

# Chapitre 4

# Les acides aminés et les protéines

Pr. Bertrand TOUSSAINT

# Plan du cours

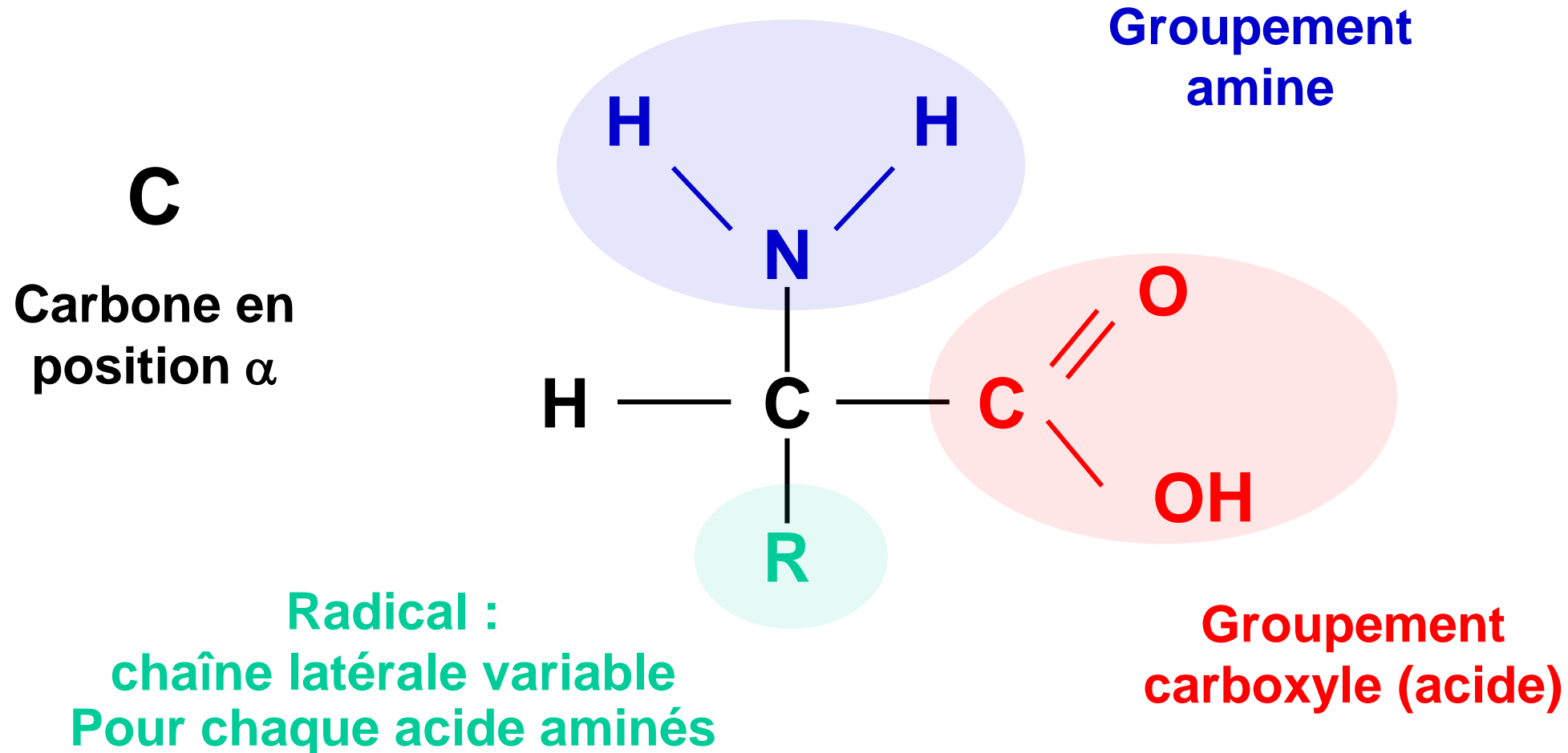
- Structures des Acides aminés
- Propriétés des acides aminés
- Rôle des acides aminés
- Structure des protéines
- Propriétés des protéines
- Rôle des protéines

# Objectifs pédagogiques du cours

- Connaître la structure de base des acides aminés
- Connaître les acides aminés essentiels
- Connaître la liaison peptidique entre acides aminés
- Avoir compris pourquoi la forme des protéines dans l'espace dicte leur fonction
- Savoir comment l'organisme humain se procure les acides aminés et ce que deviennent les protéines dans le métabolisme

# Structure des acides aminés

Un motif structural commun



# 20 acides aminés fondamentaux

Aminoacide	Abréviations 3 lettres	Symbolisation 1 lettre
Alanine	Ala	A
Arginine	Arg	R
Asparagine	Asn	N
Acide aspartique	Asp	D
Cystéine	Cys	C
Glutamine	Gln	Q
Acide glutamique	Glu	E
Glycocolle ou glycine	Gly	G
Histidine	His	H
Isoleucine	Ile	I
Leucine	Leu	L
Lysine	Lys	K
Méthionine	Met	M
Phénylalanine	Phe	F
Proline	Pro	P
Sérine	Ser	S
Thréonine	Thr	T
Tryptophane	Trp	W
Tyrosine	Tyr	Y
Valine	Val	V

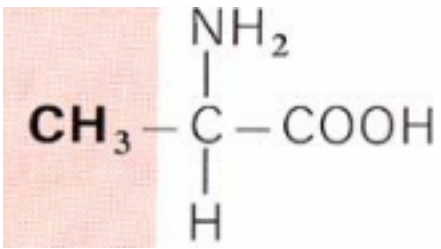
# 4 classes

Classification selon la polarité de leurs chaînes latérales (à pH 7)

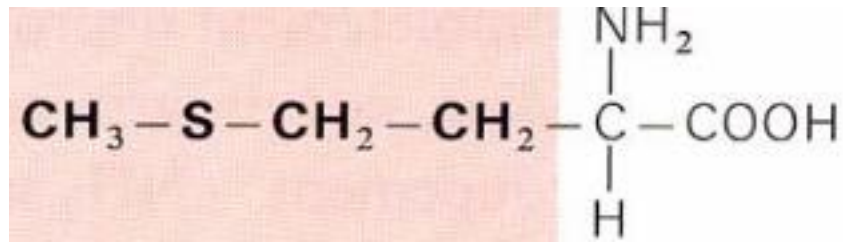
- Chaînes latérales non polaires = **HYDROPHOBES**
  - Alanine, Isoleucine, Leucine, Méthionine, Phénylalanine, Proline, Tryptophane, Valine
- Chaînes latérales polaires mais non chargées = **HYDROPHILES**
  - Asparagine, Cystéine, Glutamine, Glycocolle, Sérine, Thréonine, Tyrosine
- Chaînes latérales chargées négativement = **ACIDES**
  - Acide aspartique, Acide glutamique
- Chaînes latérales chargées positivement = **BASIQUES**
  - Arginine, Histidine, Lysine

