

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



L'hydroponie (agriculture hors-sol), est la culture de plantes réalisée sur un substrat neutre et inerte (sable par exemple). Ce substrat est régulièrement irrigué d'un courant de solution qui apporte en plus de l'eau des sels minéraux essentiels à la plante.

Document 1 : Des bananiers cultivés selon la technique de l'hydroponie

En plus du dioxyde de carbone (CO_2), et de l'énergie lumineuse, les plantes ont besoin d'eau et de sels minéraux. Ces éléments sont absorbés à partir du sol.

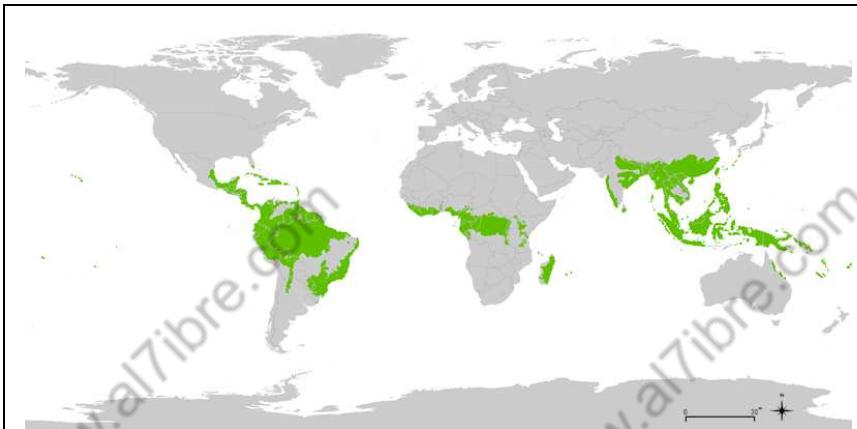
- Quelles sont les structures cellulaires responsables de l'absorption de l'eau et des sels minéraux par les plantes chlorophylliennes ?
- Quels sont les rôles respectifs des racines, des tiges, et des feuilles dans cette fonction d'absorption ?

UNITE 1 : IMPORTANCE DE L'EAU ET DES SELS MINERAUX POUR LA VIE DES PLANTES CHLOROPHYLLIENNES.

Les plantes chlorophylliennes occupent une place importante dans les écosystèmes et les agrosystèmes. En effet grâce à la photosynthèse ils sont capables de synthétiser la matière organique (production primaire). Ces plantes ont besoin d'un certain nombre d'éléments nutritifs, notamment l'eau et les sels minéraux.

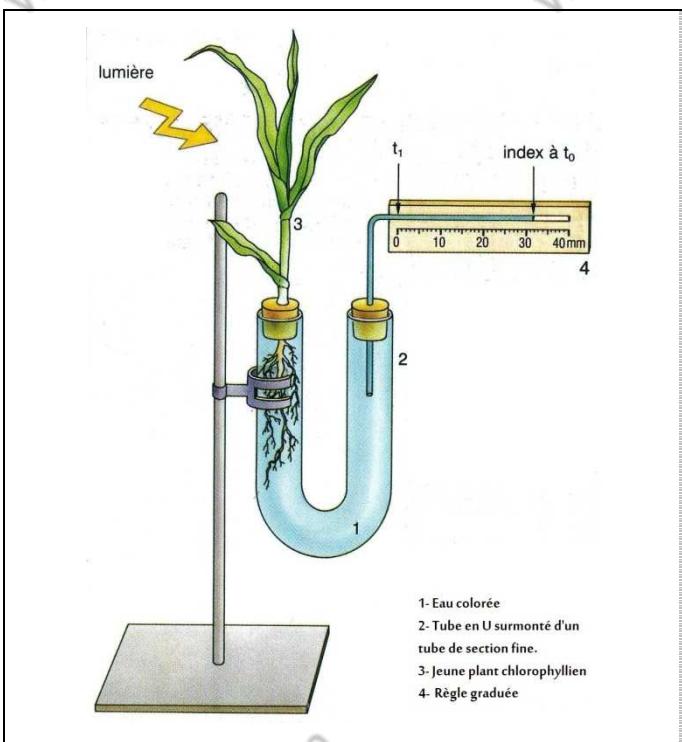
- Comment peut-on mettre en évidence l'importance de l'eau et des sels minéraux pour la vie des plantes chlorophylliennes ?

A- IMPORTANCE DE L'EAU.



Une simple observation montre que les plantes ne peuvent pas vivre sans eau. Ainsi la répartition mondiale de la végétation montre que les forêts les plus denses se situent au niveau des zones les plus pluvieuses ; c'est à dire les zones équatoriales.

Document 1 : Répartition mondiale de la forêt équatoriale

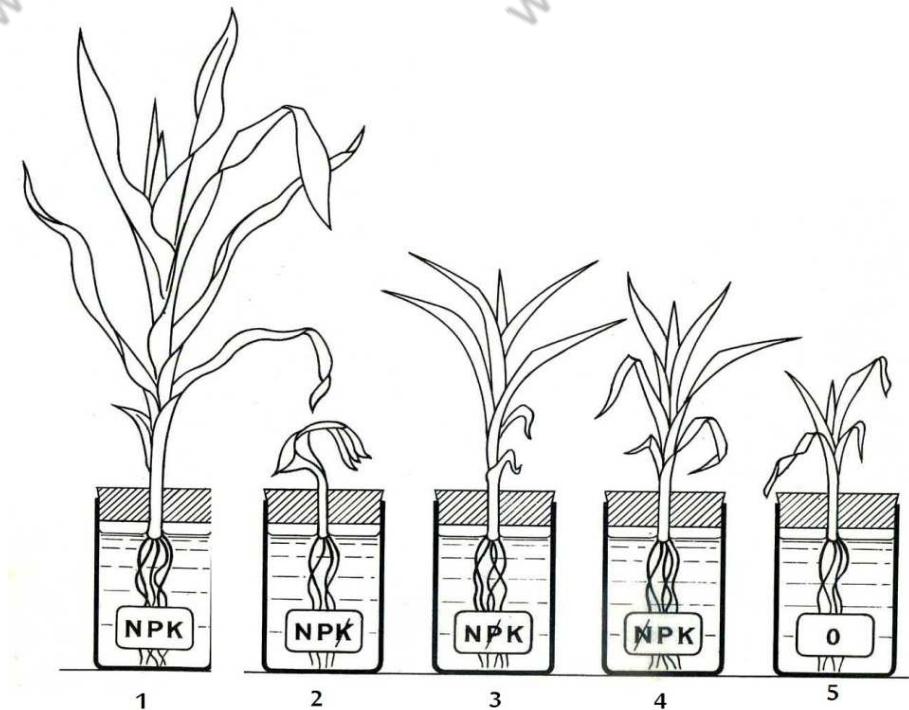


ETAPES DE LA MANIPULATION :

- Préparer le montage expérimental schématisé ci-contre.
- Mettre en place le plant, et noter la variation du niveau d'eau dans le tube fin durant une période donnée

Connaissant le diamètre du tube, on peut calculer le volume d'eau absorbé durant cette période.

