

CRO00136



Réseau R3S

Rapport Final

CENTRE D'ÉTUDES REGIONAL

POUR L'AMÉLIORATION

DE L'ADAPTATION A

LA SECHERESSE.

Contrat CCE/DGXII (STD2)

n° TS2-A-CT88-0101-M (CD)

D.J.M. Annerose et J.M. Lacape

ANNÉ

AD713

ISRA • CNRA
BAMBEY SENEGAL
) 73.61.97 - 73.60.50
1) 73.61.97 - 73.60.52

Novembre 1993

**Rapport Final du projet C.E.R.A.A.S.
Contrat CCE/DGXII n° TS2-A-CT88-0101-M(CD)**

**D. J.M. Annerose et J.M. Lacape
Novembre 1993**

SOMMAIRE

1. Présentation résumée du projet	4
1.1 Généralités	4
1.2. Cadre d'exécution	4
1.3. Démarche..	5
1.4. Dispositif	5
2. Principaux résultats..	5
2.1, Objectifs	5
2.2. introduction générale..	6
2.3. Recherche..	7
2.3.1. Agronomie	7
2.3.2. Physiologie..	8
2.3.2.1. Système racinaire..	8
2.3.2.2. Echanges gazeux et relations hydriques.....	9
2.3.2.3. Tolérance à la sécheresse	10
2.3.3. Génétique et sélection..	11
2.4. Formation, Information..	12
2.4.1. Séjours de formation..	12
2.4.2. Ateliers de formation..	12
2.5. Impact pour le développement..	13
3. Publications, rapports et présentations..	14
3.1. Publications	14
3.2. Thèses, DEA et mémoires de fins d'études	14
3.3. Communications à des colloques et ateliers..	15
3.4. Rapports de missions de recherche et de formation.....	16
3.5. Autres documents	18
4. Missions effectuées au C.E.R.A.A.S.	20
4.1. Recherche.. ..	20
4.2. Formation	20
4.3. Partenariat	20
5 Perspectives et orientations..	21
6 Annexes	22
6.1. Personnel C.E.R.A.A.S.....	23
6.2. Inventaire des missions de recherche et de formation	24
6.3. Répartition des missions de recherche et de formation.....	37

6.4. inventaire des missions de partenariats et des principales visites . . .	39
6.5. Atelier international - Bambey 1 1/1990	40
6.6. Atelier international - Pobé 1 1/1 991	42

1. Présentation résumée du projet

1.1. Généralités

Ce document constitue le rapport final du Centre d'Etude Régional pour l'Amélioration de l'Adaptation à la sécheresse, C.E.R.A.A.S., pour le financement alloué au projet "Mécanismes physiologiques de résistance à la sécheresse" par la CCEIDGXII dans le cadre de son programme STD2, contrat TS2-A-CT88-0101-M(CD). Ce projet a été conduit en collaboration avec différentes institutions de recherche africaines, européennes et sud-américaines. Il a bénéficié aussi de financements complémentaires directs ou indirects de la part du Cirad, du Ministère de la Coopération Française, de l'Agence de Coopération Culturelle et Technique et du Centre Technique de Coopération Agricole et Rurale (CCE).

La mise en place effective du C.E.R.A.A.S. en 1989 a permis, grâce à ce financement, de concrétiser pour la première fois la volonté des institutions de recherche du sud, et de développer une nouvelle approche régionale du problème de la sécheresse et de ses effets sur les productions végétales.

Dans ce chapitre, après une brève description des objectifs, le cadre institutionnel et scientifique dans lequel s'est déroulé le projet sera évoqué, la démarche scientifique et le dispositif mis en place seront ensuite succinctement décrits.

Un résumé des principaux résultats scientifiques et en matière de formation sera présenté dans le chapitre 2. Les effets pour le développement des actions de recherche et de formation seront aussi précisés.

Les publications, rapports, communications et autres documents produits durant l'exécution de ce projet seront présentés dans le chapitre 3,

Le chapitre 4 présentera la liste des missions effectuées au C.E.R.A.A.S. ou à partir du C.E.R.A.A.S., ainsi qu'une description synthétique des partenariats développés dans ce projet.

Enfin, les perspectives et orientations pour une nouvelle phase de ce projet seront évoquées dans le chapitre 5.

1.2. Cadre d'exécution

Le cadre institutionnel dans lequel a été créé le C.E.R.A.A.S. et a été exécuté le projet est celui défini par les institutions de recherche associées au sein de la CORAF¹ et du CILSS². Le C.E.R.A.A.S. constitue ainsi l'un des 5 thèmes fédérateurs du R3S³, qui est l'un des réseaux de recherches de ces deux organisations régionales. Le CILSS, la CORAF et le R3S ont confié un mandat régional à l'ISRA⁴ pour la création du C.E.R.A.A.S. au CNRA⁵ de Bambey, et pour la conduite d'actions de recherches et de formation dans le domaine considéré

Le projet a été conduit en collaboration avec l'ensemble des institutions de la CORAF et du CILSS. Plusieurs institutions européennes et africaines ont été les

¹Conférence des Responsables de Recherche Africains.

²Comité Interafricain de lutte contre la Sécheresse dans le Sahel.

³Réseau de Recherches sur la Résistance à la Sécheresse

⁴Institut Sénégalais de Recherches Agricoles.

⁵Centre National de Recherche Agronomique.

partenaires scientifiques directs du C.E.R.A.A.S. durant ce projet (Figure 1). L'université Paris VII en a assuré la coordination scientifique, le C.E.R.A.A.S. ayant le rôle de coordonnateur des activités pour les institutions du sud. Une ouverture significative en direction de l'Amérique du Sud a été obtenue à travers le développement de nouvelles collaborations avec des institutions de recherche du Brésil et de l'Argentine.

1.3. Démarche

La démarche scientifique utilisée repose sur une approche multidisciplinaire de l'adaptation à la sécheresse des espèces cultivées. Elle associe étroitement les bioclimatologistes, les physiologistes, les agronomes et les sélectionneurs afin de progresser dans les domaines de :

- la compréhension des mécanismes physiologiques d'adaptation à la sécheresse en relation avec les facteurs agronomiques, en particulier la production,
- la mise au point de tests de criblage,
- la conduite d'études génétiques portant sur les mécanismes adaptatifs,
- l'élaboration et la mise en place de programmes de sélection.

Cette approche est mise en oeuvre avec les chercheurs venant travailler au C.E.R.A.A.S. sur leur propre matériel végétal, soit pour des missions de recherche, soit pour des séjours de formation.

1.4. Dispositif

Le C.E.R.A.A.S. est basé au CNRA de Bambey qui est l'une des principales structures de recherche de l'ISRA. Les conditions climatiques sont caractéristiques de la zone sahéenne avec une pluviométrie annuelle répartie sur 3 à 4 mois (juin-octobre) et dépassant rarement 450 mm. Le laboratoire a été créé à partir du dispositif existant dans le programme de physiologie et de sélection pour l'adaptation à la sécheresse de l'arachide financé par l'ISRA, le CIRAD et la CCE. L'équipe de base est actuellement constituée de 6 chercheurs et de 6 techniciens auxquels s'ajoute le personnel de gestion et de secrétariat (voir annexes). Le C.E.R.A.A.S. dispose d'un laboratoire équipé principalement pour la conduite d'études biophysiques et la réalisation d'analyses biochimiques de routine. Il dispose d'une serre climatisée et bénéficie des champs d'expérimentation disponibles au CNRA.

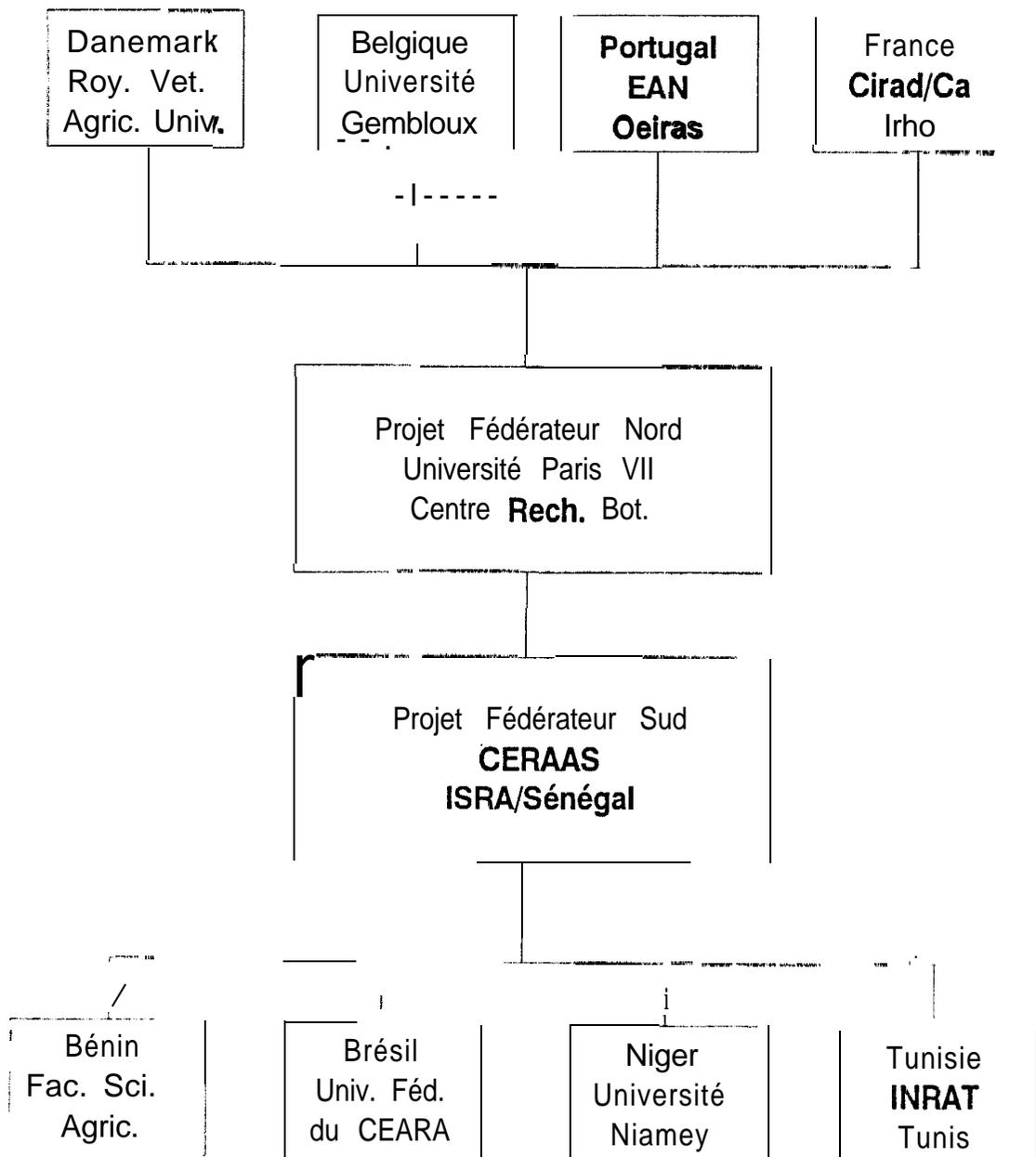
2. Principaux résultats

2.1. Objectifs

L'objectif général de ce projet est de renforcer, par des actions de recherche et de formation, les capacités des institutions des PED⁶ à créer du matériel végétal mieux adapté à leurs conditions climatiques particulières. La création du C.E.R.A.A.S. correspond à cette volonté de développer et de consolider dans ce domaine la

⁶Pays en développement.

Figure 1 - Organigramme du projet “Mécanismes physiologiques de résistance à la sécheresse” (Contrat CEE/DGXII n° TS2-A-CT88-0101-M(CD))



coopération régionale et celle avec les institutions de recherche de la CE⁷ afin que les institutions des PED puissent contribuer à un développement durable de l'agriculture grâce à la maîtrise scientifique acquise.

Pour cela, le projet a pour objectif spécifique de compléter la démarche strictement agronomique généralement utilisée (cf interactions variétés x sécheresse en milieu naturel) par une amélioration des connaissances sur les mécanismes physiologiques d'adaptation à la sécheresse et la génétique des espèces cultivées dans les PED permettant de proposer et de mettre en place des stratégies de sélection réalistes.

2.2. Introduction générale

Les résultats présentés dans ce rapport concernent à la fois les domaines de la recherche, de la formation, ainsi que celui de leur impact sur le développement. Les coopérations mises en place ou développées avec les différents partenaires sont aussi présentées.

L'ensemble des recherches présentées dans ce rapport ont été effectuées au C.E.R.A.A.S.. Elles ont permis aux nombreux chercheurs collaborant dans ce projet de compléter leurs connaissances agronomiques sur les réactions de leur matériel cultivé en condition naturelle par une meilleure compréhension des mécanismes du fonctionnement de la plante dont les interactions complexes interviennent dans la détermination des niveaux et de la stabilité des rendements observés. La plupart de ces travaux n'en sont qu'à leur début. Néanmoins, à leur stade actuel, ils ont déjà l'avantage de mettre en évidence pour les chercheurs concernés et sur l'espèce qu'ils étudient l'importante variété des formes de réactions à la sécheresse. La caractérisation de cette diversité qui n'apparaît pas nécessairement si l'on se réfère uniquement aux rendements finaux obtenus permet de mieux apprécier les possibilités réelles d'adaptation d'un matériel à une sécheresse donnée. Ceci constitue le principal résultat scientifique de ce projet et a permis pour la majorité des espèces cultivées de mieux définir les objectifs d'adaptation à la sécheresse pour une zone donnée. Les études les plus avancées ont déjà permis d'aboutir sur 2 espèces (l'arachide et le sorgho) à la création de nouvelles variétés vulgarisées ou en cours de vulgarisation

Les actions de formation se sont adressées à la fois à des chercheurs confirmés et à des étudiants accueillis dans le cadre d'un mémoire de fin d'étude. Elles constituent une part significative des activités du C.E.R.A.A.S. durant cette phase et ont considérablement contribué à l'émergence d'une importante communauté scientifique dans ce domaine de recherche. Ces actions ont été réalisées soit dans le cadre de séjours au C.E.R.A.A.S. soit à travers l'organisation ou la participation à des ateliers internationaux de formation.

