

# Master : Biotechnologie et Pathologie Moléculaire

## TD Dynamique structurale des macromolécules

### Contenu de la matière

#### 1. Acides aminés

- 1.1. Chiralité et stéréochimie
- 1.2. Classification selon la polarité de la chaîne latérale
- 1.3. La liaison peptidique
  - 1.3.1. Planéité, rigidité et polarité de la liaison peptidique
  - 1.3.2. Les angles de torsion
  - 1.3.3. Le diagramme de Ramachandran

#### 2. Hiérarchie structurale des protéines

- 2.1. Structure primaire,
- 2.2. Structure secondaire
- 2.3. Structure tertiaire
- 2.4. Structure quaternaire

#### 3. Relation structure-fonction des protéines

#### 4. Repliement, dynamique et stabilité des protéines

- 4.1. Les différents états du repliement
- 4.2. Le paradoxe de Levithal
- 4.3. Les mécanismes de repliement

#### 5. Détermination expérimentale des structures protéiques

- 5.1. La cristallographie aux rayons X
- 5.2. La résonance magnétique nucléaire
- 5.3. La microscopie électronique
- 5.4. La banque de donnée PDB

## **TD1 : Dynamique structurale des macromolécules**

### **Sujets d'exposés**

- 1. La Chiralité et la Stéréochimie des Acides Aminés**
- 2. Classification des Acides Aminés selon la Polarité de la Chaîne Latérale**
- 3. Les Propriétés de la Liaison Peptidique**
- 4. Les Angles de Torsion dans les Protéines**
- 5. Le Diagramme de Ramachandran et Son Utilité**
- 6. Les Différentes Structures des Protéines : Un Voyage de la Structure Primaire à la Structure Quaternaire**
- 7. Relation Structure-Fonction des Protéines**
- 8. Le Repliement des Protéines et Son Importance pour la Stabilité**
- 9. Les Mécanismes de Repliement des Protéines**
- 10. Techniques Expérimentales pour la Détermination des Structures Protéiques**

## TD2 : Dynamique structurale des macromolécules

### CLASSIFICATION DES ACIDES AMINES

#### Question 1

En fonction de la nature de leur chaîne latérale. Compléter la classification des acides aminés ci-dessous

.....

$\begin{array}{c} \text{COO}^{\ominus} \\   \\ \text{H}_3\text{N}^{\oplus} - \text{C} - \text{H} \\   \\ \text{H} \end{array}$ <p>Glycine [G] (Gly)</p>	$\begin{array}{c} \text{COO}^{\ominus} \\   \\ \text{H}_3\text{N}^{\oplus} - \text{C} - \text{H} \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$ <p>Alanine [A] (Ala)</p>	$\begin{array}{c} \text{COO}^{\ominus} \\   \\ \text{H}_3\text{N}^{\oplus} - \text{C} - \text{H} \\   \\ \text{CH} \\ / \quad \backslash \\ \text{H}_3\text{C} \quad \text{CH}_3 \end{array}$ <p>Valine [V] (Val)</p>	$\begin{array}{c} \text{COO}^{\ominus} \\   \\ \text{H}_3\text{N}^{\oplus} - \text{C} - \text{H} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{CH} \\ / \quad \backslash \\ \text{H}_3\text{C} \quad \text{CH}_3 \end{array}$ <p>Leucine [L] (Leu)</p>	$\begin{array}{c} \text{COO}^{\ominus} \\   \\ \text{H}_3\text{N}^{\oplus} - \text{C} - \text{H} \\   \\ \text{H} - \text{C} - \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$ <p>Isoleucine [I] (Ile)</p>
---	--	---	--	---

