



ENSEIGNEMENT DE BIOLOGIE

Entraînement aux écrits • Proposition de plan détaillé

[Partie B : sous-parties B2-B3-B4]

Chapitre 19

La fonction de circulation chez les organismes pluricellulaires :

bilan comparatif Angiospermes / Mammifères

Introduction

- **Pluricellularité** : s'accompagne, chez certains groupes (ex. Mammifères, Angiospermes) d'une **diversification** / d'une **spécialisation** des organes et d'une **mise à distance** entre certains **tissus** et les **surfaces d'échanges** avec l'extérieur.
- Dans ce cas, existence fréquente d'un **système circulatoire**, c'est-à-dire d'un **ensemble d'organes ou de tissus assurant la mise en mouvement de la matière au sein d'un liquide circulant**. Des **fonctions supplémentaires** (transport de **molécules informatives**, **immunitaires**...) peuvent s'ajouter.
- Ces liquides sont les **sèves** (**sève brute**, **sève élaborée**) chez les **Angiospermes** et le **sang** (+ la **lymphe**) chez les **Mammifères** ; *on peut les définir rapidement.*
- Notez d'emblée le **besoin continu en nutriments** des **cellules** à mettre en perspective avec l'**approvisionnement** temporellement **discontinu** en **matière** des organismes.
- **Comment la fonction circulatoire des organismes pluricellulaires participe-t-elle à la mise à disposition de nutriments et aux échanges de matière entre l'environnement et l'ensemble des tissus de l'organisme, malgré des fluctuations d'approvisionnement de l'organisme ?**
- Annonce du plan.

I. La fonction de circulation, une fonction qui implique un fluide transporté dans des conduits et mis en mouvement

A. Des conduits qui constituent le réseau de distribution du fluide

1. Les sèves des Angiospermes : deux fluides intracellulaires

- Dans les deux cas : c'est un **fluide intracellulaire** qui est déplacé.
- Caractériser les deux **types tissulaires** :
 - **Xylème** : **cellules mortes** à **paroi lignifiée**, **perforations importantes** verticalement et latéralement
 - **Phloème** : **cellules vivantes** à **fine paroi** purement **pecto-cellulosique**, organisées en **complexe phloémien** (cellule compagne + cellule criblée), présence de **cribles**
- Noter la présence de **perforations importantes** dans les deux cas, ce qui permet le **déplacement des fluides**.
- *Remarque : on peut noter que les **tissus secondaires** sont des **tissus conducteurs** et qu'ils assurent, outre la **fonction circulatoire**, la **croissance en épaisseur** des organes (ce n'est pas vraiment dans le sujet mais bon, à l'occasion, on le note ici).*

2. Le sang et la lymphe des Mammifères : des fluides endigués dans la lumière de vaisseaux

- Ici : **liquide extracellulaire**, transporté dans des **conduits** (nommés **vaisseaux**) constitué de **cellules**. Le **tissu sanguin** comprend par ailleurs lui-même des **cellules** (**éléments figurés**) en **suspension** dans le **liquide** (**plasma**).
- Faire le **schéma type** d'un **vaisseau sanguin** (**intima**, **média**, **adventice**) éventuellement en commençant à énoncer le **rôle** des différentes couches (**relations structure-fonction**).

B. Des fluides mis en mouvement par la mise en place de gradients de pression

1. Une « mise sous pression » des fluides

- **Sang** : rôle du **cœur**, explication rapide du **cycle cardiaque**, citer les **cardiomyocytes** et leur **activité contractile**.
(!) Insister sur l'**augmentation drastique de pression** due à la **systole ventriculaire** (**cœur = pompe foulante**).
Des valeurs sont bienvenues.
 - **Sèves** :
 - **Entrée d'eau** par **osmose** (**gradient décroissant**) suite à la **charge du xylème** (**racines**) ou du **phloème** (**organes-sources**)
 - >> Cette entrée d'eau induit une **augmentation de la pression hydrostatique** : le fluide se déplace alors dans le sens des **gradients de pression hydrostatique décroissants**.
= **Mécanisme** de mise en mouvement **principal** de la **sève élaborée**
= **Mécanisme mineur** pour la **sève brute** [= **poussée racinaire**, prépondérante la nuit]
- (!) Noter le **couplage** entre les deux **circulations** des **sèves**.