# Structures des chaines latérales (1)

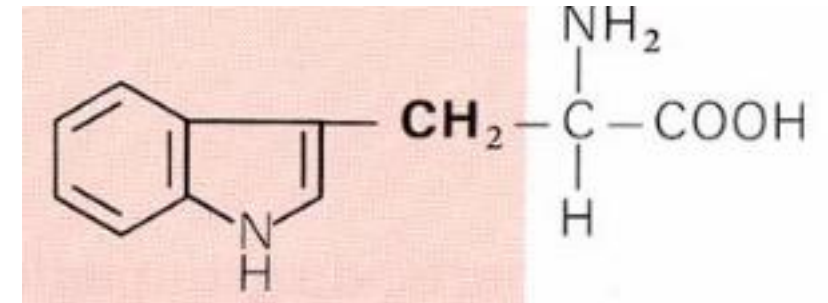
- Chaînes latérales non polaires (8 aa)



Alanine

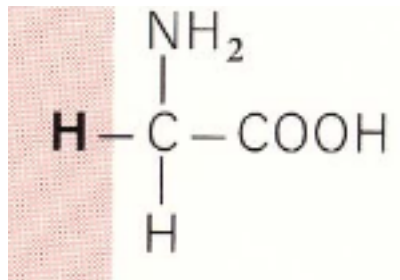


méthionine

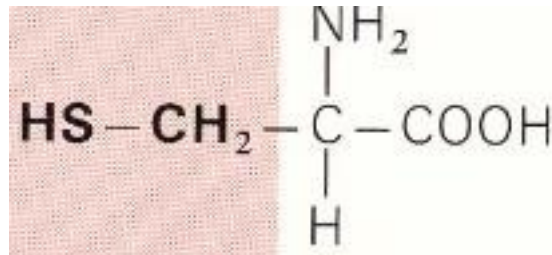


tryptophane

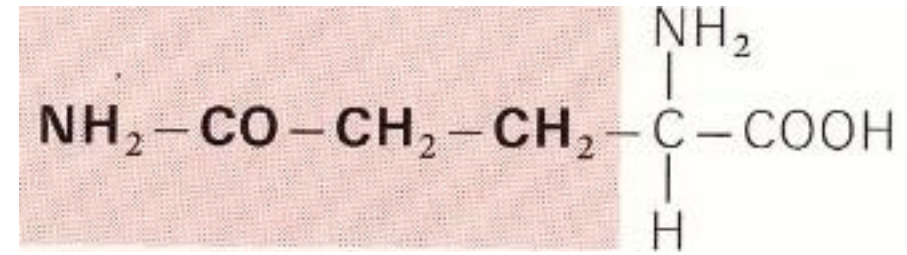
- Chaînes latérales polaires non chargées (7 aa)



Glycine



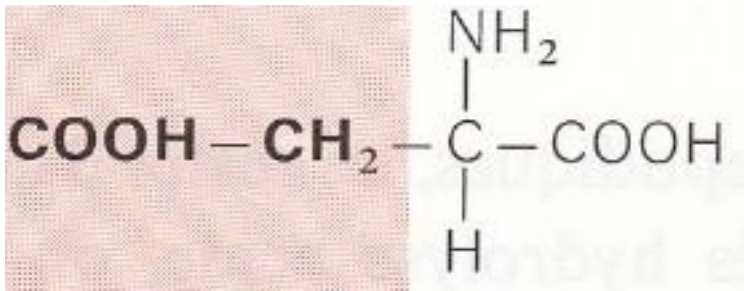
cystéine



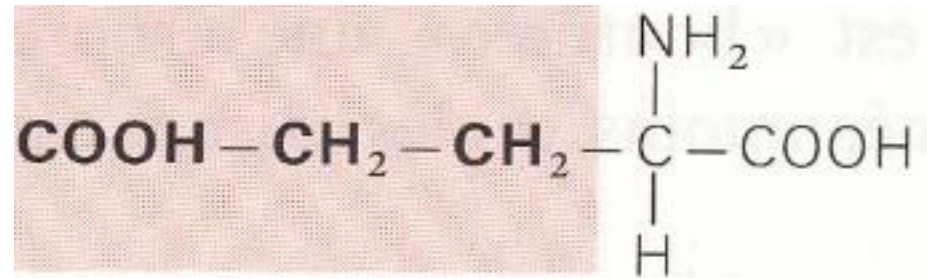
glutamine

## Structures des chaines latérales (2)

- Chaînes latérales chargées négativement (2 aa)

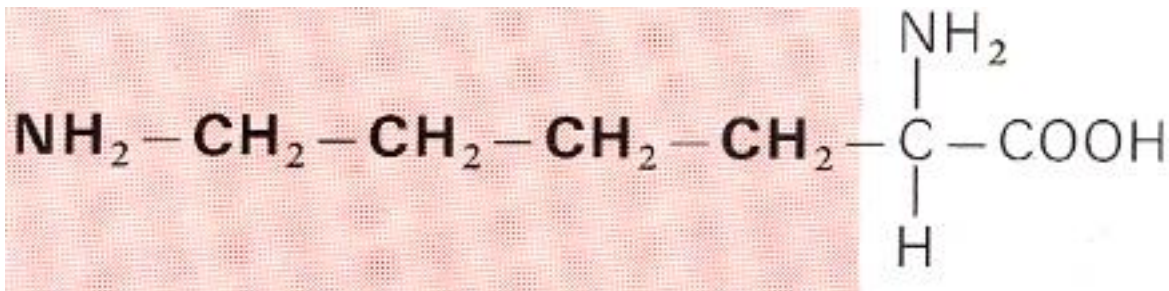


Acide aspartique

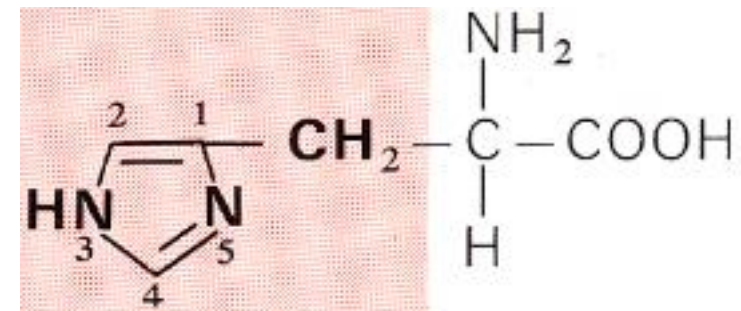


Acide glutamique

- Chaînes latérales chargées positivement (3 aa)



