

# CHAP.2 – LA NUTRITION HYDRIQUE

---

1. IMPORTANCE DE L'EAU POUR LA PLANTE
2. L'ABSORPTION DE L'EAU PAR LA PLANTE
3. LE TRANSIT DE L'EAU DANS LA PLANTE
4. L'EMISSION D'EAU PAR LA PLANTE

# CHAP.2 – LA NUTRITION HYDRIQUE

---

1. **IMPORTANCE DE L'EAU POUR LA PLANTE**
2. L'ABSORPTION DE L'EAU PAR LA PLANTE
3. LE TRANSIT DE L'EAU DANS LA PLANTE
4. L'EMISSION D'EAU PAR LA PLANTE

# Rôle de l'eau : **la turgescence cellulaire**

- permet le **déroulement du métabolisme**
- contribue au **port des végétaux**
- commande certains **mouvements d'organes**
- **véhicule** les substances nutritives, hormones et déchets du métabolisme

# TENEUR EN EAU DES VEGETAUX

Valeurs moyennes par rapport à la matière sèche en %

|                              |       |
|------------------------------|-------|
| • Feuilles de pommier        | 150   |
| • Feuille de blé (en herbe)  | 300   |
| • Feuilles de chou           | 600   |
| • Feuilles de tomate         | 700   |
| • Jeunes racines, tubercules | 2 000 |
| • Graines et spores          | 10    |
| • Troncs d'arbres            | 100   |

# Besoins en eau très importants

A poids égal,

une plante consomme en 24 h,

**10 fois la quantité d'eau bue par un animal.**

Explication :

90% de l'eau prélevée dans le sol par la plante ne fait que transiter → **transpiration**

# VARIATION DE LA TENEUR EN EAU DES VEGETAUX

**Elles sont de 3 types :**

- « L'**hydrophilie** » des **cellules**

**Exemple des graines**

- Le diamètre des vaisseaux conducteurs

Exemple des arbres

- Le volume des vacuoles

Notion de déficit létal

## ***EXEMPLE DES GRAINES DE LAITUE***

- À 35 % d'humidité atmosphérique  
Teneur en eau = 4 à 6 %
- À 75 % d'humidité atmosphérique  
Teneur en eau = 14 à 26 %

# VARIATION DE LA TENEUR EN EAU DES VEGETAUX

Elles sont de 3 types :

- « L'hydrophilie » des systèmes cellulaires  
Exemple des graines
- Le **diamètre des vaisseaux conducteurs**  
**Exemple des arbres**
- Le volume des vacuoles  
Notion de déficit létal



# *EXEMPLE DES ARBRES*

Tronc de Tremble

en période hivernale

Teneur en eau = 125 %

en période de végétation

Teneur en eau = 75 %

# VARIATION DE LA TENEUR EN EAU DES VEGETAUX

**Elles sont de 3 types :**

- « L'hydrophilie » des systèmes cellulaires  
Exemple des graines
- Le diamètre des vaisseaux conducteurs  
Exemple des arbres
- Le **volume des vacuoles**  
**Extensibilité des parois**  
**Notion de déficit létal**

# ***DEFICIT LETAL***

- Valeur critique du déficit hydrique au-delà de laquelle la vie n'est plus possible
- Valeur remarquablement élevée chez les végétaux :
  - ❑ 30 % pour le haricot
  - ❑ 40 % pour le maïs
  - ❑ 70 % pour la luzerne
  - ❑ Plantes reviviscentes (Bryophytes, Lichens)  
**minimum biologique 10%**

## **2. L'ABSORPTION DE L'EAU PAR LA PLANTE**

### **2.1. Les sources d'eau pour la plante**

#### **2.1.1. L'eau du sol**

#### 2.1.2. L'eau atmosphérique

### 2.2. Les organes de l'absorption

### 2.3. Les mécanismes de l'absorption

# LES FORCES DE RETENTION DE L'EAU DANS LE SOL

- La gravité
  - Les forces osmotiques
  - Les forces d'imbibition
  - Les forces de capillarité
- Forces matricielles
- Forces de rétention

# LES FORCES DE RETENTION DE L'EAU DANS LE SOL

- **Forces osmotiques**

Elles sont dues aux **attractions exercées** sur l'eau **par les ions** de la solution du sol.

Dans un sol convenablement irrigué et de composition courante, elles sont **généralement très faibles**.

# LES FORCES DE RETENTION DE L'EAU DANS LE SOL

- **Forces d'imbibition**

Elles sont dues aux **attractions électrostatiques** exercées entre **les charges (-) des colloïdes du CAH et les pôles (+) de l'eau**.

Elles sont **très importantes** dès que le sol est **riche en argile ou en humus**.

# LES FORCES DE RETENTION DE L'EAU DANS LE SOL

- **Forces capillaires**

Elles sont dues aux **phénomènes de tension superficielle** et retiennent l'eau dans des interstices très fins.

Elles sont **généralement très faibles** (sauf en cas de sol desséché essentiellement).



# LE POTENTIEL HYDRIQUE D'UN SOL

- Un système tel que le sol mis au contact de l'eau l'attire.
- On appelle **succion** l'attraction exercée par le sol vis-à-vis de l'eau qu'il contient.

# LE POTENTIEL HYDRIQUE D'UN SOL $\Psi$

- Égal mais **de signe opposé**, à **l'énergie** qu'il faut lui appliquer **pour en libérer 1g d'eau**.  
=> Energie récupérable à partir du mouvement d'eau.  
=> **Energie libre de l'eau**
- Il est **toujours négatif**.
- **Plus il est bas et plus la liaison est forte**.
- Mouvement d'eau **spontané d'un potentiel hydrique élevé vers un potentiel hydrique bas**. En revanche, en sens inverse, il faut fournir de l'énergie pour faire circuler l'eau.
- **opposé de la succion S** encore appelée déficit de pression de diffusion DPD :

$$\Psi = - S = - DPD$$

# LE POTENTIEL HYDRIQUE

$$\Psi = \pi + P + \zeta + \rho$$

Unités : Pascal Pa ;  
atm ; bar  
1 atm = 1,013 bar  
= 0,1013 MPa  
soit 1 MPa = 10 atm

$\pi$  = potentiel osmotique de la solution

*dépend de la concentration en substances dissoutes dans l'eau  
solutés => diminution énergie libre de l'eau => terme négatif*

$P$  = potentiel de pression

*dépend de la pression hydrostatique exercée sur l'eau  
(pression du milieu diminuée de la pression atmosphérique)  
pression => terme positif ; tension => terme négatif*

$\zeta$  = potentiel matriciel

*souvent négligeable ; terme négatif*

$\rho$  = potentiel gravitationnel

*souvent négligeable (sauf si arbre  $\geq 10$  m = 0,01 MPa/mètre)  
terme positif*

Potentiel matriciel :

- Forces de capillarité
  - Exercées sur l'eau par les canalicules du sol → potentiel matriciel du sol
  - Exercées sur l'eau par les vaisseaux conducteurs → potentiel matriciel cellulaire
- Forces d'imbibition
  - Des colloïdes du sol → potentiel matriciel du sol
  - Des colloïdes cytoplasmiques → potentiel matriciel cellulaire

- Potentiel hydrique d'une cellule végétale

$$\Psi = \Psi_o + \Psi_p + \Psi_m + \Psi_g$$

- Par simplification :

$$\Psi = \Psi_o + \Psi_p$$

$\Psi_o$  = le potentiel osmotique vacuolaire ;  
égal à la valeur absolue de la pression  
osmotique

$\Psi_p$  = potentiel de pression = pression de  
turgescence due à l'action mécanique de la  
paroi et à la pression du contenu cellulaire.  
en général :  $3 \leq \Psi_p \leq 8$  bars

