

Les Protéines Structures et Propriétés

Les protéines sont des macromolécules aux fonctions très différentes, qui jouent des rôles essentiels dans de nombreux processus physiologiques (ex: Enzymes, Anticorps, Récepteurs, ..). Leurs fonctions sont initialement liées à leur structure dans l'espace.

1. Conformation spatiale des protéines

La conformation spatiale d'une protéine résulte de 3 ou 4 niveaux de structures indépendantes.

- **Structure Primaire**

Elle correspond à la séquence en AA dans un ordre déterminé. Sa conformation est liée à la géométrie de la liaison peptidique.

=> agencement linéaire des AA entre eux.

- **Structures Secondaires**

Ces structures sont dues aux replis qu'adopte la chaîne peptidique sous l'effet de multiples liaisons hydrogènes qui s'établissent entre différents groupements -CO et -NH de son squelette.

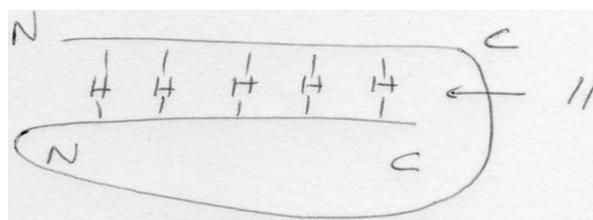
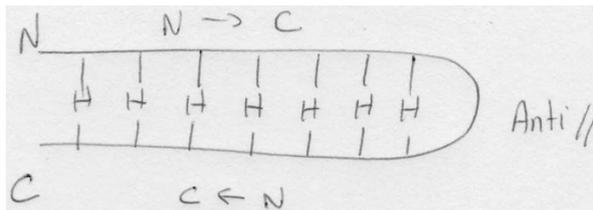
Hélice alpha:

Hélice à spires (enroulement) régulières. Le pas de l'hélice est de 0,54nm, soit 1 Angström: c'est la distance entre deux boucles. Cela correspond à 3,6 résidus (toutes les 10 spires il y a 36 résidus). L'hélice peut-être droite, cad tourne dans le sens des aiguilles d'une montre.

Certains AA déstabilise l'hélice alpha du fait de leur structure. Certain empêche la formation de l'hélice alpha comme la proline (donc pas de Pro dans une hélice alpha).

Feuillet bêta:

Les liaisons hydrogènes sont perpendiculaire à l'axe de la molécule. Les chaînes peptidiques sont disposées soit de façon parallèle soit de façon anti-parallèle.



Les chaînes latérales (celles des radicaux) se placent au-dessus ou en dessous du plan.

Cette structure est moins fréquente que l'hélice alpha car elle est moins stable.

Remarque: la chaîne peptidique adopte dans une région donnée soit une structure en hélice alpha soit en feuillet bêta selon la nature des AA impliqués.

En effet, certains AA, de par leur charge ou leur encombrement stérique favorise ou

non ces structures.

La proline, par sa structure cyclique atypique participe souvent à l'élaboration de la structure secondaire et de la structure tertiaire en créant des courbures de la chaîne entre les motifs d'hélices et de feuillets.

- **Structures Tertiaires**

La conformation générale d'une protéine dans l'espace s'appelle structure tertiaire. Elle correspond à l'agencement des structures secondaires entre elles. Les liaisons qui interviennent dans le maintien de cette structure sont multiples.

- liaisons fortes = covalentes = ponts disulfures S-S entre deux cystéines.
- liaisons faibles = hydrogènes, ioniques, hydrophobes.

Conséquences: rapprochement dans l'espace des AA parfois éloignés dans les structures primaires.

La structure tertiaire est à l'origine de la forme globale de la protéine native. Elle va permettre à la protéine de former dans l'espace des « domaines » indispensables à sa fonction (par ex un site actif pour une enzyme).

- **Structures Quaternaires**

Ne concerne que les protéines constituées de plusieurs chaînes peptidiques appelées sous-unités ou protomères, par ex l'hémoglobine.

=> agencement en 3D des protomères entre eux.

Remarque: « Protéines Chaperonnes » = protéine qui va induire le rapprochement de certains AA dans l'espace d'une protéine en cours de synthèse.

Elle participent aussi au passage de certaines protéines d'un compartiment cellulaire à un autre en maintenant sous forme linéaire la protéine en question.

2. Dénaturation des protéines

- **Définition**

La dénaturation est une désorganisation des structures secondaires, tertiaires, et quaternaires par ruptures des liaisons faibles et/ou des ponts disulfures.

