



PHYSIOLOGIE VEGETALE :
LA SYNTHÈSE DE LA MATIÈRE ORGANIQUE PAR LES
PLANTES CHLOROPHYLLIENNES



***Chapitre I : Mécanismes
d'absorption de l'eau et des
sels minéraux par les
plantes chlorophylliennes***

Polycopie de l'élève

Introduction :

La plante verte prélève l'eau et les sels minéraux du sol, ainsi que CO₂ à partir de l'air, en présence de l'énergie lumineuse, afin de produire la matière organique.

- 1. Par quels mécanismes la plante prélève-t-elle l'eau du sol ?**
- 2. Quels sont les besoins de la plante verte en sels minéraux ?**
- 3. Comment les substances absorbées circulent-elles dans la plante ?**

Pr. Meriem El Balili
Lycée IBNOUROUMI

CHAPITRE I : MÉCANISMES D'ABSORPTION DE L'EAU ET DES SELS MINÉRAUX PAR LES PLANTES CHLOROPHYLLIENNES

Les acquis :

- ✓ Les végétaux verts ont besoin d'eau et de sels minéraux. Ces substances sont nécessaires pour la croissance de la plante.
- ✓ L'absorption de l'eau et des sels minéraux s'effectue par les racines au niveau des poils absorbants.
- ✓ L'eau et les sels minéraux absorbés constituent **la sève brute** qui circule des racines vers tous les organes de la plante dans des vaisseaux conducteurs.
- ✓ La plante verte transpire par les feuilles.
- ✓ Les végétaux verts exposés à la lumière, fabriquent de l'amidon à partir de l'eau et du dioxyde de carbone grâce à la chlorophylle.
- ✓ Les plantes emmagasinent de la matière organique dans des organes de réserve : racines, tiges, feuilles, fleurs et fruits.
- ✓ Les constituants fondamentaux de la cellule sont la membrane, le cytoplasme et le noyau.
- ✓ Le sol est constitué de sable, d'argile, de calcaire... d'eau, de sels minéraux et de matières organiques (humus, litière, fumier...).
- ✓ L'amélioration de la production végétale nécessite un arrosage régulier et des engrais.

I- Mise en évidence des échanges d'eau chez la plante :

1- L'absorption d'eau chez les plantes :

a- Détermination de la zone d'absorption : expérience de Rosène.

Doc 1

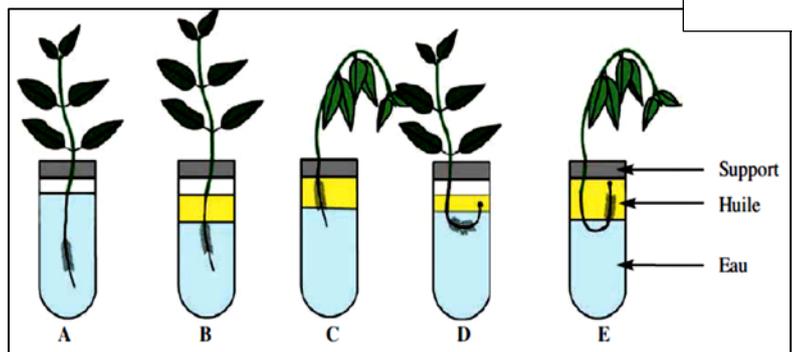
Hypothèses : l'absorption se fait par :

a-la zone subéreuse ; b-la zone pilifère ; c-la coiffe.

On place cinq plantules dans les conditions figurant dans le schéma ci-contre.

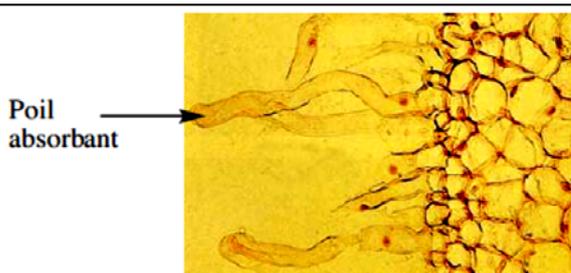
Après 24h, on observe les résultats

1. Quelle est l'utilité du tube A ?
2. **Décrire** les résultats obtenus pour chacun des tubes.
3. Quelle **hypothèse** se trouve validée par les résultats obtenus ?



b- Le poil absorbant :

Doc 2



1. Observation microscopique d'une coupe transversale partielle d'une racine au niveau de la zone pilifère.

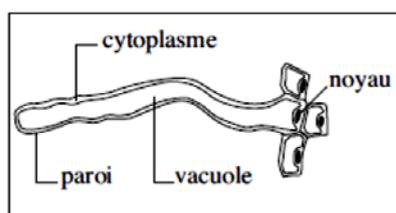


Schéma d'interprétation d'un poil absorbant

Les caractéristiques de la surface d'absorption

- **Dimension d'un poil absorbant :** diamètre = 12 à 15 μm ; longueur = 1 à plusieurs mm.
- **Estimation du nombre de poils absorbants :** jusqu'à 2000 par cm^2 chez les graminées (soit 14 milliards au total chez un plant de seigle).
- **Estimation de la surface d'absorption :** les poils assurent à une jeune plante de seigle une surface de contact avec la solution du sol d'environ 400 m^2 .