Lysine



Histidine

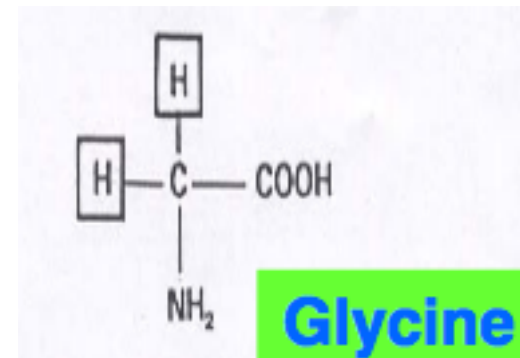
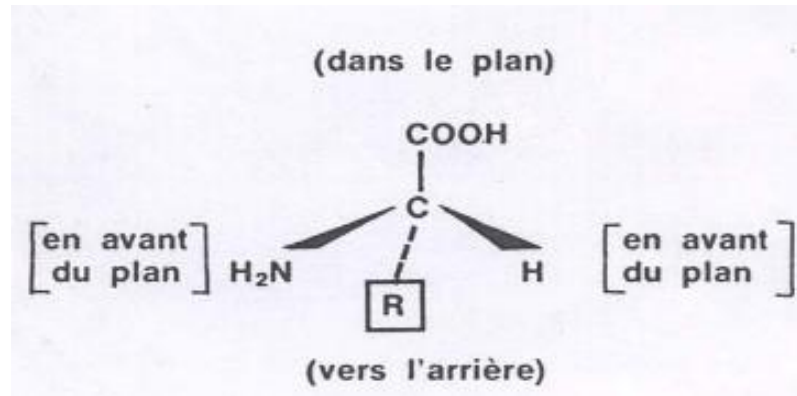


# Acides aminés essentiels

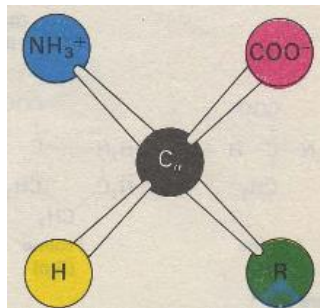
- Essentiels : Acides aminés indispensables qui doivent être apportés par l'alimentation (non-synthétisables par l'organisme)
  - leucine, thréonine, lysine, tryptophane, phénylalanine, valine, méthionine, isoleucine
  - « *Le très lyrique Tristan fait vaquement marcher lseult* »
  - histidine, arginine : essentiels pour le nourrisson
- Non essentiels : Acides aminés pouvant être produits de manière endogène par l'organisme

# Isomérisation des a.a

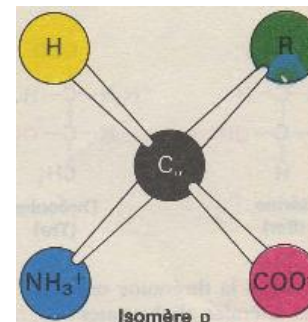
- Le carbone en  $\alpha$  des a.a est asymétrique sauf dans la glycine



- Chez l'homme les a.a sont de la série L



Isomère L



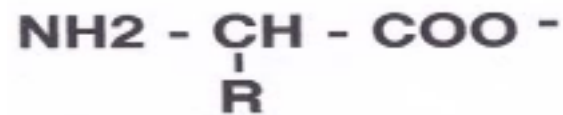
Isomère D

# Charge des acides aminés

- $pH_i$  : charge neutre



- $pH > pH_i$  : charge -



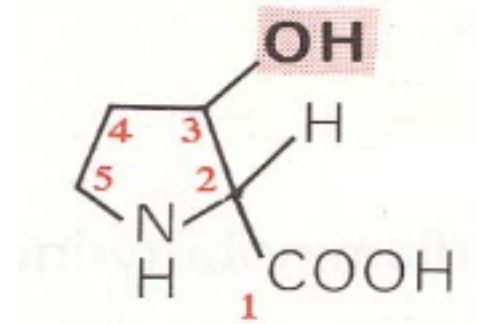
- $pH < pH_i$  : charge +



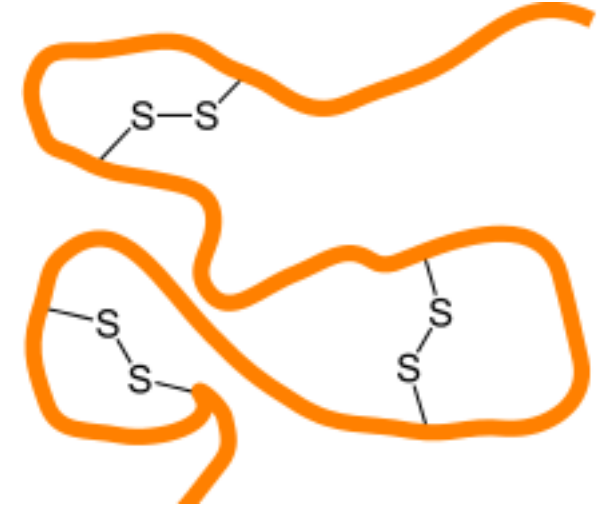
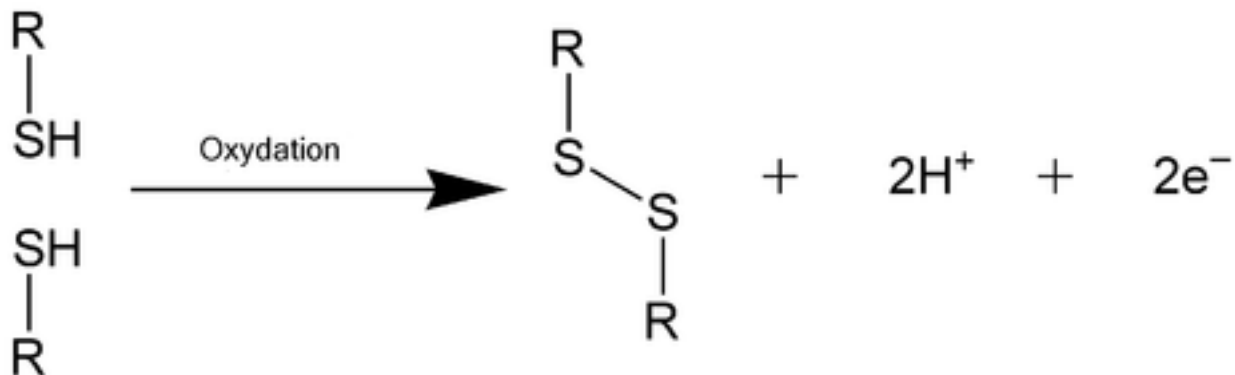
- Le  $pH_i$  des a.a est variable de 2,87 (acide aspartique) à 10,8 (arginine)
- Exp. : le pH influence l'activité des enzymes en modifiant les charges des a.a du site actif et donc les interactions avec le substrat