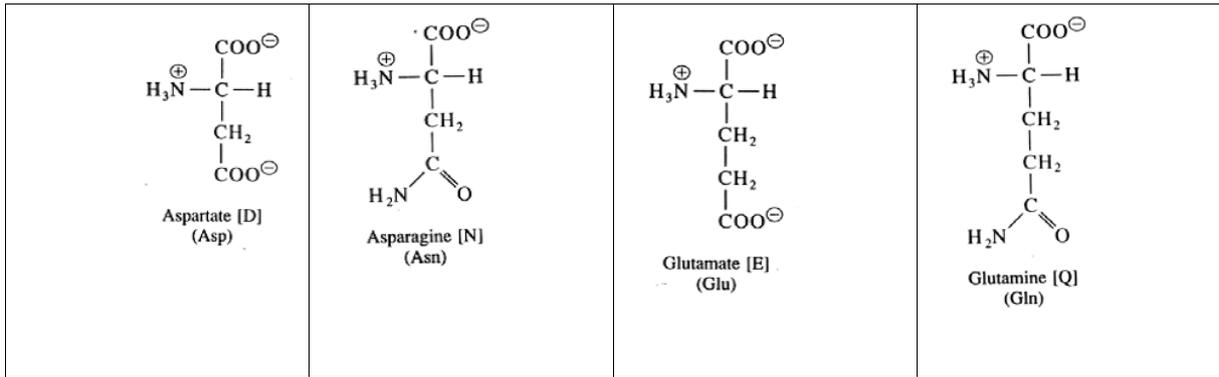
.....

.....

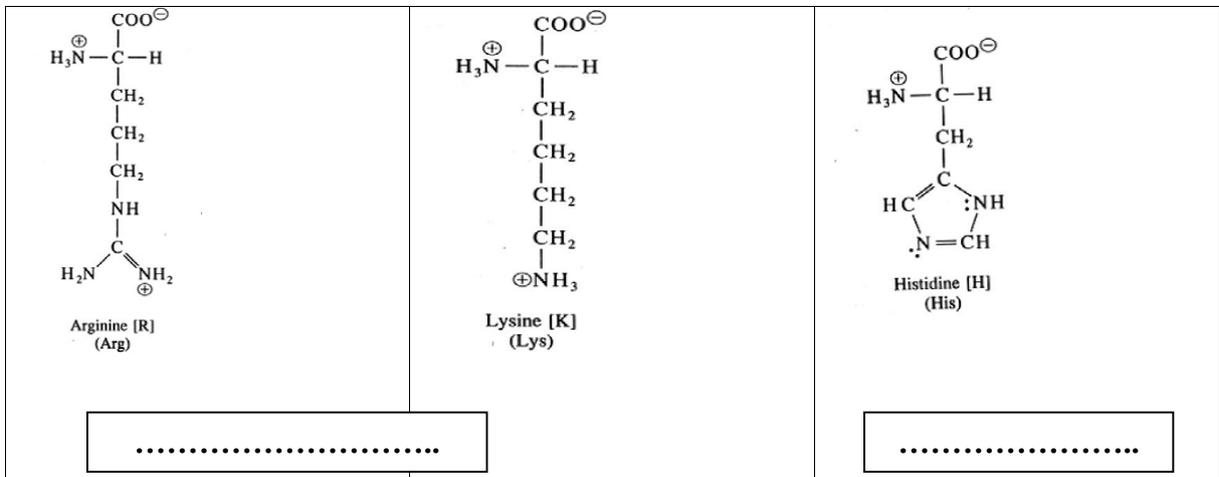
.....

$\begin{array}{c} \text{COO}^{\ominus} \\   \\ \text{H}_2\text{N}^{\oplus} - \text{C} - \text{H} \\ / \quad \backslash \\ \text{H}_2\text{C} \quad \text{CH}_2 \end{array}$ <p>Proline [P] (Pro)</p>	$\begin{array}{c} \text{COO}^{\ominus} \\   \\ \text{H}_3\text{N}^{\oplus} - \text{C} - \text{H} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{S} \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$ <p>Methionine [M] (Met)</p>	$\begin{array}{c} \text{COO}^{\ominus} \\   \\ \text{H}_3\text{N}^{\oplus} - \text{C} - \text{H} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{SH} \end{array}$ <p>Cysteine [C] (Cys)</p>	$\begin{array}{c} \text{COO}^{\ominus} \\   \\ \text{H}_3\text{N}^{\oplus} - \text{C} - \text{H} \\   \\ \text{H} - \text{C} - \text{OH} \\   \\ \text{H} \end{array}$ <p>Serine [S] (Ser)</p>	$\begin{array}{c} \text{COO}^{\ominus} \\   \\ \text{H}_3\text{N}^{\oplus} - \text{C} - \text{H} \\   \\ \text{H} - \text{C} - \text{OH} \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$ <p>Threonine [T] (Thr)</p>	$\begin{array}{c} \text{COO}^{\ominus} \\   \\ \text{H}_3\text{N}^{\oplus} - \text{C} - \text{H} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{C}_6\text{H}_4 \\   \\ \text{OH} \end{array}$ <p>Tyrosine [Y] (Tyr)</p>
--	--	---	--	--	--

.....