1-**Montrer** que l'organisation d'un poil absorbant est celle d'une cellule. **Illustrer** par des schémas.

2-Quel est l'intérêt d'avoir une grande surface de contact entre les poils absorbant et la solution du sol ?

2- MISE EN EVIDENCE DES ÉCHANGES D'EAU AU NIVEAU DE LA CELLULE

a- Constatations :

- Des graines de pois chiche plongées dans de l'eau de robinet deviennent gonflées.
- Des olives plongées dans l'eau fortement salée deviennent crénelées.
- Le dépôt de sucre ou de sel sur une tranche de pomme de terre en fait sortir l'eau.

Doc 3

Q : En tenant compte du fait que les graines de pois chiches, les olives et les pommes de terre sont formées de cellules végétales, **émettre une hypothèse** expliquant les changements observés de leur état.

b- Expérience :

DOC 4

Des échantillons de même longueur en forme de frites sont découpés dans un tubercule de pomme de terre et placés ensuite dans des tubes contenant des solutions de saccharose de concentrations croissantes.

Après 1h, les frites sont sorties et mesurées de nouveau. Le tableau suivant résume les résultats

Concentrations (g/l)	0	10	20	30	40
Longueur primaire (mm)	30	30	30	30	30
Longueur finale (mm)					

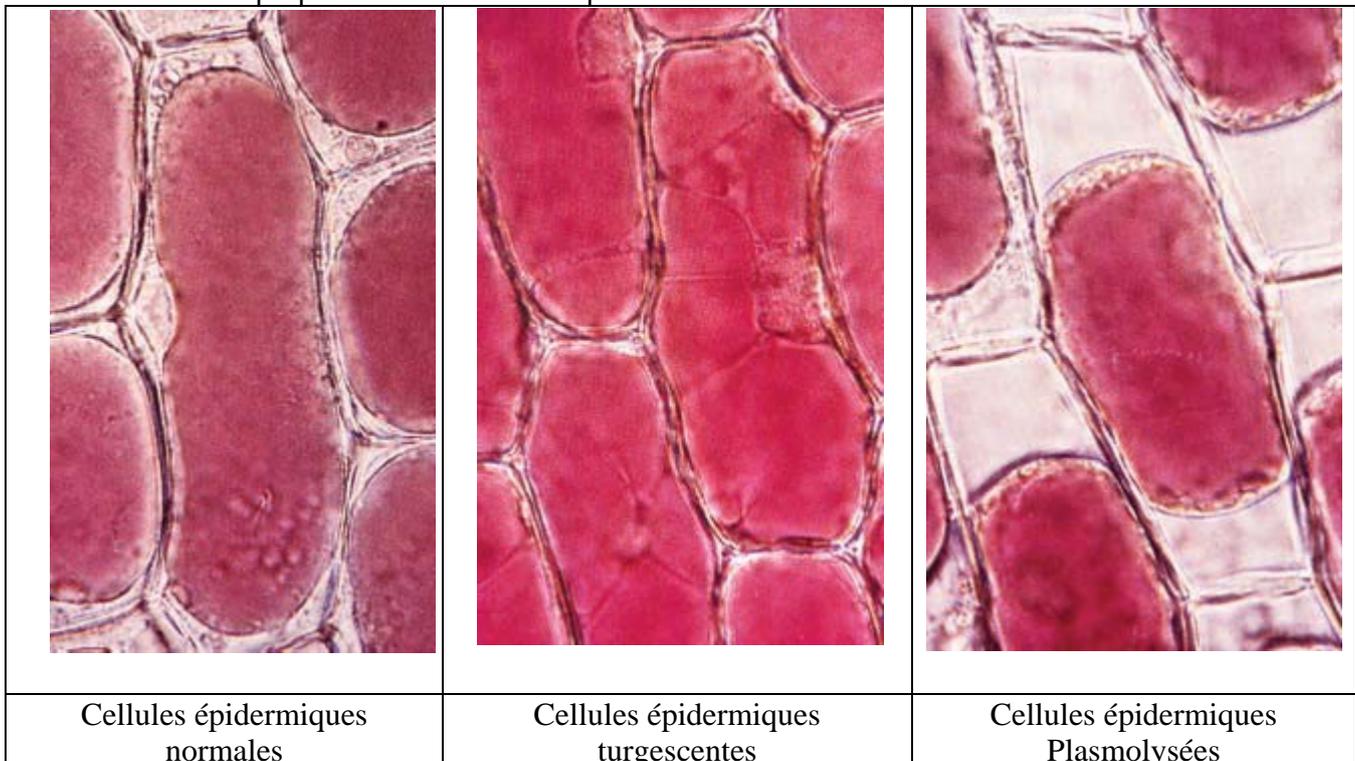
- 1- **Préparer** les solutions par dilution.
- 2- **Compléter** le tableau et **interpréter** les résultats.

