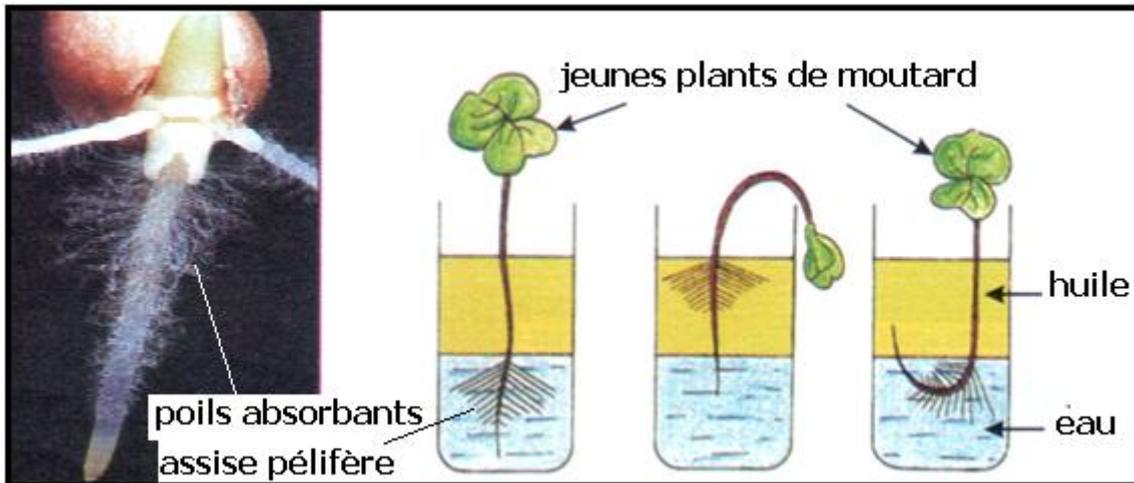


# Les échanges entre les plantes et le sol

Le sol est le support naturel des plantes terrestres , elles s'y fixent par leurs racines couvertes de poils absorbants

1- Importance de l' eau et des sels minéraux dans la vie d' une plante :

a- Expérience n° 1 :



b- Résultat :

- Au contact de avec ses poils absorbants , la plante reste en vie
- Loin de l'eau la plante se fane et meurt .

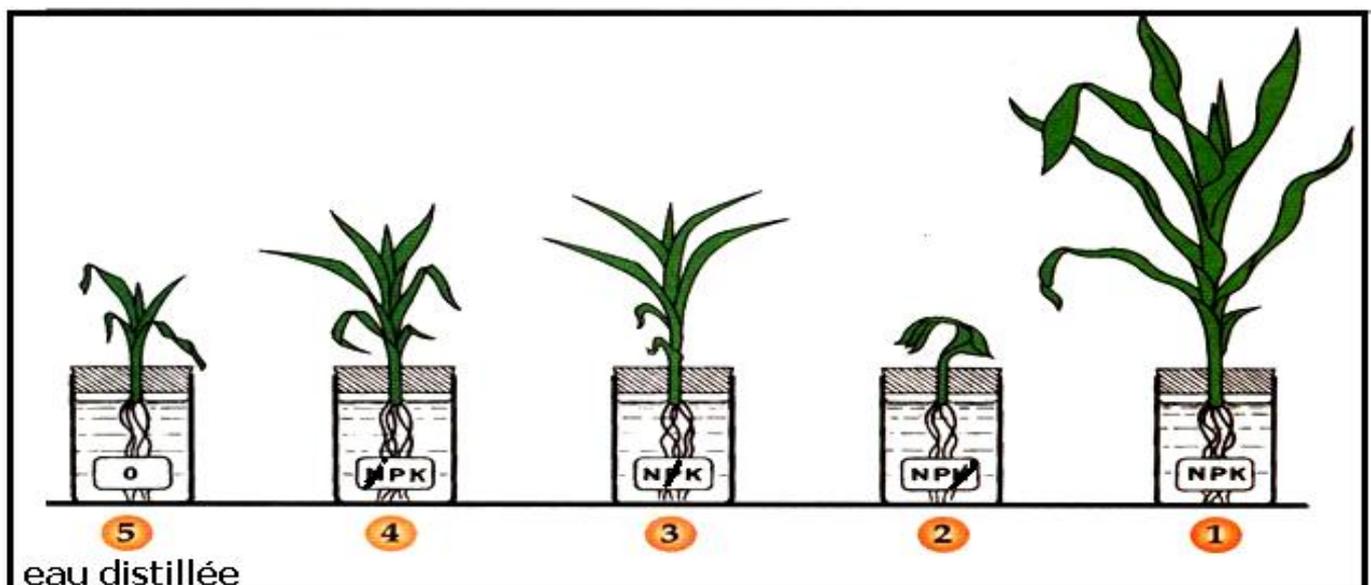
c- Conclusion :

L' eau est nécessaire au maintient de la vie d'une plante , elle en puise du sol par ses poils absorbants .

d- Expérience n° 2 :

On place une plantule de graminée dans différents solutés

e- Résultat :



f- Conclusion :

- L'eau distillée est insuffisante pour la vie normale d'une plante
- L'absorption des sels minéraux est indispensables surtout N P K .

2- Mise en évidence des échanges d'eau :

a- Expérience :

On prépare :

✓ des solutions de saccharose à concentration croissante 0 g/l , 100 g/l 300 g/l et 500 g/l .

✓ des bâtons de pomme de terre de même taille 50 mm X 5 mm X 5 mm on place quelque bâtons dans chaque tube de soluté de saccharose pendant des quelques heures .

b- résultat :

après le séjour dans les différentes solutions de saccharose ,on retire les bâtons , et on refait les mesures de la longueur :

|                 | 0 g/l | 100 g/l | 300 g/l | 500 g/l |
|-----------------|-------|---------|---------|---------|
| Longueur ( mm ) | 54    | 50      | 48      | 45      |

A 0 g/l la longueur des bâtons a augmentée

A 100 g/l la longueur des bâtons n' a pas changée

A plus de 100 g/l la longueur des bâtons a diminuée

c- problème :

comment a changée la longueur des bâtons dans les différentes solutions ?

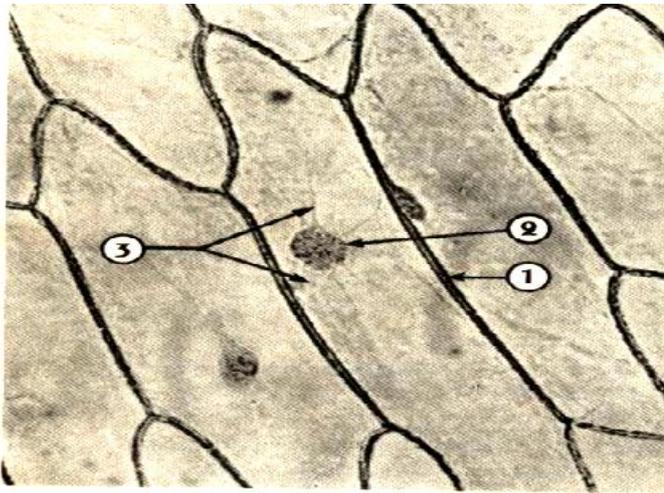
d- hypothèse :

les bâtons de pomme de terre sont des tissus formés de cellules , toutes variation de la longueur du bâton signifie variation du volume des cellules

e- manipulations et résultats :

les cellules du tubercule de pomme de terre sont très petites et bourrées d' amidon , pour faciliter l' étude et l'observation des cellules de l'épiderme interne de l'écaille d'oignon