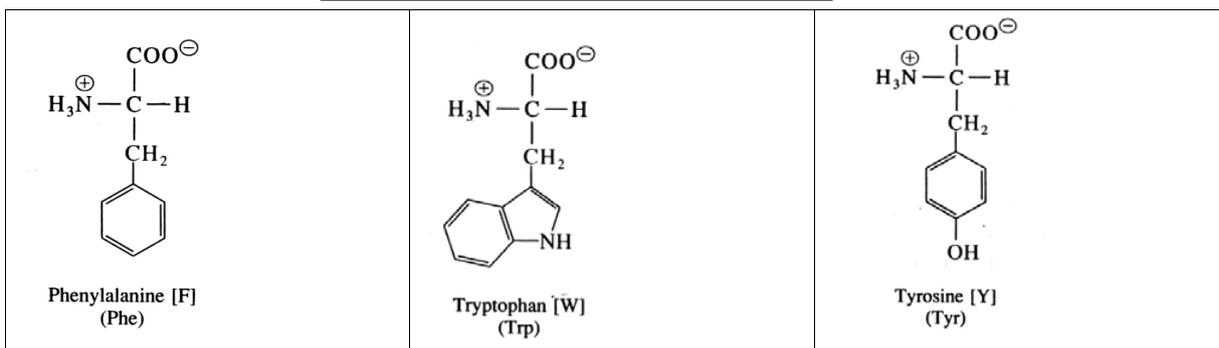
.....



.....

.....

.....



## Question 2

Relier chaque acide aminé à la proposition (à compléter) qui lui correspond et préciser la nature ainsi que l'origine de chaque acide aminé ?

Asp, Glu

**Chargées positivement à pH neutre**

Lys, Arg, His

**Non chargées à pH neutre mais polaire**

Ser, Thr, Cys, Asn, Gln, Tyr

**Non chargées à pH neutre mais apolaire**

Gly, Ala, Val, Leu, Ile, Met, Phe, Trp, Pro

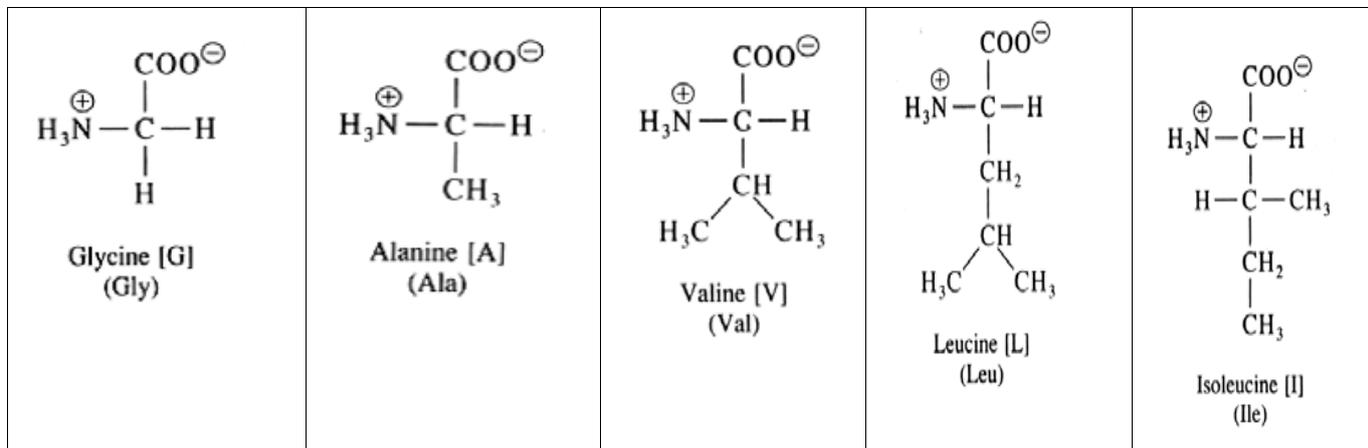
**Chargées négativement à pH neutre**

## Solution

### Question 1

En fonction de la nature de leur chaîne latérale. La classification complète des acides aminés ci-dessous

