phosphate</p>	<ul style="list-style-type: none"> Formée à partir de la Gly, Arg et S- adénosyl méthionine La créatine phosphate est une réserve énergétique du muscle strié
Créatinine	<p>Créatine → Créatinine + H₂O</p>	<ul style="list-style-type: none"> La créatinine est éliminée au niveau rénal La concentration sanguine de la créatinine reflète l'état de la fonction rénale Une augmentation de sa concentration est un indicateur de l'altération de la fonction rénale

Dérivés d'acides aminés

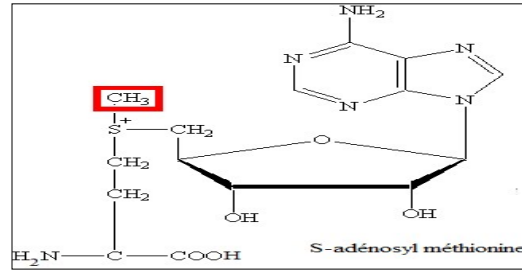
5. Synthèse de sérotonine



- Neurotransmetteur du SNC impliqué dans la douleur, la régulation du rythme circadien, le contrôle de l'agressivité

Dérivés d'acides aminés

6. Synthèse de S-Adénosylméthionine



- Il agit avec les transméthylases comme **agent donneur de méthyle**
- Ex: les ADN transméthylases qui assurent la méthylation de l'ADN sur une cytosine ou une adénine dans le cadre de régulation de la transcription

39

Plan du cours

I. Introduction

II. Les acides aminés

1. Données générales
2. Structure des AA
3. Classification des AA
4. Propriétés physiques et chimiques des AA
5. Dérivées d'AA
6. **Méthodes d'étude des AA**

III. Les peptides

IV. Les protéines

40

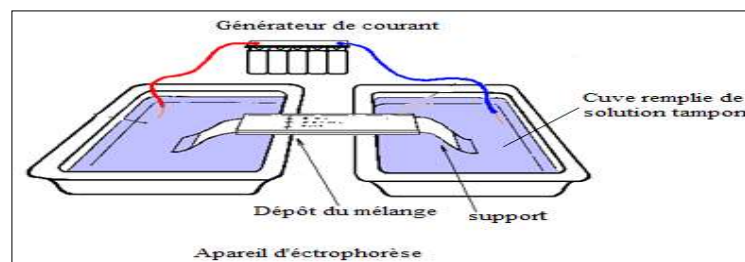
Méthodes d'études des AA

- Détection par des réactions colorées : ninhydrine
- Dosage par photométrie pour ceux qui absorbent dans l'UV (Aa aromatiques)
- Dosage colorimétrique après leur traitement dans une réaction colorée (ex : ninhydrine)
- **Electrophorèse**
- **Chromatographie**

41

L'électrophorèse Principe & Appareillage

- Technique basée sur la mobilisation de particules sous l'effet d'un courant électrique
- Méthode de séparation de particules **chargées électriquement** par migration différentielle, sous l'action d'un **champ électrique**



42

La chromatographie

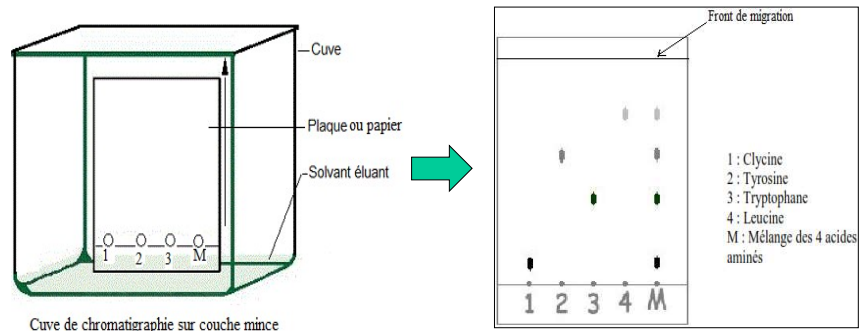
Principe

- La **phase mobile** migre par capillarité le long de la **phase stationnaire** entraînant avec elle à des **vitesses différentes** les différents constituants du mélange à analyser
- La plaque est en suite retirée de la cuve, **séchée** puis **révélee** par ninhydrine à chaud
- Les acides aminés du mélange apparaissent à différents endroits de la plaque et on détermine le rapport frontal pour chaque AA et qui est une grandeur caractéristique :
 - $R = a/s$ avec a : distance parcouru par l'AA
 s : distance parcourue par le solvant
 - Par comparaison aux rapports frontaux déjà connus on peut identifier l'acide aminé

