

Unité 2: Production de la matière organique et flux d'énergie

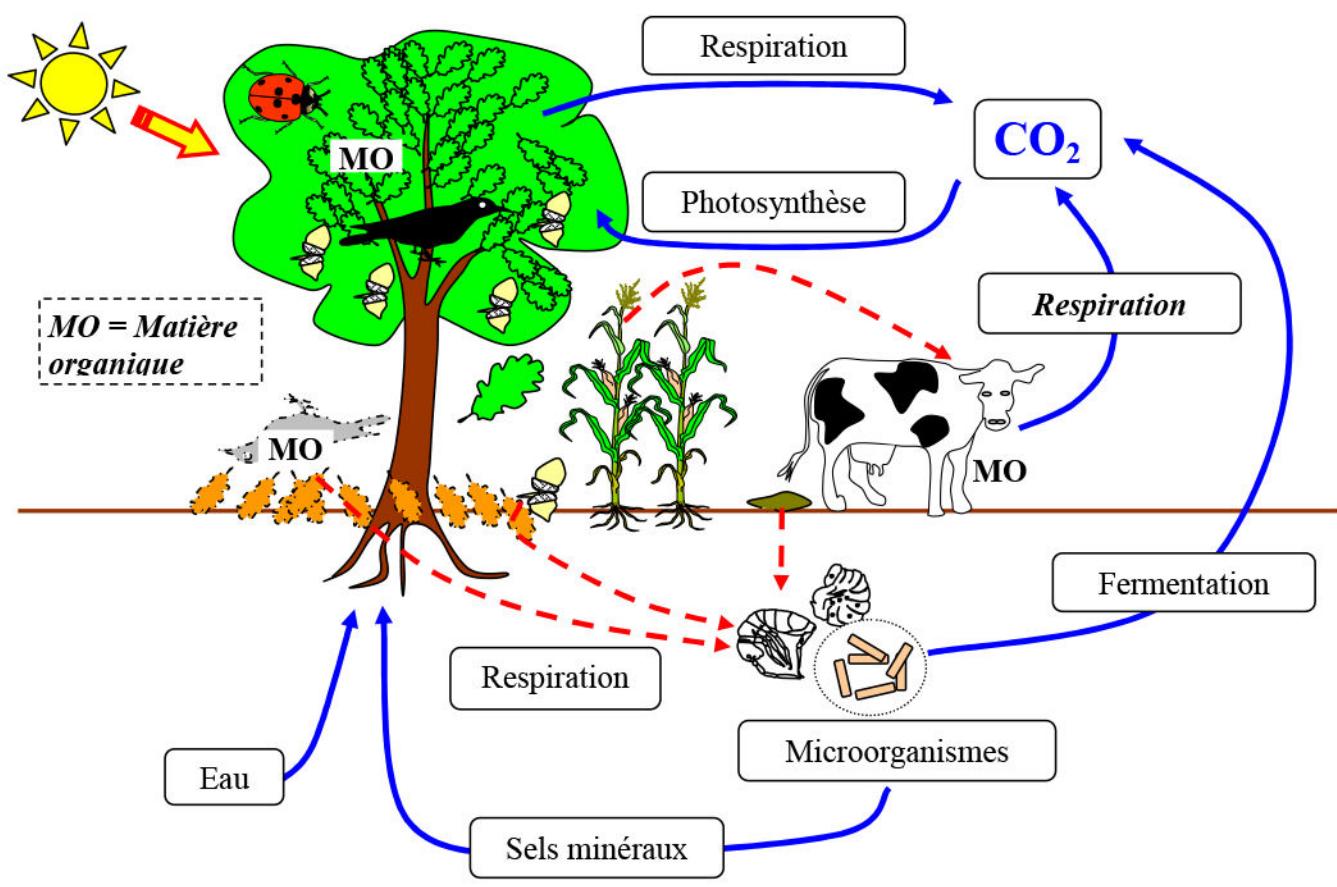
INTRODUCTION:

Les végétaux verts produisent de la matière organique pour leur croissance à partir de ce qu'ils prélèvent dans leur environnement, les végétaux sont donc des producteurs de matière (Voir le document 1).

Document 1: Le cycle de la matière et flux de l'énergie dans un écosystème:

Dans un écosystème, les plantes chlorophylliennes fabriquent de la matière organique sans consommer celle d'un autre être vivant; on dit qu'ils sont autotrophes. Comme ce sont les premiers êtres vivants du réseau trophique à produire de la matière organique, on les appelle des producteurs primaires.

Tous les autres êtres vivants du réseau trophique sont des producteurs secondaires; ils consomment la matière organique d'un autre organisme pour fabriquer leur propre matière organique. Ce sont des hétérotrophes (consommateurs).



La plante prend l'eau, les sels minéraux et le gaz carbonique pour fabriquer sa propre matière organique à partir de l'énergie solaire grâce à des pigments comme la chlorophylle contenus dans ses feuilles (La photosynthèse)

- Par quels mécanismes les plantes absorbent-elles l'eau et les sels minéraux ?
- Comment s'effectuent les échanges gazeux chlorophylliens au niveau d'une plante chlorophyllienne ?
- Comment les végétaux chlorophylliens utilisent-ils l'énergie lumineuse pour produire leur matière organique ?

Chapitre 1:

Mécanismes d'absorption de l'eau et des sels minéraux chez les plantes

INTRODUCTION: (Voir le document 2)

Document 2: L'eau et les sels minéraux sont indispensables pour les plantes:

Figure 1 : Mesure de l'absorption de l'eau par une plante chlorophyllienne

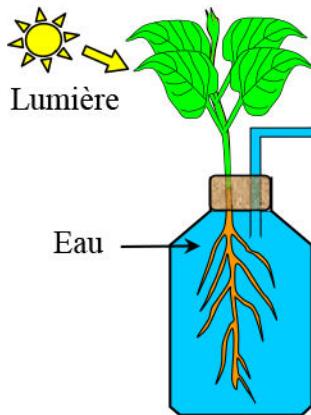
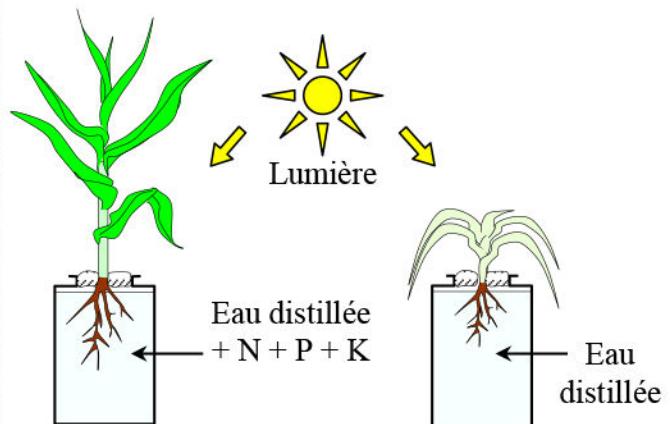


Figure 2 : Mise en évidence de l'importance des sels minéraux



Analysez les résultats de ces manipulations puis conclure.

★ Analyse des résultats:

⇒ La manipulation de la figure 1 montre que les plantes absorbent de l'eau en permanence; et ce à travers les racines.

L'eau est indispensable à la vie des plantes.

⇒ D'après les résultats de la manipulation de la figure 2; le plant qui a eu un développement considérable est celui cultivé sur un milieu contenant en plus de l'eau, un mélange équilibré de sels minéraux les plus importants: Sels d'azote (N) ; sels de potassium (K) et sels de phosphore (P).

★ Conclusion :

En plus du dioxyde de carbone (CO_2), et de l'énergie lumineuse, les plantes ont besoin d'eau et d'un mélange de sel minéraux, équilibré quantitativement et qualitativement.

- Quelles sont les structures responsables de l'absorption de l'eau et des sels minéraux au niveau d'une plante chlorophyllienne ?
- Quels sont les mécanismes d'absorption de l'eau et des sels minéraux ?

