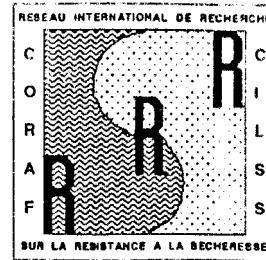


CENTRE D'ETUDE REGIONAL
POUR L'AMELIORATION DE L'ADAPTATION
A LA SECHERESSE

CERAAS

I.S.R.A. ~ C.N.R.A.
BF 53 Bambey Sénégal
Tél.: 73-60-50



Contrat N° TS2A-0101-M(CD)

4ème Rapport Scientifique
01 Août 1990 : au 31 Janvier 1991

D. ANNEROSE, J.L. KHALFAOUI, F. MARIE

Février 1991

DANNÉ
ANNÉE

A. INTRODUCTION

Ce rapport rend compte du quatrième semestre d'activités du Centre d'Etude Régional pour l'Amélioration de l'Adaptation à la Sécheresse. Crée en 1989 à l'initiative du réseau R3S, le CERAAS constitue l'un des pôles scientifiques d'un projet financé par la C.C.E. dans le cadre du programme STD2 (Sciences et Techniques pour le Développement n°II). Ce projet associe des Partenaires africains, européens et sud-américains sous la responsabilité scientifique du Centre de Recherche de Botanique de l'Université Paris VII.

Durant ce semestre la réception définitive des travaux d'aménagement des laboratoires du CERAAS a été effectuée, les travaux initiés par les chercheurs en mission se sont poursuivis et des recherches nouvelles sur niébé et arachide ont été commencées. Le CERAAS a organisé au début du mois de novembre son premier atelier de formation au cours duquel ont été accueillis 20 participants d'Afrique francophone et anglophone,

Le remplaçant de Mr F. Marie, VSN au CERAAS, a été identifié; Mr Cyril MATHIEU est ingénieur de l'ENITA Dijon (France) et a effectué un stage de recherche de 6 mois à Bambey dans le Laboratoire de Physiologie de l'Adaptation à la Sécheresse sous la responsabilité de Mr D. ANNEROSE. Un technicien supérieur Mr SALL a été recruté au mois d'août 1990 pour la durée du projet; Mr SALL était technicien à l'Institut National de Développement Rural (INDR) basé à Thiès (Sénégal),

B. REALISATIONS.

I. MISSIONS DE RECHERCHE

a. Sorgho

Le programme de recherche développé autour de cette espèce associe des chercheurs de l'Institut Polytechnique Rural (IPR) de Katiougou (Mali) et de l'ISRA (Sénégal). Messieurs BRETAUDEAU et TRAORE de l'IPR conduisent des études sur les caractères et les mécanismes physiologiques d'adaptation à la sécheresse chez le sorgho avec pour objectif la mise au point de tests de criblage. Monsieur TROUCHE évalue la variabilité et l'hérédité des caractères d'adaptation, physiologiques ou agronomiques identifiés chez cette espèce et détermine les méthodes de sélection adaptées à l'hérédité de ces mêmes caractères.

1. Résultats

i) Etude de la photosynthèse et des relations hydriques chez 2 variétés de sorgho.

La réponse au stress hydrique de deux variétés de sorgho cultivées en pots a été étudiée (BRETAUDEAU et coll., 1990). L'une d'elles provenant de l'**ICRISAT** (ICSV 1063) se caractérise par un enracinement superficiel. L'autre (MIG SOR **86-30-3**), issue du programme de création variétale conduit par Mr BRETAUDEAU à l'**IPR**, présente un développement racinaire plus profond et se caractérise par un comportement "**stay-green**" prononcé en fin de cycle. Les résultats obtenus n'ont pas montré d'interactions significatives variétés x sécheresse dans le développement des caractères agronomiques observés. Par contre le stress provoque chez les deux variétés une diminution de la matière sèche totale produite, aérienne et racinaire, accompagnée d'une augmentation de la vitesse d'elongation du système racinaire. Ce comportement, en mettant d'avantage de réserves en eau à la disposition de la plante, a permis au matériel stressé de conserver 18 jours après le début du stress un niveau d'hydratation de ses tissus foliaires équivalent à celui observé chez les plantes témoins. Dans ces conditions la variété MIG SOR 86-30-3 a montré une meilleure capacité que ICSV 1063 à maintenir son niveau de transpiration et d'activité photosynthétique. Ce comportement peut s'expliquer à la fois par une moins grande sensibilité stomatique et par une meilleure tolérance membranaire des organites impliqués dans le processus de la photosynthèse. Les prochaines **expérimentations** viseront à préciser ce point. L'un de leur objectifs sera aussi de préciser les avantages et les limites du comportement "**stay-green**" chez cette variété car même si ses feuilles demeurent photosynthétiquement actives l'investissement en assimilats qu'elles nécessitent ne permettra pas nécessairement de valoriser le surplus d'assimilats obtenus dans la formation de matière-grain.

ii) Etude du développement racinaire de génotypes hybrides et de lignées de sorgho.