43

La chromatographie

Appareillage



Cuve de chromatographie sur couche mince

44

Plan du cours

- I. Introduction
- II. Les acides aminés
- III. Les peptides
 - 1. **Définition**
 - 2. Peptides d'intérêt biologique
- IV. Les protéines

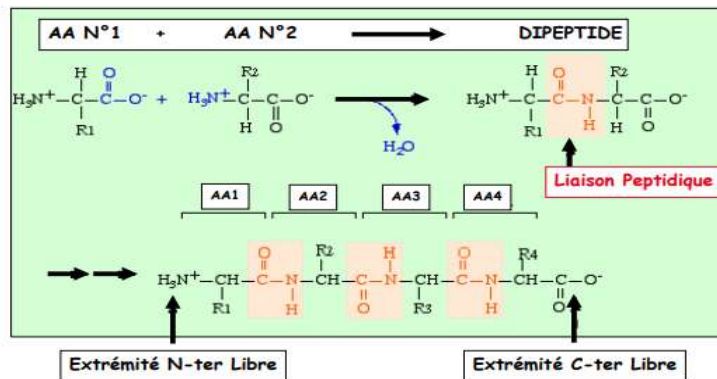
45

Définition

- Peptides sont des molécules constituées d'un enchainement d'acides aminés liés entre eux par des liaisons peptidiques
- On retrouve :
 - Oligopeptide : nombre d'AA < 9 (Dipeptide, tripeptide...)
 - Polypeptide : nombre d'AA < 100
- Protéine : nombre d'AA > 100 avec des modifications qui apparaissent sur la structure initiale du peptide (structure primaire)
- Le peptide est numéroté à partir de l'AA N terminal vers l'AA C terminal

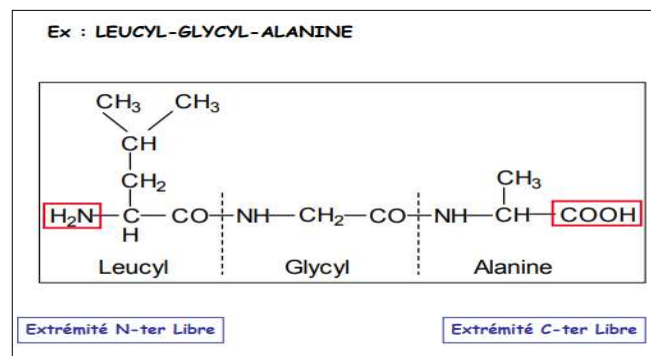
46

Définition



47

Définition



48

Plan du cours

I. Introduction

II. Les acides aminés

III. Les peptides

1. Définition

2. **Peptides d'intérêt biologique**

IV. Les protéines

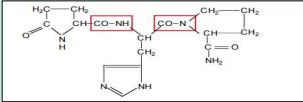
49

Peptides d'intérêt biologique

	Structure	Propriétés
<u>Carnosine</u> β alanyl histidine		-Dipeptide -Constituant du muscle
<u>Glutathion</u> γ Glutamyl cystéinyl glycine		-Tripeptide -Antioxydant cellulaire par la réaction : <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> $\begin{array}{ccc} \text{peroxydes} & & 2 \text{ G-SH} \\ \text{agressifs} & & \\ & \searrow \quad \swarrow & \\ \text{formes} & & \text{G-S-S-G} \\ \text{réduites} & & \\ \text{inoffensives} & & \end{array}$ </div>

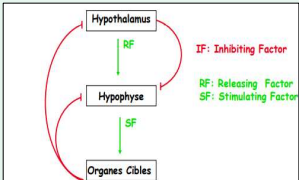
50

Peptides d'intérêt biologique

	Structure	Propriétés
TRH ou TRF Thyrotropin-releasing hormone/factor	 <p>pyroglutamyl histidylprolinamide</p>	-Tripeptide

