

Les échanges de matière entre l'animal et le milieu extérieur

Vous discuterez de l'importance de ces échanges pour la vie cellulaire et des modalités de ces échanges en fonction du milieu de vie de l'organisme. Vous vous limiterez aux échanges de nutriments et de gaz respiratoires.

Introduction

Remarques : Vous pouvez partir d'une accroche simple comme par exemple un fait d'actualité, un fait d'observation. Mais il faut éviter la phrase vue dans plus de la moitié des copies, les « animaux sont des systèmes thermodynamiques ouverts » qui n'est pas simple et un peu énigmatique. A la limite, cette notion pouvait être expliciter en conclusion. De plus l'accroche n'est pas une obligation, n'en faire une que si vous êtes inspiré.

Les 3 attendus d'une introduction :

1. Définir les termes du sujet (*ceci est obligatoire! cette étape permet de bien circonscrire, délimiter le sujet*)

L'**animal** est un organisme pluricellulaire hétérotrophe au carbone, les exemples seront choisis parmi des organismes métazoaires du programme et chez lesquels il existe le plus souvent des organes ou appareils spécialisés dans les **échanges de matière** avec le milieu extérieur. Les échanges de matière étudiés sont ici ceux liés à l'alimentation et à la respiration ; il s'agit de transferts de molécules du milieu vers l'organisme (nutriments, O₂) ou en sens inverse (déchets dont le CO₂). Le **milieu extérieur** désigne le milieu de vie des animaux, qui peut être soit terrestre soit aquatique mais également le milieu extérieur internalisé comme la cavité du tube digestif. Le libellé du sujet exclut de l'étude les échanges d'eau, de chaleur ou encore des déchets azotés puisqu'il est indiqué de se limiter aux nutriments. Ainsi ne seront traités que les flux de nutriments (glucides, lipides, acides aminés et nucléotides) ainsi que des gaz respiratoires (O₂ et CO₂).

2. Formuler une **problématique**

Quelle est l'importance qualitative et quantitative de ces échanges pour la vie des cellules des organismes animaux ? Comment la matière pénètre-t-elle dans l'organisme animal ? Quels sont les dispositifs assurant un prélèvement efficace adapté au lieu de prélèvement et à l'activité de l'organisme ?

3. Annoncer la **démarche**

Dans un premier temps, il s'agit de montrer l'importance de ces échanges, leur nature et leurs conséquences sur la vie cellulaire. Dans un second temps seront détaillées les modalités, c'est-à-dire les mécanismes qui rendent efficaces ces échanges et enfin seront envisagées la diversité mais aussi les similarités des dispositifs en fonction du milieu de vie et des plans d'organisation.

Remarque : Ceci est une proposition de démarche ; d'autres approches sont possibles et pertinentes comme par exemple un plan par niveau d'organisation proposé par certains avec plus ou moins de réussite. Des notions clés sont attendues et le jury est attentif à la logique de la démarche, à la qualité de l'argumentation au sein des paragraphes proposés.

1. Importance des échanges de matière dans la vie des cellules animales

1.1 En tant qu'hétérotrophes, les animaux prélèvent de la matière organique dans leur milieu

a) La matière organique = source d'énergie et d'électrons

Equation de la respiration cellulaire : nécessité de nutriments carbonés en provenance d'autres organismes, nécessité de dioxygène prélevé dans le milieu.

Les molécules carbonées, ici le glucose, sont totalement **oxydées** lors de la respiration cellulaire qui fournit l'**énergie** nécessaire à la réalisation des travaux cellulaires et pour l'organisme à la réalisation de ses fonctions biologiques (relations avec son milieu, déplacements, croissance, reproduction, etc.)

b) La matière organique = source d'éléments

Les molécules carbonées prélevées dans le milieu sont également des pourvoyeurs d'éléments et de composés chimiques utilisés pour l'anabolisme.