c- Observation de cellules végétales placées dans des solutions à concentrations différents :

Doc 5

Manipulation :

- Prélever trois fragments d'épiderme supérieur de fleur d'hibiscus ou d'oignon violet (cellules à vacuole naturellement colorée) ;
- Plonger chaque fragment dans une solution de chlorure de sodium (NaCl) de concentration déterminée (2 g/l, 9 g/l et 20 g/l) pendant 3' ;
- Monter chacun des fragments entre lame et lamelle dans une goutte de la solution correspondante
- Observer les préparations au microscope.



- 1- **Comparer** les 3 observations microscopiques obtenues : quantité de cytoplasme, taille de la vacuole et intensité de sa coloration . **Proposer une explication** aux différences observées.
- 2- **Faire un schéma** légendé d'une cellule plasmolysée et d'une cellule turgescence.
- 3- **Chercher**, sur Internet, des applications sur les échanges cellulaires. En sélectionner celles qui concernent les échanges d'eau, les enregistrer sur disquette et les présenter en classe.

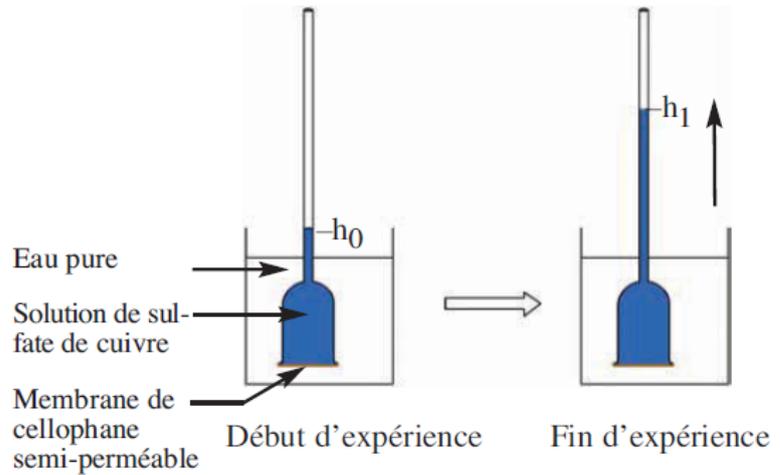
II- Les principes physiques expliquant les échanges hydriques et de solutés chez les plantes :

1- Phénomène de l'osmose :

Doc 6

Préparer un osmomètre :

Verser de l'eau pure dans un becher.
 Boucher l'extrémité évasée d'un tube en entonnoir par une membrane semi-perméable.
 (membrane d'une vessie de mouton ou, à défaut, utiliser du papier de cellophane).
 Verser dans ce tube une solution de sulfate de cuivre.
 Plonger le tube dans le becher.
 Marquer le niveau initial de cette solution h_0 au début de l'expérience.
 Marquer le niveau de cette solution h_1 au bout d'une heure.



- 1-Retrouver l'analogie entre le montage expérimental (l'osmomètre) et la cellule dans son milieu.
- 2-Expliquer l'élévation du niveau de la solution de sulfate de cuivre dans le tube de l'osmomètre.
- 3-Prévoir le résultat obtenu si on inverse les positions des liquides dans le montage.
- 4-Le passage d'eau mis en évidence est appelé osmose. Dans quel sens et dans quel but se fait-il ?
- 5-Dégager la loi de l'osmose.
- 6-Montrer que la loi de l'osmose explique les phénomènes de turgescence et de plasmolyse observés au niveau des cellules.

Calcul de la pression osmotique :

Doc 7

Théoriquement, la pression osmotique est calculée selon la formule suivante :

$$P_o = R.T.C$$

P_o : pression osmotique en Pa ; R : constante des gaz parfait = 8200; T : température en $^{\circ}K$ ($^{\circ}K = ^{\circ}C + 273$);
 C : concentration en $mol.L^{-1}$

Ainsi d'après la formule, on remarque que la pression osmotique est proportionnelle à la température et à la concentration molaire de la solution. Elle est indépendante de la nature de la substance dissoute.

