STAGE DE

PRÉ-RENTRÉE (SPR)

Matière : Biochimie

Cours du jour : Structures et fonction des protéines

Date du cours : Août 2021

SORBONNE UNIVERSITÉ
CRÉATEURS DE FUTURS DEPUIS 1257

Un diapo du
Tutorat Santé PSA

Mais déjà, ça sert à quoi une protéine?

- Créer et maintenir une structure
- Reconnaître et se défendre
- Transporter

- Transformer
- Bouger -se déplacer
- Informer -signaler

❖ Les protéines assurent l'ensemble des fonctions du vivant!

Plan du cours

1. **Structure des protéines : de l'acide aminé à la macromolécule**

    a. Les acides aminés
    b. La liaison peptidique
    c. Extrémités N et C-terminale
    d. Clivage
    e. Structure
    f. Point isoélectrique

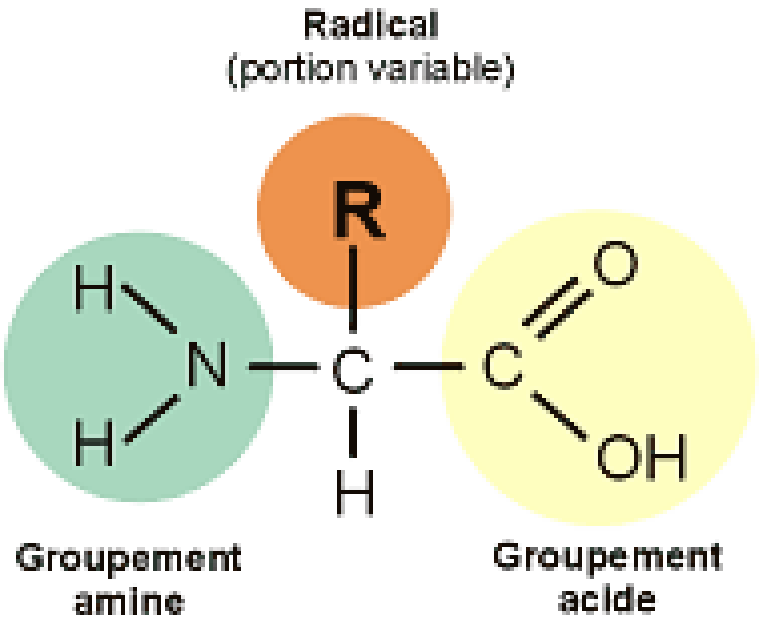
2. **Fonctions des protéines : l'exemple du transport de l'oxygène**

    a. Myoglobine
    b. Hémoglobine
    c. Saturation

1. Structure des protéines

a. Les acides aminés

- constituants des protéines
- **20 acides aminés naturels :**



- un carbone **asymétrique** central
- une fonction **acide carboxylique**
- une fonction **amine primaire**
- une chaîne **variable R**

1. Structure des protéines

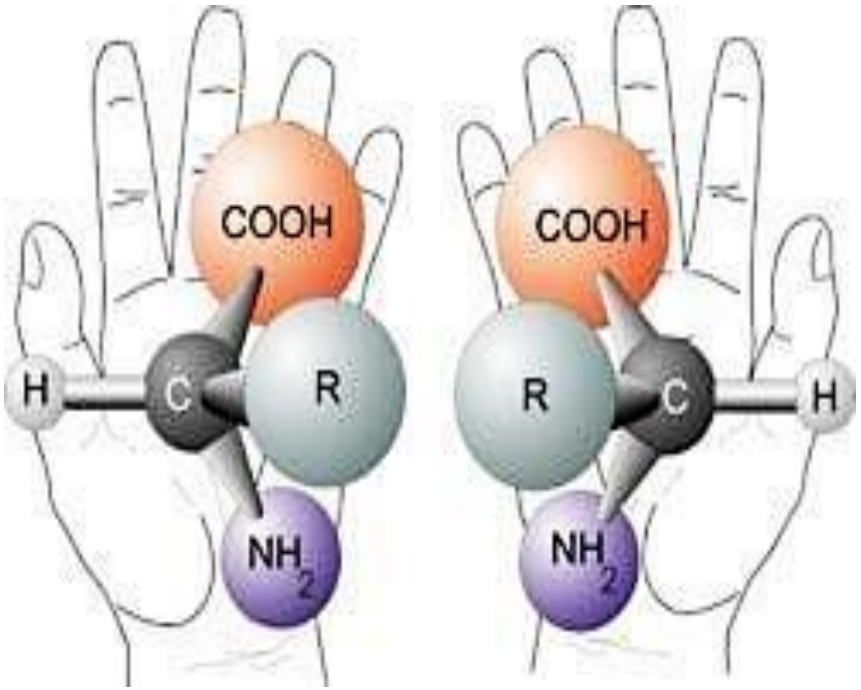
a. Les acides aminés

- Le carbone α est **asymétrique**

- Il existe donc 2 stéréo-isomères possibles:
  - **L**-acide aminé
  - **D**-acide aminé

- protéines naturelles :

forme L



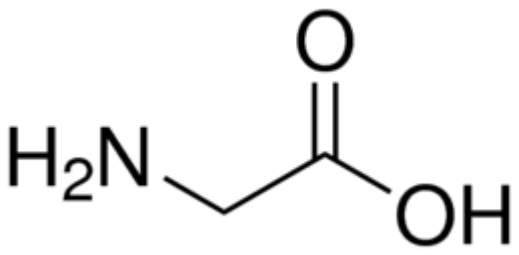
1. Structure des protéines

a. Les acides aminés

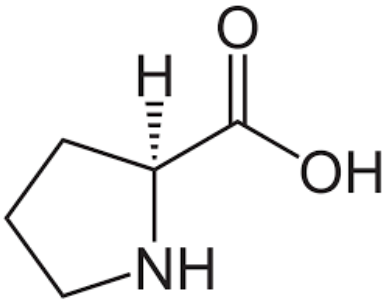
Notes :