## 2. L'ABSORPTION DE L'EAU PAR LA PLANTE

### 2.1. Les sources d'eau pour la plante

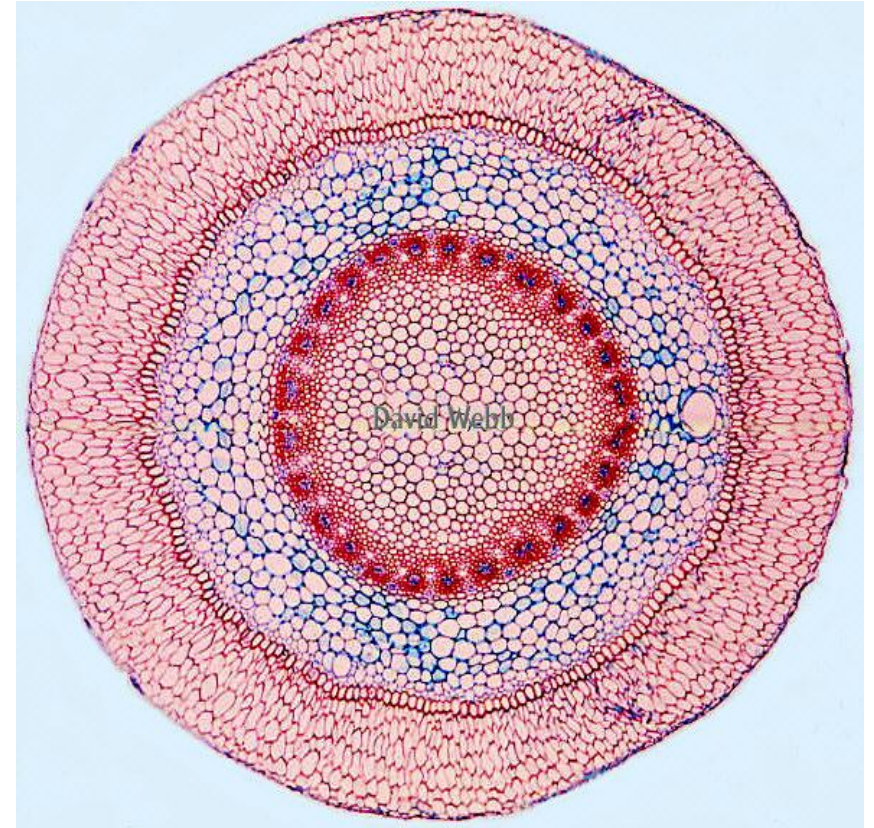
#### 2.1.1. L'eau du sol

#### **2.1.2. L'eau atmosphérique**

### 2.2. Les organes de l'absorption

### 2.3. Les mécanismes de l'absorption

# Le velamen des orchidées





# Le velamen des orchidées

- **Le velamen** est un épiderme spongieux, constitué de plusieurs assises cellulaires, qui recouvre les racines de certaines épiphytes telles les orchidées.
- Ses nombreuses assises cellulaires lui permettent **d'absorber l'humidité atmosphérique et les éléments minéraux** nutritifs.
- A l'état sec, le velamen d'une orchidée forme une couverture blanche ou grise à la surface des racines aériennes. Lorsqu'il est hydraté, il est habituellement vert (rôle photosynthétique potentiel).



Lorsque les feuilles de la plante meurent, elles restent en place, attachées à la base de la plante. Ainsi les feuilles mortes s'accumulent et finissent par constituer de l'humus, capable de piéger et de stocker eau et éléments nutritifs. Les racines de la plante peuvent ainsi pénétrer dans cette réserve d'humus, qui fonctionne comme une éponge susceptible de recueillir des litres d'eau.



# L'eau atmosphérique

- **Teneur en vapeur d'eau saturante** :  
quantité maximale de vapeur d'eau que  
l'air peut contenir par unité de volume
- Elle varie avec la température de façon  
exponentielle :
  - à 0°C :  $4,75 \times 10^{-4} \text{g/cm}^3$
  - à 10°C :  $9,4 \times 10^{-4} \text{g/cm}^3$
  - à 20°C :  $17,4 \times 10^{-4} \text{g/cm}^3$

# L'eau atmosphérique

- **Humidité relative** : rapport (exprimé en %) de la teneur en eau de l'air existante à la teneur en eau saturante à la même température

## 2. L'ABSORPTION DE L'EAU PAR LA PLANTE

### 2.1. Les sources d'eau pour la plante

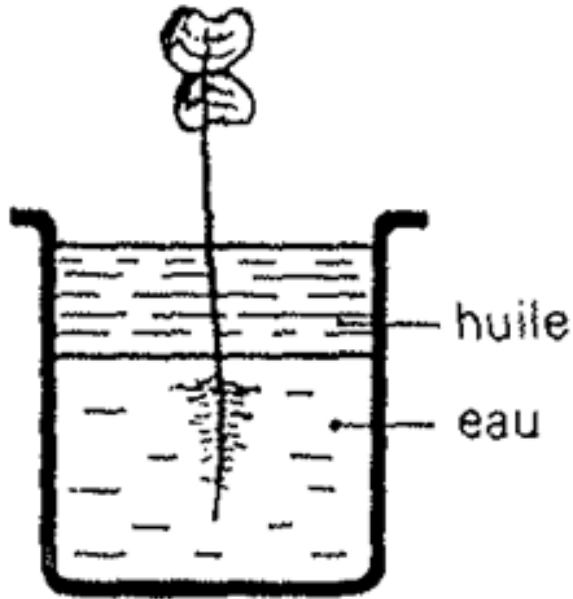
#### 2.1.1. L'eau du sol

#### 2.1.2. L'eau atmosphérique

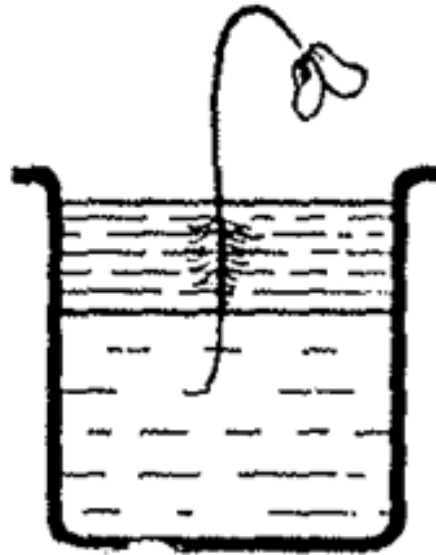
### **2.2. Les organes de l'absorption**

### 2.3. Les mécanismes de l'absorption

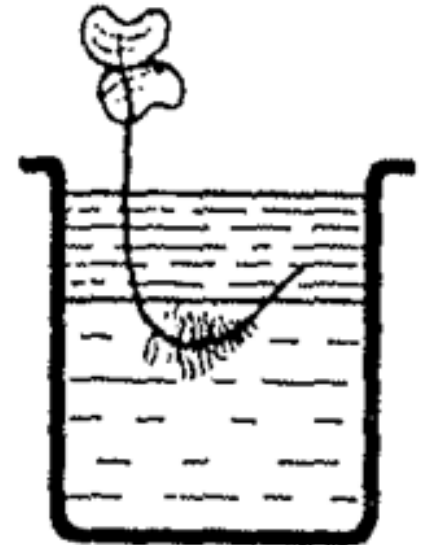
# L'expérience de Rosène



La plantule vit



La plantule se fane



La plantule vit

*La plantule absorbe l'eau  
essentiellement par ses poils absorbants (plantule de Radis).*

## 2. L'ABSORPTION DE L'EAU PAR LA PLANTE

### 2.1. Les sources d'eau pour la plante

#### 2.1.1. L'eau du sol

#### 2.1.2. L'eau atmosphérique

### 2.2. Les organes de l'absorption

### **2.3. Les mécanismes de l'absorption**

# Les mécanismes de l'absorption

- L'absorption dépend de la succion nette  $S$  :

$$S = S_i - S_e$$

avec :

$S_i$  = succion exercée sur l'eau par la plante

$S_e$  = succion exercée sur l'eau par le sol

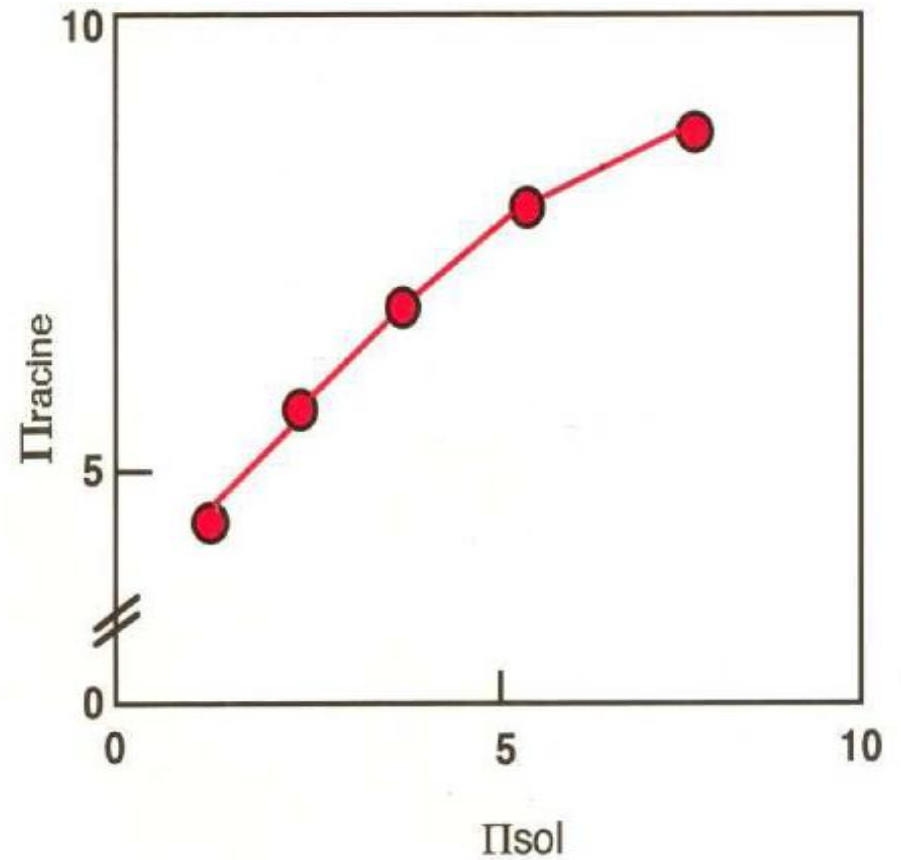
***Une succion nette positive implique  
un potentiel hydrique de la plante  
inférieur à celui du sol***

