

Unité 2

Production de la matière organique et flux d'énergie

Introduction

L'énergie est à l'origine de toute vie, chaque phénomène biologique en nécessite ou en produit.

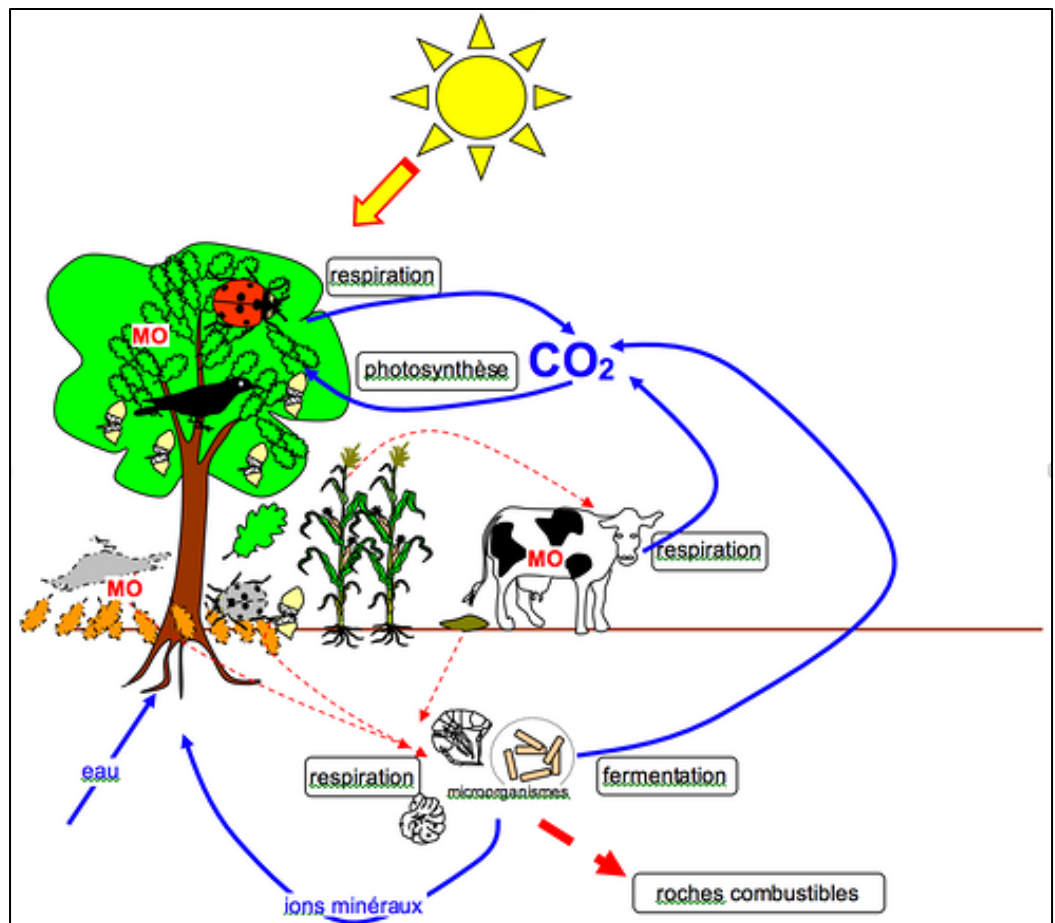
La principale source d'énergie pour les êtres vivants terrestres est le soleil, or on sait que seuls les végétaux chlorophylliens peuvent capter l'énergie solaire disponible et la stocker sous forme d'énergie chimique. Ces êtres vivants, producteurs primaires des écosystèmes, sont en effet capables de transformer la matière minérale pauvre en énergie chimique en matière organique riche en énergie chimique potentielle grâce aux mécanismes biochimiques de la photosynthèse.

Les autres producteurs des diverses chaînes alimentaires ne peuvent fabriquer leur propre matière organique et leur énergie qu'à partir de cette matière organique préexistante.

On sait qu'à l'échelle d'un écosystème, la matière organique sera entièrement recyclée en matière minérale grâce aux décomposeurs du sol, alors qu'une partie importante de l'énergie chimique sera définitivement perdue sous forme de chaleur lors de la respiration, la fermentation, la contraction musculaire, ... des êtres vivants.

Quels sont les mécanismes qui permettent l'absorption de l'eau et des sels minéraux ?

Comment les plantes chlorophylliennes synthétisent leur matière organique ?



Absorption de l'eau et des sels minéraux chez les plantes chlorophylliennes

Introduction

Les plantes sont essentiellement constituées d'eau (50 à 90%). Leur système circulatoire est ouvert vers l'extérieur, donc l'eau traverse la plante avant d'être réémise dans l'atmosphère sous forme de vapeur. Une plante en 24 heures consomme 10 fois plus d'eau qu'un animal.

Doc 1: Mise en évidence de l'importance des sels minéraux pour la vie des plantes chlorophylliennes

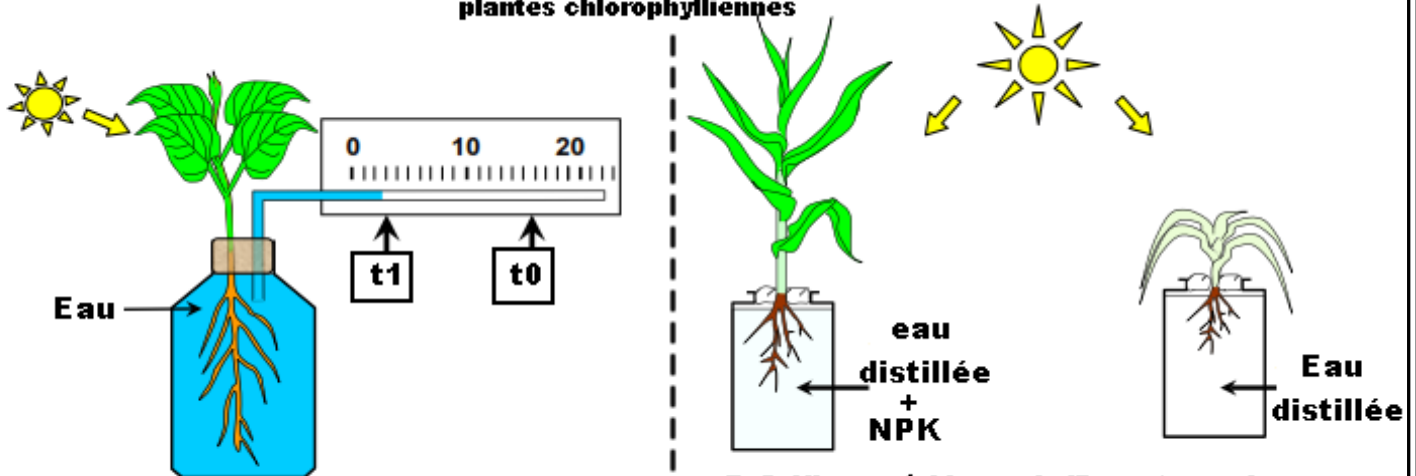


fig 1: Mesurer le volume d'eau absorbé par une plante

fig 2: Mise en évidence de l'importance des sels minéraux pour la vie des plantes chlorophylliennes

1- Quelles sont les structures cellulaires responsables de l'absorption de l'eau et des sels minéraux par les plantes chlorophylliennes ?

J- Mise en évidence des échanges d'eau chez les plantes chlorophylliennes

1- Mise en évidence des échanges d'eau au niveau d'un tissu végétal

1-1- Manipulation

Doc1 :

Principe :

Des échantillons de même longueur en forme de frites sont découpés dans un tubercule de pomme de terre et sont ensuite placés dans des tubes contenant des solutions de saccharose de concentrations croissantes. Après incubation, les frites sont sorties des tubes, mesurées de nouveau et on construit le graphique représentant le pourcentage de variation de leur longueur en fonction de la concentration de la solution.

Manipulation :

- > Préparer des échantillons en forme de frites taillées dans une pomme de terre, de 50 mm de long environ sur 1x1 cm² de section.
- > Préparer neuf tubes à essai numérotés de 1 à 9 contenant chacun 20 ml d'une solution de saccharose avec des concentrations croissantes allant de 0 mol/l dans le tube n° 1 à 1 mol/l dans le tube n° 9.
- > Placer dans chacun des tubes une frite bien immergée et laisser reposer pendant 3 heures en agitant de temps en temps.
- > Sortir les frites, les placer par ordre les unes à côté des autres.
- > Prendre une photo numérique et mesurer la longueur apparente des frites.



Fig a : Situation initiale
- Tailles identiques -

Fig b : Frites dans des solutions
de saccharose de
concentrations différentes

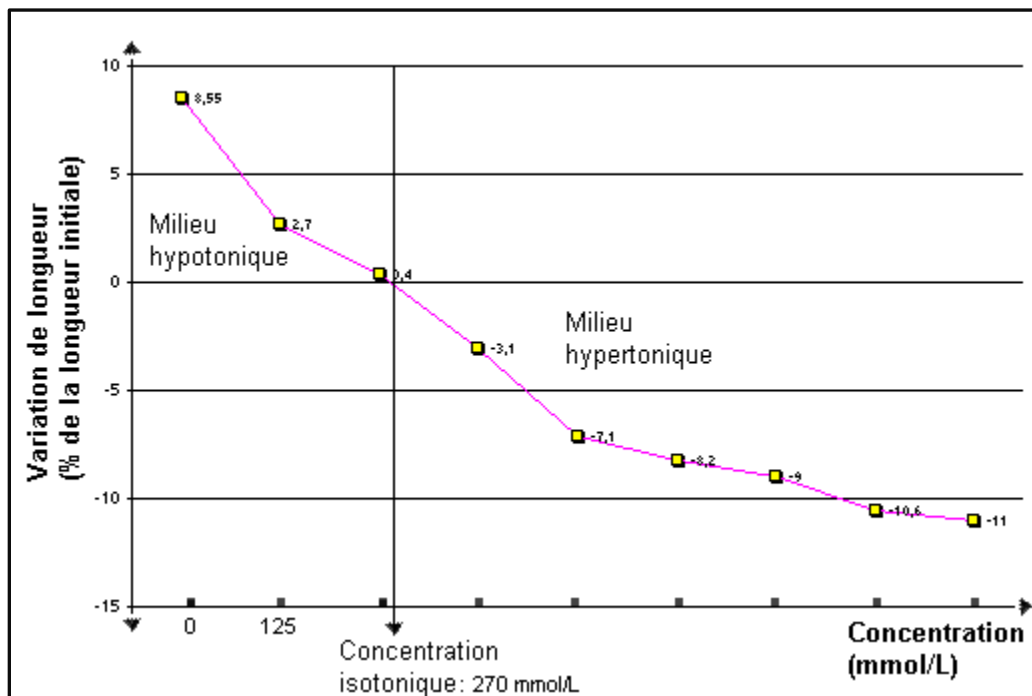
Fig c : Résultat, situation finale
- Tailles différentes -

Tube N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9
[Saccharose] mol.l ⁻¹	0	0,125	0,25	0,375	0,5	0,625	0,75	0,875	1
Longueur initiale (L ₀) en mm	255	251	253	253	252	254	254	253	253
Longueur finale (L ₁) en mm	278	258	254	245	234	233	231	226	225
% de variation: [(L ₁ -L ₀)/L] x 100	+ 8,5	+ 2,7	+ 0,4	- 3,1	- 7,1	- 8,2	- 9	- 10,6	- 11

Fig d : Exemple de résultats de variation de la longueur des frites placées dans différentes solutions de saccharose

Réaliser la manipulation. Présenter les résultats dans un tableau et faire la représentation graphique du pourcentage de la variation de la longueur des frites en fonction de la concentration du saccharose.

Déterminer la concentration pour laquelle la longueur des frites ne change pas. Interpréter ces résultats ? Que pouvez-vous déduire ?



1-1- Analyse et conclusion

- ◆ Les résultats montrent une augmentation de la longueur des frites dans des concentrations de saccharose de 0 à 0,25 mol/l. Dans des solutions de saccharose à concentration supérieure ou égale à 0,375 mol/l, la longueur des frites diminue.

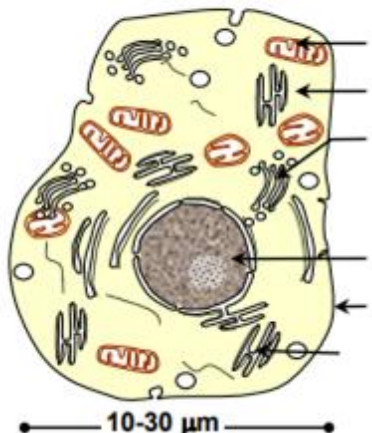
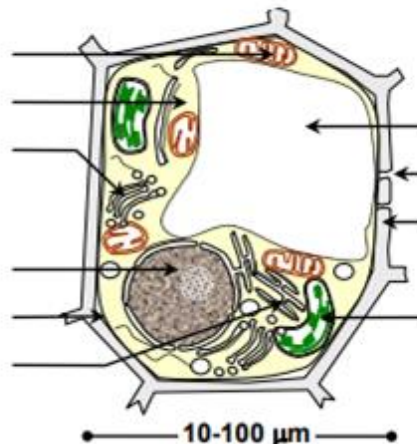
♦ On constate ainsi que la taille des frites augmente dans les solutions peu concentrées et diminue dans les solutions concentrées. En outre, la variation de longueur est proportionnelle à la concentration et elle est nulle pour une concentration donnée qu'on peut le déterminer graphiquement à partir de la courbe obtenue. (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 0,27 mol/L.)