I – Mise en évidence des échanges hydriques chez les plantes vertes:

① Observations à l'échelle macroscopique:

a) Manipulation : (Voir le document 3)

Document 3: Mise en évidence des échanges hydriques chez la pomme de terre:

Découper dans le parenchyme de la pomme de terre des parallélépipèdes longs de 5 cm et de même volume ;

Réaliser des dilutions à partir de la solution mère de saccharose allant de 0mol/l à 1mol/l en respectant les volumes du tableau de mesure ;

Plonger dans chaque tube un fragment de pomme de terre ;

Après une heure, mesurer les fragments de pomme de terre ;

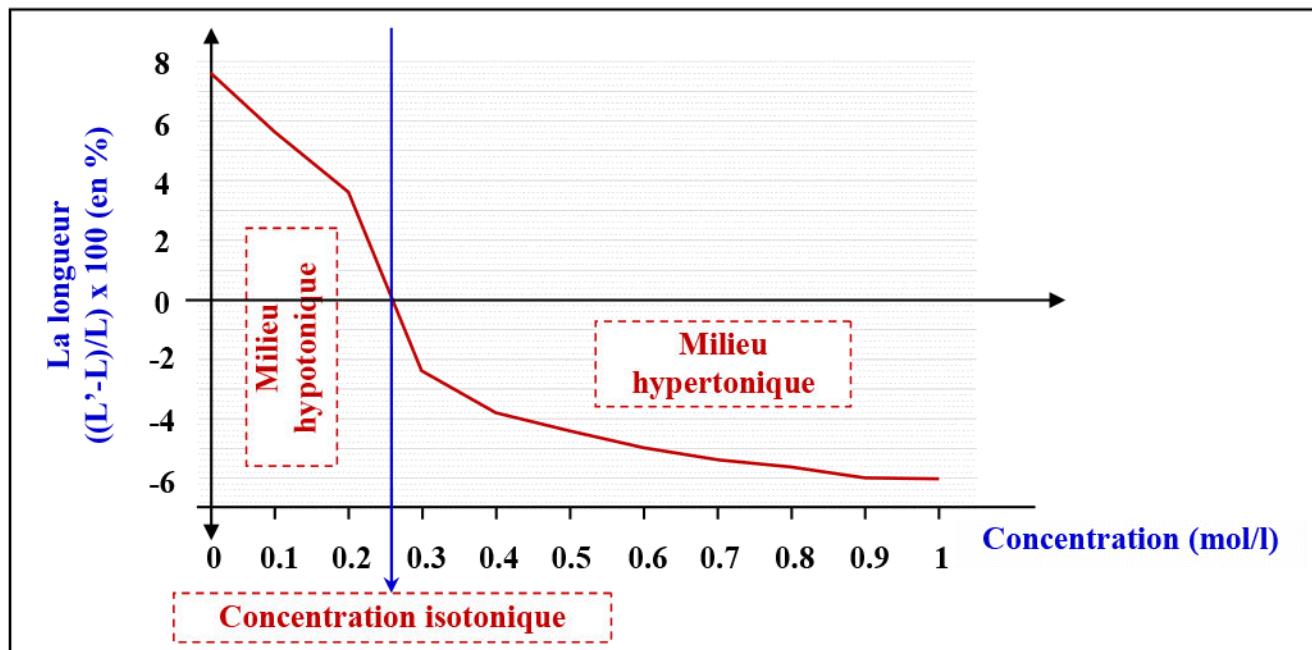
Notez les résultats obtenus dans le tableau ci-dessous.

N° du tube	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Volume de solution mère en ml	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Volume d'eau en ml	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Concentration de la solution en mol/l	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
Longueur au début (L) (en cm)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Longueur après une heure (L') (en cm)	5.38	5.29	5.18	4.89	4.81	4.78	4.75	4.73	4.71	4.7	4.7
((L'-L)/L) x 100 (en %)	7.6	5.8	3.6	-2.2	-3.8	-4.4	-5	-5.4	-5.8	-6	-6

Réaliser la manipulation décrite dans ce document et compléter le tableau. Traduire ces résultats obtenus sous forme de courbe $((L'-L)/L) \times 100$ en fonction de la concentration. Analyser et interpréter la courbe.

b) Exploitation des résultats :

On construit le graphique représentant le pourcentage de variation de la longueur des fragments de pomme de terre en fonction de la concentration de la solution.



On constate que la taille des fragments augmente dans les solutions peu concentrées et diminue dans les solutions concentrées. En outre, la variation de longueur est proportionnelle à la concentration et elle est nulle pour une concentration donnée qu'il est possible de déterminer graphiquement à partir de la courbe obtenue.

La courbe obtenue montre que la dimension des fragments de pomme de terre dépend de la concentration du milieu. Dans un milieu hypotonique, les fragments s'allongent tandis que dans un

milieu hypertonique, elles raccourcissent. Le point situé à l'intersection de la courbe et de l'axe des abscisses permet d'évaluer la concentration équivalente des cellules du tubercule à 0,26 mol/L.

② Observations microscopiques:

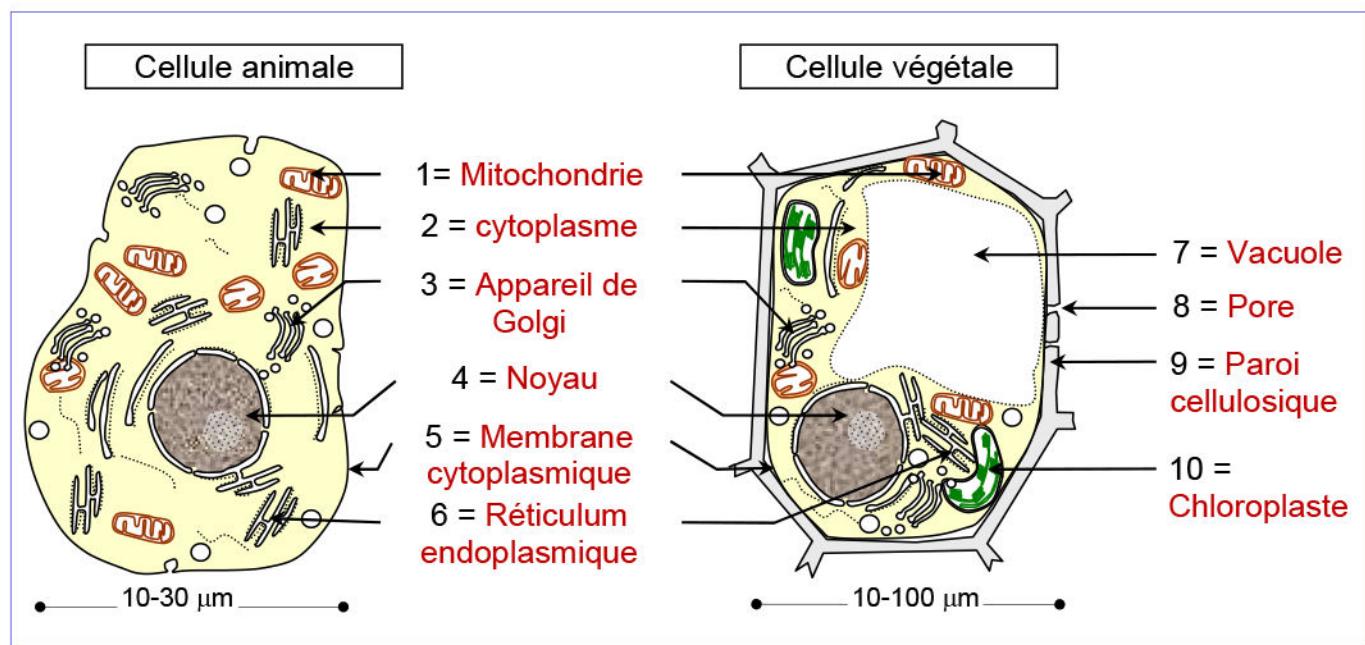
a) Rappel sur la structure de la cellule: (Voir le document 4)

Document 4: Structure de la cellule:

L'observation au microscope optique des cellules animales et végétales montre que tous les êtres vivants se composent de cellules.

L'observation au microscope électronique permet de confirmer la présence des parties mises en évidence au microscope optique. Elle permet en plus de découvrir dans le cytoplasme des sous-unités structurales et fonctionnelles qui assurent les activités fondamentales communes à toutes les formes de vie: les organites.

La figure ci-dessous présente le schéma de la structure d'une cellule eucaryote, animale et végétale.



Compléter la légende de ce schéma puis déduire en ce qui concerne la structure de la cellule.

Malgré leur grande diversité; les cellules ont le même plan d'organisation. On retrouve les parties essentielles suivantes :

- ✓ Un noyau;
- ✓ Le cytoplasme présentant diverses inclusions ou organites ;
- ✓ La membrane cytoplasmique qui entoure toute la cellule.

Cependant la cellule végétale diffère de la cellule animale en quelques points:

- ✓ La forme est polyédrique;
- ✓ La membrane plasmique est recouverte extérieurement par une paroi plus ou moins rigide constituée de pectine et de cellulose (paroi pectocellulosique) ;
- ✓ La présence des chloroplastes (dans les cellules chlorophylliennes) et des vacuoles de très grande taille.