# Les mécanismes de l'absorption

- **Hypertonie des cellules absorbantes**  
→ mécanisme de régulation pour rétablir l'hypertonie = **l'épictèse**
- **Succion exercée par les parties aériennes**  
→ appel d'eau transmis tout le long de la tige
- **Activité physiologique de la racine**  
→ absorption impossible si anoxie

Effet de l'augmentation de la pression osmotique du sol sur la pression osmotique des racines de maïs.

| Pression osmotique (Bars) |         |
|---------------------------|---------|
| Solution du sol           | Racines |
| 1,21                      | 4,59    |
| 1,99                      | 5,48    |
| 3,38                      | 6,61    |
| 4,96                      | 7,51    |
| 7,22                      | 8,19    |



D'après Mc COOL et MILLAR, 1917



# **3. LE TRANSIT DE L'EAU DANS LA PLANTE**

## **3.1. Transit dans la racine**

### **3.2. La circulation des sèves**

#### **3.2.1. Un système de double circulation**

#### **3.2.2. La sève brute et son transport**

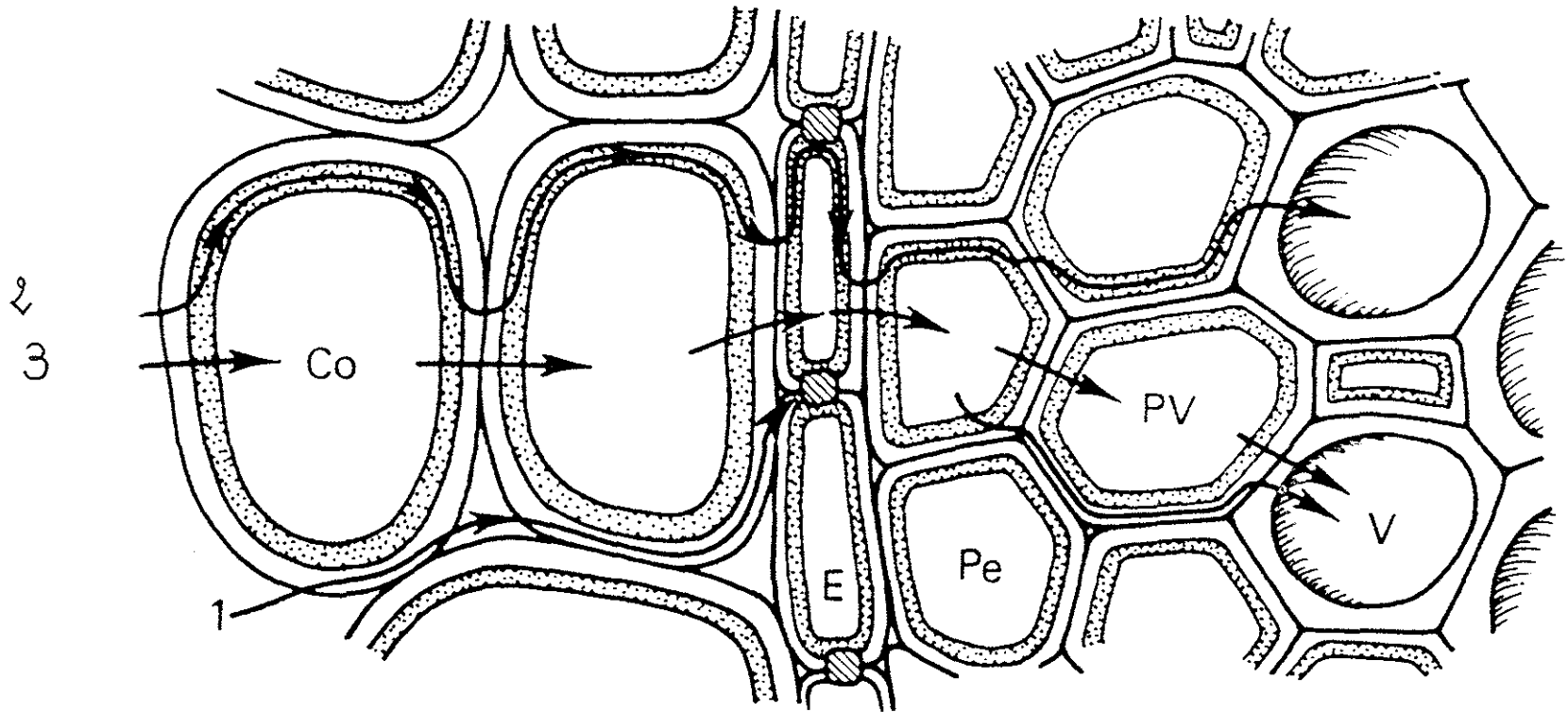
##### **3.2.2.1. Composition de la sève brute**

##### **3.2.2.2. La circulation de la sève brute**

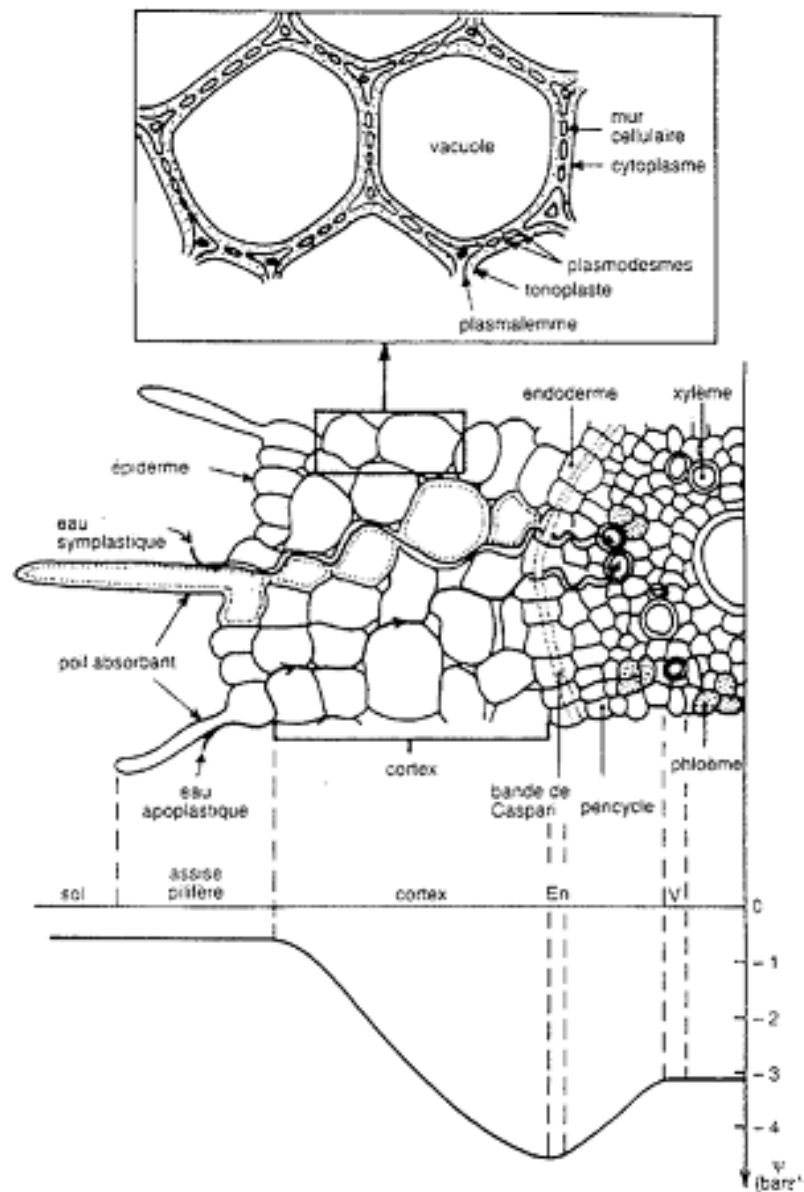
#### **3.2.3. La sève élaborée et le transport des assimilats photosynthétiques**

.../...

## TRANSIT DE L'EAU



*Trajets possibles pour l'eau :* 1) voie apoplasique; 2) voie symplasmique; 3) de vacuole à vacuole. La voie apoplasique est interrompue à l'endoderme (par le cadre subérifié), mais peut se reconstituer au-delà. *Co*, cellule du cortex; *E*, endoderme; *Pe*, péricycle; *PV*, parenchyme vasculaire; *V*, vaisseau.



Étude d'une racine dans la région où s'effectuent les absorptions de sels minéraux et d'eau.

coupe transversale et courbe de l'évolution des potentiels hydriques. Ultérieurement, les parois des cellules endodermiques s'épaississent fortement à l'exception de celles opposées aux rayons du xylème.

En, endoderme ; V, vaisseaux du xylème.

(d'après MAZLIACK)

# 3. LE TRANSIT DE L'EAU DANS LA PLANTE

## 3.1. Transit dans la racine

## **3.2. La circulation des sèves**

### **3.2.1. Un système de double circulation**

#### 3.2.2. La sève brute et son transport

##### 3.2.2.1. Composition de la sève brute

##### 3.2.2.2. La circulation de la sève brute

#### 3.2.3. La sève élaborée et le transport des assimilats photosynthétiques

.../...