# Propriétés (1) des acides aminés

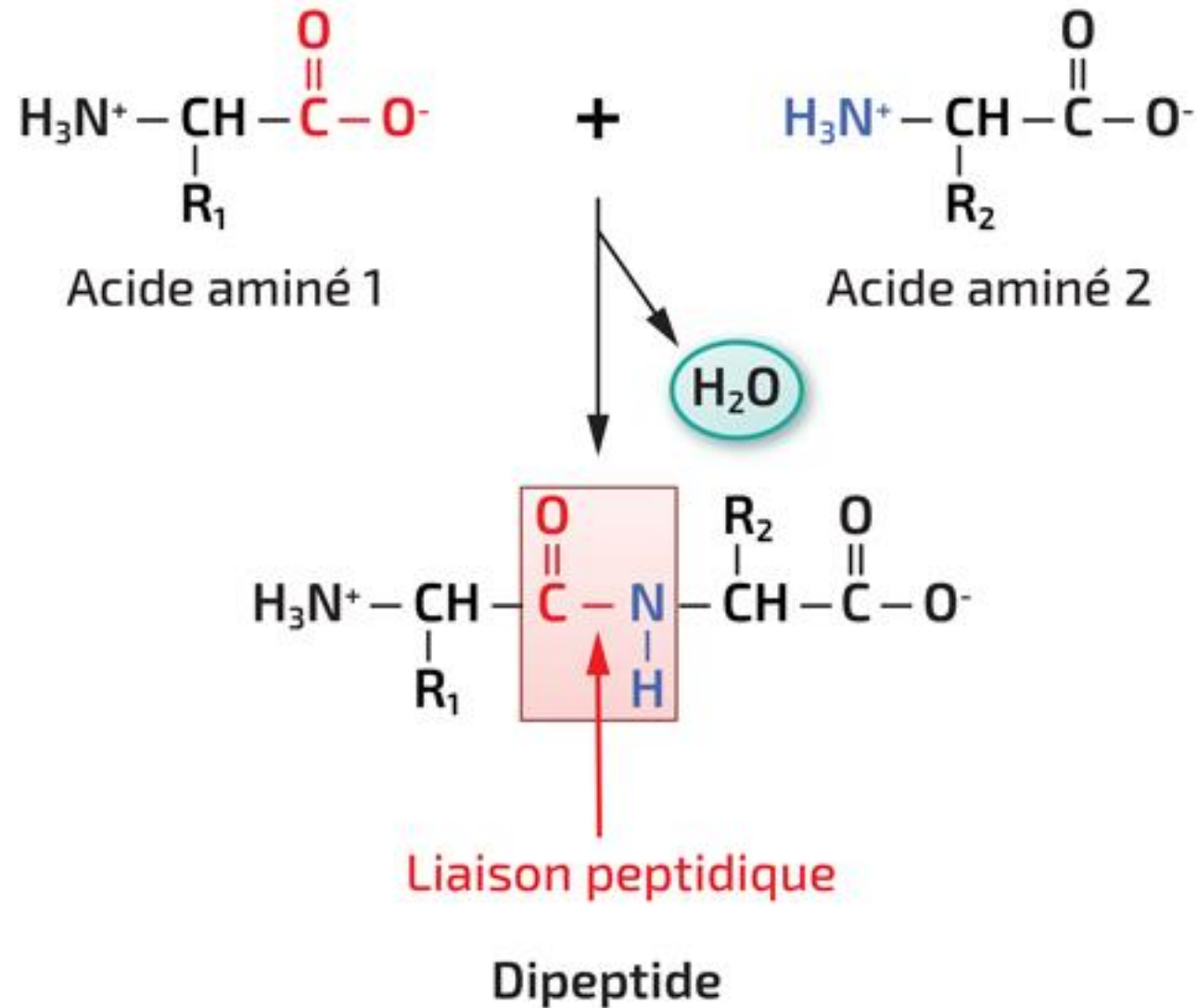
- Certains a.a peuvent subir des modifications chimiques
  - 3-Hydroxyproline : dans le collagène



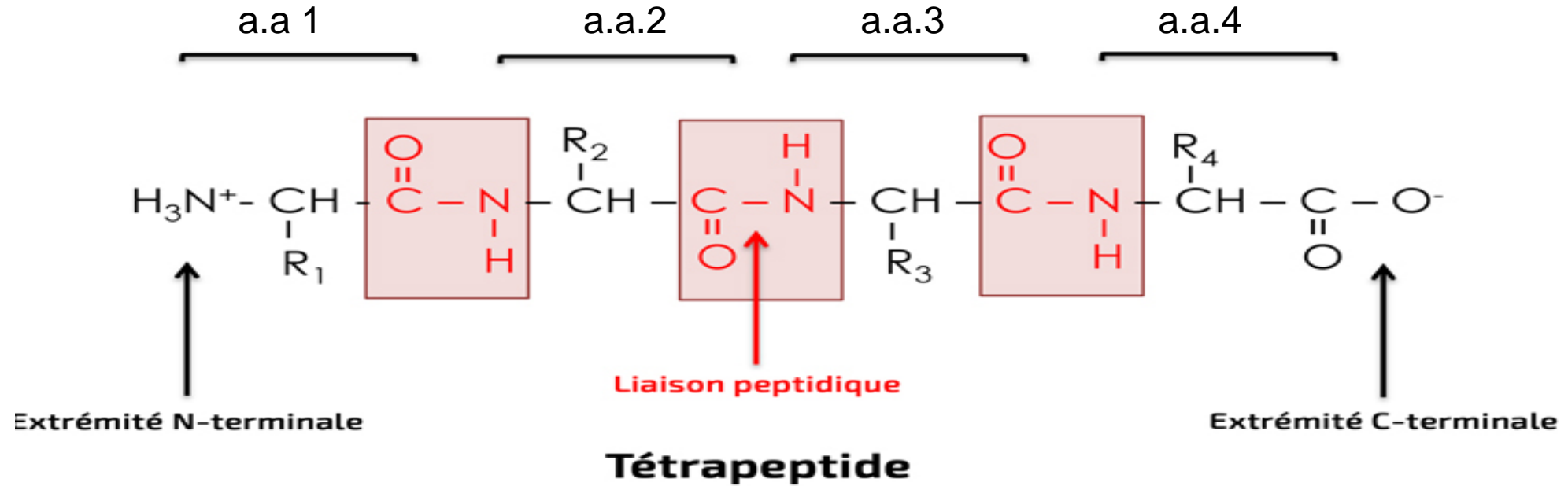
- Le groupement thiol peut former des ponts disulfures



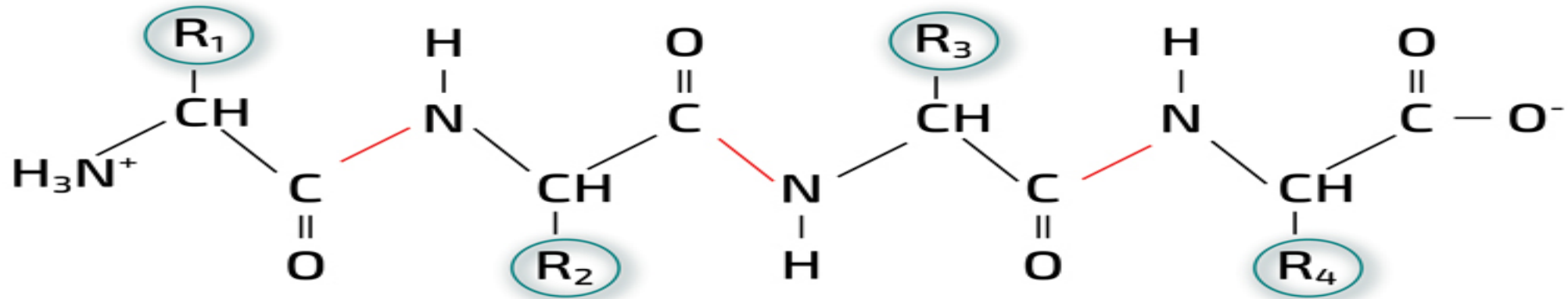
## Propriété (2) : formation liaison peptidique