Document 2 : Mesurer le volume d'eau absorbé par une plante

B- IMPORTANCE DES SELS MINERAUX.**ETAPES DE LA****MANIPULATION :**

On dispose cinq jeunes plants dans cinq milieux liquides. Et on observe l'aspect de chaque plant après une période donnée.

Milieu 1 : Mélange équilibré de sels minéraux contenant essentiellement les sels d'azote (N) ; de phosphore (P) ; et de potassium (K).

Milieu 2 : Même milieu sans K

Milieu 4 : Même milieu sans N

Milieu 3 : Même milieu sans P

Milieu 5 : Eau distillée

Document 3 : Mise en évidence de l'importance des sels minéraux pour la vie des plantes chlorophylliennes

ACTIVITES :

- .1- A partir des documents 1 et 2, précisez l'importance de l'eau pour la vie des plantes.
- .2- Décrivez l'aspect des plants selon le milieu ; que pouvez vous en déduire ?

UNITE 2 : LES STRUCTURES CELLULAIRES RESPONSABLES DE L'ABSORPTION DE L'EAU ET DES SELS MINERAUX.

L'absorption de l'eau et des sels minéraux par les plantes chlorophylliennes nécessite des structures adaptées à cette fonction.

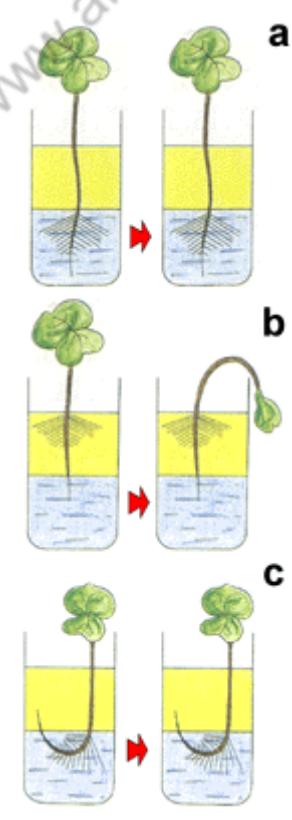
- Quels sont ces structures ? et quels sont leurs caractéristiques ?

A – Mise en évidence du rôle de la zone pilifère.



Après la germination de la graine, la première structure qui apparaît, c'est la racine. Ceci explique son importance pour la vie de la jeune plantule.

Document 1 : la zone pilifère dans la racine d'un jeune plant



On fait germer sur du coton des graines de radis ou de moutarde. Selon la température, on obtient des plants utilisables (avec les premières feuilles), en une dizaine de jours.

Problème biologique: Quel est le lieu d'absorption de l'eau par une jeune racine ?

On dispose trois jeunes plants, sur un milieu contenant une couche d'eau surmontée d'une couche d'huile, de la manière représentée par les schémas ci-contre.

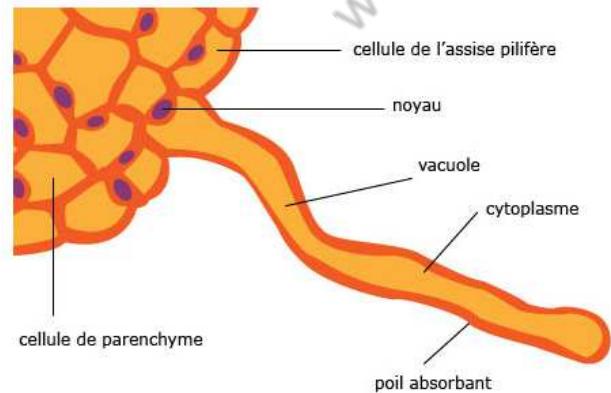
Montage a: L'extrémité de la racine et la zone pilifère plongent toutes les deux dans l'eau.

Montage b: Seule l'extrémité de la racine plonge dans l'eau (le reste de la racine dont la zone pilifère est dans l'huile).

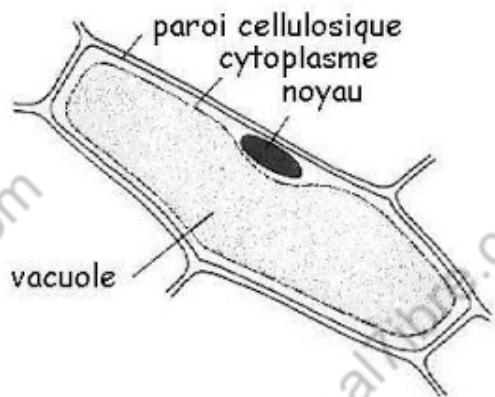
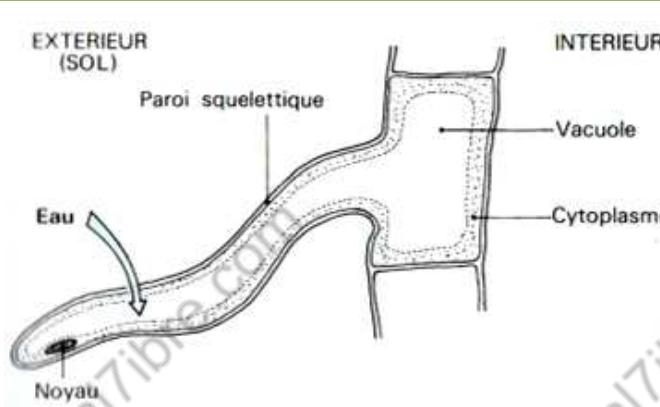
Montage c: Seule la zone pilifère plonge dans l'eau (le reste de la racine dont l'extrémité est dans l'huile).

Document 2 : Interpréter le résultat d'une manipulation

B – Le poil absorbant : une cellule adapté à la fonction d'absorption.