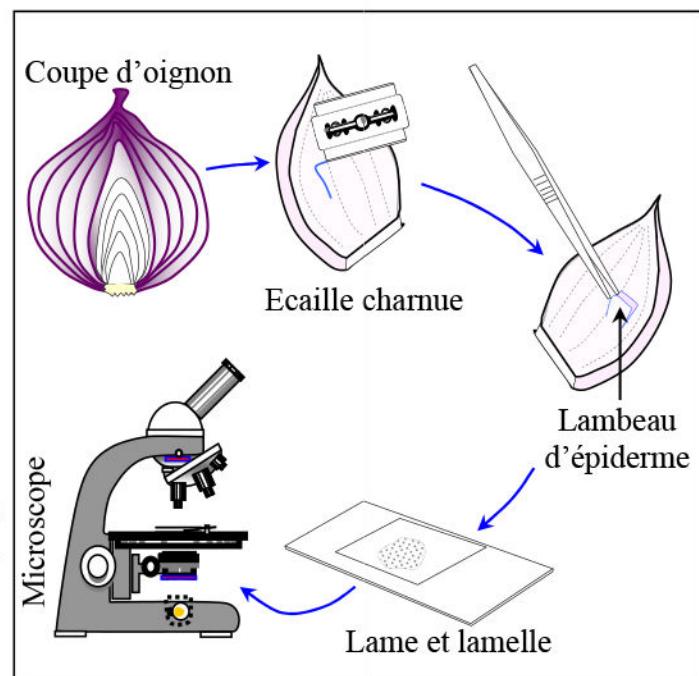
b) Préparation microscopique de l'épiderme d'oignon: (Voir le document 5)

Document 5: Préparation microscopique de l'épiderme d'oignon:

Pour pouvoir observer le comportement des cellules de l'épiderme d'oignon dans des milieux différents, il faut réaliser une préparation microscopique.

★ Manipulation: (Figure ci-contre)

- Prélever des fragments d'épiderme interne d'oignon sur la face concave d'une écaille charnue.
- Déposer quelques fragments dans l'eau distillée et les autres dans des solutions de saccharose de concentration 50g/l, 100g/l et 200g/l.
- Ajouter à chaque solution 1ml d'une solution de rouge neutre pour colorer les vacuoles des cellules.
- Monter, ensuite, les fragments entre lame et lamelle et observer au microscope optique.



★ Résultats de l'observation :

	50g/l de saccharose	100 g/l de saccharose	200g/l de saccharose
Observation microscopique			
Schéma d'une cellule			
Description de la cellule	La vacuole est grande; le cytoplasme se trouve entre la vacuole et la paroi pectocellulosique. La membrane plasmique, plaquée contre la paroi, n'est pas visible.	la vacuole des cellules garde l'état normale	Les vacuoles sont plus petites et plus colorées, on distingue bien la membrane plasmique qui reste accrochée à la paroi au niveau des plasmodesmes.
Type	Cellule turgescante	Cellule normale	Cellule en plasmolyse

A partir d'une observation microscopique et en exploitant les données de ce document, réaliser des schémas annotés des cellules de l'épiderme d'oignon dans les différents milieux observés puis faire une description de ces cellules.

★ Dans le milieu à concentration 50g/l de saccharose :

Tout le cytoplasme est coloré en rouge, la vacuole l'occupe en entier, elle est chargée d'eau, on parle de turgescence, la cellule est dite turgescente.

En turgescence la vacuole presse la membrane squelettique et la cellule se dilate et augmente de volume.

★ Dans le milieu à concentration 100g/l de saccharose :

La vacuole des cellules garde l'état normal.

★ Dans le milieu à concentration 200g/l de saccharose :

La vacuole s'est rétréci par perte d'eau, on parle de plasmolyse, la cellule est dite plasmolysée. La contraction de la vacuole réduit le volume de la cellule et réduit sa taille.

Remarque: Si on replace la cellule plasmolysée dans un milieu concentré, elle récupère spontanément de l'eau et devient turgescente, ce phénomène est appelé désplasmolyse.

Ces observations permettent d'émettre l'hypothèse qu'il existe réellement des échanges entre la cellule (plus précisément la vacuole) et le milieu extérieur. Ces échanges varient avec la variation des concentrations.

II – Explication physique des échanges d'eau chez les cellules:

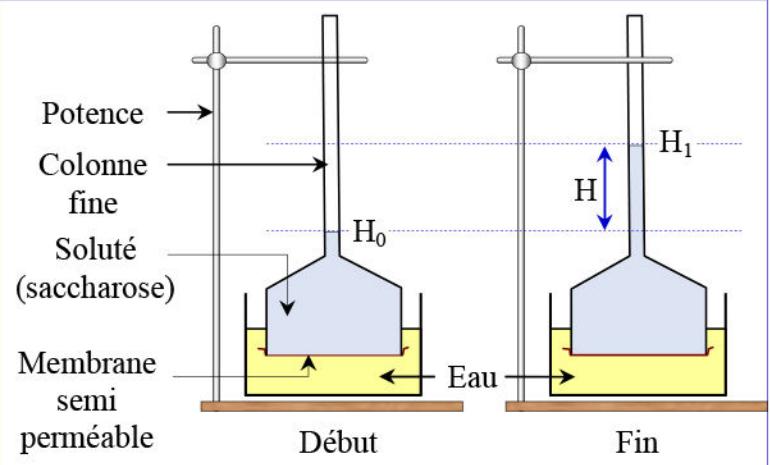
① Mise en évidence du phénomène d'osmose:

a) Expérience de Dutrochet : (Voir le document 6)

Document 6: Mise en évidence expérimentale du phénomène d'osmose:

Pour expliquer la variation de la vacuole sous l'effet de la concentration du milieu extérieur, Dutrochet a proposé en 1827 un modèle explicatif des mouvements d'eau à travers une membrane semi-perméable, c'est l'osmomètre de Dutrochet.

Cet osmomètre est constitué d'un réservoir de verre dont la partie supérieure est reliée à un long tube vertical et sa base est obturée par une membrane semi-perméable (Vessie de porc ou de mouton) (Figure ci-contre).



On remplit le réservoir d'une solution de saccharose et on le plonge dans un cristallisoir contenant de l'eau pure.

Les résultats de cette expérience sont présentés par la figure ci-dessus.

A partir de l'analyse des données de ce document, interpréter la variation de l'aspect des cellules dans les préparations microscopiques du document 5.

b) Analyse des résultats:

Au début de l'expérience les liquides sont au même niveau dans le cristallisoir et dans le tube de l'entonnoir, on constate après quelques minutes une montée du niveau du liquide dans le tube de l'entonnoir.

Le niveau de la solution de saccharose s'est élevé, l'eau est passée du milieu le moins concentré (eau pure) au milieu le plus concentré (solution de saccharose).

c) Conclusions:

- ✓ Les molécules d'eau passent à travers une membrane semi perméable, lorsque deux solutions de concentrations différentes sont placées de part et d'autre de cette membrane, on parle du phénomène d'osmose.
- ✓ Le passage de l'eau à travers la membrane semi-perméable, indique l'existence d'une pression d'absorption exercée par la solution du saccharose, elle est appelée pression osmotique.
- ✓ Sous l'effet de la pression osmotique, les molécules d'eau vont de la solution la moins concentrée (milieu hypotonique) vers la solution la plus concentrée (milieu hypertonique) jusqu'à l'équilibre (isotonie).
- ✓ Quand la cellule est placée dans une solution de saccharose à 50g/l, elle se trouve dans une solution hypotonique par rapport au suc vacuolaire qui est lui hypertonique. Il y a donc passage d'eau par osmose dans la vacuole qui occupe tout le volume cellulaire: la cellule est turgesciente.
- ✓ Lorsque l'on remplace l'eau du milieu de montage par la solution concentrée de saccharose (200g/l), le mouvement d'eau par osmose s'inverse, la vacuole perd son eau, la membrane cytoplasmique se décolle de la membrane squelettique: la cellule est plasmolysée.

② Mesure de la pression osmotique: (Voir le document 7)

Document 7: Mesure de la pression osmotique:

La pression osmotique d'une solution est la pression créée par l'appel d'eau que cette solution provoque lorsqu'elle est séparée d'un milieu par une membrane semi-perméable.

La pression osmotique dépend de plusieurs facteurs tels que : la température (T) et la concentration de la solution. Par conséquent, on peut calculer la pression osmotique en utilisant la formule suivante : $\pi = R \cdot T \cdot C$

π = Pression osmotique en Pa (Pascal) (Si en atm on multiplie par 10^5).

R = constante des gaz parfaits = 0.082.

T = température absolue en °K (Kelvin) ($^{\circ}\text{K} = ^{\circ}\text{C} + 273$).

C = concentration molaire en mol/ l (= concentration massique/masse molaire).

n = nombre de particules issues de la dissolution du soluté utilisé.

