

*UE1 : Biomolécules (1) : Acides aminés et protéines*

---

## Chapitre 6

# Les protéines : Propriétés physico-chimiques et classification

Professeur Michel SEVE

---

Année universitaire 2011/2012

Université Joseph Fourier de Grenoble - Tous droits réservés.

# Propriétés physico-chimiques des protéines

- **Composition en acides aminés**
- **Taille**
- **Charge et Solubilité**
- **Dénaturation thermique**
- **Coloration, Réactions du Biuret**
- **Hydrolyse chimique, enzymatique**

**Les protéines: une classe de molécules hétérogènes**

**Les protéines ont des tailles et des formes très variables**

**Formes possibles d'une Protéine de 300 AA**

Chaîne peptidique étendue  
environ 100 nm de long



Hélice alpha  
45 nm de long



Triple hélice  
Collagène  
29 nm de long



Feuillet Bêta  
7 x 7 x 0.8 nm

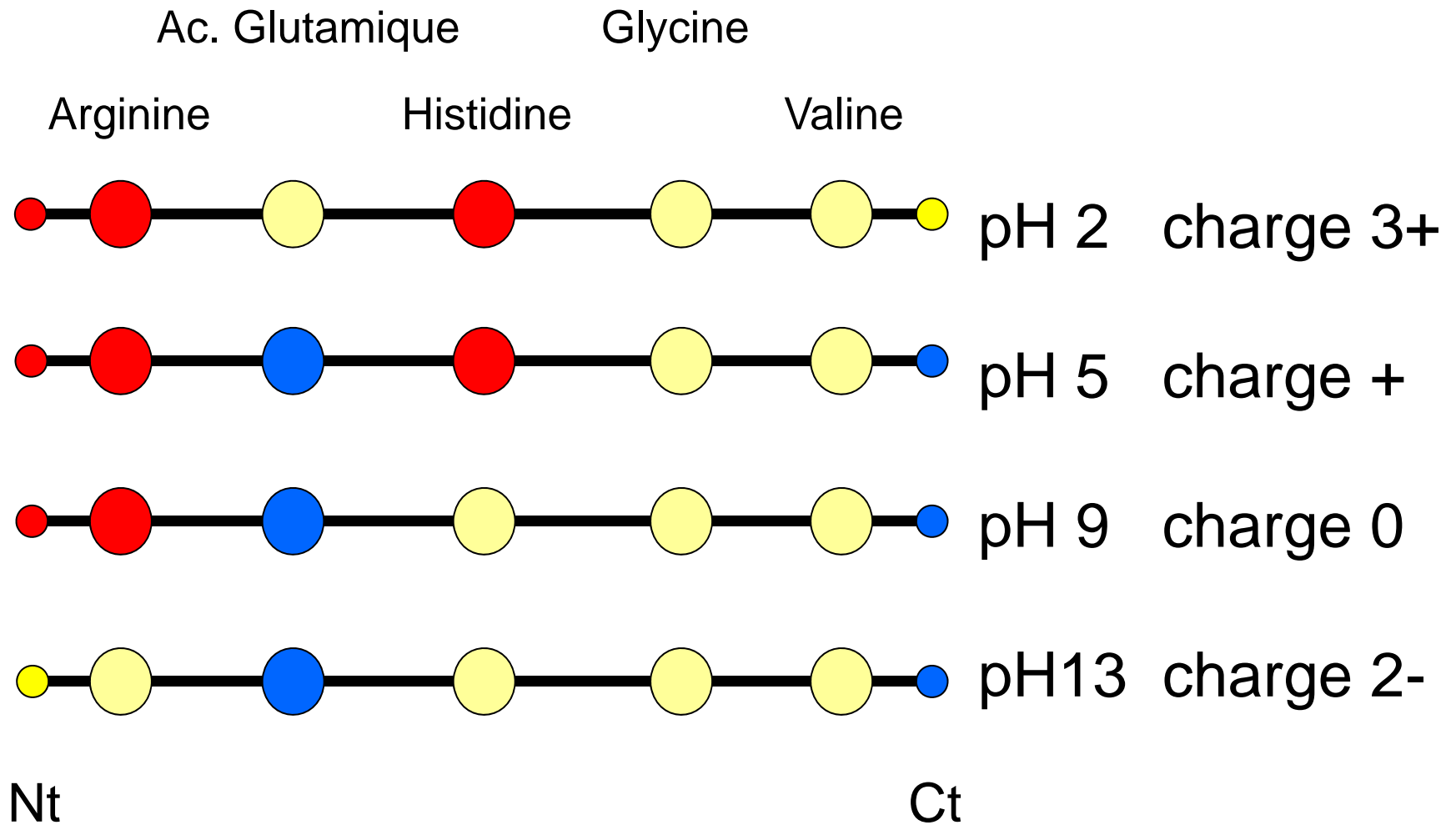


Sphère  
4.3 nm  
De diamètre

# Poids moléculaire

- Taille très variable de 6000 à 1 000 000  
Exprimée en Daltons (Da ou kDa)
- Calculée à partir de la séquence primaire
- Mesurée par:
  - delta cryoscopique
  - pression osmotique (*Loi de Van't Hoff*  $\pi=RTc/M$ )
  - diffusion de la lumière
  - néphélométrie
  - ultracentrifugation
  - ultrafiltration