Document 3 : Coupe transversale au niveau de la zone pilifère d'une jeune racine (Observation microscopique et schéma d'interprétation.)



- Le diamètre du poil absorbant varie entre 12 et 15 μm . La longueur peut atteindre plusieurs millimètres.
- Le nombre de poils absorbants chez les graminées peut atteindre $2000 / \text{cm}^2$.
- Les poils absorbants peuvent assurer chez une seule plante une surface de contact avec le sol de 400 m^2
- La cellule végétale est délimitée par une paroi cellulosique et une membrane cytoplasmique qui entoure le cytoplasme. Le cytoplasme renferme plusieurs organites cellulaires notamment le noyau et la vacuole.

Document 4 : Comparer le poil absorbant avec une cellule végétale ordinaire.

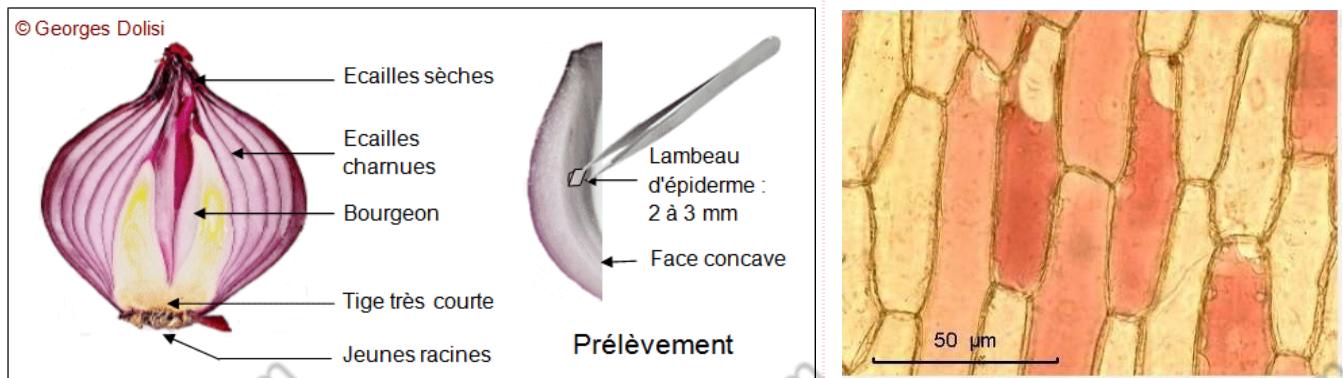
ACTIVITES :

- 1- Analysez et interprétez les résultats de l'expérience représentée par le document 2.
- 2- Comparez le poil absorbant avec une cellule végétale ordinaire.
- 3- Relevez à partir des documents de cette unité, ce qui fait du poil absorbant une cellule adapté à l'absorption de l'eau et des sels minéraux.

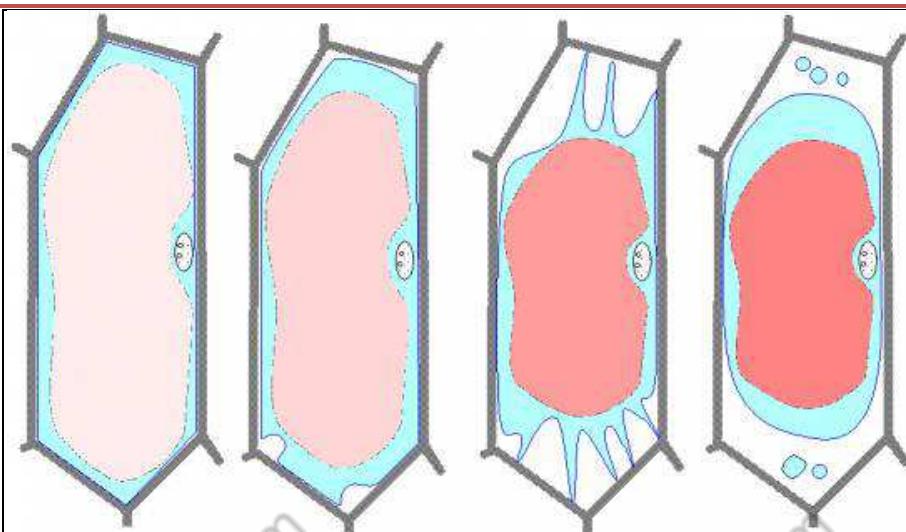
Unité3 : Mise en évidence des mécanismes d'échange de l'eau entre le milieu intracellulaire et le milieu extracellulaire.

L'absorption de l'eau au niveau des poils absorbants, se fait selon les mécanismes qui régissent les échanges de l'eau entre la cellule et son milieu d'une façon générale.

- Quel est le mécanisme responsable des échanges d'eau entre le milieu intracellulaire et le milieu extracellulaire ?

A – Mise en évidence des échanges d'eau chez les cellules d'oignon.**ETAPES DE LA MANIPULATION :**

- On prélève des petits carreaux de l'épiderme interne d'une écaille charnue d'un bulbe d'oignon.
- On dispose ces carreaux sur des verres de montre contenant des solutions de NaCl de concentrations respectives de 5 %, 9 % et 12 %.
- On ajoute à chaque solution 1 mL d'une solution du rouge neutre pour colorer les vacuoles.
- On met chaque carreau entre lame et lamelle pour l'observation microscopique.

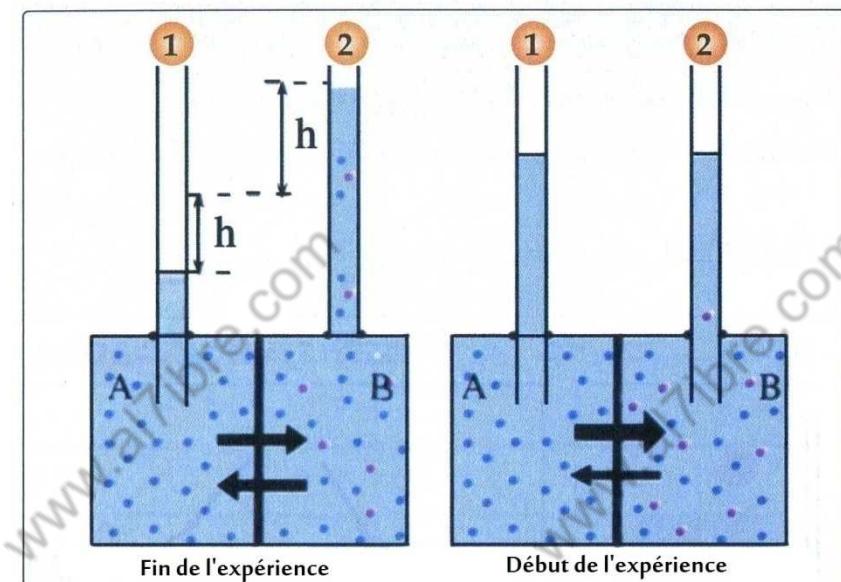
Document 1 : Interpréter les résultats d'une manipulation.

