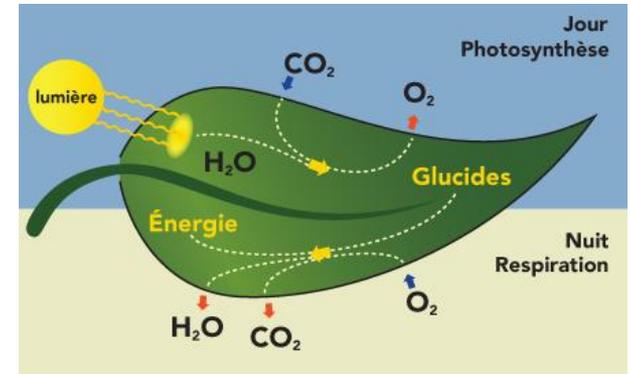
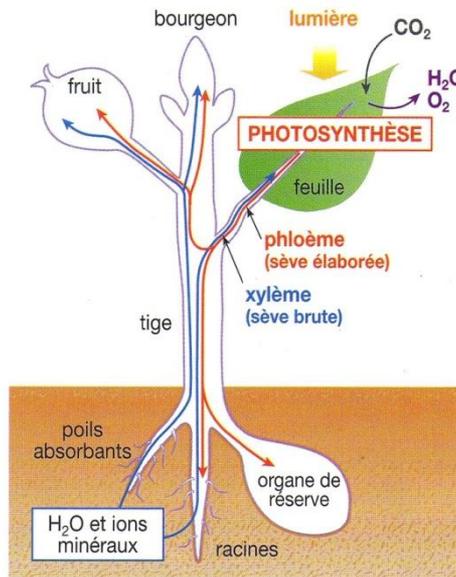


# Physiologie Végétale



Faculté des Sciences Appliquées Université Ibn Zohr  
Filière SV, Semestre 4

2019/2020

## Mouvement de l'Eau dans la Plante

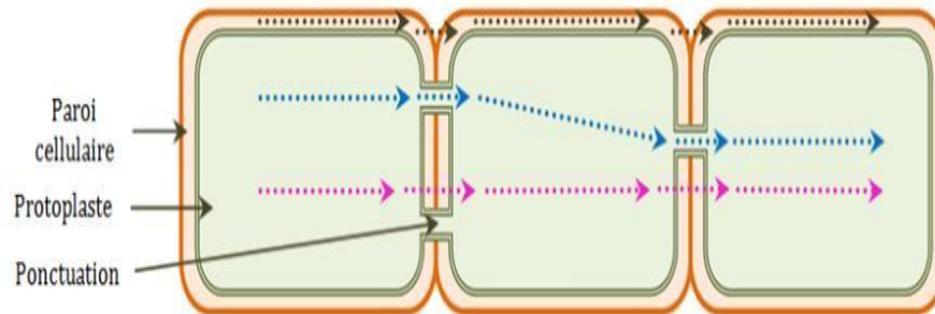
- L'eau entre par les poils absorbants des racelles et gagne les vaisseaux du xylème en passant par le parenchyme corticale radriculaire et l'endoderme.
- La différence de potentiel hydrique entre le sol et les cellules des poils absorbants de la zone pilifère fait que l'eau se déplace vers l'intérieur de la racine.

# Chapitre I : Nutrition Hydrique & Minérale

## Mouvement de l'Eau dans la Plante

De cellule à cellule, 3 trajets sont possibles:

- ✓ La voie **transcellulaire**: l'eau passe en « ligne droite » dans la cellule, traversant les **vacuoles et le cytoplasme**.
- ✓ La voie **symplastique**: traverse la cellule via la **voie paroi-cytoplasme-paroi**. Le symplaste qui correspond à l'ensemble des cytoplasmes en communication via les **plasmodesmes**.
- ✓ La voie **apoplastique**: passage **par la paroi**, dans les lacunes et méats aérifères (apoplasme). L'apoplaste qui correspond au réseau de parois en contact les unes avec les autres.



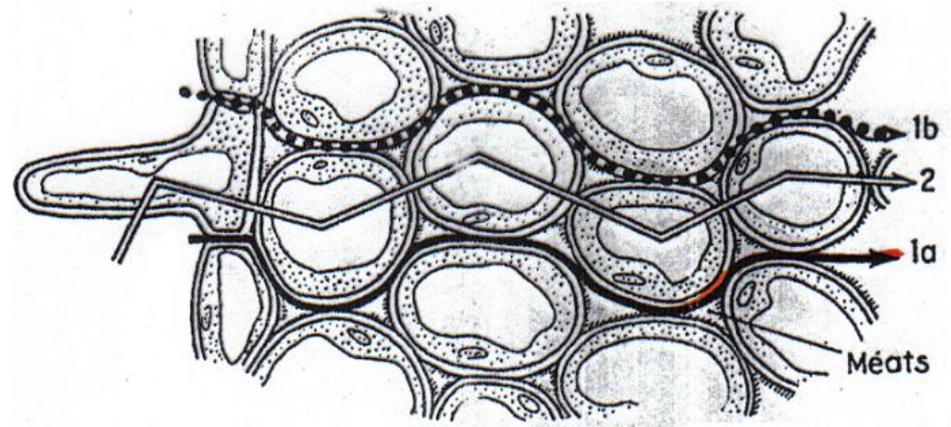
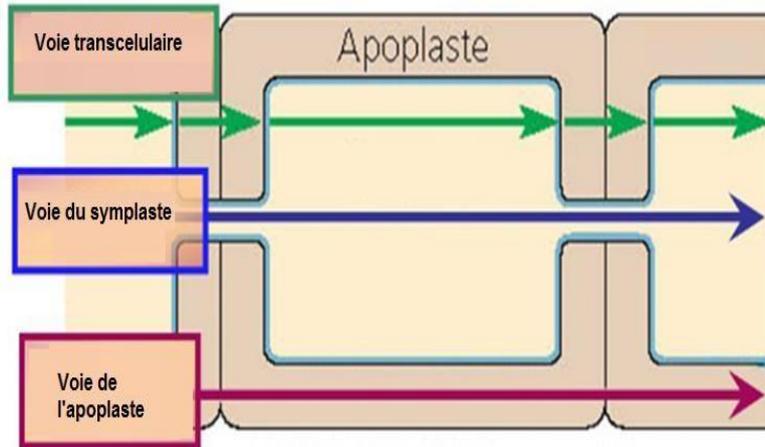
*Schéma simplifié des voies utilisées par l'eau pour se rendre des radicelles aux vaisseaux de xylème (vaisseaux de bois) : voie transcellulaire, voie symplastique et voie apoplastique.*

# Chapitre I : Nutrition Hydrique & Minérale

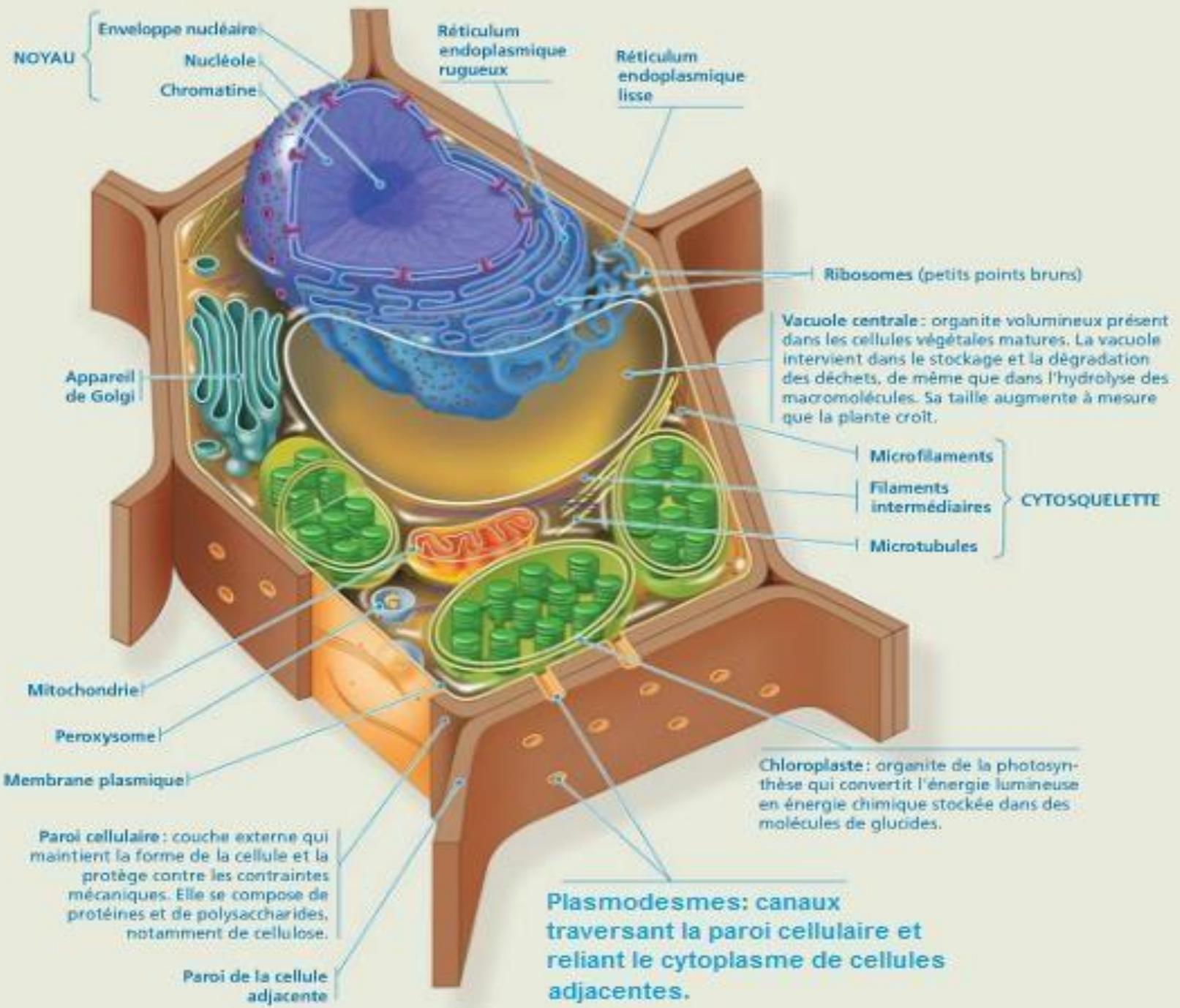
## Mouvement de l'Eau dans la Plante

De cellule à cellule, 3 trajets sont possibles:

- ✓ On estime que 95% de l'eau absorbée, passe par la voie symplastique.