La coopération dans ce domaine entre les institutions membres de la CORAF et du CILSS a été renforcée grâce à ce projet et a abouti à la définition d'actions de recherche d'intérêt commun et coordonnées. De nouvelles coopérations se sont aussi créées et développées avec les autres pays africains (Botswana, Nigeria, Tunisie, . ..) ainsi qu'avec des pays d'Amérique du Sud (Brésil, Argentine). Les relations avec les partenaires européens se sont harmonieusement poursuivies et:

⁷Communauté européenne.

ont permis de consolider les bases permettant de les renforcer considérablement lors de la prochaine phase de ce projet.

2.3. Recherche

Les recherches ont concerné 14 espèces dans les différents sujets présentés. Ces travaux ont été conduits par les chercheurs en mission de recherche ou de formation au C.E.R.A.A.S. avec l'appui et l'encadrement de l'équipe de base. Le matériel végétal étudié est celui utilisé par ces chercheurs dans le cadre des programmes qu'ils mènent dans leur institution d'origine. L'organisation des travaux de recherches a été définie de manière à favoriser une conduite conjointe des actions, Les résultats obtenus sont ainsi souvent le fruit d'une coopération directe entre des chercheurs de pays et d'institution de recherches différents travaillant sur la ou les mêmes espèces.

23.1. Agronomie

La première étape d'un programme d'amélioration génétique pour une meilleure adaptation à la sécheresse consiste à décrire les interactions variétés x sécheresse. Ces résultats fournissent ensuite la base nécessaire à la conduite des études plus fines des mécanismes physiologiques d'adaptation et des programmes d'amélioration génétique.

Les expérimentations ont été conduites en conditions réelles au champ, avec un contrôle de l'alimentation hydrique (irrigation différentielle, parcelles couvertes).

L'ensemble des travaux conduits sur l'arachide ont confirmé que la phase la plus sensible à la contrainte hydrique était chez cette espèce celle de la reproduction. Une importante diversité génétique de la réponse a été mise en évidence confirmant le potentiel d'amélioration de l'adaptation à la sécheresse.

Les relations entre l'état hydrique du sol et celui de la plante ont permis de quantifier l'importance de la contrainte hydrique chez cette espèce. Pour la variété 55-437, vulgarisée dans plusieurs pays, la conductance stomatique diminue lorsque la réserve utile racinaire (RUR) atteint 55%. Le contrôle des pertes en eau par fermeture des stomates permet à la plante de maintenir l'état hydrique de ses tissus jusqu'à une RUR de 43 %. Les stomates sont complètement fermés à une RUR de 38% et les tissus foliaires sont complètement déshydratés à une RUR de 15 % Ces résultats permettent de faire la distinction chez cette espèce entre la sécheresse et le stress hydrique et de mieux appréhender l'importance des différentes réponses adaptatives qu'elle peut développer.

Ces résultats sont intégrés dans des modèles de simulation du développement de l'arachide en condition de contrainte hydrique. Ces outils permettent maintenant d'effectuer un diagnostic plus précis des formes de sécheresse et de mieux apprécier l'intérêt des différentes formes adaptatives recherchées. Ils ont été appliqués avec succès dans le cas de l'arachide cultivée au Sénégal et les développements en cours visent à développer cette approche dans d'autres zones (ex .Argentine).

Chez le sorgho, le stade de post-floraison constitue la période de plus forte sensibilité au déficit hydrique. La diversité de la réponse à la sécheresse mise en évidence chez cette espèce est surtout importante chez les variétés cultivées dans la zone soudanienne.

Une diversité de la sensibilité au stress a été mise en évidence chez des variétés de maïs vulgarisées en zone sahélienne. Elle a été confirmée dans le cas des variétés destinées à la culture sous irrigation dans la région du Fleuve Sénégal.

Une diversité de la réponse à la sécheresse a par ailleurs déjà été mise en évidence chez l'ensemble des autres espèces.

L'association mil (*Pennisetum Americanum* L.) -niébé (*Vigna unguiculata* L.) permet de doubler, par rapport à la monoculture, le rendement grain du mil associé au niébé dans les zones de pluviométrie comprises entre 250 et 400 mm. Par contre, le rendement en grain du niébé associé diminue d'un tiers quelque soit le niveau d'alimentation hydrique. Par ailleurs, le stade phénologique auquel est appliqué le déficit hydrique ne modifie pas les relations de rendement entre culture associée et monoculture.

Le pois d'angole (*Cajanus cajan* L.) se caractérise par sa très grande tolérance à la sécheresse.

L'ioname-haricot (*Pachyrhizus sp.*) présente un potentiel de production intéressant pour les zones sèches (30-40 t/ha de tubercules frais).

2.3.2. Physiologie

2.3.2.1. Système racinaire

Les études conduites sur les différentes espèces ont permis de décrire la dynamique d'enracinement et la morphologie du système racinaire de plantes cultivées dans des conditions variées d'état hydrique du sol. Dans le cas des espèces les plus étudiées les relations entre les paramètres physiques du système racinaire et l'alimentation hydrique des plantes ont été déterminées.

Différentes méthodes d'études ont été développées permettant de caractériser le développement et le fonctionnement racinaire en conditions contrôlées (rhizotron, hydroponie et aéroponie) et au champ (injection d'herbicide en profondeur). Une méthode permettant d'améliorer l'analyse des racines est en cours de développement (analyse informatisée d'images racinaires).

Les résultats obtenus sur la plupart des espèces cultivées mettent en évidence une grande diversité intraspécifique des caractéristiques de l'enracinement. La déshydratation du sol pendant la phase d'installation du système racinaire s'accompagne généralement chez ces espèces d'une redistribution en profondeur des racines et, par conséquent, d'une meilleure colonisation du sol.

Chez l'arachide, la diversité des caractéristiques d'enracinement a été confirmée en conditions contrôlées et au champ. Cette diversité s'exprime dès les premiers jours du développement racinaire et est conservée chez les plantes cultivées dans des conditions hydriques favorables. La redistribution des racines en profondeur, observée en condition de sécheresse, s'accompagne de la formation de racines plus longues et plus fines en profondeur et de racines courtes et de gros diamètre en surface. Les études sur le rôle respectif de ces racines montrent l'importance des racines profondes dans la capacité de la plante à maintenir son état hydrique.

Des résultats similaires ont été obtenus avec le niébé. Cependant des études comparatives révèlent une meilleure aptitude de cette espèce, par rapport à l'arachide, à exploiter les réserves en eau du sol. Une étude récente a aussi montré

que les plantes de niébé issues de graines de gros calibre présentaient un meilleur développement végétatif et racinaire.

Une importante diversité des caractéristiques d'enracinement a aussi été mise en évidence chez le sorgho cultivé au champ ou en pots. Elle a permis de distinguer les variétés de la race botanique Durra, plus résistantes à la sécheresse, à fort enracinement sur l'ensemble du profil, de celles des races Caudatum et Guinea à enracinement moyen à faible en profondeur et plus sensibles.

Les études racinaires conduites chez le mil ont permis de distinguer 2 groupes de variétés. Celui chez lequel l'enracinement est profond et la répartition racinaire homogène sur l'ensemble du profil; et celui des variétés à répartition hétérogène, fonction de l'état hydrique du sol au moment du développement racinaire, favorisant un enracinement de surface en conditions humides et un enracinement profond en cas de sécheresse modérée.

Une diversité de la dynamique et des caractéristiques d'enracinement a aussi été mise en évidence dans le cas du fonio (*Digitaria exilis* L.).

Aucune diversité significative des caractéristiques d'enracinement n'a pu être mise en évidence avec des variétés de maïs (*Zea mays* L.) provenant de deux programmes de sélection conduits respectivement au Mali et en Côte d'Ivoire. Ces études demanderont à être reprises avec du matériel génétiquement stable,

Les premiers résultats obtenus avec le cotonnier (*Gossypium hirsutum* L.) indiquent que le stress hydrique provoque chez la variété précoce Linéa 100 une augmentation de l'élongation du pivot accompagnée d'une réduction de la longueur totale du système racinaire.

Une étude sur l'adaptation à la sécheresse de l'acacia (*Faidherbia albida*) a montré que l'association avec les mycorhizes (*Glomus mossae*) jouait un effet direct sur l'augmentation de la masse et de la ramification racinaire. L'amélioration de l'alimentation hydrique et nutritionnelle qui en résulte a permis de recommander ce type d'inoculation dans les programmes de régénération de peuplements d'acacia en zones sèches.

D'autres espèces, le haricot (*Phaseolus vulgaris* L.), l'igname (*Dioscorea* sp.), l'ioname-haricot (*Pachyrhizus* sp.), le palmier à huile (*Eleais guineensis* Jacq.), le riz (*Oryza sativa* L.), ont fait l'objet de travaux préliminaires afin de mettre au point les techniques nécessaires à leur étude en milieu contrôlé ou au champ.

2.3.2.2. Echanges gazeux et relations hydriques

Ces travaux ont permis de préciser chez chacune des espèces étudiées l'importance de la diversité des réponses adaptatives. Les relations établies entre un état hydrique du sol dans la zone racinaire, l'état hydrique de la plante, et son fonctionnement mesuré au niveau des échanges gazeux, ont permis de préciser la nature et l'intérêt des réponses observées. Ces études ont été conduites aussi bien sur des plantes cultivées en conditions contrôlées qu'en conditions de plein champ, et les techniques utilisées pour la mesure des différents phénomènes ou paramètres ont été adaptées.

D'une manière générale une distinction entre les espèces peut être faite en fonction de la réponse adaptative observée et, au sein de cette réponse, une importante diversité a été observée pour chacune de ces espèces.

L'arachide a fait l'objet de nombreux travaux qui ont, pour la plupart, précédé la mise en place de ce projet. Les récentes études ont confirmé que cette espèce se caractérise par une bonne capacité à maintenir ces échanges gazeux à des niveaux de déshydratation élevés (-5.0 MPa). Les relations avec l'état hydrique du sol sont établies pour certaines variétés (cf chapitre agronomie) mais, pour l'ensemble de celles étudiées, la réponse à la sécheresse n'est pas associée à une meilleure régulation osmotique dans les tissus foliaires.

Le niébé se caractérise par sa grande capacité à conserver en condition de sécheresse l'état hydrique de ces tissus foliaires. Le potentiel hydrique foliaire chez cette espèce atteint rarement -3.0 MPa. Ce comportement est aussi associé, lorsque l'intensité du stress augmente, à une importante capacité de régulation osmotique des tissus foliaires.

La fermeture complète des stomates chez le sorgho s'observe pour un potentiel hydrique foliaire de l'ordre de -1,3 MPa. Chez certaines variétés l'inhibition de l'assimilation du CO₂ semble être le résultat d'une inhibition biochimique plutôt que d'une inhibition physique résultant de la fermeture des stomates.

En conditions de sécheresse, le potentiel hydrique foliaire du mil peut atteindre -4,2 MPa. Cependant cette espèce se caractérise par une bonne capacité de récupération qui lui permet de retrouver rapidement un niveau de fonctionnement comparable à celui observé pour des plantes bien alimentées en eau.

Deux stratégies adaptatives ont été observées chez différentes espèces d'igname-haricot du genre *Pachyrhizus*. L'espèce *P. erosus* conserve mieux l'état hydrique de ses tissus foliaires grâce à un contrôle stomatique efficace qui lui permet aussi d'avoir une meilleure efficacité d'utilisation de l'eau. L'espèce *P. ahipa* a un contrôle stomatique moins efficace et ses tissus foliaires se déshydratent rapidement. Elle peut cependant supporter plus longtemps cette déshydratation de ses tissus grâce à une importante capacité de régulation osmotique. Ces études fournissent les premiers résultats obtenus sur l'igname-haricot dans ce domaine.

2.3.2.3. Tolérance à la sécheresse

Ces travaux ont permis d'évaluer la capacité des espèces étudiées à tolérer un stress hydrique. Cette évaluation a été faite aux différents niveaux d'organisation de la plante. De fortes températures étant souvent associées à la sécheresse, la tolérance à la chaleur de ces espèces a souvent été simultanément évaluée. Pour chacune des espèces étudiées on retrouve une diversité de leur capacité de tolérance à la sécheresse. Dans tous les cas, la réponse observée reste fonction des conditions de culture et de l'âge du matériel. Les travaux les plus avancés indiquent ainsi que la tolérance à la dessiccation augmente avec l'âge du matériel.

L'arachide présente une grande capacité de tolérance à la dessiccation et à la chaleur. Les études en pots et au champ ont confirmé que les capacités de reprise chez cette espèce sont considérables puisqu'elle peut retrouver un fonctionnement normal après le développement d'un déficit hydrique important de ses tissus foliaires (<-5.MPa). Une variabilité de cette réponse a été mise en évidence. Par contre la régulation osmotique dans les tissus foliaires de l'arachide est trop faible (<0.3MPa) pour contribuer au niveau de tolérance à la dessiccation observé. Elle présente par ailleurs un très bon degré de tolérance à la chaleur qui explique sa bonne adaptation aux conditions de culture de la zone sahélienne.

Le niébé se caractérise essentiellement par une forte capacité de régulation osmotique dans ses tissus foliaires qui lui permet de maintenir à un niveau élevé son potentiel de turgescence. Cependant cette espèce a un degré de tolérance à la dessiccation inférieur à celui de l'arachide qui ne lui permet pas de supporter des potentiels hydriques de ses tissus foliaires inférieurs à -4.0 MPa. Sa tolérance à la chaleur est inférieure à celle de l'arachide, bien qu'une diversité intraspécifique ait été mise en évidence.

Le mil et le sorgho supportent moins efficacement la déshydratation et la chaleur que l'arachide. Une augmentation significative de la résistance à la dessiccation avec l'âge a été observée chez ces deux espèces. Cependant il semble que le sorgho présente une capacité d'ajustement osmotique supérieure à celle du mil qui lui permet de survivre durant de longues périodes de stress.

Un bon niveau de tolérance à la dessiccation et à la chaleur a été observé chez le maïs (> à celui de l'arachide).

La tolérance à la dessiccation du manioc, du fonio et du coton a été étudiée. Parmi ces espèces, le manioc présente la meilleure capacité de tolérance à la chaleur et à la dessiccation. Dans le cas du fonio, la variété la plus tolérante assure aussi le meilleur rendement au champ.

Les travaux avec acacia indiquent que cette légumineuse pérenne possède un degré de tolérance à la dessiccation et à la chaleur très largement supérieur à celui des espèces annuelles étudiées. Par ailleurs la double association d'acacia avec rhizobium-mycorhize améliore sa capacité de tolérance.

