

CR002621

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



CST 2001

**Programme détaillé des
journées du 21, 22 et 23
novembre 2001**

CERA
ADM12
2631

Mercredi 21 novembre 2001

Matinée: visite des champs expérimentaux et des locaux au CNRA de Bambe

8h 30 : Départ du Ceraas

9h : Arrivée au CNRA, rencontre du Chef de centre

9h 30 : Visite des champs expérimentaux

12h : Visite des locaux occupés par le Ceraas

1h : Déjeuner

14h 30 : Retour vers Thiès

Après-midi: visite des champs expérimentaux à l'Ensa et des locaux du Ceraas à Thiès

15h : Arrivée à Thiès, rencontre du Directeur de l'Ensa, puis visite des parcelles de cultures de l'école

16h 30 : pause

16h 45 : Visite des locaux du Ceraas à Thiès

18h : Fin de la séance

Jeudi 22 novembre 2001

Séance de travail en salle

8h 30 : accueil des membres du CST par le Directeur Général de l'Isra

9h : mise en place du CST

- examen de son rôle et de son fonctionnement
- élection de son président

10h : pause

10h 30 : Présentation générale du Ceraas: son mandat, ses moyens

- 30 min de présentation suivies de 30 min de questions

11h 30 : Présentation du projet scientifique du Ceraas

- 30 min de présentation suivies d'une heure de discussion

13h : déjeuner

15h 30 : Présentation de la programmation scientifique pour l'année 2002

- 30 min de présentation suivies d'une heure de discussion

17h : Recommandations du CST sur le Projet scientifique et la programmation 2002

18h : fin de la séance

Vendredi 23 novembre 2001

8h 30 : Le Ceraas: vue prospective à 2010

· 30 min de présentation suivies d'une heure de discussion

10h : pause

10h 30 : Recommandations concernant la prospective du Ceraas

, 1h 30 : Conclusions et clôture de la réunion

13h : déjeuner

Le Conseil Scientifique et Technique du Centre d'étude régional pour l'amélioration de l'adaptation à la sécheresse (CST du Ceraas)

Le CST du Ceraas est un organe externe conçu et mis en place pour aider et suivre l'organisation et l'évaluation des activités scientifiques et techniques du Ceraas.

Composition

- Le CST du Ceraas est composé de 7 personnalités scientifiques indépendantes, extérieures au Ceraas.
- Elles sont choisies sur la base de leur excellence et de leur renommée dans la discipline où elles exercent, ainsi que pour leur expérience dans la gestion de la recherche agricole et le transfert de technologies.
- Elles siègent 3 titre personnel, comme personnalité scientifique qualifiée.
- Les membres du CST sont désignés par le Comité de Pilotage du Ceraas sur proposition du Secrétaire Exécutif en concertation avec le directeur du Ceraas.
- Leur mandat est de deux ans renouvelable une fois.
- Les membres élisent un président, dont le mandat est de un an non-renouvelable.
- Trois observateurs permanents, le directeur scientifique de l'Isra, le coordonnateur scientifique du Coraf et le coordonnateur du réseau R3S, assistent aux réunions du CST.
- Le secrétariat est assuré par le directeur du Ceraas.

Rôle

- Le CST est consulté sur les programmes de recherche et de formation du centre, et donne son avis sur leur contenu et les modalités d'exécution.
- Il fait des recommandations sur le programme scientifique, afin qu'il soit cohérent avec les problématiques régionales et nationales.
- Il peut formuler des propositions relatives aux stratégies de renforcement du partenariat scientifique du Ceraas.
- Il propose des critères d'évaluation des programmes et une politique d'équipement scientifique du Ceraas.

Fonctionnement

- Le CST du Ceraas se réunit sur convocation de son président en accord avec les instances de tutelle. Coraf et Isra, et la coordination du réseau R3S, une fois l'an.
- L'ordre du jour est établi par le président en concertation avec le directeur du Ceraas.
- Le CST peut se réunir en séance extraordinaire à la demande des 2/3 de ses membres.
- Ses réunions ne peuvent se tenir que lorsque les 2/3 de ses membres sont présents.
- Le directeur du Ceraas sera chargé, sous l'autorité du président du CST, de l'élaboration et de la finalisation du compte rendu.
- Le compte rendu du CST sont transmis aux CST de l'Isra pour information.
- Le CST du Ceraas est considéré comme un groupe spécialisé, jouant un rôle de conseil pour le CST du Coraf.
- Les fonctions des membres du CST du Ceraas ne sont pas rémunérées.
- Les coûts afférents à la participation des membres aux réunions du Comité- (billets d'avions et indemnité de séjour) au siège du Ceraas, sont imputés au budget du Ceraas.

**Centre d'étude régional pour l'amélioration
de l'adaptation à la sécheresse**

Projet scientifique

Novembre 2001

Les programmes scientifiques que le Ceraas conduit restent étroitement liés aux priorités nationales et sous-régionales, définies respectivement par les plans stratégiques de l'Isra et du Coraf, en matière de recherche et de formation dans le domaine agricole. Par ailleurs, du fait de la spécificité thématique transversale du centre, ils sont tous en rapport avec l'adaptation des plantes à la sécheresse.

1 Le contexte

La région sahélienne est affectée, depuis plusieurs décennies, par une baisse des rendements et des productivités agricoles, qui est particulièrement inquiétante dans le cas des cultures alimentaires. En effet, cette baisse de productivité agricole, conjuguée à une pression démographique croissante, conduit à une augmentation du déficit alimentaire.

Au niveau des populations, le déficit de production se traduit par **une** détérioration du revenu des paysans et par des conditions de vie de plus en plus difficiles s'apparentant, dans bien des situations, à de la survie. Il est donc urgent de trouver des solutions propres à enrayer ce mécanisme afin d'améliorer les conditions de vie en milieu rural.

En région aride et semi-aride, la baisse des précipitations, ainsi que leur forte variabilité spatio-temporelle font de l'alimentation en eau le premier facteur limitant pour les cultures. Cet effet est accentué par le fait que le matériel végétal cultivé dans ces régions est parfois mal adapté au milieu et/ou à la demande du marché. Les cultures sont en effet insuffisamment diversifiées, et les variétés et les modes de production utilisés ne sont pas toujours adaptés à la sécheresse. Quand ils le sont, il faut anticiper les changements climatiques, et améliorer encore leur tolérance au déficit hydrique.

De plus, la situation est aggravée par une pauvreté des sols, et par des potentialités d'intensification des cultures limitées du fait de multiples contraintes. Outre les limitations majeures mentionnées plus haut, des contraintes socio-culturelles amplifiées par la quasi-disparition de l'encadrement agricole font que les paysans ont des difficultés à modifier leurs **pratiques** culturelles afin de mieux gérer les risques climatiques.

2 Le mandat

La mission du Ceraas est de contribuer à fournir des solutions techniques pour réduire l'effet dépressif de la sécheresse sur les productions agricoles. Pour atteindre cet objectif, les compétences et les infrastructures du Ceraas sont mobilisées à **deux** niveaux :

- une action directe, par la conduite d'un programme de recherche visant à augmenter les productivités des cultures dans un contexte de durabilité des systèmes;
- une action indirecte, par la formation de chercheurs de la sous-région spécialisés dans la thématique de l'adaptation des végétaux à la sécheresse. Cette formation permettra aux bénéficiaires de conduire ensuite des programmes de recherche plus

performants dans leur pays d'origine, et améliorer ainsi l'adaptation des cultures à la contrainte hydrique.

Dans le continuum recherche-développement, que l'on peut décrire par une cascade linéaire (figure 1), le Ceraas se situe dans la partie amont (recherche stratégique et appliquée). Ses partenaires sont donc des laboratoires de recherche des universités, des centres internationaux en amont, les SNRA en position intermédiaire et les organismes de développement en aval. Cependant, compte tenu des difficultés à transférer les avancées de la recherche aux agriculteurs, et sans tenter de se substituer à des services de vulgarisation, il devient impératif pour le Ceraas de développer des activités avec ces derniers, de façon à favoriser une meilleure appropriation des résultats de la recherche par les agriculteurs.

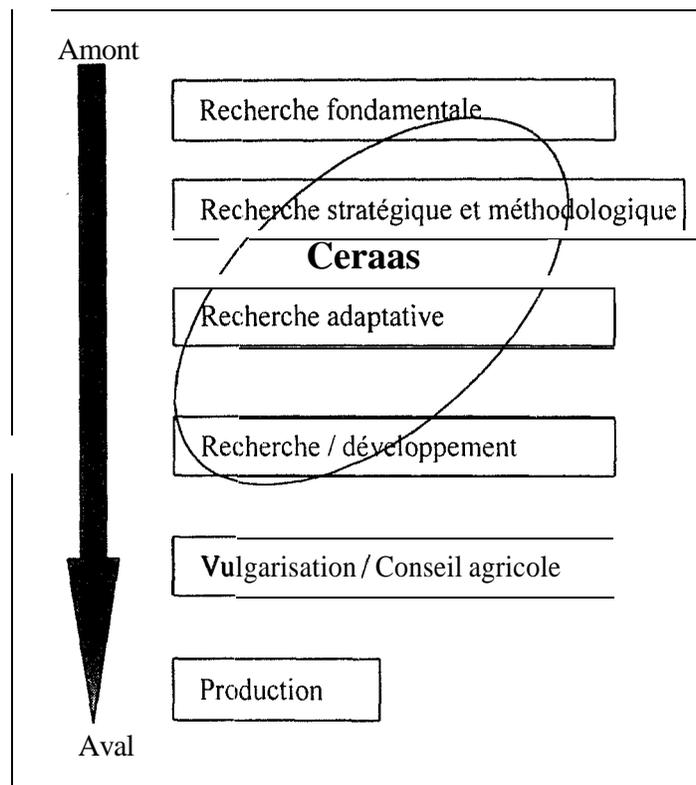


Figure 1: Positionnement du Ceraas dans le continuum recherche-développement

3 La recherche

3.1 Objectifs spécifiques de la recherche

Les travaux scientifiques visent principalement une recherche finalisée de qualité, capable de mobiliser les expertises locales et régionales dans une structure moderne et appropriée. Les principes directeurs de la programmation sont une approche pluridisciplinaire et la concertation avec les partenaires.

Ces recherches permettront de proposer des solutions en terme d'amélioration du matériel végétal, de mise au point d'itinéraires techniques et d'outils de gestion des risques climatiques, qui contribueront *in fine* à la réduction du déficit alimentaire.

Les objectifs spécifiques sont :

- . un approfondissement des connaissances sur les réponses des plantes à la contrainte hydrique et leur variabilité. Une meilleure compréhension du fonctionnement des cultures en conditions de stress permettra d'identifier de nouveaux critères d'adaptation agronomiques, physiologiques ou moléculaires, qui seront ensuite utilisés par les sélectionneurs.
- . la sélection et l'appui à la sélection de variétés mieux adaptées à la sécheresse, grâce à l'utilisation des critères identifiés précédemment et de méthodologies de sélection performantes.
- le développement d'outils d'aide à la décision pour permettre de mieux gérer le risque et d'anticiper les changements climatiques.
- . l'amélioration des pratiques culturales, par l'intégration des innovations technologiques tenant compte du contexte socio-économique.

La démarche scientifique du Ceraas (figure 2) passe d'abord par une recherche cognitive qui a pour but de comprendre les mécanismes de réponse à la sécheresse, à l'échelle de la cellule, de la plante ou du peuplement.

Les résultats obtenus sont utilisés pour élaborer ou proposer des outils de nature diverse (modèles, outils moléculaires...), qui doivent être impérativement valides en milieu réel avant d'envisager leur vulgarisation.

La valorisation de tous ces résultats repose sur le transfert aux SNRA de manière à élargir le champ d'application des outils développés (SAM, pilotage de l'irrigation, outils de gestion des risques climatiques...), la formation et la publication dans des revues scientifiques.

La démarche pluridisciplinaire et le partenariat augmentent les possibilités de généralisation des résultats à d'autres espèces et à différents milieux.

Compte tenu de la taille de son équipe scientifique, le centre ne peut couvrir seul tous les domaines qu'il est nécessaire d'aborder pour suivre cette approche. Il est donc indispensable pour le Ceraas de développer un partenariat solide non seulement avec des laboratoires de recherche des universités, des centres de recherche régionaux ou internationaux, mais également avec des organismes de développement rural? des ONG.. .

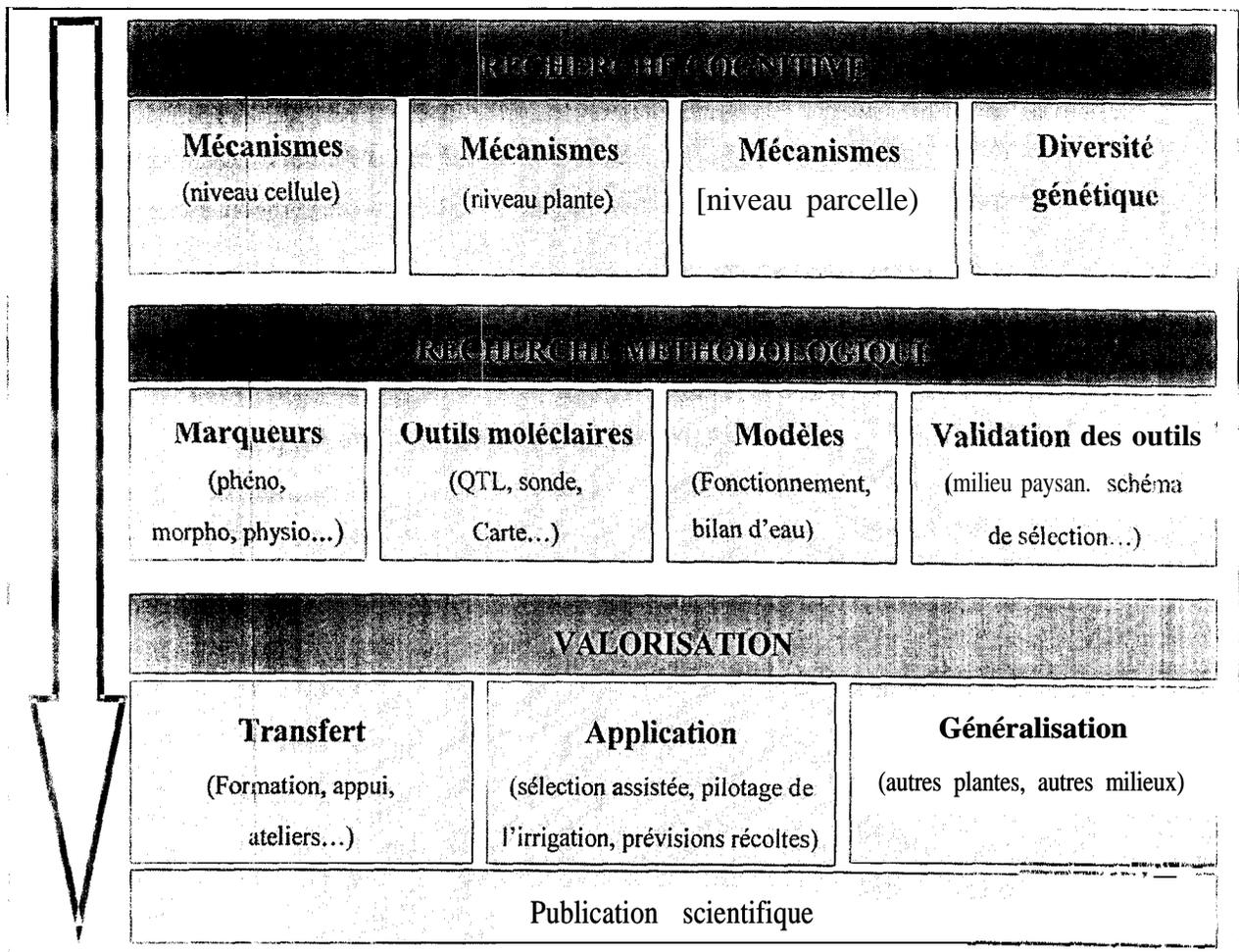


Figure 2: la démarche scientifique du Ceraas

3.2 Les thèmes de recherche abordés

Le Ceraas mobilise ses moyens et compétences essentiellement selon 3 axes de recherche:

- la caractérisation des réponses des cultures en conditions d'alimentation hydrique limitante,
- la modélisation du fonctionnement de la plante,
- l'amélioration de la méthodologie de sélection.