Les différentes voies de pénétration de l'eau et des solutés dans la racine

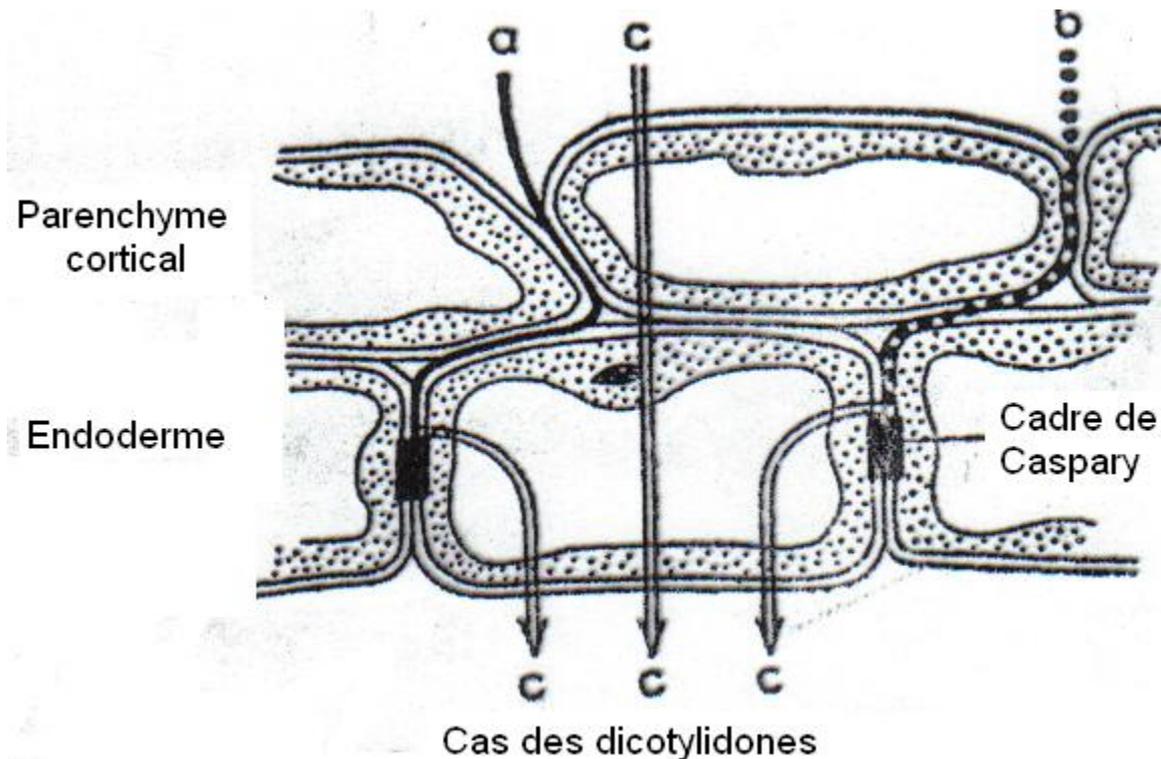


# Chapitre I : Nutrition Hydrique & Minérale

## Mouvement de l'Eau dans la Plante

### Cas des dicotylédones

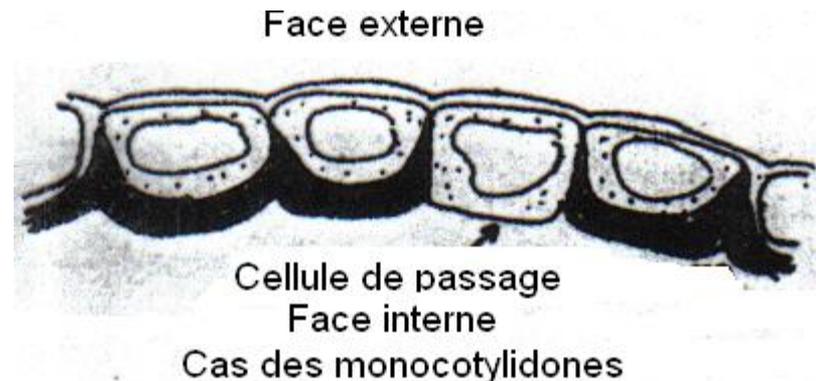
- Dans l'écorce l'**apoplasme** offre très peu de résistance et constitue la voie principale du passage de l'eau mais au niveau de l'**endoderme**, le cadre subérifié des cellules endodermique forme un barrage et l'eau doit le contourner par le **symplasma** (vacuole à vacuole).



## Mouvement de l'Eau dans la Plante

### Cas des monocotylédones

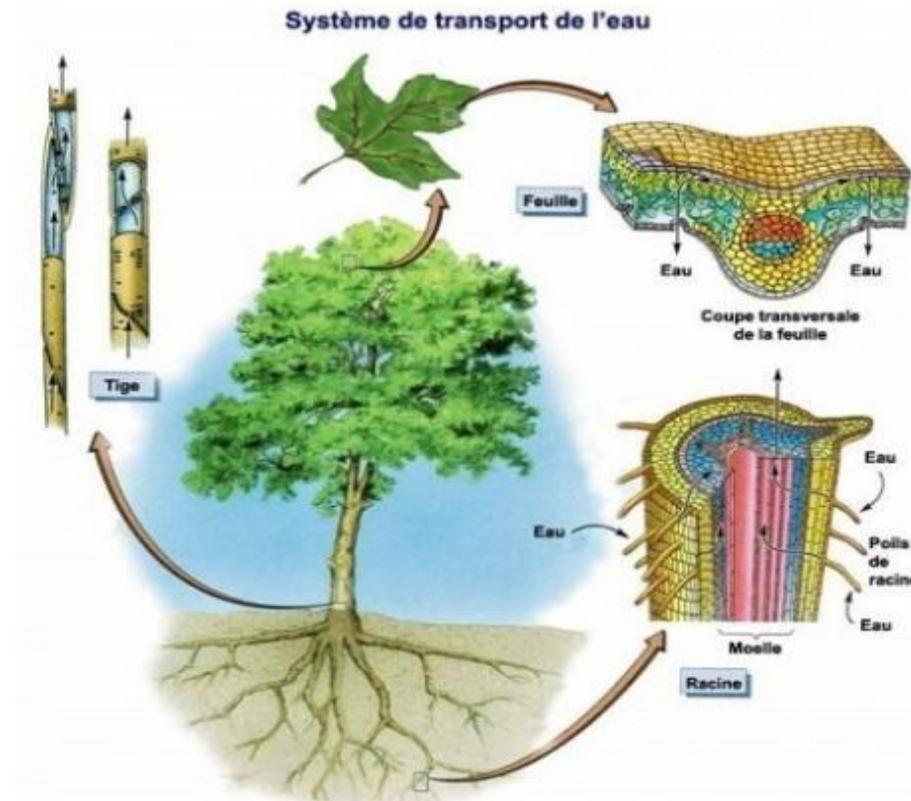
- C'est la face interne des cellules de l'endoderme qui est chargée de subérine (et forme **l'endoderme en U**) et interdit toute échange entre l'écorce et le cylindre central, dans ce cas il y a des **cellules de passage** qui permettent le passage de l'eau entre l'écorce et le cylindre central.



# Chapitre I : Nutrition Hydrique & Minérale

## Transite de l'Eau dans la Plante

- Il se fait suivant deux types de transport:
  - ✓ Transport radial ou horizontal au niveau de la racine
  - ✓ Transport vertical

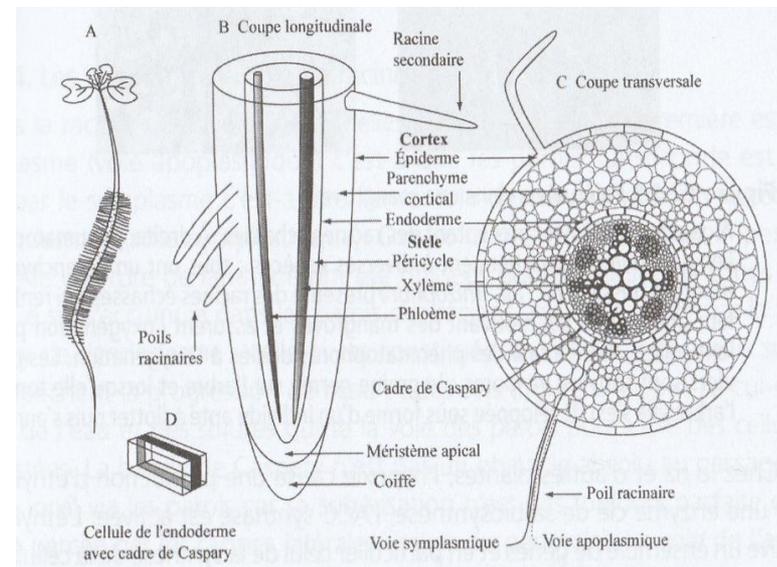
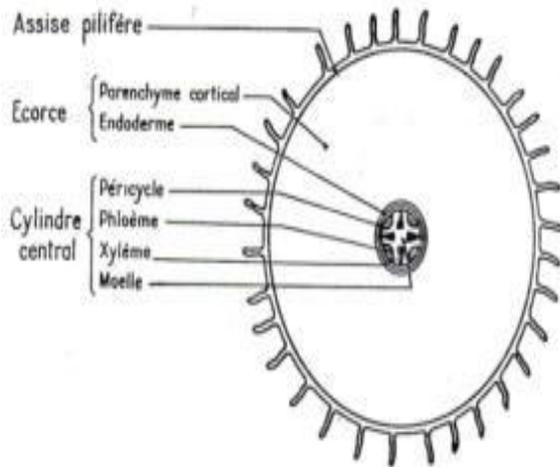


# Chapitre I : Nutrition Hydrique & Minérale

## Transite de l'Eau dans la Plante

### Transport radial de l'Eau dans la Racine

- Le potentiel hydrique des poils absorbants doit être plus négatif que celui du sol pour que l'eau passe du sol vers les poils absorbants.
- Or, dans un poil absorbant, le potentiel osmotique est la principale composante du potentiel hydrique, ce qui permet d'assimiler ces deux valeurs par simplification.



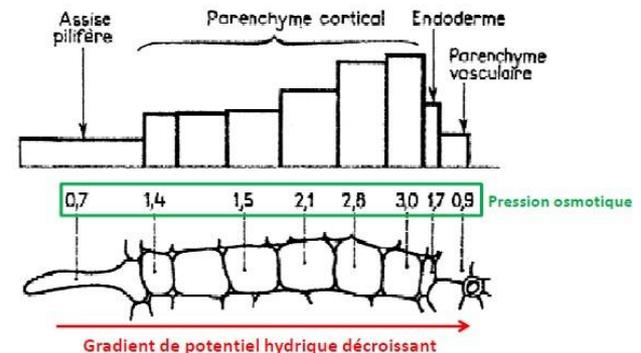
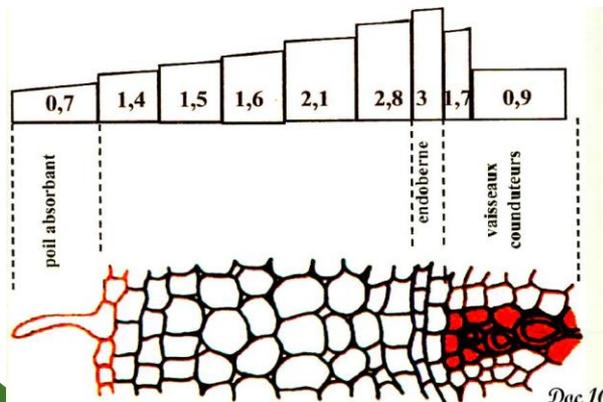
# Chapitre I : Nutrition Hydrique & Minérale

## Transite de l'Eau dans la Plante

### Transport radial de l'Eau dans la Racine

#### □ Le Gradient de Succion

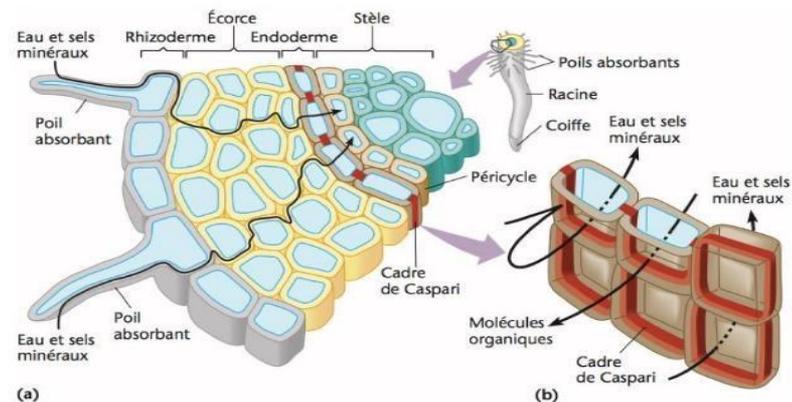
- L'eau circule des poils absorbants vers les vaisseaux du xylème suivant un gradient de **succion**
- L'eau se déplace horizontalement à l'intérieur de la racine suivant un gradient de potentiel **décroissant** qui existe entre les cellules, depuis les poils absorbants jusqu'à **l'endoderme**.
- Autrement dit, la pression osmotique croit du poil absorbant jusqu'à l'endoderme, ce dernier a une pression osmotique supérieure à celle des vaisseaux du bois (xylème secondaire)



## Transite de l'Eau dans la Plante

### Transport radial de l'Eau dans la Racine

- Au niveau de l'**endoderme**, une couche de cellules entourant le cylindre central forme l'endoderme.
- Les parois transversales et radiales, des cellules de l'endoderme, produisent des épaissements nommés **bandes de Caspari**, formée principalement de subérine (hydrophobe).
- Cette bande constitue une **barrière** efficace empêchant le mouvement de l'eau dans l'espace apoplastique de l'endoderme. L'eau dans ce cas **ne peut entrer et sortir** de la stèle qu'en passant d'abord par les membranes des cellules de l'endoderme puis empruntant les plasmodesmes.