2.3.3. Génétique et sélection

La démarche pluridisciplinaire utilisée dans ce projet permet de définir et de conduire, avec des objectifs réalistes, des programmes de création et d'amélioration variétale. La prise en considération des connaissances sur la physiologie du fonctionnement de la plante est indispensable dans cette approche puisqu'elle permet souvent de révéler et de mieux interpréter les stratégies adaptatives généralement observées au champ. **Les** chapitres précédents montrent bien, qu'à ce stade du projet, le niveau comparé de ces connaissances pour les différentes espèces étudiées est encore hétérogène. Leur intégration dans les programmes de génétique et de sélection en est, par conséquent, à ces débuts.

L'un des résultats les plus intéressants obtenu dans ce projet a été la mise en évidence, chez la plupart des espèces étudiées, d'une importante diversité génétique pour un grand nombre de caractères adaptatifs. Cette variabilité a pu être observée aux niveaux inter et intra-espèce et sa nature a pu être précisée pour différents mécanismes adaptatifs (cf chapitre précédent).

Par ailleurs des interactions géotypes x environnement dans les réponses adaptatives observées ont été mises en évidence chez plusieurs espèces (arachide, sorgho, mil, maïs, niébé, igname-haricot). L'existence de ces interactions impose de conduire la sélection dans des conditions de sécheresse proches de celles observées dans les zones pour lesquelles est destiné le matériel amélioré.

Enfin, ces études ont permis de définir et de mettre au point plusieurs tests de criblage adaptés à la sélection pour l'adaptation à la sécheresse de chaque espèce. Différentes méthodes de criblage sont ainsi disponibles pour sélectionner du matériel pour les caractères adaptatifs présentés dans les chapitres précédents,

Ces résultats vont être progressivement intégrés dans la définition et la conduite des programmes d'amélioration, Ils ont déjà permis de proposer une méthode de sélection de type récurrente dite "convergente-divergente" qui permet:

- un élargissement et un maintien de la variabilité génétique,
- une sélection directe sur les caractères adaptatifs dissociée de celle portant sur la productivité,
- une amélioration possible à court terme par sélection généalogique à partir des populations améliorées successives.

Ces études sont très avancées dans le cas de l'arachide et un idéotype destiné à chacune des zones sèches du Sénégal a été défini. Un programme de sélection de cette plante a été mis en place à Bambey et est à l'origine de la création de plusieurs variétés et populations améliorées. Celles-ci sont aussi exploitées actuellement dans des programmes de sélection conduits au Brésil, au Botswana et au Burkina-Faso. Dans le cas du soraho, l'IPR de Katibougou au Mali a intégré dans son programme de création variétale la sélection sur des caractères physiologiques, ce qui lui a permis, avec les variétés Mig-Sor, de proposer du matériel mieux adapté à la sécheresse.

2.4. Formation, Information

La formation assurée par le C.E.R.A.A.S. dans ce projet s'est articulée autour de l'organisation de séjours au C.E.R.A.A.S. et de la tenue d'ateliers de formation.

2.4.1. Séjours de formation

Les activités de formation conduites par le C.E.R.A.A.S. ont ainsi permis d'accueillir 15 chercheurs dans le cadre de séjours d'étude à vocation diplômante et 11 chercheurs pour des séjours de formation sur les techniques de mesures physiologiques (voir annexe). Les séjours à vocation diplômante ont contribué à l'obtention d'une thèse de docteur d'université, de 3 DEA et de 8 diplômes d'ingénieur agronome.

2.4.2. Ateliers de formation

Le C.E.R.A.A.S. a organisé 2 ateliers internationaux en 1990 et 1991 qui se sont tenus respectivement à Bambey (Sénégal) et à Pobé (Bénin), et auxquels 42 chercheurs ont participé. Une formation a aussi été organisée par le C.E.R.A.A.S. durant l'atelier international de "Formation aux techniques d'études de l'eau dans le système sol-plante-atmosphère" qui s'est tenu en 1992 à Mbour (Sénégal) à l'initiative de l'ISRA et de l'ORSTOM.

L'atelier de formation tenu à Bambey en 1990 sur le thème: "Physiologie, génétique et sélection pour l'amélioration de l'adaptation à la sécheresse des espèces cultivées" a réuni 20 chercheurs agronomes, physiologistes et sélectionneurs de 9 pays différents (voir annexe). Il a permis de discuter et de valider l'approche multidisciplinaire mise en oeuvre dans ce projet et de faire un point des techniques et méthodes applicables à l'amélioration variétale.

L'atelier de formation "L'adaptation à la sécheresse chez les arbres: physiologie, techniques et méthodes d'étude" a été organisé par le C.E.R.A.A.S. et la Direction de la Recherches Agronomiques du Bénin à la Station de Recherche sur le Palmier

à Huile (S.R.P.H.) de Pobé afin de répondre à l'importante demande que recevait le C.E.R.A.A.S. de la part des chercheurs travaillant sur les plantes pérennes. Cet atelier international a réuni 22 chercheurs agronomes, agroforestiers, physiologistes et sélectionneurs de 12 pays différents (voir annexe). Cette réunion a été à l'origine de la constitution du Groupe de Recherches sur l'Adaptation à la Sécheresse de l'Arbre (GRASA). Différents thèmes de recherche ont été définis autour desquels le GRASA a envisagé le développement d'une coopération régionale. La station de Pobé a été identifiée comme ayant la capacité suffisante pour constituer un élément central du dispositif régional à mettre en place sur les arbres et la recommandation qu'un projet soit élaboré à cet effet a été formulée.

2.5. Impact pour le développement

Ce projet est encore jeune et les résultats qu'il apporte pour le développement seront plus importants à l'issue des prochaines phases. A ce stade d'exécution le projet a surtout contribué à renforcer les capacités de recherche des PED dans le domaine considéré. Le transfert des concepts qu'il a assuré auprès des chercheurs de ces différentes institutions a contribué, dans chaque cas, à élargir leurs perspectives concernant les solutions au problème de la sécheresse. Comme l'illustre le cas de l'arachide, lorsque les études seront suffisamment avancées, des résultats significatifs en matière de création variétale peuvent être obtenus. Une variété à cycle court est ainsi en phase de pré vulgarisation dans la région nord du Sénégal qui assure en moyenne des rendements supérieurs de 30% à ceux obtenus avec les variétés précédemment vulgarisées et du matériel amélioré est en phase finale de création pour les autres zones du pays. Au Mali, une nouvelle variété de sorgho (Mig-Sor), résistante à la sécheresse, est actuellement en cours de pré vulgarisation.

D'autres domaines du développement bénéficient de ces recherches.

Les outils de modélisation du développement et de la croissance des plantes en zones sèches développés durant ce projet, ont été adaptés, dans le cas de l'arachide, afin de servir d'outils d'aide à la décision durant la campagne agricole. Le modèle Ara.B.Hy a été ainsi utilisé avec succès en 1992 pour établir une prévision précoce de la production arachidière dans 2 régions du Sénégal. Cette information est d'autant plus importante qu'elle augmente le temps disponible pour la préparation et le démarrage de la campagne de commercialisation. Un projet est actuellement en cours de discussion pour permettre d'élargir cette approche à l'ensemble du territoire et aux autres espèces cultivées.

Les connaissances acquises sur la physiologie de l'adaptation à la sécheresse de l'arachide ont aussi permis de proposer au développement un outil d'aide à la conduite de l'irrigation en milieu paysan. La méthode utilise la mesure à distance de la température de surface du couvert végétal comme indicateur de l'état hydrique de la culture. Elle a été testée sur un périmètre irrigué de 200 hectares d'arachide, géré en association par 300 agriculteurs, et a permis de réaliser une économie substantielle sur les coûts d'irrigation.

3. Publications, rapports et présentations

3.1. Publications

- Annerose D.J.M et M. Diagne. 1990. Caractérisation de la sécheresse agronomique en zone semi-aride. I. Présentation d'un modèle simple d'évaluation appliqué au cas de l'arachide cultivée au Sénégal. Oléagineux, vol. 45 n° 12, 547-554.
- Annerose D.J.M.. 1991. 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. Oléagineux, vol. 46, n° 2, 61-65.
- Batcho E., et al.. 1990. Etude de la croissance racinaire de six cultivars de mil (*Pennisetum Americanum L.*). Rev. Res. Amélior. Prod. Agr. Milieu Aride, 2, 51-65.
- Bretaudeau A., et B.M.Traore.. 1991. Caractérisation de quelques paramètres morpho-physiologiques de deux variétés de sorghos (*Sorghum bicolor Moench*) soumises à un stress hydrique. Rev. Res. Amélior. Prod. Agr. Milieu Aride, 3, 21-34
- Khalfaoui J. L.. 1990, Genetic of adaptation to drought of cultivated species and consequences on plant breeding. Bull. Soc. Bot. Fr., 137, Actual Bot. (1), 125-137.
- Khalfaoui J.L.. 1991, Determination of potential lengths of the crop growing period in semi-arid regions of Senegal. Agricultural and Forest Meteorology, 55, 251-263.

Publications en cours :

- Labare K., Dossou-Yovo S., Nwalozie M. et D.J.M. Annerose. Patterns of root growth in five genotypes during soil moisture stress early in the cycle.
- Labare K., Dossou-Yovo S., Nwalozie M. et D.J.M. Annerose. Water status, gas exchange and yield in five genotypes of sorghum subjected to water stress at panicle development.
- Nwalozie M., Cissé N., Khalfaoui J.L. et D.J.M. Annerose. Root compartment in two cowpea (*Vigna unguiculata*) varieties during water stress.
- Nwalozie M., Ogonnaya C.I., Khalfaoui J.L., et D.J.M. Annerose. Water management, protoplasmic resistance and osmotic adjustment in two cowpeas genotypes grown under two soil moisture regimes.

3.2. Thèses, DEA et mémoires de fins d'études

- Annerose D.J.M.. 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, 282 p.
- Diatta M..1991. Essai de sensibilité à la sécheresse (stress préfloraison) du sorgho. Mémoire de fin d'études d'ingénieur, ENCR/Bambey, 47 p.

- Dione D..1991. Etude de deux mécanismes physiologiques d'adaptation à la sécheresse chez deux variétés d'arachide (57-422 et CHICO): croissance racinaire et absorption hydrique. Mémoire de DEA, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, 54 p.
- Diouf O..1993. *Pachyrhizus Rich.* Ex. de Candolle, légumineuse tubérisée à haute potentialité alimentaire et économique: premiers résultats sur l'adaptation à la sécheresse, Mémoire de DEA. Université Cheikh Anta Diop de Dakar, 65 p.
- Gueye M..1991. Modélisation du bilan hydrique et de la productivité de l'arachide au Sénégal. Mémoire de fin d'études, ENSUT, Dakar, 83 p.
- Gueye M..1993. Application du modèle ARA.B.HY. pour l'évaluation de la campagne arachidière au Sénégal. Mémoire de fin d'études INDR/Thiès. En cours de rédaction.
- Kane J., 1991. Etude expérimentale de quelques mécanismes d'adaptation à la sécheresse de l'arachide : *Arachis hypogea L.* Mémoire de DEA, Dakar, 59 p.
- Loukoubar T.. 1990. Modélisation du développement de l'arachide (*Arachis hypogea L.*) au Sénégal : situation et perspectives. Mémoire de fin d'études INDR/Thiès, 44 p.
- Marone E.. 1990. La régulation osmotique dans les tissus foliaires de l'arachide. Mémoire de fin d'études INDR/Thiès, 36 p.
- Marone E.. 1993. Effet de l'état hydrique du sol sur la conductance stomatique foliaire et les relations hydriques chez l'arachide. En cours de rédaction.
- Mathieu C.. 1990. Contribution à la modélisation de la croissance de l'arachide (*Arachis hypogea L.*) au Sénégal. Mémoire de fin d'études INITA/Dijon, 44 p
- Mutabazi H.. 1990. Les cultures associées au Sénégal. Situations et perspectives. Mémoire de fin d'études, 70 p.
- Ndao B.. 1993. Influence, au cours de l'ontogénèse de *Faidherbia albida* (Del.). A. Chev., de l'association avec *Rhizobium* et *Glomus mosseae*, sur l'adaptation à la sécheresse. Thèse Université Nancy 1, 170 pages.
- Nieterourou N.. 1993. Etude de la gynophorisation de l'arachide en rapport avec les conditions hydromécaniques de surface du sol.: Analyse du rythme d'émission des gynophores en relation avec les conditions d'alimentation en eau. Mémoire de fin d'études ENCR/Bambey, 40 p.
- Perrin A.. 1989. Contribution à l'étude physiologique de différents génotypes de maïs et d'arachide dans le cadre de l'amélioration de l'adaptation à la sécheresse". Mémoire de fin d'études ISTOM/Le Havre, 126 p. et annexes.

3.3. Communications à des colloques et ateliers

- Annerose D.J.M.. 1990. Physiologie de l'adaptation à la sécheresse des espèces cultivées. Atelier "Physiologie, génétique et sélection pour l'amélioration de l'adaptation à la sécheresse des espèces cultivées". Bambey, 5 - 9 novembre 1990, ISRA/C.E.R.A.A.S., 25 p.
- Annerose D.J.M. et B. Cornaire. 1991. Premiers acquis du C.E.R.A.A.S. sur la physiologie de l'adaptation à la sécheresse de quelques espèces cultivées,

Séminaire International : "Gestion Agroclimatique des Précipitations", Bamako
9-13 Décembre 1991, 24 p.