La courbe obtenue montre que la dimension des frites dépend de la concentration du milieu. Dans un milieu hypotonique, les cellules s'allongent en raison de la turgescence tandis que dans un milieu hypertonique, elles raccourcissent en raison de la plasmolyse. 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 0,27 mol/L.

2- Mise en évidence des échanges d'eau au niveau de la cellule

2-1- structure cellulaire

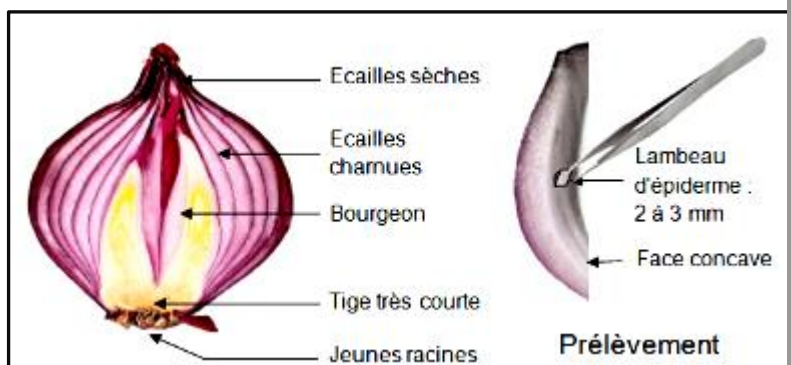
Doc 2 :

Cellule animale		Cellule végétale		
	1 ----- 2 ----- 3 ----- 4 ----- 5 ----- 6 -----		7 ----- 8 ----- 9 ----- 10 -----	
1- La mitochondrie	2-Cytoplasme	3-Appareil de Golgi	4-noyau	5-Membrane cytoplasmique
6-Reticulum endoplasmique	7-La Vacuole	9-Membrane squelettique (cellulosique)	8-pore	10- Chloroplaste

2-2- Manipulation et observation

Doc 3 :

- > 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.



Les microphotographies 2, 3 et 4 correspondent à des cellules d'épiderme d'oignon violet placées respectivement dans des solutions de NaCl à 9g/l, 2g/l et 20 g/l.

- 1- Comparer les trois observations microscopiques obtenues : quantité de cytoplasme, taille de la vacuole et intensité de sa coloration.
- 2- Proposer une explication aux différences observées.
- 3- Schématiser et légénder une cellule plasmolysée et une cellule turgescente. Indiquer le sens du mouvement de l'eau.

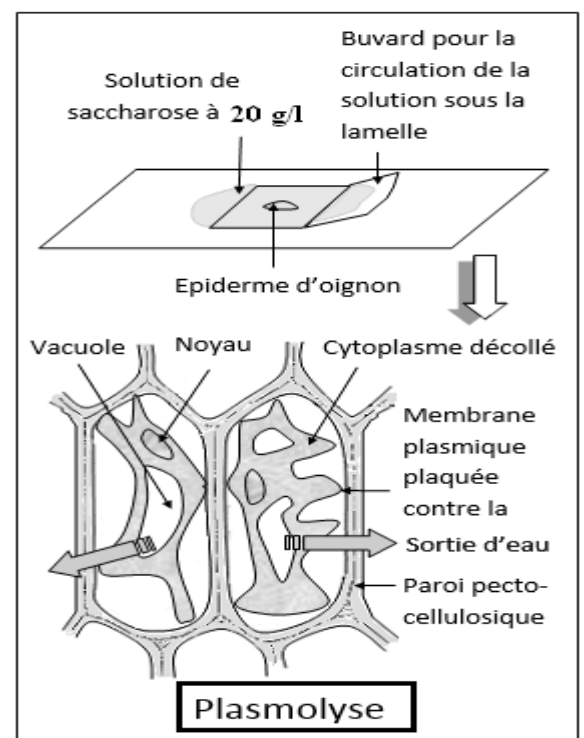
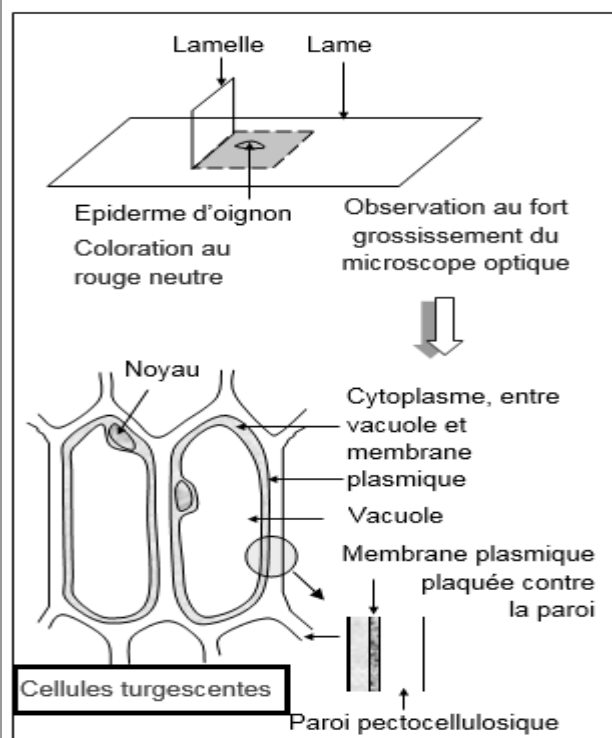
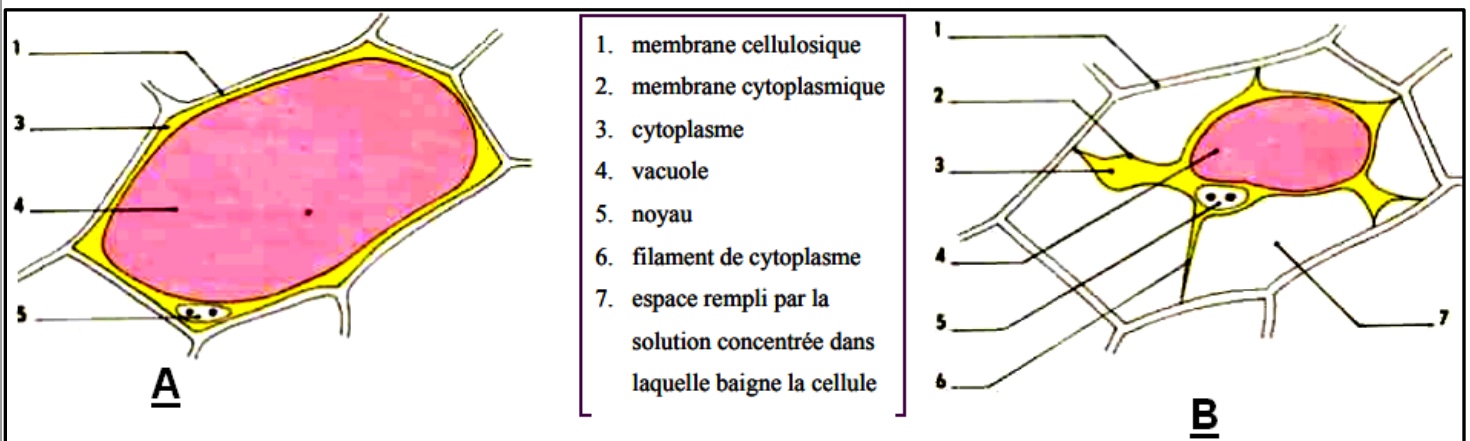
Réponses

1- Quand la concentration du milieu est 2g/l, la vacuole est remplie d'eau. On dit que la cellule est turgescente. Quand la concentration du milieu est 9g/l, la vacuole est moins remplie d'eau, de plus la membrane plasmique commence à se détacher de la paroi cellulaire. On dit que la cellule est en plasmolyse commençante. Quand la concentration du milieu est de 20 g/l., la vacuole se rétracte encore plus et la membrane plasmique reste attachée à la paroi par de fins tractus ou plasmodesmes. On dit que la cellule est en état de plasmolyse.

La turgescence est l'état cellulaire associé à l'élongation ou l'augmentation du volume de la cellule, causée par une entrée d'eau dans cette même cellule.

La plasmolyse est l'état cellulaire résultant d'une perte d'eau par une cellule végétale ou animale, notamment au niveau de sa vacuole. Elle est provoquée par le phénomène d'osmose. ...

2- Schématisation.



3- Le changement d'état de la cellule est dû au mouvement d'eau. Ce mouvement s'appelle l'osmose.

II- Un modèle physique pour expliquer les échanges d'eau.

I- Notion d'osmose

L'osmose permet le passage de l'eau à travers la membrane cellulaire. Ce passage implique la répartition de l'eau entre des milieux différents, il doit être régi par des mécanismes physiques.

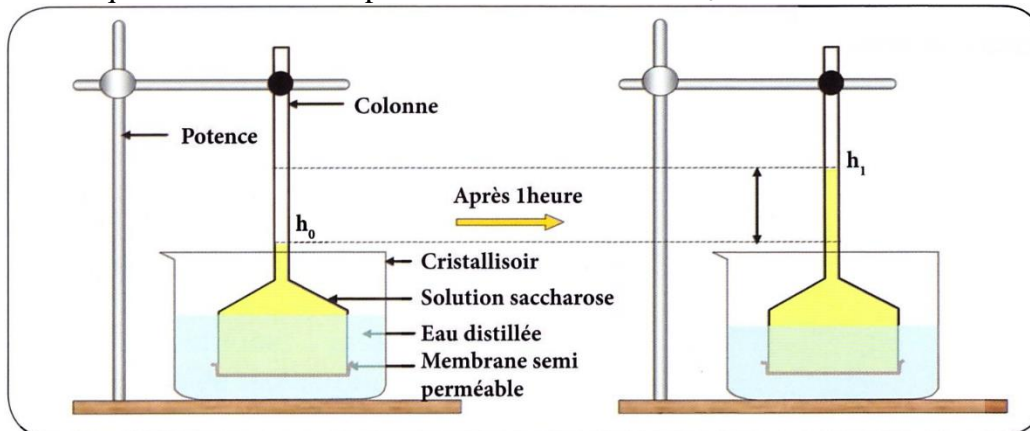
♦ Quels sont les mécanismes physiques qui déterminent le flux de l'eau ?

I-1- Expériences de Dutrochet

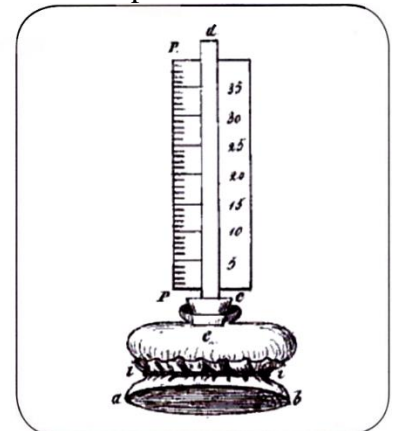
Doc 4 : L'expérience de Dutrochet : 1824, Dutrochet a conçu un osmomètre qui est un prototype expérimental explicatif des mouvements d'eau à travers une membrane semi-perméable.

Protocole :

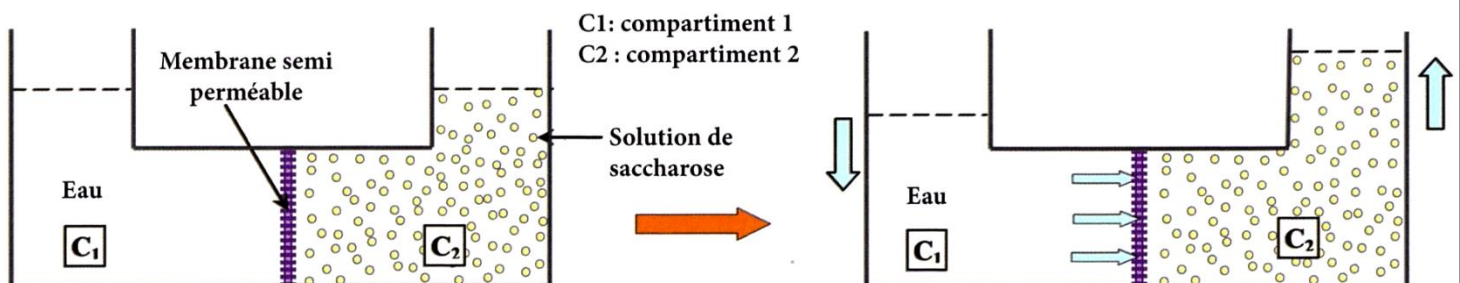
- ♦ Verser de l'eau distillée dans un cristallisoir.
- ♦ Boucher l'extrémité évasée d'un tube en entonnoir par une membrane semi-perméable.
- ♦ Verser dans l'entonnoir une solution de saccharose et plonger la partie évasée dans le cristallisoir.
- ♦ Marquer au début de l'expérience le niveau initial h_0 de la solution et le niveau h_1 atteint après une heure.