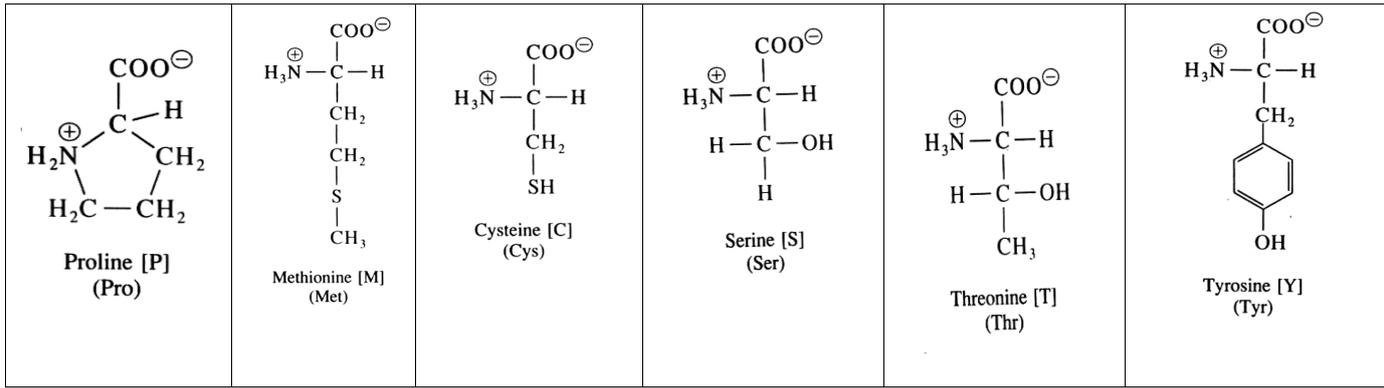
#### Acides aminés aliphatiques



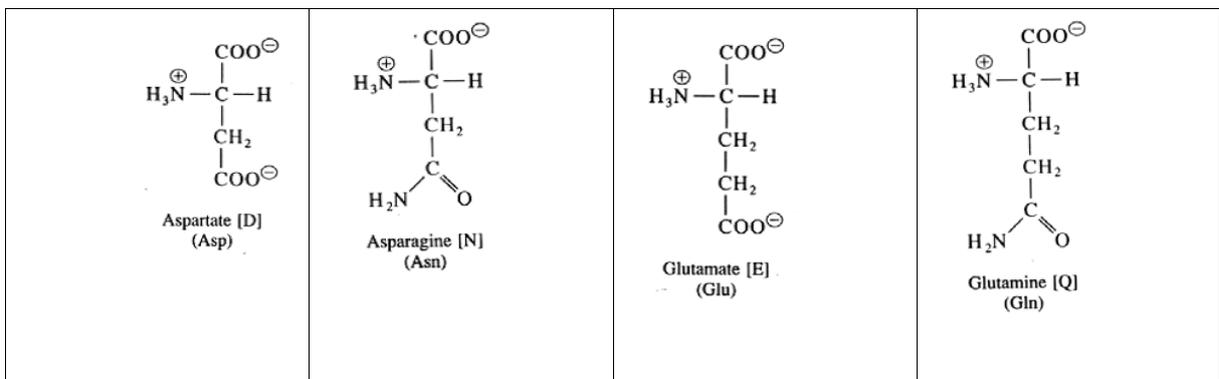
Imino acide

Acides aminés soufrés

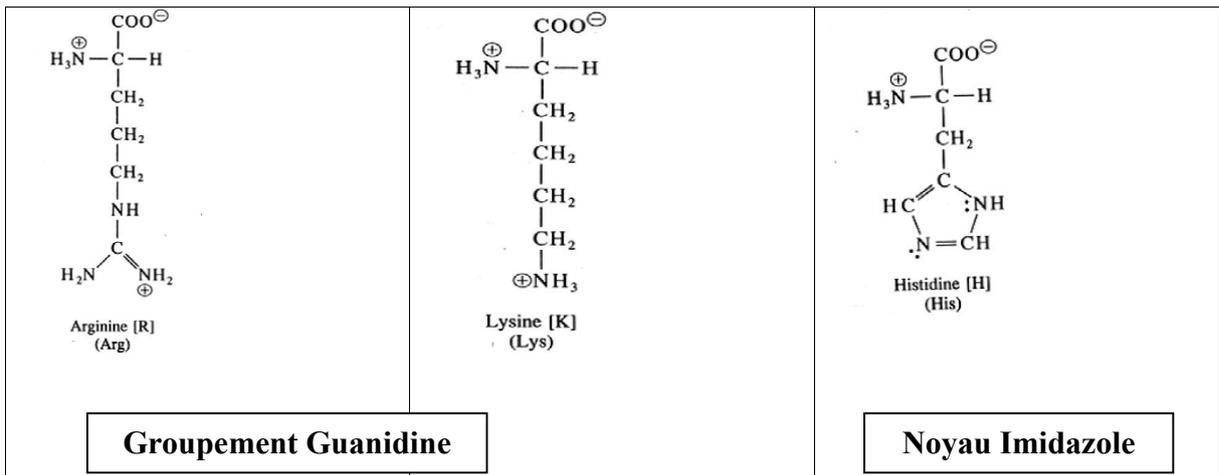
Acides aminés hydroxylés



### Acides aminés dicarboxyliques et leurs amides



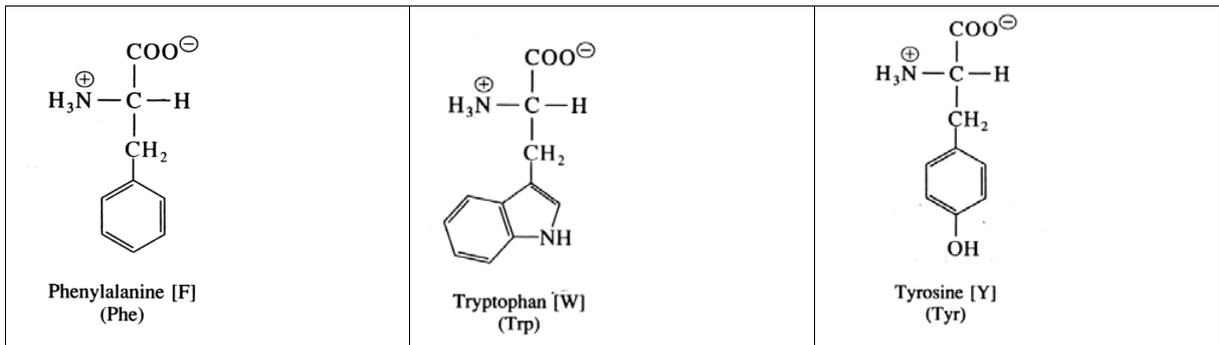