3.2.1 Caractérisation des réponses des principales cultures en conditions d'alimentation hydrique limitantes

Des travaux, conduits au niveau de la plante, permettront de comprendre les différentes stratégies mises en œuvre sous l'effet d'une contrainte hydrique. La plante, sous l'effet d'un stress hydrique, exprime une réponse que l'on peut caractériser par de nombreux paramètres. Le but de ces recherches est d'identifier parmi ces paramètres ceux qui

permettront de sélectionner mieux et plus vite les individus et les lignées les plus résistants à la sécheresse en termes de stabilité de production en conditions sèches variées.

Le Ceraas prévoit de poursuivre ses travaux sur l'étude des critères classiques comme les caractéristiques des échanges gazeux foliaires et de la fluorescence chlorophyllienne, l'état de l'eau dans la plante et l'activité de certaines enzymes (péroxydases, hydrolases...)

L'interaction avec la nutrition minérale sera également prise en compte, afin de contrôler la pertinence des paramètres identifiés en conditions de nutrition minérale non limitantes, lorsque les sols sont plus pauvres. On se limitera cependant à l'interaction du déficit hydrique avec la nutrition azotée et phosphorée.

A l'échelle cellulaire et moléculaire, une attention particulière est apportée au comportement des structures cellulaires et notamment des membranes chloroplastiques et vacuolaires. En effet, le maintien de l'intégrité des membranes cellulaires en cas de stress hydrique est un des caractères universellement reconnus dans l'explication de la tolérance des plantes à la sécheresse. Il provient de la composition lipidique membranaire et de son évolution sous l'activité de certaines enzymes principalement hydrolytiques du catabolisme. De même, on assiste à une augmentation de toutes les activités protéolytiques du fait de la libération des protéases vacuolaires. L'ampleur de cette réponse est fonction du degré de sensibilité de la plante et de sa capacité à mettre en œuvre les mécanismes de défenses par l'action des inhibiteurs de protéases et des anti-oxydants. L'objectif est d'identifier de nouveaux critères fiables d'adaptation, beaucoup plus précis, plus rapidement repérables et plus fiables que ceux dont on dispose actuellement.

Dans le cas de légumineuses, le comportement de la symbiose sous l'effet d'un stress hydrique sera étudié, en collaboration avec des laboratoires spécialisés dans ce domaine. Une des voies possible de recherche pour augmenter le rendement des légumineuses pourrait être de trouver les moyens d'améliorer la fixation symbiotique de l'azote grâce à des typologies; des peuplements bactériens en conditions de stress.

Les expérimentations seront conduites en conditions d'alimentation hydrique contrôlées au champ (en station), en serre (culture en pot ou en hydroponie) ou en phytotron. Une fois de nouveaux critères identifiés, une validation au champ, en conditions "réelles" sera systématiquement mise en œuvre.

3.2.2 Modélisation du fonctionnement de la plante

Ces études visent à développer des modèles plantes simples, capables de simuler la croissance et le rendement potentiel et réel des principales cultures de la zone sahélienne. Ces modèles seront basés sur différents modules : bilan de carbone, bilan hydrique et minérale, module phénologique..

Les travaux conduiront à des simulations agro-climatiques destinées à des applications diverses: pilotage de l'irrigation pour l'amélioration du rendement et l'évaluation des risques de contamination de la production arachidière par l'aflatoxine, prévision des rendements des cultures plus ou moins intensifiées..

Ces modèles conçus peuvent également servir à simuler les impacts que peuvent avoir les changements climatiques spécifiques comme les variations de la température, de l'humidité, de la concentration en CO₂, sur la quantité d'eau disponible, la longueur du cycle de culture, la phénologie, la productivité de la culture.. Ces études prospectives sont d'un grand intérêt, car

elles permettent d'anticiper les études sur la configuration des futures idéotypes adaptées à l'environnement ou la recherche de caractères intéressants.

Ces modèles de fonctionnement seront associés à un système de gestion de bases de données et à des outils géographiques comme les SIG. Ces outils, une fois mis au point, seront transférés à court terme aux services/organismes compétents (Directions agricoles, services nationaux de vulgarisation et de conseil agricole, Centre Régional Aghrymet). Ils se substitueront aux techniques classiques d'estimation des rendements qui sont souvent coûteuses, lourdes et qui présentent l'inconvénient de déterminer tardivement les rendements agricoles.

Le principal enjeu de leurs applications, est d'aider à déterminer des zones à risques dues à des contraintes environnementales telles que la sécheresse et permettre la mise en place à temps de mesures correctives ou compensatrices dans le cas de calamités.

A moyen terme, ces outils pourront être utilisés à des fins pédagogiques et stratégiques dans les structures d'enseignement et de recherche des SNRA.

3.2.3 Amélioration de la méthodologie de sélection de variétés adaptées au stress hydrique

Il y a de nombreux types de sécheresse et de nombreux comportements vis à vis des sécheresses chez les plantes. La première difficulté est de maîtriser le type de contrainte que l'on applique aux plantes, et de déterminer les conditions optimales d'expression de la réponse et de sa variabilité.

Les méthodologies de sélection classiques (sélection généalogique, récurrente, par rétro-croisement ..). prennent du temps et manquent de précision surtout quand le caractère à améliorer est complexe. En outre, ces schémas de sélection étant relativement longs à mettre en œuvre, les améliorations génétiques sont lentes à obtenir. Ceci conduit le Ceraas à utiliser et à développer les techniques modernes de sélection que sont les outils moléculaires, afin d'accélérer les programmes de sélection pour la résistance à la sécheresse et les rendre plus performants.

Deux voies sont privilégiées, l'une mettant en jeu la génétique moléculaire et l'autre la génomique fonctionnelle.

L'objectif de la première voie consiste à identifier des marqueurs polymorphes (QTL) liés à l'adaptation à la sécheresse des plantes. Les conditions de réussite de ces études reposent principalement sur la "validité" du ou des caractères phénotypiques qui seront reliés à ces marqueurs, et sur la disponibilité de populations de lignées permettant d'observer des variations. Pour éviter de trop se disperser dans ce domaine complexe, le Ceraas concentre ses efforts sur des plantes modèles. Parmi les légumineuses, le niébé pourrait être cette plante modèle, car elle est étudiée au Ceraas depuis sa création et le centre maîtrise bien sa culture sous alimentation hydrique variée. Au niveau des graminées, le choix semble s'orienter vers le sorgho qui est, avec le riz, la céréale la plus intéressante pour un effort intégré en matière de génomique. En effet, son autogamie (à la différence du maïs ou du mil) permet de développer de nombreuses lignées à fort intérêt génétique, et la taille réduite de son génome (moins de deux fois celui du riz et beaucoup moins que celui des autres céréales) est un second caractère qui simplifie considérablement les études du génome. En outre, cette plante en C4 permet

d'aborder ce type de métabolisme qui caractérise les céréales alimentaires (maïs, mil, canne à sucre, ...).

La seconde voie est étroitement liée aux études de la caractérisation des réponses des plantes à la sécheresse, particulièrement les mécanismes intervenant dans le maintien de la stabilité des membranes cellulaires et chloroplastiques. Dans ce domaine, le Ceraas utilisera les résultats obtenus par le laboratoire BPAV de l'université Paris 12, sur un système *Vigna/Phaseolus*. Les critères identifiés seront dans un premier temps évalués sur des lignées dont on connaît les performances agronomiques dans différentes conditions d'alimentation hydrique. Ils seront ensuite utilisés pour la mise au point de tests de criblage de lignées, phase indispensable à tout programme de sélection. Le travail consistera principalement à déterminer les conditions expérimentales dans lesquelles le maximum de variabilité génétique est exprimé et de vérifier la reproductibilité des réponses physiologiques et moléculaires observées. Une fois la méthodologie mise au point, les phases de criblage variétal pourront être réalisées sur de grands effectifs.

Les acquis du Ceraas, de ses partenaires et ses relations avec les équipes de sélection des SNRA lui assurent potentiellement une position favorable pour conduire et valoriser ce type de travaux.

4 La formation

4.1 Objectifs spécifiques de la formation

L'importance planétaire des enjeux exigent un développement qualitatif et quantitatif des ressources humaines travaillant dans le domaine de l'adaptation des plantes à la sécheresse. La mission de formation est également une composante essentielle du mandat du Ceraas. Le centre accueille et forme des chercheurs et des étudiants au niveau national, régional et international. Les objectifs de la formation dispensée au Ceraas sont de

- accroître les ressources humaines spécialisées dans le domaine de l'adaptation des plantes à la sécheresse, existant dans la sous région ;
- améliorer les compétences des chercheurs travaillant sur cette problématique ;
- faciliter le transfert des connaissances vers les pays du Sud ainsi que l'acquisition de nouveaux concepts et technologies.

4.2 La formation par la recherche

L'accueil en stage de chercheurs doit leur permettre d'acquérir ou de compléter leurs compétences dans le domaine de l'adaptation à la sécheresse. Ils seront ainsi mieux formés pour conduire des programmes de recherche nationaux plus performants au niveau de leur institution.

Le Ceraas a été organisé de manière à recevoir, au sein d'une équipe pluridisciplinaire permanente, des chercheurs et des étudiants provenant d'institutions de recherche nationales et internationales. Ces stagiaires, accueillis pour des périodes variables, soit s'intègrent dans des programmes conduits par l'équipe permanente, soit proposent des études à conduire sur

du matériel particulier, avec une problématique propre, mais qui reste toujours dans le cadre de l'adaptation des plantes à la sécheresse.

Les sujets de recherche abordés par les chercheurs stagiaires font l'objet d'une discussion préalable entre l'institution d'origine et le Ceraas, de façon à définir clairement la problématique, les hypothèses de travail ainsi que les protocoles expérimentaux. Cette concertation constitue une garantie de la qualité de l'encadrement et de la pertinence de l'activité de recherche envisagée.

Le cadre de l'activité scientifique quotidienne du Ceraas est donc étroitement défini par la programmation d'actions de recherche concertées avec ses partenaires du Sud et du Nord et sa mission de formation.

Cette démarche permet en outre de

- favoriser le transfert des concepts et des techniques utilisées au Ceraas vers les institutions régionales ;
- alimenter les échanges permanents entre le Ceraas et ses partenaires sur des problématiques communes ;
- faciliter la circulation des résultats entre les institutions et en direction des utilisateurs ;
- contribuer au développement de l'expertise des chercheurs du Sud ;
- transférer rapidement les acquis utiles au développement du Sud.

4.3 La formation diplômante (CESS, DEA et Doctorat)

Le Ceraas intervient en tant que laboratoire d'accueil dans les diplômes de 3^{ème} cycle délivrés par l'Ucad (DEA et thèses). Dans ce cadre, les étudiants accueillis et encadrés par le Ceraas ont une provenance nationale et régionale. En DEA, l'enseignement suivi est celui de l'AEA (partie théorique du DEA de Biologie Végétale de l'Ucad), complété par des conférences spécifiques concernant la tolérance à la sécheresse,

Le Ceraas a également créé en partenariat avec l'Ensa et l'Ucad une formation spécifique donnant lieu à l'obtention d'un diplôme, le Certificat d'Etudes Supérieures Spécialisées (CESS) sur l'adaptation des plantes cultivées à la sécheresse. Ce diplôme est délivré par l'Ensa au bout de 4 mois de formation, à l'issue d'un examen et de la rédaction d'un mémoire de fin d'études. Les cours sont assurés par des enseignants et/ou chercheurs des structures nationales (Ensa, Ucad, Ceraas, Isra) ainsi que des institutions partenaires (ULB, UCI, Université Paris 12, Cirad).

Le CESS a été créé de manière à répondre à trois préoccupations:

- faire émerger une expertise permettant d'aborder avec des outils modernes les problèmes de l'agriculture en zones sèches ;

- donner un accès au 3^{ème} cycle (DEA et doctorat), aux jeunes ingénieurs agronomes dans la spécialité considérée :
- fournir un cadre de formation permanente pour le recyclage d'ingénieurs agronomes en exercice.

Le Ceraas reste également ouvert à l'accueil de stagiaires du Nord pour le niveau 3^e cycle universitaire. La possibilité d'échanges d'étudiants-enseignants avec les universités du Nord est envisagée.

Tous les stagiaires accueillis au Ceraas reçoivent une allocation de façon à ce que leur accueil et leurs travaux se déroulent dans de bonnes conditions. Les différentes bourses d'accueil obtenues sont financées par la coopération belge (AGCD), l'Association des universités africaines (AUA) et les échanges académiques allemands (DAAD).

5 La biométrie

La biométrie est identifiée comme un enjeu capital pour garantir la qualité scientifique des travaux de recherche. Depuis 1996, le Ceraas dispose dans son équipe d'une compétence en biométrie. Au départ, le poste était pris en charge par la Coopération française, et depuis juillet 2001, le poste est budgétisé sur le fonctionnement du Ceraas, et occupé par un biométricien africain.

Les activités du biométricien sont orientées selon deux axes:

- apporter un appui scientifique aux chercheurs du Ceraas et à ses partenaires. Le biométricien intervient dans l'élaboration, le suivi et l'exploitation (y compris la présentation) des données d'une expérimentation, et assure ainsi la qualité de la production scientifique.
- améliorer la formation en biométrie. L'amélioration des compétences locales dans ce domaine est essentielle et figure parmi les axes prioritaires du Coraf. Elle permettra aux SNRA et CIRA de produire des travaux de qualité et de s'insérer plus facilement au niveau international par la publication. Au niveau africain, l'objectif est de développer un pool de compétences, par la sensibilisation des partenaires du sud aux enjeux de la biométrie, par l'organisation d'ateliers de formation ou par la mise en place d'une formation supérieure diplômante spécialisée dans les applications de la biométrie à la recherche agricole.