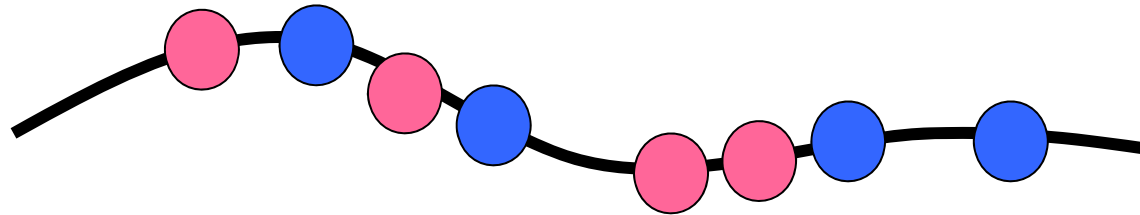
# Ionisation selon pH



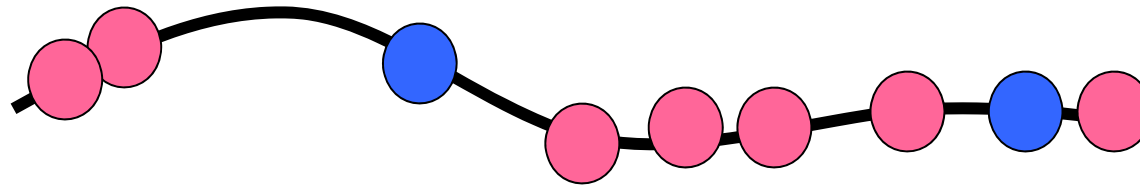
# Ionisation à pH neutre

● Arginine  
Lysine  
(Histidine)