## Transite de l'Eau dans la Plante

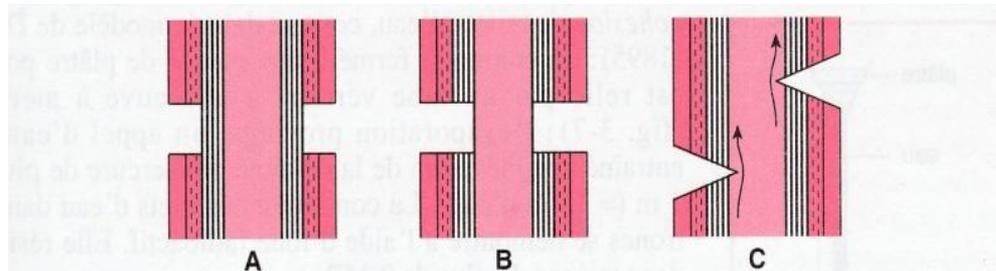
### Transport radial de l'Eau dans la Racine

- Le passage de l'eau entre l'endoderme et les vaisseaux du bois se fait contre gradient.
- Nous avons un **transport actif** d'eau entre l'endoderme et les vaisseaux du bois c'est **la poussée radulaire**
- Cette poussée n'existe que si la racine est vivante et aérée. Elle est inhibée par le cyanure et les basses température.
- Elle joue un rôle très important dans la montée de la sève brute jusque dans les cimes des arbres les plus hauts

## Transite de l'Eau dans la Plante

### Transport vertical de la Sève brute dans la Tige

- La solution minérale venue dans le cylindre central et collectée dans les vaisseaux, constitue la sève brute. La sève brute circule par les vaisseaux. Pour mettre ceci en évidence, on procède à l'expérience suivante: décortication annulaire sur la tige:
  - Si la décortication va jusqu'au cylindre central en sectionnant les vaisseaux, la plante se fane,
  - Si elle ne sectionne pas les vaisseaux, la plante reste turgescente.
  - Si la lésion n'est pas trop importante, elle peut être contournée par le parenchyme du xylème.



Voies suivies par la sève brute.  
A, décortication annulaire portant sur l'écorce et le phloème: la vitesse de circulation est inchangée. B, décortication portant en outre sur le xylème: la circulation est arrêtée. C, entailles latérales: la circulation est ralentie.

## Transite de l'Eau dans la Plante

### Transport vertical de la Sève brute dans la Tige

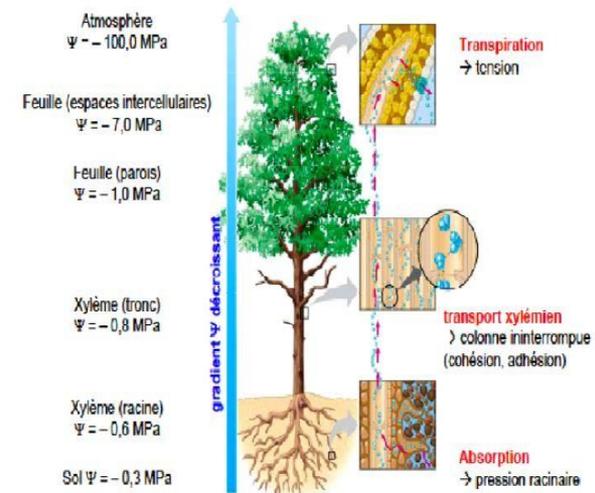
#### ❑ Mécanisme de la montée de la sève brute dans la tige:

- Plusieurs mécanismes peuvent être invoqués pour expliquer cette montée:
- En résumé: Trois forces contribuent à faire monter l'eau :

1. Poussée radiculaire (pression racinaire);

2. L'ascension par la Capillarité (cohésion, adhésion);

3. La transpiration (Aspiration foliaire)



## Transite de l'Eau dans la Plante

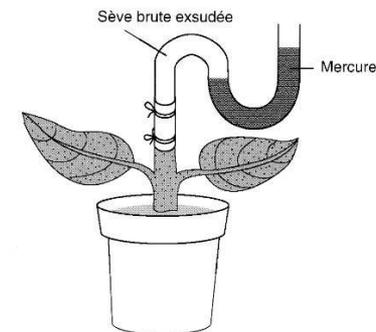
### Transport vertical de la Sève brute dans la Tige

#### □ La poussée racinaire (ou pression racinaire)

- Une tige d'une plante herbacée bien irriguée et sectionnée au dessus du sol, de la sève xylémienne exsudera à la surface de la blessure. Ceci montre qu'il existe une pression positive dans le xylème. Cette pression est dite la **poussée racinaire**, les forces qui la produisent ont leur origine dans la racine.
- Cette poussée résulte de la structure de la racine et de l'absorption active de sels minéraux du sol.



Démonstration d'une exsudation de sève xylémienne provoquée par la pression racinaire chez la tomate. Le cliché a été pris 10 minutes après que la tige d'une plante parfaitement irriguée ait été coupée.



Manomètre élémentaire permettant de mesurer la pression racinaire. On peut calculer la pression racinaire en mesurant la hauteur atteinte par le mercure dans le tube de verre.

## Transite de l'Eau dans la Plante

### Transport vertical de la Sève brute dans la Tige

#### ❑ La poussée radiculaire (ou pression racinaire)

- Une des conséquences de la poussée radiculaire, la guttation:
- La poussée radiculaire peut dans certains cas entraîner le phénomène de guttation. C'est une émission d'eau sous forme de gouttelettes liquides. La guttation (ou sudation) se produit lorsque l'absorption l'emporte sur la transpiration.
- Le phénomène ne se produit que si le sol est gorgé d'eau et si l'air est assez humide pour ralentir l'évaporation au niveau des feuilles.



Phénomène de guttation aux niveaux de différentes feuilles.

## Transite de l'Eau dans la Plante

### Transport vertical de la Sève brute dans la Tige

- ❑ La poussée radiculaire (ou pression racinaire)
- Si on coupe un rameau de vigne au printemps, de la sève s'écoule au niveau de la section de la tige : on dit que la vigne « pleure ».



Guttation au niveau d'une tige de Vigne.

## Transite de l'Eau dans la Plante

### Transport vertical de la Sève brute dans la Tige

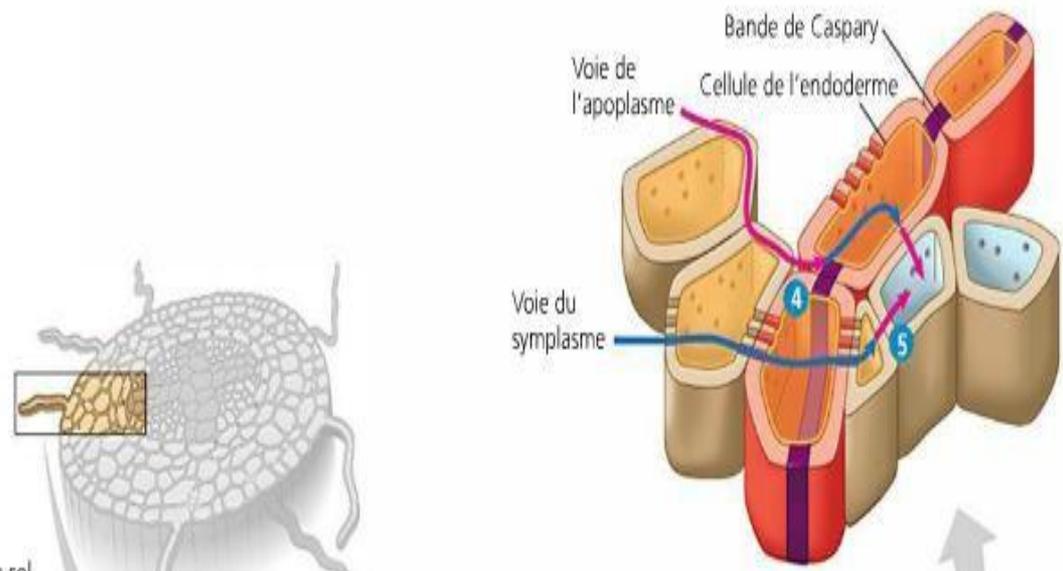
#### □ La poussée radiculaire (ou pression racinaire)

- Les racines prélèvent les ions minéraux du sol, ces ions sont transportés dans la stèle où ils sont transférés activement dans les vaisseaux du xylème.
- L'accumulation des ions dans le xylème fait baisser le potentiel osmotique, et par conséquent le Potentiel hydrique, suite à cette diminution de potentiel, l'eau passe des cellules corticales dans la stèle en traversant les membranes des cellules de l'endoderme.
- Les bandes de Caspary empêchent tout retour de l'eau vers le cortex, une pression hydrostatique positive apparait dans le xylème. Tant que les racines accumulent des ions dans le xylème, l'eau continue d'affluer et de monter dans les vaisseaux .

**4 L'endoderme : la régulation de l'entrée dans le cylindre vasculaire (stèle).**

Il y a, dans les parois transversale et radiale de chaque cellule endodermique, une ceinture constituée d'une substance cireuse, la bande de Caspary (représentée ici par la bande violette). Cette ceinture bloque le passage de l'eau et des minéraux dissous. Seuls les minéraux dissous qui se trouvent déjà dans le symplasma ou qui empruntent cette voie en traversant la membrane plasmique d'une cellule endodermique peuvent contourner la bande de Caspary et passer dans le cylindre vasculaire (stèle).

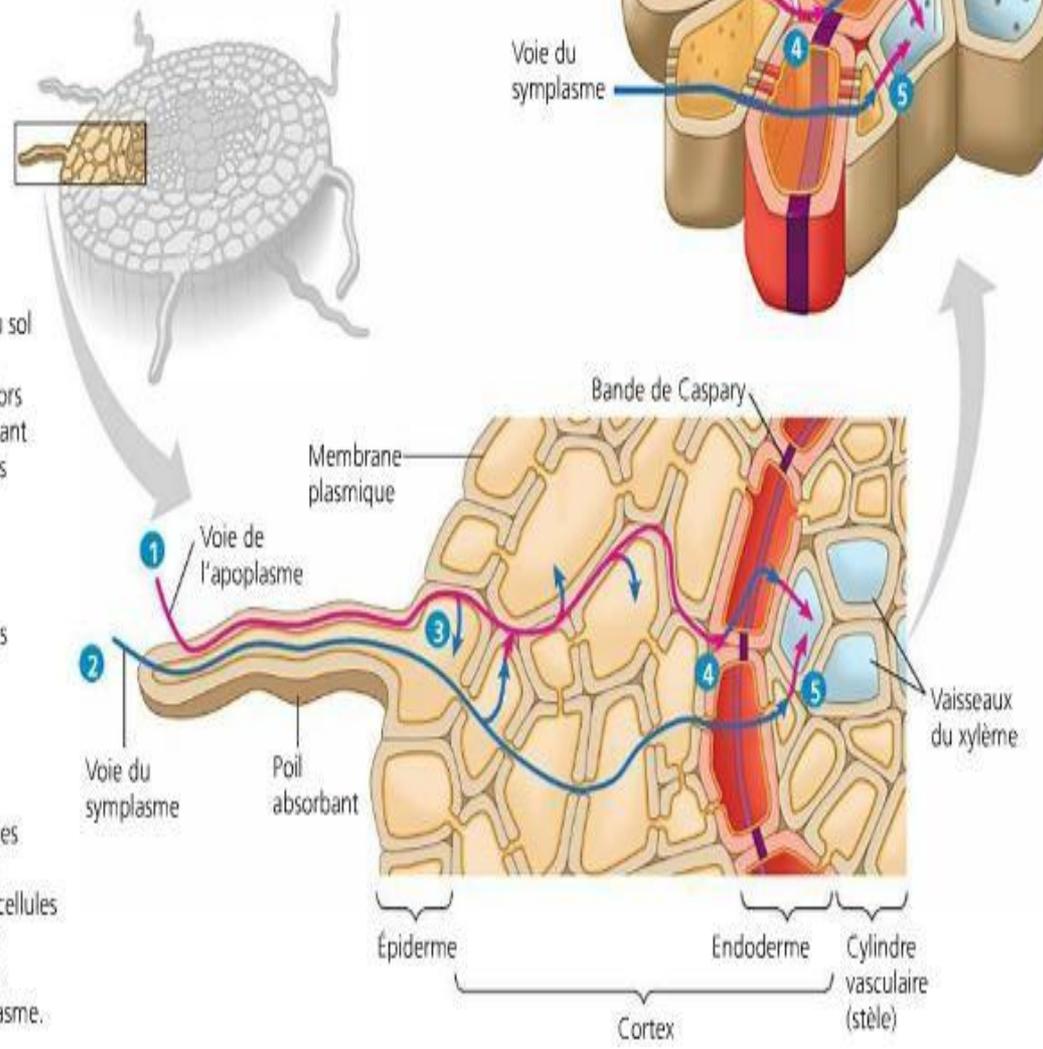
**5 Transport dans le xylème.** Les cellules endodermiques et les cellules vivantes du cylindre vasculaire font passer l'eau et les minéraux dans leur paroi (apoplasme). Les éléments de vaisseau du xylème transportent ainsi l'eau et les minéraux par courant de masse jusque dans le système caulinair.



