



CR000888

CENTRE D'ETUDES REGIONAL

POUR L'AMELIORATION

DE L'ADAPTATION A

LA SECHERESSE.

RAPPORT DE STAGE

METHODES ET TECHNIQUES
UTILISEES DANS L'ETUDE DE
L'AGROPHYSIOLOGIE DE
L'ADAPTATION A LA SECHERESSE

du 16 au 30 août 1996

NDJE
a FLYS8
060

ISRA • CNRA
53 BAMBEY SENEGAL
221) 73.61.97 - 73.60.50
221) 73.61.97 - 73.60.52

Sylvain Ndjendolé.
Institut Centrafricain de la Recherche Agronomique
Centrafrique

RAPPORT DE STAGE

METHODES ET TECHNIQUES UTILISEES DANS L'ETUDE DE L'AGROPHYSIOLOGIE DE L'ADAPTATION A LA SECHERESSE

du 16 au 31 août 1996

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS 2

INTRODUCTION 3

APERCU SUR LE CERAAS 3

ORGANISATION DU STAGE..... 4

REVUE BIBLIOGRAPHIQUE..... 4

METHODES ET TECHNIQUES D'EVALUATION DES BESOINS EN EAU 3

Humidité volumique du sol 4

Calcul de l'ETR et de l'ETM ..< 4

Taux de satisfaction des besoins en eau 5

MESURES AGROPHYSIOLOGIQUES..... 6

CONTACTS 8

ACQUIS DU STAGE ET SUGGESTIONS..... 8

BIBLIOGRAPHIE..... 10

REMERCIEMENTS

Au nom de mon institut (ICRA), j'adresse mes sincères remerciements au Dr D. ANNEROSE Directeur du Centre pour m'avoir accordé un séjour au CERAAS. Ceci a permis de m'initier aux méthodes et techniques utilisées dans l'étude de l'adaptation à la sécheresse des espèces cultivées. Les mots me manquent pour vous exprimer ma profonde reconnaissance.

Mes sincères remerciements vont aussi aux

« Dr Harold ROY-MACAULEY, chercheur au CERAAS qui, malgré ses occupations a assuré la coordination du stage.

« Mr Laomaïbao NETOYO, coordinateur du réseau R3S, assurant l'intérim du Directeur en congé.

Je suis redevable au Dr Benoît SARR, qui en très peu de temps m'a initié sur les différentes méthodes et techniques d'étude du bilan hydrique. Ses conseils m'ont beaucoup réconforté et je lui dis encore merci.

Enfin ces mêmes remerciements vont aussi aux autres chercheurs avec qui j'ai initié des contacts et à tout le personnel du CERAAS, je témoigne toute ma reconnaissance pour leur franche collaboration”

INTRODUCTION

Du 1^{er} au 31 Août 1996, le Centre d'Etudes Régional pour l'Amélioration de l'adaptation à la Sécheresse (CERAAS), m'a accueilli pour un stage de formation sur les «Méthodes et techniques utilisés, dans le domaine de l'agrophysiologie de l'adaptation à la sécheresse». Les démarches utilisées par le CERAAS permettent de distinguer différentes formes d'adaptation des plantes à la sécheresse et surtout de connaître l'efficacité de l'eau consommée par celles-ci.

Le stage a été divisé en trois phases :

Phase 1 : Revue bibliographique

Phase 2 : Techniques d'exploitation des données

Phase 3 : Mesures de bilan hydrique et agrophysiologiques.

Durant ce stage quelques contacts ont été également pris avec les chercheurs du CERAAS travaillant sur différent matériel végétal.

APERÇUSURLE CERAAS

Le CERAAS, Centre d'Etudes Régional pour l'Amélioration de l'Adaptation à la Sécheresse, est une base centre du dispositif régional créé en 1989, à l'initiative des institutions nationales de recherches agronomiques membres de la Conférence des Responsables des Institutions Agronomiques Africaines (Coraf) et du Comité Interafricain de Lutte contre la Sécheresse au Sahel (C'Ilss). Le CERAAS a bénéficié à sa création de l'expertise développée par l'Institut Sénégalais de la Recherche Agronomique (Isra) et le Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (Cirad) dans le cadre d'un programme conjoint, portant sur l'amélioration de l'adaptation à la sécheresse de l'arachide. L'élargissement de cette expertise à l'échelle régionale, par la création du projet CERAAS a contribué à renforcer la maîtrise par les chercheurs des Snra des concepts et méthodologies sur les thèmes de l'agronomie, de la physiologie et de la génétique de l'adaptation à la sécheresse de 18 espèces végétales.

