

# La feuille, diversité cellulaire et unité fonctionnelle (relation structures/fonctions)

Recherche d'idées :

- Épiderme + cuticule (couche limite) et stomates : échanges gazeux, transpiration et régulation de la résistance stomatique, limitation des pertes d'eau
- Parenchyme palissadique : assimilation chlorophyllienne
- Parenchyme lacuneux : atmosphère interne, parois : interfaces air-eau responsables de la tension sur la colonne d'eau dans le xylème
- Nervure : tissus conducteurs : xylème arrivée sève brute apportant les nutriments minéraux ; charge du saccharose dans le phloème et exportation ; feuille participe à la circulation des sèves

Intro : diversité cellulaire (ci-dessus) ; feuille seul organe autotrophe de l'Angiosperme ; cellules palissadiques sont spécialisées ; PS nécessite du CO<sub>2</sub> entrant par les stomates et de l'eau et des ions apportés par le xylème mais nécessité d'une limitation des pertes d'eau (variations de la résistance stomatique) ; organe source qui assure l'exportation des assimilats vers les puits au niveau du complexe phloémien.

Préciser comment les différents types cellulaires, en assurant leurs fonctions propres contribuent au fonctionnement de la feuille, organe source pour l'ensemble du végétal.

## I/ Les cellules du parenchyme palissadique et l'assimilation chlorophyllienne

### A/ Une grande surface réceptrice de la lumière

- Des aspects structuraux : taille (grande vacuole), forme, très serrées
- Nombreux chloroplastes dans une mince bande de cytoplasme, cyclose, ne se font pas écran
- Nombreux thylacoïdes

### B/ Fonctionnement du chloroplaste

- Très simple en indiquant les échanges
- Stockage d'amidon, exportation de trioses-P

### C/ Échange avec les autres cellules

- Besoin d'eau+ions+CO<sub>2</sub>
- Exportation saccharose + substrats azotés

## II/ Les cellules de l'épiderme et les échanges gazeux

### A/ La cellule épidermique banale et la limitation des échanges d'eau

- Cuticule, couche limite

### B/ Les cellules stomatiques et la régulation de la transpiration foliaire

Entrée CO<sub>2</sub> s'accompagne d'une perte d'eau incompressible

## III/ Les tissus conducteurs et la circulation des sèves

### A/ Le xylème et l'arrivée de la sève brute

- Rôle de l'évaporation (tension, cohésion)
- Devenir des constituants de la sève brute dans la feuille

### B/ Le complexe phloémien et la circulation de la sève élaborée

- La charge active
- Modèle du tube de Münch et création d'un gradient de potentiel hydrostatique

Conclusion : ensemble de cellules participant à la fonction assimilatrice de la feuille impliquant l'apport des matières premières, de l'énergie et l'exportation des produits.

D'autres spécialisations particulières : réserves, multiplication végétative, milieux secs ou eau, reproduction etc...

## **Le parenchyme foliaire (relations structures/fonctions)**

Dicotylédones : parenchyme palissadique (assimilation chlorophyllienne) et lacuneux (circulation des gaz, évaporation/tension)  
Monocotylédones : mésophylle indifférencié qui assure les deux fonctions

I/ Parenchyme et réception de l'énergie lumineuse

A/ Extension de la surface réceptrice

- Grande vacuole, mince bande de cytoplasme
- Forme, disposition, ultrastructure des chloroplastes

B/ Le captage de l'énergie lumineuse : les antennes collectrices

II/ Parenchyme et conversion de l'énergie lumineuse en énergie chimique

A/ Le rôle des thylacoïdes

La conversion de l'énergie lumineuse au niveau de la chaîne PS

- Gain de potentiel redox- schéma en Z- fonctionnement d'un PS
- Nécessité de 2 PS en série
- Mise en place du gradient de H<sup>+</sup>
- Production de NADPH, H<sup>+</sup>

La production d'ATP

B/ Le stroma et l'utilisation des produits des réactions photochimiques pour l'incorporation du CO<sub>2</sub>

III/ Parenchyme et échanges

A/ Échanges gazeux

Une surface de contact importante avec l'atmosphère interne

Sur une CT de feuille repasser en couleur l'interface entre les parois des cellules du parenchyme et l'atmosphère interne :

- Grande surface d'absorption du CO<sub>2</sub>
- Grande surface d'évaporation de l'eau

Évaporation de l'eau et ascension de la sève brute

B/ Exportation des assimilats

Conclusion : cellules assimilatrices de la feuille, fondamentalement adaptées à cette fonction, rôle dans la transpiration foliaire et la circulation de la sève brute et exportation du saccharose et circulation de la sève élaborée. Corrélations trophiques mais aussi hormonales.