**1 Voie de l'apoplasme.** La paroi hydrophile des poils absorbants permet l'entrée de la solution du sol et ouvre la voie de l'apoplasme. L'eau et les minéraux peuvent alors se diffuser dans le cortex en suivant cet ensemble de parois cellulaires et d'espaces extracellulaires.

**2 Voie du symplasma.** L'eau et les minéraux qui traversent la membrane plasmique des poils absorbants peuvent pénétrer dans le symplasma.

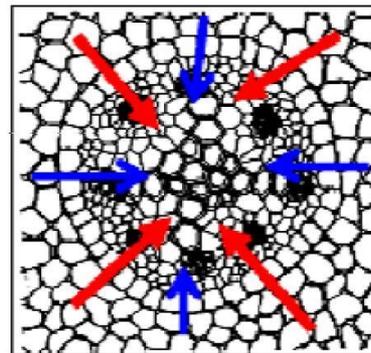
**3 Voie transmembranaire.** Tandis que la solution du sol circule dans l'apoplasme, certaines molécules d'eau et de minéraux passent dans le protoplaste des cellules de l'épiderme et du cortex, et se déplacent ensuite vers l'intérieur en empruntant la voie du symplasma.



## Transite de l'Eau dans la Plante

### Transport vertical de la Sève brute dans la Tige

- La poussée radulaire (ou pression racinaire)
- Dans la racine, les mouvements d'eau sont associés au transport des minéraux:
  - Transport actif des minéraux dans le xylème chargement du xylème.
  - Diminution du potentiel hydrique  $\Psi$ .
  - Appel d'eau vers le xylème qui génère une pression racinaire qui pousse la sève brute vers les parties aériennes, elle ne peut faire monter la sève de plus de 1 à 2m.



Transport actif de minéraux  
Transport passif d'eau

## Transite de l'Eau dans la Plante

### Transport vertical de la Sève brute dans la Tige

#### □ La poussée radiculaire (ou pression racinaire)

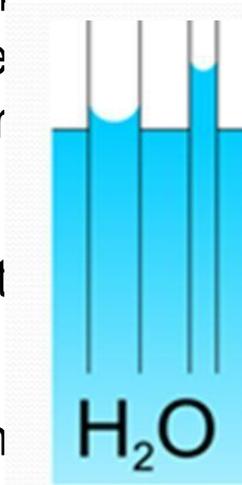
- Elle joue un rôle important lorsque la transpiration est faible, en particulier la nuit.
- Au printemps, elle contribue à alimenter en eau les jeunes bourgeons, au début de leur éclosion alors que l'appel d'eau, exercé par leur prolifération, est négligeable.
- Un autre exemple pour les arbres et arbustes qui forment leurs fleurs avant leurs feuilles:

## Transite de l'Eau dans la Plante

### Transport vertical de la Sève brute dans la Tige

#### □ L'ascension de l'eau par capillarité:

- Elle est due à l'interaction de plusieurs forces, les forces d'adsorption entre les molécules d'eau et les groupements polaires répartis le long de la paroi du capillaire, les forces de tension superficielle  $\gamma$  (dus aux forces de cohésion des molécules d'eau) et les forces de pesanteur qui s'exercent sur la colonne d'eau.
- La hauteur à laquelle l'eau peut monter dans le tube est inversement proportionnelle au diamètre du tube.
- **Loi de Jurin:** Si on plonge un tube capillaire en verre (de rayon  $r$ ) dans un liquide, on observe une ascension immédiate du liquide dans le tube (hauteur  $h$ ). On observe à la surface du liquide dans le tube la présence d'un ménisque concave.



## Transite de l'Eau dans la Plante

### Transport vertical de la Sève brute dans la Tige

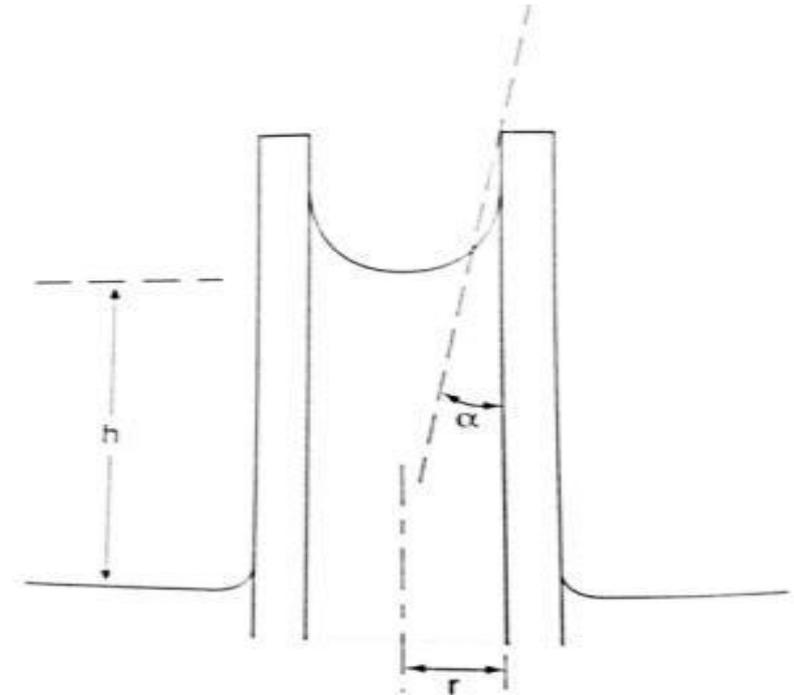
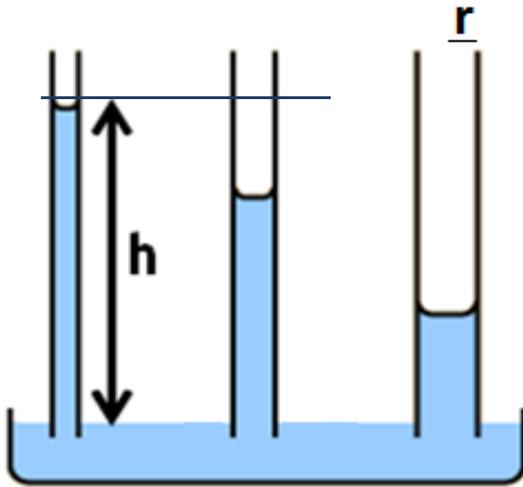
#### □ L'ascension de l'eau par capillarité: Loi de Jurin (loi physique):

- La tension superficielle ( $\gamma$ ) est exprimée en unités de force par unité de longueur ( $\text{N m}^{-1}$ ).
- La force agit dans ce cas à l'intérieur d'une circonférence d'un tube ( $2\pi r$ ).
- La force ascensionnelle finale de la colonne d'eau dans le tube capillaire est égale au produit de la tension superficielle par l'adsorption:  $2\pi r \gamma \cos \alpha$
- La force de la pesanteur tend à faire descendre la colonne d'eau dans le tube. Cette force dirigée vers le bas est une fonction du volume de la colonne d'eau ( $\pi r^2 h$ ), de la densité de l'eau ( $\rho$ ) et de l'accélération de la pesanteur ( $g$ ).
- L'eau montera dans le tube jusqu'à ce que les forces ascensionnelles seront équilibrées avec les forces dirigées vers le bas, soit:  $2\pi r \gamma \cos \alpha = \pi r^2 h \rho g$

## Transite de l'Eau dans la Plante

### Transport vertical de la Sève brute dans la Tige

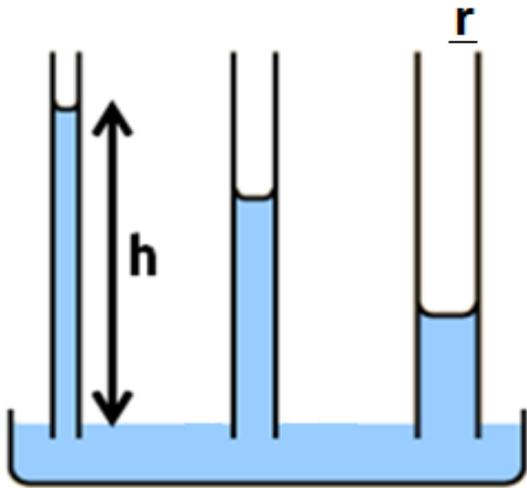
- L'ascension de l'eau par capillarité: Loi de Jurin (loi physique):



## Transite de l'Eau dans la Plante

### Transport vertical de la Sève brute dans la Tige

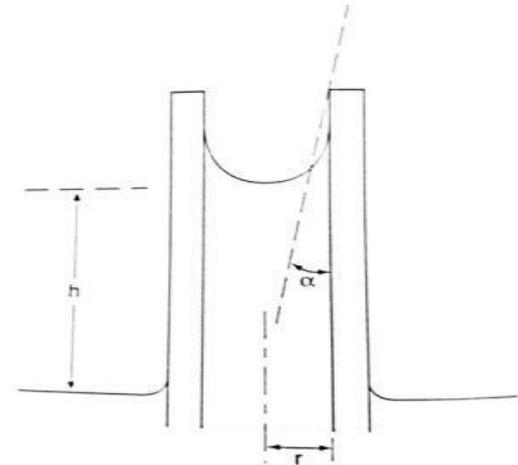
- L'ascension de l'eau par capillarité: Loi de Jurin (loi physique):



$$2\pi r \gamma \cos \alpha = \pi r^2 h \rho g$$



$$h = \frac{2 \gamma \cos \alpha}{r \rho g}$$



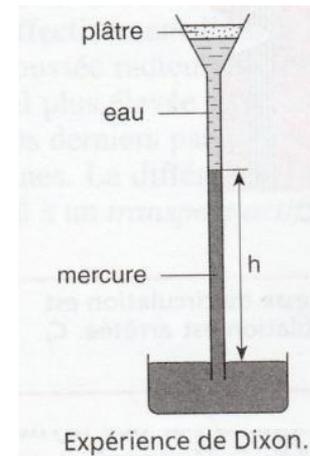
- Plus le diamètre du tube est grand plus la hauteur de la colonne d'eau est faible

## Transite de l'Eau dans la Plante

### Transport vertical de la Sève brute dans la Tige

#### □ La transpiration

- Le plus souvent c'est la transpiration qui est le principal moteur de la montée de la sève.
- Modèle de Dixon (1895)

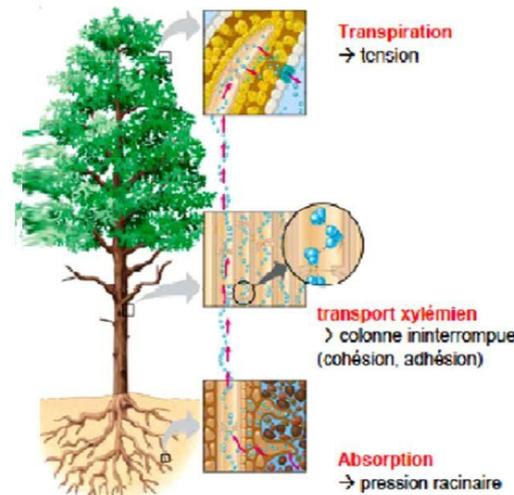


## Transite de l'Eau dans la Plante

### Transport vertical de la Sève brute dans la Tige

#### □ La transpiration

- Dixon proposa la théorie de la **cohésion**:
- Cette théorie a été proposée pour expliquer le mouvement de l'eau dans la plante.
- Il existe une colonne d'eau continue qui débute à l'extrémité de la racine, traverse la tige et se termine dans les cellules du mésophylle foliaire.