# 3. LE TRANSIT DE L'EAU DANS LA PLANTE

## 3.1. Transit dans la racine

## 3.2. La circulation des sèves

### 3.2.1. Un système de double circulation

### **3.2.2. La sève brute et son transport**

#### **3.2.2.1. Composition de la sève brute**

#### 3.2.2.2. La circulation de la sève brute

#### 3.2.3. La sève élaborée et le transport des assimilats photosynthétiques

.../...

**Composition de la sève brute du poirier, à deux périodes  
de l'année. (Les concentrations sont données en parties par million.)  
(D'après Anderssen 1929.)**

---

| Constituants                  | Novembre | Mai  |
|-------------------------------|----------|------|
| <hr/>                         |          |      |
| Ca <sup>2+</sup>              | 16,6     | 84,7 |
| Mg <sup>2+</sup>              | 0,8      | 23,5 |
| K <sup>+</sup>                | 23,6     | 59,6 |
| Fe <sup>2+</sup>              | 1        | 2,1  |
| So <sub>4</sub> <sup>2-</sup> | 8,3      | 31,8 |
| Cl <sup>-</sup>               | 3,2      | 4,5  |
| PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> | 10,6     | 25,2 |
| Saccharose                    | 80       | 0    |
| Sucres réducteurs             | 40       | 0    |
| Composés azotés               | 20       | 160  |

---

# 3. LE TRANSIT DE L'EAU DANS LA PLANTE

## 3.1. Transit dans la racine

## 3.2. La circulation des sèves

### 3.2.1. Un système de double circulation

### 3.2.2. La sève brute et son transport

#### 3.2.2.1. Composition de la sève brute

#### **3.2.2.2. La circulation de la sève brute**

### 3.2.3. La sève élaborée et le transport des assimilats photosynthétiques

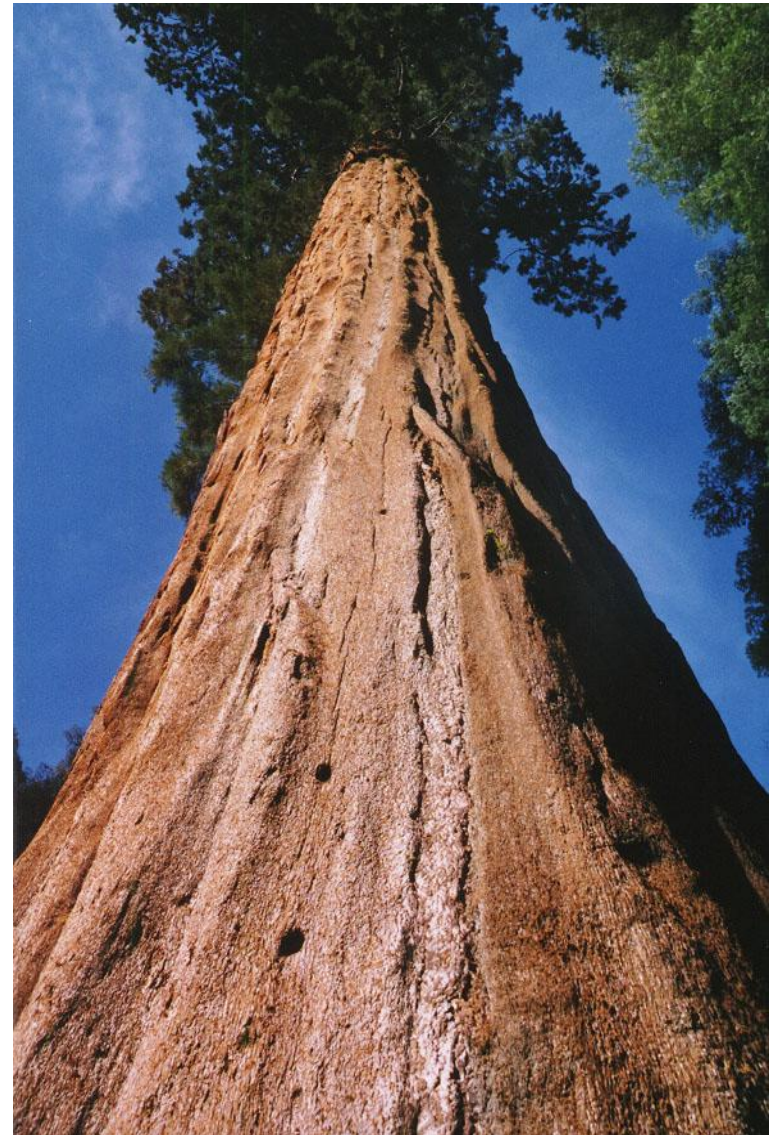
.../...



Les plus grands arbres (Séquoia) atteignent ~ 100 m

Trois forces contribuent à faire monter l'eau:

1. Capillarité
2. Pression racinaire
3. Aspiration foliaire



d'après Gilles Bourbonnais Cégep de Sainte-Foy

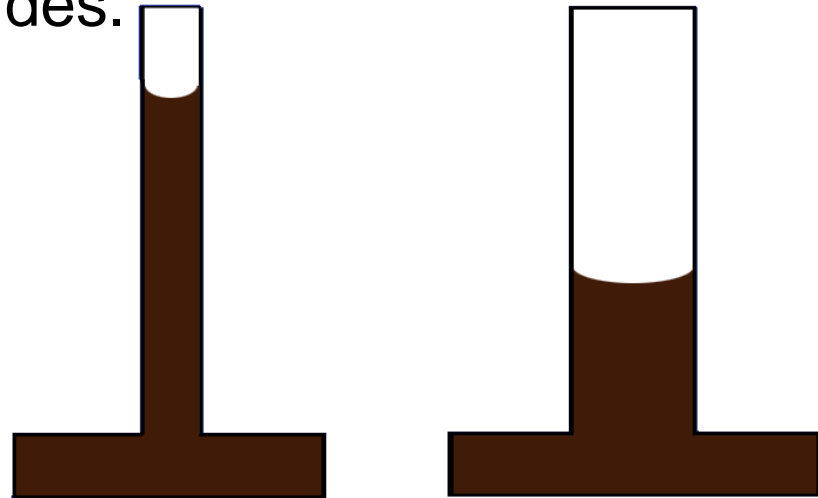


# 1. Capillarité

- Due à la cohésion des molécules d'eau entre elles (cohésion grâce aux liaisons hydrogène) et avec la paroi des vaisseaux conducteurs.
- Montée **inversement** proportionnelle au diamètre du tube.
- Ne peut pas monter plus haut que 1,5 m dans les plus petites trachéïdes.

**Les molécules d'eau adhèrent entre elles (cohésion par les liaisons hydrogène).**

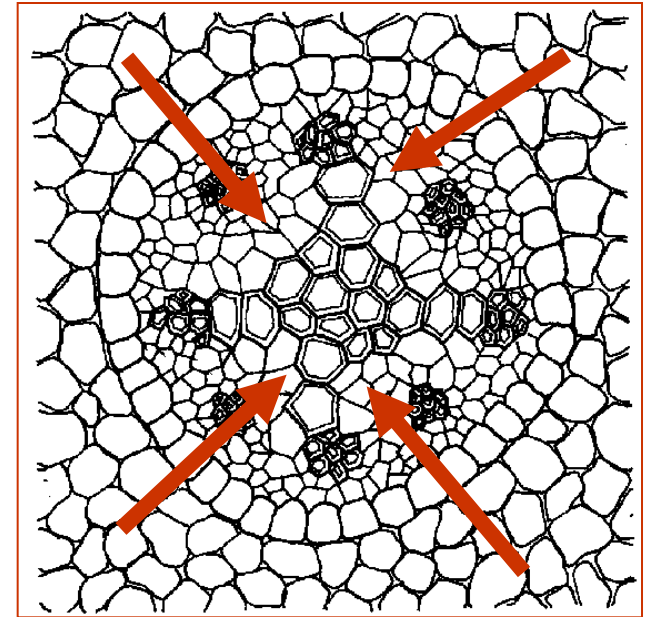
**Si on « tire » sur une molécule, les autres suivent.**



## 2. Pression racinaire

Transport de minéraux dans la racine :

- Augmente la concentration à l'intérieur du cylindre central.
- L'eau se déplace alors vers le cylindre central et pénètre dans le xylème par osmose ; l'eau arrive sous pression :



**Transport actif de minéraux dans le cylindre central**

**pression racinaire = poussée radiculaire.**

La poussée radiculaire joue un rôle important dans la montée de sève. Si il n'y avait pas les forces de frottements, elle pourrait théoriquement expliquer l'ascension de la sève dans les arbres les plus hauts (1 bar → 10m).

