

1. Perméabilité cellulaire et transport d'ions

La membrane est une bicouche lipidique dont les parties hydrophobes sont au centre alors que les parties hydrophiles sont en surface. Elle est sélectivement perméable. Donc les biopolymères chargés influencent sur la distribution des ions, sur la perméabilité membranaire ainsi que sur les potentiels électrochimiques. L'ADN attire les cations (Na^+ , Mg^{2+}) pour neutraliser ses charges.

1.1 Types de transport ionique

➤ Diffusion simple

C'est le passage spontané des ions selon le gradient de concentration avec absence de la consommation d'énergie

➤ Transport facilité

Fait intervenir des protéines membranaires qui sont les canaux ioniques et des transporteurs ce qui permet le passage des ions (Na^+ , K^+ , Ca^{2+}) et des molécules polaires. Elle est saturable, spécifique et plus rapide que diffusion simple (Transport du glucose via transporteurs GLUT)

➤ Transport actif

Il se fait contre le gradient de concentration ce qui nécessite de l'ATP. Exemple : pompe Na^+/K^+ .

2. Associations moléculaires

Sont des interactions réversibles entre biopolymère – ion, entre protéine – ligand et entre ADN – protéine ce qui font intervenir les interactions électrostatiques, liaisons hydrogène, les interactions hydrophobes et les forces de Van der Waals.

Les polyélectrolytes peuvent former des complexes avec des ions et des assemblages supramoléculaires (ADN + protéines histones, protéine + ligand).

3. Étude à l'équilibre

Une interaction peut être décrite par $\text{P} + \text{L} \rightleftharpoons \text{PL}$ (P : biopolymère (ex : protéine), L : ligand, PL : complexe). La constante d'affinité $K = \frac{[\text{PL}]}{[\text{P}][\text{L}]}$. Plus K est grand, plus l'affinité est forte et

donc une interaction stable. Dans le cas contraire c'est-à-dire faible affinité on aura une interaction transitoire.

4. Étude cinétique

La formation du complexe dépend de constante d'association k_{on} et de la constante de dissociation k_{off} . $K = \frac{k_{on}}{k_{off}}$

5. Spécificité de reconnaissance

La spécificité de reconnaissance est la capacité d'un biopolymère à reconnaître une molécule précise. Deux modèles ont été proposés :

- **Modèle clé-serrure** c'est-à-dire une complémentarité parfaite caractérisé par une structure rigide.
- **Modèle d'ajustement induit** dont la structure change lors de la liaison. Elle est plus réaliste pour les protéines.

Dans les polyélectrolytes, les interactions électrostatiques guident la reconnaissance et les ions du milieu modulent l'affinité.

6. Éléments de reconnaissance entre protéines et acides nucléiques

Les interactions entre protéines et acides nucléiques (ADN/ARN) sont essentielles pour :

- la régulation de l'expression génétique
- la réplication
- la transcription
- la réparation de l'ADN

Ces interactions reposent sur une reconnaissance moléculaire spécifique et qui sont influencées par la nature polyélectrolytique. En effet, les acides nucléiques sont chargés négativement, tandis que certaines régions des protéines sont chargées positivement (lysine, arginine) ce qui favorise des interactions électrostatiques fortes (attraction ADN (-) / protéines (+)), liaisons hydrogène (reconnaissance des bases azotées), interactions hydrophobes (stabilisation du complexe) et des forces de Van der Waals. Certaines protéines reconnaissent des séquences spécifiques d'ADN (facteurs de transcription, protéines

régulatrices). Cette reconnaissance dépend de la géométrie de l'ADN ainsi que les groupements chimiques accessibles. Dans d'autres cas, la protéine reconnaît une forme particulière de l'ADN ou une courbure ou déformation (ADN superenroulé). Cette reconnaissance est stabilisée par la présence des ions (Mg^{2+} , Na^+). Ces derniers stabilisent les interactions ce qui écrantent les charges électrostatiques et donc favorisent la formation du complexe protéine-ADN.

7. Formation de structures subcellulaires

Les biopolymères interagissent pour former des structures organisées à l'intérieur de la cellule, appelées structures subcellulaires. Ces structures sont dynamiques et souvent régulées par des interactions électrostatiques, des associations moléculaires et des processus d'auto-assemblage. C'est structures sont :

➤ **Chromatine**

L'ADN s'associe avec des protéines appelées histones pour former la chromatine afin de faire la compaction de l'ADN ainsi qu'à la régulation de l'expression génétique.

➤ **Ribosomes**

Complexes formés par **ARN ribosomique (ARNr)** et des **protéines** afin d'effectuer la synthèse des protéines.

➤ **Cytosquelette**

C'est un réseau de biopolymères formé d'actine, des microtubules avec des filaments intermédiaires. Il permet le maintien de la forme cellulaire, le transport intracellulaire et la division cellulaire.

Les structures subcellulaires se forment par auto-organisation spontanée sans l'intervention externe directe et donc ils sont guidés par les interactions physico-chimiques (charges électriques, concentration, température et le pH).

Donc les biopolymères chargés favorisent les interactions à longue distance ce qui permettent la formation de complexes stables et donc ils participent à l'organisation cellulaire.