Montage expérimental schématique de Dutrochet et résultat de l'expérience



L'osmomètre de Dutrochet



Modèle interprétatif de l'expérience de Dutrochet

Après une heure, le niveau de la solution de saccharose augmente dans le tube en entonnoir de h_0 à h_1 . La membrane est perméable à l'eau et non aux solutés.

On peut expliquer ce résultat par le passage de l'eau du compartiment le moins concentré ou milieu hypotonique vers le compartiment le plus concentré ou milieu hypertonique, c'est à dire vers la solution de saccharose.

♦ Le passage de l'eau d'un compartiment vers l'autre s'effectue sous l'effet de la pression osmotique π . Elle est liée à la concentration du soluté dissout, à sa masse molaire et à la température du milieu. La relation a été établie et porte le nom de loi de *Van't Hoff*:

$$\pi = n \times R \times T \times C/M \text{ en atm (1 atm} = 10^5 \text{ Pa)}$$

n : le nombre d'ions si le soluté est dissociable = (i : nombre d'espèces ioniques du soluté) = (nombre d'ions)

R : la constante des gaz parfaits égale à 0,082,

T : la température du milieu en °K,

C : la concentration massique du soluté en g/l,

M : masse molaire du soluté en g/mole.

Exercice d'application 1

On dissout 700 mg du glucose dans 25mL d'eau à une température 20°C.

Sachant que : M(H) = 1g/mole et M(C) = 12 g/mole et M(O) =16 g/mole

- 1- Calculer la concentration molaire et la concentration massique et la concentration en pourcentage (C%) ?
- 2- Calculer la pression osmotique de la solution ?

Réponses

Données

- ♦ Concentration molaire $C = n/v$ (mol/l) = m/M
- ♦ Concentration massique $C_m = m/v$ (g/l)
- ♦ La concentration en pourcentage (C%) : $C\% = C_m/10$ c'est la masse dissoute dans 100 ml d'eau
- Concentration molaire $C = n/v = m/(M.v) = 0.7/(180 \times 0.025) = 0.15$ mole/l
- Concentration massique $C_m = m/v = 0.7/0.025 = 28$ g/l
- $C\% = C_m/10 = 28/10 = 2.8\%$
- La pression osmotique $\pi = \pi = n \times R \times T \times C = 1 \times 0.082 (20+273) \times 0.15 = 3.6039$ atm

Exercice d'application 2

Pour une solution de saccharose à une température de 20°C.

$$C = 0,10 \text{ M; } \pi = 1 \times 0,082 \times (273 + 20) \times 0,10 = 2,40 \text{ atm} = 2,40 \times 10^5 \text{ Pa.}$$

$$C = 0,35 \text{ M; } \pi = 1 \times 0,082 \times (273 + 20) \times 0,35 = 8,40 \text{ atm} = 8,40 \times 10^5 \text{ Pa.}$$

$$C = 0,60 \text{ M; } \pi = 1 \times 0,082 \times (273 + 20) \times 0,60 = 14,41 \text{ atm} = 14,41 \times 10^5 \text{ Pa}$$

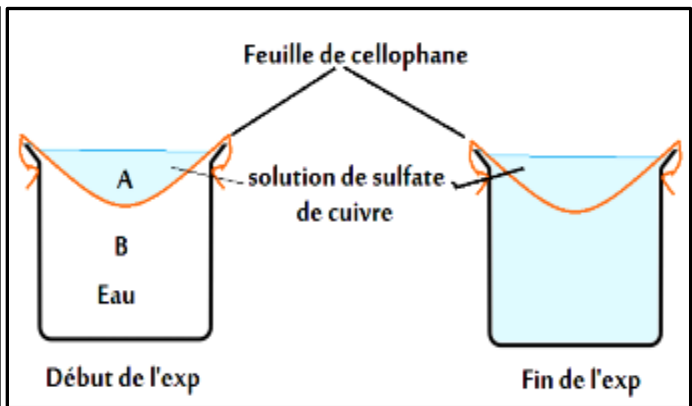
III- Mise en évidence des mécanismes d'échange des substances dissoutes entre le milieu intracellulaire et le milieu extracellulaire.

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 ?

1- 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
- 1- Interprétez des données expérimentales ?
2- Relever le principe de la diffusion ?



Réponses :

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.

2- Les substances qui diffusent se déplacent du milieu à forte concentration vers le milieu à faible concentration c'est la diffusion.

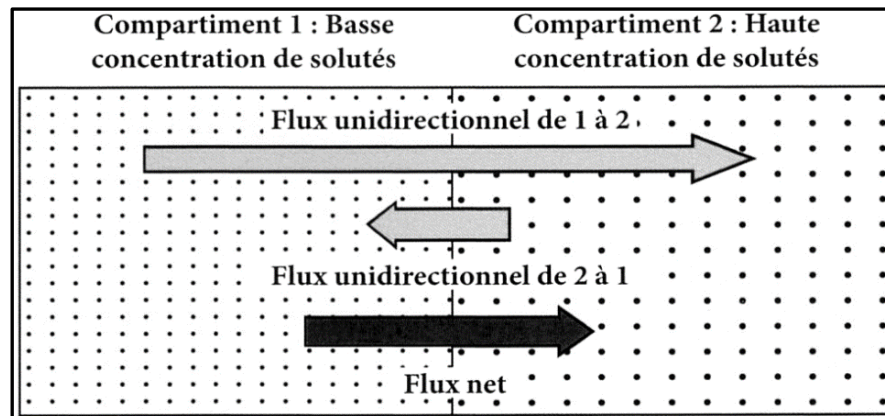
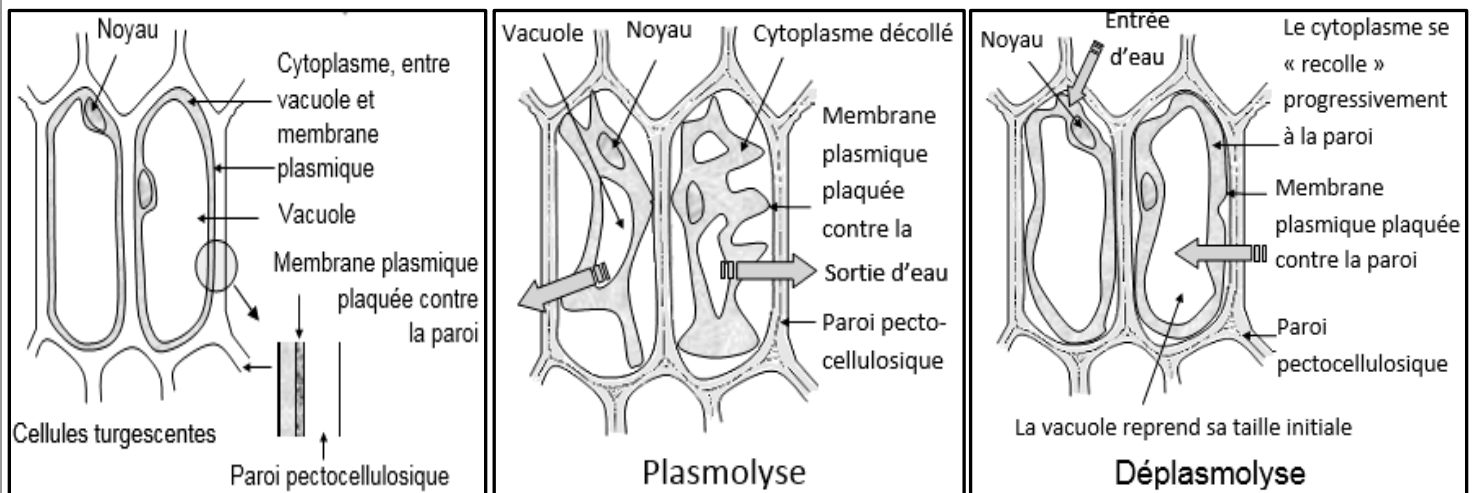
La diffusion est donc la tendance qu'ont les substances à se répartir uniformément dans un milieu.

2- Diffusion simple à travers une membrane biologique

2-1- manipulation de mise en évidence :

Des cellules d'épiderme d'oignon violet sont placées dans une solution hypertonique 0,5M d'acétate d'ammonium (acide).

La vacuole de la cellule contient des anthocyanes (pigment naturel situé dans les vacuoles des cellules), pigment violet qui se colore en rouge en présence d'acides



2-2- Interprétation des résultats

Il y a d'abord plasmolyse suivie d'une déplasmolyse spontanée. La plasmolyse résulte du flux net de l'eau du milieu hypotonique intracellulaire vers le milieu hypertonique extracellulaire. L'inversion du flux d'eau responsable de la déplasmolyse nécessite que le milieu intérieur de la cellule devienne hypertonique.

La déplasmolyse spontanée s'explique par une entrée d'eau dans un second temps, entrée qui ne peut s'expliquer que par le fait que le suc vacuolaire est devenu très concentré par l'entrée des substances dissoutes. Cela montre que la membrane est perméable aux substances dissoutes.

3- La perméabilité sélective et la perméabilité différentielle

3-1 - Expérience

Doc 8 : Expérience :

On dispose dans des verres de montre les solutions suivantes :

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

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 turgescentes.
- 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.

1- Interprétez les données expérimentales du document 3 ; sachant que les molécules étudiées sont classées par taille, comme suit :

NaCl < urée < glucose < saccharose.

2- Etablir une relation entre la perméabilité de la membrane cytoplasmique et la taille des molécules ?

Réponses

1- Toutes les solutions étant hypertoniques, on doit s'attendre à une plasmolyse puis une déplasmolyse.

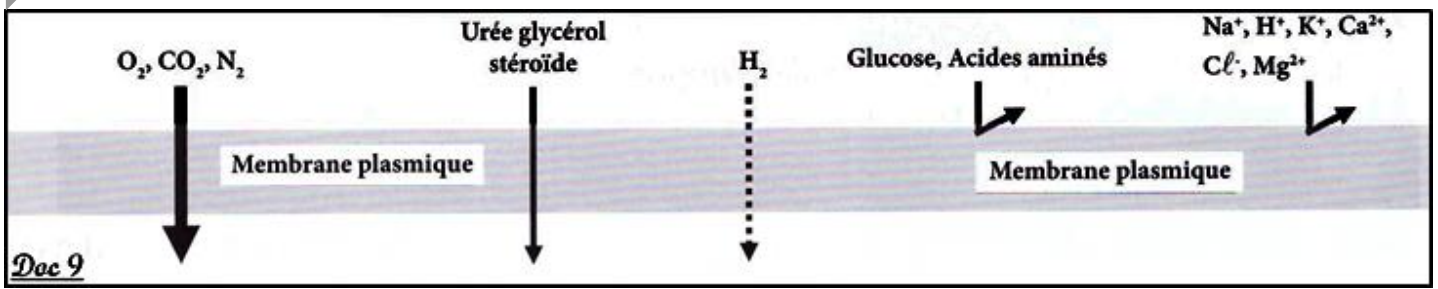
- Pour le saccharose, pas de déplasmolyse ; la membrane plasmique est imperméable à ce soluté. C'est une grosse molécule. On parle de perméabilité sélective.

- 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.

2- Il n'y a que quelques molécules qui traversent la membrane plasmique (plus facilement) par simple diffusion comme l'urée et le dioxygène. Les molécules chargées, même de petite taille (H^+ , Na^+ , K^+ , ...), sont pratiquement incapables de traverser la membrane plasmique par simple diffusion (doc 9).

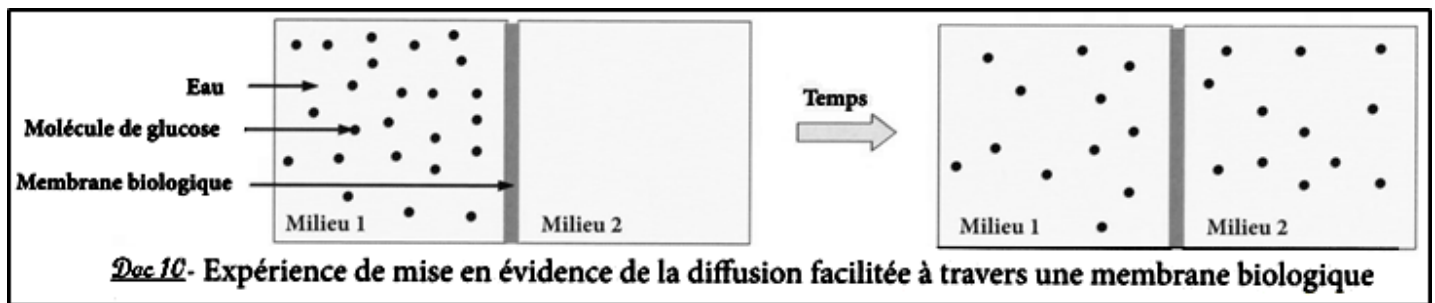


4- Diffusion facilitée et transport actif

Certains éléments indispensables à la vie cellulaire comme les ions et les macromolécules ne traversent pas la membrane par simple diffusion. D'autre part, les propriétés membranaires de dialyse et de perméabilité sélective montrent la nécessité de l'existence de mécanismes d'échanges cellulaires particuliers.

♦ Quels sont ces mécanismes d'échanges cellulaires ?