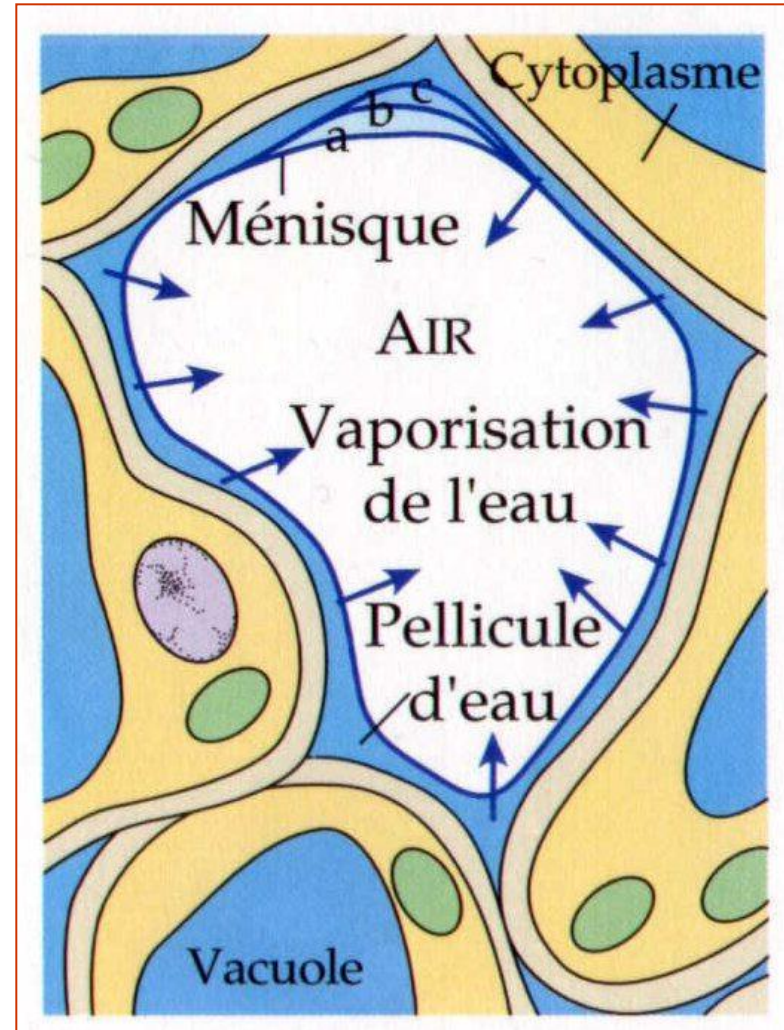
### 3. Aspiration foliaire = transpiration

En surface des feuilles, les vaisseaux conducteurs sont recouverts d'une pellicule d'eau ; l'interface air/eau forme donc un ménisque.

Lorsque les stomates sont ouverts, la pellicule d'eau s'évapore.  
=> la pellicule d'eau se rétracte.

La pellicule d'eau qui se rétracte, « tire » sur l'eau provenant du xylème. Il se crée sous le ménisque des forces de tension superficielle qui attirent toute la colonne d'eau (comme dans un capillaire).

Il se crée donc une **tension** dans le xylème.



| Rayon de courbure en $\mu\text{m}$ | Pression hydrostatique en MPa |
|------------------------------------|-------------------------------|
| c = 1,00                           | - 0,15                        |
| b = 0,10                           | - 1,50                        |
| a = 0,01                           | - 15,0                        |

- Pour soutenir une colonne d'eau de 120m, le rayon d'évaporation du ménisque doit être  $\leq 0,12 \mu\text{m}$  (millième de mm).
- Or les ménisques sur les réseaux de microfibrilles de cellulose auraient un rayon de 2 à 4 millièmes de micromètres seulement !

- Vitesse moyenne de circulation de la sève brute = 1 à 6 m/heure
- Si transpiration importante  
Vitesse de circulation de la sève brute peut atteindre 100 m/heure

.../...

### **3.2.3. La sève élaborée et le transport des assimilats photosynthétiques**

#### **3.2.3.1. Composition de la sève élaborée**

#### 3.2.3.2. La circulation de la sève élaborée

##### 3.2.3.2.1. Le chargement du phloème

##### 3.2.3.2.2. La translocation des glucides

**Compositions des sèves brute et élaborée du xylème et du phloème de lupin (*Lupinus albus*).**

|               | Sève brute<br>( $\mu\text{g. ml}^{-1}$ ) | Sève élaborée<br>( $\mu\text{g. ml}^{-1}$ ) |
|---------------|--|---|
| pH            | 6,3                                      | 7,9   |
| Nitrate       | 10                                       | 0   |
| Cuivre        | traces                                   | 0,4   |
| Zinc          | 0,4                                      | 5,8   |
| Manganèse     | 0,6                                      | 1,4   |
| Fer           | 1,8                                      | 9,8   |
| Calcium       | 17                                       | 21  |
| Magnésium     | 27                                       | 85  |
| Sodium        | 60                                       | 120   |
| Potassium     | 90                                       | 1 540                                       |
| Acides aminés | 700                                      | 13 000                                      |
| Saccharose    | 0  | 154 000                                     |

.../...

3.2.3. La sève élaborée et le transport des assimilats photosynthétiques

3.2.3.1. Composition de la sève élaborée

**3.2.3.2. La circulation de la sève élaborée**

3.2.3.2.1. Le chargement du phloème

3.2.3.2.2. La translocation des glucides



# Transport de la sève élaborée dans le phloème

Se fait d'un **organe source** à un **organe cible** ou **puits**

- **Organe source** : produit des glucides
- **Organe puits** : utilise ou met en réserve les glucides (fruit ou racine par exemple)

N.B. Un tubercule peut être un organe source ou puits selon la saison.

.../...

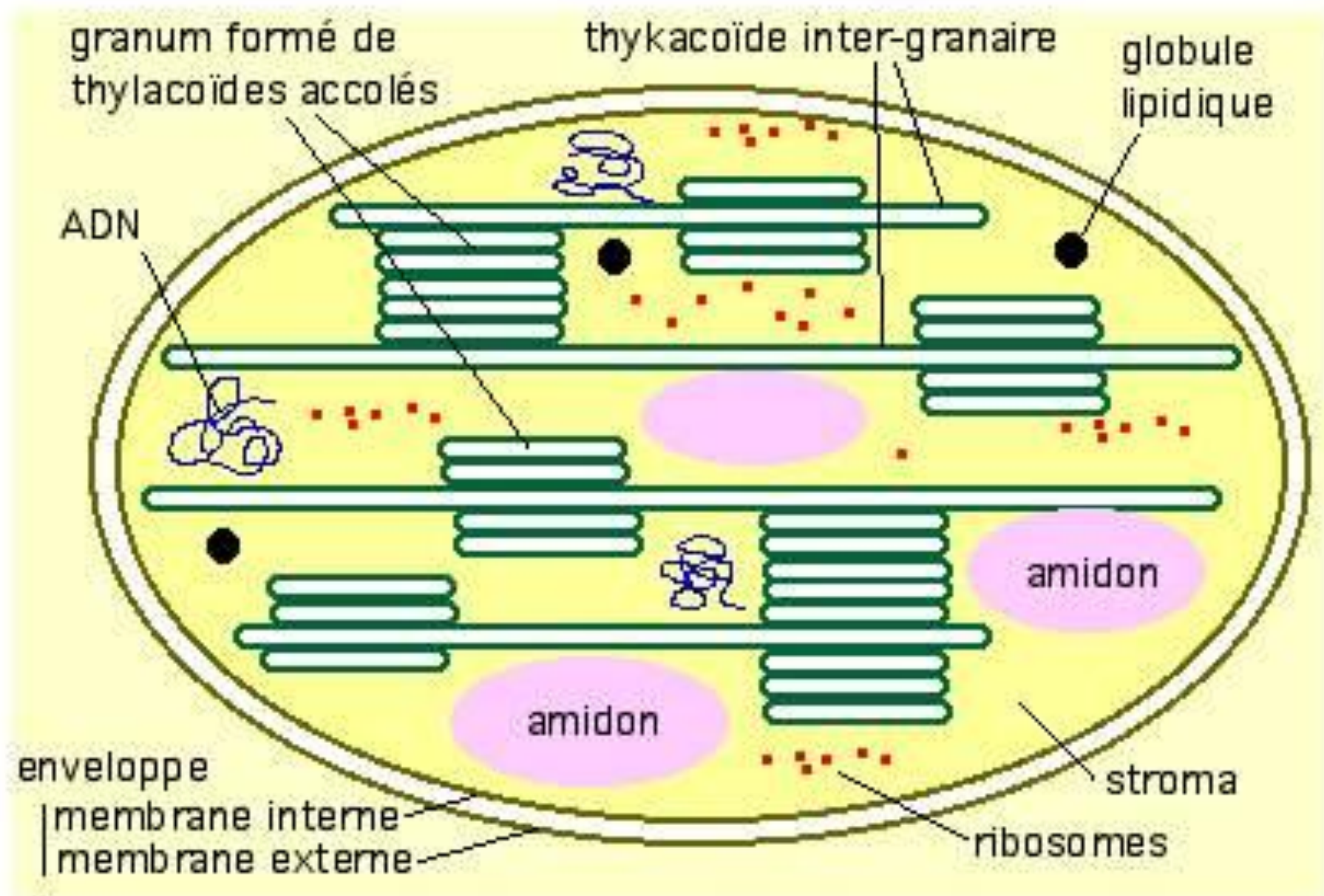
### 3.2.3. La sève élaborée et le transport des assimilats photosynthétiques