6 Les échanges scientifiques

Dans le souci de maintenir une expertise scientifique de haut niveau au Ceraas, des échanges scientifiques avec des laboratoires de pointe, des séjours scientifiques de formation, des participations à des réunions, ateliers ou colloques sont encouragés.

L'ambition affichée en terme d'excellence scientifique exige que les chercheurs du Ceraas participent régulièrement à des réunions scientifiques internationales. C'est en effet l'occasion

de présenter, de confronter et de discuter des résultats obtenus, avec d'autres chercheurs, et de se tenir informés des progrès scientifiques réalisés dans leur domaine.

Enfin, le Ceraas continuera d'organiser régulièrement des ateliers ou séminaires internationaux. L'objectif visé est d'organiser un séminaire tous les deux ans.

7 Les moyens mis en œuvre

7.1 Les moyens financiers

L'essentiel des ressources financières du Ceraas provient actuellement de la DG Développement de l'Union Européenne, par l'intermédiaire d'un financement Fed. La seconde phase du projet a démarré en juillet 2001, avec un financement provenant du 8^{ème} Fed. D'autres financements, ont été obtenus dans le cadre de coopérations bilatérales avec la France, la Belgique, le Royaume Uni et l'Allemagne.

Cependant, pour financer ses activités scientifiques, le Ceraas se positionne régulièrement sur des fonds compétitifs nationaux (FNRAA), régionaux (Fonds incitatif Coraf) et européens (PCRD). Les résultats sont très encourageants, puisque le centre est actuellement coordonnateur ou partenaire dans trois projets financés sur fonds FNRAA (deux obtenus en 2000, un en 2001), deux sur fonds Coraf (obtenus en 2001) et un sur fonds européens (DG Recherche, obtenu en 2001). La richesse de ce portefeuille de financements prouve la qualité des équipes et la pertinence des travaux conduits au Ceraas.

7.2 Les moyens humains

L'équipe scientifique du Ceraas, actuelle est composée de 5 chercheurs nationaux, un expert régional (le Directeur) et deux chercheurs du Nord, soit 8 scientifiques. Les compétences actuelles sont constituées par:

- des physiologistes de formation, ayant des spécialités diverses: biochimie, écophysiologie, physiologie cellulaire...;
- un biométricien maîtrisant l'application de la biométrie aux expérimentations agricoles;
- un bio climatologue ayant également une spécialisation en modélisation et SIG;
- un sélectionneur, spécialiste de l'arachide et dans une moindre mesure du maïs

Ces scientifiques s'appuient sur une équipe technique (11 personnes) et administrative (9 personnes) pour mener à bien leur travaux, et dispose de moyens techniques importants (cf. annexe).

Le centre entre dans une phase de consolidation des équipes et des structures, qui est financée par le Fed 8. De nouvelles perspectives en termes d'effectif chercheur sont les suivantes:

- le renforcement de l'équipe scientifique permanente par le recrutement de 2 chercheurs nationaux,

- le développement de l'accueil des chercheurs des SNRA par l'ouverture de 3 postes d'accueil destinés à la sous région et l'augmentation des possibilités de stages.
- l'amélioration du partenariat avec les institutions du Nord et les centres internationaux par l'accueil de chercheurs, de thésards ou de chercheurs en formation post-doctorale.

Par ailleurs, dans le cadre du montage d'un pôle de compétences en partenariat, le Cirad envisage de renforcer cette équipe par l'affectation en 2002 de 2 chercheurs supplémentaires (en génétique moléculaire et en agronomie).

Ainsi, l'équipe scientifique étant renforcée, les collaborations pourront s'élargir et la formation s'intensifier.

8 Conclusion

Parvenir à diminuer l'écart entre la production agricole et la demande des populations des régions touchées par la sécheresse est un enjeu vital pour des millions de personnes.

Pour répondre à ce défi, le Ceraas a planifié ses recherches de façon à mieux comprendre le phénomène complexe de l'adaptation des plantes au déficit hydrique, afin de proposer des solutions, en termes de méthodologie de sélection de matériel végétal, d'outil d'aide à la décision et d'itinéraires techniques.

Au plan de la formation, le Ceraas formera des compétences à différents niveaux, par des accueils pour des formations par la recherche, ou pour des formations diplômantes (au niveau CESS, DEA ou Doctorat).

Pour parvenir à conduire les programmes de recherche et de formation, le Ceraas compte sur une diversification de son partenariat, tant scientifique que financier. Pour cela, un rapprochement notamment avec les universités, les Centres Internationaux et les Instituts nationaux de recherche agricole est indispensable. Une contribution significative de la recherche scientifique africaine à la résolution du problème de la sécheresse passe nécessairement par cette mise en commun des compétences dans le cadre d'un partenariat équilibré entre le Sud et le Nord.

Annexe: Les équipements du Ceraas

Sans dresser la liste exhaustive des structures et des équipements dont dispose le Ceraas, les informations suivantes permettent cependant d'avoir une idée relativement précise des moyens techniques du Centre.

Les infrastructures

- 900 m² de bureaux et laboratoires, dotés d'un réseau informatique et situés à Thiès, sur le campus de l'Ensa ;
- près de 10 hectares de sole expérimentale, situés sur le centre de recherche Cuba/Israël à Bambey et sur le campus de l'Ensa ;
- une serre de 180 m², équipée d'un système de culture en hydroponie ;
- un phytotron de 10 m² ;
- une chambre froide de 5 m² environ ;

Les équipements scientifiques

- réseau informatique Novell, ordinateurs, scanner, graveur, appareil photo numérique, projecteur multimédia... ;
- sondes à neutrons, psychromètre, osmomètre, chambres à pression... ;
- poromètres, analyseurs portables IRGA, planimètres, fluorimètre, radio-thermomètres, conductimètre, colorimètre, spectrophotomètre, sondes de températures, logger, aw meter, spad... ;
- chromatographe phase gazeuse, centrifugeuses, hotte à flux laminaire, autoclave, lyophilisateur, centrifugeuse... ;
- cuves pour électrophorèse d'acides nucléiques, amplificateur de gène PCR, séquenceur de gènes, colonne de chromatographie liquide, détecteur UV, formeur de gradient, four à hybridation... ;

Il faut rajouter à cette liste (non exhaustive), tout le matériel courant de laboratoire (appareil à eau distillée, verrerie...).

**Centre d'étude régional pour l'amélioration
de l'adaptation à la sécheresse**

Programmation scientifique 2002

Novembre 2001

Ce document présente les activités que le Ceraas conduira en 2002 dans le cadre de son mandat, qui inclue principalement 2 aspects: la recherche et la formation dans le domaine de l'adaptation des plantes à la sécheresse

Pour faciliter la lecture, les activités sont présentées sous forme de fiches synthétisant les informations essentielles.

I La recherche

La programmation scientifique pour l'année 2002 s'articule autour des 3 grands axes de recherche définis dans le projet scientifique du Ceraas:

- caractérisation de la réponse des plantes au déficit hydrique
- modélisation du fonctionnement des plantes
- amélioration de la méthodologie de sélection.

Cette programmation dépend étroitement des projets scientifiques que les bailleurs de fonds ont accepté de financer. Il reste cependant qu'un certain nombre d'activités seront financées dans le cadre de la seconde phase du projet Ceraas (financement Fed8).

En outre cette programmation ne tient pas compte des évolutions susceptibles de se produire en 2002, et qui pourraient avoir une incidence sur le volume d'activités du centre. Par exemple, le renforcement de l'équipe scientifique, avec l'arrivée d'un généticien moléculaire et d'un agronome du système du Cirad va sans aucun doute augmenter le nombre d'activités qui seront conduites en 2002, mais il est un peu prématuré d'intégrer ces facteurs à l'heure actuelle.

1.1 Caractérisation des réponses des plantes au déficit hydrique

Fiche 1

Mise au point d'un dispositif expérimental en serre pour l'étude de la contamination en pré-récolte de l'arachide par l'aflatoxine

Justificatif

Cet essai s'inscrit dans le projet Inco Groundnut-aflatoxin, réunissant autour du Ceraas - partenaires: IER-Icrisat (Mali), DFV-EAN (Portugal), LBPAV (Université Paris 12) et Cirad CA (France). Son objectif principal est d'identifier des mécanismes de résistance physiologiques, biochimiques et moléculaires de la plante hôte, pour améliorer la sélection et développer un système intégré de prévention et de contrôle de la contamination au champ. L'amélioration des connaissances concernant les mécanismes impliqués, en particulier leurs liens avec l'alimentation en eau de la plante contribueront au développement de variétés résistantes ou tolérantes, et à la recommandation de pratiques pré et post récolte limitant la contamination par l'aflatoxine.

La contamination par l'aflatoxine produite par le champignon du sol *Aspergillus flavus* est le problème phytosanitaire le plus important sur l'arachide. Dans les régions sahéliennes, le phénomène est aggravé par la sécheresse de fin de cycle qui constitue le premier facteur de la contamination appelée contamination de pré-récolte. Cette contamination est souvent invisible sur les gousses récoltées et aucune variété totalement résistante n'a pu être identifiée ou sélectionnée jusqu'à présent. La sélection s'est principalement heurtée à un manque de répétabilité des résultats de criblage et à un défaut de connaissances sur les mécanismes physiologiques de contrôle de l'infestation en pré-récolte. On sait qu'une bonne adéquation de la longueur de cycle du cultivar utilisé avec la longueur de la saison des pluies limitera la contamination. Cependant, l'existence de différences variétales à l'intérieur d'une même gamme de précocité laisse supposer que d'autres caractéristiques, s'exprimant notamment en conditions de sécheresse de fin de cycle, sont à considérer dans la recherche de la résistance variétale.

Pour étudier ces mécanismes, les études physiologiques en milieu contrôlé (en serre) sont plus précises et moins onéreuses que les essais au champ mais les renseignements qu'elles fournissent ne sont pas toujours extrapolables au comportement du végétal en milieu naturel. Un référentiel de réponses des plantes au champ a été établi en 2001. On comparera ces réponses à celles que l'on observera en serre.

Plan de travail

L'essai sera mis en place en contre saison 2002 (semis en mars). Les résultats sont attendus au 3^e trimestre.

Le dispositif est un bloc complet randomisé à 3 facteurs (variété à 2 niveaux, régime hydrique à 2 niveaux et contamination par *A. flavus* à 2 niveaux) et 4 répétitions.

L'unité expérimentale est constituée de 2 pots.

Résultats attendus

Définition d'un système expérimental discriminant et représentatif des conditions naturelles de l'infestation en pré-récolte de l'arachide par *A. flavus*

Ressources humaines

chercheurs: D. CLAVEL et A. BA (CNRA Bambey)

appui du biométricien (I. DJENG)

1 DEA (sur financement Fed8) + techniciens et MOI

Financement

Le budget de 7.3 millions de FCFA provient du projet Inco "groundnut/aflatoxin". Le Fed8 prend en charge la bourse de DEA.

Fiche 2

Titre Comparative du comportement agrophysiologique de 4 variétés de niébé (*Vigna unguiculata* L.) en conditions d'alimentation hydrique variée

Justificatif

L'étude de la tolérance cellulaire du niébé est effectuée dans le cadre d'un travail de thèse intitulée "Ecophysiologie de la tolérance à la sécheresse chez des légumineuses tropicales (Fabaceae) du genre *Vigna*: rôle des inhibiteurs de protéase et validation des marqueurs moléculaires pour la sélection variétale", poursuivie au laboratoire Biochimie et Physiologie de l'Adaptation Végétale (Université Paris 12), et dont la soutenance est prévue au dernier trimestre 2002.

Cette thèse aborde les mécanismes de lutte contre les effets délétères du déficit hydrique sur la structure et le métabolisme cellulaire. Pour cela, on étudie le comportement cellulaire d'un système composé de 4 variétés dont la tolérance au stress est variable.

Cependant, la tolérance à la sécheresse n'est pas seulement un phénomène cellulaire, elle est également fonction de la capacité de la variété à éviter une perte importante d'eau. Pour cela, elle développe parallèlement des mécanismes morphologiques et physiologiques qui lui permettent de ne pas atteindre un dessèchement trop intense et de maintenir ainsi des phénomènes de croissance et développement malgré la contrainte hydrique. L'objectif de cet essai est de caractériser la réponse physiologique et agronomique des 4 variétés de niébé du système étudié au niveau cellulaire, de les classer suivant leur tolérance à la sécheresse et de comparer ce classement avec celui établi par les études biochimiques et moléculaires.

Plan de travail

L'essai sera mis en place en contre saison 2002 (semis en mars).

Le dispositif est un split plot à 2 facteurs: le régime hydrique à 2 niveaux (témoin et stress en fin de cycle) en grandes parcelles et la variété à 4 niveaux (Bambey 21, Mouride, Mougne et TVU 1391) en petites parcelles.

Résultats attendus

1. Obtention du portrait agro-physiologique des 4 variétés étudiées.
2. Identification des effets du déficit hydrique sur les paramètres du rendement des variétés du système, et rapprochement avec les observations faites sur le comportement cellulaire des variétés.

Ressources humaines

2 chercheurs N.N. DIOP (chercheuse Ceraas en thèse à Paris 12) et B. SARR
appui du biométricien (I. DIENG)
Techniciens + MOI

Financement

Le budget de 2 millions, correspondant à cette activité, est supporté par la subvention Fed8.

Fiche 3

Analyse de la composition lipidique membranaire de 4 variétés de niébé en conditions de déficit hydrique simulé

Justificatif

Cette activité fait également partie des travaux de la thèse "Ecophysiologie de la tolérance à la sécheresse chez des légumineuses tropicales (Fabaceae) du genre *Vigna*: rôle des inhibiteurs de protéase et validation des marqueurs moléculaires pour la sélection variétale".

Un des aspects de la résistance à la sécheresse est la capacité de la plante à lutter contre des déficits hydriques intenses et prolongés. Cette propriété est reliée à la capacité de la cellule végétale à maintenir son intégrité membranaire malgré l'attaque de plusieurs systèmes enzymatiques dégradant les membranes (lipases et protéinases). Cet aspect est d'autant plus important que les membranes cellulaires ont pour rôle essentiel le maintien de la structure et de la compartimentation cellulaire, indispensable au bon fonctionnement de la cellule. Leurs constituants essentiels sont les lipides qui représentent 40% à 60% de leur matière sèche. De précédents travaux conduits sur d'autres plantes ont mis en évidence l'importance de la composition lipidique membranaire et de son évolution au cours du stress.

En effet, le déficit hydrique altère la teneur en lipides polaires et la composition en acides gras chez plusieurs plantes telles que le niébé (Monteiro de Paula et al., 1990 ; 1993), le cotonnier (Pham Thi, 1984), le cocotier (Repellin et al., 1997). Ce phénomène est lié à la résistance de la plante au déficit hydrique.

Le but de ce travail est d'étudier la composition lipidique membranaires (essentiellement chloroplastique) et son évolution, chez 4 cultivars de *Vigna unguiculata* lors d'un déficit hydrique. Les résultats permettront de classer les cultivars selon leur résistance membranaire au stress hydrique. Ils seront confrontés aux classements selon la tolérance au déficit hydrique obtenus au champ.