Document 2 : De la cellule turgescante à la cellule plasmolysée

B – Un modèle physique pour expliquer les échanges d'eau.

On considère deux milieux, l'un contenant de l'eau distillée, l'autre une solution d'une substance dissoute dans l'eau (glucose par exemple). Les deux milieux sont séparés par une membrane « hémipermeable » ; c'est-à-dire perméable uniquement à l'eau. L'eau va passer du milieu contenant de l'eau distillée, appelé milieu **hypotonique**, vers le milieu contenant la solution, dit milieu **hypertonique**. Et ce sous l'effet d'une pression dite « **pression osmotique** ». Cette pression est une caractéristique de toute solution contenant une substance dissoute. Le phénomène de la diffusion de l'eau sous l'effet de la pression osmotique s'appelle « **l'osmose** ».

Document 3 : Osmose et pression osmotique.



Pour mesurer la pression osmotique d'une solution donnée, on utilise l'osmomètre. Ce dernier est constitué de deux compartiments A et B, qui ont le même volume. Ils sont séparés par une membrane hémipermeable. Dans le compartiment A, on met de l'eau distillée ; dans le compartiment B on met la solution dont on veut mesurer la pression osmotique ; (une solution de saccharose par exemple). Chaque compartiment est relié à un tube à section fine. Au début de l'expérience le niveau du liquide dans les deux tubes fin est le même. Après un certain temps, il y a un flux net de l'eau du Milieu A vers le milieu B. Ce qui se traduit par la baisse du niveau du liquide dans le tube 1, et sa montée dans le tube 2. Le passage de l'eau du compartiment A vers le compartiment B s'effectue sous l'effet de la pression osmotique.

Un équilibre s'établit lorsque la pression osmotique devient équivalente en intensité à la pression hydrostatique qui résulte de la différence des niveaux du liquide dans les deux tubes fins. On peut connaître l'intensité de la pression osmotique grâce à la graduation des deux tubes fins.

Théoriquement La pression osmotique est calculée selon la formule suivante :

$$\pi = R \cdot T \cdot C$$

π : pression osmotique en Pa ; R : constante des gaz parfaits = 8200; T : température en °K ($^{\circ}\text{K} = ^{\circ}\text{C} + 273$); 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

Document 4 : Mesure de la pression osmotique.

ACTIVITES :

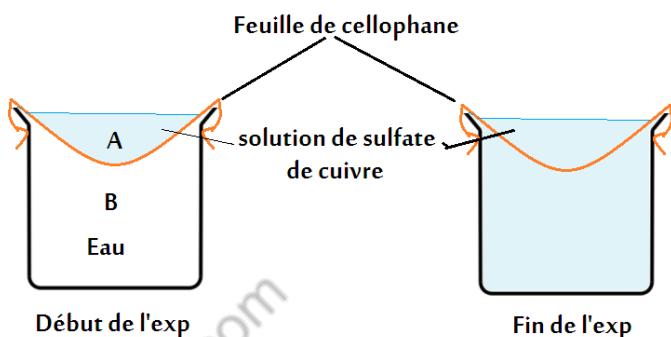
- 1- Réalisez la manipulation représentée par le document 1 ; et schématissez l'aspect des cellules dans les trois milieux.
- 2- La pression osmotique du MIC est égale à celle du MEC lorsque la concentration de NaCl est égale à 9 % (9 g.L⁻¹). Calculez π de la solution de NaCl dans ce cas. En déduire π du MIC (notez que la masse molaire de NaCl = 58)
- 3- Décrivez brièvement le mécanisme d'échange d'eau entre le milieu intracellulaire et le milieu extracellulaire.

Unité4 : Mise en évidence des mécanismes d'échange des substances dissoutes entre le milieu intracellulaire et le milieu extracellulaire.

L'absorption de l'eau au niveau des poils absorbants, se fait selon les mécanismes qui régissent les échanges de l'eau entre la cellule et son milieu d'une façon générale.

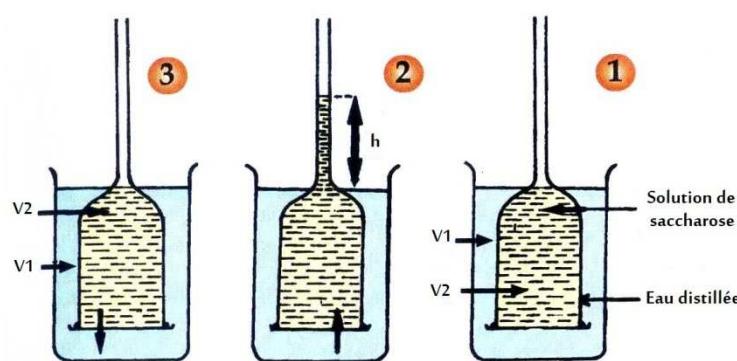
- Quel est le mécanisme responsable des échanges d'eau entre le milieu intracellulaire et le milieu extracellulaire ?

A – Mise en évidence du phénomène de diffusion.



- 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.

Document 1 :



- On utilise un osmomètre comme indiqué sur les trois schémas ci-contre.
- Au début de l'expérience, le milieu V1 contient de l'eau distillée, le milieu V2 une solution de saccharose. Et les surfaces des deux liquides sont au même niveau.

- Après un temps donné, le niveau du liquide V2 monte dans le tube fin. Il en résulte une différence h entre la surface de V1 et celle de V2.
- Après une autre période, le niveau du liquide V2 redescend ; et les surfaces des deux liquides reviennent au même niveau.
- La membrane M utilisée est perméable aussi bien à l'eau et au saccharose.

Document 2 : interprétez des données expérimentales

Expérience 1 : On prépare une solution hypertonique du glycérol (hypertonique par rapport au milieu intracellulaire des cellules d'oignon). Dans ce milieu on met un morceau de l'épiderme interne d'une écaille charnue d'un bulbe d'oignon. Et on observe au microscope. Au début, les cellules apparaissent plasmolysées. Après un certain temps, elles deviennent turgescents ; on appelle ce phénomène la déplasmolyse.