Cet essai a été semé dans les tubes-rhizotron en juillet 1990 et avait pour objectif d'évaluer l'importance de l'effet hétérosis des hybrides (TROUCHE 1991b). Des problèmes de levée n'ont permis de conserver que 5 variétés sur les 7 initialement semées issues du programme de création variétale de Mr TROUCHE: 2 hybrides, leur parent femelle commun, le parent mâle d'un des hybrides et une lignée performante. Des différences dans la vitesse initiale d'enracinement ont été observées mais elles semblaient plutôt rendre compte des différences de vigueur à la levée du matériel testé. Dans ces conditions, l'installation de la culture de sorgho constituant une étape délicate, la variabilité importante mise en évidence devrait pouvoir être exploitée en sélection. Le comportement des hybrides indique l'existence d'un effet **d'hétérosis** pour la vitesse initiale de croissance racinaire dont l'importance devra être précisée au cours des prochaines analyses. Aucun effet hétérosis n'a été observé pour les autres caractéristiques d'enracinement. La confirmation de ces

résultats devrait permettre de préciser si la création d'**hybrides** peut s'accompagner d'une meilleure colonisation du sol par les racines du sorgho sans augmentation de la quantité de matière sèche investie dans cet organe.

iii) Evaluation d'une méthode d'application d'un stress au champ pour la sélection de matériel adapté à la sécheresse.

L'objectif de cette étude était de tenter de mettre au point une **méthode** simple d'application au champ et de contrôle- d'un **stress** hydrique permettant en saison des pluies le **criblage** de différents génotypes pour leur niveau d'adaptation à la **sécheresse**. La même technique a été utilisée lors d'une **expérimentation** conduite sur le maïs durant le semestre. Deux essais ont été mis en place durant la saison des pluies avec du **matériel** issu du programme de sélection conduit au Sénégal par Mr TROUCHE (1991a). Le premier comportait 5 lignées pures et 1 hybride F1 et l'autre constituait le début d'une sélection récurrente à partir de 106 familles demi-frères. Le stress a été provoqué grâce à l'installation d'un film plastique sur les entre-lignes qui permettait d'intercepter les eaux de pluies. Les observations visuelles effectuées en cours de cycle (flétrissement marqué des plantes traitées) confirment l'intérêt de cette méthode pour l'application d'un stress. Cependant l'**analyse** statistique n'a pas permis de mettre en évidence les effets stress et génotypes. Ceci s'explique par les forts coefficients de variation observés qui indiquent que la technique employée peut mieux maîtrisée. Cette expérimentation sera donc reprise afin d'améliorer la méthode utilisée.

b. Maïs

Monsieur Dasse TOGOLA (1991), Chef de la Division de la Recherche à la DNES (Bamako - Mali) a poursuivi ses travaux au CERAAS afin de préciser le niveau d'adaptation à la sécheresse de son matériel végétal. Une nouvelle collaboration a été entamée avec la Base-Centre Régionale Maïs irriguée installée dans la région du fleuve au Sénégal..

1. Résultats

i) Caractérisation au champ de l'adaptation à la sécheresse de 4 écotypes de maïs.

Cette étude a été conduite par Mr D. TOGOLA en conditions pluviales avec 4 variétés: Une variété locale nigériane améliorée (Ikene), 2 variétés locales maliennes améliorées (Tiematie de Zambliara et Kagoni b) et 1 variété burkinabée (Safita 2). Le stress a été appliqué avec la technique utilisant les films plastiques installés sur les interlignes. Cette technique s'est avérée efficace chez cette espèce, les effets du stress se traduisant par une diminution significative de l'**indice** de récolte des plantes. Par contre dans les conditions de Bambey (sols légers et profonds avec réserve utile en eau limitée) aucune différence significative n'a été mise en évidence entre les variétés étudiées. Une

amélioration des techniques culturales dans ces conditions est envisagée. Cependant l'efficacité de la technique d'application du stress ayant été montrée cette étude pourra être reprise au Mali dans des conditions de culture mieux adaptées à la mise en évidence d'une diversité génotypique dans ce matériel. Durant cet essai nous avons accueilli Madame NGANE de la Base-Centre Maïs irrigué pour une période de formation de deux semaines aux techniques d'évaluation du stress hydrique chez le maïs.

ii) Etude des caractéristiques racinaires de 4 **écotypes** de maïs.