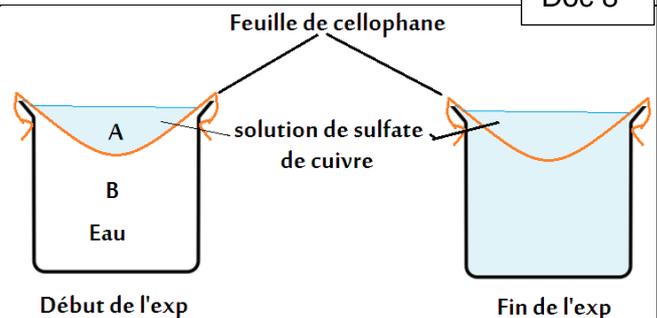
Remarque : Pour les substances qui se dissocient en ions lors du passage en solution, on doit multiplier la concentration molaire par le nombre d'ions libérés. Par exemple 2 dans le cas de NaCl.

Q1 : **Calculer** la pression osmotique dans les cas du doc2. On donne $T = 15^{\circ}C$; M de NaCl = 58

2- Mise en évidence du phénomène de diffusion.

Doc 8

- On prépare le montage expérimental représenté dans le schéma ci-contre. Le papier cellophane est perméable à l'eau et au sulfate de cuivre.
- Dans la partie B on a de l'eau distillée ; dans la partie A on met une solution de sulfate de cuivre.
- Après un temps donné, la coloration bleue diffuse de A vers B ; et la concentration du sulfate de cuivre devient la même dans A et B.

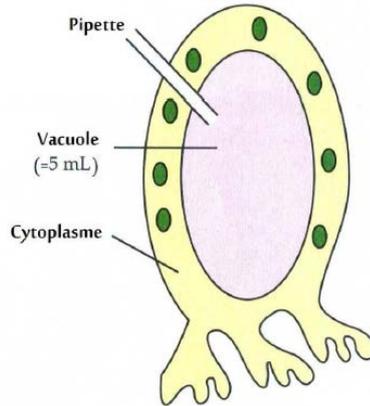


Q : **interpréter** les données expérimentales.

III- Rôle des membranes biologiques dans les échanges des sels minéraux chez les plantes :

1- Mise en évidence du transport actif :

Doc 9



Valonia est un genre d'algues, qui se présente généralement sous forme d'associations de cellules géantes, dont le diamètre peut atteindre chez certaines espèces 2cm.

Les cellules ont des noyaux multiples et de nombreux chloroplastes.

Certaines espèces ont été largement utilisées pour les études de l'échange d'ions et des phénomènes osmotique à travers les membranes biologiques.

Le tableau ci-contre montre une comparaison des concentrations de quelques ions dans l'eau de mer et dans les vacuoles de Valonia.

Ions	Concentration dans l'eau de mer (g.L ⁻¹)	Concentration dans la vacuole (g.L ⁻¹)
Na ⁺	10.9	2.1
K ⁺	0.5	20.1
Cl ⁻	19.6	21.2

L'utilisation des isotopes radioactifs des ions étudiés, montre qu'un échange permanent s'effectue entre la cellule et son milieu ; bien que les concentrations demeurent constantes.

Si les cellules subissent une élévation de température, ou si elles sont traitées par des poisons qui bloquent la *respiration cellulaire* (source d'énergie); alors les différences de concentration des ions entre le MIC et le MEC s'annulent.

MIC : milieu intra-cellulaire

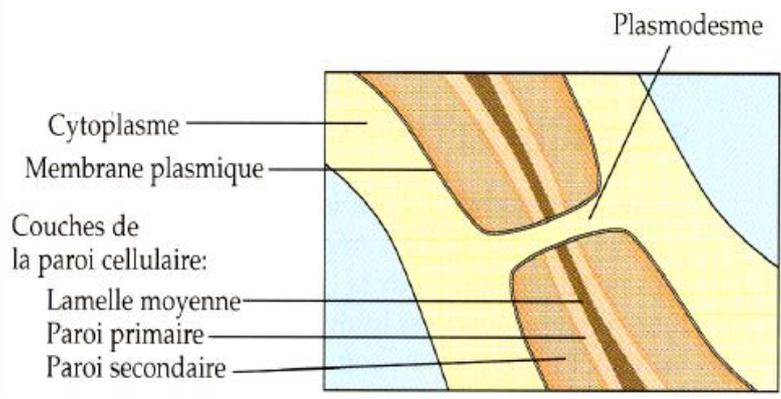
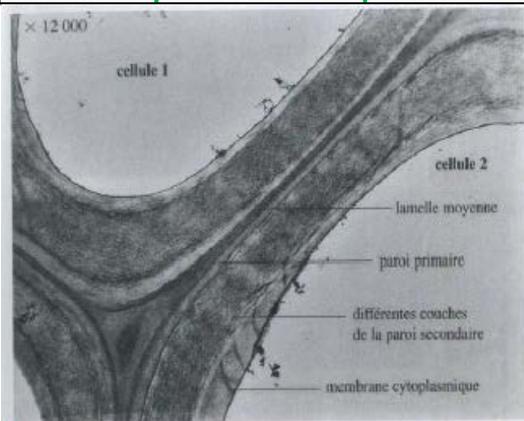
MEC : milieu extra-cellulaire