Expérience 2 : On dispose dans des verres de montre les solutions suivantes :

- Une solution de **saccharose** 20 % (0,6 mol.L⁻¹).
- Une solution de **glycérol** % (0,6 mol.L⁻¹)
- Une solution d'**urée** 3,5 % (0,6 mol.L⁻¹)
- Une solution de chlorure de sodium (**NaCl**) 1.8% (0,3 mol.L⁻¹).
- Une solution de **glucose** 11% (0,6 mol.L⁻¹)

On met dans chaque verre de montre plusieurs carreaux de l'épiderme d'oignon, et on observe au microscope. On note les variations que subissent les cellules avec le temps. Le résultat est comme suit :

- Dans la solution de **saccharose**, les cellules deviennent plasmolysées.
- Dans la solution du **glycérol** et la solution d'**urée**, les cellules conservent leur état ; c'est-à-dire elles restent turgescents.
- Dans la solution de **NaCl**, les cellules sont d'abord plasmolysées, ensuite elles se déplasmolysent après un certain temps.
- Dans la solution de **glucose** les cellules sont plasmolysées ; ensuite elles se déplasmolysent après un temps plus court.

Document 3 : Des données expérimentales

B – Mise en évidence du transport actif.

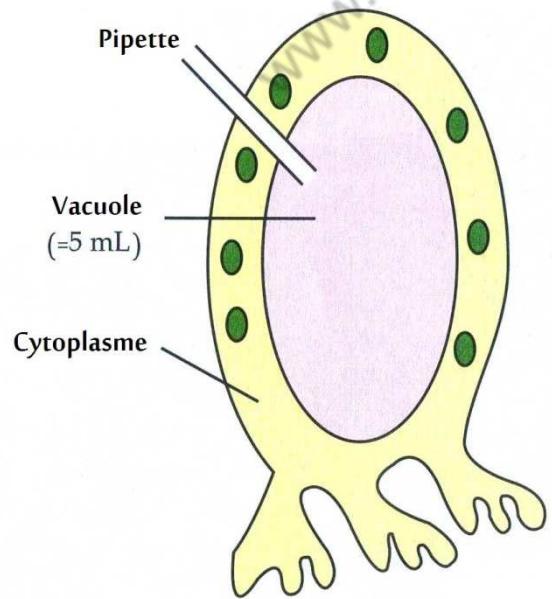
Le tableau ci-contre montre une comparaison des concentrations de quelques ions dans l'eau de mer et dans les vacuoles de **Valonia**.

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 ; alors les différences de concentration des ions entre le MIC et le MEC s'annulent.

Document 4 : Des données expérimentales



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

Document 5 : L'algue Valonia.

ACTIVITES :

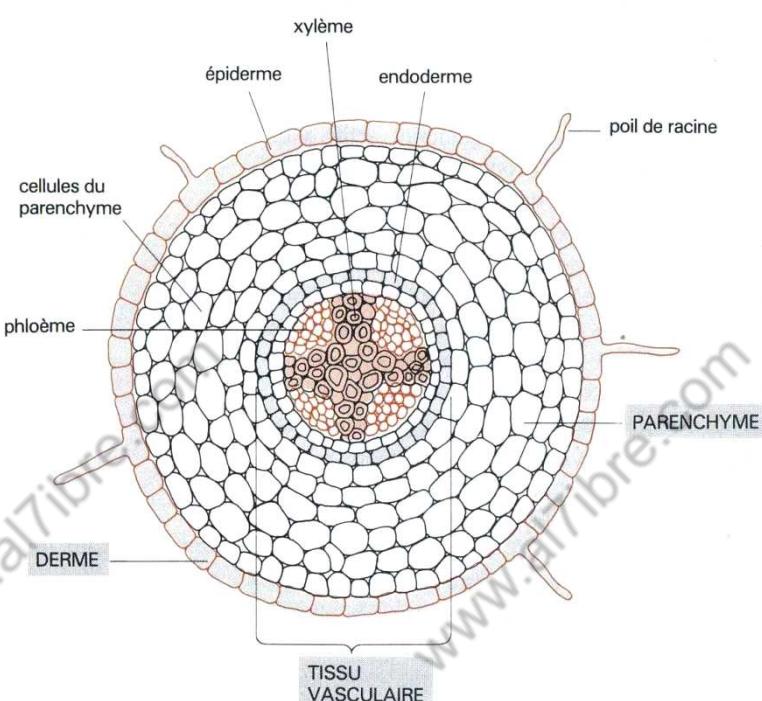
- 1- A partir des documents 1 et 2 ; relevez les propriétés de la diffusion.
- 2- Interprétez les données expérimentales du document 3 ; sachant que les molécules étudiées sont classées par taille, comme suit :
 $\text{NaCl} < \text{urée} < \text{glucose} < \text{saccharose}$.
- 3- Etablir une relation entre la perméabilité de la membrane cytoplasmique et la taille des molécules (Doc 3)
- 4- la diffusion suffit elle seul pour expliquer les données du doc 4 ? justifiez.
- 5- Interprétez les données du doc 4 sachant que la respiration fournit l'énergie nécessaire à toutes les activités cellulaires.

Unité 5 : Mécanisme d'absorption de l'eau et des sels minéraux.

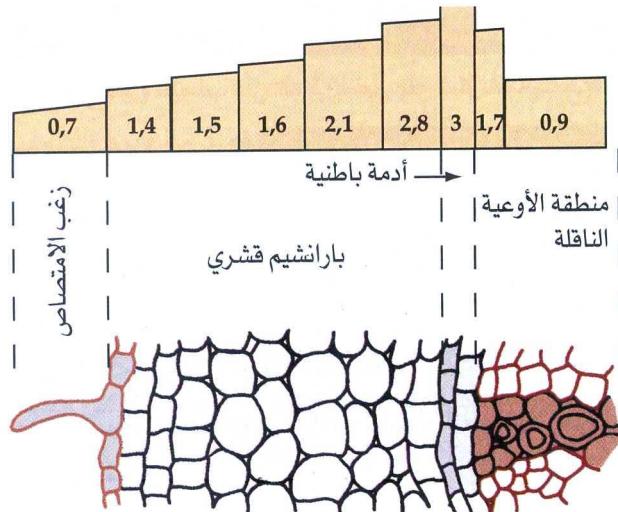
La plante absorbe l'eau et les sels minéraux au niveau des racines ; plus précisément au niveau des poils absorbants. La solution de l'eau et des sels minéraux constitue la **sève brute**, qui est acheminée à travers les vaisseaux conducteurs vers les feuilles, tout en traversant les tiges.