+ observation microscopique des cellules de l'épiderme interne de l'écaille d'oignon sans coloration :



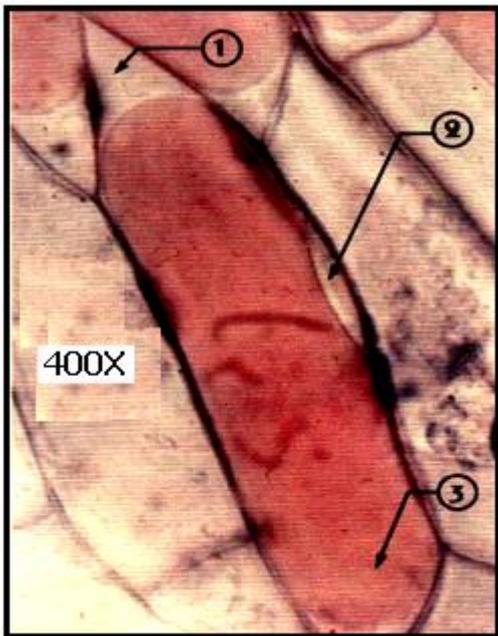
1 : membrane squelettique

2 : noyau

3 : cytoplasme

Dans le cytoplasme de la cellule il y a plusieurs organites cellulaire , pour visualiser quelques un on utilise des colorants , tel que le rouge neutre qui colore la vacuole .

+ observation microscopique des cellules de l'épiderme interne de l'écaille d'oignon colorées au rouge neutre :



1 : cytoplasme

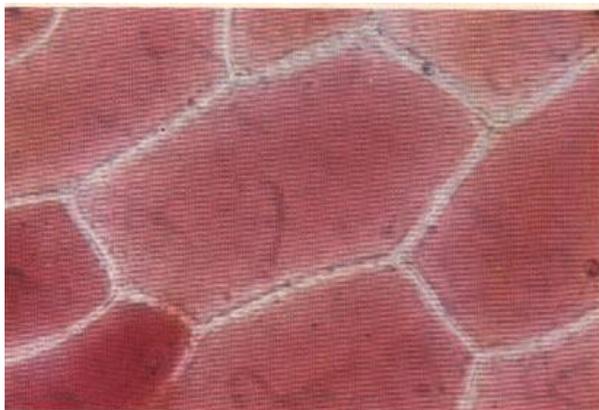
2 : noyau

3 : vacuole

La vacuole est très grande , et occupe presque tout le cytoplasme .

+ on place des morceaux d'épiderme colorés au rouge neutre dans les différentes solutions de saccharose pendant quelque minutes , et on les observe au microscope :

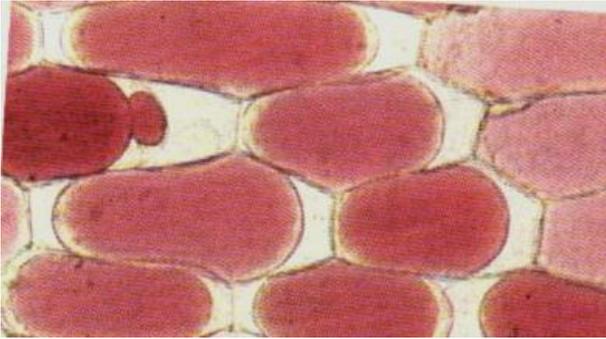
- dans la solution 0 g/l :



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 turgescence .

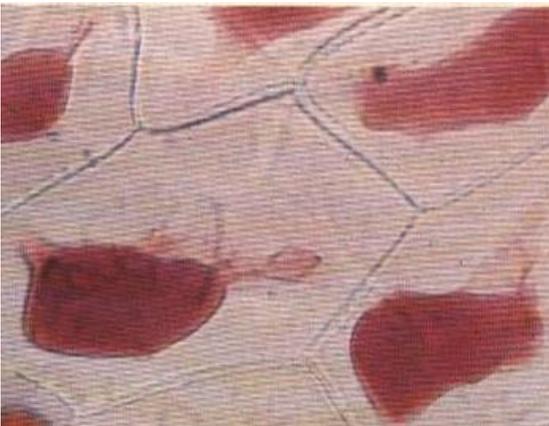
en turgescence la vacuole presse la membrane squelettique et la cellule se dilate et augmente de volume

- dans la solution 100 g/l :



la vacuole a un aspect normal , et la cellule garde son volume initial .

- dans la solution 500 g/l :



la vacuole s'est rétrécit par perte d'eau , on parle de plasmolyse , la cellule est dite plasmolysée.

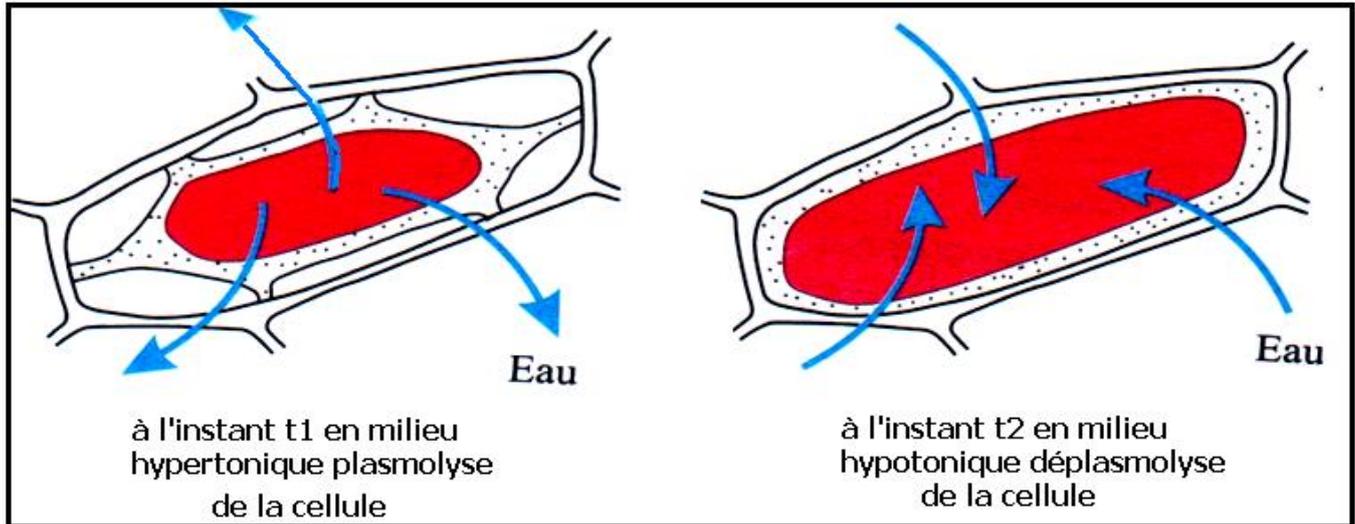
La contraction de la vacuole réduit le volume de la cellule et réduit sa taille .

f- conclusions :

- dans la solution de saccharose 100 g/ l , la vacuole des cellules garde l'état normale , cette solution de saccharose est considérée comme milieu extérieur isotonique au suc vacuolaire .
- dans les solution de saccharose inférieures à 100 g/ l , la vacuole des cellules se charge d'eau , ces solutions de saccharose qui provoquent la turgescence sont considérées comme milieux extérieurs hypotoniques au suc vacuolaire .
- dans les solution de saccharose supérieures à 100 g/ l , la vacuole des cellules perd de l'eau , ces solutions de saccharose qui provoquent la plasmolyse sont considérées comme milieux extérieurs hypertoniques au suc vacuolaire .
- l'eau se déplace donc du milieu hypotonique vers le milieu hypertonique , on parle du phénomène d'osmose .