51

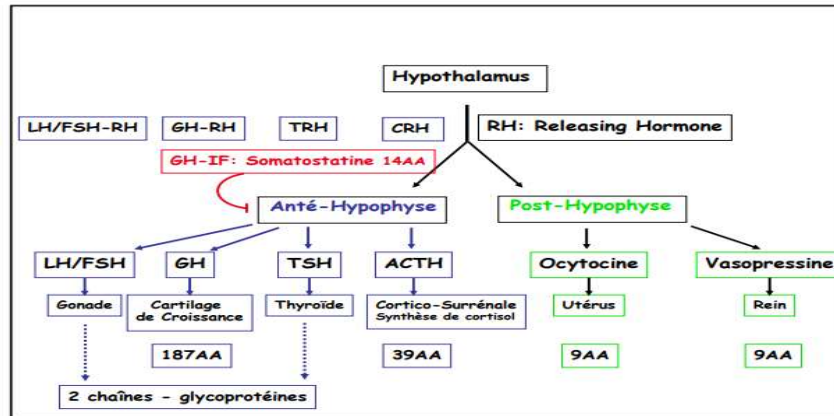
Peptides d'intérêt biologique

	Structure	Propriétés
Enképhalines	<p>Enképhalines : 5 AA</p> <p>=> Tyr-Gly-Gly-Phe-Met</p> <p>=> Tyr-Gly-Gly-Phe-Leu</p>	-Oligopeptide -Participent au contrôle central de la douleur : <ul style="list-style-type: none"> > Leu-enképhaline : Tyr-Gly-Gly-Phe-Leu > Met-enképhaline : Tyr-Gly-Gly-Phe-Met
Axe hypothalamo-hypophysaires	 <p>IF: Inhibiting Factor</p> <p>RF: Releasing Factor</p> <p>SF: Stimulating Factor</p>	-Polypeptides <ul style="list-style-type: none"> - IF - SF

52

Peptides d'intérêt biologique

1. Hormones hypothalamo-hypophysaires



53

Peptides d'intérêt biologique

Hormones Hypothalamique

Thyrotrophin Releasing Hormone (TRH)
 Corticotrophin Releasing Hormone (CRH)
 Gonadotrophin Releasing Hormone (GnRH) / (LH-FSHRH)
 Growth Hormone Releasing Hormone (GHRH)
 Somatostatin ou Growth Hormone-Inhibitory Hormone (GH-IH)

Hormones Anté-Hypophysaire

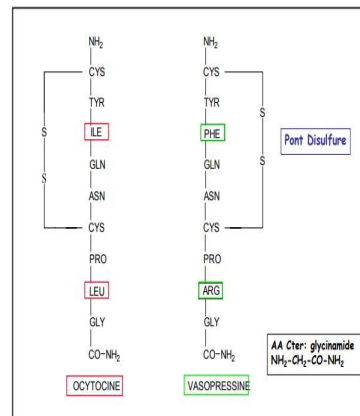
Thyroïde-Stimulating Hormone (TSH)
 Adrenocorticotrophic Hormone (ACTH)
 Luteinizing Hormone (LH)
 Follicle-Stimulating Hormone (FSH)
 Somatotrophin Growth Hormone (GH)
 Melanocyte-Stimulating Hormone (MSH)

Hormones Post-Hypophysaire

Ocytocine
 Arginine vasopressine

Hormones Thyroïdienne

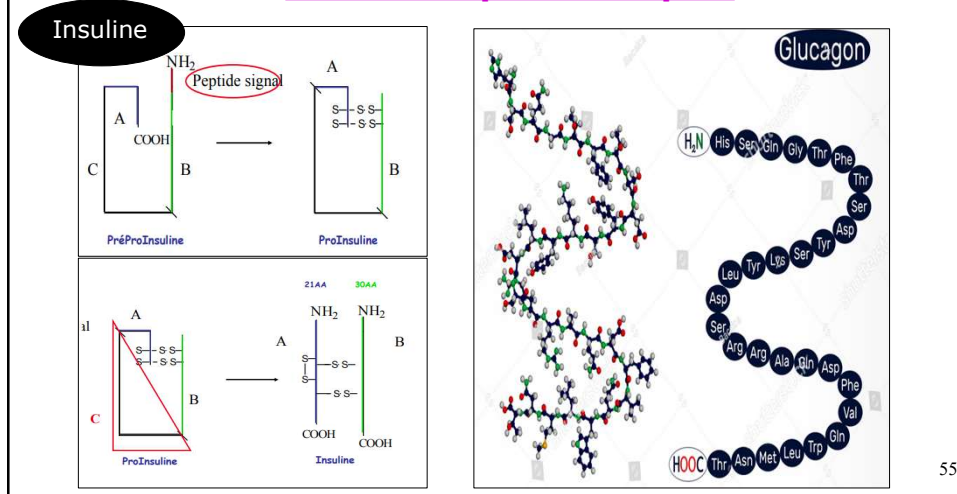
Thyroxine (T4)
 Triiodothyronine (T3)