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 on multiplie par 2 dans le cas de NaCl.

★ Application : On fait dissoudre 700 mg de glucose ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) dans 25 ml d'eau à une température de 20°C . Sachant que les masses molaires des éléments :

$M(\text{O}) = 16\text{g/mol}$; $M(\text{C}) = 12\text{g/mol}$; $M(\text{H}) = 1\text{g/mol}$:

- 1) Calculer la concentration massique et la concentration molaire.
- 2) Calculer la pression osmotique de la solution.

La masse molaire du chlorure de sodium NaCl étant 58, si la concentration d'une solution de NaCl est de 4.5 g/l, et si la température du milieu est de 18°C :

- 3) Calculer la concentration molaire de la solution et sa pression osmotique.

La pression osmotique (π) est une force déterminée par une différence de concentration entre deux solutions situées de part et d'autre d'une membrane semi-perméable.

C'est la valeur de π d'un milieu qui détermine le sens de déplacement de l'eau, si on considère π_i la pression osmotique interne du suc vacuolaire, et π_e la pression osmotique du milieu externe on a:

- ✓ $\pi_i > \pi_e$ l'eau passera du milieu extérieur au milieu intérieur à travers la membrane cytoplasmique, et la cellule sera turgescante.
- ✓ $\pi_i < \pi_e$ l'eau passera du milieu intérieur au milieu extérieur à travers la membrane cytoplasmique, et la cellule sera plasmolysée.
- ✓ $\pi_i = \pi_e$ milieu isotonique, aucun mouvement d'eau, cellule à l'état normal.

Application :

- 1) La concentration massique est Cm :

$$C_m = m/v \text{ (g/l)}$$

$$C_m = (700 \times 10^{-3}) / (25 \times 10^{-3}) = 700 / 25 = 28 \text{ g/l}$$

La concentration molaire de la solution est C :

$$C = (\text{concentration massique en g/l}) / \text{masse molaire en g/mol} = C_m / M_{(C_6H_{12}O_6)}$$

$$C = 28 / 180 = 0.15 \text{ mol/l.}$$

- 2) La pression osmotique de la solution est π :

$$\pi = n \cdot R \cdot T \cdot C \quad (\text{La molécule du glucose est non ionisable donc } n = 1)$$

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

$$\pi = 0.082 \times (20 + 273) \times 0.15 = 3.6039 \text{ atm}$$

- 3) La concentration molaire de la solution est C :

$$C = (4.5 / 58) \times 2$$

(x2) car chaque molécule de NaCl se dissocie en deux ions Na^+ et Cl^- .

$$C = 0.15 \text{ mol/l}$$

La pression osmotique est π :

$$\pi = 0.082 \times (18 + 273) \times 0.15 = 3.58 \text{ atm}$$

III – Mise en évidence des échanges de solutés au niveau de la cellule végétale:

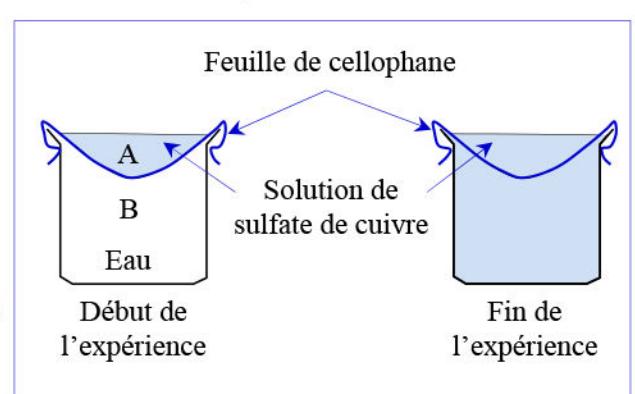
① Mise en évidence du phénomène de la diffusion:

a) Expériences: (Voir le document 8)

Document 8: Mise en évidence du phénomène de la diffusion:

★ **Expérience 1 :** On prépare le montage expérimental représenté dans le schéma ci-contre. Le papier cellophane est perméable à l'eau et au sulfate de cuivre:

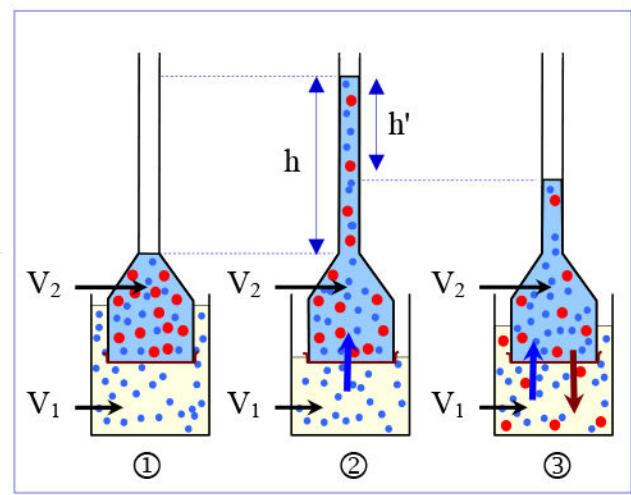
- ✓ Dans la partie B on a de l'eau distillée; dans la partie A on met une solution de sulfate de cuivre.
- ✓ Après un temps donné, la coloration bleue diffuse de A vers B ; et la concentration du sulfate de cuivre devient la même dans A et B.



Document 8 (Suite):

★ **Expérience 2 :** On utilise un osmomètre comme indiqué sur les trois schémas ci-contre.

- ✓ ① : Au début de l'expérience, le milieu V_1 contient de l'eau distillée, le milieu V_2 une solution de saccharose. Les deux milieux sont séparés par une membrane perméable aussi bien à l'eau et au saccharose.
- ✓ ② : Après un temps donné t_1 , le niveau du liquide V_2 monte dans le tube fin d'une hauteur h .
- ✓ ③ : Après une autre période t_2 , le niveau du liquide V_2 redescend d'une hauteur h' .



★ **Expérience 3 :** 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.

★ **Expérience 4 :** On dépose dans des verres de montre des solutions de nature et de concentrations différentes. 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. Les résultats de cette expérience sont présentés par le tableau suivant:

Expériences	Résultats
Une solution de saccharose (0,6 mol/l)	les cellules deviennent plasmolysées.
Une solution de chlorure de sodium (NaCl) (0,3 mol/l)	les cellules sont d'abord plasmolysées, ensuite elles se déplasmolysent après un certain temps.
Une solution de glucose (0,6 mol/l)	les cellules sont plasmolysées ; ensuite elles se déplasmolysent après un temps plus court.
Une solution de glycérol (0,6 mol/l)	les cellules conservent leur état, elles restent turgescents.
Une solution d'urée (0,6 mol/l)	

En exploitant les résultats présentés par ce document, déduisez les propriétés caractéristiques de la diffusion.

b) Exploitation des résultats:

Expérience 1:

Entre le début et la fin de l'expérience, les molécules de sulfate de cuivre ont diffusé du compartiment «A» vers le compartiment «B». L'équilibre est atteint lorsque les concentrations du sulfate de cuivre dans les deux compartiments sont égales. A l'état d'équilibre la diffusion nette des molécules en solution entre les deux compartiments est nulle.

Expérience 2:

Après le temps t_1 , les molécules d'eau ont traversé la membrane du compartiment V_1 vers le compartiment V_2 ; et ceci sous l'effet de la pression osmotique. Ce qui se traduit par la montée du niveau du liquide dans le tube fin d'une hauteur h .

Après le temps t_2 , le niveau d'eau descend dans le tube d'une hauteur h' . Ceci est due au fait que les molécules de saccharose ont traversé la membrane du compartiment V_2 vers le compartiment V_1 . C'est la diffusion qui sera suivie du passage de l'eau, du compartiment V_2 vers le compartiment V_1 par l'effet de l'osmose.

Expérience 3: Vu que la solution est hypertonique, et vu que les molécules d'eau sont les plus rapides à traverser la membrane ; c'est l'effet de l'osmose qui se manifeste en premier lieu. Ainsi, suite à la sortie d'eau, les cellules deviennent plasmolysées. Ensuite la pénétration des molécules de glycérol dans la cellule sous l'effet de la diffusion va provoquer l'augmentation de la pression osmotique à l'intérieur de la cellule. Il s'en suit un flux d'eau entrant sous l'effet de l'osmose. Ainsi la cellule devient turgescante. C'est le phénomène de déplasmolyse.

Expérience 4: Toutes les solutions étant hypertoniques, on doit s'attendre à une plasmolyse puis une déplasmolyse.