Une importante communauté scientifique s'est ainsi constituée autour du CERAAS à travers la conduite d'actions conjointes de recherche et de formation. Ces initiatives ont abouti à la fin de la première phase d'activités du CERAAS à l'obtention des premiers résultats significatifs pour le développement dans plusieurs pays d'Afrique. Sur la base de ces résultats, et pour répondre à la demande croissante des institutions de recherche, un projet de renforcement du CERAAS, élaboré sous la tutelle de la Coraf et du Cilss, a été accepté par la Commission Européenne. Il est financé conjointement par la DG XII dans le cadre de son programme STD3 et par la DG VIII sur le FED 7 régional.

Localisation

Le CERAAS est situé à Bambey (longitude : 16° 28' 0", latitude 14° 42' N), à 120 km à l'est de Dakar, au Sénégal. L'ensemble bureaux et laboratoires est basé dans l'enceinte du Centre Nord Bassin Arachidier (Cnba), anciennement Centre National de Recherches Agronomiques (Cnra), l'un des centres de l'Isra.

Les conditions climatiques sont caractéristiques de la zone semi-aride soudano-sahélienne : la saison sèche s'étend de mi-octobre à **juin**, la saison des pluies de juillet à septembre. La pluviométrie annuelle varie de 400 à 600 mm, et la température est comprise entre 19°C et

45°C. Le CERAAS dispose d'une serre de 200 m², de 650 ha de parcelles expérimentales, de deux systèmes d'irrigation, classique et différentiel, ainsi que d'un laboratoire de physiologie végétale bien équipé.

ORGANISATION DU STAGE

REVUE BIBLIOGRAPHIQUE.

Une partie du temps a été consacré à la revue bibliographique des travaux traitant du bilan hydrique des cultures pluviales (mil, sorgho, arachide, cotonnier, etc.) et des mécanismes d'adaptation des plantes à la sécheresse dans les différentes zones agroécologiques d'Afrique Tropicale. Il en ressort de cette consultation une bibliographie très riche en informations. Une synthèse bibliographique a été faite pour avoir les premiers éléments de réflexion autour de la problématique Centrafricaine. Des études similaires peuvent être menées au Centrafrique pour comparer les différentes formes de sécheresse.

Une liste de quelques documents consultés est annexée.

METHODES ET TECHNIQUES D'EVALUATION DES BESOINS EN EAU.

Humidité volumique du sol

Cette mesure permet de déterminer le contenu en eau dans les différentes couches du sol. Ceci peut être déterminé soit par la méthode de gravimétrie soit par la méthode de mesures neutroniques.

Méthode gravimétrique

L'Humidité Volumique (HV) = l'Humidité Pondérale (HP) x Densité Apparente du sol (DA)

L'Humidité pondérale est définie par l'équation suivante :

$$(\text{Poids du sol prélevé} - \text{Poids du sol prélevé et séché}) / \text{Poids du sol prélevé et séché} \times 100.$$

Méthode de mesures neutroniques

Les mesures neutroniques reposent sur le principe nucléaire simple de la diffusion élastique (MARCESSE J. 1969). La sonde à neutron permet de mesurer l'humidité dans le sol à une profondeur donnée. La sonde émet un nombre donné de neutrons dont certains sont ralentis par les atomes d'hydrogène de l'eau. Le nombre de neutrons ainsi ralentis est comptabilisé au niveau d'un détecteur de neutrons et affiché.

Les données neutroniques et les données gravimétriques permettent d'établir la courbe d'étalonnage. On obtient alors une droite d'équation, $y = ax + b$.

Le comptage neutronique peut être converti en humidité volumique par le biais des constantes d'étalonnage a et b .

Calcul de l'ETR et de l'ETM

L'Evapotranspiration réelle (ETR) est la quantité d'eau consommée réellement par la plante. Elle est calculée selon la formule suivante :

$$\text{ETR} = \text{Pluie} + \text{Irrigation} + S1 - S2$$

où $S1$ et $S2$ sont le stock d'eau dans le sol à deux dates données, en négligeant le drainage et le ruissellement.

L'Evapotranspiration maximale (**ETM**) = **Kc X Evbac**

où Kc = Coefficient cultural de la plante et Evbac = Evaporation bac classe A

Taux de satisfaction des besoins en eau

Le taux de Satisfaction des Besoins en Eau (Tsat) donne une idée de l'état hydrique de la plante par rapport à son environnement. Il est obtenu en faisant le rapport $ETR/ETM \times 100$. A partir de la valeur obtenue on peut savoir si il est nécessaire de faire un apport d'eau à la plante et la quantité à apporter.

Les logiciels BIPODE ou Excel peuvent être utilisés pour le calcul du stock d'eau et de l'ETR.

MESURES AGROPHYSIOLOGIQUES.

Ces mesures sont effectuées sur les cultures des différents essais en cours dans les parcelles d'expérimentation du CERAAS (voir tableaux 1 et 2).

