

CR000426

48

CENTRE D'ETUDE REGIONAL  
POUR L'AMELIORATION DE L'ADAPTATION  
A LA SECHERESSE

**CERAAS**

I.S.R.A. - C.N.R.A.

BP 53 Bambey Sénégal

Tél.: 73-60-50

---

**RAPPORT DE MISSION**  
**“TECHNIQUES D'EVALUATION DES MECANISMES**  
**PHYSIOLOGIQUES D'ADAPTATION A LA SECHERESSE”**

---

Khaled DEBBECHE  
INRAT/Tunisie

Etude réalisée au CERAAS  
Rapport de Mission  
1991

DEBB  
1991

CENTRE D'ETUDE REGIONAL  
POUR L'AMELIORATION DE L'ADAPTATION  
A LA SECHERESSE

**CERAAS**

**I.S.R.A. - C.N.R.A.**

BP 53 Bambey Sénégal

Tél.: 73-60-50

**RAPPORT DE MISSION  
"TECHNIQUES D'EVALUATION DES MECANISMES  
PHYSIOLOGIQUES D'ADAPTATION A LA SECHERESSE"**

Khaled DEBBECHE  
INRAT/Tunisie

## **I) INTRODUCTION**

Le Centre d'Etude Régional pour l'Amélioration d'Adaptation à la Sécheresse (CERAAS) m'a accueilli pour un stage de 3 semaines dans le cadre d'une formation sur les différentes techniques et méthodes d'étude des caractères et mécanismes physiologiques d'adaptation à la sécheresse. Les méthodes expérimentales utilisées permettent de distinguer chez différentes espèces; les différentes formes d'adaptation à savoir les plantes capables de tolérer la sécheresse avec des potentiels hydriques élevés et celles qui sont capables de tolérer la sécheresse avec de faibles potentiels hydriques.

Les recherches conduites au CERAAS concernent l'ensemble des cultures annuelles cultivées en zones sèches. Les études sont conduites en milieu réel ou en conditions contrôlées, afin de décrire les modes d'adaptation et d'intégrer ces connaissances dans la création de matériel végétal mieux adapté à la sécheresse.

Dans la conduite de notre programme sur le blé en Tunisie, il nous a paru intéressant d'acquérir ces méthodes et techniques expérimentales qui ont abouti à des réussites afin de créer un matériel végétal mieux adapté à la sécheresse.

## **II) PROGRAMME DE SEJOUR**

- Prise de contact;
- Suivi des caractéristiques de développement du système racinaire en rhizotron;
- Mesure des températures dans les rhizotrons;
- Mesure des échanges gazeux avec l'A.D.C.;
- Mesure de la résistance stomatique;
- Mesure de la transpiration de la plante sur feuilles détachées;
- Mesure du potentiel hydrique foliaire;
- Mesure de la résistance protoplasmique des membranes;
- Visite à Saint-Louis (Essai arachide en Irrigué);
- Conclusion.

## Prise de contact

Le premier jour le 18-10-91, j'ai pris contact avec les responsables du CERAAS, Dr. ANNEROSE et Dr. J-L B. KHALFAOUI, ainsi qu'avec le personnel technique. Mr. C. MATHIEU m'a accompagné pour une visite des laboratoires, des serres et des différentes infrastructures du CERAAS et m'a entretenu sur les différentes techniques d'étude mises en oeuvre dans ce Centre.

## III) PRINCIPES ET METHODES ETUDIEES

### A) SUIVI DES CARACTERISTIQUES DE DEVELOPPEMENT DU SYSTEME RACINAIRE EN RHIZOTRON DU MIL ET DU SORGHO

Les plantes sont cultivées dans des tubes PVC de 1 10cm de hauteur et 15 cm de diamètre, vitrés et recouverts d'un film polyéthylène noir, perforé. Les rhizotrons sont inclinés de 30°C par rapport à la verticale. Ils sont arrosés chaque jour à la capacité au champ. Le développement des racines est suivi à travers la partie vitrée. Les mesures racinaires sont effectuées tous les deux jours sur des plantes stressées et non stressées.