4-1- Diffusion facilitée à travers une membrane perméable



Le glucose est une substance qui ne traverse pas la membrane par simple diffusion. On peut mesurer le flux du glucose par rapport au temps et traduire ensuite les résultats en graphique.

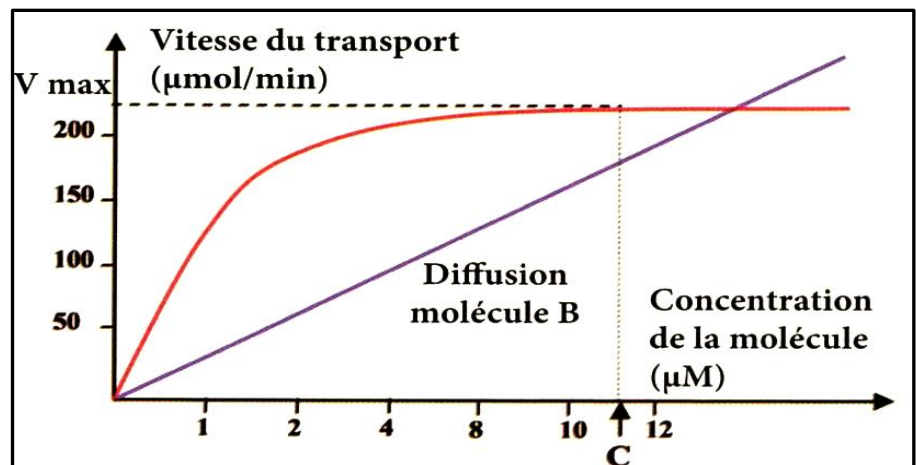
La vitesse de diffusion du glucose se fait rapidement et atteint un maximum V_{max} . L'augmentation de la vitesse de diffusion peut s'expliquer par l'intervention d'intermédiaires qui facilitent le transport. On parle de diffusion facilitée ou transport facilité.

Lorsque la vitesse de transport est

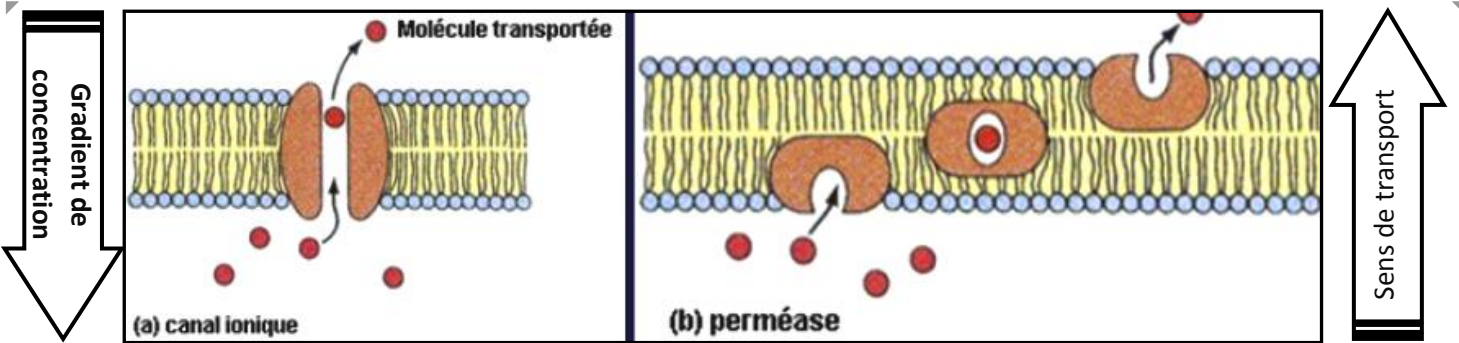
maximale, les transporteurs travaillent au maximum, ils sont saturés.

4-2- Mécanisme du transport facilité à travers la membrane plasmique

Pour passer à travers la membrane plasmique, la molécule utilise une protéine transmembranaire de transport ; (canaux ioniques ou transporteurs)



Doc 11 : Variation de la vitesse de diffusion simple et de transport facilité



Doc 12 : Mécanisme membranaire du transport facilité : protéine porteuse (b) et protéine canal (a)

- ♦ La protéine canal assure le passage des solutés à travers un canal (a).
- ♦ La protéine porteuse se lie d'abord au soluté et fait un mouvement qui permet la translocation du soluté d'un milieu à un autre en traversant la membrane plasmique (b).

Remarque :

Les protéines porteuses permettent le passage des grosses molécules.

4-3- Transport actif à travers une membrane biologique

Doc 13 : *Valonia* est un genre d'algue lagunaire qui se présente sous forme d'associations de cellules géantes, dont le diamètre peut atteindre chez certaines espèces 2 cm. Les cellules ont des noyaux multiples et de nombreux chloroplastes. Certaines espèces sont utilisées pour l'étude des échanges membranaires. La figure 1 montre un schéma d'une cellule isolée de cette algue.

L'utilisation des isotopes radioactifs des ions Na^+ , Cl^-

et K^+ montre qu'un échange permanent s'effectue entre *Valonia* et l'eau de mer. Les concentrations des ions étudiées, en eau de mer et dans les cellules, demeurent constantes.

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

Le tableau de la figure 2 montre une comparaison des concentrations de quelques ions dans l'eau de mer et dans les vacuoles de *Valonia*.

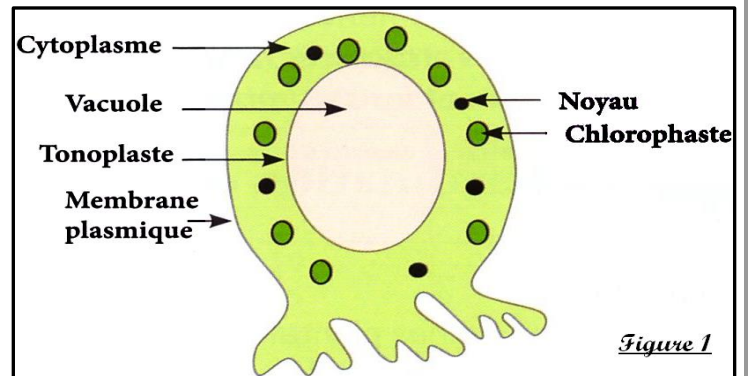


Figure 1

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

Figure 2 : Comparaisons des concentrations de quelques ions dans l'eau de mer et dans les vacuoles de *Valonia*.

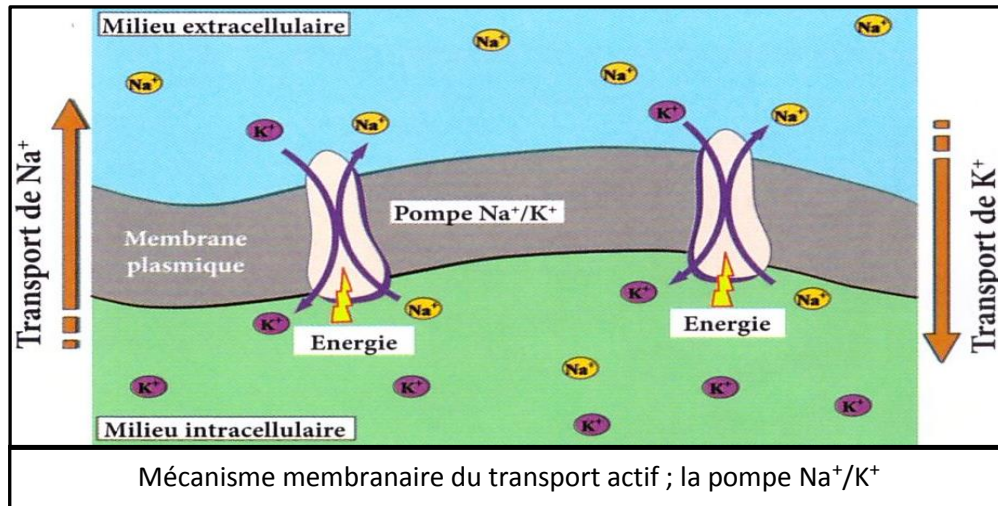
- 1- la diffusion suffit-elle seul pour expliquer les données trouvées par le document ? justifiez ?
- 2- Interprétez les données du tableau sachant que la respiration fournit l'énergie nécessaire à toutes les activités cellulaires ?

Réponses

1- L'utilisation des isotopes radioactifs montre que les ions étudiés traversent la membrane plasmique en permanence dans les deux sens. 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 ; c'est-à-dire entre le milieu intracellulaire et le milieu extracellulaire.

2- 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. On sait bien que la respiration cellulaire fournit l'énergie nécessaire pour toutes les activités cellulaires.

- Le transport actif travaille dans le sens inverse de la diffusion pour maintenir les inégalités de concentrations ioniques de part et d'autre de la membrane plasmique c'est-à-dire entre le MIC et le MEC.
- La chaleur dénature les protéines en général ; en l'occurrence les protéines qui vont jouer le rôle de pompes responsables du transport actif.



IV- Mécanisme d'absorption de l'eau et des sels minéraux

Les racines absorbent l'eau et les sels minéraux qui sont utilisés par la plante au niveau des feuilles. Ceci nécessite le passage de ces éléments du sol vers les tissus végétaux.

- Quelles sont les structures racinaires responsables de l'absorption de l'eau et des sels minéraux ?
- Comment l'eau et les sels minéraux transitent-ils dans les tissus végétaux ?

1- Mise en évidence du rôle de la zone pilifère.

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.

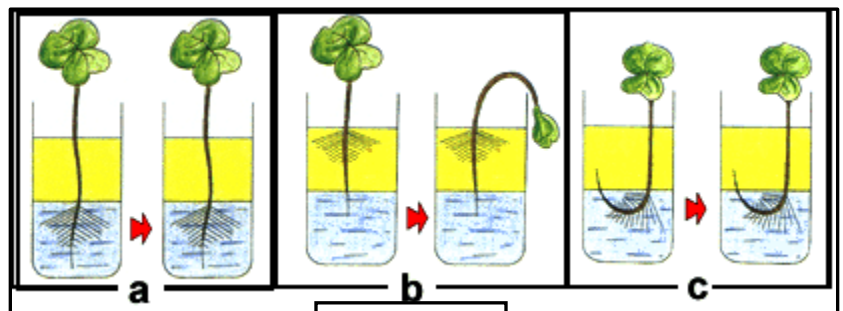
Problème biologique : Quel est le lieu d'absorption de l'eau par une jeune racine ?

On dispose de 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).



Doc 14

Interpréter les résultats obtenus ?

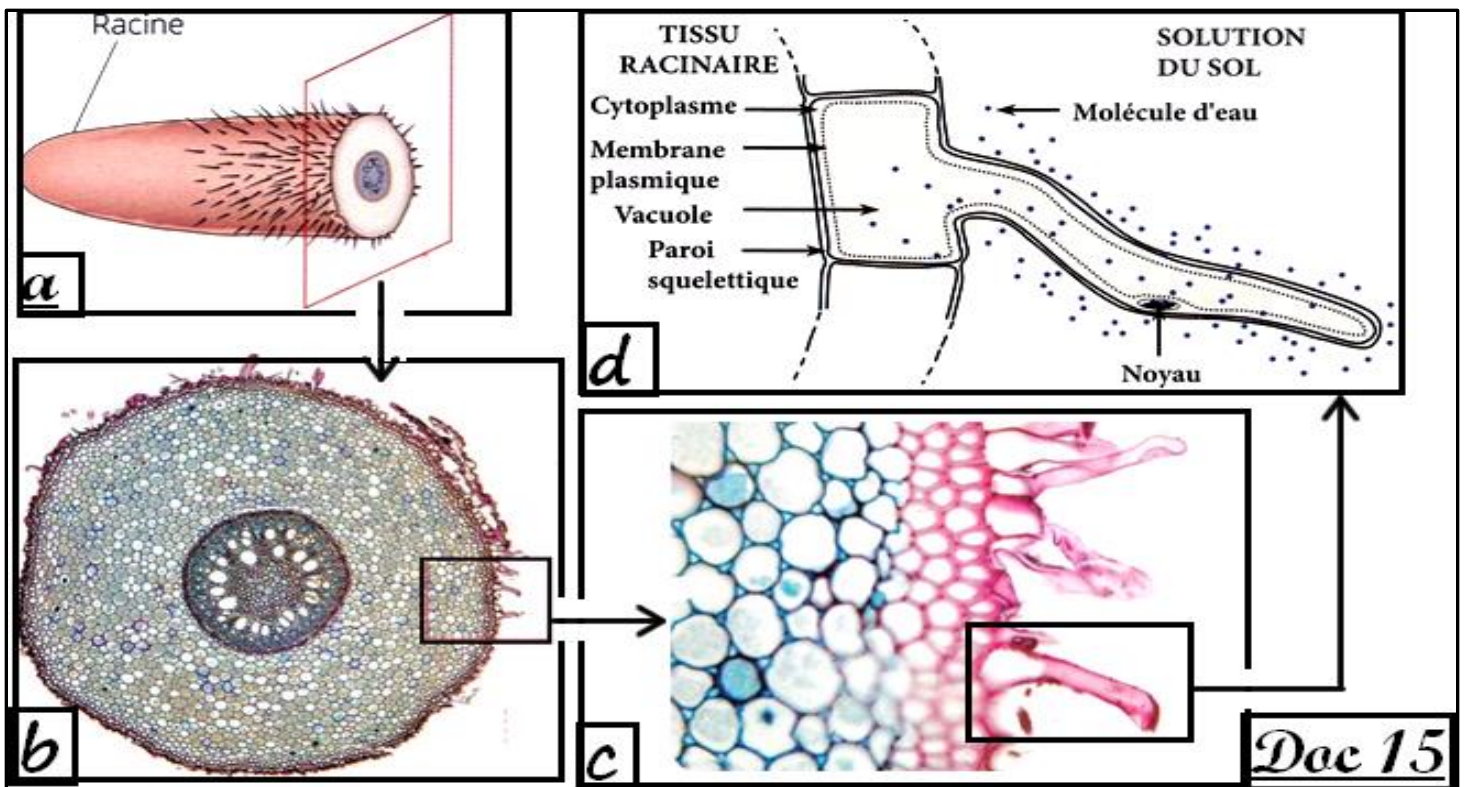
Réponse

D'après les résultats de la manipulation du document 14, la plante se fane sauf si la zone pilifère est plongée dans l'huile. Dans ce dernier cas ; la plante se porte bien.

