

FC0000240

DRP  
DRPF  
F. S. N. G.  
H. S. N. G.

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**

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/ MECANISMES DE LA RESISTANCE A LA SECHERESSE

## 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<sup>\*</sup>")

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 :

4

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'efficience 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 desydratation**  
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

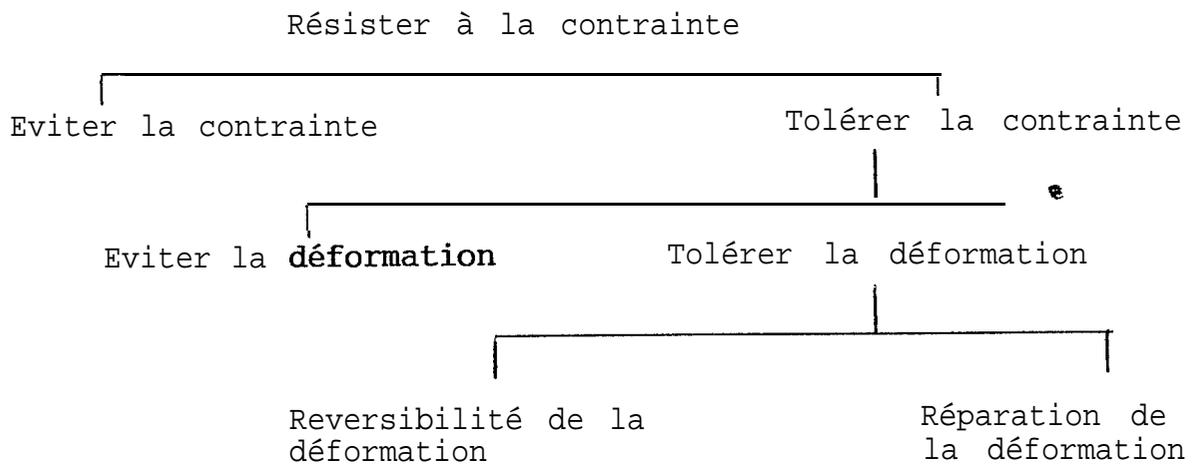
### **Mesures de la tolérance à la sécheresse (la contrainte)**

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'utilisation	Matériel végétal adéquat	Précision	Répétabilité	Équipement nécessaire	Difficulté d'emploi
Méthode cellulaire	Labo.	1 cellule	Plutôt faible	Faible	Faible (microscope)	Grande
Méthode des segments et ses modifications	Labo et champ	Feuille sans tissu sclerenchymatique	Plutôt faible	Faible	Faible (microscope)	Moyenne
Méthode réfractométrique	Labo et champ	Feuilles racines	+ 0,5 à 1 bar	Moyenne	Faible (réfractomètre)	Moyenne
Méthode densitométrique ex Sharnkov	Labo et champ	feuilles	+ > 1 bar	Faible	Faible	Moyenne
Méthode de Potométrie	exceptionnellement	Le Cambium dans les plantes à bois	Faible	Faible	Moyen	Grande
Méthode gravimétrique	Labo et champ	La plus part des matériels	+ 1 à 3 bar	Moyenne correction pour la respiration	Complexe	Moyenne
Méthode capillaire	Labo	La plus part des matériels	+ 1 bar	Faible	Faible (microscope)	Grande
Méthode volumétrique	Labo	La plus part des matériels	+ 0,5 à 1 bar	Moyenne	Moyen	Moyenne
Méthode Psychrométrique	Labo-champ	La plus part des matériels	jusqu'à + 0,1 bar	Grande	Complexe	Faible à Grande
Chambre de pression	Labo et champ	morceaux de tiges et feuilles	+ 0,2 bar	Moyenne	Moyen	Faible

(SLAVIK, 1974)