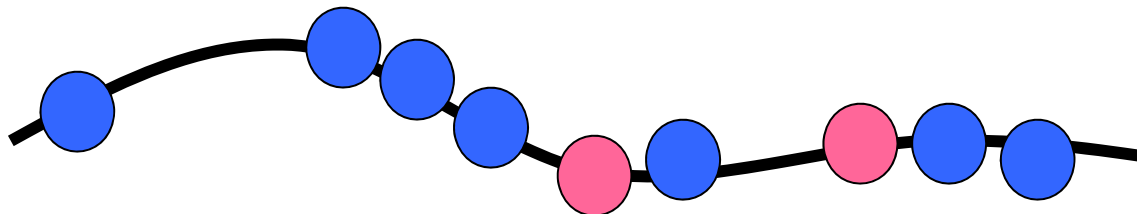
● Glutamique  
Aspartique



**Protéine neutre  
(pHi)**

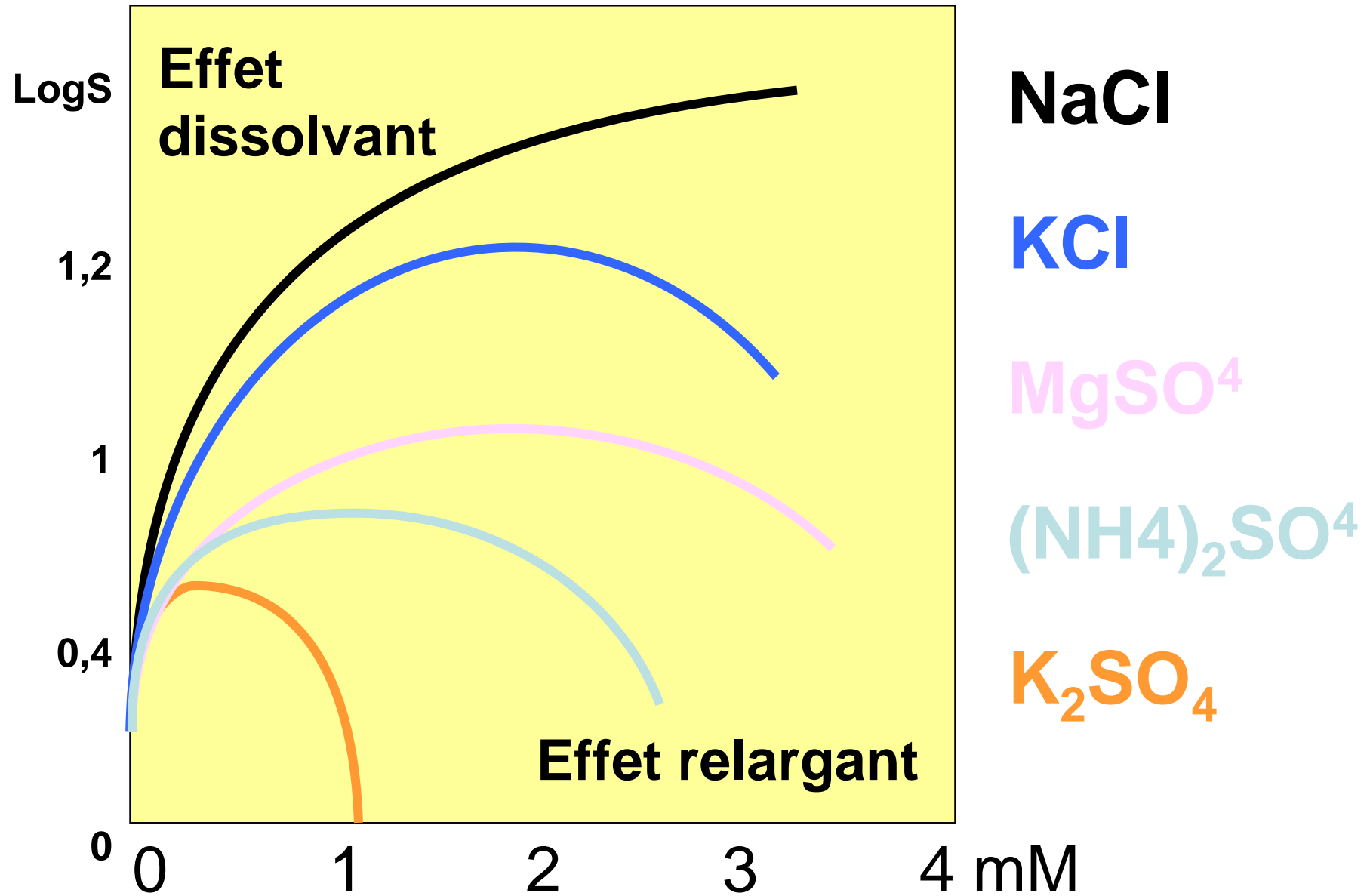


**Protéine basique  
positive**



**Protéine acide  
négative**

# Solubilité et force ionique



# La force ionique

$$F_i = 1/2 \sum C_i Z_i^2$$

Unité: en mol.L<sup>-1</sup>

C<sub>i</sub>: Concentration de l'ion

Z<sub>i</sub>: nombre de charge de l'ion

**NaCl**

**Na<sup>+</sup>            Z=1**

**Cl<sup>-</sup>             Z=1**

**(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>**

**NH<sub>4</sub><sup>+</sup>            Z=1**

**SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>            Z=2**

Une sol. aqueuse de 100 mM NaCl:

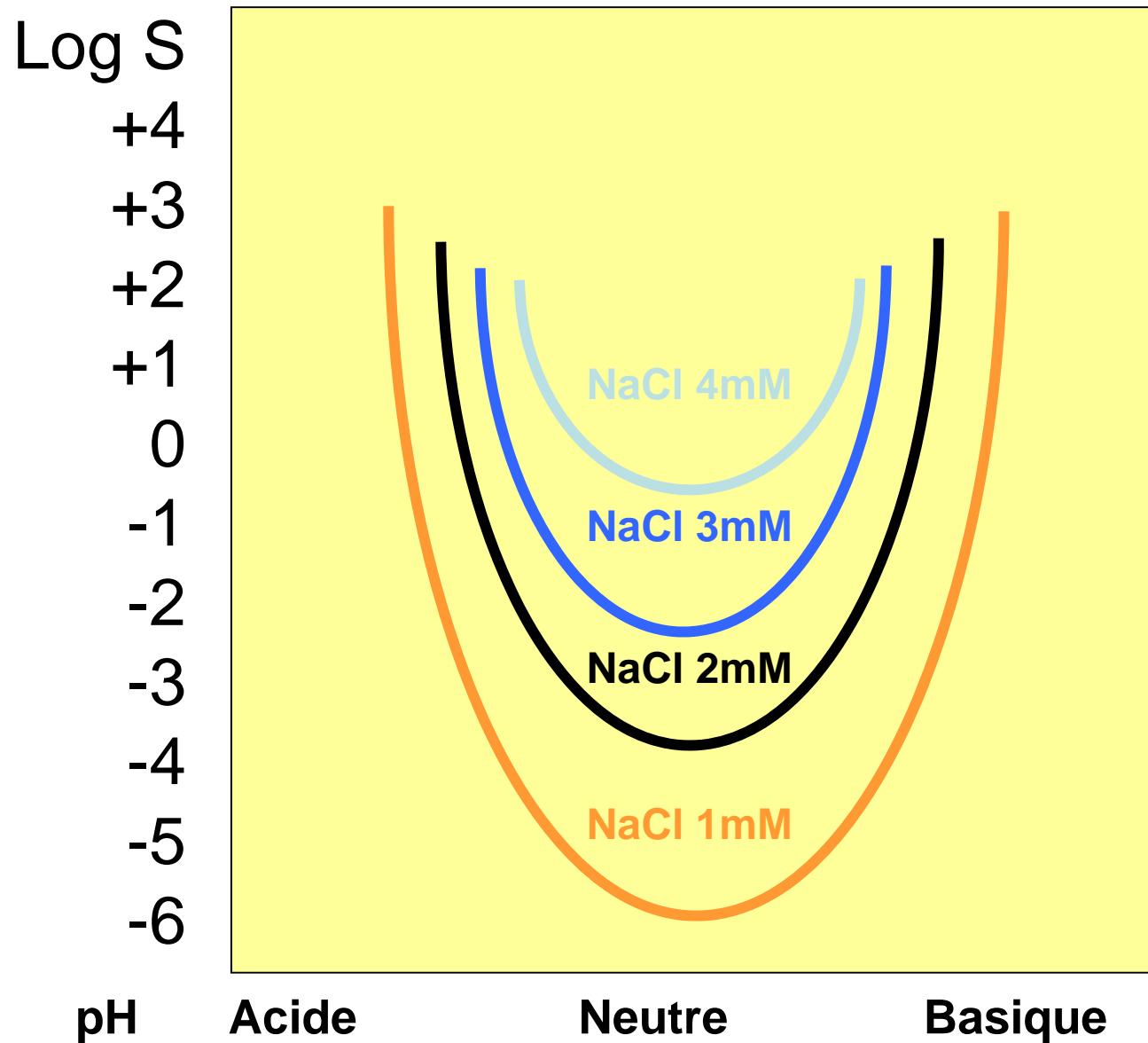
$$F_i = \frac{1}{2} \times (100 \times 1 + 100 \times 1) = 100 \text{ mmol.L}^{-1}$$