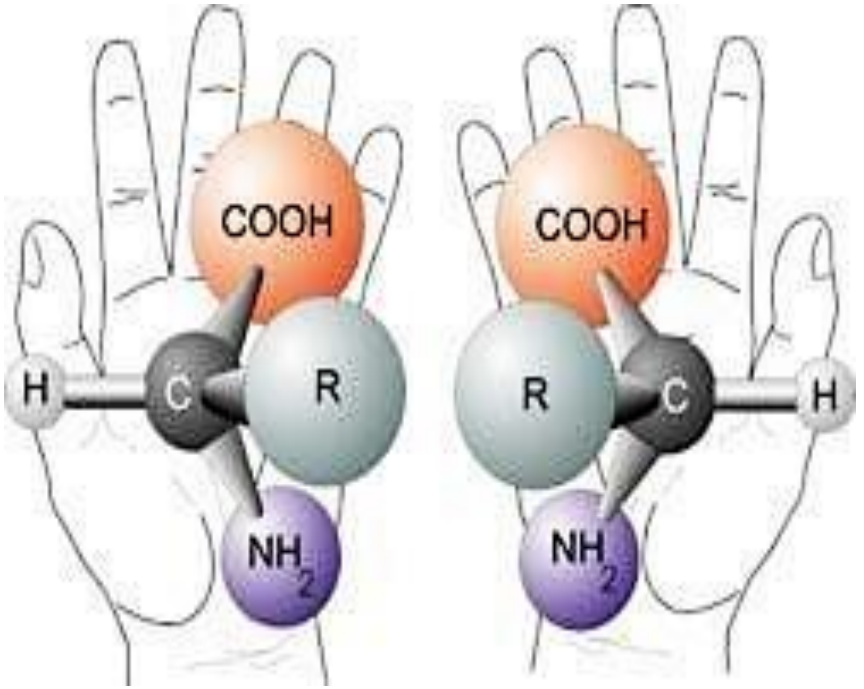
- La **glycine** n'a pas de **Carbone asymétrique**.
- La **Proline** n'a pas de fonction **Amine primaire**

Glycine



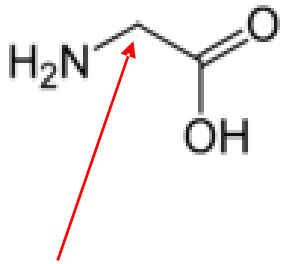
Proline





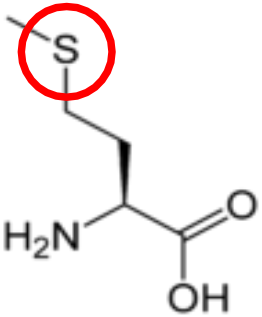
Acides aminés apolaires à chaîne aliphatique

Glycine



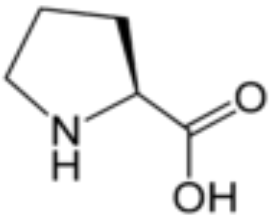
le carbone α **n'est pas** asymétrique!

Méthionine



→ possède un atome de Soufre
→ donneur de méthyl

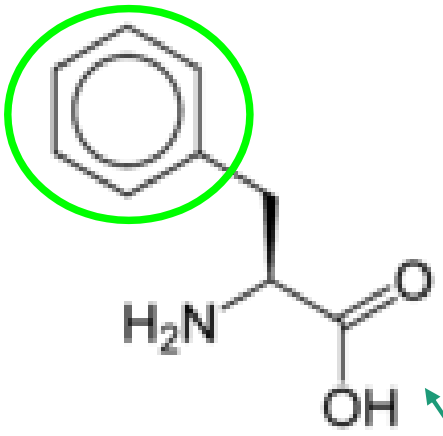
Proline



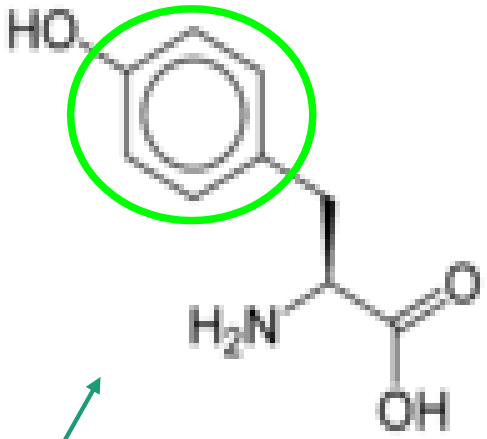
→ chaîne latérale liée à la fois au carbone α et à l'azote

3 acides aminés à chaîne latérale aromatique

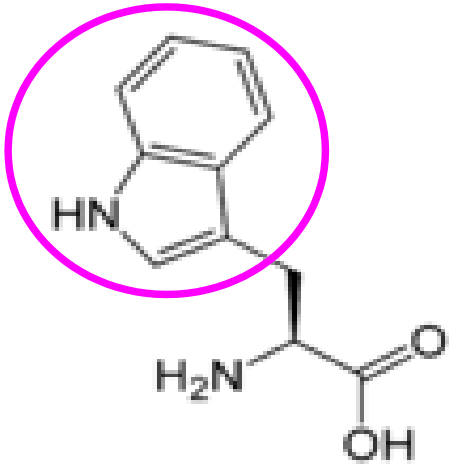
Phénylalanine



Tyrosine



Tryptophane

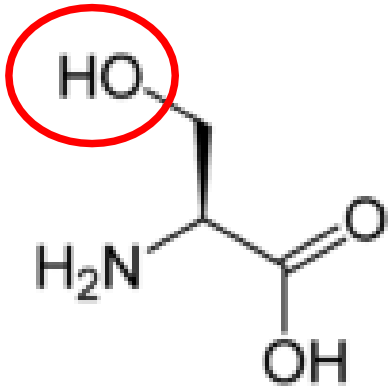


Cycle phényl

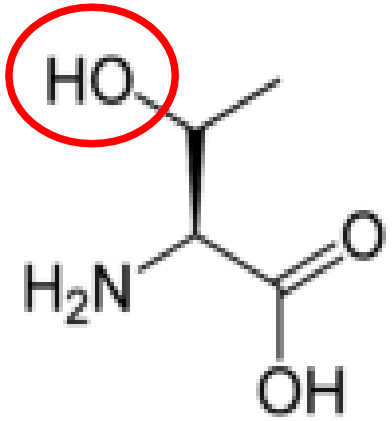
Cycle indol

3 acides aminés à fonction alcool

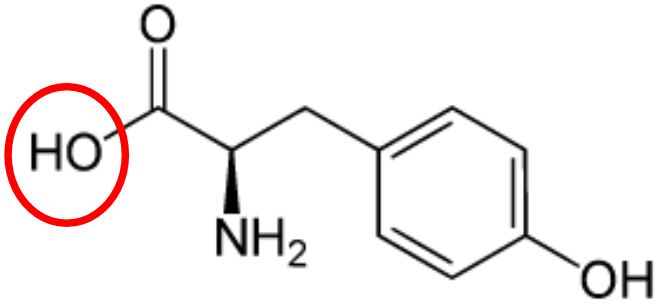
Sérine



Thréonine



Tyrosine



NB:

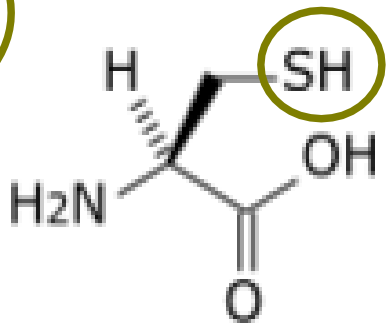
Les fonctions alcools peuvent être **phosphorylées** par des kinases (fixation d'un groupement phosphate)

=> **régulation** de la fonction d'une protéine!

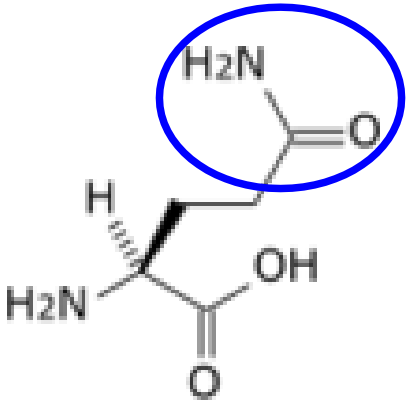
Acides aminés polaires neutres

Fonction thiol

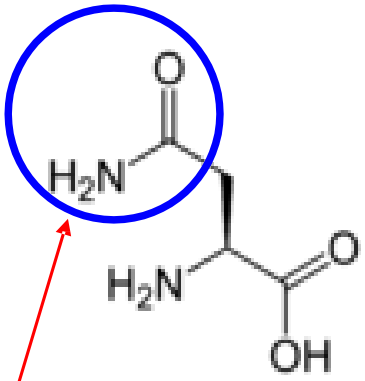
Cystéine



Glutamine



Asparagine



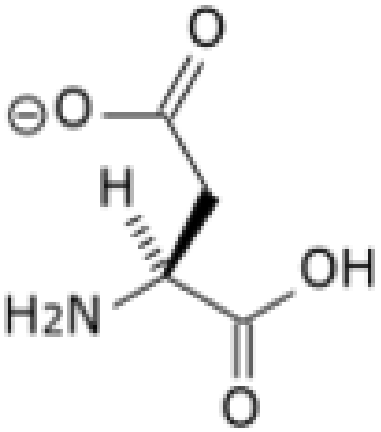
Fonction amide

Oxydation de deux cystéines
=> **pont disulfure (S-S)**

Dans les glycoprotéines, les **oses** se fixent sur **l'atome d'azote** de la fonction amide de la chaîne latérale de l'asparagine: c'est la **N-glycosylation**!

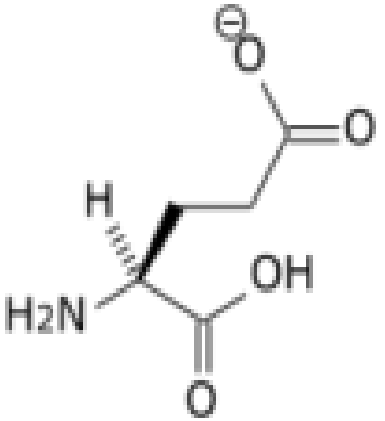
Acides aminés polaires ionisables à fonction acide

Acide aspartique



pKa (R) = 3,9

Acide glutamique

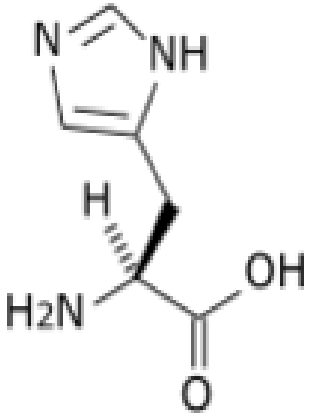


pKa (R) = 4,1

Négatif à pH 7

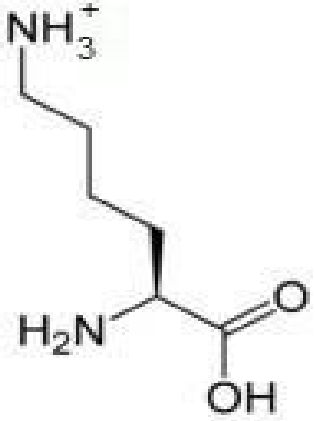
Acides aminés polaires ionisables à fonction basique