## **La racine, (relation structure/fonction)**

Introduction :

Végétaux vasculaires, partie souterraine de l'appareil végétatif, système très ramifié, aussi étendu que l'appareil aérien, croissance indéfinie ;

Fonction fondamentale : absorption hydrominérale mais aussi ancrage lié à sa structure,

Et parfois : accumulation de réserves, multiplication végétative

I/ L'absorption racinaire

A/ Extension des surfaces

- Deux types d'appareils racinaires
- Extension de la surface racinaire par les poils absorbants et les mycorhizes

B/ Les mécanismes de l'absorption ionique

C/ L'absorption de l'eau (les deux composantes du gradient de potentiel hydrique)

II/ La conduction radiale et la formation de la sève brute

A/ Deux voies de circulation

B/ le blocage de la voie apoplastique par l'endoderme

C/ La charge du xylème et la poussée racinaire

III/ Des fonctions particulières à certaines racines

A/ La racine, organe de réserve

B/ La racine, organe de multiplication végétative (les racines drageonnantes)

## **L'absorption racinaire**

I/ Extension des surfaces d'absorption racinaires

A/ Deux types d'appareils racinaires

B/ Extension de la surface racinaire par les poils absorbants et les mycorhizes

II/ Les mécanismes de l'absorption racinaire

A/ Absorption ionique

B/ Absorption de l'eau

(les deux composantes du gradient de potentiel hydrique)

- II/ La conduction radiale et la formation de la sève brute
- A/ Deux voies de circulation
- B/ le blocage de la voie apoplastique par l'endoderme
- C/ La charge du xylème et la poussée racinaire

## Les sèves

Quoi ? sève brute : eau + ions, très diluée ; sève élaborée : très riche en saccharose, cytoplasme dilué (K<sup>+</sup>, légèrement alcaline)

Où ? xylème et phloème

Comment ? origine et circulation

Pourquoi ? les corrélations tropiques au sein du végétal

I/ L'origine des sèves

A/ La charge du xylème et la formation de la sève brute

- Charge active des ions
- Entrée d'eau : origine de l'abaissement du potentiel hydrique

B/ La charge du phloème et la formation de la sève élaborée

- Charge apoplastique ou symplastique du phloème

II/ Les moteurs de la circulation des sèves

A/ Les deux moteurs de circulation de la sève brute

- Mise en évidence
- Le rôle de la transpiration foliaire
- Le rôle de la poussée racinaire
- Le problème de la circulation sous tension (cavitation) et les adaptations du xylème (compartimenté et intégré)

B/ Le gradient de pression hydrostatique dans les éléments conducteurs du phloème

Modèle du tube et discussion

III/ Les sèves et les corrélations au sein du végétal

A/ La sève brute

- L'apport hydrominéral aux cellules assimilatrices
- La sève brute et la reprise de la végétation
- Les corrélations hormonales entre racines et feuilles

B/ La sève élaborée et l'allocation du carbone et la distribution des assimilats

## Le flux hydrique chez les Angiospermes

Flux hydrique : déplacement orienté de l'eau dans la plante des racines où elle est absorbée jusqu'aux feuilles où elle s'évapore dans l'atmosphère à 95% au moins. Particularités de l'eau = fluide cohésif, toutes les molécules d'eau du sol à l'atmosphère sont reliées par des liaisons H, notion de continuum sol-plante-atmosphère. Flux dans le sens des potentiels hydriques décroissants, relation littérale potentiel/flux.

Moteurs du flux hydrique, nature et variation des résistances hydrauliques dans les différents compartiments, adaptations du végétal à la réalisation de ce flux, signification biologique.

I/ Entrée d'eau au niveau du système racinaire

A/ Diffusion du sol à la racine

- Définition du potentiel hydrique
- Comparaison des potentiels sol-racine, précision des composantes dans le sol et la racine
- Entrée d'eau par diffusion simple et facilitée (aquaporines)

Origine de la différence de  $\Psi$ ?