Mais dénaturation ≠ dégradation: il n'y a pas de rupture de la liaison peptidique lors de la dénaturation donc la structure primaire est conservée.

- **Étape de la dénaturation**

La 1ère étape est réversible, on peut revenir à l'état natif. Il y a rupture des liaisons faibles et/ou des ponts disulfures. Si on supprime l'agent dénaturant, la protéine peut retrouver son état initial en recréant ses liaisons.

La 2nde étape est irréversible: la protéine va être sujette à la création de nouvelles liaisons faibles.

Conséquences de la dénaturation: il y a perte de la fonction biologique. Il peut y avoir des variations de la solubilité, des variations de propriétés physico-chimiques....

- **Les agents dénaturants**

Physiques:

T°C, pH, radiations, agitations, ...

Chimiques:

Urée qui détruit les liaisons hydrogènes, BetaMercaptoEthanol qui détruit les liaisons S-S, le SDS Sodium DodecylSulfate.

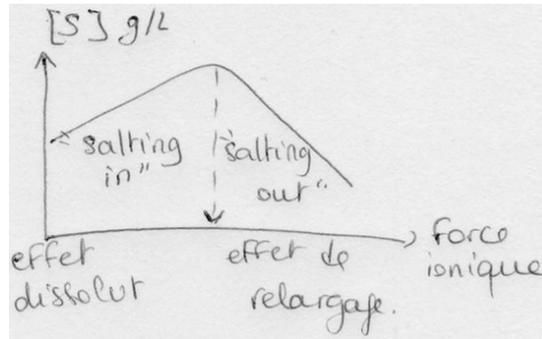
3. Propriétés des protéines

- **Solubilité**

Elle se définit par la quantité maximale de protéine pouvant se dissoudre dans 1L de solvant. Les protéines sont insolubles dans des solvants organiques et leur solubilité dans l'eau dépend de leur composition en AA ainsi que de la séquence des AA. De nombreux facteurs influencent la solubilité d'une protéine donnée.

Force ionique de la solution:

Il s'agit de l'influence de la concentration en sel de la solution.



Effet dissolvant: les ions du sels réduisent les attractions existantes entre plusieurs molécules de protéines. Ceci facilite leur dispersion (évite leur agrégation) et donc augmente leur solubilité.

Effet de relargage: il se crée, au-delà d'une certaine concentration en sel, une compétition vis à vis des molécules d'eau entre les ions du sels et ceux de la protéine. Les molécules de protéine se retrouvent donc déshydratées, elles ont alors tendance à s'agréger et à précipiter.

Phénomène réversible par dilution.

Le pH:

Le minimum de solubilité d'une protéine est atteint quand le pH du milieu atteint le Phi de la protéine.

Influence des solvants organiques:

L'utilisation de solvants organiques comme l'éthanol ou l'acétone insolubilise les protéines.

- **Propriétés optiques**

Les solutions protéiques absorbent et diffusent la lumière. Les propriétés optiques sont en rapport avec la concentration de la solution, avec la taille et la forme des molécules. Ces propriétés sont importantes pour l'étude et le dosage des protéines.

On peut également déterminer les caractéristiques géométrique d'une protéine par diffusion de la lumière.

- **Propriétés osmotiques**

Les protéines ne sont pas dialysables car elles ne diffusent pas, notamment du à leur taille, au travers de membrane perméable.

Les protéines développent une pression osmotique qui intervient dans les échanges cellulaires ou dans les échanges des secteurs hydriques de l'organisme.

- **Propriétés d'ionisation**

Toute protéine possède un nombre important de groupements ionisables caractérisés par leur pK. Ces propriétés sont à la base des techniques de séparation et de

caractérisation des protéines (électrophorèse ou chromatographie).

4. Classification

On distingue 2 grands groupes:

- les « holoprotéines » qui sont constitués que d'AA
- les « hétéroprotéines » qui comportent d'une part une ou plusieurs chaîne polypeptidiques, d'autre part un groupement non-protéiques dit groupement prothétique.

- **Les holoprotéines**

- Les globulaires:**

- Ce sont des protéines qui en 3D ont une forme arrondie comme par exemple l'albumine, les histones (protéines basiques autour desquelles s'enroulent l'ADN pour former la chromatide), lysozyme, insuline, ...

- Les fibreuses:**

- Protéines étirées. Il s'agit généralement de protéines structurales comme par exemple: le cytosquelette, la matrice extracellulaire, la fibrine, la kératine, la lactine, myosine, collagène, élastine, ...

- **Les hétéroprotéines**

- Par exemple: les phosphoprotéines, les sulfoprotéines, les glycoprotéines, les lipoprotéines...