54

Peptides d'intérêt biologique

2. Hormones pancréatiques



Plan du cours

- I. Introduction
- II. Les acides aminés
- III. Les peptides
- IV. Les protéines
 1. Structure primaire
 2. Structure secondaire
 3. Structure tertiaire
 4. Structure quaternaire
 5. Propriétés physicochimiques des protéines
 6. Classification des protéines

Structure des protéines

- Macromolécules constituées d'un grand nombre d'AA
- L'ordre des AA détermine à la fois la **structure** et la **fonction** d'une protéine
- Ordre = traduction du message inscrit dans la séquence nucléotidique d'ADN (code génétique) en AA
- Synthèse des protéines dans le cytoplasme et le réticulum endoplasmique par assemblage des AA lors de la traduction des ARN messagers

57

Structure des protéines

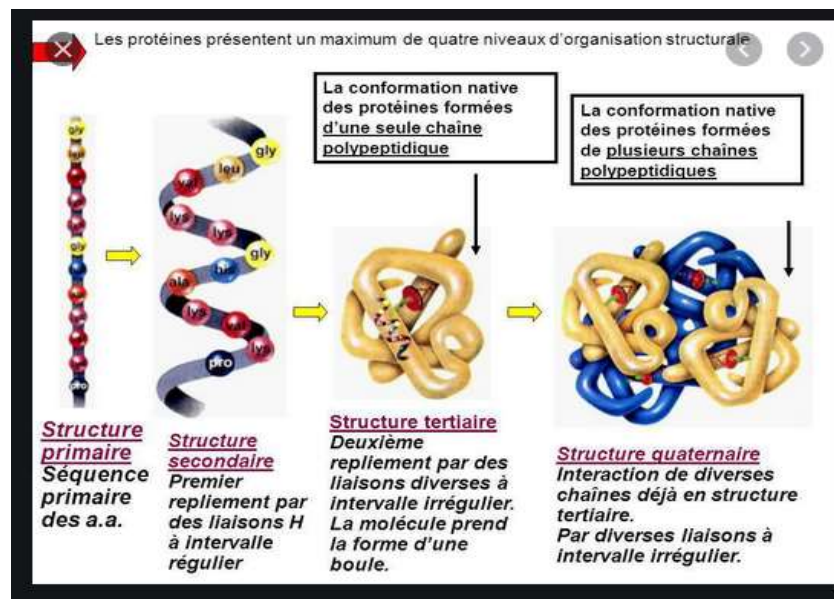
- Protéines = moyen d'expression de l'information génétique
- Il existe des milliers de gènes dans les noyaux cellulaires ➡ des milliers de protéines différentes leurs correspondent
- Chaque protéine assure une fonction spécifique déterminée par son gène

58

Structure des protéines

- Par convention :
 - 1^{er} AA → fonction α -NH₂ non engagée dans liaison peptidique (extrémité NH₂-terminale)
 - Le dernier AA → fonction acide carboxylique non engagée (extrémité COOH-terminale)
- Protéines s'organisent en structure secondaire, tertiaire et quaternaire

59



60

Structure des protéines

1. Structure primaire

- C'est la succession linéaire d'AA dans un ordre bien déterminé, cet ordre est appelé séquence
- C'est la seule qui est codée génétiquement et les niveaux structuraux donnant **d'autres niveaux d'organisation sont post traductionnels**
- Toutes les protéines passent par ce stade, certaines d'entre elles vont connaître des modifications pour prendre d'autres formes plus compliquées, d'autres sont **fonctionnelles** au **stade primaire** qui constituera leur forme définitive

61

Structure des protéines

2. Structure secondaire

- Résulte de **l'organisation spatiale** en **2D** de la chaîne polypeptidique
- Par l'établissement de liaisons **hydrogènes** entre les **AA**
- Ces liaisons hydrogènes s'établissent entre NH d'un AA et CO d'un autre AA plus loin