Une sol. aqueuse de 100 mM (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>:

$$F_i = \frac{1}{2} \times (200 \times 1 + 100 \times 2) = 200 \text{ mmol.L}^{-1}$$

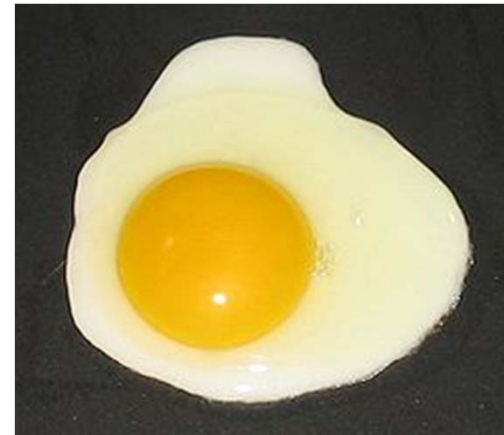
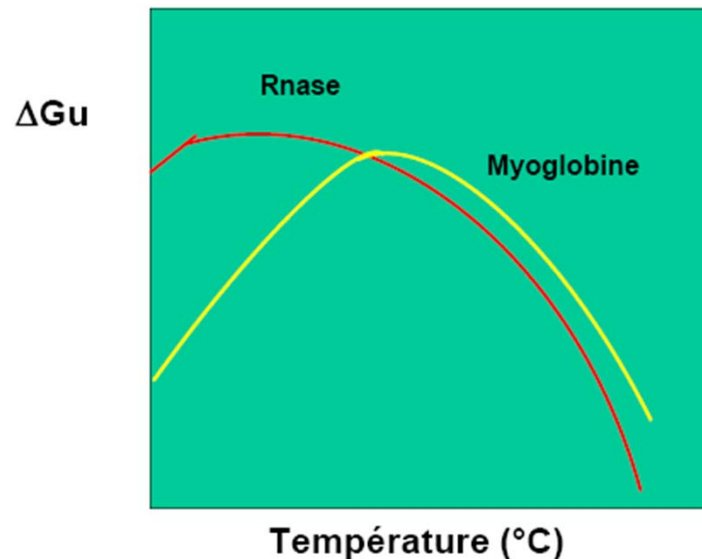


# Solubilité en fonction du pH



# Stabilité thermique des protéines

- Froid ou chaleur: provoquent la dénaturation des protéines
- Dénaturation: modification de la structure tridimensionnelle sans modification de la structure primaire
- Variable selon les protéines (extrémophiles)
- Perte d'activité biologique, modification des propriétés physico-chimiques



*La cuisson de l'œuf: une dénaturation thermique irréversible des protéines*

# coloration

## Visible:

- Les holoprotéines sont incolores

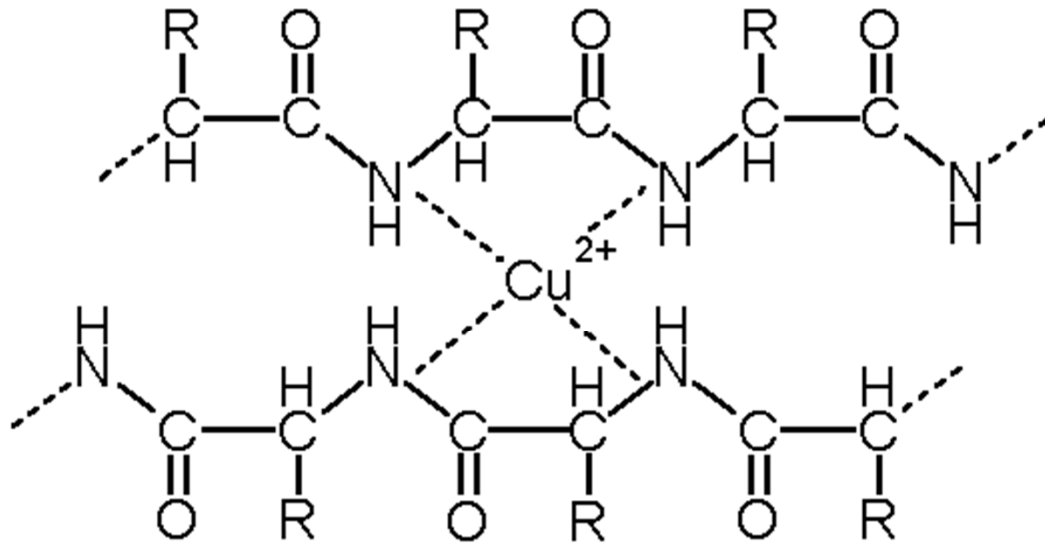
## Dans l'ultraviolet:

- Absorbance à 200 nm (liaison peptidique)
- AA Aromatiques absorbent à 278 nm  
(Cf acides aminés)

## Réactions chimiques colorées

- coloration par réaction  
Biuret, Lowry
- coloration par adsorption de colorants  
Rouge Ponceau, amidoschwarz  
Bleu de Bromophénol