Ex : Les acides aminés sont les monomères des protéines, les nucléotides ceux des acides nucléiques ; C, N et P et autres éléments (ex S) proviennent de molécules organiques.

c) Prélèvement des nutriments énergétiques au niveau de l'appareil digestif

Ce prélèvement est précédé de la transformation d'aliments en nutriments (transformation mécanique/chimique ; due à l'organisme lui-même ou à des symbiotes)

Schéma de l'organisation de l'intestin

On montre les caractéristiques de la surface d'échanges intestinale, un milieu extérieur internalisé et modifié grâce à des sécrétions (glandes annexes du TD) et l'activité du microbiote (pH, enzymes, microbiote,...). L'absorption se réalise au niveau de l'intestin aux propriétés qui vont permettre des échanges et des flux importants : grande surface longueur et replis villosités et microvillosités, forte vascularisation, tissu épithélial intestinal mince, une seule assise cellulaire. Notion de milieu intérieur (intermédiaire entre le milieu extérieur et milieu intracellulaire).

Remarque : Cette sous partie a été souvent mal traitée. L'appareil digestif est souvent présenté mais sans que l'importance des transformations des aliments préalables à l'absorption des nutriments ne soit clairement évoquée. Beaucoup ne définissent pas les nutriments ou ne font pas la distinction aliments/nutriments.

1.2. Les animaux échangent avec leur milieu les gaz impliqués dans la respiration de leurs cellules

a) Des gaz impliqués dans le catabolisme énergétique mitochondrial

O₂ : accepteur final des électrons et des protons de la chaîne respiratoire.

CO₂ : produit des décarboxylations oxydatives.

b) Des gaz échangés au niveau de surfaces spécialisées ou tégumentaires

Schémas de différentes surfaces respiratoires (poumon, trachée, branchie, tégument) permettant de montrer des convergences fonctionnelles : grande surface, faible épaisseur de la barrière de diffusion, vascularisation éventuelle.

1.3. Des surfaces d'échange souvent corrélées au reste de l'organisme par l'appareil circulatoire

Evoquer des systèmes de distribution des nutriments et des gaz, chez de nombreux métazoaires (sang, hémolymphe). Mentionner les particularités du système trachéen.

Idée forte de la première partie : Deux grands types de surface en lien avec les deux grands besoins des animaux (gaz respiratoires et nutriments carbonés) qui présentent des similarités dans leur organisation fonctionnelle.

Tr : ces similarités dans l'organisation correspondent à des propriétés fonctionnelles.

2. L'organisation fonctionnelle des surfaces d'échanges rend efficaces les flux

2.1 Des membranes de cellules spécialisées assurent les échanges

Les échanges se font à travers les membranes de cellules épithéliales (entérocytes, pneumocytes, cellules épithéliales des lamelles branchiales, etc.) ; maintien et coordination assurée par des jonctions.

Ces cellules présentent des adaptations aux fonctions d'échange (polarité, glycocalyx, cellules sécrétrices de mucus, de surfactant, etc.).

Ces épithéliums sont le plus souvent associés à un endothélium capillaire avec fusion des lames basales.

2.2 Des échanges par transports membranaires

- Diffusion simple pour les gaz

Énoncé de **la loi de Fick**, des contraintes fonctionnelles liées à la loi de diffusion et auxquelles les appareils respiratoires répondent.

Schéma d'une ou plusieurs surfaces d'échange à l'échelle tissulaire (épithélium alvéolaire, branchial ou trachées).

- Transports actifs ou passifs pour les nutriments : perméase GLUT ; symport Na^+ /glucose secondaire à la pompe Na^+/K^+

Remarque : partie très souvent mal traitée. Attention tous les échanges ne reposent pas sur la loi de Fick. La diffusion facilitée, ce n'est pas de la diffusion !

2.3 Des flux transmembranaires entretenus par le renouvellement des milieux

a) *Renouvellement du milieu extérieur internalisé : motricité intestinale ou péristaltisme ; ventilation respiratoire*

b) *Circulation sanguine : formes de transport des nutriments et des gaz*

2.4 Des échanges contrôlés selon les besoins de l'organisme

a) *Modulation des apports extérieurs*

- Comportement : faim, recherche de nourriture.