### Acides aminés dibasiques



Groupement Guanidine

Noyau Imidazole

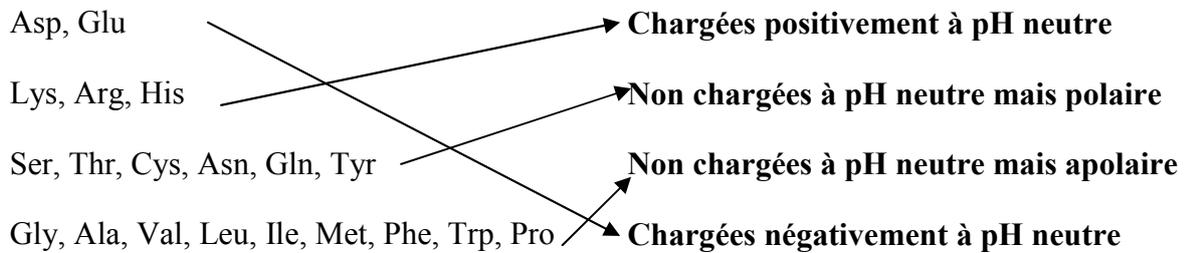
## Acides aminés aromatiques



### Question 2

Relier chaque acide aminé à la proposition (à compléter) qui lui correspond et préciser la nature ainsi que l'origine de chaque acide aminé ?