- **Quels sont les mécanismes qui régissent l'absorption de l'eau et des sels minéraux et le transport de la sève brute ?**

A – Rôle de la diffusion et du transport actif.



Document 1 : Schéma d'une coupe transversale au niveau d'une racine.

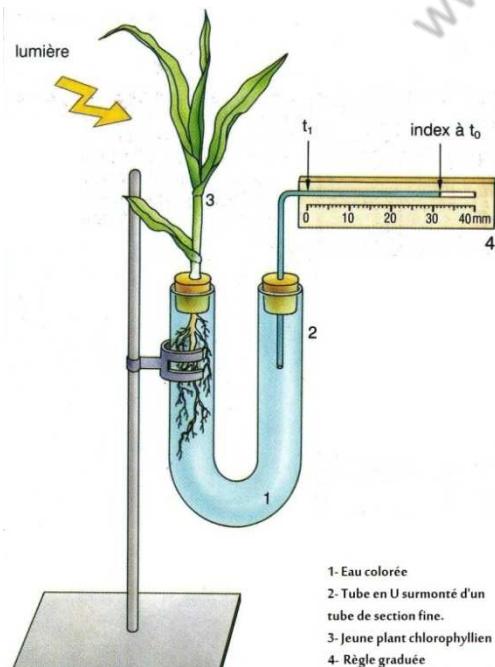


La vacuole du poil absorbant contient une solution **hypertonique** par rapport au milieu extérieur, c'est-à-dire la solution du sol.

Le schéma ci-contre représente les résultats de la mesure de la pression osmotique dans les différentes cellules qui constituent la racine au niveau de la zone pilifère.

Document 2 : Pression osmotique en Pa

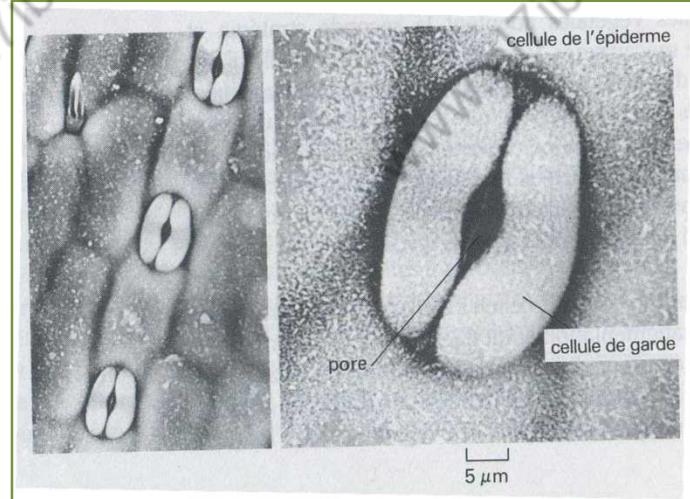
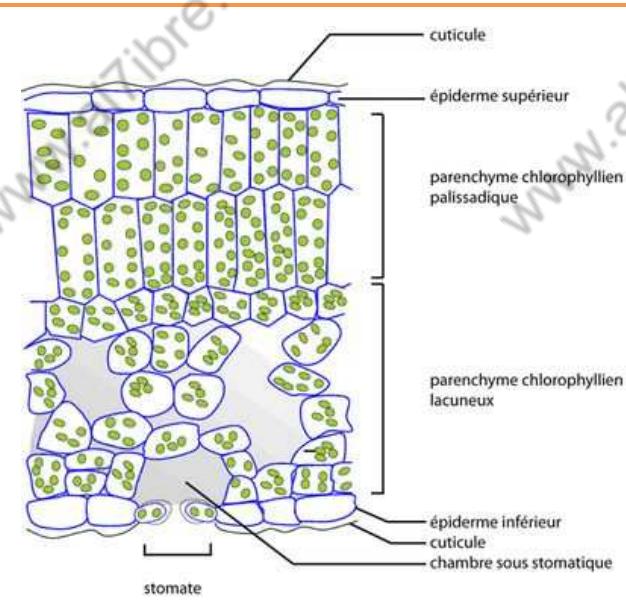
B – Rôle de la transpiration dans l'acheminement de la sève brute vers les feuilles.



LES ETAPES DE LA MANIPULATION :

- On met un jeune plant 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.
- On enlève la moitié des feuilles, et on refait les mesures de la même manière.

Document 3 : Mise en évidence du rôle des feuilles dans l'absorption de l'eau et des sels minéraux au niveau des racines.



Doc 4 : Importance de la transpiration chez les végétaux

La transpiration est le moteur principal qui assure le transport de la sève brute, à travers les vaisseaux conducteurs, depuis les racines jusqu'aux feuilles, en passant par les tiges.

La transpiration s'effectue au niveau de petits pores à la surface des feuilles appelés « **stomate** ». Ainsi, l'eau absorbée par les plantes n'est pas consommée entièrement ; la plupart quitte la plante par les stomates ; mais avant cela ; elle achemine les sels minéraux vers les feuilles.

Un **stomate** est un orifice de petite taille présent surtout dans l'épiderme des feuilles des végétaux (sur la face inférieure le plus souvent). Il permet les échanges gazeux entre la plante et l'air ambiant (dioxygène, dioxyde de carbone, vapeur d'eau...)

Doc 4 (suite) : Importance de la transpiration chez les végétaux

ACTIVITES :

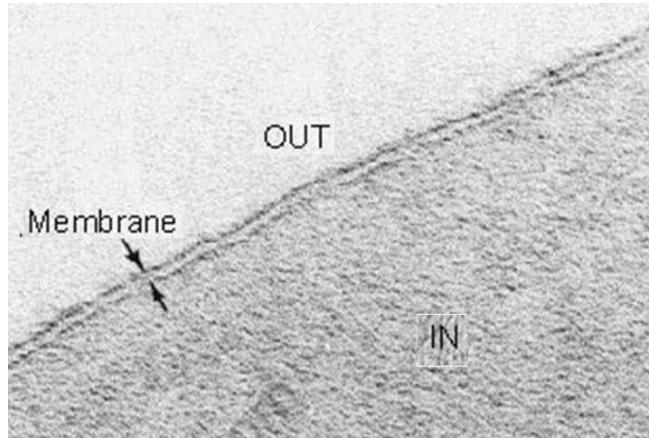
- 1- Expliquez comment l'eau passe du sol vers le tissu vasculaire des racines.
- 2- Que représentent le schéma et la microphotographie du doc 4 ?
- 3- Représentez un stomate par un schéma annoté.
- 4- A partir des documents 3 et 4, expliquer comment s'effectue le transport de la sève brute depuis les racines jusqu'aux feuilles.

