

Devoir n°2 – SVT

Éléments de correction

Sujet : **azote et molécules azotées chez les animaux**

Cette correction propose une **introduction**, un **plan détaillé**, avec indication des **notions** et **schémas** à insérer, et une **conclusion**.

Introduction :

(Contextualisation/définition) L'azote est un élément chimique abondant sur Terre (près de 80 % de l'atmosphère).

(Problème) Les animaux ne sont cependant pas capables d'utiliser l'azote de l'air, et cet élément se révèle donc peu disponible. Pour autant, on constate que de nombreuses molécules, notamment organiques, contiennent un ou plusieurs atome(s) d'azote. Cette faible disponibilité associée à la grande diversité des molécules azotées permet de penser que l'azote confère aux molécules qui le contiennent des propriétés particulières les rendant indispensables aux êtres vivants. Se pose également la question de l'approvisionnement en azote des organismes animaux.

(Démarche) Nous verrons dans un premier temps quelques propriétés particulières des molécules azotées que n'ont pas les molécules non azotées, en termes d'interactions avec l'eau et les autres molécules organiques. Nous exploiterons certaines de ces propriétés pour expliquer la structure, et donc la fonction, d'une des familles de molécules les plus importantes au sein des êtres vivants : les protéines. La nécessité pour les organismes de se procurer et de métaboliser l'azote s'accompagne de mécanismes d'élimination des déchets azotés, ainsi que de mécanismes de prélèvement de matière azotée dans l'environnement, qui feront l'objet de nos deux dernières parties.

I. L'azote confère des propriétés particulières aux molécules azotées

1. Un atome électronégatif riche en électrons de valence

a) L'azote a 5 électrons de valence

Schéma : azote est ses 5 électrons, dans le NH_3 par exemple. Mentionner la possibilité de créer des liaisons covalentes (C-H ou C-N notamment).

b) La liaison C-N est polarisée

Schéma : amine avec δ^- et δ^+ (ou avec un autre groupement azoté, comme un amide).

2. Les amines et amides sont très solubles

a) Formation de liaisons H

Schéma : adénine et molécule d'eau formant une coque de solvation par liaisons hydrogène ; NB : c'est une des seules occasions d'utiliser l'ATP dans ce sujet avec les connaissances de début d'année. Possibilité d'utiliser n'importe quel exemple.

b) Réactivité acido-basique d'une amine

Schémas : deux formes d'un AA. Diagramme de prépondérance d'un AA.

3. Importance de l'hydrophilie des molécules azotées

a) Transport des AA dans le sang

Montrer qu'un AA peut être solubilisé facilement grâce à sa double charge (zwitterion)

b) Structure des membranes et phospholipides azotés

Schéma : phosphatidylcholine (amine quaternaire chargée).

II. L'azote, un éléments structurant fondamental dans les protéines

1. De l'acide aminé au peptide : établissement de la liaison peptidique

Schéma réactivité : formation de la liaison peptidique (ne pas oublier la molécule d'eau !)

2. **La liaison peptidique a une rigidité due la présence d'un atome d'azote**

Schéma : résonance de la liaison peptidique ; Schéma : plan avec ψ et φ

3. **L'azote de l'amide permet la structuration secondaire des protéines**

Schéma : diagramme de Ramachandran. Montrer que seuls certaines valeurs de φ et ψ sont possibles. Schéma : hélice α ou feuillet β ; il est inutile de faire les deux, puisque ce sont les mêmes concepts qui y sont développés.

4. **Des atomes d'azotes dans les radicaux déterminent la structure III et IV**

Schémas : lysine (+) et glutamate (-) ; deux glutamine (δ^- et δ^+) pouvant établir des liaisons H. Ponts disulfures HS !!

III. **Les déchets azotés sont éliminés**

1. **L'urée est un déchet du métabolisme**

Schéma : molécule d'urée. Mention de l'origine (dégradation des protéines et les acides nucléiques)

2. **Dans le néphron, les déchets sont filtrés et non réabsorbés**

Schéma : fonctionnement du néphron. Attention : un simple schéma anatomique est insuffisant.

IV. **Les animaux prélèvent de l'azote dans leur environnement**

1. **L'azote minéral peut être métabolisé par des microorganismes**

Schémas : hydrolyse de l'urée, amination d'un α -cétoacide. Recyclage de l'urée par les bactéries, fabrication d'AA

2. **Les protéines de l'alimentation sont digérées, absorbées et transportées par le sang**

Schéma : Hydrolyse des protéines par une protéase. Absorption par des transporteurs actifs ou passifs

Conclusion :

L'électronégativité importante de l'atome d'azote permet aux molécules azotées des propriétés particulières : ionisation et possibilité de donner et recevoir des liaisons H. Ces propriétés, dont ne disposent pas les molécules non azotées, expliquent la grande hydrophilie des groupements azotés, donc la solubilité des petites molécules azotées, mais également l'amphiphilie des phospholipides azotés, constituants majeurs de membranes ; la réaction d'amidification et la possibilité de former des liaisons faibles entre des radicaux d'AA ou des amides de la liaison peptidique permet largement d'expliquer les quatre niveaux structuraux des protéines, et donc leur fonction. Les animaux, hétérotrophes pour l'azote, disposent de mécanismes variés permettant de se fournir en un élément aussi fondamental, en rapport avec leur régime alimentaire. Les excès d'azotes sont éliminés par le système original d'ultrafiltration/réabsorption.

On propose ici trois exemples d'ouverture (bien d'autres sont possible). On rappelle qu'il ne s'agit pas de « on aurait pu parler d'un truc qui n'a aucun rapport avec le sujet ».

(Ouverture 1) : La nutrition azotée des animaux d'élevage est un des enjeux de l'agriculture, dans la mesure où les productions azotées des animaux (essentiellement, lait et viande) doivent être optimisées pour garantir une agriculture productive. La connaissance des mécanismes d'absorption et d'élimination de l'azote est donc pour l'agriculteur un enjeu essentiel.

(Ouverture 2) : Dans les régions où l'élevage est intensif, les rejets d'azote par les animaux peut poser des problèmes environnementaux et humains, en augmentant la concentration en ions minéraux azotés (nitrates notamment) dans les nappes phréatiques et rivières. Cette problématique permet aujourd'hui de prendre conscience de l'importance de la maîtrise des apports et des rejets d'azote par les animaux dans une optique de développement durable.

(Ouverture 3) : Une grande partie des thèmes exposés dans ce devoir est tout à fait transposable à l'ensemble des eucaryotes, y compris les végétaux. Pour autant, l'originalité des végétaux tient dans leur autotrophie à l'azote, et dans leur capacité à utiliser l'azote minéral (sous leur forme nitrate ou ammonium) pour l'intégrer à des molécules organiques. Cette complémentarité métabolique des animaux et des végétaux dans les écosystèmes permet de voir les plantes comme les recycleurs de l'azote éliminé par les animaux, et producteurs des molécules organiques azotées à nouveau disponibles pour les animaux.