- Annerose D.J.M. et O. Diouf. 1992. Some aspects of response to drought in the genus *Pachyrhizus*. Communication présentée au colloque "First International Symposium on Tuber Legumes", Gosier, Guadeloupe, 20-25 Avril 1992, 11 p.
- Annerose D.J.M.. 1992. Approche physiologique de l'adaptation à la sécheresse en zone semi-aride sahélienne et soudanienne. The case study of C.E.R A.A.S. communication présentée à l'atelier "Field Ecophysiological Techniques for Crop Improvement in Semi-Arid Areas", Monterotondo, Rome, 27-29 Mai 1992, 6P
- Annerose D.J.M.. 1992. Réponses des plantes au déficit hydrique et adaptation à la sécheresse,. Atelier de formation aux techniques d'études de l'eau dans le système sol-plante-atmosphère, Mbour, 30 Nov.-10 Déc. 1992, 22 p.
- Batcho E.. 1990. Etude de la croissance racinaire et de l'adaptation à la sécheresse chez le mil. Cas de six cultivars originaires du Niger et du Sénégal. Atelier "Physiologie, génétique et sélection pour l'amélioration de l'adaptation à la sécheresse des espèces cultivées", Bambey, 5-9 novembre 1990, ISRA/C.E.R.A.A.S., 5 p.
- C.E.R.A.A.S./S.R.P.H.. 1991. Compte-rendu de l'atelier international sur "L'adaptation à la sécheresse chez les arbres. Physiologie, techniques et méthodes d'études.", Pobé, Bénin, 12-15 Novembre 1991, 84 p.
- Khalifaoui J.L.. 1990. Génétique et sélection de l'adaptation à la sécheresse des espèces cultivées. 1er Atelier "Physiologie, génétique et sélection pour l'amélioration de l'adaptation à la sécheresse des espèces cultivées", Bambey, 5-9 Novembre 1990, ISRA/C.E.R.A.A.S., 25 p.
- Khalifaoui J.L.. 1991. Approche de l'amélioration génétique de l'adaptation à la sécheresse. Cas de l'arachide au Sénégal. Amélioration des plantes pour l'adaptation aux milieux arides. Ed. Aupelf - Uref. Eurotest Paris, 51-63.
- Khalifaoui J.L.. 1991. Premiers acquis du C.E.R.A.A.S. sur la génétique de l'adaptation à la sécheresse de quelques espèces cultivées. séminaire international : "Gestion Agroclimatique des Précipitations", Bamako 09-13 Décembre 1991, 14 p.

3.4. Rapports de missions de recherche et de formation

- Akanvou L.. 1991. Etude du comportement de trois génotypes de maïs en condition de régime hydrique naturel avec complément et de stress hydrique pendant la période pré-florale. Doc. C.E.R.A.A.S., 28 p.
- Akanvou R.. 1992. Etude de la croissance racinaire de deux génotypes de mil Rapport Préliminaire, Doc. C.E.R.A.A.S., 6 p.
- Batcho E. et al.. 1991. Etude de la croissance racinaire de 6 cultivars de mil (*Pennisetum americanum* L.). In Rapport de mission, Janvier 1991. Doc. C.E.R.A.A.S., 17 p.
- Batcho, E. et P Louguet.. 1991. Influence de la température et de l'humidité sur la germination de six cultivars de mil (*Pennisetum americanum* L.), In Rapport de mission, Janvier 1991 Doc. C.E.R.A.A.S., 12 p.

- Ben Salem M. 1993. Rapport de mission au C.E.R.A.A.S. Doc C.E.R.A.A.S., 7 p.
- Bolo P.. 1993. Mesure de la longueur racinaire sur image numérisée, d'après Root Length Measurement System User Manual DELTA-T-DEVICE (1989). Doc. C.E.R.A.A.S., 7 p.
- Bretaudeau, A., Traoré B. et B. Simpara.. 1990. Amélioration de la résistance du sorgho à la sécheresse. MEN/DNES/IPR-Katibougou (Mali), année 1989-I 990, 17 p.
- Bretaudeau A., Traoré B. et B. Simpara.1991. Programme de physio-génétique du sorgho,. MEN/DNES/IPR-Katibougou (Mali), Rapport d'activités et propositions de programme, année 1990-I 991, 31 p.
- Cornaire B.. 1993. Sélection pour la résistance à la sécheresse du palmier à huile (*Eleais Guineensis Jacq.*). Etude de la densité racinaire de 6 croisements. Rapport préliminaire. Doc. C.E.R.A.A.S., 9 p.
- Dardanelli J.. 1993. Rapport de mission au C.E.R.A.A.S. Doc C.E.R.A.A.S., 3 p.
- Debbeche K.. 1991. Techniques d'évaluation des mécanismes physiologiques d'adaptation à la sécheresse. Doc. C.E.R.A.A.S., 9 p.
- Dopavogui S.. 1989. Rapport de mission. Doc. C.E.R.A.A.S., 35 p.
- Dossou-Yovo S.. 1991. Etude sur la résistance protoplasmique du mil (*Pennisetum americanum* L.) à la chaleur et à la dessiccation. Doc. C.E.R.A.A.S., 12 p.
- Dossou-Yovo S.. 1992. Amélioration de l'adaptation du sorgho (*Sorghum bicolor* L. Moench) à la sécheresse: étude de quelques mécanismes physiologiques chez 5 génotypes soumis à un stress hydrique à la floraison. Doc. C.E.R.A.A.S. 20 p.
- Gay J.P.. 1991. Etude in situ de la croissance racinaire par injection d'herbicide. Résultats préliminaires de mise au point sur le maïs. Doc. C.E.R.A.A.S., 4 p
- Hema D.. 1991. Etude sur la résistance protoplasmique de quatre variétés de maïs (*Zea mays* L.). Doc. C.E.R.A.A.S., 30 p.
- Kenga R 1993. Guidelines for a screening to improve pearl millet production in dry areas. Eléments pour la mise en place d'un screening pour l'amélioration de la production du mil en zones sèches. Doc. C.E.R.A.A.S, 9 p.
- Labare K. 1991. Amélioration de l'adaptation du sorgho (*Sorghum bicolor* L. Moench) à la sécheresse : étude de quelques mécanismes physiologiques chez 5 génotypes soumis à un stress hydrique à la montaison, Doc. C.E.R.A.A.S., 17 p.
- Labare K.. 1991. Etude sur la résistance protoplasmique du mil (*Pennisetum americanum* L.) à la chaleur et à la dessiccation. Doc. C.E.R.A.A.S., 7 p.
- Lacape J.M.. 1992. Compte rendu succinct de mission au C.E.R.A.A.S, 02-12 Mars 1992, 2 p.
- Massaly F. 1993. Suivi du développement racinaire de plantes de niébé issues de graines de calibres différents. Doc C.E.R.A.A.S., 7 p
- Mbaye A. et al.. 1991. Etude sur la résistance protoplasmique du manioc à la chaleur et a la dessiccation. Rapport préliminaire. Doc. C.E.R.A.A.S., 8 p.

- Monteiro Da Paula F.. 1993. Rapport de mission au C.E.R.A.A.S. Doc C.E.R.A.A.S., en cours de rédaction.
- N'Diaye A.. 1992. Caractérisation de l'adaptation à la sécheresse de quatre varriétés de mil en déficit hydrique. Rapport Préliminaire, Doc. C.E.R.A.A.S., 8 p.
- Ndao B.. 1991. Etude de l'influence des associations symbiotiques racinaires sur la résistance protoplasmique et la régulation de la perte en eau chez *Faidherbia albida*. Doc. C.E.R.A.A.S., 20 p.
- Ngane M.. 1990. Rapport de stage. Doc. C.E.R.A.A.S., 4 p.
- Nwaiozie M.C.. 1991. Adaptation of cowpeas to drought : Physiological aspects Doc. C.E.R.A.A.S., 14 p.
- Nwaiozie M.C.. 1993. Comparative drought resistance of cowpea and peanut genotypes. A technical report of Centre d'Etude Régional pour l'Amélioration de l'Adaptation à la Sécheresse (C.E.R.A.A.S.) Bambey, Sénégal. Doc. C.E.R.A.A.S., 19 p.
- Phorabaeng T. 1993. Training report on the physiology of drought tolerance in groundnut: physiological techniques. Doc C.E. R.A.A.S., 11 p.
- Pimentel C.. 1993. Rapport de mission au C.E.R.A.A.S. Doc C.E.R.A.A.S., 3 p.
- Pomente D.. 1991. Etude de la résistance à la sécheresse de variétés brésiliennes de haricot (*Phaseolus vulgaris* L.). Doc. C.E. R.A.A.S., 4 p.
- Sedogo C.. 1993. Techniques d'évaluation des mécanismes physiologiques d'adaptation à la sécheresse. Rapport préliminaire. Doc C.E.R.A.A.S., 11 p
- Togola D.. 1990. Caractérisation de l'adaptation à la sécheresse de 4 écotypes de maïs (*Zea mays* 6.). Doc. C.E.R.A.A.S. , 10 p.
- Togola D.. 1992. Etude de la dynamique et des caractéristiques d'enracinement chez le fonio (*Digitaria exilis* L.) en condition de sécheresse. Doc. C.E.R.A.A.S., en cours de rédaction.
- Trouche G. 1991. Etude comparative de la croissance racinaire d'hybrides FI et de lignées de sorgho en rhizotron. Doc. C.E.R.A.A.S. , 10 p.
- Trouche G., Bretaudeau A. et B. Traoré.. 1991. Etude de la croissance racinaire de 12 génotypes de sorgho en rhizotron. Doc C.E.R.A.A.S., 9 p.
- Trouche G.. 1991. Comportement de 6 génotypes de sorgho en condition de stress hydrique postfloral. Doc. C.E.R.A.A.S., 8 p.
- Zagre B.. 1989. Rapport de mission du 29/04 au 27/10/1989. Doc C.E.R.A.A.S , 18 p.
- Zouzou M. et J.M. Lacape. 1993. Dynamique de l'enracinement et réponses a un déficit hydrique de 2 variétés de cotonnier (*Gossypium hirsutum* L.) semées en rhizotrons. Doc C.E.R.A.A.S., 33 p.

3.5. Autres documents

- Annerose D.J.M. et J.L Khalfaoui. 1991. Le C.E.R.A.A.S. un exemple de coopération régionale pour la lutte contre la sécheresse. Le Courrier ACP, n°1 24, 60-61.

- Evain D. .1991. Au C.E.R.A.A.S : quatre méthodes d'études pour un gros plan sur les racines, INFO R3S, n°3, 6-7.
- Havard M..1991. Application de la technique d'étude in situ de la croissance racinaire par injection d'herbicide. Cassette vidéo SECAM-PAL. G.E.R.A.A.S.
- Khalfaoui J.L. et D.J.M. Annerose. 1991. Note sur le C.E.R.A.A.S. et ses premières années d'activité (Février 1989 - Juillet 1991). Première Assemblée Générale du R3S, Dakar. Doc. C.E.R.A.A.S., 3 p.
- Riga P. 1993. Rôle de l'acide abcissique dans l'induction des mécanismes physiologiques de résistance au déficit hydrique. Etude bibliographique, Doc. C.E.R.A.A.S., 15 p.

4. Missions effectuées au C.E.R.A.A.S.

Les missions effectuées au C.E.R.A.A.S. dans le cadre de ce projet concernent à la fois la recherche, la formation à vocation diplômante ou non, ainsi que le renforcement de la coopération entre instituts. En ce qui concerne la recherche et la formation, le C.E.R.A.A.S. a accueilli les chercheurs pour des missions de courte durée (- de 4 mois) venant réaliser des études sur leur propre matériel végétal. Ces missions ont été organisées de manière à privilégier la conduite des recherches en commun entre les chercheurs de différents instituts travaillant sur la même plante. Cette démarche a considérablement favorisé une meilleure conceptualisation, par ces chercheurs, des formes d'adaptation à la sécheresse de ce matériel grâce aux interactions révélées entre les mécanismes mis en évidence et les réactions agronomiques déjà connues. Les missions de partenariat ont permis de renforcer la coopération inter-institutions qui s'est souvent concrétisée par l'élaboration de projets de recherche d'intérêt conjoint.

Sur la durée de ce projet, le C.E.R.A.A.S. a ainsi organisé 76 missions à l'intention de 56 chercheurs pour un total de 686 semaines (Figure 2 et annexe). En moyenne 3 chercheurs ont donc été accueillis au C.E.R.A.A.S. sur la durée des 4,5 années de ce projet. Ces missions ont concerné des chercheurs et étudiants venant d'institutions de recherche et de formation de 17 pays d'Afrique, d'Europe et d'Amérique du Sud et 14 plantes ont été étudiées dont 2 pérennes (voir annexe).

4.1. Recherche

Les missions de recherche (593 semaines) représentent 86% du temps total des missions effectuées. Près de 45% (310 semaines) du total des missions ont été conduites en vue de l'obtention d'un diplôme universitaire ou d'ingénieur. La durée moyenne de ces missions a été de 10 semaines par séjour.

4.2. Formation

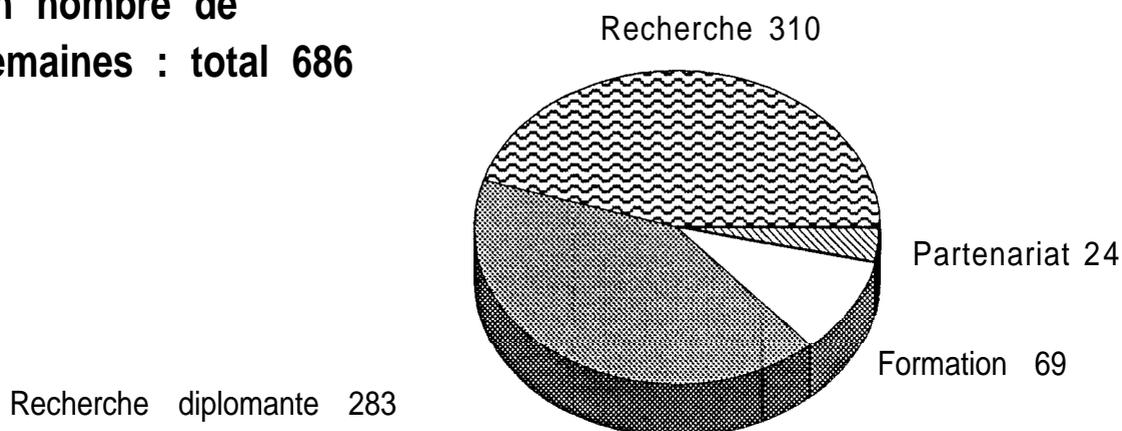
Les missions strictement de formation s'adressaient essentiellement aux chercheurs en poste désirant acquérir des méthodes et techniques d'étude des mécanismes d'adaptation à la sécheresse. Elles ont représenté sur la durée du projet 10% (69 semaines) du temps total consacré à l'accueil des chercheurs en mission

4.3. Partenariat

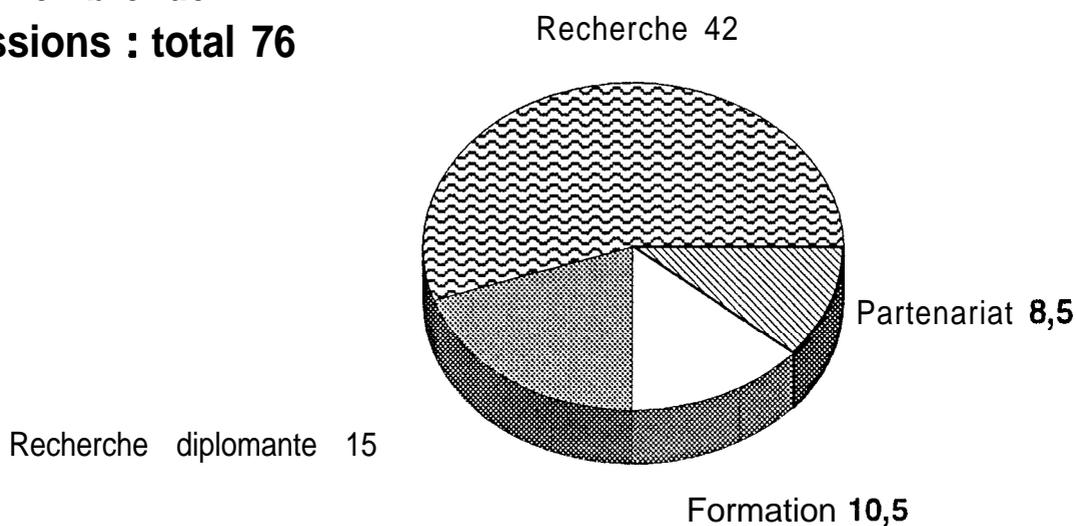
Ces missions représentent 3.5% (24 semaines) du temps consacré aux chercheurs effectuant des séjours au C.E.R.A.A.S.. Elles ont surtout permis d'entamer ou de renforcer la collaboration inter-institutionnelle à travers la définition de projets d'intérêt commun. Les relations avec les pays d'Amérique du Sud se sont particulièrement renforcées avec l'organisation de ces missions. Celles effectuées par les partenaires directs du projet et notamment les européens ont permis de consolider les bases de notre collaboration.