Histidine



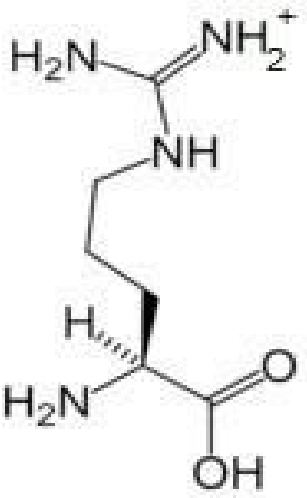
pKa (R) = 6,0

Lysine



pKa (R) = 10,5

Arginine



pKa (R) = 12,5

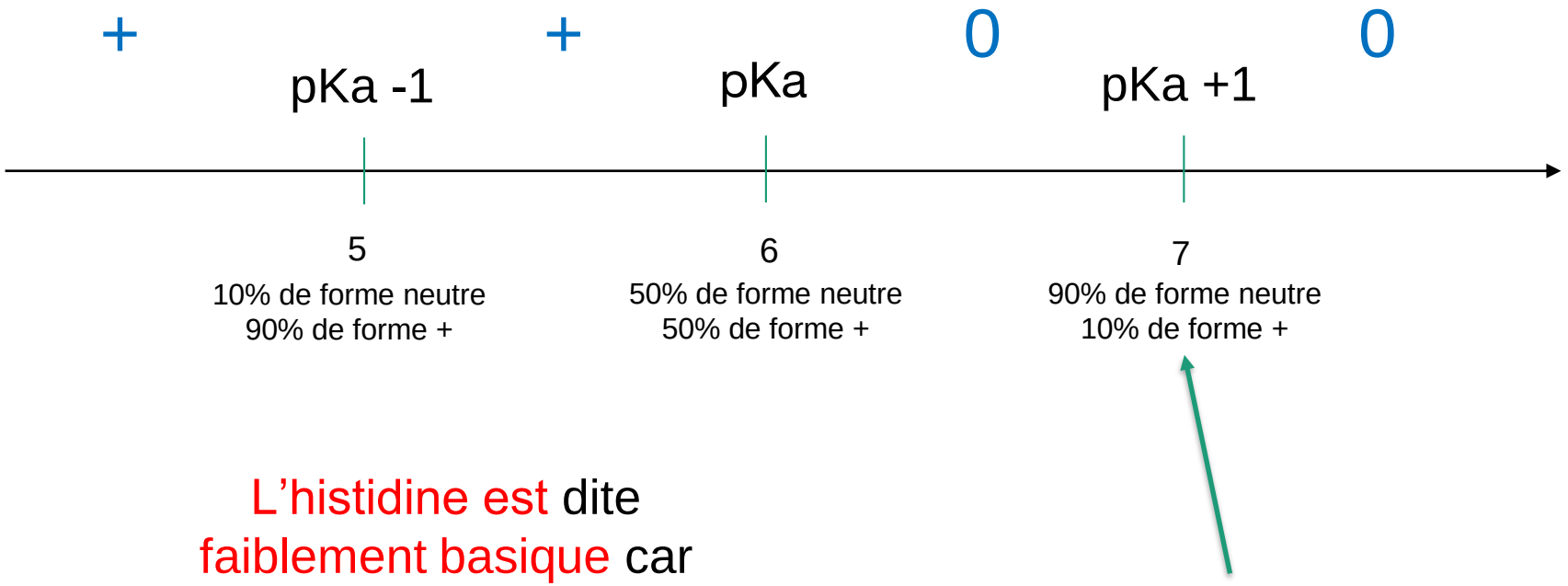
Faiblement basique
(majoritairement **neutre à pH 7**)

certain caractère aromatique

Positifs à pH 7

Pourquoi certains AA sont chargés + ou - ?
Exemple de l'histidine (basique)

Diagramme de prédominance de l'histidine



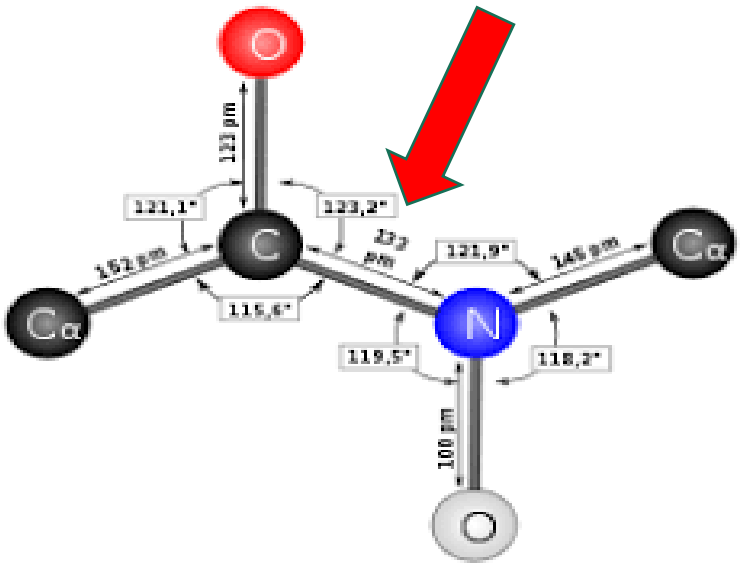
L'histidine est dite faiblement basique car elle n'est majoritairement positive qu'en dessous de pH 6, ce qui est très peu courant physiologiquement

Pour cela qu'on dit que l'histidine est majoritairement neutre à pH 7

1. Structure des protéines

b. La liaison peptidique

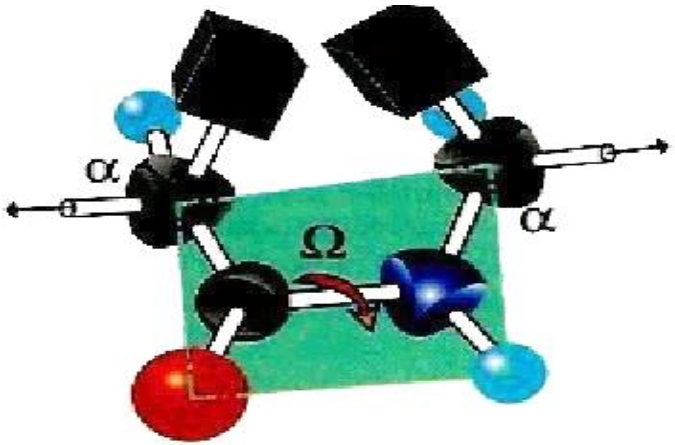
- acides aminés liés entre eux par des **liaisons** dites **peptidiques :**
  - Entre COOH et NH_2
- La liaison peptidique est une **liaison amide particulière.**