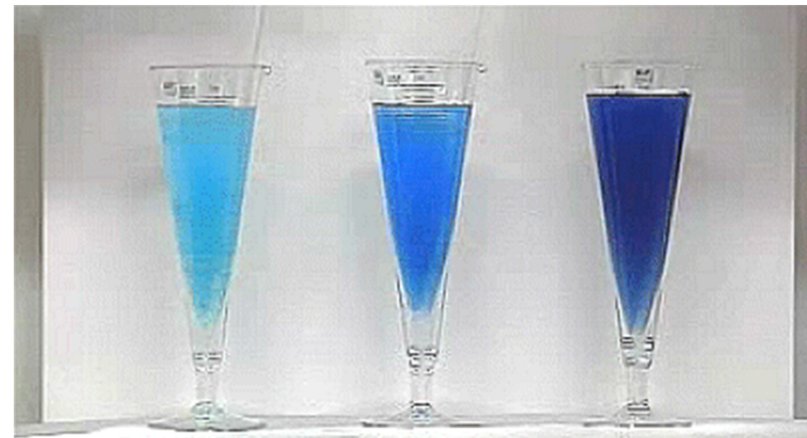
# Réaction du biuret avec les sels de cuivre



Coloration violette

dosage direct par  
photospectrométrie  
à 540nm

Complexation du  
cuivre par les  
azotes des liaisons  
peptidiques



Réactif de Biuret Glycine Albumine

# Hydrolyse d'une protéine

## **Hydrolyse totale en milieu acide**

HCl concentrée 6N à 120°C, 24 heures

## **Hydrolyse enzymatique**

Endoprotéases

Exoprotéases (Nt ou Ct)

## **Hydrolyse ménagée séquentielle**

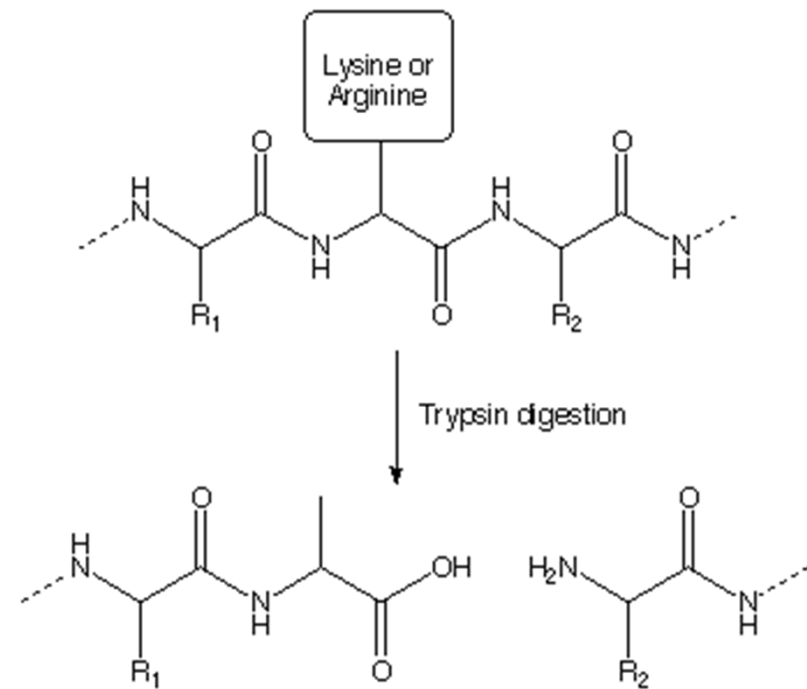
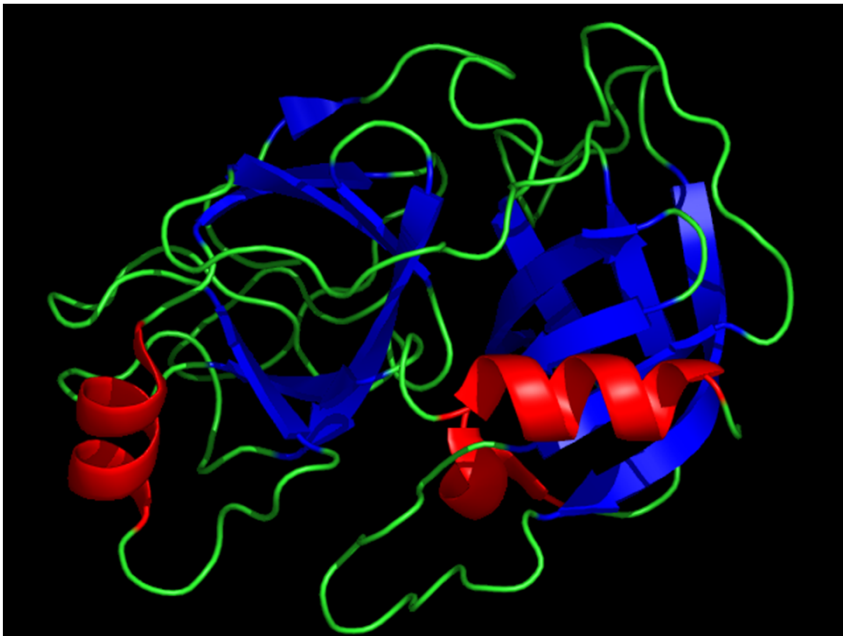
séquençage chimique: réaction d'Edman

