

CM930020  
P015  
NDI

Doc CNRA  
ZACHARY

République du Sénégal  
Ministère du Développement Rural  
et de l'Hydraulique

Institut Sénégalais de  
Recherches Agricoles

Direction de Recherches sur  
les Productions Forestières

RESISTANCE A LA SECHERESSE DES PLANTES :  
MECANISMES MIS EN JEU ET METHODES DE MESURE

Par Aly NDiaye  
Chercheur ISRA/ DRPF

CNRA, 146/92

Date 14 décembre 1992

Reçu 146/92

Reçu de

Signature NDI

Atelier de formation aux techniques d'études de :

L'EAU DANS LE SYSTEME SOL - PLANTE - ATMOSPHERE

Organisé par l'ISRA - LE RCS-SAHEL ET L'ORSTOM

- 30 novembre - 10 décembre 1992 -

MBOUR (SENEGAL)

# 1/MECANISMESDELA RESISTANCEALASECHERESSE

## 1.1 INTRODUCTION

L'histoire des études sur la résistance à la sécheresse des plantes révèle que les premiers auteurs comme Schimper (1903) qui ont eu à s'intéresser à ce sujet avaient surtout mis l'accent sur la réduction de la transpiration qu'ils considéraient comme principale caractéristique des xérophytes.

Cette réduction pouvait se manifester par plusieurs modifications : absence de feuilles, limbe réduit, épines, pilosité abondante, succulence, cuticle épaisse, couches cireuses, espaces intercellulaires réduits et stomates protégés.

Ces idées ont été critiquées ultérieurement par Maximov (1931) notamment, qui indiquait que plusieurs xérophytes possédaient une transpiration potentielle supérieure à celle de certains Mésophytes.

Ce qui était important chez ces auteurs c'est plutôt la capacité de réduire au minimum cette transpiration lorsque l'eau vient à manquer. Les travaux de Killian et Lemée (1956) ont montré que ces théories plutôt de s'opposer se complétaient.

A l'heure actuelle les auteurs s'accordent à retenir deux formes principales de résistance à la sécheresse :

- 1 - Aptitude à éviter la sécheresse (déshydratation)
- 2 - Aptitude à supporter la sécheresse (déshydratation)

Il est important de noter qu'il y'a des aspects multiples dans l'action de la sécheresse. La sécheresse affecte le plus souvent les mécanismes végétaux à plusieurs niveaux et les réactions adaptatives sont le plus souvent multiples.

Il est rare qu'une seule réaction contribue à elle seule à une adaptation à la sécheresse. Il y'a aussi très souvent des interactions entre les différentes réactions.

Selon Vartanian et Lemée (1980) l'aptitude à supporter la sécheresse est un caractère primitif lié aux propriétés intrinsèques du protoplasme tandis que l'aptitude à éviter la sécheresse résulte d'une évolution continue qui se perfectionne dans la conquête du milieu terrestre.

## 1.2 LES DEUX GRANDES VOIES

### 1.2.1 LES PLANTES EVITENT LA SECHERESSE

soit en lui échappant ("drought escape")

soit par des modifications qu'on peut ramener grossomodo à deux types :

- \* éviter les pertes d'eau "water savers" de Maximov (1929)
- \* augmenter l'absorption ("water spenders" de Maximov)

#### 1.2.1.a ECHAPPER A LA SECHERESSE

Ces types de plantes EX : annuelles désertiques, Thérophytes, Ephémérophytes et géophytes (bulbeuses ou rizhoma-teuses) réalisent leur cycle de développement pendant les courtes périodes de moindre déficit hydrique.

Leur adaptation réside dans la vitesse et la précocité de germination, de croissance, de floraison et de fructification. De nombreuses plantes cultivées sont susceptibles de présenter naturellement de telles caractéristiques. Les grands résultats obtenus dans la sélection pour l'amélioration des rendements des plantes cultivées ont été réalisés par la réduction des cycles.

#### 1.2.1-b MODIFICATIONS CONDUISANT A :

\* Eviter les pertes d'eau ("stress avoidance") réalisé essentiellement par les organes aériens, cette aptitude est obtenue à la suite d'acquisition de dispositifs morphologiques et par des modifications métaboliques et physiologiques visant à limiter la transpiration bien avant que ne s'installe un déficit hydrique important. Ainsi la plante arrive à maintenir un potentiel hydrique élevé.