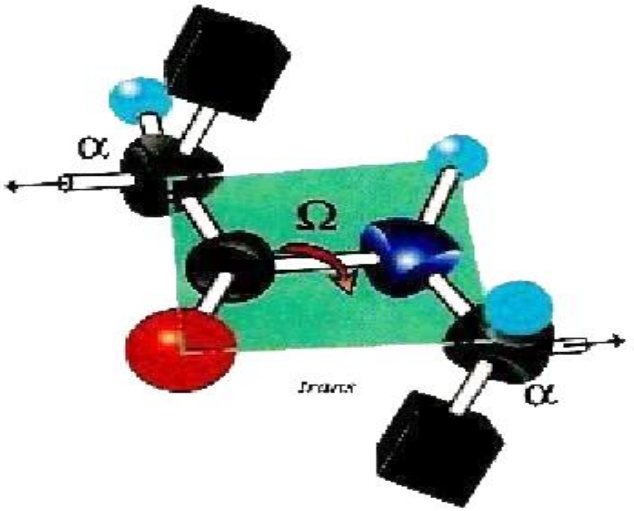
- elle est :
  - **PLANE**
  - **RIGIDE**

1. Structure des protéines

b. La liaison peptidique



Ω = 0 ° CIS



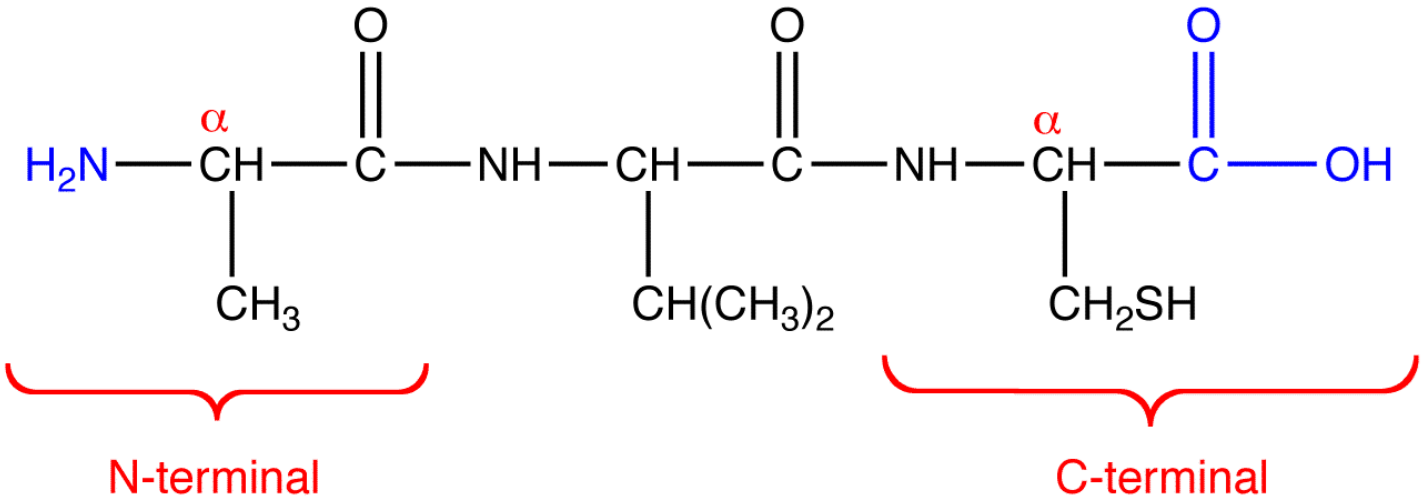
Ω = 180 ° TRANS

- Ω = angle de torsion autour de la liaison C-N.
- 2 valeurs : 0° ou 180°

Pour des raisons de stabilité, il prend presque toujours la valeur de 180°, donc la configuration TRANS.

1. Structure des protéines

C. Extrémités N et C-terminale



- Une protéine = succession d'acides aminés et de liaisons peptidiques.
- Il y a donc :
  - un côté avec une fonction **amine** libre, appelé **extrémité N-terminale**
  - un côté avec une fonction **acide**, appelé **extrémité C-terminale**.

- Par convention, une chaîne polypeptidique :
  - **commence** par le côté **N-term**
  - Se **termine** par le côté **C-term**.

1. Structure des protéines

d. Clivage

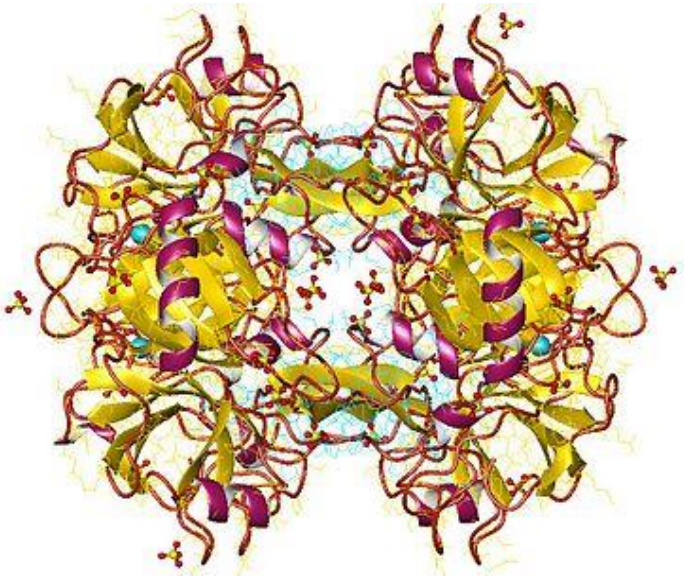
❖Clivage enzymatique

- **Trypsine**: coupe après (côté C -terminal) les résidus :
  1. Lysine
  2. Arginine

- **Chymotrypsine**: coupe après un résidu de
  1. Phénylalanine
  2. Tyrosine
  3. Tryptophane
  4. Leucine
  5. Méthionine

❖Clivage chimique

- **Bromure de cyanogène**: coupe après un résidu de méthionine.