62

Structure des protéines

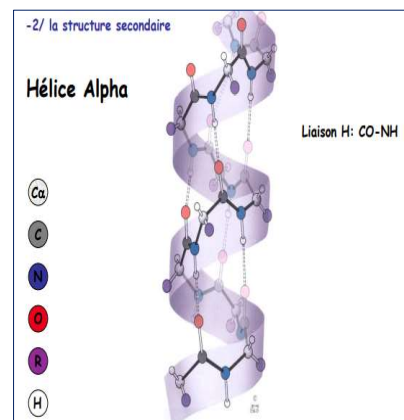
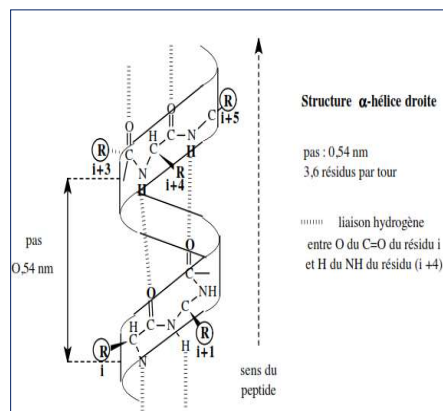
Structure secondaire

➤ En hélice α :

- Si NH appartient à l'AA_i, le CO appartient à l'AA_{i+4}
- Le **polypeptide initial s'enroule** de façon régulière générant une structure **en hélice** tournant dans la majorité des cas dans le **sens des aiguilles d'une montre** : c'est l'hélice α (ex: myoglobine)
- Asp, Glu, Arg et Lys déstabilisent l'hélice par la présence de charge dans leur chaîne latérale
- Leu, Trp, Phe stabilisent la structure en hélice et Pro entraîne sa rupture
- Les **chaînes latérales** sont orientées vers **l'extérieur de l'hélice**

63

Structure II^{aire} des protéines



64

Structure II^{aire} des protéines

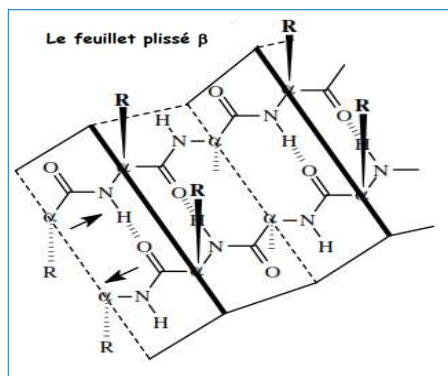
➤ En feuillet plissé β (fibroïne) :

- Les **liaisons hydrogènes** s'établissent entre des **segments** différents du peptide et ces segments peuvent appartenir **à la même chaîne** ou à des **chaînes différentes**
- L'association de deux brins repliés donne un feuillet plissé β :
 - Si ces deux brins ont la même orientation, on parle de **feuillet plissé β parallèle**
 - Si ces deux brins ont des orientations opposées, on parle de **feuillet plissé β antiparallèle**

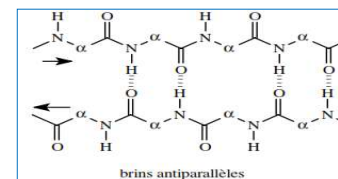
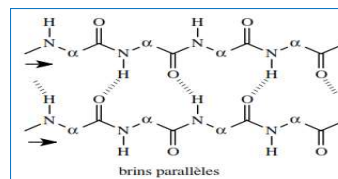
65

Structure II^{aire} des protéines

- Les deux brins sont liés entre eux par des liaisons hydrogènes



R : chaînes latérales se dressent presque à angle droit: vers le haut - vers le bas



