

## Éléments de correction du DM2 (synthèse)

### La circulation chez les organismes pluricellulaires

*On traitera de la circulation des sèves chez les Angiospermes et de la circulation sanguine chez les Mammifères, en soulignant les limites d'une telle approche comparative*

#### Introduction

Chez de nombreux organismes pluricellulaires, la distance entre les cellules d'une part, entre les cellules et le milieu extérieur d'autre part, est trop importante pour permettre des échanges uniquement diffusifs.

Chez les Mammifères (Eumétazoaires vivipares, portant des poils et des mamelles) et les Angiospermes (plantes à fleurs), il existe des liquides circulants, respectivement le sang et les sèves.

**Nous chercherons à comparer les modalités de la circulation chez ces deux types d'organismes qui vivent en milieu terrestre, mais de façon très différente puisque les premiers sont hétérotrophes pour le carbone et mobiles dans leur milieu, alors que les autres sont fixés et autotrophes pour le carbone.**

Nous comparerons successivement la nature et les rôles des liquides circulants, leurs voies de circulation, le moteur de celle-ci et son contrôle.

### I. Des liquides circulants établissant des corrélations entre organes

#### **A - Des solutions aqueuses**

1. *Solution essentiellement minérale pour la sève brute*
2. *Solution minérale et organique pour la sève élaborée et le plasma*
3. *Une matrice extracellulaire liquide pour le sang (tissu conjonctif)*

#### **B - Des liquides assurant la nutrition des organes**

Comparer la nature des substances transportées. *Sous forme d'un tableau.*

- Nutriments

Sous forme dissoute (sang et sève) ou combinée (lipides du plasma)

Circulent des surfaces d'absorption (racine ou intestin) vers les cellules utilisatrices ; ou des cellules sources des Angiospermes ou des cellules de réserve des Mammifères vers les cellules utilisatrices.

- Gaz respiratoires au sein de l'organisme des Mammifères

L'existence d'une atmosphère interne chez les Angiospermes rend ce rôle inexistant pour les sèves.

- Déchets au sein de l'organisme des Mammifères

La production de déchets azotés est spécifique aux hétérotrophes pour l'azote.

#### **C - Des liquides transportant des messagers chimiques**

1. *Le sang : seule voie de communication chimique à distance chez les Mammifères = communication hormonale (adrénaline, ADH, aldostérone).*
2. *Les sèves : une voie parmi d'autres de circulation des phytohormones (AIA, florigène)*

#### **D - Un rôle immunitaire propre au sang**

**Bilan I.**

Chez les Mammifères, le liquide circulant est un tissu alors que chez les Angiospermes, ce sont deux solutions aqueuses distinctes qui mettent en relation les cellules de l'organisme (**corrélations intercellulaires**). *Comprendre les mécanismes de la circulation de ces fluides suppose de s'intéresser d'abord à l'organisation du système circulatoire.*

## II. Une circulation endiguée dans des vaisseaux

### **A - Des systèmes circulatoires formant des réseaux ramifiés et hiérarchisés**

1. Des vaisseaux imperméables au liquide qu'ils contiennent
2. Des vaisseaux de grand diamètre limitant la résistance à l'écoulement
3. Des ramifications conduisant les fluides au voisinage des cellules

Les liquides circulent à proximité des cellules (capillaires, petites nervures).

Échanges par les mécanismes de la perméabilité membranaire et par diffusion dans les espaces extracellulaires. *Schéma comparatif*

### **B - Des systèmes circulatoires diversement endigués**

1. Un double système circulatoire clos et en série chez les Mammifères

Différence entre le milieu intérieur (plasma, lymphe), qui constitue le milieu de vie des cellules, et le milieu de vie de l'animal.

2. Deux circulations des sèves indépendantes et ouvertes sur le milieu extérieur chez les Angiospermes

Continuité entre l'apoplasme (voie de circulation) et le milieu de vie de l'organisme.

3. Une circulation cyclique (sang) ou unidirectionnelle (sèves)

Conséquence : le flux hydrique à travers la plante est considérable ; elle absorbe et perd un volume d'eau équivalent à sa masse.

### **D - Des vaisseaux diversement constitués**

1. Des organes chez les Mammifères

Les propriétés des parois des différents vaisseaux déterminent leur rôle dans la circulation.

2. Des cellules chez les Angiospermes

Un empilement de cellules mortes pour les vaisseaux du xylème ; un symplasme pour les tubes criblés du phloème.

## **Bilan II.**

Les systèmes circulatoires constituent des systèmes **analogues**, totalement clos et isolé du milieu extérieur chez les Mammifères, ouvert sur celui-ci chez les Angiospermes.

*Quelles sont les conséquences de cette différence d'organisation sur la mise en mouvement de ces fluides ?*

## III. Des moteurs de nature différente

### **A – Circulation selon des gradients de pression**

Pression ventriculaire > pression veineuse ; tension (pression négative) foliaire aspirant la sève brute ; émission de la sève élaborée sous pression dans les feuilles.