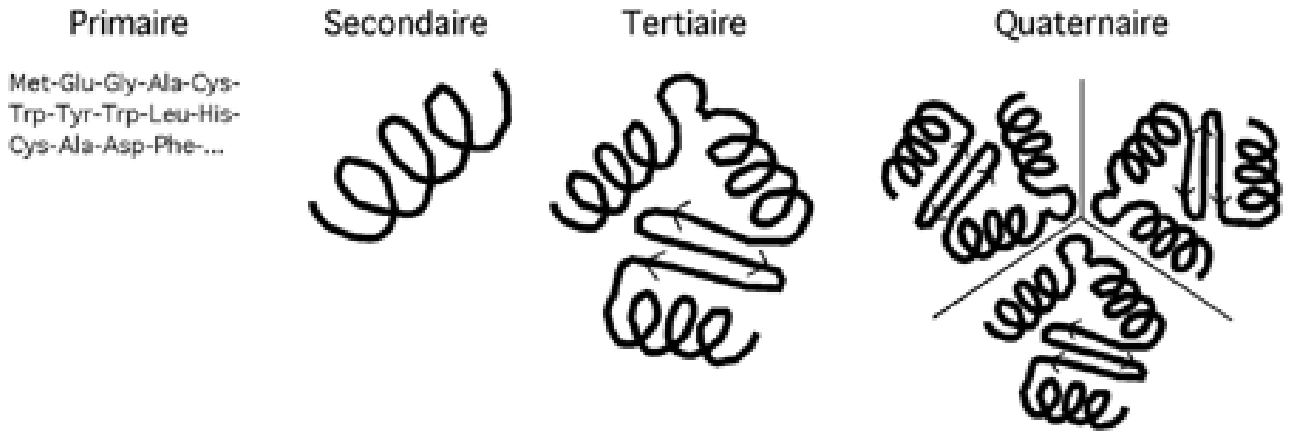
Molécule de trypsine

1. Structure des protéines

e. La structure

❖Les 4 niveaux de structures

- **<u>Structure primaire</u> :**
  - Enchaînement des acides aminés – appelée séquence
- **<u>Structure secondaire</u> :**
  - Motifs simples – donne forme à la protéine – exemples : hélices/coudes
- **<u>Structure tertiaire</u> :**
  - Agencement d'un monomère (=une séquence d'acides aminés) <u>dans l'espace</u>
- **<u>Structure quaternaire</u> :**
  - Agencement des protéines polymériques



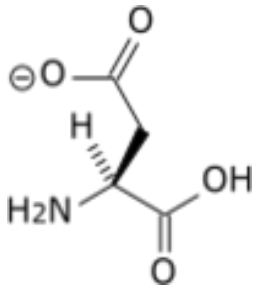
1. Structure des protéines

f. Le point isoélectrique

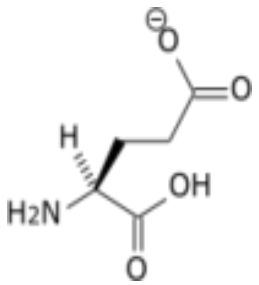
- charges **positives** et **négatives** au niveau des chaînes latérales
- dépendent du pH

=> somme algébrique définit la **charge globale** de la protéine.

ACIDES

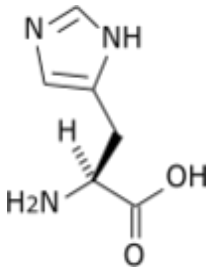


Acide aspartique

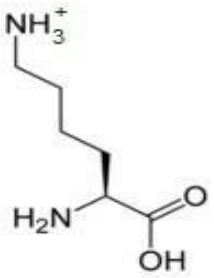


Acide glutamique

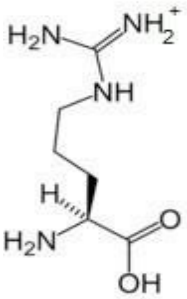
BASES



Histidine



Lysine



Arginine

- Il existe toujours un pH pour lequel :
  - le nombre de charges positives = le nombre de charges négatives : **charge globale => nulle.**

- Ce pH s'appelle le **point isoélectrique** de la protéine (pI).

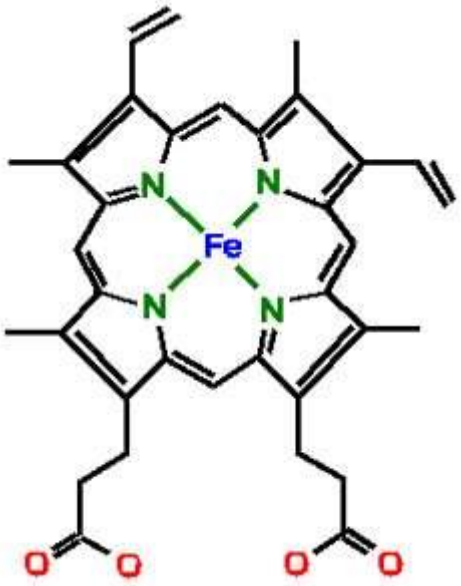
2. Fonction des protéines

a. La myoglobine

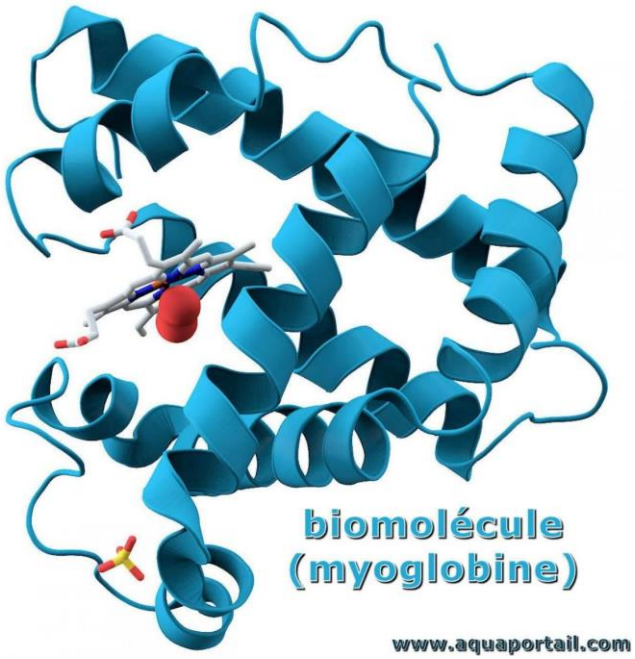
❖ La myoglobine est une protéine :

- **Monomérique**
- **structure compacte**
- **riche en hélices α**
- Utile (☺) *sinon on est morts haha lol*

\+ **groupement prosthétique** *(groupement non peptidique appartenant à une protéine)* nommé **hème**.