Conclusion

La plante absorbe de l'eau et les sels minéraux à travers les poils que l'on appelle « **les poils absorbants** ».

2- Les poils absorbants



Doc 15 : fig a : coupe au niveau de la racine / fig b : Coupe transversale d'une racine / fig d : schéma légendé d'une coupe de racine au niveau des poils absorbants.

Quelques données :

- ♦ 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 / cm^2
- ♦ Les poils absorbant 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.

Comparez le poil absorbant avec une cellule végétale ordinaire ?

Réponses

Le poil absorbant partage avec une cellule végétale ordinaire les mêmes constituants de base : une paroi cellulosique, une membrane cytoplasmique, un cytoplasme occupé par une grande vacuole et un noyau cellulaire. La particularité du poil absorbant, c'est qu'il possède un prolongement très long (d'où le nom de poil). Ce prolongement assure une grande surface de contact avec le sol. Ce qui favorise l'absorption de l'eau et des sels minéraux.

3- Mécanismes d'absorption de l'eau et des sels minéraux au niveau des racines

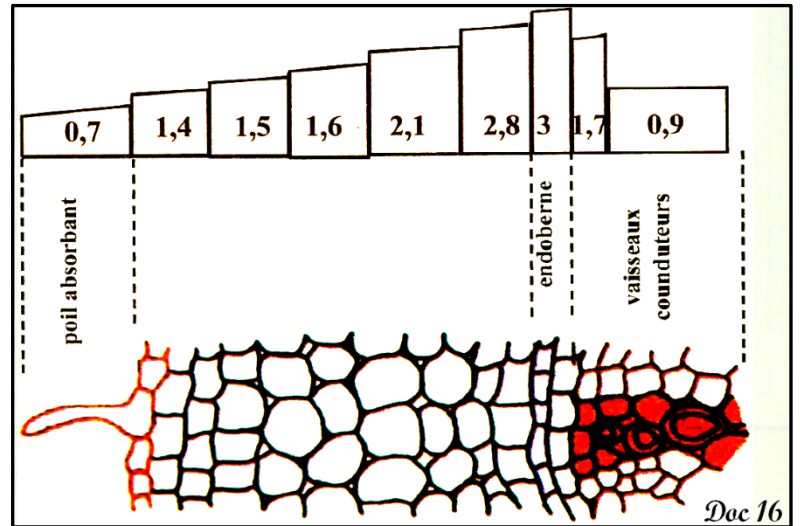
On a plongé des cellules de poils absorbants dans une solution du bleu de crèsyl dilué, la vacuole se colore dans un bref laps de temps. Ensuite nous avons transféré ces mêmes cellules dans de l'eau distillée, la vacuole a gardé sa coloration.

1) Que pouvez en conclure ?

Nous avons ensuite mesuré la pression osmotique dans les deux milieux suivants :

Pression osmotique de Solutions du sol (atm)	1.22	2.02	3.24	4.84	7.55
Pression osmotique de la vacuole des cellules racinaires (atm)	4.75	5.65	6.44	7.91	8.85

- 2) analyser ces résultats expérimentaux ?
 3) quel sens prendra une diffusion de l'eau ?
 ♦ Dans le but d'expliquer ce phénomène d'absorption de l'eau, nous proposons le document suivant :
 4) Donner une interprétation au passage des molécules d'eau depuis le sol jusqu'au vaisseaux conducteurs.



Réponses

1) Conclusion :

Le bleu de crésyl a subi une perméabilité orientée de l'extérieur vers l'intérieur.

2) analyse des résultats expérimentaux :

La pression osmotique d'une solution donnée du sol est toujours inférieure à celle de cellules racinaires correspondantes. Cependant la variation de la pression osmotique de la solution du sol est toujours proportionnelle à la variation la pression osmotique de la vacuole de la cellule racinaire.

3) Le phénomène d'osmose ne peut s'effectuer que du sol qui est hypotonique vers la vacuole de la cellule racinaire qui est hypertonique.

4) ♦ Du sol vers le parenchyme cortical la pression osmotique augmente progressivement ce qui permet aux molécules d'eau de traverser ces tissus par phénomène d'osmose.

♦ De l'endothèque aux vaisseaux conducteurs la PO diminue ce qui nécessite un transport actif pour assurer le passage des molécules d'eau vers les vaisseaux conducteurs.

4- Rôle de la transpiration dans l'acheminement de la sève brute vers les feuilles

a- Mesure de l'absorption de l'eau

On mesure l'absorption d'eau à l'aide d'un potomètre (potos = boisson, mètre = mesure),

Manipulation :

- ♦ Utiliser une plante herbacée fraîche dont les racines sont restées intactes.
- ♦ Utiliser de la vaseline ou de la pâte à modeler pour assurer l'étanchéité.
- ♦ Repérer au début de l'expérience (temps t_0) la position A de l'index dans le tube capillaire.
- ♦ Noter la position B de l'index dans le tube capillaire toutes les 5 minutes durant 30 minutes.

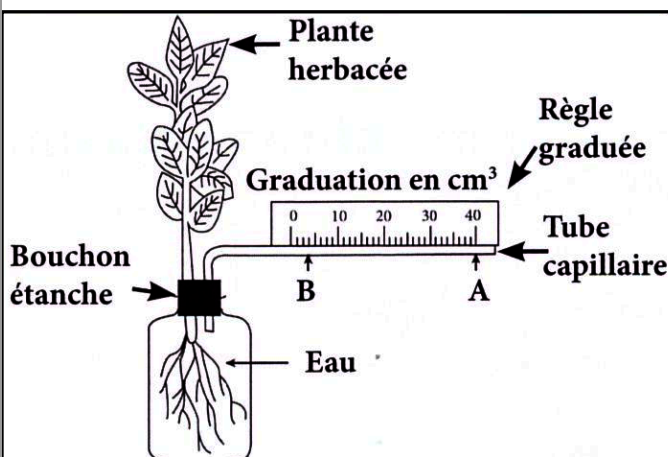


Fig : a- Mesure de l'absorption de l'eau à l'aide d'un potomètre

Temps en minutes	Volume d'eau en mm ³
0	-
5	20.72
10	41.44
15	62.17
20	81.01
25	103.62
30	122.46

Fig : b- Exemple de résultats de mesure de l'absorption de l'eau

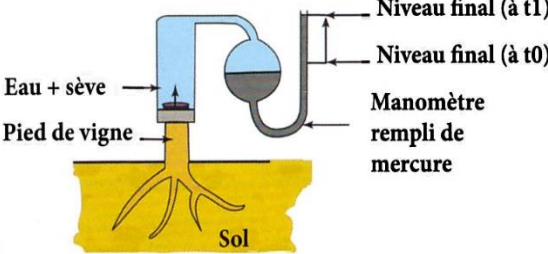
Le déplacement du niveau du liquide dans le tube fin concrétise la transpiration de la plante.

b- Mise en évidence de la poussée radiculaire ; expérience de Hales 1727

Lorsqu'on coupe un rameau de vigne au printemps, on peut observer l'écoulement au niveau de la section de la tige d'un liquide limpide ; c'est la sève. En 1727 Hales utilise un pied de vigne coupé à la base de la tige pour mettre en évidence la poussée radiculaire qui explique l'écoulement de la sève.

- 1- Proposer une explication à la montée du mercure dans le manomètre
- 2- Proposer une relation entre la poussée radiculaire et la montée d'eau dans l'arbre.

Expliquer comment l'eau peut atteindre les feuilles d'arbres aussi hautes que le bouleau ou le marronnier ?



Espèce et hauteur moyenne	Poussée radiculaire	Equivalent montée d'eau en haut de l'arbre
Erable (10-40 m)	1 bar	10 m
Vigne	1,25 bar	12,5 m
Bouleau (20-30 m)	2 bars	20 m
Marronnier (15-45 m)	9 bars	90 m

a- Protocole et résultat de l'expérience de Hales **b- Poussée radiculaire pour différentes espèces mises dans les mêmes conditions expérimentales**

Doc 18

Réponses :

- 1- Le mercure passe du niveau inférieur en t0 à un niveau plus supérieur en t1. Se la peut s'expliquer par l'augmentation du volume de la sève et l'eau se qui exerce une pression sur le mercure qui monte dans le tube.
- 2- Du pied de vigne, à la base de la tige, la partie laissée en terre émet un liquide (eau + sève) sous une certaine pression, la poussée radiculaire, dont les valeurs sont considérables selon l'espèce végétal. (fig b). C'est une des forces qui permet de faire circuler l'eau dans celles-ci. plus la pression et important plus il y a la montée d'eau en haut de l'arbre est important

Conclusion

- ♦ L'eau du sol pénètre par l'osmose
- ♦ Création d'une pression d'eau au bas de la plante
- ♦ Ascension de la sève brute dans le xylème

L'eau traverse la racine en empruntant 3 voies:

- a. En passant à travers la membrane des cellules.
- b. En passant de cellule en cellule par les plasmodesmes = voie symplaste.
- c. En passant entre les cellules ou dans les cellules mortes = voie apoplaste

Remarque :

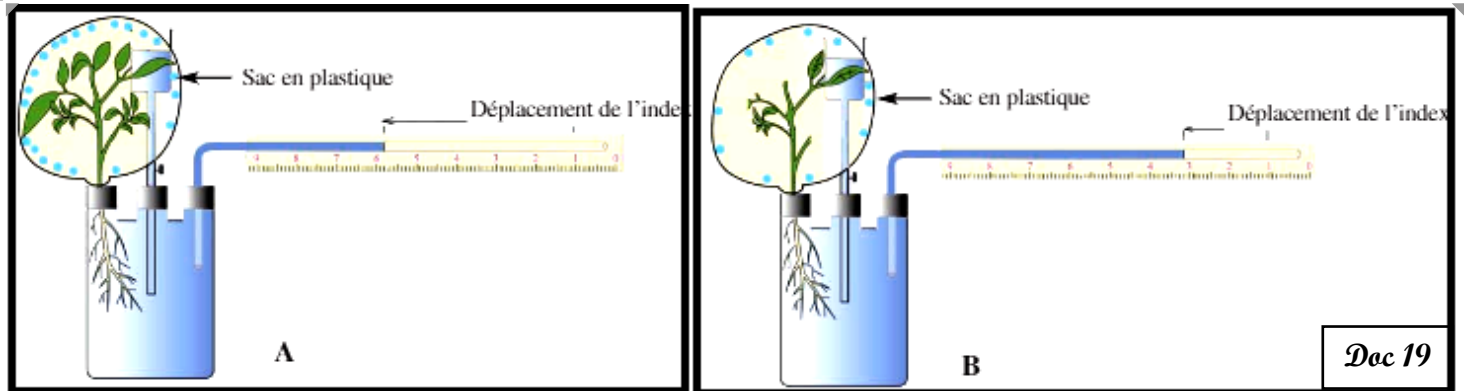
La poussée racinaire peut combattre la gravité jusqu'à une hauteur d'à peu près 2 mètres

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

► Relation entre l'absorption et la transpiration :

Manipulation :

- ♦ Préparer 2 potomètres A et B.
- ♦ Disposer de 2 plantes herbacées p1 et p2 de même taille et de même âge.
- ♦ Installer la plante p1 dans le potomètre A.
- ♦ Enlever quelques feuilles de la plante p2, l'installer ensuite dans le potomètre B.
- ♦ Couvrir la partie aérienne de chacune des plantes p1 et p2 par un sac en plastique.
- ♦ Noter les résultats obtenus toutes les 5 minutes



Doc 19

Le tableau suivant récapitule les résultats obtenus durant 20 minutes.