## Transite de l'Eau dans la Plante

### Transport vertical de la Sève brute dans la Tige

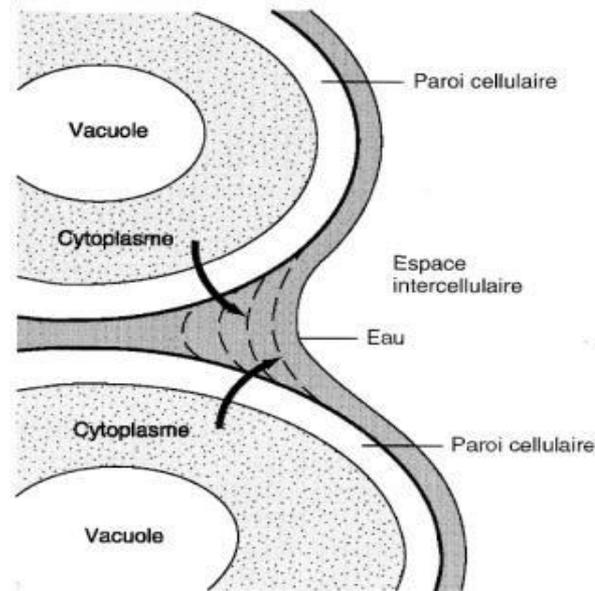
#### □ La transpiration

- La force qui met l'eau en mouvement dans le xylème provient de l'évaporation de l'eau au niveau de la feuille et de la tension ou pression négative qui en résulte.
- L'eau recouvre la surface des cellules du mésophylle d'un film adhérent aux surfaces hydrophiles. Lorsque l'eau s'évapore de ce film, l'interface air-liquide subit un retrait dans les interstices de la paroi et dans les angles des cellules adjacentes. Ce retrait provoque la formation de surface incurvées microscopiques.
- La tension superficielle à l'interface air-eau provoque l'apparition d'une pression négative croissante, qui attire l'eau liquide vers la surface. La colonne d'eau est continue jusqu'au sol, ce qui fait que l'eau est aspirée à travers la plante depuis les racines jusqu'à la surface des cellules du mésophylle.

## Transite de l'Eau dans la Plante

### Transport vertical de la Sève brute dans la Tige

#### □ La transpiration



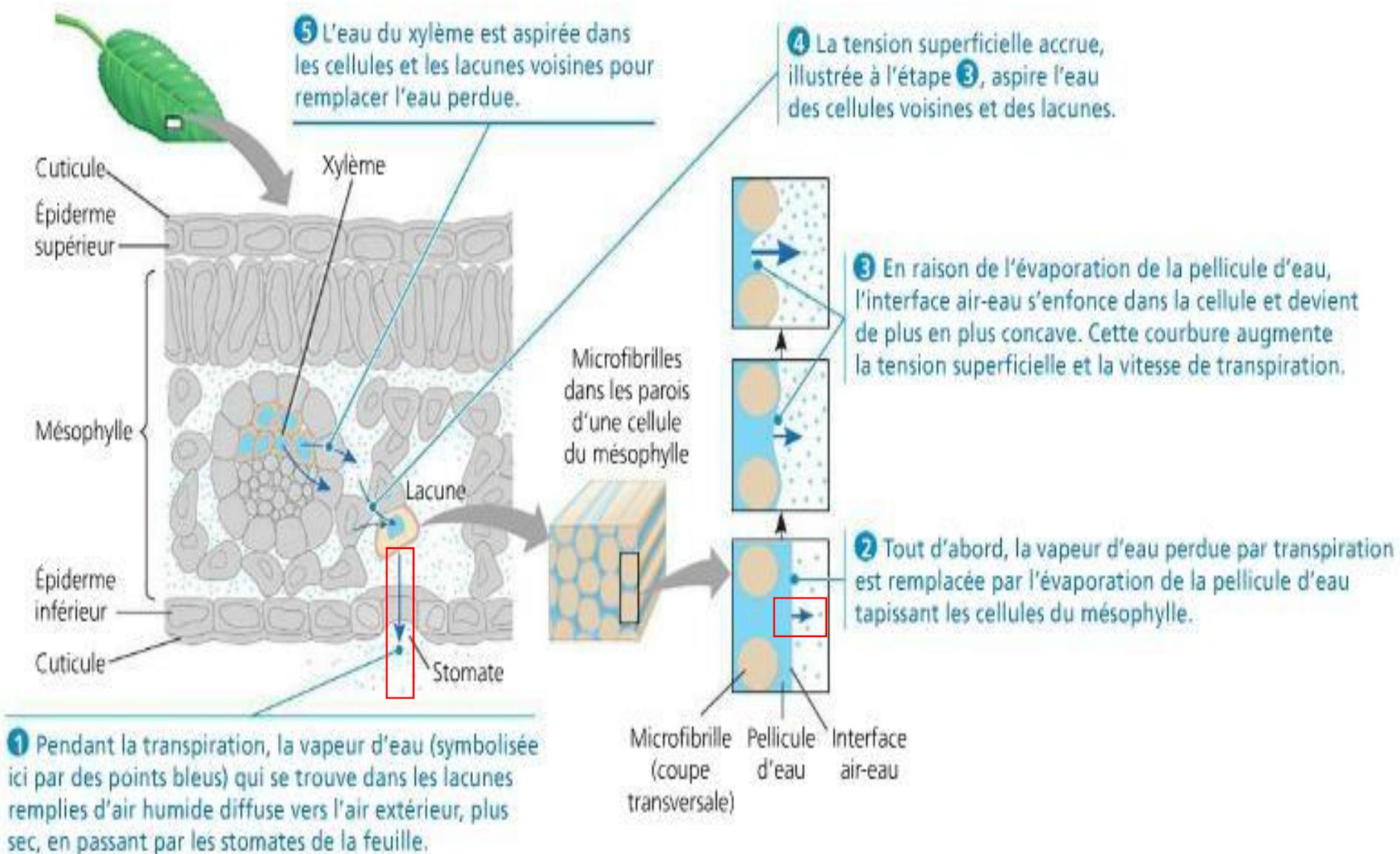
Tension (pression négative) dans une colonne d'eau. L'évaporation dans les espaces foliaires, provoque le retrait de l'interface eau-air (lignes pointillées) dans les espaces intercellulaires et dans les zones de jonction des cellules mésophylliennes de la feuille. Lors du retrait de l'eau, la tension superficielle qui en résulte attire l'eau des cellules voisines. Comme la colonne est continue, cette tension est transmise dans toute la colonne, et finalement à l'eau contenue dans la racine et le sol.

## Transite de l'Eau dans la Plante

### Transport vertical de la Sève brute dans la Tige

#### □ La transpiration

- Lorsque la transpiration l'emporte, l'eau est sous **tension**, lorsque c'est la poussée radiculaire qui l'emporte, elle est sous **pression**.



### Tension créée par la transpiration et produisant une aspiration.

La pression négative (tension) qui se crée à l'interface air-eau dans la feuille constitue le point de départ de l'aspiration créée par la transpiration, qui fait sortir l'eau du xylème.

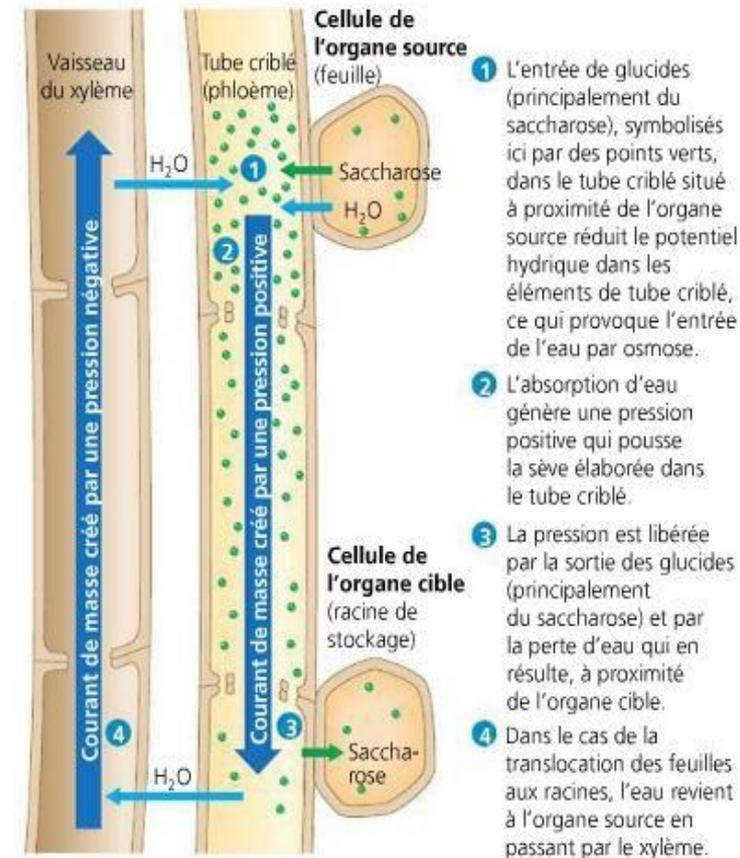
# Chapitre I : Nutrition Hydrique & Minérale

## Transite de l'Eau dans la Plante

### Transport vertical de la Sève brute dans la Tige

#### □ La transpiration

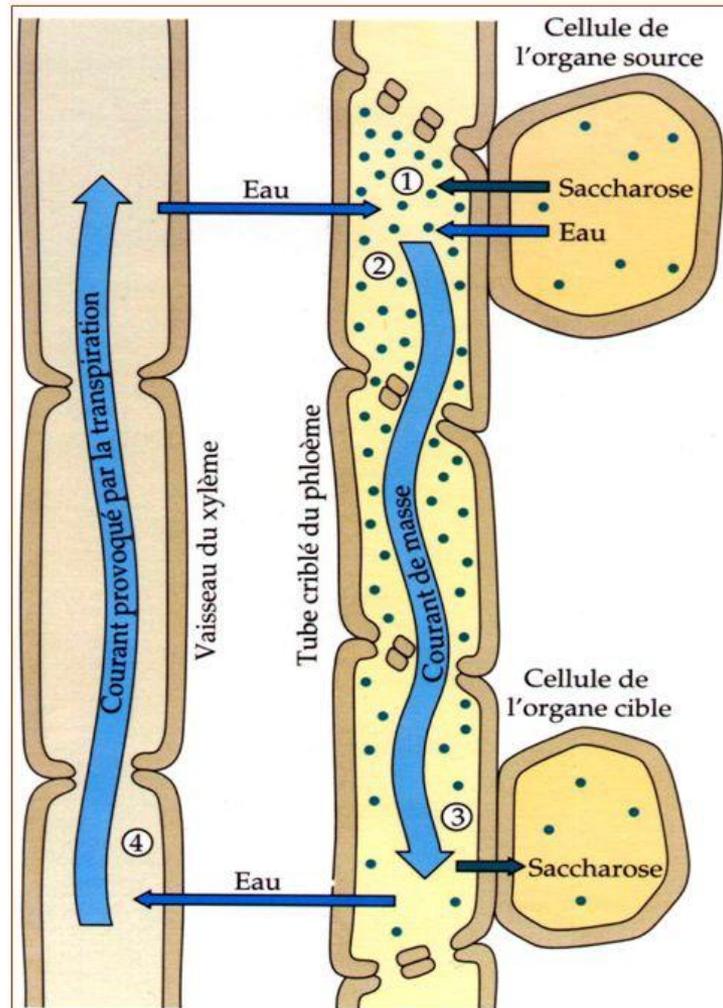
- Arrivée au niveau des feuilles, la sève brute se répand dans les tissus et la plus grande partie s'évapore.
- Toutefois une petite partie se charge des produits de la photosynthèse et redescend sous forme de sève élaborée, dont le rôle est beaucoup plus le transport des substances organiques que le transit de l'eau.