66

Structure des protéines

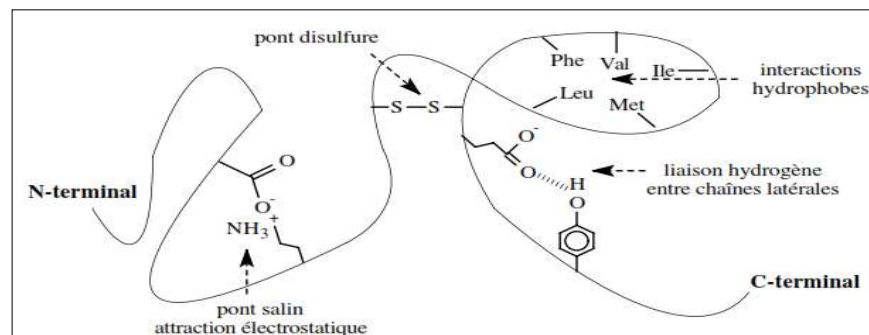
3. Structure tertiaire

- Résulte de **l'enroulement de la chaîne polypeptidique sur elle-même** suite à des interactions entre les résidus qui la constitue
- Ces interactions peuvent être :
 - Liaison **covalente** : pont disulfure
 - Liaison **ionique** : interaction entre groupement de charges opposées
 - Liaison **électrostatique** entre dipôles permanents et groupements ionisés ou entre deux dipôles : liaison hydrogène
 - Interactions **hydrophobes** ou **force de Van der Waals** entre groupes apolaires qui subit des forces de répulsion par l'eau favorisant leur rapprochement

67

Structure tertiaire des protéines

-Les **chaînes latérales polaires** des AA s'orientent vers la **surface** de la protéine alors que les chaînes latérales **apolaires** sont dirigées vers l'**intérieur**



68

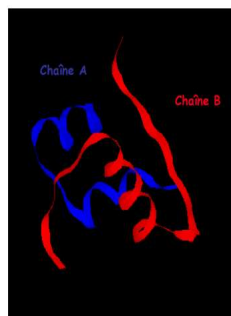
Structure III^{aire} des protéines

- C'est la structure tertiaire qui détermine et assure les **fonctions biologiques** de certaines protéines
- Exemple de protéines à structure tertiaire : **myoglobine** et **lactoglobuline**, **Immunoglobuline**
- Un traitement déstabilisant cette structure supprime la fonction biologique de la protéine, on parle d'une **dénaturation**

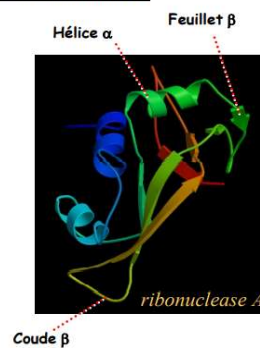
69

Structure III^{aire} des protéines

Structure 3D de l'Insuline: Chaîne A + Chaîne B



Structure 3D de la Ribonuclease A

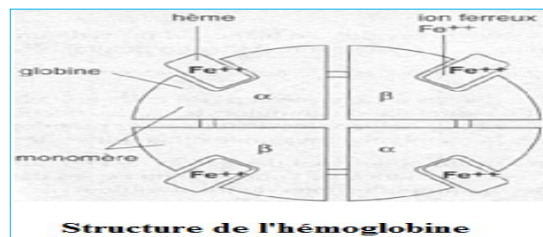


70

Structure des protéines

4. Structure quaternaire

- Correspond à l'association de **plusieurs sous unités** (monomère ou protomère) liées entre elles par des liaisons de différents types : interactions **hydrophobes**, liaisons **hydrogènes**, liaisons **ioniques**
- Exemples : les **enzymes allostériques**, **l'hémoglobine**



71

Plan du cours

- I. Introduction
- II. Les acides aminés
- III. Les peptides
- IV. Les protéines
 1. Structure primaire
 2. Structure secondaire
 3. Structure tertiaire
 4. Structure quaternaire
 5. **Propriétés physicochimiques des protéines**
 6. Classification des protéines

72

1. Propriétés physiques

- Solubles dans l'eau
- Absorbent dans l'UV
- Donnent un complexe coloré en violet avec les ions cuivriques en milieu alcalin : Réaction de **biuret**
- Cette propriété permet le dosage des protéines du sang : méthode de référence
- Ce complexe violet possède un maximum d'absorption à 540 nm, dosage selon loi de Beer-Lambert

$$D.O = \epsilon LC$$

- Les protéines sont optiquement actives

73

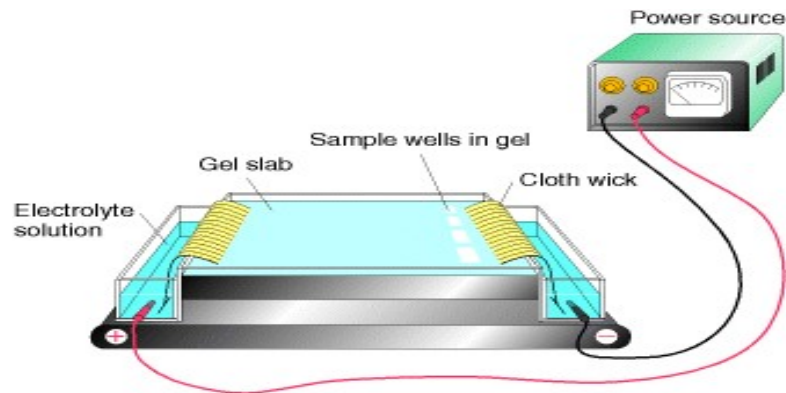
2. Propriétés chimiques

➤ Charge électrique et fixation de colorants :