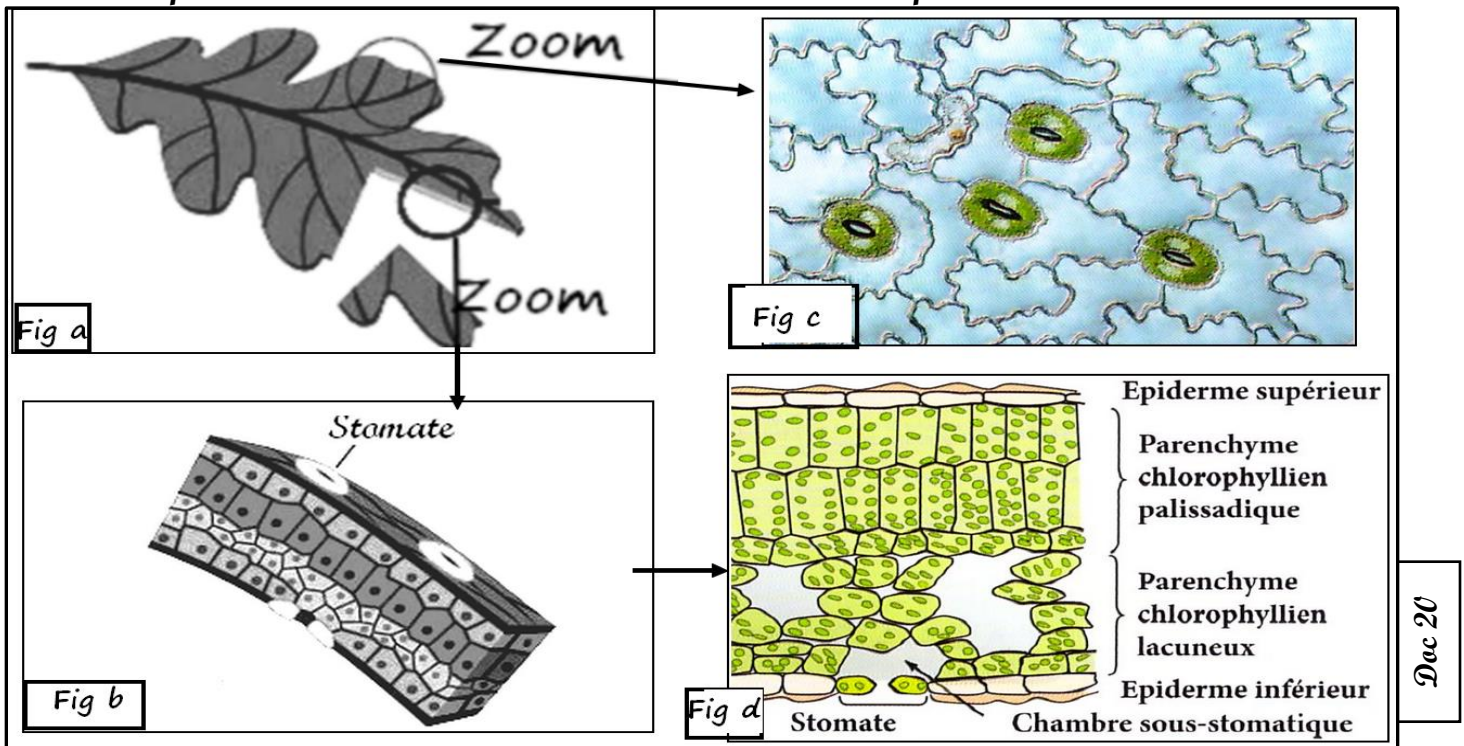
Temps en minutes	0	5	10	15	20
Déplacement de l'index en mm dans le potomètre A	0	11	21	37	48
Déplacement de l'index en mm dans le potomètre B	0	6	12	16	21

1. Comparer le déplacement de l'index dans les deux potomètres ?
2. Comparer le nombre de gouttes d'eau déposées sur la paroi interne du sac en plastique dans les 2 dispositifs ?
3. Faire une déduction à partir des deux comparaisons précédentes ?
4. Expliquer pourquoi l'irrigation est nécessaire à la suite des journées ensoleillées et chaudes ?

Réponses :

- 1- L'index du potomètre du dispositif A ; se déplace plus que L'index du potomètre du dispositif B.
- 2- le nombre de gouttes d'eau déposées sur la paroi interne du sac en plastique dans le dispositif (A) est très important que dans le dispositif (B).
- 3- la plates qui a plus de feuilles dégage plus d'eau dont la source est le milieu dans lequel est mis
- 4- l'irrigation est nécessaire à la suite des journées ensoleillées et chaudes pour compenser le volume d'eau transpire

➤ La transpiration et l'acheminement de la sève brute vers les feuilles



Doc 20

- 1) Que représentent les figures du document 20 ?
- 2) Représentez un stomate par un schéma annoté, puis décrire ces structures ?
- 3) A partir des documents 3 et 4, et de vos acquisitions, expliquer comment s'effectue le transport de la sève brute depuis les racines jusqu'aux feuilles.

Réponses :

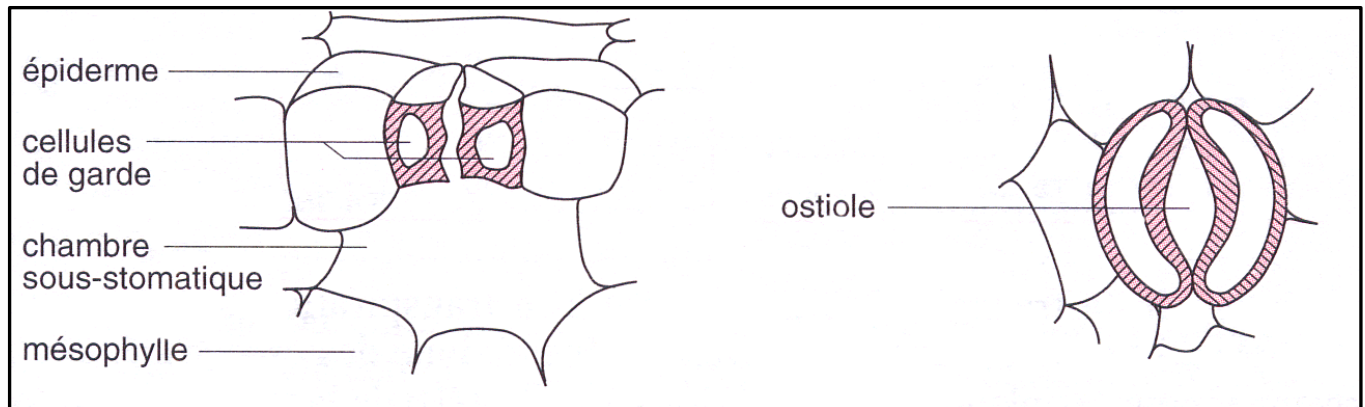
1- Les figures du document 20 représentent une coupe transversale d'une feuille (fig b). On remarque notamment que le parenchyme chlorophyllien lacuneux comporte des chambres aérifère reliées à l'air atmosphérique par les stomates.

La microphotographie (fig c) représente la face inférieure de la feuille (vue de face) riche en stomates.

2-

♦ Chaque stomate est formé de :

- Deux cellules épidermiques appelées cellules stomatiques ou cellules de garde (chlorophylliennes).
- Un orifice appelé ostiole, qui change de diamètre selon les conditions du milieu.



3- Le transport actif permet le passage des ions minéraux de la solution du sol vers les tissus de la racine. Ce qui provoque une élévation de la pression osmotique à l'intérieur des cellules. Cette élévation de la pression osmotique provoque l'absorption de l'eau par osmose.

L'absorption de l'eau diminue sensiblement lorsqu'on enlève les feuilles de la plante (document 3). Ainsi grâce à la transpiration qui s'effectue au niveau des feuilles, c'est-à-dire le dégagement de la vapeur d'eau à travers les stomates, 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**.

Conclusion

Les facteurs entraînent l'appel foliaire et donc l'absorption d'eau par les racines :

- o la turgescence cellulaire
 - o le degrés d'ouverture des ostioles
 - o l'intensité de la transpiration
- mais il y en a aussi d'autres (l'état hydrique de la plante, le degré d'humidité de l'aire, l'intensité de la photosynthèse).

V- Les structures cellulaires intervenant dans l'absorption d'eau et les sels minéraux

L'intérieur et l'extérieur de la cellule sont des milieux en grande partie formée d'eau. La membrane cellulaire représente l'interface d'échange entre le milieu intracellulaire et le milieu extracellulaire. Elle permet à la cellule d'échanger l'eau et les sels minéraux pour maintenir l'équilibre osmotique des cellules végétales.

- ♦ Comment la membrane plasmique est-elle organisée pour assurer les échanges cellulaires ?
- ♦ Quelles sont les structures responsables de ces échanges ?

1- Structure et ultrastructure de la membrane cytoplasmique et de la paroi squelettique.**1-1- Structure et ultrastructure de la membrane cytoplasmique**

En 1917, Langmuir formule l'hypothèse selon laquelle les lipides de la membrane plasmique forme une monocouche sur l'eau en s'orientant verticalement, leurs chaînes carbonées sont hydrophobes c'est-à-dire qu'elles restent hors de l'eau alors que leurs groupements polaires sont hydrophiles c'est-à-dire qu'elles restent en contact avec la surface de l'eau.

- ♦ En 1925, Gorter et Grendel ont proposé le modèle de la bicouche de phospholipides.
- ♦ En 1935, Danielli et Dawson ont proposé un modèle en double couche de molécules lipidiques prise en sandwich dans une double couche de protéines.
- ♦ Les expériences de Frye et Edidin ont permis à Singer et Nicolson en 1972 de proposer un modèle d'organisation des membranes biologiques dit modèle de la mosaïque fluide. Les protéines sont réparties et insérées dans la double couche de lipide. Certaines protéines traversent cette double couche, d'autres sont incluses dans l'une des deux couches.

- 1- Décrire la structure de la membrane cytoplasmique et Comparer les différents modèles concernant la structure de la membrane cytoplasmique.
- 2- Déterminer le modèle qui concorde bien avec les rôles de la membrane cytoplasmique.

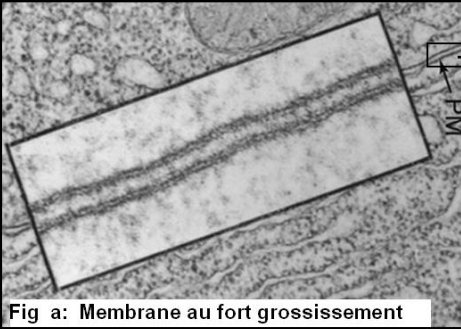


Fig a: Membrane au fort grossissement

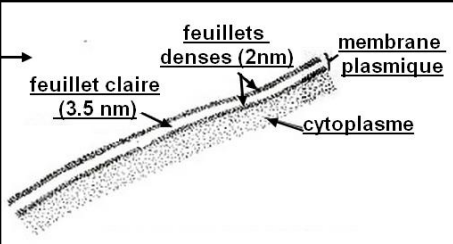


Fig b: MET coupe ultra-fine membrane cytoplasmique Structure tripartite (x 300.000)

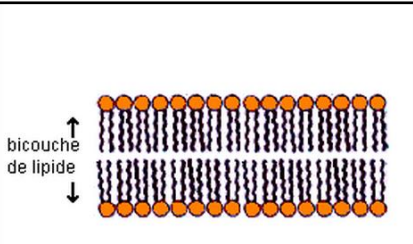


Fig c: Modèle de Gorter et Grendel (1925)

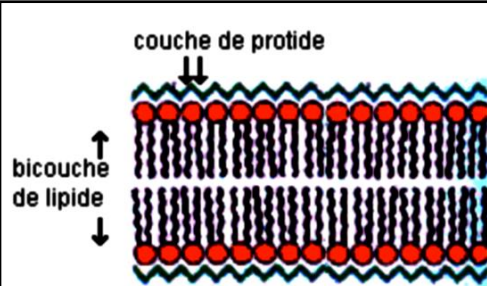


Fig d: Modèle de Danielli et Davson (1935)

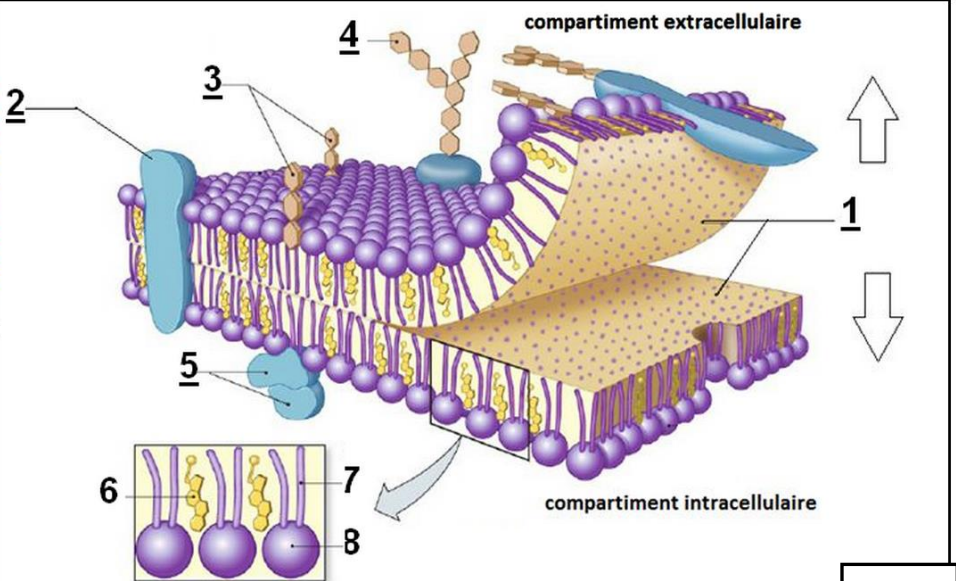


Fig e: Modèle de Singer et Nicholson (1972)