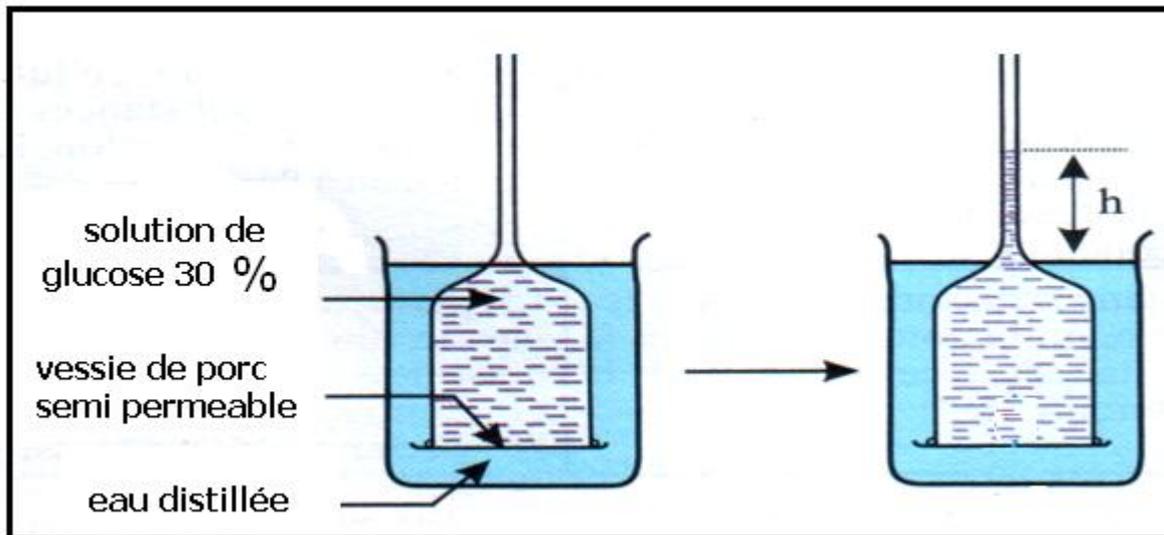
e- remarque :

si on place une cellule plasmolysée dans un milieu hypotonique , elle récupère spontanément de l'eau et devient turgescente , ce phénomène est appelé désplasmolyse .



3- explication physique du phénomène d'osmose :

a- travaux de DUTROCHET



Le niveau de la solution de saccharose s'est élevé ,l'eau est passé du milieu hypotonique ( eau distillée) au milieu hypertonique ( solution de glucose )

b- interprétation :

le passage de l'eau à travers la membrane semi perméable , indique une pression d'absorption exercée par la solution du glucose , elle est appelée pression osmotique , son expression est :

$$= n . R . T . C$$

en Pascal

R constante des gaz parfaits =  $8200 \text{ pa} \cdot \text{l} (\text{ }^\circ\text{K} \cdot \text{mol})^{-1}$

T température en  $^\circ\text{K} (\text{ }^\circ\text{C} + 273)$

C concentration molaire mol/ l

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

c- conclusion :

c'est la valeur de  $\pi_i$  d'un milieu qui détermine le sens de déplacement de l'eau , si on considère  $\pi_i$  la pression osmotique interne du suc vacuolaire , et  $\pi_e$  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 turgescente .
- $\pi_i < \pi_e$  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

d- Application :

1- A  $23^\circ$  calculer la valeur de la pression osmotique des solutions suivantes :

a- Solution de saccharose ( $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ ) 500 g/l

b- Solution de glucose ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ) à 30 %

c- Solution de Na Cl 0.3 mol/l

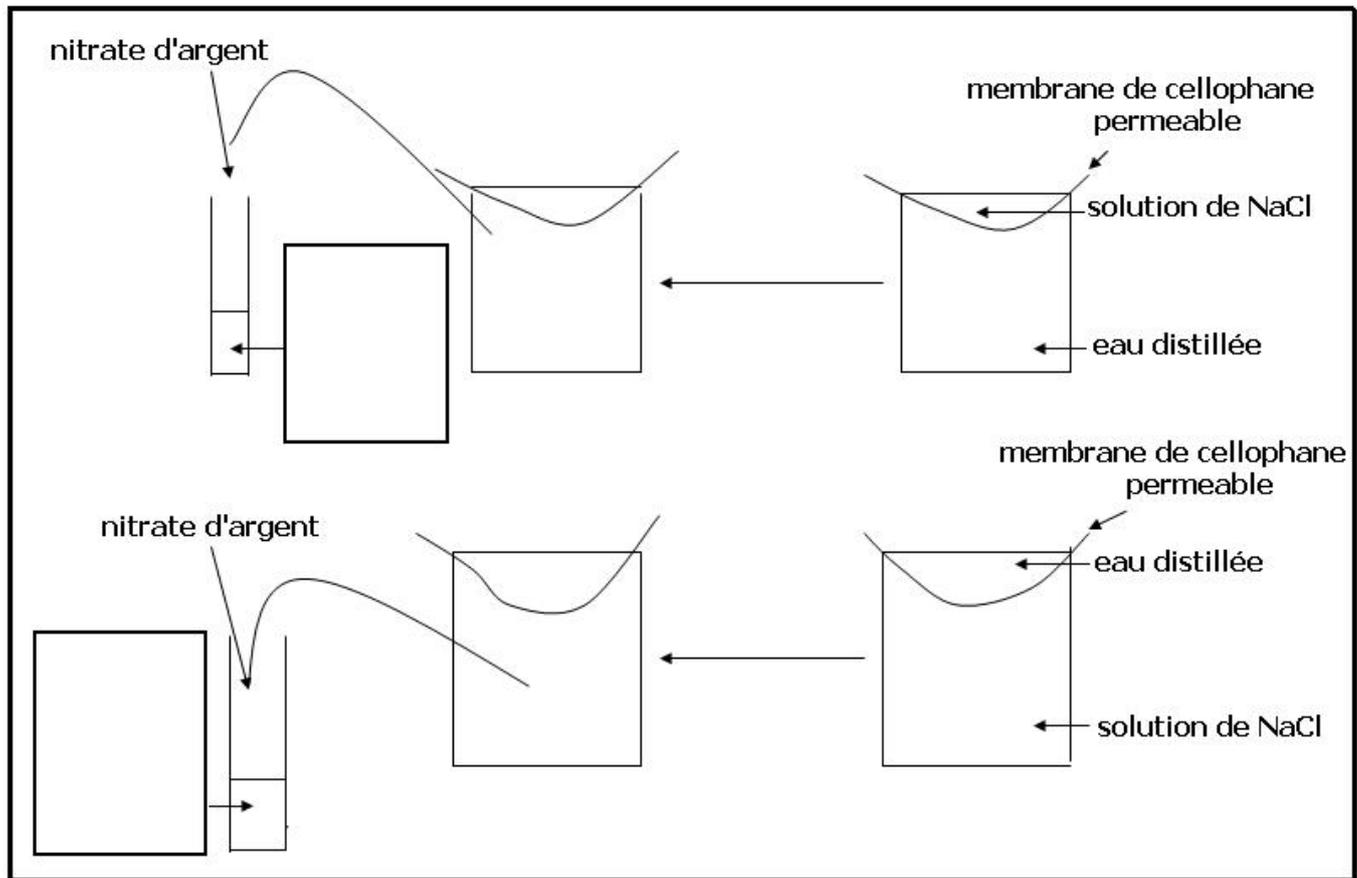
2- A partir de l'expérience des bâtons de pomme de terre déduire la valeur de la pression osmotique interne des cellules de pomme de terre ?