- 1- **interpréter** les résultats.
- 2- En considérant les données précédentes, **émettre une hypothèse** sur le mode d'échanges mis en évidence.

2- Les structures cellulaires responsable de l'absorption de l'eau et des sels minéraux.

Doc 10

a- La paroi cellulosique



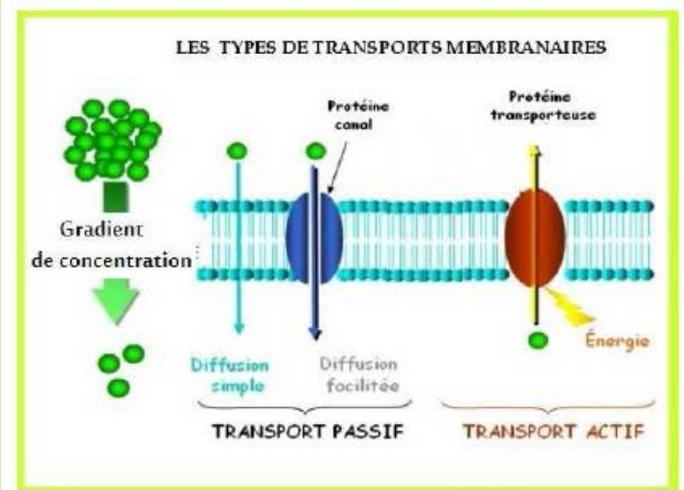
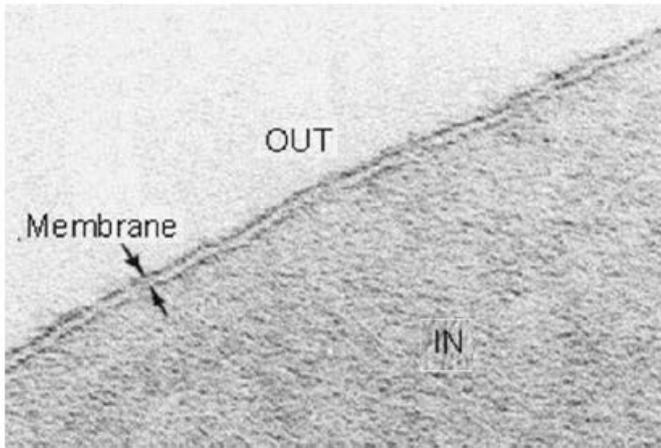
Le cytosquelette est une paroi constituée essentiellement de cellulose et de pectine. On le nomme également la paroi pecto-cellulosique. Cette paroi a une double spécificité. En effet, elle doit en même temps :

- être rigide pour jouer le rôle de **squelette**
- assurer une **plasticité/élasticité** permettant la **croissance** et la **division cellulaire**.

Q : quel est le rôle du plasmodesme ?

b- La membrane plasmique :

Doc 11



La membrane plasmique est la membrane qui délimite une cellule. Elle sépare l'intérieur de la cellule (le cytoplasme) du milieu extérieur. Elle est majoritairement composée de lipides, particulièrement de phospholipides, entre lesquels des protéines peuvent s'insérer. On la surnomme une mosaïque fluide.

- 1-d'où vient le surnom de la membrane plasmique ? **Illustrer** par un schéma d'interprétation.
- 2-comment contribuent les protéines intrinsèques dans le transport membranaire ?

IV- Mécanisme d'absorption de l'eau et des sels minéraux par la plante :

La plante absorbe l'eau et les sels minéraux au niveau des racines ; plus précisément au niveau des poils absorbants. La solution de l'eau et des sels minéraux constitue la sève brute, qui est acheminée à travers les vaisseaux conducteurs vers les feuilles, tout en traversant les tiges. Comment cela se fait-il ?