Mr D. TOGOLA (1991) a étudié le développement racinaire des 4 variétés précédemment décrites en rhizotron. Dans ces conditions aucune différence variétale significative n'a été mise en évidence pour les volumes racinaires et les **masses** sèches racinaires observés chez les plantes **agées** de 35 jours. Par contre la variété Safita suivie de la variété Ikene présentait une élongation racinaire supérieure à celle des deux variétés maliennes. Un début de mortalité des plantes étudiées a nécessité l'arrêt des mesures au 41ème jour après semis. Cette étude devra être reprise en assurant une meilleure maîtrise de la culture du maïs en rhizotron, notamment en utilisant des tubes-rhizotrons mieux adaptés aux dimensions du système racinaire de cette espèce.

2. Collaboration avec la **Base-Centre Maïs irrigué**.

En plus de la mission de formation effectuée au CERAAS par Madame NGANE les discussions avec les chercheurs-responsables de cette base ont permis de leur fournir une assistance pour la mise en place dans la région du Fleuve Sénégal d'un essai d'évaluation agronomique de quelques variétés cultivées sous irrigation différentielle et pour l'évaluation, par la technique d'injection d'herbicide en profondeur, d'une diversité génotypique des caractéristiques d'enracinement du maïs. Pour ce dernier essai le matériel d'injection développé au CERAAS a été mis à la disposition de l'équipe de la **Base-Centre Maïs**. L'étude préliminaire conduite par Messieurs J.P. GAY et M. HAVARD visait à adapter cette technique au maïs en déterminant la profondeur et la distance à la ligne de semis optimales pour l'injection de l'herbicide. Cette nouvelle collaboration devrait se développer avec la présentation prochaine par la **Base-Centre Maïs irrigué** d'un projet l'associant au CERAAS, à l'IPR de Katibougou avec Mr TOGOLA et à différents partenaires européens pour la conduite d'actions de recherche visant à améliorer la résistance à la sécheresse et à la chaleur de cette espèce.

c. Mil

Le programme de recherche développé sur le mil associe le Professeur LOUGUET et Monsieur BATCHO de l'université Paris-Créteil, Messieurs MARINI, DO et SANI de l'IRI (Niamey - Niger) et Monsieur FOFANA de l'ISRA. cette collaboration devrait s'élargir avec notamment l'arrivée de Mr DOSSOU-YOVO de l'INA (Bénin).

1. Résultats.-

Une étude comparative du développement racinaire de 6 génotypes de mil en provenance du Niger et du Sénégal a été conduite en rhizotron par Mr BATCHO. Trois conditions d'alimentation d'hydrique ont été appliquées qui ont permis de faire varier les conditions initiales d'humectation du sol avant semis. Des différences variétales significatives pour les caractéristiques d'enracinement ont été mises en évidence. Dans tous les cas le dessèchement du sol en surface se traduit par une stimulation de l'elongation du système racinaire qui colonise davantage et plus rapidement les horizons profonds humides. L'analyse des résultats devrait permettre de préciser si cette stimulation du développement racinaire s'accompagne ou non d'un investissement de la quantité d'assimilats investie dans les racines. Les prochains travaux conduits sur un nombre réduit de variétés au comportement bien typé permettront de préciser la nature de ce mécanisme et de vérifier son existence et son importance dans le cas de sécheresses se manifestant en cours du cycle de développement de la plante.

d. Manioc.

Mr Alain MBAYE a poursuivi ses études pour l'identification de critères d'adaptation à la sécheresse chez le manioc afin de disposer de tests adaptés à la conduite de son programme de sélection.

1. Résultats..

La réponse au stress hydrique de 3 variétés (2 de l'IITA et une sénégalaïse) a été étudiée sur des plantes semées en fûts. Une attention particulière a été donnée à la capacité de résistance des membranes protoplasmiques à la dessiccation et à la chaleur (MBAYE et coll., 1991). Le test d'évaluation de l'intégrité des membranes par dosage des électrolytes après un choc osmotique ou thermique a été adapté à l'étude de cette espèce. Une diversité génotypique a été mise en évidence pour la tolérance des membranes et pour ce caractère en interaction avec les conditions d'alimentation hydrique. Chez cette espèce les mécanismes impliqués dans la capacité de résistance à la chaleur sont différents de ceux contrôlant la résistance à la dessiccation. De même la variété présentant la meilleure performance agronomique et la plus large adaptation, évaluées dans le cadre d'essais multilocaux, est la seule à endurcir sa capacité de tolérance à la dessiccation sous l'effet d'un stress. Ces résultats permettent d'envisager l'identification aisée, en cours de sélection, de matériel tolérant à la dessiccation ou à la chaleur chez cette espèce.

e. Légumineuses (Niébé, Arachide).