4- mécanismes d'échanges des substances dissoutes :

L'échanges des substances dissoutes se fait par plusieurs mécanismes , on distingue :

## 4-1- la diffusion libre :

### a- Experience et résultat 1:



### b- interprétation :

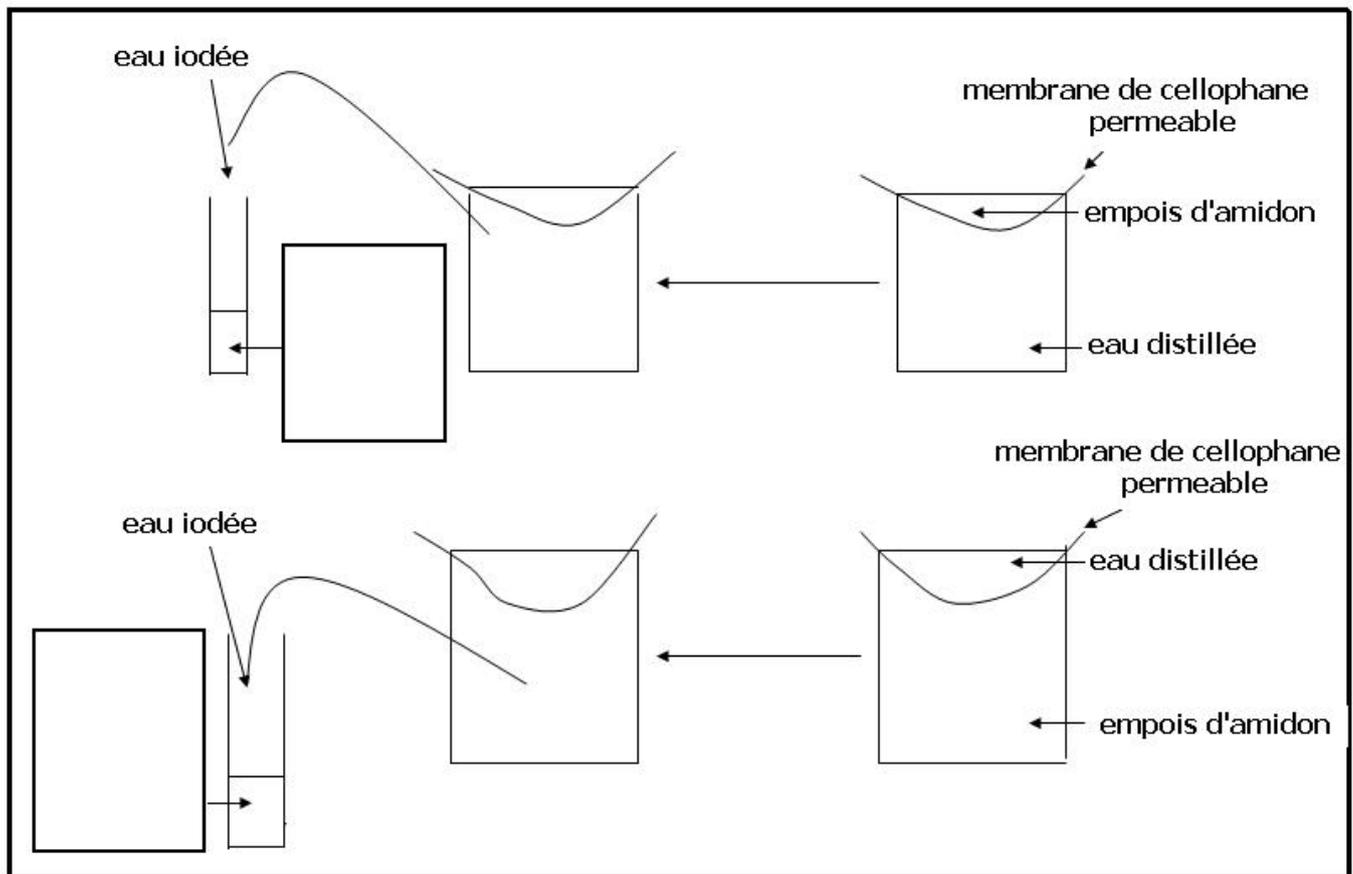
La formation d'un précipité blanc qui noircit à la lumière , indique la présence des ions chlorures .

### c- conclusion 1 :

les ions de  $\text{Na}^+$  et de  $\text{Cl}^-$  ont traversés la membrane de cellophane dans les deux sens , cette membrane est dite perméable à NaCl , le passages des ions à travers la membrane est appelé diffusion libre .

dans les deux cas les ions ont passés de la solution vers l'eau distillée , les substances dissoutes diffuse du milieu hypertonique vers le milieu hypotonique , c'est la loi de la diffusion libre .

d- Expérience et résultat 2 :



e- interprétation :

l'eau iodée garde sa couleur jaune , l'amidon ne diffuse pas à travers la membrane

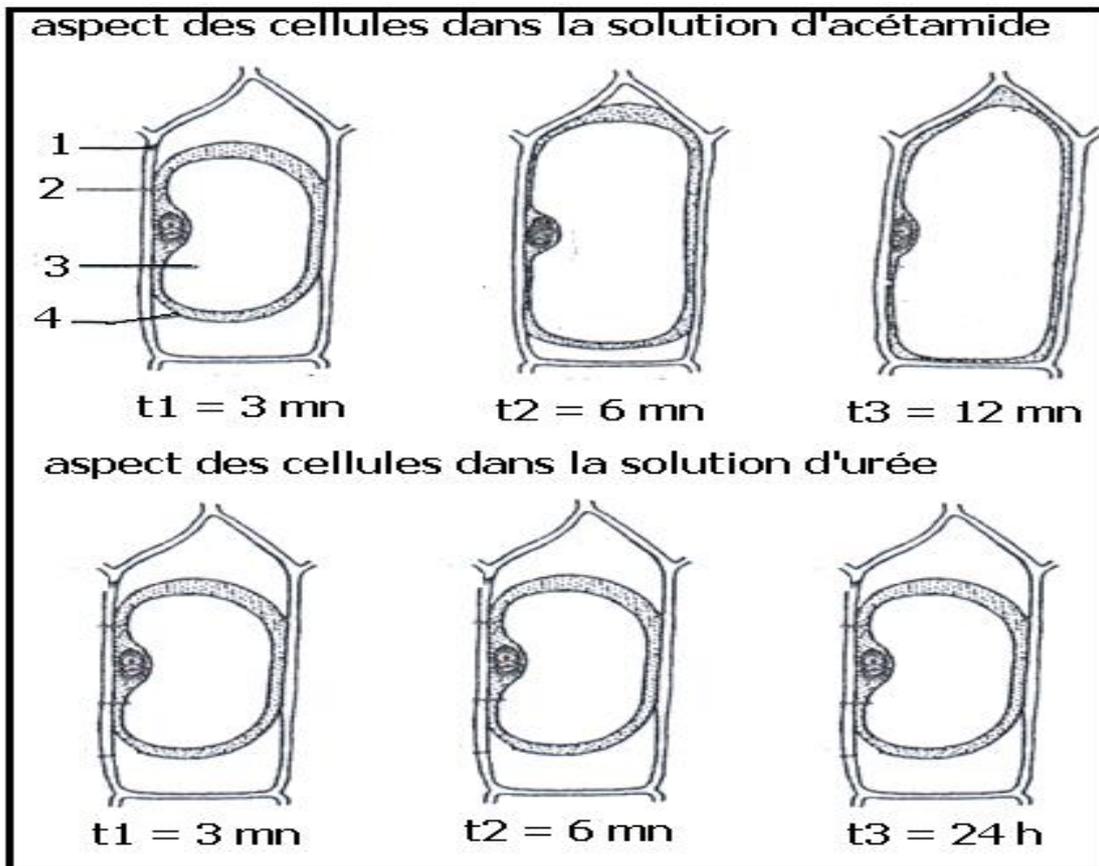
f- Conclusion 2 :