# Chapitre I : Nutrition Hydrique & Minérale

## Transite de l'Eau dans la Plante

### Transport vertical de la Sève brute dans la Tige



Transport actif de saccharose dans les cellules du phloème.

**L'eau suit par osmose.**

L'énergie vient du transport actif des glucides.

Le saccharose passe du phloème à l'organe cible.

**L'eau sort du phloème par osmose.**

## Transite de l'Eau dans la Plante

### Transport vertical de la Sève brute dans la Tige

#### □ La transpiration

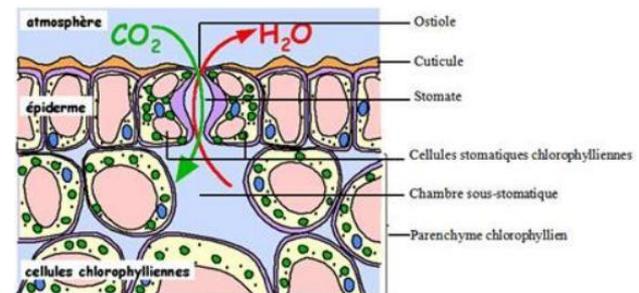
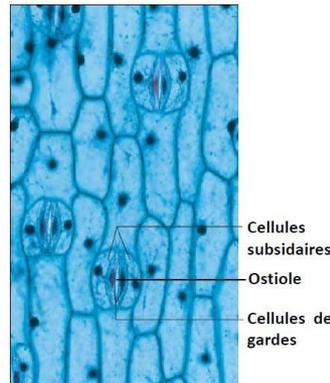
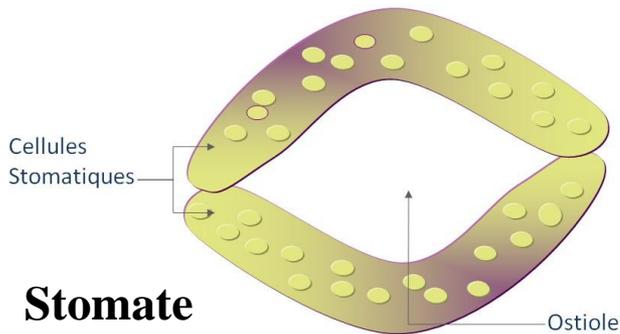
- **La transpiration:** Elle correspond à la perte d'eau sous forme de vapeur par la plante. Elle se produit essentiellement par les feuilles, mais aussi par les jeunes troncs et les pièces florales.
- Elle s'effectue par la **cuticule, les lenticelles et les stomates**.
- **La transpiration cuticulaire :** Elle se fait au niveau de la cuticule des feuilles et représente 5 à 10% de la transpiration.
- **Les lenticelles:** La transpiration par les lenticelles est assez faible.

## Transite de l'Eau dans la Plante

### Transport vertical de la Sève brute dans la Tige

#### □ La transpiration

- **Les stomates:** Les stomates sont situés au niveau des épidermes des feuilles, plus particulièrement sur l'épiderme inférieur où ils sont nombreux. On en retrouve sur les jeunes tiges et pièces florales.
- Un stomate est constitué de deux cellules stomatiques (cellules de gardes) accolées en forme de haricot. Elles sont riches en chloroplastes.
- Elles laissent entre elles un orifice ou ostiole de dimension variable. 95% de la vapeur d'eau quitte la feuille par les stomates ce qui nécessite un contrôle de la conductance stomatique (ouverture/fermeture).

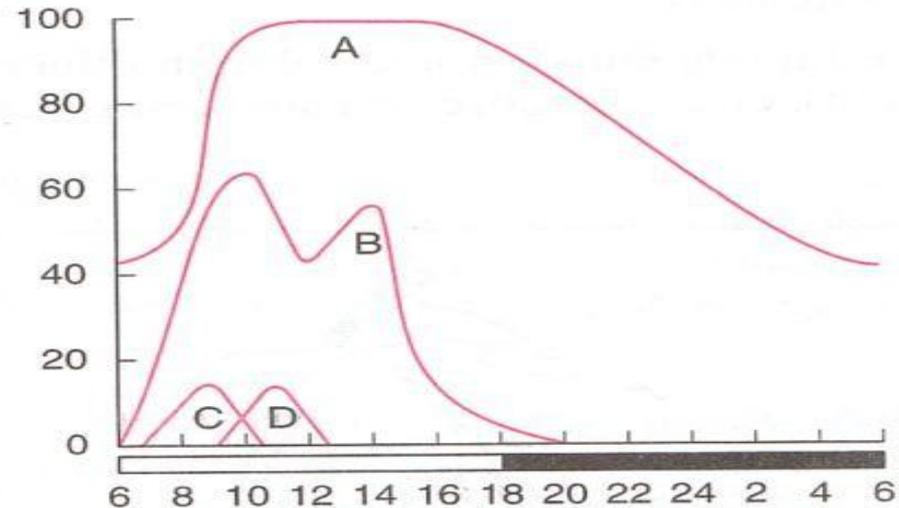
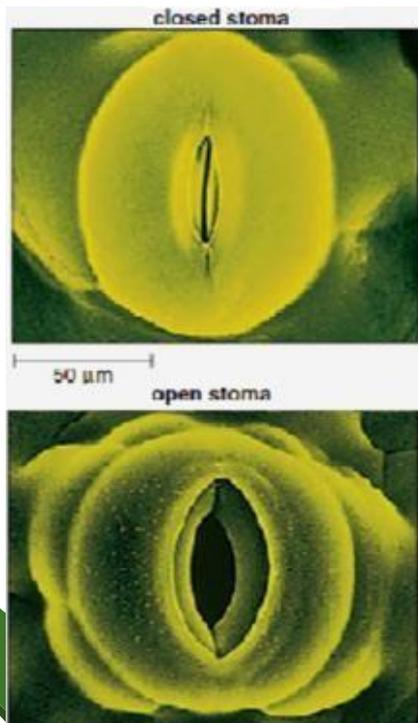


# Chapitre I : Nutrition Hydrique & Minérale

## Transite de l'Eau dans la Plante

### Transport vertical de la Sève brute dans la Tige

- La transpiration/ Influence des facteurs externes
- **Eau du sol:** L'abaissement de l'humidité ou de la température du sol, crée un déficit hydrique dans la plante, ce qui augmente la succion des feuilles mais surtout fait fermer les stomates.



Ouverture des stomates : périodicité journalière (en % de l'ouverture maximale).

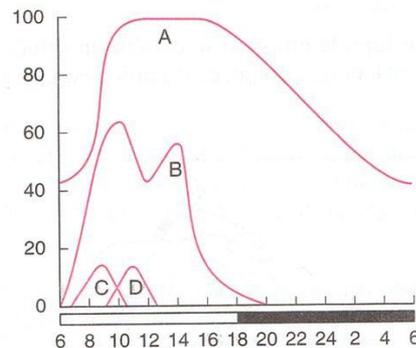
A, journée d'été chaude et pluvieuse. B, journée d'été chaude et sèche. C, journée d'été très sèche. D, journée d'automne froide et pluvieuse (d'après STALFELT, 1929).

## Transite de l'Eau dans la Plante

### Transport vertical de la Sève brute dans la Tige

#### □ La transpiration/ Influence des facteurs externes

- **Vent et agitation de l'air:** Le vent renouvelle constamment l'air au contact des tissus et évite qu'il ne s'humidifie.
- **Sécheresse de l'air:** L'évaporation à la surface d'un liquide est d'autant plus intense que l'air est plus sec. Il en est de même pour la transpiration, mais seulement si la sécheresse de l'air n'est pas trop accusée, car en dessous d'un certain taux d'humidité, les stomates se ferment.
- Une sécheresse modérée augmente la transpiration, mais une sécheresse accrue entraîne la fermeture des stomates et par conséquent la diminution de la transpiration



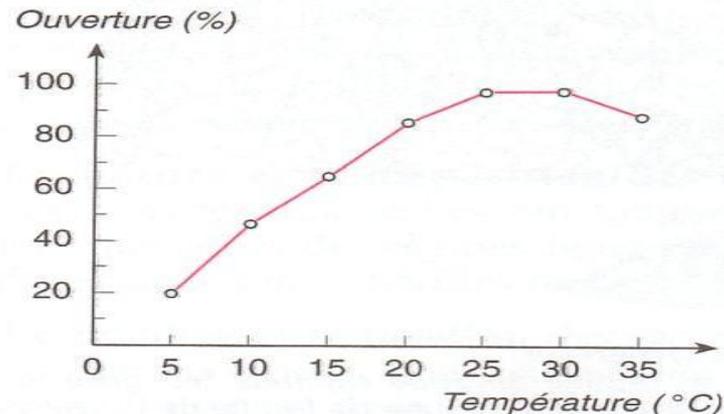
Ouverture des stomates : périodicité journalière (en % de l'ouverture maximale).  
A, journée d'été chaude et pluvieuse. B, journée d'été chaude et sèche. C, journée d'été très sèche. D, journée d'automne froide et pluvieuse (d'après STALFELT, 1929).

## Transite de l'Eau dans la Plante

### Transport vertical de la Sève brute dans la Tige

#### □ La transpiration/ Influence des facteurs externes

- **Température:** Jusque vers 25 à 30°C, une élévation de température augmente la transpiration. Au-delà, mis à part quelques exceptions, les stomates se ferment.



Effet de la température sur l'ouverture des stomates (en % de l'ouverture maximale).

Feuilles de Cotonnier, lumière constante (d'après WILSON, 1948).

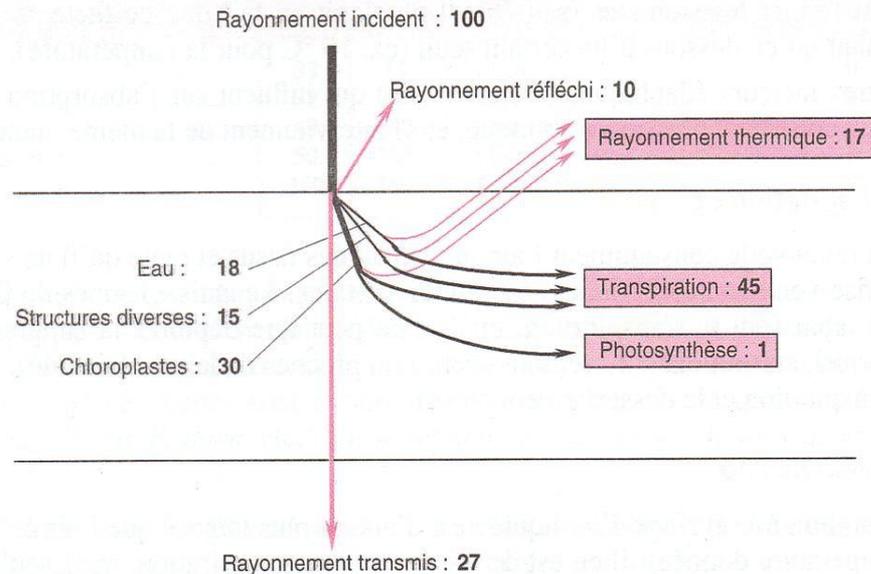
## Transite de l'Eau dans la Plante

### Transport vertical de la Sève brute dans la Tige

#### □ La transpiration/ Influence des facteurs externes

#### ▪ **Lumière:** La lumière agit de deux façons:

- ✓ a/ Elle est source principale de l'évaporation de l'eau. En moyenne 63% du rayonnement solaire qui arrive au niveau de la feuille est absorbée et 45% sert à vaporiser l'eau transpirée.