## Exemples d'exoprotéases

	Extrémité attaquée	spécificité
Carboxypeptidase A	Ct	Arg, Lys, Pro
Carboxypeptidase B	Ct	Arg, Lys
Carboxypeptidase C	Ct	tous
Carboxypeptidase Y	Ct	Tous sauf Gly
Leucine amino peptidase	Nt	Pro
Aminopeptidase M	Nt	tous

# Exemple d'Endoprotéase: la trypsine

Coupe du coté C-terminal d'une lysine ou d'une arginine  
Synthétisée par le pancréas: suc pancréatique  
Digestion intestinale des protéines  
Très utilisée en analyse protéomique



# Classification des protéines

## **Différentes classifications existent:**

- En fonction de la structure tertiaire
- En fonction de la composition  
    Holoprotéines / Hétéroprotéine
- En fonction du rôle biologique
- En fonction de la solubilité



# Classification en fonction de la structure tertiaire

-Protéines fibreuses: plusieurs hélices  $\alpha$  sont enroulées de manière à produire une super hélice

Myosine (dans le muscle)

de l'  $\alpha$ -kératine (cheveux, les ongles, la laine).

- Protéines globulaires: On observe des repliements prononcés

Myoglobine

Hémoglobine

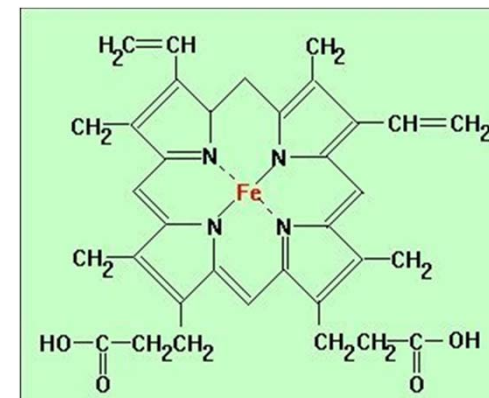
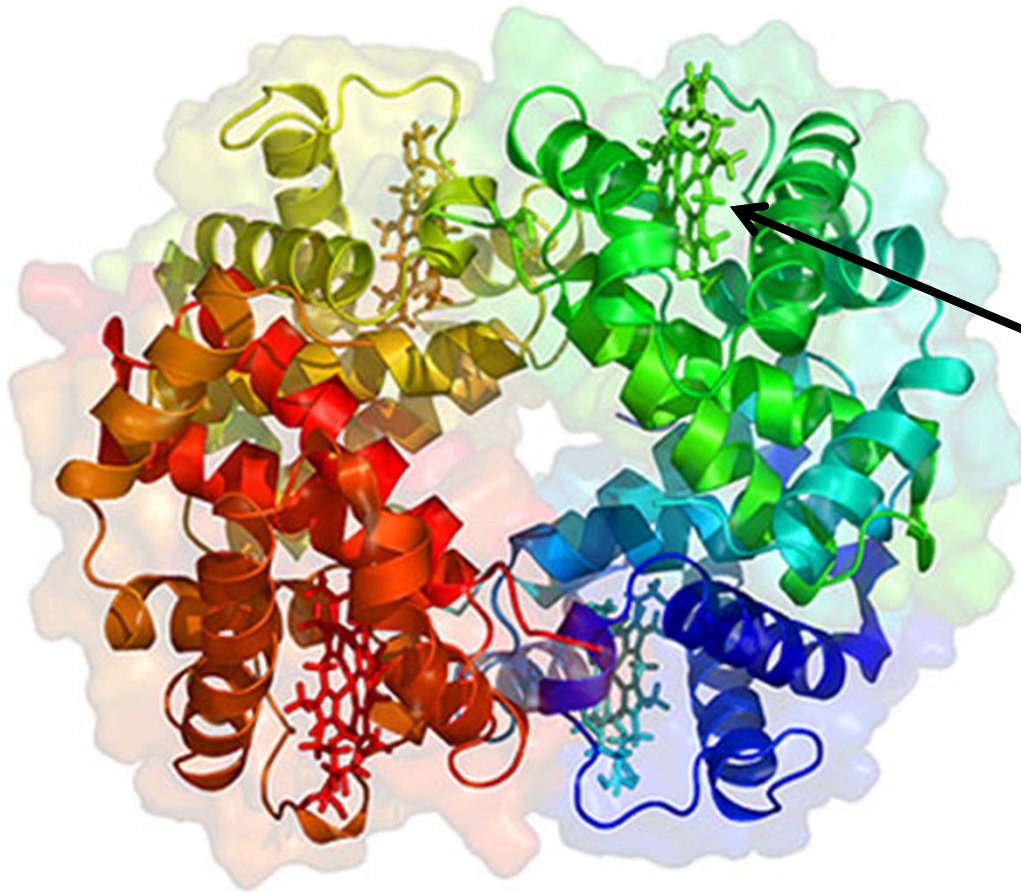
## Classification en fonction de la composition

- **Protéines simples ou holoprotéines**  
composées exclusivement d'acides aminés.
- **Protéines complexes ou conjuguées ou hétéroprotéines**  
Dans de telles protéines on distingue deux parties:
  - la partie protéique : apoprotéine.
  - la partie non protéique : groupement prosthétique

On classe les hétéroprotéines en fonction de la nature chimique de leur groupement prosthétique.