Les principales manifestations sont :

- diminution des surfaces évaporantes
- senescence et abscission précoce des feuilles
- protection des stomates et des cuticules
- régulation stomatique
- métabolisme CAM ou passage de C<sub>3</sub> à CAM
- augmentation de la résistance racinaire

∴

Dans ces conditions la plante cherche à survivre, la croissance est lente à nulle. Un équilibre **doit** être trouvé entre la réduction de la transpiration (limiter la soif) et l'absorption du CO<sub>2</sub>, (ne pas laisser s'installer la faim).

**\* Augmenter l'absorption de l'eau :**

C'est une fonction principalement assurée par les racines, on signalera quand même l'absorption d'eau par les feuilles dans certaines zones écologiques.

Au niveau des racines ceci est réalisé principalement par :

l'extension de l'absorption en profondeur et en surface,,

une vitesse de croissance et de ramification des racines,,

une diminution de la résistance racinaire,

une diminution du rapport des organes aériens par rapport aux organes souterrains

une augmentation des tissus conducteurs et une augmentation de la conduction dans la plante entière.

**1.2.2 LES PLANTES TOLERENT LA DESHYDRATATION :**

Qui découle fondamentalement de propriétés intrinsèques du protoplasme et des organites cellulaires.

C'est une caractéristique primitive comme nous l'avions indiqué que l'on retrouve chez des végétaux inférieurs (EX : Thallophytes, cyanophytes, Bryophytes et Pteridophytes).

Chez les végétaux supérieurs les bases physiologiques se situent au niveau moléculaire, dans les propriétés membranaires et les activités enzymatiques.

Les plantes peuvent également limiter au maximum la déformation, c'est à dire l'effet de la contrainte.

Des capacités de régulation physiologiques telles que le maintient :

du potentiel photosynthétique (dissociation des réponses photosynthétiques et respiratoires)

du taux de synthèse protéique, ou à supporter des pertes de protéines grâce à la mise en place de processus de réparation rapide lors de la réhydratation

sont également à considérer dans ce genre de tolérance

**1.2.3** Les deux formes peuvent exister chez certains végétaux supérieurs mais la **pluspart** d'entre eux tendent à développer essentiellement l'une ou l'autre forme. Il faut noter que les diverses formes ne sont pas exclusives et peuvent se rencontrer dans une **espèce** à divers niveaux : organes, fonctions ou stades phénologiques.

## 2/ MESURE DE LA RESISTANCE A LA SECHERESSE

Les mesures de la résistance à la sécheresse sont les plus difficiles à réaliser comparées à celles de la **résistance** aux autres stress environnementaux. Ceci est dû à une large gamme de réactions adaptatives.

Nous indiquerons ici quelques principes **sur** lesquels sont basés certains types de mesures.

- 1 - On a utilisé le rendement pour mesurer la résistance à la sécheresse des plantes, surtout celles cultivées
- 2 - Le temps de survie de la plante face à un déficit hydrique a aussi été utilisé
- 3 - Il y'a aussi la méthode basée sur l'évitement :

### **Mesures de l'efficacité de l'utilisation de l'eau**

La conservation de l'eau au niveau de la plante a été très longtemps considéré comme principal pour ne pas dire seul mécanisme de résistance à la sécheresse.

### **Mesures de l'évitement de l'inhibition de la croissance**

ex : capacité de graines à germer dans des solutions de fortes concentrations osmotiques

- **Mesures de l'évitement de la deshydratation**  
exp. par les potentiels hydrique et osmotique

- 4 - On citera également les méthodes basées sur la tolérance :