La diffusion libre concerne seulement les petites molécules .

4-2- la perméabilité sélective :

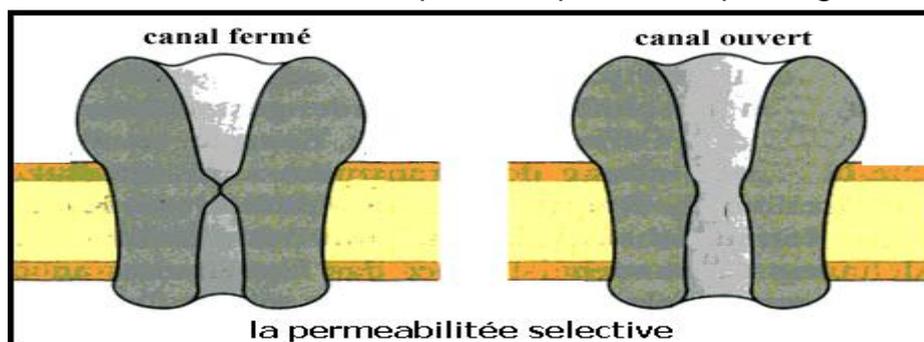
exercice :

Pour étudier les mécanismes d'échange d'eau et de substances dissoutes entre la cellule et son milieu extérieur ,à t=0, on place des fragments d'épiderme de l'écaille d'oignon à 20 °C dans une solution d'acétamide (  $\text{CH}_3\text{CONH}_2$  ) 147,5 g/l , et dans une solution d'urée  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$  2 mol/l , et au microscope on observe l'évolution de l'état des cellules au cour du temps :



- 1- donner le nom des éléments 1 , 2 , 3 et 4 ?
  - 2- calculer la pression osmotique de la solution d'acétamide ?  
On donne : C = 12   H = 1   O = 16   N = 14
  - 3- déterminer l'état des cellules dans la solution d'acétamide à t1 , t2 et t3 ?
  - 4- expliquer l'évolution de l'état des cellules dans la solution d'acétamide entre t1 et t3 ?
  - 5- comparer l'évolution de l'état des cellules au cours du temps dans les deux solutions ?
  - 6- comment expliquer l'évolution de l'état des cellules dans la solution d'urée ?
- conclusion :

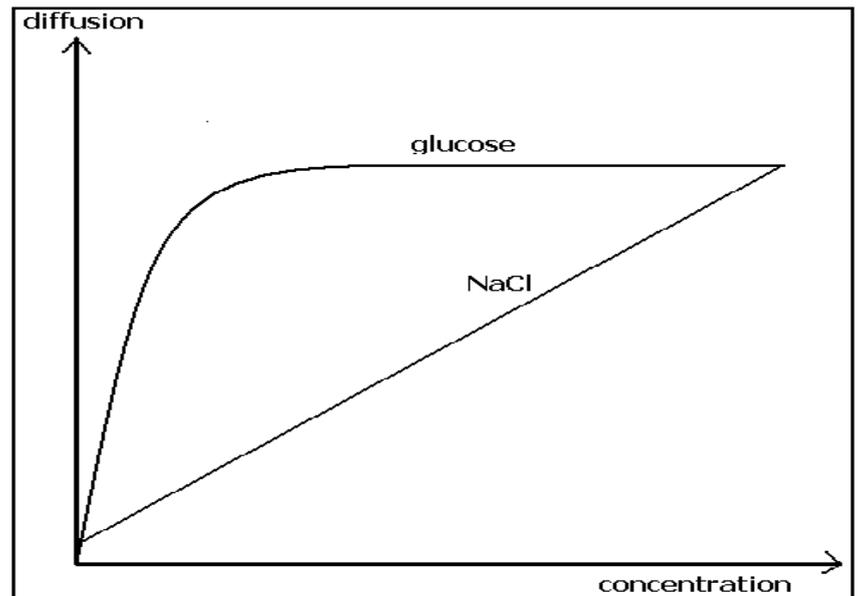
La perméabilité sélective est due à des protéines intégrées dans la membrane cytoplasmique sous forme de canaux que la cellule peut ouvrir pour laisser passer les substances dissoutes ou les fermer pour empêcher le passage .



#### 4-3- le transport facilité :

#### EXERCICE

Le document suivant représente l'évolution de la diffusion du glucose et de NaCl en fonction de la concentration à travers la membrane cytoplasmique d'une cellule vivante :



1- comparer la diffusion du glucose à celle de NaCl ?

2- comment expliquer les différences observées sachant que la masse molaire du glucose est 180 g/mol et celle de NaCl est 58.5 g/mol seulement ?

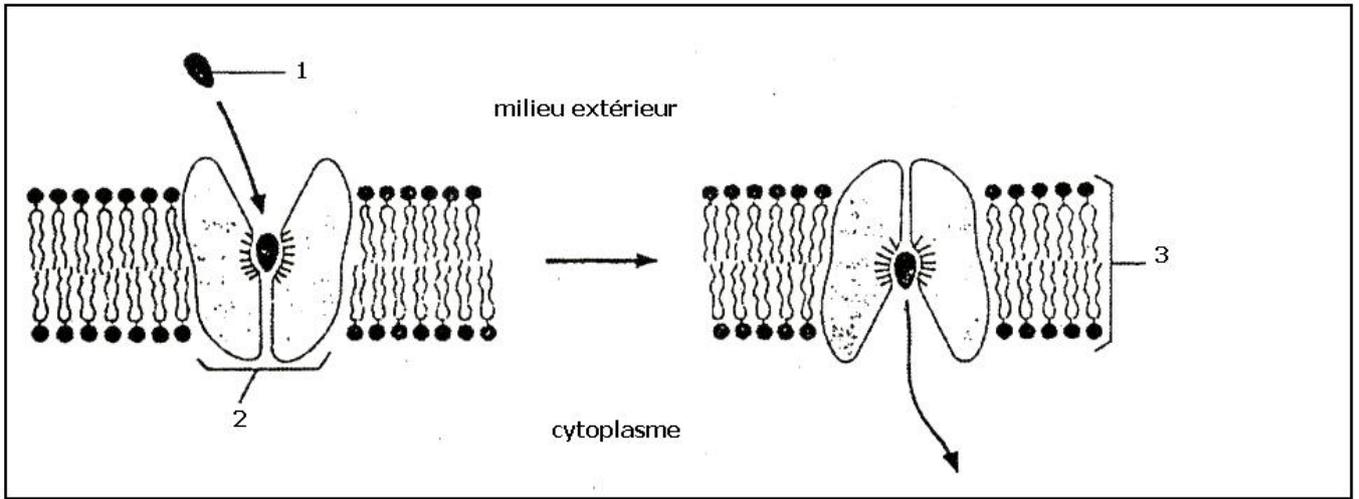
Solution :

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

Pour la même concentration , La diffusion du glucose est plus grande que celle de NaCl.