Unité 6 : Les structures cellulaires responsable de l'absorption de l'eau et des sels minéraux.

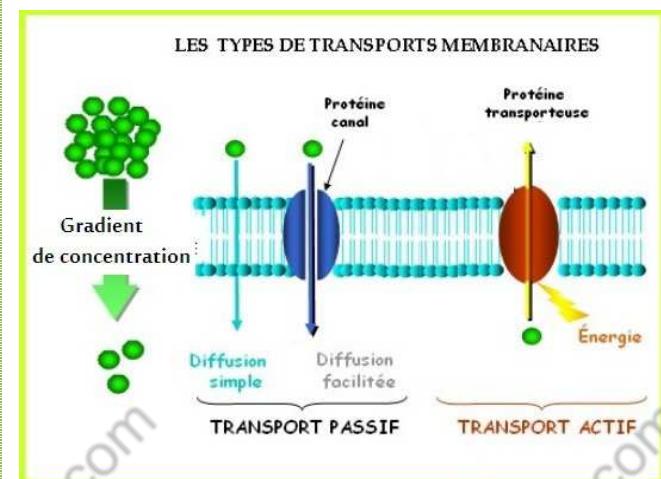
Dans les tissus végétaux, chaque cellule est délimitée par une membrane plasmique et entourée par une paroi dite paroi pectocellulosique (ou squelettique).

- Comment ces structures cellulaires assurent-elles le transport de l'eau et des sels minéraux indispensables à la vie des cellules ?

A – Rôle de la membrane cytoplasmique et de la paroi squelettique.



a

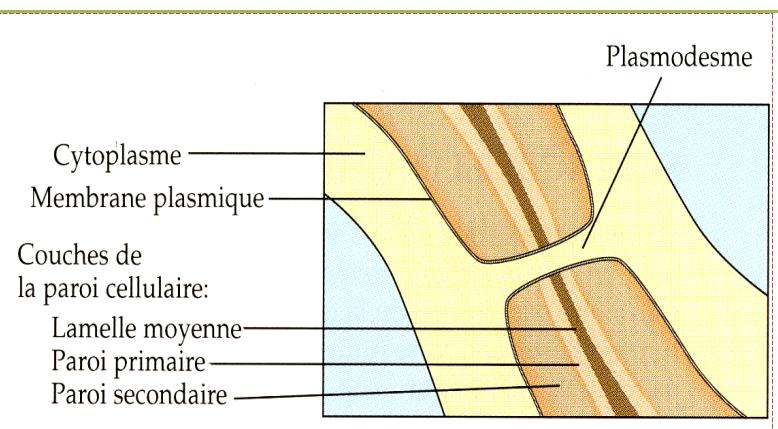
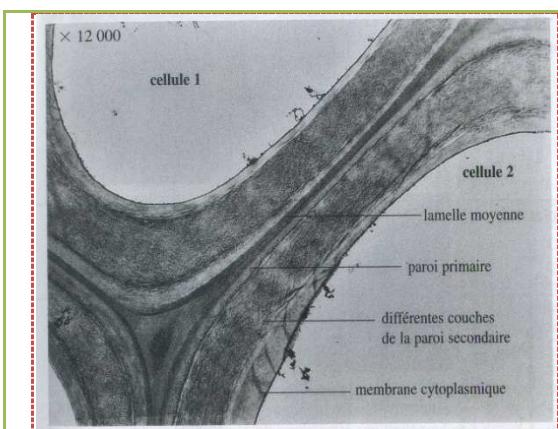


b

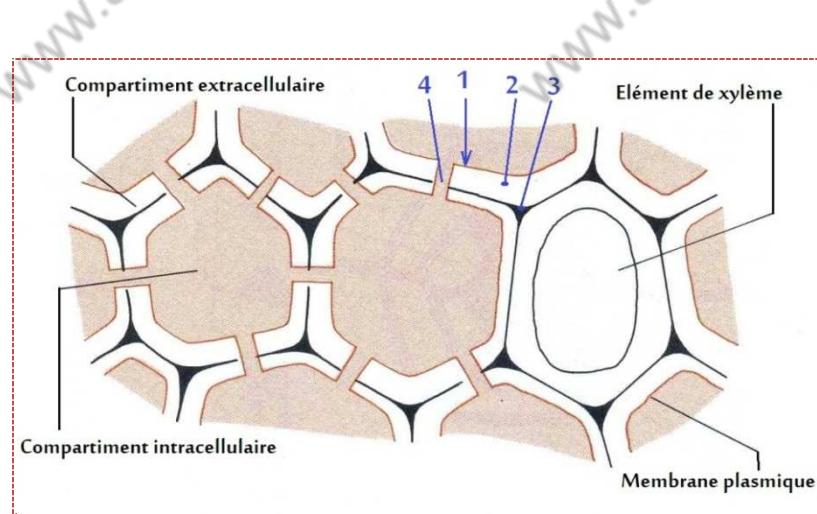
- Observé au microscope électronique, la membrane plasmique est formée de deux couches sombres séparées par une couche claire. ($\varnothing = 75 \text{ \AA}$)
- Selon le modèle proposé par Nicolson et Singer, la membrane plasmique est constituée d'une bicouche lipidique contenant des protéines qui jouent des rôles diverses.