Plan de travail

L'essai sera mis en place en contre saison, dans la serre du Ceraas à Thiès.

Le dispositif en randomisation totale porte sur 4 cultivars et 5 états de stress caractérisés par des potentiels hydriques foliaires précis (-0.3, -1, -1.5, -2 Mpa et un témoin non stressé). Les traitements hydriques débuteront 35 jours après la levée.

L'étude comprendra 4 répétitions, et l'unité expérimentale 5 pots.

Résultats attendus

1. Classification des variétés en fonction de leur résistance membranaire.
2. Corrélation des résultats obtenus avec ceux de la résistance à la protéolyse et au rendement.
3. Validation du test d'analyse des lipides; comme moyen de cribler les variétés.

Ressources humaines

2 chercheurs: NN. DIOP, E. TINE (Ucad, appui pour les dosages lipidiques)
appui du biométricien (I. DIENG)
techniciens + MOT

Financement

Le budget nécessaire à cette activité est de 1 million de FCFA, et sera pris en charge par la subvention Fed8.

Fiche 4

Caractérisation de la variabilité génotypique des réponses à l'interaction sécheresse - fertilité azotée chez le mil (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.)

Justificatif

Au Sénégal, notamment dans le bassin arachidier, les rendements du mil varient en fonction de la disponibilité en eau ou du niveau de fertilité azotée mais également de l'interaction entre ces deux facteurs. Nos résultats antérieurs ont montré chez la variété souna III que l'effet dépressif du déficit hydrique sur les rendements en grains et en azote grain s'accroît avec l'augmentation de la dose d'azote. Ainsi, l'expression des mécanismes d'adaptation à la sécheresse caractérisés en sols riches est modifiée en sols pauvres.

Le génotype le mieux adapté en sols pauvres et en conditions sèches devrait présenter, entre autres, un indice foliaire faible, une redistribution du système racinaire en profondeur à moindre coût pour les parties aériennes et un bon coefficient de répartition de la matière sèche végétative vers la production de grains. Par rapport à ces résultats, il est nécessaire de caractériser (sur plusieurs variétés) la variabilité génotypique des réponses à l'interaction sécheresse - fertilité azotée afin d'optimiser la sélection pour l'adaptation à la sécheresse du mil.

La reprise de cette expérimentation permettra de préciser et confirmer les résultats obtenus en 2001.

Plan de travail

Cette expérimentation sera conduite en contre saison (semis en mars, exploitation des données et rapport en août-septembre).

Le dispositif sera en split plot factoriel à 3 facteurs (split plot à 3 facteurs et à 2 étages) : régime hydrique (facteur secondaire, 2 niveaux) et variété - azote (facteur principal, 3 et 2 niveaux).

Résultats attendus

1. Obtention de critères agrophysiologiques de sélection par rapport à la tolérance à la sécheresse, utilisables dans les programmes de sélection.

2. Identification de variétés adaptées aux sols pauvres en zone à risque de sécheresse.

Ressources humaines

1 chercheur : O. DIOUF

appui du biométricien (I. DIENG)

Techniciens + MOT

Financement

Le budget de 4 millions FCFA, nécessaire à la réalisation de cette activité sera apporté par la subvention Fed8.

Fiche 5

Amélioration de l'association niébé-rhizobium, par la sélection de variétés et de souches adaptées à la contrainte hydrique

Justificatif

Le niébé constitue la première légumineuse alimentaire dans les systèmes de cultures à base de céréales-légumineuses des populations rurales vivant dans les régions déshéritées du Sahel. Cette culture joue un rôle très important dans l'équilibre nutritionnel et dans l'économie des populations rurales. Depuis plusieurs décennies, on constate que la pluviométrie dans les pays de la zone sahélienne diminue considérablement, et fait de la sécheresse, une contrainte majeure de la production agricole, y compris pour le niébé.

Par ailleurs, le niébé, comme de nombreuses légumineuses, est capable de fixer l'azote atmosphérique lorsqu'il est en symbiose avec des bactéries de la famille des rhizobiums. La fixation d'azote permet des cultures sur des sols pauvres en azote, et de limiter les apports d'intrants. Cette propriété est fréquemment optimisée, de façon peu coûteuse et non polluante, en inoculant la plante, au moment du semis, avec une culture de rhizobium sélectionné pour son efficacité. Dans le cas du niébé, différents essais d'inoculation pratiqués dans le passé n'ont eu que peu d'impact sur la plante. Or des travaux récents sur la diversité des rhizobiums de niébé présents dans les sols de zones arides ont montré qu'une seule souche bactérienne dominait largement dans l'ensemble des régions prospectées. Il est probable que l'inoculation avec cette souche, dans des sols où elle est déjà présente en grand nombre, n'apporte qu'un effet restreint sur la croissance de la plante. Par contre, les mêmes études ont mis en évidence l'existence d'autres souches, très minoritaires, mais qui semblent induire la symbiose préférentiellement en conditions de stress hydrique.

Plan de travail

L'expérimentation sera conduite en contrasaison 2002, sur la station de Bambeu. Le dispositif expérimental sera un essai en blocs complets randomisés, étudiant 3 facteurs, la variété à 2 niveaux (tolérant et sensible à la sécheresse), et la souche de rhizobium inoculée à 3 niveaux (témoin sans inoculation, et 2 souches sélectionnées). L'essai comprendra 3 répétitions, soit 24 parcelles.

Résultats attendus

1. Estimation de l'impact de l'inoculation avec des souches de rhizobiums sélectionnées (pour leur capacité à former une symbiose en conditions de stress), sur des variétés différenciant par leur tolérance au stress hydrique.

2. Identification de l'association niébé-rhizobium la plus performante en conditions de déficit hydrique.

Ressources humaines

Chercheurs: S. BRACONNIER, M. NEYRA (IRI)

Appui du biométricien (I. DIENG)

Techniciens + MOT

Financement

Le financement de cette activité, estimé à 1,2 millions de FCFA, provient des fonds incitatifs du COTRAF.

Fiche 6

Etude des effets de la sécheresse sur des plantules de palmier à huile

Justificatif

Cette activité s'inscrit dans le cadre de l'accueil d'un chercheur du CNRA de Côte d'Ivoire pour l'obtention du DEA de biologie végétale de l'Ucad. Elle est étroitement liée à la mission de formation du Ceraas, et résulte des collaborations régionales du Centre.

En Afrique, la Côte d'Ivoire est le deuxième pays producteur d'huile de palme et le premier exportateur. Les zones élaeicoles sont concentrées dans le sud forestier, où la pluviométrie annuelle avoisine 1800 à 2000 mm. Cependant, depuis plusieurs années, les précipitations sont nettement moins importantes, et les palmiers subissent régulièrement des déficits hydriques compris entre 300 et 500 mm (voire plus : 960 en 1983 à Dabou).

De plus, la répartition de ces précipitations est moins bonne, avec notamment une diminution du nombre de jours de pluie, si bien que les plantes doivent faire de plus en plus face à des épisodes secs pendant la saison des pluies.

En outre, avec la dévaluation du franc CFA et la privatisation de la filière oléagineuse, la culture du palmier à huile connaît un engouement réel dans des zones à pluviométrie plus modeste, jusque là considérées comme des zones marginales pour l'élaeiculture.

Il est donc opportun d'étudier et de comprendre les effets de la sécheresse sur le palmier à huile, et notamment sur les échanges gazeux foliaires, et d'essayer d'identifier des critères de tolérance au jeune âge.

Plan de travail

L'essai sera conduit en serre, sur plantule.

Le protocole définitif n'est pas encore finalisé, car le nombre de variétés sur lesquelles portera l'étude n'est pas encore déterminé.

Résultats attendus

1. Obtention d'un référentiel pour l'étude de la réponse de plusieurs lignées de palmier à huile à la sécheresse au stade plantule.

2. Identification de la lignée la plus tolérante parmi celles étudiées.

Ressources humaines

2 chercheurs S. BRACONNIER et O. NDIAYE (CNKA Lamé, RCI)

appui du biométricien (I. DIENG)

Technicien et MOT

Financement

Le financement de l'activité incluant la bourse de DEA est de 3,9 millions de FCFA, et sera pris en charge par le DAAD (organisme de coopération académique allemand).

Fiche 7

Étude de la réponse à la longueur du jour de 3 variétés de sorgho

Justificatif

Les sélectionneurs n'ont pas gardé un caractère fondamental du sorgho local dans leurs variétés améliorées: le photopériodisme. Ce phénomène constitue pourtant un caractère important d'adaptation aux caprices du climat. Il permet l'ajustement de la durée du cycle à la longueur de la saison des pluies. En outre, la floraison groupée à la fin de la saison minimise les dégâts dus aux oiseaux, insectes ou moisissures, et ce phénomène donne aux paysans une plus grande souplesse pour le choix de la date de semis. Enfin, il permet notamment les semis précoces qui rendent la plante plus compétitive par rapport aux adventices et valorise les pics de minéralisation de la matière organique en début de saison des pluies.

De précédents résultats ont montré que 3 variétés de sorgho photosensibles, avaient une réponse différente et inattendue selon qu'on les semait à Bamako (13°N) ou à Montpellier (43°N). Les jours sont longs à Montpellier durant l'été, pourtant Sarioso 10 a fleuri bien plus tôt que quand il est planté à Bamako en mai-juin. Ces observations montrent que l'on ne connaît pas très bien le fonctionnement de la sensibilité à la photopériode, qui représente une voie de recherche pour l'adaptation à la sécheresse. L'objectif de cet essai est de mesurer la réponse de 3 variétés à la date de semis, et à la latitude. Cet essai sera conduit simultanément sur différents sites sous des latitudes variables.

Plan de travail

Cet essai est un essai multilocal, puisqu'il est sera semé sur différents sites, à des latitudes variées:

0° à l'Ierisat (Kenya)

5°N au Cirad (Guyanne française)

13°N à l'Ierisat (Mali)

15°N au Ceraas (Sénégal)

17°N à l'Ierisat (Inde)

20°S au Cirad (Réunion)

43°N au Cirad (France)

On étudiera 3 variétés de sorgho et la variation du photopériodisme sera obtenue par des dates de plantation variables (15-03, 15-06, 15-09 et 15-12).

Les parcelles seront disposées en randomisation totale. L'unité expérimentale sera constituée par un plant sur lequel seront suivi la croissance et le développement de la tige principale jusqu'à la floraison. 20 plants par date et par variétés seront ainsi suivis.

Résultats attendus

Le regroupement de l'ensemble des essais permettra de mieux comprendre comment fonctionne la réponse du sorgho au photopériodisme.

Ressources humaines

2 chercheurs S. BRACONNIER et B. SARR, collaboration avec l'Ierisat, et plusieurs stations du Cirad.

Appui du Biométricien (I. DIENG)

Techniciens et MOT.

Financement

Un budget de 1 million de FCFA est réservé sur la subvention Fed8 pour conduire cette expérimentation au Sénégal.

Fiche 8

Multiplication de semences des 56 variétés de sésame (*Sesamum indicum* L.) de la collection de l'Isra/Ceraas

Justificatif

Cette activité s'inscrit dans le projet FNRAA intitulé "Amélioration de la productivité et valorisation du sésame au Sénégal".

Au cours de précédents travaux, le Ceraas a pu acquérir 56 variétés de sésame, qui constituent à actuellement la collection de l'Isra.

Pour conduire les expérimentations prévues dans le projet FNRAA, il est indispensable de disposer d'un stock de semences de qualité et en quantités suffisantes.

Cette multiplication est donc une activité préalable indispensable au bon déroulement du projet FNRAA et du projet financé par le Fonds Coraf.

Plan de travail

Cette activité sera conduite sur la station de Bambey pendant la contre saison chaude 2002 (semis en février, durée du cycle: 90 à 110 jours).

La disposition des parcelles ne suivra pas un dispositif statistique particulier.

Résultats attendus

1. Production de semences de qualité et en quantité suffisante pour les prochaines expérimentations.

2. Amélioration des connaissances de certains chercheurs et techniciens impliqués dans les projets, qui feront leur première expérience avec le matériel végétal. On profitera en effet de cette multiplication pour effectuer des observations sur la morphologie de la plante (levée, formation des nœuds, floraison, formation des capsules, maturité, hauteur de la plante, nombre de rameaux, diamètre des tiges au collet).

Ressources humaines

3 chercheurs : M. DIOUF, M. NDIAYE (CNRA) et A. FOFANA (CRZ)

- Allocataire de recherche (M. Gueye)

- techniciens + MOT

Financement

Le budget de 1,2 million de FCFA proviendra de 2 sources de financement: FNRAA et Fonds Incitatif Coraf.

Fiche 9

Etude de la fluorescence chlorophyllienne et du rapport parties souterraines/parties aériennes au jeune âge sur les variétés de sésame de la collection de l'Isra

Justificatif

Cette activité s'inscrit dans le cadre du projet "Amélioration de la productivité et valorisation du sésame au Sénégal", financé par le FNRAA.

Les objectifs généraux de ce projet sont d'augmenter les rendements en milieu paysan et d'améliorer les technologies de transformation existantes, et par conséquent les revenus et la sécurité alimentaire des producteurs. Il faudra en particulier évaluer le degré de tolérance des variétés étudiées au déficit pendant la phase d'installation. Par ailleurs, ce travail fait partie des travaux de recherche d'une thèse de 3ème cycle d'un allocataire de l'Isra accueilli au Ceraas.

Plan de travail

L'essai sera conduit au CNRA de Bambey en contre saison 2002 en pots sous abri.

L'expérimentation devra durer 35 à 45 jours et le matériel végétal sera constitué par les 56 variétés de la collection de l'Isra. Les régimes hydriques seront appliqués à partir du stade de développement 6 feuilles (20 à 25 jal). Les pots témoin seront arrosés tout au long de l'expérimentation (alimentation en eau satisfaisante) par un apport régulier (tous les 2 jours) d'eau du robinet alors que les pots des plantes stressées ne recevront aucun apport d'eau à partir de la date d'application du stress hydrique.

Résultats attendus

1. Caractérisation de l'activité photochimique des variétés de sésame étudiées en conditions de déficit hydrique au jeune âge
2. Caractérisation de l'effet du stress hydrique sur la répartition des assimilats

Ressources humaines

Le chercheur : M. DIOUF
allocataire de recherche (M. Guèye)
appui du biométricien (I. DIENG)
techniciens + MOT

Financement

Le budget de 1.6 million de FCFA proviendra de 2 sources de financement: FNRAA et Fonds Incitatif Coraf

Fiche 10

Diffusion des résultats des recherches du projet "Promotion de la culture du sésame au Sénégal"

Justificatif

Cette activité est la dernière action du projet de développement intitulé "Promotion de la culture du sésame au Sénégal", initié en 2000, et financé par l'ONG Catholic Relief Services. Ce projet réunit le CRS, le Ceraas et 5 organisations paysannes, et se terminera en 2002. Il avait pour objectif de faciliter la réintroduction du sésame au Sénégal. L'ONG CRS, initiateur et bailleurs de fonds du projet, a sollicité le Ceraas en 1999 pour élaborer un projet incluant à la fois des aspects recherche, avec des travaux d'étude de réponse à la sécheresse de 7 variétés de sésame, et des aspects développement, avec un important volet formation des agriculteurs.