Les paramètres suivis sont :

- Profondeur d'irrigation
- Vitesse d'enracinement
- Densité
- Nombre de racines

### B) MESURE DES ECHANGES GAZEUX AVEC L'A.D.C. : (PHOTOSYNTHESE. TRANSPIRATION. CONDUCTANCE)

L'A.D.C. est un ensemble d'analyseurs de CO<sub>2</sub> et chambre d'assimilation qui permet de suivre en conditions réelles les échanges de CO<sub>2</sub> et de vapeur d'eau de la plante en liaison avec les déficits hydriques. Les analyses ont été faites sur du matériel végétal (sorgho) cultivés en pots à l'air libre par Mr. LABARE (Togo) et DOSSOU-YOVO (Bénin) dans le cadre d'une étude sur l'évolution du degré d'adaptation à la sécheresse.

### C) MESURE DE LA RESISTANCE PROTOPLASMIQUE

#### 1) Matériel végétal :

Les mesures sont réalisées sur des plantes décrites précédemment;

## 2) Prélèvement :

Les feuilles sont coupées au niveau du pétiole et conservées dans un sachet en plastique bien humide avant retour au laboratoire. 10 disques foliaires sont prélevés/feuille à l'aide d'un emporte-pièce.

Pour éliminer les électrolytes libérés lors des lésions provoqués par le prélèvement des disques ceux-ci sont rincés plusieurs fois avec de l'eau distillée.

## 3) Chocs osmotiques et thermiques :

Les disques sont séparés en deux lots : un lot témoin incubé pendant 24 heures dans l'eau distillée et un autre lot dans une solution osmotique (PEG) puis rincés 3 fois avec l'eau distillée. Les disques sont introduits dans des tubes à essais contenant 30 ml d'eau distillée et sont conservés à l'obscurité à 10°C pendant 18 heures.

## 4) Mesure de la conductivité

Retour à la température ambiante des tubes après agitation puis mesure de la conductivité libre (CL) à l'aide d'un conductimètre Cette mesure correspond à la libération résiduelle d'électrolytes chez les témoins et à la libération résiduelle plus la libération due au choc osmotique pour les plantes traitées.

Dans la seconde mesure, les disques sont de nouveau remis dans la totalité du liquide de trempage et placés au bain marie pendant 1 heure à 85°C afin de détruire tous les tissus foliaires, puis laissés de nouveau à diffuser à l'obscurité pendant 18 heures à une température de 10°C. Dans ce milieu nous avons mesuré conductivité totale (CT).

## 5) Calculs

On calcul le pourcentage d'intégrité relative :

$$PDR = 100 \left[ \frac{1 - CL_{Tr}/CT_{Tr}}{1 - CL_{Te}/CT_{Te}} \right] \times 100$$

Avec Tr = traitement et Te = témoin

Cette technique de caractérisation du niveau de chaque étude à la sécheresse au niveau membranaire, m'a permis peut être appliquées aux recherches de définir la méthodologie de recherches à effectuer sur le blé en Tunisie.

## D) MESURE DES TEMPERATURES DANS LES RHIZOTRONS

Appareil : un thermomètre et un thermocouple

Le thermomètre permet de prendre des mesures de température en surface et le thermocouple connecté à un microvoltmètre permet la mesure de la température en profondeur des rhizotrons.

Les mesures sont très importantes car elles conditionnent la dynamique d'enracinement de la plante et par conséquent sa capacité d'évitement de la déshydratation par maintien de l'absorption en eau.

## E) MESURE DE LA TRANSPIRATION DE LA PLANTE

### a) Sur feuilles détachées

Généralement ces mesures s'effectuent sur la 3ème feuille, bien développée. Ces feuilles sont coupées soigneusement, au niveau de leur pétiole et transportées au laboratoire dans un sachet en plastique bien humide. Elles sont immergées dans de l'eau distillée et coupées une seconde fois au même niveau de leur pétiole. Elles sont laissées dans l'eau afin de ramener les tissus foliaires à leur niveau de turgescence maximale.

### b) e s é e

Les feuilles sont rapidement essuyées avec du papier absorbant et pesées afin d'obtenir leur poids turgescents. Elles sont suspendues à l'air libre et sont ensuite pesées toutes les 30 secondes afin de déterminer le poids frais à chaque instant t. Après la dernière pesée, les feuilles sont séchées à l'étuve à une température à 80°C pendant 48 heures, puis pesées pour déterminer le poids sec.