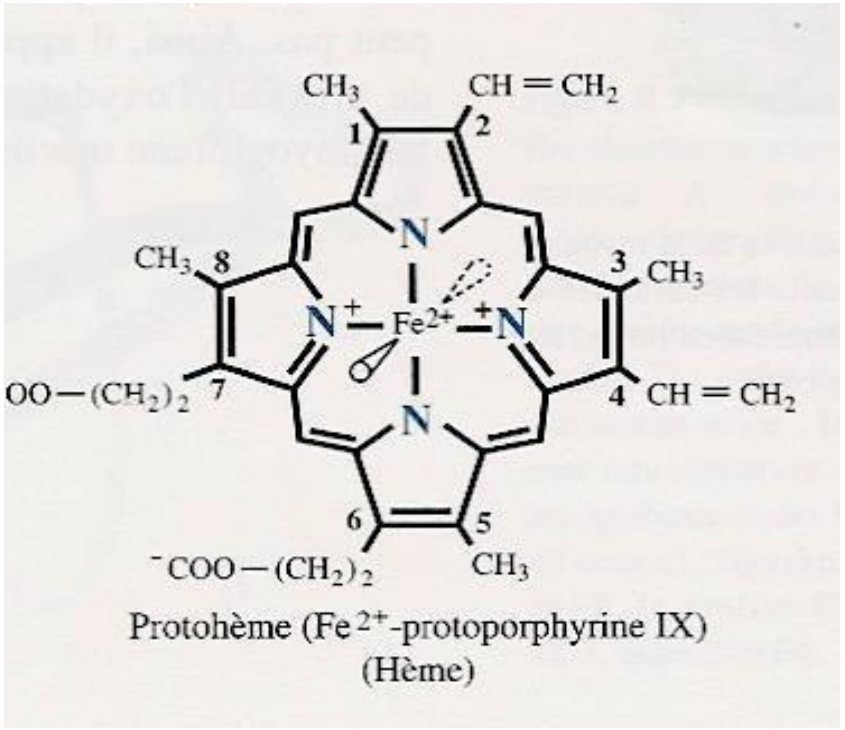


hème

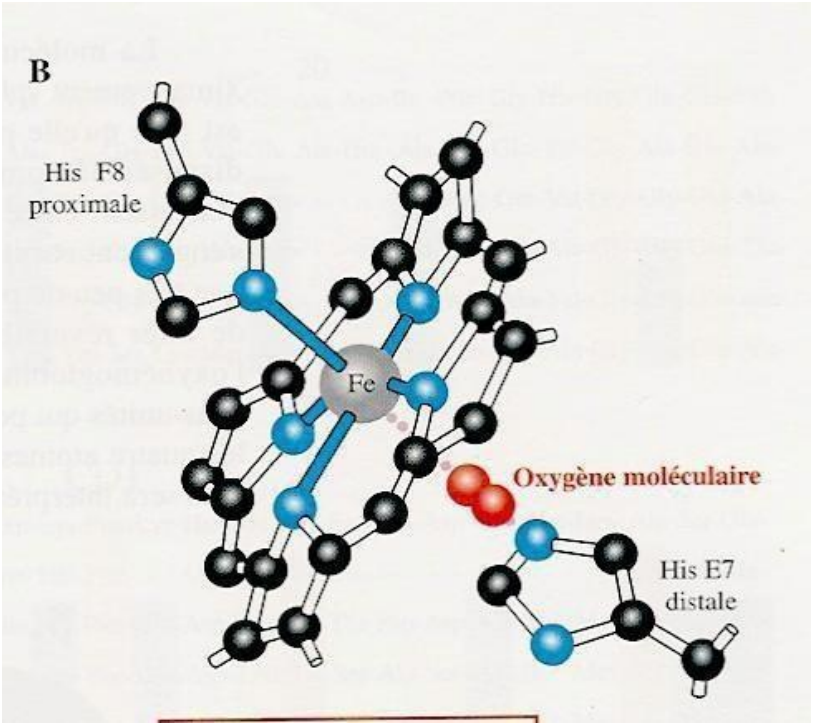


2. Fonction des protéines

a. La myoglobine



Protohème (Fe^{2+}-protoporphyrine IX)
(Hème)



❖ L'hème permet de lier une molécule d'O_2 grâce à son **atome de Fer** au milieu.

❖ **Stocker l'O_2 dans les muscles** (très forte affinité)

2. Fonction des protéines

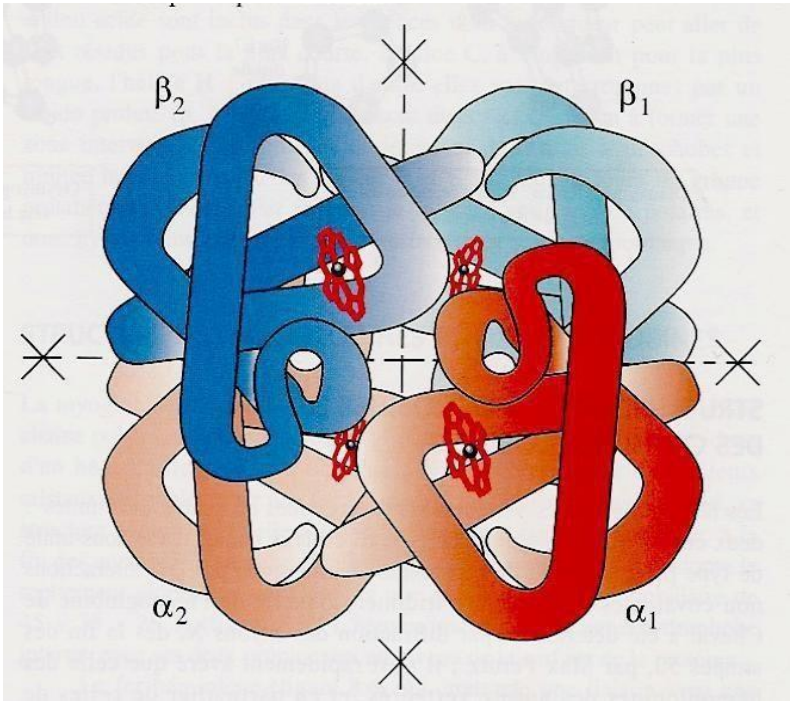
b. L'Hémoglobine

4 monomères => **tétramère**

Les monomères qui la constitue ressemblent fortement à la myoglobine.

