

Diversité et importance des liaisons chimiques dans et entre les biomolécules

Introduction

Une cellule, unité du vivant, peut être considérée comme un assemblage de molécules, dont la plus abondante est la molécule d'eau. Toutes ces molécules établissent des relations entre elles : elles peuvent s'unir pour en former de plus grosses, ou au contraire se dissocier, s'associer par affinité, réagir... Tout ceci se déroule dans un monde en pleine agitation thermique, *a priori* donc peu stable.

Les biomolécules sont des molécules organiques produites par des organismes vivants. Toute molécule est une entité chimique constituée d'atomes liés par des liaisons fortes, dites covalentes, liaisons issues de la mise en commun d'électrons entre deux atomes. Il existe d'autres liaisons fortement énergétiques : celles qui relient deux ions de charge opposée, les liaisons ioniques.

À côté de cela existent des liaisons que l'on qualifie de faibles, d'énergie inférieure à 20 kJ.mol^{-1} contre environ 300 pour une liaison covalente simple entre deux carbones.

La question est alors de comprendre les interactions et fonctions permises par ces différentes liaisons au sein des cellules. L'objectif est d'établir des liens entre la nature des liaisons et la fonction, la localisation et la réactivité des molécules, et ceci à l'échelle de la molécule ou de la cellule.

L'eau n'est pas une molécule organique mais elle est un constituant majeur des cellules et elle participe à de nombreuses réactions du vivant. Elle sera donc abordée avec les autres biomolécules.

Notre première approche consistera à décrire l'importance fonctionnelle des liaisons fortes au sein des molécules mais aussi leur formation ou leur rupture entre deux molécules réactives voisines. Nous verrons ensuite que les liaisons faibles, en grand nombre, peuvent assurer l'établissement de structures stables alors qu'en faible nombre, elles sont plutôt impliquées dans des interactions transitoires et dynamiques.

1. Des liaisons covalentes à la base des molécules

1.1. Des atomes liés entre eux par des liaisons fortes

a) Molécule = atomes liés par des liaisons covalentes

Liaisons de coordinance possible (cas de l'hème)

b) une énergie contenue dans ces liaisons : exemple de l'ATP

anabolisme : formation de liaisons et coût énergétique (exemple de l'ATP)

catabolisme : oxydation et libération d'énergie chimique + cas de l'hydrolyse de l'ATP

nécessité d'enzyme pour catalyser les réactions + couplage énergétique (cas de l'hexokinase)

1.2. Des liaisons qui se forment et se rompent

a) réactivité et dynamique des molécules

- au sein d'une molécule : exemple : cyclisation du glucose et réactivité

- des groupes fonctionnels liés à la réactivité : les réactions de condensation forment des molécules

- entre deux molécules : formation du saccharose et baisse de la réactivité (ou formation des triglycérides...), phosphorylation, glycosylation...

a) des polymères dynamiques

exemple du glycogène ou autre

1.3. Une géométrie imposée par les liaisons mises en jeu

Exemple de polymères de glucides : liaisons alpha => hélice mais liaisons bêta => ruban allongé
Ou ADN-ARN (avec effet des charges en plus)

Transition – Les liaisons covalentes constituent les édifices moléculaires et sont responsables en partie de la géométrie des assemblages mais aussi de la réactivité : les liaisons sont aptes à se rompre ou à se former.

2. De nombreuses liaisons faibles favorisent des états stables

2.1. Au sein des molécules : une stabilisation de la forme

Observation de l'insolubilité de l'amidon ou la cellulose : pourquoi ?

Des liaisons faibles qui stabilisent la molécule d'amylopectine (ou cellulose, ou ADN...) : faible réactivité

2.2. Entre molécules : des assemblages stables

Exemple des 2 brins d'ADN : association complémentaire, évite la tautomérie,

Les pectines liées grâce aux ions calcium, la paroi végétale

2.3. Avec les molécules de leur environnement

Caractère soluble ou non, hydrophilie et hydrophobicité => association et localisation des molécules

Associations par interactions hydrophobes : la membrane

Transition : Bien que faibles, les liaisons peu énergétiques assurent le maintien des structures quand elle sont en grand nombre.

3. Des liaisons peu énergétiques qui favorisent la dynamique cellulaire

3.1. Le ribosome ou l'ADN

Ribosome : des acteurs qui s'associent de manière temporaire et spécifique

ADN et séparation des deux brins

3.2. Une mobilité, une association-dissociation

Fluidité membranaire possible.

Conclusion

Reprendre les idées : lien entre les différentes liaisons et leur rôle.

Ouvrir sur le métabolisme et les synthèses.

Grille de correction du DS3 : Les liaisons chimiques

NOM

NOTIONS ATTENDUES		
Les liaisons covalentes		
Montrer des liaisons covalentes et de coordinance avec exemple précis		2
Atomes mis en jeu et géométrie de la molécule		2
Aspect énergétique : basé sur un exemple (ATP), lien avec le métabolisme, enzyme		4
Réactivité des atomes : formation et rupture de liaisons : exemples précis de réactions (ex : condensations, hydrolyses, estérification...) avec rôle		4
Au sein d'une molécule : cyclisation des oses, cyclisation de l'ATP en AMPc		2
Entre molécules différentes : estérification (TG), diosides, phosphorylation...		2
Polymérisation : géométrie des liaisons et forme des polymères (amidon, cellulose)		3
Relation structure-fonction : exemple de la cellulose peu digestible ou autre idée		1
Ramification ou non : formation de liaisons covalentes différentes, rôle fonctionnel		2
Aspect dynamique de la polymérisation : liaisons formées ou rompues		2
Exemple de l'ADN (synthèse) ou des polymères de réserve glucidiques bien décrits		3
De nombreuses liaisons faibles et la stabilité		
Définition de liaisons faibles : les différents types, charges partielles, énergie		3
Hydrophile, hydrophobe : définition		2
Association par propriétés chimiques similaires (ex : membrane)		2
Solubilité dans l'eau (ex : cellulose ou amidon insoluble) ou les membranes		2
Des liaisons faibles intramoléculaires qui stabilisent (ex : cellulose, glycogène...)		3
Liaisons faibles intermoléculaires (ex : ADN, microfibrilles de cellulose, paroi...)		3
Liaison par affinité : charges partielles opposées, hydrophobicité		2
Liaisons spécifiques : complémentarité des bases et ADN, stabilisation (tautomérie)		1
Liaisons faibles et dynamique d'association - dissociation		
Ribosome ou autre idée avec des interactions fugaces (bien détaillé)		
Fluidité membranaire		5
ADN : ouverture possible de la double hélice, association avec des protéines		
Idée bonus éventuelle		bonus
TOTAL NOTIONNEL		50

COMPÉTENCES

<i>Introduction</i> : définition des biomolécules et des liaisons – problématique claire et riche – plan annoncé		3
<i>Conclusion</i> : résumé des idées clés et ouverture		2
Traitement de la problématique : sujet bien délimité sans hors-sujet		1
Exposé complet et répondant au sujet		2
Une argumentation au moins		1
Enchaînement des idées et unité des paragraphes (une idée par paragraphe)		2
Clarté et concision des propos		2
Rigueur scientifique des termes employés et des descriptions		2
Pertinence des schémas et adaptation des schémas au propos		2
Qualité graphique, soin		1
Rédaction : orthographe, grammaire		2
	TOTAL DES COMPÉTENCES	20
	TOTAL	70
	NOTE	20