Pour les faibles concentration de Glucose inférieur à ci , la diffusion est très rapide , et atteint très vite la valeur maximale ,après laquelle la diffusion reste stable en valeur maximale .

2- Bien que la taille du glucose est plus grande que la taille de Na Cl , la diffusion est rapide car la cellule en a besoin , c'est l'aliment énergétique le plus utilisé par la cellule .cette diffusion rapide 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 .

#### 4-4- le transport actif :

a- Mise en évidence : exercice

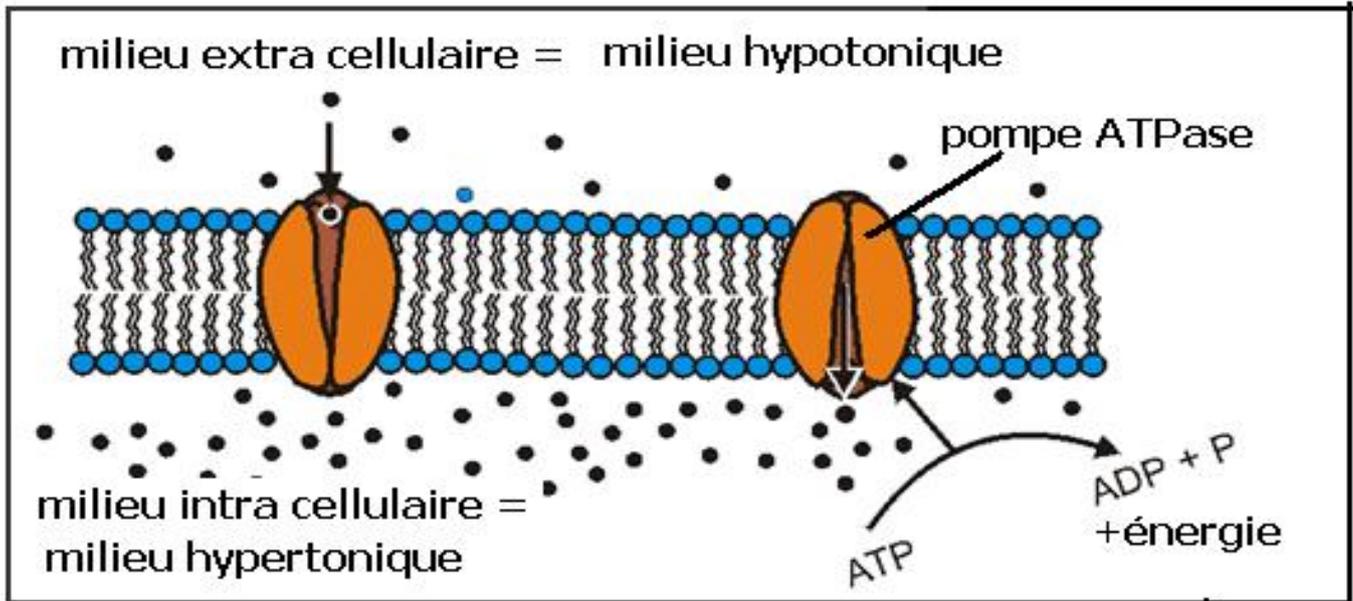
Le tableau suivant représente la concentration de quelques ions dans le cytoplasme d'une cellule nerveuse de la seiche ,et dans l'eau de mer milieu de vie de l'animal :

|        | Concentration cytoplasmique en mmol/l | Concentration dans l'eau de mer en mmol/l |
|--------|---------------------------------------|---|
| $K^+$  | 128                                   | 4.5                                       |
| $Na^+$ | 15                                    | 142                                       |

- 1- Comparer la répartition des deux ions dans les milieux intra et extra cellulaire ?
- 2- Comment expliquer cette répartition ?
- 3- On injecte dans le cytoplasme de cette cellule une très petite quantité de  $Na^+$  radioactif , on observe la propagation de rayonnement dans le milieu extérieur :
  - a- Que signifie la propagation de rayonnement dans le milieu extérieur ?
  - b- Est-ce que cette diffusion est conforme à la loi de la diffusion libre ?
  - c- Comment expliquer ce phénomène ?

## b- Définition du transport actif :

Le transport actif c'est le transport de substance 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 .

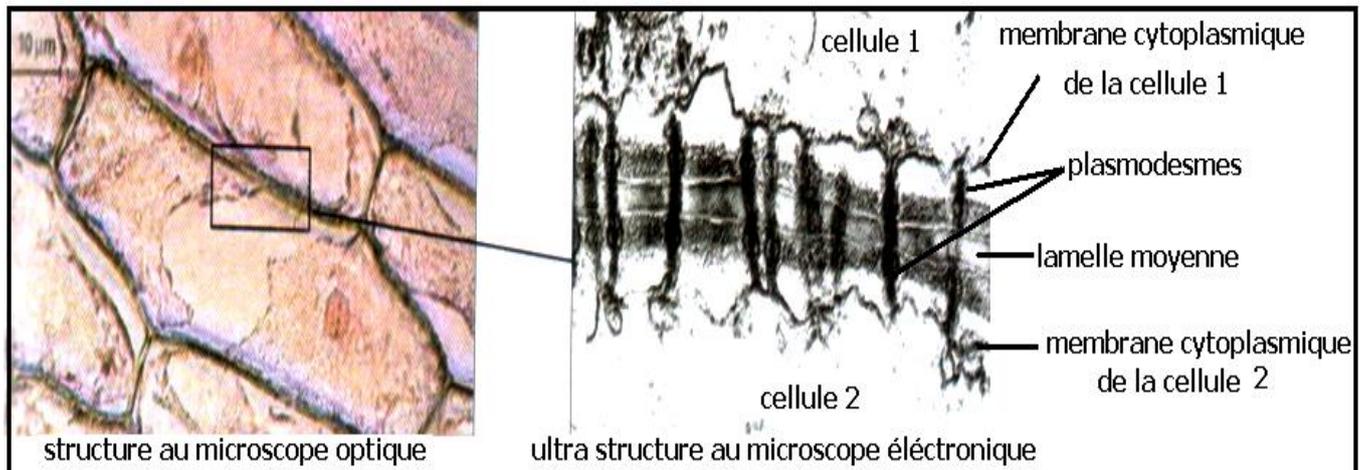


5- les structures responsables des échanges cellulaires :

5-1- la membrane squelettique :

Elle est constituée essentiellement de polysaccharides surtout pectines et cellulose , d'où le nom de membrane pectocellulosique , et de protéine .

Au microscope on obtient les observations suivantes :



La membrane squelettique solide porte des plasmodesmes ( des pores ) qui assurent les échanges entre cellules voisines ou entre la cellules et son milieu

extérieur , les petites molécules passent à travers les plasmodesmes sans aucune distinction , les grandes molécules ne peuvent les traverser .