Document 1 : a- électronographie de la membrane plasmique

b- schéma fonctionnel de la membrane plasmique

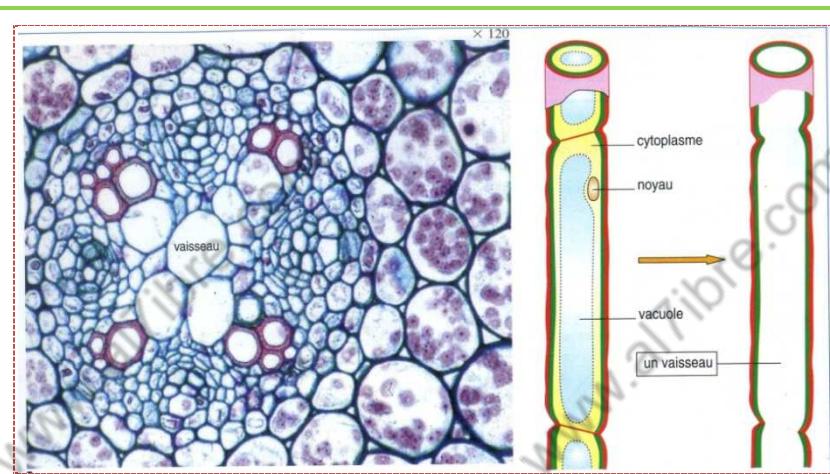


Document 2 : Structure de la paroi cellulosique



- L'eau traverse les membranes cellulaires sous l'effet de l'osmose.
- Les substances dissoutes traversent les tissus végétaux selon les mécanismes suivants :
 - Elles traversent la membrane plasmique sous l'effet de la diffusion et le transport actif.
 - Elles passent d'une cellule à l'autre à travers les plasmodesmes.
 - Elles passent entre les cellules à travers les parois squelettiques.

Document 3 : L'eau et les sels minéraux empruntent plusieurs chemins



Les vaisseaux conducteurs se forment en trois étapes :

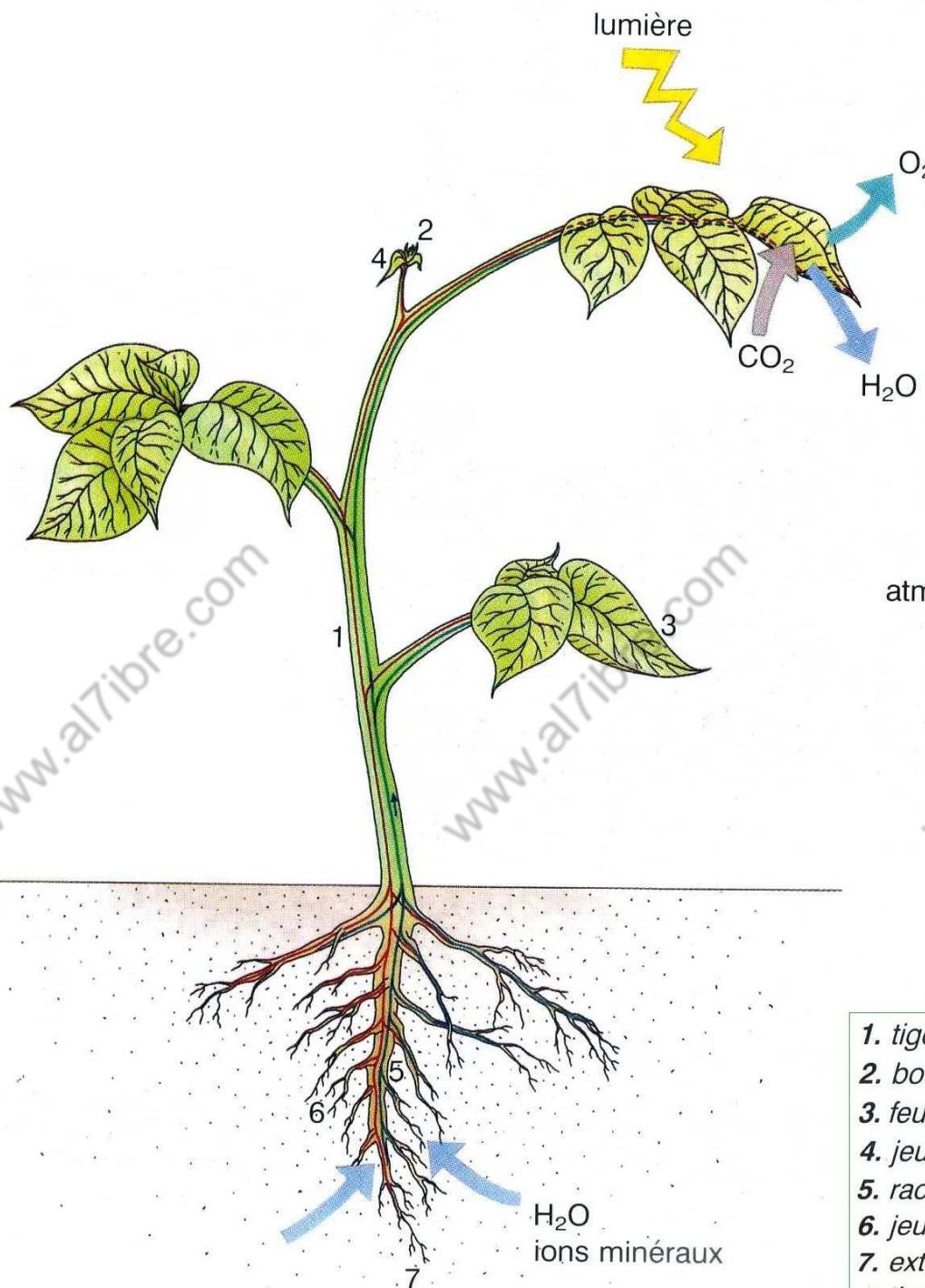
- Des cellules sont empilées verticalement dans la racine et la tige.
- Epaississement des parois verticales par la formation de la lignine (substance dure).
- Disparition du cytoplasme et des parois horizontales (on a donc affaire à des cellules mortes)

Document 4 : Formation des vaisseaux conducteurs

ACTIVITES :

- 1- A partir du document 1, expliquer comment l'eau et les substances dissoutes traversent la membrane plasmique ?
- 2- A partir du document 2, décrivez la structure de la paroi pectocellulosique.
- 3- Indiquez les termes correspondants aux chiffres 1-2-3-4 du schéma du Doc3
- 4- A l'aide d'un schéma bilan montrer les différents mécanismes qui assurent le transport de l'eau et les sels minéraux (Doc3).
- 5- A partir du doc 4, montrez comment les tissus conducteurs sont ils adaptés à leur fonction.

Schéma BILAN



- 1. tige
- 2. bourgeon terminal
- 3. feuille chlorophyllienne
- 4. jeune feuille
- 5. racine principale
- 6. jeune racine
- 7. extrémité racinaire
tissus conducteurs