- Pour le saccharose, pas de déplasmolyse; la membrane plasmique est imperméable à ce soluté. C'est une grosse molécule. On parle de perméabilité sélective.
- Pour le cas du glucose, la déplasmolyse est plus rapide en comparaison avec le cas de NaCl. La membrane plasmique est plus perméable au glucose qu'au NaCl. On parle de perméabilité différentielle.
- Pour le cas du glycérol et de l'urée, la perméabilité de la membrane plasmique est tellement élevée que l'on passe directement à la déplasmolyse, sans passer par la plasmolyse.

Conclusions :

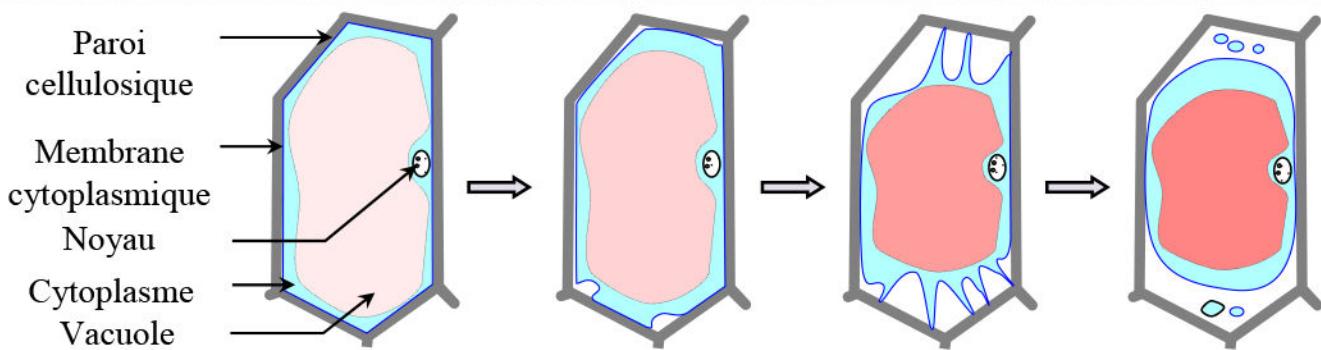
- ✓ La diffusion est le déplacement des molécules en solution entre deux milieux séparés par une membrane perméable. Ce déplacement s'effectue du milieu le plus concentré vers le milieu le moins concentré. À l'équilibre, la concentration du soluté est la même dans les deux milieux.
- ✓ Lorsqu'une substance traverse la membrane plasmique suivant un gradient décroissant, on peut considérer en première approximation, que sa diffusion à travers la membrane est une diffusion libre.
- ✓ La diffusion est en grande partie liée à la taille des molécules; autrement dit, à la masse molaire: les molécules les plus petites traversent la membrane plus facilement.

② Mise en évidence de la diffusion orientée:

a) **Expérience:** (Voir le document 9)

Document 9: Mise en évidence de la diffusion orientée:

L'étude des étapes de la plasmolyse des cellules d'épiderme d'oignon préalablement placées dans une solution de rouge neutre à 1 g/l, pH = 7,4, montre que les vacuoles sont de plus en plus colorées (Voir figure ci-dessous).



Dégager de ce document les arguments qui montrent qu'il s'agit d'une diffusion orientée.

b) Interprétation des résultats:

Les vacuoles sont de plus en plus colorées, cela peut être expliqué par le fait que l'eau sort mais le rouge neutre reste. Ainsi le rouge neutre ne traverse la membrane que dans un seul sens: sa diffusion est dite orientée.

③ Mise en évidence de la diffusion facilitée:

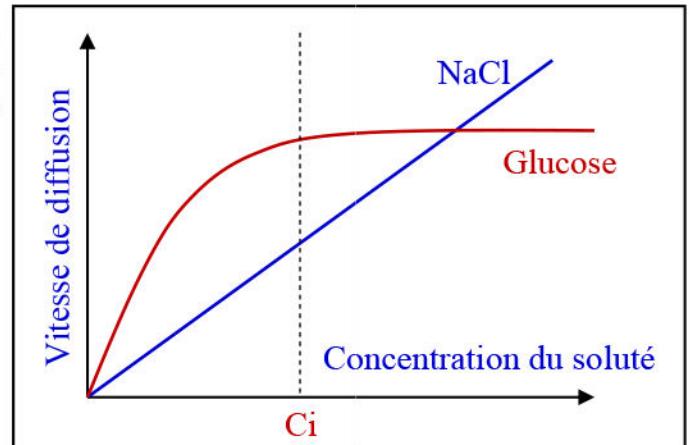
a) Expérience: (Voir le document 10)

Document 10: Mise en évidence de la diffusion facilitée:

Une étude de la vitesse de diffusion d'un soluté à travers la membrane cytoplasmique d'une cellule vivante a permis de tracer les courbes de la figure ci contre.

Les courbes représentent l'évolution de la diffusion du glucose et de NaCl en fonction de leur concentration dans le milieu extracellulaire.

Analyser les courbes du document et proposer une explication de la différence de l'allure des deux courbes.

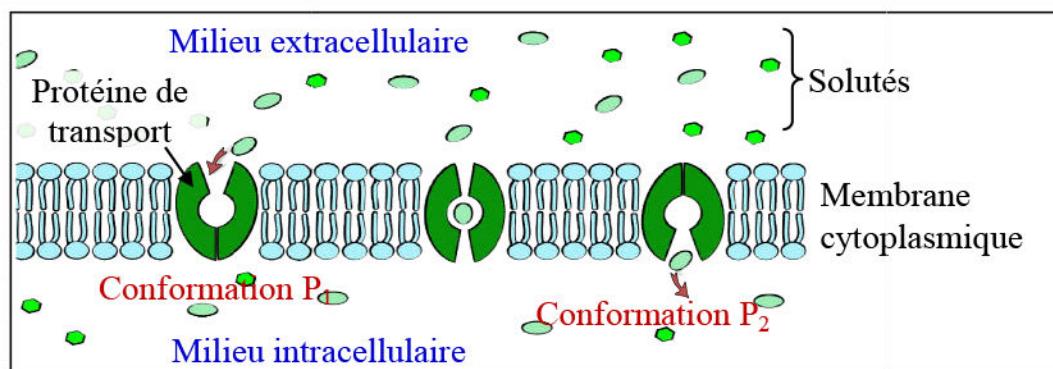


b) Interprétation des résultats:

La diffusion de NaCl est proportionnelle à sa concentration, plus la concentration augmente plus la diffusion augmente.

Pour les faibles concentrations de glucose, inférieur à une valeur C_i , la diffusion est très rapide, et atteint très vite la valeur maximale. Au dessus de la concentration C_i la diffusion reste stable en une valeur maximale.

La diffusion rapide du glucose est due à des transporteurs spécifiques, ce sont des protéines intégrées dans la membrane cytoplasmique qui fixent le glucose du milieu extérieur et le dépose dans le cytoplasme, ils facilitent donc le transport du glucose sans aucune consommation d'énergie, ce mécanisme est appelé transport facilité.



L'augmentation rapide de la diffusion est due à l'engagement successif des transporteurs. Quand tous les transporteurs qui existent dans la membrane cytoplasmique sont engagés, la vitesse de diffusion atteint la valeur maximale et se stabilise.

④ Mise en évidence du transport actif:

a) Expérience: (Voir le document 11)

Document 11: Mise en évidence du transport actif:

Valonia est une algue verte marine unicellulaire qui se nourrit directement de l'eau de mer par des échanges cellulaires. On a mesuré la concentration de quelques ions dans le suc vacuolaire de cette algue et dans son milieu de culture : dans des conditions normales et après addition du cyanure dans le milieu de culture (Le cyanure est une substance toxique qui inhibe la production de l'énergie au niveau de la cellule).



Les résultats obtenus sont représentés sur le tableau suivant :

Milieu de culture	Ions	Comparaison de la concentration intracellulaire et la concentration du milieu de culture
Eau de mer (conditions normales)	K ⁺	Le suc vacuolaire est plus concentré que le milieu extracellulaire
	Na ⁺	Le milieu extracellulaire est plus concentré que le suc vacuolaire
Addition du cyanure au milieu de culture	K ⁺ et Na ⁺	Egalité de concentration entre le suc vacuolaire et le milieu extracellulaire.

D'autres expériences montrent que les ions Na⁺ et K⁺ se déplacent en permanence entre le milieu intracellulaire et le milieu extracellulaire, ce qui permet le maintien de l'inégalité de concentration entre les deux milieux dans les conditions normales.

En s'appuyant sur les résultats des expériences de ce document, montrer que les ions Na⁺ et K⁺ subissent un transport actif chez Valonia en expliquant les résultats obtenus.

b) Interprétation des résultats:

La concentration en K⁺ est plus élevée à l'intérieur des cellules qu'à l'extérieur, alors que la situation est inversée pour Na⁺. Cette inégalité de concentration de ces ions disparaît en absence d'énergie cellulaire.