TABLEAU 1: DES ESSAIS EXPERIMENTAUX PARCELLES DU CERAAS (HIVERNAGE 1996)

ESSAI	RESPONSABLES	THEMES	OBJECTIFS	MESURES
NIEBE	M. NWALAZIE H. Roy.MACAULEY	Croissance et développement d'une variété de Niébé Mouride, cultivée en conditions d'irrigation complémentaire	Evaluation du bilan hydrique et efficience d'utilisation de l'eau de la variété de niébé mouride.	CRE, Ψ hydrique (Chambre), Ψ osmotique, , LAI 2000
MIL	Benoît SARR	Etude des relations consommations en eau et productivité chez la variété de mil Souna III (Pennisetum typhoïde sous différents régimes hydriques	Détermination de l'efficience d'utilisation d'eau du mil	LAI 2000
ARACHIDE	D. CLAVEL E. MARONE	Création de variétés physiologiques adaptées à la sécheresse. Evaluation agronomique et physiologique au champ en conditions d'alimentation hydrique contrôlées	Evaluer et comparer les performances agronomiques et Physiologiques au cours d'une sécheresse de fin de cycle de lignées stabilisées d'arachide. Meilleure caractérisation au champ de lignées avant leur diffusion en multilocal.	CRE, Poromètre, LAI 2000
COTON	J.M. LACAPE	Réponse physiologique des 5 variétés de cotonnier cultivées en champ sous différents régimes Hydriques pendant la période post florale	Etudier les réponses à l sécheresse. post florale au champ. Relier les réponses de production des variétés étudiées à des variables de la croissance et du développement, ainsi qu'aux mesures physiologiques.	CRE, Ψ hydrique (Chambre), Ψ osmotique,

TABLEAU 2 : DES ESSAIS EXPERIMENTAUX EN SERRE.

ESSAIS	RESPONSABLES	THEMES	OBJECTIFS	MESURES
KENAF	C. OGBONNAYA	The effect of water deficit on the physiological and histo-chemical properties of Kenaf (<i>Hibiscus Canabinnus</i> L.)	To determine the effect of water stress on growth histo-chemical properties of pulp and paper importance.	CRE, Ψ hydrique (Chambre), Ψ osmotique, Poromètre, LAI 2000
COTON	L. HENNOU	Réponses physiologiques au déficit hydrique édaphique de quatre variétés de cotonnier	Caractérisation de quelques mécanismes d'adaptation à la sécheresse chez 4 variétés de cotonnier.	CRE, Ψ hydrique (Chambre), Ψ osmotique, Poromètre,

Les mesures agronomiques concernent le suivi de l'état hydrique du sol (bilan hydrique), du développement de la culture et du taux de couverture végétal du sol.

Les mesures physiologiques concernent le suivi du contenu relatif en eau (CRE), du potentiel hydrique foliaire (Ψ hydrique), de la conductance stomatique et de la transpiration.

CONTACTS

Mlle COUNA SYLLA(informaticienne) Elle m'a présenté le modèle ARA.B.HY. mis au point par le directeur du CERAAS en collaboration avec d'autres chercheurs. Ce modèle se fonde sur les relations Sol • Plante • Atmosphère pour simuler le bilan hydrique et la productivité de la culture d'arachide au Sénégal. Les objectifs assignés au modèle **sont** très spécifiques :

- fourniture des informations journalières sur l'état des cultures d'arachide.
- évaluation précoce du niveau de productivité attendu.

Nous avons discuté de la possibilité d'appliquer ce modèle en Centrafrique, Cela ne peut se faire que sous la bannière de la collaboration entre le CERAAS et L'ICRA. En outre, le chercheur intéressé **doit** fournir des données sur la production arachidière pour permettre l'adaptation du modèle en Centrafrique. Cette démarche a été adoptée par un chercheur argentin travaillant sur soja.

Mr J.M LACAPE (Sélectionneur du coton). Il m'a entretenu sur la démarche du CERAAS qui consiste à identifier les formes de sécheresse et les réponses d'une plante : à celles-ci, en vue de la recherche des variétés améliorées et adaptées. Il a ensuite présenté la méthodologie adoptée pour ses travaux de recherche sur le cotonnier. Des études d'interactions sur la réponse agronomique du cotonnier/régimes hydriques et physiologie/réponse agronomique ont été abordées.

Mr L. NETOYO coordinateur du R3S, assurant l'intérim du directeur, nous avons discuté de la collaboration entre le CERAAS et l'ICRA qui, à son avis, est déjà engagée à travers le séjour qui m'est accordé. Il a aussi signifié que le CERAAS est un outil à la disposition des institutions nationales de recherches et que l'ICRA ne pourra que s'en réjouir. Il a remarqué que la collaboration n'est pas seulement dans le domaine de l'agroclimatologie mais elle peut s'étendre sur d'autres domaines de la recherche agronomique. La possibilité de la collaboration avec le réseau R3S était également évoquée.