## Propriété (2) : formation liaison peptidique



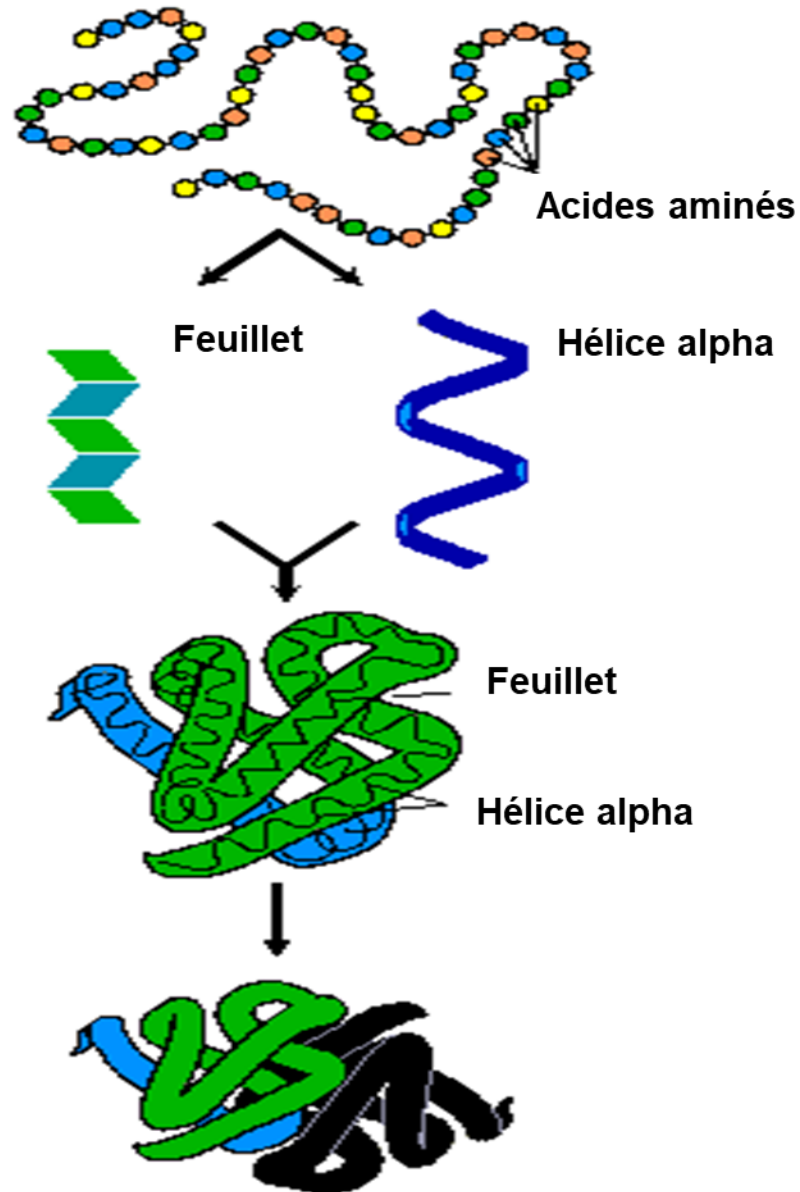
La succession des acides aminés reliés entre eux forme un squelette à partir duquel se projettent les chaînes latérales



# Les protéines

- Déf : Chaîne peptidique de plus de 50 acides aminés
- Molécules les plus variées du monde vivant
  - Plus de 100 000 différentes chez l'homme
  - De 5kDa à 3000kDa (la titine, protéine élastique du muscle)
- Molécules les plus complexes en structure
  - La structure dans l'espace guide la fonction
- Molécules abondantes
  - Plus de 50% du poids sec des organismes vivants