Figure 2 : Répartition des missions selon le type d'activité

En nombre de semaines : total 686



En nombre de missions : total 76



R : Recherche
RvD : Recherche à vocation diplômante
F : Formation
P : Partenariat

5. Perspectives et orientations

Une importante communauté scientifique s'est maintenant constituée grâce à ce projet et autour de cette démarche. Il s'agit là d'un des résultats les plus significatifs de ce projet qui a ainsi directement contribué à l'appropriation par les institutions des PED des concepts et méthodologies leur permettant d'élaborer directement des solutions au problème de la sécheresse. Les résultats obtenus révèlent l'importance de la demande formulée par ces institutions. La prochaine phase de ce projet va prendre en considération cette demande à travers la mise en place de deux projets conjoints et coordonnés soumis à l'approbation de la CCE/DGXII et de la CCE/DGVIII. Cette nouvelle phase permettra de renforcer le C.E.R.A.A.S. afin de mieux adapter ses capacités en matière de recherche et de formation.

A l'exemple de l'arachide, les recherches seront poursuivies chez les autres espèces afin de mieux décrire les mécanismes et caractères adaptatifs existants et de mieux préciser les interactions avec les niveaux de productivité observés au champ. Dans ce cadre les aspects biochimiques de l'adaptation à la sécheresse bénéficieront d'un développement particulier afin d'atteindre la maîtrise technique acquise durant ce projet sur les aspects biophysiques. Les coopérations avec les institutions de recherche européennes seront à cet effet particulièrement renforcées pour que les recherches conduites en commun soient l'outil privilégié pouvant assurer une formation efficace et de haut niveau. Les études génétiques et la mise en place des programmes de sélection devront directement bénéficier de ces résultats, et dans le cas des espèces les plus étudiées, la création de matériel adapté devra concrétiser cet effort.

Le dispositif institutionnel régional supportant ce projet sera renforcé et devra faciliter la coopération entre les institutions africaines des PED. Les institutions régionales joueront un rôle décisif dans la concrétisation de cette coopération en veillant à la mise en oeuvre efficace des dispositions conjointement élaborées pour le fonctionnement des structures à vocation régionale.

La coopération avec les pays d'Amérique du Sud sera aussi renforcée à travers la mise en oeuvre de projets de recherche conjointement élaborés.

6. Annexes

6.1, Personnel C.E.R.A.A.S.

D. Annerose,	Cirad/Isra	Responsable du projet, Physiologiste
J.M. Lacape,	Cirad/Isra	Sélectionneur
E. Marone	Isra	Physiologiste
O. Diouf,	Isra	Physiologiste
C.A Fall,	Isra	Sélectionneur
F. Panne	Coop. Française	Physiologiste
C. Sylla	Isra	Informaticien
P. Sall	Isra	Technicien supérieur
A. Faye	Isra	Technicien supérieur
M. Hann	Isra	Technicien supérieur
A. Diop	Isra	Technicien
I. Ndong	Isra	Technicien
P. Ndaye	Isra	Technicien
C. Sene,	Isra	Technicien
A. Sylva	Isra	Secrétaire
A.D.S. Ba	Isra	Gestionnaire

INVENTAIRE DES MISSIONS DE RECHERCHE ET DE FORMATION EFFECTUEES AU C.E.R.A.A.S.

Avril 1989 à Novembre 1993

Nom et prénom Date et durée du stage	Plante	Objectif ("titre") de la mission Résumé du rapport, principales conclusions
ZAGRE Bertin Pays : Burkina Objet : R/F Durée : 12 semaines Pénod 29/04- 7/07/1989	Arachide	<ul style="list-style-type: none"> Etude de la réponse à la sécheresse (ψ_f, T° du couvert et tolérance protoplasmique au stress) dans un essai au champ avec gradient d'irrigation. Comparaison des générations F3 d'un demi-diallele 6x6, avec leurs 6 parents (choisis pour des longueurs de cycle différentes). Aucune différence significative n'est notée entre géotypes pour ψ_f et T°. La discrimination entre géotypes pour les pourcentages de dégâts membranaires est plus forte chez les plantes en condition de sécheresse. Cependant les interactions géotype x sécheresse observées empêchent un classement pour les effets simples. "Rapport de mission", ZAGRE B., 19 p.
DOPAVOGUI Siba Pays : Guinée Objet : R/F Durée : 5/05-12/07/1989 1/08-31/08/1989 Période : 16 semaines	Arachide	<ul style="list-style-type: none"> Etude des effets de la sécheresse sur les caractères agronomiques et leur stabilité (conjointe avec étude de B.ZAGRE). Les observations agronomiques indiquent que certaines variétés, telles que KH-149A et la lignée D2, sont moins affectées par le stress, pour les composantes du rendement mesurées (nombre de gousses). L'étude confirme que la phase la plus sensible à la sécheresse chez l'arachide est la phase reproductive. Comparaison de la dynamique d'enracinement (rhizotrons) de 3 variétés et 48 familles issues du programme de sélection. Plusieurs familles, ainsi que la variété 57-422, associent à une meilleure vitesse de croissance et à forte une densité racinaire importantes, une plus grande capacité d'extraction de l'eau. "Rapport de mission", DOPAVOGUI S., 35 p.
PERRIN Alexandra Pays : France Objet : Rvd Durée : 21 semaines Période : 1/07-31/11/1989	Arachide/ Maïs	<ul style="list-style-type: none"> Deux expérimentations distinctes ont été conduites sur le maïs et l'arachide. Chez l'arachide (3 variétés et 48 familles de la sélection récurrente), les paramètres liés à la croissance racinaire d'une part et ceux liés à la transpiration d'autre part, seraient sur des chromosomes différents. Chez le maïs (12 géotypes et 2 régimes hydriques comparés), les effets du stress sont plus marqués chez les géotypes précoces. La variété Across86Pool16DR est de bonne résistance (bonne résistance protoplasmique et meilleure stabilité de la résistance stomatique), MakaC1 étant la plus sensible. "Contribution à l'étude physiologique de différents géotypes de maïs et d'arachide dans le cadre de l'amélioration de l'adaptation à la sécheresse", PERRIN A., 126 p. + 5 annexes. <i>Mémoire de fin d'études ISTOM/Le Havre.</i>
MBAYE Alain Pays : Sénégal Objet : F Durée : 1 semaine Période : 1/07-31/07/1989	Manioc	<ul style="list-style-type: none"> Formation aux techniques physiologiques appliquées au criblage de collection.
ADJAHOSSOU Firmin Pays : Bénin Objet : R Durée : 2 semaines Période : 7/07-22/07/1989	Igbame	<ul style="list-style-type: none"> Mise en place d'un essai de comparaison de la réponse à la sécheresse de 5 géotypes. Des problèmes de levée de dormance et de maladies n'ont pas permis de poursuivre cette étude.

Nom et prénom Date et durée du stage	Plante	Objectif ("titre") de la mission Résumé du rapport, principales conclusions
BRETAUDEAU Alhousseini Pays : Mali Objet : R Durée : 7 semaines Période : 15/07-7/08/1989 14/09-11/10/1989	Sorgho	<ul style="list-style-type: none"> • Etude au champ avec parcelles couvertes couplées à un système d'irrigation d'appoint. Mise en évidence des différences entre géotypes pour les niveaux de transpiration foliaire et de potentiel hydrique foliaire. • Etude sur la dynamique d'enracinement (rhizotrons) de géotypes du Mali et du Sénégal. Des différences variétales ont été mises en évidence pour la profondeur et la densité racinaire inter et intra-type. La stabilité de rendement observée au champ semble associée à une bonne rapidité d'enracinement. La mesure de la résistance électrique entre le collet et le sol est bien corrélée avec la densité racinaire. • Des études complémentaires de terrain (fosses) réalisées au Mali ont montré une bonne corrélation avec la dynamique d'enracinement mesurée chez 2 types variétaux à installation racinaire en surface ou en profondeur. De plus, la faible installation racinaire en surface d'une des variétés a permis d'expliquer sa sensibilité à la verse observée au champ et de proposer un programme d'amélioration à court terme.
TROUCHE Gilles Pays : Sénégal/France Objet : R Durée : 6 semaines Période : 15/07-30/08/1989	Sorgho	. cf BRETAUDEAU 15/07/1989
TRAORE Bakari Pays : Mali Objet : R Durée : 4 semaines Période : 13/08-13/09/1989	Sorgho	. cf BRETAUDEAU 15/07/1989
TOGOLA Dasse Pays : Mali Objet : R/F Durée : 2 semaines Période : 3/09-20/09/1989	Maïs	<ul style="list-style-type: none"> • Mission préparatoire à celle effectuée en 1990. Formation aux techniques en physiologie.
HEMA Drissa Pays : Burkina Objet : R Durée : 8 semaines Période : 18/09-11/11/1989	Maïs	<ul style="list-style-type: none"> • Etude au champ avec irrigation d'appoint : La variabilité génétique du matériel étudié est étroite pour l'ensemble des caractères d'évitement testés. Par contre une différence variétale est apparue pour la résistance protoplasmique à la dessiccation. • Etude sur les caractéristiques et la dynamique d'enracinement : Cette étude n'a pas révélé de différences variétales sur le matériel testé. • Ces travaux ont par ailleurs confirmé la nécessité d'utiliser un matériel génétiquement stable et non des populations.

Nom et prénom Date et durée du stage	Plante	Objectif ("titre") de la mission Résumé du rapport, principales conclusions
BRETAUDEAU Alhousseini Pays : Mali Objet : R Durée 8 semaines Période : 1/01-28/02/1990 2/04-13/04/1990 16/05-13/06/1990	Sorgho	<ul style="list-style-type: none"> • Etude en pots de culture sur 2 variétés, ICSV de l'ICRISAT et MIG avec comportement "stay green": La variété MIG à un développement racinaire plus profond et maintient ses niveaux de transpiration et de photosynthèse en condition de sécheresse. Il n'y a pas d'interaction génotype x stress. Globalement le stress entraîne une augmentation de la vitesse d'enracinement. Deux réponses ont été mises en évidence, 1 d'évitement chez ICSV par réduction de surface foliaire, et 1 de tolérance chez MIG SOR par enracinement profond • Etude en rhizotrons de 2 hybrides F1 et de leurs parents. Apparition d'un effet d'hétérosis uniquement pour la vitesse initiale d'enracinement. • Etude au champ dans 2 essais avec bâchage, un hybride F1 et 5 lignées (voir TROUCHE 1990) et une sélection récurrente sur 106 familles de demi-frères. Aucun effet stress, ni génotype, n'a été mis en évidence. Cette étude a confirmé l'intérêt de la méthode utilisée pour l'imposition du stress au champ. • "Rapport programme amélioration de la résistance du sorgho à la sécheresse", BRETAUDEAU A., TRAORE B. et SIMPARA B., DNES/IPR Katibougou, année 1989-1990, 17 p. et année 1990-1991, 31 p.
TROUCHE Gilles Pays : Sénégal/France Objet : R Durée : 2 semaines Période : 1/01-28/02/1990	Sorgho	<ul style="list-style-type: none"> • Voir BRETAUDEAU 1/01/1989
MBAYE Alain Pays : Sénégal Objet : R Durée : 2 semaines Période : 1/02-31/07/1990	Manioc	<ul style="list-style-type: none"> • L'étude, conduite en fûts, comparait 3 clones . Elle a montré une diversité génétique des clones pour la tolérance membranaire après choc osmotique ou thermique, en interaction avec les conditions d'alimentation hydrique. La variété de meilleure performance agronomique et de plus large adaptation est la seule à endurcir sa capacité de tolérance à la dessiccation sous l'effet d'un stress. • "Etude de la résistance protoplasmique du manioc (<i>Manihot esculenta Crantz</i>) à la chaleur et à la dessiccation.", MBAYE A. et al., Rapport préliminaire, 8 p.
DIANGAR S. Pays : Sénégal Objet : R Durée : 3 semaines Période : 1/05-1/07/1990	Mil/Niébé	<ul style="list-style-type: none"> • Comparaison sous irrigation différentielle de cultures pures et associées de mil et de niébé afin d'étudier les avantages et les contraintes de ces systèmes de culture. Le mil en culture associée est plus productif qu'en culture pure, et inversement chez le niébé, plus productif en culture pure. Sur un plan monétaire les cultures associées sont généralement plus rentables que les cultures pures de mil ou de niébé.
MATTHIEU Cyrille Pays France Objet : Rvd Durée 26 semaines Période : 15/05-15/11/1990	Arachide	<ul style="list-style-type: none"> • Etablissement des bases d'un modèle de croissance et de développement de l'arachide en associant les acquis sur la dynamique de l'eau aux connaissances sur le fonctionnement de la plante. Le modèle physiologique est semi-explicatif, et prend en compte l'équilibre du carbone et de celui de l'eau dans le système sol-eau-plante. • Travail conduit conjointement avec LOUKOUBAR T • "Contribution à la modélisation de la croissance de l'arachide au Sénégal. ", MATTHIEU C. 44 p. Mémoire de fin d'études ENITA/Dijon.