1. Nouvelles expérimentations.

i) Etude de la croissance racinaire par injection d'herbicide.

Une étude de la vitesse d'enracinement par la technique d'injection d'herbicide en profondeur a été mise en place à Bambeï grâce à l'appui de Mr HAVARD. Messieurs N. CISSE et J.L. KHALFAOUI, sélectionneurs à l'**ISRA** ont testés 7 variétés de niébé et 8 variétés d'arachide sur deux types de sols (Dior, sableux et Dior-Deck, sabloargileux). Les objectifs étaient de déterminer les meilleurs génotypes pour leur vitesse d'enracinement, de vérifier l'existence ou non d'une interaction variété x type des sols enfin de comparer le comportement des deux espèces. Les observations visuelles effectuées semblent indiquer l'existence d'une diversité génotypique pour ce caractère chez les deux espèces. Dans le cas du niébé la variété locale, Bambeï 21, apparaît la plus performante. Les résultats sont en cours d'analyse pour l'arachide.

ii) Etablissement des courbes P/V et étude des relations hydriques par la méthode d'équilibre de tension de vapeur.

Le Laboratoire de Physiologie de l'**Adaptation à la Sécheresse** dirigé par Mr D. **ANNEROSE** a accueilli Mr E. MARONE de l'**INDR** (Thiès - Sénégal) pour un stage de 4 mois. Au cours de cette étude Mr MARONE a mis au point une méthodologie pratique pour l'établissement de courbes **Pression/Volume (P/V)** après équilibre de tension de vapeur avec des solutions de NaCl à différentes molalités (MARONE, 1990). Les résultats préliminaires obtenus confirment l'intérêt pratique de cette méthode qui a permis dans un premier temps de distinguer des différences dans la capacité de régulation osmotique de quelques variétés d'arachide. Une deuxième expérimentation a été mise en place en décembre 1990 afin de confirmer ces premiers résultats.

iii) Modélisation du développement de l'arachide en condition de sécheresse.

Le même laboratoire a accueilli Mr Cyril MATHIEU élève-ingénieur de l'**ENITA** Dijon (France) et Mr Thierno LOUKOUBAR élève-ingénieur à l'**INDR** (Thiès - Sénégal). A partir des données pluriannuelles disponibles et de celles obtenues durant une expérimentation spécifique mise en place durant la saison des pluies 1990, ils ont établi les bases d'un modèle simple permettant d'apprécier plus précisément les effets de conditions climatiques sur le développement et la production d'une culture (MATHIEU et LOUKOUBAR, 1990). Les prochains travaux devraient permettre de disposer d'un outil pouvant contribuer à une meilleure estimation des formes de sécheresse rencontrées et des formes de réaction à rechercher pour assurer les meilleurs rendements.

f. Culture associée Mil-Niébé.

Mr DIANGAR agronome à l'ISRA a évalué l'intérêt de l'association mil-niébé à différents niveaux d'alimentation hydrique sous irrigation différentielle. Les premiers résultats, qui ont servi de support à une thèse présentée par Mr MUTABAZI HAWGIMANA (1990) à l'Ecole Nationale des Cadres Ruraux (Bambey, Sénégal), indiquent qu'en zone sèche (< 400 mm) le mil associé est plus productif que le mil pur alors que le niébé en culture pure est toujours plus productif, Cependant l'analyse des revenus monétaires obtenus indiquent que la culture associée est généralement plus rentable que la culture pure de mil ou de niébé. Les interactions avec la date de manifestation de la sécheresse ont été aussi étudiées, Cette association mil-niébé étant la plus pratiquée au Sénéyak les résultats de cette étude permettent de préciser les avantages et les contraintes de ce système de culture,

II. ATELIER DE FORMATION (NOVEMBRE 1990)

Le CERAAS a organisé son premier atelier de formation du 5 au 9 Novembre 1990. Cet atelier a traité des thèmes "Physiologie, Génétique et Sélection pour l'Amélioration de l'Adaptation à la Sécheresse des espèces cultivées". 20 chercheurs, participants et intervenants, ont participé à cet atelier représentant huit pays d'Afrique francophone et anglophone travaillant aussi bien sur des plantes annuelles ou pérennes en conditions sahéliennes ou humides. Un rapport est en cours d'élaboration dans lequel seront diffusées les communications présentées et les conclusions émises. La principale d'entre elles est que ce type de réunion soit à nouveau réorganisé afin de répondre à l'importante demande en formation des chercheurs de la région.