# Structure des protéines



## 1. Structure primaire

*Séquence d'acides aminés*

## 2. Structure Secondaire

*Repliement local des acides aminés en hélices alpha, feuillets bêta*

## 3. Structure Tertiaire

*Conformation dans l'espace de ces feuillets et hélices*

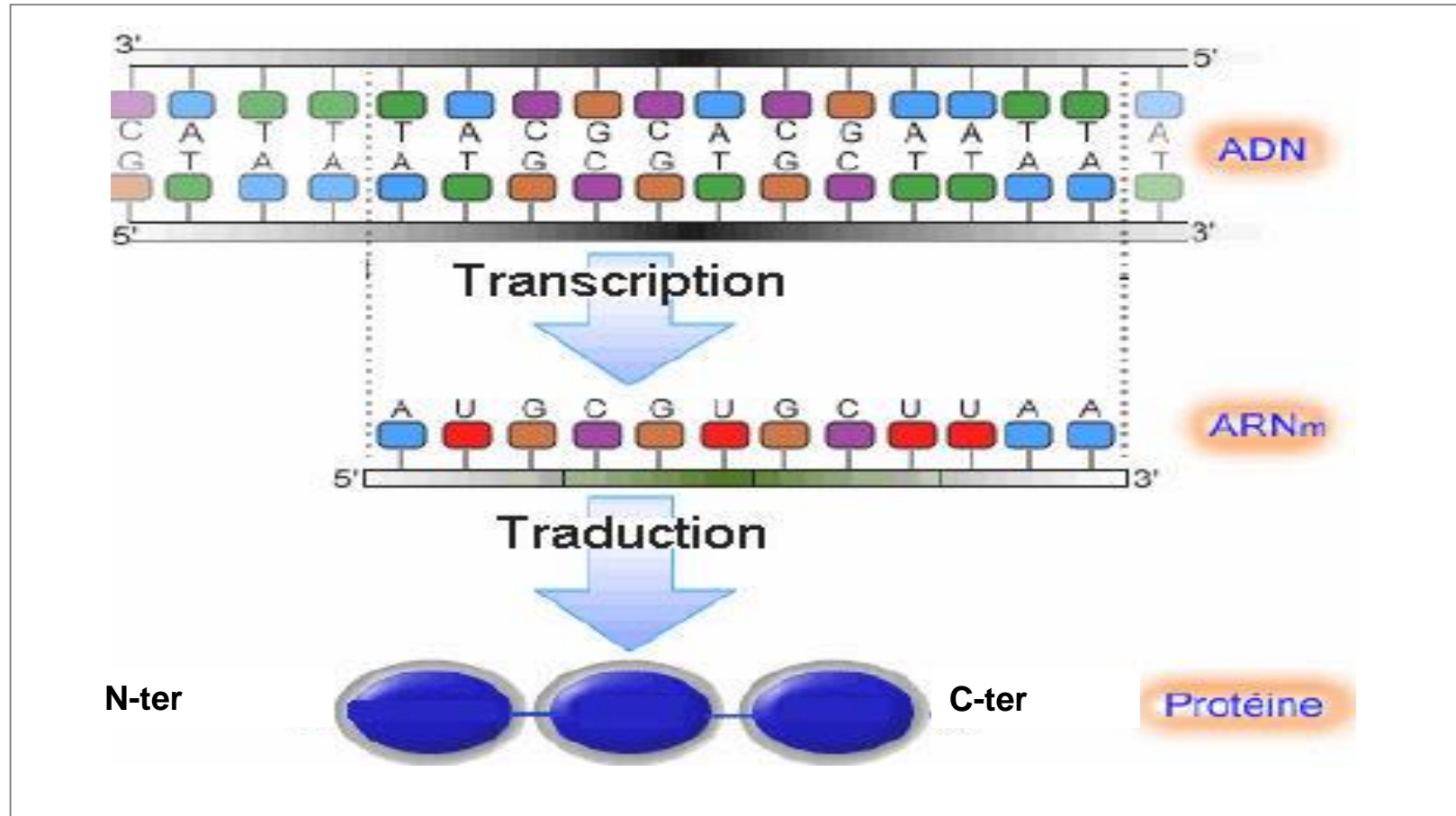
## 4. Structure Quaternaire

*Agencement des sous-unités entre elles*



# Séquence primaire

Séquence dans un ordre précis unique des acides aminés déterminée par le gène codant la protéine



# Repliement des protéines dans l'espace

SEQUENCE =  
linéaire



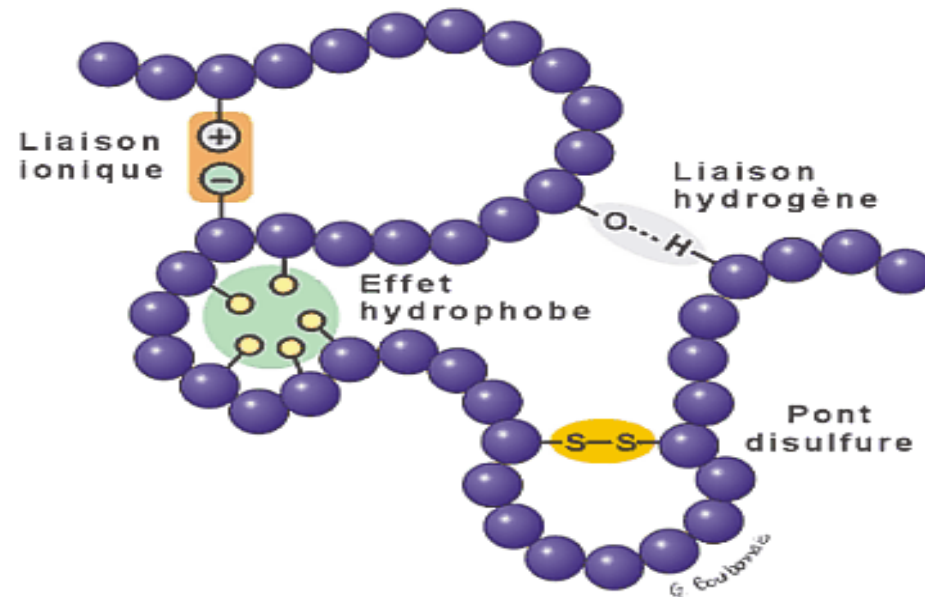
Liaisons entre acides aminés

REPLIEMENT SPATIAL

« Forme »



ACTIVITE BIOLOGIQUE



Mauvais repliement

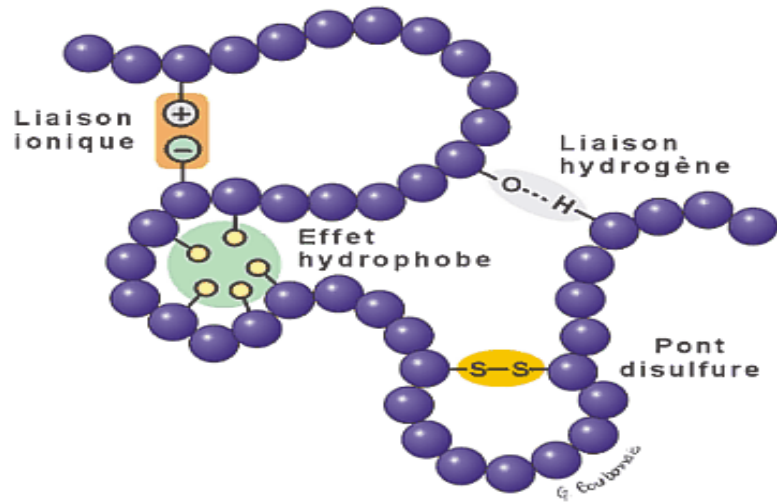
Instabilité : dégradation

Perte de fonction

Maladies

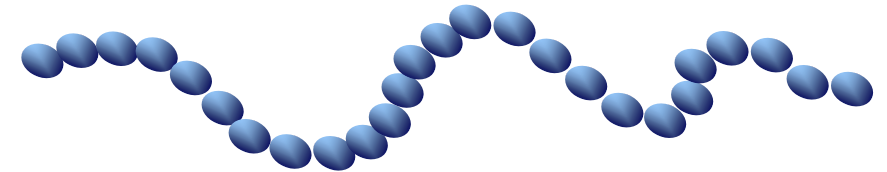
Aide au repliement par les  
chaperones

# Dénaturation des protéines



**REPLIEMENT SPATIAL**

**Dénaturation**



**PERTE DE LA STRUCTURE**



**PERTE D'ACTIVITE**

Facteurs provoquant la dénaturation des protéines :

- Chaleur (rupture des liaisons H)
- pH très acide ou alcalin
- Concentration élevée en ions
- Certains détergents