#### En fonction de la polarité et de la charge des chaînes latérales à pH neutre



## TD3 : Dynamique structurale des macromolécules

### DSTRUCTURE DES PROTEINES

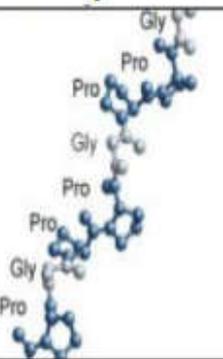
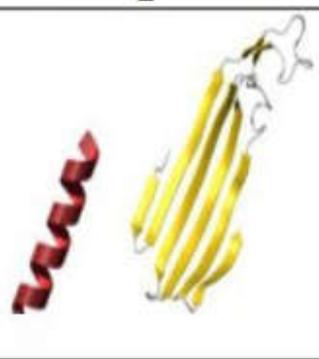
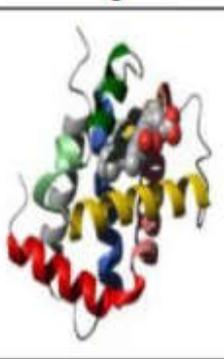
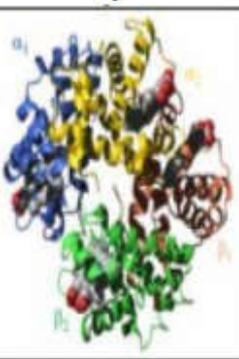
#### Question 1

Il existe quatre niveaux de structure des protéines. Citer les et donner la définition de chaque structure ?

#### Question 2

La structure quaternaire est l'arrangement spatial de ces différentes sous-unités le tableau ci-dessous présente illustrations des niveaux d'organisation structurale des Macromolécules.

1. Que présente 1, 2, 3, 4 ?
2. Donner la description de chaque structure ?

1	2	3	4
			
<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>	<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>	<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>	<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>

#### Solution

#### Question 1

1. IL existe quatre niveaux de structure des protéines :
  1. La structure primaire : c'est la séquence en acides aminés ou

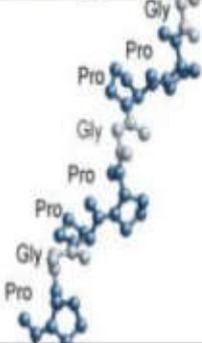
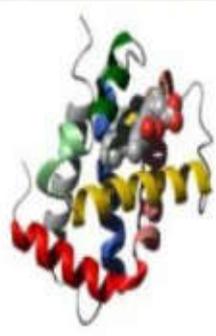
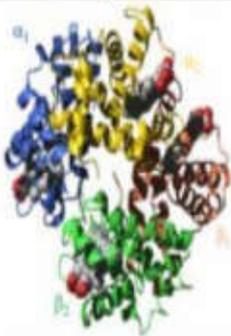
enchaînement  
polypeptidique

2. Les structures secondaires : c'est l'ensemble des structures locales spécifiques qu'adoptent certaines parties d'une protéine. C'est une étape du repliement des protéines

3. La structure tertiaire ou structure tridimensionnelle : parmi les innombrables structures que peut adopter une protéine, c'est la seule structure qui lui confère sa fonction biologique

4. La structure quaternaire : certaines protéines sont constituées de plusieurs chaînes polypeptidiques (appelées sous-unités) identiques ou non.

2. illustrations des niveaux d'organisation structurale des Macromolécules.

Structure primaire	Structure secondaire	Structure tertiaire	Structure quaternaire
			
<p>La structure primaire est la séquence des acides aminés.</p>	<p>Les structures secondaires sont les motifs que forment les acides aminés. On reconnaît principalement les structures en hélice <math>\alpha</math> et en feuillet <math>\beta</math>.</p>	<p>La structure tertiaire se rapporte aux relations dans l'espace des différentes structures secondaires, hélices et feuillets.</p>	<p>Les protéines qui contiennent plus d'une chaîne polypeptidique présentent un niveau supplémentaire d'organisation : on parle de structure quaternaire.</p>