C. MISSIONS PREVUES.

Le CERAAS a reçu onze demandes de mission pour l'année en cours en plus de celles déjà commencées par les chercheurs précédemment cités. La première d'entre elles devrait être mise en place en mars prochain avec l'arrivée de Monsieur NWALOZIE (Nigéria) qui doit commencer une étude sur la physiologie de l'adaptation à la sécheresse chez le niébé.

D. RELATIONS EXTERIEURES.

Le Professeur Tomaz MOREIRA de l'université d'Evora (Portugal) a effectué une mission de travail d'une semaine au CERAAS afin de faire un premier état de notre collaboration au sein du projet global dont dépend le CERAAS. Les possibilités de développement de notre collaboration avec les pays lusophones de la région ont été évoquées.

Monsieur JALLOW, Directeur du CILSS, et Monsieur NETOYO coordonnateur de réseau R3S, ont visité le CERAAS et évoqué avec les responsables scientifiques et la Direction de l'ISRA le projet d'extension du CERAAS.

Le Professeur **J. VIEIRA DA SILVA**, animateur du projet général dont dépend le CERAAS, a effectué une mission de travail à Bambey. L'état d'avancement des travaux au sein de ce projet a été discuté et le développement du projet a été évoqué. Le Professeur **J. VIEIRA DA SILVA** était accompagné de Mr Martin SORENSEN de l'université Royale de Copenhague (Danemark) avec lequel ont été discutées les bases d'une collaboration autour de l'introduction de PACHYRIZUS au Sénégal.

E. PUBLICATIONS ET RAPPORTS DU SEMESTRE.

ANNEROSE Daniel et Madiagne DIAGNE. 1990. Caractérisation de la sécheresse en zone semi-aride. I. Présentation d'un modèle simple d'évaluation appliqué au cas de l'arachide cultivée au Sénégal. OLEAGINEUX, à paraître.

ANNEROSE Daniel- 1990. Caractérisation de la sécheresse en zone semi-aride. II. Evaluation des formes de sécheresse agronomique de l'arachide au **Sénégal** par simulation du bilan **hydrique** de la culture. OLEAGINEUX, à paraître.

ANNEROSE Daniel. 1990. Recherches sur les mécanismes physiologiques d'adaptation à la sécheresse. Application au cas de l'arachide (*Arachis hypogea L.*) cultivée au Sénégal. Thèse de doctorat. Université Paris VII. 285 pages.

BRETAUDEAU A. B. TRAORE et B. SIMPARA. 1990. Amélioration de la résistance du sorgho à la sécheresse. Doc IPR/CERAAS, 17 nages.

EVAIN Daniel. 1991. Au CERAAS: Quatre méthodes d'études pour un gros plan sur les racines. INFO R3S, n°3, pages 6-7.

KHALFAOUI Jean-Luc. 1990. Genetic of adaptation **to** drought of cultivated species and **consequences** on plant breeding. BULL. SOC. BOT. FR., 137, Actual Bot. (1), 125-137.

MARONE Edouard. 1990. La régulation osmotique dans les tissus rizolaires de l'arachide. Mémoire de fin d'études INDR. Doc. ISRA/INR, 36 pages.

MATHIEU Cyril et Thierno LOUKOUBAR. 1990. Modélisation du développement de l'arachide (*Arachis hypogea Lin*) au Sénégal. Mémoire de fin d'études INDR. Doc. ISRA/INR. 44 pages,

MBAYE Alain, Frédéric MARIE et Daniel ANNEROSE. 1991. Etude sur la résistance protoplasmique du manioc. Doc. CERAAS/ISRA, Rambey, Sénégal. 9 pages.

MUTABAZI HAVUGIMANA. 1990. Les cultures associées au Sénégal: Situation et perspectives. Mémoire de fin d'études. Doc. E.N.C.R., Bambey, Sénégal. 70 pages.

OGOLA Dassé. 1991. Rapport d'activité. Doc CERAAS. à paraître.

TROUCHE Gifles. 1991. Etude comparative de la croissance racinaire d'hybrides F1 et de lignées de sorgho en rhizotron Doc CERAAS/ISRA. A paraître,

TROUCHE Gilles. 1992.. Comportement de 5 génotypes de sorgho en condition de stress hydrique post-floral. Doc CERAAS/ISRA. A paraître.