Nom et prénom Date et durée du stage	Plante	Objectif ("titre") de la mission Résumé du rapport, principales conclusions
LOUKOUBAR Thierno Pays : Sénégal Objet : Rvd Durée 26 semaines Période : 15/05-15/11/1990	Arachide	<ul style="list-style-type: none"> • Cf MATTHIEU 1 5/05/90 • "Modélisation du développement de l'arachide au Sénégal", LOUKOUBAR T., 44 p. Mémoire de fin d'études INDR/Thiès.
DAOUDA S. Pays : Niger Objet : R/F Durée 2 semaines Période : 1/06-15/06/1990	Mil	<ul style="list-style-type: none"> • Mission faite dans le cadre du partenariat France-Niger-Sénégal, et portant sur les aspects de recherches sur la physiologie, la sélection et l'adaptation à la sécheresse chez le mil. Evaluation du système de mesure de longueur racinaire Delta-T-Devices.
DO Frederic Pays : Niger/France Objet : R/P Durée : 2 semaines Période : 1/06-15/06/1990	Mil	<ul style="list-style-type: none"> • Mission dans le cadre du partenariat France-Niger-Sénégal. Idem DAOUDA S.
MARONE Edouard Pays : Sénégal Objet : Rvd Durée : 16 semaines Période : 1/06-30/09/1990	Arachide	<ul style="list-style-type: none"> • Une méthodologie pour l'établissement des courbes P/V et l'étude des relations hydriques par la méthode d'équilibre de tension de vapeur a été mise au point. Malgré des différences entre les variétés dans la capacité de régulation osmotique, le niveau de cette régulation reste très faible chez cette espèce (< 0.3MPa). • "La régulation osmotique dans les tissus foliaires de l'arachide", MARONE E., 36 p., Mémoire INDR/Thiès.
TROUCHE Gilles Pays : Sénégal/France Objet : R Durée : 2 semaines Période : 1/06-30/10/1990	Sorgho	<ul style="list-style-type: none"> • La comparaison de 6 génotypes sous 2 régimes hydriques (avec un stress imposé par bâchage), n'a révélé aucun effet du facteur hydrique. Pour le futur, l'homogénéité des cycles des variétés à étudier sera à rechercher et un choix de stress de pré-floraison devra être privilégié avec cette méthode. • "Comportement de 6 génotypes de sorgho en condition de stress hydrique post-floral", TROUCHE G., 8 p.
TOGOLA Dasse Pays : Mali Objet : R Durée 8 semaines Période : 18/07-8/08/1990	Maïs	<ul style="list-style-type: none"> • L'étude en rhizotrons, conduite sur 4 populations locales, n'a pas montré de différences variétales pour les volumes et masses sèches racinaires, mais une différence pour l'élongation à 35 jas a été mise en évidence. • Une étude au champ avec bâchage comparait les mêmes 4 populations. Le stress par bâchage entraîne une baisse de la surface foliaire et de l'indice de récolte. • L'étude en rhizotrons serait à reprendre au Mali afin d'adapter la taille des tubes aux dimensions du système racinaire. • "Caractérisation de l'adaptation à la sécheresse de 4 écotypes de maïs (<i>Zea mays L.</i>)", TOGOLA D., Rapport préliminaire, 10 p.
BATCHO Elie Pays : France Objet : R Durée 14 semaines Période : 29/07-29/08/1990 16109-1 1/11/1990	Mil	<ul style="list-style-type: none"> • Etude en rhizotron sur 6 génotypes et 3 régimes hydriques. Des différences variétales ont été mises en évidence. Le dessèchement de surface se traduit par une stimulation racinaire en profondeur. • Etude de la croissance racinaire de 6 cultivars de mil (<i>Pennisetum americanum L.</i>). BATCHO E. et al., in Rapport de mission Janvier 1991, 17 p. • "Influence de la température et de l'humidité sur la germination de 6 cultivars de mil (<i>P. amer.</i>)", BATCHO E. et al., in Rapport de mission Janvier 1991, 12 p."

Nom et prénom Date et durée du stage	Plante	Objectif ("titre") de la mission Résumé du rapport, principales conclusions
NGANE Marne Pays : Sénégal Objet : F Durée : 1 semaine Période : 24-27/09/1990	Maïs	<ul style="list-style-type: none"> • Formation aux techniques d'études physiologiques • Rapport de stage, NGANE M., 4 p."
CISSE M. Pays : Sénégal Objet R/F Durée : 2 semaines Période : 1 il O-31 /10/1990	Arachide/ Niébé	<ul style="list-style-type: none"> • Mise au point sur maïs de la méthode d'étude de la croissance racinaire par injection d'herbicide
HAVARD Michel Pays : Sénégal/France Objet : R Durée : 1 semaine Période : 1/10-31 /10/1990	Arachide/ Niébé	<ul style="list-style-type: none"> • Mise au point sur maïs de la méthode d'étude de la croissance racinaire par injection d'herbicide
GAY Jean-Pierre Pays : Sénégal/France Objet : R Durée : 8 semaines Période : 1/01-28/02/1991	Maïs	<ul style="list-style-type: none"> • L'injection de l'herbicide Sencoral 35 à 50 cm de profondeur et 40 cm du rang (soit au centre de l'inter-rang. (RS5) permet une discrimination efficace. • Etude de la réponse à la sécheresse de 6 géotypes de maïs, hybrides et populations, sous irrigation différentielle. • <i>"Etude in situ de la croissance racinaire par injection d'herbicide: résultats préliminaires de mise au point sur le maïs", GA Y J. P., 4 p.</i>
DIONE Dibor Pays : Sénégal Objet : Rvd Durée : 27 semaines Période : 1/02-31/07/1991	Arachide	<ul style="list-style-type: none"> • Deux variétés (57-422 et Chico), cultivées en pots et sous serre, sont soit irriguées soit stressées 16 jours après repiquage. Le stress induit une redistribution dans le profil sans augmentation de la MS produite. Au niveau aérien, on note une réduction de surface foliaire chez 57-422, et une réduction de la quantité de MS aérienne accumulée (réponse adaptative). Chez Chico, une économie d'eau est réalisée par réduction des surfaces foliaires transpirantes. • <i>"Etude de deux mécanismes physiologiques d'adaptation à la sécheresse chez deux variétés d'arachide : croissance racinaire et absorption hydrique", DIONE D., 54 p., Mémoire de DEA, Université C.A. DIOP/Dakar.</i>
FALL C. Alassane Pays : Sénégal Objet : F Durée : 13 semaines Période : 10/04-31/05/1991 1/08-15/09/1991	Arachide/ Riz	<ul style="list-style-type: none"> • Mise au point de la culture du riz en rhizotron pour les études de la dynamique d'enracinement. • Appui au programme d'amélioration génétique de l'adaptation à la sécheresse de l'arachide (réalisation des hybridations pour constitution d'une population de base de sélection récurrente, et mise en place d'essais variétaux multilocaux).
GUEYE Mamadou 1 Pays : Sénégal Objet Rvd Durée : 26 semaines Période : 15/04-15/11/1991	Arachide	<ul style="list-style-type: none"> • Elaboration d'un programme informatique interactif intégrant les travaux de modélisation effectués sur l'arachide • <i>"Modélisation du bilan hydrique et de la productivité de l'arachide au Sénégal", M. GUEYE, 83 p., Mémoire de fin d'études ENSUT/Dakar.</i>

Nom et prénom Date et durée du stage	Plante	Objectif ("titre") de la mission Résumé du rapport, principales conclusions
NWALOZIE Marcellus Pays : Nigeria Objet : R Durée : 16 semaines Période : 22/04-22/08/1991	Niébé	<ul style="list-style-type: none"> • Comparaison de la réponse à la sécheresse de 2 géotypes Etude conduite en rhizotrons et en pots de culture. Mise en évidence d'une variabilité génétique pour plusieurs caractères adaptatifs. L'effet du stress s'est traduit, en rhizotrons par un allongement du pivot et une redistribution de la densité en profondeur, et en pots par une modification de la conductance stomatique et de l'ajustement osmotique. L'imbibition suivie de la réhydratation des graines avant semis a eu un effet significatif sur la résistance protoplasmique des plantes adultes. • <i>"Adaptation of cowpeas to drought: physiological aspects", NWALOZIE M., 14 p.</i>
LABARE Kodjo Pays : Togo Objet : R Durée : 2 semaines Période : 6/05-20/05/1991	Mil	<ul style="list-style-type: none"> • Détermination de la température (49°C) et du potentiel osmotique (-2.3MPa) provoquant 50% des dégâts relatifs des membranes des tissus foliaires. • <i>"Etude sur la résistance protoplasmique du mil (Pennisetum americanum L.) à la chaleur et à la dessiccation", LABARE K., Rapport préliminaire, 7 p.</i>
KANE Ibrahima Pays : Sénégal Objet : Rvd Durée : 26 semaines Période : 15/05-15/11/1991	Arachide	<ul style="list-style-type: none"> • Huit variétés ont été cultivées sous 3 régimes hydriques (pluvial, stress et irrigué). Les variétés 55-437 et 68-I 11 sont agronomiquement privilégiées, par la formation de nombreuses petites gousses sous sécheresse. La variété 47-I 6 a l'avantage de mobiliser efficacement les éléments carbonés dans les feuilles sous stress. • <i>"Etude expérimentale de quelques mécanismes d'adaptation à la sécheresse de l'arachide", KANE I., 59 p., Mémoire de DEA, Université C.A. DIOP/Dakar.</i>
DOSSOU YOVO Sigisbert Pays : Bénin Objet : R Durée : 3 semaines Période : 15/05-5/06/1991	Mil	<ul style="list-style-type: none"> • L'étude a été conduite en pots et les observations faites à 44 jours après semis. Les résultats relatifs à la résistance protoplasmique indiquent que 50% de dégâts relatifs sont obtenus à une température de 49°C et pour un potentiel de la solution de trempage de 3.5 MPa. • Elaboration d'une méthodologie et d'un protocole conjoint de recherches pour 1991/1992 associant DOSSOU YOVO et LABARE sur le sorgho. • <i>"Etude de la résistance protoplasmique du mil (Pennisetum americanum L.) à la chaleur et à la dessiccation", DOSSOU YOVO S., Rapport préliminaire, 12 p.</i>
POMENTE Dominique Pays : Brésil Objet : R/F Durée : 8 semaines Période : 1/06-30/07/1991	Haricot	<ul style="list-style-type: none"> • Mission d'initiation aux techniques d'étude. • L'essai de culture en rhizotrons, avec 5 géotypes semés, a révélé des problèmes de levée et une sensibilité importante des plantes à la chaleur et à l'excès d'eau. • <i>"Etude de la résistance à la sécheresse du haricot (Phaseolus vulgaris L.), résultats préliminaires de mise au point", POMENTE D., 4 p.</i>
RIVIERE Isabelle. Pays : France Objet : Rvd Durée : 1 semaine Période : 1/06-30/06/1991	Mil	<ul style="list-style-type: none"> • Mise au point d'une méthode de mesure de la transpiration par détermination du flux de sève.
HEMA Drissa Pays : Burkina Objet : R Durée : 2 semaines Période : 1/07-15/07/1991	Maïs	<ul style="list-style-type: none"> • Mise en évidence d'une variabilité génétique pour les vitesses d'enracinement chez quelques variétés étudiées au Burkina. • <i>"Etude des caractères physiologiques de quelques géotypes de maïs", HEMA D., 30 p.</i> • <i>"Etude sur la résistance protoplasmique de quatre variétés de maïs (Zea mays L.)", HEMA D., 30 p.</i>

Nom et prénom Date et durée du stage	Plante	Objectif ("titre") de la mission Résumé du rapport, principales conclusions
DIATTA Michel. Pays : Sénégal Objet : Rvd Durée : 1 semaine Période : 1/06-30/10/1991	Sorgho	<ul style="list-style-type: none"> • Comparaison de la réponse au champ de 8 géotypes (4 lignées et 4 hybrides) cultivés à ETM (simulation du bilan hydrique) et en condition de stress à la préfloraison (bâchage), Mise en évidence d'une diversité de la réponse. Plusieurs variétés (ex N'E5 = hybride Araiba) sont moins affectées par le stress en nombre et longueur de panicules. • <i>"Essai de sensibilité à la sécheresse (stress pré-floraison) du sorgho", DIA TTA M., 47 p. Mémoire de fin d'études ENCR/ Bambev.</i>
RAKOTOA-RISOA Richard Pays : Madagascar Objet : F Durée : 16 semaines Période : 1/07-31/10/1991	Arachide	<ul style="list-style-type: none"> • Mission de formation en physiologie et sélection.
AKANVOU Louise Pays : Côte d'ivoire Objet : R Durée : 8 semaines Période : 1/07-31/07/1991 1/09-30/09/1991	Mals	<ul style="list-style-type: none"> • Deux études ont été conduites, sur 3 et 4 variétés, en pots et en rhizotrons. Les 50% de dégâts relatifs membranaires ont été observés à une température de 52°C et un potentiel osmotique de -2,3 MPa(245 g/l de PEG600). • <i>"Etude du comportement de 3 géotypes de maïs en condition de régime hydrique naturel avec complément et de stress hydrique pendant la période pré florale", AKANVOU L., 28 p.</i>
LABARE Kodjo Pays : Togo Objet : R Durée : 14 semaines Période : 1/07-16/10/1991	Sorgho	<ul style="list-style-type: none"> • L'étude comprend deux essais, en rhizotrons et en pots. En rhizotrons, le stress hydrique est sans effet sur la profondeur racinaire et se traduit plutôt par l'augmentation de la densité (en racines fines non comptabilisées en volume) en profondeur. En pots, on observe que le sorgho ne semble pas développer de mécanismes d'évitement. La tolérance à la deshydratation semble plus importante chez cette plante. Les réactions observées varient en fonction de l'âge de la plante, illustrant ainsi la nécessité de bien décrire au préalable les formes de sécheresse rencontrées. • <i>"Amélioration de l'adaptation du sorgho (Sorghum bicolor L.Moench) à la sécheresse: étude de quelques mécanismes physiologiques chez 5 géotypes soumis à un stress hydrique à la montaison", LABARE K., 17 p.</i>
SEDOGO Cécile Pays : Burkina Objet : R/F Durée : 8 semaines Période : 1/07-31/07/1991 14/10-16/11/1991	Mil	<ul style="list-style-type: none"> • Mission de formation aux techniques et méthodes d'études physiologiques. Cinq écotypes de mil originaires du Burkina ont été comparés sous 2 régimes hydriques pour leur dynamique d'enracinement. • <i>"Techniques d'évaluation des mécanismes physiologiques d'adaptation à la sécheresse", SEDOGO C., Rapport préliminaire, 11 p.</i>
TROUCHE Gilles Pays : Sénégal/France Objet : R Durée : 2 semaines Période : 1/07-31/10/1991	Sorgho	<ul style="list-style-type: none"> • Variabilité génétique de tous les paramètres racinaires mise en évidence parmi 12 écotypes des différents groupes botaniques. Une corrélation entre les densités racinaires et le poids sec racinaire a été observé à 48 jas • <i>"Etude de la croissance racinaire de 12 géotypes de sorgho en rhizotron", TROUCHE G., A. BRETAUDEAU et B. TRAORE, 9 p.</i>