1- Organisation de la racine :

Doc 12

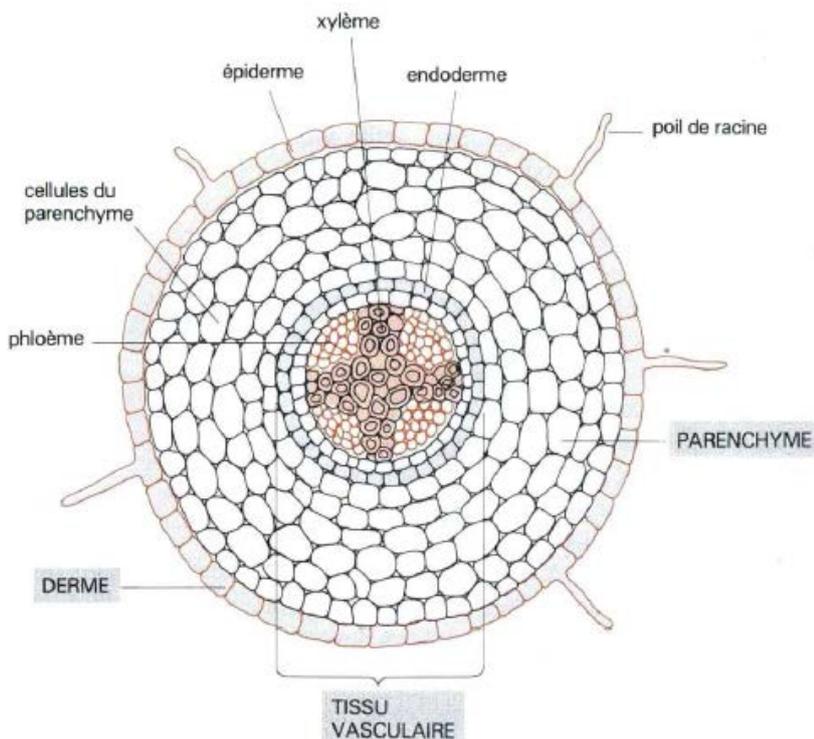


Schéma d'une coupe transversale au niveau d'une racine.

Il existe deux types de vaisseaux conducteurs qui conduisent deux sèves différentes :

- Le xylème : c'est le vaisseau conducteur de la sève brute qui est essentiellement constituée d'eau et de sels minéraux. Cette sève est dite ascendante.
- Le phloème : c'est le vaisseau conducteur de la sève élaborée qui est essentiellement constituée des produits de la photosynthèse. Cette sève est dite descendante.

2- Rôle des différents modes de transport au niveau radial :

Doc 13

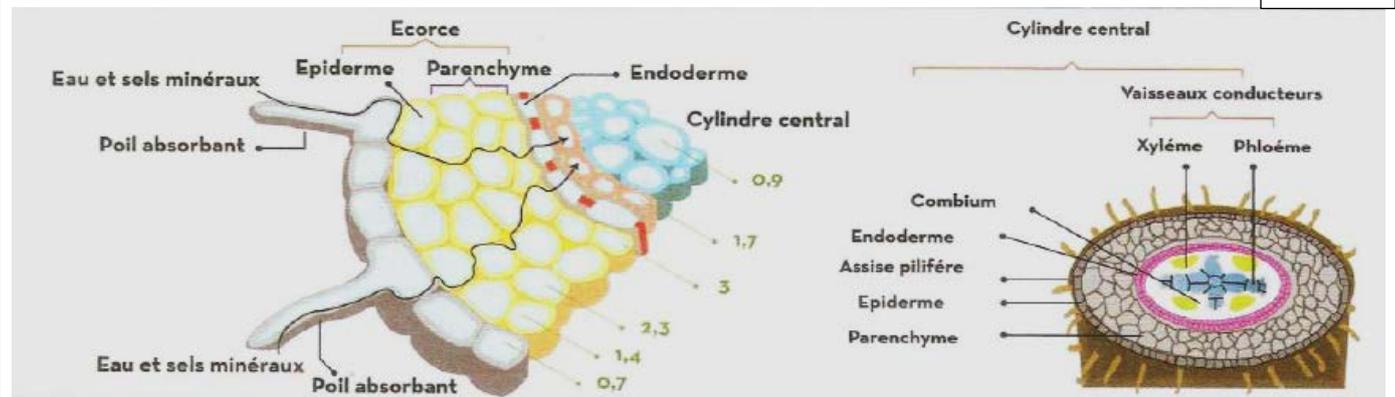


figure 1 : pression osmotique dans les différentes cellules de la racine au niveau de la zone pilifère.

Symplaste = communication des cytosols par les plasmodesmes.

- 1 seule membrane à traverser !

Apoplaste = ensemble continu des interstices des parois cellulaires.

- pas de membrane à traverser !