Fig f: -----

Doc 21

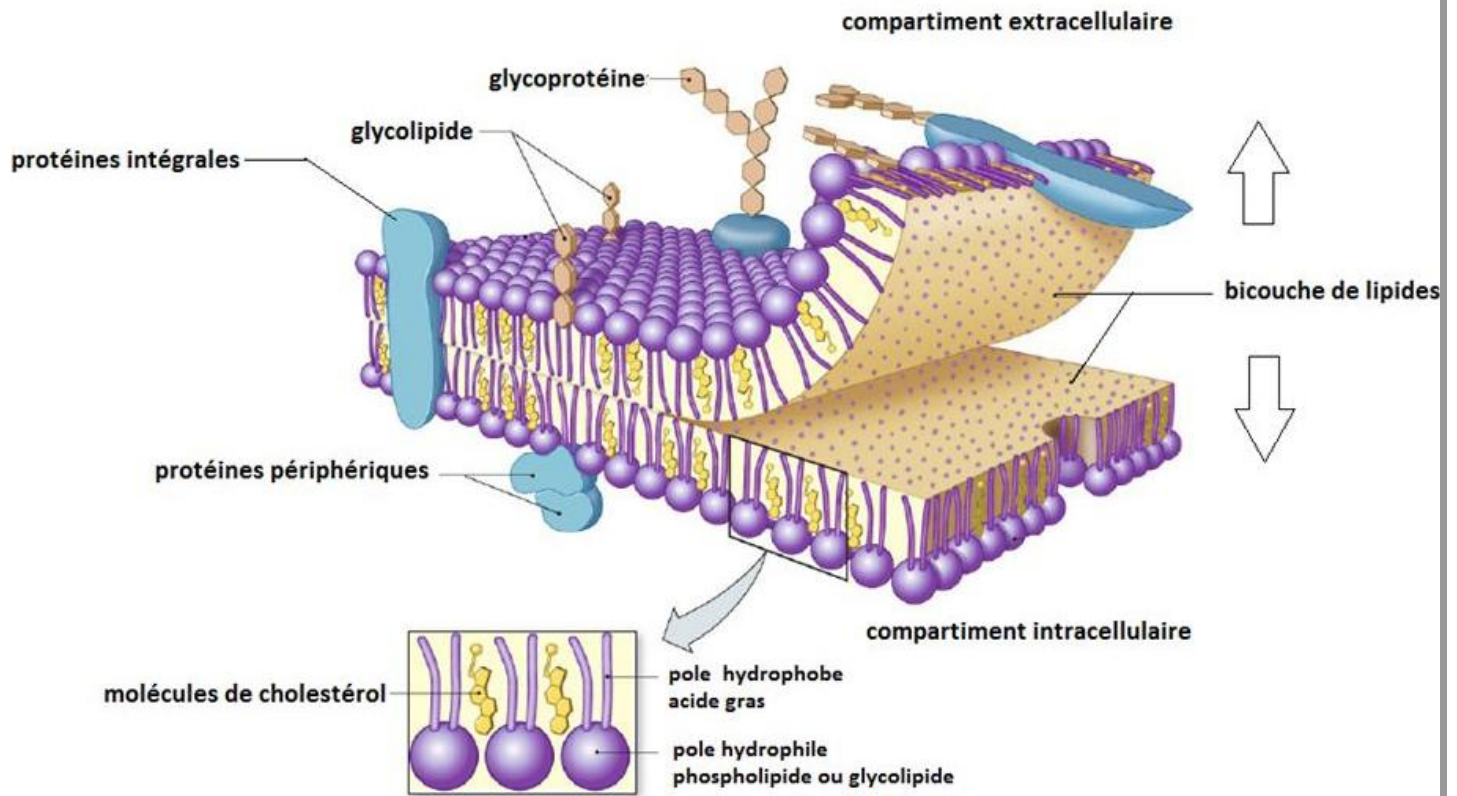
Réponses

- 1- La membrane est impossible à observer au microscope optique. Un grossissement plus fort (>150000x) révèle une structure trilaminarienne avec deux feuillets denses, séparés d'un espace clair.
La structure de la membrane plasmique a été longtemps décrite par des modèles :
 - ♦ 1925 Gorter et Grendel, proposaient le modèle de la bicouche lipidique
 - ♦ 1935 Danielli et Dawson ont proposé une bicouche lipidique prise en sandwich dans une double couche de molécules de protéines.
 - En 1972, Singer et Nicholson proposent le modèle de la mosaïque fluide. Le terme mosaïque exprime le « mélange », mélange car la Mb (fig f) est constituée d'un mélange de composants (lipides, protéines et glucides). Le terme « fluide » exprime quant à lui le mouvement car les constituants de la membrane bougent. La Mb. p. est donc une structure dynamique. Cette fois-ci les protéines sont réparties et insérées dans la double couche de lipide.

* L'ultrastructure de la membrane plasmique montre qu'elle est constituée par une bicouche de phospholipides de 75 Å, dont les surfaces externe et interne sont hydrophiles, et dont l'intérieur de nature lipidique, est hydrophobe. Les protéines sont enchâssées dans l'épaisseur de la membrane phospholipidique.

2- La membrane cytoplasmique sépare l'intérieur de la cellule du milieu extracellulaire tout en maintenant des communications et des échanges avec celui-ci.

Elle permet ou non le passage des ions et des molécules et en contrôle les flux entrants et/ou sortants. Grâce aux protéines. Ces passages à travers la membrane cytoplasmique se font, en fonction des produits, par diffusions ou par des transports actifs nécessitant de l'énergie.



Conclusion

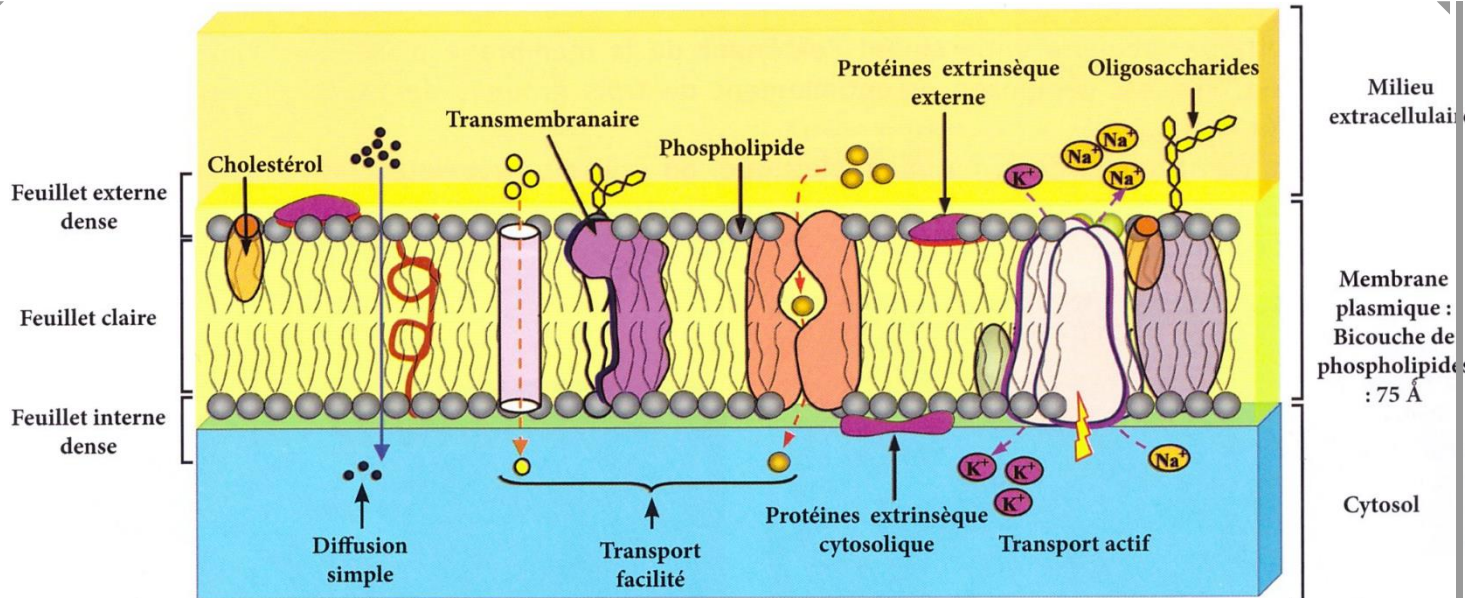
Dans la diffusion simple, les petites molécules non polaires et les petites molécules polaires non chargées traversent directement la bicouche lipidique, en suivant leur gradient de concentration.

Dans la diffusion facilitée, le soluté passe par des protéines transmembranaires. Les protéines porteuses s'unissent au soluté de façon spécifique et subissent des modifications de conformation pendant le transport du soluté. Les protéines canal sélectives permettent à certains solutés de passer directement par des pores.

Comme dans la diffusion simple, la diffusion facilitée se fait dans le sens du gradient de concentration.

Les deux mécanismes de diffusion sont des processus de transport passifs qui ne demandent pas d'énergie.

Le transport actif se fait par des protéines de transport appelées pompes. Elles déplacent les solutés contre leurs gradients de concentration et demande donc de l'énergie.



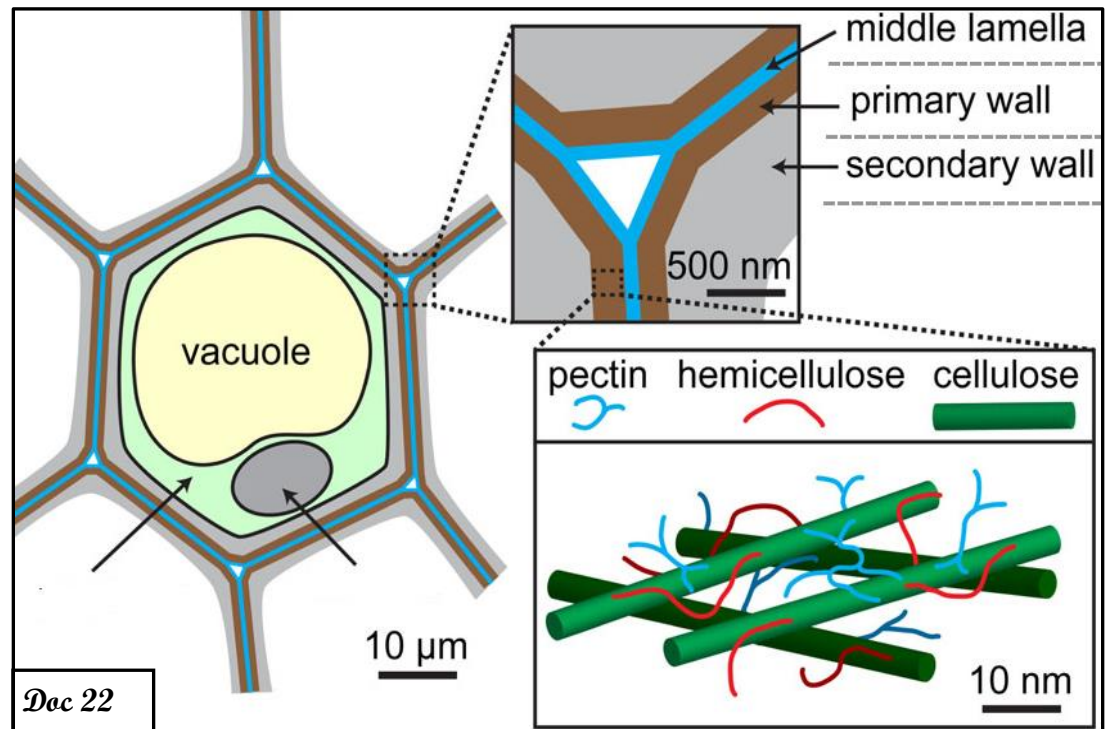
1-2- Structure et ultrastructure de la paroi squelettique

La paroi squelettique est l'une des caractéristiques de la cellule végétale, lui conférant sa rigidité. Elle donne aussi, par son architecture, le port du végétal. Elle est qualifiée de paroi squelettique.

- ♦ Quelle est la structure et l'ultrastructure de la paroi squelettique ?
- ♦ Quels rôles la paroi squelettique joue-t-elle ?