Les ions Na⁺ et K⁺ se déplacent en permanence entre le milieu intracellulaire et le milieu extracellulaire. S'il s'agissait uniquement de la diffusion, qui est un phénomène purement physique, on devrait s'attendre à un état d'équilibre pour lequel on aura une égalité de concentration des ions de part et d'autre de la membrane plasmique.

En plus de la diffusion, il existe un autre type de transport des molécules à travers la membrane plasmique, c'est le transport actif. Ce transport est lié à la vie de la cellule, et nécessite de l'énergie. Ainsi il est bloqué lorsque la respiration cellulaire est bloquée.

Le transport actif travaille dans le sens inverse de la diffusion pour maintenir l'inégalité de concentrations ioniques de part et d'autre de la membrane plasmique.

Le transport actif c'est le transport de substances dissoutes à travers la membrane cytoplasmique contre le gradient de concentration, du milieu hypotonique vers le milieu hypertonique, par des protéines intégrées dans la membrane cytoplasmique qui consomme de l'énergie.

IV – Les mécanismes d'absorption d'eau et des sels minéraux chez les plantes:

① Les structures responsables de l'absorption:

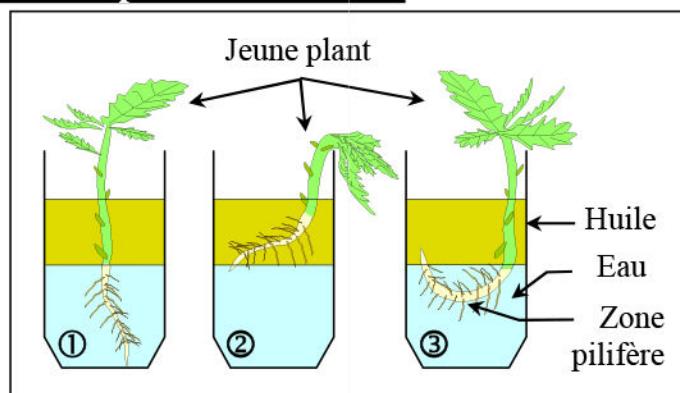
a) Expérience de Rosène : (Voir le document 12)

Document 12: Mise en évidence de la zone d'absorption de la racine.

Pour déterminer le lieu d'absorption de l'eau par une jeune racine, on fait germer sur du coton des graines de radis ou de moutarde. On obtient des plantes avec les premières feuilles en une dizaine de jours. Avec ces plantules on réalise les expériences suivantes :

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.

- ①: L'extrémité de la racine et la zone pilifère plongent toutes les deux dans l'eau.
- ②: Seule l'extrémité de la racine plonge dans l'eau.
- ③: Seule la zone pilifère plonge dans l'eau.



Montrez en justifiant votre réponse, la zone d'absorption de l'eau par la plantule.

b) Interprétation des résultats:

D'après les résultats de la manipulation, seule la plantule dont la zone pilifère est plongée dans l'huile, se fane.

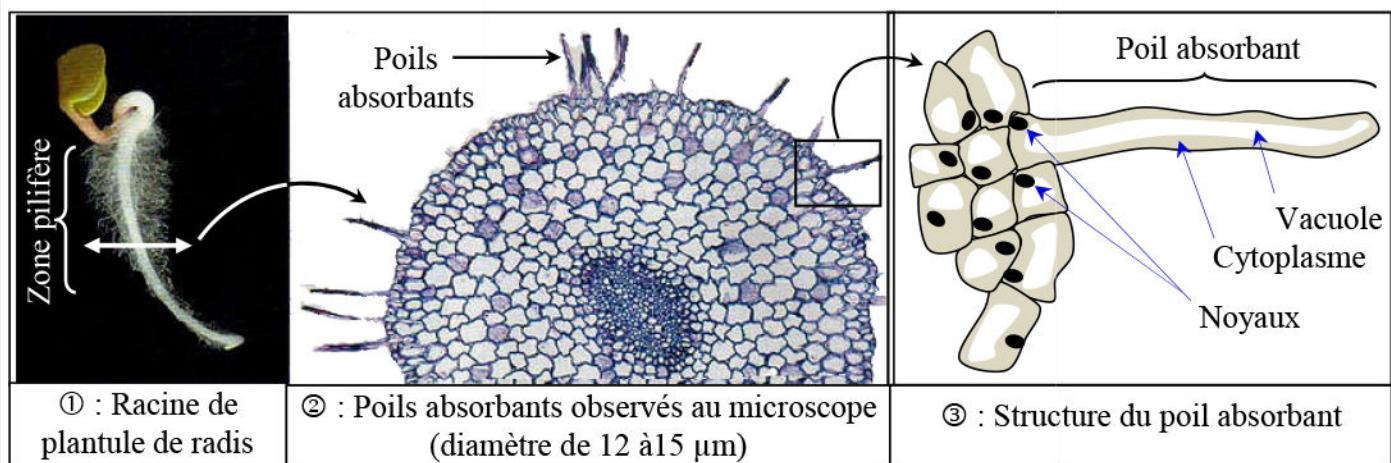
Conclusion: la plante absorbe de l'eau et les sels minéraux à travers les poils de la zone pilifère. On parle donc de «poils absorbants».

c) Structure du poil absorbant: (Voir le document 13)

Document 13: Structure du poil absorbant.

Chez de nombreuses plantes terrestres, principalement chez les plantes herbacées, l'entrée des molécules d'eau se fait par des poils très fins: les poils absorbants. Ceux-ci sont localisés dans la zone sub-terminale des jeunes racines, appelée zone pilifère.

La figure ci-dessous présente un ensemble d'observations permettant de déterminer la structure d'un poil absorbant.



En exploitant les données de ce document, montrez que le poil absorbant est une cellule spécialisée pour absorber de l'eau et des sels minéraux.

Chez de nombreuses plantes terrestres, les racines présentent, au voisinage de leur extrémité, de nombreux poils absorbants formant la zone pilifère.

On peut facilement comprendre que le poil absorbant est une cellule adaptée à l'absorption de l'eau et des sels minéraux, si l'on tient compte des observations suivantes :

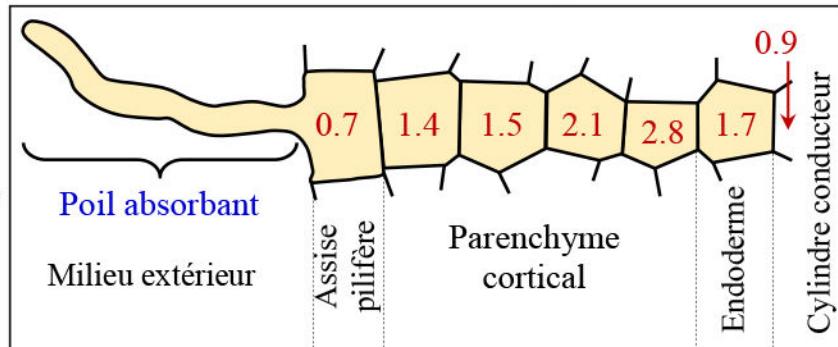
- ✓ L'absorption de l'eau et des sels minéraux s'effectue au niveau de la zone pilifère qui est riche en poils absorbants.
- ✓ En plus des constituants ordinaires que l'on retrouve chez toute cellule végétale, le poil absorbant est doté d'un prolongement très important qui assure une grande surface de contact avec la solution du sol. C'est à travers cette surface de contact que s'effectue le phénomène d'absorption de l'eau et des sels minéraux.

② Mécanismes d'absorption de l'eau et des sels minéraux:

a) Données expérimentales : (Voir le document 14)

Document 14: Mécanisme d'absorption de l'eau et des sels minéraux.

Une coupe transversale, effectuée au niveau de la région pilifère d'une jeune racine, montre l'existence de deux zones concentriques nettement distinctes: écorce ou cortex et cylindre central ou endoderme où se trouvent les vaisseaux du bois conducteurs de la sève brute.



La figure ci-dessus présente une coupe transversale d'une racine montrant les valeurs de la pression osmotique en atmosphère dans les différentes cellules d'une racine de fève situées entre le poil absorbant et le cylindre central.

En exploitant les données de ce document, montrez comment l'eau circule du milieu extérieur vers le centre de la racine ?

b) Exploitation des résultats :

Un poil absorbant étant une cellule géante dont la vacuole représente le milieu intracellulaire alors que le milieu extracellulaire étant la solution du sol (eau + sels minéraux du sol).