### c) Calcul

Le contenu relatif en eau (CRE) des feuilles à chaque instant t est déterminé par la formule suivante :

$$\text{C.R.E} = \frac{\text{Poids frais} - \text{Poids sec}}{\text{Poids turgescents} - \text{Poids sec}} \times 100$$

## POTENTIEL HYDRIQUE FOLIAIRE : MATERIELS ET METHODES

L'appareil utilisé est une presse hydraulique. Une foliole de la 3ème feuille prélevée sur arachide est coupée dans le sens de la largeur afin de disposer de 75 % de sa surface totale, elle est rapidement placée dans la presse hydraulique et recouverte d'un morceau de papier filtre. La presse est refermée et la pression est appliquée régulièrement avec des incréments de 0,7 bars jusqu'à l'apparition de la sève.

Différents points d'apparition de la sève peuvent être observés sur l'arachide. Les deux points principaux sont l'apparition de la sève au niveau de la section des nervures secondaires. Les études faites au CERAAS ont montré que ce dernier point constituait la meilleure indication chez l'arachide. Une étude de ce type devra être conduite sur le blé avant d'utiliser cette méthode.

### G) MESURE AU POROMETRE A DIFFUSION DE VAPEUR: (POROMETRE RS) RESISTANCE STOMATIQUE

Description : L'appareil utilisé est un poromètre à diffusion dynamique de vapeur d'eau modèle MK2 fabriqué par DELTA DEVICES Ltd. Cet appareil permet d'avoir une estimation du degré d'ouverture majeur des stomates et donc une évaluation de l'importance du phénomène transpiratoire.

Il permet d'attribuer la variation d'humidité relative observée dans la chambre à la somme des résistances à la diffusion de la vapeur d'eau dans la chambre  $d(P(F-a))$ . La résistance stomatique de la feuille peut être déterminée par la formule suivante :

$$RS = \frac{S \cdot dt \cdot d(P(F-a))}{U \cdot dPa \cdot bs}$$

avec  $dPa \cdot bs$  = variation d'humidité absolue dans la chambre pendant  $dt$ , et  $S$  = surface foliaire incluse dans la chambre.

## IV) ETUDE DE LA SENSIBILITE A LA SECHERESSE DU SORGHO

L'étude a été eonduite sur cinq variétés dont deux d'origine béninoise, deux d'origine togolaise et une variété témoin du Sénégal. Ce dispositif a été mis en place par Mr. LABARE KODJO (Togo) et DOSSOU-YOVO (Bénin) dans le cadre de leurs recherches au CERAAS.

Les mesures sont réalisées : 0 jour, 3 jours, 7 jours et 10 jours, après la suspension d'arrosage sur le traitement sec. Le dispositif comporte deux traitements : un traitement irrigué et un traitement par suspension de l'arrosage.

Le potentiel hycirique foliaire de ces cinq variétés, leur contenu relatif en eau dans les feuilles et l'activité photosynthétique foliaire sont suivis de la période de sécheresse à la floraison.

Les résultats de cette étude font l'objet de 2 publications présentées par Mr. KODJO et DOSSOU-YOVO.

En resumé, l'effet de sécheresse s'est manifesté sur les plantes stressées à partir du 7ème jour, sauf pour une variété béninoise (LE BLANC DE MAMAN) où cet effet se manifeste après le 3ème jour de sécheresse.

Cependant on a constaté que la variété togolaise N° 1 manifestait une certaine tolérance à la sécheresse qui se traduisait par une faible perte en eau (écart assez réduit avec le témoin).

Du point de vue de l'activité photosynthétique, on a constaté une diminution importante de la photosynthèse dans les plantes stressées après 7 jours de suspension d'arrosage qui s'accompagnait d'une conductance stomatique presque nulle et une transpiration faible.

Au niveau de la résistance protoplasmique, on constate que le pourcentage de dégâts sur les témoins irrigués est relativement faible à cause de la température à laquelle nous avons travaillé (49°C au lieu de 52°C).

Cette étude de la sensibilité du sorgho a été réalisé en collaboration avec SIGISBERT DOSSOU YOVO (DAR. Bénin) au CERAAS.