- Sont relatives à celles des AA les constituant
- A pH alcalin (8,6), les protéines plasmatiques se chargent négativement → séparation par électrophorèse selon leur :
 - Charge électrique
 - Taille
 - Forme
- Couplée à une révélation par coloration spécifique (ex: bleu de schwartz)

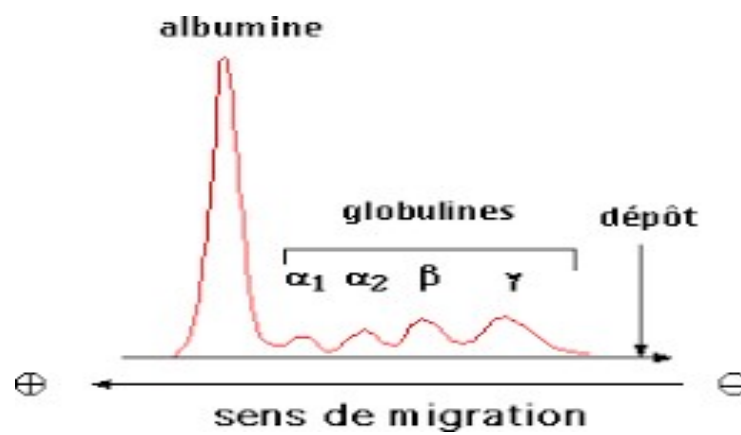
74

Appareillage d'électrophorèse



75

Tracé normal d'Électrophorèse



76

Plan du cours

I. Introduction

II. Les acides aminés

III. Les peptides

IV. Les protéines

1. Structure primaire

2. Structure secondaire

3. Structure tertiaire

4. Structure quaternaire

5. Propriétés physicochimiques des protéines

6. **Classification des protéines**

77

Classification des protéines

➤ Selon leur composition :

1. Holoprotéines

2. Hétéroprotéines

3. Chromoprotéines

78

1. Holoprotéines

Classification

➤ Globulaires solubles :

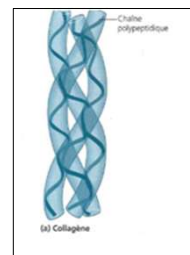
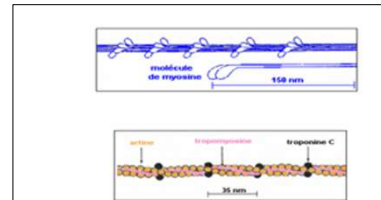
- Histones
- Globines
- Albumine
- Globulines

➤ Fibrillaires solubles :

- Actine
- Myosine

➤ Fibreuses insolubles :

- Kératine
- Elastine
- Collagène



79

Hétéroprotéines

A. Glycoprotéines

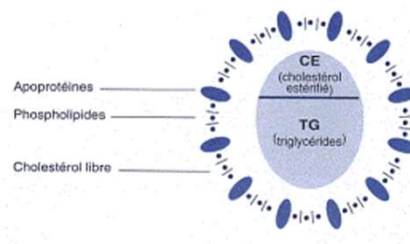
- Protéines liées de façon covalente à une séquence glucidique par OH d'une Sérine ou d'une Thréonine
- Localisées dans les membranes cellulaires, plasma et tissus conjonctif :
 - Immunoglobulines
 - Glycoprotéines des groupes sanguins
 - Mucines secrétées par les cellules bordantes des cavités (TD, poumons) elles sont très riches en glucides et résistent à l'action des enzymes protéolytiques

80

Hétéroprotéines

B. Lipoprotéines

- Forme de transport et de solubilisation des lipides dans le plasma
- Les AG sont liés à l'albumine, les autres corps gras plasmatiques sont intégrés dans des structures appelées les **lipoprotéines** :