La pression osmotique dans les cellules de la racine est de plus en plus élevée en passant de la périphérie vers le centre. Puis il y'a une inversion du gradient de pression osmotique au niveau de l'endoderme.

L'eau absorbée traverse horizontalement la racine du poil absorbant vers le cylindre conducteur, en passant de cellule en cellule par le mécanisme de l'osmose : c'est la conduction latérale.

Des poils absorbants à l'endoderme, l'eau circule de manière passive selon les lois de l'osmose; à partir de l'endoderme, la progression nécessite une dépense d'énergie : c'est un transport actif.

C'est le transport actif qui permet le passage des sels minéraux de la solution du sol vers les tissus de la racine.

③ Rôle de la transpiration dans l'acheminement de la sève brute:

a) Données expérimentales : (Voir le document 15)

Document 15: Rôle de la transpiration dans l'acheminement de la sève brute.

★ En 1727, Hales a découpé la base du tronc de vigne, il a observé la sortie d'un liquide de la zone découpée. Lorsqu'il a relié cette zone à un osmomètre (figure 1), il a constaté que le liquide sort sous une pression qu'il l'a appelé la poussée radiculaire.

★ On met un jeune plant de haricot à l'extrémité d'un tube, comme représenté dans le schéma de la figure 2. On mesure la distance du recul de l'eau colorée dans le tube fin; et ce au bout de 5 minutes et après 20 minutes. On enlève la moitié des feuilles, et on refait les mesures de la même manière.

Figure 1

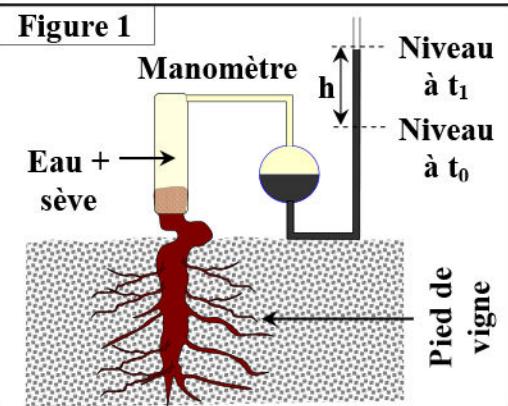
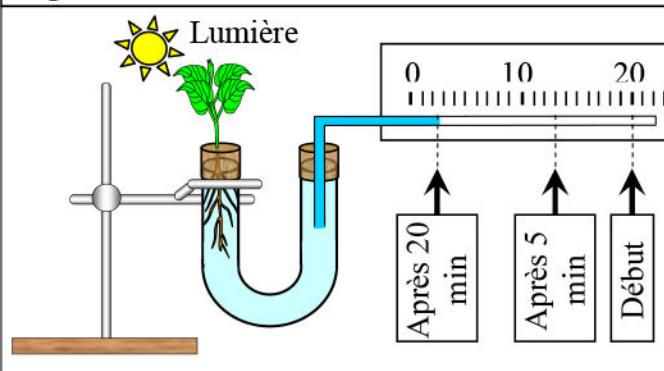
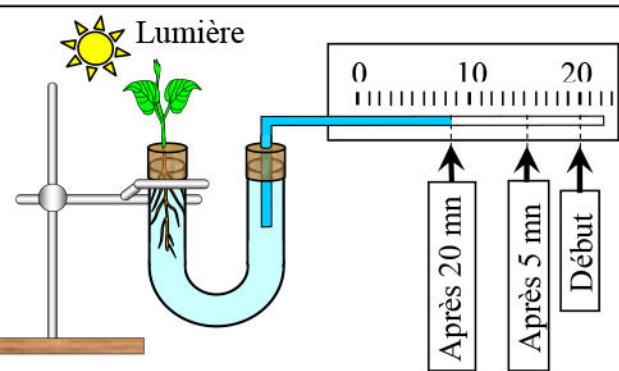


Figure 2 :

Cas 1



Cas 2



A partir des données de ce documents, expliquez comment s'effectue le transport de la sève brute depuis les racines jusqu'aux feuilles.

b) Exploitation des résultats:

La figure 1: La monté du liquide dans le tube fin de l'osmomètre se fait sous l'effet d'une pression dite poussée radiculaire. Quel est donc le phénomène responsable de cette pression ?

La figure 2 : On constate que l'absorption de l'eau diminue sensiblement lorsqu'on enlève les feuilles de la plante (cas 2). Ainsi grâce à la transpiration qui s'effectue au niveau des feuilles, il s'effectue un appel d'eau ascendant depuis la racine vers les feuilles. Ainsi la sève brute est acheminée des racines vers les feuilles. L'ascension de l'eau qui s'effectue sous l'effet de la transpiration au niveau des feuilles s'appelle l'appel foliaire.

V – Les structures cellulaires intervenant dans 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?

① L'ultrastructure de la paroi squelettique: (Voir le document 16)

Document 16: L'ultrastructure de la paroi squelettique.

La paroi cellulaire est l'une des particularités de la cellule végétale.

Cette paroi leur permet d'acquérir une certaine rigidité essentielle au maintien d'une forte pression osmotique intracellulaire, elle-même indispensable au port de la plante.

Les figures ci-contre, illustrent la structure et l'ultrastructure de la paroi cellulosique :

- 1 = Perforation;
- 2 = Ponctuation;
- 3 = Ponctuation à plasmodesmes;
- 4 = Plasmodesme;
- 5 = Méat;
- 6 = Lamelle moyenne (pectine);
- 7 = Paroi primaire (Cellulose + pectine);
- 8 = Paroi secondaire (Cellulose 100%).

La paroi pectocellulosique est formée au centre d'une lamelle moyenne, la paroi primaire et la paroi secondaire.

Figure 1: cellule végétale

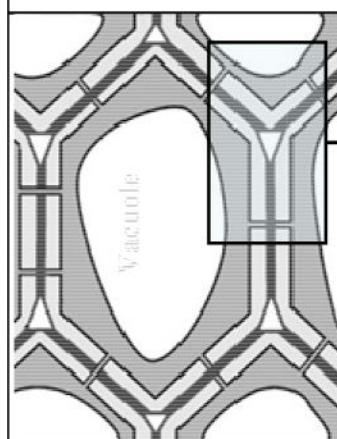


Figure 2 : L'ultrastructure de la paroi squelettique

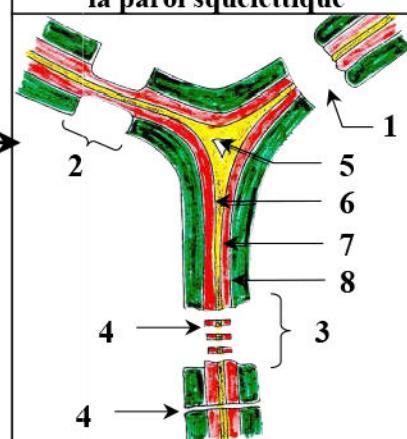
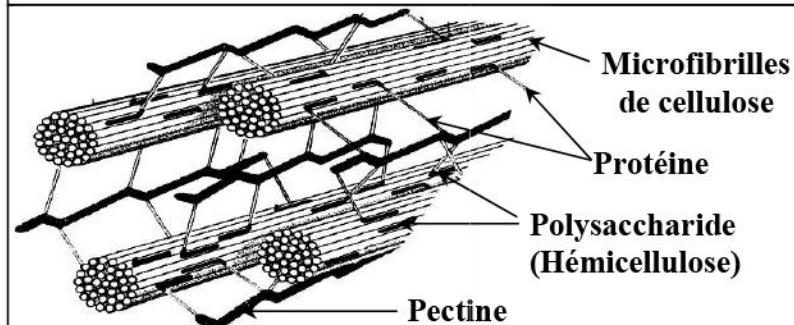


Figure 3 : la structure moléculaire de la paroi pectocellulosique



A partir des données de ce documents, expliquez comment s'effectue le transport de la sève brute depuis les racines jusqu'aux feuilles.

La paroi pectocellulosique est une enveloppe périphérique par rapport à la membrane plasmique. Elle comporte de l'extérieur vers l'intérieur: la lamelle moyenne commune aux cellules voisines, la paroi primaire puis la paroi secondaire.

Cette paroi possède des ponctuations correspondant à des plages de plasmodesmes, elles mêmes correspondant à de petits orifices permettant la communication entre les cellules.

La paroi squelettique est constituée essentiellement de polysaccharides (pectine et cellulose) et de protéines (Glycoprotéines).

- ✓ La cellulose est une macromolécule caractéristique du règne végétal. C'est un polysaccharide homogène (constitué d'un seul type de monomère), formé de longues chaînes tendues qui s'associent les unes avec les autres pour former des paquets de microfibrilles.
- ✓ Les hémicelluloses sont des polymères hétérogènes à structure linéaire ramifiée.
- ✓ Les pectines qui sont des polysaccharides hétérogènes.