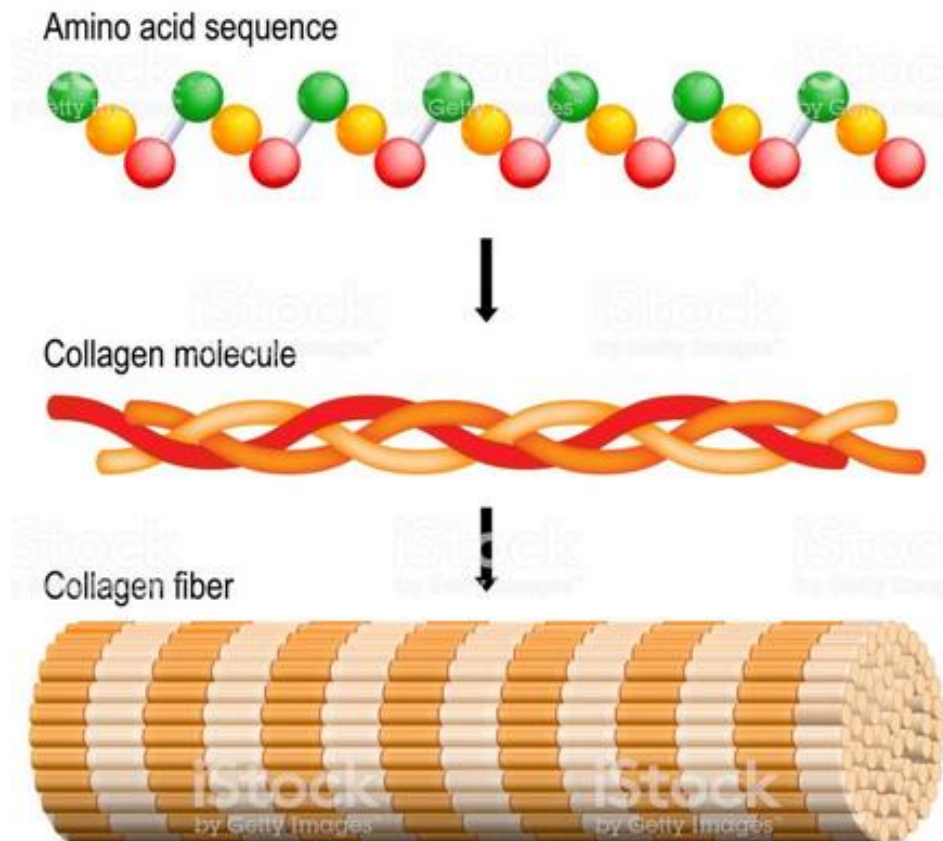
# Modifications post-traductionnelles des protéines

*Modifications après la synthèse de la chaîne peptidique*

- Glycosylation :
  - ajout d'un ou plusieurs glucides complexes (oligo-saccharide) sur certains acides aminés (sérine, thréonine, asparagine)
  - Résistance à la dégradation protéolytique
  - Rôle dans la signalisation et la reconnaissance récepteur/ligand
- Liaison covalente de lipides
  - Adressage à la membrane plasmique

# Différents rôles des protéines (1)

- Protéine de structure : maintient d'une forme et résistance
  - Exp. Le collagène (os, peau, matrice extracellulaire, paroi vaisseaux..)



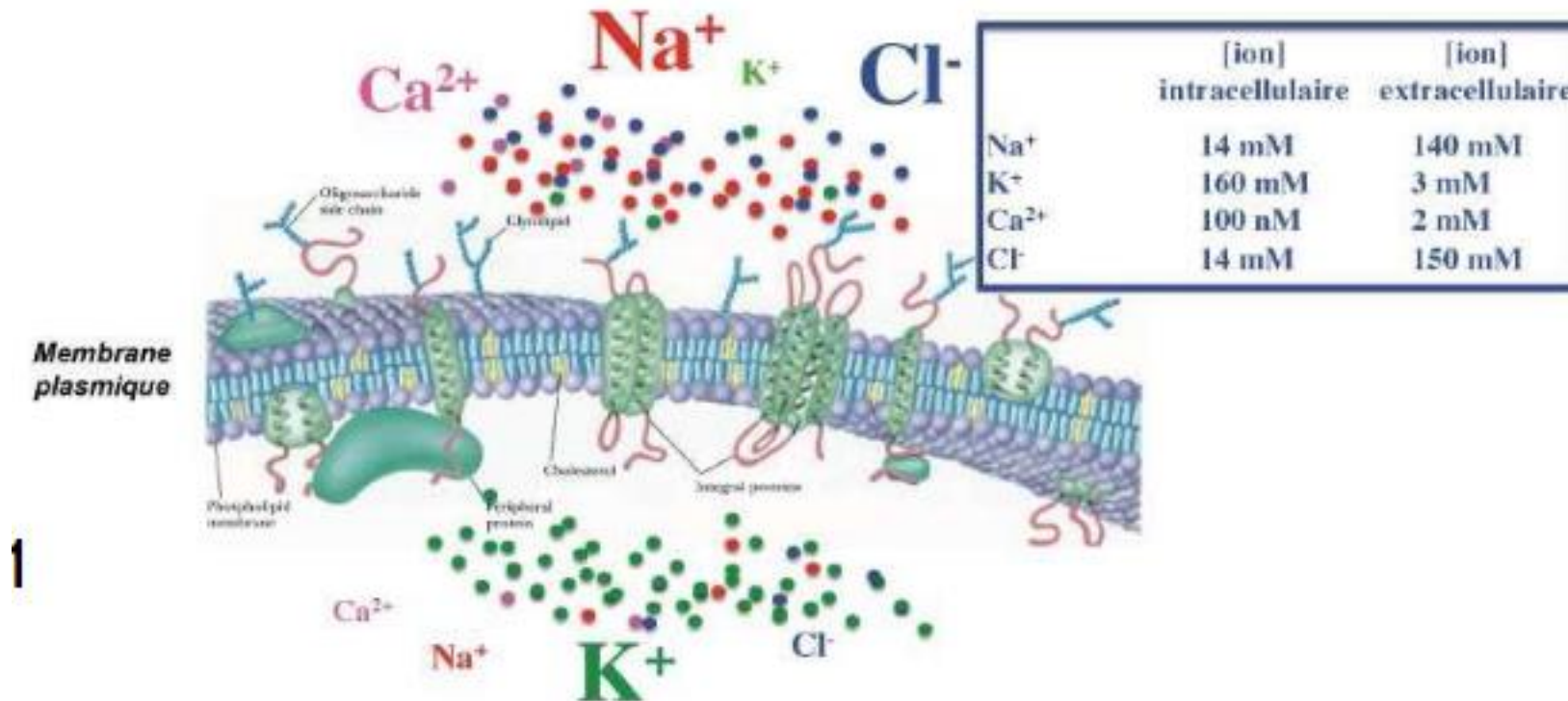
Importance hydroxyproline pour les liaisons hydrogènes entre les 3 chaînes peptidiques.