## 5-2- la membrane cytoplasmique :

### a- Composition chimique :

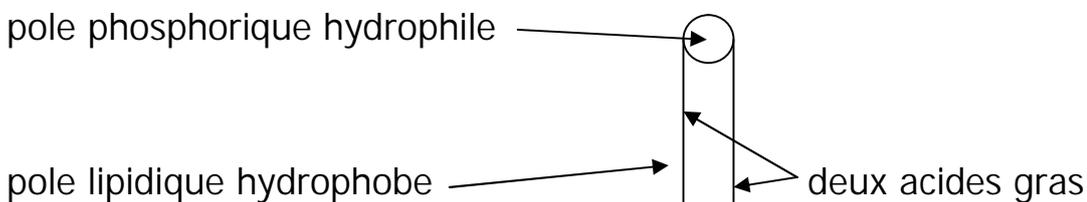
La membrane cytoplasmique se compose de 3 constituants principaux :

80 % de phospholipides et de cholestérol

20 % de protéines

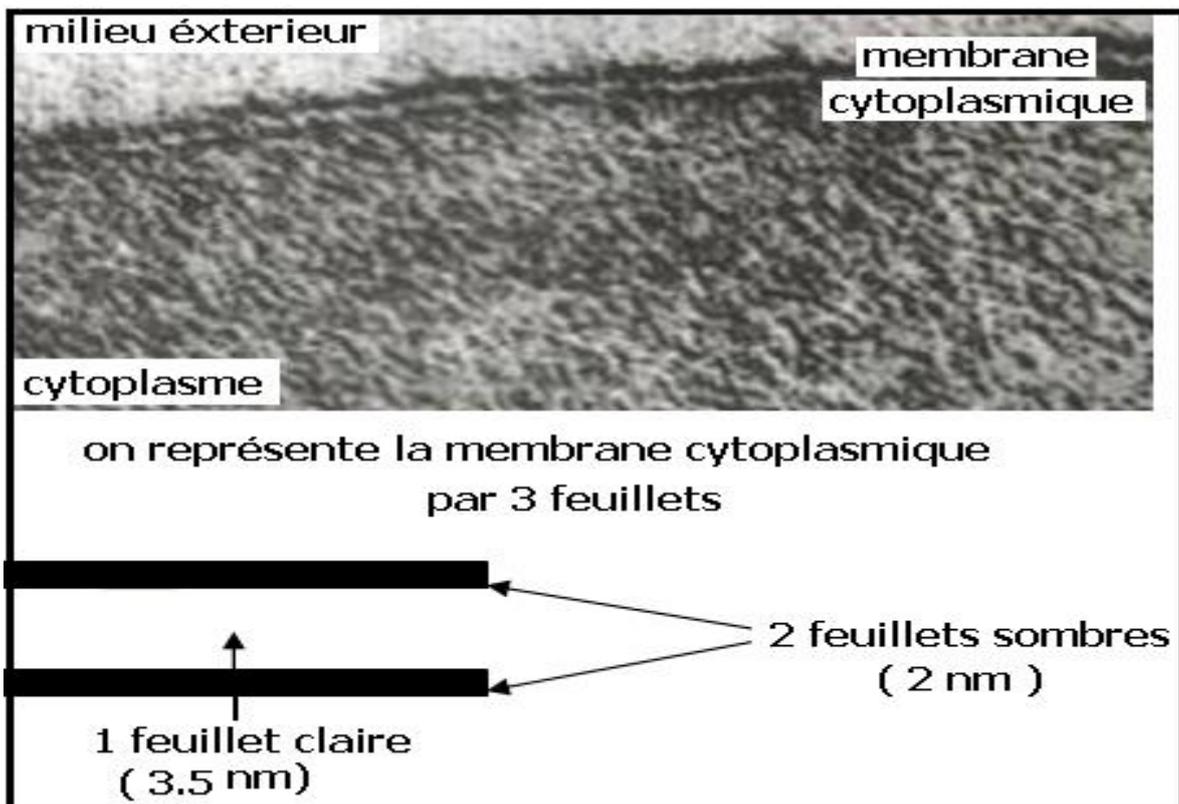
Une très faible proportion de glucides

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 :



### b- Ultra structure :

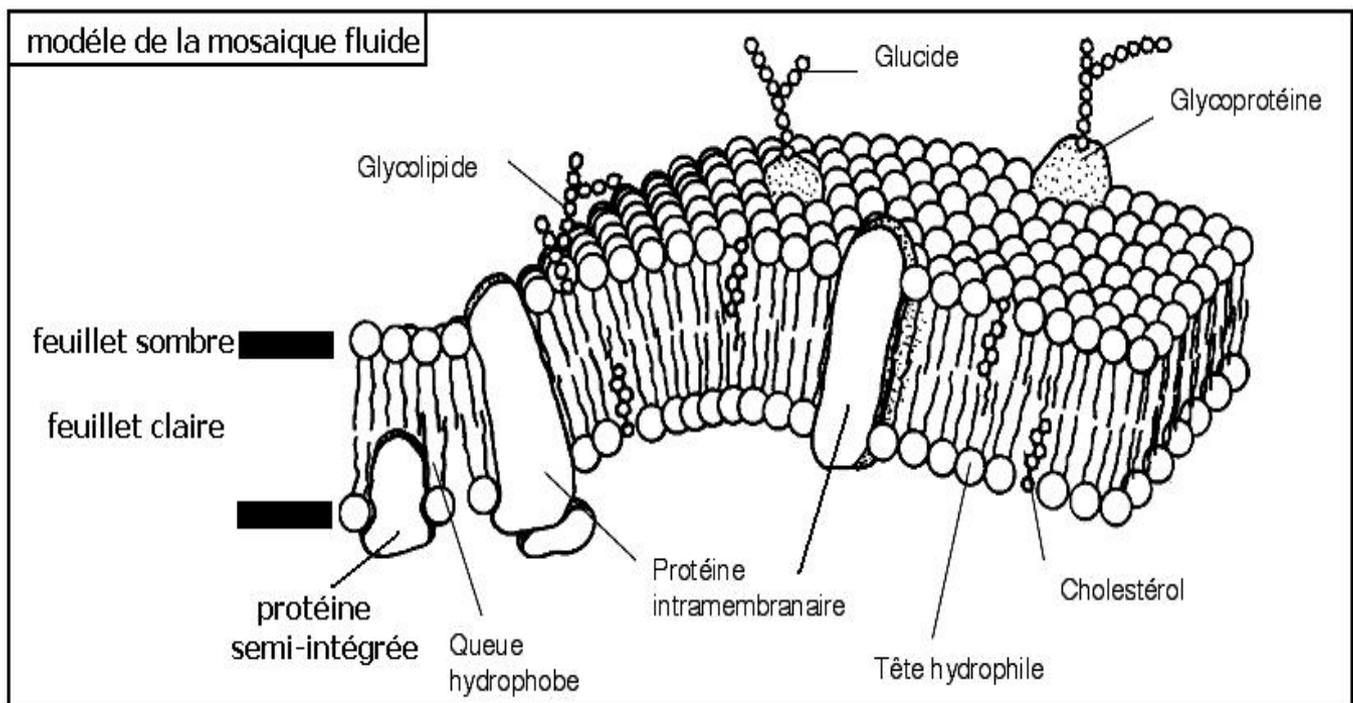
L'observation au microscope électronique montre :