Destination de l'énergie reçue par une feuille (ordres de grandeur).

## Transite de l'Eau dans la Plante

### Transport vertical de la Sève brute dans la Tige

#### □ La transpiration/ Influence des facteurs externes

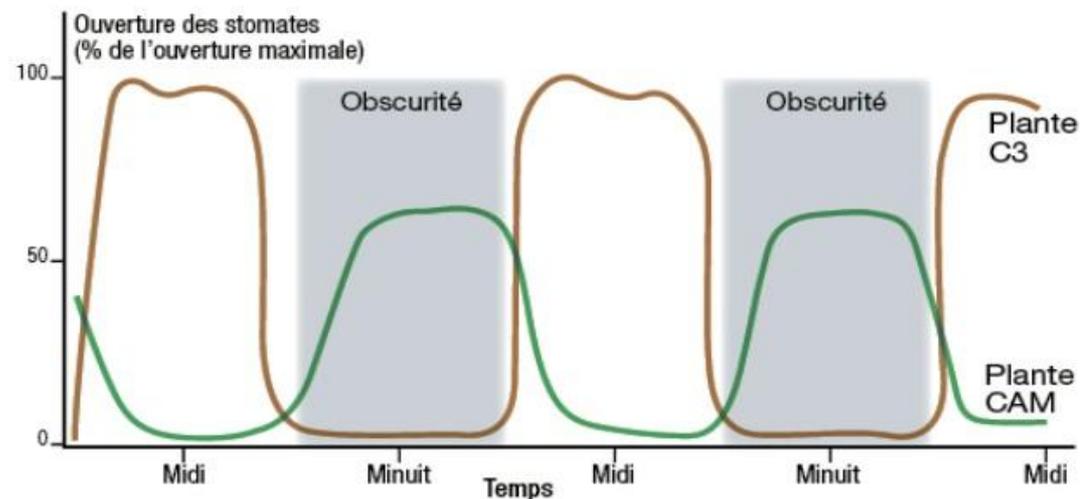
- ✓ b/ La lumière fait en général ouvrir les stomates, il s'agit d'un phénomène d'une grande importance.
- ✓ A l'exception des plantes de type CAM qui ouvrent leurs stomates la nuit, la transpiration dans ce cas est limitée aux heures de nuit.

## Transite de l'Eau dans la Plante

### Transport vertical de la Sève brute dans la Tige

#### □ La transpiration/ Influence des facteurs externes

- Plante C3: premier produit formé après fixation de CO<sub>2</sub> est une molécule à 3C (3-phosphoglycérate).
- Plante CAM: Crassulacean acid metabolism, premier produit formé après fixation de CO<sub>2</sub> est une molécule à 4C (oxaloacétate).



## Transite de l'Eau dans la Plante

### Transport vertical de la Sève brute dans la Tige

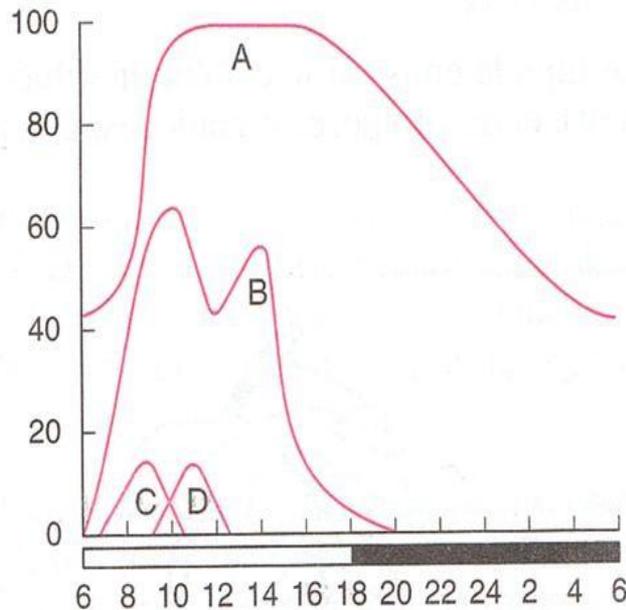
- La transpiration/ Influence des facteurs externes
- **Périodicité saisonnière et journalière:** La variation saisonnière des facteurs de l'environnement entraîne une périodicité annuelle, avec un maximum au printemps, alors que les conditions extérieures sont favorables.
- En hiver, le ralentissement provient de la basse température qui diminue l'évaporation et l'absorption de l'eau, donc augmente le déficit hydrique et fait fermer les stomates et de la luminosité plus faible.
- En été ralentissement à cause de la sécheresse et des fortes températures.
- En automne, une légère reprise mais la luminosité trop faible et l'humidité de l'aire élevée, ne permet pas d'atteindre le maximum.

## Transite de l'Eau dans la Plante

### Transport vertical de la Sève brute dans la Tige

#### □ La transpiration/ Influence des facteurs externes

- La périodicité s'accorde avec le rythme de la vie végétale.
- La périodicité journalière est représentée par le graphique ci-dessous.



Ouverture des stomates : périodicité journalière (en % de l'ouverture maximale).  
A, journée d'été chaude et pluvieuse. B, journée d'été chaude et sèche. C, journée d'été très sèche. D, journée d'automne froide et pluvieuse (d'après STALFELT, 1929).

## Transite de l'Eau dans la Plante

### Transport vertical de la Sève brute dans la Tige

#### □ La transpiration/ Influence des facteurs externes

- **Le déficit hydrique:** A pleine turgescence, les cellules sont gonflées et les parois tendues au maximum. Les feuilles ont alors un beau port. Mais si la quantité d'eau transpirée est supérieure à la quantité d'eau absorbée, on a un déficit hydrique.
- Lors d'un déficit hydrique, les tissus aux vacuoles moins gonflées subissent un flétrissement.
- S'il n'est pas trop fort, ni trop prolongé, le flétrissement est réversible. Mais s'il est permanent, la plante meurt.
- Le déficit léthal est une valeur du déficit hydrique au-delà de laquelle la plante meurt.



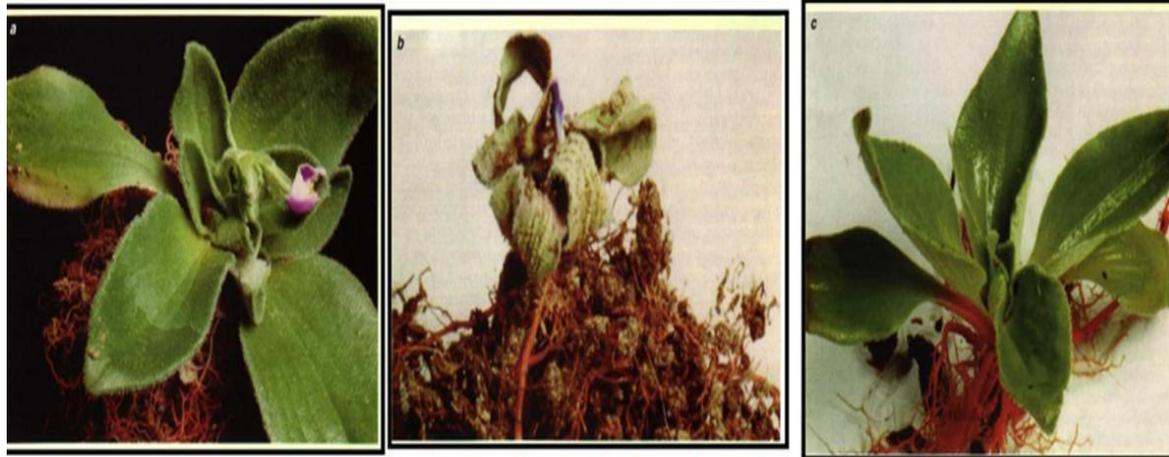
Plante	Déficit léthal (%)
Haricot	33
Maïs	40
Luzerne	70

Déficit léthal chez différentes plantes

## Transite de l'Eau dans la Plante

### Transport vertical de la Sève brute dans la Tige

- La transpiration/ Influence des facteurs externes
- Tolérance à la déshydratation: Les plantes reviviscentes Les plus résistantes au flétrissement sont les plantes reviviscentes.



Hydratée

Déshydratée (7 J)

Réhydratée (24 h)

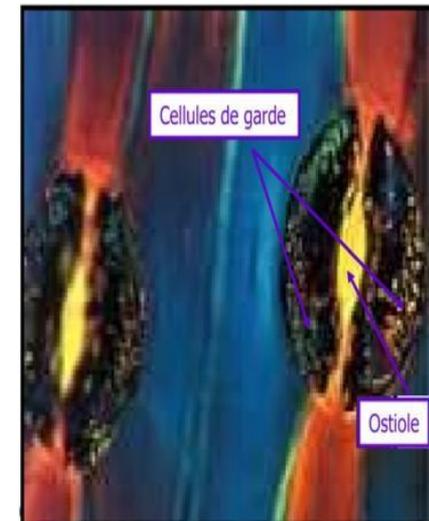
Plante de la résurrection: *Craterostigma plantagineum*

## Transite de l'Eau dans la Plante

### Transport vertical de la Sève brute dans la Tige

#### □ La transpiration/ Mécanique de l'ouverture des stomates

- L'ouverture des stomates est due à une déformation mécanique des cellules de garde sous l'effet de l'augmentation de la pression vacuolaire.
- Le physiologiste Mohl démontra par des expériences de plasmolyse que les mouvements stomatiques étaient associés à des variations de pression osmotique des cellules de garde.

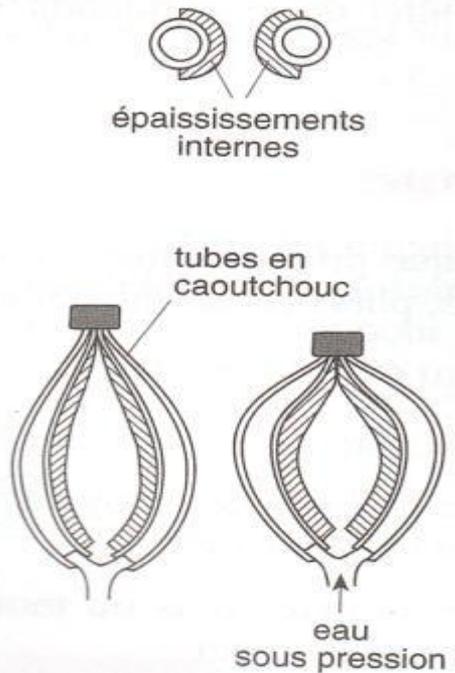


# Chapitre I : Nutrition Hydrique & Minérale

## Transite de l'Eau dans la Plante

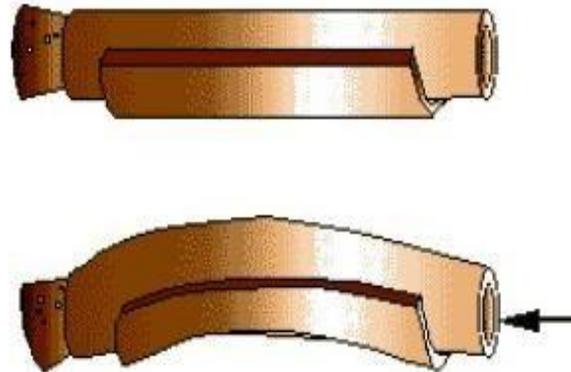
### Transport vertical de la Sève brute dans la Tige

#### □ La transpiration/ Mécanique de l'ouverture des stomates



Modèle artificiel de stomate.

#### Construction d'un modèle de cellule stomatique



- 1-Un tuyau en plastique souple est bouché par un bouchon bien hermétique
- 2-un demi tuyau de même matière est collé sur un côté
- 3-Le tuyau est enfoncé sur un robinet et celui-ci est ouvert
- 4-sous l'effet de la pression, le tuyau s'incurve, la face concave du côté de l'épaississement.