Cette dernière année concerne essentiellement les aspects liés à la formation et au transfert de connaissances, qui ont tout au long du projet été une des préoccupations du chercheur responsable du projet au Ceraas. Une des clés de la réussite de ce projet est la transmission aux paysans des notions de base nécessaires à la conduite de la culture du sésame. Un certain nombre de recommandations ont donc été faites aux agriculteurs pilotes avec lesquels les différentes expérimentations ont été conduites, de façon à faciliter l'appropriation de cette culture par les paysans.

La dernière année correspond à un renforcement du transfert des connaissances sur cette culture (élaboration de fiches techniques, organisation d'un atelier de formation, ...).

Plan de travail

Cette activité sera conduite en contre saison 2002. Elle permettra de faire le bilan de la précédente campagne, et d'organiser des sessions de formation destinées non seulement aux agriculteurs pilotes, mais également à l'ensemble des paysans de chaque zone considérée.

Pour tous les autres acteurs de la filière sésame au Sénégal (ONG, autres organisations paysannes, pouvoirs publics, opérateurs économiques, bailleurs de fonds...), une restitution finale sera organisée par le CRS en collaboration avec le Ceraas sous forme d'un séminaire.

Résultats attendus

1 Diffusion des acquis en rapport avec les itinéraires techniques de la culture du sésame (élaboration d'une fiche technique sur la culture du sésame au Sénégal) et contribution à la promotion de la filière Sésame

2. Amélioration de la technicité des producteurs en matière de pratique de la culture du sésame

3 Publication d'articles dans des revues scientifiques

Ressources humaines

1 chercheur M. DIOUF appuyé par des représentants du CRS, des encadreurs (5) et des représentants des organisations paysannes (1 par OP)

Financement

Le budget de 4.5 millions de FCFA est fourni par l'ONG CRS.

1.2 Modélisation du fonctionnement des plantes

Fiche 1i

Alimentation en données d'un modèle de pilotage de l'irrigation: étude de l'effet d'alimentations hydriques différenciées sur une gamme variétale

Justificatif

L'agriculture sénégalaise a une tradition fortement ancrée de production arachidière destinée à l'huilerie. Or, le marché mondial de l'huile est de plus en plus concurrentiel, avec la présence d'huile d'oléagineux à haut rendement tels le soja, le tournesol ou le colza. L'évolution récente du marché mondial de l'arachide de bouche (ARB) offre en revanche une bonne opportunité de débouché à l'arachide. Actuellement, les quelques agriculteurs disposant d'un système d'irrigation tirent un revenu important de la culture en contre saison sèche, qui permet d'approvisionner les centres urbains en graines fraîches et fanes. L'accroissement des superficies irriguées devrait cependant s'accompagner d'une recherche de nouveaux marchés comme la production de semences et l'arachide de bouche d'exportation. En contre partie, cet accroissement de l'utilisation de l'eau devrait générer une limitation de la ressource hydrique qu'il conviendra dans un premier temps de payer et dans un second temps de partager avec de plus en plus d'utilisateurs. Il est donc urgent de développer des outils et des techniques d'irrigation conciliant des objectifs de rendement, de qualité et d'économie d'eau. Des travaux réalisés en 2000 et 2001 ont permis de mettre en évidence une technique de pilotage de l'irrigation associée à un meilleur rendement Hand Picked Selected (HPS) qui module l'intensité et la vitesse de dessèchement du sol une fois la phase de floraison intense dépassée. Un modèle de pilotage de l'irrigation pour l'amélioration du rendement et de la qualité technologique de deux variétés d'arachide (Fleur 11 et GH 119 –20) de bouche a été également développé en 2001. Dans ce modèle, les besoins nets en eau d'irrigation sont exprimés en fonction des états de développement foliaire et racinaire du couvert ainsi que de l'état hydrique du sol. L'objet de cet essai est d'une part alimenter ce modèle en paramètres variétaux sur une large gamme variétale et de déterminer des régimes hydriques qui permettent une meilleure qualité de la production.

Plan de travail

L'essai sera conduit dans la vallée du fleuve Sénégal, en contre saison (semis mi-mars). Deux facteurs seront étudiés: la gamme variétale à 6 niveaux et le régime hydrique à deux niveaux. Le dispositif sera en split plot avec le régime hydrique en grandes parcelles et la variété en petites parcelles.

Résultats attendus

1. Obtention de paramètres variétaux pour le développement d'un outil de pilotage de l'irrigation.
2. Identification des géotypes d'ARB à longueurs de cycle variées adaptés aux conditions d'irrigation pilotée par des indices de stress hydrique du sol.

Ressources humaines

2 chercheurs : B. SARR + D. CLAVEL + appui du biométricien
1 informaticien : C. SYLLA
2 techniciens

Financement

Le budget prévisionnel de l'activité est de 3.9 millions provenant du CNIA et du Fed8.

Fiche 12

Évaluation de la croissance et de la productivité des céréales (mil, sorgho et maïs) en milieu paysan dans différentes zones agro-écologiques du Sénégal

Justificatif

Cette activité s'inscrit dans le projet "Modélisation de la croissance et de la productivité des cultures céréalières et mise au point d'un SIG pour l'amélioration des systèmes de prévisions agricoles au Sénégal" financé par le FNRAA.

Pour de multiples raisons liées à des divers stress environnementaux (stress hydrique, pauvreté des sols, pression phytosanitaire, faible densité de population...), il existe un écart entre les rendements potentiels et ceux observés en milieu réel. Pour prédire des rendements réels (paysans), il faut construire des indices réducteurs qui prennent compte de l'effet de ces stress environnementaux, sur la réduction de biomasse et de la production en grains. L'objectif de cette étude est de suivre en temps réel le déroulement de l'hivernage (climatologie journalière, phénologie, développement végétatif, croissance des cultures, rendements réels en milieu paysan) afin d'analyser et expliquer les causes des écarts entre rendements potentiels et rendements réels.

Plan de travail

Il s'agit d'une enquête agronomique, qui sera réalisée pendant l'hivernage, en parcelles paysannes dans les principales zones agroécologiques pluviales du Sénégal. L'échantillonnage est réalisé en fonction de l'importance de la production des cultures par département. Le choix des paysans et des sites se fera de manière aléatoire.

Résultats attendus

Détermination d'une méthode statistique d'ajustement des rendements (passage du potentiel au réel).

Ressources humaines

2 chercheurs: B. SARR et O. DIOUF

1 biométricien: I. DIENG

1 assistant de recherche: M. FALL

2 techniciens + enquêteurs des services de développement rural

Financement

Budget de 6,5 millions de FCFA sur fonds FNRAA (Année 2 du projet)

Fiche 13

Évaluation de la croissance et de la productivité du maïs cultivé au champ sous différents régimes hydriques et azotés: obtention de référentiels pour le calage d'un modèle de bilan carboné pour la préviagricole

Justificatif

Cette activité s'inscrit dans le projet "Modélisation de la croissance et de la productivité des cultures céréalières et mise au point d'un SIG pour l'amélioration des systèmes de prévisions agricoles au Sénégal" financé par le FNRAA.

En zone soudano-sahélienne, l'agriculture est étroitement dépendante des aléas du climat. Depuis la fin des années 60, le Sahel et le Sénégal en particulier, enregistre des périodes de sécheresses récurrentes. Ces anomalies pluviométriques, conjugués à la pauvreté des sols peuvent se traduire par des baisses de la production en grain de plus de 60 %. Cette situation entrave par conséquent le développement social et économique des pays sahéliens,

Face à ces aléas, la prévision des rendements des cultures dans la zone sahélienne et soudanienne constitue une préoccupation majeure pour les décideurs chargés de la gestion des stocks céréaliers, de la commercialisation et du déclenchement de l'aide alimentaire. Mettre à la disposition du gouvernement du Sénégal à moindre coût et de façon précoce, des statistiques agricoles fiables, permettra ainsi une bonne planification de la politique agricole et alimentaire.

L'objectif de cette activité est d'établir des relations entre l'état hydrique et la fertilité du sol, de la plante et les paramètres de croissance et de productivité du maïs afin d'obtenir des référentiels pour le calage, la validation et le développement d'un modèle de bilan carboné modulé par les conditions hydro-minérales pour la prévision des récoltes du maïs

Plan de travail

Cette expérimentation sera conduite au CNRA de Bambey, en hivernage (semis en juin)

Deux facteurs seront étudiés, le régime hydrique à deux niveaux et la fertilisation azotée à deux niveaux. Le dispositif sera en split plot avec le régime hydrique en grandes parcelles et les niveaux d'azote en petites parcelles

Résultats attendus

1. Caractérisation des réponses du maïs en conditions d'alimentation hydrique et azotée contrôlée

3. Obtention de référentiels pour la paramétrage du modèle de croissance du maïs en fonction des conditions d'alimentation hydrique et azotés variés

Ressources humaines

3 chercheurs: B. SARR et O. DIOUF

appui du biométricien (I. DIENG)

stagiaire de l'ENCR

Techniciens + MOT

Financement

Budget est de 3.5 millions de FCFA, sur fonds FNRAA (année 2 du projet).

Fiche 14

Caractérisation de la dynamique racinaire du mil du maïs et de l'arachide sous conditions d'alimentation hydrique et de nutrition azotée variées.

Justificatif

Cette activité s'inscrit dans le pro-jet "Modélisation de la croissance et de la productivité des cultures céréalières et mise au point d'un SIG pour l'amélioration des systèmes de prévisions agricoles au Sénégal" financé par le FN RAA.

Au Sénégal, la sécurité alimentaire constitue l'un des principaux objectifs de la recherche et du développement agricoles. Un appui efficace des autorités publiques, des ONG et des bailleurs de fonds aux producteurs nécessite avant tout un diagnostic rapide et précoce de la situation de la campagne agricole. Le développement, à l'échelle nationale, des modèles de croissance et de productivité des principales cultures (mil, maïs, sorgho, arachide), qui associés à des outils géographiques d'informations agricoles, devraient contribuer à l'amélioration des systèmes de suivi des cultures, d'estimation fiable et précoce de la production vivrière au Sénégal.

Ces modèles seront construits à partir de modèles existants qui prennent en compte les flux d'eau et de carbone. Dans cette approche, l'ajustement des rendements estimés aux rendements réels doit prendre en compte la fertilité des sols en particulier la fertilité azotée. A cet effet, le modèle développé sur le flux d'énergie et de matière (eau, carbone) fera intervenir également le flux d'azote. Ceci nécessite une compréhension de l'interaction sécheresse x fertilité azotée.

De plus, les modèles basés sur l'efficacité de l'absorption et de l'utilisation du PAR donnent seulement une estimation de la biomasse produite. Les limites de ces modèles résident dans la sous-estimation de l'efficacité réelle de conversion de l'énergie car seule la biomasse aérienne est souvent prise en compte. La connaissance des effets interactifs de la sécheresse et de la fertilisation azotée sur les caractéristiques racinaires apparaît importante.

Plan de travail

L'essai sera conduit en contre saison au CNRA de Bambey. Pour chaque espèce, le dispositif sera un split plot à 3 répétitions, le régime hydrique comme facteur secondaire (2 niveaux) et l'azote comme facteur principal (2 niveaux).

Résultats attendus

1. Détermination de la dynamique du taux de croissance relative des organes aériens par rapport aux racines.

2. Détermination des mécanismes qui contrôlent la croissance racinaire en fonction de la disponibilité en eau et en azote.

3. Amélioration de l'estimation de la biomasse aérienne durant les différentes phases.

Ressources humaines

Deux chercheurs: O. DIOUF et B. SARR, collaboration avec le Cirad

1 DEA

3 techniciens + MO?

Financement

Le budget total est de 8.8 millions de FCFA, et inclut la bourse de DEA. Les sources de financement sont le FNRAA (pour l'activité) et le DAAD (pour la bourse).

1.3 Amélioration de la méthodologie de sélection

Fiche 15

Variabilité de lignées isogéniques d'arachide pour la résistance à la sécheresse 2002

Justificatif

Dans un programme de sélection pour la résistance à la sécheresse, il est très important de déterminer les facteurs d'ordre agronomique et phénologique par lesquels une lignée est plus résistante qu'une autre en conditions de déficit hydrique. Pour identifier ces facteurs, le choix du matériel végétal à étudier et les conditions hydriques dans lesquelles ce matériel sera comparé revêtent une grande importance. Dans le cadre du précédent projet STD3 Cirad-Isra, des lignées isogéniques des variétés 55-437 et 73-30 ont été créées par back-cross (BC) dans l'objectif de réduire la longueur du cycle. Ces programmes visaient un transfert de la précocité de la variété (Chic), variété peu productive mais très précoce (75 jours), aux variétés sénégalaises, 55-437 (90j, non dormante) et 73-30 (95j, dormante). D'autres lignées ont été créées parallèlement dans le même objectif dans un schéma de sélection voisin mettant en œuvre une sélection généalogique à partir des premiers BC. Le matériel ainsi créé constitue un ensemble de lignées génétiquement proches entre elles puisqu'elles sont issues des mêmes parents et également très proches du parent récurrent femelle : 55-437 dans le premier cas et 73-30 dans le second.

Les résultats obtenus en 1999 et 2000 sur ces lignées dans les conditions pluviales ont montré qu'il existait une variabilité de certains de leurs caractères agronomiques. Cette variabilité doit être étudiée dans un dispositif permettant de comparer ces caractères et d'autres de nature agronomo-physiologiques dans des conditions d'alimentation hydrique contrastée. Il s'agit principalement de mesurer le rôle de la phénologie (précocité) et d'identifier une éventuelle variabilité génétique d'autres caractères. Cet essai répètera et complètera celui qui a été conduit en 2001 en fonction des résultats de ce dernier sur une gamme variétale resserrée.

Plan de travail

L'expérimentation sera mise en place en hivernage, avec un semis décalé (en septembre), et comprendra 2 essais en split-plot x 3 répétitions (régime hydrique en grandes parcelles et variétés en petites parcelles):

1 essai (BC55 -- 2002) pour lequel les lignées issues des BC sur 55-437 (dont 2 témoins), ont été choisies en fonction des résultats de l'essai 2001

1 essai (BC73 -- 2002) pour lequel les lignées issues des BC sur 73-30 (dont 2 témoins), ont été choisies en fonction des résultats de l'essai 2001

Résultats attendus

Identification de lignées très précoces directement vulgarisables, ou utilisables pour les études physiologiques sur l'adaptation à la sécheresse chez l'arachide. En effet, ces lignées ayant un patrimoine génétique très proche, on peut espérer que si une variabilité existe pour un caractère, il sera plus facile d'associer ce dernier à un gène, que l'on pourra ensuite utiliser comme marqueur dans les programmes de sélection.

Ressources humaines

2 chercheurs: D. CLAVEL et O. DIOUF + appui du biométricien
1 DEA + techniciens spécialisés et MOT

Financement

Le budget prévisionnel est de 3.75 millions de FCFA, provenant de la subvention Fed8 et du DAAD (pour la bourse de DEA).