2. Une « aspiration » des fluides

- **Sang** : **dépression** dans l'**oreillette** puis dans le **ventricule** lors de la **diastole**, suscitant un appel de liquide (**cœur = pompe aspirante**)
- **Sève brute** : **gradient de potentiel hydrique décroissant** des **racines** jusqu'à l'**atmosphère** (*valeurs souhaitables*), **circulation** notamment **contrôlée** par l'**ouverture** des **stomates** ; existence d'une **tension-cohésion** des molécules d'eau

C. Un déplacement polarisé des fluides (en lien avec la spécialisation des conduits et le dispositif de mise en mouvement)

1. Un déplacement unidirectionnel de la sève brute et des liquides mammaliens (sang notamment)

- **Sève brute** : déplacée depuis les **racines** vers les **organes aériens** = **circulation verticale ascendante**
- **Sang** : déplacement dans un **seul sens**, en lien avec le **fonctionnement cardiaque** déjà évoqué
(!) Notez la **spécialisation des conduits** (à accompagner de **schémas simples** établissant les **relations structure-fonction** au niveau de la **composition** des **couches**, et de leur **épaisseur**) :
 - **Artères** : réservoirs de **pression** (**artères élastiques**) puis **abaissement de la pression** permettant de passer d'un **débit discontinu** à un **débit continu** (**artères musculaires**)
 - **Capillaires** : fins conduits (**cellules endothéliales** + des **péricytes** éventuellement) assurant les **échanges**
 - **Veines** : réservoirs de **volume** = **flaccidité**, grande **compliance**...

2. Un déplacement multidirectionnel de la sève élaborée des organes-sources aux organes-puits

- Lien entre **charge** du **phloème** (au niveau des **organes-sources** : hausse de la pression hydrostatique) vs. **décharge** du **phloème** (au niveau des **organes-puits** : baisse de la pression hydrostatique) ET **mise en mouvement multi-directionnelle**

D. Circulation fermée ou ouverte ?

- Plutôt **ouverte** chez les **Angiospermes** : entrée d'eau et d'ions au niveau racinaire ; sortie d'eau au niveau des stomates = **circulation dépendante du milieu**, directement ouverte sur le milieu
- Plutôt **fermée** chez les **Mammifères** : compartiment endigué (même si des entrées et sorties d'eau ou autres substances existent également !)

Conclusion partielle et transition

- Chez les **Angiospermes** comme chez les **Mammifères**, la **mise en mouvement d'un fluide** suppose sa **mise sous pression** ou **sous tension**, de même qu'un **réseau d'acheminement** spécialisé. Les **substances** (et **cellules** éventuelles – cas du sang) contenues dans les **liquides circulants** **se déplacent** alors dans l'organisme : **comment la fonction circulatoire assure-t-elle les échanges de matières entre tissus ?**

II. La fonction de circulation, une fonction qui implique un fluide notamment riche en substances nutritives et des échanges de matière avec les tissus

A. Des fluides notamment riches en nutriments, mais pas seulement

Partie un peu catalogue, mais on ne peut guère y échapper...

1. Des nutriments utiles aux cellules dans tous les cas

- Dans tous les cas : de l'eau
- **Sève brute** : ions, parfois AA (si assimilation azotée racinaire)...
- **Sève élaborée** : photoassimilats (essentiellement **saccharose** – notez la **faible réactivité** de la molécule à mettre en lien avec son **transport**), parfois AA (si assimilation azotée foliaire)...
- **Sang** : ions, AA, **glucose** (molécule **réactive**, mais sang = milieu très tamponné)... **triglycérides + cholestérol** dans LDL, VLDL... + **dioxygène, dioxyde de carbone**
Pas de transport gazeux dans les sèves
- **Lymph** : **chylomicrons** (surtout triglycérides)

2. Des molécules impliquées dans les fonctions de relations (communication, défense)

- **Sang** : hormones ; **sèves** : certaines **phytohormones**
- **Sang (+ Lymph)** : immunoglobulines, protéines du complément, de l'hémostase... ; **sèves** : systémine...

3. Des particularités propres au sang

- La présence de **déchets métaboliques** : CO₂, **déchets azotés, lactate**... [chez les **Angiospermes**, les **déchets** sont plutôt **vacuolisés** et traités localement]
- La présence de **cellules** (!!!) : **hématies** (présence d'Hb : transport du **dioxygène**, et participation au transport de CO₂), **leucocytes** (immunité), **thrombocytes** (hémostase)

B. Des mécanismes permettant les échanges de matière

1. Les Angiospermes : des mécanismes de charge...

- Insister sur :
 - La **charge du xylème** : **circulation radiale** = « horizontale » (**apoplasmique** / symplasmique), entrée des **ions**, trajet de l'eau... On peut citer les **mycorhizes**
 - La **charge du phloème** (**organes-sources**) : **apoplasmique** (co-transport H+ saccharose) vs. **symplasmique** (rôle des **plasmodesmes**), **eau** provenant du xylème...