# Chapitre I : Nutrition Hydrique & Minérale

## Transite de l'Eau dans la Plante

### Transport vertical de la Sève brute dans la Tige

#### □ La transpiration/ Mécanique de l'ouverture des stomates

- En effet, l'ouverture est fonction de la différence ( $T_g - T_e$ )
  - $T_g$ : pression de turgescence des cellules de garde
  - $T_e$ : Pression osmotique des cellules épidermiques qui les entourent.
- ✓ Si  $T_g - T_e \leq 0$ , les cellules de garde sont comprimées par les cellules épidermiques et appliquées l'une contre l'autre → **l'ostiole se ferme.**
- ✓ Si  $T_g - T_e > 0$ , les cellules de garde se gonflent, et comme leur paroi extérieure est plus mince et donc se dilatent plus que leur paroi intérieure, elles s'incurvent → **l'ostiole s'ouvre.**



## Transite de l'Eau dans la Plante

### Transport vertical de la Sève brute dans la Tige

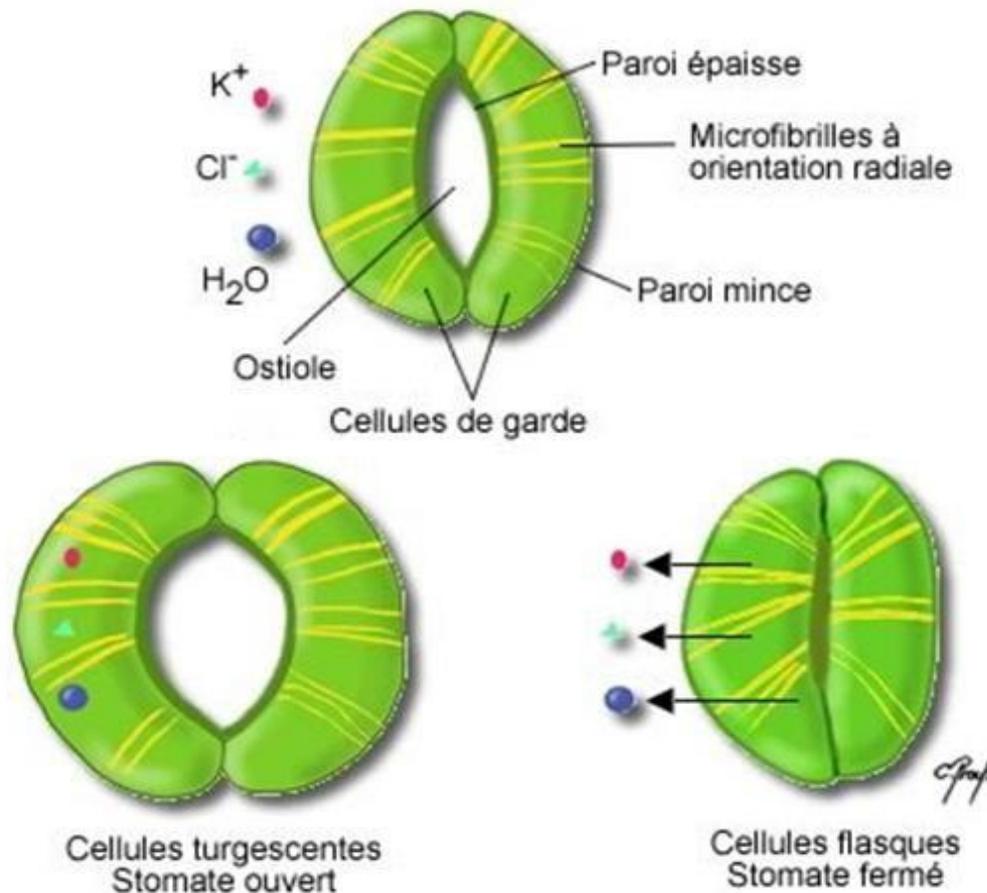
#### □ La transpiration/ Mécanique de l'ouverture des stomates: Les osmoticums en cause

- Les variations de **pression** au niveau des cellules de gardes, sont dues aux variations de la **concentration** de **potassium intracellulaire**.
- Des corrélations entre la teneur en  $K^+$  des cellules de garde, leur pression osmotique et le degré d'ouverture des stomates ont été mises en évidence.
- La concentration en  $K^+$  dans les stomates fermés est de 0.05 à 0.01 M, elle s'élève jusqu'à 0.3 à 0.5 M dans les stomates ouverts.

## Transite de l'Eau dans la Plante

### Transport vertical de la Sève brute dans la Tige

- La transpiration/ Mécanisme de l'ouverture des stomates: Les osmotocums en cause



## Transite de l'Eau dans la Plante

### Transport vertical de la Sève brute dans la Tige

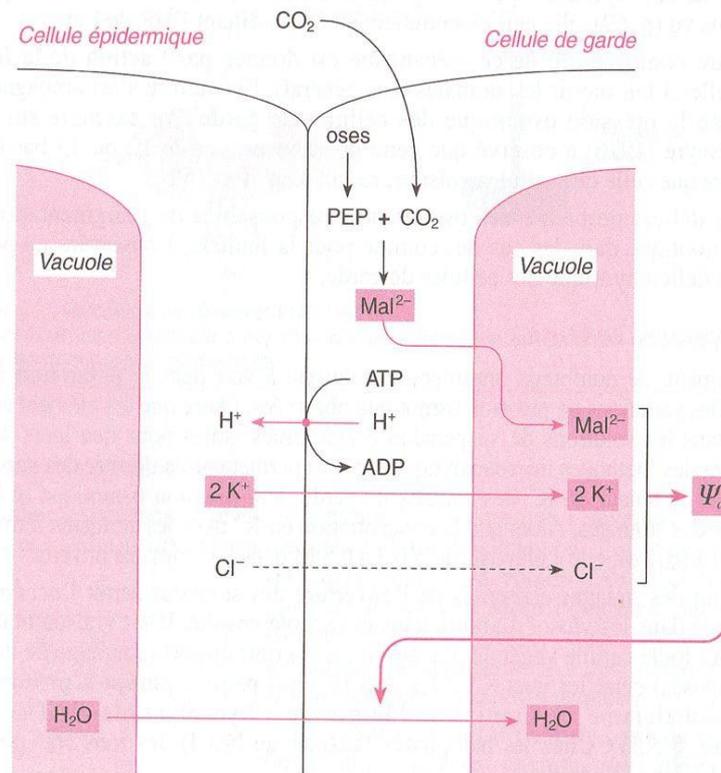
#### □ La transpiration/ Mécanique de l'ouverture des stomates: Les osmoticums en cause

- Le  $K^+$  s'accumule d'abord dans le cytosol ensuite dans la vacuole. Il s'agit d'un transport actif de type antiport, entre les ions  $K^+$  et  $H^+$  émis par une pompe à protons située sur le plasmalemme et tirant son énergie de l'hydrolyse de l'ATP.
- La lumière stimulerai cette pompe en lui fournissant de l'ATP (photosynthèse).
- Les anions équilibrant le  $K^+$  à l'intérieur sont les  $Cl^-$ , introduits par une pompe à chlore et plus généralement les **ions malate**, provenant de la carboxylation du phosphoénolpyruvate (PEP)
- La lumière contribuerait à la formation du malate en activant la PEP carboxylase.

## Transite de l'Eau dans la Plante

### Transport vertical de la Sève brute dans la Tige

- La transpiration/ Mécanisme de l'ouverture des stomates: Les osmotocums en cause

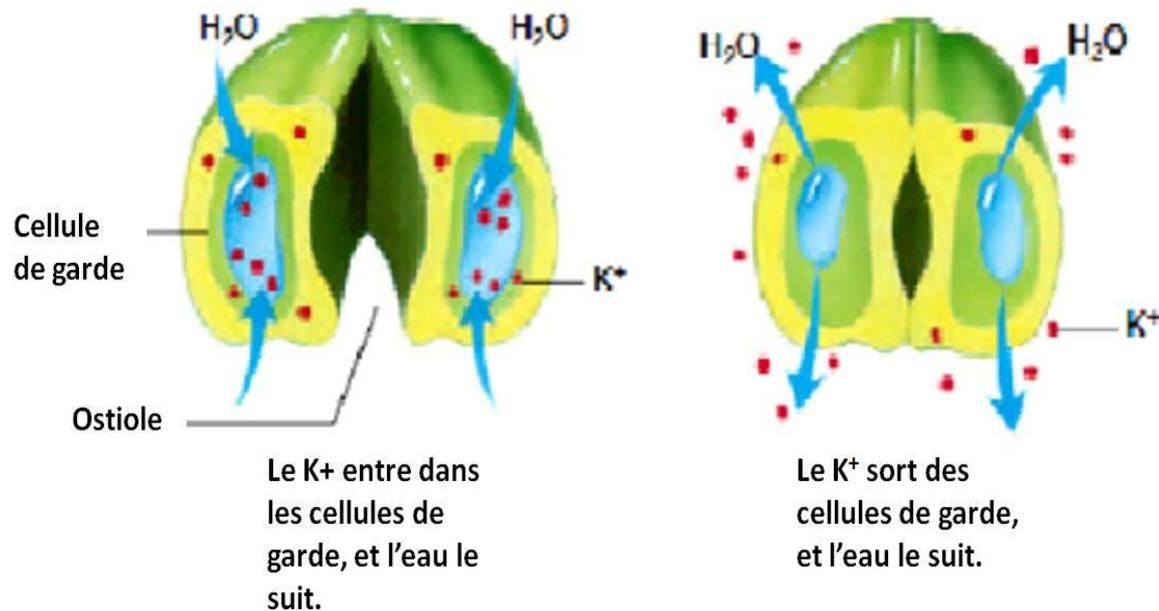


Mécanismes de l'ouverture des stomates.  
PEP, phosphoénolpyruvate; Mal<sup>2-</sup>, malate; Ψ<sub>o</sub>, potentiel osmotique de la cellule.

## Transite de l'Eau dans la Plante

### Transport vertical de la Sève brute dans la Tige

- La transpiration/ Mécanisme de l'ouverture des stomates: Les osmoticums en cause



# Chapitre I : Nutrition Hydrique & Minérale

## Transite de l'Eau dans la Plante

### Transport de la sève élaborée :

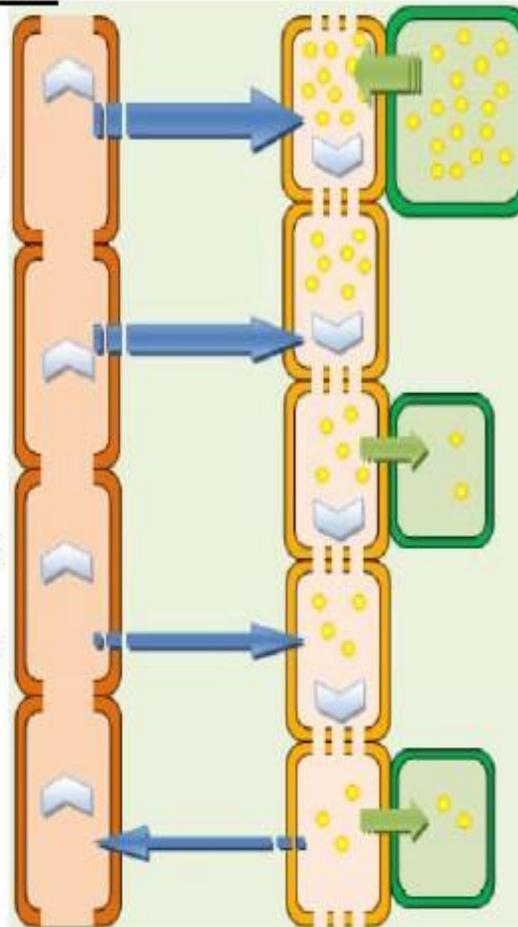
Etapes:

1- chargement du phloème en matière organique (saccharose) diminuant ainsi son potentiel hydrique.

2- Passage de l'eau par osmose entre le xylème et le phloème.

3- augmentation constante de la pression hydrostatique responsable du flux de la sève élaborée

4- diminution régulière de la pression osmotique par sorti de la matière organique au niveaux des organe cibles



Transport actif de saccharose dans les cellules du phloème. L'eau suit par osmose.

La force qui déplace l'eau vient du transport actif des glucides (ATP).

Le saccharose passe du phloème à l'organe cible. L'eau sort du phloème par osmose.

Une fois les assimilats arrivent aux organe cible ils peuvent être directement utilisés ou stockés.