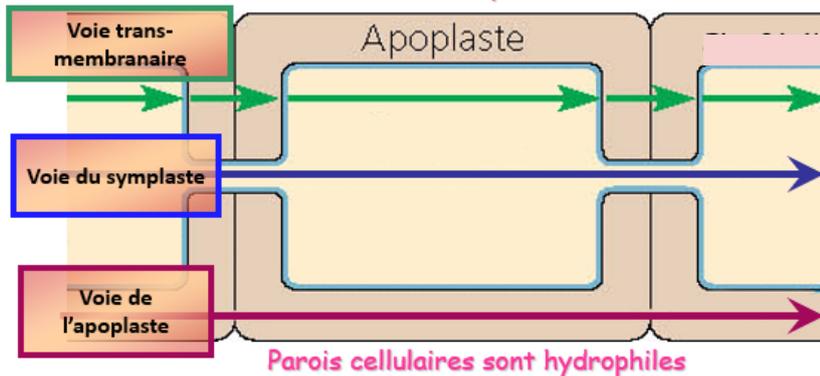


Figure 2 : voies du transport radial (du poil absorbant jusqu'au cylindre conducteur)

1- En se basant sur la pression osmotique dans les différentes cellules de la racine au niveau de la zone pilifère (figure 1), et les phénomènes physiques et biologiques étudiés, **définir** :

- Le mode de transport de l'eau au niveau radial ;
- Le mode de transport des minéraux au niveau radial.

2- **Corréler** entre les voies de transport radial, et les modes de transport définits dans la question 1.

3- Mécanismes de transport de la sève brute au niveau vertical :

a- Mise en évidence du rôle des feuilles dans l'absorption de l'eau et des sels minéraux au niveau des racines.

Doc 14

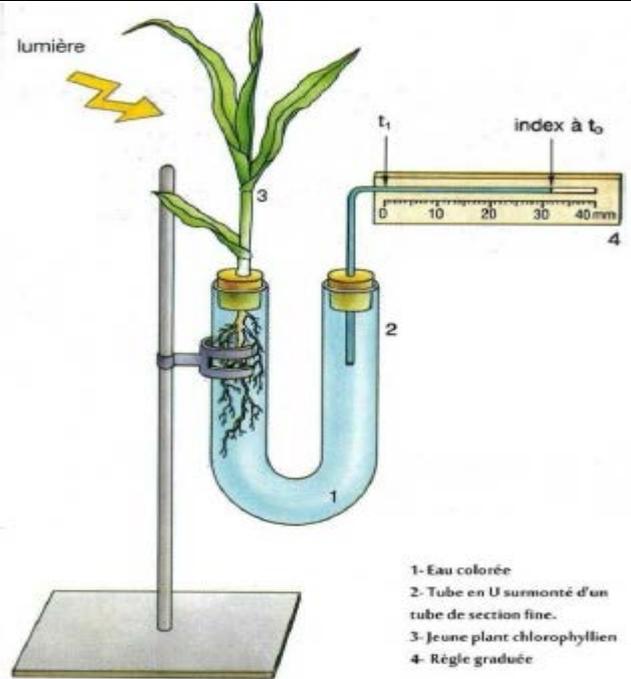
Les étapes de la manipulation :

- A-** On met un jeune plant sain de maïs ou de haricot à l'extrémité d'un tube en U, comme représenté dans le schéma ci-contre.
- On mesure la distance du recul de l'eau colorée dans le tube fin ; et ce au bout de chaque 5 minutes et durant 20 minutes.
- B-** On enlève la moitié des feuilles, et on refait les mesures de la même manière.

Résultats :

- A-** Recul de l'eau : 30mm
- B-** Recul de l'eau 10mm

Q : Interpréter les résultats.

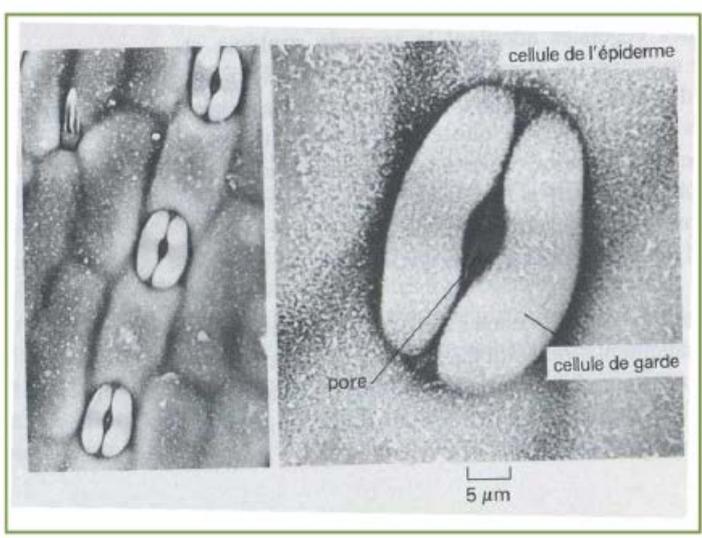
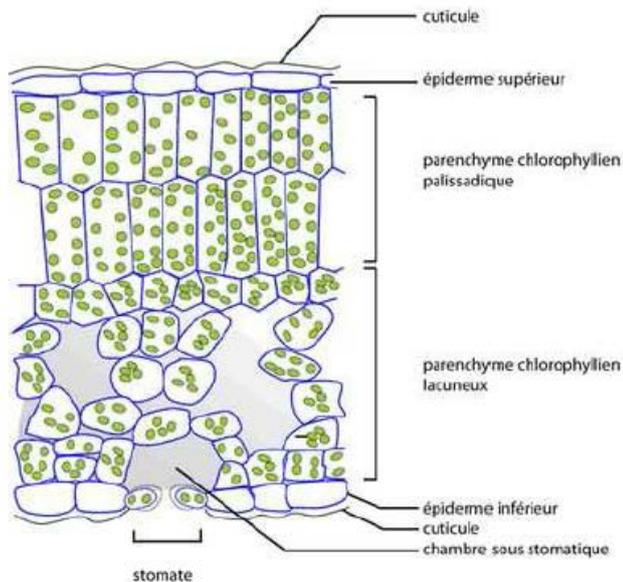