Deux sous-unités α et deux sous-unités β liées par des liaisons faibles (non covalentes).

Chacune de ses sous-unités peut lier une molécule d'O_2 : **au total l'hémoglobine peut donc en lier 4**



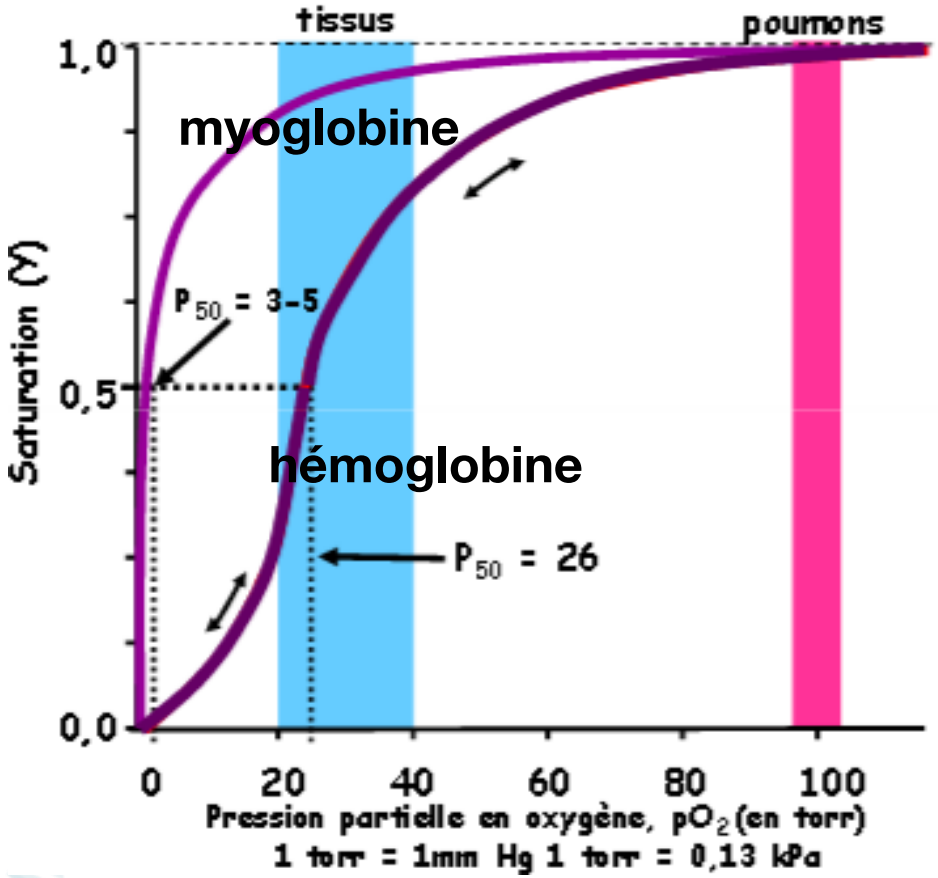
Affinité de l'hémoglobine = variable

=> phénomène de coopérativité : l'hémoglobine est une protéine **allostérique**

- L'hémoglobine comme la myoglobine sert à **lier l'O_2**, mais elle est présente **dans le sang**, et plus que son stockage, elle sert **surtout à son transport**.

2. Fonction des protéines

c. Saturation



- Courbe de la **myoglobine : hyperbole**

=> très forte affinité pour O_2

Relâche son O_2 que lorsque la pO_2 est très faible (muscle lors d'un exercice violent par exemple)

- Courbe de l'**hémoglobine : sigmoïde**

=> affinité augmente avec la saturation

Affinité très élevée dans les poumons (pO_2 élevée) => lier +++ l'O_2

affinité faible dans les muscles (pO_2 est faible) => relâcher l'O_2

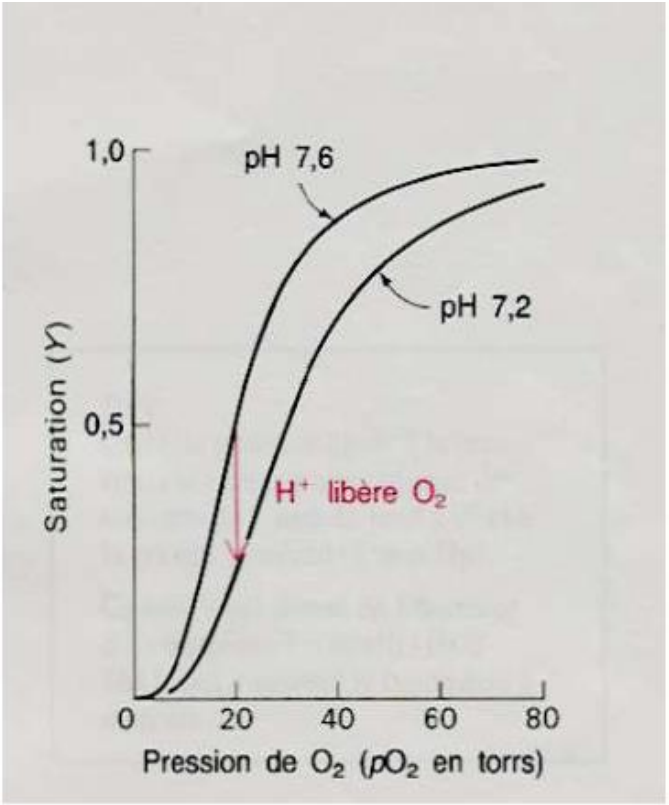
=> excellent transporteur

Effet Bohr

- Mis en jeu lors de :
  - Augmentation de $[CO_2]$
  - Augmentation de $[H^+]$, donc diminution du pH

=> Ce sont les conditions dans le muscle à l'effort

- Il entraîne un déplacement de la courbe de saturation vers la droite



Courage pour la suite les loulous

Prochaine séance : Cours sur les GLUCIDES/LIPIDES!

août 2021