Maladie : scorbut

## Différents rôles des protéines (2)

- Protéine de transport : transport au travers des membranes plasmiques

Canaux ioniques : maintien des concentrations intra/extra cellulaires

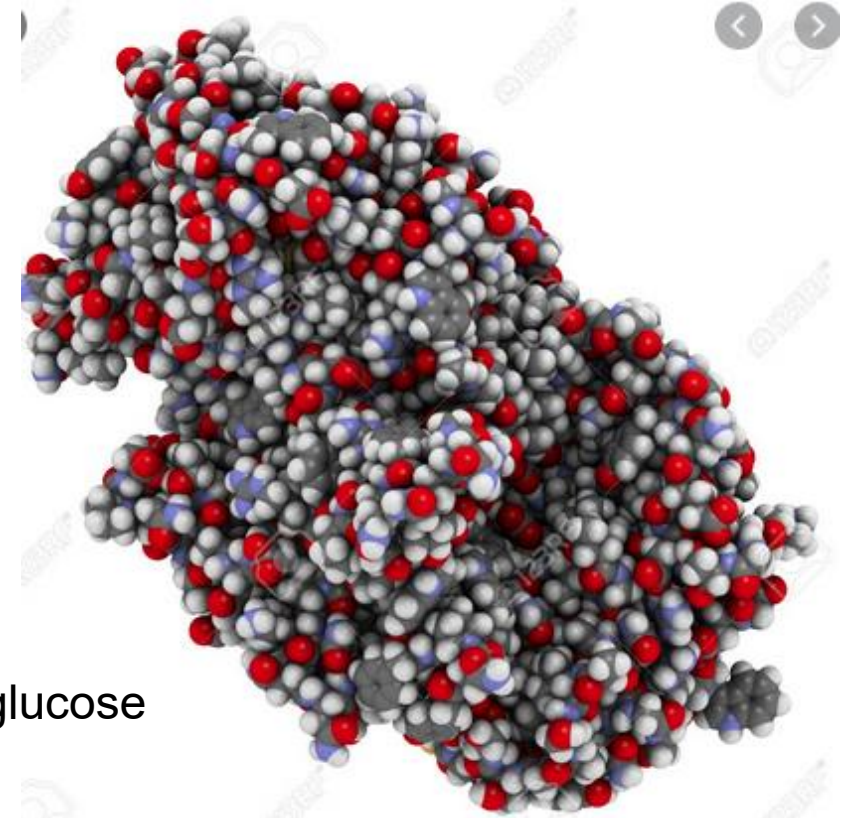




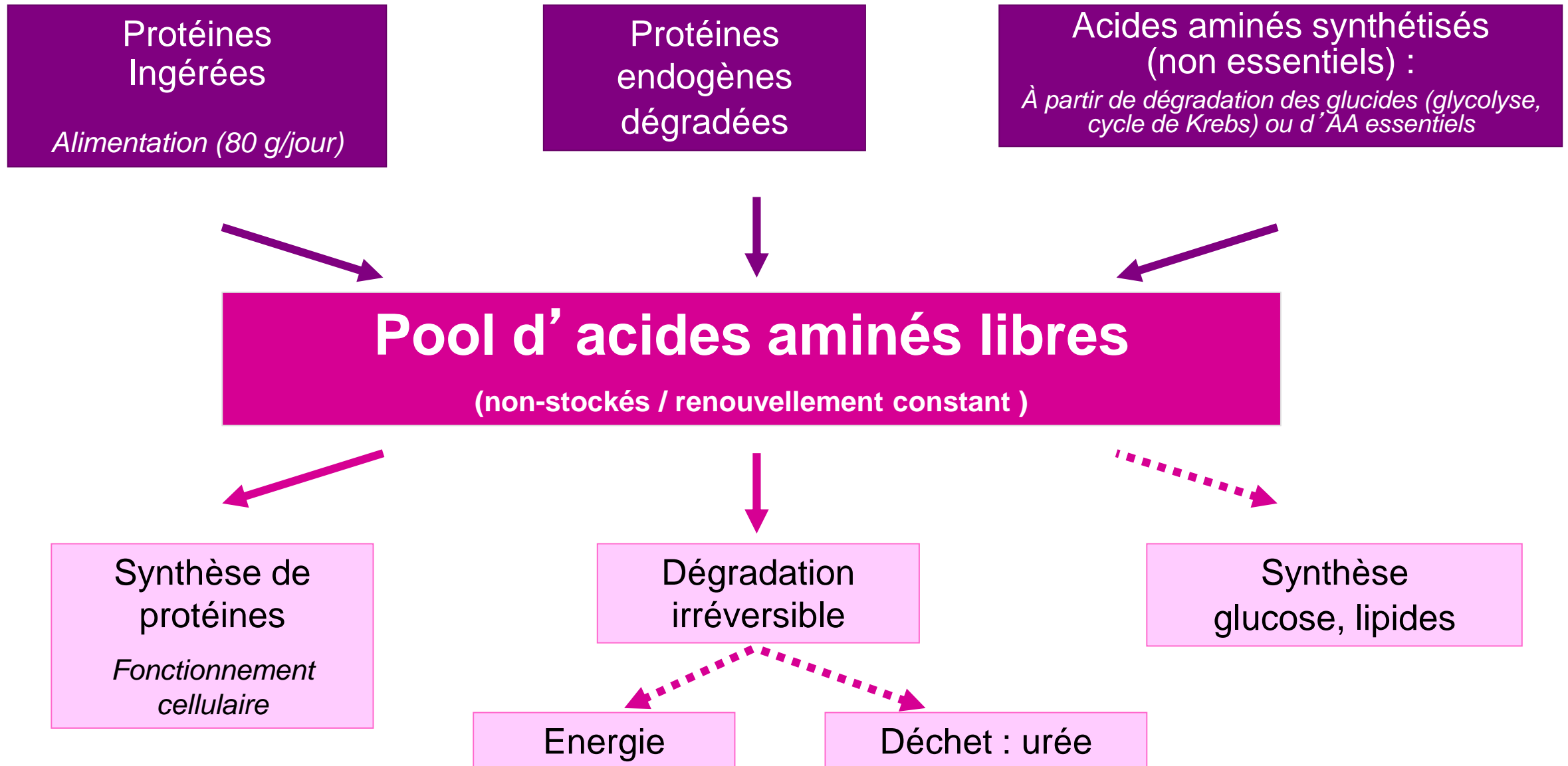
## Différents rôles des protéines (3)

- Protéine à activité enzymatique
  - Soluble ou membranaire
  - Présence éventuelle d'un co-facteur
    - Ion métal ( $\text{Cu}^{++}$ ,  $\text{Zn}^{++}$ ,...)
    - Dérivé d'une vitamine

Alpa-amylase pancréatique  
Dégradation de l'amidon alimentaire en glucose



# Origine et utilisation des acides aminés/protéines





# Messages essentiels du cours

- Structure et charge des acides aminés
- La liaison peptidique
- La fonction des protéines réside dans leur structure dans l'espace
- Les 4 pans de la structure des protéines
- Apport et métabolisme des acides aminés et des protéines

# Mentions légales

---

L'ensemble de ce document relève des législations française et internationale sur le droit d'auteur et la propriété intellectuelle. Tous les droits de reproduction de tout ou partie sont réservés pour les textes ainsi que pour l'ensemble des documents iconographiques, photographiques, vidéos et sonores.

Ce document est interdit à la vente ou à la location. Sa diffusion, duplication, mise à disposition du public (sous quelque forme ou support que ce soit), mise en réseau, partielles ou totales, sont strictement réservées à l'Université Grenoble Alpes (UGA).

L'utilisation de ce document est strictement réservée à l'usage privé des étudiants inscrits à l'Université Grenoble Alpes (UGA), et non destinée à une utilisation collective, gratuite ou payante.