Fiche 16

Création d'une carte génétique du niébé

Justificatif

Cette activité s'inscrit dans le projet financé par le FNRAA et intitulé "Marquage moléculaire et recherche de QTLs pour la sélection de la tolérance à la sécheresse chez le niébé". L'intégration de caractères agronomiques et physiologiques complexes mais favorables à la production en conditions de sécheresse, dans les programmes de sélection classiques, pose des problèmes méthodologiques et techniques. La sélection assistée par marqueurs (SAM) offre des perspectives complémentaires permettant de lever les contraintes de la sélection classique. La construction d'une carte génétique dense est une des étapes préalables indispensables pour pouvoir rechercher des QTL. Cette activité sera facilitée par la disponibilité d'une population de lignées pures recombinantes en F7 obtenues par SSD à partir d'un croisement entre deux variétés précoces Bambey '21 et Mouride. L'utilisation des marqueurs actuellement disponibles devrait permettre d'obtenir une carte dense, où tout point du génome est lié au moins à un marqueur.

Plan de travail

Les travaux portant sur l'identification des amorces microsatellites révélant un polymorphisme chez les deux parents, Mouride et Bambey 21 ont démarré en 2001 et se poursuivront en 2002, en augmentant le nombre de marqueurs. La population de 150 lignées recombinantes en F7, sera ensuite génotypée en utilisant les amorces microsatellites polymorphes. Pour chaque lignée, une extraction d'ADN puis un marquage moléculaire seront effectués. Le nombre élevé de marqueurs polymorphes augmente les chances de mettre en évidence le polymorphisme existant entre les lignées.

Des profils électrophorétiques seront obtenus pour chaque individu afin de connaître sa composition allélique. L'analyse des groupes de liaisons génétiques et l'association des caractères aux marqueurs seront réalisées en utilisant Mapmaker/QTL. La carte ainsi établie sera rapprochée de celles existantes afin de permettre une meilleure résolution dans la recherche des QTLs de tolérance à la sécheresse.

Résultats attendus

1. Test d'au moins 100 amorces microsatellites et identification d'environ 20 marqueurs polymorphes pour les variétés de niébé, Bambey 21 et Mouride.

3. Obtention d'une carte génétique dense du niébé visant 150 marqueurs moléculaires.

Ressources humaines

Chercheurs: H. ROY-MACAULEY, N. CISSE, S. BRACONNIER

Appui du biométricien: I. DIENG

Thésarde : M. C. GUEYE

Technicien + MOT

Financement

Le budget estimé à 6 million provient du financement FNRAA "niébé".

Fiche 17

Création d'une carte QTL de tolérance à la sécheresse pour le niébé à partir de marqueurs ségrégants

Justificatif

Cette activité s'inscrit dans le projet financé par le FNRAA et intitulé "Marquage moléculaire et recherche de QTLs pour la sélection de la tolérance à la sécheresse chez le niébé". L'intégration de caractères agronomiques et physiologiques complexes mais favorables à la production en conditions de sécheresse, dans les programmes de sélection classiques, pose des problèmes méthodologiques et techniques. La sélection assistée par marqueurs (SAM) offre des perspectives complémentaires permettant de lever les contraintes de la sélection classique. La création d'une carte QTL de tolérance à la sécheresse pour le niébé est l'étape suivant l'obtention d'une carte génétique dense sur niébé. Elle est réalisée à partir des marqueurs ségrégants d'une carte génétique saturée et associe les marqueurs aux caractères étudiés.

Plan de travail

Il s'agit de développer une carte QTL de tolérance à la sécheresse pour le niébé à partir des marqueurs ségrégants identifiés lors de la création de la carte génétique. En 2001, la recherche des paramètres agro-morpho-physiologiques liés à la tolérance à la sécheresse chez le niébé (1.1 croissance phénologique, le rendement et ses composantes et l'indice de récolte), a démarré sur 20 variétés issues de la collection de l'Isra.

En 2002, ces travaux seront répétés pour confirmer les résultats de 2001 (dispositif en split plot à 5 rép traitement hydrique à 2 niveaux en grandes parcelles, variétés à 20 niveaux en petites parcelles) Ensuite, les 150 lignées recombinantes et les deux parents seront évalués selon le même dispositif. Les paramètres suivis seront ceux reconnus pour être liés à la tolérance à la sécheresse.

La cartographie des QTLs sera conduite sur la moyenne des valeurs des performances pour chaque caractère d'intérêt, mesuré dans le test agronomique décrit ci-dessus, et sur les indices de résistance à la sécheresse. Pour l'analyse QTL des caractères (nombre, positionnement sur la carte, pourcentage de la variance phénotypique expliqué et effet allélique), deux approches statistiques complémentaires seront utilisées: 'simple interval mapping' avec le logiciel QTL Mapmaker et 'composite interval mapping' avec le logiciel QTL Cartographer.

✦

Résultats attendus

1. Identification de critères agro-morpho- physiologiques liés à la tolérance à la sécheresse chez le niébé

2. Identification de QTLs putatifs pour la tolérance à la sécheresse du niébé pouvant être utilisés dans la sélection identifiés

Ressources humaines

Chercheurs: H. ROY-MACAULEY, N. CISSE, S. BRACONNIER

Appui du biométricien (1. DIENG)

1 thésarde : M. C. GUEYE

1 DEA + Technicien + MOT

Financement

Le budget est estimé à 7.95 millions, provenant du financement FNRAA "niébé" et du DAAD (pour la bourse de DEA).

2 La formation

Les activités sont adaptées à la taille de l'équipe scientifique actuelle. Cette dernière est amenée à évoluer au cours de 2002, augmentant ainsi la capacité d'accueil et d'encadrement du centre, mais cette évolution n'est pas prise en compte dans ce document.

La formation au Ceraas peut se décliner en 2 filières:

- Une formation académique, conduisant à l'obtention d'un diplôme. Les niveaux sont variables et vont du diplôme d'ingénieur agricole (Ensa et ENCR) au Doctorat d'université. Le Ceraas privilégie cependant les formations susceptibles de valoriser plus facilement au plan scientifique les stages, comme les DEA ou les doctorats.
- Une formation ou un encadrement "continu", destinée aux scientifiques de la sous-région, désireux de compléter leurs connaissances dans le domaine de l'adaptation des plantes à la sécheresse. Cela peut concerner le transfert et l'acquisition d'une technique, la conduite d'une expérimentation que le scientifique n'a pas les moyens de conduire dans son propre SNRA, ou un simple appui technique de la part du Ceraas.

Les activités sont donc essentiellement tournées vers la formation à la recherche, par la recherche

2.1 La formation diplômante

Les stages d'ingéniorat

Chaque année, le Ceraas accueille en stage de fin d'études des ingénieurs de l'École nationale supérieure d'agriculture (Ensa), et de l'École nationale des cadres ruraux (ENCR), pour des stages d'environ 4-5 mois. Chaque stage fait l'objet d'un rapport qui est présenté par l'étudiant lors d'une soutenance.

Sur le financement du fed8, il est prévu en 2002 d'accueillir un ingénieur pour son stage de fin d'étude. Il s'intégrera dans les travaux conduits dans le cadre du projet FNRAA "Modélisation de la croissance et de la productivité des cultures céréalières et mise au point d'un SIG pour l'amélioration des systèmes de prévisions agricoles au Sénégal".

Le CESS

Cette formation dispensée au Ceraas, sous le triple label Ucad-Ceraas-Ensa, accueillera en 2002 sa troisième promotion. Les chercheurs du Ceraas participent aux enseignements, et encadrent les étudiants pour la rédaction de leur mémoire bibliographique de fin d'études.

Depuis 3 ans, le financement est apporté par la coopération belge (AGCD), dans le cadre d'un "Projet d'initiative propre (PIP)" dont les w-promoteurs sont le C'eraas et l'Université Libre de Bruxelles. Il permet la formation de 8 étudiants en CESS.

Le DEA

En 2002, le C'eraas encadrera directement 6 DEA, dont 3 seront financés par la coopération académique allemande (DAAD), 2 par la coopération belge (AGCD) et un par la subvention Fed 8.

Il apportera un appui scientifique dans l'élaboration des protocoles, la mise en place de l'expérimentation, l'exploitation des données; et participera à la soutenance de 12 DEA, 3 au Sénégal, 3 au Nigeria, 3 en Sierra Leone et 3 au Burkina Faso. Le financement provient de l'Association des universités africaines (AUA), dans le cadre du projet " Collaborative graduate training and research in semi-arid agriculture".

Enfin, le budget du projet Inco groundnut-aflatoxin, permettra l'inscription d'une étudiante sénégalaise en DEA à l'Université Paris 12 Val de Marne. Elle effectuera son stage pratique dans le IBPAV, partenaire scientifique du Ceraas dans le projet Inco, et avec lequel le centre collabore depuis sa création.

Le Doctorat

En 2002, trois chercheurs du Ceraas poursuivront leurs travaux de thèse:

un est inscrit en thèse d'état à l'Ucad

une est inscrite en Doctorat d'université à Paris 12. la soutenance est prévue au dernier trimestre 2002

une est inscrite en Doctorat d'université à Paris 12. la soutenance est prévue en 2003

Le Ceraas accueille également une étudiante inscrite en première année de thèse 3^e cycle à l'Ucad.

2.2 La formation non diplômante

L'accueil de chercheurs dont le stage ne conduira pas à l'obtention d'un diplôme est soumis à des discussions préalables. En effet, dans le but d'avoir un impact fort, la demande de stage doit être motivée par des arguments scientifiques, Le SNRA demandeur doit justifier d'un programme de recherche dans l'adaptation à la sécheresse des plantes, ou justifier la nécessité d'en élaborer un. Le

Ceraas souhaite que ces stages soient l'occasion de tisser des liens durables avec les partenaires de la sous région. La programmation de ce type d'opérations est assez difficile et passe d'abord par l'identification de la demande.

Par manque de moyen ces dernières années, cet aspect de la formation au Ceraas a été très réduit. Il est indispensable de susciter à nouveau la demande. Pour cela, le Ceraas envisage d'effectuer en 2003 plusieurs missions dans les SNRA régionaux pour présenter le centre et les modalités de formation existant, afin d'identifier les demandes pour une planification ultérieure.

**Centre d'étude régional pour l'amélioration
de l'adaptation à la sécheresse**

Le Ceraas: vue prospective à 2010

1 La situation

Les zones arides et semi-arides de l'Afrique de l'Ouest et du Centre sont caractérisées par une baisse et une forte variabilité spatio-temporelle des précipitations qui font de l'alimentation en eau le premier facteur limitant pour l'agriculture. La fréquence et la distribution des précipitations rythment l'évolution des productions agricoles et influencent la vie quotidienne de plus de 40 millions de personnes.

Cet effet dépressif sur les productions est en outre aggravé par une mauvaise qualité des sols qui sont fréquemment peu structurés et peu fertiles (faible capacité d'échange, faible teneur en matière organique, faible capacité de rétention en eau). On estime à plus de 40% le pourcentage des terres agricoles qui, bien que bénéficiant d'une pluviométrie relativement bonne, ne sont pas cultivées du fait de leur pauvreté.

Enfin, quand les sols sont cultivables, on constate que les potentialités d'intensification sont, souvent limitées, du fait de contraintes multiples (culturelles, encadrement et formation des paysans réduits...), et parce que le matériel végétal est peu adapté (manque de diversification et adaptation à la sécheresse insuffisante).

Même si ces facteurs expliquent en grande partie pourquoi ces deux dernières décennies, l'augmentation des productions agricoles n'a pu suivre le taux de croissance démographique, ils ne sont pas les seuls. En effet, le manque d'engagement clair des gouvernements dans des politiques de soutien et de mutation de leur agriculture, a conduit à la réduction des fonds d'aide au développement agricole, au découragement des investisseurs du secteur privé et à l'apparition de problèmes de durabilité des investissements du secteur public.

Dans de telles conditions, la majorité de la population rurale ne parvient à assurer ni des revenus substantiels, ni une croissance suffisante, tout en gérant durablement les ressources naturelles. L'agriculture qui est pourtant l'un des moteurs du développement économique et social de l'Afrique de l'Ouest et du Centre, ne peut jouer son rôle, du fait des multiples contraintes exposées précédemment.

Ce constat peut se décliner suivant différentes variantes selon les pays du Sahel, mais ses grandes lignes restent valables pour tous.

Dans ce cadre difficile, le rôle de la recherche agronomique, et du Ceraas en particulier, est de fournir des solutions techniques pour réduire l'effet dépressif de la sécheresse sur les productions agricoles. Ces solutions ont des formes multiples, allant de la création (de variétés, d'outils...), à la formation (augmentation qualitative et quantitative des équipes scientifiques travaillant dans le domaine de la sécheresse), en passant par l'adaptation (des méthodes, des outils...). Mais le centre se doit également de rester sans cesse en prise sur le milieu réel pour faciliter les conditions de l'adoption des innovations.

Le défi principal est donc de fournir à l'agriculteur des régions sèches, des technologies agricoles adaptées, qui leur permettent de minimiser les contraintes de productivité, et enrayer l'augmentation du décalage entre production agricole et démographie.

Par ailleurs, avec les révolutions introduites par les biotechnologies; il existe de grandes espérances quant au potentiel de création variétal, dont on ne voit pas aujourd'hui les limites.

Peut-on cependant envisager que le Sahel devienne le grenier à céréales de l'Afrique de l'Ouest ?

Pour répondre aux défis exposés précédemment, la création d'un Centre d'étude régional pour l'amélioration de l'adaptation à la sécheresse a été décidée. Il possède les caractéristiques suivantes:

- . C'est un Centre national d'excellence, qui a le mandat régional de traiter des questions liées à l'adaptation des plantes et des cultures à la sécheresse.
- C'est une unité de recherche et de formation ayant des relations scientifiques avec des partenaires du Nord et des Centres Internationaux pour la mise au point de technologies.
- C'est une interface entre le Nord et le Sud, qui constitue une voie d'accès aux nouvelles technologies pour les pays du Sud,
- . Il représente une plate-forme d'échanges et de formations scientifiques Nord-Sud et Sud-Sud.

2 L'avenir du Ceraas

2.1 Le positionnement institutionnel au Sénégal

Le Ceraas, laboratoire national de l'Isra et base centre du Coraf, possède une double tutelle: l'Isra pour tous les aspects nationaux, et le Coraf pour ce qui relève de la sous-région. Ce positionnement qui peut sembler complexe, permet cependant au Ceraas d'avoir un rayonnement régional tout en étant solidement ancré dans le SNRA sénégalais.

Le Ceraas est un projet ambitieux qui doit être assumé et partagé par l'Isra. Il offre au Sénégal d'être à l'avant-garde des pays sahéliens pour la recherche sur l'amélioration de l'adaptation à la sécheresse. Dans ce cadre, cette double tutelle doit se traduire par une intégration totale du personnel national du Ceraas dans celui de l'Isra. En effet, jusqu'à présent, ce personnel permanent était embauché pour des contrats à durée déterminée. Cette situation anormale⁴ mettait le personnel dans une précarité incompatible avec un rendement optimal dans le travail, et risquait à terme de mettre en péril la possibilité de pérenniser le centre.