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

## BIBLIOGRAPHIE

4

1. KILLIAN, Ch. et LEMEE, G., 1956. Les xérophytes : leur économie d'eau. In : W. Ruhland (ed). Encyclopedia of Plant Physiology, 3, 787-824
2. LEVITT J., 1980 - Responses of plants to environmental stress. vol II water, radiation, salt and others stresses. Acad. Press : New York. 3 - 211.
3. MAXIMOV. N.A. 1929 : The plant in relation to water R.H. Yapp, ed. Allen and Unwin, London
4. MAXIMOV N.A 1931 : The physiological significance of the xeromorphic structure of plants. J.Ecol, 19, 273-282
5. SCHIMPER, A.P.W., 1903 : Pflanzengeographie auf Physiologischer Grundlage - Jena
6. SLAVIK B. 1974 : Methods of studying plant water relations Academia Publishing house of the Czechoslovak Academy of sciences - Prague
7. VARTANIAN, N., LEMEE, G, 1980 : La notion d'adaptation à la sécheresse Bull. soc. bot. Pr. 131, Actual. bot. 1984 (1), 7 - 15

## INTRODUCTION

L' *Acacia senegal* (L.) Willd est une espèce économiquement et écologiquement importante. Il produit la gomme arabique ou gomme dure, très recherchée pour ses qualités organoleptiques par diverses industries alimentaires ou non (C.C.I., 1978). Il figure en bonne place parmi les espèces ligneuses autochtones les plus utilisées dans les programmes de reboisement en zone semi-aride.

Réparti sur une vaste zone géographique (Giffard, 1966), l' *Acacia senegal* montre une grande variabilité intraspécifique pour la production de gomme. Le rendement par individu varie d' une année à l'autre et peut osciller entre zéro et 1000 g, avec une moyenne de 250 g au moins pour un bon peuplement ( Von Maydell, 1983).

Afin d'améliorer les systèmes agrosylvicoles qui utilisent cette espèce comme composante arborée principale, il faut disposer d'individus à hauts rendements. La sélection individuelle et la mise au point de techniques de multiplication végétative constituent une voie qui pourrait permettre d'atteindre cet objectif. Les travaux de Badji et al. (1991) et de Danthu et al. (1992) ont montré la faisabilité du bouturage horticole de l' *Acacia senegal*, mais aussi ses limites: faibles réactivités du matériel végétal très liée à l' état physiologique au moment du prélèvement.

La micropropagation qui a souvent été pratiqué avec succès pour la multiplication des plantes herbacées (Murashige, 1974) représente une alternative intéressante pour cette espèce.

Or chez les plantes ligneuses la régénération à partir de sujets adultes s'effectue souvent très mal par cette méthode (Bonga, 1982) et nécessite de passer par une phase de rajeunissement du matériel végétal (Francllet et al., 1987). La multiplication végétative des espèces ligneuses a pourtant pu être obtenue à partir de plants matures. C'est le cas pour *Sequoia sempervirens* (Boulay, 1980), *Tectona grandis* (Gupta et al., 1980), *Larix eurolepis* (Laliberté et Lalonde, 1988) ou *Acacia albida* (Gassama et Duhoux, 1990).

Généralement, la mise au point d' une méthode de clonage à partir d' explants provenant de plantules ou de sujets maintenus à l' état juvénile est un préalable au microbouturage d' arbres adultes. C' est l' objectif du travail dont nous rendons compte ici.

## MATERIELS ET METHODES

### MATERIEL VEGETAL

Deux types de matériel végétal ont été utilisés:

(i) du matériel juvénile, constitué de plants issus de semis en conditions axéniques. Les graines provenant du Nord-Sénégal et ont été récoltées sur des arbres sélectionnés. Les semences, soigneusement triées ont été conservées en présence d' un insecticide (Hexapoudre 25 contenant 6% d' hexachlorocyclohexane) jusqu' à utilisation. Elles ont subi un trempage de 14 min dans  $H_2SO_4$  à 95% afin d' homogénéiser la levée du semis (Vogt et Palma, 1991; Danthu et al., 1992) et de désinfecter les semences. Après une série de rinçages à l'eau distillée stérile, ces semences ont été mises à germer individuellement dans des tubes de verre pyrex de 24 x 200 mm contenant 20 ml d' eau gélosée à 0,6% et obturés par un bouchon de coton cardé. Après 30 jours de culture, ces jeunes plants, issus de graines, ont atteint une hauteur de 70 mm environ et portaient en moyenne 2 à 3 noeuds Bicotyldonaires et un bourgeon apical (fig. 1). Le microbouturage de ce matériel se fera par fragment uninodal feuillé de 10 à 15 mm de long.