② L'ultrastructure de la membrane plasmique: (Voir le document 17)

Document 17: Structure et ultrastructure de la membrane plasmique.

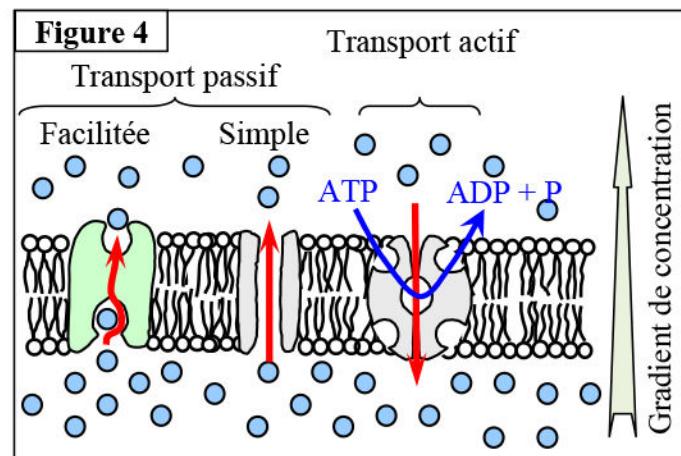
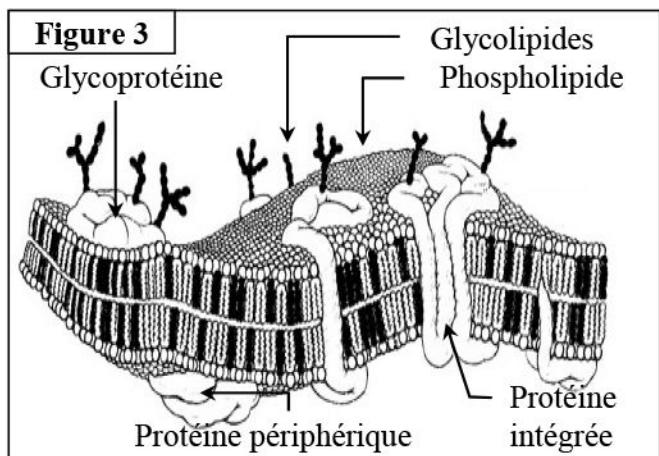
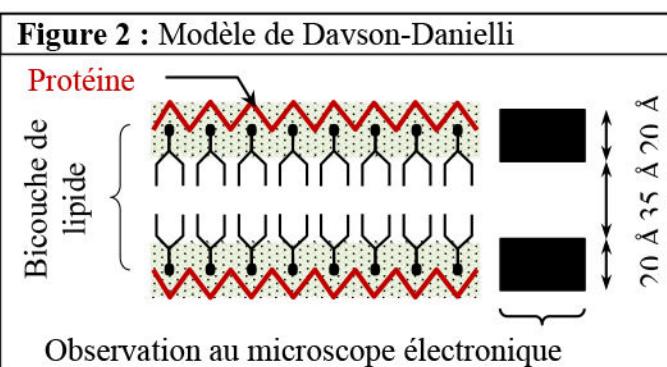
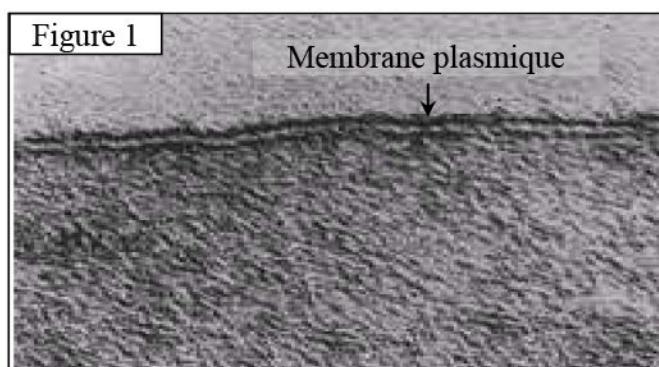
Les membranes cellulaires forment un réseau qui permet de délimiter différents compartiments dans la cellule. Leurs structures sont très proches et peuvent être comparées à celle de la membrane cytoplasmique.

★ Figure 1: Observé au microscope électronique ($\times 120\,000$), la membrane plasmique est formée de deux couches sombres séparées par une couche claire ($\varnothing = 75 \text{ \AA}$).

★ Figure 2: Le modèle de Davson-Danielli était un modèle de la membrane plasmique d'une cellule, proposé en 1935 par Hugh Davson et James Danielli: une double couche de molécules de lipides est prise en sandwich dans une double couche de molécules de protides.

★ Figure 3: Le modèle de Singer et Nicholson: La membrane plasmique constitue une structure dynamique. Le modèle principal décrivant cette dynamique est celui de la *mosaïque fluide* proposé par Singer et Nicholson en 1972. Selon ce modèle, phospholipides et protéines membranaires sont libres de se mouvoir au sein de la membrane.

★ Figure 4: Un schéma présente la membrane cytoplasmique en trois dimensions.



A partir de l'exploitation des données proposées par ce document :

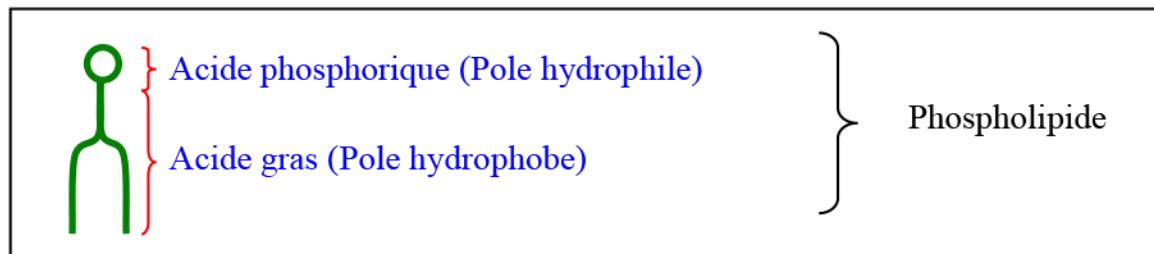
- 1) Déterminez les différents composants chimiques de la membrane plasmique puis décrivez sa structure.
- 2) Expliquez les différents mécanismes qui assurent le transport de l'eau et les sels minéraux à travers la membrane plasmique.

1) La membrane plasmique est la membrane qui délimite une cellule. Elle sépare l'intérieur de la cellule (le cytoplasme) du milieu extérieur.

En microscopie optique, la membrane est quasi invisible. En microscopie électronique, elle a l'aspect tri-lamellaire (3 couches) : deux feuillets denses séparés par un feuillet clair.

Elle est composée de 3 constituants principaux : 80 % de phospholipides (et de cholestérol pour les cellules animales), 20 % de protéines une très faible proportion de glucides.

Les phospholipides se composent d'acide gras insoluble dans l'eau liés à l'acide phosphorique soluble dans l'eau, ce qui donne à la molécule de phospholipide une polarité vis-à-vis de l'eau, avec un pôle hydrophile et un pôle hydrophobe, on la représente par le schéma suivant :



A partir de la composition chimique et de l'ultra structure, on suppose que les feuillets sombres sont des pôles hydrophiles et le feuillet clair est formé des pôles hydrophobes des phospholipides.

Le modèle de Danielli et Davson permettait de mieux comprendre la structure tri-lamellaire de la membrane plasmique, mais il se révèle très vite insuffisant, il ne permet pas d'expliquer la diffusion de molécules d'eau et de solutés hydrophiles.

Singer et Nicholson en 1972 ont proposé le modèle de la mosaïque fluide. Les protéines membranaires sont insérées dans la double couche lipidique ou à sa périphérique.

Selon ce modèle, les constituants de la membrane cytoplasmique, ne sont pas figés, mais ils sont capables de se déplacer à l'intérieur de la membrane sous forme de mosaïque fluide.

2) Selon le modèle de la mosaïque fluide, la membrane cytoplasmique est constituée d'un ensemble de molécules actives capables d'effectuer des échanges de matière au niveau de la cellule:

- ✓ Certaines protéines constituent des canaux d'eau temporaires qui permettent le passage de l'eau et des sels solubles en fonction du degré de concentration. C'est la diffusion simple.
- ✓ Certaines protéines de transport se lient à certaines molécules et facilitent leur passage à travers la membrane cytoplasmique selon le gradient de concentration.
- ✓ Certaines protéines intrinsèques agissent comme des molécules qui transportent des molécules contre le gradient de concentration ce qui demande la consommation d'énergie sous forme d'ATP.