### **B - Un moteur musculaire pour la circulation sanguine : la double pompe cardiaque**

1. Le cœur : un muscle creux connecté aux vaisseaux
2. Une circulation unidirectionnelle
3. Une pompe alternativement aspirante et refoulante
4. Un fonctionnement rythmique automatique

### **C - Un moteur solaire et biochimique pour la circulation des sèves**

1. Aspiration de la sève brute consécutive à la transpiration foliaire

2. *Circulation de la sève élaborée suivant un gradient de pression hydrostatique en partie lié à l'activité photosynthétique des organes sources*
3. *Un fonctionnement rythmique consécutif à l'alternance jour / nuit*

#### **D – Contribution des vaisseaux à la mise en circulation**

Retour élastique des grosses artères auxiliaire de la pompe cardiaque ; cohésion des molécules d'eau avec la lignine des vaisseaux du xylème.

#### **Bilan III.**

Les liquides circulants sont tous des fluides visqueux dont la circulation est régie par **la loi de Poiseuille**. Cependant, leurs moteurs sont très différents et l'approche comparative touche ici ses limites.

*Les besoins des cellules et les conditions du milieu sont variables. Comment les circulations sont-elles contrôlées ?*

### **IV. Des circulations contrôlées par l'état physiologique de l'organisme**

#### **A – Diversités des facteurs contrôlés**

##### *1. Le débit global*

Le débit cardiaque des Mammifères dépend par exemple de leur activité ; le débit horaire de sève brute dépend de la transpiration foliaire ; celui de sève élaborée de l'activité photosynthétique.

##### *2. Les débits locaux*

Les débits de sang ou de sève à travers chaque organe dépendent de leur activité (hyperhémie active, appel des puits sur la sève élaborée, appel des organes transpirants sur la sève brute).

##### *3. La pression artérielle chez les Mammifères*

Boucles de régulation ; homéostasie du milieu intérieur chez les Mammifères.

##### *4. Des contrôles d'urgence*

- Protection contre l'écoulement du liquide circulant

Coagulation du sang ou obturation des tubes criblés endommagés par des bouchons de callose

- Rétablissement de la continuité des colonnes de sève brute par la poussée racinaire

#### **B - Contrôle par des effecteurs**

##### *1. Appartenant à l'appareil circulatoire chez les Mammifères*

Augmentation du débit cardiaque lors de l'exercice physique (augmentation de la fréquence et du volume systolique).

Vasodilatation dans un muscle actif entraînant l'augmentation du débit local.

Par l'activité cardiaque chez les Mammifères

##### *2. N'appartenant à l'appareil circulatoire*

Chez les Mammifères : augmentation du débit sanguin par baisse de la diurèse (effecteur rénal).

Chez les Angiospermes : le degré d'ouverture des stomates influence les flux de sève brute (par la transpiration) et de sève élaborée (par la photosynthèse)

#### **C – Stimuli initiant ces contrôles**

##### *1. Facteurs abiotiques du biotope*

Exemples : disponibilité en eau pour les Angiospermes ; température pour les Mammifères (thermorégulation par vasodilatation cutanée).

##### *2. Facteurs internes à l'organisme*

- Degré d'activité des cellules : photosynthèse des cellules sources et appel des cellules puits contrôlent le flux de la sève élaborée ; hyperhémie active chez les Mammifères.
- Paramètres du milieu intérieur (pCO<sub>2</sub>, pH, pO<sub>2</sub>, température interne, etc.) chez les Mammifères.

**D – Des communications intercellulaires à l'origine de ces contrôles**

1. Par messagers chimiques circulant localement ou à distance.
2. Par communication nerveuse seulement chez les Mammifères.

*Pour traiter les deux points C et D, il est possible de réaliser un schéma comparatif.*

**Bilan IV.**

Chez les Mammifères, le cœur contrôle le débit sanguin et le réseau vasculaire contrôle la distribution du sang. Chez les Angiospermes, en revanche, débit et distribution ne peuvent être contrôlés indépendamment car tous deux dépendent de l'activité métabolique des organes. Dans tous les cas, c'est l'état physiologique, lui-même sous l'influence des conditions environnementales, qui contrôle la circulation. Notion **d'adaptation physiologique** commune aux deux groupes ; notion de **régulation** propre aux Mammifères.

**Conclusions**

- Récapitulatif de la comparaison, par exemple sous forme *d'un schéma*

La comparaison de ces deux systèmes très différents permet de dégager la notion de **convergence fonctionnelle**.

Les limites de la comparaison sont liées aux deux types d'organisation très différente de ces organismes (milieu intérieur / intracellulaire vs apoplasme / symplasme) ; variations de l'activité physiologique vs homéostasie face aux variations du milieu.

- Ouverture possible vers une comparaison des situations pathologiques pouvant affecter la circulation de ces fluides.