Nom et prénom Date et durée du stage	Plante	Objectif ("titre") de la mission Résumé du rapport, principales conclusions
BATCHO Elie Pays : France Objet : R Durée : 8 semaines Période : 19/08-16/09/1991	Mil	<ul style="list-style-type: none"> • Etude de confirmation sur le développement racinaire chez le mil, sur 4 variétés de comportement en conditions de sécheresse bien différenciés. Les modifications de l'enracinement ont pu être associées aux formes de réactions observées au niveau des parties aériennes. • <i>"Etude de la croissance par horizon dans trois conditions hydriques chez le mil (Pennisetum americanum)" Rapport d'avancement, BATCHO E., 6 p.</i>
DOSSOU YOVO Sigisbert Pays : Bénin Objet : R Durée : 20 semaines Période : 1/09/1991-31/01/1992	Sorgho	<ul style="list-style-type: none"> • L'étude s'est appuyée sur le même dispositif que celle de K.LABARE (1/07/1991). Elle compare 5 variétés cultivées en pots sous 2 régimes hydriques. Des différences variétales des comportements adaptatifs ont été mises en évidence. La variété Tchouléli est de comportement conservatif d'évitement (réduction des pertes) avec régulation stomatique. Les variétés Dimoni et 51-69 sont de comportement intermédiaire, avec une meilleure tolérance protoplasmique. Les autres variétés béninoises auraient par contre une meilleure résistance protoplasmique à la chaleur. Les tests de résistance protoplasmique ont été conduits aux niveaux suivants, choc osmotique à - 3.5MPa et choc thermique à 49°C. • <i>"Amélioration de l'adaptation du sorgho (Sorghum bicolor L. Moensch) à la sécheresse. Etude de quelques mécanismes physiologiques chez 5 génotypes soumis à un stress hydrique à la floraison", DOSSOU YOVO S., 20 p.</i>
DEBBECHE Khaled Pays : Tunisie Objet : F Durée : 3 semaines Période : 18/10-10/11/1991	Blé	<ul style="list-style-type: none"> • Mission de formation aux techniques et collaboration aux travaux de LABARE et DOSSOU YOVO . • <i>"Techniques d'évaluation des mécanismes physiologiques d'adaptation à la sécheresse", DEBBECHE K., 9 p.</i>
NDAO Babacar Pays : Sénégal Objet : Rvd Durée : 8 semaines Période : 01/11-31/12/1991	Acacia	<ul style="list-style-type: none"> • Les niveaux de tolérance à la chaleur et à la dessiccation d'acacia se sont révélés supérieurs à ceux de plantes annuelles. L'association avec les mycorhizes <i>Glomus mosseae</i> améliore ses capacités d'évitement et de tolérance à la dessiccation et à la chaleur. Cette étude constitue une partie du travail de thèse de B.NDAO. • <i>"Etude de l'influence des associations symbiotiques racinaires sur la résistance protoplasmique, et la régulation de la perte en eau chez Faidherbia albida", NDAO B., Rapport préliminaire, 20 p.</i>
SYLLA Couna Pays : Sénégal Objet : R Durée : 39 semaines Période : 1/02-31/10/1992	Arachide/ Modélisation	<ul style="list-style-type: none"> • Amélioration du programme informatique du modèle de bilan hydrique et de développement de l'arachide. • <i>"Dossier d'analyse du modèle ARA.B.HY.", SYLLA C., 51 p.</i>
AKANVOU René Pays : Côte d'Ivoire Objet : R Durée : 8 semaines Période : 1/03-30/04/1992	Mil	<ul style="list-style-type: none"> • Comparaison de 6 génotypes cultivés en rhizotrons sous 2 régimes hydriques. Des différences de vitesse d'enracinement ont permis de classer les variétés pour leur aptitude à un enracinement rapide en condition de stress hydrique. 50% de dégâts relatifs membranaires observés à 52°C et à -1,8 MPa • <i>"Etude de la croissance racinaire de deux génotypes de mil", AKANVOU R., Rapport préliminaire, 6 p.</i>

Nom et prénom Date et durée du stage	Plante	Objectif ("titre") de la mission Résumé du rapport, principales conclusions
DIOUF Omar Pays : Sénégal Objet : Rvd Durée : 29 semaines Période 1/03-30/09/1992	Pachyrhizus	<ul style="list-style-type: none"> L'étude a porté sur les relations hydriques et les échanges gazeux en conditions de stress des 2 espèces, <i>P.erosus</i> et <i>P.Ahipa</i>. Deux stratégies ont été mises en évidence: - conservatrice vis à vis de l'eau chez <i>P.erosus</i> (variété EC033) et, - évasive chez <i>P.ahipa</i> (variété AC102). EC033 présente une régulation stomatique efficace. AC102 économise moins l'eau mais a une meilleure capacité d'ajustement osmotique. La stratégie évasive de AC apparaît préférable pour une culture en zones plus sèches. <i>P.erosus</i> de potentiel de production plus grand accuse une diminution plus importante de rendement en condition de sécheresse. "<i>Pachyrhizus Rich. Ex. de Candolle, légumineuse tubérifère à haute potentialité alimentaire et économique: premiers résultats sur l'adaptation à la sécheresse</i>", DIOUF O., 65 p., DEA de l'Université C.A.Diop/Dakar.
LACAPE Jean-Marc Pays : Cameroun/France Objet : F Durée : 1 semaine Période : 3/03-12/03/1992	Cotonnier	Mission de formation aux techniques d'études utilisées au CERAAS, et de prise de contact et d'information en vue de collaborations futures, dans le cadre de travaux à conduire sur l'adaptation à la sécheresse chez le cotonnier. "Compte rendu de mission au C.E. R.A. A. S.", LACAPE J. M., 3 p.
NDIAYE Amadou Pays : Mali Objet : R Durée : 4 semaines Période : 9/05-6/06/1992	Mil	<ul style="list-style-type: none"> Comparaison en rhizotrons et sous 2 conditions hydriques de 2 variétés populations et 2 créations. Des différences variétales sont apparues pour la densité, mais pas pour la longueur maximale d'enracinement. "Caractérisation de l'adaptation à la sécheresse de 4 variétés de mil en déficit hydrique", NDIAYE A., 8 p.
DIOP Maïmouna Pays : Sénégal Objet : Rvd Durée : 26 semaines Période : 15/10-1 5/12/1992	Arachide/ Modélisation	<ul style="list-style-type: none"> Elaboration du dossier d'analyse du modèle ARA.B.HY.(version Quickbasic).
DIOUF Boury Pays : Sénégal Objet : R Durée : 26 semaines Période : 15/06-15/12/1992	Arachide/ Modélisation	<ul style="list-style-type: none"> Programmation du modèle ARA.B.HY.(Quick basic)
GUEYE Mour Pays : Sénégal Objet : R Durée : 1 semaine Période 21/06-30/06/1992	Cotonnier	<ul style="list-style-type: none"> Visite de travail pour l'élaboration d'un premier protocole d'essai sur le cotonnier comparant 8 variétés en rhizotron. Le protocole n'a pas pu être conduit à terme en raison d'une mauvaise levée et d'une importante mortalité des plantes.

Nom et prénom Date et durée du stage	Plante	Objectif ("titre") de la mission Résumé du rapport, principales conclusions
TOGOLA Dasse Pays : Mali Objet : R Durée : 6 semaines Période : 21/06-31/06/1992 20/07-20/08/1992	Fonio	<ul style="list-style-type: none"> Comparaison en rhizotrons de 4 écotypes. Ceux-ci ont montré une diversité de la dynamique et des caractéristiques d'enracinement. Le développement du système racinaire des variétés de type Bérélé est plus affecté par la déshydratation du sol que celui des variétés de type Saada. Les études de résistance protoplasmique au choc thermique (51°C) et choc osmotique (-1,38 MPa), ont montré des différences significatives de tolérance entre variétés. La variété Saada s'étant révélée la plus tolérante à la chaleur et à la dessiccation. La meilleure réponse adaptative de la variété Saada est associée à une meilleure productivité constatée au champ Etude de la dynamique et des caractéristiques d'enracinement chez le fonio (<i>Digitaria exilis</i>) en condition de sécheresse, TOGOLA D., en cours de rédaction.
NWALOZIE Marcellus Pays : Nigeria Objet : R Durée : 25 semaines Période : 1/09/92-23/02/1993	Niébé/ Arachide	<ul style="list-style-type: none"> Deux essais ont confirmé l'existence de 2 stratégies différentes d'adaptation chez ces 2 espèces. Il y a une capacité plus grande du niébé de contrôle des pertes en eau et de maintien de son contenu relatif en eau des feuilles en condition de stress. Par contre l'arachide montre une meilleure tolérance intrinsèque à la déshydratation, qui lui permet de récupérer plus efficacement que le niébé, et donc de limiter les effets du stress sur le rendement. Parmi les variétés très précoces d'arachide comparées, une diversité des formes de réactions à la sécheresse a été montrée. "Comparative drought resistance of cowpea and peanut genotypes", NWALOZIE M., 19 p. Deux projets d'articles ont été rédigés à l'occasion de cette mission: "Root comportement in two cowpea (<i>Vigna unguiculata</i> L.) varieties during water stress, NWALOZIE M., N.CISSE, J.L.KHALFAOUI et D.J.M.ANNEROSE" "Water management, protoplasmic resistance and osmotic adjustment in two cowpea genotypes grown under two moisture regimes, NWALOZIE M., C.I.OGBONNAYA, J.L. KHALFAOUI et D.J.M.ANNEROSE"
LABARE Kodjo Pays : Togo Objet : P Durée : 6 semaines Période : 6/10-20/11/1992	Mil/ Sorgho	<ul style="list-style-type: none"> Mission pour rédaction d'articles et discussion du Projet CEE-Mil/Sorgho. Deux projets d'articles ont été rédigés au cours de cette mission: "Patterns of root growth in five genotypes during soil moisture stress early in the cycle, LABARE K., S. DOSSOU-YOVO, M. NWALOZIE et D.ANNEROSE" "Water status, gas exchange and yield in five genotypes of sorghum subjected to water stress at panicle development, LABARE K., S.DOSSOU-YOVO, M.NWALOZIE et D.ANNEROSE"
DOSSOU YOVO Sigisbert Pays : Bénin Objet : P Durée : 6 semaines Période : 14/10-28/11/1992	Mil/ Sorgho	<ul style="list-style-type: none"> Mission pour rédaction d'articles et discussion du Projet CCE-Mil/Sorgho. (Cf Mission K.LABARE 6/10/1992)
BRETAUDEAU Aïhousseini Pays : Mali Objet : P Durée : 1 semaine Période : 27/10-4/11/1992	Sorgho	<ul style="list-style-type: none"> Mission d'appui à la rédaction du Projet CCE-Mil/Sorgho, avec MM.LABARE et DOSSOU YOVO.

Nom et prénom Date et durée du stage	Plante	Objectif ("titre") de la mission Résumé du rapport, principales conclusions
MASSALY Famara Pays : Sénégal Objet : R Durée : 4 semaines Période : 1/11-30/11/1992	Niébé	<ul style="list-style-type: none"> L'étude était conduite en rhizotrons sur une variété (cv. Mougne). Il a été montré, dès les premiers jours et jusqu'à 37 jas, un avantage des graines les plus lourdes pour le développement racinaire (longueur, masse et densité) et végétatif. <i>"Effet du calibre des graines sur le développement racinaire de Vigna Unguiculata semé en rhizotron", MASSALY F., 7.p."</i>
PIMENTEL Carlos Pays : Brésil Objet : P Durée : 2 semaines Période : 24/01-8/02/1993	Haricot	<ul style="list-style-type: none"> Elaboration avec le CERAAS d'un <i>Projet de coopération bilatérale Brésil-Sénégal</i> <i>"Rapport de mission au CERAAS", PIMENTEL C., 3 p..</i>
ZOUZOU Michel Pays : Côte d'ivoire Objet : R Durée : 10 semaines Période : 17/03-4/06/1993	Cotonnier	<ul style="list-style-type: none"> L'essai, conduit en rhizotron, avait pour objectif l'étude du comportement de 2 variétés de coton cultivées sous 2 régimes hydriques. Les effets du stress hydrique se sont traduits, sur la cinétique d'enracinement, par une augmentation de la profondeur d'enracinement et une diminution de l'élongation latérale, et sur le rapport des masses sèches R/A. Le volet relatif à l'étude de la résistance protoplasmique sera à reprendre. D'une façon générale, les réponses au stress de Linea 100 sont plus maquées que celles de IRMA 1243. <i>"Dynamique de l'enracinement et réponses au déficit hydrique de 2 variétés de cotonnier (Gossypium hirsutum L.) cultivées en rhizotrons", ZOUZOU M. et J.M. LACAPE, 33 p.</i>
KENGA Richard Pays : Cameroun Objet : P Durée : 1 semaine Période : 5/04-16/04/1993	Mil	<ul style="list-style-type: none"> Mission de prise de contact pour le compte du réseau ROCAFREMI. Elaboration de protocoles d'étude sur le mil. <i>"Guidelines for a screening to improve pearl millet production in dry areas", KENGA R., 9 p.</i>
CORNAIRE Bonaventure Pays : Bénin Objet : R/P Durée : 2 semaines Période : 6/04-28/04/1993	Palmier à huile	<ul style="list-style-type: none"> Un compte rendu de la mise en place de l'essai de comparaison entre 6 géotypes (graines prégermées) ayant des comportements différenciés de productivité et de taux de mortalité est fait. L'essai a été annulé en raison d'une importante mortalité. Discussion pour l'élaboration d'un Projet sur les arbres à soumettre pour financement à la CCE sur le Centre de recherches de Pobé. <i>"Sélection pour la résistance à la sécheresse du palmier à huile (Eleais Guineenis Jacq.): étude de la densité racinaire de 6 croisements", Rapport préliminaire, CORNAIRE B., 9 p.</i>
BOLO Philippe Pays : Sénégal/France Objet : R Durée : 1 semaine Période : 1 /05-2/05/1993	Méthodologie.	<ul style="list-style-type: none"> Etude de la méthode de mesure de longueur racinaire sur image numérisée par dénombrement d'intersections avec une trame. <i>"Mesure de la longueur racinaire sur image numérisée", BOLO P., 7 p.</i>