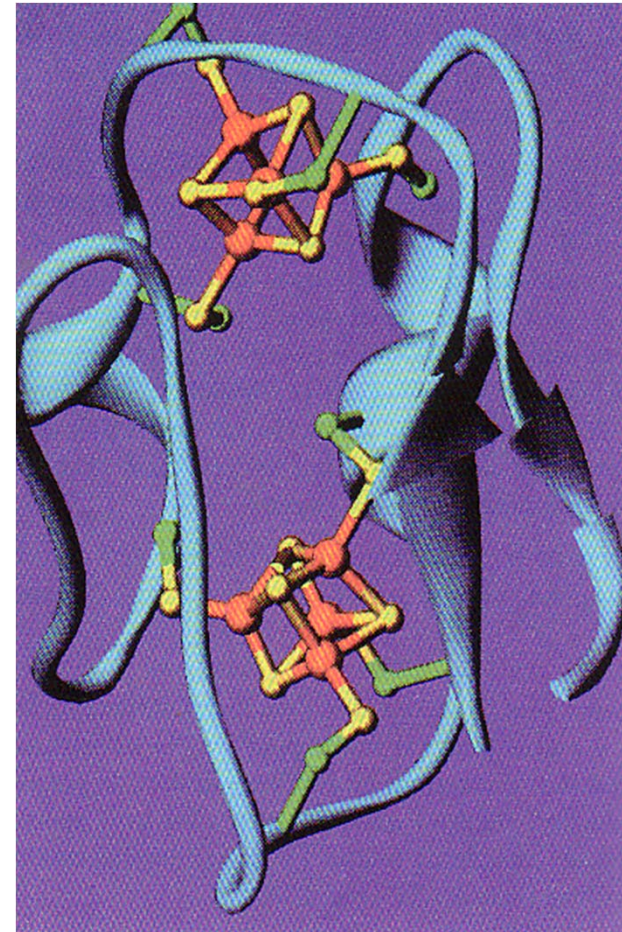
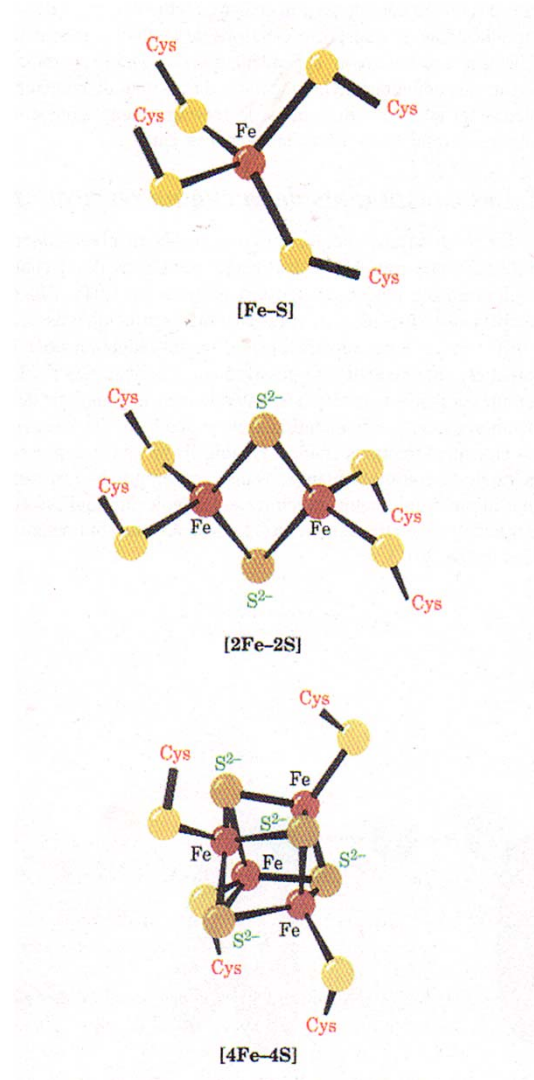
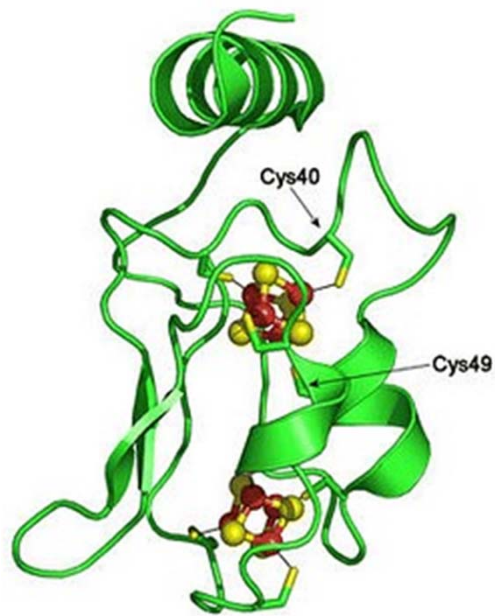
Ex: Glycoprotéines, Protéolipides, Métalloprotéines, Chromoprotéines (hèmes), Phosphoprotéines