2. ... et de décharge

- Insister sur :
 - La **décharge du xylème** : **eau** (aspiration foliaire essentiellement), **ions** et autres (**mécanismes passifs** ou **actifs**)
 - La **décharge du phloème** (**organes-puits**) : *symétrique de la charge*

3. Les Mammifères : le rôle central des capillaires

- Modalités d'échanges : **transsudation, diffusion, transcytose** [+ **diapédèse**]
- Principe de la **filtration-réabsorption** [notez la naissance de la **lymphe**]
- Diversité des **capillaires** en lien avec la **fonction** :
 - **Capillaires continus** : fréquents
 - **Capillaires fenêtrés** et **ultrafiltration glomérulaire**
 - **Capillaires sinusoides** et traitement du **sang** par le **foie**
- Principaux lieux de **charge / décharge** :
 - **Consommation** : tous les **tissus**
 - **Récupération** de nutriments organiques, eau, ions... : **intestin grêle**
 - **Évacuation** de molécules organiques, eau, ions... : **reins**
 - **Récupération** de dioxygène, évacuation du CO₂ : **poumons**

Conclusion partielle et transition

- Malgré des **disparités de composition**, les **fluides circulants** transportent notamment des **nutriments** depuis des **lieux de charge** vers des **lieux de décharge**. Si les **besoins en nutriments des cellules** sont plutôt **continus**, l'**approvisionnement de l'organisme** tend en revanche à **varier dans le temps** en lien avec des **fluctuations de l'environnement** : **comment l'organisme autorise-t-il une modulation des échanges de matières circulantes ?**

III. La fonction de circulation, une fonction qui s'intègre dans le fonctionnement global de l'organisme et peut s'adapter à des fluctuations du milieu

A. Une fonction de circulation qui s'adapte à une fluctuation journalière des apports de matière à l'organisme en lien avec la fonction de réserve : l'exemple des glucides

• **Circulation phloémienne de saccharose** :

- **Charge** de saccharose en **journee** et la **nuite** (*variation d'intensité*)
- **Synthèse glucidique** en **journee** seulement
- (!) **Photosynthèse** = suppose de la **lumière**
- >> Mise en réserve d'**amidon** en **journee** dans les **chloroplastes** ; **mobilisation** la nuit, ce qui assure la poursuite de la libération de **saccharose**

• **Circulation sanguine de glucose** :

- Apport **discontinu** de **nutriments** = **repas** (rôle de la digestion et de l'absorption intestinale)
- **Glycémie constante** (correction si perturbation)
- >> Cela implique des **mécanismes de régulation** – à expliciter : **organes effecteurs, hormones pancréatiques**...
- >> Expliquer la mise en **réserve** (**glycogénogenèse**) en cas de glycémie élevée, et la **mobilisation** du glycogène (**glycogénolyse**) en cas de glycémie faible
- **LOCALISER** les processus dans les **organes effecteurs** !
- (!) Signaler le rôle des **transporteurs GLUT** (comme c'est clairement au programme)

• **Un point commun à relever** :

- Existence d'**organes-sources** / d'**organes-puits** dans les deux cas !

B. Une fonction de circulation qui s'adapte à la variabilité des situations de fonctionnement

- Exemple chez les **Angiospermes** : **stress hydrique, obscurité**
 - Signaler le **contrôle lumineux** / le **contrôle photosynthèse** de l'**ouverture**
 - Signaler le **contrôle hydropassif** / le **contrôle hydroactif** de la **fermeture** en lien avec l'**ABA** produit **localement** (obscurité) OU au niveau **racinaire** et véhiculé par le xylème (stress hydrique)
- Exemple chez les **Mammifères** : **l'effort physique**
 - **Modifications cardiaques, ventilatoires, de vasomotricité***...
 - * Noter la **redistribution du débit sanguin** par rapport au repos
 - **Contrôles nerveux et hormonaux + locaux** (métabolites, NO...)
 - Rôles de l'**Hb** (effets BOHR, HALDANE) et de la **Mb**

C. Une fonction de circulation qui peut s'adapter à des fluctuations saisonnières : l'exemple des Angiospermes

- Considérer l'exemple de la **Pomme de terre** : **inversion des organes-sources / organes-puits, rôle du phloème**...
- Citer la **reprise d'activité** des **semences**, la **mobilisation** des **réserves** et la mise en place d'une **nouvelle circulation** [germination, rôle du **procambium**...]
- On peut aussi citer la **mobilisation des parenchymes ligneux / libériens** chez les arbres
- (!) On peut éventuellement signaler la **reprise d'activité** et donc de **circulation** à la **belle saison** en lien avec des **signaux externes** (ex. **photopériode**)
- (!) On peut noter le lien entre **circulation** et **croissance en épaisseur (tissus II)**

Conclusion partielle

- Le **rôle central de la circulation** dans le **fonctionnement de l'organisme** suppose une possibilité de **fluctuation** dans le **temps**, permettant une **adaptation physiologique** tant aux **besoins nutritionnels** de l'organisme qu'à la **disponibilité des ressources** (qui peuvent être **transitoirement mises en réserve**).

Conclusion générale

- Bilan : insister sur la **position intégrative** de la **fonction circulatoire** (lien central par rapport à l'exécution des autres fonctions).
- Ouverture possible sur l'**évolution de la pluricellularité**, le **système ouvert** des Insectes, des **considérations médicales**...