- Fréquence ventilatoire.

b) *Modulation du débit circulatoire global ou local*

c) *Diversité des stimuli efficaces pour déclencher les contrôles*

Selon la matière échangée, selon le milieu de vie

Idée forte de cette deuxième partie : Les échanges entre animal et milieu extérieur sont rendus efficaces par des structures biologiques adaptées (organe, tissu, cellule, molécule) et des contrôles qui adaptent ces échanges aux variations du milieu et aux besoins de l'organisme.

Tr : on peut s'interroger sur la diversité des fonctionnements des surfaces d'échanges en lien avec le milieu de vie.

3. Des modalités d'échanges qui diffèrent ou convergent suivant le milieu et le plan d'organisation

3.1 Des surfaces respiratoires différentes pour des milieux de vie différents

Schéma comparatif de deux appareils respiratoires de Vertébrés l'un aquatique, l'autre terrestre (ou tableau)

Caractéristiques physico chimiques du milieu aquatique / au milieu aérien (teneur en O_2 dissous, viscosité, densité, vitesse de diffusion, potentiel hydrique).

Adaptations de chaque type d'appareil à son milieu.

3.2 Des surfaces respiratoires différentes pour des plans d'organisation différents dans un même milieu

Schéma comparatif des poumons des Mammifères et des trachées des Insectes (ou tableau).

Des différences (...) mais des similarités fonctionnelles aussi en lien avec la loi de Fick (arborisation, ventilation) ou avec les contraintes du milieu (internalisation, soutien, ventilation unidirectionnelle)

3.3 Une similarité des surfaces digestives dans les différents milieux

Illustrer en comparant l'appareil digestif d'un téléostéen avec celui de la souris par exemple.

Des dispositifs similaires quel que soit le milieu et quel que soit le plan d'organisation, notion de convergence fonctionnelle. S'alimenter en matière organique ne présente pas de différence fondamentale en milieu aquatique et en milieu aérien.

Les surfaces digestives dépendent du plan d'organisation et du régime alimentaire (mode et non pas milieu de vie).

Idée forte de la dernière partie : notion de convergence. Les échanges de matière se réalisent suivant des modalités proches et sont réalisés par des structures pouvant être différentes suivant le plan d'organisation, suivant le milieu de vie.

Conclusion : les échanges de matière entre l'animal et son milieu fournissent un exemple d'interactions entre le vivant et le milieu. Les échanges liés à la respiration (O₂ et CO₂) sont exclusivement réalisés par la diffusion, associée à la convection du milieu de vie et du liquide circulant, qui imposent des contraintes fonctionnelles auxquelles les animaux répondent en fonction de leur milieu et de leur mode de vie. Les échanges de nutriments se réalisent au travers de surfaces spécialisées internalisées où le milieu extérieur est modifié. Le plus souvent, l'appareil circulatoire prend en charge les substances échangées entre la surface d'échanges avec le milieu et les cellules. Ces échanges avec l'environnement sont permanents et concernent l'ensemble des êtres vivants, ainsi matière et énergie sont échangés quel que soit le milieu de vie, les êtres vivants étant des systèmes thermodynamiques ouverts (*ici la notion prend plus de sens*). Par leur activité les êtres vivants ont une action sur le milieu extérieur.

Il est alors possible d'ouvrir sur l'influence de la biosphère sur la teneur en O₂ et CO₂ au cours des temps géologiques.

Remarque sur les illustrations : dans la très grande majorité des copies, des illustrations étaient présentes en quantité tout à fait satisfaisante. Quelques défauts à signaler et à corriger toutefois :

- Absence d'échelle, de titre ;
- Absence de couleur ;
- Absence de légende ;
- Certaines illustrations sont peu personnalisées, essayez de les contextualiser au sujet proposé. Par exemple il y a peu de schémas bilans ou de schémas comparés