b- Importance de la transpiration chez la plante :

Doc 15

schéma d'une coupe transversale au niveau d'une feuille

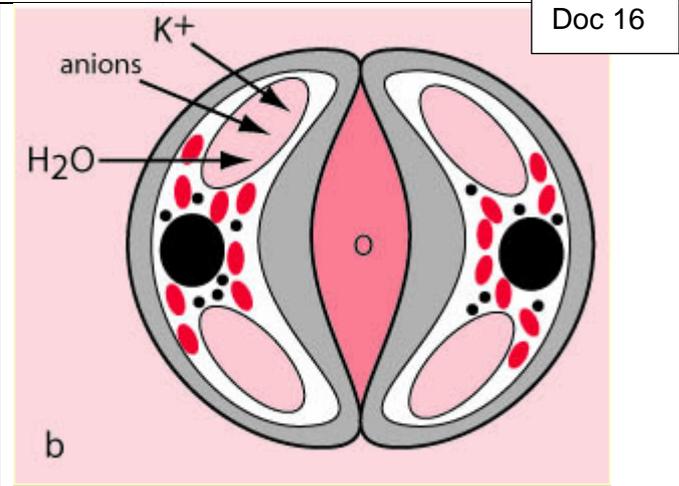
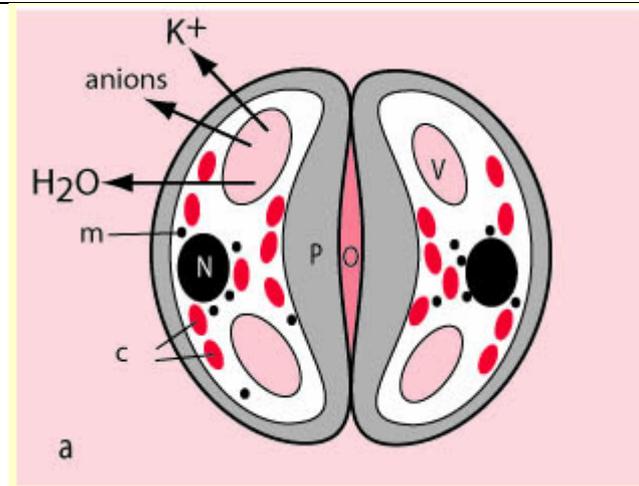
observation microscopique des stomates



- **Représenter** un stomate par un schéma annoté.

CHAPITRE I : MÉCANISMES D'ABSORPTION DE L'EAU ET DES SELS MINÉRAUX PAR LES PLANTES CHLOROPHYLLIENNES

Les schémas suivants donnent une illustration simple des mécanismes intervenant dans l'ouverture et la fermeture des stomates. L'acide abscissique a été surnommé "hormone de stress" car il est produit en cas de stress hydrique et permet ainsi de diminuer les pertes d'eau par la fermeture des stomates.



Doc 16

L'acide abscissique (ABA) provoque la sortie des ions et de l'eau ce qui fait baisser la pression osmotique vacuolaire et fermer l'ostiole.

La lumière bleue provoque au contraire l'entrée d'ions et d'eau ce qui fait augmenter la pression osmotique vacuolaire et ouvrir l'ostiole.

Q : Quel est le phénomène responsable de l'ouverture et la fermeture des stomates ?

ETABLIR UN BILAN SYNTHETIQUE DES MECANISMES D'ABSORPTION DE L'EAU ET DES SELS MINERAUX PAR LES PLANTES

Doc 17