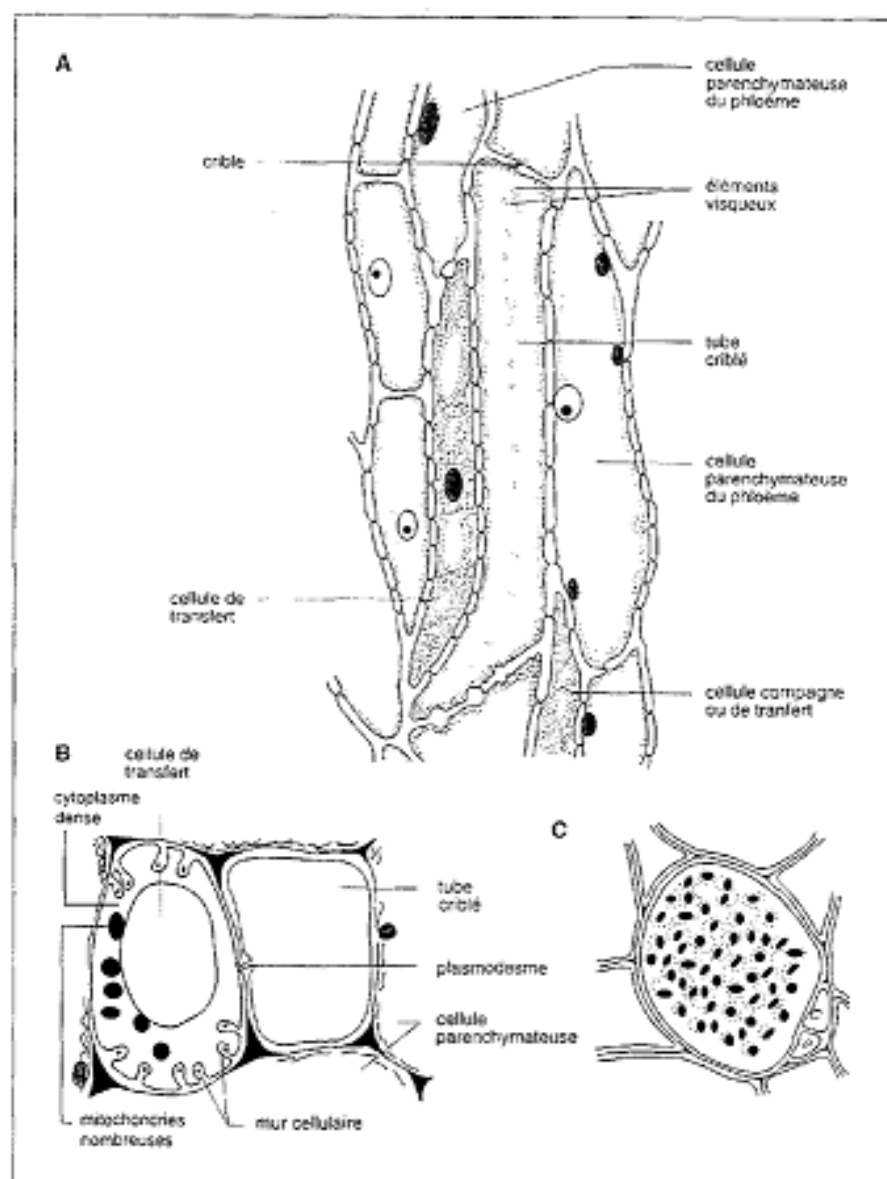
#### 3.2.3.1. Composition de la sève élaborée

#### 3.2.3.2. La circulation de la sève élaborée

##### **3.2.3.2.1. Le chargement du phloème**

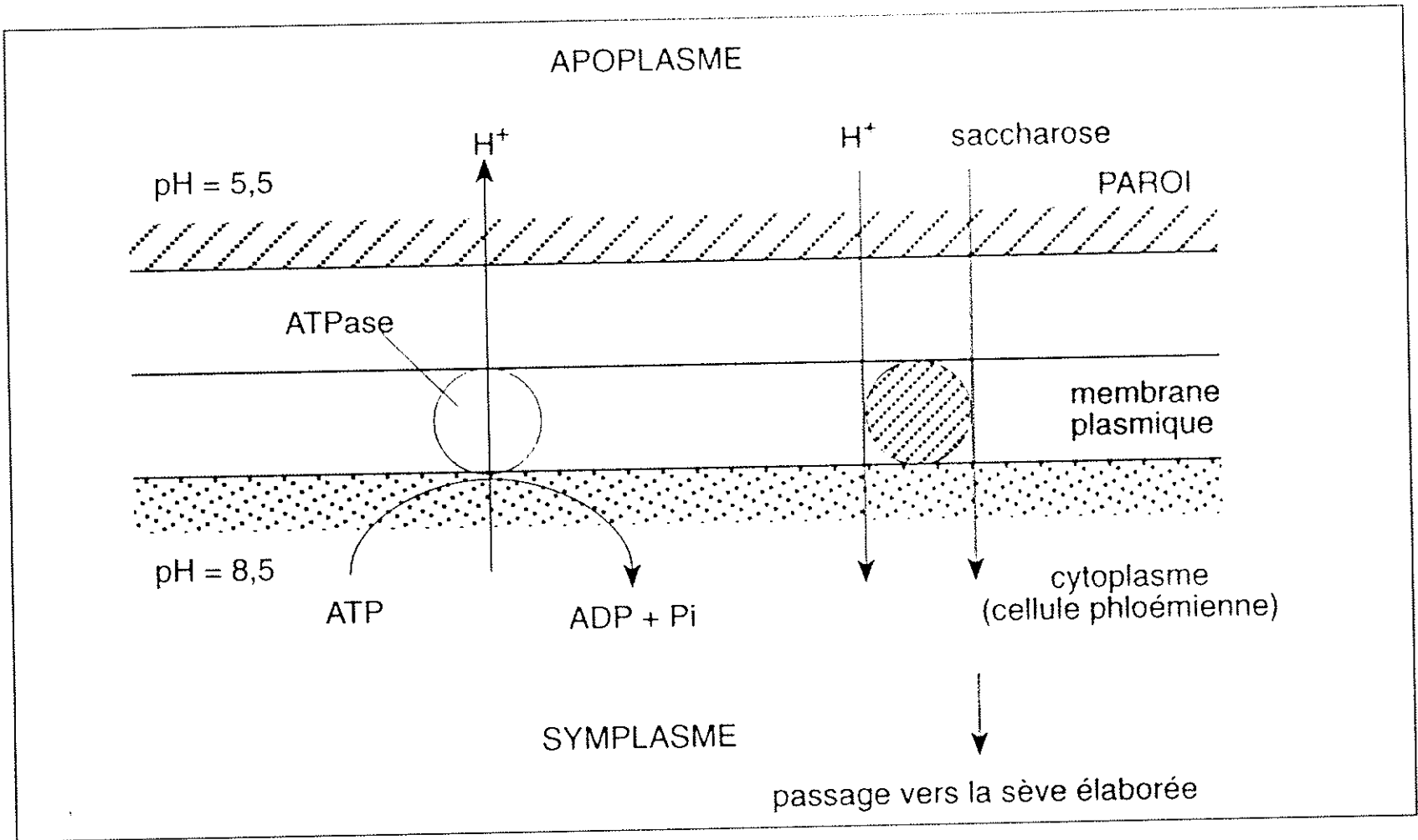
##### 3.2.3.2.2. La translocation des glucides





Représentation d'une coupe longitudinale dans le phloème (A) montrant une cellule de transfert de cytoplasme dense et très riche en mitochondries, située entre une cellule parenchymateuse, où s'effectue la photosynthèse et un tube criblé dans lequel on note la présence de filaments visqueux. Coupe à travers une cellule de transfert et un tube criblé (B). Vue de face d'un criblé (C).

(D'après Salisbury & Ross 1985.)



### Chargement apoplastique du phloème.

(D'après Robert & Catesson 1990.)

.../...