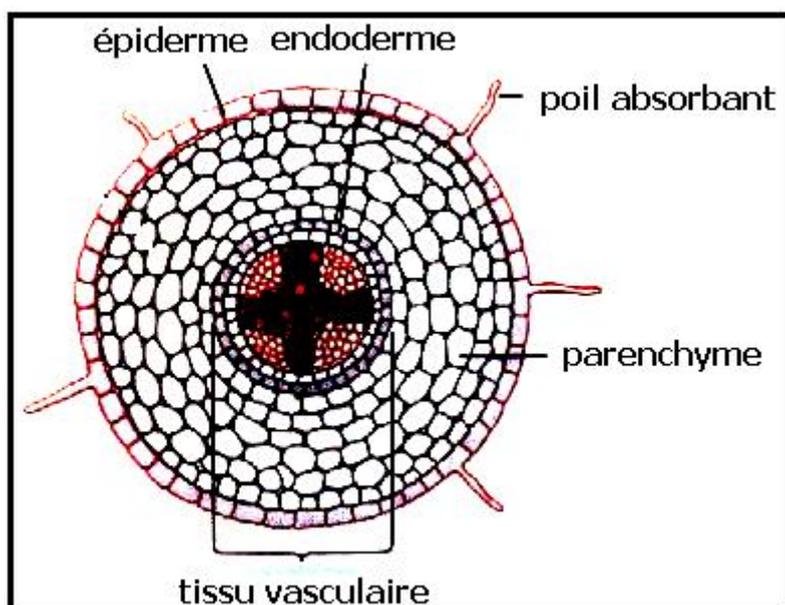
L'épaisseur de la membrane cytoplasmique est 7.5 nm

Les milieux extérieur et intérieur de la cellule ,se composent essentiellement de l'eau ,à partir de la composition chimique et de l'ultra structure on suppose que les feuillets sombres sont des pôles hydrophiles et le feuillet claire est formé des pôles hydrophobes des phospholipides , la membrane cytoplasmique est une bicouche de phospholipides avec des protéines en mouvement continue ce qui explique les différentes caractéristiques de la perméabilité membranaire

Singer et Nicolson en 1972 ont proposé le modèle de la mosaïque fluide pour expliquer les caractéristiques chimiques et structurales de la membrane cytoplasmique :



## 6- les racines et l'absorption de l'eau et des sels minéraux :



Les racines des plantes sont les responsables de la fixation de la plante au sol , et de l'absorption de l'eau et des sels minéraux ( sève brute ).

a- observation d'une coupe transversale de racine :

Les poils absorbants sont les responsables des échanges avec le sol , les substances échangées passent des cellules

du parenchyme au tissu vasculaire qui les distribue aux parties aériennes de la plante .

b- expérience :

on augmente progressivement la pression osmotique de la solution du sol , et on mesure la pression osmotique correspondante du poil absorbant .

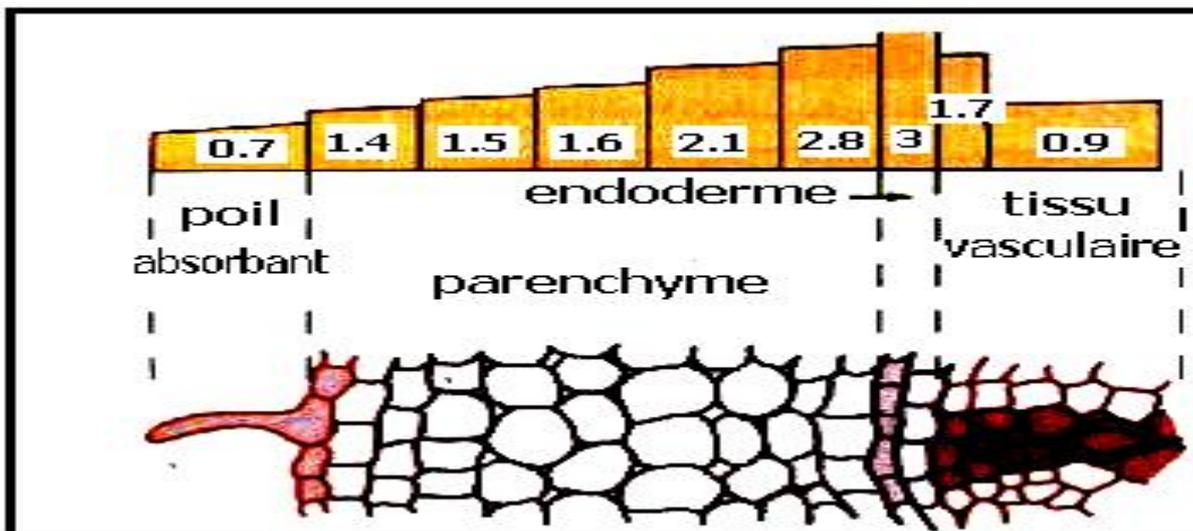
c- résultat :

| Pression osmotique de la solution du sol en barre | Pression osmotique du cytoplasme du poil absorbant en barre |
|---|---|
| 1.21  | 4.59  |
| 1.99  | 5.48  |
| 3.38  | 6.61  |
| 4.95  | 7.51  |
| 7.22  | 8.19  |

d- conclusion :

toute augmentation de la Pression osmotique de la solution du sol s'accompagne d'une augmentation de la Pression osmotique du poil absorbant , il représente toujours un milieu hypertonique capable d'absorber de l'eau .

e- passage de l'eau et des sels minéraux vers le tissu vasculaire :



Du poil absorbant à l'endoderme à travers le parenchyme on constate un gradient de pression osmotique qui permet l'osmose et le passage d'eau .

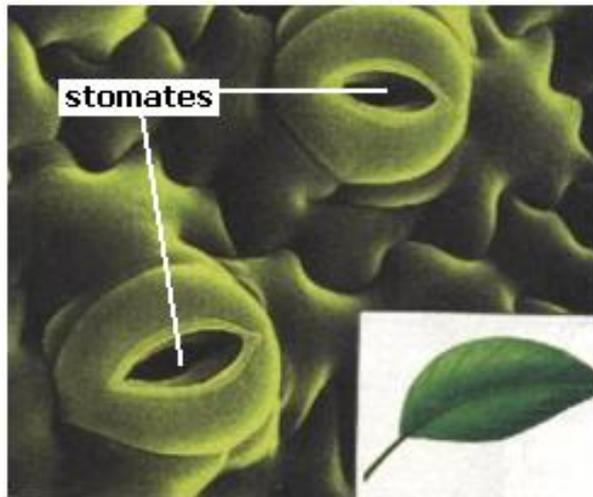
Au niveau du tissu vasculaire on remarque une baisse brutale de la pression osmotique , ce phénomène constitue un type de contrôle à l'absorption de l'eau ,

quand la plante a besoin d'eau elle augmente la pression osmotique du tissu vasculaire .

Le gradient de pression osmotique au niveau du parenchyme inhibe la diffusion libre des sels minéraux , la plante doit utiliser le transport actif pour satisfaire ses besoins en sels.

f- transfert de l'eau des racines vers les feuilles :

le tissu vasculaire forme un réseau de vaisseaux qui se distribue dans la tige pour atteindre les feuilles .



l'épiderme des feuilles porte de minuscules ouvertures appelées stomates , à travers les stomates on assiste à une évaporation de l'eau c'est le phénomène de transpiration , qui provoque une augmentation progressive de la pression osmotique et par conséquent transfert de l'eau le long du tissu vasculaire .