Depuis 2001, l'Isra a entamé cette intégration. La démarche doit se poursuivre, et conduire à un organisme dans lequel les composantes nationales, régionales et internationales, ainsi que leurs modalités de fonctionnement soient clairement identifiées.

2.2 Le partenariat scientifique

L'objectif du Ceraas est de devenir un centre d'excellence dans le domaine de l'étude de l'adaptation des plantes à la sécheresse. Pour y parvenir, le maintien et le développement d'un partenariat scientifique solide et pérenne est une des conditions indispensables.

Dans la courte histoire du Ceraas, le partenariat scientifique de qualité a toujours été le facteur qui a déclenché les différentes avancées du centre. En outre, il est clair que seul, le Ceraas n'aurait pas survécu aux différents moments difficiles qu'il a traversés sur le plan financier. Conscient de cette situation, le Ceraas reste ouvert en permanence à l'extérieur, aussi bien au niveau national, régional qu'international (figure 1).

Au niveau national, le Ceraas est maintenant solidement ancré dans son institution d'origine, l'Isra. Le partenariat qu'il a construit avec l'U Jcad et l'Ensa dans le cadre de la formation en C.E.S.S. a poursuivi et amélioré. Le rapprochement actuel entre l'Ensa et l'U Jcad facilitera cette consolidation. Avec le renforcement des compétences en étude des systèmes agricoles, les relations avec les organismes de développement (Direction de l'Agriculture, Organisations de producteurs, ONG. . . .) s'intensifieront.

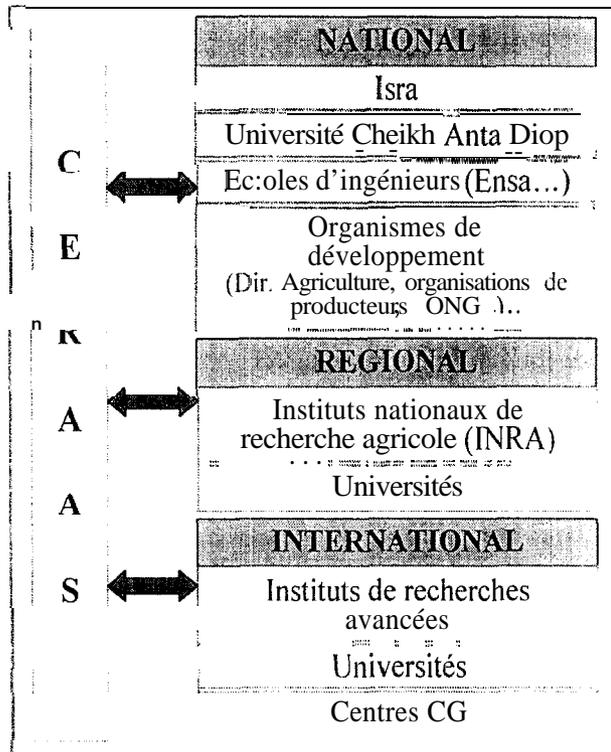


Figure 1: Partenariats scientifiques du Ceraas

Au plan régional, le Ceraas développera ses relations avec les instituts nationaux de recherche agricole des pays de la sous région, ainsi qu'avec leurs universités. Des projets comparables à celui financé par l'Association des Universités Africaines, serviront à tisser et maintenir les relations avec les structures universitaires.

Au niveau international, le partenariat sera axé vers les universités, les institutions de recherches avancées (type Cirad, IRD, . . .) et les centres CG (type Icrisat, IITA, . .).

La mise à disposition du financement de la seconde phase du projet, dans le cadre du 8^e Fed va permettre de faciliter le maintien et le développement de ces partenariats scientifiques.

2.3 Les programmes scientifiques

La programmation scientifique pour l'année 2002 est essentiellement basée sur les projets de recherche que le Ceraas a élaborés avec ses partenaires puis proposés aux bailleurs de fonds,

Dans le futur, le centre poursuivra ses études suivant les 3 grands axes définis dans son projet scientifique:

- caractérisation de la réponse des plantes au déficit hydrique
- modélisation du fonctionnement des plantes
- amélioration de la méthodologie de sélection.

Ces 3 grands axes permettent de répondre aux grands problèmes que va rencontrer l'agriculture des ZONES sèches, et qui sont bien entendu liés aux changements climatiques annoncés par les climatologues.

Ces travaux sont actuellement conduits presque exclusivement sur des plantes annuelles principalement alimentaires, mais compte tenu de la demande croissante, il est envisageable que le Ceraas étende ses travaux aux plantes pérennes qui sont d'un intérêt agronomique (acacia, filao...).

Une position du Conseil scientifique et technique sur le sujet est attendue.

Cependant, pour éviter une trop grande dispersion, il apparaît nécessaire, particulièrement pour les études en génétique moléculaire, de travailler sur des plantes modèles, sur lesquelles les recherches seront intensifiées. Au niveau des légumineuses, ce pourrait être l'arachide et le niébé, que le Ceraas étudie depuis sa création, alors que parmi les céréales, sorgho et mil seraient celles sur lesquelles les travaux seraient renforcés.

Au niveau des thématiques, les activités relevant de la biologie moléculaire (génomique fonctionnelle et génétique moléculaire) seront développées, du fait du renforcement des compétences dans ce domaine (figure 2). Cependant, ce développement des activités dans le domaine moléculaire ne devra pas se faire aux dépens des autres axes de recherche. Le caractère pluridisciplinaire de l'approche doit être maintenu, c'est ce qui fait la force de l'équipe scientifique actuelle, et la qualité de ses travaux.

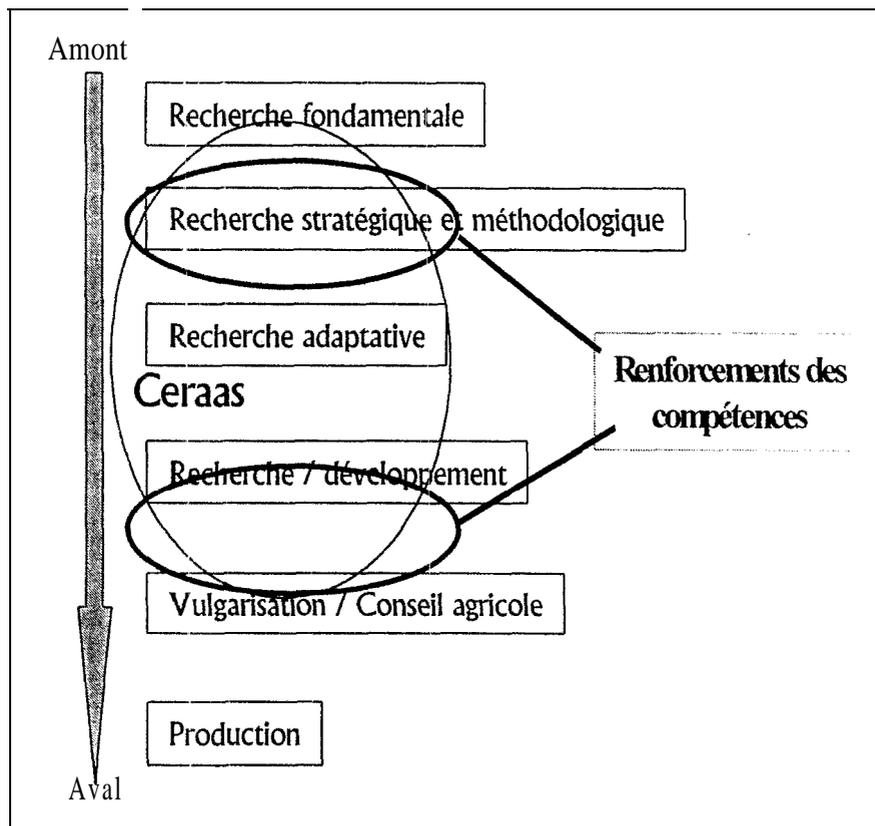


Figure 2: Renforcements des compétences au Ceraas

Actuellement, le Ceraas dispose de compétences limitées dans le domaine de la conception et de la conduite des systèmes de culture. Cette carence pose des problèmes pour élaborer certains projets, et conduit le Ceraas à se situer assez loin des préoccupations du paysan. Cette critique souvent formulée par les bailleurs de fonds. Pour y remédier, l'équipe scientifique sera renforcée dans ce domaine (figure 2), de façon à mieux prendre en compte le système de culture, et compléter la recherche variétale par des outils et méthodes conduisant à leur appropriation en milieu paysan.

2.3 L'équipe scientifique

La seconde phase dite de renforcement du Ceraas, permettra d'étoffer l'équipe actuelle (figure 1). Mais au-delà de cette phase, le développement doit se poursuivre, de façon à aboutir à un rendement optimal du centre, à l'horizon 2010 (voir tableau 1).

Des réflexions ont permis d'imaginer un mode de constitution durable des équipes scientifiques, sur le schéma suivant:

- chercheurs nationaux Isra / Ceraas

Pour maintenir la cohésion de l'équipe et la pérennité des programmes, il est souhaitable que le centre possède un noyau de chercheurs nationaux permanents. Chercheurs de l'Isra, ces agents seraient affectés au Ceraas pour des périodes de longue durée. Par ailleurs, en fonction des programmes scientifiques conduits, des chercheurs nationaux seront accueillis au Ceraas, pour conduire des activités de recherche bien définies, ou suivre des formations déterminées. En effet, le Ceraas doit également représenter une plate-forme de formation au niveau national.

La possibilité de création d'un campus universitaire à Thiès, actuellement en cours de discussion au niveau gouvernemental, et dont l'intégration de l'Ensa dans l'université est un premier pas, facilitera le rapprochement du Ceraas avec l'Ucad. L'accueil d'enseignants/chercheurs universitaire pourra être développé.

- chercheurs régionaux

Les modalités de cet accueil au niveau régional devraient être les suivantes: sur la base d'un intérêt scientifique commun entre une institution de recherche de la région et le Ceraas, un chercheur est détaché de son institution pour une période définie (1 à 2 ans), et conduit un programme de recherche au Ceraas. Son institution continue de lui verser son salaire, et le Ceraas lui donne une indemnité. Une fois le contrat au Ceraas terminé, le chercheur réintègre son poste dans son institution d'origine.

- Accueils de chercheurs du Nord

Comme dans le cas de l'accueil des chercheurs régionaux, l'accueil doit être justifié préalablement par une problématique scientifique claire. Au niveau budgétaire, les modalités peuvent être variables et dépendront des budgets disponibles. Mais, le Ceraas supporterait dans tous les cas au minimum les coûts de fonctionnement. Pour ce qui est des salaires, on peut imaginer des situations où ils seraient totalement pris en charge par l'institution du Nord (mise à disposition), et des situations plus équilibrées où le Ceraas supporterait une part des coûts.

- Accueils de chercheurs des Centres Internationaux

L'examen des plans stratégiques de certains Centres Internationaux fait apparaître que leurs problématiques de recherche sont parfois communes ou complémentaires de celles du

Ceraas. Il est donc logique que dans certains domaines, les équipes se rapprochent et mettent en commun leurs moyens (humains et techniques), afin de les rendre plus efficaces. Cela conduirait à des possibilités d'accueil de scientifiques issus des Centres Internationaux (voire à des échanges). Lors d'un accueil de ce type au Ceraas, on pourrait proposer que le Centre International prenne en charge le salaire, et le Ceraas le fonctionnement.

■ Accueils de doctorants et post-doctorants

L'augmentation de l'équipe scientifique du centre lui permettra d'accroître sa capacité d'accueil, en particulier de doctorants et post-doctorants, qui apportent généralement le dynamisme, la créativité et l'innovation indispensables à une recherche de qualité.

Tableau 1: Modalités et évolution de l'accueil du personnel scientifique au Ceraas

	Modalités	Actuel	Possible	2002	2005	2010
National						
Chercheurs Isra	Long terme, équipe permanente Salaires: Isra, fonctionnement + prime de projet Ceraas	5 postes	6	6	6	6
Chercheurs Isra	Moyenne à courte durée -- Prise en charge: du fonctionnement par le Ceraas	0 mois d'accueil/an	6	2	4	6
Enseignants / Chercheurs / Head	Mise à disposition bureau -- paillasse 2 à 3 jours par semaine Fonctionnement : Ceraas	1	2	1	2	2
Régional						
Chercheurs régionaux	Fonctionnement + indemnité forfaitaire: Ceraas. Durée: CDD de 1 an renouvelable 1 fois Salaire: institution d'origine	1	3	3	3	3
International						
Chercheurs "outpostés" du nord et centres internationaux	Fonctionnement : Ceraas. Affectation de longue durée (>1 an) Salaire à discuter avec les institutions	2	6	4	5	6
Stagiaires						
Stagiaires post-doctorants	Fonctionnement : Ceraas Salaire: financement à chercher	0	2	0	1	2
Stagiaires doctorants	Fonctionnement et bourse: Ceraas ou convention particulière	3	5	2	3	5
Formation par la recherche	Accueil de moyenne et courte durée Fonctionnement + indemnités: Ceraas	0 mois	15	6	10	15

A l'heure de la mondialisation, il apparaît donc indispensable d'élargir le partenariat avec les institutions de recherche du Nord. Il est en effet crucial de maintenir et développer des collaborations avec d'autres équipes de recherche, de façon à garantir des échanges scientifiques indispensables au maintien d'une expertise de qualité au Ceraas. Les modalités de ce partenariat sont multiples (missions croisées de courte ou moyenne durée, affectation, organisation d'atelier, formation...), et doivent être discutées avec les institutions, de même que les aspects financiers, pour lesquels on peut là aussi envisager des montages multiples.

La proposition du Cirad, l'un de nos partenaires, de monter avec l'Isra, et d'autres institutions, un Pôle de Compétences en Partenariat permettra sans doute de développer les collaborations et les accueils de scientifiques. Cette possibilité sera exposée en séance par l'un des membres du CST, qui est également un agent du Cirad.

2.5 Les infrastructures et équipements

Les réflexions sur l'avenir du Ceraas ont conduit à l'élaboration d'un budget prévisionnel d'équipement réparti sur 3 périodes: 2002-2004, 2005-2007 et 2008-2010. (voir tableau 2).

Le budget concernant la période 2002-2004 est relativement bien défini, dans la mesure où il reprend certaines lignes budgétaires de la subvention accordée au Ceraas dans le cadre du Fed 8 et qui couvre précisément cette période.

Avec le renforcement de l'équipe scientifique, va augmenter la capacité de formation et l'encadrement de stagiaires (étudiants, chercheurs de la sous région...). Il apparaît indispensable que le centre possède une structure d'accueil suffisante à Thiès. Cette construction est prévue dans la subvention Fed 8, pour un budget de 100 000

La subvention européenne prend également en charge l'achat d'équipements scientifiques qui compléteront l'existant, le renouvellement du parc informatique existant et l'achat de machines complémentaires, ainsi que l'acquisition d'un véhicule.