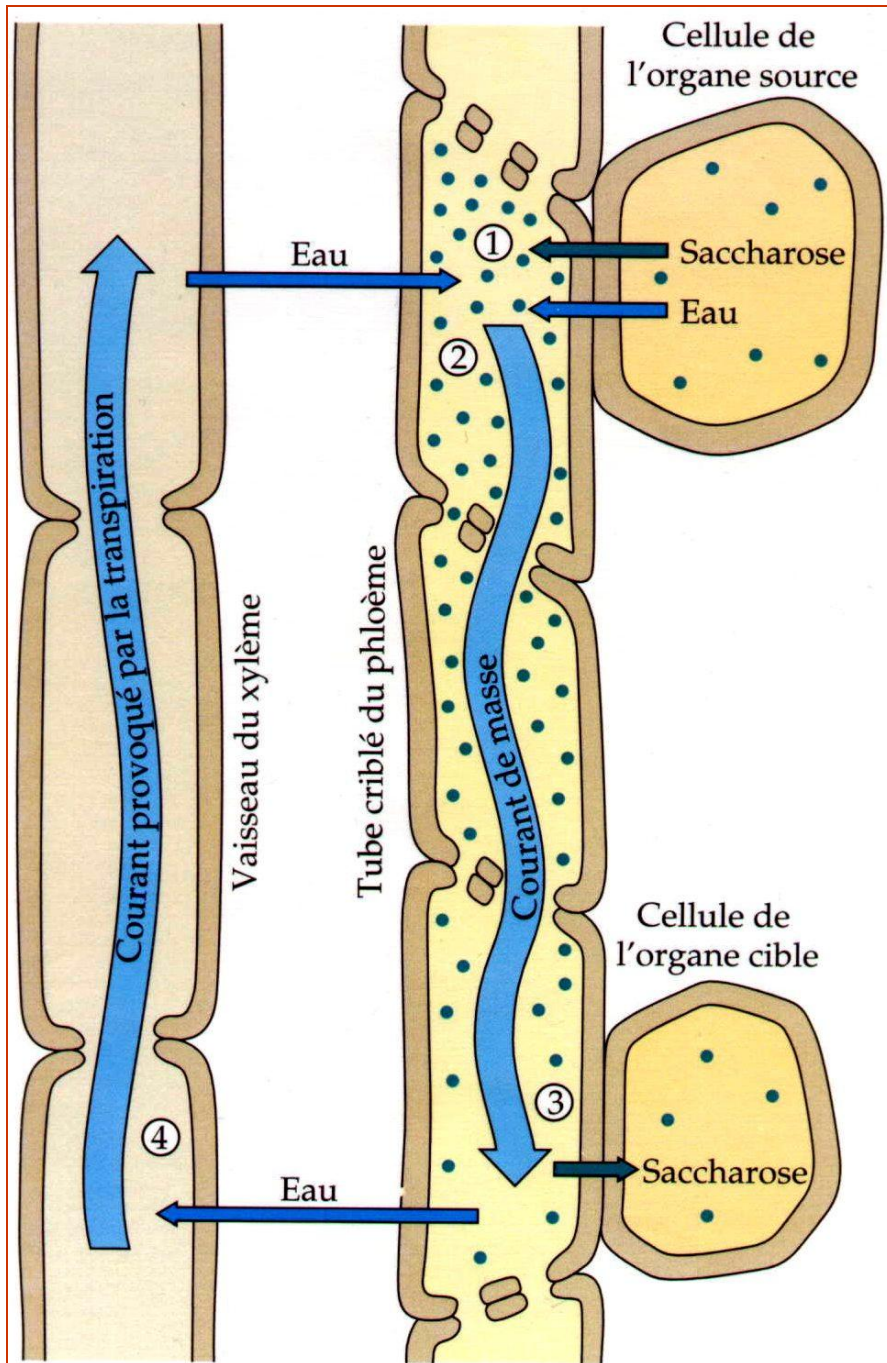
### 3.2.3. La sève élaborée et le transport des assimilats photosynthétiques

#### 3.2.3.1. Composition de la sève élaborée

#### 3.2.3.2. La circulation de la sève élaborée

##### 3.2.3.2.1. Le chargement du phloème

##### **3.2.3.2.2. La translocation des glucides**



## Hypothèse de la circulation des sèves selon la théorie de Münch et Crafts

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.**



# 4. L'EMISSION D'EAU PAR LA PLANTE

4.1. La guttation

4.2. La transpiration

4.2.1. Généralités

4.2.2. Les variations de la transpiration

4.2.2.1. Effets des facteurs structuraux

4.2.2.2. Effets des facteurs externes

4.2.3. La régulation stomatique

4.2.3.1. Mécanismes d'ouverture des stomates

4.2.3.2. Théories explicatives

4.2.4. L'équilibre hydrique des végétaux



# 4. L'EMISSION D'EAU PAR LA PLANTE

## 4.1. La guttation

## 4.2. La transpiration

### 4.2.1. Généralités

### 4.2.2. Les variations de la transpiration

#### 4.2.2.1. Effets des facteurs structuraux

#### 4.2.2.2. Effets des facteurs externes

### 4.2.3. La régulation stomatique

#### 4.2.3.1. Mécanismes d'ouverture des stomates

#### 4.2.3.2. Théories explicatives

### 4.2.4. L'équilibre hydrique des végétaux

La pression racinaire peut entraîner dans certains cas la **guttation**.



L'eau perle le matin ou au crépuscule, au niveau des feuilles.

Le phénomène ne se produit que si :

**absorption > transpiration**

# 4. L'EMISSION D'EAU PAR LA PLANTE

## 4.1. La guttation

## 4.2. La transpiration

### 4.2.1. Généralités

### 4.2.2. Les variations de la transpiration

#### 4.2.2.1. Effets des facteurs structuraux

#### 4.2.2.2. Effets des facteurs externes

### 4.2.3. La régulation stomatique

#### 4.2.3.1. Mécanismes d'ouverture des stomates

#### 4.2.3.2. Théories explicatives

### 4.2.4. L'équilibre hydrique des végétaux

# La transpiration des végétaux : valeurs moyennes

- **Erable** isolé de **14m** de haut

Il possède environ **177 000 feuilles** soit pour leurs 2 faces une surface **700 m<sup>2</sup>**

En juillet en fin d'après-midi :

**transpiration foliaire = 3,3 g/dm<sup>2</sup>/h**

soit **pour l'arbre entier : 220 l/h**

**La plus grande partie de la sève brute s'évapore donc au niveau des feuilles.**

Un érable peut perdre ~ 220 L / h en été

**donc**

Il doit puiser 220 L / h dans le sol pour compenser.

**Évaporation dans les forêts tropicales joue un rôle important dans la circulation de l'eau sur la planète et dans le climat.**

- **Une plante en pot** de moyenne importance  
par heure **2g**
- **Un plant d'avoine**  
par jour **70g**  
pendant 3 mois **22kg**
- **Un arbre isolé**  
par jour **500kg**  
pendant 6 mois de vie active **120t**
- **Une forêt de 1ha**  
par jour **30t**  
pendant un an **3000 à 4000t**

NOMBRE DE STOMATES (par mm<sup>2</sup>).  
 S : face supérieure; I : face inférieure.

| <i>Espèce</i>        | S   | I   | <i>Espèce</i>      | S  | I   |
|----------------------|-----|-----|--------------------|----|-----|
| Blé .....            | 33  | 14  | Houx .....         | 0  | 170 |
| Maïs .....           | 52  | 68  | Lilas.....         | 0  | 330 |
| Tomate .....         | 12  | 130 | Pommier .....      | 0  | 300 |
| Pomme de terre ..... | 50  | 160 | Chêne rouvre ..... | 0  | 450 |
| Luzerne.....         | 170 | 140 | Peuplier .....     | 20 | 115 |

VALEURS DE LA TRANSPIRATION (données de GARREAU).  
 Champ du microscope : environ 0,2 mm<sup>2</sup>; surface transpirante : 40 cm<sup>2</sup>.

|                |                      | <i>Nombre de stomates</i><br>(par champ) | <i>Transpiration</i><br>(mg par 24 h) |
|----------------|----------------------|--|---------------------------------------|
| <i>Dahlia</i>  | face supérieure..... | 22                                       | 500                                   |
|                | face inférieure..... | 30                                       | 600                                   |
| <i>Tilleul</i> | face supérieure..... | 0  | 200                                   |
|                | face inférieure..... | 60                                       | 490                                   |
| <i>Lierre</i>  | face supérieure..... | 0  | 0                                     |
|                | face inférieure..... | 80                                       | 180                                   |



# 4. L'EMISSION D'EAU PAR LA PLANTE

## 4.1. La guttation

## 4.2. La transpiration

### 4.2.1. Généralités

### **4.2.2. Les variations de la transpiration**

#### **4.2.2.1. Effets des facteurs structuraux**

#### 4.2.2.2. Effets des facteurs externes

### 4.2.3. La régulation stomatique

#### 4.2.3.1. Mécanismes d'ouverture des stomates

#### 4.2.3.2. Théories explicatives

### 4.2.4. L'équilibre hydrique des végétaux

- Nombre et position des stomates
- Surface de l'appareil foliaire : variations saisonnières ; adaptations foliaires (épines ...) ; maladies
- Nature et structure des tissus périphériques : cuticule, suber, parenchyme palissadique

# 4. L'EMISSION D'EAU PAR LA PLANTE

## 4.1. La guttation

## 4.2. La transpiration

### 4.2.1. Généralités

### 4.2.2. Les variations de la transpiration

#### 4.2.2.1. Effets des facteurs structuraux

#### **4.2.2.2. Effets des facteurs externes**

### 4.2.3. La régulation stomatique

#### 4.2.3.1. Mécanismes d'ouverture des stomates

#### 4.2.3.2. Théories explicatives

### 4.2.4. L'équilibre hydrique des végétaux

# Facteurs limitants :

- **Etat du sol**

Abaisssement de l'humidité

Abaisssement de la température

- **Etat de l'air**

- **Vent et agitation de l'air**

- **Sécheresse de l'air**

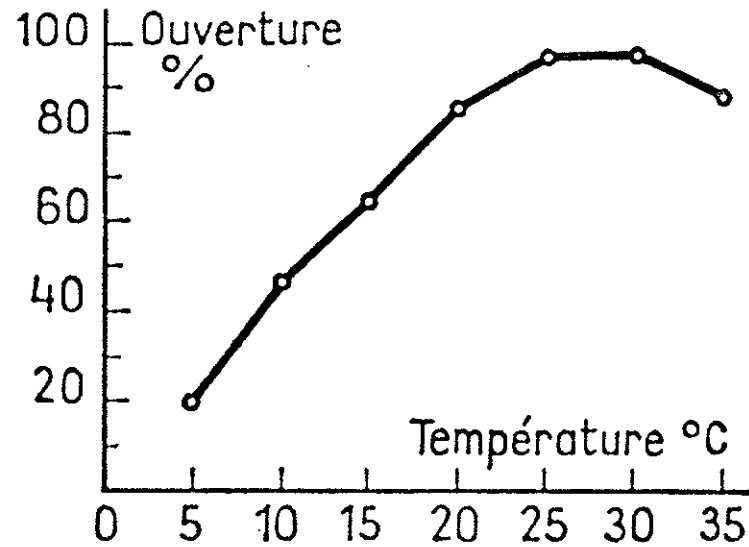
Seuil de tolérance : déficit de 10 à 15 %