B/ Abaissement du potentiel osmotique

- Transports actifs d'ions

C/ Abaissement de la composante hydrostatique

- Transpiration foliaire

II/ La conduction de l'eau dans les tissus

A/ Conduction radiale dans la racine

- Les voies : apoplasme et symplasme
- Les moteurs

B/ Entrée dans le xylème : la poussée racinaire

C/ Circulation sous tension dans le xylème

- Adaptation à la conduction sous tension
- Le problème de la cavitation

III/ Transpiration foliaire

A/ Devenir de l'eau libérée par la veine mineure

B/ Évaporation au niveau des parois des cellules du mésophylle

Le rôle des interfaces air eau

C/ Transpiration cuticulaire et rôle de la couche limite  
D/ Les variations de la résistance stomatique

Flux hydrique lié à l'absorption du CO<sub>2</sub>, perte incompressible mais également eau nécessaire pour le fonctionnement cellulaire, la croissance et le transport des solutés dans les sèves (fluide convecteur).

## Les tissus conducteurs et la circulation des sèves

Xylème et sève brute, formation au niveau des racines.

Phloème et sève élaborée, formation au niveau des feuilles, la densité des nervures y est telle qu'une cellule n'est jamais éloignée de plus de trois cellules

Circulation des deux courants dans les tissus conducteurs de la tige

Problématique : Mécanismes de la charge et de la décharge des tissus conducteurs, de la conduction et adaptations à ces fonctions

I/ L'origine des sèves et la charge des tissus conducteurs

A/ La charge du xylème

Éléments conducteurs = cellules mortes, apoplasme, non reliés au symplasme

Rôle des CAV, transports actifs des ions dans le xylème, abaissement du potentiel osmotique et donc du potentiel hydrostatique ce qui entraîne un afflux d'eau à l'origine d'une poussée hydrostatique (la poussée racinaire).

Composition de la sève brute

B/ La charge du phloème

Rôle des cellules compagnes, charge généralement apoplasmique, concentration du saccharose dans le tube criblé à l'origine d'un gradient de pression hydrostatique dans le tube criblé.

Composition de la sève élaborée

II/ La circulation dans les éléments conducteurs de la tige

A/ Le xylème et la conduction de la sève brute

- Mise en évidence des moteurs : le dendromètre

- Adaptation du xylème à la conduction sous tension

- renforts de lignine

- adaptation à la cavitation : réseau compartimenté et intégré (cloisons obliques entre vaisseaux et ponctuations)

B/ Le phloème et la circulation de la sève élaborée

Relations étroites entre tube criblé et cellules compagnes

Passage d'un tube criblé à l'autre par les pores du crible

Distribution de la sève élaborée entre les puits

Éléments conducteurs peuvent s'obturer à l'approche de l'hivers (thylles ou calcs)

III/ La distribution des sèves

A/ Sève brute

- Alimentation des organes transpirants ou non

- Arrivée au niveau d'une nervure mineure, destinées de l'eau et des ions

B/ Sève élaborée

Décharge du phloème au niveau des puits : symplasmique ou apoplasmique

Importance de la force du puits

Conclusion : tissus conducteurs constitués d'éléments conducteurs formés de cellules allongées mises bout à bout. Leurs sont associées des cellules participant directement à leurs fonctions : CAV ou cellules compagnes et des cellules de parenchyme à rôle nourricier et des fibres participant au soutien dans la tige. Ces tissus sont adaptés à la conduction de chaque type de sève entre les différents organes de l'appareil végétatif, fonction indispensable pour le végétal aérien régionalisé.

## Les stomates

I/ Les stomates et le contrôle de la transpiration foliaire

A/ Localisation des stomates et résistance stomatique

B/ Organisation et conséquences de la turgescence

C/ Les facteurs externes intervenant sur l'ouverture des stomates

II/ Les mécanismes à l'origine de la turgescence des cellules de garde des stomates

A/ Les mécanismes osmorégulateurs

- de la réponse précoce (K<sup>+</sup>/Cl<sup>-</sup>)

- de la réponse tardive (malate /saccharose)

B/ L'action de la lumière

- radiations bleues et réponse précoce

- radiations rouges et réponse tardive

III/ Mécanisme de fermeture des stomates

A/ Stress hydrique et ABA

B/ ABA et augmentation du taux de calcium intracellulaire

C/ Effet du calcium sur les flux ioniques

Reste

La circulation des sèves

Des organes sources aux organes puits

Comparaison sève élaborée/sève brute

L'eau et les plantes

Les surfaces d'échanges des Angiospermes