Nom et prénom Date et durée du stage	Plante	Objectif ("titre") de la mission Résumé du rapport, principales conclusions
MARONE Edouard Pays : Sénégal Objet : Rvd Durée : 26 semaines Période : 15/05-15/11/1993	Arachide	<ul style="list-style-type: none"> • Cette étude vise à établir les relations entre l'état hydrique du sol, celui de la plante et les effets sur la conductance foliaire. Les premiers résultats ont permis de déterminer les valeurs de Hv sol à partir desquelles la variété 55-437 évite, tolère ou survit à la déshydratation. • <i>"Effet de l'état hydrique du sol sur la conductance stomatique foliaire et les relations hydriques de l'arachide", MARONE E., en cours de rédaction. Mémoire de titularisation ISRA.</i>
BEN SALEM Pays : Tunisie Objet : P Durée : 1 semaine Période : 17/05-22/05/1993	Blé	<ul style="list-style-type: none"> • Mission de prise de contact avec le projet CERAAS/I, et discussion sur un projet à soumettre pour financement à la CCE (STD3/Tunisie/Céréales). • <i>"Rapport de mission au CERAAS", M. BEN SALEM, 7 p.</i>
GUEYE Mamadou^Z Pays : Sénégal Objet : Rvd Durée : 16 semaines Période : 15/06-15/11/1993	Arachide	<ul style="list-style-type: none"> • <i>"Application du modèle ARA.B.HY. pour l'évaluation de la campagne arachidière 1993", GUEYE M., en cours de rédaction. Mémoire de fin d'études INDR/Thiès.</i>
MONTEIRO DA PAULA Fernan. Pays : Brésil Objet : P Durée : 4 semaines Période : 18/06-16/07/1999	Aspects Biochimiques.	<ul style="list-style-type: none"> • Mission d'appui méthodologique pour le développement des études biochimiques au CERAAS, inventaire des moyens actuels et prospectives dans le cadre de la 2ème phase du Projet.
NIETOUROU Nguedi Pays : Tchad Objet : Rvd Durée : 8 semaines Période : 1/07-31/10/1993	Arachide	<ul style="list-style-type: none"> • Des plants de la variété 73-33, cultivés en pots sont soumis à 3 régimes hydriques différents. Un suivi pédohydrique et agrophysiologique est réalisé. Les plus fortes corrélations lient le nombre de gynophores émis avec, - le nombre total de fleurs, - la surface foliaire et - la longueur de la tige. Des équations de prédiction du nombre de gynophores ont été établies avec les variables ci-dessus ainsi que les mm d'eau reçus. • <i>"Etude de la gynophorisation de l'arachide en rapport avec les conditions hydromécaniques de surface du sol : rythme d'émission des gynophores en relation avec les conditions d'alimentation en eau", NIETOUROU N., 40 p. Mémoire ENCR/Bambey.</i>
PHORABAENG Thuso Pays : Botswana Objet : F Durée : 8 semaines Période : 19/08-14/10/1993	Arachide	<ul style="list-style-type: none"> • Mission de formation aux techniques de mesures physiologiques. • <i>"Training report on the physiology of drought tolerance in groundnut : physiological techniques", PHORABAENG T., 11 p.</i>

Nom et prénom Date et durée du stage	Plante	Objectif ("titre") de la mission Résumé du rapport, principales conclusions
DIOP Maimouna Pays : Sénégal Objet : R Durée : 8 semaines Période : 1/09-31/10/1993	Arachide/ Modélisation	<ul style="list-style-type: none"> Elaboration du dossier d'analyse du modèle ARA.B.HY.: version orientée objet.
DARDANELLI Julio Pays : Argentine Objet : R/P Durée : 2 semaines Période : 24/09-8/10/1993	Arachide	<ul style="list-style-type: none"> Mission de prise de contact pour des collaborations futures avec le C.E.R.A.A.S. sur les aspects de bilan hydrique et de modélisation chez l'arachide. Les bases d'élaboration d'un modèle appliqué à un diagnostic hydrique sur la culture de l'arachide dans la région Cordoba ont été établies et font l'objet d'un développement informatique au CERAAS. <i>"Rapport de mission au CERAAS", DARDANELLI J., 4 p.</i>

Note :

- Objet de la mission: R = Recherche, F = Formation, Rvd = Recherche dans le cadre d'une formation diplômante, P = Partenariat scientifique.
- Les durées mentionnées sont celles effectivement faites dans le projet

6.3. Répartition des missions de recherche et de formation

Inventaire des missions en nombre

PAYS	Recherche	Rech. Diplom.	Formation	Partenariat	Total
ARGENTINE	0,5			0,5	1
BENIN	3,5			1,5	5
BURKINA	3		1		4
BOTSWANA			1		1
BRESIL	0,5		0,5	2	3
CAMEROUN			1	1	2
COTE IVOIRE	3				3
FRANCE	2	3			5
GUINEE	0,5		0,5		1
MADAGASCAR			1		1
MALI	9,5		0,5	1	11
NIGER	1		0,5	0,5	3
NIGERIA	2				2
SENEGAL	14,5	11	3,5		29
TCHAD		1			1
TOGO	2			1	3
TUNISIE			1	1	2
Total	42,0	15,0	10,5	8,5	76

OBJET	Recherche	Rech. Diplom.	Formation	Partenariat	Total
ACACIA		1			1
ARACHIDE	4,5	10,5	4	0,5	19,5
NIERE	3,5				3,5
HARICOT	0,5		0,5	1	2
MIL	8	1	1	2,5	12,5
SORGHO	12	1		2	15
MAIS	5,5		1,5		7
FONIO	1				1
RIZ			0,5		0,5
BLE			1	1	2
IGNAME	1				1
MANIOC	1		1		2
COTONNIER	2		1		3
PACHYRHIZUS		1			1
PALMIER	0,5			0,5	1
MODELISATION	1,5	0,5			2
AUTRES RECH	1			1	2
Total	42,0	15,0	10,5	8,5	76

(Suite)

Inventaire des missions en semaines

PAYS	Recherche	Rech. Diplom.	Formation	Partenariat	Total
ARGENTINE	1			1	2
BENIN	26			7	33
BURKINA	20		10		30
BOTSWANA			8		8
BRESIL	4		4	6	14
CAMEROUN			1	1	2
COTE D'IVOIRE	26				26
FRANCE	22	48			70
GUINEE	8		8		16
MADAGASCAR			17		17
MALI	38		1	1	40
NIGER	2		1	1	4
NIGERIA	41				41
SENEGAL	106	227	16		349
TCHAD		8			8
TOGO	16			6	22
TUNISIE			3	1	4
Total	310	283	69	24	686

OBJET	Recherche	Rech. Diplom.	Formation	Partenariat	Total
ACACIA		8			8
ARACHIDE	66	231	45	1	343
NIEBE	36		1		37
HARICOT	4		4	2	10
MIL	46	1	5	8	60
SORGHO	65	1		7	73
MAIS	33		2		35
FONIO	6				6
RIZ			7		7
BLE			3	1	4
IGNAME	2				2
MANIOC	2		1		3
COTONNIER	11		1		12
PACHYRHIZUS		29			29
PALMIER	1			1	2
MODELISATION	37	13			50
AUTRES RECH	↑			4	5
Total	310	283	69	24	686

6.4. Inventaire des missions de partenariats et des principales visites

Période	Visites au C.E.R.A.A.S.	Missions du C.E.R.A.A.S.
2ème semestre 89	- Riedacker (Minicoop/France) - Hall (USA)	
1 er semestre 90	- Boitieux (Inra/France) - Dartenucq (CCE)	
2ème semestre 90	- Moreira (Portugal) - Jallow (INSAH/CILSS) - Netoyo (CORAF/R3S) - Vieira da Silva (Univ. Paris VII/France) - M.Sorensen (U. R. Danemark)	
1er semestre 91	- Directeur général ISRA - Toure (SPAAR) - Sene (ACCT)	- Assemblée générale CORAF (Cameroun) et réunion des partenaires du Projet C.E.R.A.A.S. - Réunion INSAH/SPAAR (Mali) - Mission à l'UFC (Brésil)
2ème semestre 91		- Assemblée générale R3S (Sénégal) - Symposium "GAP" (Mali)
1 er semestre 92	- Ministre de la modernisation de l'état du Sénégal - Heno (FED/Dakar) - Ekebil (IITA/Ibadan) - Motteux (CCE) - Dartenucq (CCE)	- Participation à 3 colloques scientifiques (USA, Guadeloupe et Italie)
2ème semestre 92	- Vieira da Silva (Univ.Paris VII/France) - Hall (USA)	- Participation à l'atelier scientifique ORSTOM/ISRA (Sénégal) - Visite à Univ.Paris VII (France)
1er semestre 93		- Visite aux partenaires européens du Projet C.E.R.A.A.S. - Mission au CILSS et délégation FED (Ouagadougou)
2ème semestre 93	- Ministre de la recherche scientifique du Cameroun	- Mission CCE/DGXII

6.5. Atelier international - Bambey 11/1990

*'Physiologie, génétique et sélection pour l'amélioration de l'adaptation à la sécheresse des espèces cultivées'', Bambey (Sénégal), du 5 au 9 Novembre 1990,

Financement :

- C.E.R.A.A.S./CCE DGXII STD2 (Contrat TS2A 0101 M CD)
- CTA
- R3S

Programme :

- Lundi 5 novembre : Ouverture
Exposés sur la physiologie de l'adaptation à la sécheresse
- Mardi 6 novembre : Exposés sur la génétique des caractères adaptatifs et la sélection
- Mercredi 7 novembre : Techniques expérimentales
- Jeudi 8 novembre : Techniques expérimentales
- Vendredi 9 novembre : Techniques expérimentales
- Excursion scientifique
- Clôture

Liste des participants à l'atelier de Bambey

NOM / PRENOM	PAYS	INSTITUTION	PLANTE
Annerose Daniel Physiologiste	Sénégal	C.E.R.A.A.S., ISRA/CIRAD	Arachide
Khalfaoui Jean-Luc Sélectionneur	Sénégal	C.E.R.A.A.S., ISRA/CIRAD	Arachide
Cornaire Bonaventure Physiologiste	Bénin	SRPH	Palmier
Combassere Clément Sélectionneur	Burkina-Faso	INERA	Riz
Rouamba Albert Sélectionneur	Burkina-Faso	INERA	Tomate/Oignon
Angonga Letsaka Frederic Sélectionneur	Congo	CRAL	Maïs
Mbama Victor Sélectionneur	Congo	CRAL	Manioc
N'Cho A. Ludovic Sélectionneur	Côte d'Ivoire	IDESSA	Riz
Batcho Elie Physiologiste	France	Université Paris XII	Mil
Laffray Daniel Physiologiste	France	Université Paris XII	Céréales
Reyniers François-Noël Agro- Physiologiste	France	CIRAD	Riz
Togola Dasse Sélectionneur	Mali	DNES	Maïs
Gore Bakari Sélectionneur	Mali	IPR	Sorgho
Nouri Maman Agronome systèmes	Niger	INRAN	Mil/Niébé
Crawfurd Peter Agronome	Nigéria	IITA	Niébé
Gay Jean-Pierre Sélectionneur	Sénégal	ISRA/CIRAD	Maïs
Mbaye Alain Sélectionneur	Sénégal	ISRA/CDH	Manioc
Niang Mamadou Agronome	Sénégal	DAP	
Trouche Gilles Sélectionneur	Sénégal	ISRA/CIRAD	Sorgho
Fofana Amadou Sélectionneur	Sénégal	ISRA	Mil

Liste des participants à l'atelier de Pobé

NOM / PRENOM	PAYS	INSTITUTION	PLANTE
Annerose Daniel Physiologiste Responsable C.E.R.A.A.S.	Sénégal	C.E.R.A.A.S., ISRA/CIRAD	Espèces annuelles
Cornaire Bonaventure Physiologiste Responsable SRPH	Bénin	SRPH	Palmier
Adje Alabi Isaac Agronome	Bénin	SRPH	Palmier
Adjahossou D. Firmin Physiologiste	Bénin	Fac. Sc. Agron./Cotonou	Palmier
Omore Alphonse Sélectionneur	Bénin	SRPH	Palmier
Ouedraogo Makido Ecophysiologiste	Burkina	ISN/IDR Univ. Ouagadougou	Jatropha
Ye Y. Henri Microbiologiste/Agroforestier	Burkina	ISN/IDR Univ. Ouagadougou	Espèces forestières
Njiti Forkrong Clément Agroforestier	Cameroun	IRA	Espèces de savane
Zoakouma Dieudonné Agronome	Centrafrique	ADECAF	Caféier
Pangou Valentin Agroforestier	Congo	CERVE	Espèces forestières
N'cho A. Ludovic Physiologiste	Côte d'Ivoire	IDESSA/DCV	Espèces de savane
Zakra A. Nicomède Agronome	Côte d'Ivoire	IDEFOR	Cocotier
Diallo Tidiane Agronome	Guinée	IRAG	Fruitiers
Cande Umaru Agronome	Guinée Bissau	DEPAR	Légumin.
Kouyate Amadou Malé Agroforestier	Mali	IER/DRFH	Espèces forestières
Asemota Omorefe Physiologiste	Nigéria	NIFOR	Palmier
Isenmila Augustus Agronome	Nigéria	NIFOR	Palmier
Olomola Ayo Agronome	Nigéria	CRIN	Caféier
Arowolo James Sélectionneur	Nigéria	CRIN	Caféier
Do Ceu Matos Maria Physiologie	Portugal	INIA/EAN	Fruitiers
Tamba Abdourhamane Agroforestier	Sénégal	ISRA/DRPF	Dalbergia, Leucaena
Nizinski Georges Ecophysiologiste	Sénégal	ORSTOM	Acacia, Eucalyptus