Compte tenu du temps très limité, les contacts prévus avec d'autres chercheurs n'ont pas eu lieu.

ACQUIS DU STAGE ET SUGGESTIONS.

Ce stage m'a permis:

- d'acquérir les connaissances sur les méthodes et techniques d'évaluation des besoins en eau des plantes annuelles (mil, sorgho, arachide, niébé, cotonnier, etc.)
- de me familiariser avec les outils (appareils de mesures, logiciels de calcul de bilan hydrique tels que BIPODE, ARA.B.HY, Climat, Excel) et les techniques des différentes mesures agrophysiologiques utilisées par le CERAAS.

Tout n'a pu être vu au cours de ce stage compte tenu de la durée très limitée. C'est la **raison** pour laquelle, il sera nécessaire d'effectuer un séjour plus long me permettant de mettre en place un essai sur le suivi de l'état hydrique de quelques espèces cultivées en Centrafrique.

Je suggère que la collaboration entre le CERAAS et l'Institut Centrafricain de la Recherche Agronomique (ICRA) soit renforcée dans le cadre de la mise en place d'un

programme efficace aussi bien en agroclimatologie que dans d'autres domaines de recherche en Centrafrique.

Finalement, dans le cadre de la cellule d'agroclimatologie en Centrafrique, l'acquisition de ces méthodes expérimentales qui ont fait leurs preuves, est très importante pour permettre de faire le diagnostic de l'état hydrique des espèces cultivées et dans la mesure du possible trouver des variétés adaptées aux contraintes climatiques locales.

BIBLIOGRAPHIE

- ANNEROSE D.** (1990). Recherche sur les mécanismes physiologiques d'adaptation à la sécheresse. Application au cas de l'arachide. Thèse de Doctorat. Univ Paris Vil, France, p282.
- ANNEROSE D.** (1984). Réponse d'une variété d'arachide soumise à des sécheresses d'intensité croissante durant les différentes phases de son cycle. ISRA/CNRA, BAMBEY
- ANNEROSE D.** (1991). Evaluation des formes de sécheresse agronomique de l'arachide au Sénégal par la simulation du Bilan Hydrique. OLEAGINEUX. **47**:509.
- ANNEROSE D** et **DIAGNE M.** (1992). Suivi de la campagne arachidière dans les régions de Kaolack et Fatick. Projet ISRA/DA/PNVA (4è rapport) CNRA Bambey, p12.
- ANNEROSE D. ; DIAGNE M** (1990). Présentation d'un modèle simple d'évaluation appliqué au cas de l'arachide cultivé au Sénégal (ARA.B.HY.). Oléagineux. **45**, N°12. P548-543. ISRA/CNRA, Bambey, Sénégal.
- BOUMARD P.**(1992). Analyse fréquentielle des pluies suivie hivernage. Campagne 1991 (ESPACE) ISRA Bambey, Sénégal, p120.
- DANCETTE C.**(1976) Estimation des besoins en eau des principales cultures pluviales en zone soudano-sahélienne. Agronomie Tropicale 38-4. R81-292pp.
- DANCETTE C.** (1970). Contrôle avec l'humidimètre à neutrons de l'alimentation hydrique d'une culture de mil Souna pendant deux hivernages très différents. Rapport CNR%, BAMBEY, Sénégal.
- KOYO L.** (1994). Modélisation des cultures. Application du modèle ARA.B.HY. au suivi de la campagne arachidière 1994 : cas de la région de Diourbel au Sénégal. Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme d'ingénieur des travaux agricoles. 43 pages
- MARCESSE J.**(1969). Les techniques nucléaires dans les problèmes d'alimentation en eau du sol et des plantes. Oct. 1969, P 11-19.
- MARIO L.** (1978). L'enquête agroclimatique sur le mil. Campagne d'hivernage 1978. Compte rendu 27p.
- MARONE E.** (1994). Etude des relations hydriques entre le sol et la plante chez l'arachide pour une meilleure définition des concepts de sécheresse et de stress hydrique. Mémoire probatoire, ISRA/CNRA/CERAAS, Bambey, Avril 1994. 52 pages.
- NICOU R., DANCETTE C.**(.) : Besoin en eau et techniques culturales du Niébé (*Vigna unguiculata*) en Afrique tropicale sèche. 18 pages. Rapport
- SEYDOU T.** (1995). Diagnostic hydrique et minéral des céréales (DHMC). Revue INFO R3S N°4, Janvier 1995. Pages 8-9.