81

Lipoprotéines

Classification

Nom	Densité	Protéines%	Lipides%
Chylomicrons (CM)	>à 0,96	2	98
VLDL (very low density lipop)	1,006-0,96	10	90
IDL (intermediate density lipop)	1,019-1,006	20	80
LDL (low density lipop)	1,063-1,019	25	75
HDL (High density lipop)	1,21-1,063	50	50

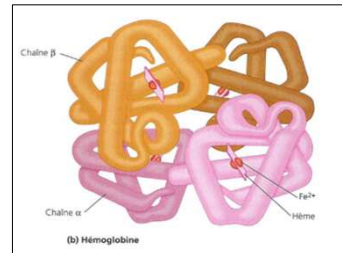
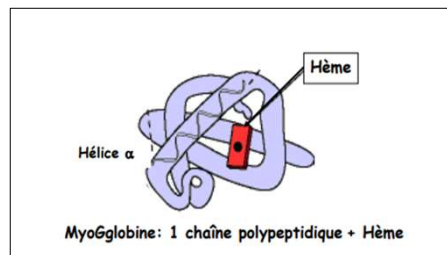
Ultracentrifugation

82

3. Chromoprotéines

Définition

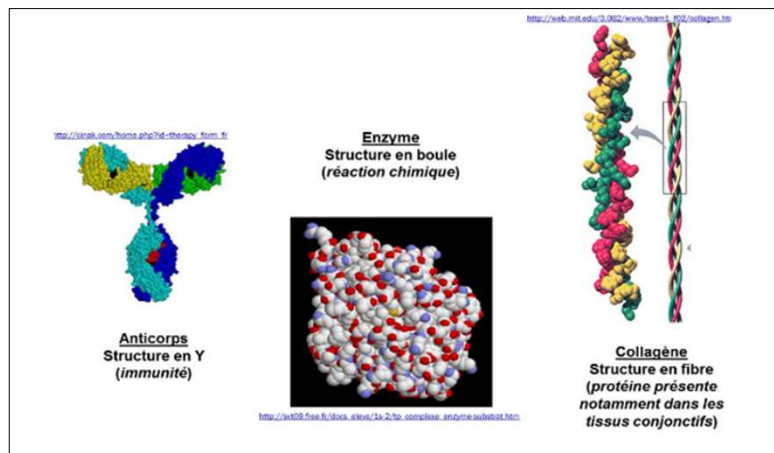
- Constituées d'une **protéine** et d'un **groupe prosthétic** contenant un ion métallique (ex : hème)
 - Hémoglobine
 - Myoglobine
 - Cytochrome



83

Conclusion

Diversité fonctionnelle des protéines



84

Conclusion

Diversité fonctionnelle des protéines

Fonction	Exemples
Soutien	Certains insectes et la plupart des araignées utilisent des fibres de soie pour construire leur cocon et leur toile. Le collagène et l'élastine composent la structure fibreuse des tissus conjonctifs des Animaux. La kératine est la protéine des cheveux, des cornes, des plumes, des griffes, des écailles, etc.
Mise en réserve d'acides aminés	L'ovalbumine est la protéine du blanc d'oeuf; elle est employée comme source d'acides aminés par l'embryon en développement. La caséine, une protéine du lait, constitue la principale source d'acides aminés des petits des Mammifères avant leur sevrage. Les Végétaux emmagasinent des protéines dans les graines.
Transport de substances	Chez les Vertébrés, l'hémoglobine, une protéine sanguine contenant du fer, transporte le dioxygène des poumons vers les différentes parties de l'organisme. D'autres protéines transportent des substances à travers les membranes cellulaires.
Régulation hormonale	L'insuline, une hormone sécrétée par le pancréas, contribue à la régulation de la concentration de glucose dans le sang des Vertébrés.
Réception de substances	Les protéines réceptrices intégrées à la membrane d'une cellule nerveuse détectent les substances chimiques émises par d'autres cellules nerveuses.
Mouvement	L'actine et la myosine sont des protéines contractiles servant au mouvement des muscles. D'autres protéines contractiles permettent de faire onduler les cils et les flagelles propulsant de nombreuses cellules.
Immunité humorale	Les anticorps, des protéines spécifiques du plasma sanguin, combattent les bactéries et les virus pathogènes.
Catalyse	Les enzymes, des protéines qui accélèrent ou diminuent la vitesse des réactions chimiques, interviennent dans toute synthèse ou dégradation de substances; ainsi, les enzymes digestives hydrolysent des polymères et d'autres molécules organiques contenus dans les aliments.