La dotation du Ceraas, dans le cadre du PSAOP/Isra, permettra l'acquisition d'un véhicule et le remplacement du groupe électrogène par un groupe dimensionné aux besoins du centre.

Le budget du projet "groundnut-aflatoxin" complètera les investissements en équipements scientifiques.

Pour cette période, un budget complémentaire de 50 000 reste à trouver pour améliorer le parc automobile du Ceraas. Cela permettrait de remplacer au total 4 voitures sur les 5 dont dispose le centre.

Tableau 2: Budget prévisionnel d'équipement du Ceraas (en)

	2002 - 2004		2005-2007	2008-2010
		complément trouver		
Infrastructure	100 000 (Fed 8)	0	0	0
Equipements scientifiques	225 000 (Fed8) + 26 000 (Inco)	0	100 000	100 000
Equipements informatiques	150 000 (Fed 8)	0	70 000	90 000
Véhicules	50 000 (Fed8 + PSAOP)	50 000	60 000	60 000
Equipements lourds	26 000 (PSAOP)	0	0	0

Pour la période 2005-2007, il n'est pas prévu d'investissements lourds pour les infrastructures. Le budget nécessaire pour les équipements scientifiques est estimé à 100 000, et permet de renouveler des équipements hors d'usage.

Les besoins en équipements informatiques sont estimés à 70 000, et incluent le renouvellement complet du parc machine et certains investissements plus lourds comme l'achat d'un serveur ou d'une imprimante réseau.

Le parc automobile n'augmentera pas de façon significative, car le principe du remboursement d'indemnités kilométriques aux chercheurs pour l'utilisation de leur véhicule personnel dans leurs déplacements professionnels, a été retenu. Pour cette période, l'achat de 2 véhicules est prévu.

Concernant la dernière période (2008-2010), les coûts proposés pour la période précédente ont maintenus, à l'exception des équipements informatiques. En effet, ces derniers augmenteront légèrement du fait de l'accroissement de l'équipe scientifique et des capacités d'accueil du centre.

2.6 La formation

Une des missions du Ceraas est de représenter au niveau régional une plate forme de formation qui doit acquérir les dernières techniques modernes et les transférer aux scientifiques régionaux. Ce renforcement des capacités des SNRA de la sous région est indispensable notamment pour rendre plus efficaces les programmes de sélection variétale par rapport à la sécheresse.

Cette formation est déjà prise en compte par le Ceraas à deux niveaux:

- Par une formation de type académique (Ingénieurat, CESS, DESS, Master, DEA, Doctorat).
- Par l'accueil de chercheurs pour des missions de courtes et moyennes durées, leur permettant de conduire des expérimentations, d'acquérir des techniques et concepts..

L'évolution de la capacité d'accueil du Ceraas est reportée au tableau 3.

2.6.1 La formation académique ou diplômante

Le centre continuera à accueillir des élèves ingénieurs pour leur stage de fin d'année, même si une préférence sera donnée pour des formations à partir du niveau DEA et doctoral, qui permettent une meilleure valorisation des résultats scientifiques.

Le nombre croissant de demandes annuelles pour effectuer une formation au Certificat d'études supérieures spécialisées témoigne de l'intérêt suscité par cette formation dans la sous région. Il est souhaitable de maintenir et améliorer cette formation qui représente également pour les ingénieurs une passerelle leur ouvrant la porte à un troisième cycle universitaire à l'échelle nationale. La capacité d'accueil, actuellement de 8 étudiants par promotion, pourra être augmentée, si les financements existent. En effet, cette formation est financée par la coopération belge jusqu'en 2002. Il convient de rechercher un financement prenant le relais. Cependant à terme, il est possible que cette formation perde un peu de son intérêt au niveau national, du fait de l'intégration de l'Ensa dans les structures universitaires. En effet, cette intégration facilitera sans doute le passage des élèves ingénieurs dans des 3^{es} cycles universitaires. Or c'est justement l'un des avantages que procurait la formation en CESS pour les élèves ingénieurs.

Elle restera cependant intéressante pour faire émerger une expertise capable d'aborder avec des outils modernes les problèmes de l'agriculture en zones sèches, et offrir un cadre de formation permanente pour le recyclage d'ingénieurs agronomes en exercice.

Pour financer cette formation spécifique, le centre essayera de reconduire les accords négociés avec la Coopération belge.

au niveau du troisième cycle universitaire, DEA et Doctorat. les possibilités resteront diverses et dépendront des financements obtenus. Dans chaque projet de recherche élaboré et proposé à un bailleur de fonds, une ligne budgétaire correspondant à la formation (DEA ou Doctorat) sera systématiquement intégrée dans la budget.

Le Ceraas recherchera également auprès d'autres bailleurs des budgets pour accueillir et former des étudiants. Ainsi, il essayera de reconduire les accords obtenus avec le DAAD et l'AI IA pour l'année universitaire 2001-2002.

Des réflexions sont en cours avec les enseignants de l'Ucad, pour essayer d'aménager le DEA existant actuellement. Il est en effet prévu l'apparition de différentes spécialisations, dont l'une d'elles sera liée à l'adaptation des plantes à la sécheresse. Ce DEA pourrait devenir progressivement une référence régionale dans la thématique, à condition que le rapprochement Ceraas-Ucad soit renforcé. Il faudra essayer d'impliquer progressivement les chercheurs du Ceraas dans la formation du 3^e cycle, dans un premier temps sous la forme de conférences. L'adhésion de l'Isra au système d'évaluation Cames devrait faciliter ces échanges Ceraas-Ucad.

L'accueil au Ceraas de thésards et d'étudiants en formation post-doctorale doit être développé. Même si la vocation du centre reste la formation de scientifiques provenant d'Afrique, cette origine ne doit pas être exclusive. En effet, le développement d'un partenariat scientifique au niveau international, nécessite d'avoir la possibilité d'accueillir des étudiants provenant d'autres pays, du Sud comme du Nord.

Tableau 3: Perspectives de l'accueil des stagiaires au Ceraas

	Actuel	Possible	2002	2005	2010
Diplômante					
Ingénieur	2	4	1	3	4
CESS	8	12	8	10	12
DEA	6	8	4	6	8
Doctorat	3	6	3	4	6
Post doctorat	0	2	0	1	2
Formation par la recherche	0 mois d'accueil par an	12	2	6	12

3.6.2 La formation par la recherche

Cette activité est un des mandats régionaux importants confiés au Ceraas. Ce dernier s'attachera à identifier les demandes clairement affichées par les SNRA de la sous-région, et s'efforcera d'y répondre dans la mesure de ses moyens. Pour être la plus efficace possible, cette formation doit être sous-tendue par une problématique nationale et par l'existence ou l'émergence d'un programme scientifique lié à l'adaptation à la sécheresse dans le pays d'origine du chercheur accueilli. Cette condition permettra de valoriser immédiatement au niveau national les compétences acquises par le chercheur au Ceraas, et de développer les relations scientifiques entre le centre et les SNRA.

Au niveau financier, bien qu'une ligne budgétaire soit prévue dans la subvention Fed 8 pour l'accueil des chercheurs en formation, il faut tendre vers un partage des coûts plus équilibré.

serait souhaitable qu'un; partie des coûts de chaque stage soit prise en compte par le SNRA qui envoie le chercheur en formation.

2.7 Le financement du Centre

Les finances du Ceraas ont connu depuis sa création, des situations tantôt bonnes et tantôt très difficiles, mettant en péril la survie même du Centre. Ces situations ont cependant permis de mettre en évidence l'indispensable nécessité d'améliorer cette situation pour espérer pérenniser le Ceraas.

Les grandes lignes du budget 2002 du Ceraas, ainsi que les projections à 2005 et 2010, sont reportées au tableau 4.

Pour simplifier la présentation, 6 lignes budgétaires ont été retenues: les coûts de personnel national, régional et international, les coûts de fonctionnement et les coûts de formation (formation CESS, séminaires, colloques, . . .).

Tableau 4: Budget du Ceraas en 2002, et projection en 2005 et 2010

	2002	2005	2010
Personnel national	228 500	249 000	279 000
Personnel régional	97 000	105 000	118 000
Assistance technique	427 000	542 000	660 000
Fonctionnement (recherche, gestion, appui CILSS et SNRA)	250 000	280 000	341 000
Formation (CESS, séminaires, réunions, documentation.. .)	102 600	113 000	127 000
TOTAL	1 105 100	1 289 000	1 525 200

Globalement, le centre est maintenant suffisamment compétitif pour se positionner sur des fonds compétitifs nationaux (FNRAA), régionaux (Fonds incitatif Coraf) ou internationaux (Inco). Il possède donc la capacité à trouver des financements pour ses activités scientifiques. Par contre, ces types de financements ne prennent qu'exceptionnellement en charge des salaires ou des charges de structure.

Des mécanismes existants doivent être aménagés, des nouveaux doivent être imaginés pour que le centre dispose d'un financement pour son métabolisme de base.

■ Intégration du personnel national dans le SNRA sénégalais

Une grosse part du budget est due aux salaires du personnel. Il faut que cette ligne budgétaire se réduise aux coûts des postes d'accueil des chercheurs nationaux et internationaux. Pour cela, l'intégration progressive du personnel du Ceraas dans l'Isra, commencée en 2001, doit être poursuivie et intensifiée, de façon à intégrer au plus vite l'ensemble du personnel national. Une échéance importante sera fin 2004, date de la fin de la seconde phase (sur le Fed 8), qui continue à prendre en charge les salaires du personnel national. D'ici là, il faut donc essayer d'atteindre l'intégration totale du personnel Ceraas dans l'Isra.

▪ Diversification des sources de financement

L'existence actuelle du Ceraas est fragilisée par le fait qu'il n'a pratiquement qu'un seul bailleur de fond, l'UE. Il est indispensable que les sources de financement soient diversifiées

, au niveau national. le centre doit explorer les possibilités de trouver des financements auprès des organismes nationaux de développement et dans le secteur privé (organisation de producteurs).

Au niveau régional. il faut essayer de trouver en collaboration avec le Coraf des mécanismes permettant une contribution réelle des pays membres, pour lesquels le centre a été créé

Au niveau international, la création d'un pôle de compétences en partenariat. avec l'aide de plusieurs partenaires scientifiques permettra au Ceraas d'être plus attractif pour les bailleurs de fonds.

▪ Création d'un fonds de dotation (endowment fund)

Une autre solution pour résoudre ces problèmes de financement. et permettre au Ceraas de ne plus être soumis aux inconstances des bailleurs de fonds et atteindre sa maturité institutionnelle, pourrait être la création d'un fonds.

Le CST est sollicité pour proposer des idées permettant de pérenniser le financement du Ceraas

**Centre d'étude régional pour l'amélioration de
l'adaptation à la sécheresse**

**Programme détaillé des journées
du 21, 22 et 23 novembre 2001**

Mercredi 21 novembre 2001

Matinée: visite des champs expérimentaux et des locaux au CNRA de Bambey

8h 30 : Départ du Ceraas

9h : Arrivée au CNRA, rencontre du Chef* de centre

9h 30 : Visite des champs expérimentaux

12h : Visite des locaux occupés par le Ceraas

1h : Déjeuner

14h 30 : Retour vers Thiès

Après-midi: visite des champs expérimentaux à l'Ensa et des locaux du Ceraas à Thiès

15h : Arrivée à Thiès, rencontre du Directeur de l'Ensa, puis visite des parcelles de cultures de l'école

16h 30 : pause

16h 45 : Visite des locaux du Ceraas à Thiès

18h : Fin de la séance

Jeudi 22 novembre 2001

Séance de travail en salle

8h 30 : accueil des membres du CST par le Directeur Général de l'Isra

9h : mise en place du CST

- examen de son rôle et de son fonctionnement
- élection de son président

10h : pause

10h 30 : Présentation générale du Ceraas: son mandat, ses moyens

- 30 min de présentation suivies de 30 min de questions

11h 30 : Présentation du projet scientifique du Ceraas

- 30 min de présentation suivies d'une heure de discussion

13h : déjeuner

15h 30 : Présentation de la programmation scientifique pour l'année 2002

- 30 min de présentation suivies d'une heure de discussion

17h : Recommandations du CST sur le Projet scientifique et la programmation 2002

18h : fin de la séance

Vendredi 23 novembre 2001

8h 30 : Le Ceraas: vue prospective à 2010

- 30 min de présentation suivies d'une heure de discussion

10h : pause

10h30: Recommandations concernant la prospective du Ceraas

11h30: Conclusions et clôture de la réunion

13h : déjeuner

Le Conseil Scientifique et Technique du Centre d'étude régional pour l'amélioration de l'adaptation à la sécheresse (CST du Ceraas)

Le CST du Ceraas est un organe externe conçu et mis en place pour aider et suivre l'organisation et l'évaluation des activités scientifiques et techniques du Ceraas.

Composition

- Le CST du Ceraas est composé de 7 personnalités scientifiques indépendantes, extérieures au Ceraas.
- Elles sont choisies sur la base de leur excellence et de leur renommée dans la discipline où elles exercent, ainsi que pour leur expérience dans la gestion de la recherche agricole et le transfert de technologies.
- Elles siègent à titre personnel, comme personnalité scientifique qualifiée.
- Les membres du CST sont désignés par le Comité de Pilotage du Ceraas sur proposition du Secrétaire Exécutif en concertation avec le directeur du Ceraas.
- Leur mandat est de deux ans renouvelable une fois.
- Les membres élisent un président, dont le mandat est de un an non-renouvelable.
- Trois observateurs permanents, le directeur scientifique de l'Isra, le coordonnateur scientifique du Coraf et le coordonnateur du réseau R3S, assistent aux réunions du CST.
- Le secrétariat est assuré par le directeur du C'eraas.

Rôle

- Le CST est consulté sur les programmes de recherche et de formation du centre, et donne son avis sur leur contenu et les modalités d'exécution.
- Il fait des recommandations sur le programme scientifique, afin qu'il soit cohérent avec les problématiques régionales et nationales.
- Il peut formuler des propositions relatives aux stratégies de renforcement du partenariat scientifique du C'eraas.
- Il propose des critères d'évaluation des programmes et une politique d'équipement scientifique du Ceraas.

Fonctionnement.

- Le CST du Ceraas se réunit sur convocation de son président en accord avec les instances de tutelle, Coraf et Isra, et la coordination du réseau R3S, une fois l'an.
- L'ordre du jour est établi par le président en concertation avec le directeur du Ceraas
- Le CST peut se réunir en séance extraordinaire à la demande des 2/3 de ses membres.
- Ses réunions ne peuvent se tenir que lorsque les 2/3 de ses membres sont présents.
- Le directeur du Ceraas sera chargé, sous l'autorité du président du CST, de l'élaboration et de la finalisation du compte rendu.
- Le compte rendu du CST sont transmis aux CST de l'Isra pour information.
- Le CST du Ceraas est considéré comme un groupe spécialisé, jouant un rôle de conseil pour le CST du Coraf.
- Les fonctions des membres du CST du Ceraas ne sont pas rémunérées.
- Les coûts afférents à la participation des membres aux réunions du Comité (billets d'avions et indemnité de séjour) au siège du Ceraas, sont imputés au budget du Ceraas.