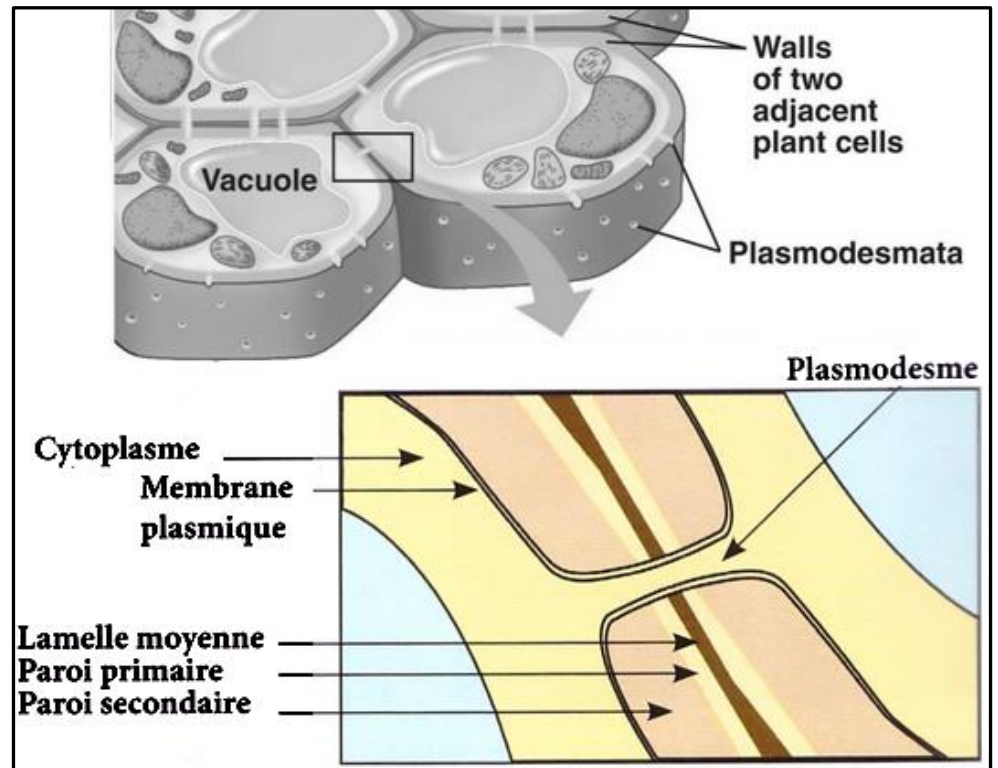
1-2-1- la structure et l'ultrastructure de la paroi squelettique

La paroi pectocellulosique a une structure symétrique. Au milieu on trouve la lamelle moyenne entourée par deux parois primaires et deux parois secondaires. Chimiquement elle est constituée de deux substances de nature glucidique, la cellulose et la pectine. La paroi pectocellulosique comporte des pores appelés plasmodesmes. Les plasmodesmes assurent la continuité entre les cytoplasmes des cellules voisines.

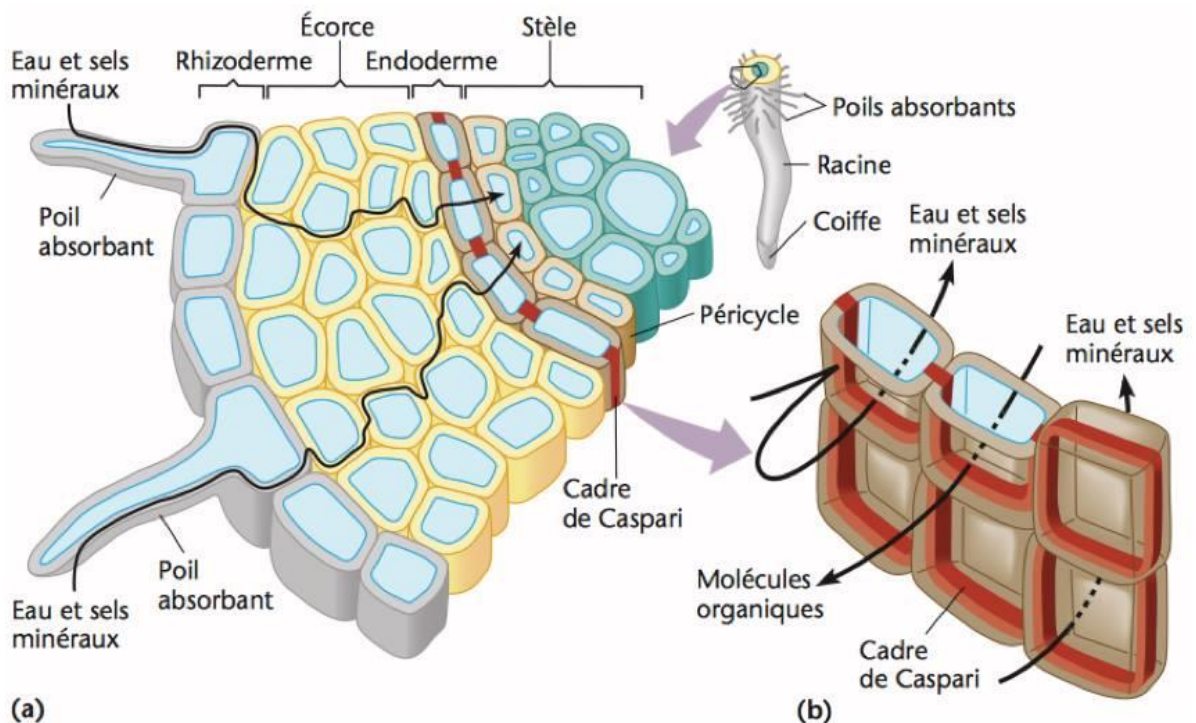


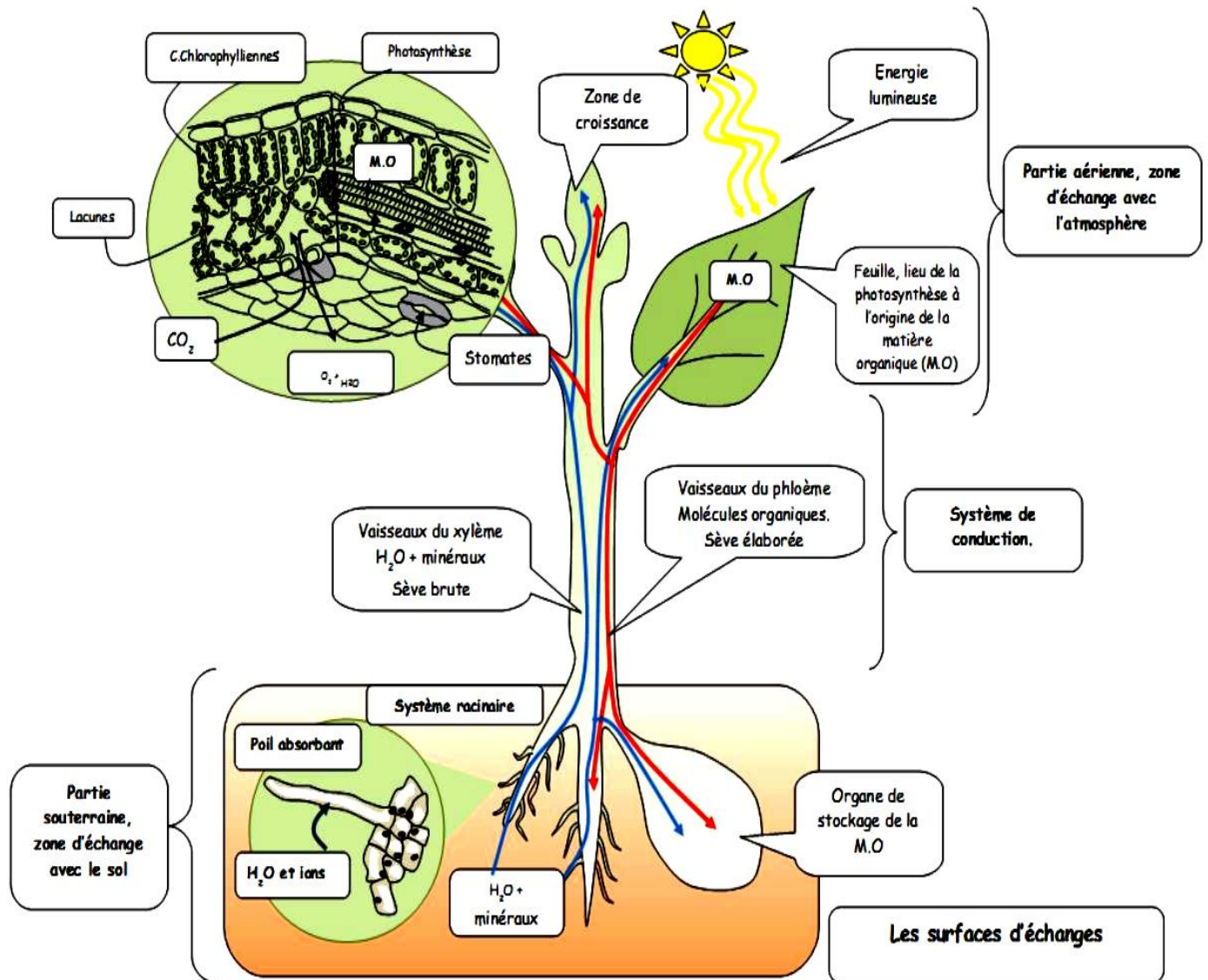
1-2-2- Rôle et importance de la paroi squelettique

Les cellules végétales peuvent communiquer directement par de nombreuses jonctions intercellulaires ou plasmodesmes qui s'étendent à travers la paroi cellulaire. Ce sont des canaux ouverts qui relient le cytosol d'une cellule à celui d'une cellule adjacente.

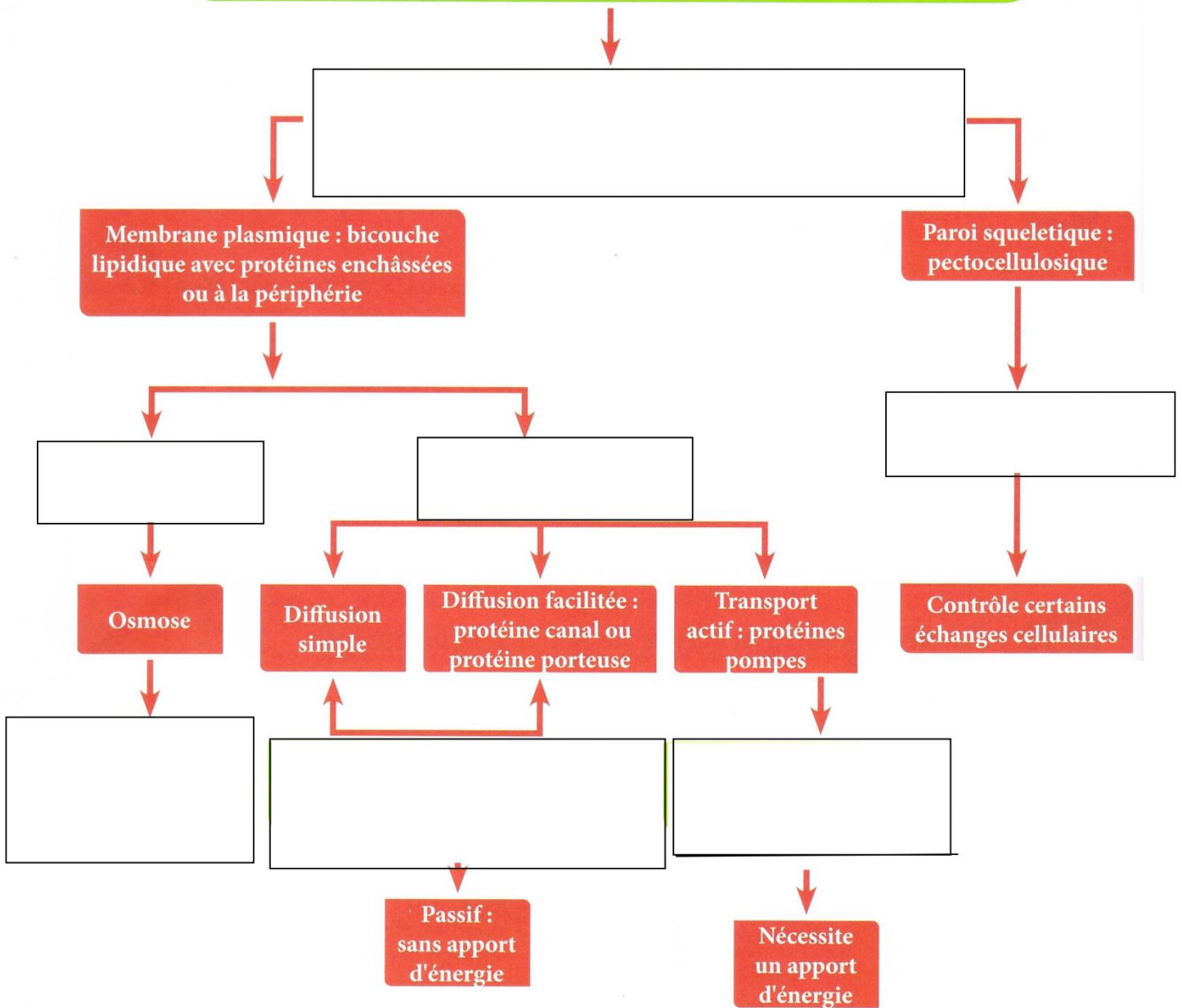


La paroi, par sa structure, assemble les cellules en tissus et permet aux cellules de résister à la pression de turgescence. De nombreuses jonctions intercellulaires ou plasmodesmes s'étendent à travers la paroi et relient le cytosol d'une cellule végétale à celui d'une cellule adjacente.





Les poils absorbants : structure responsable de l'absorption de l'eau et des sels minéraux



Les poils absorbants : structure responsable de l'absorption de l'eau et des sels minéraux