# Une chromoprotéine: l'hémoglobine

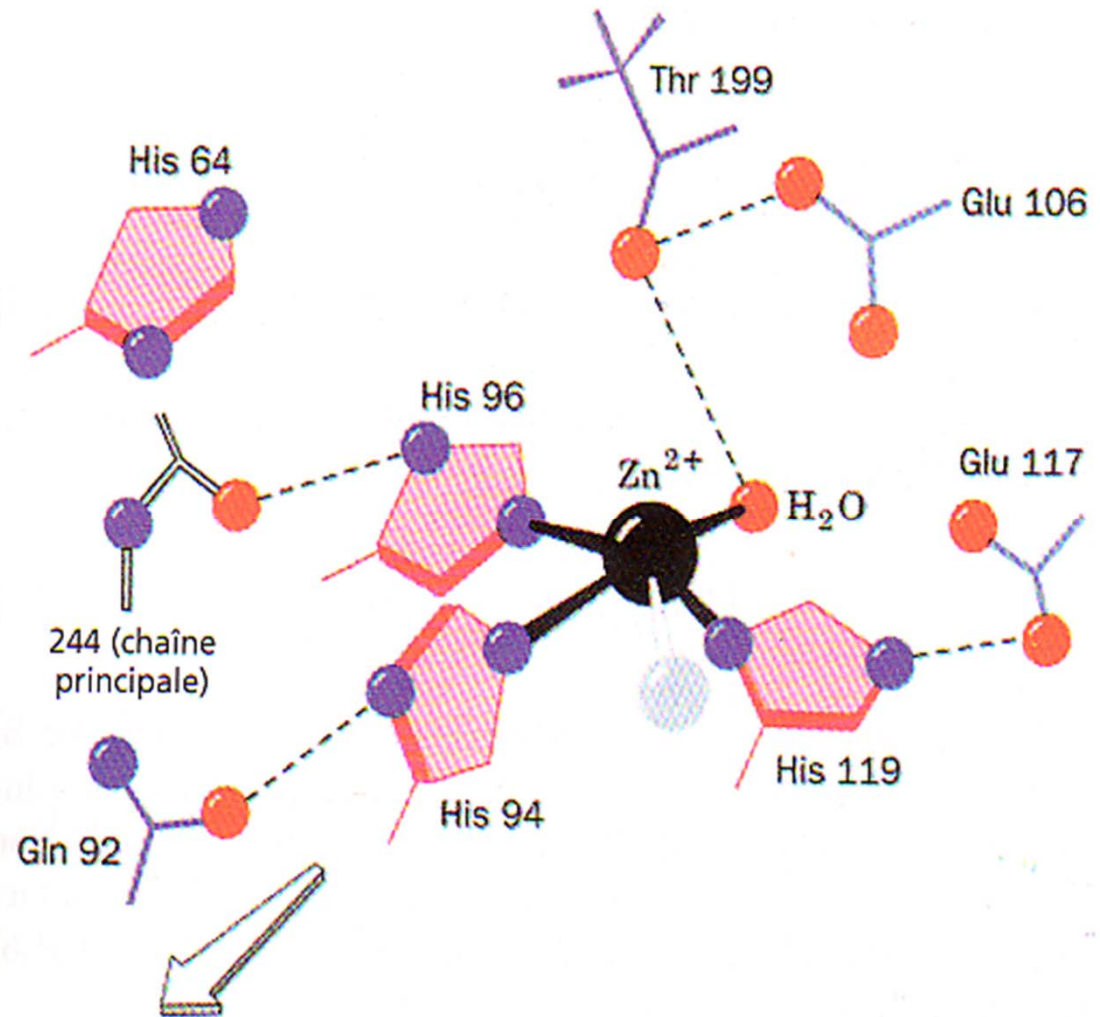
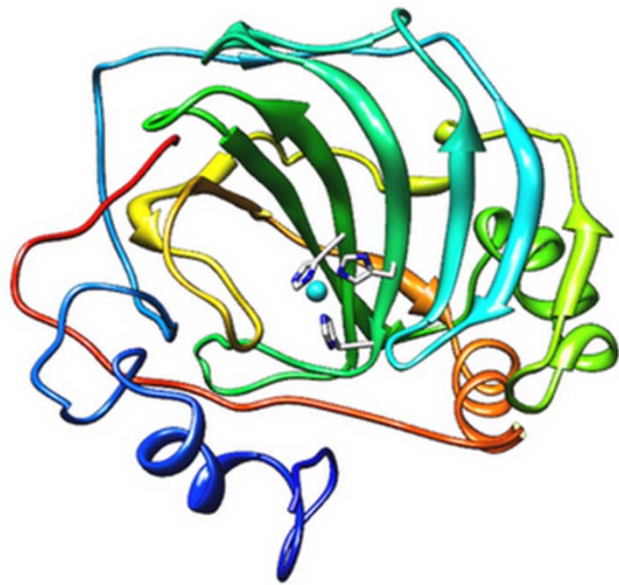


L'hème

# Une métalloprotéine à fer: la ferredoxine



# Métalloprotéines à zinc: La famille des anhydrases carboniques



# Mentions légales

L'ensemble de cette œuvre relève des législations française et internationale sur le droit d'auteur et la propriété intellectuelle, littéraire et artistique ou toute autre loi applicable.

Tous les droits de reproduction, adaptation, transformation, transcription ou traduction de tout ou partie sont réservés pour les textes ainsi que pour l'ensemble des documents iconographiques, photographiques, vidéos et sonores.

Cette œuvre est interdite 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 Joseph Fourier (UJF) Grenoble 1 et ses affiliés.

L'utilisation de ce document est strictement réservée à l'usage privé des étudiants inscrits à l'Université Joseph Fourier (UJF) Grenoble 1, et non destinée à une utilisation collective, gratuite ou payante.