- **Température de l'air**

Seuil de tolérance : 25 à 30°C

- **Lumière**

*Effet de la température sur l'ouverture des stomates (en % de l'ouverture maximale). Feuilles de Coton, lumière constante (d'après CH. C. WILSON, 1948).*



# Effets de la lumière sur la transpiration

- Par temps clair si soleil au zénith

**Rayonnement solaire =  $0,10 \text{ W/cm}^2 = 1 \text{ kW/m}^2$**

dont :

**4 % dans l'UV**

**54 % dans le visible**

**42 % dans l'IR**

# Effets de la lumière sur la transpiration

- En moyenne : **63% de l'énergie solaire reçue est absorbée par la feuille**
  - Lumière **réfléchie** = 10 %
  - Lumière **transmise** = 27 %
  - Lumière **absorbée** = 63 %
    - par les **chloroplastes** : 30 %
    - par **l'eau (IR surtout)** : 15 %
    - par **diverses structures** : 18 %
- Et **45% sert à vaporiser l'eau transpirée**

- Les **63% absorbés** sont utilisés ainsi :

**Photosynthèse = 1 %**

**Transpiration = 45 %**

**Pertes thermiques = 17 %**

(échauffement de la feuille)



# Effets de la lumière sur la transpiration

- Ouverture des stomates
- Radiations bleues

# 4. L'EMISSION D'EAU PAR LA PLANTE

## 4.1. La guttation

## 4.2. La transpiration

### 4.2.1. Généralités

### 4.2.2. Les variations de la transpiration

#### 4.2.2.1. Effets des facteurs structuraux

#### 4.2.2.2. Effets des facteurs externes

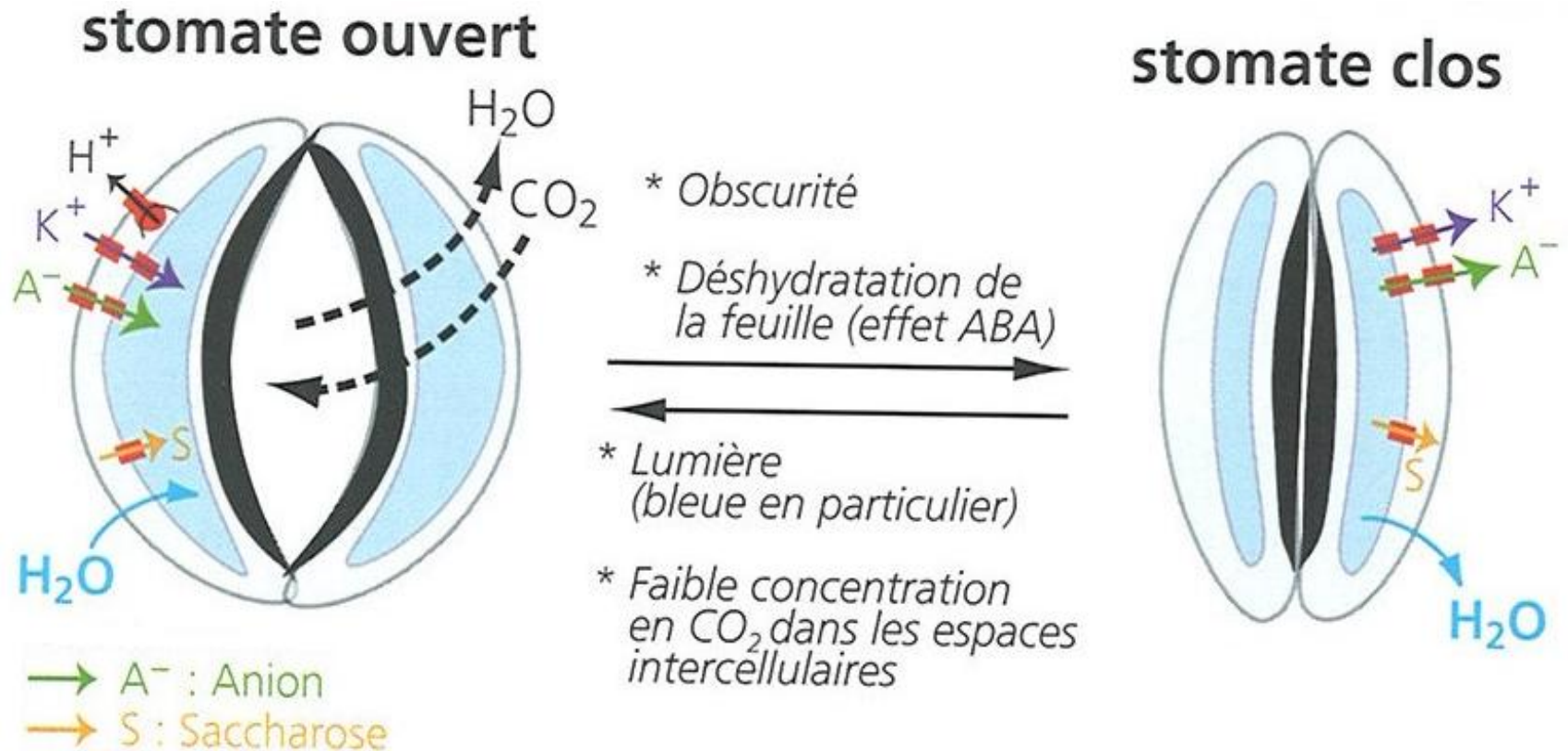
### **4.2.3. La régulation stomatique**

#### **4.2.3.1. Mécanismes d'ouverture des stomates**

#### **4.2.3.2. Théories explicatives**

### 4.2.4. L'équilibre hydrique des végétaux

# Mécanisme d'ouverture - fermeture des stomates



# 4. L'EMISSION D'EAU PAR LA PLANTE

## 4.1. La guttation

## 4.2. La transpiration

### 4.2.1. Généralités

### 4.2.2. Les variations de la transpiration

#### 4.2.2.1. Effets des facteurs structuraux

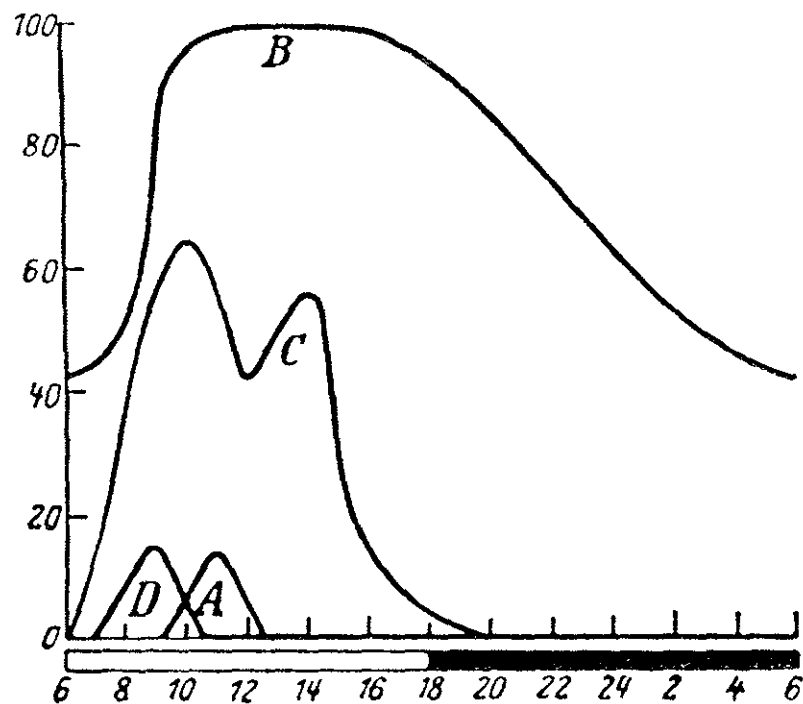
#### 4.2.2.2. Effets des facteurs externes

### 4.2.3. La régulation stomatique

#### 4.2.3.1. Mécanismes d'ouverture des stomates

#### 4.2.3.2. Théories explicatives

### **4.2.4. L'équilibre hydrique des végétaux**



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

# **Applications agronomiques**

**alimentation hydrique et conduction des sèves**

- **Meilleure maîtrise de l'irrigation**  
→ **notion de RFU : Réserve en eau Facilement Utilisable**
- **Meilleure maîtrise de l'apport d'engrais**
- **Amélioration de la productivité**  
→ **sélection pour une meilleure distribution des assimilats vers les épis**
- **Optimisation des traitements phytosanitaires**  
→ **recherche d'une bonne systémie**