### **Mesures de l'évitement de la déshydratation**

par le déficit de saturation hydrique et la quantité d'eau relative notamment

### **Mesures de la tolérance à la deshydratation (modification)**

C'est la déshydratation qui est mesurée

### **Mesures de la tolérance à la sécheresse (la contrainte)**

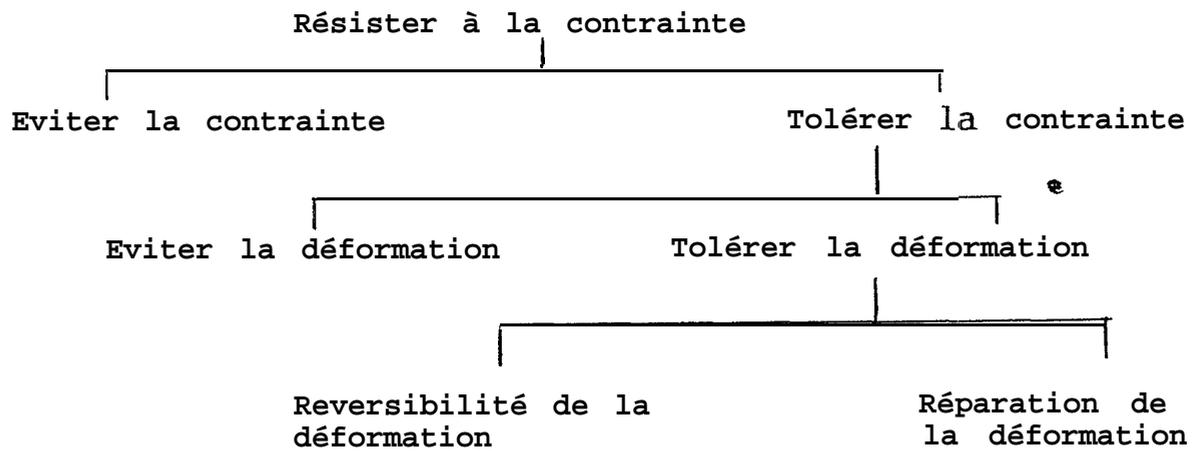
Mesure de la sécheresse à la limite de la tolérance à la déshydratation

## 3/ Quelques méthodes utilisées pour mesurer le potentiel hydrique

| Méthodes                                     | Lieu d'utilisa-<br>tion   | Matériel végétal<br>adéquat   | Précisi on                         | Repétabi-<br>lité                                       | Equipement<br>nécessa i re       | Difficulté<br>d'emploi |
|--|---------------------------|---|------------------------------------|---|----------------------------------|------------------------|
| Méthode céllulaire                           | Labo.                     | 1 cellule   | Plutot faible                      | Faible  | Faible (mi-<br>croscope)         | Grande                 |
| Méthode des segmenta<br>et ses modifications | Labo et ohamp             | Feui 1 le <b>SANS</b><br>ti <b>BSU scleren-</b><br><b>chymati</b> aue | Plutot faible                      | Faible  | Faible (mi-<br>croscope)         | Moyenne                |
| Méthode réf ractome-<br>trique               | Labo et champ             | Feuille8 racines  | + 0,5 a 1 bar                      | <b>Moyenne</b>  | Faible (ré-<br>fractome-<br>tre) | <b>Moyenne</b>         |
| Méthode densitome-<br>triqua ex Sharnkov     | Labo et champ             | feuilles  | + > 1 bar                          | Faible  | Faible                           | Moyenna                |
| Méthode de Potome-<br>tri que                | exceptionnel 1 e-<br>ment | Le Cambuim dans<br><b>les plantes a</b><br><b>bois</b>                | Faible                             | Faible  | Moyen                            | Grande                 |
| Méthode gravimetri-<br>que                   | <b>Labo e t champ</b>     | La plus part des<br><b>matériels</b>                                  | + 1 à 3 bar                        | Moyenne<br>pour la<br><b>correction</b><br>respi ration | Complexe                         | Moyenne                |
| Méthode capi llai re                         | Labo                      | La plus part des<br><b>matériels</b>                                  | + 1 bar                            | Fai bla   | Faible (mi-<br>croscope)         | Grande                 |
| Méthode vol umetrique                        | Labo                      | La plus part des<br><b>matériels</b>                                  | + 0.5 à 1<br>bar                   | Moyenne   | Moyen                            | Moyenne                |
| Méthode Psychrome-<br>trique                 | Labo-champ                | La plus part des<br><b>matériels</b>                                  | <b>jusqu'à + 0,1</b><br><b>bar</b> | Grande  | Complexe                         | Faible à<br>Grande     |
| Chambre de pression                          | Labo et champ             | morceaux de <b>ti-</b><br><b>ges et feuilles</b>                      | + 0,2 bar                          | Moyenne   | Moyen                            | Faible                 |

(SLAVIK, 1974)

\*\*\*



Types de base de la résistance à la sécheresse  
d'après Levitt (1980)