## **V) VISITE A SAINT-LOUIS**

J'ai visité les périmètres irrigués à Saint-Louis avec le Dr. ANNEROSE. Cette visite m'a permis d'être mieux informé sur les progrès réalisés dans la conduite de l'irrigation.

### **A) PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE**

Le Delta du fleuve Sénégal s'étend de Saint-Louis à Dagana sur environ 5000 km<sup>2</sup>. Il forme une entité originale par rapport à la haute et moyenne vallée tant par son milieu naturel et humain que par l'histoire de sa mise en valeur. Son climat est caractérisé par une pluviométrie faible et irrégulière. L'influence océanique est notable en saison sèche où elle favorise une diminution de température (PIERRE YVES LEGAL).

L'alimentation en eau du périmètre en question (Arachide) est assurée par la TAOUEY émissaire du Lac de Guiers, importante réserve naturelle d'eau douce, ce lac sert Dakar. Les périmètres s'approvisionnent en eau et possèdent leur propre réseau, groupe de pompage et matériel d'exploitation. L'alimentation en eau est assurée à partir de la TAOUEY à partir de canaux primaires, secondaires en terres, dimensionnés pour un débit bien déterminé.

Le programme de Recherche dans cette zone sur le système de Production est assurée par l'ISRA-Fleuve.

### B) ORGANISATION PAYSANNE

L'unité de gestion est le groupement paysan constitué à l'échelle du village ou de la famille. Le groupement de producteurs est l'organe effectif de gestion au niveau de chaque périmètre irrigué.

### C) OBJECTIF DES RECHERCHES

Le suivi de l'état hydrique des parcelles du groupement comparé à celui de parcelles de référence bien alimentées en eau a permis aux chercheurs de définir et de maîtriser la conduite de l'irrigation. La méthode utilisée consiste à évaluer l'état hydrique de la culture par des mesures téléthermométriques de la température de surface du couvert végétal. L'établissement pour chaque parcelle de la relation  $T_c = f(VDP)$  où  $T_c = T^\circ$  de la culture,  $T_a = T^\circ$  de l'air et  $VDP =$  Déficit de pression de vapeur de l'air permet le calcul d'un indice de stress ou d'alerte à l'irrigation. La mesure téléthermométrique est ainsi utilisée dans le pilotage de l'irrigation sur ce périmètre.

## VI) CONCLUSIONS

Pour créer un matériel végétal mieux adapté au stress hydrique il est nécessaire de préciser le type de sécheresse à laquelle la plante est soumise et de tenir compte de la diversité des de réponses selon les variétés.

Les méthodes et techniques utilisées permettent d'étudier et de caractériser les différentes formes de réaction à la sécheresse à la fois au niveau de la culture, de la plante, de l'organe ou de la molécule.

Celles-ci ont pu être appliquées avec succès car elles permettent au sélectionneur de mieux apprécier la diversité de son matériel, d'affiner les objectifs de son programme de sélection et d'en faciliter la conduite.

En ce qui concerne les implications pour le programme d'adaptation à la sécheresse des céréales conduit en Tunisie, la mise en oeuvre de ces méthodes montre bien :

- qu'à partir des essais contrôlés sur parcelles irriguées ou pas, il est possible de définir des classes de sensibilité selon les variétés. En cours de montaison et en cours de maturation. Les variétés les plus tolérantes ne sont pas forcément celles qui ont les potentiels de rendements les plus faibles.
- que les variétés résistantes en cours de maturation sont moins pénalisées que celles qui tolèrent la sécheresse en cours de montaison.

- qu'enfin, il semble plus opportun de comparer entre elles soit des plantes à cycles longs soit des plantes à cycles courts plutôt que des plantes à cycles longs et à cycles courts.

## **REMERCIEMENTS**

Je remercie très sincèrement Monsieur D. ANNEROSE et J-L B. KHALFAOUI pour le séjour effectué dans leur centre et pour m'avoir offert la possibilité de mieux m'informer sur les progrès réalisés dans la lutte contre la sécheresse.

Je remercie également Mr. Cyrille MATHIEU d'avoir soutenu mon séjour et de m'avoir initié en un temps relativement court, à la manipulation des différentes techniques et à la méthodologie. Et mes sincères remerciements aux personnels techniques et notamment à Mr. Mbaye Ndoye SALL qui m'ont initié aux différentes techniques mises en oeuvres au CERAAS.